e!Mission.at

Publizierbarer Endbericht

Programmsteuerung:
Klima- und Energiefonds

Programmabwicklung:
Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG)

Endbericht
erstellt am
31/03/2015

EnInnovAT

Diffusion von Energieinnovationen in Österreich aus Mikro- und Makroperspektive

Projektnummer: 843894

Ausschreibung	4. Ausschreibung e!Mission.at
Projektstart	01/03/2014
Projektende	28/02/2015
Gesamtprojektdauer (in Monaten)	12 Monate
ProjektnehmerIn (Institution)	Institut für Höhere Studien Kärnten (IHSK)
AnsprechpartnerIn	Dr. Andrea Klinglmair
Postadresse	Alter Platz 10, A-9020 Klagenfurt am Wörthersee
Telefon	+43 (0) 463 592 150-19
Fax	+43 (0) 463 592 150-23
E-mail	a.klinglmair@carinthia.ihs.ac.at
Website	www.carinthia.ihs.ac.at

EnInnovAT

Diffusion von Energieinnovationen in Österreich aus Mikro- und Makroperspektive

AutorInnen:
Andrea Klinglmair
Tamara Brandstätter
Erich Grießler
Severin Grussmann
Edith Holländer
Nikolaus Pöchhacker
Annette Roser

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

2 Forschung und Innovation in Österreich 7
2.1 Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) in Österreich 7
2.2 Innovationsperformance im internationalen Vergleich 12
2.3 Entwicklung der Patentaktivität in Österreich 13
2.4 Innovation im Unternehmenssektor 15
2.5 Öko-/Energieinnovationen: was wissen wir? 18

3 Darstellung und Synthese ökonomischer Diffusionstheorie und verhaltensökonomischer Konsumtheorie 33
3.1 Besondere Merkmale von Öko-Innovationen 33
3.2 Allgemeine Diffusionstheorie 35
3.3 Spezielle Diffusionstheorie 38
3.4 Verhaltensökonomische Konsumtheorie 48
3.5 Ökologische Aspekte der Diffusion von Energieinnovationen 49
3.6 Ableitung und Systematisierung der wirtschaftspolitischen Schlussfolgerungen auf Basis unterschiedlicher Diffusionstheorien 51
3.7 Typologie von Diffusionsprozessen 54
3.7.1 Pfadtyp 1: Effizienzsteigernde Investitionsgüter etablierter Anbieter 55
3.7.2 Handlungsoptionen Pfadtyp 1 56
3.7.3 Pfadtyp 2: Durchschaubare Konsumprodukte 56
3.7.4 Handlungsoptionen Pfadtyp 2 57
3.7.5 Pfadtyp 3: Geförderte Investitionsgüter grüner Pionieranbieter 57
3.7.6 Handlungsoptionen Pfadtyp 3 58
3.7.7 Pfadtyp 4: Grundlageninnovationen mit hohem Verhaltensänderungsbedarf 58
3.7.8 Handlungsoptionen Pfadtyp 4 58
3.7.9 Pfadtyp 5: Komplexe Produkte mit unklarem oder langfristigem Nutzen 59
3.7.10 Handlungsoptionen Pfadtyp 5 59
3.8 Diffusionspolitische Instrumente im Überblick 60
1. Forschungs- und Innovationsförderung 60
2. Gründungs- und Strukturförderung 60
3. Staatliche Marktanreize 61
4. Kooperative Marktentwicklung 61
5. Nachfrageorientierte Instrumente und öffentliche Beschaffung 61
6. Exnovations- und Exitförderung 63

4 Fallstudien für slow und fast diffusions 65
4.1 Slow Diffusion 65
4.1.1 Elektroauto 65
4.1.2 Wärmepumpe 67

4.2 Fast Diffusion ... 69
4.2.1 Hocheffiziente unterbrechungsfreie Stromversorgung ... 69
4.2.2 Biogasanlagen ... 70

5 Ausgewählte Produkte aus den Innovationsfeldern ... 73
5.1 Der Gebäudebereich ... 75
5.2 Energieeffiziente Gebäude: Passivhaus ... 77
5.3 Stromnetze: Smart Meter ... 81
5.4 Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe: LED ... 85
5.5 Solarthermie: Thermische Solaranlagen ... 88
5.6 Chemische Speicher: Elektrofahrrad ... 92
5.7 Kategorisierung der ausgewählten Energieinnovationen in die Diffusionstheorie ... 95

6 Internationaler Vergleich ... 97
6.1 LED ... 97
6.1.1 Anfangszeit der LED ... 97
6.1.2 LED-Forschung in Deutschland ... 98
6.1.3 LED-Forschung in der Schweiz ... 99
6.1.4 LED-Diffusionsförderung in Deutschland ... 100
6.1.5 LED-Diffusionsförderung in der Schweiz ... 101
6.1.6 Status quo in Deutschland ... 102
6.1.7 Status quo in der Schweiz ... 102
6.2 Smart Meter ... 103
6.2.1 Einfluss der EU-Verordnung auf die Smart Meter-Entwicklung ... 103
6.2.2 Smart Meter Forschung in Deutschland ... 104
6.2.3 Smart Meter Forschung in der Schweiz ... 105
6.2.4 Kosten-Nutzen-Analyse von Smart Metern in Deutschland ... 106
6.2.5 Kosten-Nutzen-Analyse von Smart Metern in der Schweiz ... 107
6.2.6 Status quo in Deutschland ... 108
6.2.7 Status quo in der Schweiz ... 108
6.3 Fazit des internationalen Vergleichs ... 108

7 Qualitative Analyse ... 111
7.1 Expert/innen Interviews zu Passivhaus ... 113
7.1.1 Verbundene Werte ... 113
7.1.2 Alltagspraktiken ... 113
7.1.3 Förderliche Faktoren der Diffusion ... 114
7.1.4 Hinderliche Faktoren ... 115
7.1.5 Schlussfolgerungen für die Diffusion von Passivhäuser ... 116
7.2 Expert/innen-Interviews zu E-Bike ... 117
7.2.1 Mit dem E-Bike verbundene Werte ... 117
7.2.2 Bestehende Herausforderungen für die Diffusion von E-Bikes ... 118
7.2.3 Schlussfolgerungen für die Diffusion von E-Bikes ... 119

7.3 Expert/innen-Interviews zu LED ... 120
7.3.1 Mit LEDs verbundene Werte ... 120
7.3.2 Alltagspraktiken ... 122
7.3.3 Förderliche Faktoren der Diffusion von LED ... 123
7.3.4 Hinderliche Faktoren der Diffusion von LED ... 123
7.3.5 Schlussfolgerungen für die Diffusion von LED ... 124
7.4 Expert/innen-Interviews zu Smart Meter ... 124
7.4.1 Verbundene Werte ... 124
7.4.2 Alltagspraktiken ... 125
7.4.3 Förderliche Faktoren ... 126
7.4.4 Hinderliche Faktoren ... 127
7.4.5 Schlussfolgerungen für die Diffusion von Smart Meter ... 128
7.5 Ergebnisse der Expert/innen-Interviews zu Solarthermie ... 129
7.5.1 Verbundene Werte mit Solarthermie ... 129
7.5.2 Alltagspraktiken ... 130
7.5.3 Gegenwärtige Herausforderungen bei der Diffusion von Solarthermie ... 130
7.5.4 Schlussfolgerungen für die Diffusion von Solarthermieanlagen ... 130

8 Vergleichende, mikrosoziologische Fallstudien ... 133
8.1 Fallstudie Passivhaus ... 133
8.1.1 Einleitende Überlegungen ... 133
8.1.2 Methode ... 135
8.1.3 Der Weg zum Passivhaus ... 135
8.1.4 Aneignungsprozesse ... 140
8.1.5 Präsentation des Passivhauses ... 143
8.1.6 Schule als Multiplikator ... 146
8.1.7 Schlussfolgerungen zum Passivhaus ... 148
8.2 Fallstudie E-Bike ... 149
8.2.1 Einleitende Überlegungen ... 149
8.2.2 Methode ... 150
8.2.3 Beitrag zur Nachhaltigkeit ... 151
8.2.4 Change Agents und soziale Netzwerke als Unterstützungsnetzwerke ... 151
8.2.5 Informationsveranstaltungen als Change Agents ... 154
8.2.6 Integration in tägliche Praktiken ... 155
8.2.7 Design ... 155
8.2.8 Infrastruktur ... 156
8.2.9 Infrastruktur & Design ... 161
8.2.10 Stadt/Land Vergleich ... 163
8.2.11 Steuerungsmöglichkeiten ... 164

9 Empirische Erhebung ... 167
9.1 Fragebogenentwicklung ... 167
9.2 Vorgehensweise, Rücklauf und Sample-Charakteristika ... 170

10 Empirische Ergebnisse: Haushalte 177
10.1 Kollektive statistische Auswertungen 177
10.1.1 Bausubstanz, Beheizung und Warmwasseraufbereitung 177
10.1.2 Strompreis- und Heizkosteneinschätzung 179
10.1.3 Affinität hinsichtlich Energiesparen und Energieeffizienz 182
10.2 Produktspezifische Auswertungen 185
10.2.1 Bekanntheitsgrad, Informationsverbreitung und Sichtbarkeit 185
10.2.2 Zufriedenheit, relevante Faktoren für die Adoption und Nachteile 188
10.2.3 Kaufbereitschaft und Informationsbeschaffung 192
10.2.4 Relevante Faktoren für die zukünftige Adoption der Technologie und Gründe für den Nicht-Besitz 194
10.2.5 Elektrofahrrad: Eigenschaften der Nutzung 196
10.2.6 Thermische Solaranlage: Eigenschaften der Nutzung 199
10.2.7 Smart Meter: Sonderauswertung 201
10.3 Statistische Zusammenhangsanalyse 205
10.3.1 Ergebnisse Elektrofahrrad 205
10.3.2 Ergebnisse Passivhaus 208
10.3.3 Ergebnisse thermische Solaranlage 211
10.3.4 Ergebnisse Smart Meter 213
10.3.5 Zusammenfassung: Gemeinsamkeiten in den Ergebnissen 215
10.4 Ökonometrische Ergebnisse 217
10.4.1 Methodologische Basis 217
10.4.2 Modellergebnis: Elektrofahrrad 221
10.4.3 Modellergebnis: Passivhaus 223
10.4.4 Modellergebnis: Thermische Solaranlage 225
10.4.5 Modellergebnis: Smart Meter 228
10.4.6 Güte der ökonometrischen Modelle 231
10.4.7 Zusammenfassung: treibende und hemmende Faktoren 232

11 Empirische Ergebnisse: Unternehmen 235
11.1 Deskriptive statistische Auswertungen 235
11.1.1 Strukturdaten der Unternehmen 235
11.1.2 Forschung- und Entwicklungstätigkeiten 238
11.1.3 Energiesparen im Unternehmen 239
11.1.4 Einsatz von LED-Beleuchtung 244
11.2 Statistische Zusammenhangsanalyse 247
11.3 Ökonometrische Ergebnisse 249

12 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen 253

13 Literaturverzeichnis 263
14 Anhang 279
15 Kontaktdaten 383

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energieinnovativer Fokus der Untersuchung ... 4
Abbildung 2: Methoden-Mix der Untersuchung ... 5
Abbildung 3: Ausgaben des Bundes für Forschung und Forschungsförderung nach sozio-ökonomischen Zielsetzungen, 1975-2014 (Index 1975=100) ... 8
Abbildung 4: Bruttoinlandsausgaben für F&E in % des BIP (Forschungsquote), 1995-2011 ... 9
Abbildung 5: Bruttoinlandsausgaben für F&E in % de s BRP nach Bundesländern (regionale Forschungsquoten), 2011 ... 10
Abbildung 6: Ausgaben für F&E nach Durchführungssektoren (in %), 2011 ... 10
Abbildung 7: Ausgaben für F&E nach Durchführungssektoren und Forschungsarten (in %), 2011 ... 11
Abbildung 8: Innovation Union Scoreboard, Summary Innovation Index 2013 ... 13
Abbildung 9: Entwicklung der Patent- und Gebrauchsmusteranmeldungen, 2003-2013 ... 14
Abbildung 10: Anteil der innovativen Unternehmen nach ausgewählten Branchen, 2010-2012 ... 16
Abbildung 11: Anteil des Umsatzes mit Produktinnovationen nach der Technologie- und Wissensintensität der Wirtschaftszweige, 2012 ... 17
Abbildung 12: Innovationsausgaben nach Innovationstätigkeit, 2012 ... 18
Abbildung 13: Eco-IS, Gesamtindex 2013 ... 20
Abbildung 14: Eco-IS, Öko-Innovations-Inputs 2013 ... 21
Abbildung 15: Eco-IS, Öko-Innovations-Outputs 2013 ... 22
Abbildung 16: Eco-IS, Öko-Innovations-Aktivitäten 2013 ... 23
Abbildung 17: Eco-IS, umweltbezogene Outcomes 2013 ... 24
Abbildung 18: Eco-IS, sozio-ökonomische Outcomes 2013 ... 25
Abbildung 19: Maßnahmen zur Reduktion der Materialkosten in österreichischen Unternehmen ... 26
Abbildung 20: Öko-innovative Tätigkeiten in österreichischen Unternehmen (in %) ... 27
Abbildung 21: Öko-Innovationsinvestitionen in % der gesamten Investitionsausgaben für Innovationen ... 28
Abbildung 22: Hemmende Faktoren für Öko-Innovationen ... 29
Abbildung 23: Treibende Faktoren für Öko-Innovationen ... 30
Abbildung 24: Auswirkungen während der Herstellung des Produktes/der Dienstleistung ... 32
Abbildung 25: Auswirkungen nach dem Verkauf beim/bei der Endverbraucher/in ... 32
Abbildung 26: Stilisierte Diffusionsverläufe ... 37
Abbildung 27: Modell zur Untersuchung von Diffusionspfaden von Energieinnovationen ... 43
Abbildung 28: Diffusionsmodell nach Rogers ... 46
Abbildung 29: Typen von Diffusionspfaden von Nachhaltigkeitsinnovationen ... 55
Abbildung 30: Absatzzahlen und Prozentanteile an Neuzulassungen von Elektroautos in Österreich und Deutschland ... 66
Abbildung 31: Entwicklung der Absatzzahlen von Wärmepumpen in Deutschland im Vergleich zur Rohölpreisentwicklung ... 68

Abbildung 32: Installierte Leistung der Biogasanlagen in Österreich und Deutschland (Index 2000=100) in den Jahren 2000 bis 2012 71
Abbildung 33: EEV der privaten Haushalte für Raumwärme nach Energieträgern, Österreich 2013 76
Abbildung 34: Monatliche Verbrauchsausgaben der privaten Haushalte, Österreich 2009/10 76
Abbildung 35: Entwicklung der Energiepreise (Index 2003=100), Österreich 2003-2012 77
Abbildung 36: Dokumentierte Passivhaus-Objekte, Österreich 1996-2011 79
Abbildung 37: Sektorale Entwicklung des Stromverbrauchs, Österreich 2005-2012 (Index 2005=100) 83
Abbildung 38: Stromverbrauch der Haushalte, Österreich 2012 84
Abbildung 39: Entwicklung der LED-Lampen in Prozent des Marktes für Leuchtmittel, Deutschland 2009-2013 86
Abbildung 40: Entwicklung des Umsatzes nach Beleuchtungstechnologie, Deutschland 2009-2013 87
Abbildung 41: Entwicklung der Verkaufspreise nach Beleuchtungstechnologie, Deutschland 2009-2013 88
Abbildung 42: Solarwärmemarkt Österreich, 1977-2011 89
Abbildung 43: Solarwärmemarkt Deutschland, 1992-2013 90
Abbildung 44: Solarwärmemarkt Schweiz 91
Abbildung 45: Anteil der Elektrofahrräder an allen verkauften Fahrrädern, 2008-2013 93
Abbildung 46: Entwicklung der Energieforschung nach Forschungsschwerpunkten, Schweiz 1980-2009 100
Abbildung 47: Übersicht über die im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative, Baustein Klimaschutztechnologien, bewilligte Projekte 2008-2014 100
Abbildung 48: Fokus der empirischen Untersuchung auf der Haushaltsebene 167
Abbildung 49: Fokus der empirischen Untersuchung auf der Unternehmensebene 168
Abbildung 50: Struktur des Fragebogens für die Haushaltsbefragung 168
Abbildung 51: Zielgruppen der Haushaltsbefragung 169
Abbildung 52: Gliederung der empirischen Auswertungen 175
Abbildung 53: Dreistufige Vorgehensweise der empirischen Analyse 176
Abbildung 54: Genutzte Systeme zur Warmwasseraufbereitung 178
Abbildung 55: Strom- und Heizkosten der befragten Haushalte, Mittelwert und Median 179
Abbildung 56: Subjektive Einschätzung des Stromverbrauchs und Heizenergiebedarfs 180
Abbildung 57: Erwartungen hinsichtlich der Strom- und Heizenergiepreisentwicklung 180
Abbildung 58: Präferenzen hinsichtlich der Energieversorgung 181
Abbildung 59: Interesse an den Themen Energiesparen und Energieeffizienz 182
Abbildung 60: Eingesetzte Energiesparprodukte im Haushalt (Mehrfachnennungen) 183
Abbildung 61: Informationsbeschaffungskanäle für Energiesparen und Energieeffizienz (Anteil in % sehr häufig/häufig) 184
Abbildung 62: Bekanntheitsgrad der innovativen Energietechnologien 186
Abbildung 63: Sichtbarkeit der innovativen Energietechnologien 187
Abbildung 64: Anteil der sehr/eher Zufriedenen mit den innovativen Energietechnologien 188

Abbildung 65: Besitz im sozialen Umfeld und Einfluss auf die Kauf-/Investitionsentscheidung ... 189
Abbildung 66: Grundsätzliche Kaufbereitschaft und Wahrscheinlichkeit für die Anschaffung 193
Abbildung 67: Anteil jener mit Kaufbereitschaft, die sich bereits aktiv über das Produkt informiert haben ... 193
Abbildung 68: Häufigkeit der Benutzung des Elektrofahrrads ... 197
Abbildung 69: Wöchentlich zurückgelegte Kilometer mit dem Elektrofahrrad ... 197
Abbildung 70: Nutzung des Elektrofahrrads als Ersatz für den PKW ... 198
Abbildung 71: Zufriedenheit mit dem Installateur der thermischen Solaranlage und dem verfügbaren Wartungsnetzwerk ... 200
Abbildung 72: Verwendungszweck der thermischen Solaranlage ... 200
Abbildung 73: Besitz eines Smart Meters im Haushalt sowie im sozialen Umkreis ... 201
Abbildung 74: Gründe für die Nicht-Befürwortung der Installation eines Smart Meters ... 202
Abbildung 75: Bevorzugte Möglichkeiten der Informationsbereitstellung detaillierter Energieverbrauchsdaten ... 203
Abbildung 76: Motive für das Interesse an einem zeitabhängigen Stromtarif ... 204
Abbildung 77: Gründe für das Desinteresse an einem zeitabhängigen Stromtarif ... 205
Abbildung 78: Identifizierte Einflussfaktoren für den Besitz der innovativen Energietechnologien basierend auf den Ergebnissen der bivariaten Datenanalyse ... 216
Abbildung 79: ROC-Kurven für die ökonometrischen Modelle nach Technologien ... 232
Abbildung 80: Wesentliche Einflussfaktoren auf die Diffusion der innovativen Energietechnologien ... 233
Abbildung 81: Betriebsart der befragten Unternehmen ... 235
Abbildung 82: Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten in den befragten Unternehmen ... 237
Abbildung 83: Motive für F&E-Tätigkeiten in den befragten Unternehmen ... 239
Abbildung 84: Wichtigkeit von Energiesparen und Energieeffizienz im Unternehmen ... 240
Abbildung 85: Umgesetzte Energieeffizienzmaßnahmen in den befragten Unternehmen, in % (Mehrfachnennungen) ... 241
Abbildung 86: Bekanntheitsgrad und Einsatz der LED-Technologie in den befragten Unternehmnen ... 244
Abbildung 87: Beleuchtete Unternehmensfläche mit der LED-Technologie ... 245
Abbildung 88: Nachteile der LED-Technologie (Mehrfachnennungen) ... 247
Abbildung 89: Phasen des Innovationsprozesses ... 253
Abbildung 90: Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Forcierung der Diffusion ... 258

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausgaben des Bundes für Forschung und Forschungsförderung (in Mio. €) nach sozio-ökonomischen Zielsetzungen, 2014 ... 7
Tabelle 2: Überblick zu den Patentaktivitäten in Österreich, 2012-2013 ... 13
Tabelle 3: Überblick zu den Innovationsaktivitäten in österreichischen Unternehmen, 2010-2012 ... 15
Tabelle 4: Anteil der Unternehmen mit Innovationsaktivitäten nach der Technologie- und Wissensintensität der Wirtschaftszweige, 2010-2012 ... 16
Tabelle 5: Überblick zu Öko-Innovationen in österreichischen Unternehmen, 2006-2008 ... 31
Tabelle 6: Übersicht über die verschiedenen Diffusionsmodelle ... 40
Tabelle 7: Übersicht zur Produktauswahl aus den technologischen Innovationsfeldern ... 74
Tabelle 8: Durchschnittlicher Heizwärmebedarf nach Bauweise ... 78
Tabelle 9: Pfadeinteilung der fünf ausgewählten Energieinnovationen ... 96
Tabelle 10: Übersicht über die im Rahmen der LED-Leitmarktinitiative geförderten Verbundprojekte ... 99
Tabelle 11: Stadt/Land Vergleich für das E-Bike ... 163
Tabelle 12: Teilsamples und Rücklauf der Haushaltsbefragung ... 170
Tabelle 13: Eckdaten und Rücklauf der Unternehmensbefragung ... 171
Tabelle 14: Geschlechterverteilung des Haushaltssamples im Vergleich zur österreichischen Bevölkerung ... 172
Tabelle 15: Altersstruktur des Haushaltssamples im Vergleich zur österreichischen Bevölkerung ... 173
Tabelle 16: Bildungsniveau des Haushaltssamples im Vergleich zur österreichischen Bevölkerung ... 173
Tabelle 17: Regionale Verteilung des Haushaltssamples im Vergleich zur österreichischen Bevölkerung ... 174
Tabelle 18: Regionale Verteilung des Unternehmenssamples im Vergleich zur Verteilung in der Unternehmensdatenbank ... 174
Tabelle 19: Baujahr der bewohnten Gebäude ... 177
Tabelle 20: Top-3 Heizungsarten und Energieträger zur Beheizung der bewohnten Gebäude ... 178
Tabelle 21: Umgesetzte Energiesparmaßnahmen in den Haushalten ... 184
Tabelle 22: Top-5 Informationsverbreitungskanäle der innovativen Energietechnologien ... 187
Tabelle 23: Weiterempfehlungsquote der innovativen Energietechnologien ... 189
Tabelle 24: Top-5 Faktoren für die Adoption der Technologie (Anteil sehr/eher wichtig), Nutzer/innen der Energieinnovation ... 191
Tabelle 25: Top-5 Nachteile der innovativen Energietechnologien, Nutzer/innen der Energieinnovation (Mehrfachnennungen) ... 192
Tabelle 26: Top-5 Informationsbeschaffungskanäle für die innovativen Energietechnologien, Nutzer/innen und zukünftige Nutzer/innen der Energieinnovationen (Mehrfachnennungen) ... 194
Tabelle 27: Top-5 Faktoren für die Adoption der Technologie (Anteil sehr/eher wichtig), zukünftige Nutzer/innen der Energieinnovation ... 195

Tabelle 28: Top-5 Gründe für den Nicht-Besitz bzw. die Nicht-Kaufbereitschaft der innovativen Energietechnologien (Mehrfachnennungen) 196
Tabelle 29: Verwendungszweck des Elektrofahrrads 198
Tabelle 30: Art der Installation der thermischen Solaranlage (Mehrfachnennungen) 199
Tabelle 31: Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse, Elektrofahrrad 207
Tabelle 32: Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse, Passivhaus 209
Tabelle 33: Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse, thermische Solaranlage 212
Tabelle 34: Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse, Smart Meter 214
Tabelle 35: Ergebnisse des ökonometrischen Logit-Modells, Elektrofahrrad 222
Tabelle 36: Ergebnisse des ökonometrischen Logit-Modells, Passivhaus 225
Tabelle 37: Ergebnisse des ökonometrischen Logit-Modells, thermische Solaranlage 227
Tabelle 38: Ergebnisse des ökonometrischen Logit-Modells, Smart Meter 229
Tabelle 39: Kennzahlen zur Beurteilung der Güte der Regressionsmodelle 231
Tabelle 40: Branchenstruktur der befragten Unternehmen 236
Tabelle 41: Jährlicher Umsatz der befragten Unternehmen, Geschäftsjahr 2013 236
Tabelle 42: Anzahl der Mitarbeiter/innen in den befragten Unternehmen, Geschäftsjahr 2013 237
Tabelle 43: Unternehmenskennzahlen zu Forschung & Entwicklung 238
Tabelle 44: Anteil der Unternehmen mit Energieeffizienz maßnahmen nach der Wichtigkeit von Energiesparen 240
Tabelle 45: Motive für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in den befragten Unternehmen 241
Tabelle 46: Zusätzliche Ziele, die in den befragten Unternehmen mit den umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen verfolgt werden 242
Tabelle 47: Genutzte Informationskanäle für Energiesparen und Energieeffizienz 243
Tabelle 48: Top-5 Informationsbeschaffungskanäle für die LED-Technologie (Mehrfachnennungen) 245
Tabelle 49: Top-7 Faktoren für den (zukünftigen) Einsatz der LED-Technologie in den befragten Unternehmen (Anteil sehr/eher wichtig), Nutzer/innen und potenzielle Nutzer/innen 246
Tabelle 50: Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse, LED-Beleuchtung 248
Tabelle 51: Ergebnisse des ökonometrischen Logit-Modells, LED-Beleuchtung 250
Tabelle A1: Codierung und deskriptive Statistiken der im Modell verwendeten Variablen, Elektrofahrrad 279
Tabelle A2: Codierung und deskriptive Statistiken der im Modell verwendeten Variablen, Passivhaus 280
Tabelle A3: Codierung und deskriptive Statistiken der im Modell verwendeten Variablen, thermische Solaranlage 281
Tabelle A4: Codierung und deskriptive Statistiken der im Modell verwendeten Variablen, Smart Meter 282
Tabelle A5: Codierung und deskriptive Statistiken der im Modell verwendeten Variablen, LED-Beleuchtung 283

1 Einleitung

Energieinnovationen – die Kern der vorliegenden Untersuchung sind – können einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der Wirtschaft sowie zum Klimaschutz leisten. Gefördert wird dies durch den von der Politik in den Fokus gerückten Transformationsprozess hin zu einer emissionsarmen und ressourcenschonenden Gesellschaft. In diesem Kontext leisten Energieinnovationen einen wichtigen Beitrag zur Verringerung von Umweltbelastungen und einer effizienteren Nutzung natürlicher Ressourcen. Dabei ist im Zuge der Diskussion auch ein gemeinsames Verständnis von Energie- bzw. Öko-Innovationen von Bedeutung. Die Beobachtungsstelle für Öko-Innovationen der Europäischen Kommission (Eco-Innovation Observatory (EIO)) definiert Öko-Innovationen als jede(s/n) neue(s/n) und erheblich verbesserte(s/n) Produkt, Dienstleistung, Prozess, organisatorischen Wechsel oder Marketinglösung, die den Verbrauch von natürlichen Ressourcen verringert und somit jedes Austreten von Schadstoffen vermindert. Energieinnovationen stellen einen Teilbereich der Öko-Innovationen dar und zielen auf eine effizientere Nutzung von Energie ab (vgl. EIO, 2013:14). Die Steigerung der Energieeffizienz ist auch zentraler Bestandteil des im Jahr 2008 implementierten Klima- und Energiepakets der Europäischen Union (EU). So zielt die Initiative darauf ab, den Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2002 um 20 % zu reduzieren (vgl. EC, 2008).

Wie bei allen anderen Innovationen bringen auch Öko- bzw. Energieinnovationen eine neue Lösung (Produkt oder Dienstleistung) eines bestehenden Problems hervor bzw. auf den Markt. Was Öko- bzw. Energieinnovationen jedoch von anderen Innovationen unterscheidet ist, dass mit ihnen nicht nur ein ökonomischer Vorteil (Kosteneinsparung) sondern auch ein ökologischer Nutzen (externe Effekte) einhergeht. Zu diesem ökologischen Nutzen gehören beispielsweise die Schonung natürlicher Ressourcen, wie Öl, Gas oder Mineralien, sowie eine geringere Freisetzung von Schadstoffen über den gesamten Produktlebenszyklus. Dabei werden vor allem eine verbesserte Ressourcenproduktivität, geringere Treibhausgasemissionen und eine Abfallreduzierung angestrebt. Es wird vor allem eine Weiterentwicklung bzw. Verschiebung der Denkweise in der Gesellschaft durch die Umgestaltung des gesamten Zyklus vom System „fördern-verbrauchen-entsorgen“, hin zu einer verbesserten zirkulären Nutzung im Sinne eines (Energie)Kreislaufs samt Wiederverwendung und einem geringeren Materialbedarf angestrebt (vgl. EIO, 2011:1f).

Die Verbreitung von Energieinnovationen setzt sowohl eine rasche Diffusion der besten derzeit bestehenden CO_2-armen Technologien als auch eine nachhaltige Verbesserung der CO_2-armen Technologien selbst voraus. Dafür spielt einerseits die schrittweise Erweiterung gegenwärtiger Technologien durch Leistungssteigerung und Kostensenkungen eine Rolle, andererseits können radikale Inventionen bestehende Märkte aufbrechen und die Energiewende beschleunigen (vgl. Stehr, 2015:32). Während inkrementelle Innovationen eine stufenweise Verbesserung der Leistung bestehender Produkte und Dienstleistungen und damit im Laufe der Zeit Umweltvorteile und Veränderungen herbeiführen, sind es vor allem soge-

nannte disruptive Energieinnovationen, die einen raschen Paradigmenwechsel zur Folge haben können (vgl. EIO, 2011:3).

Der generelle Innovationszyklus umfasst die Stufen der Forschung, Entwicklung, Erprobung, Demonstration, Anwendung und Verbreitung (Diffusion). Er ist somit ein nicht-linearer Prozess, der viele kritische Phasen beinhaltet. Bei Energieinnovationen ist es vor allem der Übergang vom Anfangs- zum Verbreitungsstadium, der aufgrund der sehr hohen Investitions- und Infrastrukturkosten mit Hindernissen konfrontiert ist. Dadurch laufen Technologien Gefahr, bereits im Frühstadium hängen zu bleiben und nicht zu diffundieren (vgl. Stehr, 2015:34).

Die EU widmet sich im Rahmen der europäischen Wachstumsstrategie „Europa 2020“ dem intelligenten, nachhaltigen und integrativen Wachstum, um damit langfristigen Problemen, wie u.a. der Ressourcenknappheit, zu entgegnen. Einen wesentlichen Bestandteil in dieser Strategie nimmt der Transformationsprozess in Richtung einer ressourcenschonenden und emissionsarmen Wirtschaft ein. Eine Chance wird dabei in Öko-/Energieinnovationen gesehen. Investitionen in saubere, emissionsarme Technologien können die Wettbewerbsfähigkeit steigern, Arbeitsplätze schaffen und dabei gleichbleibende oder sinkende Kosten erzielen (vgl. Europäische Kommission, 2010:5ff).

Zusätzlich beschäftigt sich die EU mit den sich stetig verändernden wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen. Neben dem seit Jahren dominierenden Thema der Wirtschafts- und Finanzkrise und der Entwicklung der Investitionsfähigkeit der Staaten zählt dazu auch die Diskussion um einen Rahmen für die Klima- und Energiepolitik im Zeitraum 2020-2030. Der Fokus liegt hierbei u.a. auf den Themen der Energiepreisentwicklung, einer CO_2-armen Wirtschaft, Investitionen in CO_2-arme Technologien und damit verbundener Rechtssicherheit für Forschung, Entwicklung und Innovation sowie wettbewerbspolitische Auswirkungen für Verbraucher/innen. Auch die bisherigen Ziele für die Mitgliedstaaten, die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Niveau von 1990 um 20 % zu reduzieren, werden einer weiterführenden Diskussion unterzogen. Die EU-Kommission schlägt als Diskussionsgrundlage ein Minderungsziel von 40 % bis 2030 gegenüber dem Niveau von 1990 vor. Bei Verfolgung der aktuellen Maßnahmen der europäischen Wachstumsstrategie „Europa 2020“, werden die Emissionen EU-weit voraussichtlich um 32 % gesenkt werden können (vgl. Europäische Kommission, 2014c:2f). Vor allem den Themen Innovation und den Rahmenbedingungen für die Verwirklichung von Innovationen wird gesonderte Beachtung geschenkt. Eine erfolgreiche Diffusion von Innovationen soll durch Kostenreduzierungen und Finanzinstrumente unterstützt werden, die im Optimalfall eine Hebelwirkung auf private Investitionen haben können (vgl. Europäische Kommission, 2014c:19).

CO_2-intensive Energiequellen bergen viele Gefahren, wie nationale Sicherheitsbedenken, Gesundheitsrisiken oder von Emissionen verursachte Belastungen. Mehr als zwei Drittel

(68,0 %) der im Jahr 2012 weltweit erzeugten Energie stammte laut *World Energy Outlook 2014* aus fossilen Energiequellen wie Kohle, Erdöl und Erdgas (vgl. IEA, 2014:208). Durch die hohe Abhängigkeit von der weltweit meistgenutzten Energiequelle Öl wird es notwendig sein, durch wissenschaftlich-technische Durchbrüche den Energiemix in eine CO_2-ärmere Richtung zu lenken (vgl. Stehr, 2015:22f). Ein Großteil der weltweiten Infrastruktur ist auf eine auf fossiler Energie basierenden Energieversorgung ausgelegt. Darüber hinaus sind fossile Brennstoffe ein wesentlicher weltweiter Wirtschaftsfaktor (vgl. Stehr, 2015:24). CO_2-arme Energietechnologien sehen sich somit noch diversen Hürden gegenüber, ehe eine Diffusion in größerem Maß möglich ist. Dazu gehören unter anderem hohe Investitions- sowie Betriebs- und Wartungskosten, Einspeisungskosten, die durch Leistungsschwankungen entstehen sowie die öffentliche Akzeptanz (vgl. IEA, 2012:109ff; Stehr, 2015:26f).

Energieinnovationen haben das Potenzial einen wesentlichen Beitrag für die Bewältigung weltweiter ökonomischer, ökologischer und sozialer Herausforderungen zu leisten. Sie bekämpfen die Probleme des Ressourcenmangels und des Klimawandels unter Beachtung von wirtschaftlichen und sozialen Aspekten. Wichtig wird dabei auch die Umsetzung neuer Ideen durch Unternehmen, Cluster und ganzen Wertschöpfungsketten sein, da dadurch nicht nur Geld und Ressourcen eingespart werden können, sondern vor allem ein Umdenken in größerem Maßstab in Richtung einer nachhaltigen Wirtschaft und zukunftsresilienten Gesellschaft gefördert wird (vgl. EIO, 2011:4).

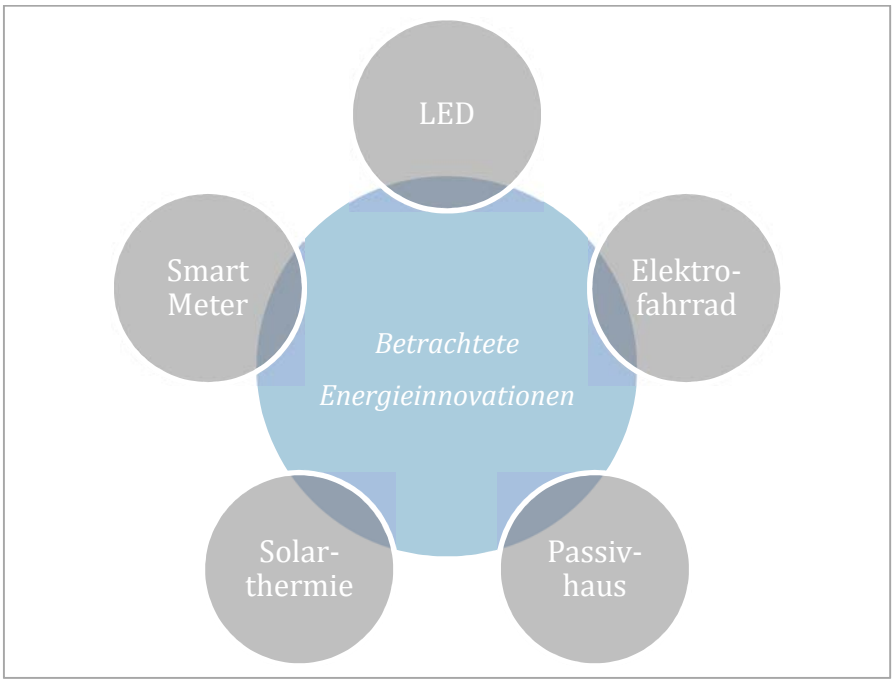
Trotz der generellen Wichtigkeit von Energieinnovationen als Treiber der Energiewende, können diese ihre vorteilhaften Effekte, wie die Ausschöpfung von Energieeffizienzpotenzialen oder die Reduktion von Treibhausgasemissionen, ohne erfolgreiche Diffusion bzw. Verbreitung in der Gesellschaft nicht entfalten. Vor diesem Hintergrund zielt das vorliegende Forschungsprojekt darauf ab, jene Faktoren und Bedingungen zu analysieren, welche die Diffusion ausgewählter Energieinnovationen fördern oder behindern. Finanziert wurde die gegenständliche Untersuchung im Rahmen der 4. Ausschreibung des Programms „e!Mission.at – Energy Mission Austria“, das zur Bereitstellung sicherer, nachhaltiger und leistbarer Energie beiträgt und sich auf die gesamte Energiekette von der Aufbringung bis hin zur Verwendung bezieht. Das Projekt – in dessen Zentrum laut Programmausschreibung Diffusionsprozesse für innovative Energietechnologien in Österreich stehen – fokussiert auf technologische Entwicklungen und Maßnahmen die maßgeblich dazu beitragen die Energieeffizienz zu steigern und den Anteil der erneuerbaren Energien am Energiemix zu erhöhen.

Insbesondere konzentriert sich die Untersuchung auf ausgewählte Technologien aus den Innovationsfeldern

- Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe,
- energieeffiziente Gebäude,
- Stromnetze,
- Solarthermie und
- chemische Speicher.

Aus jedem Technologiefeld wurde ein energieinnovatives Produkt ausgewählt, deren Verbreitung bzw. Diffusion in der vorliegenden Studie behandelt wurde. Hierbei handelt es sich um LED-Beleuchtungen, Elektrofahrräder, Passivhäuser, thermische Solaranalgen und intelligente Stromzähler bzw. Smart Meter (vgl. Abbildung 1). Die Diffusion der LED-Technologie wurde dabei nur auf Unternehmensebene beleuchtet, die anderen Produkte bzw. Energieinnovationen (Elektrofahrrad, LED, Passivhaus, Smart Meter und thermische Solaranlage) auf der Haushaltsebene.

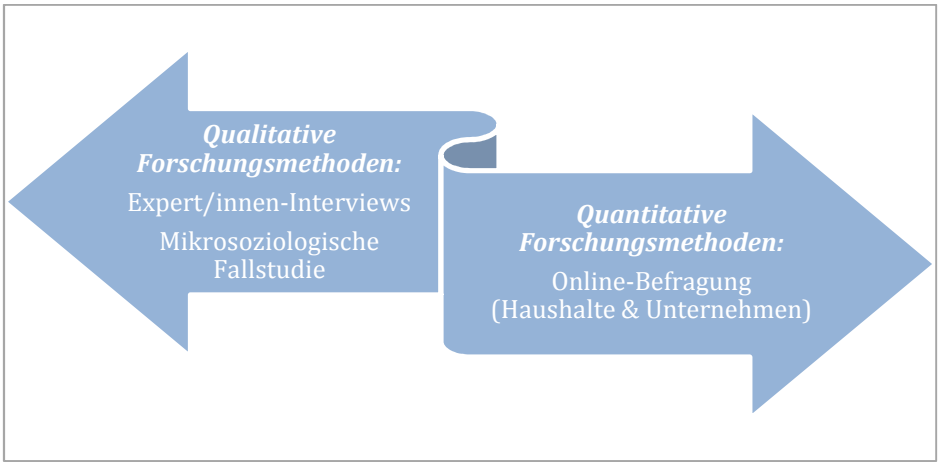
Abbildung 1: Energieinnovativer Fokus der Untersuchung



Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Mit einem Mix aus qualitativen und quantitativen Forschungsmethoden (vgl. Abbildung 2) wurde auf der Haushalts- und Unternehmensebene belastbares Datenmaterial hinsichtlich der Bekanntheit der innovativen Energietechnologien, den damit verbundenen Werten, Alltagspraktiken sowie treibenden und hemmenden Faktoren für Investitionen in die betrachteten Energieinnovationen erhoben. Im Rahmen der qualitativen Analyse wurde dabei auf leitfadengestützte Expert/innen-Interviews sowie die Durchführung einer vergleichenden mikrosoziologischen Fallstudie zurückgegriffen. Die quantitative Analyse umfasst die Implementierung einer österreichweiten Online-Befragung von Haushalten und Unternehmen, die auf umfassenden technologiespezifischen Fragebögen basiert.

Abbildung 2: Methoden-Mix der Untersuchung



Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Die vorliegende Studie ist dabei wie folgt strukturiert. In Kapitel 2 wird die Bedeutung von Forschung und Innovation in Österreich auf Basis verfügbarer Daten der amtlichen Statistik erläutert. Dabei wird neben den Ausgaben für Forschung und Entwicklung sowie internationalen Kennzahlen zur Innovationsperformance auch auf österreichische Patentaktivitäten, Innovationen im Unternehmenssektor sowie den Spezialbereich der Öko- bzw. Energieinnovationen eingegangen.

Theoretische Modelle zur Diffusion sowie sozioökonomische Theorien zum Konsumverhalten von Haushalten und Unternehmen bilden die Grundlage für das Verständnis darüber, mit welcher Geschwindigkeit sich Innovationen ausbreiten bzw. welche Faktoren diesen Ausbreitungsprozess dynamisieren oder abschwächen können. Aus diesem Grund erfolgt in Kapitel 3 eine umfassende Darstellung und Synthese der ökonomischen Diffusionstheorie und verhaltensökonomischen Konsumtheorie. Dabei wird auch auf die wirtschaftspolitischen Schlussfolgerungen auf Basis der theoretischen Erkenntnisse sowie die Typologien von Diffusionsprozessen eingegangen. Darauf aufbauend werden in Kapitel 4 Fallstudien für *„fast“* und *„slow“ diffusions* analysiert, mit dem Ziel, ein besseres Verständnis über reale Diffusionsfälle zu erzeugen. Kapitel 5 widmet sich den ausgewählten Produkten aus den technologischen Innovationsfeldern und beinhaltet neben den Produktbeschreibungen (Funktionsweise, Vor- und Nachteile, gesetzlicher Rahmen etc.) auch Daten zur Marktentwicklung, die – sofern verfügbar – auch im Vergleich zu Deutschland und der Schweiz betrachtet wurden sowie eine Verknüpfung der Erkenntnisse für die ausgewählten Technologien mit der Diffusionstheorie (Einordnung der Energieinnovationen in die Typologie von Diffusionsprozessen).

In Kapitel 6 wird die Diffusion von LEDs und Smart Metern im internationalen Vergleich mit Deutschland und der Schweiz diskutiert. Die vergleichende Analyse fokussiert dabei auf Forschungsaktivitäten, Diffusionsförderungen, Kosten-Nutzen-Analysen sowie den technologischen Status Quo.

Die Ergebnisse der qualitativen Analyse finden sich in Kapitel 7. Für jede der betrachteten innovativen Energietechnologien (Elektrofahrrad, Passivhaus, Solarthermie, Smart Meter und LED) wurden auf Basis der durchgeführten Expert/innen-Interviews Aussagen zu den mit der Technologie verbundenen Werten, den Alltagspraktiken, den förderlichen und hinderlichen Faktoren sowie den daraus ableitbaren Erkenntnissen für die Diffusion getroffen. Die vergleichenden mikrosoziologischen Fallstudien für das Passivhaus und E-Bikes werden in Kapitel 8 behandelt.

Ein wesentlicher Bestandteil der vorliegenden Untersuchung ist die quantitative Analyse, deren Ergebnisse in den Kapiteln 9 bis 11 dargestellt werden. Zunächst wird dabei auf die Methodik der empirischen Erhebung, die Fragebogenentwicklung, Implementierung der Online-Befragung und Sample-Charakteristika eingegangen. Darüber hinaus fokussieren die Kapitel auf die deskriptiven, statistischen Auswertungen der erhobenen Samples, die Analyse statistischer Zusammenhänge auf Basis von Kontingenztafelanalysen sowie die Identifizierung und Quantifizierung produktspezifischer Determinanten der Diffusion.

In einem finalen Abschnitt (Kapitel 12) werden die aus der Theorie sowie den qualitativen und quantitativen Analysen gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst und darauf aufbauend Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen für die Forcierung der Diffusion der ausgewählten innovativen Energietechnologien abgeleitet.

2 Forschung und Innovation in Österreich

Die Bereiche Forschung und Entwicklung (F&E), neue Technologien und Innovationen[1] haben wesentlichen Einfluss auf die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes, den Wohlstand der Gesellschaft, die Beschäftigungsentwicklung sowie die Qualität der Arbeitsplätze einer Wirtschaft (vgl. Sellner et al., 2014:71ff; Linz.at, o.J:294). Dies gilt insbesondere vor dem Hintergrund ökologischer und demografischer Herausforderungen, dem zunehmenden globalen Wettbewerb und dem damit verbundenen Strukturwandel in Wirtschaft und Gesellschaft, als die Stärkung von Forschung, technologischer Entwicklung und Innovation zu einem nachhaltigen Wirtschafts- und Beschäftigungswachstum beitragen kann. Die finanziellen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung sowie Innovation sind zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und Produktivität einer Volkswirtschaft daher von entscheidender Bedeutung (vgl. Bundeskanzleramt, 2011:2).

2.1 Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) in Österreich

Im Jahr 2014 lagen die Ausgaben des Bundes für Forschung und Forschungsförderung bei rund € 2,7 Mrd. Seit dem Jahr 1975 hat sich dieser Wert mehr als verzehnfacht; im Vergleich zum Jahr 2000 haben sich die Bundesausgaben für Forschung verdoppelt (+112,9 %).

Tabelle 1: Ausgaben des Bundes für Forschung und Forschungsförderung (in Mio. €) nach sozio-ökonomischen Zielsetzungen, 2014

Zielsetzung	*Ausgaben (in Mio. €)*	*in %*
Allgemeine Erweiterung des Wissens	887,1	32,4%
Handel, Gewerbe und Industrie	679,6	24,8%
Gesundheitswesen	555,0	20,3%
Soziale und ökonomische Entwicklung	129,5	4,7%
Erforschung der Erde, der Meere, der Atmosphäre und des Weltraums	113,0	4,1%
Umweltschutz	88,8	3,2%
Land- und Forstwirtschaft	76,9	2,8%
Unterrichts- und Bildungswesen	75,3	2,7%
Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie	62,4	2,3%
Transport, Verkehrs- und Nachrichtenwesen	51,3	1,9%
Stadt- und Raumplanung	21,7	0,8%
Landesverteidigung	0,1	0,0%
Gesamt	**2.740,8**	**100,0%**

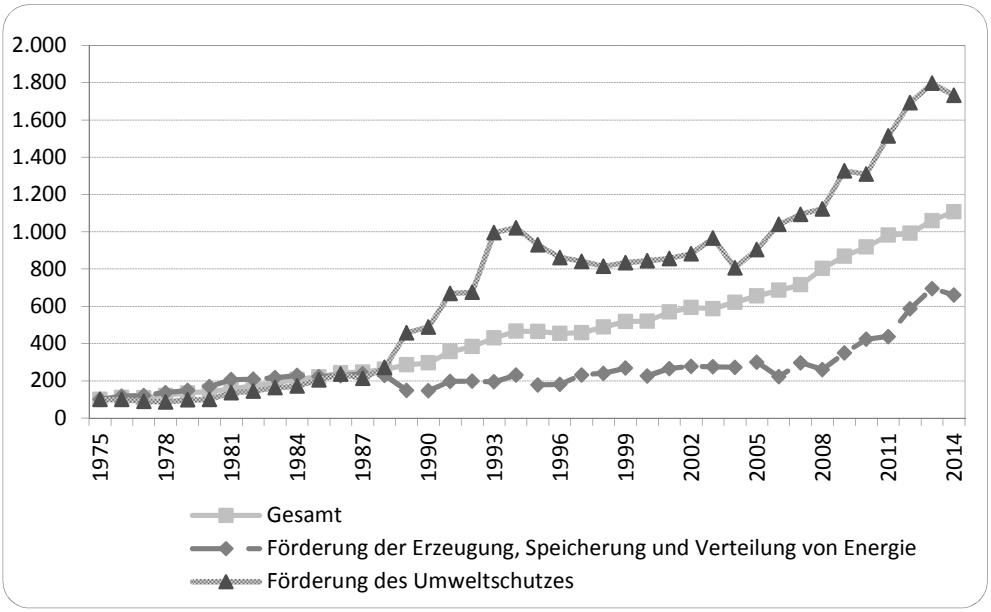
Quelle: Statistik Austria (2014a); eigene Berechnungen IHS Kärnten

Zu den Hauptzielen, die mit den Forschungsausgaben des Bundes verfolgt werden, zählt die allgemeine Erweiterung des Wissens (32,4 % oder € 887,1 Mio.). Rund ein Viertel (24,8 % oder € 679,6 Mio.) der Bundesausgaben zielt auf die Förderung von Handel, Gewerbe und Industrie ab; 20,3 % der Mittel (€ 555,0 Mio.) dienen der Förderung des Gesundheitswesens.

[1] Grundsätzlich werden unter „Forschung, Technologie und Innovation“ (FTI) Tätigkeiten mit neuen oder merklich verbesserten Produkten bzw. Dienstleistungen, die auf dem Markt eingeführt werden oder neue/verbesserte Prozesse bzw. Verfahren, die in einem Unternehmen eingeführt werden, subsummiert (vgl. FEEI, 2006).

Die verbleibenden, sozio-ökonomischen Zielsetzungen spielen eine finanziell untergeordnete Rolle. Darunter finden sich auch die Förderung des Umweltschutzes und die Förderung der Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie. Erstere Zielsetzung wurde im Jahr 2014 mit rund € 88,8 Mio. verfolgt; im Vergleich zu den Gesamtausgaben des Bundes entspricht dies einem Anteil von 3,2 %. Rund € 62,4 Mio. oder 2,3 % der gesamten Forschungsausgaben zielen auf die Förderung der Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung ab. (vgl. Tabelle 1). Obwohl diese Zielsetzungen von budgetär untergeordneter Bedeutung sind, weisen die Ausgaben insbesondere im Bereich des Umweltschutzes eine – im Vergleich zu den Gesamtausgaben – deutlich dynamischere Entwicklung auf. So sind die Forschungsausgaben des Bundes zur Förderung des Umweltschutzes aktuell (2014) rund 17mal höher als noch im Jahr 1975. Die Ausgaben zur Förderung der Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energie haben sich ab Ende der 80er Jahre unterproportional entwickelt, wenngleich seit dem Jahr 2000 ein im Vergleich zu den Gesamtausgaben (+112,9 %) stärkerer Anstieg (+192,1 %) verzeichnet wurde (vgl. Abbildung 3).

Abbildung 3: Ausgaben des Bundes für Forschung und Forschungsförderung nach sozio-ökonomischen Zielsetzungen, 1975-2014 (Index 1975=100)



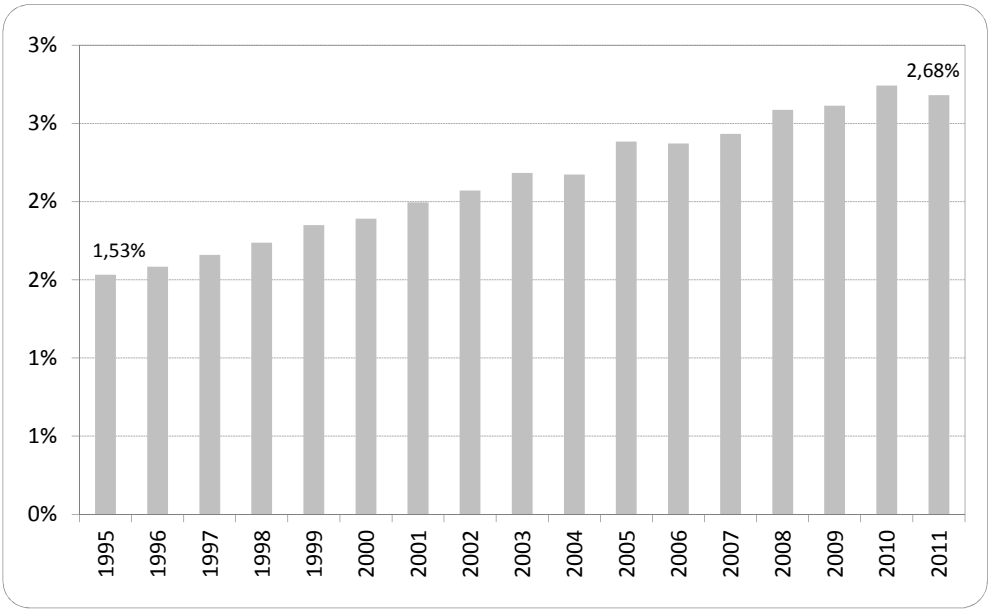
Quelle: Statistik Austria (2012a-c); (2013c); (2014a); eigene Berechnungen IHS Kärnten

Ausgaben für Forschung und Entwicklung (F&E) sind jedoch nicht nur auf Bundesebene, sondern auf allen wirtschaftlichen Ebenen von Relevanz. Insgesamt wurden in Österreich im Jahr 2011 von 4.984 F&E-durchführenden Erhebungseinheiten rund € 8,3 Mrd. ausgegeben (Bruttoinlandsausgaben für F&E). Seit dem Jahr 1981 haben sich diese Ausgaben mehr als verzehnfacht; in den letzten zehn Jahren haben sich die Bruttoinlandsausgaben für F&E verdoppelt (+105,4 %; vgl. Statistik Austria, 2014b). Stellt man die F&E-Ausgaben in Relation zum nominellen Bruttoinlandsprodukt (BIP) laut ESVG[2] 2010, so erhält man die Forschungs-

[2] ESVG = Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen.

quote, die in Österreich aktuell bei 2,68 % liegt. Bei Betrachtung der zeitlichen Entwicklung der Forschungsquote zeigt sich, dass Österreich in seiner F&E-Performance in den vergangenen 15 Jahren einen Aufholprozess bewältigt hat, der mit einer Steigerung der Forschungsintensität einherging. So ist die Forschungsquote von 1,53 % im Jahr 1995 auf aktuell 2,68 % angestiegen (vgl. Abbildung 4). Laut Globalschätzung 2014 ist bis zum Jahr 2013 ein weiterer Anstieg der Forschungsquote auf 2,81 % zu erwarten; damit einhergehend wird auch ein Anstieg der Forschungsausgaben auf rund € 9,3 Mrd. im Jahr 2014 prognostiziert (+12,6 % im Vergleich zum Jahr 2011).

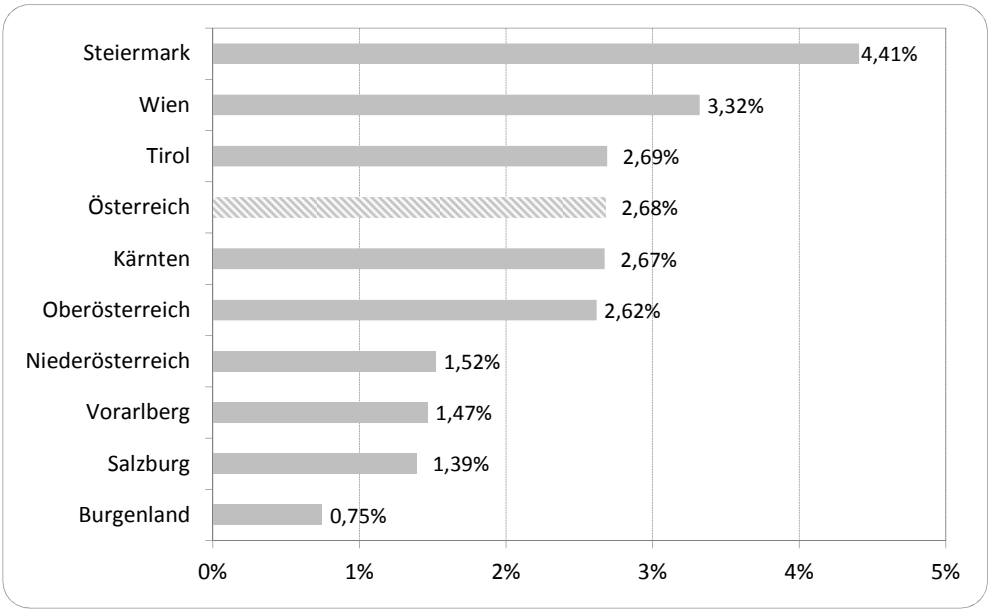
Abbildung 4: Bruttoinlandsausgaben für F&E in % des BIP (Forschungsquote), 1995-2011



Quelle: Statistik Austria (2014b); eigene Darstellung IHS Kärnten

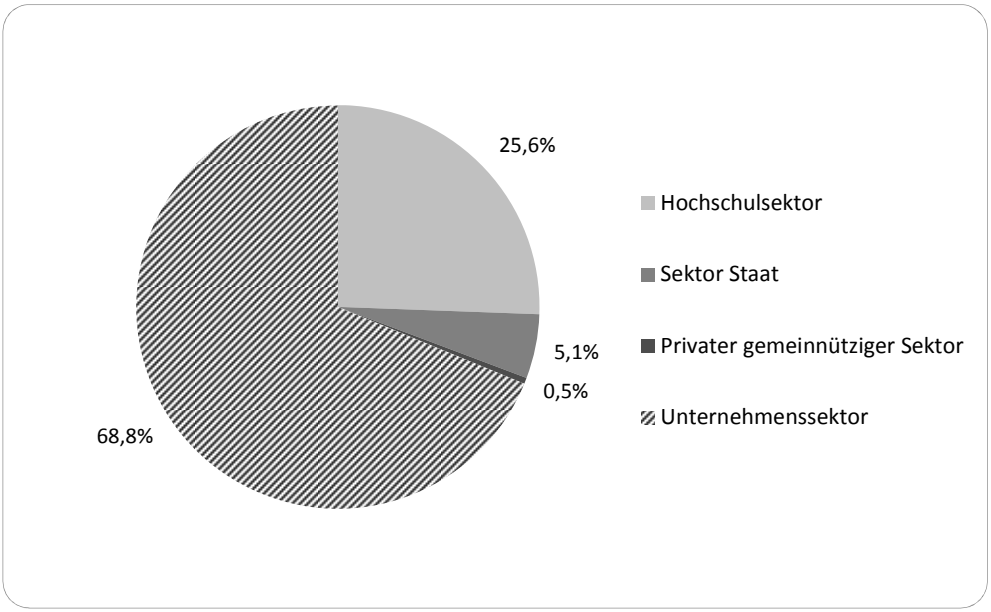
Die Forschungsquoten variieren jedoch deutlich auf Bundesländerebene. Wie Abbildung 5 zeigt, stellt die Steiermark mit einem F&E-Ausgabenanteil am Bruttoregionalprodukt (BRP) in Höhe von 4,41 % das forschungsintensivste Bundesland dar, gefolgt von Wien mit einer Forschungsquote von 3,32 %. Auch Tirol liegt mit einem Wert von 2,69 % noch knapp über dem Bundesdurchschnitt. Das Burgenland weist mit einer Forschungsquote von 0,75 % im Bundesländervergleich die schlechteste F&E-Performance auf. Auch in Salzburg, Vorarlberg und Niederösterreich wird auf Basis der Forschungsquote eine unterdurchschnittliche F&E-Leistung beobachtet.

Abbildung 5: Bruttoinlandsausgaben für F&E in % des BRP nach Bundesländern (regionale Forschungsquoten), 2011



Quelle: Statistik Austria (2014c); eigene Darstellung IHS Kärnten

Abbildung 6: Ausgaben für F&E nach Durchführungssektoren (in %), 2011



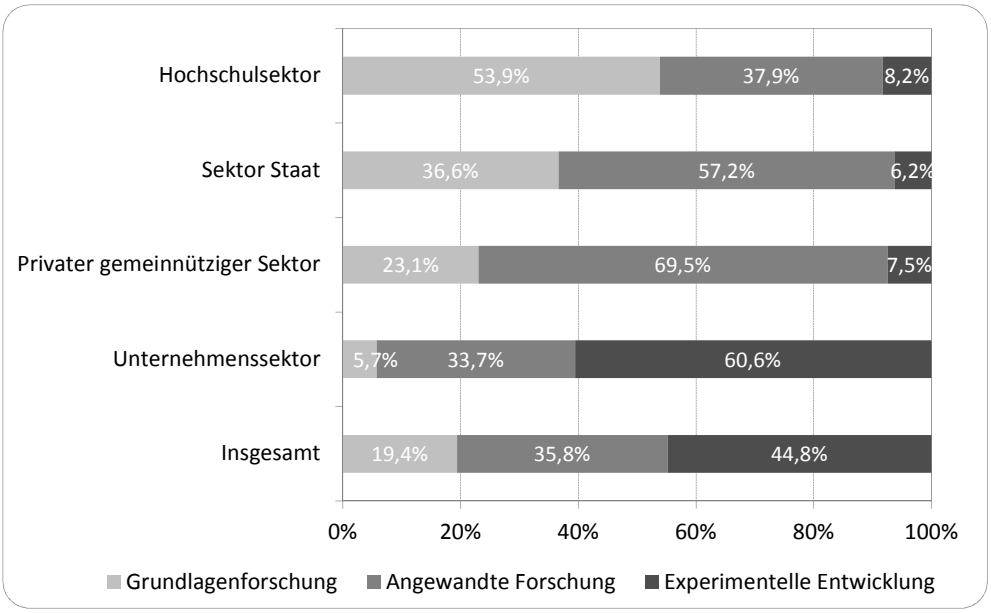
Quelle: Statistik Austria (2013d); eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Abbildung 6 zeigt die Ausgaben für F&E nach Durchführungssektoren und macht deutlich, dass dem Unternehmenssektor in der Forschung und experimentellen Entwicklung eine tragende Rolle zukommt. Mehr als zwei Drittel (68,8 % oder € 5,7 Mrd.) der F&E-Ausgaben fallen in den österreichischen Unternehmen an. Auch der Hochschulsektor (Universitäten, Fachhochschulen und Versuchsanstalten an Höheren Technischen Bundeslehranstalten) spielt mit einem Anteil von 25,6 % (€ 2,1 Mrd.) eine wichtige Rolle. Rund 5,1 % der F&E-

Ausgaben wurden im Jahr 2011 (€ 425,2 Mio.) im Sektor Staat[3] verzeichnet. Der private gemeinnützige Sektor[4] ist mit einem Anteil von 0,5 % an den gesamten F&E-Ausgaben nur marginal relevant.

Rund 44,8 % der F&E-Ausgaben fließen in die experimentelle Entwicklung; knapp mehr als ein Drittel (35,8 %) der finanziellen Ressourcen werden für die angewandte Forschung aufgewendet. Die Grundlagenforschung spielt mit einem Anteil von 19,4 % an den gesamten Bruttoinlandsausgaben für F&E eine weniger wichtige Rolle. Auf Ebene der Durchführungssektoren bestehen jedoch deutliche Unterschiede. So fokussieren die F&E-Mittel im Unternehmenssektor auf die experimentelle Entwicklung (60,6 %), während im Hochschulbereich zu mehr als der Hälfte (53,9 %) Grundlagenforschung betrieben wird. Im Sektor Staat sowie dem privaten gemeinnützigen Sektor werden F&E-Mittel vorwiegend für die angewandte Forschung eingesetzt (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 7: Ausgaben für F&E nach Durchführungssektoren und Forschungsarten (in %), 2011



Quelle: Statistik Austria (2013e); eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

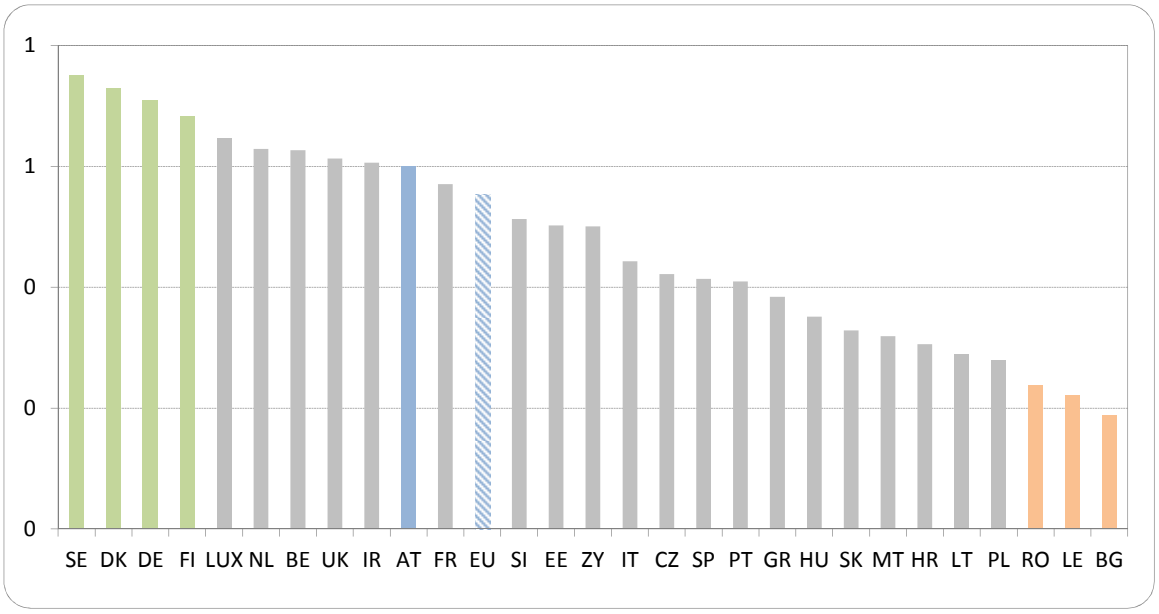
[3] Und dem Sektor Staat werden Bundesinstitutionen (außer Hochschulsektor), Landes- Gemeinde- und Kammerinstitutionen, F&E-Einrichtungen der Sozialversicherungsträger, von der öffentlichen Hand finanzierte und/oder kontrollierte private gemeinnützige Institutionen sowie F&E-Einrichtungen sowie Landeskrankenanstalten subsummiert.
[4] Dazu zählen private Institutionen ohne Erwerbscharakter.

2.2 Innovationsperformance im internationalen Vergleich

Forschung und Entwicklung (F&E) stellt einen Teilbereich innovativer Tätigkeit dar und ist somit wesentliche Grundlage bzw. Voraussetzung für die Entwicklung innovativer Ideen. Innovationen können in Form neuer Konsumgüter, neuer Produktionsprozesse oder organisatorischer Neuerungen auftreten und durch Neukombinationen und Weiterentwicklungen bestehende Produktionsprozesse oder bislang vorherrschende Produkte ersetzen (vgl. Statistik Austria, 2014d:19; Grupp, 2000:19). Ein wichtiger Indikator zu Messung der Innovationsleistung ist *das Innovation Union Scoreboard* (IUS) der Europäischen Kommission. Das IUS bietet ein vergleichendes Bewertungstool um die Forschungs- und Innovationsleistung der EU-Mitgliedstaaten zu analysieren sowie die Stärken und Schwächen der jeweiligen Innovationssysteme zu beleuchten. Die Innovationsperformance wird dabei an Hand eines zusammengesetzten Indikators – dem *Summary Innovation Index* – gemessen. Dieser Index basiert auf drei Hauptindikatoren: Die innovationsfördernden Faktoren („*Enablers*“) erfassen die wesentlichen Treiber der Innovationsleistung (z.B. verfügbares hochqualifiziertes Humankapital, F&E-Ausgaben im öffentlichen Sektor). Unter den Unternehmensaktivitäten werden die Innovationsbemühungen auf der Unternehmensebene subsummiert (z.B. F&E-Ausgaben im Unternehmenssektor, Patente). Mit den Outputs werden die Auswirkungen der Innovationsaktivitäten im Unternehmensbereich (z.B. Anteil innovationsaktiver Unternehmen, Beschäftigung in wissensintensiven Bereichen) erfasst (vgl. Europäische Kommission, 2014a:8ff; WKÖ, 2014).

Abbildung 8 zeigt die Innovationsperformance auf Basis des *Summary Innovation Index* im europaweiten Vergleich. Österreich belegt unter den EU-28-Mitgliedstaaten den 10. Platz und liegt damit leicht über dem EU-Durchschnitt. Auf Basis dieses Ergebnisses lässt sich Österreich in die Kategorie der „Innovation Follower“ einordnen, zu denen auch Belgien, das Vereinigte Königreich, Irland, Frankreich, Slowenien, Estland und Zypern zählen. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich Österreich um einen Rang verschlechtert. Ziel ist es aber, unter die „Innovation Leader“ vorzurücken, wie dies auch in der FTI-Strategie des Bundes verankert ist. Zu den derzeitigen „Innovation Leader“ zählen unverändert die skandinavischen Länder (Schweden, Dänemark und Finnland) sowie Deutschland. Diese Staaten weisen eine deutlich über dem EU-Durchschnitt liegende Innovationsleistung auf. Bulgarien, Litauen und Rumänien sind demgegenüber die Länder mit der schlechtesten Innovationsperformance und können der Kategorie der „Modest innovators“ zugeordnet werden. In diesen EU-Mitgliedstaaten besteht deutlicher Aufholbedarf.

Abbildung 8: Innovation Union Scoreboard, Summary Innovation Index 2013



Quelle: IUS (2014, online); eigene Darstellung IHS Kärnten

2.3 Entwicklung der Patentaktivität in Österreich

Ein wichtiger Indikator für die Innovationsleistung einer Volkswirtschaft ist die Patentaktivität, die u.a. auch in den *Summary Innovation Index* der Europäischen Kommission einfließt. Patente stehen für Erfindungen, und Erfindungen sind allemal innovationsrelevant, auch wenn dies nicht bedeutet, dass jede einzelne Patentanmeldung in eine gewerbliche Nutzung übergeführt wird (vgl. Grupp, 2000:25). In Österreich veröffentlicht das Österreichische Patentamt (ÖPA) jährlich eine umfangreiche statistische Übersicht zu seiner Geschäftstätigkeit. Die Auswertung zeigt, dass im Jahr 2013 insgesamt 2.395 Patentanmeldungen registriert wurden. Im Vergleich zum Vorjahr hat sich dieser Wert um 6,2 % reduziert und liegt auch etwas unter dem zehnjährigen Durchschnitt von rund 2.541 jährlichen Patentanmeldungen in Österreich. Zusätzlich zu den Patenten wurden im Jahr 2013 auch 763 Gebrauchsmusteranmeldungen verzeichnet. Obwohl es hier im Vergleich zum Vorjahr zu einem Anstieg um 7,3 % gekommen ist, liegt die Zahl der Gebrauchsmusteranmeldungen deutlich unter dem langjährigen Durchschnitt (vgl. Tabelle 2).

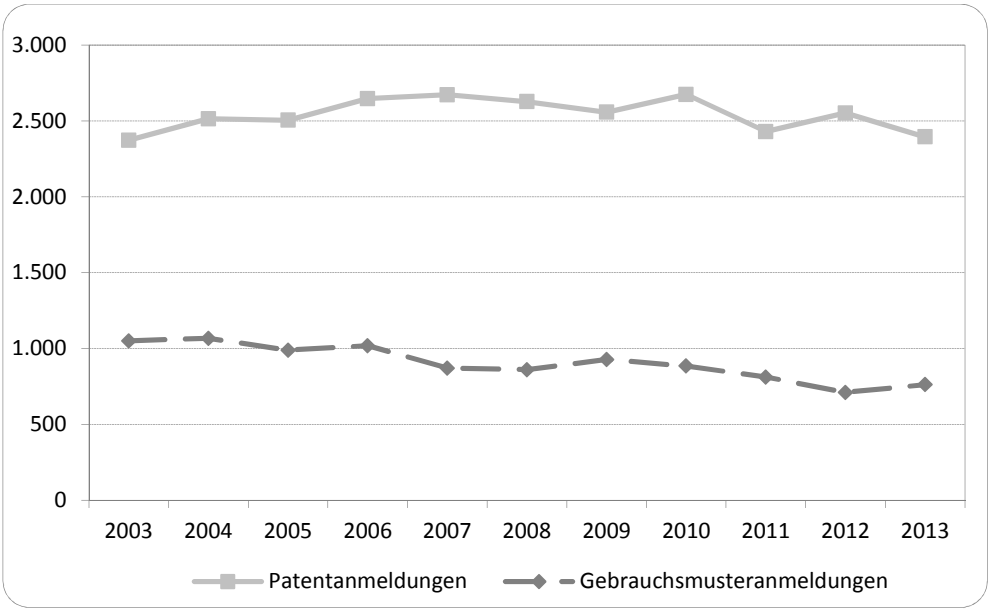
Tabelle 2: Überblick zu den Patentaktivitäten in Österreich, 2012-2013

Österreich	*2012*	*2013*	*Δ % zum VJ*	*MW 2003-2013*	*Std. Abw.*
Patentanmeldungen	2.552	2.395	-6,2%	2.541	103,7
Gebrauchsmusteranmeldungen	711	763	7,3%	905	111,9
Erteilte Patente	1.439	1.256	-12,7%	1.226	181,5
Registrierte Gebrauchsmuster	686	582	-15,2%	690	69,0

Quelle: ÖPA (2006-2013); eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Nur ein Teil der eingereichten Patentanmeldungen wird vom ÖPA letztendlich genehmigt. So stehen den 2.395 Patentanmeldungen im Jahr 2013 lediglich 1.256 erteilte Patente gegenüber. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies ein Minus von 12,7 %, wenngleich die Zahl der erteilten Patente geringfügig über dem langjährigen Durchschnitt von 1.226 liegt. Die Zahl der registrierten Gebrauchsmuster lag 2013 bei 686 und in etwa im Bereich des 10-jährigen Mittels. Im Vergleich zum Jahr 2012 hat sich die Anzahl der registrierten Gebrauchsmuster jedoch um 15,2 % reduziert. Insgesamt zeigt sich, dass – auf Basis des 10-Jahres-Mittelwertes – rund die Hälfte (48,2 %) der registrierten Patentanmeldungen tatsächlich genehmigt werden. Bei den Gebrauchsmustern liegt dieser Anteil deutlich höher, wonach rund drei Viertel (76,2 %) der Gebrauchsmusteranmeldungen schlussendlich in vom ÖPA genehmigte registrierte Gebrauchsmuster münden (vgl. Tabelle 2).

Abbildung 9: Entwicklung der Patent- und Gebrauchsmusteranmeldungen, 2003-2013



Quelle: ÖPA (2006-2013); eigene Darstellung IHS Kärnten

Abbildung 9 zeigt die zeitliche Entwicklung der Patent- und Gebrauchsmusteranmeldungen (Erfindungsmeldungen) von 2003 bis 2013. Während die Anzahl der Patentanmeldungen in den letzten zehn Jahren auf einem relativ konstanten Niveau verblieben ist (+0,9 % seit 2003), haben sich die Gebrauchsmusteranmeldungen von 1.050 im Jahr 2003 auf aktuell 763 reduziert. Dies entspricht einem Rückgang von 27,3 %. Damit einhergehend hat sich im betrachteten Zeitraum auch die Zahl der registrierten Gebrauchsmuster reduziert (-18,1 %). Die Anzahl der erteilten Patente ist zwar auch zurückgegangen, aber mit -7,6 % weniger stark als die registrierten Gebrauchsmuster.

2.4 Innovation im Unternehmenssektor

Der Unternehmenssektor spielt in der Forschung und Entwicklung und – damit zusammenhängend – auch im Bereich innovativer Tätigkeit eine wichtige Rolle. So fällt ein Großteil der österreichischen F&E-Ausgaben im Unternehmenssektor an. Auch Innovationen finden vorwiegend auf Unternehmensebene statt; Firmen entwickeln neue oder merklich verbesserte Produkte oder Dienstleistungen, optimieren Produktionsprozesse und/oder organisatorische Abläufe oder innovieren auf Marketingebene. Die Innovationsbemühungen der Unternehmen finden demnach auch im *Summary Innovation Index* des IUS Eingang. Wesentliche Datenbasis für die Darstellung der Innovationsaktivitäten österreichischer Unternehmen ist die Europäische Innovationserhebung (CIS: Community Innovation Survey). Im Rahmen der CIS-Erhebung 2012 wurden zwischen Oktober 2013 und April 2014 österreichische Unternehmen über ihre Innovationsaktivitäten befragt. Tabelle 3 liefert hierzu einen ersten Überblick. Knapp mehr als die Hälfte (54,4 %) aller österreichischen Unternehmen (ab 10 Beschäftigten)[5] sind innovativ tätig. Das sind Unternehmen mit Produkt-, Prozess-, Marketinginnovationen, organisatorischen Innovationen oder laufenden, noch nicht abgeschlossenen bzw. abgebrochenen Innovationsaktivitäten für Produkt- und Prozessinnovationen.

Tabelle 3: Überblick zu den Innovationsaktivitäten in österreichischen Unternehmen, 2010-2012

Innovationsindikator	*Anteil*
Innovationsaktive Unternehmen (in % aller)	54,4%
Unternehmen mit Produktinnovationen (in % aller)	26,6%
Unternehmen mit Prozessinnovationen (in % aller)	28,7%
Unternehmen mit organisatorischen Innovationen (in % aller)	36,4%
Unternehmen mit Marketinginnovationen (in % aller)	29,5%
Umsatz mit Produktinnovationen (in % vom Gesamtumsatz)	9,8%
Innovationsausgaben (in % vom Gesamtumsatz)	1,8%

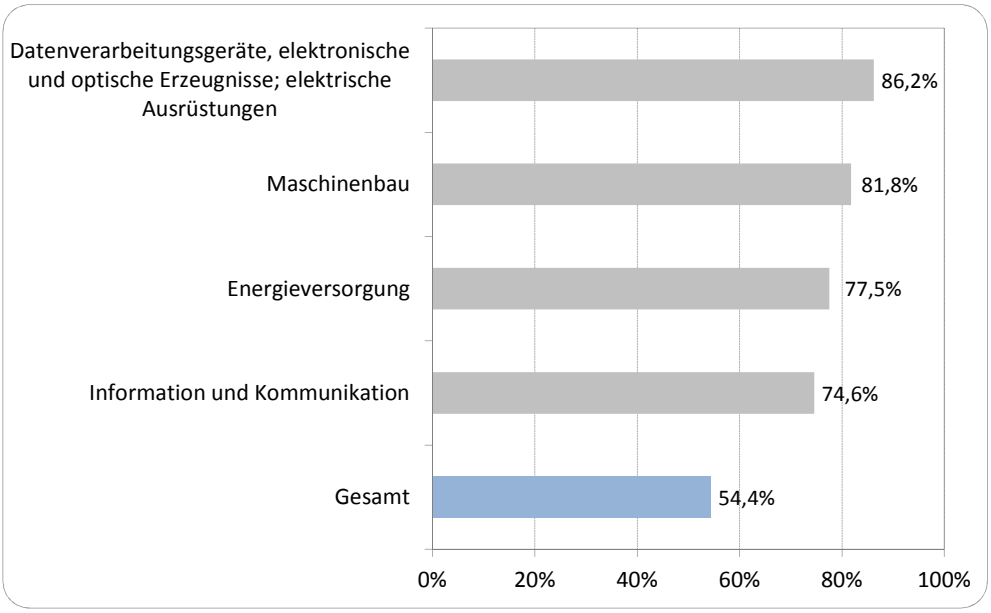
Quelle: Statistik Austria (2014d:81ff); eigene Darstellung IHS Kärnten

Besonders hoch ist der Anteil innovationsaktiver Unternehmen in der Elektronikbranche[6], dem Maschinenbau, der Energieversorgung sowie dem Bereich Information und Kommunikation. In diesen Branchen sind zum Teil mehr als drei Viertel der Unternehmen innovativ tätig (vgl. Abbildung 10). Der Anteil der Unternehmen mit Innovationsaktivitäten variiert demnach deutlich mit der Technologie- und Wissensintensität des jeweiligen Wirtschaftszweiges. Unter der Kategorie „Hochtechnologie“ werden Unternehmen der Branchen „Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen“ und „Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen“ zusammengefasst. In diesem Bereich liegt der Anteil innovationsaktiver Unternehmen signifikant über dem Durchschnitt und beträgt 94,8 %. In der Mittelhochtechnologie[7] sind knapp drei Viertel der Unternehmen (74,5 %) innovativ tätig.

[5] Der Sektor Bau wird in der Innovationserhebung nicht berücksichtigt.
[6] Datenverarbeitungsgeräte, elektronische und optische Erzeugnisse; elektrische Ausrüstungen.
[7] Dazu zählen die Branchen „Herstellung von chemischen Erzeugnissen“, „Herstellung von elektrischen Ausrüstungen“, „Maschinenbau“, „Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen“ sowie „Sonstiger Fahrzeugbau“.

Zu den weniger innovativen Branchen zählt das klassische produzierende Gewerbe (z.B. Herstellung von Textilien, Herstellung von Papier etc.); diese Bereiche weisen einen unterdurchschnittlichen Anteil (49,4 %) innovationsaktiver Unternehmen auf. Im Dienstleistungssektor sind es vor allem die wissensintensiven Bereiche (z.B. Dienstleistungen der Informationstechnologie, Finanzdienstleistungen, Architektur- und Ingenieurbüros), in denen die Unternehmen innovativ tätig sind; hier liegt der Anteil der Unternehmen mit Innovationsaktivitäten bei 62,1 % (vgl. Tabelle 4).

Abbildung 10: Anteil der innovativen Unternehmen nach ausgewählten Branchen, 2010-2012



Quelle: Statistik Austria (2014d:81); eigene Darstellung IHS Kärnten

Tabelle 4: Anteil der Unternehmen mit Innovationsaktivitäten nach der Technologie- und Wissensintensität der Wirtschaftszweige, 2010-2012

Technologie- und Wissensintensität	*Anteil innovationsaktiver Unternehmen*
Herstellung von Waren	*55,7%*
Hochtechnologie	94,8%
Mittelhochtechnologie	74,5%
Mittelniedrigtechnologie	51,1%
Niedrigtechnologie	49,4%
Dienstleistungen	*53,8%*
Wissensintensive DL	62,1%
Weniger wissensintensive DL	48,6%
Gesamt	**54,4%**

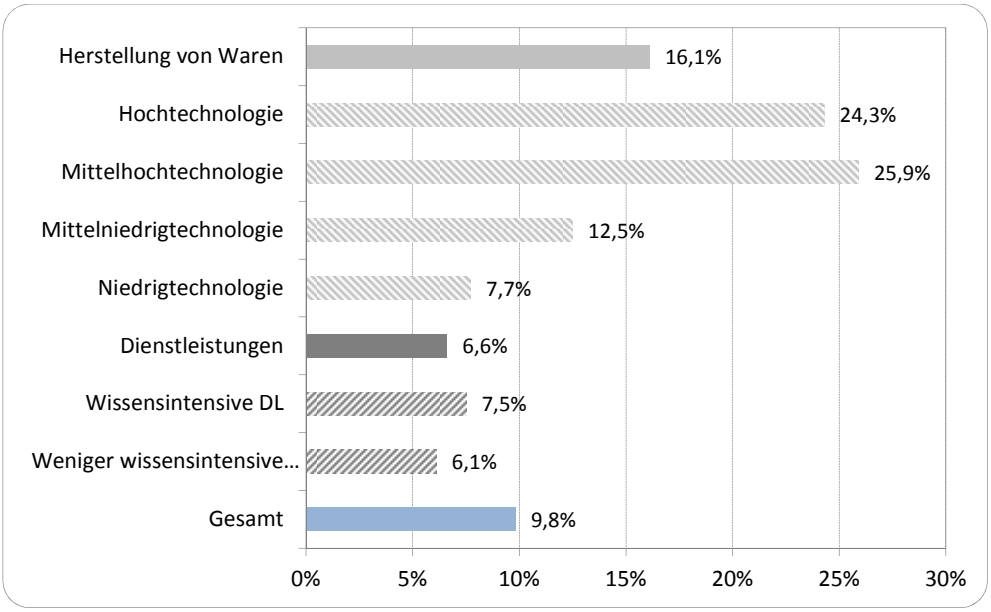
Quelle: Statistik Austria (2014d:82); eigene Darstellung IHS Kärnten

Innovationstätigkeiten umfassen nicht nur die Entwicklung und Markteinführung neuer Produkte bzw. Dienstleistungen, sondern auch Innovationen auf organisatorischer, Marketing- und Prozessebene. Wie aus Tabelle 3 ersichtlich, finden sich unter den im Rahmen der CIS befragten Unternehmen 26,6 % mit Produktinnovationen. Weitaus wichtiger aber sind die organisatorischen Innovationen; mehr als zwei Drittel der Unternehmen (36,4 %) sind in die-

sem Bereich innovativ tätig. 29,5 % der befragten Unternehmen führen Marketinginnovationen ein. Rund 28,7 % der Unternehmen sind auch bei der Einführung neuer oder optimierter Prozesse innovativ tätig.

Der Umsatz mit Produktinnovationen betrug in den österreichischen Unternehmen im Jahr 2012 insgesamt rund € 42,2 Mrd. und hat sich verglichen mit dem Jahr 2010 um 2,9 % reduziert (vgl. Statistik Austria, 2012d:98). In Relation zum Gesamtumsatz entspricht dies einem Anteil von 9,8 % (2010: 11,9 %; vgl. Tabelle 3). Wie aus Abbildung 11 zu erkennen ist, variiert dieser Anteil – analog zum Anteil der innovationsaktiven Unternehmen – deutlich nach der Technologie- und Wissensintensität der Branchen. Generell zeigt sich im produzierenden Bereich – also der Herstellung von Waren – ein höherer Umsatzanteil mit Produktinnovationen (16,1 %) als im Dienstleistungssektor, wo nur 6,6 % des Gesamtumsatzes mit Produktinnovationen erzielt werden. Überproportional hoch sind die innovationsrelevanten Umsatzanteile mit knapp einem Viertel im hoch- und mittelhochtechnologischen Bereich. Wissensintensive Dienstleistungen weisen mit einem Anteil von 7,5 % zwar einen Wert auf, der über dem Durchschnitt des Dienstleistungssektors liegt, jedoch trotzdem unter dem Durchschnitt aller Branchen (9,8 %) rangiert.

Abbildung 11: Anteil des Umsatzes mit Produktinnovationen nach der Technologie- und Wissensintensität der Wirtschaftszweige, 2012

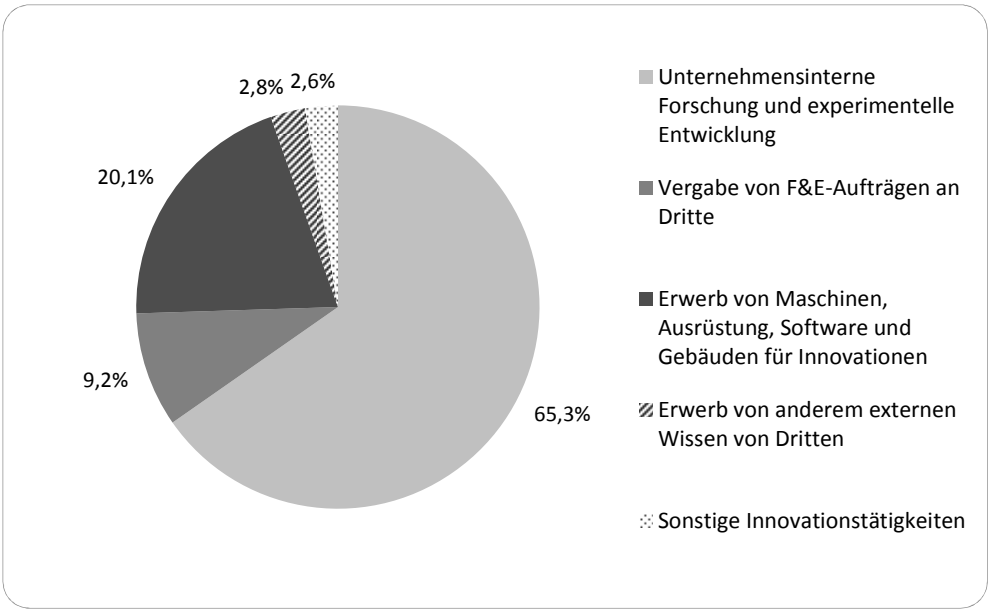


Quelle: Statistik Austria (2014d:106); eigene Darstellung IHS Kärnten

Die Innovationsausgaben betrugen im Jahr 2012 in den österreichischen Unternehmen rund € 7,7 Mrd. und sind im Vergleich zum Jahr 2010 um 21,3 % angestiegen (vgl. Statistik Austria, 2012d:133). Betrachtet man diesen Wert in Relation zum Gesamtumsatz der Unternehmen, so ergibt sich ein Innovationsausgabenanteil von 1,8 % (2010: 1,7 %; vgl. Tabelle 3). Der Hauptteil der Innovationsausgaben (65,3 %) wird für unternehmensinterne Forschung und experimentelle Entwicklung aufgewendet. An zweiter Stelle steht mit einem Anteil von

20,1 % der Innovationsausgaben der Erwerb von Maschinen, Ausrüstung, Software und Gebäuden für Innovationen. Auch die Vergabe von F&E-Aufträgen an Dritte spielt noch eine wichtige Rolle; hierfür werden 9,2 % der gesamten Innovationsausgaben eingesetzt. Ausgaben für den Erwerb von externem Wissen von Dritten sowie sonstige Innovationstätigkeiten[8] sind mit Anteilen von 2,8 % bzw. 2,6 % nur von untergeordneter Relevanz (vgl. Abbildung 12).

Abbildung 12: Innovationsausgaben nach Innovationstätigkeit, 2012



Quelle: Statistik Austria (2014d:147); eigene Darstellung IHS Kärnten

2.5 Öko-/Energieinnovationen: was wissen wir?

Einen speziellen Teilbereich innovativer Tätigkeit stellen die so genannten Öko-Innovationen dar, die einen wesentlichen Beitrag zum Transformationsprozess hin zu einer ressourcenschonenden und emissionsarmen Wirtschaft – Kernelement der Wachstumsstrategie „Europa 2020" – leisten können (vgl. Europäische Kommission, 2014b, online). Öko-Innovationen stellen ein tiefgreifendes Phänomen dar, das in jedem ökonomischen Sektor vorhanden und somit für alle Arten von Innovationen relevant ist. Das *Eco-Innovation Observatory* (EIO) der Europäischen Kommission definiert Öko-Innovationen als neue und/oder erheblich verbesserte Produkte, Dienstleistungen, Prozesse, Organisations- oder Marketingmaßnahmen, welche die Nutzung der natürlichen Ressourcen (Rohstoffe, Energie, Wasser und Boden) optimiert und die Freisetzung von Schadstoffen über den gesamten Lebenszyklus – also entlang der Wertschöpfungskette und/oder beim Endverbraucher – verringert (EIO, 2013:14; Bliem et al., 2014:1). Im Vergleich zu anderen Innovationen verbinden Öko-Innovationen demnach ökonomische Vorteile (Kosteneinsparungen) mit einem ökologischen Nutzen (ex-

[8] Zu den sonstigen Innovationstätigkeiten zählen Ausgaben für Weiterbildungsmaßnahmen für Innovationen, Markteinführung von Innovationen, Design und andere Innovationstätigkeiten.

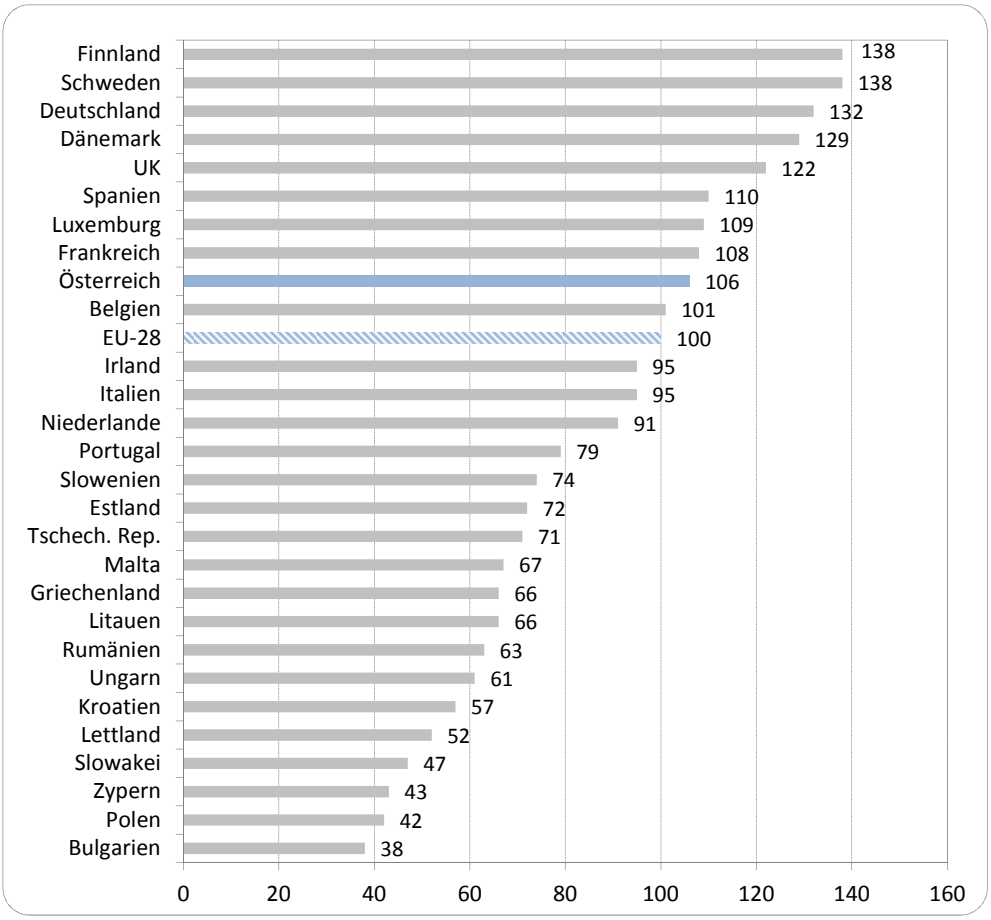
terne Effekte) und weisen somit Charakteristiken eines öffentlichen Gutes auf. Energieinnovationen stellen eine Subgruppe der Öko-Innovationen dar und zielen speziell auf eine effizientere und umweltschonendere Erzeugung, Speicherung und Transport von Energie ab.

Das EIO stellt eine strukturierte Sammlung und Analyse umfangreicher Datensätze zum Thema Öko-Innovationen bereit. Die Öko-Innovationsperformance der EU-Mitgliedstaaten wird dabei an Hand des *Eco-Innovation-Scoreboard* (Eco-IS) gemessen. Das Eco-IS erfasst verschiedene Aspekte von Öko-Innovationen und ermöglicht eine Stärken-Schwächen-Analyse der Mitgliedsländer im Vergleich zum EU-Durchschnitt. Der Index basiert auf insgesamt 16 Indikatoren aus fünf verschiedenen Themenfeldern, die ökonomische, umweltbezogene und soziale Aspekte gleichermaßen berücksichtigen. Zu diesen Themenbereichen zählen *Öko-Innovations-Inputs* (z.B. Anteil der F&E-Beschäftigten an der Gesamtbeschäftigung), *Öko-Innovations-Aktivitäten* (z.B. Anteil der Firmen mit Innovationstätigkeiten, die auf eine Reduktion der Energiekosten abzielen), *Öko-Innovations-Outputs* (z.B. öko-innovationsrelevante Patente), *umweltbezogene Outcomes* (z.B. Treibhausgasintensität) und *sozio-ökonomische Outcomes* (z.B. Anteil der Exporte von Produkten der Umwelttechnikindustrie an den Gesamtexporten). Das Eco-IS basiert dabei – sowohl beim Gesamtindex als auch den einzelnen Themenfeldern – auf einer „Distance-to-reference" Methode, wonach der EU-Durchschnitt als Referenzwert definiert und gleich 100 gesetzt wird. Werte größer 100 deuten auf eine bessere Öko-Innovationsleistung im Vergleich zum EU-Durchschnitt hin, Indexwerte kleiner 100 auf eine schlechtere (vgl. EIO, 2014a, online).

Abbildung 13 zeigt das Ergebnis des Eco-IS (Gesamtindex) im Jahr 2013 für die EU-Mitgliedstaaten (EU-28). Hinsichtlich der Öko-Innovationsperformance belegt Österreich im EU-Vergleich Rang 10, und zählt damit zwar nicht zu den führenden Ländern, aber mit Spanien, Luxemburg und Frankreich zu den erfolgreichen Ländern in Sachen Öko-Innovationen. Im Vergleich zum Eco-IS 2012 hat Österreich seinen Platz (Rang 9) unter den „Achiever" im Bereich Öko-Innovationen fast gehalten. Zu den führenden Ländern zählen bei der Öko-Innovationsperformance die skandinavischen Länder Finnland, Schweden und Dänemark sowie Deutschland.[9] Zur „Catching-up"-Gruppe mit unterdurchschnittlicher Performance gehören die neuen Mitgliedsländer (z.B. Bulgarien, Polen, Kroatien), aber auch Griechenland und Portugal werden als Länder mit Aufholpotenzial gesehen.

[9] Auch bei der gesamten Innovationsperformance zählen die skandinavischen Länder und Deutschland zu den führenden Mitgliedstaaten (vgl. Abschnitt 2.2).

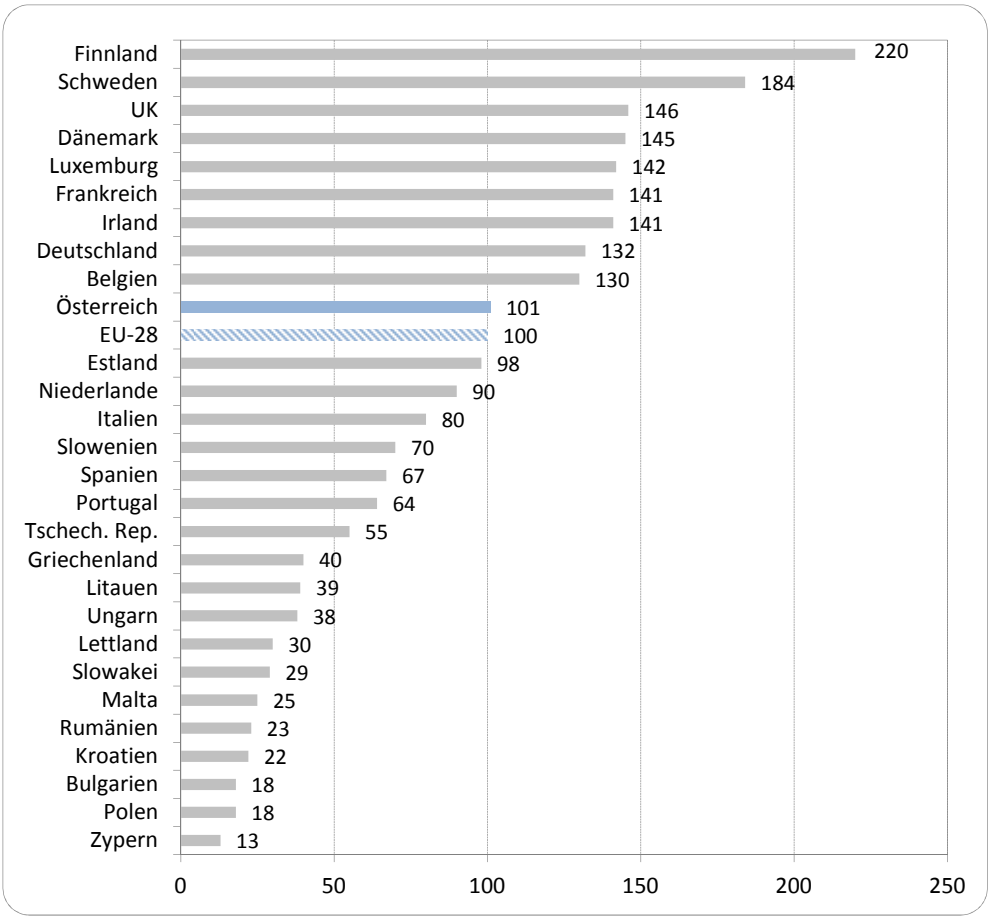
Abbildung 13: Eco-IS, Gesamtindex 2013



Quelle: EIO (2014b, online); eigene Darstellung IHS Kärnten

Die Öko-Innovationsperformance der Mitgliedsländer variiert jedoch nach den fünf Themenfeldern des Eco-IS. Im Bereich Öko-Innovations-Inputs werden der Anteil öffentlicher Ausgaben für umweltbezogene Forschung und Entwicklung (in % des BIP), der Anteil der F&E-Beschäftigung (in % der Gesamtbeschäftigung) sowie die „green-early-stage"-Investitionen berücksichtigt. Österreich erreicht in diesem Bereich Rang 10 und liegt damit knapp über dem Durchschnitt der EU-28-Mitgliedsländer. An vorderster Front stehen unverändert die skandinavischen Länder Finnland und Schweden. Auch das Vereinigte Königreich weist bei den Öko-Innovations-Inputs eine Top-Performance auf und zählt damit zu den führenden Ländern (vgl. Abbildung 14). Im Vergleich zum Vorjahr (Eco-IS 2012) hat sich Österreich hier deutlich verbessert und ist von Rang 13 (mit unterdurchschnittlicher Performance) auf den 10. Platz vorgerückt.

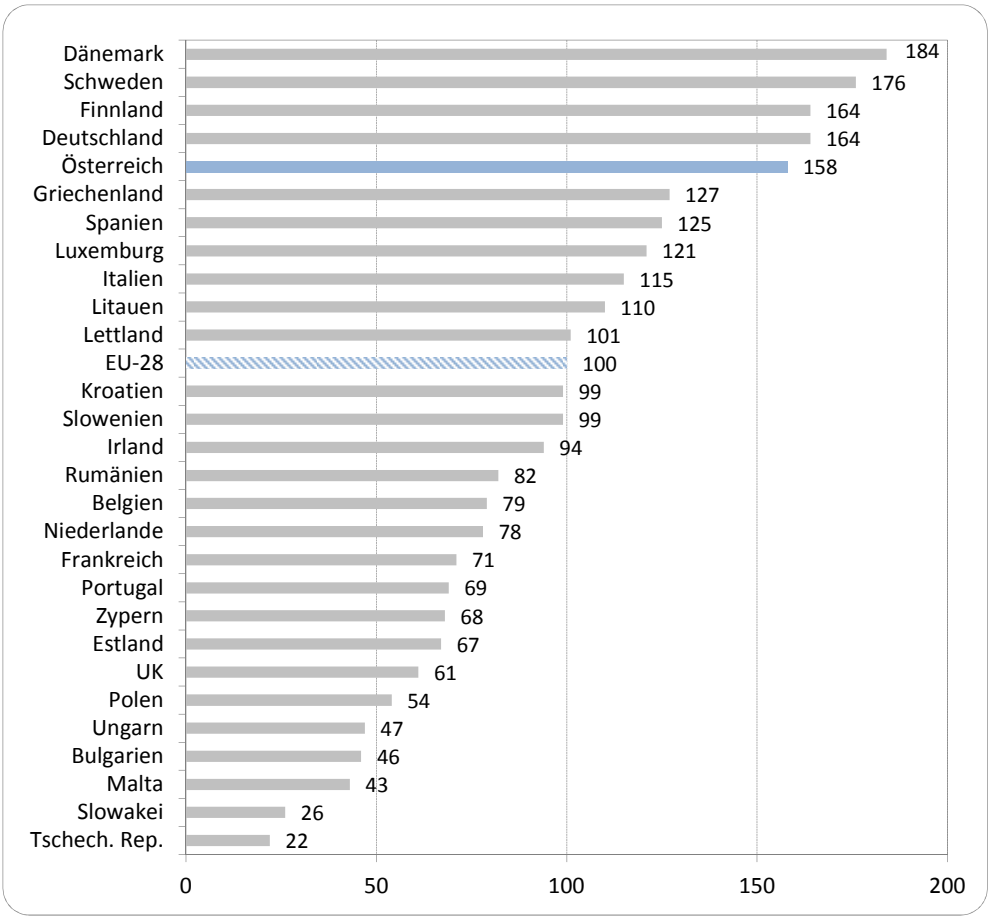
Abbildung 14: Eco-IS, Öko-Innovations-Inputs 2013



Quelle: EIO (2014b, online); eigene Darstellung IHS Kärnten

Bei den Öko-Innovations-Outputs erreicht Österreich nach Dänemark, Schweden, Finnland und Deutschland den 5. Rang und gehört damit zu den führenden Ländern in diesem Bereich (vgl. Abbildung 15). Berücksichtigt werden im Rahmen dieses Teilindikators die Anzahl öko-innovationsbezogener Patente (pro Mio. Einwohner), die Anzahl öko-innovationsbezogener Publikationen (pro Mio. Einwohner) sowie die Informationsverbreitung von öko-innovativen Themen in elektronischen Medien (an der Gesamtzahl elektronsicher Medien). Obwohl Österreich in diesem Bereich immer noch zu den Top-Performern zählt, hat sich das Ergebnis im Vergleich zum Eco-IS 2012 verschlechtert. So hat sich die Position Österreichs unter den EU-Mitgliedstaaten im Vergleich zum Vorjahr um einen Rang (von 4 auf 5) verschoben.

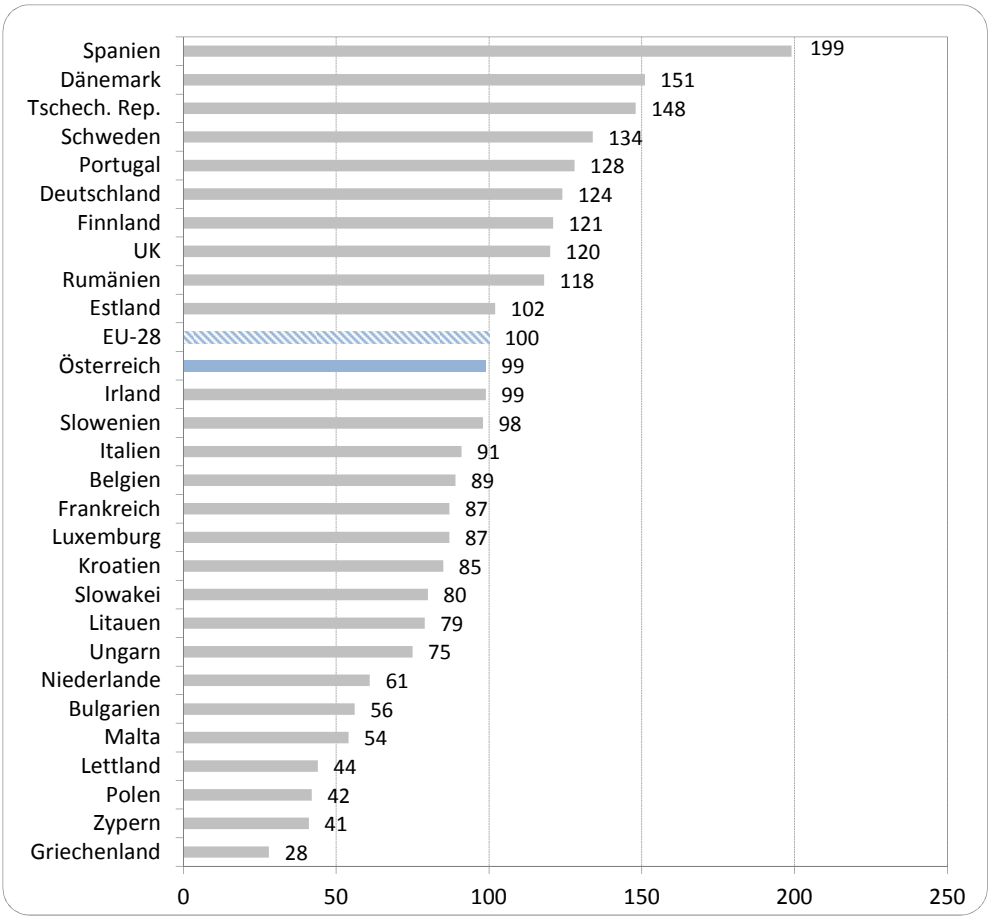
Abbildung 15: Eco-IS, Öko-Innovations-Outputs 2013



Quelle: EIO (2014b, online); eigene Darstellung IHS Kärnten

Unter dem Teilbereich der Öko-Innovations-Aktivitäten werden der Anteil der Unternehmen mit öko-innovativen Tätigkeiten zur Material- bzw. Energiekostenreduktion je Produktionseinheit (an der Gesamtzahl der Unternehmen) sowie die Anzahl der ISO14001-zertifizierten Organisationen (pro Mio. Einwohner) subsummiert. Österreich liegt in diesem Themenfeld im EU-Vergleich nur an 13. Stelle und damit leicht unter dem EU-Durchschnitt. Top-Performer ist bei den öko-innovativen Aktivitäten mit Abstand Spanien, gefolgt von Dänemark und der Tschechischen Republik (vgl. Abbildung 16). Ein Vergleich mit dem Eco-IS 2012 zeigt darüber hinaus, dass Österreich hinsichtlich der Öko-Innovations-Aktivitäten um zwei Ränge zurückgefallen ist. Im Jahr 2012 lag Österreich noch über dem EU-Durchschnitt und belegte den 11. Platz.

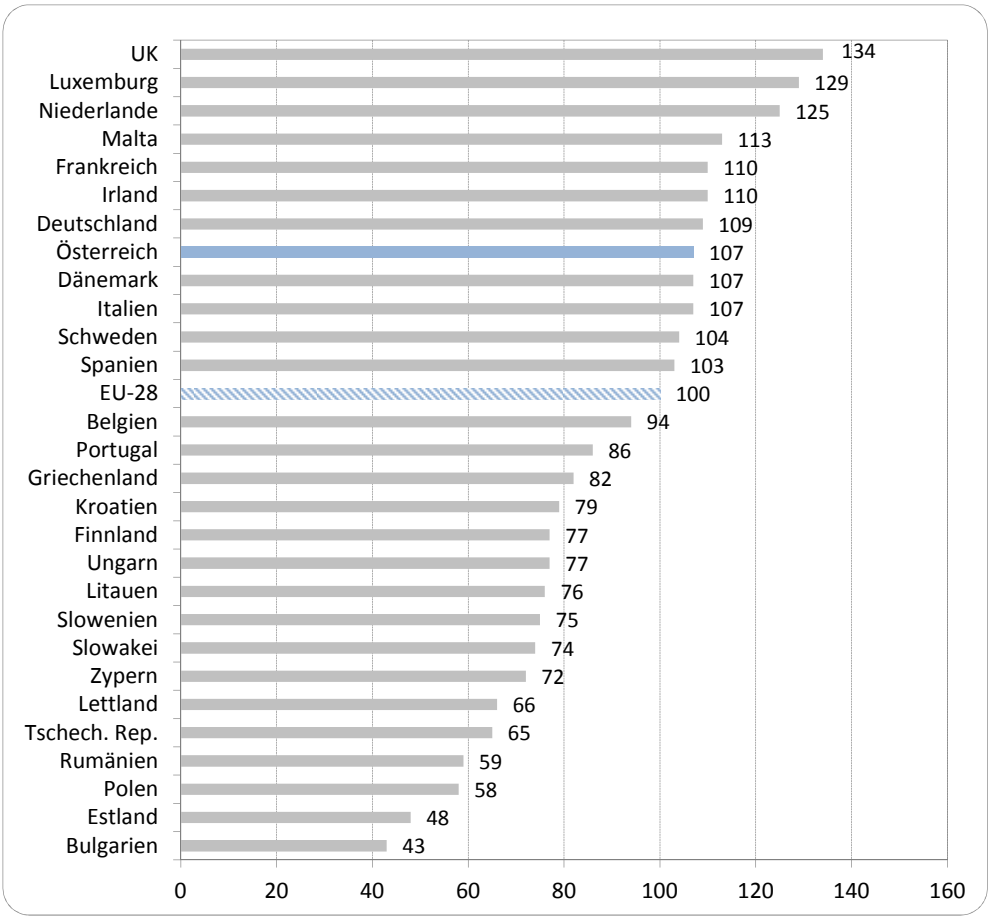
Abbildung 16: Eco-IS, Öko-Innovations-Aktivitäten 2013



Quelle: EIO (2014b, online); eigene Darstellung IHS Kärnten

Abbildung 17 zeigt das Ergebnis für den Teilbereich der umweltbezogenen Outcomes. Im Rahmen dieses Indikators werden die Material- (Verhältnis BIP zu Materialverbrauch), die Energie- (Verhältnis BIP zu Energieverbrauch) und die Wasserproduktivität (Verhältnis BIP zu Water Footprint) sowie die Treibhausgasintensität (Verhältnis der CO_2-Emissionen zum BIP) berücksichtigt. Österreich weist hier eine überdurchschnittliche Performance auf und belegt im Vergleich der EU-Mitgliedstaaten den 8. Rang. An der Spitze rangieren bei den umweltbezogenen Outcomes das Vereinigte Königreich, Luxemburg und die Niederlande. Auch hat sich Österreich im Vergleich zum Eco-IS 2012 um einen Rang verbessert.

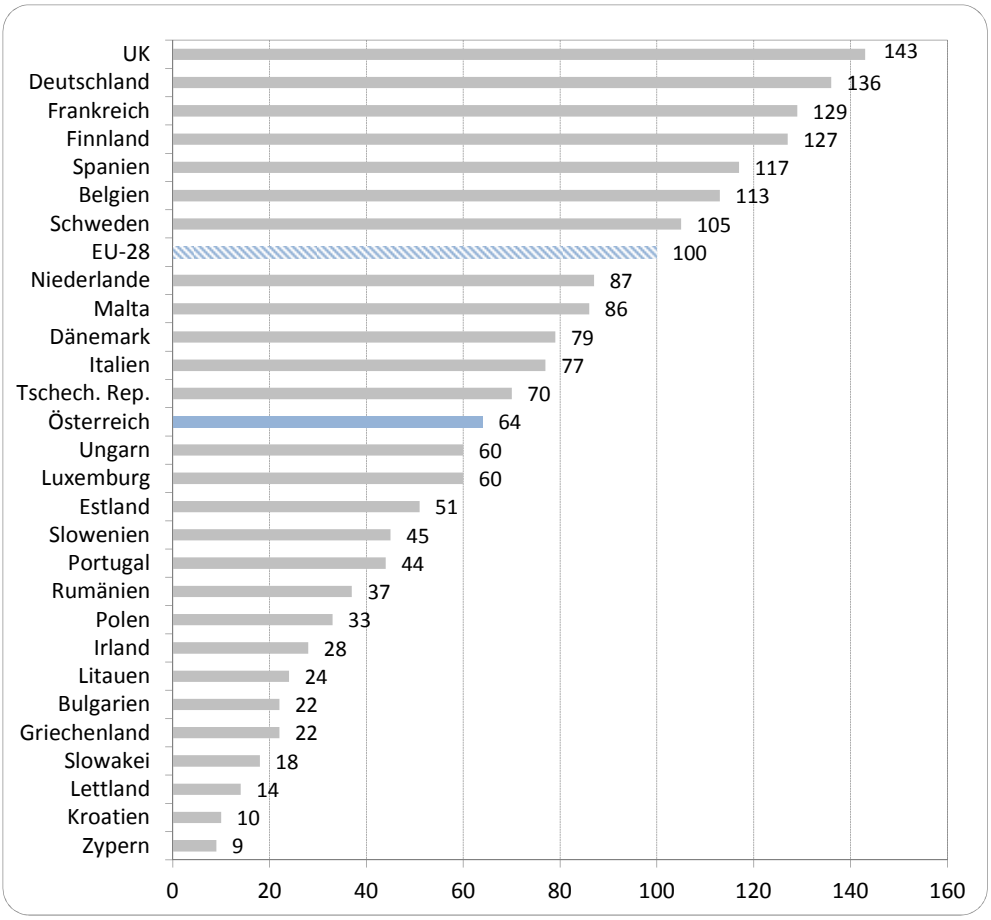
Abbildung 17: Eco-IS, umweltbezogene Outcomes 2013



Quelle: EIO (2014b, online); eigene Darstellung IHS Kärnten

Das Ergebnis für die sozio-ökonomischen Outcomes wird in Abbildung 18 dargestellt. In diesen Indikator fließt neben dem Anteil der Exporte von Produkten der Umwelttechnikindustrie (an den Gesamtexporten) und dem Anteil der Beschäftigung in der Umwelttechnikindustrie (an der Gesamtbeschäftigung) auch der Umsatzanteil der Umwelttechnikindustrie (am Gesamtumsatz aller Unternehmen) mit ein. Für Österreich zeigt sich hier ein unterdurchschnittliches Ergebnis. Im Vergleich der EU-Mitgliedsländer belegt Österreich lediglich den 14. Rang und liegt damit – deutlich abgeschlagen – unter dem EU-Durchschnitt auf einer Ebene mit Ungarn und Luxemburg. An der Spitze der Rangordnung steht – genau wie bei den umweltbezogenen Outcomes – das Vereinigte Königreich. Die Ränge zwei und drei belegen Deutschland und Frankreich; auch Finnland zählt noch zu den Top-Performern im Bereich der sozio-ökonomischen Outcomes. Vergleicht man das Ergebnis aus dem Jahr 2013 mit jenem aus 2012, so zeigt sich für Österreich eine Verschlechterung hinsichtlich der sozio-ökonomischen Outcomes; insgesamt ist Österreich in diesem Themenfeld um zwei Ränge (von 12 auf 14) zurückgerutscht.

Abbildung 18: Eco-IS, sozio-ökonomische Outcomes 2013



Quelle: EIO (2014b, online); eigene Darstellung IHS Kärnten

Auf Basis der präsentierten Ergebnisse des Eco-IS können Stärken und Schwächen der jeweiligen Mitgliedstaaten hinsichtlich ihrer Performance im Bereich Öko-Innovationen analysiert werden. Die Stärken Österreichs liegen bei den Öko-Innovations-Outputs und bei den umweltbezogenen Outcomes. Im Mittelfeld liegt die österreichische Performance bei den Öko-Innovations-Inputs, und den öko-innovativen Tätigkeiten. Der größte Aufholbedarf besteht im Bereich der sozio-ökonomischen Outcomes, also bei den Exporten, Umsätzen und der Beschäftigung in der Umwelttechnikindustrie.

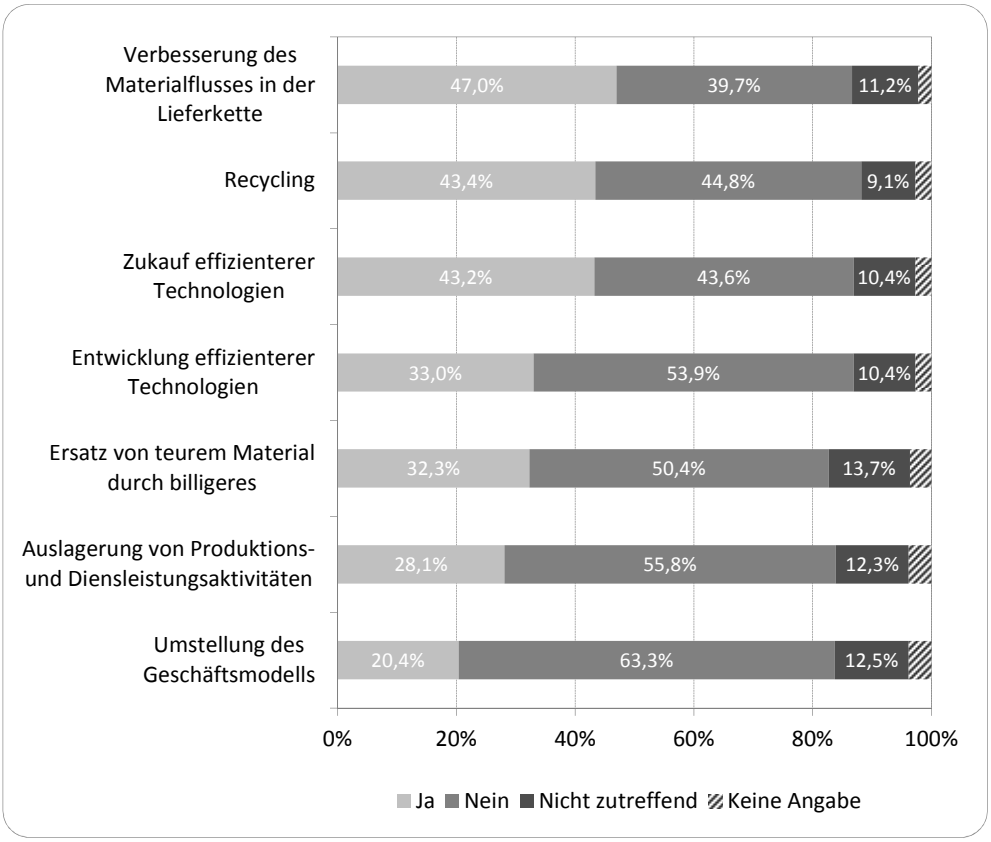
Weitere wichtige Informationen hinsichtlich der öko-innovativen Tätigkeiten österreichischer Unternehmen liefert eine Eurobarometer-Umfrage aus dem Jahr 2011.[10] Die Erhebung zielte darauf ab, das Verhalten und die Erwartungen der Unternehmen zum Thema Öko-Innovationen unter dem Aspekt der steigenden Ressourcenpreise und der zunehmenden Ressourcenknappheit zu erfassen. Insgesamt wurden rund 5.200 kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) in allen EU-27 Ländern befragt. In Österreich nahmen 200 Unternehmen aus den Sektoren Land- und Forstwirtschaft, Herstellung von Waren, Wasserversorgung,

[10] Flash Eurobarometer Survey „Attitudes of European entrepreneurs towards eco-innovation".

Abwasser- und Müllentsorgung, Beseitigung von Umweltverschmutzung, Bauwesen und Gastronomie an der Befragung teil (vgl. Europäische Kommission, 2011:4).

Rund die Hälfte (50,4 %) der in Österreich befragten Unternehmen weist aktuell einen Materialkostenanteil zwischen 30 % und 49 % der Produktionskosten auf. In der Vergangenheit sind diese Kosten bei 79,8 % der befragten Unternehmen (sehr stark) angestiegen. Auch die Erwartungen hinsichtlich der zukünftigen Entwicklung der Materialkosten zeigt ein klares Bild; der überwiegende Anteil der Unternehmen erwartet zukünftig steigende Materialkosten (vgl. Europäische Kommission, 2011:72ff). Diese Entwicklungen bzw. Erwartungshaltungen führten dazu, dass in den Unternehmen unterschiedliche Maßnahmen, mit dem Ziel die Materialkosten zu reduzieren, ergriffen wurden. Der Verbesserung des Materialflusses in der Zulieferkette kommt dabei eine zentrale Rolle zu; 47,0 % der befragten Unternehmen haben diese Maßnahme ergriffen. Auch der Einsatz von Recycling (43,4 %) sowie der Zukauf effizienter Technologien (43,2 %) stellen wichtige Schritte zur Materialkostenreduktion in den österreichischen Unternehmen dar. Weniger wichtig sind hingegen die Umstellung des Geschäftsmodells sowie die Auslagerung von Produktions- und Dienstleistungsaktivitäten (vgl. Abbildung 19).

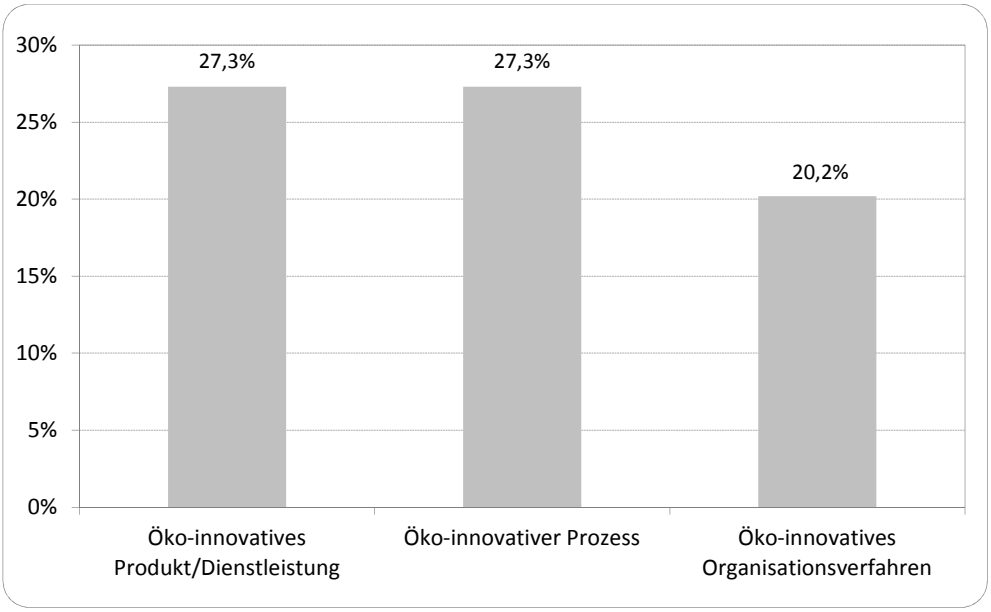
Abbildung 19: Maßnahmen zur Reduktion der Materialkosten in österreichischen Unternehmen



Quelle: Europäische Kommission (2011:80ff); eigene Berechnungen und Darstellung

Knapp mehr als ein Viertel der befragten Unternehmen (27,3 %) hat in den letzten zwei Jahren ein neues oder merklich verbessertes öko-innovatives Produkt/Dienstleistung auf den Markt gebracht. Rund 27,3 % der Unternehmen gaben auch an, einen neuen oder deutlich verbesserten öko-innovativen Prozess eingeführt zu haben. Bei 20,0 % der befragten Unternehmen fanden öko-innovative Tätigkeiten in den letzten zwei Jahren in Form eines neuen Organisationsverfahrens statt (vgl. Abbildung 20). Diese Anteile variieren deutlich nach Branche: Während im Bauwesen, der Land- und Forstwirtschaft sowie der Wasserversorgung, Abwasser-, Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen der Fokus auf öko-innovativen Produkten und Dienstleistungen liegt, spielen im produzierenden Gewerbe (Herstellung von Waren) sowie der Gastronomie die Einführung öko-innovativer Prozesse eine wichtigere Rolle.

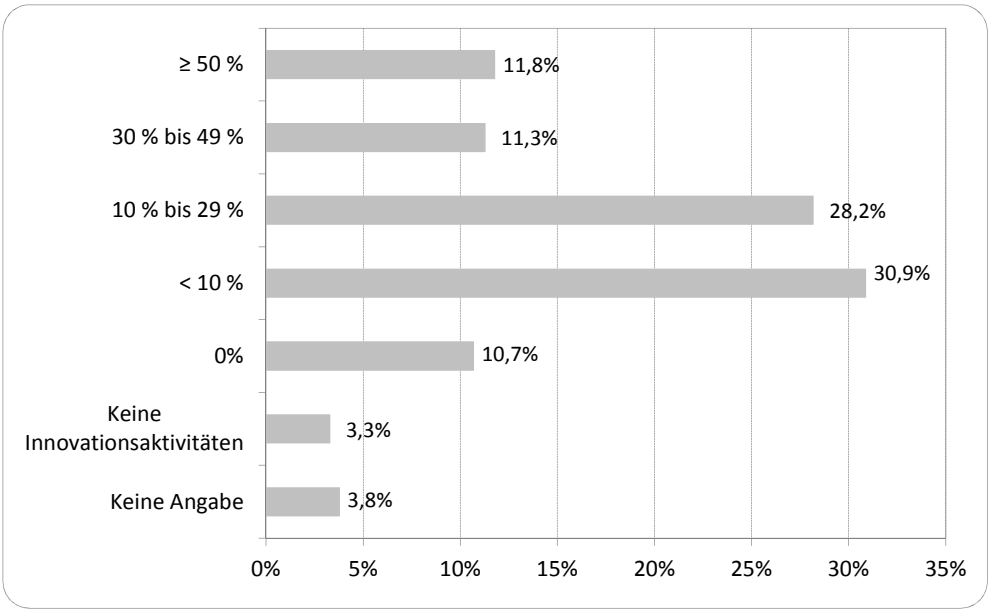
Abbildung 20: Öko-innovative Tätigkeiten in österreichischen Unternehmen (in %)



Quelle: Europäische Kommission (2011:96); eigene Berechnungen und Darstellung

Damit in Zusammenhang stehen die Ausgaben für Innovationsinvestitionen. Der überwiegende Teil der befragten österreichischen Unternehmen (82,2 %) hat in den letzten fünf Jahren Investitionen mit Öko-Innovationsbezug (z.B. Verbesserung der Energie- und Materialeffizienz) getätigt. Bei 30,9 % der Unternehmen beträgt der Öko-Investitionsanteil in % der gesamten Innovationsinvestitionen weniger als 10 %; bei 28,2 % liegt er zwischen 10 % und 29 %. Bei rund einem Viertel der österreichischen Unternehmen (23,1 %) ist die Öko-Innovationsintensität sehr hoch. In diesen Unternehmen entfallen 30 % und mehr der gesamten Investitionsausgaben für Innovationen auf öko-innovative Tätigkeiten (vgl. Abbildung 21).

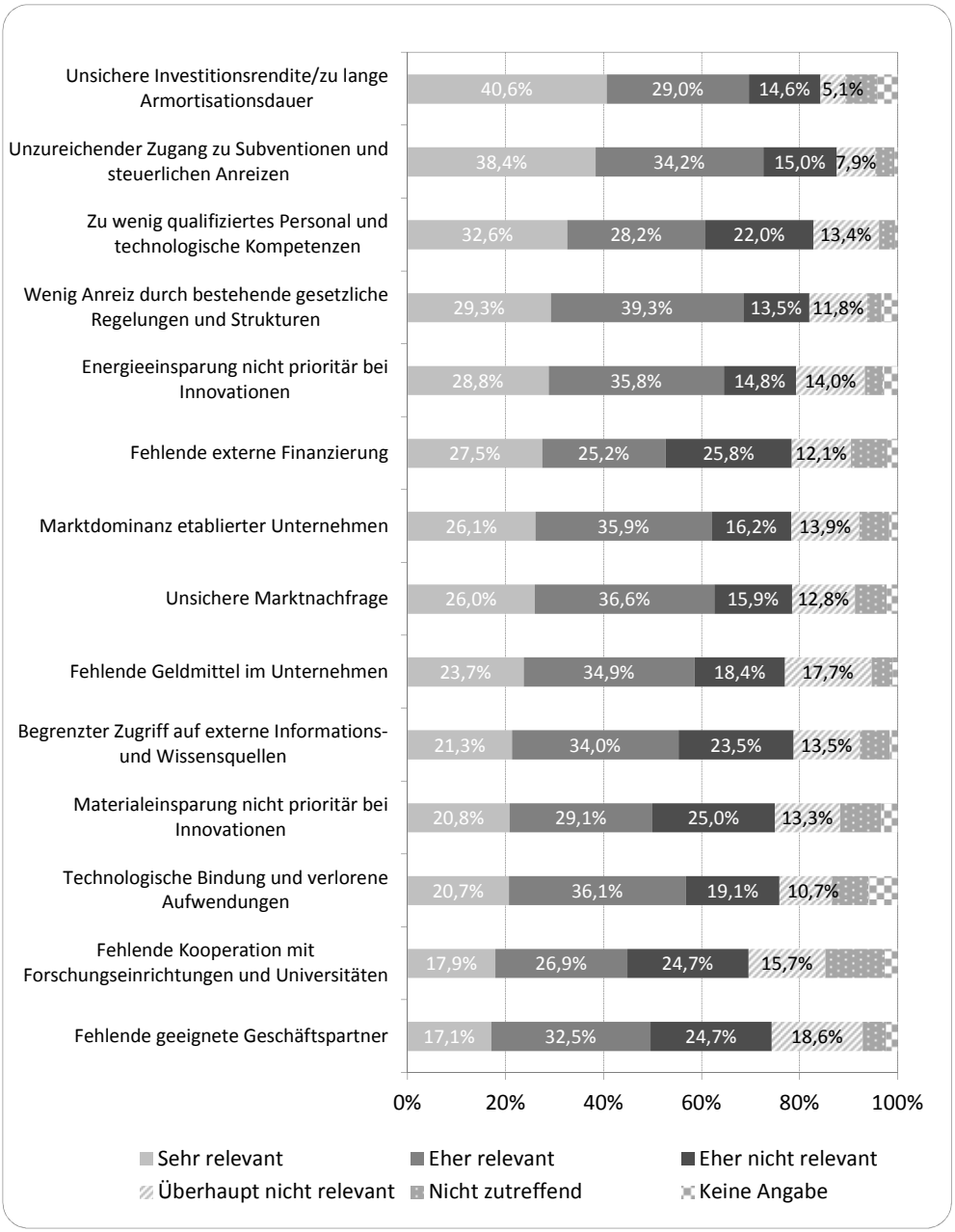
Abbildung 21: Öko-Innovationsinvestitionen in % der gesamten Investitionsausgaben für Innovationen



Quelle: Europäische Kommission (2011:94); eigene Berechnungen und Darstellung

Trotz der bereits durchgeführten öko-innovativen Tätigkeiten in österreichischen Unternehmen bestehen gewisse Faktoren, die eine dynamischere Entwicklung von Öko-Innovationen behindern. Die größten Hemmnisse für Öko-Innovationen sind dabei die unsichere Investitionsrendite sowie die zu lange Amortisationsdauer, der unzureichende Zugang zu Subventionen und steuerlichen Anreizen sowie fehlende technologische Kompetenzen und unzureichend qualifiziertes Personal. Auch gaben 29,3 % der befragten Unternehmen an, dass die bestehenden gesetzlichen Regelungen und Strukturen wenig Anreiz für die Umsetzung öko-innovativer Tätigkeiten bieten. Bei vielen Unternehmen ist darüber hinaus die Energieeinsparung nicht prioritäres Ziel der Innovationsaktivitäten. Auch wird die fehlende externe Finanzierung von 27,5 % der befragten Unternehmen als sehr relevantes Öko-Innovationshemmnis eingestuft. Am wenigsten relevant sind demgegenüber das Fehlen geeigneter Geschäftspartner, die fehlende Kooperation mit Forschungseinrichtungen und Universitäten sowie der Umstand, dass Öko-Innovationen mit einer technologischen Bindung und verlorenen Aufwendungen verbunden sind (vgl. Abbildung 22).

Abbildung 22: Hemmende Faktoren für Öko-Innovationen

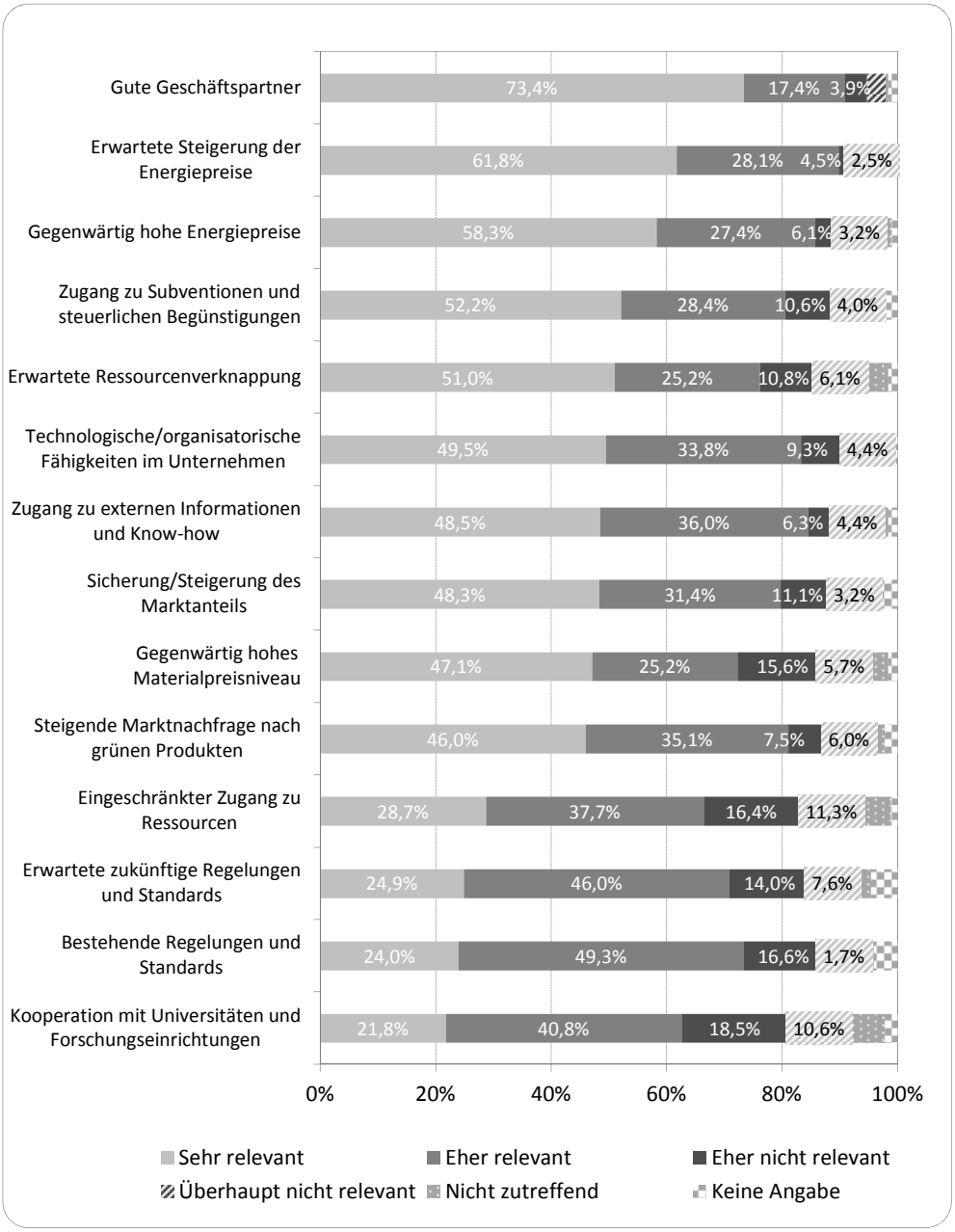


Quelle: Europäische Kommission (2011:100ff); eigene Berechnungen und Darstellung

Andere Faktoren begünstigen demgegenüber Öko-Innovationen in österreichischen Unternehmen. Die praktische Relevanz dieser treibenden Faktoren ist in Abbildung 23 dargestellt. Besonders wichtig sind für die Entwicklung und Einführung von Öko-Innovationen demnach adäquate Geschäftspartner (73,4 % sehr relevant), die erwartete Steigerung der Energiepreise (61,8 %), sowie die gegenwärtig hohen Energiepreise (58,3 %). Wichtig sind für öko-innovative Tätigkeiten auf Unternehmensebene auch der Zugang zu Subventionen und steuerlichen Begünstigungen sowie die erwartete Ressourcenverknappung. Zudem spielt die steigende Nachfrage nach grünen Produkten eine Rolle; für 81,1 % der befragten Unternehmen ist diese Entwicklung ein sehr bis eher relevanter Faktor für die Entwicklung öko-

innovativer Produkte bzw. Dienstleistungen. Zu den weniger relevanten Treibern öko-innovativer Tätigkeit zählen die Kooperation mit Universitäten und Forschungseinrichtungen, bestehende und zu erwartende Regelungen/Standards sowie der eingeschränkte Zugang zu Ressourcen.

Abbildung 23: Treibende Faktoren für Öko-Innovationen



Quelle: Europäische Kommission (2011:128ff); eigene Berechnungen und Darstellung

Die Thematik der Öko-Innovationen wurde explizit auch in der Europäischen Innovationserhebung berücksichtigt. Allerdings weist die aktuellste Ausgabe der Innovationserhebung (CIS 2012) andere Schwerpunkte auf, weshalb in Bezug auf Öko-Innovationen auf Daten der älteren Innovationserhebung (CIS 2008) zurückgegriffen werden muss.

Die Ergebnisse der Innovationserhebung 2008 zeigen, dass 62,1 % der innovativen Unternehmen in Österreich öko-innovativ tätig sind. Öko-Innovationen werden dabei als neue oder merklich verbesserte Produkte, Dienstleistungen oder Prozesse, organisatorische Neuerungen oder Marketingneuerungen definiert, die im Vergleich zu anderen Alternativen eine positive Auswirkung auf die Umwelt haben. Innovationen bzw. Öko-Innovationen können sich dabei in zweierlei Hinsicht auswirken: Auf der einen Seite können sie Auswirkungen während der Herstellung des Produktes/der Dienstleistung aufweisen. Andererseits können sich die positiven Effekte erst nach dem Verkauf beim/bei der Endverbraucher/in entfalten. Wie aus Tabelle 5 ersichtlich, haben die Produkt-, Prozess-, Marketing- oder organisatorischen Innovationen bei 57,6 % der innovativen Unternehmen Auswirkungen während der Herstellung des Produktes/der Dienstleistung. Bei einem deutlich geringen Anteil der Unternehmen (39,3 %) weisen die Innovationen Auswirkungen nach dem Verkauf beim/bei der Endverbraucher/in auf (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5: Überblick zu Öko-Innovationen in österreichischen Unternehmen, 2006-2008

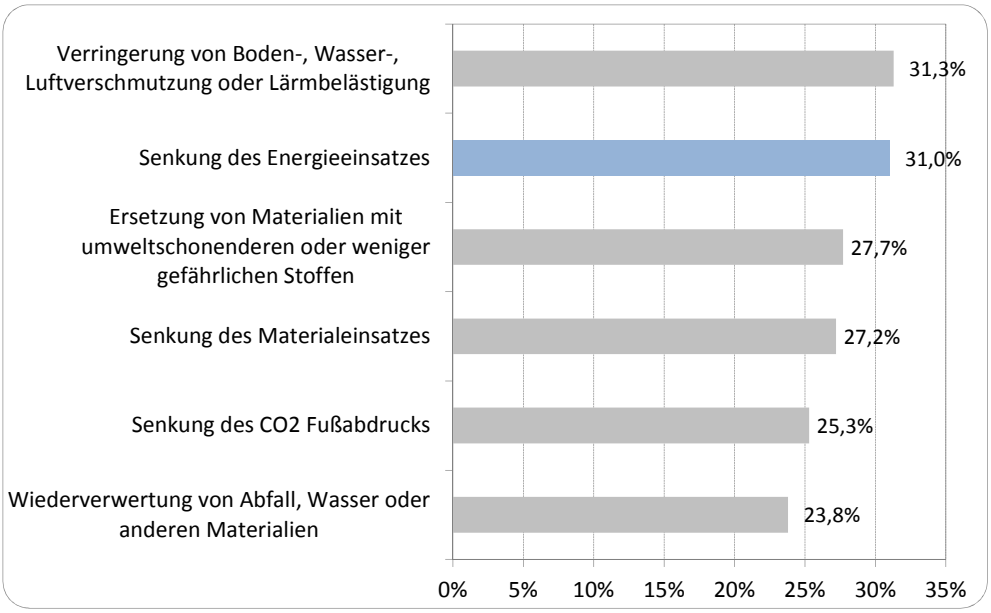
Innovative Unternehmen mit…	*Anteil*
…Öko-Innovationen	62,1%
…Auswirkungen während der Herstellung des Produkts/der Dienstleistung	57,6%
…Auswirkungen nach dem Verkauf beim/bei der Endverbraucher/in	39,3%

Quelle: Statistik Austria (2010:139); eigene Darstellung IHS Kärnten

Zu den wesentlichen Auswirkungen während der Herstellung des Produktes/der Dienstleistung zählt neben der Verringerung von Boden-, Wasser-, Luftverschmutzung und Lärmbelästigung auch die Senkung des Energieeinsatzes. Rund ein Viertel der Unternehmen (27,7 %) zielen im Rahmen ihrer innovativen Tätigkeiten auf die Ersetzung von Materialien mit umweltschonenderen oder weniger gefährlichen Stoffen ab. Am wenigsten tritt hingegen die Wiederverwertung von Abfall, Wasser oder anderen Materialien auf; diese Auswirkung ist in „nur“ 23,8 % der innovativen Unternehmen gegeben (vgl. Abbildung 24).

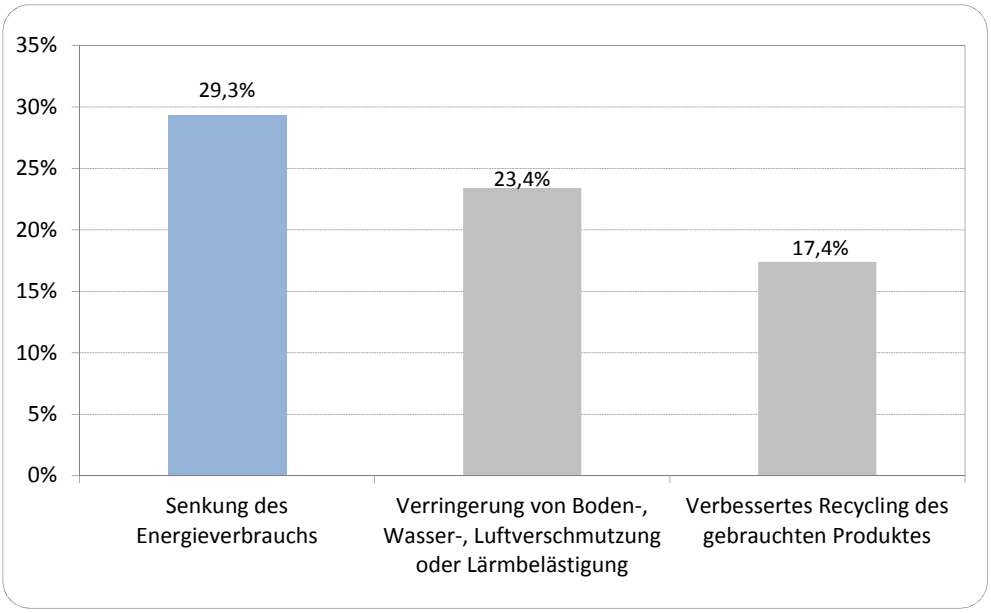
Hinsichtlich der nach dem Verkauf des Produktes/der Dienstleistung entstehenden Auswirkungen beim/bei der Endverbraucher/in spielt die Senkung des Energieverbrauchs die wichtigste Rolle. D.h. Öko-Innovationen werden vorwiegend mit dem Ziel entwickelt, nach dem Verkauf beim/bei der Endverbraucher/in Energie- und damit Kosteneinsparungen zu induzieren. Rund 23,4 % der innovativen Unternehmen zielen mit ihren Innovationen darauf ab, eine Verringerung der Boden-, Wasser-, Luftverschmutzung oder Lärmbelästigung bei den Endverbraucher/innen zu erwirken. Das verbesserte Recycling des gebrauchten Produktes ist hingegen weniger wichtig (vgl. Abbildung 25).

Abbildung 24: Auswirkungen während der Herstellung des Produktes/der Dienstleistung



Quelle: Statistik Austria (2010:140); eigene Darstellung IHS Kärnten

Abbildung 25: Auswirkungen nach dem Verkauf beim/bei der Endverbraucher/in



Quelle: Statistik Austria (2011:141); eigene Darstellung IHS Kärnten

3 Darstellung und Synthese ökonomischer Diffusionstheorie und verhaltensökonomischer Konsumtheorie

Die Diffusionstheorie bildet die Grundlage für das Verständnis darüber, mit welcher Geschwindigkeit sich Innovationen ausbreiten bzw. welche Faktoren diesen Ausbreitungsprozess dynamisieren oder abschwächen können. Im folgenden Abschnitt wird daher die Diffusion von Energieinnovationen von einer ökonomisch-theoretischen und soziologischen Perspektive erörtert. Dazu werden zuerst Alleinstellungsmerkmale von Öko-Innovationen analysiert, bevor auf die allgemeine Diffusionstheorie eingegangen wird. Im Anschluss werden relevante Aspekte der verhaltensökonomischen Konsumtheorie besprochen.

3.1 Besondere Merkmale von Öko-Innovationen

Die Durchsetzung von Öko-Innovationen wird durch mehrfache Momente des Marktversagens erschwert (vgl. Fritsch et al., 2007). Dabei handelt es sich um (1) negative Umweltexternalitäten, welche entstehen, wenn Emittenten nicht die vollen Kosten ihrer Verschmutzung tragen müssen. Es sei betont, dass Politikmaßnahmen zur Steigerung der ökologischen Nachhaltigkeit eine Internalisierung der negativen Umweltexternalitäten voraussetzen. Ohne „wahre“ Preise werden jene entscheidenden Anreize in einem marktwirtschaftlichen System fehlen, die zur Reallokation der Ressourcen in Richtung ökologisch nachhaltiger Technologien notwendig sind. Zudem existieren (2) positive technologische Externalitäten, die durch Spillovers aufgrund der begrenzten Aneigenbarkeit der Innovationserträge des innovierenden Unternehmens entstehen. Andere als das innovierende Unternehmen können ebenfalls von der Innovation profitieren, ohne dafür jedoch eine Entschädigung zahlen zu müssen (das impliziert, dass die sozialen Erträge höher sind als die privaten Erträge).

Während diese ersten beiden Formen von Externalitäten hinreichend bekannt sind, stellen Öko-Innovationen weitere, spezifische Anforderungen an Politik und Gesellschaft (vgl. OECD, 2011):

- Dominante Designs bei Energie- und Transportsystemen führen zu Eintrittsbarrieren in Form hoher Fixkosten für neue technologische Lösungen. Anders formuliert: Die bestehende Infrastruktur und deren Ausrichtung auf „schmutzige“ Technologien stellt eine negative Netzwerkexternalität für die Verbreitung „sauberer“ Technologien dar. Typisches und aktuelles Beispiel sind hier etwa Tankstellen für Benzinautos vs. Tankstellen für Elektroautos. Die Nichtverfügbarkeit von letzteren stellt eine wesentliche Barriere für die Verbreitung von Elektroautos dar (vgl. OECD, 2014). Gleichzeitig gilt aber auch die umgekehrte Kausalitätsrichtung: Ohne hinreichende Expansion von Elektroautos lohnt sich der Ausbau von Elektrotankstellen nicht und vice versa. Diese Problematik wurde kürzlich deutlich, als Siemens bekanntgab, aus dem Geschäftsfeld E-Ladestation auszutreten. Begründet wurde dieser Rückzug mit der wesentlich geringeren Dynamik in der Verbreitung (Diffusion) von Elektroautos als ursprünglich

angenommen (vgl. Die Welt, 2013, online). Ohne Zweifel stellt diese Entscheidung einen Rückschlag für das Projekt Elektroauto dar, nicht zuletzt weil dieser Entschluss Signalwirkung für potenzielle Investoren und Nutzer/innen haben dürfte.[11]

- Der lange Zeithorizont für die notwendigen Infrastrukturinvestitionen erhöht die bereits hohe Unsicherheit aufgrund des frühen Entwicklungsstadiums in dem sich viele Energietechnologien nach wie vor befinden. Risikoaverse Investoren werden daher zögern, in diesem Bereich zu investieren, insbesondere so lange nicht abzuschätzen ist, welche von mehreren möglichen Alternativen sich letztlich durchzusetzen vermag.
- Die Differenzierungspotenziale und damit die Möglichkeit zur Abschöpfung von Monopolrenten sind gerade im Energiesektor gering, da Energie vielfach als homogenes Gut wahrgenommen wird. Freilich ist der Energiesektor durch sektorale wettbewerbsbeschränkende Arrangements gekennzeichnet. Die damit verbundenen Monopolrenten basieren aber im Allgemeinen nicht auf Produktdifferenzierung. Solange nicht auch der Herstellungsprozess als weitere Eigenschaft von einem Großteil der Konsument/innen wertgeschätzt wird, dürften es „grüne“ Energietechnologien schwierig haben.
- Gemäß evolutionsökonomischer Theorie sind Innovationsprozesse durch Pfadabhängigkeiten gekennzeichnet. Aghion et al. (2012) zeigen am Beispiel einer Patentanalyse der Automobilindustrie, dass diese These zutrifft: Die Zunahme des Bestandes an Patenten, welche „saubere“ Technologien zum Inhalt haben, erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass auch in Zukunft „saubere“ Technologien entwickelt werden; entsprechendes gilt aber eben auch für „schmutzige“ Technologien. Diese Pfadabhängigkeit bedeutet, dass ein marktwirtschaftliches System ohne zusätzliche Anreize den „schmutzigen“ Pfad weiterverfolgen wird. Es besteht also eine negative Externalität vergangener Innovationsaktivitäten von „schmutzigen“ Technologien auf die Neuentwicklung „sauberer“ Technologien in der Gegenwart und Zukunft (vgl. Aghion et al., 2012).

Im Vergleich zu anderen Innovationen weisen Öko- wie auch Energieinnovationen eine Besonderheit auf. Als Umweltgüter haben sie den Charakter eines öffentlichen Gutes, d.h., dass die durch eine neue Technologie erreichte Entlastung der Umwelt kein marktfähiges Gut darstellt (und gleichzeitig von allen genutzt werden kann, d.h. auch von jenen, die gar nicht bereit sind für diese Verbesserung zu bezahlen). Die Belastung der Umwelt kann dabei auch durch die Einschränkung wirtschaftlicher Aktivitäten grundsätzlich reduziert werden (vgl. z.B. die Verbesserung der Umweltbedingungen in den osteuropäischen Staaten durch die Transformationskrise und der damit verbundenen Schließung zahlreicher Industriestandorte). Innovationen im Bereich Umwelt werden jedoch leichter akzeptiert, wenn eine Verringerung der Umweltbelastung nicht durch eine Reduktion wirtschaftlicher Aktivitäten, sondern mit einer Verbesserung der Effizienz (z.B. geringerer Energie- und Ressourcenverbrauch pro

[11] Der Diffusionsverlauf des Elektroautos wird später im Kapitel der *slow* und *fast diffusions* noch näher analysiert.

Output, geringere Emissionen pro Output) einhergehen. Die wesentlichen Faktoren des Kosten-Nutzen-Vergleiches bilden dabei die Kosten der neuen Technologie, die vermiedenen Schadenskosten sowie betriebliche Einsparungen durch Kostenreduktionen oder Erlösverbesserungen. Da im Zuge von Umweltschäden jedoch von einer unvollständigen Internalisierung ausgegangen werden kann[12], weisen Öko- wie auch Energieinnovationen nicht nur in der Phase der Invention und Markteinführung, sondern auch in der Phase der Diffusion positive Spillover-Effekte durch Umweltentlastungen auf. Die Entstehung und Verbreitung bedarf damit im Vergleich zu weiteren Innovationen stärkerer staatlicher Unterstützung, welche insbesondere aufgrund der zu erwartenden (generationenübergreifenden) positiven externen Effekte zu rechtfertigen ist (vgl. DIW et al., 2007).

3.2 Allgemeine Diffusionstheorie

Die Bedeutung der Diffusionstheorie für diese Studie liegt in drei Aspekten begründet:

- Erstens ermöglicht die Theorie eine begründete Selektion von Variablen für die empirische Analyse.
- Zweitens bietet sie Ansatzpunkte für logisch konsistente Interpretationen von Ergebnissen der empirischen Untersuchungen.
- Drittens ist eine theoretische Fundierung der Politikempfehlungen notwendig. Die bisherige Forschung hat gezeigt, dass je nachdem, welche Form des Diffusionsprozesses vorliegt bzw. genauer gesagt, von welcher Theorie dieser am besten erklärt werden kann, sehr unterschiedliche Politikmaßnahmen erforderlich sind.

Letztlich bleibt die Frage nach dem Marktversagen und damit nach der Legitimation einer Politikintervention ohne Theorie inhaltsleer und willkürlich.

Bevor man sich mit der Diffusionstheorie im Detail auseinandersetzt ist es von wesentlicher Bedeutung, den Diffusionsbegriff zu definieren, um zu einem einheitlichen Verständnis zu gelangen. Nach Clausen et al. (2011) ist Diffusion der Prozess der Anwendung einer Innovation durch eine wachsende Anzahl von Adoptoren und umfasst den Zeitraum nach der erstmaligen erfolgreichen Anwendung bzw. nach der erfolgreichen Markteinführung.

Diese Definition macht deutlich, dass sich der Diffusionsprozess eindeutig vom Innovationsprozess abgrenzt und hier ergebnisbezogen verstanden wird. Die Gliederung des Innovationsprozesses in die Phasen Invention, Innovation und Diffusion geht dabei auf Joseph Schumpeter zurück (vgl. Schumpeter, 1912:157). Die Invention bezeichnet die eigentliche und erstmalige Erfindung eines neuen Produkts oder Prozesses. Unter Innovation wird die Markteinführung verstanden, während Diffusion schließlich den zeitlichen Prozess der Ausbreitung der neuen Technologie unter Unternehmen und/oder Haushalten bezeichnet.

[12] Wären die negativen externen Effekte internalisiert gewesen, würden Umweltschäden in einem (viel) geringeren Ausmaß auftreten.

Mittlerweile herrscht Einigkeit darüber, dass diese Phasen keine streng abgegrenzten, sequenziell ablaufenden Ereignisse darstellen (lineares Innovationsmodell). Vielmehr bestehen zahlreiche Rückkopplungen zwischen diesen Phasen, die damit in komplexer Art und Weise miteinander verbunden sind (nichtlineares Innovationsmodell bzw. chain-linked model) (vgl. Kline und Rosenberg, 1986).

Die Tatsache, dass sich nur ein Bruchteil aller Innovationen am Markt durchsetzen kann, verdeutlicht, dass Chancen und Risiken bzw. Erfolg und Scheitern immanenter Bestandteil von Innovationstätigkeiten sind und viele Innovationen im Diffusionsprozess scheitern.

Obwohl dieses dreiteilige Modell die Komplexität reduziert, beruht die Diffusionsforschung auf der grundlegenden Idee, dass eine Technologie zunächst einmal „erfunden“ werden muss und dann über Marktprozesse verbreitet wird.[13] Allerdings hat die Diffusionsforschung das nichtlineare Innovationsmodell bestätigt, indem sie empirisch an Fallbeispielen dargestellt hat, dass sich die diffundierende Technologie im Laufe des Diffusionsprozesses verändert (Rückkopplungseffekt). Bestes Beispiel hierfür sind Computer, deren Leistungsfähigkeit simultan mit dem Ausbreitungsprozess rasant zunahm (Moore’s Law). Ein modernes Notebook von heute ist nur mehr eingeschränkt mit den frühen für den Haushalt geeigneten Stand-PCs der 1980er Jahre zu vergleichen.

Die Diffusionstheorie ist heute ein vielfältiges Forschungsfeld, das durch Interdisziplinarität und Multiparadigmatik gekennzeichnet ist. Ihr Ziel ist die Erklärung von Diffusionsprozessen im Sinne der Ausbreitung von Innovationen, wobei diese Prozesse durch drei stilisierte Fakten gekennzeichnet sind (Stoneman, 1987):

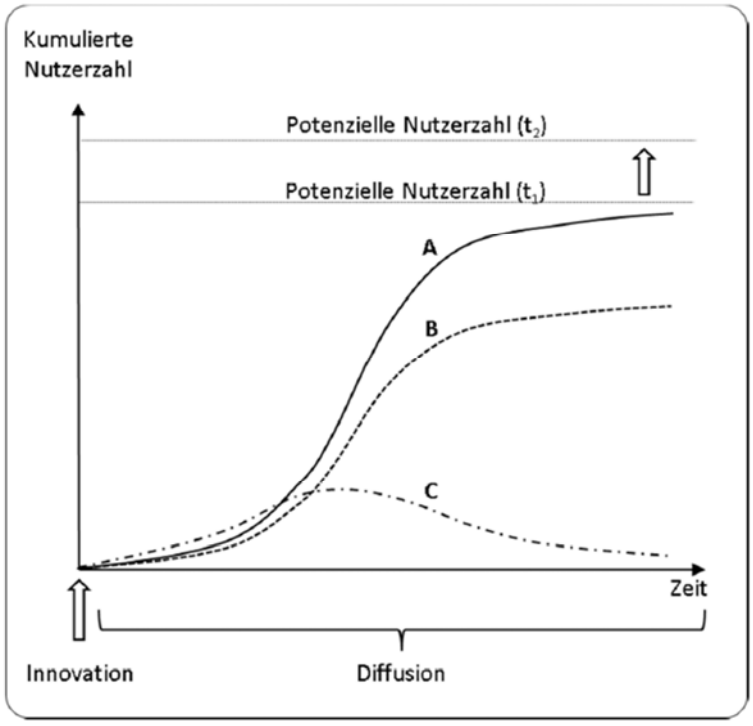
1. Diffusion ist per definitionem ein Prozess in der Zeit, und es kann bis zu 50 Jahre dauern, bis eine Technologie in der relevanten Nutzergruppe diffundiert ist, wenngleich Zeiträume von etwa 10 Jahren häufig beobachtet werden können.
2. Geschwindigkeit und Verlauf variieren zwischen Technologien, Industrien und Regionen bzw. Staaten.
3. Zeichnet man den Diffusionsverlauf in ein Diagramm mit der Zeit auf der Abszisse und der kumulierten Nutzerzahl auf der Ordinate, so ergibt sich idealtypisch ein S-förmiger Verlauf der Funktion (Abbildung 26).[14]

Wie die Kurve A in Abbildung 26 zeigt, verläuft eine typische Diffusionsfunktion zunächst konvex und ab dem Wendepunkt konkav. Schließlich nähert sich die Diffusionskurve der

[13] Die erste intensive Forschungsphase zur Diffusion von Technologien ist eng mit den Publikationen von Zvi Griliches in den 1950er Jahren verbunden. Seine klassische Arbeit untersucht die Ausbreitung von Hybridmais in den Bundesstaaten der USA (vgl. Griliches, 1957). Dieser Aufsatz löste eine Diskussion über die relative Bedeutung von ökonomischen und nicht-ökonomischen Faktoren zur Erklärung des Diffusionsprozesses aus. Griliches betonte vor allem die Bedeutung des erwarteten Profits auf Seiten der adoptierenden Bauern sowie die Entwicklungen auf der Angebotsseite als wesentliche Erklärungsfaktoren.
[14] Formal betrachtet stellt die Diffusionskurve die kumulierte Häufigkeitsverteilung der Adoptor/innen dar.

Sättigungsgrenze, die durch die potenzielle Nutzerzahl gebildet wird, asymptotisch an und der Diffusionsprozess ist vollkommen und abgeschlossen: Alle Akteure im sozialen System haben die neue Technologie adoptiert. Aus dem S-förmigen Verlauf ergeben sich wichtige Implikationen für die Diffusionsgeschwindigkeit: Sowohl in den frühen als auch in den späten Phasen ist die Diffusion relativ langsam. Die Geschwindigkeit nimmt in den frühen Phasen von einem niedrigen Niveau aus zu und später von einem hohen Niveau aus ab; dazwischen liegt eine Phase der raschen Diffusion. In Abbildung 26 sind mit den Kurven B und C zwei weitere mögliche Diffusionsverläufe eingezeichnet. Kurve B zeigt den Fall, dass eine neue Technologie auch dauerhaft nur von einem Teil der potenziellen Nutzergruppe übernommen wird, etwa weil die Nicht-Nutzer/innen keine Subventionen erhalten oder aufgrund räumlich differenzierter regulatorischer Differenziale. Der Fall C stellt ein gescheitertes Diffusionsprojekt dar. Hier konnte eine Technologie eine gewisse Verbreitung erreichen, allerdings wurde nie jener Punkt erreicht, ab dem ein sich selbst tragender Diffusionsprozess einsetzt. Ein Grund hierfür mag etwa die Konkurrenz von Technologien im frühen Stadium des Diffusionsprozesses sein. In diesem Sinne könnte etwa die Kurve C den Verlauf der unterlegenen und A den Verlauf der erfolgreichen, sich durchsetzenden Technologie reflektieren. Ein Beispiel für eine solche Technologiekonkurrenz wäre etwa die französische Internettechnologie Minitel, die letztlich vom amerikanischen WWW verdrängt und kürzlich endgültig eingestellt wurde.

Abbildung 26: Stilisierte Diffusionsverläufe



Quelle: Eigene Darstellung IHS

Der in Abbildung 26 durch Kurve A angedeutete symmetrische Verlauf stellt eher die Ausnahme dar. In den meisten Fällen zeigt sich, dass die späten Phasen länger andauern als aufgrund des symmetrischen Verlaufs zu erwarten wäre. Eine Ursache hierfür stellt die sich im Laufe des Diffusionsprozesses endogen verändernde potenzielle Nutzeranzahl dar. Vergrößert sich diese wie in Abbildung 26 dargestellt [Potenzielle Nutzeranzahl (t_2) > Potenzielle Nutzeranzahl (t_1)], so kommt es zu einem asymmetrischen Diffusionsverlauf. Die Endogenisierung der Marktgröße, d.h. die These, dass die potenzielle Nutzeranzahl keine exogen vorgegebene fixe Größe ist, sondern endogen im Diffusionsprozess bestimmt wird, stellt eine Weiterentwicklung der Diffusionsmodelle dar.

Mit der Debatte um den Klimawandel und „green growth" kommt der Frage der Technologiediffusion umwelt- und technologiepolitisch eine große Bedeutung zu. Die globale Dimension des Problems und die Existenz von zwischenstaatlichen Externalitäten macht eine möglichst breite Anwendung von nachhaltigen Technologien zur conditio sine qua non. Die Frage nach der politischen Gestaltung dieses Diffusionsprozesses wird ausführlich in der aktuellen Literatur erörtert und kontrovers diskutiert (vgl. OECD, 2010).

3.3 Spezielle Diffusionstheorie

Im Folgenden werden die wesentlichen Aussagen der ökonomischen und soziologischen Literatur zu diesem Thema zusammengefasst und im Hinblick auf die Problemstellung dieser Studie erörtert.

Die typische ökonomische Sichtweise auf den Diffusionsprozess nimmt das rationale Entscheidungsverhalten der Haushalte und Unternehmen zum Ausgangspunkt der Modellierung.[15] Die S-förmige Diffusionskurve ist das Resultat der aggregierten individuellen Wahlakte. Wie bei jeder anderen Entscheidung auch, ist die Adoption einem Kosten-Nutzen Kalkül unterworfen. Nur wenn der Nutzen die Kosten übersteigt, kommt es zur Adoption der Technologie. Inhaltliche Substanz erhält dieses allgemeine Entscheidungsmodell durch die genauere Spezifikation der Nutzen- und Kostenfaktoren sowie durch die Berücksichtigung der spezifischen Natur der Entscheidung im Falle der Technologiediffusion. Letzteres bedeutet, dass die Adoptionsentscheidung unter Unsicherheit (etwa über die weitere Entwicklung der Technologie und die Anzahl der weiteren Adoptor/innen) und mit unvollständiger Information (z.B. über den zukünftigen Nutzen der Innovation oder gar über deren Existenz) erfolgt. Aufgrund der Unsicherheit und der zeitlichen Ausdehnung des Diffusionsprozesses entsteht ein Optionswert des Zuwartens: das Aufschieben der Adoptionsentscheidung ermöglicht eine zukünftige Entscheidung mit besserem Informationsstand. Gleichzeitig kann ein solches Auf-

[15] Für Überblicke zu ökonomischen Diffusionstheorien vgl. Hall, B. (2005): Innovation and Diffusion. In: Fagerberg, J. et al. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Innovation, Oxford, 459-484; Stoneman, P. (1987): The economic analysis of technology policy. Oxford; Geroski, P. (2000): Models of technology diffusion. In: Research Policy, 29, 603-625.

schieben, wenn es von einer hinreichend großen Gruppe von Akteuren verfolgt wird, den Diffusionsprozess zum Stillstand bringen. Wichtig erscheint aus ökonomischer Sicht die Erkenntnis, dass die Entscheidung nicht nur zwischen „Adoption ja oder nein", sondern in einigen Fällen auch zwischen „Adoption jetzt oder später" erfolgt.

Die Adoptionsentscheidung entspricht im Wesentlichen einer Investitionsentscheidung: Der überwiegende Teil der Kosten fällt unmittelbar bei Adoption an, während der Nutzen als Nutzenstrom über die Zeit verteilt anfällt. Daher spielt die Diskontrate (diese drückt die Wertschätzung der Zukunft relativ zur Gegenwart aus) der Adoptor/innen eine wichtige Rolle bei der Kalkulation der Vorteilhaftigkeit der Investition. Die Kosten sind nach der Investition mehrheitlich versunken, weil die Investitionen spezifischer Natur sind – z. B. werden Wärmeschutzfenster passgenau für ein Haus hergestellt und üblicherweise besteht für solche Güter kein Sekundärmarkt. Hohe Fixkosten stellen einen der wichtigsten Faktoren dar, warum Öko-Innovationen[16] oftmals keinen erfolgreichen Diffusionsprozess aufweisen. Daraus erwächst – jedenfalls insofern Kostenreduktionen bei Produktionsausweitung (durch Lernkurveneffekte und Economies of Scale) zu erwarten sind – ein „Henne-Ei" Problem: Hohe Kosten verhindern die Diffusion, die mangelnde Diffusion verhindert Kostenreduktionen und damit sinkende Preise (vgl. Cantono u. Silverberg, 2009). Bei den Kosten bzw. der Angebotsseite ist auch die Rolle von komplementären Inputs und komplementären Gütern zu berücksichtigen. Fabrizio und Hawn (2013) zeigen in einer aktuellen Studie, dass die Diffusion von Solarzellen in den USA stark mit der Existenz von qualifizierten Monteur/innen korreliert, die in diesem Fall einen komplementären Input darstellen.

Diese Bemerkungen sind für alle innovationsökonomischen Diffusionstheorien von Relevanz und bilden deren inhaltlichen Kern. Im Wesentlichen können zwei zentrale ökonomische Diffusionstheorien unterschieden werden. Es handelt sich hierbei um das Informationsmodell (epidemic model, information-based approach) einerseits und das Heterogenitätsmodell (heterogeneity model, equilibrium approach, probit model) andererseits. Ein weiteres, merklich neueres, ist das Modell der Informationskaskaden (information cascades), welches insbesondere Pfadabhängigkeiten, Netzwerkexternalitäten sowie lock-in Effekte berücksichtigt. Als letztes wollen wir auch kurz auf das Bass-Modell eingehen, welches 1969 von Frank M. Bass vorgestellt wurde (vgl. Bass, 1969). Dieses findet speziell im Marketing und bei Absatzprognosen breite Anwendung.

[16] Die Begriffe Öko-Innovation und Nachhaltigkeitsinnovation werden fortan synonym verwendet.

Tabelle 6: Übersicht über die verschiedenen Diffusionsmodelle

	Informationsmodell	*Heterogenitätsmodell*	*Kaskadenmodell*	*Bass Modell*
Charakteristika	• Innovation kann erst diffundieren, wenn **implizites Wissen** via **face-to-face Kommunikation** übertragen wird. • Vergleichbar läuft etwa die Ausbreitung einer Epidemie ab, wo die Übertragung über Kontakt passiert. • Prozess braucht Zeit und daher laufen Diffusionen langsam ab.	• Akteure haben **unterschiedliche Einschätzungen** bezüglich der Kosten und Nutzen einer neuen Technologie. • Zwischen den Individuen gibt es sich **unterscheidende Reservationspreise** • Nimmt man Normalverteilung und zunächst einen hohen und dann sinkenden Preis an, ergibt sich eine S-förmige Adoptionskurve.	• Es gibt Konstellationen, in denen es für Akteure optimal ist, dem **beobachteten Verhalten anderer zu folgen**, unabhängig von deren Informationsstand. • **Netzwerkexternalitäten** und **Herdenverhalten** verstärken solche Prozesse, bergen aber auch das Risiko, das sich die zweitbeste Lösung aufgrund eines kleinen Vorsprungs am Anfang, durchsetzt.	• Beschreibt aufgrund von **Informations- und Imitations-effekten** die Anzahl von Käufern neuer Produkte. • Adoptoren können als **Innovatoren** oder **Imitatoren** klassifiziert werden. • Adoptionsgeschwindigkeit hängt von deren Grad an Innovationsfreudigkeit und dem Grad an Imitationsverhalten unter Adoptoren ab.
Modelltyp	Erklärungsmodell	Erklärungsmodell	Erklärungsmodell	Beschreibungsmodell
Akteure	Homogen	Heterogen	Komplexere Strukturen	Innovatoren und Imitatoren
Hauptsächliche Anwendungsgebiete	Politikberatung	Wissenschaft	Wissenschaft	Marketing, Unternehmen

Quelle: Eigene Darstellung IHS Wien

Das Informationsmodell stellt das dominierende Modell dar – jedenfalls basieren viele Politikmaßnahmen nach wie vor auf dessen Prämissen (vgl. OECD, 2011). Es bietet eine kausale Erklärung für die Frage, warum Diffusionsprozesse oft derart langsam verlaufen, wie es empirische Studien zeigen, auch wenn die neue der alten Technologie deutlich überlegen ist. Warum kommt es nicht zur unmittelbaren Adoption durch alle potenziellen Nutzer/innen? Das Informationsmodell basiert auf der Hypothese, dass die Antwort hierauf in der langsamen Verbreitung der notwendigen Information liegt und die Adoption erst bei Vorliegen dieser Information bei den Entscheidungsträgern (Unternehmen, Haushalte) erfolgt. In seiner ursprünglichen Form geht das Informationsmodell von identischen Akteuren aus, die sich lediglich durch den Zeitpunkt des Informationserwerbs über die neue Technologie unterscheiden. Die Langsamkeit der Diffusion wird auf die Tatsache zurückgeführt, dass Informationen über neue Technologien den Charakter von implizitem Wissen (tacit knowledge, Erfahrungswissen über Routinen die in keiner Betriebsanleitung zu finden sind) aufweisen. Die Diffusion dieser Form der Information bedarf aber der face-to-face Kommunikation unter einander vertrauenden Akteuren (word of mouth process). Ein Informationsausbreitungsprozess dieser Art braucht Zeit, in der die Adoptor/innen oder lead user alle anderen potenziellen Nutzer/innen über die Vorteile der neuen Technologie in Kenntnis setzen. Dieser Prozess ist vergleichbar mit der Ausbreitung einer Epidemie – der Ansteckungsprozess erfolgt über direkten Kontakt. Daher werden diese Modelle auch als epidemic models bezeichnet. Neben der Informationsverbreitung über face-to-face Kontakte existiert noch die Verbreitung von Informationen über unterschiedliche Formen der Massenmedien oder der Informationspolitik als zweitem wichtigen Informationskanal. Dieser wird vielfach von der Politik genutzt, ist aber nicht in der Lage, implizites Wissen zu übertragen. Weiterhin fehlt auch die Vertrauenskomponente bei dieser Form der Informationsverbreitung.

Während das Informationsmodell idente Akteure annimmt, basiert das Heterogenitätsmodell auf heterogenen Akteuren und der Diffusionsprozess wird auf Basis dieser Heterogenität erklärt. Diese Heterogenität – z. B. hinsichtlich der Einkommen oder Präferenzen – resultiert in einer unterschiedlichen Einschätzung der Kosten und Nutzen der neuen Technologie, woraus sich in einem letzten Schritt ein zwischen den Individuen differenzierter Reservationspreis ableitet. Der Reservationspreis gibt die maximale Zahlungsbereitschaft eines potenziellen Nutzers oder Nutzerin an. Nimmt man an, dass dieser einer Normalverteilung folgt und der zunächst hohe Preis der neuen Technologie im Laufe der Zeit sinkt, ergibt sich als Ergebnis eine S-förmige Diffusionskurve. Im Gegensatz zum Informationsmodell hat das Heterogenitätsmodell bislang nur wenig Eingang in politische Maßnahmen gefunden, wenngleich es aus wirtschaftstheoretischer Perspektive dem Informationsmodell überlegen erscheint und eher der Realität entsprechen dürfte (vgl. Stoneman, 1987).

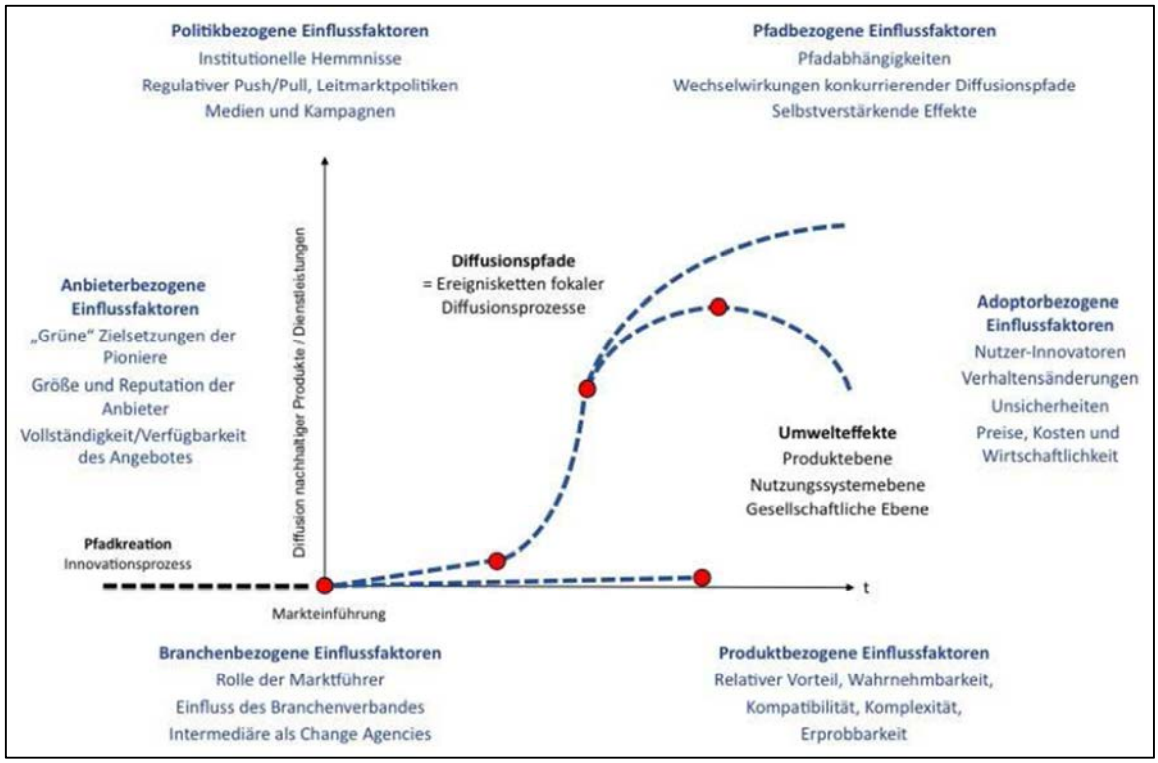
Das Modell der Informationskaskaden ist komplexer als die beiden diskutierten Standardmodelle. Unter einer Informationskaskade versteht man Konstellationen, in der es für einen Akteur optimal ist, bei seinem Verhalten dem beobachteten Verhalten anderer zu folgen, unab-

hängig vom eigenen Informationsstand. Damit lassen sich Phänomene wie Herdenverhalten und Netzwerkexternalitäten erklären. Ein Hauptergebnis des Informationskaskadenmodells ist, dass wenn eine Technologie einen kleinen Vorsprung im Diffusionsprozess gegenüber konkurrierenden Technologien hat, dieser entscheidend ist für die erfolgreiche Diffusion dieser Technologie, selbst wenn diese tatsächlich weniger Vorteile bringt als die unterlegene Technologie. Die Existenz von Netzwerkexternalitäten kann solche Prozesse verstärken, sorgt aber auch für zusätzliches Risiko auf Seiten der Adoptor/innen. Es besteht das Risiko, dass die erwartete Übernahme der Technologie durch andere Nutzer/innen geringer ausfällt als ursprünglich angenommen. Weil aber der Nutzen der Technologie positiv von der Anzahl der Nutzer/innen abhängt, kann es zur Verzögerung der Adoptionsentscheidung kommen, um dieses Risiko zu vermeiden. Netzwerkeffekte treten etwa bei der Diffusion von Elektroautos auf: Der Nutzen für eine/n Elektroautobesitzer/in steigt mit der Anzahl der weiteren Nutzer/innen, weil erst bei einer hinreichend großen Nutzer/innengruppe komplementäre Infrastrukturen (v. a. Elektrotankstellen) errichtet werden.

Das Bass Diffusionsmodell beschreibt, wie neue Produkte in einer Population adoptiert werden. Das Modell beruht auf der Unterscheidung von Adoptoren und Imitatoren. Die Adoptionsgeschwindigkeit hängt davon ab, wie innovativ bzw. imitationsgeneigt die Akteure sind. Seit Jahrzehnten wird das Modell für Absatzprognosen, Technologievorhersagen und Ländervergleiche des Lebenszyklus spezifischer Produkte verwendet (vgl. Bewley und Griffiths, 2003; Takada und Jain, 1991). Der Vorteil des Bass-Modells ist, dass es recht valide Ergebnisse liefert, ohne dass auf komplexe Modellierungswerkzeuge zurückgegriffen werden muss (vgl. Boswijk und Franses, 2005). Das Modell erklärt den zu erwartenden Absatz anhand verschiedener Variablen. Diese sind das Marktpotential m, der Bestand Q, der Innovationskoeffizient p, der Imitationskoeffizient q, der Periodenindex t und der Bestand x.

Bislang wurden Modelle der Diffusionstheorie besprochen. Da diese notwendigerweise relativ allgemein formuliert sind, soll nunmehr noch auf einige für die Diffusion von Energieinnovationen wichtige Faktoren eingegangen werden. Ausgehend von Abbildung 27 wird auf diverse Einflussfaktoren näher eingegangen.

Abbildung 27: Modell zur Untersuchung von Diffusionspfaden von Energieinnovationen



Quelle: Fichter und Clausen (2013:136)

Diffusionsprozesse sind pfadabhängige Prozesse. Pfadabhängigkeiten können schwach oder stark sein. Im Extremfall ist der Kontingenzgrad[17] so niedrig, dass ein Ereignis zwingend nach einem anderen auftreten muss (Ereignis B muss auf Ereignis A folgen). Gewisse Pfadtypen neigen dazu sich selbst zu verstärken, dabei treten Lock-In-Effekte auf, welche einen Lock-In-Break, d.h. ein Ausbrechen aus diesem Pfad erschweren (vgl. Lehmann-Waffenschmidt und Reichel, 2000). Selbstverstärkende Effekte treten bei kumulativen Technologien, wo es zu Lern-, Skalen- oder Netzwerkeffekten kommt, auf. Zur „Verriegelung" in einem bestimmten Technologie-, Produkt-, Infrastruktur- oder Verhaltenspfad trägt die lernbedingte Routinisierung bei. Neben diesen Typen von Pfadabhängigkeiten spielen auch bereits getätigte Investitionen eine bedeutende Rolle. Sunk costs (zu deutsch versunkene Kosten) sind Kosten, die bereits entstanden sind und nicht mehr rückgängig gemacht werden können. Daher sollten sie für zukünftige Investitionsentscheidungen keine Berücksichtigung mehr finden. In der Praxis zeigt sich aber, dass diese versunkenen Kosten auch im Nachhinein erhebliche Berücksichtigung finden und so zu einer Verriegelung in bestehende Technologie- oder Infrastrukturpfade führen. Lock-Out-Phänomene treten etwa auf, wenn zwei oder mehr Konkurrenztechnologien gleichzeitig am Markt existieren, was gerade bei jungen Technologiefeldern oft der Fall ist. Durch den Markteintritt eines Großinvestors kommt es dann zu selbstverstärkenden Effekten, welche zu einem Lock-Out für Konkurrenztechnologien führen. Ein anderes Beispiel wäre die Erfindung einer Konkurrenztechnologie bzw. Lö-

[17] Ein hoher Kontingenzgrad bedeutet, dass auf ein Ereignis nicht zwingend ein bestimmtes, sondern auch ein anderes folgen kann.

sung, nachdem der Verriegelungszeitpunkt der etablierten Technologie bereits stattgefunden hat. Dadurch kann der Markteintritt der neuen Technologie verhindert werden (vgl. Fichter und Clausen, 2013). Im Normalfall wirken sich aber pfadabhängige Faktoren weniger auf die Diffusionsgeschwindigkeit als auf den letztendlichen Diffusionserfolg in Form von Marktanteilen aus.

Auch anbieterbezogene Faktoren nehmen Einfluss auf den Diffusionsprozess. So wirken sich eine aktive Gründer- und Pioniergruppe, welche mit nachhaltigen Zielsetzungen vorgeht positiv aus (vgl. Nelson, 1994). In reiferen Märkten wirkt sich die Einführung durch einen etablierten, großen Anbieter mit hoher Reputation vorteilhaft aus. Die generelle Verfügbarkeit im Handel, sowohl die Warenverfügbarkeit, als auch das Vorhandensein eines Angebotes an Beratung, Service und Reparatur haben einen positiven Einfluss.

Branchenbezogene Faktoren wie die Existenz und Aktivität von Branchenverbänden ist gerade im Kontext staatlicher Förderung, dem Abbau von regulativen Hemmnissen oder der Entwicklung von Exnovationsinstrumenten[18] von Bedeutung (vgl. Nelson, 1994; Bruns et al., 2008). Eine ebenso wichtige Rolle spielen die Marktführer und Intermediäre welche als Change Agents fungieren (vgl. Antes und Fichter, 2010).

Politikbezogene Faktoren wären hier auch noch kurz zu nennen. Im nächsten Kapitel werden zwar die einflussreichsten Faktoren noch näher beschrieben, doch ist es dennoch wichtig, die wichtigsten vier politischen Einflussfaktoren vorerst kurz zu erläutern. Beim ersten handelt es sich um den „Regulativen Push und Pull“ (vgl. Jaffe und Stavins, 1995; Schwarz und Ernst, 2009). Hier gibt es zwei Transferrichtungen: „technology push“ und „demand pull“. Beim ersten wird Technologie aus der Wissenschaft in die Wirtschaft transferiert. Dies bedeutet, dass erst eine neue technische Entwicklung entsteht und dann erst mögliche Anwendungen und Nutzer/innen gesucht werden. Beim „demand pull“ erfolgt die technische Entwicklung erst nach den Bedürfnissen der Wirtschaft oder Gesellschaft. Das heißt, dass sich die Unternehmen mit einem spezifischen Auftrag einen Transferpartner suchen, welcher dann eine Lösung bereitstellt. Es ist nicht immer davon auszugehen, dass Energieinnovationen staatlich gefördert werden. So kann es sein, dass die Diffusion nicht nur unter der Abwesenheit von Push und Pull Aktivitäten leidet, sondern auch unter hemmenden institutionellen Bedingungen wie Gesetze, Verordnungen oder Vorschriften (vgl. Clausen, 2009; Antes und Fichter, 2010). Die Existenz einer staatlichen Leitmarktpolitik wirkt sich im Normalfall positiv aus, da sie ein innovations- und diffusionsfreundliches Politikmuster ausstrahlen (vgl. Beise und Rennings, 2005). Als letztes sei hier noch die Einflusssphäre der Medienberichterstattung und der öffentlichen oder privaten Kampagnen genannt (vgl. Fichter und Arnold, 2003; Ahrens et al., 2003).

[18] Instrumente / Regulierungen, die den Marktaustritt beeinflussen, vgl. z.B. den international abgestimmten Ausstieg aus FCKW-emittierenden Produkten.

Zusammenfassend können somit sechs Einflussebenen identifiziert werden, welche sich auf den Diffusionsprozess von Energieinnovationen auswirken. Abbildung 27 fasst die wichtigsten Elemente der sechs Faktoren zusammen. Diese bilden den idealtypischen, S-förmigen Diffusionspfad und seine verlaufsverändernden Punkte (Tipping Points) ab.

Box 1: Tipping Points

Tipping Points (zu deutsch Umkipp-Punkte) bezeichnen jene Momente oder Punkte, an denen eine vorher lineare Entwicklung durch bestimmte Rückkopplungen abrupt abricht, die Richtung wechselt oder stark beschleunigt. Zurzeit findet der Begriff in der Klimawandelfolgenforschung häufige Anwendung. Klimaforscher/innen vermuten, dass es Kipppunkte gibt, welche dramatische Klimafolgen in sehr kurzer Zeit zur Folge haben. Tipping Points können sowohl durch exogene Faktoren (abrupte Preisveränderungen, Naturkatastrophen, Skandale, neue Gesetze, etc.) oder auch durch positive Rückkopplungseffekte innerhalb des Pfadsystems (Lerneffekte, Skaleneffekte, etc.) verursacht werden. Es lassen sich fünf verschiedene Arten von Kipppunkten unterscheiden:

1. Beginn: Der Start eines Verlaufs stellt eine offensichtliche Neuerung dar, weil es diese Ereigniskette vorher so nicht gab. Die Markteinführung einer Innovation stellt z.B. einen solchen Kipppunkt dar.
2. Erreichen einer kritischen Masse: Dieser für einen erfolgreichen Diffusionsverlauf ausschlaggebende Punkt ist erreicht, wenn ein selbsttragender, sich eigendynamisch verstärkender Pfadverlauf einsetzt.
3. Bi- oder Multifurkationsstellen: Dies sind durch Phänomene wie Produktdifferenzierungen oder die Erschließung neuer Märkte verursachte Verzweigungsstellen.
4. Richtungswechsel und abrupte Verlaufsänderungen: Diese Art von Kipppunkt kann z.B. durch die Ankündigung oder das Inkrafttreten von Marktanreizprogrammen verursacht werden. Oft äußert sich das in Sprüngen bei den abgesetzten Stückzahlen. Ebenso kann dies aber auch ein Richtungswechsel sein, der durch einen Absatzrückgang oder einen Rückgang der Anwenderzahl induziert wird.
5. Beendigung: Genauso wie der Beginn einer Ereigniskette stellt auch die Beendigung dieser ein markantes Ereignis dar. Diese kann etwa durch Produktelimination bedingt durch ungenügende Absatzdynamik oder Rendite geschehen.

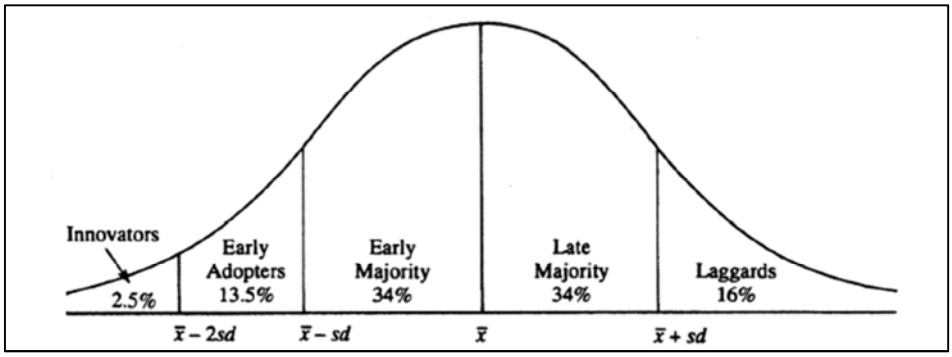
Quelle: Fichter und Clausen (2013)

Die soziologische Theorie der Diffusion ist eng mit den klassischen Arbeiten von Rogers verbunden (vgl. Rogers, 2003). Im Gegensatz zu den ökonomischen sind soziologische Theorien weniger formalisiert und deskriptiv orientiert. Ihr Vorteil liegt in der Beschreibung von Diffusionsprozessen und in der Integration einer Vielzahl von Perspektiven und Aspekten, insbesondere in der Berücksichtigung von Umwelteffekten und sozialen Interaktionsstrukturen (vgl. Hall, 2005). Nachteilig ist, dass Prognosen oder Politikempfehlungen auf einer derart breiten, und damit notwendigerweise auch etwas unbestimmten theoretischen Basis nur eingeschränkt möglich sind.

Kernelement des soziologischen Diffusionsmodells ist die Annahme heterogener Akteure, womit dieses Modell Ähnlichkeit mit dem ökonomischen Heterogenitätsmodell aufweist. Abbildung 28 zeigt die neben der Heterogenitätsannahme getroffene Verteilungsannahme diffusionsrelevanter Merkmale. Das Merkmal x stellt einen Zeitindex dar, der angibt, wann Individuen eine Innovation adoptieren. Dieser Index hängt wiederum von einer Reihe von Charakteristika (z. B. Werthaltung, persönliche Charakteristika, Kommunikationsverhalten, soziale Beziehungen) ab. Wie Abbildung 28 zeigt, folgt die Häufigkeitsverteilung der Adoptor/-innen einer Normalverteilung. Wenn x die Zeit darstellt und damit die Zeit von links nach

rechts fortschreitet, ergibt sich als Summenhäufigkeitsfunktion die in Abbildung 26 abgebildete charakteristische S-förmige Kurve (Kurve A).

Abbildung 28: Diffusionsmodell nach Rogers



Quelle: Hermann (2008:268)

Rogers unterscheidet fünf unterschiedliche Gruppen, wobei die Verteilung derselben nicht symmetrisch ist. Vielmehr zeigt Abbildung 28 eine Differenzierung der frühen Phase des Diffusionsprozesses in „Innovatoren“ und „frühe Nutzer/innen“. Diesen kommt als „lead user“ eine besondere Bedeutung zu:

- Die Innovatoren oder Pioniere (Innovators) spielen die wichtigste Rolle im Diffusionsprozess. Innovatoren sind durch eine kosmopolitische Orientierung geprägt, sind risikofreudig, offen für Neues, finanziell unabhängig, verstehen komplexe technische Zusammenhänge und sind experimentierfreudig.
- Early Adopters sind im Gegensatz zu den Pionieren stärker in lokale Netzwerke eingebunden und werden stark respektiert. Sie haben den höchsten Grad an Meinungsführerschaft, haben die Peer-Funktion inne, einen hohen Bildungsgrad und stellen generell diejenigen dar, an denen sich andere potenzielle Adoptor/innen orientieren.
- Individuen der frühen Mehrheit (Early Majority) zeichnen sich durch ihr vorsichtiges und wohlüberlegtes Verhalten aus. Sie beeinflussen sich gegenseitig, haben aber keine Meinungsführerschaft. Vielmehr stellen sie das wichtige Verbindungsstück zwischen den sehr frühen und den späten Adoptoren dar.
- Die Gruppe der späten Mehrheit (Late Majority) macht ebenso wie die frühe Mehrheit etwa ein Drittel aus. Für diese Gruppe kann die Adoption eine ökonomische Notwendigkeit oder das Resultat größer werdenden Drucks der Peers sein. Generell sind sie skeptisch und vorsichtig, finanziell eher schlechter gestellt und daher muss die mit der Innovation verbundene Unsicherheit minimal sein.
- Die Nachzügler (Laggards) besitzen keinerlei Einfluss in ihrem sozialen System, sind sehr misstrauisch gegenüber Neuem, folgen traditionellen Werten und sind aufgrund ihrer begrenzten finanziellen Ressourcen extrem vorsichtig bei Übernahmeentscheidungen. Rogers benennt kritisch, dass der Begriff Nachzügler bzw. Laggard eine negative Konnotation hat.

Die Variablen zur Differenzierung der Nutzergruppen können sowohl für Unternehmen als auch für Haushalte von Relevanz sein, wenngleich der Erklärungsgehalt für Haushalte größer sein dürfte (vgl. Polt und Pointner, 2005). Es wird aber deutlich, dass die vorgeschlagenen Variablen bis auf die persönlichen Charakteristika komplex sind und eine empirische Operationalisierung – insbesondere bei Befragungen – keineswegs trivial ist.

Neben der Heterogenität der potenziellen Nutzer/innen, identifiziert Rogers (1995) verschiedene Faktoren, die sich auf die Diffusion von Innovationen auswirken. Einerseits sind dies die subjektiv wahrgenommenen bzw. zugeschriebenen Eigenschaften einer Innovation:

1. Der relative Vorteil, der sich aus ihrer Nutzung ergibt,
2. ihre Kompatibilität mit der Lebenswelt der Individuen,
3. ihre Komplexität,
4. die Erprobbarkeit und
5. die Wahrnehmbarkeit.

Innovationen werden dabei nicht nur nach ökonomischen Faktoren, sondern auch anderen Maßstäben – wie etwa dem damit verbundenen Sozialprestige – beurteilt. Andererseits sind es externe, soziale Faktoren, wie

1. die Entscheidungsinstanz,
2. die genutzten Kommunikationskanäle,
3. die Charakteristika des jeweiligen sozialen Systems oder
4. das Ausmaß der Bemühungen von „Change Agents“, die sich auf die Diffusion auswirken.

Eine weitere Beschaffenheit, welche sich günstig auf den Diffusionsprozess auswirkt ist die der Re-Invention. Rogers versteht unter Re-Invention die Veränderung oder Modifizierung einer Innovation im Prozess der Adoption oder Implementierung. So wird durch eine Nutzungsveränderung im Zuge der Implementierung der Diffusionsprozess dynamisch. Insgesamt führt eine höhere Re-Inventionsfähigkeit zu höherer Nachhaltigkeit der Innovation (vgl. Rogers, 2003).

Rogers bietet mit seiner Theorie eine facettenreiche Perspektive auf die Diffusion von Innovationen, die die Seite der handelnden Akteure in Verknüpfung mit den sozialen Gegebenheiten beleuchtet und damit eine umfassende Betrachtung von Diffusionsprozessen ermöglicht.

3.4 Verhaltensökonomische Konsumtheorie

Beim Diffusionsprozess von Energieinnovationen kommt dem Nachfrageverhalten der Haushalte eine entscheidende Rolle zu. Während das traditionelle ökonomische Entscheidungsmodell von zweckrational handelnden Subjekten ausgeht, die nach einem Optimierungskalkül streben, zeigen verhaltensökonomische (behaviouristische) Studien, dass es bisweilen zu signifikanten Abweichungen von diesem Rationalitätskonzept kommt. Wirksame Politik muss sich am realen Verhalten orientieren, und daher sind die Erkenntnisse der empirischen Konsumforschung, die ein zentraler Teil der Verhaltensökonomie ist, gerade für Energie- bzw. Ökoinnovationen von besonderer Relevanz. Dies trifft auch deshalb zu, weil die Entscheidung über die Adoption von Energieinnovationen von spezifischen Herausforderungen geprägt ist. Unsicherheit und lange Investitionshorizonte stellen an die jeweils entscheidenden Personen hohe Ansprüche. Die verhaltensökonomisch basierte Konsumtheorie zeigt jedoch, dass gerade diese beiden Faktoren die Quelle von „irrationalen" Entscheidungen sein können (vgl. Brunner, 2010).

Die explizite Diskussion einer Konsumtheorie ist auch deshalb sinnvoll, weil Haushalte und Konsument/innen tatsächlich ein durchschnittlich geringeres Ausmaß an Rationalität im Sinne der neoklassischen Ökonomie aufweisen als Unternehmen. Dieses, theoretisch zu erwartende Ergebnis, wurde durch empirische Studien über den Trugschluss der verlorenen Kosten bestätigt (vgl. Genesove und Mayer, 2001). Die Verhaltensökonomie und die daraus abgeleiteten Theorien zur Konsumnachfrage stellen keine in sich geschlossene Theorie dar. Vielmehr zeigte die Forschung, dass das Verhalten von Konsument/innen bestimmten, zum Teil irrationalen Verhaltensmustern folgt (vgl. Box 1). Es existiert mittlerweile eine umfassende Literatur, welche diese allgemeinen Entscheidungsmuster für den Kontext des Konsums von Öko-Innovationen untersucht (vgl. Allcott und Mullainathan, 2010). Die nachstehende Box fasst wesentliche Erkenntnisse der verhaltensökonomischen Konsumtheorie zusammen.

Box 2: The seven principles of behavioral economics

1) Other people's behaviour matters: people do many things by observing others and copying; people are encouraged to continue to do things when they feel other people approve of their behaviour.
2) Habits are important: people do many things without consciously thinking about them. These habits are hard to change – even though people might want to change their behaviour, it is not easy for them.
3) People are motivated to 'do the right thing': there are cases where money is de-motivating as it undermines people's intrinsic motivation, for example, you would quickly stop inviting friends to dinner if they insisted on paying you.
4) People's self-expectations influence how they behave: they want their actions to be in line with their values and their commitments.
5) People are loss-averse and hang on to what they consider 'theirs'.
6) People are bad at computation when making decisions: they put undue weight on recent events and too little on far-off ones; they cannot calculate probabilities well and worry too much about unlikely events; and they are strongly influenced by how the problem/information is presented to them.
7) People need to feel involved and effective to make a change: just giving people the incentives and information is not necessarily enough.

Quelle: Nef (2005), online

Ein Beispiel für eine von der Verhaltensökonomik untersuchte Irrationalität, die für die Diffusion von Energieinnovationen relevant ist, betrifft den Umgang von Haushalten mit versunkenen Kosten („sunk costs“). Wie weiter oben im Text bereits erläutert, können diese nicht mehr rückgängig gemacht werden und sollten daher gemäß dem rationalen Entscheidungskalkül nicht mehr in zukünftige Investitionsentscheidungen eingehen. Klassisches Beispiel wäre ein Konzertbesuch, bei dem sich nach 15 Minuten herausstellt, dass die Musik doch nicht dem eigenen Geschmack entspricht. Man bleibt aber sitzen, weil man die Karte bereits bezahlt hat. Übertragen auf die Entscheidung zum Erwerb eines neuen, ökologischeren Heizsystems bedeutet dies, dass Haushalte sich nur schwer von ihrem alten Heizsystem trennen können, selbst wenn dieses teurer kommt als die Investition in ein neues System. Houde und Todd (2010) diskutieren mögliche politische Empfehlungen, um solche Irrationalitäten in der Politikgestaltung zu berücksichtigen.

Ein Punkt, welcher bei der Diskussion um Innovationen oft ausgeblendet wird, sind die sozioökonomischen Folgewirkungen. Durch die Zeitverzögerung beim Diffusionsprozess verstärken sich sozioökonomische Unterschiede zusätzlich. Durch die im Regelfall schnellere Adoption können Mitglieder ökonomisch besser gestellter Schichten die (finanziellen) Vorteile der Neuerung schon früher nutzen und oftmals auch monetäre Einsparungen erzielen. Ebenso wirkt die schnellere Adoption positiv auf das Prestige und die soziale Stellung und daher können sich durch die späte Adoption bildungsferner und schlechter integrierter Personengruppen die sozialen Unterschiede noch zusätzlich vergrößern.

3.5 Ökologische Aspekte der Diffusion von Energieinnovationen

Bei der Beurteilung und Analyse von Energieinnovationen ist die ökologische Bewertung der Effekte von großer Bedeutung. Kann kein Nachweis für eine umweltentlastende oder der Nachhaltigkeit dienende Wirkung erbracht werden, kann die Diffusion nicht als Erfolg betrachtet werden.

Auf Produktebene sollte ein ökologischer Vergleich mit bestehenden oder in Entwicklung befindlichen Lösungen durchgeführt werden. Auf systemischer Ebene müssen eventuell auftretende Rebound-Effekte (siehe unten) und Folgeinnovationen berücksichtigt werden. Schließlich sollte auf der gesellschaftlichen Ebene der gesamtgesellschaftliche Effekt (sofern vorhanden) in die Analyse mit eingebunden werden.

Bei der Durchführung eines ökologischen Vergleichs können Ökobilanzen Aufschluss über Umweltwirkungen geben. Allerdings gibt es diese erst für einige wenige Produkte. Ein Problem hierbei ist, dass diese ex-ante durchgeführt werden. Spätestens seit der enttäuschenden Markteinführung von Biodiesel und Bioethanol weiß man, dass relevante Effekte oft erst expost erfasst werden können. Ein weiteres Beispiel einer solchen Problematik stellt das mit fossilem Strom angetriebene Elektroauto dar. Wie auch Buenstof und Cordes (2008) korrekt

anmerken, können Änderungen im Lebensstil wieder rückgängig gemacht werden. Daher ist die Wahrscheinlichkeit eine Innovation beizubehalten bei Innovationen investiver Natur viel höher. Ein einmal isoliertes Haus wird unabhängig vom Nutzungsverhalten fortan durchschnittlich weniger Energie verbrauchen. Die Vergangenheit hat jedoch gezeigt, dass allzu oft verheißungsvolle Einsparpotenziale aufgrund verschiedener Effekte nicht realisiert wurden.

Rebound Effekt

Der Rebound-Effekt ist ein bei Effizienzsteigerungen auftretender Feedback-Mechanismus, welcher dazu führt, dass Einsparpotenziale gar nicht oder nur eingeschränkt verwirklicht werden. Insgesamt lassen sich 13 verschiedene Reboundeffekte in 4 Kategorien unterscheiden. Wir wollen hier auf die vier Kategorien näher eingehen (vgl. Santarius, 2012):

- Finanzielle Reboundeffekte entstehen wenn etwa durch Maßnahmen in der Energieeffizienz in einem Haushalt mehr Geld vorhanden ist und dieses in zusätzlichen Konsum fließt, welcher wiederum mit zusätzlichen Emissionen einhergeht.
- Technische Reboundeffekte entstehen, wenn durch eine Verbesserung in einem Teilgebiet, Rückschritte in einem anderen auftreten. So kann etwa der Einsatz eines nachwachsenden Rohstoffes die Behandlung mit klimaschädlichen Substanzen verlangen.
- Psychologische Reboundeffekte entstehen, wenn durch Effizienzsteigerung Produkte, welche als umweltschädlich betrachtet werden fortan als ökologisch vertretbar angesehen werden und dies eine Mehrnachfrage bedingt. So hat etwa eine Studie in Japan ergeben, dass Personen, welche sich ein „ökologisches Auto“ gekauft haben, ein Jahr nach dessen Kauf gut 1,6 mal mehr Kilometer gefahren sind als mit ihrem herkömmlichen Auto (vgl. Ohta und Fujii, 2011).
- Der bereichsübergreifende oder Cross-Factor Reboundeffekt beschreibt den Effekt, dass eine erhöhte Arbeitsproduktivität zu einer erhöhten Energienachfrage führt.

Die extremste Form des Reboundeffekts ist das sogenannte Backfire. Bei diesem übertreffen die durch die Feedback-Spirale ausgelösten Emissionen sogar die Einsparungen und führen so zu einem größeren Energiebedarf als vorher. Saunders (2010) vermutet, dass allgemeine technologische Entwicklungen, welche neben der Energieeffizienz auch die Kapital- und Arbeitsproduktivität erhöhen mit hoher Wahrscheinlichkeit Backfire generieren.

3.6 Ableitung und Systematisierung der wirtschaftspolitischen Schlussfolgerungen auf Basis unterschiedlicher Diffusionstheorien

Bei Öko-Innovationen treten regelmäßig sogenannte „doppelte Externalitäten“ auf, da es neben Innovationsspillovers auch zur Verbesserung öffentlicher Umweltgüter[19] kommt. Von ersterem Effekt profitieren andere Unternehmen und von zweiterem die gesamte Bevölkerung, welche diese als „Trittbrettfahrer“ nutzt (vgl. Karl und Möller, 2003:191). Durch das Auftreten dieser doppelten Dividende kann ein staatlicher Eingriff gerechtfertigt werden. Die Begründung staatlicher Intervention findet sich somit in den verschiedenen Formen des Marktversagens. Diese treten etwa auf, weil negative externe Umwelteffekte im Produktionsprozess keine Berücksichtigung finden und sich so auch nicht auf den Verkaufspreis auswirken. Dies führt dazu, dass der/die Steuerzahler/in (und nicht der/die Verursacher/in) zumindest für einen Teil der Kosten, welche durch die Umweltschäden verursacht wurden, aufkommen muss. Dadurch weisen Produkte und Dienstleistungen, die irgendeine Art von negativen Externalitäten verursachen einen zu niedrigen Marktpreis auf und haben so gegenüber Konkurrenzprodukten einen relativen Vorteil. Um diese externen Kosten in Entscheidungsfindungsprozessen und Produktionsfunktionen zu integrieren (d.h. zu internalisieren), ist es notwendig, diese zu messen und monetär zu bewerten. Dazu gibt es verschiedene Erhebungsverfahren, welche im Folgenden kurz vorgestellt werden.

Das Konzept der Unterlassungskosten untersucht die Kosten, welche durch den Einsatz einer alternativen Technik zur Vermeidung der Externalität auftreten würden. Nachteilig ist hier, dass oftmals keine Technologie besteht, welche die Effekte ausgleichen kann. Außerdem ist es nicht immer leicht, die günstigste Technologie ausfindig zu machen. Selbst wenn man diese Technologie findet, ist es immer noch nicht gesagt, dass der Einsatz dieser die Kosten der Behebung des Effekts nicht übersteigt. Das hedonische Preiskonzept versucht den Effekt mithilfe der Veränderung von Marktpreisen gehandelter Güter zu messen. Auch diese Methode bringt Nachteile mit sich, denn – bedingt durch die (teils erheblichen) Produktweiterentwicklungen und Änderungen der Anforderungen an diese Produkte – ist es oft nicht möglich, Produkte verschiedener Jahre objektiv miteinander zu vergleichen. Beim Dosis-Wirkungs-Konzept wird der Effekt zunächst in nicht-monetären Größen (z.B. Feinstaubkonzentration) gemessen. Danach wird aufgrund bekannter oder angenommener Schadensfunktionen auf monetär bewertbare Größen geschlossen. Hier beruht die Methode auf nachprüfbaren wissenschaftlichen Erkenntnissen, jedoch ist dies nicht für alle Kostenteile realisierbar. In dem Konzept der geäußerten Präferenzen werden betroffene Personen nach ihrer in Geld bezifferten Beeinträchtigung durch den externen Effekt befragt. Es kann sowohl erhoben werden welchem „Schadenersatz“ sie zustimmen würden als auch welchen Betrag sie bereit wären zu zahlen, damit die geplante Maßnahme nicht durchgeführt wird.

[19] Zum Beispiel Verbesserung der Wasserqualität, Luftqualität oder desLärmpegels.

Wie die Analyse der unterschiedlichen Varianten der ökonomischen Diffusionstheorie zeigt, werden Diffusionsverläufe von verschiedenen Modellen mit Hilfe unterschiedlicher Variablen erklärt. Nach dem Informationsmodell (epidemic model) sollte der Fokus der Förderung auf den Informationsverbreitungsprozessen, mit speziellem Augenmerk auf Entscheidungsträger/innen, Multiplikatoren und Change Agents gerichtet werden. Das Heterogenitätsmodell hingegen nimmt verschiedenartige Präferenzen der Konsument/innen an und macht daher nicht die fehlende Information, sondern die Verschiedenartigkeit der Vorlieben für die (langsame) Geschwindigkeit der Diffusion verantwortlich. Diese Theorie verweist auf die oft komplexen Strukturen eines solchen Prozesses. Folgt man dem Informationskaskadenmodell sollte neben den üblichen Förderinstrumenten auch speziell das Thema der öffentlichen Beschaffung und der Förderung von Technologien bis zu deren Marktreife im Fokus stehen. Hier wird auf starke Netzwerkexternalitäten und existierende Pfade verwiesen, welche gewissen Technologien Startvorteile verschaffen. Um dennoch förderungswürdigen Öko-/EnergieInnovationen ein günstiges Marktumfeld zu bieten, gibt es verschiedene Maßnahmen, auf die im Folgenden noch im Detail eingegangen wird.

Um Nachhaltigkeitsinnovationen staatlich zu fördern, bedient sich die öffentliche Hand seit Jahrzehnten einer Vielzahl politischer Werkzeuge. Diese umfassen die gesamte Bandbreite an umwelt-, innovations- und industriepolitischen Instrumenten (vgl. SRU, 2002:80ff; Hintermann, 2002:61; Horbach et al., 2003):

- Ordnungspolitische Instrumente wie Ge- und Verbote (Grenzwerte, CO_2-Auflagen)
- Steuern, Abgaben und Subventionen
- Zertifikatsmarkt (z.B. Emissionsrechtehandel)
- Forschungs- und Entwicklungsförderung
- Informationsinstrumente wie z.B. Kampagnen, Produktkennzeichnungen
- Staatliche Investitionsprogramme
- Öffentliche Beschaffungsrichtlinien
- Leitmarktpolitiken
- Selbstverpflichtungen von Unternehmen, Verbänden und Kammern
- Haftungsrecht und Patentrecht
- Public-Private-Partnerships

In den letzten 20 Jahren wurden zahlreiche empirische Untersuchungen zur Wirksamkeit politischer Instrumente bei Öko-Innovationen durchgeführt. Durch die Heterogenität der empirischen Ergebnisse, kann kein einheitliches Bild geeigneter Förderstrategien und wirtschaftspolitischer Empfehlungen gezeichnet werden. So weist der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen darauf hin, dass es neben den Politikinstrumenten auch auf die Akteurskonstellation und den Politikstil ankommt (vgl. SRU 2002:81f). Laut ihnen ist ein Politikmuster diffusionsfreundlich, wenn:

- Die Instrumentierung auf klaren Zielvorgaben basiert,
- der Politikstil ebenso dialogisch, konsensorientiert und flexibel wie anspruchsvoll und kalkulierbar ist und
- die Akteurskonstellationen eine Integration der zuständigen staatlichen Instanzen (z.B. der Umwelt-, Energie- und Forschungspolitik), eine enge Verbindung zwischen Staat und Zielgruppe, eine Vernetzung der Innovatoren entlang der Wertschöpfungskette und eine Integration wichtiger Interessensgruppen aufweisen (vgl. SRU, 2002:81f).

Trotz der unterschiedlichen Bewertung diverser Politikmaßnahmen, lassen sich vier Einflussfaktoren, welche auf Innovations- und Diffusionsprozesse im Normalfall positiv wirken, benennen:

1. Regulativer Push and Pull
2. Institutionelle Hemmnisse
3. Leitmarktpolitiken
4. Medienberichterstattung und Kampagnen

Bei der Diffusion von umweltfreundlichen Produkten kann es neben den positiven Auswirkungen auch zu nicht intendierten negativen Folgeeffekten kommen. Um die bereits diskutierten Rebound- und Backfireeffekte zu verhindern, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Bei einer Ex-ante-Steuerung wird versucht den Innovationsprozess und die Phase der Markteinführung zu beeinflussen. Bei der Ex-post-Steuerung wird versucht während des Diffusionsprozesses einzugreifen. Da nur bedingt vorausgesagt werden kann, ob und inwieweit Reboundeffekte im Diffusionsverlauf auftreten werden, macht bei besonders reboundgefährdeten Technologie-, Produkt- und Anwendungsfeldern ein begleitendes Nachhaltigkeitsmonitoring Sinn. Dieses Monitoring soll sicherstellen, dass der gesamtgesellschaftliche und langfristige Umwelteffekt positiv ist.

Die staatliche Förderung des Ausstiegs aus nicht nachhaltigen Technologien und Wirtschaftsformen sollte ebenso Teil einer Gesamtstrategie sein. Derartige Exitstrategien sollten, damit sie erfolgreich sind, nicht nur für einzelne Stoffe und Technologien, sondern auch für einzelne (Teil-)Sektoren entwickelt werden. Dazu kann man etwa die Braunkohleförderung, die Atomkraft oder nicht nachhaltige Formen der Landwirtschaft zählen. Die drei wichtigsten Formen der Exitförderung sind:

1. Durch den Abbau umweltschädlicher Subventionen soll einerseits die Förderung von Tätigkeiten, welche negative externe Effekte auslösen verringert und mehr Raum und wirtschaftliche Chancen für innovative „grüne“ Technologien geschaffen werden. Als Beispiele können etwa die Energie- und Mehrwertsteuerbefreiung des Luftverkehrs, die pauschale Besteuerung von privat genutzten Dienstwagen, Energie- und Strom-

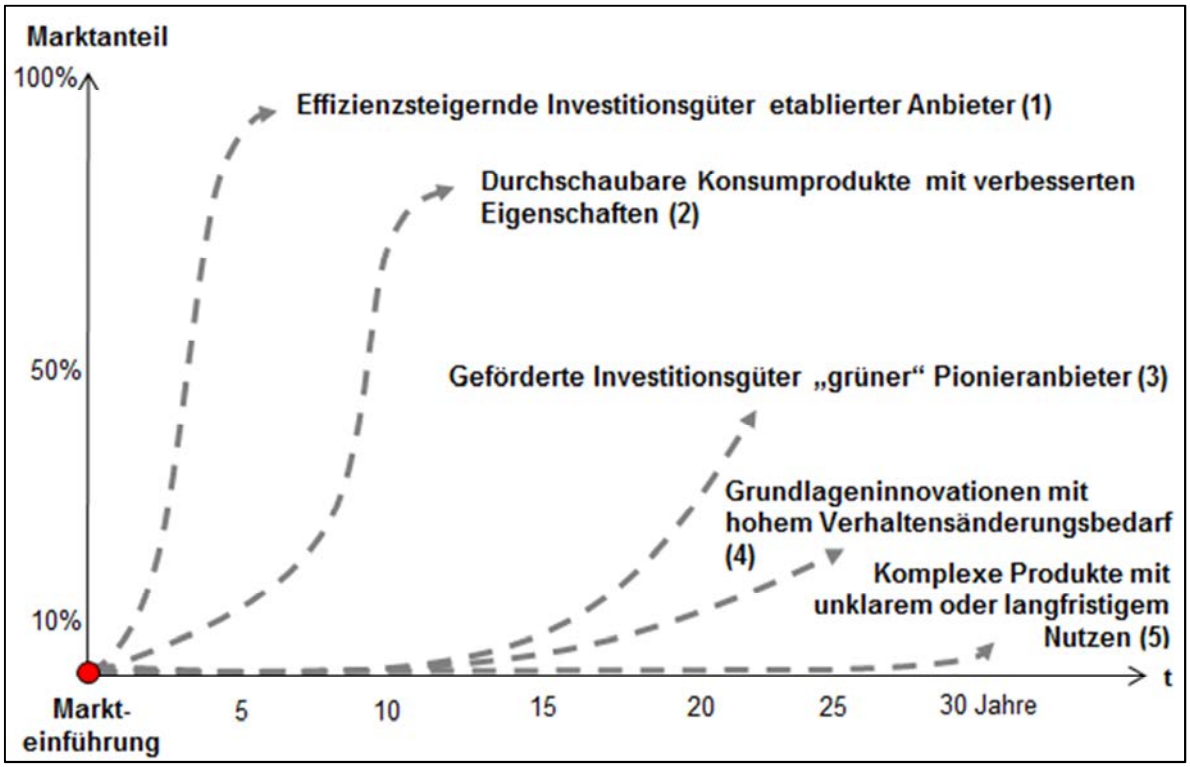
steuervergünstigungen oder Agrarsubventionen für die konventionelle Landwirtschaft gesehen werden.

2. Bei Stoff-, Technologie- oder Produktverboten soll der notwendige Impuls für einen Pfadwechsel gegeben werden. Maßnahmen wie ein Ausstieg aus der energetischen Nutzung der Atomenergie, ein Verbot von Glühbirnen oder gesundheitsgefährdender Stoffe sind schon lange Teil staatlicher Ordnungspolitik. In Anlehnung an Schumpeters „schöpferischen Zerstörung“ können Verbote nicht nur als Zerstörung von Märkten angesehen werden, sondern auch als Chance für innovative grüne Lösungen, welche als Teil eines Strukturwandels Wachstums- und Wettbewerbsimpulse in sich tragen. Sektorale und regionale Strategien zur Abfederung negativer sozialer Folgen dieses Wandels müssen Teil von solchen Exitstrategien sein.
3. Als drittes ist das Zusammenspiel von Innovation und Exnovation noch stärker zu nützen. Neue innovative Angebote wie etwa das Carsharing ermöglichen es, die Innovation mit der Exnovation zu verbinden. So würden etwa Autobesitzer/innen, bedingt durch die neuartige Gemeinschaftsnutzung (Innovation) nach dem Ausrangieren ihres Fahrzeuges kein neues mehr anschaffen (Exnovation).

3.7 Typologie von Diffusionsprozessen

Fichter und Clausen führten im Jahr 2013 eine umfangreiche Studie mit 100 Diffusionsfällen nachhaltiger Produkte durch (vgl. Fichter und Clausen, 2013). Sie erstellten Fallprofile, welche allgemeine Merkmale des Diffusionsprozesses, Informationen über potenzielle Einflussfaktoren und Informationen zur Wirkung der Diffusion enthalten. Danach wurde eine detaillierte statistische Auswertung durchgeführt, welche multivariate Methoden beinhaltete. Die empirischen Ergebnisse von Faktoren- und Clusteranalyse haben gezeigt, dass sich fünf Gruppen von Nachhaltigkeitsinnovationen abgrenzen lassen. Diese fünf Typen unterscheiden sich signifikant bezüglich der Einflusskräfte im Diffusionsprozess. So konnte eine Typologie der Diffusionspfade von Öko-Innovationen entwickelt werden. Zunächst werden die einzelnen Pfadtypen beschrieben, nach jeder Beschreibung folgt ein Absatz zu den möglichen Handlungsoptionen für Innovationen dieses Pfadtyps. Abbildung 29 veranschaulicht anhand der Variablen Zeit und Marktanteil wie sich die fünf Kategorien typischer Diffusionspfade entwickeln.

Abbildung 29: Typen von Diffusionspfaden von Nachhaltigkeitsinnovationen



Quelle: Fichter und Clausen (2013:239), eigene Darstellung IHS Wien

3.7.1 Pfadtyp 1: Effizienzsteigernde Investitionsgüter etablierter Anbieter

Innovationen von diesem Typ diffundieren sehr rasch. Sie erreichen nach wenigen Jahren schon Marktanteile von über 10 %, nach fünf Jahren oft schon über 50 %. Ursachen für diese hohe Diffusionsdynamik sind:

- Erstens, dass es sich um Verbesserungsinnovationen bekannter und breit genutzter Investitionsgüter handelt. Hierbei ist der Innovationsgrad eher gering und die Adoptor/innen sind mit dem Innovationsgegenstand vertraut.
- Zweitens werden diese Innovationen oftmals von etablierten Unternehmen in den Markt eingeführt. Diese Unternehmen verfügen über langjährige Erfahrung mit der Technologie und dem Markt, große Marketingressourcen, etablierte Vertriebswege und Servicekonzepte.
- Drittens handelt es sich um effizienzsteigernde Güter mit geringen Amortisationszeiten, daher ist eine hohe Wirtschaftlichkeit gegeben.

Wichtig erscheint ein früher Marketing-Push, welcher schnell zu einer kritischen Masse an Käufer/innen führt. Das wirkt wiederum stimulierend auf andere Marktteilnehmer/innen und löst einen Nachahmungseffekt aus. Durch selbstverstärkende Effekte beschleunigt sich die Diffusion. Staatliche Push- und Pull-Aktivitäten machen nur wenig Sinn, da bis zur Wirksamkeit schon die nächste Generation auf dem Markt ist. Dies bedeutet, dass hier Marktprozesse wirken und staatliche Intervention nur im Einzelfall sinnvoll erscheint. Energie- und Roh-

stoffpreise können die Amortisationszeit noch verringern. Durch die Wirtschaftlichkeit weist der Diffusionspfad in der Regel stabile Preisniveaus auf. Dennoch besteht bei diesem Typ von Innovation ein ökologisches Risiko. Da die Verbesserungen auf der Produktebene meist Effizienzsteigerungen sind, kann es mittelfristig durch Reboundeffekte nur zu einer kleinen Abnahme, zu keiner Abnahme oder gar zu einer absoluten Zunahme des Energieverbrauchs kommen. Hier sollten auch die ökologischen Kosten der Produktion berücksichtigt werden. Eine ständige Beschaffung neuer, eine Spur effizienter arbeitender Güter muss, betrachtet man den gesamten Lebenszyklus des Produktes, nicht zu einer absoluten Emissionsverminderung führen.

3.7.2 Handlungsoptionen Pfadtyp 1

Da sich Innovationen dieses Typs schnell am Markt durchsetzen und auch eine hohe Re-Inventionsrate besitzen, macht es aus zwei Gründen wenig Sinn einzelne Innovationen finanziell zu fördern. Erstens ist der Zeitraum, in dem ein politisches Förderinstrument entwickelt und wirksam wird relativ gesehen zu lange; zweitens ist eine finanzielle Förderung einer ohnehin erfolgreichen Innovation eine ineffiziente Nutzung öffentlicher Mittel. Marktprozesse können, wie man hier sieht, sehr effizient und ohne staatliches Zutun ablaufen. Da es aber dennoch ein öffentliches Interesse an der nachhaltigen Gestaltung der Innovation geben kann, scheint eine Loslösung der Interaktion vom konkreten Produkt sinnvoll. In Kooperation mit privaten Unternehmen können Bedarfsfelder erörtert werden, welche ein hohes Effizienzsteigerungspotenzial aufweisen und so sollen durch die breite Anwendung energieeffizienter Innovationen umweltfreundliche Strukturen geschaffen werden. Eine weitere Möglichkeit die Diffusion eventuell zu beschleunigen, besteht in der regelmäßigen Anhebung verschiedener Effizienzstandards in Produktfeldern, welche eine hohe Dynamik aufweisen.

3.7.3 Pfadtyp 2: Durchschaubare Konsumprodukte

Ähnlich zu den Innovationen im Pfadtyp 1, handelt es sich beim Pfadtyp 2 um mehrheitlich bekannte Produkte, welche in ihrer Effizienz oder in ihren Eigenschaften verbessert wurden. Diese Produkte sind Produkte für den/die Endverbraucher/in, welche entweder vertraut, gut durchschaubar oder beides gleichzeitig sind. Hierzu zählen etwa Produkte wie Fair-Trade-Kaffee, hocheffiziente Waschmaschinen oder Waschmittel aus nachwachsenden Rohstoffen. Es sind keine Verhaltensänderungen notwendig und die meisten Produkte lassen sich auch gut erproben. Die Diffusionsdynamik ist relativ groß, da Anbieter hier mit langjährigem Technologie- und Markt-Know-how sowie gut ausgebauten Vertriebswegen agieren. Wenn es sich um Produktgruppen handelt, welche von sogenannten grünen Gründern eingeführt wurden, sind Schlüsselereignisse für den Diffusionsverlauf wichtig. Solche Ereignisse können Zusammenschlüsse von Branchenverbänden oder eine politische Verordnung sein.

3.7.4 Handlungsoptionen Pfadtyp 2

Innovationen dieses Typs werden seit Jahren mit verschiedensten Maßnahmen gefördert. Durch Umweltzeichen und Gütesiegel, welche besonders umweltfreundliche Produkte und Dienstleistungen kennzeichnen kann hier Vertrauen auf der Nachfrageseite geschaffen werden. Zu empfehlende Förderinstrumente sind hier Produktkennzeichnungssysteme, Warentests, Informationskampagnen oder (mit-)finanzierte Politikintermediäre. Darüber hinaus gibt es auch schon Erfahrungen mit Produktverboten, wie der Fall der Glühbirne zeigt. Die Zusammenarbeit mit Branchenverbänden und der Austausch mit beteiligten Unternehmen soll wichtige Informationen dem Fördergeber zugänglich machen. Denn das Problem der Informationsasymmetrien, auf welches noch näher unter *Probleme der Förderpolitik* eingegangen wird, ist eine der fundamentalen Herausforderungen bei der Konzeptionalisierung effizienter Förderpolitiken.

3.7.5 Pfadtyp 3: Geförderte Investitionsgüter grüner Pionieranbieter

In diesen Innovationspfad gehören zentrale Produkte der Umwelttechnologie. Dazu zählen etwa Wind- und Wasserkraft, Wärmepumpen, Solarthermie oder Passivhäuser. Produkte des Pfadtyps 3 weisen einen viel höheren Innovationsgrad auf als die des Pfadtyps 1 oder 2. Es sind grundlegende Neuerungen, welche bei Erfolg neue Produktkategorien oder Märkte generieren. Hauptsächlich handelt es sich um Investitionsgüter professioneller Investoren (Wasserkraft), zum Teil auch um welche, die von privaten Nutzer/innen langfristig genutzt werden (Passivhaus). Sie sind technisch meist gut kompatibel, wahrnehmbar und erfordern nur kleinere Verhaltensänderungen. Negativ wirkt sich die schlechte Erprobbarkeit und die langfristige Kapitalbindung aus, welche das Gefühl der Unsicherheit erhöht. Da die Anbieter dieser Innovationen aber eher kleine, junge Unternehmen sind, verfügen sie über wenig Entwicklungs- und Vermarktungserfahrung, keine ausgereiften Vertriebskanäle und keine langjährig erprobten Servicekonzepte. Daher läuft die Diffusion auch schleppender ab. Außerdem sind gerade in der Energiewirtschaft etablierte Großunternehmen dominant im Markt tätig. Diese bremsen oder verhindern durch Marktmacht und Lobbying oft über Jahre neue grüne Technologien. Da diese Innovationen aber meist ein großes Umweltentlastungspotenzial bergen, kommt ihnen öffentliches Interesse zu. Wenn der Staat rechtliche Regelungen verabschiedet, wie etwa das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Deutschland, dann können diese Technologien nach einer langen Phase des Nischendaseins relativ schnell größere Marktanteile gewinnen. Durch diese Schlüsselereignisse kommt es zu einem „Tipping Point“, welcher den Diffusionsprozess merklich beschleunigt. In späteren Phasen des Diffusionsverlaufes steigen auch etablierte Unternehmen in diese Märkte ein und so werden Verfügbarkeit und Service flächendeckend sichergestellt.

3.7.6 Handlungsoptionen Pfadtyp 3

Die Innovationen des Pfadtyps 3 haben von einer breiten Gruppe von Pionieranbietern profitiert. Diese fingen schon früh damit an, ihre Interessen in Verbänden zu organisieren, mit einer Stimme zu sprechen und die Förderung ihrer Technologie zu fordern. Durch die Gesetze zur Förderung erneuerbarer Energie wurden bereits erhebliche Diffusionseffekte erreicht. Die Strategien zur Anschubförderung wie etwa direkte finanzielle Investitionsförderungen stellen zwar für die ersten Jahre ein sinnvolles Konzept dar, sind jedoch als dauerhafte Instrumente fehl am Platz. So kann etwa statt einer direkten Förderung eine Nutzungspflicht (wie in Deutschland für erneuerbare Energien im Gebäudebereich) die weitere Diffusion fördern, ohne dabei direkte Kosten für die Förderung entstehen zu lassen. Ein weiteres gutes Beispiel stellt das im Jahr 2011 in Deutschland verabschiedete Atomgesetz dar. Dieses verbietet die zukünftige Nutzung der Kernkraft als Energiequelle und beschleunigt so die Diffusion der Nachfolgeprodukte aus dem Umfeld der regenerativen Energien. Diese Beispiele des Ordnungsrechtes sollten jedoch nicht überstrapaziert und zu häufig angewandt werden, da es sonst zu gesellschaftlichen Auseinandersetzungen kommen kann.

3.7.7 Pfadtyp 4: Grundlageninnovationen mit hohem Verhaltensänderungsbedarf

Innovationen dieses Pfadtyps zeichnen sich durch einen hohen Innovationsgrad, hohe Wirtschaftlichkeit und schwierige Routinisierbarkeit aus. Es sind also deutliche Verhaltensänderungen auf Seiten der Adoptor/innen notwendig. Diese wiederum verlangsamen den Diffusionsprozess merklich. Ein weiterer Grund für die geringe Diffusionsdynamik ist die hohe Pfadabhängigkeit. Diese können technischer, wirtschaftlicher, organisatorischer oder kultureller Natur sein. Visionäre und engagierte Gründerunternehmen, sogenannte grüne Pioniere sind hier meist die Entwickler und Markteinführer. Der Diffusionsverlauf ist durch eine lange Schwächeperiode geprägt und das Erreichen einer kritischen Masse wird – wenn überhaupt – erst sehr spät erreicht. In diesem Typus fehlt typischerweise eine wirkungsvolle staatliche „Initialzündung“, welche die notwendige Dynamik verleihen würde. Das Elektroauto zählt etwa zu diesem Pfadtyp, da es mit (teils) langen Ladezeiten und (mehrheitlich noch) geringen Reichweiten ein anderes Nutzungsverhalten im Vergleich zum Benzin- oder Dieselauto verlangt.

3.7.8 Handlungsoptionen Pfadtyp 4

Bei den Grundlageninnovationen mit hohem Verhaltensänderungsbedarf gestalten sich die Interventionsmöglichkeiten schwierig, bedingt durch die langsame Diffusion ist jedoch erheblicher Handlungsbedarf gegeben. Grund dafür ist, dass sich die Produkte stark voneinander unterscheiden und verschiedene Charakteristika aufweisen. Leuchtturm- oder Pilotprojekte, kooperatives Roadmapping sowie nationale Masterpläne sind hier geeignete Formen der Förderung. Das essentielle bei der Intervention für Innovationen dieses Pfadtyps ist, dass die

Förderstrategien konkret auf die anzustrebende Verhaltensänderung auszurichten sind. Deswegen müssen hier produktspezifische Förderansätze gefunden werden.

3.7.9 Pfadtyp 5: Komplexe Produkte mit unklarem oder langfristigem Nutzen

Innovationen des letzten Pfadtyps sind durch eine sehr komplexe Technologie, große Unsicherheit über den Nutzen und geringe Kompatibilität geprägt. Die wirtschaftliche Rentabilität dieser Innovationen ist meist nur gegeben, wenn die zukünftigen Rahmenbedingungen günstig sind. Ohne klare Langzeitperspektive mit politischer Unterstützung und finanzieller Absicherung kommen diese Innovationen nicht voran. Typische Eigenschaften sind des Weiteren hohe Investitionskosten und eine langfristige Kapitalbindung. Kleine und junge Unternehmen spielen gerade am Anfang eine zentrale Rolle. Die ausbleibende Lernkurve verhindert die Kostendegression und die kaum oder nicht vorhandenen Schlüsselereignisse sind das Problem dieses Pfadtyps und tragen zur geringen Diffusionsdynamik bei. Auch Innovationen mit guter Re-Innovationsbasis und erheblichem Umweltentlastungspotenzial wie Wärmenetze, Langzeitwärmespeicher, tiefe Geothermie oder Absorptionskältemaschinen gehören diesem Pfadtyp an.

3.7.10 Handlungsoptionen Pfadtyp 5

Auch beim Pfadtyp 5 mit seinen komplexen Produkten mit unklarem oder langfristigem Nutzen besteht erheblicher Handlungsbedarf. Um einen erfolgreichen Diffusionsverlauf solcher Innovationen zu ermöglichen, sind Langzeitstrategien erforderlich. Gerade Energieinnovationen, wie etwa Wärmenetze für erneuerbare Energien oder Langzeitwärmespeicher werden ohne ein staatliches Förderkonzept nie zu einem erfolgreichen Diffusionsverlauf kommen. Die unklare Akteurslage und das schwache Lobbying verschärfen zusätzlich die Problematik. Einige Innovationen weisen außerdem das Problem der Komplexität, Kompatibilität und Interdependenzen auf. Im Bereich der Energieinnovationen machen Solarkollektorfelder in Verbindung mit Nahwärmenetzen und Langzeitwärmespeichern nur dann Sinn, wenn alle drei technologischen Komponenten gemeinsam existieren. Daher sind klare Zukunftsperspektiven und langfristige politische Pläne und Sicherheiten, z.B. in Form einer Roadmap 2050, notwendig, damit die Weiterentwicklung der Innovationen und auch die Entstehung wirtschaftlich starker Anbieter/innen nicht stagniert. Gerade bei Energieinnovationen dieses Pfadtyps können Rahmenbedingungen, die auf den ersten Blick nicht relevant sind, von großer Bedeutung sein. Eine verschärfte Klimaschutzpolitik und steigende Energiepreise können gerade bei Energieinnovationen das entscheidende Momentum sein, um etwa höhere Netzpreise zu finanzieren und so ein groß angelegtes Marktentwicklungsprogramm zu ermöglichen. Von einer gezielten Unternehmensgründungsförderung und einer sektororientierten Förderung von Start-Ups können weitere Impulse ausgehen.

3.8 Diffusionspolitische Instrumente im Überblick

Obwohl, wie im Anschluss noch verdeutlicht werden soll, dem Regulator eine Vielzahl an Instrumenten zur Verfügung steht, bestehen dennoch einige fundamentale Probleme beim Auffinden geeigneter Förderstrategien. Die größte Herausforderung stellt das Defizit an relevanter Information als Entscheidungsgrundlage dar. Ebenso wie die Marktteilnehmer kann auch die öffentliche Hand nicht ex ante „wissen", welche Technologiealternativen sich langfristig durchsetzen werden bzw. welche dieser Alternativen sich ex post als die „optimale" herausstellen wird.

Gerade die Diffusionsförderung kann auch die Tür zur Durchsetzung von Partikularinteressen öffnen. Da oft bereits unterschiedliche Technologiealternativen vorhanden sind (bzw. deren Hersteller entsprechende Lobbyingaktivitäten setzen) besteht die Gefahr eines „regulatory capture", d.h. die Vereinnahmung des Regulators durch die Gruppe der eigentlich zu Regulierenden.

Unabhängig von dieser hier angedeuteten Problematik, sind die Eingriffsmöglichkeiten von Staat und Marktakteuren in den Innovations- und Diffusionsprozess vielfältig. Bevor auf die pfadtypspezifischen Interventionsoptionen eingegangen wird, soll zunächst eine allgemeingültige Zusammenfassung einen Überblick über diese unterschiedlichen Eingriffsmöglichkeiten verschaffen (vgl. Fichter und Clausen, 2013).

1. Forschungs- und Innovationsförderung

- Nachhaltigkeits-Mainstreaming in Technologieförderprogrammen: Förderstrategien sollten noch eindeutiger an Nachhaltigkeitszielsetzungen einer „Green Economy" ausgerichtet werden („Green Economy" als „grand challenge" im Sinne einer neuen Missionsorientierung der Technologiepolitik).
- Leitbild- und leitmarktbezogene F&E-Förderprogramme: Durch die Förderung von „grünen" Leuchtturm- bzw. Pilotprojekten wird gezielt versucht zum Entstehen von „grünen" Leitmärkten beizutragen, die dann entsprechende Folgeinvestitionen anziehen.
- Gezielte Förderung von GreenTech-Innovation Communities: Kooperationsförderung, die auf Netzwerkbildung zwischen innovierenden Unternehmen, Anwender/innen und anderen Innovationspartner/innen abzielt.

2. Gründungs- und Strukturförderung

Eine verstärkte Förderung innovativer Unternehmensgründungen und eine Verstärkung „grüner" Leitmärkte sind essentiell, denn Gründerunternehmen spielen eine wichtige Rolle für den Strukturwandel und können – gerade wegen ihrer fehlenden „Geschichte" – auch bei der Entwicklung und Durchsetzung von radikalen und nachhaltigen Innovationen wichtige Impulsgeber sein. Um dies zu erreichen sind zwei Maßnahmen von besonderer Bedeutung:

- Eine verstärkte Ausrichtung der Gründerpolitik an Nachhaltigkeitszielsetzungen. Große Herausforderungen wie die Energiewende oder der Klimawandel erfordern breite „trial and error"-Prozesse. Innovative Unternehmensgründungen können hierzu beitragen.
- Die Schaffung leistungsfähiger Verbandsstrukturen in „grünen" Branchen. Wirtschaftsverbände haben einen wichtigen Einfluss auf den Diffusionsprozess, denn diese können sich explizit für den Gebrauch neuer Technologien oder Produkte einsetzen.

3. Staatliche Marktanreize

Programme im Rahmen neuer staatlicher Marktanreize können auch Informationsinstrumente oder die Bereitstellung von Informationen umfassen. Kern sollten jedoch direkte Förderprogramme, wie etwa ein 100-Solarkollektorfelder-Programm sein. Leuchtturm- und Pilotprojekte sollten ebenso Teil dieser Anreize sein. Um auch etablierte Anbieter/innen für einen Markteinstieg zu gewinnen, sind Anstrengungen zu tätigen.

4. Kooperative Marktentwicklung

Zu den wichtigsten Formen kooperativer Marktentwicklung für Nachhaltigkeitsinnovationen zählen:

- Kooperatives Roadmapping: Hier bewerten Wirtschaft, Staat und Wissenschaft gemeinsam Chancen und Risiken eines neuen Pfades und erarbeiten konkrete Maßnahmen und Meilensteine für die Erschließung „grüner" Zukunftsmärkte.
- Leitbildentwicklung und nationale Masterpläne: Hier ist es besonders wichtig, klare Leitbilder und langfristige konkrete Zielsetzungen (wie z.B. Energieunabhängigkeit, 30% CO_2-Reduktion etc.) zu verfolgen und diese auch zu kommunizieren.
- Nachhaltigkeitsmonitoring: Ein beobachtendes und evaluierendes Monitoring stellt eine sinnvolle Ergänzung zu diversen Diffusionsaktivitäten dar. Durch ein Monitoring können Herausforderungen, unerwartete Änderungen, falsche Entscheidungen oder fehlende Technologien erkannt werden und durch Gegensteuern kann aktiv auf Entwicklungen reagiert werden.

5. Nachfrageorientierte Instrumente und öffentliche Beschaffung

Damit durch gezielte Maßnahmen staatlicher, marktlicher oder gesellschaftlicher Akteur/innen eine kritische Masse erreicht wird und damit selbstverstärkende Effekte im Diffusionsverlauf produziert werden können, werden verschiedene nachfrageorientierte Instrumente eingesetzt. Zu den drei wichtigsten zählen:

- Öffentliche Großverbraucher als „grüne" Leitkunden: Bund, Länder und Gemeinden stellen mit ihren Beschaffungen eine große Marktnachfrage dar und haben so erheblichen Einfluss auf die Marktentwicklung. Insbesondere öffentliche Großverbraucher und öffentliche Einrichtungen mit hoher Sichtbarkeit, wie etwa Schulen können eine

Signalwirkung für „grüne“ Produkte und Dienstleistungen auslösen. Auf kooperative Beschaffung und innovationsfördernde öffentliche Beschaffung im Speziellen wird im Anschluss noch etwas genauer eingegangen.

- Vereinfachung und Glaubwürdigkeit von Label-Systemen: Um die positiven Effekte von Labels zu nützen, sollte deren Zahl nicht zu hoch sein. Diese Labels sollten dafür aber umso verständlicher, transparenter und glaubwürdiger gemacht werden und die Information über diese entsprechend aufbereitet und verbreitet werden.
- Unterstützung sozialer Innovationen für einen nachhaltigen Konsum: Um tatsächliche Umweltentlastungen zu generieren reicht es oft nicht aus, „grüne“ Produkte und Dienstleistungen in den Markt einzuführen. Oftmals verlangen diese auch ein verändertes Verhalten oder neue Organisationsformen. Beispiele dafür sind etwa Gemeinschaftsnutzungen (Carsharing, Fahrradleihsysteme etc.), Weitergabe oder Handel mit Gebrauchtgegenständen oder neue Formen der Eigenversorgung (Urban Gardening).

Kooperative Beschaffung kann als ein energie- und umweltpolitisches Instrument im Sinne einer kombinierten Demand-Pull- und Technology-Push-Strategie betrachtet werden. Zweck dieses Instruments ist es, zum einen als Leitmarkt für innovative, umweltgerechtere Lösungen zu fungieren (bzw. u.U. erst diese entsprechenden Lösungen zu initiieren) und zum anderen den Marktanteil energieeffizienter Geräte und Anlagen zu erhöhen, indem man die Kaufkraft bündelt und sie so als Triebfeder zur Markttransformation nutzt. Im gleichen Schritt werden Hersteller bei der Produktinnovation von noch sparsameren bzw. effizienteren Geräten und Anlagen unterstützt. Ziel ist es, dass der kooperative Beschaffungsprozess zur Markteinführung und Marktdurchdringung von innovativen, hocheffizienten Techniken beiträgt und deren Verbreitung bei den Energieanwendungen im jeweiligen Verbrauchsbereich beschleunigt wird. In Österreich gibt es seit dem Jahr 2012 ein Leitkonzept für innovationsfördernde Öffentliche Beschaffung (IÖB) in Österreich (vgl. BMVIT und BMWFJ, 2012). In dieser Studie wurde eine Reihe von Herausforderungen identifiziert und ein Katalog von zu ergreifenden Maßnahmen erarbeitet. Die wichtigsten Punkte werden im Folgenden kurz näher beschrieben (vgl. BMVIT und BMWFJ, 2012:8f):

- **Politik und Strategie:** Es bedarf eines breiten Bekenntnisses zur IÖB auf verschiedenen politischen Ebenen. Das Konzept der IÖB muss Eingang in allen neuen Strategieplänen finden und darüber hinaus sollten organisationsbezogene Beschaffungspläne mit Innovationsfokus erstellt werden.
- **Informationsaustausch:** Um die Kooperation zwischen der Anbieter- und der Nachfragerseite zu verbessern, ist es notwendig, dass die Bedarfsträger die Unternehmen darüber informieren, welche Lösungen sie in naher Zukunft benötigen werden. Im gleichen Schritt ist es aber ebenso notwendig, dass die Unternehmen darüber informieren, welche innovativen Produkte oder Dienstleistungen sie entwickelt haben und welchen Mehrwert diese haben könnten.

- **IÖB-Servicestelle und IÖB-Kompetenzstellen:** Diese Einrichtungen sollen die Organisation und Qualität der IÖB verbessern. Dies soll durch einen systematischen Informationsaustausch, die Bereitstellung von Hilfsinstrumenten für innovative Beschaffung sowie das Anbieten von Weiterbildungsangeboten erreicht werden.
- **Pilotprojekte:** Vorwettbewerbliche Beschaffung oder Pilotprojekte sollen aktiv gefördert und die dabei gewonnenen Erfahrungen systematisch ausgetauscht werden.

Mowery et. al (2010) betonen die Wichtigkeit von staatlicher, langfristiger Unterstützung für umwelt- und klimaschonende Technologien um gewissen Innovationen zur Marktreife und schließlich zur Marktdurchdringung zu verhelfen. Die Notwendigkeit für den Eingriff ergibt sich – wie bereits betont wurde – aus der Tatsache, dass bei manchen Technologien die soziale Wohlfahrt groß, die privaten Gewinne jedoch verhältnismäßig gering sind (insbesondere zu Beginn des Diffusionsprozesses). Dies bedeutet, dass ohne staatlichen Eingriff zu wenig in solche Technologien investiert werden würde. Zusätzlich können die sozialen Gewinne aus der F&E Tätigkeit erhöht werden, wenn noch mehr Augenmerk auf die Dissemination gelegt werden würde.

6. Exnovations- und Exitförderung

Bei gesellschaftlichen Transformationsprozessen spielt neben der Innovation, Variation und Diffusion auch die Exnovation (d.h. der Austritt aus einer bestimmten Technologie) eine wichtige Rolle. Die (zu) langsame Aufgabe oder Einstellung bisheriger Technologien, Produkte oder Praktiken verzögert und blockiert oftmals „grüne“ Lösungen. Um den Ausgang der Transformationspolitiken besonders erfolgreich zu gestalten, ist es entscheidend, Exitstrategien nicht nur für einzelne Technologien oder Stoffe, sondern auch für einzelne Sektoren zu entwickeln.

- **Abbau umweltschädlicher Subventionen:** Noch immer existieren viele staatliche Subventionen für umweltschädliche Technologien (Mehrwertsteuerbefreiung im Luftverkehr, Energie- und Stromsteuervergünstigungen, massive Agrarsubventionen konventioneller Landwirtschaft). Diese sollten schrittweise abgebaut werden und so Platz für „grünere“ Alternativen schaffen.
- **Stoff-, Technologie- oder Produktverbote:** Schon lange stellen Verbote einen wichtigen Teil staatlicher Ordnungspolitik dar. Diese Art der schöpferischen Zerstörung von Schumpeter zeichnet sich eben dadurch aus, dass das Verbot nicht nur negative Auswirkungen hat, sondern dadurch die Kreativität für innovative „grüne“ Lösungen stimuliert wird. Dennoch sollten sektorale und regionale Strategien für die Abfederung der negativen sozialen Folgen dieses Strukturwandels Teil der Exitstrategie sein.
- **Zusammenspiel von Innovation und Exnovation:** Neue innovative Angebote sollten in Zukunft vermehrt genutzt werden. Wie das Beispiel Carsharing zeigt, kann eine neuartige Form der Innovation, wie die Gemeinschaftsnutzung mit der (sozialen) Exnovation (Verzicht auf ein eigenes Fahrzeug) kombiniert werden.

4 Fallstudien für slow und fast diffusions

Um ein besseres Verständnis realer Diffusionsfälle zu bekommen, werden im Folgenden die Entwicklungen von vier Innovationen näher beschrieben. Die Darstellung der unterschiedlichen diffusionstheoretischen Ansätze hat gezeigt, dass die Verbreitung neuer (umweltschonender) Technologien einen komplexen Prozess darstellt, dessen Form und Geschwindigkeit von einer Vielzahl von Faktoren abhängig ist. Unterschiedliche Formen des Marktversagens können somit dazu führen, dass sich eine innovative/umweltschonende Technologie nicht oder nur sehr langsam gegenüber traditionellen Technologien durchsetzen kann. Um dieser Vielschichtigkeit gerecht zu werden, sollen im Folgenden die jeweiligen Rahmenbedingungen sowie die den Diffusionsprozess beeinflussenden Faktoren an Hand von vier Fallbeispielen diskutiert werden, wobei die diffusionstheoretischen Ansätze den konzeptionellen Hintergrund für die Bearbeitung dieser Fallstudien lieferten.

4.1 Slow Diffusion

4.1.1 Elektroauto

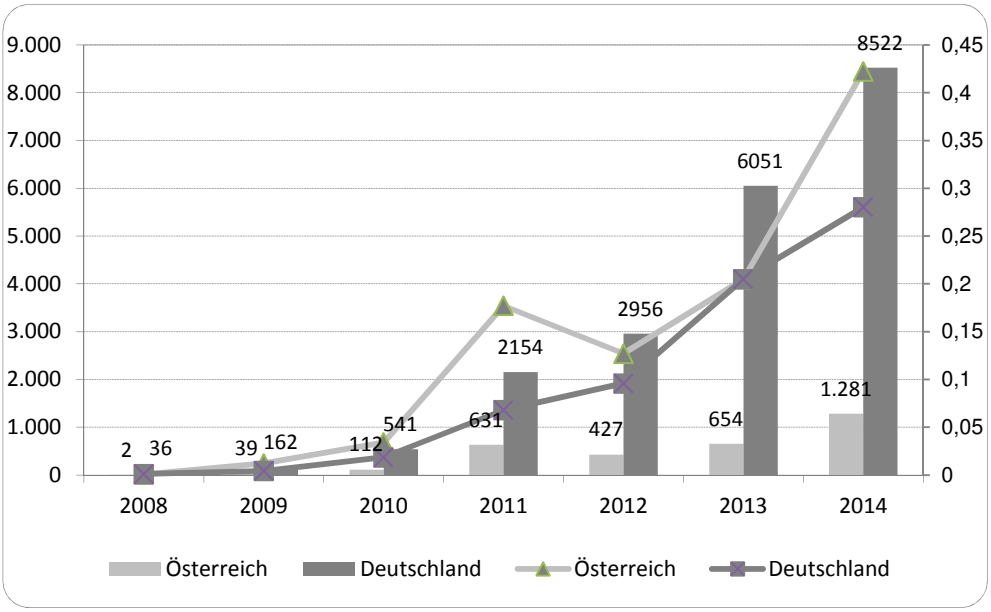
Elektroautos[20] werden seit Ende des 19. Jahrhunderts produziert, jedoch spielte nach der Erfindung des elektrischen Anlassers für Verbrennungsmotoren ihre Herstellung zahlenmäßig kaum eine Rolle. Früher kamen in Elektroautos im Verhältnis zu ihrer Größe ineffiziente Blei-Akkus zur Anwendung. Erst im Jahr 2009 wurden erstmals Lithium-Ionen-Akkus in einem serienmäßig hergestellten Auto verbaut. Trotz der Tatsache, dass sich Elektrofahrzeuge inzwischen dem Prinzip der Rückgewinnung kinetischer Energie durch das Bremsen bedienen, müssen auch die meisten modernen Lithium-Ionen-Akkus nach 140-200 km geladen werden (vgl. ÖAMTC, 2015:28f). Die Reichweiten können aufgrund der Außentemperatur stark variieren. In kalten Monaten ist je nach Modell mit Einbußen der Akkuleistung zwischen 20 % und 50 % zu rechnen. Ein normaler Ladevorgang kann je nach Modell einige Stunden in Anspruch nehmen. Heute gängige Modelle verfügen jedoch meist über die Möglichkeit der Schnellladung. Auf Schnellladestationen können die Akkus in ca. 30 Minuten zu 80 % aufgeladen werden. Das Unternehmen Tesla hat angekündigt innerhalb weniger Jahre den Ladevorgang seiner Autos von derzeit 30 Minuten auf etwa 5 bis 10 Minuten zu reduzieren (vgl. Tesla, 2015, online, Daily Green, 2013, online). In Österreich, Deutschland, der Schweiz und vielen anderen Ländern wird bereits ein Stromtankstellennetz errichtet, welches Voraussetzung für eine breitere Anwendung der Elektromobilität ist.

Die Verkaufszahlen von Elektroautos sind in den letzten Jahren relativ stark angewachsen, dies jedoch ausgehend von einem äußerst niedrigen Niveau. Im Vergleich zu den Gesamtverkäufen ist die Zahl noch verschwindend gering. Wie Abbildung 30 zeigt, bewegen sich die prozentuellen Anteile an den Neuwagenkäufen unter 1 %. Und obwohl sich die Verkaufszah-

[20] Hier werden nur rein elektrisch betriebene, nicht hybridelektrische Fahrzeuge analysiert.

len in Österreich im Jahr 2014 beinahe verdoppelt haben, kann man bei knapp 1.300 Neuzulassungen dennoch nicht von einem Verkaufserfolg sprechen.

Abbildung 30: Absatzzahlen und Prozentanteile an Neuzulassungen von Elektroautos in Österreich und Deutschland



Quelle: Statistik Austria (2014); Statista (2014); eigene Berechnung und Darstellung IHS Wien

Zu den größten hemmenden Faktoren zählen die relativ geringen Reichweiten, die hohen Anschaffungskosten und die noch oftmals vorherrschenden Vorurteile bzw. Unsicherheiten der Konsument/innen gegenüber Elektroantrieben. Obwohl etwa die Reichweite keine große Rolle spielen sollte, da statistisch gesehen 97 % aller Fahrten unter 150 km liegen, stellt diese fehlende Flexibilität aktueller Elektrofahrzeuge ein großes Hemmnis dar. Elektrofahrzeuge der Oberklasse, wie zum Beispiel das Tesla Model S, erreichen Reichweiten von bis zu 502 km (vgl. Autobild, 2014).

Die großen Automobilhersteller forschen seit Jahrzehnten an der Entwicklung von Elektromobilen, dennoch sind bisher nur wenige Autos serienreif. Die Vermarktung geschieht, bis auf wenige Ausnahmen, noch sehr verhalten. Die Pioniere der Elektromobilität spielen heute fast keine Rolle mehr. Heute treten Gemeindeverwaltungen oder Firmen als Pionierkunden auf. Der politische Push & Pull ist relativ groß und die Bandbreite öffentlicher Förderungen sehr weit.[21] Es gibt staatlich geförderte Modellregionen, unterstützte Leitmarktpolitiken von Verbänden, vielfältige direkte Förderungen und Infrastrukturinvestitionen. Trotz dieser Förderungen besteht für den/die Konsument/in nur ein geringer Kaufanreiz, da der Anschaffungspreis (noch) relativ hoch ist, und durch die deutlich reduzierte Reichweite nicht alle Standardfunktionen eines Privatwagens erfüllt werden. Verbraucher/innen müssen sich daher auf kür-

[21] Beispielsweise haben in Norwegen Elektrofahrzeuge die Erlaubnis, städtische Busspuren zu benutzen. Zudem existieren hier umfangreiche steuerliche Förderungen.

zere Reichweiten, häufige Wechsel des Akkus, teilweise lange Ladezeiten, funktionseinschränkende Heizung im Winter und ein noch immer dünnes Tankstellennetz einstellen. Bedingt durch den hohen Anschaffungspreis, ist die Wirtschaftlichkeit bis jetzt auch nur begrenzt. Ein weiterer hemmender Faktor stellt die parallele Entwicklung und Vermarktung anderer Technologien, wie etwa die der Brennstoffzelle oder des Erdgasantriebs dar. Dies hat zur Folge, dass ein Teil der Bevölkerung mit Abwarten reagiert und zu konventionellen Antriebssystemen neigt, da für sie nicht klar ist, welche Technologie sich schlussendlich durchsetzen wird. Diese Unsicherheit wird jedoch mit zunehmender Diffusion abnehmen und mit fortschreitendem Diffusionsverlauf können auch Käuferschichten aus der frühen und späten Mehrheit überzeugt werden.

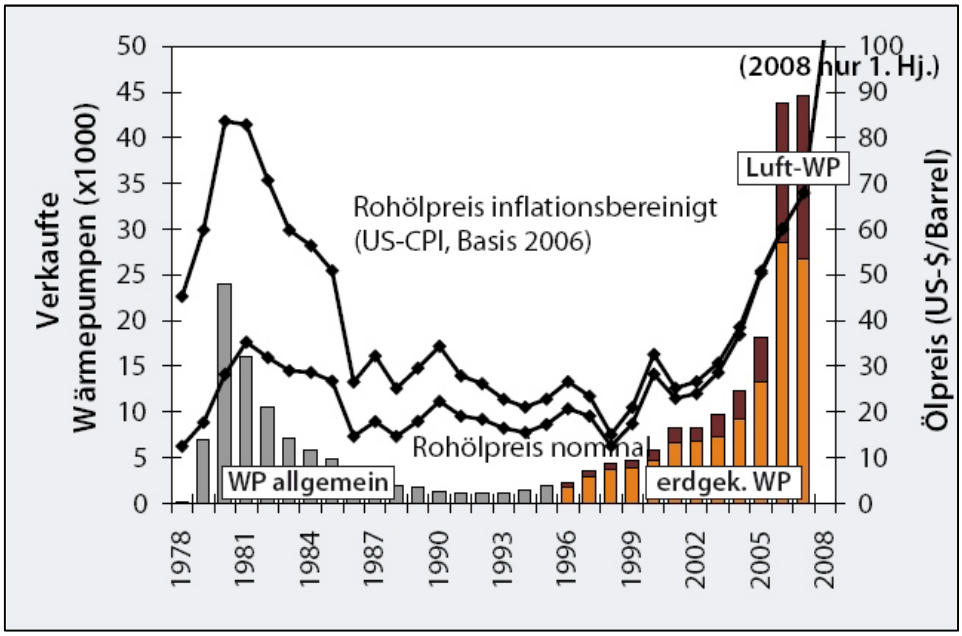
Das Elektroauto zählt zu den „Grundlageninnovationen mit hohem Verhaltensänderungsbedarf“ und aufgrund negativer Netzwerkeffekte (fehlende Netzinfrastrukturen führen zu geringer Diffusion, welche wiederum für wenig Anreiz für Netzwerkinvestitionen sorgt usw.) ergibt sich die Notwendigkeit öffentlicher Eingriffe (Regulierung, Förderung etc.). Es weist vieles darauf hin, dass es eine systemrelevante Komponente am Weg zur nachhaltigen Mobilität ist, obwohl ein positiver Umwelteffekt nur gegeben ist, wenn der für den Elektroantrieb genutzte Strom aus erneuerbaren Quellen stammt. Deswegen erfährt die Elektromobilität auch schon staatliche Unterstützung. Um jedoch die noch bestehenden Schwächen wirklich auszuräumen, müsste es ein ernsthaftes Engagement der etablierten Anbieter geben und die Politik müsste sich, wie schon erfolgreich in einigen Ländern vorgezeigt, zu noch wirksameren Maßnahmen im Steuer- und Ordnungsrecht durchringen. Ohne ein koordiniertes Vorgehen wird es jedoch noch viele Jahre oder Jahrzehnte dauern, bis sich die Elektromobilität wirklich durchsetzt und fossil-betriebene Antriebsarten verdrängt.

4.1.2 Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe ist eine Maschine, welche unter Aufwendung von technischer Arbeit thermische Energie aufnimmt und überträgt. Dies geschieht, indem sie Energie aus einem Reservoir mit niedriger Temperatur wie etwa aus der Luft oder dem Boden aufnimmt, und, zusammen mit der Antriebsenergie, als Nutzwärme auf ein zu beheizendes System mit höherer Temperatur (z.B. Raumheizung) überträgt. Im Prinzip stellt der Prozess eine Umkehrung des Wärme-Kraft-Prozesses dar und kann als geschlossener Kreislaufprozess beschrieben werden (vgl. Wiesmeier 2014, online). Wärmepumpen werden etwa seit den späten 1970er Jahren angeboten. Anfang der 1980er Jahre erlebten sie aufgrund des stark steigenden Ölpreises einen ersten Boom, welcher sich aber – ausgelöst durch den Rückgang des realen Erdölpreises – schnell umkehrte. Dieser Marktzusammenbruch ist vor allem auf unzureichende Qualität der frühen Entwicklung und mangelnde Erfahrung mit deren optimalen Einsatz (z.B. einschlägig geschulte Heizungstechniker/innen bzw. Installateur/innen) zurückzuführen. Einige Länder und die Europäische Union haben aus diesem Fehler gelernt und daher versucht, verschiedene Ansätze zur Fortbildung des Personals und Zertifizierung

der Wärmepumpen in Europa voranzutreiben. In Österreich wurde so im Jahr 1998 das europaweit anerkannte EHPA Gütesiegel eingerichtet, welches die Qualität von Wärmepumpen sicherstellt (vgl. Wärmepumpe Austria, 2014, online). Seit dem Jahr 2004 werden, nicht zuletzt durch die gestiegene Qualität, wieder sehr große Zahlen von Wärmepumpen abgesetzt. Inzwischen haben sie beim Neubau von Wohnhäusern in Deutschland einen Marktanteil von ca. 25 % erreicht. In Abbildung 31 sind die Verkaufszahlen der Wärmepumpen in Deutschland und der Rohölpreis über die Zeit abgebildet.

Abbildung 31: Entwicklung der Absatzzahlen von Wärmepumpen in Deutschland im Vergleich zur Rohölpreisentwicklung



Quelle: Geothermie Nachrichten (2010, online)

Die Entwicklung der Wärmepumpe hat gezeigt, dass neben Richtlinien, Normen und Gesetzen in diesem Fall vor allem gut ausgebildetes Personal auf allen Ebenen nötig ist. Der stark schwankende Ölpreis hat, wie Abbildung 31 zeigt, ebenso die Nachfrage stimuliert.

Die unzureichende Qualität und sich negativ entwickelnde externe Faktoren (Ölpreis) haben jedoch jahrzehntelang den Diffusionsprozess gebremst. Dies zeigt, dass in manchen Fällen sehr wenige Faktoren über den Erfolg entscheiden können. Die schwankenden Absatzzahlen demonstrieren eindrucksvoll die Dynamik von Diffusionsprozessen. Die Diffusion der Wärmepumpen ist primär marktgetrieben, da es bis heute keine großen staatlichen Förderungen gegeben hat. Die Pioniere der Thermotechnik waren auf der Anbieterseite von großer Bedeutung: Sie haben die in den 1980er Jahren auftretenden Qualitätsprobleme gelöst. Also konnte erst durch ein engagiertes Auftreten der Entwickler und die zusätzliche Unterstützung auf institutioneller Ebene dem Diffusionsprozess neue Dynamik verliehen werden. Die zuletzt stattgefundene Erschließung des Massenmarktes und die Entwicklung zu einer dominanten

Technologie der Heizung von modernen Wohnhäusern hätte ohne den Einstieg etablierter Thermotechnikunternehmen jedoch um einiges länger gebraucht.

4.2 Fast Diffusion

4.2.1 Hocheffiziente unterbrechungsfreie Stromversorgung

Eine unterbrechungsfreie bzw. unabhängige Stromversorgung (USV) wird dazu eingesetzt, Störungen im Stromnetz und Spannungsschwankungen entgegenzuwirken. Die USV verhindert also die Beschädigung oder den Verlust von Daten. In der Regel wird dafür eine sogenannte 3-Phasen-USV mit Blei-Batterien verwendet. Der Wechselstrom des Netzes wird dabei nach Umwandlung in Gleichstrom in die Akkumulatoren geführt. Dieser Schritt macht die Rückwandlung in Wechselstrom erforderlich. Der nun verfügbare Wechselstrom versorgt die Netzteile der IT-Hardware. Bei diesem Umwandlungsprozess entstehen Energieverluste. Als USV sind nur solche Geräte zu verstehen, deren Eigenenergieverbrauch fünf Prozent nicht übersteigt. Eine hocheffiziente USV muss also einen Wirkungsgrad von mindestens 95 % haben.

Die Markteinführung solcher hocheffizienter USV für Rechenzentren fand im Jahr 2002 durch das Unternehmen Newave Energy statt. Bereits im Jahr 2011 wurden weniger effiziente USV kaum noch produziert. Dies bedeutet, dass innerhalb von knapp zehn Jahren die USV den Markt weitgehend erobert hat und Marktanteile weit über 50 % hält.

Für diesen äußerst schnellen Diffusionsprozess gibt es verschiedene Erklärungen. USV zählen zum Diffusionstyp „Effizienzsteigernde Investitionsgüter etablierter Anbieter“. Da Newave Energy und APC die beiden Marktführer in diesem Bereich und gleichzeitig auch die Innovatoren selbst waren, wurden die USV sofort eingeführt, da sie die entsprechenden innovationsbedingten „Monopolrenten“ auch selbst aneignen konnten. Die unterbrechungsfreie Stromversorgung erfuhr niemals politische Unterstützung oder Förderung, auch „grüne“ Pioniere spielten keine Rolle. Die Innovation bedurfte keinerlei Verhaltensänderung, war nicht komplex und auch nicht mit irgendwelchen Unsicherheiten verbunden. Die erhöhte Effizienz und Wirtschaftlichkeit bei nicht nennenswert höheren Kosten führte so zu einer schnellen und breiten Diffusion (vgl. Fichter und Clausen, 2013).

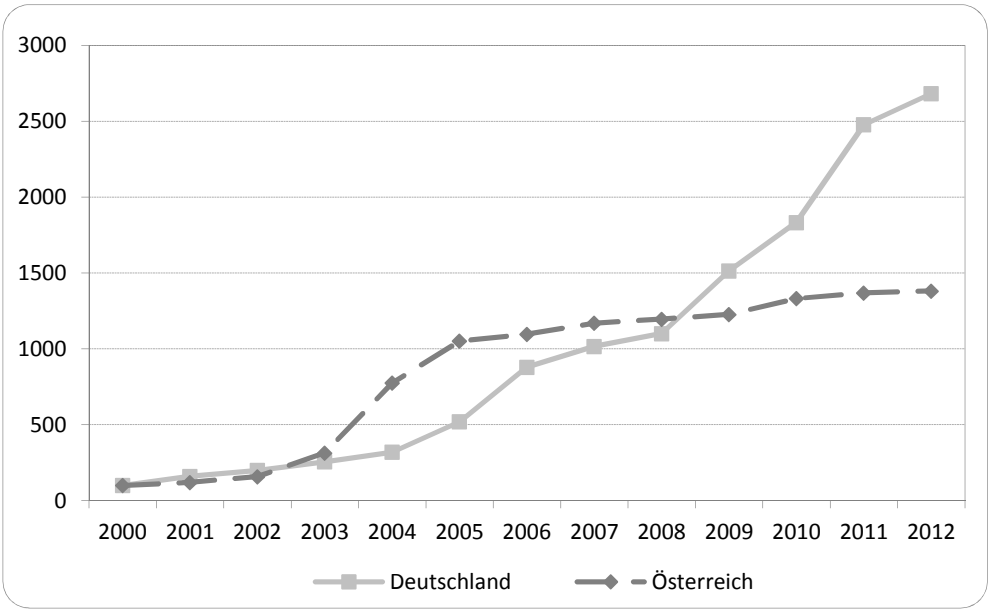
Die USV ist ein typisches Beispiel für den Innovationspfad „Effizienzsteigernder Investitionsgüter etablierter Anbieter“. Die Gründe für den so schnell, erfolgreich und ohne nennenswerte Schlüsselereignisse ablaufenden Diffusionsprozess sind einerseits in der Marktmacht der Marktführer und andererseits in der Wirtschaftlichkeit der Innovation begründet.

4.2.2 Biogasanlagen

Eine Biogasanlage vergärt Biomasse und erzeugt so Biogas. Dieses Gas wird in den meisten Biogasanlagen dann vor Ort in einem Blockheizkraftwerk zur Strom- und Wärmeerzeugung genutzt. Seit mehr als einhundert Jahren gibt es die zugrundeliegende Technologie. In den 30er Jahren wurden ganze Fuhrparks deutscher Städte auf Biogas umgestellt. In den späten 30er und in den 50er Jahren wurde Biogas erstmals nicht aus Abwasser gewonnen. Durch die fallenden Erdölpreise wurden jedoch diese Versuche wieder weitgehend eingestellt. Erst im Jahr 1973 wurde die Biogastechnik, bedingt durch die Energiekrise, wieder aktuell. Die Preisentwicklung bei fossilen Energieträgern (real teilweise wieder fallende Erdölpreise) bremste dann erneut die weitere Entwicklung. In Ländern wie Indien, Botswana oder China werden Biogasanlagen hauptsächlich für Koch- und Heizzwecke genutzt. Durch ihre dezentrale Nutzung und die vielen Kleinanlagen verbessern sie die Lebensqualität der Menschen und stellen einen wichtigen Faktor gegen die Abholzung dar (da sie eine Alternative zur weit verbreiteten Nutzung von Holz als Energiequelle darstellen). Seit zehn Jahren rücken Biogasanlagen jedoch auch wieder in das Bewusstsein der europäischen Bevölkerung. Gerade in Ländern mit viel Viehwirtschaft entstehen bedeutende Mengen an Gülle. Dieses Edukt stellt aus zweierlei Gründen ein Problem dar: Erstens kommt es in Gegenden mit hohem Viehbestand regelmäßig zu Überdüngung. Zweitens werden durch dessen Nichtbehandlung große Mengen des potenten Klimagases Methan freigesetzt (vgl. Schmidt und Madlener, 2008; Markard et. al, 2009). Daher stellen landwirtschaftliche Biogasanlagen gerade in solchen Ländern eine attraktive und nachhaltige Energieerzeugungsform dar.

In Deutschland und Österreich haben, wie Abbildung 32 verdeutlicht, Biogasanlagen im Zeitraum zwischen 2000 und 2012 einen raschen Diffusionsprozess durchlaufen. In Österreich konnte etwa durch attraktive Einspeisetarife und die Förderung des Anbaus von Energiepflanzen die Stromerzeugung aus Biogas in den Jahren 2002 bis 2004 verfünffacht werden (vgl. Schmidt, 2007). Allerdings hat sich seitdem das Wachstum in Österreich – im Gegensatz zu Deutschland – wieder merklich verflacht.

Abbildung 32: Installierte Leistung der Biogasanlagen in Österreich und Deutschland (Index 2000=100) in den Jahren 2000 bis 2012



Quelle: Statista (2013:online), Fachverband Biogas (2014); eigene Berechnung und Darstellung IHS Wien

Als treibende Faktoren des Diffusionsprozesses können die garantierten Einspeisetarife für Strom, einflussreiche Interessensgruppierungen und die Vernetzung der Akteur/innen mit den entsprechenden Synergieeffekten identifiziert werden. Im Gegenzug zeigen sich aber auch einige Hemmnisse wie langwierige Bewilligungsverfahren für landwirtschaftliche Anlagen und schwer durchdringbare Strukturen im Abfallsektor für Bioabfallanlagen. Die Entwicklung der Preise für Erdöl sowie für Strom spielt ebenfalls eine entscheidende Rolle.

Biogasanlagen sind eine Innovation, die sich nach einer 20-jährigen Vorlaufphase seit dem Jahr 2000 getrieben durch das EEG (in Deutschland) und unterstützt von der landwirtschaftlichen Interessensvertretung sehr erfolgreich verbreitet. Heute stößt die nationale Verbreitung der Technologie an Grenzen, die durch Flächenkonkurrenz und die „Vermaisung“ der Landwirtschaft deutlich werden. National wie international wird es darauf ankommen, Biogasanlagen besser in nachhaltige Stoffströme zu integrieren und nicht mehr mit Energiesparpflanzen, sondern mit pflanzlichen Reststoffen zu füttern.

Diese hier diskutierten Beispiele zeigen auf, dass neben den produktspezifischen Faktoren auch noch weitere Ursachen für *slow* und *fast diffusions* genannt, wie sie auch in der einschlägigen Literatur immer wieder angeführt werden. Als Einflussfaktoren für eine slow diffusion seien genannt:

- Hoher Verhaltensänderungsbedarf
- Lock-In Effekte
- Kulturelle, technische, wirtschaftliche und organisatorische Pfadabhängigkeiten
- Hohe Komplexität

- Geringe Kompatibilität
- Fehlende Zukunftsperspektive (Solarkollektorgespeiste Wärmenetze)
- Hohe Investitionskosten
- Langfristige Kapitalbindung
- Hohes Risiko bzw. hohe Unsicherheit

Als Gründe für eine fast diffusion seien genannt:

- Geringer Komplexitätsgrad der zugrunde liegenden Innovation
- Geringe Unsicherheit
- Frühe Beteiligung etablierter Anbieter
- Hohe Glaubwürdigkeit
- Einfachheit der Kommunikation
- Staatliche Förderung
- Hohe Wirtschaftlichkeit

Wie die vier Beispiele auch deutlich gezeigt haben, ist die Kombination der Produktcharakteristika und relevanten Rahmenbedingungen für den Diffusionsverlauf ausschlaggebend. Kann bzw. können bereits ein oder einige wenige Faktoren den Diffusionsprozess stoppen ist meist das Zusammenspiel vieler Faktoren für ein Überwinden dieser Barrieren und somit für einen erfolgreichen Diffusionsprozess notwendig. Lediglich Innovationen vom Pfadtyp „Effizienzsteigernde Investitionsgüter etablierter Anbieter“ können einen raschen Diffusionsprozess durchlaufen, ohne dabei auf die Hilfe externer Faktoren angewiesen zu sein. In diesem Fall reichen die Marktkräfte (Preissignale) aus, um Innovationsanreize zu setzen und den Diffusionsprozess in Gang zu setzen.

Hauptaufgabe der Politik ist es hingegen, bei jenen (umweltrelevanten) Innovationen bei denen spezifische Barrieren zu Marktversagen führen, entsprechende Maßnahmen bzw. Eingriffe zu tätigen. In diesen Fällen gilt es nicht nur die ursprünglichen Innovationen zu fördern, sondern in Anschluss daran für diffusionsfreundliche Rahmenbedingungen (Regulierung, Förderungen, Abbau von Barrieren etc.) zu sorgen.

5 Ausgewählte Produkte aus den Innovationsfeldern

Energieinnovationen können einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung von Klima- und Energiezielen wie der Reduktion des Endenergieverbrauchs oder der Verringerung des Treibhausgas-Ausstoßes. Diese Ziele sind in dem im Jahr 2008 implementierten Klima- und Energiepaket der Europäischen Union (EU) verankert. So zielt das Paket u.a. darauf ab, den Endenergieverbrauch bis zum Jahr 2020 um 20 % zu reduzieren (vgl. EC, 2008:8). Den rechtlichen Rahmen zur Erreichung dieses Ziels bildet die im Jahr 2012 erlassene Energieeffizienzrichtlinie, die eine gemeinsame Grundlage für Maßnahmen zur Förderung von Energieeffizienz sicherstellt und darauf abzielt weitere Effizienzverbesserungen für die Zeit nach 2020 vorzubereiten (vgl. EPR, 2012:10).

Wie bereits in der Einleitung (vgl. Abschnitt 1) erläutert, fokussiert die Untersuchung auf die technologischen Innovationsfelder Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe, energieeffiziente Gebäude, Stromnetze, Solarthermie und chemische Speicher. Aus jedem dieser Technologiefelder wurde – auf Basis umfassender Recherchen und in Abstimmung mit dem Klima- und Energiefonds – ein innovatives Produkt für die folgenden Analysen ausgewählt. Die Produktauswahl stellt dabei die Basis für die empirischen Erhebungen, sprich die Haushalts- und Unternehmensbefragung dar. Ein detaillierter Überblick zu den ausgewählten Produkten findet sich in Tabelle 7. Die Produktauswahl erfolgte vor dem Hintergrund der empirischen Umsetzbarkeit. Voraussetzung war daher eine möglichst breite Spezifizierung der ausgewählten Produkte sowie die bereits längere Verfügbarkeit am Markt, damit sich die Zielgruppen der empirischen Erhebung (Haushalte und Unternehmen) etwas unter den energieinnovativen Produkten vorstellen können.

Die im Folgenden beschriebenen Produkte ermöglichen eine Reduktion des Endenergieverbrauchs und können auch zur Erreichung von Energie- und Klimazielen einen Beitrag leisten. Die Passivhausbauweise (1), die Verwendung von Smart Meter (2), Solarthermie (3) sowie LEDs (4) haben direkten Einfluss auf den Energieverbrauch von Gebäuden. Das Elektrofahrrad (5), kann dazu beitragen den Treibhausgasausstoß des Mobilitätssektors zu senken.

Tabelle 7: Übersicht zur Produktauswahl aus den technologischen Innovationsfeldern

Produkt	*Innovations-feld*	*Innovationstyp*	*Markt-einführung*	*Betrachteter Adopter*	*Branchen-schwerpunkt*	*Staatliche Inter-vention*	*Umweltentlastung*
Passivhaus	Energie-effiziente Gebäude	Verbesserungs-innovation	~ 1996	• Hauptsächlich **B2C** • Fallweise auch **B2B**	Bau	EU-Richtlinie (2010/31/EU)	• CO_2 Reduktion • Steigerung der Energieeffizienz • Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen
Smart Metering	Stromnetze	Verbesserungs-innovation	~ 2006	• Hauptsächlich **B2C** • Fallweise auch **B2B** (Einsatz von Smart Meter mit Lastver-schiebung)	Energiewirt-schaft, Her-stellung von elektronischen Erzeugnissen	EU-Richtlinie (2009/72/EG)	• Steigerung der Energieeffizienz • Reduktion des Stromverbrauchs
Elektro-fahrrad	Chemische Speicher	Verbesserungs-innovation	~ 2001	• Hauptsächlich **B2C**	Herstellung von Sportgeräten (KTM, Fa. Schachner, Simplon)	Selektive Förde-rungen durch Bundesländer EU-Richtlinie 2002/24/ECStVO	• Reduktion von CO_2, Feinstaub, Stickoxiden, Lärm… • Reduktion nur gegeben, wenn eine mit einem fossil betriebe-nen Fahrzeug durchgeführte Fahrt ersetzt wird
Thermische Solaranlage	Solarther-mie	Basisinnovation	~ 1977	• Hauptsächlich **B2C** • Zunehmend auch **B2B**	Installateure Solartechnik-unternehmen	EU-Richtlinie (2009/28/EG) Einkommens-steuerabzug und Landes-förderungen	• CO_2 Reduktion • Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen
Beleuchtung (LED)	Energie-effizienz in Industrie und Gewer-be	Basisinnovation	~ 1962	• Hauptsächlich **B2B** • Zunehmend auch **B2C**	Herstellung von elektr. Lampen und Leuchten, Elektronikin-dustrie (Zumto-bel)	EU-Richtlinie (2009/125/EG)	• Steigerung der Energieeffizienz

Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

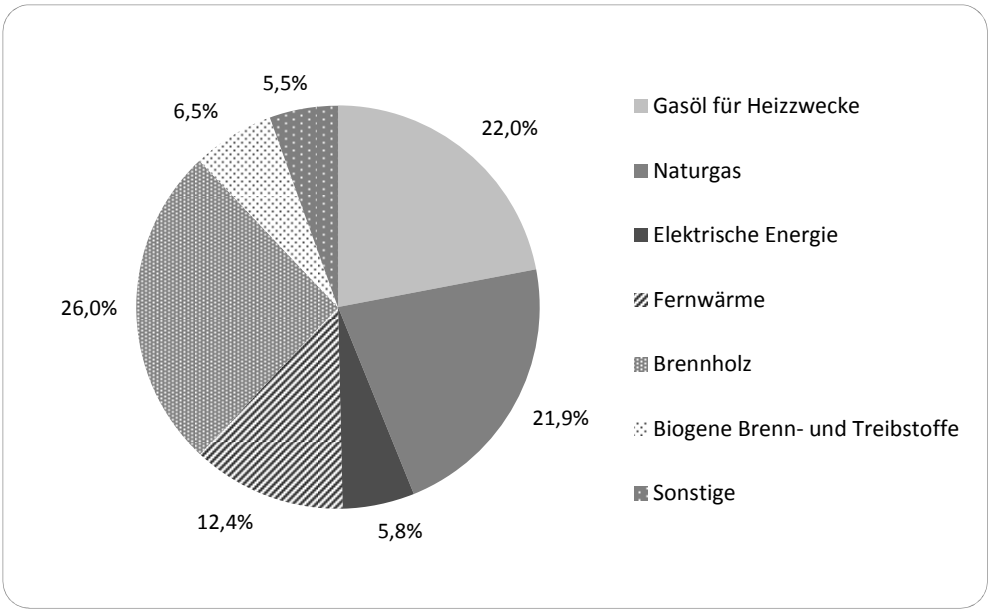
5.1 Der Gebäudebereich

Der Gebäudebereich spielt eine wichtige Rolle für die europäische Energieeffizienzpolitik, da rund 40 % des Endenergieverbrauchs in der EU und 36 % der Treibhausgasemissionen auf Gebäude (private Wohnhäuser, Büro- und Geschäftsbauten, öffentliche Gebäude) entfallen (vgl. EC, 2013:4). Um Effizienzverbesserungen auf Basis technischer, verhaltensbezogener und/oder wirtschaftlicher Änderungen zu erzielen, muss vor allem im Bereich Energieeffizienz angesetzt werden. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2010 eine EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erlassen. Bis zum Jahr 2020 sollen alle neuen Gebäude in Niedrigstenergiebauweise („Nearly Zero-Energy Buildings“) errichtet werden; für öffentliche Gebäude gilt eine Frist bis zum Jahr 2018. Darüber hinaus haben die Mitgliedstaaten nationale Pläne zur Erhöhung der Zahl der Niedrigstenergiegebäude zu erstellen sowie Strategien und Maßnahmen zu ergreifen, um beispielsweise Anreize für die Sanierung von Gebäuden in Form von Niedrigstenergiegebäuden zu schaffen (vgl. EPR, 2010:21).

Besonders bei den privaten Haushalten bestehen im Bereich Gebäudeeffizienz erhebliche Energieeinsparpotenziale. Rund ein Viertel des gesamten energetischen Endverbrauchs (EEV) in Österreich entfällt auf den privaten Haushaltssektor (vgl. Statistik Austria, 2013a). Hier wiederum wird der Großteil des EEV – fast drei Viertel (73,4 %) – für die Raumheizung bzw. Raumwärme aufgewendet. Seit dem Jahr 1993 hat sich dieser Anteil zwar – ausgehend von 76,0 % – leicht reduziert, ist mit rund drei Viertel aber immer noch erheblich.

Eine detaillierte Betrachtung des EEV im Bereich Raumwärme zeigt, dass dieser hauptsächlich auf fossilen Energieträgern basiert. So werden 22,0 % des EEV im Bereich Raumheizung durch Gasöl aufgebracht. Auch Naturgas spielt mit einem Anteil von 21,8 % eine wichtige Rolle, ebenso wie der Energieträger Brennholz, der rund ein Viertel des EEV für Raumwärme ausmacht (vgl. Abbildung 33).

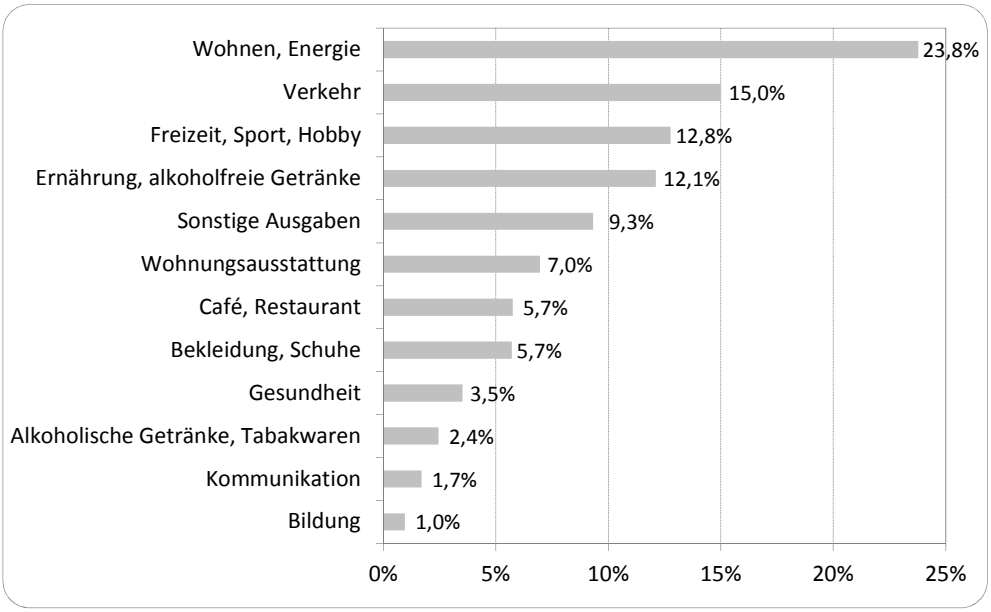
Abbildung 33: EEV der privaten Haushalte für Raumwärme nach Energieträgern, Österreich 2013



Quelle: Statistik Austria (2014j); eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Darüber hinaus entfällt ein wesentlicher Teil der monatlichen Verbrauchsausgaben privater Haushalte auf die Kategorie „Wohnen und Energie“. Wie Abbildung 34 zeigt, beträgt dieser Anteil fast ein Viertel (23,8 %). Auch der „Verkehr“ sowie „Freizeit, Sport und Hobby“ stellen wesentliche Ausgabenkategorien dar. Im Vergleich zur Konsumerhebung 2004/05 ist der Ausgabenanteil für Wohnen und Energie um 1,5 Prozentpunkte angestiegen, während die Bedeutung der anderen Ausgabenkategorien auf einem konstanten Niveau verblieben oder zurückgegangen ist.

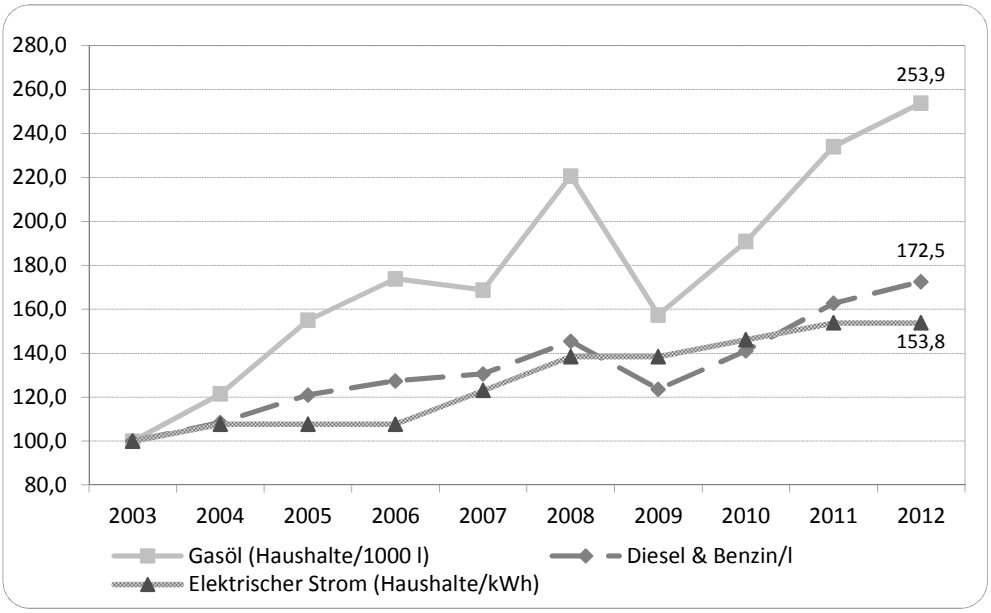
Abbildung 34: Monatliche Verbrauchsausgaben der privaten Haushalte, Österreich 2009/10



Quelle: Statistik Austria (2011); eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Durch den hohen Anteil des Bereichs Raumheizung/-wärme am energetischen Endverbrauch – insbesondere bei den privaten Haushalten – ergibt sich für den Sektor Bauen, Wohnen und Gebäudewirtschaft ein hohes Energieeinsparpotenzial. Zusammen mit dem steigenden Anteil der Ausgaben für „Wohnen und Energie“, wird auf privater und betrieblicher Ebene auch ein Anreiz zur Nutzung dieser Einsparpotenziale geschaffen. Ein weiterer Faktor, der Energieeffizienzverbesserungen begünstigt, sind trendhaft steigende Energiepreise, vornehmlich im Bereich der fossilen Energieträger. Dieses Argument gilt trotz der temporären Phasen mit Niedrigpreisen bei Erdöl und Gas. Wie aus Abbildung 35 ersichtlich, hat sich der Preis für den Energieträger Gasöl, der von privaten Haushalten sehr häufig für Heizzwecke verwendet wird, mehr als verdoppelt (+153,9 %). Auch die Treibstoffpreise für Diesel und Benzin sowie die Strompreise sind in den vergangenen zehn Jahren stark gestiegen (+72,5 % bzw. +53,8 %).

Abbildung 35: Entwicklung der Energiepreise (Index 2003=100), Österreich 2003-2012



Quelle: Statistik Austria (2008-2013); eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

5.2 Energieeffiziente Gebäude: Passivhaus

Steigende Energiekosten und Energiekrisen im Bereich der fossilen Energieträger, als auch der Treibhauseffekt und der damit verbundene Klimawandel haben zu einem Umdenken – mitunter auch im Bereich Bauen/Wohnen – zu einem Umdenken geführt und alternative Lösungsansätze hervorgebracht. Einen dieser Lösungsansätze stellt die Passivhaustechnologie dar. Die Forcierung von Neubauten in Passivhausbauweise reduziert die Abhängigkeit von Ölpreisen sowie den Energieverbrauch. Ein Passivhaus ist ein Gebäude, dessen Wärmebedarf zum überwiegenden Teil aus „passiven“ Quellen wie etwa Sonneneinstrahlung oder Abwärme von Personen bzw. Geräten gedeckt wird; somit ist kein konventionelles

Heizsystem mehr notwendig (vgl. hausbaumagazin.at, 2014, online). Es verbindet Wohnkomfort mit niedrigen Energiekosten und einem sorgsamen Umgang mit unserer Umwelt.

Der Heizwärmebedarf (HWB) eines Passivhauses darf höchstens 15 kWh/m²a betragen (berechnet nach dem Passivhaus Projektierungs-Paket). Im Vergleich dazu liegt der jährliche HWB pro m² für einen zeitgemäßen konventionellen Neubau bei 50-65 kWh; auch das Niedrigenergiehaus liegt mit einem HWB von 20-50 kWh/m²a deutlich über dem Wert des Passivhauses. Beim durchschnittlichen Gebäudebestand beträgt der HWB sogar 150-250 kWh/m²a (vgl. Tabelle 8; vgl. IGPassivhaus.at, 2014a, online).

Tabelle 8: Durchschnittlicher Heizwärmebedarf nach Bauweise

Bauweise	*Heizwärmebedarf*
Durchschnittlicher Bestand	150-250 kWh/m²a
Zeitgemäßer Neubau	50-65 kWh/m²a
Niedrigenergiehaus	20-50 kWh/m²a
Passivhaus	<15 kWh/m²a

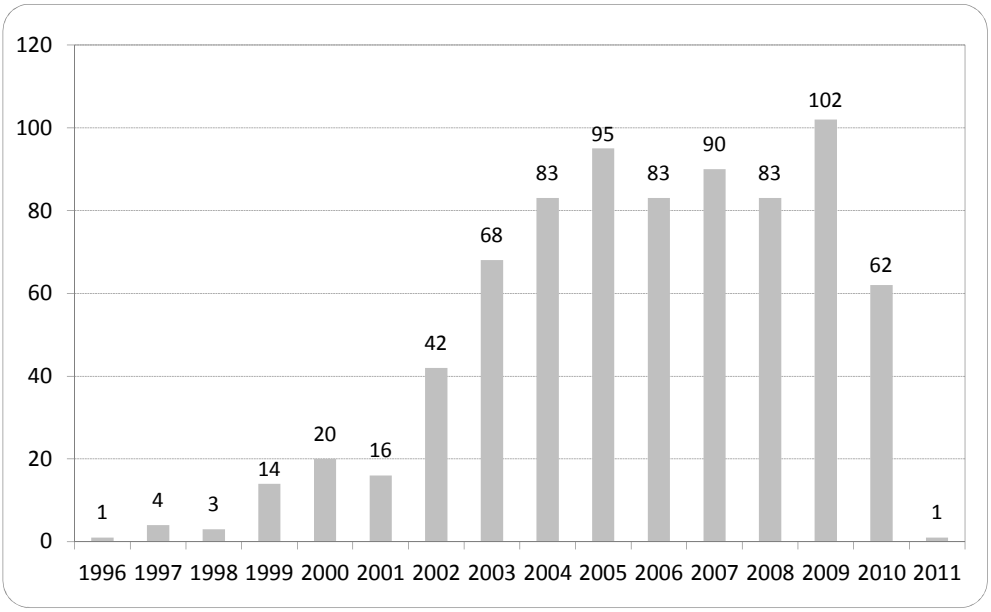
Quelle: energiesparhaus.at (2014a, online); eigene Darstellung IHS Kärnten

Passivhäuser benötigen somit 80 % bis 90 % weniger Heizenergie als konventionelle Neubauten nach den derzeitigen österreichischen Bauordnungen. Die Gebäudehülle ist wärmebrückenfrei sowie luft- und winddicht ausgeführt. Im Fokus steht dabei nicht das simple Kombinieren einzelner Komponenten (z.B. luftdichte Bauweise, Vollwärmeschutz-Fassade, dreifach verglaste Fenster) eines Passivhauses, sondern das Funktionieren des Gesamtkonzeptes (vgl. IGPassivhaus.at, 2014a, online). Zu den wesentlichen Vorteilen von Passivhäusern zählen die großen Einsparungen bei den Energiekosten und die Abkoppelung von der rasanten Energiepreisentwicklung. So können die Heizkosten bei einem Standardeinfamilienhaus mit 120 m² und Nutzung durch vier Personen mit rund € 2.000 pro Jahr beziffert werden; in einem vergleichbaren Passivhaus fallen hingegen nur € 180 bis € 260 pro Jahr an (vgl. IGPassivhaus.at, 2014b, online). Ein durchschnittliches Passivhaus kostet in der Errichtung etwa 8 % bis 17 % mehr als ein konventionelles Haus (vgl. Sonnenplatz 2006:6). Für den Betrieb von Solaranlagen und Wärmepumpen, die neben der Lüftungsanlage und der ausgezeichneten Wärmedämmung zu den wichtigsten Komponenten eines Passivhauses zählen, wird nur elektrische Energie benötigt, ein Umstand, der zu völliger Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen wie etwa Öl oder Gas führen kann (abhängig vom zugrundeliegenden Strommix). Die Frischluftversorgung erfolgt im Passivhaus durch die kontrollierte Wohnraumlüftung; d.h. die Luftzufuhr erfolgt unabhängig vom Öffnen der Fenster, wodurch Belastungen für die Bewohner/innen durch Lärm, Staub, Pollen und Schadstoffe minimiert werden. Im Zusammenhang mit der kontrollierten Wohnraumlüftung wird die Nichtregulierbarkeit der Temperatur in den unterschiedlichen Nutzungsbereichen des Passivhauses oft als Nachteil

gesehen.[22] Zudem bereitet das Fehlen von Heizkörpern in manchen Fällen ein gewisses Unbehagen und wird die Luft oft als zu trocken empfunden (vgl. hausbaumagazin.at, 2014, online). Trotz dieser (subjektiv unterschiedlich empfundenen) Nachteile, kann der Wohnkomfort im Passivhaus als sehr hoch eingestuft werden, ein Effekt, der sich monetär nur schwer ausdrücken lässt (vgl. IGPassivhaus.at, 2014b, online). In Bezug auf die Umweltauswirkungen trägt das Passivhaus auf Grund des reduzierten Treibhausgas-Ausstoßes aktiv zum Umweltschutz bei. Damit wird ein aktiver Beitrag zur Erzielung von Klimaschutz-Verpflichtungen geleistet. In Kombination mit der umsichtigen Baustoffauswahl zur Optimierung der Gesamtenergiebilanz eines Hauses steht das Passivhaus somit für Nachhaltigkeit (vgl. IGPassivhaus.at, 2014c, online).

Laut Passivhaus-Datenbank gibt es in Österreich bis dato (Jahr 2011) insgesamt rund 800 dokumentierte Objekte (vgl. IGPassivhaus.at, 2014b, online).[23] Da nicht alle Objekte in der Datenbank erfasst werden, liegt die „Dunkelziffer" der existierenden Passivhäuser deutlich höher; die IG Passivhaus (jetzt als *Innovative Gebäude* bezeichnet) schätzt die Anzahl der bestehenden Passivhäuser auf 6.200 mit einer Gesamtnutzfläche von rund 3,3 Mio. m² (vgl. IGPassivhaus.at, 2014b, online).

Abbildung 36: Dokumentierte Passivhaus-Objekte, Österreich 1996-2011



Quelle: PassiveHouseDatabase (2014, online); eigene Darstellung IHS Kärnten

[22] In modernen Passivhäusern kann die Temperatur in unterschiedlichen Nutzungsbereichen separat reguliert werden. Ferner reagiert das Lüftungssystem sofort auf ein Öffnen eines oder mehrerer Fenster und legt für den Zeitraum des Lüftens den Luftzirkulationsprozess still.
[23] Aufgrund zu hoher Kosten war es leider nicht möglich, aktuellere Daten aus Österreich und aus der Schweiz zu bekommen.

Bei der Errichtung eines Passivhauses, können je nachdem in welchem Bundesland es errichtet wird, verschiedene Förderungen beantragt werden. Die Wohnbauförderung in Österreich liegt nämlich im Kompetenzbereich der Bundesländer. Gab es zuvor (vor Ende der achtziger Jahre) noch bundesweit gültige Fördergesetze und länderweise Durchführungsverordnungen, verfügen heute die Länder selbst über Wohnbauförderbestimmungen (vgl. FGW, online).[24] Die Aufteilung des als gemeinschaftliche Bundesabgabe erhobenen Wohnbauförderbeitrages an die Länder ist im Finanzausgleichsgesetz – FAG 2008 geregelt (§ 9 Abs. 1 Finanzausgleichsgesetz – FAG 2008). Die Anteile der einzelnen Länder richten sich nach der Volkszahl (§ 9 Abs. 7 Z 4 FAG 2008). Die Richtlinien zur Förderung werden durch jedes Bundesland unterschiedlich umgesetzt. Daher unterscheiden sich auch die Zielsetzungen der Förderungen teils erheblich. Im Folgenden wird kurz auf die bundesländerspezifischen Förderungen für Passivhäuser eingegangen:

- Das Burgenländische Wohnbauförderungsgesetz aus dem Jahr 2005 zielt vor allem darauf ab, sozial- und einkommensschwächeren Personen die Möglichkeit zu geben, den dringenden Wohnbedarf abzudecken. Die Förderung besteht aus einem einkommensabhängigen Grundbetrag und einem speziellen Ökozuschlag für Passivhäuser.
- Das Kärntner Wohnbauförderungsgesetz von 1997 und das Gesetz über den Wohn- und Siedlungsfonds für das Land Kärnten fördern eine ökologisch sinnvolle und ressourcenschonende Bauweise. Die konkrete Förderung berechnet sich aus der Grundförderung je nach Heizwärmebedarf und zusätzlichen Erhöhungsbeträgen.
- Die Niederösterreichische Wohnbauförderungsrichtlinie aus dem Jahr 2011 zielt auch auf das umweltschonende und energiesparende Bauen ab. Für Passivhäuser gibt es eine spezielle Förderhöhe.
- In Oberösterreich sind die diversen Wohnbauförderungen an die Einhaltung ökologischer Mindestkriterien gebunden. Spezielle Passivhausförderungen gibt es im Oberösterreichischen Wohnbauförderungsgesetz aus dem Jahr 1993 nicht.
- Die in Salzburg durch das Wohnbauförderungsgesetz aus dem Jahr 1990 geregelten Förderungen werden zusätzlich anhand eines Zuschlagspunktesystems, welches auf ökologischen Kriterien basiert, ergänzt.
- In der Steiermark werden Passivhäuser auch durch einen Zusatzbetrag, welcher bei Berücksichtigung ökologischer Standards ausbezahlt wird, zusätzlich gefördert. Dies ist im Steiermärkischen Wohnbauförderungsgesetz aus dem Jahr 1993 geregelt.
- Im Tiroler Wohnbauförderungsgesetz aus dem Jahr 1991 sind Zusatzförderungen für energiesparende und umweltfreundliche Maßnahmen (z.B. Heizwärmebedarf in Passivhausstandard) vorgesehen.
- In Vorarlberg kommt die Neubauförderungsrichtlinie für den privaten Wohnbau 2014/2015, die Wohnhaussanierungsrichtlinie 2014, das Wohnbauförderungsgesetz

[24] Siehe *http://www.fgw.at/publikationen/sammlung.htm.*

und weitere Wohnbaurichtlinien zur Anwendung. Für Passivhäuser gibt es bei Neubauten die Basisförderung und Zuschläge (Umweltbonus und Energiesparbonus). Bei der Wohnhaussanierung ist die Förderhöhe abhängig vom Heizwärmebedarf und errechneten Ökopunkten.

- In Wien regeln die Förderungen das Wiener Wohnbauförderungs- und Wohnhaussanierungsgesetz – WWFSG 1989, die Neubauverordnung 2007 und die OIB Richtlinie 6. Passivhäuser bekommen keine spezielle Förderung, die normalen Förderungen sind jedoch an die Einhaltung ökologischer Mindeststandards gebunden.

5.3 Stromnetze: Smart Meter

Die Europäische Union sieht mit der Richtlinie 2009/72/EG die Einführung von Smart Metering Systemen im Strombereich vor. Durch die Installation intelligenter Messsysteme soll dem/der Verbraucher/in eine aktive Beteiligung am Strommarkt ermöglicht werden. Die Kunden sollen derart über ihren Stromverbrauch und die Stromkosten informiert werden, dass diese auf ihren Verbrauch gezielt Einfluss nehmen können. In Österreich wurde die Einführung von intelligenten Messgeräten im Bereich Strom durch die „Intelligente Messgeräte-Einführungsverordnung – IME-VO“ geregelt. Bis zum Ende des Jahres 2019, sollen im Rahmen der technischen Machbarkeit, mindestens 95 % der ans Netz angeschlossenen Zählpunkte mit intelligenten Messgeräten ausgestattet sein (vlg. Intelligente Messgeräte Einführungsverordnung – IME-VO). Nach Bedenken hinsichtlich der Datensicherheit bzw. Protestbewegungen über die „Zwangsbeglückung“ mit der neuen Zählertechnologie wurde für die Kund/innen die Möglichkeit eingerichtet, den Einbau des neuen Zählers abzulehnen (vgl. ElWOG, 2010).

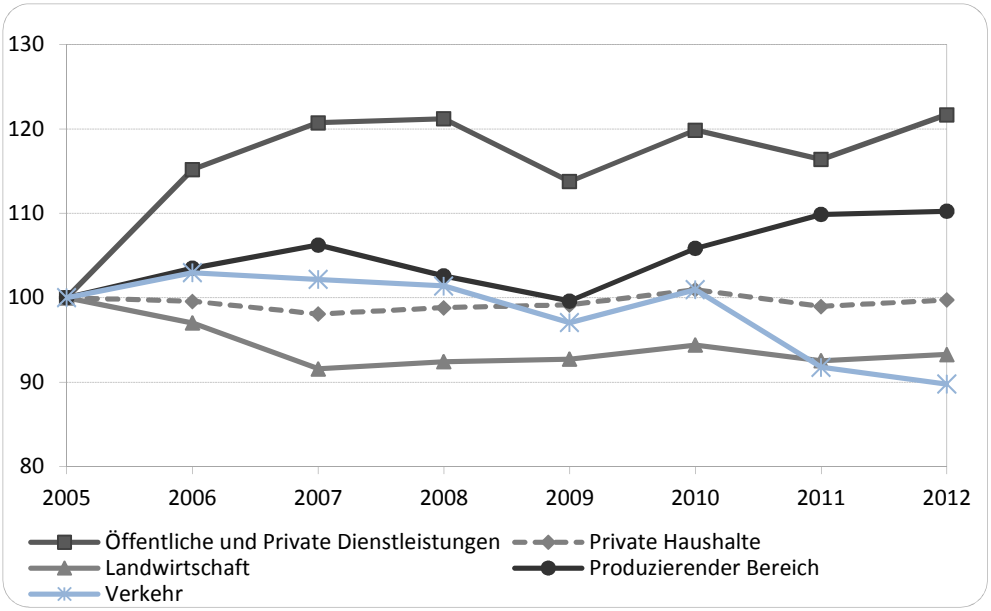
Die reine Umrüstung der konventionellen Stromzähler auf digitale, elektronische Stromzähler („Smart Meter“) ist jedoch nicht ausreichend, um Energieeinsparpotenziale zu realisieren. Die Kunden benötigen ein zeitnahes (direktes) bzw. gut aufbereitetes (indirektes) Feedback über ihren Stromverbrauch (vgl. Darby, 2006:3). Das Feedback kann entweder über ein Webportal, über ein Display oder mittels einer speziellen App via Smart Phone zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass der/die Kund/in aufbereitete Informationen zum Verbrauchsverhalten schriftlich (z.B. monatlich) erhält. Eine zeitnahe Verbrauchsinformation soll wiederrum Anreize setzen, den Stromverbrauch zu reduzieren und Energieeffizienzpotenziale im Haushalt auszuschöpfen. Viele Maßnahmen zur Reduktion des Stromverbrauchs beziehen sich auf Verhaltensänderungen und sind daher nur mit geringen Kosten verbunden. Zu den Maßnahmen zählen bspw. das Vermeiden des Stand-by Verbrauchs bei Geräten, das Abschalten von Licht in unbenutzten Räumen, die Anschaffung von Steckdosenleisten usw. (vgl. PwC, 2010:23). Die Höhe der Energieeinsparungen variiert dabei erheblich. Laut Darby (2006) liegt das Energieeinsparpotenzial in den untersuchten Studien für direkte Feedback-Maßnahmen zwischen 5 % und 15 %, indirekte Feedbackmaßnahmen tragen zu Einsparungen in der Höhe von 0 % bis 10 % bei (vgl. Darby, 2006:3). Im Auftrag der Energie-Control Austria wurde eine Studie zur wirtschaftlichen Analyse des flä-

chendeckenden Einsatzes von Smart Metering in Österreich erstellt. Im Zuge der Berechnung der mit der Einführung verbundenen Kosten und Nutzen wurde ein Energieeinsparpotenzial von 3,5 % berücksichtigt (vgl. PwC, 2010:8). Im Rahmen des Projekts Intelliekon wurde der Einfluss von Feedback anhand eines Feldversuches in Österreich und Deutschland untersucht. Von den insgesamt 2.000 teilnehmenden Haushalten, stammten 80 % aus Linz. Durch Feedback über den Stromverbrauch konnten die Haushalte 3,7 % an Strom einsparen (vgl. Schleich et al., 2011). Eine Untersuchung in Vorarlberg mit 500 Haushalten weist auf die Relevanz der verwendeten Feedbacksysteme hin. Während im Pilotprojekt SM500 das alleinige Feedback über Webportale und eine monatliche Abrechnung im Vergleich zur Kontrollgruppe zu nur geringen, statistisch nicht signifikanten Einsparungen führte, erhöhte die Erstellung eines monatlichen personalisierten Energieberichtes mit Verbrauchsauswertungen die Einsparungen auf ca. 3,9 %. Einsparungen in jener Größenordnung erzielten allerdings auch Teilnehmer/innen der Stromsparmeisterschaft,[25] die keinen Smart Meter installiert hatten. Die höchsten Einsparungen brachte der direkte Kontakt mit den Teilnehmer/innen, eine Kombination der bereits genannten Feedback-Instrumente mit einer Vor-Ort-Energieberatung. Im Vergleich zur Kontrollgruppe lagen die Einsparungen jener Gruppe bei ca. 5,7 % (vgl. Von Roon et al., 2013:8f). Bei den Ergebnissen aus Pilotversuchen gilt zu berücksichtigen, dass die teilnehmenden Haushalte tendenziell zu den motivierten Haushalten mit starkem inhaltlichen Interesse gezählt werden können und damit eine Übertragung der Ergebnisse auf alle Haushalte wohl zu einer Überschätzung führt. Im Vorarlberger Pilotprojekt SM500 zählten beispielsweise auch Mitarbeiter/innen der VKW Illwerke zu den Teilnehmer/innen (vgl. Von Roon et al., 2013:3). Des Weiteren ist noch nicht beobachtbar, ob die Einsparungen auch längerfristige Wirkungen haben.

Abbildung 37 zeigt die sektorale Entwicklung des Stromverbrauchs in Österreich im Zeitraum 2005 bis 2012. Den stärksten Anstieg, mit einem Plus von knapp 22 %, verzeichnete der Sektor „Öffentliche und Private Dienstleistungen“, gefolgt vom Sektor „Produzierender Bereich“. Der Stromverbrauch der „Privaten Haushalte“ zeigt, im betrachteten Zeitraum ein relativ konstantes Bild: verglichen mit dem Jahr 2005 lag der Stromverbrauch im Jahr 2012 in etwa auf demselben Niveau. Im Jahr 2012 entfielen mehr als 27 % des gesamten Stromverbrauchs auf den Sektor „Private Haushalte“.

[25] Die Teilnehmer/innen der Stromsparmeisterschaft erhielten eine monatliche Rechnung, die Ablesung des Zählers erfolgte vor Ort.

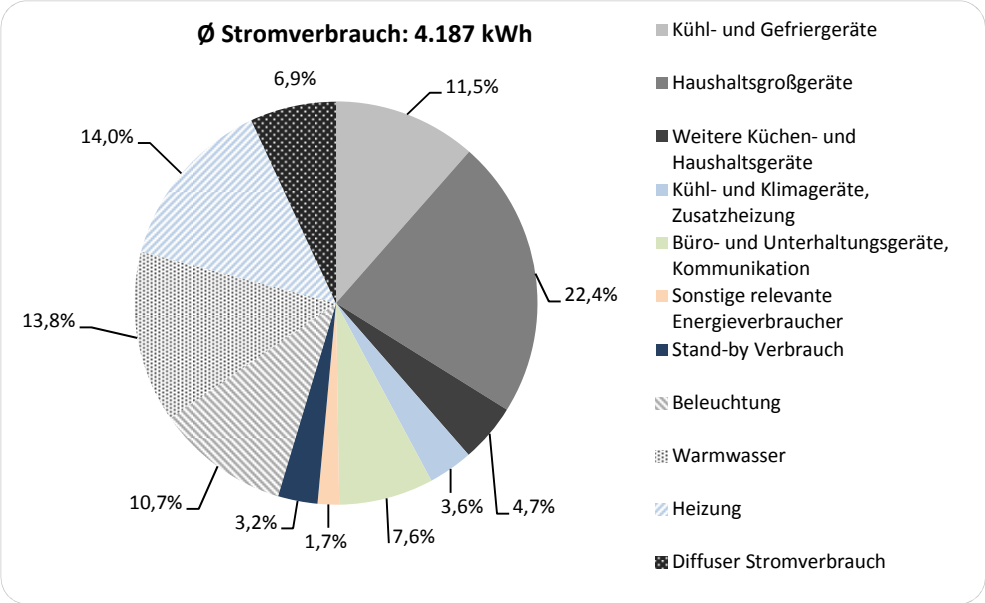
Abbildung 37: Sektorale Entwicklung des Stromverbrauchs, Österreich 2005-2012 (Index 2005=100)



Statistik Austria (2013a); eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Im Rahmen des Strom- und Gastagebuchs 2012 untersuchte Statistik Austria den Strom- und Gaseinsatz sowie die Energieeffizienz österreichischer Haushalte (vgl. Statistik Austria 2013f). Der durchschnittliche Stromverbrauch der Haushalte wurde mit 4.187 kWh (Mittelwert) ermittelt. Mehr als ein Fünftel (22,4 %) entfiel dabei auf die Kategorie „Haushaltsgroßgeräte“, dazu zählen Herd und Backrohr, Waschmaschinen, Wäschetrockner und Geschirrspüler. 9,3 % des elektrischen Verbrauchs an Strom entfiel auf die Geräte Herd und Backrohr, jeweils 3,4 % auf den Einsatz von Waschmaschinen und Wäschetrockner, 6,3 % des gesamten Stromverbrauchs wurden für die Nutzung des Geschirrspülers verwendet (262 kWh). 14 % des Stromverbrauchs entfielen auf die Heizung, 13,8 % wurden für die Bereitstellung von Warmwasser aufgewendet, 11,5 % für Kühl- und Gefriergeräte. Knappe 11 % des gesamten Stromverbrauchs wurden für Beleuchtungszwecke verwendet, 7,6 % entfielen auf die Kategorie Büro- und Unterhaltungsgeräte, Kommunikation. Unterhaltungsgeräte wie beispielsweise der Fernseher trugen im Durchschnitt (Mittelwert) mit 178 kWh (4,3 %) zum gesamten Stromverbrauch bei. Der Stand-by Verbrauch lag im Jahr 2012 bei 3,2 % des gesamten Stromverbrauchs (132 kWh; vgl. Abbildung 38).

Abbildung 38: Stromverbrauch der Haushalte, Österreich 2012



Statistik Austria (2013f:32); eigene Darstellung IHS Kärnten

Durch die Einführung von Smart Metering sollen die Endkund/innen möglichst zeitnah über ihren Stromverbrauch informiert werden, um Bewusstsein für die Themen Energiesparen und Energieeffizienz schaffen zu können. Darüber hinaus soll dem/der Kund/in eine aktive Teilnahme am Strommarkt ermöglicht werden. Durch gezielte Steuerung des Verbrauchs (Lastverschiebung) können die Endkunden dazu beitragen Stromnetze in Spitzenlastzeiten zu entlasten. Geeignete Tarifmodelle könnten Anreize bieten, den Stromverbrauch von Zeiten hoher Nachfrage (Peak-time) in nachfrageschwache Zeiten (off-Peak) zu verlagern. Dabei erhält der Kunde ein Tarifmodell, welches eine Variation des Strompreises während den Tageszeiten vorsieht. Verlagert der Kunde stromintensive Tätigkeiten außerhalb der Spitzenlastzeiten, kann dies beim Kunden bzw. der Kundin zu Einsparungen bei den Stromkosten führen. Die Lastverschiebung betrifft hierbei besonders Kühl- und Gefriergeräte, welche sofern sie über intelligente Steuerungssysteme verfügen, sich flexibel an Nutzungs- oder Lastprofile anpassen können. Moderne Geräte können so untereinander kommunizieren und für eine optimale Lastenverteilung sorgen. Des Weiteren ermöglichen Smart Meter eine Fernauslesung, d.h. die manuelle Ablesung der Kunden bzw. Netzbetreiber entfällt.

In Österreich gab es im Jahr 2013 196.820 installierte Smart-Meter (vgl. E-Control, 2013:16). Es ist vorgesehen, Smart Meter bei 95 % der Haushalte bis 2019 einzuführen. EU-weit muss bis 2020 die überwiegende Mehrheit der Konsument/innen ein solches Gerät besitzen.

5.4 Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe: LED

Licht Emittierende Dioden oder kurz LEDs sind rund einen Zentimeter hohe und fünf Millimeter breite Dioden. Sie stecken in Flachbildschirmen, Stereoanlagen, Fahrradlichtern, Verkehrssignalen, Scheinwerfern und inzwischen auch in diversen Leuchten im Arbeits- und Wohnbereich. Die LED ist ein Halbleiterelement, auf welches eine spezielle Substanz aufgebracht wird und die bei Stromdurchfluss zu leuchten beginnt.

Im frühen Entwicklungsstadium waren die LEDs relativ schwach, ineffizient und gingen teilweise nach nur 100 Stunden Betriebsdauer kaputt. Sie konnten auch nicht weiß leuchten. Daher war in den ersten Jahrzehnten der Entwicklung an einen Einsatz in Betriebsstätten oder Wohn- und Arbeitsräumen nicht zu denken. Seit den ersten LEDs im Jahr 1962 wurde die Lichtausbeute um mehr als drei Größenordnungen von unter 0,1 Lumen pro Watt (lm/W) auf über 100 lm/W gesteigert. Diese Entwicklungsschritte beruhen auf der immer besseren Qualität der Halbleiterschichten, auf dem Einsatz von Halbleiterheterostrukturen und weiteren technischen Weiterentwicklungen.

Heutige LEDs sind langlebig und hocheffizient: Eine normale Glühbirne erreicht eine Lichtausbeute von 8-15 lm/W, eine Halogenlampe 12-30 lm/W, eine Energiesparlampe 50-69 lm/W, eine Leuchtstoffröhre 47-83 lm/W und eine handelsübliche LED 60-150 lm/W (vgl. Auinger et al., 2012). Auch bei der Lebensdauer ist die LED-Technologie den anderen Beleuchtungstechnologien überlegen. Während eine Glühbirne im Durchschnitt 1.000 Stunden leuchtet, können moderne LEDs bis zu 100.000 Stunden leuchten. Dies hängt stark von der Qualität ab, jedoch sind 25.000 bis 50.000 Stunden ein realistischer Durchschnittswert. Trotz der zurzeit noch höheren Anschaffungskosten (LEDs kosten in etwa 2-3 Mal so viel wie herkömmliche Leuchtkörper) liegen die Amortisationszeiten je nach Anwendung nur zwischen ein und sechs Jahren (vgl. Zumtobel, 2014).

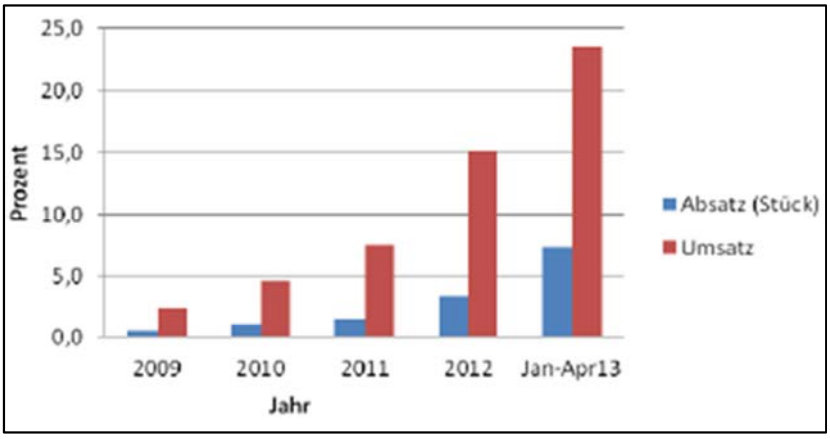
Die gegenüber der Glühlampe zumindest sechs Mal höhere Effizienz, ergibt eine Stromeinsparung von mindestens 83 %. Die Technologie trägt somit ein riesiges Energie- und Umweltentlastungspotential in sich. *„Setzen sich die LEDs breit durch, hat das positive Auswirkungen auf den weltweiten Energieverbrauch, denn rund 19 Prozent des weltweiten Stromverbrauchs gehen auf Kosten der Beleuchtung“* (Felix Meier, 2010, online). Davon entfallen auf gewerbliche Bauten und Außenbeleuchtungen gut zwei Drittel (vgl. Zumtobel, 2013). Würden 50 % des Lichts mit LEDs erzeugt werden, was durchaus realistisch ist, ließen sich so viele CO_2-Emissionen einsparen, wie 20 Millionen Autos pro Jahr ausstoßen (vgl. Beobachter, 2010, online).

Ein weiterer Vergleich veranschaulicht das Einsparpotenzial von LEDs für Unternehmen. Der Stromverbrauch im Haushalt entfällt zu 5 % bis 10 % auf die Beleuchtung, in Bürogebäuden hingegen sind dies 30 % bis 50 %. Allein im Bürobereich sind durch den Einsatz moderner

Lampensysteme mit tageslicht- und anwesenheitsgesteuertem Betrieb Stromeinsparungen von bis zu 80 % möglich (vgl. Energieinstitut der Wirtschaft, 2012:30; FEEI, 2011, online).

Um dieses Einsparpotenzial zu realisieren, müssten jedoch die Preise für LEDs noch weiter sinken, die Lichtfarben verbessert werden und die Konsument/innen müssen sich teilweise an neue Beleuchtungskonzepte gewöhnen. Damit ist gemeint, dass statt einer klassischen Lampe etwa Lichtdecken oder Lichtwände für eine Grundbeleuchtung sorgen, die sich in Farbe und Helligkeit verändern lassen.

Abbildung 39: Entwicklung der LED-Lampen in Prozent des Marktes für Leuchtmittel, Deutschland 2009-2013

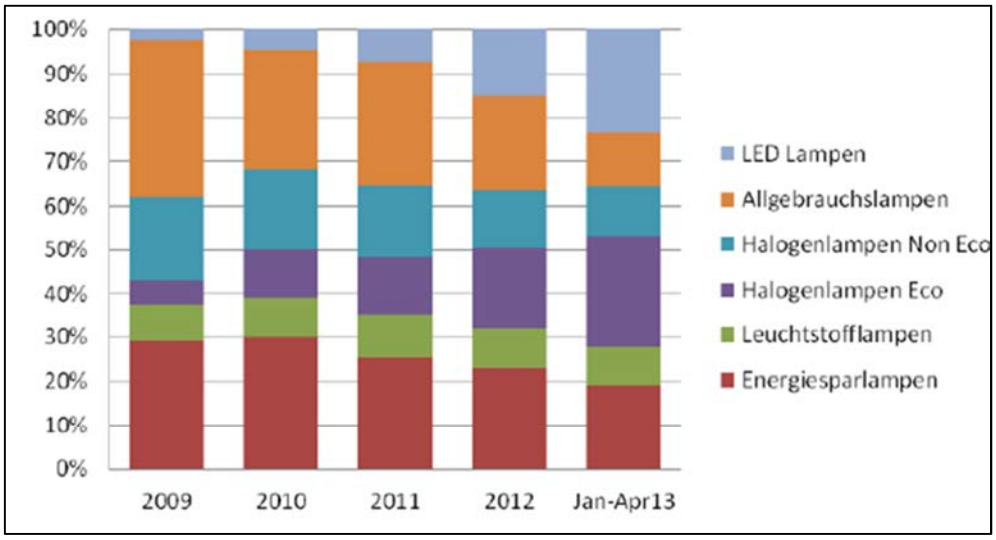


Quelle: Deutsche Energie Agentur (2013:17, online)

Wie Abbildung 39 und Abbildung 40 zeigen, entwickelt sich der Verkauf von LED-Lampen seit seiner Einführung sehr dynamisch. Bedingt durch die im Vergleich zu anderen Lampen höheren Verkaufspreise steigt der Anteil des Umsatzes überproportional zum Anteil des Absatzes. Bereits im ersten Quartal 2013 machte der Umsatz mit LEDs in Deutschland fast ein Viertel des Gesamtumsatzes aller Leuchtmittel aus.[26]

[26] Für Österreich sind leider keine Daten zur Marktentwicklung von LEDs verfügbar, daher konzentriert sich die Analyse auf Deutschland. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass die Entwicklung in Deutschland ähnlich zu jener in Österreich stattfindet.

Abbildung 40: Entwicklung des Umsatzes nach Beleuchtungstechnologie, Deutschland 2009-2013



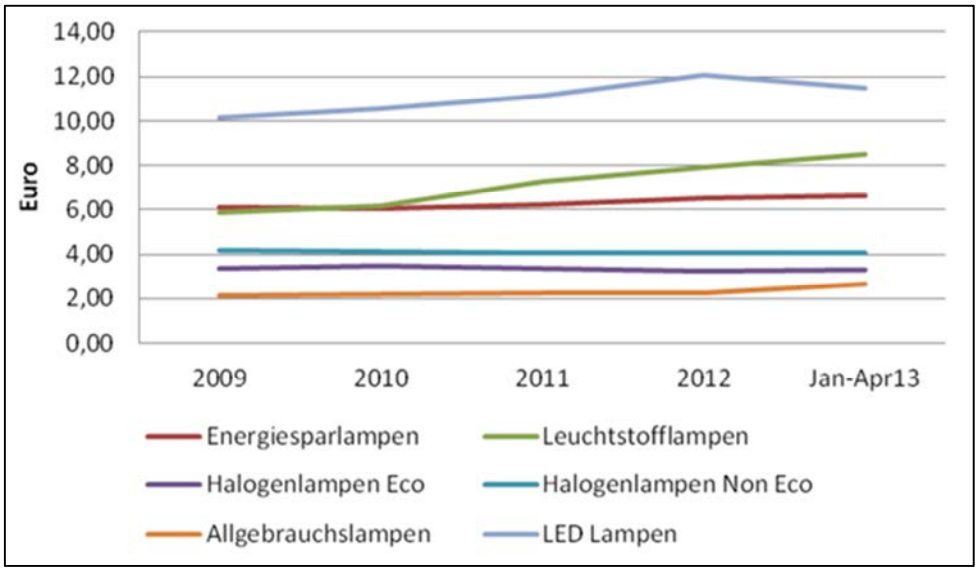
Quelle: Deutsche Energie Agentur (2013:16, online)

Gründe für die aus Unternehmenssicht positiv verlaufende Diffusion sind das steigende Angebot an Lampen mit höherer Lumenzahl in Glühlampenform, die steigende Produktvielfalt beim Angebot für Haushaltsanwendungen, die Zunahme des Angebots an Retrofit-Lampen, z.B. für Halogenlampen, die Zunahme des Angebots von LEDs mit warmweißem Licht sowie der Rückgang der Kosten pro Lumen (vgl. Deutsche Energieagentur, 2013:19, online). Eine institutionelle Rahmenbedingung, welche die Diffusion beschleunigt, war das EU-Verbot für herkömmliche Glühbirnen (*EU-Verordnung 244/2009*) und der mäßige Erfolg der Energiesparlampe. Diese konnte sich aufgrund ihrer kürzeren Haltbarkeit, Verzögerung beim Einschalten, ihrer schwierigen Entsorgung aufgrund des giftigen Quecksilbers und ihres oft kalten Lichts nicht am Markt durchsetzen. Ebenfalls positiv wirkten sich folgende Richtlinien und Maßnahmen aus: die im Rahmen der „Europa 2020“ Strategie verabschiedete Ökodesign-Richtlinie (EU-Richtlinie 2009/125/EG), die verpflichtende Kennzeichnung von Produkten nach der EU-Energieverbrauchskennzeichnungs-Richtlinie, das EU-ENERGY STAR-Programm sowie die Berücksichtigung der Energieeffizienz in der öffentlichen Beschaffung.

Obwohl Europa einige Jahre auf die Energiesparlampe gesetzt hat, steigt, wie Abbildung 39 und Abbildung 40 zeigen, die Nachfrage nach LEDs stark an. Laut aktueller Prognosen wird der europäische Umsatz im Jahr 2020 bei 14 Mrd. € liegen und der LED-Weltmarkt wird sich bis in das Jahr 2020 sogar auf 64 Mrd. € versiebenfachen (vgl. McKinsey & Company, 2012:21; Statista, 2014, online).

Wie Abbildung 41 zeigt, sind die Preise für LEDs von 2009 bis zum Jahr 2012 leicht gestiegen, seitdem sinken sie wieder. Bis auf die Preise von Leuchtstofflampen, welche deutlich angestiegen sind, blieben die Preise aller anderen Leuchtmittel über den Beobachtungszeitraum relativ konstant.

Abbildung 41: Entwicklung der Verkaufspreise nach Beleuchtungstechnologie, Deutschland 2009-2013



Quelle: Deutsche Energie Agentur (2013:23, online)

In Österreich wird die Diffusion von LEDs vom Bundesministerium für ein lebenswertes Österreich gefördert. Konkret gefördert werden LED-Systeme von betrieblich genutzten Bestands-Objekten. Die Förderung beträgt bis zu 700 €/kW Anschlussleistung (Pauschale von 600 €/kW, bei Installation einer Lichtsteuerung zusätzlich 100 €/kW), aber maximal 30 % der förderungsfähigen Kosten (vgl. Kommunalkredit Public Consulting, 2015:1f).

Mit dem Durchbruch der LED-Technologie haben sich im Leuchtmittelmarkt neue Herausforderungen für die Anbieter aufgetan. Das Massengeschäft und die von der chinesischen Regierung unterstützten chinesischen Produzenten sorgen für einen starken Preiswettbewerb und erzeugen den Druck zur Innovation auf Seiten europäischer Anbieter. Die asiatischen Unternehmen werden ihren Weltmarktanteil laut Marktstudien bis 2020 auf knapp die Hälfte ausbauen (vgl. McKinsey, 2012). Um sich für die Herausforderungen des härter werdenden Wettbewerbs zu rüsten, hat der österreichische Leuchtenkonzern Zumtobel ein strenges Restrukturierungsprogramm in Angriff genommen. Die Zumtobel Group ist europäischer Marktführer im Bereich professioneller Beleuchtungssysteme und europaweit die Nummer zwei im Bereich der Lichtkomponenten (vgl. Österreichischer Rundfunk, 2014, online). Der international tätige Konzern mit Produktionsstätten in Europa, Asien, Nordamerika und Australien erwirtschaftete im Berichtsjahr 2013/14 Umsatzerlöse von 1.246,8 Mio. € (vgl. Zumtobel, 2014:24).

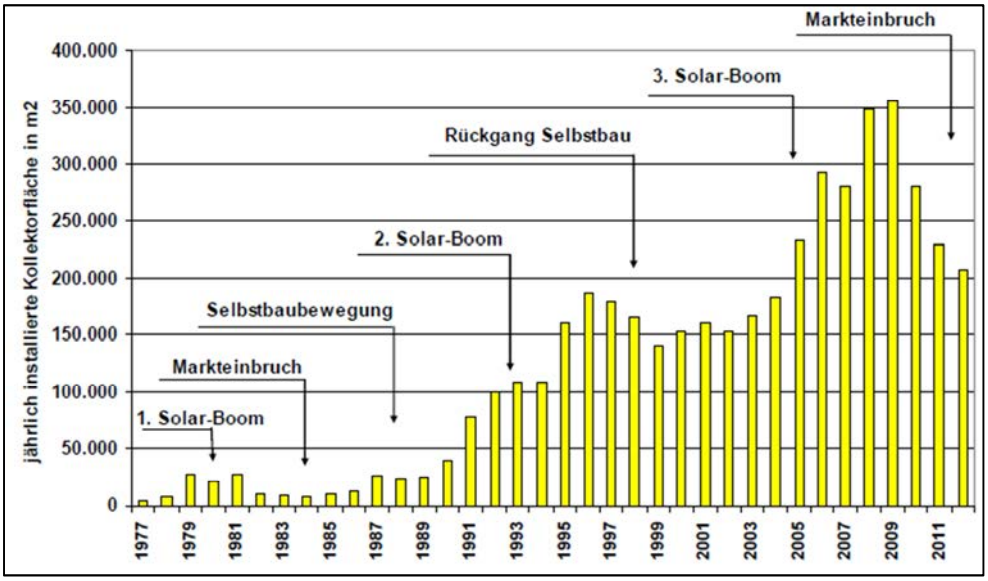
5.5 Solarthermie: Thermische Solaranlagen

Im Jahr 2012 verursachten die Sektoren Energieaufbringung bzw. Raumwärme und sonstiger Kleinverbrauch 15,5 % bzw. 11,9 % der gesamten Treibhausgasemissionen Österreichs (vgl. Umweltbundesamt, 2014:23f). Auch wenn die Emissionen des Raumwärmesektors seit

1990 absolut zurückgegangen sind, besteht weiteres Reduktionspotenzial. Thermische Solaranlagen sind in der Lage große Mengen fossiler Energie einzusparen. Sie machen die Wärme aus der Sonneneinstrahlung in der Prozesstechnik oder der Gebäudetechnik nutzbar. Am Beginn der Markteinführung wurden solarthermische Anlagen nur für die von der Heizung abgetrennte Warmwasserbereitung eingesetzt. Mit der Einführung von Niedrigenergie-Gebäuden und Passivhäusern haben sich inzwischen auch mit der Raumheizung gekoppelte Solar-Kombiheizungen etabliert. Zunächst wurden Kombinationen mit Pellets- und Hackgut-Heizkesseln bevorzugt, seit einigen Jahren ist jedoch die Solar-Wärmepumpe-Kombiheizung besonders gefragt (vgl. Faninger, 2012).

Es existiert eine Reihe von Förderprogrammen für thermische Solaranlagen. Die Zuständigkeit der Förderung für die Errichtung von Solaranlagen für Einfamilienhäuser liegt in Österreich bei den Bundesländern. Das bedingt, dass die Fördersummen stark schwanken: Für Solaranlagen für Warmwassererzeugung von 0 € (Niederösterreich) bis 1.700 € (Oberösterreich, Burgenland), für heizungsunterstützende Anlagen von 0 € (Niederösterreich) bis 3.500 € (Vorarlberg). Darüber hinaus gibt es auch Gemeinden, welche die Errichtung von Solaranlagen zusätzlich fördern (vgl. Austria Solar, 2014).

Abbildung 42: Solarwärmemarkt Österreich, 1977-2011



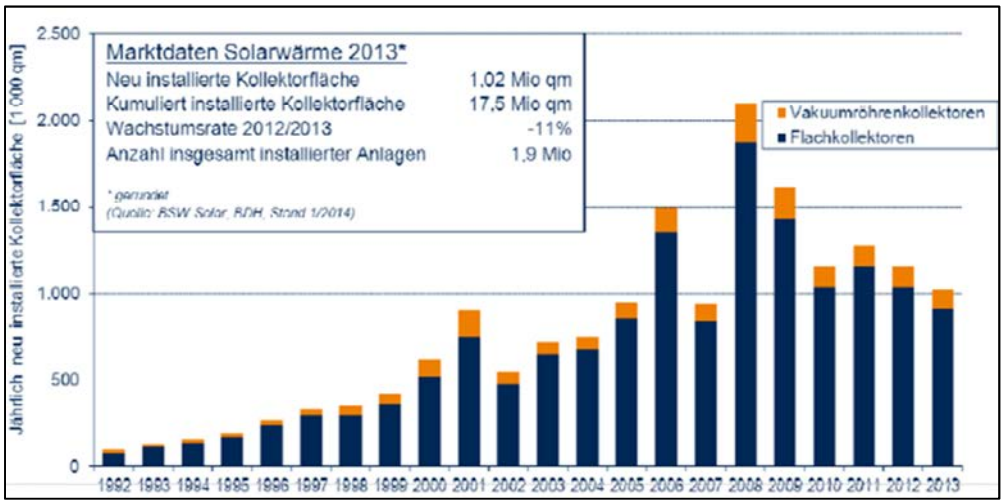
Quelle: Hackstock (2013:1)

Abbildung 42 zeigt die wechselhafte Entwicklung der Solarthermie in Österreich seit ihrer Markteinführung in den späten 70er Jahren. In den Jahren 2002 bis 2008 lagen die jährlichen Zuwachsraten installierter Kollektorfläche noch bei bis zu 20 %. Nach 2009 ist der Markt, diesmal bedingt durch die Konkurrenz von Photovoltaik, Wärmepumpen und der Streichung der Direktförderung in Niederösterreich eingebrochen. Daher wird nach Maßnahmen zur Belebung des Solarmarktes gesucht. Dank eines erhöhten Forschungsbudgets konnten in österreichischen F&E Einrichtungen und Unternehmen neue Anwendungsgebiete

für die Solarthermie erschlossen und die Effizienz weiter verbessert werden. Darunter fallen etwa diverse Solar-Kombiheizungen, die Solare-Kühlung bzw. Klimatisierung und Prozesswärme (vgl. Faninger, 2012; Hackstock, 2012).

Trotz des rezenten Markteinbruchs gehört Österreich bei der Pro-Kopf-Installation weltweit zu den Top 3. Mit einem jährlichen Umsatz von über 500 Mio. € und ca. 76 % Exportquote stellt die Solarbranche einen dynamischen und exportorientierten Wirtschaftszweig dar. Obwohl es in Österreich im Bereich der Einfamilienhäuser eine relativ hohe Dichte an Anlagen gibt, besteht weiteres Expansionspotenzial. Mit dem ehrgeizigen Ziel den Beitrag der Solarthermie zum Wärmebedarf bis 2020 zu verzehnfachen, will der Klima- und Energiefonds, der diverse Projekte bei der Einreichplanung gezielt berät und andere Projekte zusätzlich durch ein laufendes Monitoring betreut, die Solarthermie noch intensiver und effektiver unterstützen. Um dieses Ziel zu erreichen wurden in den letzten Jahren auch vermehrt solare Großanlagen gefördert (vgl. ESTIF, 2014:6, Klima- und Energiefonds, 2011:3, Klima- und Energiefonds, 2013:3).

Abbildung 43: Solarwärmemarkt Deutschland, 1992-2013

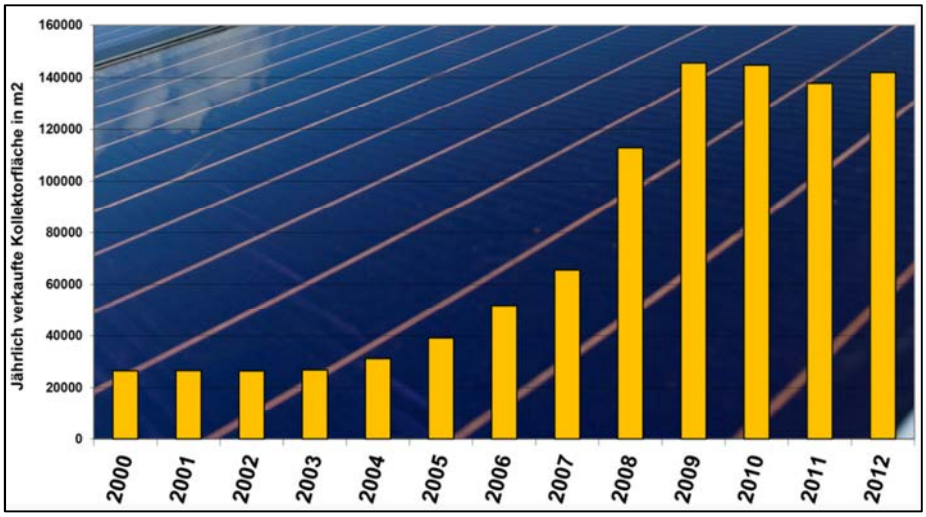


Quelle: Bundesverband Solarwirtschaft (2014:2)

Deutschland ist mit Abstand Europas größter Markt für die Solarthermie. Laut dem deutschen Bundesverband Solarwirtschaft werden sich die Inlandsumsätze der Solarwärme-Branche von 0,9 Mrd. € im Jahr 2013 auf 2,3 bzw. 3,1 Mrd. € in den Jahren 2020 bzw. 2030 erhöhen. Damit wird der Anteil der Solarwärme am Wärmebedarf deutscher Haushalte von 1 % im Jahr 2013 auf 3 % bzw. 8 % in den Jahren 2020 bzw. 2030 steigen (vgl. Bundesverband Solarwirtschaft, 2014:1f). In Deutschland verläuft der Diffusionsprozess, bedingt durch die unstete Entwicklung der Förderungen wechselhaft. Auch hier sind die neu installierten Quadratmeter nach 2008 etwas zurückgegangen, wie Abbildung 43 zeigt. In der Schweiz hat das Wachstum im Jahr 2008 abgenommen und in den Jahren 2009 bis 2013 lag die abgesetzte Kollektorfläche um einen Mittelwert von 140.000 m^2 (Tendenz fallend), was in etwa 200 Mio. Franken (umgerechnet 165 Mio. €) entspricht. Rund die Hälfte der erzeugten Kolle-

ktoren werden durchschnittlich im Inland verkauft, der Rest wird exportiert (vgl. Swissolar, 2014, online).

Abbildung 44: Solarwärmemarkt Schweiz, 2000-2012



Quelle: Swissolar (2014:online)

Zusätzlicher Stimulus kommt durch die EU-Gebäuderichtlinie (EPBD), laut welcher ab dem Jahr 2020 nur mehr „nearly zero energy buildings" errichtet werden dürfen (vgl. hierzu auch Abschnitt 5.1). Da außerdem „ein wesentlicher Teil der Energie aus erneuerbaren Quellen am Standort" stammen soll, wird Solarthermie eine zunehmend bedeutende Rolle spielen (vgl. EU Richtlinie, 2010/31/EU, Klima- und Energiefonds, 2014:2).

In Österreich werden solarthermische Anlagen von Bund, Ländern und Gemeinden gefördert (vgl. Austria Solar, 2014:1ff). Die Bundesförderung besteht darin, dass der Einbau einer Solaranlage von der Einkommenssteuer als Sonderabgabe absetzbar ist. Die Bundesländer fördern Solaranlagen unterschiedlich:

- Das Burgenland fördert 30 % der Investitionskosten, jedoch maximal 1.400 € für Warmwasser und maximal € 2.200 für eine Heizungsunterstützung.
- In Kärnten gibt es einen Sockelbetrag. Dieser beträgt 1.000 € für Warmwasser, € 1.500 für Heizungsunterstützung, plus € 50 pro m^2 Flachkollektor und Vakuumrohrkollektor, maximal jedoch € 5.000 bzw. 40 % der Investitionskosten.
- In Niederösterreich gibt es keine Direktförderung für thermische Solaranlagen. Stattdessen hat man die Möglichkeit ein gefördertes Darlehen in Anspruch zu nehmen. Das Förderungsdarlehen hat einen Tilgungszeitraum von 27,5 Jahren (Neubau) und ist mit 1 % jährlich dekursiv verzinst.
- In Oberösterreich gibt es einen Sockelbetrag von € 1.100, plus € 100 pro m^2 Flachkollektorfläche, plus € 140 pro m^2 Vakuumkollektoren, maximal jedoch € 3.800 (höchstens 50 % der Anlagekosten ohne Umsatzsteuer). In Salzburg wird der 1. bis 6. m^2 mit € 299/m^2, der 7. bis 25. m^2 mit € 50/m^2, jedoch maximal 30 % der Investitionskosten gefördert.

- In der Steiermark gibt es seit dem Baugesetz 2011 im Neubau keine Direktförderung mehr, Warmwasseranlagen sind jedoch vorgeschrieben. Neu installierte Anlagen oder Erweiterungen werden je nach Aperturfläche mit einer Basisförderung von € 70 plus einen Zuschuss zwischen € 200 und € 550 gefördert.
- Das Land Tirol zahlt € 210 pro m^2 Kollektorfläche, jedoch höchstens € 2.100 pro Wohnung, bei Heizungsanbindung bis zu € 4.200.
- In Vorarlberg werden Solaranlagen zur Warmwasserbereitung mit mind. 60 % Deckungsanteil mit maximal 2.500 € gefördert bzw. maximal 35 % der förderfähigen Kosten.
- In Wien werden Warmwasseranlagen mit maximal 1.400 €, maximal 35 % der Investitionskosten gefördert. Die Heizungsunterstützung wird für Einfamilienhäuser mit maximal 2.100 €, für Zweifamilienhäuser mit maximal 3.200 €, jedoch maximal 25 % Investitionsvolumen gefördert.

Darüber hinaus bieten zahlreiche Gemeinden zusätzliche Förderungen an. Alle Förderungen können nur bei Einhaltung bundeslandspezifischer Auflagen in Anspruch genommen werden.

Damit die Marktakzeptanz solarthermischer Anlagen sichergestellt wird und damit es zur weiteren Marktdurchdringung kommt, sind hohe Anforderungen an die Qualität der Produkte, die Planung von Heizungssystemen unter Beachtung der klimatischen Bedingungen, die Aus- und Weiterbildung von qualifizierten Installateur/innen und die Benutzerfreundlichkeit zu stellen.

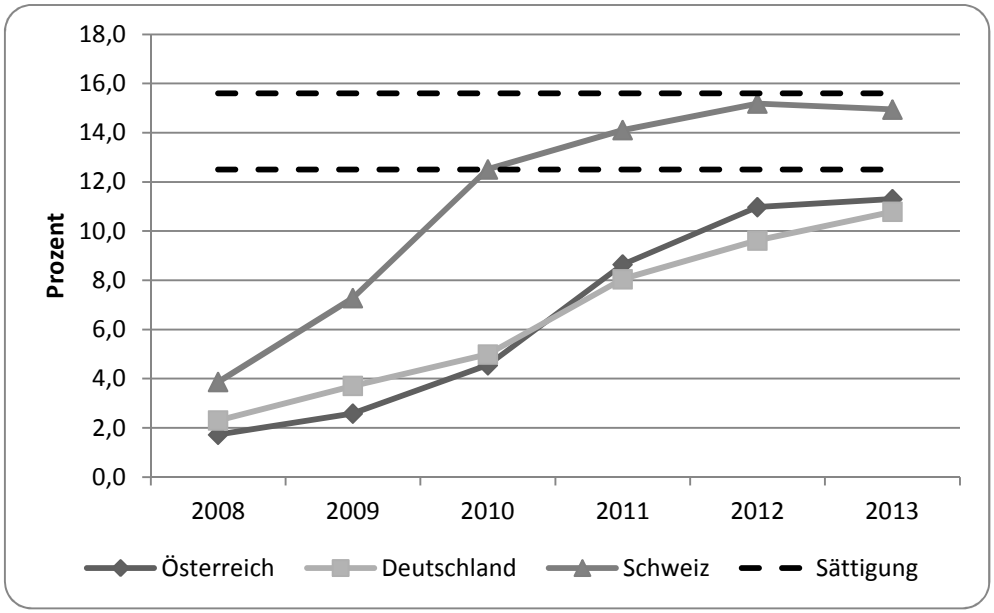
5.6 Chemische Speicher: Elektrofahrrad

Elektrofahrräder, auch E-Bikes genannt, erleben seit einigen Jahren einen großen Aufschwung. Schon heute gelten sie als die weltweit erfolgreichste Gattung der Elektrofahrzeuge. Dabei bilden die Bauteile Elektromotor, Traktionsbatterie (Akkumulator) und Steuereinheit die funktionale Einheit des Elektroantriebs. Der Erfolgslauf des Elektrofahrrads basiert zu einem großen Teil auf dessen Produktcharakteristika und der relativen Vorteilhaftigkeit. Einige der positiven Produkteigenschaften sind:

- Überwinden von größeren Distanzen, Höhenunterschieden und Gegenwind
- Transport größerer Lasten
- Sehr geringer Energieverbrauch (der Verbrauch liegt zwischen 0,3 und 0,4 kWh pro 100km)
- Vergleichsweise billig in der Anschaffung und im Betrieb (Kaufpreise bewegen sich zwischen € 700 und € 6.000, im Durchschnitt bei € 2.553)
- Kein Führerschein und keine Versicherung notwendig (vgl. Umweltbundesamt, 2014:8; Pfaffenbichler et al., 2009:30f)

In Österreich sind derzeit 150.000, in der Schweiz 233.000 und in Deutschland zwischen 1,6 und 1.8 Mio. Elektrofahrräder auf den Straßen (vgl. Format, 2014, online; inside eBike, 2014, online; Umweltbundesamt, 2014:4). Die Absatzzahlen entwickeln sich seit der Markteinführung positiv. Abbildung 45 zeigt die prozentuelle Entwicklung der Verkäufe von Elektrofahrrädern in Deutschland, Österreich und der Schweiz.

Abbildung 45: Anteil der Elektrofahrräder an allen verkauften Fahrrädern, 2008-2013



Quelle: ZIV Zweirad (2014:online); Gopedelec (2014:online); Statista (2014:online), Velosuisse (2014:online), VCÖ (2014:online); eigene Berechnungen und Darstellung IHS Wien

Wie man erkennen kann, steigen seit Beginn der Aufzeichnungen im Jahr 2008 die Verkaufsanteile in allen Ländern kontinuierlich an, wobei sich in den letzten Jahren das Wachstum etwas verlangsamt hat. In der Schweiz erreichten Elektrofahrräder früh sehr hohe Verkaufsanteile. Wie in der Literaturanalyse erwähnt, weisen Diffusionsverläufe typischerweise einen s-förmigen Verlauf auf. Dieser lässt sich bei allen drei Ländern beobachten. Des Weiteren erkennt man, dass es in den Jahren 2012 und 2013 zu einer Sättigung gekommen ist. Wie von Branchenkennern prognostiziert wird sich der Anteil der Elektrofahrräder an allen verkauften Fahrrädern zwischen 12 % und 16 % einpendeln. Dieser Wert ist nicht als absolutes Limit anzusehen. Ähnlich zu den Prognosen der Computermarktanteile, welche völlig falsch waren, könnte es auch etwa durch Re-Invention zu einer Vergrößerung der potenziellen Nutzer/innenzahl kommen.

In Deutschland produzieren Fahrradhersteller für den europäischen Massenmarkt bis in die mittlere Preisklasse. Auch im hochpreisigen Segment haben sich einige Marken etabliert. In Österreich und der Schweiz haben sich die Fahrradhersteller hauptsächlich auf den Bereich hochwertiger High-Tech-Räder, zum Teil mit Individualanfertigung spezialisiert. In Österreich hat die Fahrradindustrie mit der Schließung der Zweiraddivision von Puch im Jahr 1987 stark

an Bedeutung verloren.[27] Es gibt mit der Firma KTM und Simplon nur mehr zwei industrielle Erzeuger. KTM produzierte im Jahr 2008 rund 165.000, Simplon 16.000 Fahrräder. Damit werden in Österreich 46 Mio. € an direkter Wertschöpfung erzielt und 373 direkte Arbeitsplätze gesichert (vgl. Argus 2014, online; Lebensministerium 2009:6). Heute werden in Österreich nur mehr 20 % der Räder in spezialisierten Geschäften verkauft. In Deutschland sind es immerhin noch mehr als die Hälfte, in den Niederlanden sogar 80 %. Der Markt orientiert sich im Wesentlichen an Komponenten, weniger an Marken. Seit den 1960er- und 1970er-Jahren geht der Grad an Komponenten-Eigenfertigung zurück und das Assembling rückt in den Vordergrund. Daher werden auch bei Rädern „Made in Austria“ die Komponenten und der Rahmen meist nicht mehr in Österreich produziert. Das gilt auch für den Elektroantrieb.

Ein viel diskutierter Punkt bei Elektrofahrrädern ist deren Umwelteffekt. Klar ist, dass ein E-Bike die Umwelt stärker belastet als ein herkömmliches Fahrrad. Werden jedoch PKW-Fahrten durch E-Bikefahrten ersetzt, so entsteht eine effektive Verbesserung der Umweltsituation. Jene Energiemenge, die ein Elektrofahrrad für eine Strecke von 10 km benötigt, entspricht etwa der Energie, welche man aufwenden muss, um 0,7 Liter Wasser bei Raumtemperatur zum Kochen zu bringen. Bei der Stromerzeugung fallen derzeit, je nach Energiemix, noch Luftschadstoffe an. Dieser Anteil ist jedoch nur ein Bruchteil der Luftschadstoffe, welche bei einem Verbrennungsmotor für dieselbe Strecke anfallen. Die aktuell am häufigsten eingesetzten Lithium-Ionen-Akkus belasten das Klima in der Herstellung und Entsorgung mit 22-30 kg CO_2-Äquivalenten (CO_{2e}). Setzt man das zu den 21,5 kg CO_{2e} pro 100 km aus eingesparten PKW-Kilometern in Verhältnis, sind bereits nach 100 E-Bike-Kilometern die Treibhausgasemissionen des Akkus beglichen. Ein sinnvolles Recycling des Akkus und der Räder trägt zusätzlich zur Ressourcenschonung bei (vgl. Umweltbundesamt, 2014b).

Im Jahr 2013 erregte ein von Stiftung Warentest und ADAC durchgeführter E-Bike-Test großes Aufsehen. Neun der 16 getesteten Fahrräder sind durchgefallen (vgl. ADAC, 2013). Dieses Testergebnis hat diverse Hersteller dazu gebracht, die bemängelten Teile zu analysieren und zu verbessern. Beim darauffolgenden Test im Jahr 2014 ist kein einziges Fahrrad durchgefallen (vgl. Stiftung Warentest, 2014, online). Laut Testergebnis sind nicht nur die Qualität der Fahrräder, sondern dank leistungsstärkerer Akkus auch deren Reichweiten gestiegen. Diese schnelle Reaktion der Hersteller ist ein wichtiger Schritt, um das positive Image von E-Bikes zu fördern. Ähnliche Beispiele aus der Vergangenheit haben gezeigt, dass ungenügende Qualität einen dynamisch verlaufenden Diffusionsprozess schnell umkehren und der Markt innerhalb weniger Jahre zur Stagnation kommen kann.

In Österreich werden Elektrofahrräder sowohl vom Bund, als auch von einzelnen Gemeinden gefördert. Der vom Ministerium für ein lebenswertes Österreich eingerichtete klima:aktiv mobil-Fonds fördert die Anschaffung von bis zu 50 Elektrofahrrädern für Betriebe (zu max.

[27] Puch fertigte im Jahr 1980 rund 310.000 Räder

30 %) sowie Vereine und Gemeinden (zu max. 50 %). Die Förderhöhe beträgt dabei € 200 bzw. € 400 bei Nutzung von Strom aus erneuerbaren Energieträgern. Des Weiteren fördern die Gemeinden Eisenstadt im Burgenland, Lienz in Tirol und neun Gemeinden in Vorarlberg die private Anschaffung mit durchschnittlich € 150. Fahrradabstellanlagen werden von klima:aktiv mobil mit bis zu € 400 gefördert (vgl. BMLFUW, 2015).

Um den bisherigen Diffusionsprozess weiter voranzutreiben, muss auch die Komplementär-Infrastruktur ausgebaut werden. Angesichts der steigenden Kosten für immer weniger Parkraum kann sich das E-Bike für Berufspendler/innen zu einer lohnenden Alternative entwickeln. Zwar liegen Untersuchungen über die Verlagerung des individuellen Verkehrs hin zu E-Bikes noch nicht vor, doch zeigen Erfahrungen aus Österreich, den Niederlanden und Dänemark, dass Berufspendler/innen durchaus bereit sind, das Auto gegen ein E-Bike einzutauschen. In Kopenhagen zum Beispiel liegt der Anteil des Rades im Stadtverkehr dank einer maßgeschneiderten Infrastruktur bei 44 %.

Box 4: Begriffserklärung

E-Bike ist der Oberbegriff für Fahrräder mit Elektromotor. Oft wird der Begriff auch synonym für Pedelec verwendet. Das deutsche Umweltbundesamt definiert den Begriff hingegen anders. Für sie handelt es sich um Kraftfahrzeuge, welche auch ohne Muskelkraft fahren.

Pedelecs sind Elektrofahrräder, welche mit Muskelkraft angetrieben werden und bei Geschwindigkeiten bis zu 25 km/h mit einem elektrischen Motor mit maximal 250 Watt Leistung unterstützt werden. Sie werden trotz des elektromotorischen Hilfsantriebs nicht als Kraftfahrzeug eingestuft, sondern gelten rechtlich als normales Fahrrad.

Pedelecs 45 oder S-Pedelecs gelten rechtlich als Motorfahrzeug mit Führerscheinpflicht. Sie unterstützen die Pedalkraft bis zu einer Geschwindigkeit von 45 km/h und werden nach der EU Richtlinie 2002/24/EG den Kleinkrafträdern zugeordnet. Ferner benötigen sie eine EU-Typengenehmigung und eine Betriebserlaubnis. Ein Versicherungskennzeichen, ein PKW- bzw. Mofa-Führerschein und das Tragen eines Helmes sind erforderlich.

Quelle: Umweltbundesamt, 2014:23ff

5.7 Kategorisierung der ausgewählten Energieinnovationen in die Diffusionstheorie

In der Literaturanalyse wurden fünf verschiedene Pfadtypen von Energieinnovationen identifiziert. Im Folgenden werden die fünf ausgewählten Innovationen nach dieser Kategorisierung eingeteilt. Dadurch können neben den produktspezifischen Interventionsmöglichkeiten auch typische Diffusionsverläufe und wirtschaftspolitische Handlungsoptionen gefunden werden. In Tabelle 9 ist die Kategorisierung dargestellt.

Tabelle 9: Pfadeinteilung der fünf ausgewählten Energieinnovationen

Produkt	*Pfadtyp*	*Begründung Typenzuweisung*	Wirtschaftspolitische Interventionsoptionen
Passivhaus	Pfadtyp 3	• Geringe Reboundgefahr • Hohe Bedeutung von grünen Pionieren • Wirtschaftlichkeit (durch staatliche Förderung) • Gute technische Kompatibilität-	• Kurz- bis mittelfristige monetäre Förderungen notwendig • Günstige Rahmenbedingungen sollten direkte monetäre Förderungen ablösen
Smart Meter	Pfadtyp 5	• Unklare Wirtschaftlichkeit • Erfordert Systemwechsel • Geringer politischer Push & Pull • Mittlere ökologische Vorteile • Rentierlichkeit nur gegeben, wenn zukünftige Rahmenbedingungen stimmen	• Falls Diffusion gewünscht, ist eine Langfristförderung erforderlich. • Einstieg von etablierten Anbietern notwendig
Elektrofahrrad	Pfadtyp 2	• Durchschaubares Produkt • Gute Erprobbarkeit • Verlangen kaum Verhaltensänderung • Gut für Endverbraucher • Überwiegend etablierte Anbieter mit guter Reputation • Mittlere Reboundgefahr	• Geringe Förderungen notwendig • Produktspezifische Förderung sinnvoll: Ausbau der Radwege, Radschnellstraßen, öffentliche Ladestellen an frequentierten Orten, ebenerdige Fahrradgaragen,…
Thermische Solaranlage	Pfadtyp 3	• Geringe Reboundgefahr • Hohe Bedeutung von grünen Pionieren • Wirtschaftlichkeit (durch staatliche Förderung)	• Kurz- bis mittelfristige monetäre Förderungen notwendig • Günstige Rahmenbedingungen sollten direkte monetäre Förderungen ablösen
LED	Pfadtyp 2	• Durchschaubares Produkt • Gute Erprobbarkeit • Verlangen kaum Verhaltensänderung • Gut für Endverbraucher • Überwiegend etablierte Anbieter mit guter Reputation • Mittlere Reboundgefahr	• Öffentliche Beschaffung stellt sinnvolle Maßnahme dar • Verbote für umweltschädliche Konkurrenzprodukte (Energiesparlampe) • Keine direkte Förderung notwendig

Quelle: Eigene Darstellung IHS Wien

6 Internationaler Vergleich

Die Diffusion der untersuchten Technologien in Österreich ist im internationalen Vergleich mit Deutschland und der Schweiz zu beleuchten. Von den fünf betrachteten Energieinnovationen wurden zwei ausgewählt, deren Verbreitung in Deutschland sehr unterschiedlich verlief. Dies ist zum einen die LED-Technologie, deren Diffusion recht geradlinig zum heutigen Erfolg führte. Zum anderen handelt es sich um die Smart Meter-Technologie, deren Verbreitung Höhen und Tiefen erlebte, die aber aktuell noch nicht den Durchbruch geschafft hat.

6.1 LED

6.1.1 Anfangszeit der LED

Im Jahr 1962 wurde die erste industriell gefertigte LED auf den Markt gebracht. Der erste Anwendungsbereich dieser roten LED umfasste hauptsächlich Anzeigeelemente bei elektrischen Geräten oder Statusanzeigen in Autos. Die Forschung und Entwicklung von LED-Technologie wurde aufgrund des fehlenden Marktes für Haushalte und Unternehmen lange Zeit daher nur in geringem Umfang betrieben. 1995 gelang es, weiße LEDs herzustellen, die dann rasch über die Anwendung in der Taschenlampe eine beachtliche Verbreitung fanden.

Der eigentliche Durchbruch für die LED wurde durch politische Vorgaben erleichtert: Aufgrund des schrittweisen Verbots von regulären Glühlampen durch die EU-Kommission 2009 (vgl. EU/244/2009) wurde ein EU-weiter Markt für alternative Leuchtmittel geschaffen. Seit dem 1. September 2010 gelten in der Schweiz die gleichen Vorschriften wie in der EU (vgl. Schweizer Eidgenossenschaft, 2009). 2012 wurde im Schweizer Nationalrat ein Antrag zur Aufhebung des Glühlampenverbots eingereicht, der im gleichen Jahr abgelehnt wurde (vgl. Cura Vista Geschäftsdatenbank, 2012, online). Die Kompaktleuchtstofflampe (Energiesparlampe) stellte dabei in vielerlei Hinsicht keine zufriedenstellende Alternative dar: Die Farbwiedergabe befand sich im bläulichen Bereich, so dass der Unterschied zur Glühbirne mit ihren ca. 2700 Kelvin deutlich war und zu Akzeptanzproblemen führte. Licht im bläulichen Bereich wirkt stimulierend, so dass die Energiesparlampe auch aufgrund dieser Eigenschaft bei Verbraucherinnen und Verbrauchern in der Kritik war. Außerdem enthält die Energiesparlampe Quecksilber und muss als Sondermüll entsorgt werden. Weiters bestand eine wenig praktikable Einschaltverzögerung. Die Einsparmöglichkeiten von Energiesparlampen fielen sehr viel geringer aus als zunächst angenommen, da häufiges An- und Ausschalten die Lebensdauer der Energiesparlampe verkürzt. Die Energiesparlampen waren darüber hinaus nicht dimmbar (vgl. Öko-Test, 2010, online).[28]

[28] Heute sind einige dieser Nachteile nicht mehr gegeben: So gibt es inzwischen Energiesparlampen in verschiedenen Farbtemperaturen, auch mit 2.700 Kelvin. Auch die Verzögerungen beim Einschalten wurden erfolgreich reduziert. Heute gibt es auch dimmbare Energiesparlampen.

Nutznießer dieser Entwicklung war die LED-Technologie. Verschiedene Hersteller haben LED-Lampen entwickelt, die eine hohe Energieeffizienz besitzen und wenig Strom benötigen, keine Wärme abstrahlen, keine giftigen Substanzen enthalten, ein angenehmes Licht bieten, eine lange Lebensdauer (bis zu 60.000 Betriebsstunden) und dabei einen geringen Wartungsaufwand haben (vgl. LumiTronix, 2014, online). Im Vergleich zur Glühlampe werden durch LED-Lampen bis zu 85 % der Energiekosten eingespart, durch Energiesparlampen ca. 70 %. Die relativ hohen Anschaffungskosten von LED-Lampen gegenüber anderen Beleuchtungstechnologien hemmen zwar die flächendeckende Marktdurchdringung bisher, diese rechnen sich durch den geringen Energieverbrauch der LED aber bereits nach drei Jahren (vgl. Stiftung Warentest, 2014, online). Diese Kostenhürde sollte in den kommenden Jahren noch weiter deutlich fallen (vgl. co2online, 2012, online). Die Befürchtung der Verbraucher/innen, die Lichtquelle sei zu punktuell ausgerichtet, kann schnell entkräftet werden: zum einen kann diese Eigenschaft der LED gezielt eingesetzt werden, zum anderen kann aber auch der gerichtete Strahl durch den Einsatz geeigneter Leuchten breit gestreut werden. So bieten LED-Lampen mehr Möglichkeiten als bisherige Technologien für Lichtgestaltung und Lichtszenarien. Ein weiterer fördernder Faktor ist die zunehmende Bewusstseinsbildung der Verbraucher/innen in Umweltfragen, was neben den genannten Vorteilen zu einem großen Marktpotenzial dieser Branche beiträgt.

6.1.2 LED-Forschung in Deutschland

Obwohl sich die LED-Technologie weiterhin im Forschungsstadium befindet, wird der flächendeckenden Einführung dieser neuen Technik in den kommenden Jahren eine immense Bedeutung für den effizienteren Umgang mit Energie sowie bei der Gestaltung der Energiewende zugeschrieben. Unterstützt wurden und werden die Forschungsarbeiten von den deutschen Bundesministerien, dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem Bundesministerium für Umwelt (BMUB) sowie dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). 2008 rief das BMBF die LED-Leitmarktinitiative ins Leben, um die Energieinnovation LED weiter voranzutreiben und eine breite Markteinführung in Deutschland zu unterstützen. Seit 2012 ist das BMUB für die Leitmarktinitiative zuständig. Die bisher geförderten Projekte sind meist Verbundprojekte (vgl. Tabelle 10).

Tabelle 10 Übersicht über die im Rahmen der LED-Leitmarktinitiative geförderten Verbundprojekte

Kurzname	*Titel*	*Laufzeit*
EVALKOMM	Evaluierung des Kommunenwettbewerbes „Kommunen in neuem Licht“	10.10-09.13
GREIGHT	LED-Herstellung auf 8-Zoll-Substraten	11.10-04.14
HI-Q-LED	Neue Generation qualitativ hochwertiger LED-Lichtquellen und –Leuchten	10.10-03.14
Mesophisches Sehen	Messung und Simulation des photopischen und mesopischen Sehens: Psychophysiologische Maße zur Beurteilung von Beleuchtungseinrichtungen	12.09-11.13
UNILED	Erfassung und Beseitigung von Innovationshemmnissen beim Solid State Lighting	08.10-05.14

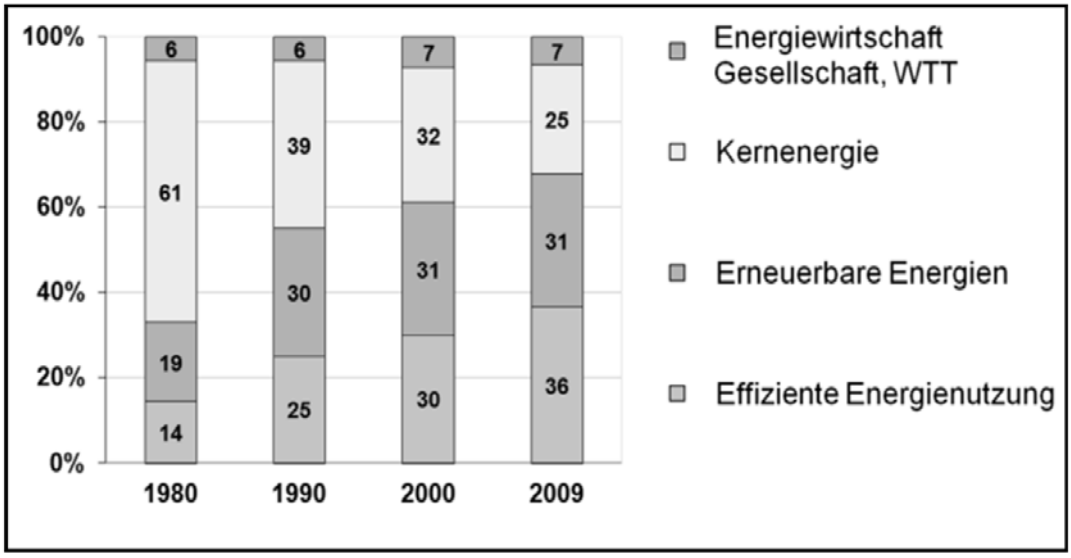
Quelle: Photonik Forschung Deutschland (2015)

Durch den Wettbewerb „Kommunen in neuem Licht“, den das BMBF 2009 ausrief, wurden zehn Kommunen in Deutschland mit insgesamt 20 Millionen Euro gefördert. Ausgehend von der Überlegung, dass die Öffentliche Hand sichtbarer Vorreiter für eine vielseitige Anwendung der LED-Technologie sein soll, wurden unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten im Außen- und Innenbereich gefördert. Die Evaluierung dieser Fördermaßnahme erfolgte im Rahmen der o. g. LED-Leitmarktinitiative.

6.1.3 LED-Forschung in der Schweiz

Der Schweizer Bundesrat hat im Jahr 2011 den Ausstieg aus der Kernenergie beschlossen und mit der „Energiestrategie 2050“ ein ambitioniertes Energieeinsparkonzept erarbeitet. Darin sollen in erster Linie die vorhandenen Energieeffizienzpotenziale erschlossen werden. Damit blieb die Schweiz in der Tradiiton der Energieeffizienzforschung. Bereits im Jahr 2009 wurde die Energieforschung mit 1,2 Mrd. Schweizer Franken (CHF) gefördert (davon 790 Mio. Privatinvestitionen), wovon 36 % in das Forschungsfeld „Effiziente Energienutzung“ investiert wurde (vgl. Schweizerischer Bundesrat, 2012). Somit wird in diesem Themengebiet mehr als doppelt so viel geforscht als im Jahr 1980 (siehe Abbildung 46).

Abbildung 46: Entwicklung der Energieforschung nach Forschungsschwerpunkten, Schweiz 1980-2009

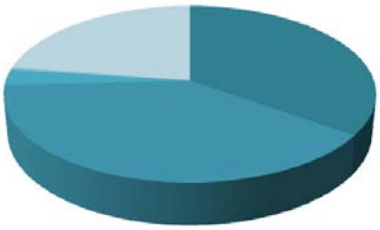


Quelle: Schweizerischer Bundesrat (2012:9026)

6.1.4 LED-Diffusionsförderung in Deutschland

Neben der Forschungsförderung zur Weiterentwicklung der LED-Technologie unterstützt das deutsche Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) im Rahmen der Kommunalrichtlinie[29] Kommunen bei der Umsetzung von Maßnahmen zum Klimaschutz. Darunter fallen auch Investitionen in Klimaschutztechnologien, wozu auch die LED-Technologie gehört. Von 2008 bis 2014 entfielen 75 % der Projekte auf Maßnahmen zur Außen- und Innenbeleuchtung (vgl. Abbildung 47).

Abbildung 47: Übersicht über die im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative, Baustein Klimaschutztechnologien, bewilligte Projekte 2008-2014



- Außen- und Straßenbeleuchtung 34,87 % (1771)
- Innen- und Hallenbeleuchtung 39,26 % (1994)
- Lüftungsanlagen 2,91 % (148)
- Kombi-Beleuchtung 0,45 % (23)
- Sonstiges 22,50 % (1143)

Quelle: Nationale Klimaschutz Initiative (2015)

Auch die mittelständische Wirtschaft profitiert von den derzeitigen günstigen regulatorischen Rahmenbedingungen, welche die Markteinführung von LED-Leuchten beschleunigen und die Akzeptanz durch den/die Endverbraucher/in erhöhen sollen. Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) förderte bis Ende 2014 kleine und mittlere Unternehmen

[29] Die Kommunalrichtlinie („Klimaschutzprojekte in sozialen, kulturellen und öffentlichen Einrichtungen“) ist ein Element der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB).

(KMUs), wenn diese ihre Beleuchtung auf LED umstellen. Die Förderung wird im Bereich der Querschnittstechnologien als Einzelmaßnahme bei hocheffizienten Technologien gewährt, darunter fällt auch die LED-Technologie. Die Förderrichtlinien haben sich seit 01.01.2015 dahingehend verändert, dass für LED ein geringerer Fördersatz gezahlt wird und die Förderung zum 30. April 2015 ausläuft (vgl. BAFA, 2015, online). Dies ist ein Hinweis darauf, dass sich die LED-Technologie bereits einen Platz auf dem Beleuchtungsmarkt erobert hat, eine gewisse Marktdurchdringung erfolgt ist und eine Förderung daher nicht mehr für sinnvoll erachtet wird.

Dennoch wird die LED-Technologie immer weiter entwickelt, z. B. um das zur Verfügung stehende Farbspektrum zu erweitern. Aktuelle Forschungen im Bereich der organischen LED (OLED) zeigen das Zukunftspotenzial des LED-Sektors. Eine OLED ist ein leuchtendes Dünnschichtbauelement aus organischen halbleitenden Materialien, das sich von den klassischen LEDs hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass sowohl die elektrische Stromdichte als auch die Leuchtdichte geringer sind und OLED deshalb eher als leuchtende Flächen, denn als relativ kleine Punktlichtquellen wahrgenommen werden. Obwohl zurzeit OLED-Lampen, trotz steigender Produktionszahlen und Effizienz noch zu teuer sind, werden sie in Zukunft die LED-Technologie ideal ergänzen. Im gewerblichen bzw. öffentlichen Bereich wurden bereits 2014 OLED-Panels als Grundbeleuchtung eingesetzt. Dort ergeben sich durch längere Betriebszeiten auch bessere und schnellere Amortisations-Chancen für OLED/LED-Beleuchtung als in Privathaushalten.

6.1.5 LED-Diffusionsförderung in der Schweiz

Das nationale Förderprogramm „effeLED“ der Initiative des schweizerischen Fachverbandes der Beleuchtungsindustrie (FVB) fördert seit Anfang 2014 energieeffiziente Leuchten in Form von LED-Technologien in Neubau- und Sanierungsprojekten. Ziel ist die Einsparung von 54 Millionen kWh Strom. effeLED ist das Nachfolgeprogramm von effelux und wird über die wettbewerbliche Ausschreibung „ProKillowatt“ des Bundesamtes für Energie finanziert (vgl. effeLED, 2014, online).

Ansonsten setzt die Schweiz sehr stark auf Information und Aufklärung. Über die Plattform EnergieSchweiz werden die Aktivitäten auf Bundes-, Landes- und Kantonsebene gebündelt. Informationen und Broschüren zum Thema Beleuchtung und LED gibt es für den Bereich Wohnen, für Unternehmen, Straßenbeleuchtung und Weihnachtsbeleuchtung. Dabei wird auch gleich auf energieeffizientes Verhalten verwiesen. Effizienz, Konsistenz und Suffizienz sind die Stoßrichtungen, die EnergieSchweiz verfolgt (vgl. energieschweiz, 2013, online).

6.1.6 Status quo in Deutschland

Heute beträgt der Marktanteil der LEDs bei der Außenbeleuchtung bereits 40 % (vgl. Photonik Forschung Deutschland, 2015). Die LED-Lampe hat seit dem Verbot der Glühbirne jedoch auch im Innenbereich Einzug in vielen Unternehmen wie auch private Haushalte gehalten. Dass diese Prozentsätze in Zukunft potenziell steigen werden, zeigt Osram mit der von ihnen in Deutschland beauftragten forsa Studie aus dem Jahr 2012: So haben 32 % der Privathaushalte bereits eine LED-Lampe in Gebrauch und 60 % halten LED-Lampen für eine gute Alternative zur Glühlampe. 77 % der Haushalte gaben hier an, beim Kauf eines Leuchtmittels auf dessen energiesparende Eigenschaften zu achten (vgl. OSRAM, 2012, online). Die dena-Umfrage von 2012 kommt zu ähnlichen Ergebnissen (vgl. dena, 2013, online).

Eine Studie im Auftrag des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) zum Energieverbrauch im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland zeigt, dass der Anteil von LED-Lampen in allen untersuchten Einsatzbereichen gestiegen ist, insgesamt von 5 % im Jahr 2010 auf 10 % im Jahr 2012 (vgl. Schlomann et al. 2015). Vor allem für die Schaufensterbeleuchtung werden LED-Lampen eingesetzt (27 % der eingesetzten Lampenarten) und in der Hotel- und Gaststättenbranche (ca. 18 % der eingesetzten Lampenarten).

6.1.7 Status quo in der Schweiz

Laut einem Energiegesetzesentwurf vom 04.09.2013 soll der durchschnittliche Energieverbrauch pro Person bis 2020 um 16 % und bis 2035 um 43 % im Vergleich zum Jahr 2000 gesenkt werden (vgl. Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, 2013). 12 % des schweizerischen Elektrizitätsverbrauchs entfallen auf die Beleuchtung (vgl. Schweizer Eidgenossenschaft, 2014, online; energieschweiz, 2011). Der Einsatz von LEDs könnte somit zur geforderten Energieeinsparung beitragen. In einer Kooperation zwischen Fachverbänden, Behörden und Unternehmen namens „led-know-how.ch“, soll der Wissensstand bezüglich LEDs produktneutral und herstellerunabhängig gefördert werden (vgl. LED Know-How, 2015, online).

In der Schweiz wurden bereits einige Projekte zur Umrüstung auf LEDs durchgeführt. In der Gemeinde Baar wurden die Fußgänger- und Radwege mit LED-Wegleuchten ausgestattet, in der Gemeinde Igis die Straßenbeleuchtung auf LED umgerüstet. St. Gallen hat die Beleuchtung des Stadtparks erneuert. Aber auch bei der Innenbeleuchtung wird verstärkt auf die LED-Technologie gesetzt. In Zürich werden im Universitätsspital hocheffiziente LED-Einbauleuchten eingesetzt (vgl. LED Know-How, 2015, online).

„LED-Lampen werden zum Standard“, heißt es am 07.03.2014 in der Neuen Zürcher Zeitung. Laut dem Elektroingenieur und Leiter des nationalen Förderprogramms „effeLED“, Ste-

fan Gasser, beträgt der Anteil von LEDs am Gesamtumsatz im professionellen Lichtplanungsbereich 35 % bis 40 %. Für 2016 prognostiziert er LED-Lampen sowohl im Bereich professionelle Lichtplanung als auch im Heimbereich einen Marktanteil von 90 % (vgl. Glanzmann Gut, 2014, online).

6.2 Smart Meter

Eine der Grundlagen für Smart Metering in Deutschland wie in Österreich ist auch in dieser Betrachtung die Europäische Richtlinie zu Energieeffizienz und Energiedienstleistungen von 2006 (EDL 2006/32/EG, Artikel 13). Diese schreibt vor, eine Abrechnung auf Grundlage des tatsächlichen Verbrauchs so häufig (zumindest vierteljährlich) durchzuführen, dass Kunden in der Lage sind, ihren Energieverbrauch aktiv zu steuern. Mit dieser Richtlinie zielt die EU auf die Förderung des Einsatzes von vernetzten Messeinrichtungen ab. Durch eine Einbeziehung aller Beteiligten, der Energieerzeugung, Übertragung, der Ablesung sowie der Verbraucher/innen soll eine optimale Nutzung der vorhandenen Ressourcen möglich sein.

Obwohl kein Mitglied der EU, bildet die Energieeffizienz-Richtlinie auch in der Schweiz die Basis für eine Auseinandersetzung mit dem Thema (vgl. Bundesamt für Energie, 2014). Obwohl die Vorgabe zur Einführung intelligenter Messsysteme in der Schweiz noch nicht vom Bundesrat beschlossen wurde, beinhaltet das Maßnahmenpaket der Energiestrategie 2050 vom 4. September 2013[30] Änderungen im Energiegesetz (EnG) als auch im Stromversorgungsgesetz (StromVG), welche Smart Meter betreffen. So bestimmt Art. 15 Abs. 1 und 2 StromVG, dass Betriebs- und Kapitalkosten von gesetzlich vorgeschriebenen intelligenten Messsystemen als anrechenbare Kosten beim/bei der Endverbraucher/in gelten. Des Weiteren enthält Art. 17a StromVG die Definition eines intelligenten Messsystems sowie eine Delegationsnorm an den Bundesrat, auf dessen Basis er Vorgaben zur Einführung und über die technischen Mindestanforderungen von Smart Meter machen kann.

6.2.1 Einfluss der EU-Verordnung auf die Smart Meter-Entwicklung

Durch das Subsidiaritätsprinzip der EU ist die Umsetzung dieser Richtlinie in nationales Recht in Deutschland und Österreich unterschiedlich. In Deutschland wird in §21c EnWG der Einbau intelligenter Zähler für Neubauten und grundsanierte Gebäude seit dem 1. Januar 2010 vorgeschrieben. Darüber hinaus sollen seit dem 30. Dezember 2010 gemäß §40(5) EnWG dem/der Endverbraucher/in zusätzlich Tarife angeboten werden, die einen Anreiz zur Energieeinsparung oder eine Steuerung des Energieverbrauchs unter Berücksichtigung der Netzauslastung zum Ziel haben. Eine weitere gesetzliche Grundlage für die Umsetzung des Smart-Metering-Ansatzes liegt in der Messzugangsverordnung (MessZV). Diese

[30] Die Energiestrategie 2050 beinhaltet die Reduzierung des Endenergie- sowie Stromverbrauchs, den Ausbau der erneuerbaren Energien, die Senkung der energiebedingten CO_2-Emissionen und die mittelfristige Abdeckung des Strombedarfs ohne Kernenergie.

Verordnung regelt im liberalisierten Energiemarkt die Voraussetzungen und Bedingungen des Messstellenbetriebs und der Messung von Energie.

6.2.2 Smart Meter Forschung in Deutschland

Von der Umsetzung in nationales Recht betroffen waren in erster Linie die Regierung und die Energieversorgungsunternehmen, aber auch Netzbetreiber, Messstellenbetreiber, Behörden, Verbraucher/innen und ihre Vertretungsorganisationen, Hersteller von Messgeräten, Entwickler von Software sowie von Feedback-Systemen. Mit der Ankündigung zur nationalen Umsetzung der EU-Richtlinie in deutsches Recht begannen vor allem die Energieversorgungsunternehmen, Smart-Meter-Geräte in der Praxis zu erproben. Es wurden Geräte, deren Funktionalität, deren Kommunikationsfähigkeit im System sowie verschiedene Feedback-Systeme getestet und die Akzeptanz der Verbraucher/innen untersucht. Auch Effekte zur Energie- und Kosteneinsparung wurden analysiert. Die Tochterfirma der EnBW, Yellow, war einer der ersten Anbieter für die so genannten intelligenten Messgeräte in Deutschland. Aufgrund der Tatsache, dass Smart Meter nicht nur Auskunft darüber geben, wie viel Strom aktuell verbraucht wird, sondern auch über Nutzungszeiten und Leistungsbezug, liefern Smart Meter datenschutzrechtlich kritische Informationen. Dies sorgt bei vielen Verbraucher/innen für Unsicherheiten. 2008 hat Yellow für sein Smart-Meter-Programm die Negativauszeichnung in Form des BigBrotherAwards erhalten. Bemühungen um einen flächendeckenden Einsatz von Smart Metern in Mülheim durch die RWE scheiterten ebenfalls an Datenschutzbedenken (vgl. BigBrotherAwards, 2008, online).[31] Laut einer Umfrage von check24 vom Mai 2012 zur Akzeptanz der Smart Meter Technologie äußerten 42 % der Befragten starke Datenschutzbedenken (vgl. Check24, 2012). Einen positiven Verlauf nahm das Rollout von Smart Metern hingegen für die Stadtwerke Haßfurt. Nach einem ersten Pilotversuch im Jahr 2007 mit 200 Haushalten, wurden bis Ende 2011 alle privaten Haushalte mit intelligenten Zählern ausgerüstet (vgl. Aichele und Doleski, 2012).

Die deutschen Bundesministerien für Wirtschaft und Energie (BMWi), für Bildung und Forschung (BMBF) sowie für Umwelt, Klimaschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) förderten Projekte zu Smart Metern. Das BMWi beteiligte sich beispielsweise an Feldversuchen der MVV und der RWE.[32] BMUB und BMWi förderten in einer ressortübergreifenden Partnerschaft in sechs so genannten Smart Energy Regions Schlüsseltechnologien und Geschäftsmodelle für ein „Internet der Energie“.[33]

---

[31] Siehe auch die Aktivitäten der Mülheimer Bürgerintiative gegen den flächendeckenden Rollout von Smart Metern, Brief an die Bürgermeisterin von Mülheim vom 27.10.2008.

[32] Forschungsprojekt der MVV 2009 bis 2011: Technik und Potentiale von intelligenten Zähl-, Mess- und Kommunikationssystemen zur Energieeinsparung und Effizienzsteigerung. Forschungsprojekte der RWE: Mülheim zählt (vgl. RWE, 2013, online)

[33] zu finden unter: *http://www.e-energie.info/de/index.php*

Das bisher größte Forschungsprojekt zu den Effekten von intelligenten Zählern, Feedbacksystemen und unterjährigen Verbrauchsinformationen war das Verbundprojekt Intelliekon - Nachhaltiger Energiekonsum von Haushalten durch intelligente Zähler-, Kommunikations- und Tarifsysteme. Mit zehn Energieversorgern, überwiegend Stadtwerken (darunter auch die Linz AG in Österreich) als Praxispartner konnten über 2.000 Haushalte für den Feldversuch gewonnen werden. Die Ergebnisse zeigten eine Verbrauchsminderung von im Schnitt 3,7 % durch Feedback. Zusätzlich bereitgestellte Energiespartipps gepaart mit zeitvariablen Tarifen führten zu einer Verbrauchseinsparung von durchschnittlich 9,5 %, eine Verbrauchsverlagerung fand jedoch nur unwesentlich statt (vgl. Intelliekon, 2011).

6.2.3 Smart Meter Forschung in der Schweiz

Grundlage für die Ausarbeitung der Kosten-Nutzen-Analyse und zur Abschätzung der Einsparpotenziale bildeten Smart Meter-Pilotprojekte sowie Studien zu Energieeinsparungen durch Informationsfeedback. Auch in der Schweiz wurden bereits einige solcher Studien durchgeführt. Die Ergebnisse sind allerdings sehr unterschiedlich.

Die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich haben bereits im Juni 2010 in Dietikon ein Smart Meter-Pilotprojekt mit ca. 1.600 Teilnehmer/innen gestartet. 954 Haushalte wurden mit Smart Meter ausgestattet und erhielten Feedback über ihren Stromverbrauch entweder über ein Inhome Display, Webportal oder über ein monatliches Kundenschreiben. Die restlichen Haushalte bildeten die Kontrollgruppe. Die Studie zeigte, dass die Teilnehmer/innen mit Inhome Display am meisten sparten (3 % weniger Stromverbrauch als die Kontrollgruppe) gefolgt von den Teilnehmer/innen mit Information über das Webportal (2,6 % Einsparungen). Das Feedback über ein monatliches Kundenschreiben hat zu keiner wesentlichen Einsparung im Vergleich zur Kontrollgruppe geführt (vgl. Medienmitteilung EKZ, 2011, online).

Zu wesentlich geringeren Einsparungen kam es im Smart Meter-Pilotprojekt der Centralschweizerischen Kraftwerke AG (CKW). Einsparungen bis maximal 3 % seien nur bei Kunden, welche sich aktiv mit ihrem Verbrauchsverhalten und der Energieeffizienz auseinandersetzten, zu beobachten (vgl. Medienmitteilung CKW, 2014, online). Auch in dem einjährigen Pilotprojekt der Sankt Galler Stadtwerke kam es zu geringen Einsparungen durch die Anbringung von intelligenten Messsystemen. Die Aussagekraft der Ergebnisse des Projekts ist allerdings durch die geringen Beobachtungszahlen (Beteiligung von gut 20 Haushalten) und das Fehlen einer Kontrollgruppe sehr eingeschränkt (vgl. Medienmitteilung Stadt St. Gallen, 2014, online).

Eine experimentelle Studie der Universitäten Zürich und Lausanne in Kooperation mit dem Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) untersuchte die Effektivität von Information zur Steigerung der Energieeffizienz. Untersucht wurden dabei unterschiedliche Arten der Information: regelmäßige Information über den eigenen Verbrauch durch Smart Meter, Information

zur Stromeinsparung durch eine professionelle Stromberatung oder Information über den Konsum anderer Haushalte. Die Ergebnisse zeigen, dass die Information über den eigenen Verbrauch durch Smart Meter zu den größten Einsparungen (3 % weniger Stromverbrauch als eine Kontrollgruppe) führte (vgl. Degen et al., 2013).

Der Einsatz von Smart Metern in Verbindung mit einer Verbrauchsanzeige führte auch bei einer Studie zur Steigerung der Energieeffizienz bei der Warmwassernutzung zu deutlichen Einspareffekten. Im Vergleich zum Ausgangsverbrauch reduzierten die Nutzer den durchschnittlichen Wasserverbrauch um 22 %. Die Einsparungen sind dabei deutlich höher als beim Einsatz von Smart Metern in der Elektrizität (vgl. Fischli et al., 2011).

6.2.4 Kosten-Nutzen-Analyse von Smart Metern in Deutschland

Für einen flächendeckenden Rollout sind mögliche Einsparungen allerdings nicht allein ausschlaggebend. Die entscheidende Frage, die es zur Erfüllung der EU-Auflagen zu klären gibt, ist die Frage nach der Wirtschaftlichkeit eines solchen Rollout. Hierzu gibt es unterschiedliche Annahmen und Aussagen. Eine von der Deutschen Energie-Agentur (dena) durchgeführte Studie untersuchte 2014 die Kosten und Einflussfaktoren einer Einführung von Smart Metern in Deutschland (vgl. dena, 2014). Hiernach liegen die Gesamtausgaben für die Ausstattung von 1 Mio. Zählpunkten zwischen € 467 bis 837 Mio. Die großflächige Einführung von Smart Metern kann jedoch bis 2030 die, für den Netzausbau notwendigen, Investitionen um bis zu 36 % reduzieren. Ferner ermöglichen intelligente Zähler den Stromanbietern zielgruppenorientierte Tarife.[34]

Allerdings kommt die, von der Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Ernst & Young erarbeitete, Kosten-Nutzen-Analyse intelligenter Zähler zu dem Ergebnis, dass die Kosten des Einbaus eines Smart Meters zumindest mittelfristig die möglichen Einsparungen erheblich übertreffen. Eine allgemeine Einbauverpflichtung wird als „nicht zumutbar“ bewertet (vgl. Ernst & Young, 2013:127).

Die österreichische Konsumentenorganisation kam zu einem ähnlichen Ergebnis: durch die Einführung des Systems können maximal € 23 pro Haushalt und Jahr eingespart werden, demgegenüber stehen Kosten für das Smart-Meter-System in Höhe von € 200 bis € 300 (vgl Konsument, 2011:25, online). Der Verband der österreichischen Elektrizitätsversorger führt an, dass nach rein wirtschaftlichen Kriterien die Einführung nicht rentabel ist (vgl. Capgemini, 2010:5), während eine Studie im Auftrag der österreichischen Regulierungsbehörde E-Control zu einem gegenteiligen Ergebnis kommt (vgl. PwC, 2010).

[34] „Die von der EU angestrebte Rolloutquote von 80 % bis 2022 über eine allgemeine Einbauverpflichtung führt zu einem gesamtwirtschaftlichen negativen Netto-Kapitalwert, und ist zudem für den Großteil der Kundengruppen wirtschaftlich nicht zumutbar“ (vgl. Ernst &Young, 2013:217).

Ein weiterer Hemmschuh der Diffusion von Smart Metern ist der, immer wieder von der Presse aufgegriffene, fragliche Schutz der Privatsphäre, wie er auch schon bei den Pilotversuchen festzustellen war. Viele Verbraucher/innen fürchten, zum „gläsernen Kunden“ zu werden. Die Erfassung und Auswertung der Verbrauchsdaten gestatten neben der intendierten Nutzung auch weitreichende Rückschlüsse über die Lebensgewohnheiten der Kund/-innen. Zudem besteht die Gefahr, des Missbrauchs der Daten durch externe Hacker-Angriffe (vgl. Lemos, 2010, online). Diese Gefahr steigt mit der Genauigkeit der Daten bzw. mit kleineren Ableseintervallen, allerdings ist eine hohe Genauigkeit unabdingbar für einen dynamischen Lastausgleich im „Smart-Grid“. Die aktuelle Entwicklung sieht eine Balance zwischen Ablesegenauigkeit und Vermeidung des gläsernen Bürgers als optimale Lösung, dies kann über eine dynamische Anpassung der Intervalle realisiert werden (vgl. Tauber, 2013).

Eine Förderung zur Diffusion von intelligenten Zählern, wie dies im Beispiel der LED der Fall ist, gibt es in Deutschland bisher nicht.

6.2.5 Kosten-Nutzen-Analyse von Smart Metern in der Schweiz

Aufgrund der Anlehnung an den Vorgaben der EU hat auch die Schweiz im Zusammenhang mit einer möglichen Einführung von intelligenten Messsystemen eine Kosten-Nutzen-Analyse im Jahr 2012 durchgeführt (vgl. Baeriswyl et al, 2012). Im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE) haben das Bits to Energy Lab der ETH Zürich, Ecoplan, Weisskopf Partner GmbH und ENCO AG verschiedene Szenarien zu einem möglichen Smart Metering-Rollout hinsichtlich wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Kosten und Nutzen bewertet. Die Auswirkungen einer Einführung von Smart Meter auf Haushalte, Unternehmer und Energieversorger (im Zeitraum 2015 bis 2035) wurden in fünf verschiedenen Szenarien[35] analysiert.

Durch die hohen Investitionskosten führt der Kosten-Nutzen Vergleich bei den direkten Kosten laut Studie zu Zusatzkosten von rund 900 Mio. CHF im Fall einer flächendeckenden Einführung im Vergleich zum Status Quo. Der zu erwartende indirekte Zusatznutzen, welcher sich vor allem aus Stromeinsparungen und Lastverschiebungspotenzialen ergibt, würde die Zusatzkosten mittelfristig vollständig ausgleichen und in sehr langer Frist zu einem klar positiven Resultat führen. Des Weiteren würde die Einführung eines flächendeckenden Rollouts auch zu einer Stimulierung des Wettbewerbs und anderen makroökonomisch wünschenswerten Effekten – welche in der Studie nicht quantifiziert wurden – führen. Aus diesem Grund kann laut Studie ein Rollout für die Schweiz empfohlen werden.

Bei der Untersuchung der Aufteilung der gesamten Kosten und Nutzen auf die verschiedenen Akteure zeigte sich, dass unter der damals bestehenden Rechtslage die Kosten vor allem auf die Netzbetreiber und Lieferanten bzw. Produzenten fallen würden und der Nutzen

[35] Einführungsszenarien: (i) Status quo, (ii) Status quo+, (iii) selektive Einführung, (iv) flächendeckende Einführung und (v) flächendeckende Einführung+.

hingegen fast ausschließlich den Endkonsument/innen zugutekommen würde. Aus diesem Grund wurde die Einführung einer „Split Incentives"-Regulierung, bei der die Kosten auf den/die Endverbraucher/in überwälzt werden, angedacht. Diesem Vorschlag ist man mittlerweile durch die Änderung des Art. 15 Abs. 1 StromVG nachgekommen.

Auch das Problem der entgegengesetzten Interessen im Hinblick auf die Datensicherheit und den Datenschutz wird in der Studie angesprochen und es wird die Befürchtung geäußert, dass eine zu strikte Regulierung – wie vom eidgenössischen Datenschutz- und Öffentlichkeitsbeauftragten (EDÖB) vorgeschlagen – das Innovationspotenzial für Energieeffizienz einengt.

6.2.6 Status quo in Deutschland

Die geschätzte Anzahl der Unternehmen bzw. Haushalte, welche Smart Meter aktuell und zukünftig in Gebrauch haben, unterscheiden sich je nach betrachtetem Rolloutszenario. Sie reichen von 2 Millionen Zählern im Jahr 2011 bis knapp 8 Millionen Zählern bis 2020 (vgl. Arnold, 2012, online). Die Kosten-Nutzen-Analyse von Ernst&Young geht sogar von 46,9 Mio. Zählern im Jahr 2016, 48,2 Mio. bis 2022 und 50,3 Mio. bis 2032 aus. Laut einer Umfrage des forsa-Instituts hängt die Ausbreitung intelligenter Messysteme aber hauptsächlich davon ab, ob die Anbringung eines solchen Messsystems Kosten verursacht, die der/die Verbraucher/in selbst tragen muss (vgl. forsa, 2010). Ist dies nicht der Fall, so äußerten 69 % der forsa-Befragten die Bereitschaft, einen solchen Zähler einzubauen. Sollten die Kosten des Einbaus, wenn auch nur in geringem Umfang, an den/die Verbraucher/in fallen, so schrumpft dieser Prozentsatz trotz möglicher hoher Einsparpotenziale auf 25 %.

6.2.7 Status quo in der Schweiz

Eine Regulierung zur zeitlichen Vorgabe und zum Abdeckungsgrad des Smart Meter Rollouts gibt es bis dato noch nicht. Die Studie zum Impact Assessment eines Rollouts gibt als Ziel eine 80 % Abdeckung bis zum Jahr 2025 vor (vgl. Baeriswyl et al., 2012). Die Ausbreitung von Smart Metern kann zum jetzigen Zeitpunkt auch schlecht abgeschätzt werden, da es diesbezüglich keine offizielle Statistik gibt. Das Bundesamt für Statistik (BFS) sieht allerdings den Bedarf einer statistischen Verfolgung sobald die Programme zur Ausgestaltung der intelligenten Messsysteme konkretisiert sind (vgl. Bundesamt für Statistik, 2013).

6.3 Fazit des internationalen Vergleichs

Kernannahme der Diffusionstheorie von Rogers ist das Vorhandensein heterogener Akteur/innen, die aufgrund ihrer Charakteristika eher Vorreiter bei der Nutzung einer Innovation sind, oder eher Nachzügler. Je nachdem, welche Akteur/innen gerade angesprochen werden, ist die Diffusion einer Innovation unterschiedlich weit fortgeschritten. Die LED-

Technologie kann daher in die Phase der „frühen Mehrheit“ eingeordnet werden, während die Smart-Meter-Technologie immer noch in der „Early Adopter“-Phase steckt, obwohl der Entwicklungsprozess bei beiden Innovationen durch äußere Umstände (EU-Verordnung) angestoßen wurde, bei Smart Metern fand dies sogar früher statt.

Entscheidend sind die (wahrgenommenen) Eigenschaften einer Innovation:

- **Relativer Vorteil:** Der relative Vorteil, der sich aus der Nutzung von LEDs ergibt (direkte Kosteneinsparung) ist eindeutiger erkennbar als bei Smart Metern (indirekte Kosteneinsparung durch Verbrauchseinsparung über erhöhtes Verbrauchsbewusstsein oder Verhaltensänderungen).
- **Kompatibilität:** Die Kompatibilität von LEDs mit der Lebenswelt der Individuen ist ohne Einschränkungen gegeben (vorhandene Infrastruktur kann genutzt werden), während sie bei Smart Metern nicht ohne großen Aufwand vorhanden ist (Aufbau einer komplexen Infrastruktur).
- **Komplexität:** Smart Meter sind aufgrund der benötigten Vorkenntnisse komplexer als LED-Lampen. Sehr viele Akteur/innen sind eingebunden, deren Interessen untereinander abgestimmt werden müssen. Außerdem gibt es viele (datenschutz-)rechtliche Unsicherheiten. Dazu zählen auch die Kommunikationsfähigkeit der Einzelkomponenten von Smart-Meter-Systemen sowie die Normungsprozesse.
- **Erprobbarkeit:** Beide Technologien sind schon mehrfach erprobt. Während die Ergebnisse der LED-Studien jedoch eindeutig positiv und leicht nachvollziehbar sind, sind die Ergebnisse der Smart-Meter-Studien sehr unterschiedlich, weil sie von vielen unterschiedlichen Bedingungen abhängen. Der/die Nutzer/in hat keine Möglichkeit, die Technologie selbst ohne großen Aufwand zu erproben.
- **Wahrnehmbarkeit:** LEDs sind in jedem Fachgeschäft erhältlich und im Alltag erkennbar, während Smart Meter nicht unbedingt im wahrgenommenen Umfeld der Verbraucher/innen vorhanden sind (nur beim Energieversorger erhältlich, in der Regel im Keller bzw. im Zählerkasten installiert).

Nicht nur die Eigenschaften einer Innovation wirken auf deren Diffusionserfolg. Auch externe, soziale Faktoren wirken sich auf die Marktdurchdringung aus.

- Die Entscheidungsinstanz ist bei LEDs ein einzelner Akteur, nämlich der/die Verbraucher/in selbst. Bei Smart Metern sind so viele Akteur/innen an der Umsetzung beteiligt, dass die Entscheidung für die Technologie nicht von einem einzelnen Individuum getroffen werden kann.
- LED-Lampen werden in der Presse relativ häufig und positiv dargestellt. Die Berichterstattung über Smart Meter nimmt ab und ist aktuell tendenziell negativ. Auch im Alltag wird eher über LEDs gesprochen als über Smart Meter.
- Das soziale System ist entscheidend, d.h. ob ein Nachbar die Innovation bereits nutzt oder die Nutzung im sozialen Umfeld anerkannt ist. Dieser Faktor spricht ebenfalls mehr für die LEDs denn für Smart Meter.

- Das Ausmaß der Bemühungen von „Change Agents“ spricht für beide Innovationen, aufgrund des erhöhten Umweltbewusstseins in der Gesellschaft. Allerdings spricht ein ebenfalls erhöhtes Bewusstsein für Datenschutz und Privatsphäre wiederum gegen Smart Metering.

Die Gegenüberstellung von LED-Lampen und Smart Metern hat gezeigt, welche Faktoren für eine gelungene Diffusion entscheidend sind und warum der Diffusionsprozess der LEDs besser gelungen ist als der von Smart Metern. Dies trifft nicht nur auf Deutschland zu, sondern ist auch im internationalen Vergleich so zu beobachten.

7 Qualitative Analyse

Um erste Eindrücke über den Grad der Diffusion sowie förderlicher und hinderlicher Faktoren in Bezug auf die untersuchten Innovationen zu erhalten, wurden Gespräche mit Expert/innen im jeweiligen Technologiefeld geführt. Die Interviews dienten der Gewinnung vertiefender Kenntnisse über die jeweiligen Technologien, um nähere Informationen über Diffusionsprozesse von Energieinnovationen in Österreich, deren nationalen und regionalen Rahmenbedingungen, wichtige nationale, regionale und lokale Change Agents und Nutzer/innen sowie, für die weitere Analyse geeignete Produktbeispiele zu identifizieren. Die Interviews umfassten alle fünf Bereichen, d.s. E-Bike, LED, Passivhaus, Smart Meter und Solarthermie.

Es wurden insgesamt 15 Interviews mit Expert/innen durchgeführt. Dabei handelte es sich um Architekt/innen, Baumeister/innen, Dienstleister/innen, Energieversorger/innen, Händler/innen, Installateur/innen, Interessensvertretungen, Lichtdesigner/innen, NGO, Produzent/innen, Techniker/innen, Verwaltungsbeamt/innen und Wissenschaftler/innen.[36]

Die Auswahl der Interviewpartner/innen erfolgte auf Vorschlag der FFG und des Klimafonds, aufgrund von Internetrecherche und auf Empfehlung von Schlüsselpersonen, d.h. dem Schneeballsystem. Die Expert/innen wurden für das Interview an ihrem Arbeitsbereich aufgesucht. Die Interviews dauerten ca. eine Stunde, wurden mit Einverständnis der Expert/innen aufgenommen, vollständig transkribiert und computerunterstützt, inhaltsanalytisch, ausgewertet.

Eine inhaltsanalytische Auswertung ist an den manifesten Aussagen der befragten Personen interessiert und versucht nicht, wie z.B. die Feinstrukturanalyse oder die Kodierverfahren der Grounded Theory, latente Bedeutungszuschreibungen, Prozesse und Wertstrukturen zu identifizieren. Da der Fokus darauf liegt, was gesagt wurde und nicht wie die Bedeutung einer Aussage in Interaktionsprozessen zustande kommt, kann eine Inhaltsanalyse der Interviews als Grundlage für weitere quantitative Untersuchungen herangezogen werden, ohne die Prozessbedingungen in einem langwierigen Verfahren zu operationalisieren.

Die Expert/innen-Interviews wurden durch entwickelte Leitfäden unterstützt um eine thematische Ausrichtung der Gespräche vorab zu definieren. Die verwendeten Leitfäden wurden nach einem Studium der Literatur über Diffusionsprozesse, siehe hierzu auch Kapitel 2, erstellt und stützen sich besonders auf die Ausführungen von Rogers (2003). In den Leitfäden wurden die folgenden Themenbereiche behandelt:[37]

- Energieeffizienz und generelle Charakteristika der Technologie,
- technische Eigenschaften und der Grad der Ausgereiftheit,
- finanzielle Voraussetzungen,

[36] Eine Liste der Interviewpartner/innen findet sich im Anhang zu diesem Projektbericht.
[37] Eine generelle Version des Interviewleitfadens ist im Anhang zu diesem Projektbericht zu finden.

- infrastrukturelle Voraussetzungen,
- Voraussetzungen an die Nutzer/innen,
- Sichtbarkeit der Technologie sowie
- die Integrierbarkeit der Technologie in den Alltag.

Die Leitfäden wurden dabei auf die jeweilige Interviewsituation angepasst, um der spezifischen Gesprächs gerecht zu werden. Ebenso wurde der jeweils verwendete Leitfaden mit wachsendem Kenntnisstand der Projektmitarbeiter/innen adaptiert, um ein tieferes Verständnis zu ermöglichen. Dies ist der Logik der qualitativen Herangehensweise geschuldet, da die Untersuchten Phänomene aus verschiedenen Perspektiven, in verschiedenen Situationslogiken und mit einem stets tiefer werdenden Verständnis beleuchtet werden. Das Ziel der Untersuchung war folglich nicht die Vergleichbarkeit der Ergebnisse, sondern ein möglichst tiefes Verständnis des Untersuchungsgegenstandes anhand dieser Expert/innenmeinungen.

Die Gespräche wurden durch eine induktive Logik geleitet, in der die befragten Expert/innen möglichst offen über die Technologien befragt wurden, um beobachtete Probleme bzw. positive Faktoren der Diffusion dieser Technologien zu erfahren. Durch das induktive Verfahren wurde hierbei versucht, aufgrund dieser Einzelbeobachtungen theoretische Annahmen zu formulieren bzw. Hypothesen zu generieren. Diese auf Einzelbeobachtungen basierenden Hypothesen flossen dann in weiterer Folge bei der Gestaltung der Fragebögen für die österreichweite Umfrage ein.

Die qualitativen Interviews dienten allerdings auch der Identifizierung wichtiger Prozesselemente und wie die beschriebenen Faktoren mit sozialen Interaktionen und Bedeutungszuschreibungen in Bezug stehen, ohne dabei die Prozesse komplett nachzuzeichnen. Diese empirischen Befunde lassen sich über eine rein quantitative Logik nicht oder nur sehr schwer erfassen und dienten hier der Ergänzung und der Bereicherung der Perspektive. Aufgrund der Ergebnisse und den gewonnenen Erkenntnissen über potenziell wichtige Prozesselemente wurde eine fundierte Auswahl der Fallstudien ermöglicht, in denen ein tieferes Verständnis der sozialen Prozesse, welche mit der Diffusion dieser Technologien zusammen hängen erreicht wurde.

7.1 Expert/innen Interviews zu Passivhaus

Die für den Bereich Passivhaus befragten Expert/innen waren Architekt/innen der IG Innovative Gebäude (vormals IG Passivhaus), Baumeister/innen, die Projekte umsetzen, sowie Mitglieder des Österreichisches Instituts für Baubiologie und Bauökologie (IBO).

7.1.1 Verbundene Werte

Der Wunsch vom Eigenheim

Österreich hat laut der befragten Expert/innen einen hohen Anteil an Eigenheimen. Statistik Austria weist den Anteil an Eigentum in Österreich mit 50 % aus, davon sind ca. 40 % Hauseigentum (vgl. Statistik Austria, 2013). Außerhalb Wiens ist diese Verteilung weiter in Richtung Wohneigentum verschoben. Der Wunsch nach einem Eigenheim scheint in der Bevölkerung stark verankert zu sein, wobei ein deutlicher Unterschied zwischen städtischen und ländlichen Gegenden besteht; d.h. das Thema ist in ländlichen Gebieten relevanter als in im urbanen Bereich.

Energieautarkie

Energieautarkie ist laut den Interviews ein weit verbreiteter und wichtiger Wert. Die befragten Expert/innen vertreten die Ansicht, dass viele Österreicher/innen unabhängig sein wollen. Diese Unabhängigkeit wurde aber von ihnen nicht näher ausgeführt. Der Begriff ist am ehesten mit Unabhängigkeit von großen (ausländischen) Energielieferanten und dem Staat verbunden. Des Weiteren wird mit dieser Unabhängigkeit auch eine gewisse Sicherheit gegenüber Entwicklungen am Energiemarkt verbunden – man ist Preisschwankungen nicht mehr in demselben Maße ausgesetzt. Somit schwingt in dieser Vorstellung der Wunsch nach Ungebundenheit von Dritten und an die Befürchtung einer unsicheren, zukünftigen Entwicklung mit.

7.1.2 Alltagspraktiken

Energiesparverhalten

Passivhäuser werden von Nutzer/innen primär als energiesparend wahrgenommen. Dies führt dazu, dass ihre Bewohner/innen dazu neigen, energiesparende Praktiken zu „vergessen“. Da allerdings die Berechnungen des Energiebedarfs auf den unmodifizierten Praktiken basieren, führt dies dazu, dass mehr Energie verbraucht wird, als prognostiziert wurde. Zum Beispiel werden die Räume auf höheren Temperaturen, als dies in einem anderen Haus der Fall wäre, geheizt. Dieser erhöhte Energieverbrauch – welcher allerdings noch immer unter den Werten eines konventionellen Hauses zurückbleibt – führt bei den Nutzer/innen mitunter zu Enttäuschung, die in Ablehnung des Konzeptes Passivhaus umschlagen kann. Die kausale Verbindung zwischen geänderten (Heiz- und Lüftungs-)Praktiken und Energieverbrauch stellen Nutzer/innen laut Aussage der Befragten nicht her. Dies bedeutet auch, dass die Normwerte und Prognosemodelle für den Energieverbrauch nicht auf die Bedürfnisse der

Bewohner/innen abgestimmt sind. Oft wird mit Normwerten für Raumtemperaturen gerechnet, welche von den Bewohner/innen als nicht angenehm empfunden werden.

Fehlendes Feedback zu Klimapraktiken

Oft schreiben übergeordnete Stellen (z.B. Verwaltung öffentlicher Gebäude, die Passivhausstandard besitzen) gewisse Handlungsweisen vor (etwa die Übermittlung der Klimadaten), um eine Messung des Energieverbrauchs zu ermöglichen bzw. die Klimabilanz zu erstellen. Darauf folgt allerdings häufig kein Feedback. Nutzer/innen des Passivhauses erfahren daher nicht, welche Auswirkungen ihr Handeln auf den Energieverbrauch hat. Daher fällt es ihnen auch oft schwer, ihr Handeln mit einem spezifischen Sinn oder einer Bedeutung im Verhältnis zum Energieverbrauch zu verbinden. Dies wiederum führt dazu, dass sie ihr Handeln als für den Energieverbrauch nicht relevant einstufen und sie ihre Aufgaben entsprechend dieser Einschätzung ausführen. Sie können keinen Sinn im verantwortungsvollen bzw. klimabewussten Handeln sehen, weil ihnen das Feedback fehlt, um sich ihrer eigenen Rolle im Netzwerk der Akteur/innen rund um Passivhäuser bewusst zu werden.

Verlust von Handlungsautonomie

Soll weniger Energie verbraucht werden, müssen bestehende Gewohnheiten abgelegt, adaptiert oder akzeptiert werden. Lüften durch das Öffnen von Fenstern ist dafür ein immer wieder erwähntes Beispiel. Ein Passivhaus kann zwar über das Öffnen von Fenstern belüftet werden, allerdings werden dadurch die prognostizierten Energiewerte verfehlt. Architekt/innen bzw. Hausplaner/innen setzen ein gewisses Verhalten der Hausbewohner/innen voraus, damit der Energiespareffekt erreicht wird. Sie legen die Technik darauf aus, in einer gewissen Art und Weise verwendet zu werden (vgl. Arkrich, 1992) Die Einbindung in ein spezifisches, von Techniker/innen vorgeschriebenes „Skript“, d.h., ein Szenario, das ein bestimmtes Verhalten erfordert und vorschreibt, wird von vielen Menschen negativ bewertet und als Verlust von Handlungsautonomie wahrgenommen, da sie bestehende Routinen – etwa das Öffnen von Fernstern – nicht aufgeben oder nur widerwillig anpassen wollen.

7.1.3 Förderliche Faktoren der Diffusion

Wohnbauförderung

Alle Expert/innen betonten die Bedeutung der Wohnbauförderung. Diese wirkt als verstärkendes Element und fördert, etwa durch die Vergabe von Ökopunkten, die Diffusion von Passivhäusern. So bestehen bei der Wohnbauförderung (länderspezifische) Einkommensgrenzen, die nicht überschritten werden dürfen; beim Bau eines Passivhauses bestehen diese Einkommensgrenzen jedoch nicht. Daher wird die Zielgruppe für diese Form der Förderung ausgeweitet und auch wohlhabendere Konsument/innen können mit diesem Instrument entsprechend gelenkt werden.

Die in der Wohnbauförderung definierten Werte, die eigentlich Mindestwerte darstellen, werden von großen Bauträgern genau angepeilt; d.h. die in den Förderrichtlinien festgesetzten Standards werden als solche übernommen, darüber hinaus wird der Energieverbrauch der Gebäude nicht reduziert. Energieeffiziente Gebäude, welche über die Mindeststandards hinausgehen, bedeuten für die Bauträger höhere Kosten, die sich in weiterer Folge nicht amortisieren werden. Die Energieersparnis kommt den Käufer/innen bzw. Mieter/innen zugute, aber nicht dem/der Bauträger/in selbst. Um seine steuernde Wirkung in diesem Bereich nicht zu verlieren, müssen die Förderungen daher stets höher als oder gleich den Kosten sein, die durch die geforderten Maßnahmen entstehen. Sind Förderungen aber entsprechend gestaltet, wirken sie als starker förderlicher Faktor für die Diffusion von Passivhäusern.

Sichtbarmachung

Sichtbarmachung schafft Bewusstsein für eine Technologie (vgl. Rogers, 2003). Durch zentral gelegene und gut sichtbare Referenzprojekte wird die Diffusion gestärkt, da ein Passivhaus als praktikable Lösung und ästhetisch als nicht abweichend präsentiert werden kann. Diese Sichtbarkeit wird auch durch eine Lenkung der Forschung erreicht, da durch die Förderung von Pilotprojekten Anschauungsobjekte entstehen können, die dem/der potenziellen Benutzer/in zeigen, dass die Technologie ausgereift ist und funktioniert. Die Technologie wurde z.B. in einer untersuchten Gemeinde bewusst im Ort platziert, um Bewusstsein und – regionale, nationale und internationale – Aufmerksamkeit zu schaffen. Es sollte demonstriert werden, dass die Technologie funktioniert bzw. dass diese Entscheidungen auch politisch tragbar sind.

Ko-Innovationen

Passivhäuser stehen als Lösungen nicht für sich alleine. Vielmehr vereinigt das Passivhaus eine Reihe verschiedener Technologien, die sich in Form von Voraussetzungen aufeinander beziehen oder funktional in Beziehung zueinander treten. Es handelt sich also um ein Innovationssystem (vgl. Geels, 2005). Ohne die gleichzeitige und damit verbundene Entwicklung von Lüftungsanlagen oder Fenstern bestünden Passivhäuser nicht in ihrer heutigen Form. Ebenso wichtig sind andere Produkte, wie z.B. spezielle Verputzmaterialen oder Dübel. Das Passivhaus ist ein Beispiel dafür, dass eine Innovation weitere Neuerungen in anderen Bereichen nach sich gezogen hat. Diese Ko-Innovation wirkte wiederum auf die ursprüngliche Innovation zurück und hat die Verbreitung bzw. Diffusion von Passivhäusern begünstigt.

7.1.4 Hinderliche Faktoren

Komplexität der Technik

Bislang wurden Passivhäuser oft als technische Systeme gesehen, die lediglich optimiert werden müssen. Die Bedeutung des Menschen als Nutzer/in wurde dabei oft übersehen. Der Wunsch von Innovator/innen nach technikgetriebenen, optimierten Systemen führte oft zu überkomplexen Bedienungssystemen, die für Expert/innen zu bewältigen sein mögen,

durchschnittliche Nutzer/innen aber oft überfordern. Aus der Sicht von Expert/innen können suboptimale Systeme aber aufgrund ihrer niedrigeren Komplexität einen höheren Grad der Effizienz erreichen, wenn sie im weiteren Kontext des sozio-technischen Systems gedacht werden. Mit anderen Worten, einfachere Bedienungssysteme, die nicht alle technischen Möglichkeiten ausreizen, können aufgrund ihrer leichteren Bedienbarkeit zu höherer Energieeffizienz beitragen.

Dies führt aber zu einer weiteren Schlussfolgerung: Wenn Systeme wegen der Optimierung zu komplex sind und daher zu einer niedrigeren Effizienz führen, fällt ein wesentlicher begünstigender Faktor der Diffusion weg. Die Funktion des Systems wird nicht mehr erfüllt. Fehlt dies, kann eine Innovation weder mit einer technisch-rationalen Perspektive noch mit einer kulturell-wertorientierten Haltung begründet werden.

Die angesprochene hohe Komplexität trifft zweiseitig. Einerseits sind viele Bauträger und -unternehmen mit der Komplexität der Planung und Durchführung von Passivhausprojekten „überfordert". Andererseits spielt auch die Komplexität, mit der die Bewohner/innen konfrontiert sind, eine wichtige Rolle. Um ein Passivhaus energieeffizient zu betreiben und zu nutzen, ist viel und komplexes Wissen notwendig. Dies kann schnell zu Überforderungen von Nutzer/innen führen, die Schwierigkeiten beim Umgang mit Technik haben.

Komplexität der Förderinstrumente

Komplexität spielt auch im Bereich der Förderinstrumente eine wichtige Rolle. Die Wohnbauförderung verliert ihre steuernde Wirkung, da sie für die Zielgruppe zu kompliziert geworden ist. Diese Förderinstrumente sind laut den befragten Expert/innen so kompliziert geworden, dass viele Menschen – darunter auch professionelle Bauunternehmer/innen – die Meinung äußern, dass der Aufwand zu groß sei, um sich damit auseinanderzusetzen.

Passivhaus als individuelle Lösung

Um eine möglichst gute Leistung zu erreichen, müssen Passivhäuser an die Gegebenheiten des Bauortes, z.B. Dauer der Sonneneinstrahlung, angepasst werden. Diese individuellen Anpassungs- und Planungsleistungen sind allerdings kosten- und zeitintensiv. Dies schreckt einige Anbieter/innen sowie Kund/innen ab.

7.1.5 Schlussfolgerungen für die Diffusion von Passivhäuser

Wie schon bei anderen in dieser Studie untersuchten Technologien zu beobachten war, stellen Nachhaltigkeit oder klimaschonendes Verhalten als Werte keine Faktoren dar, die die Diffusion von Passivhäusern fördern. Ein zentraler Wert ist vielmehr der Wunsch nach Energieautarkie und reduzierten Energiekosten, wobei das Bedürfnis nach Unabhängigkeit im Vordergrund steht.

Diesen für die Diffusion von Energieinnovationen förderlichen Werten steht die Angst entgegen, Handlungsautonomie einzubüßen und gewohnte Praktiken anpassen zu müssen. In diesem Zusammenhang wird immer das Bedürfnis des eigenständigen Lüftens betont. Zwar ist dies auch in Passivhäusern möglich, allerdings werden dann nicht die optimalen und voraus errechneten Werte erreicht. Expert/innen wiesen jedoch immer wieder darauf hin, dass das Öffnen der Fenster an und für sich kein Problem ist. Die Sorge, dass ein Passivhaus es notwendig macht, die eigenen Praktiken an die neue Umgebung anzupassen und zu verändern, sei bei Nutzer/innen jedoch stark ausgeprägt.

Ein wesentlicher hemmender Faktor ist die zunehmende Komplexität, sowohl auf der technischen Ebene, also auch auf Seite der Förderinstrumente. In beiden Fällen scheint eine Vereinfachung notwendig. Die Bedienung muss mit einfacheren Elementen ausgestattet werden, da Nutzer/innen eines Passivhauses ansonsten aufwendig geschult werden müssen. Auch ist es wichtig, eine unmittelbare Feedbackschleife einzubauen, warum etwas nicht funktioniert bzw. wie eine entsprechende Handlungsweise den Energieverbrauch negativ oder positiv beeinflusst. Die Förderinstrumente müssen ebenfalls einfacher gestaltet werden, da sie in der momentanen Form viele Menschen abschrecken und damit ihre steuernde Wirkung verlieren.

7.2 Expert/innen-Interviews zu E-Bike

Die befragten Expert/innen waren der Marketingchef eines großen, österreichischen Fahrradproduzenten, zwei Eigentümer und die Marketingbeauftragte eines kleinen Wiener Startup Unternehmens, das E-Bikes entwirft und herstellt sowie der Fahrradbeauftragte der Stadt Wien.

7.2.1 Mit dem E-Bike verbundene Werte

Wer fährt E-Bike?

Laut Angabe der befragten Expert/innen sind Käufer/innen und Nutzer/innen von E-Bikes vorwiegend in der Altersgruppe ab 35 Jahre. Es fahren aber auch mehr und mehr jüngere Menschen E-Bike. Ein wichtiger Teil der Käufer/innengruppe sind weniger sportliche oder körperlich beeinträchtigte Personen. Für sie ist das E-Bike ein „enabler“. Das bedeutet, das E-Bike ermöglicht ihnen, generell (wieder) Sport oder mit dem/der Partner/in gemeinsam Sport zu betreiben, weil das E-Bike Unterschiede in der körperlichen Leistungsfähigkeit kompensiert. Das E-Bike wird als komfortabel beschrieben, es ist ein Fahrzeug, mit dem es möglich wird, „etwas zu erleben“. Besonderes Potenzial sehen Expert/innen bei Personen, die das Rad für die Fahrt zur Arbeit nutzen wollen, dort jedoch nicht erschöpft ankommen möchten.

Nutzung und Typen

Die interviewten Expert/innen meinten, dass Nutzer/innen das E-Bike sowohl für Freizeitaktivitäten, als auch für den Alltag (Fahrt zur Arbeit, Erledigungen) einsetzen. Erzeuger/innen bieten Modelle für unterschiedliche Anforderungen und Bedingungen an; so gibt es etwa Mountain E-Bikes aber auch City-E-Bikes. Zur Verfügung stehen auch Modelle für ältere Menschen oder Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen, die spezifische Einschränkungen und Anforderungen berücksichtigen.

Debatte: Trägt das E-Bike zur Nachhaltigkeit bei?

Inwiefern E-Bikes zur Nachhaltigkeit beitragen, ist auf zwei Ebenen umstritten. Die erste betrifft die Nutzung und das Substitutionspotenzial von E-Bikes. Ein Interviewpartner sieht das E-Bike aus Perspektive der Nachhaltigkeit kritisch. Er beschreibt es als Zusatzfahrzeug, das nicht das Auto, sondern das Rad ersetzt. Damit trägt es nicht zur Senkung der Nutzung fossiler Brennstoffe bei. Die Technologie ist aus seiner Perspektive auch deswegen wenig nachhaltig, weil der Betrieb von E-Bikes in Batterien gespeicherte Energie braucht. Darüber hinaus ist die Erzeugung des Stroms oftmals intransparent. Ein zweiter kritischer Punkt im Sinne der Nachhaltigkeit betrifft die Akkus von E-Bikes; so ist insbesondere ihre Herstellung und Entsorgung umstritten. Ein weiteres Problem wird in der eingeschränkten Lebensdauer der Akkus gesehen.

7.2.2 Bestehende Herausforderungen für die Diffusion von E-Bikes

Hoher Preis

Als ein hemmender Faktor für die Verbreitung von E-Bikes wurde der Preis genannt. Die Anschaffungskosten sind relativ hoch (laut Angaben der Expert/innen beginnend mit ca. 2.000 Euro).

Hohes Gewicht

Ein weiteres Problem für Nutzer/innen, das einen hemmenden Faktor darstellen kann, ist das relativ hohe Gewicht von E-Bikes, das laut Aussagen der Expert/innen bei ca. 25 Kilogramm liegt. Dieses hohe Gewicht stellt die Nutzer/innen im Alltag vor Herausforderungen (Heben, Treten ohne Akku, Schieben).

Mängel in der bestehenden Infrastruktur

Für E-Bikes ist die vorhandene Infrastruktur zum Teil nicht ausreichend bzw. fehlen wichtige Teile einer Infrastruktur gänzlich. Vor allem in der Stadt wären einbruchssichere Abstellplätze notwendig. Aufgrund des hohen Werts eines E-Bikes wird es von Nutzer/innen eher vermieden, das E-Bike auf der Straße an einem gewöhnlichen Fahrradständer zu befestigen. Auch raten die befragten Expert/innen aus technischen Gründen davon ab, E-Bikes und insbesondere deren Akkus im Freien stehen zu lassen (Regen/Nässe). Bis auf eine große und überdachte Fahrradgarage in Hietzing, die absperrbar und somit diebstahlsicher ist, gibt es der-

zeit beispielsweise in der Stadt Wien keine geeigneten Abstellplätze für E-Bikes (vgl. OTS, 2011, online).

7.2.3 Schlussfolgerungen für die Diffusion von E-Bikes

Händler/innen und Informationsveranstaltungen als Anlaufstelle und Rückversicherung

Laut den befragten Expert/innen spielen Händler/innen eine zentrale Rolle bei der Verbreitung von E-Bikes. Bei ihnen können interessierte Personen die Räder erstmals ausprobieren. Diese Erfahrung wird von Expert/innen als sehr wichtig beschrieben, da die Leichtgängigkeit und die zusätzliche Unterstützung durch den Elektromotor für die Nutzer/innen körperlich erfahrbar werden. Händler/innen sind aber auch Teil des für E-Bikebesitzer/innen sehr wichtigen Unterstützungsnetzwerkes. Sie beraten zukünftige E-Biker/innen, raten zum individuell angepassten Modell, informieren über Garantie- und Versicherungsleistungen und stehen für laufende Wartungen und Reparaturen zur Verfügung. Das gibt den Kund/innen die notwendige Unterstützung und Sicherheit. Aus diesem Grund ist die örtliche Nähe und Kompetenz in Sachen E-Bike ein wichtiges Kriterium bei der Wahl von Händler/innen. Ein Experte meinte überdies, dass Räder im Allgemeinen, beziehungsweise E-Bikes im Speziellen, nicht ausschließlich über das Internet vertrieben werden könnten, da dabei die Möglichkeit fehlt, das Rad zu testen.

Expert/innen beschrieben des Weiteren Informationsveranstaltungen als diffusionsfördernd. Sie werden meist von öffentlichen Einrichtungen gefördert und geplant und bieten die Möglichkeit, E-Bikes kennenzulernen und auszuprobieren, ohne ein Geschäft aufsuchen zu müssen.

Integration in betriebliche Gesundheitsförderung und Mobilitätskonzepte

Bei der Förderung der Verbreitung von E-Bikes muss nicht nur auf individueller Ebene angesetzt werden. Auch eine Förderung in Betrieben erscheint möglich. So bieten einige Unternehmen Bonusprogramme an, in denen Mitarbeiter/innen Prämien erhalten, wenn sie mit ihrem Fahrrad in die Arbeit fahren (vgl. Anton Paar GmbH, 2015, online). Solche Initiativen, die die Nutzung des E-Bikes in den Arbeitsalltag zu integrieren fördern, könnten ausgebaut werden.

Integration in ein umfassendes Mobilitätskonzept

Es ist ein politisches Ziel der Stadt Wien, dass bis zum Jahr 2025 80 % der Bewohner/innen ihre Alltagswege mit dem öffentlichen Verkehr, zu Fuß oder und mit dem Rad zurücklegen. Ein Experte meinte dazu, dass es längerfristig zielführender sei, sich nicht auf die Förderungen einer einzigen Verkehrsform zu konzentrieren, sondern das Mobilitätsverhalten als Ganzes zu betrachten. Dazu besteht derzeit ein Projekt mit dem Namen „Smile – einfach mo-

bil“.[38] Im Rahmen dieses Projekts soll eine App entwickelt werden, die Datenbanken von Transportanbieter/innen miteinander verbindet. Integriert sind alle öffentlichen Verkehrsmittel, Taxis, Car-Sharing-Unternehmen und Citybikes. Den Nutzer/innen werden mehrere Möglichkeiten der optimalen Kombination von Verkehrsmitteln vorgeschlagen. Sie entscheiden sich für eine Route und bezahlen mit der App alle Tickets bzw. Nutzungskosten mit einem einzigen Klick. Bislang spielen E-Bikes in dem Mobilitätskonzept der Stadt jedoch eine untergeordnete Rolle.

7.3 Expert/innen-Interviews zu LED

Interviewt wurden ein Händler und Produktdesigner einer internationalen Beleuchtungssystemfirma, die sich mit der Entwicklung von LEDs auseinandersetzen, sowie ein Lichtdesigner, der für öffentliche Einrichtungen und private Kund/innen Lichtlösungen erarbeitet und umsetzt.

7.3.1 Mit LEDs verbundene Werte

Unsicherheit: Ist LED bereits eine ausgereifte Technologie?

Laut den befragten Expert/innen liegt die beste Leistung von LEDs derzeit bei 120 Lumen pro Watt. Herkömmliche Glühbirnen haben zwölf bis 15 Lumen pro Watt, Halogenlampen haben 25 Lumen pro Watt und Energiesparlampen/Kompaktleuchtstofflampen im Vergleich ca. 105 Lumen pro Watt Systemleistung. Die Expert/innen meinten, dass LEDs in ihrer technischen Entwicklung noch nicht abgeschlossen sind. Sie erhoffen sich in den nächsten fünf bis acht Jahren eine Steigerung auf 160 bis 200 Lumen pro Watt.

LEDs sind bekannt für ihre Wärmeempfindlichkeit, d.h. sie bringen ihre Maximalleistung im Rahmen eines bestimmten, niedrigen Temperaturspektrums. Es besteht damit das Problem, dass LEDs rasch zu heiß werden und ihre Leistungsfähigkeit damit beeinträchtigt wird. Was dieses Problem anbelangt, sehen die Expert/innen sehr viel Potenzial in der Verbesserung des Aufbaues der Chips, die die Wärmeabfuhr gewährleisten sollen. Ziel der nächsten Jahre ist es, die Geschwindigkeit der Wärmeabführung zu verbessern. Die Probleme von LEDs sind im Outdoorbereich besonders gegeben, da es hier saisonal und tageszeitlich zu Temperaturschwankungen kommt.

LEDs werden bei 25 Grad Celsius getestet. Innerhalb dieser Gegebenheiten kann eine LED 20 % des Energieeinsatzes in Licht/Helligkeit umwandeln, die restlichen 80 % werden in Form von Wärme abgegeben.[39] Eine weitere Stoßrichtung der Entwicklung ist daher die Op-

[38] Für weitere Informationen siehe *http://smile-einfachmobil.at/*.

[39] Im Vergleich dazu kann eine Glühbirne nur 5 % des Energieeinsatzes in Licht umwandeln und die restlichen 95 % werden in Wärme abgegeben.

timierung der Energieumwandlung in Helligkeit. Dazu meinten die Expert/innen, dass diese in den nächsten Jahren auf 25 % steigen wird.

Sind LEDs nachhaltig?

Insgesamt meinen die Expert/innen, dass für die Herstellung von LEDs sehr wenig Material notwendig ist. LEDs sind sehr leicht und selbst die vielen Materialschichten betragen in Summe nur ein Zehntel eines Millimeters. Für die Herstellung von LEDs benötigt man Saphir oder Silikat beziehungsweise einen gezüchteten Kristall, mindestens zwei Arten Phosphor für die Farbe des Lichts, Silikon, Hochleistungssilikon, Aluminium, Silber und Gold. Der befragte Experte meint, dass Silber und Aluminium knappe Ressourcen sind. Aufgrund des geringen Bedarfs und der hohen Lebensdauer der LEDs, sehen sie die Nachhaltigkeit dieser Technologie nicht beeinträchtigt. Was die Entsorgung anbelangt, fallen die betroffenen Materialien wie Aluminium, Kupfer und bleifreier Lötzinn in die Kategorie Elektroschrott und sind gut recycelbar.

Bessere Alternative zu Kompaktleuchtstofflampen

Im Vergleich zu herkömmlichen Kompaktleuchtstofflampen (Energiesparlampe) benötigen LEDs keine Aufhellungsphase und enthalten auch kein gesundheitsschädliches Quecksilber. Die in den Medien transportierte Debatte um Kompaktstofflampen, das in ihnen enthaltene Quecksilber und die als negativ bewerteten Alltagserfahrungen der Nutzer/innen, die lange warten müssen, bis die Energiesparlampe ihre gewünschte Helligkeit erreicht hat, waren für die Verbreitung der LED-Technologie förderlich.

Längere Lebensdauer

Laut den befragten Expert/innen kosten LEDs je nach Farb- und Lichtqualität zwischen € 10 und € 50. Im Vergleich dazu kosten herkömmliche Glühbirnen zwischen einem und fünf Euro. Dieser hohe Preis wird durch die lange Lebensdauer kompensiert. LEDs haben verglichen mit anderen Leuchtmitteln eine sehr hohe Funktionsdauer. Herkömmliche Glühbirnen haben eine Lebensdauer von durchschnittlich 1.000 Stunden. Halogenlampen haben eine durchschnittliche Lebensdauer von ca. 3.000 Stunden. LEDs unterliegen einer Benchmark – der sogenannten L70. Dieser Wert bezieht sich sowohl auf die Helligkeit des Lichtes, als auch auf die Farbintensität und besagt, dass die LED nach 50.000 Stunden noch mindestens 70 % des Anfangslichtstroms (Helligkeit und Farbintensität) haben muss.

Laut den befragten Expert/innen sind LEDs grundsätzlich in allen Anwendungsfällen sehr langlebig. Im betrieblichen Hochfrequenzbereich, in umsatzstarken Geschäften oder Einkaufszentren hält eine LED-Beleuchtung durchschnittlich fünf Jahre, maximal acht Jahre. In Büros sind sie zwischen 15 und 20 Jahre funktionstüchtig. Im privaten Bereich sollten sie – gemessen an ihrer Verwendung von zwei Stunden täglich – 50 Jahre überdauern. Weil diese im Vergleich mit anderen Leuchtmitteln lange Lebensdauer überzeugt, entscheiden sich laut Expert/innen 50 % der Privatpersonen und Unternehmer/innen für LEDs. Ein weiteres Argu-

ment ist der aufgrund der langen Lebensdauer und geringen Wartungsnotwendigkeit höhere Komfort im Alltag.

Billigeres, kühleres Licht

Laut den Expert/innen liegt das Kernlicht der LEDs aufgrund der Chiptechnologie im blauen Bereich. Je teurer die LED, desto wärmer ist das Licht; je billiger, desto kühler und blauer ist das Licht. Laut den Expert/innen liegt die Preisspanne bei den LEDs, wie bereits erwähnt, zwischen € 10 und € 50. Der Nachteil der billigen LEDs, deren Preis zwischen € 8 und € 10 liegt, ist ihr relativ kühles, blaues Licht. Menschen seien allerdings an das Farbspektrum der Sonne, bzw. des Feuers und Kerzenlicht gewöhnt, dem auch herkömmliche Glühbirnen entsprechen. Sie liegen zwischen 2.700 und 2.900 Kelvin und bei einem CDI bzw. RA Index von 100. So erzielen sie ein angenehmes, warmes Licht. Die Expert/innen empfehlen LEDs CRI 90 mit 2.700 Kelvin zu kaufen, um innerhalb der Sehgewohnheiten der Menschen zu bleiben. Diese können auch positiv zum Diffusionsprozess von LEDs beitragen. Allerdings sind diese etwas teurer als die herkömmlichen LEDs mit 3.500 Kelvin.

7.3.2 Alltagspraktiken

Aufgrund der verhältnismäßig hohen Lebensdauer nehmen laut Aussage der Expert/innen 50 % der Nutzer/innen die höheren Anschaffungskosten von LEDs in Kauf. Wenn es um die Degradation der Helligkeit und der Farbintensität geht, wirken sich teurere LEDs besser auf den Alltag und die Zufriedenheit der Nutzer/innen aus, da Menschen, wie oben gezeigt, an das Farbspektrum der Sonne und der herkömmlichen Glühbirne gewöhnt sind.

Ein weiterer Aspekt, der sich positiv auf die Diffusion von LEDs auswirkt, ist ihre Kompatibilität mit bestehenden Lampen. Wie Glühbirnen und Energiesparlampen passen sie in 27er Sockel Fassungen. Das bedeutet, sie können ganz einfach in die vorhandene Fassung gedreht werden; das bestehende Beleuchtungssystem muss nicht geändert werden. Der Nachhaltigkeitsaspekt spielt bei LEDs für Konsument/innen aus der Sicht von Expert/innen keine Rolle.

Nutzer/innen empfinden die Schwierigkeit des Dimmens der LED im Alltag als hinderlich. Personen, die am Abend ihr Licht für gewöhnlich dimmen, sind oftmals unzufrieden nach der Umstellung auf LEDs. Obwohl verschiedene Dimmsysteme am Markt sind, lassen sich LEDs manchmal gar nicht dimmen oder flackern unangenehm. Viele Nutzer/innen verzichten deshalb überhaupt aufs Dimmen.

7.3.3 Förderliche Faktoren der Diffusion von LED

Lange Lebensdauer

LEDs haben eine sehr lange Lebensdauer. Das wirkt sich positiv auf die Investitionsbereitschaft und auf den Alltagskomfort (nicht oft Austauschen müssen) der Nutzer/innen aus.

Keine eigene Infrastruktur notwendig

LEDs passen laut den Expert/innen wie Glühbirnen und Energiesparlampen in handelsübliche 27er Sockel Fassungen. Das bedeutet, dass man sie ganz einfach in die vorhandenen Fassungen drehen kann.

7.3.4 Hinderliche Faktoren der Diffusion von LED

Höhere Kosten

LEDs kosten deutlich mehr als die Alternativen (Glühbirne, Halogenlampe). Dieser Nachteil wird jedoch durch die lange Lebensdauer wettgemacht, weswegen sich laut Expert/innen 50 % der Kund/innen für LEDs entscheiden.

Billigeres und kühleres Licht

Billige LEDs produzieren ein als unangenehm empfundenes kühles, blaues Licht. LEDs, die ein als angenehm empfundenes, warmes und farbechtes Licht produzieren, sind teurer. Billige LED-Leuchten sind für die Verbreitung von LEDs hinderlich, da die Nutzer/innen deren unangenehme Lichtqualität auf alle LEDs verallgemeinern/übertragen und häufig wieder auf andere Leuchtmittel umsteigen.

LED im öffentlichen Raum

Für den Straßenverkehrsbereich ist die LED-Technologie noch nicht optimal ausgereift. Laut Expert/innen sind sie der Natriumdampfhochdruckentladungslampe in Energieeffizienz und Lichtausbeute noch unterlegen. LEDs sind hitze-, Leuchtstofflampen kälteempfindlich. LEDs können im Outdoorbereich nicht optimal genützt werden, weil Temperaturen im Freien stärker schwanken und es ist schwieriger, die beim Betrieb entstehende Temperatur abzuführen. Leuchtstofflampen haben wiederum Probleme mit kalten Außentemperaturen. Das zeigt sich laut Expert/innen darin, dass Straßenlaternen bei kalten Temperaturen flimmern. Wie bereits erläutert, sehen die Expert/innen in der Entwicklung des Wärmehaushaltes von LEDs noch viel Potenzial.

Dimmen

Je nachdem welches Dimmsystem verwendet wird, können LEDs nicht gedimmt werden oder flackern.

7.3.5 Schlussfolgerungen für die Diffusion von LED

Lebensdauer vs. höhere Investitionskosten

Für eine positive Verbreitung dieser Technologie wäre es empfehlenswert, die Nutzer/innen vermehrt auf die vergleichsweise hohe Lebensdauer hinzuweisen. Auch wenn die Anschaffungskosten höher sind, wirkt sich die verhältnismäßig lange Lebensdauer und der dadurch entstehende Komfort – LEDs müssen lange nicht gewechselt werden – positiv auf die Diffusion aus.

Gut verbreitete Technologie

Laut den Expert/innen sind (Stand 2014) rund 50 % der neu verkauften Leuchtsysteme LEDs. Die restlichen 50 % sind konventionelle Leuchtstofflampen. HIT Nieder- und Hochvoltlampen werden kaum noch verwendet, ebenso sind Halogenlampen kaum noch auffindbar. Sie erhoffen sich in den nächsten fünf bis acht Jahren eine Verbreitung von 80 % zu erreichen.

Technologie in Entwicklung

LED ist eine Technologie mit hohem Potenzial in der Weiterentwicklung. Chips, und damit verbunden Energieeffizienz und Wärmehaushalt, werden laufend verbessert. Preisliche Veränderungen in Richtung Senkung der Kosten sehen die Expert/innen in den nächsten Jahren nicht.

7.4 Expert/innen-Interviews zu Smart Meter

Die befragten Expert/innen waren Mitarbeiter/innen der Wirtschaftskammer, zuständige Experten der E-Control, Vertreter eines NGOs und eines großen österreichischen Netzbetreibers.

7.4.1 Verbundene Werte

Privatsphäre

Wo Daten über Privatpersonen erhoben werden, stellt sich immer die Frage nach dem Datenschutz. Gerade bei Smart Metern wurde das potenzielle Ausspähen von Konsumgewohnheiten bzw. das Überwachen der Anwesenheit durch Dritte (z.B. Arbeitgeber/innen) problematisiert. Smart Meter speichern alle 15 Minuten einen Messwert ab. Diese Daten werden dann einmal am Tag an das EVU zu Abrechnungszwecken verschlüsselt übertragen. Die erhobenen Daten werden im Smart Meter selbst 60 Tage gespeichert, bei dem/der Netzbetreiber/in müssen diese Daten ca. drei Jahre gespeichert werden. Wer auf diese Daten zugreifen darf, regelt das Datenschutzgesetz. Diese Daten sind zwar nur einem sehr beschränkten Personenkreis zugänglich, trotzdem stellt sich die Frage, wozu sie verwendet werden und welche Informationen aus ihnen generiert werden können. Mit Zahlen über den Energieverbrauch – vor allem über längere Zeiträume – ist es möglich, Gewohnheiten und

tägliche Routinen nachzuvollziehen. Dies stößt laut den befragten Expert/innen auf Skepsis bei Nutzer/innen und Datenschützer/innen.

Autonomie

Durch die Fernsteuerung der Geräte tritt ein Verlust an Handlungs- und Entscheidungsautonomie auf. Dieser Autonomieverlust wird von den Endverbraucher/innen als Problem wahrgenommen. Es können durch die Automatisierung bestimmter Vorgänge Unannehmlichkeiten entstehen, die auf einen Autonomieverlust zurückzuführen sind. Die Endverbraucher/innen sind eventuell nicht mehr in der Lage, ihr Konsumverhalten komplett autonom zu gestalten. Ein oft erwähntes Beispiel ist die Waschmaschine, die nur mehr zu gewissen Zeiten wäscht und nicht dann, wenn die Nutzer/innen dies gerne hätten. Dieser Autonomieverlust kann allerdings mit einem günstigeren Stromtarif als Anreiz einhergehen. Finanzielle Anreize sind laut einigen der befragten Expert/innen anscheinend auch notwendig, um eine solche zentrale Steuerung den Kund/innen gegenüber zu rechtfertigen.

Ökologisches Bewusstsein

Als einer der Hauptgründe für die Einführung von Smart Metering und in weiterer Folge von Smart Grids wurde von den befragten Expert/innen wiederholt der Wunsch bzw. die Notwendigkeit nach der stärkeren Integration von regenerativen Energiequellen, wie z.B. Windkraft, in das Stromnetz genannt. Damit geht auch ein Wandel in der moralischen Bewertung dieser Technologie einher. Laut den Expert/innen ist es also durchaus denkbar, dass Smart Metering im Kontext von ökologisch verantwortungsvollem Handeln gesehen wird. Es stellt sich das Gefühl ein, moralisch gehandelt zu haben. Es ist hier jedoch fraglich, ob man damit nicht nur den schon bewusst ökologisch lebenden Teil der Gesellschaft abholt und somit diese Werthaltung einen starken Einfluss auf die Diffusion von Smart Metern und in weiterer Folge von Smart Grid Anwendungen hat.

7.4.2 Alltagspraktiken

Feedback über den Energieverbrauch

Diese Funktion wird jeder Smart Meter haben. Zugegriffen wird über ein sogenanntes Home Interface. Mögliche Zugriffsarten sind

- ein Tablet Smartphone,
- ein installiertes Anzeigegerät oder
- ein Web Interface.

Es gibt allerdings Unterschiede zwischen den verschiedenen Zugriffsarten. Über das Web Interface sieht man den Stromverbrauch mit einer 24-stündigen Zeitverzögerung, während ein lokales Interface den aktuellen Stromverbrauch anzeigen kann. Bisher wurde der Energieverbrauch geschätzt und in regelmäßigen Intervallen (z.B. einmal im Jahr) mit dem tatsächlichen Zählerständen abgeglichen. Dadurch war kein echtes Feedback über den Strom-

verbrauch möglich. Durch solche Geräte ist es möglich, den Nutzer/innen zeitnah eine Rückmeldung über die Auslastung des Netzes zur Verfügung zu stellen (vgl. Marres, 2012).

Lastverschiebung

Durch eine genaue Abrechnung werden flexible Tarife möglich. D.h. der Strompreis schwankt über den Tag je nach Verfügbarkeit. Diese flexiblen Tarife können auch als Signal oder indirekte Steuerung des Stromverbrauchs dienen.

Um flexible Tarife umzusetzen, sollte sich die Gesetzeslage (und damit die Marktregeln) ändern. Im Moment scheint es nicht möglich zu sein, flexible Tarife im österreichischen Markt umzusetzen. Zurzeit haben Marktteilnehmer/innen relativ klare Funktionen, welche einer solchen Flexibilisierung entgegenstehen.

Des Weiteren sind flexible Tarife nur dann möglich, wenn auch eine genaue Abrechnung, wie durch Smart Meter, möglich ist. Andernfalls kann man die Preisschwankungen, und ob der günstigere Strom konsumiert wurde oder nicht, nicht genau erheben bzw. berechnen. Bisher sind Stromverbrauchswerte Schätzwerte, die in regelmäßigen Intervallen mit den Zählern abgeglichen werden.

Bei Betrieben sowie bei Privatpersonen stellt sich die Frage, inwieweit Lastverschiebungen mit den täglichen Praktiken – wie Fernsehen oder Arbeiten am Computer – zu vereinbaren sind. Es fehlen auch noch in anderen Bereichen die rechtlichen Grundlagen für eine Lastverschiebung. Wer darf die Geräte im Haushalt/Betrieb schalten? Die Kund/innen, die Netzbetreiber/innen oder doch die Stromlieferant/innen? Hier fehlt es noch an entsprechenden Regelungen.

7.4.3 Förderliche Faktoren

Informationen zu Smart Meter

Informationskampagnen in Oberösterreich haben laut den befragten Expert/innen dazu geführt, dass die Akzeptanz hoch ausgefallen ist, wohingegen dies in Niederösterreich nicht der Fall war. Hier wurden die schon angesprochenen Werte betont und besonders auf mögliche negative Auswirkungen hingewiesen, woraufhin die Akzeptanz erheblich gesunken ist. Informationen über Smart Meter können hier eine positive Wirkung haben, allerdings wirkt sich die Präsentation sehr stark auf die Akzeptanz aus. Die Technologie als solches überzeugt also nicht an sich, sondern muss den Nutzer/innen im Kontext von möglichen zukünftigen Entwicklungen nähergebracht werden. Hier ist allerdings darauf zu achten, dass diese Informationen ausgewogen sind und alle Aspekte – also auch mögliche negative Auswirkungen – beleuchten, da ansonsten die Informationskampagne als reine Werbeaktion aufgefasst werden könnte.

Gesetzliche Voraussetzungen

Im Falle von Smart Metern wird in der Ministerverordnung (bzw. Einführungsverordung) festgehalten, dass 95 Prozent aller Haushalte auf Smart Metering umgestellt werden müssen. Wird diese Quote nicht erreicht, muss eine Verwaltungsstrafe von bis zu € 70.000 von dem/der Geschäftsführer/in oder dem Vorstand der Netzbetreiber/innen bezahlt werden. Des Weiteren drohen Strafen der Europäischen Kommission bei Nichterreichen einer 80%-ige Quote, die in der EU-Verordnung vorgesehen ist.

Laut dem interviewten Experten der E-Control ist die Rechtslage klar: Wollen mehr als 5 % keinen Smart Meter, greift das *First-Come-First-Serve*-Prinzip. Nach dieser Auffassung können die Netzbetreiber/innen Kund/innen zum Umstieg zwingen. Ein Mitspracherecht der Kund/innen ist abseits einer initialen Drop-out-Möglichkeit nicht vorgesehen. Ist ein Smart Meter einmal installiert (z.B. bei einem Wohnungswechsel) kann man nicht mehr auf eine analoge Version zurücksteigen. Diese Auffassung der Rechtslage begünstigt die Verbreitung von Smart Meter in Österreich massiv.

7.4.4 Hinderliche Faktoren

Finanzierung von Smart Meter

Die initialen Investitionskosten trägt das Energieversorgerunternehmen (EVU), allerdings werden diese Kosten an die Kund/innen über einen höheren Strompreis weitergegeben. Der Aufschlag auf den Strompreis wird zwischen den EVUs und der E-Control ausverhandelt. Durch diesen Mechanismus werden Infrastrukturinvestitionen durch höhere Strompreise von den Kund/innen getragen. Durch die Möglichkeit flexibler Tarife bzw. mit Smart Metering verbundener Geschäftsmodelle werden sinkende Strompreise erwartet. Dem steht allerdings vorerst eine Preiserhöhung aufgrund der Investitionskosten und einer deutlich niedrigeren Zahlungsbereitschaft gegenüber (vgl. Wissner und Growitch, 2010).

Datenschutzbedenken

Wie schon angesprochen, bestehen bei vielen Kund/innen Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes. Der Energieverbrauch geht immer mit täglichen Routinen einher und kann somit ein Bild unseres täglichen Lebens zeichnen. Sogenannte Energieverbrauchsprofile sind nicht nur für Energielieferant/innen und Netzbetreiber/innen interessant, sondern auch für andere gesellschaftliche Akteur/innen. Die Angst vieler Menschen geht dahin, dass man aufgrund dieser Technologie erkennen kann, wann man zuhause ist, wie oft man kocht, duscht oder fernsieht. Ebenfalls lässt sich über Energieverbrauchsprofile eruieren, ob der Krankenstand wirklich zu Hause verbracht wird etc. Diese Debatten müssen im allgemeinen Kontext des Diskurses über Datenschutz – gerade in den letzten Jahren – gesehen werden und sollten daher nicht leichtfertig zu Seite geschoben werden.

Autonomieverlust

Mit der Möglichkeit der Lastverschiebung geht eine Verlagerung des Schwerpunktes von Praktiken hin zu technischen Lösungen einher. Die Entscheidungen werden von den menschlichen Akteur/innen hin zu technischen Systemen verlagert. An diese Systeme werden Entscheidungen über Handlungen, wie der Zeitpunkt des Wäschewaschens oder das Einschalten der Heizung, delegiert. Es findet also ein Verlust an Handlungsautonomie statt. Dieser Verlust wird allerdings tendenziell als negativ bewertet und führt zu einer Ablehnung von Smart Grid Lösungen. Man kann hier zwischen zwei Formen der Steuerung bzw. des Autonomieverlusts unterscheiden:

- **Weiche Steuerung:** Informationen über den Stromverbrauch bzw. über die momentane Netzbelastung werden dem/der Verbraucher/in über entsprechende Geräte zur Verfügung gestellt. Auf diese Art und Weise kann eventuell eine Verhaltensänderung herbeigeführt werden, da hier eine normative Bewertung der Situation über die technische Infrastruktur konstruiert wird.
- **Harte Steuerung:** Die Geräte werden direkt von den Netzbetreiber/innen oder den Stromlieferant/innen angesteuert und ohne das Zutun der Kund/innen an- bzw. abgeschaltet. Hier wird keine normative Situation konstruiert sondern es wird direkt in die Handlungsmöglichkeiten der Kund/innen eingegriffen und somit deren Autonomie eingeschränkt.

7.4.5 Schlussfolgerungen für die Diffusion von Smart Meter

Smart Meter sind eine reine Infrastrukturmaßnahme, die Anwendungen zum Energiesparen ermöglichen. Sie sind kein typisches Konsumgut und aufgrund der legistisch getriebenen Verbreitung müssen sich die Nutzer/innen nicht aktiv dafür, sondern aktiv dagegen entscheiden. Diese Art der Verbreitung begünstigt den Diffusionsprozess. Dass es trotzdem zu vermehrten Ablehnungsraten kommt, kann auf mehrere Faktoren zurückgeführt werden.

Einerseits herrscht Angst vor Datenmissbrauch aufgrund der verstärkten Nutzung von generierten Nutzungsdaten und den damit implizit verbundenen Verhaltensdaten. Transparenz in der Nutzung dieser Daten, eine angemessene Absicherung der Daten und ein Dialog mit ausgewiesenen Datenschützer/innen sind in Bezug auf diese Bedenken wichtig.

Einschränkungen der Handlungsautonomie durch die Automatisierung des Alltags wirkt sich ebenfalls negativ auf die Wahrnehmung von Smart Metering im Speziellen und Smart Grid Anwendungen im Allgemeinen aus. Dieser Autonomieverlust lässt sich, so die Einschätzung der Expert/innen, nicht durch ein ökologisches Bewusstsein alleine rechtfertigen, sondern muss mit monetären Anreizen gekoppelt sein. Damit diese Anreize jedoch möglich sind, müssen Regelungen im Strommarkt überarbeitet werden.

7.5 Ergebnisse der Expert/innen-Interviews zu Solarthermie

Die interviewten Expert/innen waren ein Elektrotechniker, der sich ein energieautarkes Eigenheim gebaut hat und Privatpersonen bzw. Unternehmen zum Thema Energie berät. Darüber hinaus wurde ein Installateur, der Lösungen im Bereich Solarthermie vertreibt und bestmögliche Energieeffizienz und Kund/innenzufriedenheit anstrebt interviewt. Dieser Interviewpartner verbreitetet den Diskurs der Verwendung nachhaltiger Materialien im privaten und öffentlichen Bau. Die dritte interviewte Person war ein Vertreter eines marktführenden österreichischen Solaranlagenunternehmens. Die Interviewpartner/innen weisen zum Teil dreißigjährige Berufserfahrung in ihrem Bereich auf.

7.5.1 Verbundene Werte mit Solarthermie

Energieautarkie

Laut Aussage eines Befragten ist den Konsument/innen bei der Entscheidung für eine Solarthermieanlage der Wert der Autarkie sehr wichtig. Es ist für sie zentral, von großen Energieerzeugern, -lieferanten und fossilen Energien weniger abhängig zu sein.

Sind Solarthermieanlagen nachhaltig?

Laut befragten Expert/innen ist die Herstellung von Solarthermieanlagen mit einem hohen Energiebedarf bei der Silicium- und Aluminiumherstellung verbunden. Die Energieamortisation, also der Zeitraum in dem die Solarthermieanlage so viel Energie erzeugt hat, wie bei der Herstellung der Anlage benötigt wurde, dauert ca. fünf Jahre. Die Lebensdauer von Solarthermieanlagen liegt laut Auskunft der befragten Expert/innen bei ca. zwanzig Jahren. Materialien wie Silicium, Aluminium, Glas, Kupfer und der Kunststoffrahmen der Solarthermieanlagen können recycelt werden.

Solarthermie (nur) als Heizungsunterstützung

In den Interviews wurde klar, dass Nutzer/innen durch den Einbau einer Solarthermieanlage ohne die individuellen Bedürfnisse der Hausbewohner/innen zu hinterfragen, schlechte Erfahrungen machen. In der Folge habe Solarthermie manchmal den Ruf, ineffizient zu sein und „nur“ zur Warmwasseraufbereitung zu dienen. Für manche Haushalte ist es sinnvoll, Solarthermie nur als Heizungsunterstützung zu installieren, wenn zum Beispiel bereits ein gut funktionierendes Heizungssystem vorhanden ist. Andere Nutzer/innen möchten jedoch möglichst lange im Jahresverlauf mit der Solarthermieanlage sowohl Warmwasser aufbereiten als auch heizen. Die Expert/innen sind sich darin einig, dass Solarthermieanlagen, abhängig von den spezifischen örtlichen Gegebenheiten, in der Lage sind, ca. drei Viertel des Jahres als alleinige Heizungs- und Warmwasseraufbereitungsanalage dienen können. Voraussetzung dafür ist, dass Installateur/innen das richtige Produkt für die vorhandenen Bedürfnisse verkaufen, installieren und laufend kontrollieren.

7.5.2 Alltagspraktiken

Die interviewten Expert/innen meinen, dass sich in den letzten Jahren die Bedienbarkeit von Heizungssystemen verändert hat. Die Systeme sind für Nutzer/innen komfortabler, aber auch komplexer geworden (z.B. Einzelraumsteuerungen). Die Energiepreise sind gestiegen und damit auch die Motivation, Energie und Geld zu sparen. Damit die Nutzer/innen nicht zu viel Zeit mit der Bedienung ihres Heizsystems verbringen müssen, sollte es individuell angepasste Lösungen geben. Nutzer/innen sollten je nach Technikaffinität über unterschiedliche Interfacepakete verfügen können, und je nach Lage des Hauses, dementsprechend vorhandene Energieträger verwenden. Dennoch müssten die Nutzer/innen ihre Lebensweise an die Technologie und die Verfügbarkeit von Sonnenenergie anpassen. Individuelle Lösungen seien sowohl bei der Anlage, als auch beim Bedienungsinterface notwendig.

7.5.3 Gegenwärtige Herausforderungen bei der Diffusion von Solarthermie

Paketlösungen statt individuellen Lösungen

Eines der größten Probleme ist laut Expert/innen, dass Installateur/innen Anlagen vermitteln, die für die jeweiligen Bedürfnisse ungeeignet sind. Als problematisch bewertete es ein Experte, wenn Installateur/innen Solarthermieanlagen nur für die Warmwasseraufbereitung verkaufen und installieren würden. Dies würde die Amortisierung der Anlage unnötig hinaus schieben.[40] Eine solche Verzögerung sei insbesondere für ältere Kund/innen unattraktiv und ärgerlich. Schlechte Erfahrungen wie diese wirken sich negativ auf die Verbreitung der Technologie aus.

Unzureichende Ausbildung der Installateur/innen

Ein weiteres Problem für die Diffusion von Solarthermieanlagen ist die falsche technische Einstellung der Anlage durch Installateur/innen. Die befragten Expert/innen meinten, dass 80 % der Solarthermieanlagen aufgrund suboptimaler technischer Einstellungen Energieverluste aufweisen würden. Viele Anlagen würden das (versprochene) Einsparungspotenzial nicht erreichen, weil sie aufgrund von Planungsfehlern nicht zur gewählten Haussanierung passen würden, schlecht eingestellt wurden oder nicht regelmäßig und sachkundig gewartet werden.

7.5.4 Schlussfolgerungen für die Diffusion von Solarthermieanlagen

Individuelle Lösungen für individuelle Bedürfnisse

Aufgrund der geografischen Gegebenheiten Österreichs ist Solarthermie oft nicht als alleinige Lösung für Warmwasseraufbereitung und Heizung geeignet. Daher sind Solarthermieanlagen meist Kombinationssysteme. Die befragten Expert/innen raten zu Kombinationen mit anderen – jeweils in ausreichendem Ausmaß vorhandenen – erneuerbaren Energieträgern wie Biomasse oder Erdwärme. Installateur/innen sollen auf die individuellen Bedürfnisse der

[40] Gerechnet am Ölpreis sollte sich eine Solarthermieanlage innerhalb von 10 und 15 Jahren amortisiert haben.

Hausbewohner/innen eingehen. Sie sollen das vorhandene Heizsystem und die vorhandene Sanierung des Hauses berücksichtigen und dementsprechende Lösungen installieren. Der Schwerpunkt liegt hierbei, laut den Expert/innen, in der Qualität der Ausbildung der Installateur/innen.

Sichtbarkeit, Kontrolle und ein benutzerfreundliches Interfaces

Das Interface soll Kund/innen laufend ihren Verbrauch und das Einsparungspotential zeigen. Dies trägt, laut den Expert/innen zur positiven Bewertung der Technologie bei Nutzer/innen bei. Das Interface soll notwendige, laufende Wartungsarbeiten aufzeigen und kommunizieren. Sieht der Kunde, die Kundin etwa eine drastische Veränderung im Verbrauch bzw. der Energieersparnisses, kann man selbstständig die Installateurin, den Installateur kontaktieren. Je nach Technikaffinität und der gewünschten zeitlichen Auseinandersetzung mit dem System, soll die Anlage durch die Nutzer/in, oder selbstständig durch die Anlage gesteuert werden können. Die Expert/innen meinen, dass sich individuelle Lösungen bei dem Wartungssystem der Solarthermieanlage positiv auf die Diffusion dieser auswirken.

8 Vergleichende, mikrosoziologische Fallstudien

Die in den vorangegangenen Abschnitten dargestellten Ergebnisse der qualitativen Expert/innen-Interviews werden durch zwei vergleichende, mikrosoziologische Fallstudien zu Passivhäusern und E-Bikes ergänzt bzw. vervollständigt. Ziel der Fallstudien war es, Faktoren und Dynamiken aufzuzeigen, die Diffusionsprozesse im Energiebereich kennzeichnen und im Rahmen quantitativer Analysen nicht erhoben werden können.

8.1 Fallstudie Passivhaus

8.1.1 Einleitende Überlegungen

Abseits ökonomischer Aspekte stellen die Sichtbarkeit von Technologien und die Verbreitung von Informationen über persönliche soziale Netzwerke einen wesentlichen Bereich der Diffusion dar. Über diese Netzwerke kommen Informationen und Erfahrungswerte über neue Technologien zu potenziellen Nutzer/innen (vgl. Rogers, 2003). Eine besondere Stellung innerhalb dieser Informationsnetzwerke nehmen sogenannte „weak ties“ ein (vgl. Granovetter, 1983). Über diese schwachen Verbindungen erhalten wir Informationen, welche in unserem unmittelbaren und sehr dichten Netzwerk von engen Freunden und Verwandten nicht zur Verfügung stehen; im engeren Netzwerk trifft man tendenziell auf ähnliche Informationen und Meinungen.

Ausgehend von den Ergebnissen der Expert/innen-Interviews wurden öffentliche Einrichtungen bzw. Gebäude als eine mögliche Form von schwachen Verbindungen identifiziert. In den alltäglichen Praktiken nehmen öffentliche Einrichtungen eine wichtige Rolle ein. Sie sind oft räumlich zentral platziert, sind somit für eine Vielzahl von Menschen sicht- und erlebbar und damit im ländlichen sowie im städtischen Bereich ein Element wiederkehrender Interaktionen. Aufgrund dieser zentralen Stellung öffentlicher Einrichtungen können sie als Multiplikator im Diffusionsnetzwerk eine erhebliche Wirkung erzeugen. Besonders im Bereich der Passivhäuser ist diese Qualität besonders greifbar, da öffentliche Gebäude - im Vergleich zu den anderen untersuchten Technologien - besonders sichtbar sind. Darüber hinaus sind sie nicht nur eine Technologie, mit der man in Berührung kommen kann, sondern stellen den Ort der Interaktionen dar. Öffentliche Gebäude können daher als ein sichtbarer, materieller und sozialer Rahmen von Praktiken im öffentlichen Raum verstanden werden. Um eine Wirkung auf die Diffusion von Passivhäusern als Technologie entfalten zu können, müssen allerdings einige Voraussetzungen erfüllt sein. Betrachtet man die Rolle der öffentlichen Verwaltung im Diffusionsprozess dieser Technologie, muss man drei verschiedene Phasen des Prozesses unterscheiden.

Die erste Phase ist die Ebene des Bildungsprozesses. In dieser Bauphase muss die aktive Entscheidung für die Errichtung eines Passivhauses fallen. Dies ist auch heute noch keine Selbstverständlichkeit. Die Technologie muss sich erst in diesem Bereich etablieren, bzw.

der Bereich des öffentlichen Lebens muss vom Prozess der Diffusion erfasst werden. Es hat sich gezeigt, dass viele verschiedene Einflussfaktoren aufeinander abgestimmt werden müssen, damit eine Entscheidung zu Gunsten eines Passivhauses fallen kann.

In der zweiten Phase muss das Passivhaus in der täglichen Praxis stabilisiert werden. D.h. das Passivhaus muss in Bezug auf die Anforderungen der Nutzer/innen funktionieren und die Praktiken der Nutzer/innen müssen sich am Haus als technisches Artefakt ausrichten. In diesem komplexen Zusammenspiel von technischen Gegebenheiten, Bedienmöglichkeiten und den Interessen der verschiedenen Akteur/innen (Nutzer/innen, Architekt/in, Verwaltung, etc.) entscheidet sich, ob das öffentliche Gebäude als Passivhaus funktioniert und folglich auch als funktionierend wahrgenommen wird. Wird das Haus als funktional wahrgenommen, kann dies positive Auswirkungen auf die lokale Diffusion haben. Nutzer/innen des Gebäudes (z.B. Lehrpersonal und die Schüler/innen) tragen das Thema nach Hause, womit Informationen über die Technologie im sozialen Netz weiter wandern.

In der letzten Phase findet eine Identitätskonstruktion statt, welche das Projekt Passivhaus einerseits durch Wertzuschreibungen rechtfertigt und andererseits das Thema über eine entsprechende Darstellung positiv belegt. Über die aktive Arbeit des Herstellens einer bestimmten Identität wird die Außendarstellung mit bestimmten Werten und Erwartungen aufgeladen und als kohärente Entwicklung im Verlauf der Zeit dargestellt. Diese Darstellung ist wichtig für die Stabilisierung des Passivhauses im öffentlichen Diskurs und in der öffentlichen Sichtbarkeit. Sie erlaubt es außerdem, die Reichweite des Diffusionsimpacts über regionale Grenzen hinaus zu erhöhen. Nicht nur die Menschen in der direkten Umgebung nehmen das Projekt, welches Teil ihrer täglichen Interaktion ist, wahr, sondern durch Medienpräsenz kann auch überregionale Aufmerksamkeit generiert werden. Darüber hinaus dienen solche positiv aufgeladene Beispiele als Referenzobjekte, die helfen, andere Projekte anzustoßen, sodass die Diffusion der Technologie unterstützt wird.

Jede dieser Phasen hängt mit dem Diffusionsprozess auf ganz spezifische Weise zusammen und erlaubt eigene Beobachtungen. Die erste zeigt, wer die wichtigen Akteur/innen im Prozess der Aushandlung sind und wie Entscheidungen zur Nutzung der Technologie verändert werden. In der zweiten Phase zeigt sich, wie sich das stabilisierte Netzwerk der Nutzung auf die Diffusion in der näheren Umgebung auswirkt. Vereine nutzen das Haus aktiv, Veranstaltungen werden ausgerichtet und die Schüler/innen sind jeden Tag mit dem Haus konfrontiert. In dieser Phase sind Designentscheidungen und die Benutzbarkeit der Technologie besonders wichtig. Wo liegen die Probleme im Alltag, welche Aspekte der Technologie kollidieren mit den Anforderungen und täglichen Praktiken der Nutzer/innen und wie wird das Haus durch Aneignungsprozesse funktionierend gemacht?

Die dritte Phase hat eine Auswirkung auf die überregionale Diffusion. Wie wird die konstruierte Identität, welche das Projekt positiv darstellt und mit sozial akzeptierten Werten aufla-

den soll, zu einem Anreiz für politische Entscheidungsprozesse? Die erfolgreiche Umsetzung und die angenommene Darstellung des Projektes als politisch und sozial erwünschter Ausgang können als Referenz für Argumentationen herangezogen werden. Ebenso wirken Auszeichnungen durch Preise und damit verbundene gesteigerte Medienpräsenz als treibender Faktor für die überregionale Verbreitung der Informationen, die das Thema "Passivhaus im öffentlichen Raum" positiv besetzen, und als Legitimation für die im Vorhinein unsichere Entscheidung für die Technologie fungieren.

8.1.2 Methode

Um die im letzten Abschnitt aufgeworfenen Fragen beantworten zu können, wurde eine Schule im ländlichen Bereich als Untersuchungsobjekt einer Fallstudie ausgewählt. Die Verantwortlichen der Gemeinde sowie die Leitung der Schule standen in dieser Fallstudie vor der Entscheidung, das Schulgebäude zu sanieren. Obwohl dies keine Ausschreibungsanforderung war, wurde die Schule als Passivhaus umgesetzt. Die Gemeinde und die darin errichtete Schule wurden als Fallstudie ausgewählt, insbesondere aufgrund einer verstärkten Medienpräsenz, der gelungenen Darstellung des Projektes in der Öffentlichkeit und der erfolgreichen Einbettung der Technologie in die alltäglichen Abläufe des Schulbetriebes.

Es wurden insgesamt sieben Interviews mit Lehrer/innen, Techniker/innen, Schulwart/in, Direktor/in, Verwaltungsbeamt/innen sowie dem Architekten geführt. Die Interviews wurden durch eine Internetrecherche und den Ergebnissen der vorangegangenen Expert/innen-Interviews vorbereitet und entsprechende Leitfäden für die Interviews angefertigt. Es handelte sich folglich um halboffene Interviews. Um die Offenheit der Gespräche zu wahren und wichtige Themenkomplexe, welche durch Dokumentenanalyse bzw. die Expert/innen-Interviews nicht berührt wurden, in die Analyse einfließen zu lassen, war die Möglichkeit gegeben von den vorgegebenen Leitfäden abzuweichen, wo es sinnvoll schien.

Die Interviews wurden themenanalytisch mit einem Fokus auf die beschriebenen Prozesse und Praktiken ausgewertet. Die identifizierten Themen und Konzepte wurden dann in Cluster gruppiert und in Bezug auf ihren Einfluss auf die Diffusionsprozesse interpretiert. Neben den Interviews wurde die Schule auch besucht, um die örtlichen Gegebenheiten kennen zu lernen und direkte Eindrücke von dem Gebäude zu bekommen.

8.1.3 Der Weg zum Passivhaus

Planung als Prozess

Da das öffentliche Schulgebäude sanierungsbedürftig war, schrieb die Gemeinde die Instandsetzung des Gebäudes aus. Laut eines Interviewpartners war das Gebäude dermaßen schlecht gedämmt bzw. beheizt, dass die Kinder mit Jacken im Unterricht saßen. Das ursprüngliche Ziel der Sanierung war es daher, die "Wohnqualität" der Schule wieder herzu-

stellen. Als Folge der Sanierung wurde auch eine Reduktion der Heizkosten erwartet, da diese aufgrund des schlechten Gebäudezustandes entsprechend hoch ausfielen. In dieser Ausschreibung war das Thema Energieeffizienz über das übliche Maß einer Instandsetzung hinaus jedoch noch nicht vorgesehen. Die Schule als Passivhaus zu errichten war zu diesem Zeitpunkt noch kein explizites Ziel des Bauvorhabens. Die Idee der Energieeffizienzsteigerung wurde in der ursprünglichen Ausschreibung nicht explizit behandelt. Vielmehr wurde implizit angenommen, dass eine nicht näher spezifizierte Dämmung, Energieeinsparungen mit sich bringen würde.

Das Thema Energieeffizienz wurde in der Einreichung des später ausführenden Architekturbüros in die Diskussion eingebracht. Obwohl in der späteren Identitätskonstruktion durch die Auftraggeber/innen die Kosten eine untergeordnete Rolle spielen, stand zu diesem Zeitpunkt die Frage nach den akut entstehenden Baukosten im Vordergrund. Durch die Einreichung des Architekturbüros wurde die Energieeffizienz explizit thematisiert und auch in Bezug zu den Kosten des Bauvorhabens gesetzt. Eines der Hauptargumente waren dabei die Betriebskosten. Diese würden bei einer höheren Energieeffizienz natürlich dementsprechend niedriger ausfallen. Aber auch zu diesem Zeitpunkt war ein Gebäude nach Passivhausstandard noch kein Thema. In dieser Phase der Planung wurde Energieeffizienz als solches erst einmal in die Diskussion eingebracht und bildete die Basis für weitere Schritte in Richtung Passivhaus.

Aufbauend auf diesen ersten Schritten unternahm das Architekturbüro immer wieder Anstrengungen, energieeffizientere Lösungen in die weitere Planung einzubringen und Alternativen zum ursprünglichen Plan aufzuzeigen. Laut eines Interviewpartners wurde immer wieder die Frage gestellt: „Wenn ihr das schon macht, wollt ihr es nicht gleich richtig machen?“ Die Umsetzung und Planung des Gebäudes war folglich ein iterativer Prozess, in dem immer neue Technologien bzw. Verbesserungen der vorhandenen Pläne ins Spiel gebracht wurden.

Es scheint ein wichtiges Element des Prozesses zu sein, dass die Idee des Passivhauses nicht von Anfang an in die Planung eingebracht wurde, da aufgrund des engen Budgets dieses Projekt als zu kostspielig abgewiesen worden wäre. Durch eine Politik der kleinen Schritte wurden drei wesentliche Dinge erreicht.

- Erstens, die schrittweise Annäherung bzw. die Entscheidung für spezifische Technologien und Änderungen erleichterte es, sich für diese Form des Gebäudes zu entscheiden, da niemals über einen großen Betrag entschieden werden musste.
- Zweitens wurde dem Architekturbüro durch die prozesshafte Annäherung die Möglichkeit gegeben, jede Änderung zu argumentieren und als aktive/r Partner/in aufzutreten, welcher mit allen Beteiligten Probleme erörtern und Lösungen erarbeiten kann. D.h. das Architekturbüro wurde durch diese Entwicklung Teil des Entscheider/innen-Netzwerks.

- Drittens wurde durch diese lang anhaltende Phase der Nachbesserungen die Möglichkeit geschaffen, die Idee des energieeffizienten Schulgebäudes mittels Allianzbildung in der Gemeinde zu stabilisieren. Über dieses soziale Netzwerk von Akteur/innen wurde die Idee des Passivhaues innerhalb der Entscheidungsgremien prominent gemacht und durch die aktive Mobilisierung und Einbeziehung aller Beteiligten in einen Fakt verwandelt. D.h. die Idee wurde durch das Architekturbüro in das Netzwerk eingebracht und konnte sich über Mobilisierungsarbeit in diesem stabilisieren (vgl. Latour, 2005).

Kosten

Da eine höhere Energieeffizienz in der Regel mit höheren Errichtungskosten einhergeht, kam die Frage nach dem Amortisierungszeitraum und der Möglichkeit, Kosten zu senken, auf. Auch in diesem Bereich war das Architekturbüro ein zentraler Akteur, welcher sich in diesem Bereich immer wieder aktiv einbrachte. Es wurde nach Möglichkeiten der Kostensenkung gesucht. So wurden unter anderem keine Deckenabdeckungen eingezogen, damit konnte Geld gespart werden ohne die Funktionalität einzuschränken. Das Weglassen der Decken wurde später im Prozess der Identitätskonstruktion als didaktisches Konzept umgedeutet – die Technik sollte für die Nutzer/innen sicht- und verstehbar werden ist allerdings in dieser Phase dem Problem der Kostensenkung geschuldet.

Ebenfalls aus Kostengründen wurden nicht alle technischen Möglichkeiten eines Passivhauses ausgereizt. Das Architekturbüro hatte, wie schon beschrieben, die Rolle, neue Technologien als Alternative anzubieten, konnte aber aus Kostengründen nicht alle Vorschläge umsetzen. Aber anstatt auf die technischen Lösungen komplett zu verzichten, wurde auch hier eine schrittweise Vorgehensweise gewählt. Das Gebäude wurde so konzipiert, dass die nicht realisierbaren Technologien nachgerüstet werden können. Diese Modularität erlaubt es, das Gebäude bei Bedarf noch energieeffizienter zu gestalten. Auch hier müssen keine Entscheidungen über die Gesamtkosten des Projektes gefällt werden, die Investitionen können schrittweise und je nach Bedarf entschieden werden.

Die Frage der Amortisation der Investition in ein Passivhaus wurde vom Architekturbüro in dem Sinne umgedeutet, dass nicht der Zeitpunkt angegeben wurde ab dem sich das Gebäude rechnet, sondern mit einer Laufzeit von 50 Jahren argumentiert wurde. Bezogen auf diese Laufzeit konnte das Architekturbüro zeigen, dass der Vergleich mit herkömmlichen Gebäuden deutlich zu Gunsten des Passivhauses ausfällt. Neben dieser Argumentation wurde die Gesamtfunktionalität des Gebäudes betont, welche aufgrund der integrierten Technologie, darunter auch Infrastruktur für Informations- und Kommunikationstechnologie, auch andere Lösungen, wie Smart Boards[41] oder eine zentrale Wartung, ermöglicht bzw. diese leichter integriert werden können.

[41] Smart Boards sind eine Form von interaktiven Whiteboards, mit Touchscreen und der Möglichkeit, digitale Inhalte darauf darzustellen. Sie sind gedacht, Whiteboards und/oder herkömmliche Tafeln zu ersetzen.

Ein wesentlicher Faktor für den Prozess zum Passivhaus war laut eines Interviewpartners die Zusatzförderung des Landes, welche vom Architekturbüro ins Spiel gebracht wurde. Ohne diese Förderung wäre das Projekt politisch und ökonomisch schwer argumentierbar gewesen. Dies betonten mehrmals unterschiedliche Interviewpartner/innen. In der Errichtung spielen Förderungen, sowohl aus ökonomischer als auch politischer Perspektive, eine wichtige Rolle.

Wichtige Akteure

Wie aus den bisherigen Beschreibungen hervor geht, nahm das Architekturbüro eine wesentliche Rolle als Akteur/in im Planungsprozess ein. Erst durch sie wurde das Thema Energieeffizienz ein wichtiges Element in der Planung des Gebäudes. Darüber hinaus nahm das Architekturbüro in zwei weiteren Aspekten eine wichtige Rolle ein. Die schrittweise Entwicklung zum Passivhaus wurde durch die aktive Informationspolitik, in der energetisch effizientere Alternativen aufgezeigt wurden, erst möglich. Zusätzlich brachte das Büro die Expertise über mögliche Förderungen ein, welche die Entscheidungen für die diskutierten Technologien wesentlich erleichtert haben. Die Entwicklung des Hauses in Richtung Passivhaus hing also zentral von diesem/r Akteur/in ab.

Allerdings musste das Architekturbüro in der Gemeinde Verbündete finden, um ihre Idee in der Planung zu etablieren. Das Büro musste den Gemeinderät/innen erklären, warum es Sinn mache, ein Passivhaus zu bauen. Hier gab es unter anderem das Problem der verschiedenen Perspektiven und Herangehensweisen. Die Architekt/innen mussten im Gemeinderat und im Ausschuss zum Bau der Schule Verbündete finden, welche dieselbe technische Sprache sprechen. Diese wurden in zwei Personen gefunden, welche eine naturwissenschaftlich-technische Ausbildung absolviert haben. Eine Schlüsselperson war eine Physiklehrerin der Schule, die auch dem Gemeinderat angehört. Sie verstand die technischen Argumente des Architekturbüros und machte sie an die politische Sprache des Gemeinderates anschlussfähig. In ähnlicher Weise fungierte ein anderes Mitglied des Ausschusses mit technischer Ausbildung. Aufgrund der Übersetzungsleistungen, die diese Allianzen anboten, war das Architekturbüro in der Lage, technische Argumente zu nutzen ohne sie bei den Verhandlungen und Planung übersetzen zu müssen. Dies geschah über das erweiterte Netzwerk.

Nicht nur der Gemeinderat war bei der Umsetzung des Projektes wichtig. Die Mitarbeiter/innen der Schule mussten ebenfalls ins Boot geholt werden. Eine wichtige Schnittstelle zur Schule war der Direktor. Dieser hatte die Sanierung der Schule immer wieder zum Thema gemacht und konnte ebenfalls von dem Architekturbüro für die Idee eines möglichst energieeffizienten Gebäudes gewonnen werden. Er wurde in den Prozess stark involviert.

Lehrer/innen wurden bei der Planung spezieller Räume wie dem Physiksaal oder der Turnhalle einbezogen. D.h. die Architekt/innen berücksichtigten soweit möglich deren spezifische

Bedürfnisse. Dies war wichtig, um eine optimale Nutzung des Gebäudes zu gewährleisten und die Identifikation mit dem Projekt zu stärken. Allerdings wurde die Entscheidung für oder gegen spezielle Schritte in Bezug auf Energieeffizienz, welche im Endeffekt zu einem Passivhaus geführt haben ohne Befragung der Lehrer/innen getroffen. Dennoch war es wichtig, die betroffenen Nutzer/innen und deren Bedürfnisse einzubeziehen, da ansonsten die nachgelagerten Aneignungsprozesse, darunter werden in diesem Fall die Prozesse der individuellen Nutzbarmachung der Technologie für die eigenen Bedürfnisse verstanden, erschwert worden wären. Wenn die Nutzer/innen des Gebäudes dieses nicht in ihrem Sinne nutzen können, erzeugt dies Unzufriedenheit, was sich in den späteren Phasen wiederum negativ auf die Diffusion der Technologie auswirkt.

Verschiedene Interviewpartner/innen betonten, dass es besonders wichtig sei, die Belegschaft miteinzubeziehen. Dies bedeutet auch, das Thema im Unterricht aufzugreifen und die Schüler/innen über das neue Gebäude und die bevorstehende Zeit des Umbaus zu informieren. Das war auch deswegen wichtig, da der ca. zweijährige Umbau während des Schuljahrs stattfinden musste, was den Schulbetrieb entsprechend einschränkte. Besonders wichtig war die Einbeziehung der Belegschaft auch, um neue Konzepte der Raumnutzung umsetzen zu können, die aufgrund der Passivhausbauweise notwendig wurden bzw. sinnvoll erschienen. Ohne aktive Einbindung und intensiven Dialog hätte diese Veränderung wahrscheinlich massive Widerstände der Belegschaft herbeigeführt. Dies merkten einige Interviewpartner/innen an.

Wie dargelegt, spielten bei der Durchführung des Projektes die Kosten und deren Deckung eine zentrale Rolle. Auch hier nahm das Architekturbüro eine zentrale Rolle ein, da es die Konzepte für mögliche Förderungen ausarbeitete. Die mittlerweile ins Netzwerk integrierten Gemeindepolitiker/innen spielten dabei allerdings auch eine wichtige Rolle. Die Anträge dazu wurden nicht einfach schriftlich eingereicht, sondern von einer Delegation den zuständigen Landesstellen persönlich überreicht. Die Gemeinde bemühte sich auf der politischen Bühne, das Thema Energieeffizienz in der Schule aktiv zum Thema zu machen. Damit wurde das Projekt auf Landesebene bekannt gemacht und konnte dort auch erklärt und erläutert werden.

Die Idee „Passivhaus“ wurde also in einem weiten Netzwerk verschiedenster Akteur/innen stabilisiert. Natürlich spielten ökonomische Interessen dabei eine bedeutende Rolle. Allerdings wurden diese stets von Handlungen zur Bewusstmachung des Themas „Passivhaus“ und dem aktiven integrieren der beteiligten Akteur/innen begleitet. Das Projekt war nicht von sich aus auf Energieeffizienz oder CO_2-Reduktion ausgerichtet, sondern es wurde in einem Prozess der ständigen Aushandlung dazu gemacht. Eine besonders wichtige Rolle nahm dabei wiederum das Architekturbüro ein, das den Prozess vorantrieb, indem es technische Informationen bereit stellte aber auch als wesentlicher Akteur der Netzwerkbildung agierte.

Diese aktive Netzwerkbildung und die damit erreichte, starke Identifikation mit dem Projekt ist ein wesentlicher Grundstein für den späteren Diffusionsprozess.

8.1.4 Aneignungsprozesse

Nachdem das Schulgebäude als Passivhaus realisiert wurde, begann die Phase der Aneignung. In dieser Phase wurde das Haus in Beziehung zu den täglichen Praktiken der Nutzer/innen gestellt und ein Prozess der Aneignung begann. Verläuft dieser Prozess erfolgreich, identifizieren sich die Nutzer/innen mit dem Haus und sie bewerten die Technologie positiv. Diese Erfahrungen gehen in das soziale Netzwerk der Nutzer/innen ein und stärken den weiteren Diffusionsprozess. Misslingt allerdings der Aneignungsprozess und machen die Nutzer/innen negative Erfahrungen, wirkt dies negativ auf die weitere Diffusion der Technologie (vgl. Rogers, 2003).

Wartung und Einstellung

In der ersten Phase der Nutzung musste das System angepasst werden, da unterschiedliche Gebäude unterschiedliche Voraussetzungen bzw. Nutzungsparameter haben. Die zwei wesentlichen Parameter zur Steuerung des Hauses sind CO_2-Gehalt der Luft und Raumtemperatur. Sind diese Werte gut eingestellt, fühlen sich die Benutzer/innen in den Räumen wohl. Die Ermittlung der sogenannten Normalwerte ist ein langwieriger Prozess, der aktives und wiederholtes Feedback der Nutzer/innen an die Gebäudetechniker/innen voraussetzt. Um die Normalwerte zu ermitteln, musste das System einige Zeit beobachtet und verschiedene Einstellungen der Gebäudelüftung und der Wärmeregulierung erprobt werden. Es ist deutlich, dass diese Werte aufgrund der individuellen Praktiken nicht auf andere Gebäude übertragen werden können; Lüftungsmuster müssen auf die individuellen Bewegungs- und Handlungsmuster abgestimmt werden.

Diese Abstimmung passierte im Zusammenspiel mit den Mitarbeiter/innen des Hauses; sie gaben dem technischen Personal der Gemeinde Rückmeldungen. Die Besonderheit in dieser Fallstudie ist die zentrale Steuerung des Gebäudes. Es ist über ein digitales Kommunikationsnetzwerk mit dem Bauamt der Gemeinde verbunden und kann somit zentral gesteuert werden. Dies ist einerseits eine erhebliche Erleichterung, da der Techniker nicht jedes Mal in das Gebäude fahren muss, andererseits muss die Kommunikation mit dem Techniker über eine weitere Person - die Schulwartin - vermittelt werden.

Sie ist die lokale Instanz, welche die zentrale Steuerung erleichtert und somit das Haus auf die Bedürfnisse der Nutzer/innen anpasst. Das ist wichtig, da es zwar eine zentrale Steuerung gibt, der Techniker des Bauamtes die Fehlermeldungen allerdings nur dann sieht, wenn er sich einwählt. Eine ständige Überwachung des Gebäudezustandes kann er aber aufgrund zeitlicher Restriktionen nicht leisten. Die Schulwartin stellt also eine Verbindung zwischen dem offline agierendem Techniker und der Technik vor Ort dar und reduziert somit die Störungszeiten erheblich.

Der Techniker im Bauamt merkte an, dass die notwendigen Wartungsarbeiten und die Steuerung eines Gebäudes dieser Größe ohne technische Ausbildung nur schwer zu bewältigen sei. Die einzelnen Einstellungsmöglichkeiten und die technische Infrastruktur benötigten eine/n technisch versierten Mitarbeiter/in. Beobachtbar wird dies im Umgang der Schulwartin mit der Steuerungssoftware. Sie übernimmt zwar die Funktion des Bindegliedes zwischen örtlicher Technik und zentraler Wartung, versteht aber die Software selbst nicht bis ins Detail. Die einzelnen Elemente der Anzeige haben für sie keine genaue Bedeutung. Ihr Umgang mit Technik beschränkt sich darauf, Fehlermeldungen an den Techniker weiter zu geben. Sie setzt sich mit der Software nicht über das beschriebene Maß hinausgehend auseinander.

Des Weiteren fehlten Einschulungen in die verschiedenen technischen Systeme. Der Techniker der Gemeinde hat sich einen großen Teil der Technik selbst angeeignet und betrieb laut eigener Aussage „learning by doing“. Obwohl er in die Planung des Gebäudes eingebunden war, fehlte eine Übergabephase. Der Umstieg auf das Passivhaus wurde von den meisten Beteiligten als schwierig wahrgenommen. Eine Nachbetreuung der verschiedenen beteiligten Unternehmen hätte den Umstieg auf das Passivhaus wesentlich erleichtern können. Aufgrund des Engagements, welches er in das Projekt investierte und immer noch investiert, nimmt der Techniker des Bauamtes eine sehr zentrale Rolle in der Stabilisierung des Passivhauses in der Nutzung ein. Eine Person ohne technische Ausbildung wäre überfordert und somit nicht in der Lage, das Haus entsprechend zu betreiben. Abgesehen von dieser Anforderung wurde in einem Interview betont, dass ein Passivhaus dieser Größe eigentlich sieben Tage pro Woche Betreuung benötigt. Dies kann ein/e Angestellte/r alleine allerdings nicht leisten. Folglich ergibt sich hier eine Diskrepanz zwischen technischen Notwendigkeiten und den machbaren Wartungsleistungen.

Auch die Schulwartin wurde in das System nicht eingeschult. Die Rolle der Schulwartin bei der Anpassung der Steuerung an individuelle Bedürfnisse bleibt unklar. Einerseits wurde die Direktion als Sammelpunkt für die Meldungen über stickige Luft bzw. falsch temperierte Räume genannt, andererseits melden dies Lehrer/innen bei ihr. Es hat sich also eine Redundanz formeller und informeller Kommunikationswege gebildet, um das System der Einstellungsarbeit zu stabilisieren.

Schwache Handlungsvorgaben

Eine, in Bezug auf Passivhäuser immer wieder geäußerte Sorge, ist die Einschränkung persönlicher Handlungsautonomie. Fenster, die aufgrund des Belüftungskonzeptes und des potenziellen Wärmeverlustes nicht geöffnet werden dürfen sind ein immer wieder angesprochenes Thema. Dies war auch ein Thema in der Fallstudie. Alle Beteiligten betonten die hohe Bedeutung, die das Einströmen frischer Luft durch ein geöffnetes Fenster für Menschen habe. Dabei ist weniger der Sauerstoffgehalt der Luft entscheidend - dieser wird auch über

die Lüftung geregelt - sondern die Raumtemperatur. Kühle Luft wird als angenehm und frisch empfunden. Die über Lüftungsanlage hereinströmende Luft wird über den Wärmetauscher vorgewärmt; damit geht die subjektive Empfindung frischer Luft verloren.

Zusätzlich haben verschiedene Räume unterschiedliche Voraussetzungen bzw. werden unterschiedlich genutzt. Ein Beispiel ist der Physiksaal. Aber auch dieselben Räume können durch unterschiedliche Nutzung unterschiedliche Luftqualität aufweisen. Die Räume werden von Klassen mit unterschiedlicher Schüler/innenzahl genutzt, was eine Variation im CO_2-Gehalt der Luft und der Wärmeentwicklung zur Folge hat. Da es möglich ist, dass das Lüftungssystem in diesen Fällen zu träge reagiert um in einem kurzen Zeitraum die eingestellten Normwerte zu erreichen, kann sich Unbehagen aufgrund der Temperatur und Luftqualität einstellen.

Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, ist es in der Schule nach kurzer Diskussion üblich geworden, bei Bedarf ein Fenster zu öffnen. Als Kompromiss wurde nur ein Fenster pro Raum entriegelt, das somit geöffnet werden kann. Mittlerweile propagiert die Schulwartin diese Lösung sogar aktiv, bevor sie den Techniker des Bauamts wegen der Luftqualität kontaktiert.

Schwache Handlungsvorgaben und eine nicht zu starke Automatisierung der Gebäudesteuerung können zur stärkeren Identifizierung und dauerhaft wirkenden Aneignungsprozessen führen. Eine aktive Rolle im Umgang mit dem Gebäude ist wichtig, um das Gefühl des Autonomieverlustes - sei es durch automatisch handelnde Technik oder durch eine zu starke Zentralisierung der Gebäudesteuerung - zu vermeiden. In der untersuchten Schule funktioniert diese zentrale Lösung, da diese sich auf derselben Ebene befindet und für die Nutzer/innen leicht zu erreichen ist. Würden aber Gemeindegebäude vom Land gesteuert, würde der Autonomieverlust, welcher laut Expert/innen-Interviews besonders stark negativ wirkt, gelungene Aneignungsprozesse verhindern und sich damit auf die Diffusion negativ auswirken.

<u>Technik als Akteur</u>

Obwohl sehr darauf geachtet wurde die persönliche Handlungsautonomie der Nutzer/innen nicht zu sehr einzuschränken, tritt das Haus bzw. die darin verbaute Technik als aktiver Akteur auf. Tägliche Interaktionsmuster werden nicht nur von den Nutzer/innen geformt, sondern müssen an die technischen Gegebenheiten im Haus angepasst werden. Aufgrund der zentralen Steuerung kommt es vor, dass die Technik einerseits selbstständig agieren kann und andererseits auch nicht mit bisherigen Wahrnehmungsmustern kompatibel ist. Die Jalousien der Fenster werden in der Schule über die Zentrale gesteuert. Die Taster, welche im Haus die Jalousien steuern, senden ein Signal an die zentrale Steuerung, welche dann wiederum die Jalousien öffnet oder schließt. Folglich kommt es bei der Steuerung der Jalousien zu Verzögerungen, welche oft als Fehler interpretiert werden. Solche falschen Fehlermel-

dungen fängt die Schulwartin ab, indem sie sie lokal überprüfen kann und nur im wirklichen Fehlerfall den Techniker einschaltet. Dieselben Jalousien werden aber auch automatisch angesteuert. Um Wärmeverlust zu vermeiden, werden sie abends geschlossen und morgens wieder geöffnet. Messen externe Sensoren eine hohe Windgeschwindigkeit, werden die Jalousien ebenfalls geöffnet, d.h. eingezogen und lassen sich dann auch nicht mehr schließen. Am Beginn der Gebäudenutzung verwirrte dies die Nutzer/innen, da sie glaubten, die Jalousien seien defekt. Nicht alle Mitglieder der Belegschaft wussten über das Verhalten des technischen Systems Bescheid, was zu Unsicherheiten führte.

Einen wesentlich bedeutenderen Einfluss auf die Nutzung des Gebäudes hatte das Design des Lüftungssystems. Die Grundeinstellungen des Lüftungssystems, z.B. die Drucksteuerung, waren nicht veränderbar und mussten mit den Standardwerten betrieben werden, obwohl diese nicht auf die Bedürfnisse und Praktiken der Nutzer/innen eingestellt waren. Dies führte anfangs zu Problemen mit der Luftqualität und war damit einer gelungenen Aneignung des technischen Systems hinderlich. Erst als die Steuerungsmodule ausgetauscht wurden, konnten diese Parameter an die Nutzung des Hauses angepasst werden.

In Bezug auf die Technik als aktiver Teil der Interaktionsprozesse wurde immer wieder betont, dass nicht alles technisch umsetzbare auch tatsächlich realisiert wurde. Obwohl dies tendenziell mit dem engen Budget, welches für den Umbau vorhanden war, zusammen hängt, hat sich herausgestellt, dass eine maßvolle Integration technischer Systeme einen positiven Effekt auf die Nutzung und Wahrnehmung des Passivhauses hatte. Aufgrund der geringeren Dichte technischer Systeme war es auch ohne Einschulungsphase bzw. externer Betreuung möglich, das Haus steuerbar zu halten. Dieser Lernprozess wäre mit Einschulungsphasen wesentlich weniger aufwändig ausgefallen und hätte sich nicht dermaßen auf besonders involvierte Akteur/innen stützen müssen. Eine höhere Dichte an Technologie hätte diesen Prozess des „learning by doing“ allerdings aufgrund der gestiegenen Komplexität des Systems unmöglich gemacht. Ebenso gab es durch die technischen Systeme nicht zu starke Handlungsvorgaben für die Nutzer/innen des Hauses. Das technisch Mögliche muss also im Kontext der sozialen Rahmenbedingungen gesehen werden, in die die Technik eingebettet wird. Ein Haus, das als System technisch optimiert ist, kann weniger effizient sein als ein technisch weniger anspruchsvolles, dafür aber für die Nutzer/innen bedienbares System. Was technisch möglich und sinnvoll ist, hängt somit an den Menschen, die es benutzen, deren Freude an Technik bzw. Kenntnissen und Fähigkeiten sie zu nutzen.

8.1.5 Präsentation des Passivhauses

In den vorangegangenen Abschnitten wurde die Stabilisierung des Passivhauses während der Planungs- und Bauphase sowie in Praktiken der täglichen Nutzung und Aneignung durch die Nutzer/innen beschrieben. Allerdings wurde die Idee des Passivhauses auch im öffentlichen Diskurs und einer sehr speziellen Identitätskonstruktion stabilisiert. Die Identitätskon-

struktion wird von verschiedenen Akteur/innen geleistet und stabilisiert nach außen ein ganz bestimmtes Bild der Innovation. Elemente davon sind die Darstellung der Gemeinde als Vorreiter der Idee, die Sichtbarmachung des Themas „Passivhaus“ und der Schule als Ganzes im Unterricht sowie die verschiedenen, gewonnenen Preise. Diese, im Nachhinein erfolgte Darstellung des Projektes (retrospektive Identitätskonstruktion) ist wichtig, um die Mehrausgaben zu rechtfertigen und das Thema nach außen zu transportieren.

Gemeinde als Vorreiter

Ein wesentliches Element der retrospektiven Identitätskonstruktion ist die Rolle der Verwaltung als Vorreiter in Sachen Klimaschutz. Vertreter/innen der Gemeinde betonten mehrmals, dass man nicht nur von den Bürger/innen klimabewusstes Handeln verlangen kann, sondern, dass die Gemeinde auch mit gutem Beispiel vorangehen müsse. Sie habe gegenüber den Bürger/innen eine gewisse Verantwortung und sei dieser durch den Bau des Passivhauses nachgekommen. Diese Identifikation stellt den Grundstein für folgende Konstruktionsleistungen dar.

In diesem Prozess werden Verhandlungen während der Bauphase unsichtbar gemacht. Die befragten Personen sprachen immer von einem „Wir“ als handelndes Subjekt, um zu verdeutlichen, dass die gesamte Gemeinde hinter diesem Projekt steht. Die Schule als Passivhaus wurde in diesem Rahmen als kollektive Errungenschaft dargestellt. Durch die Unsichtbarmachung von Aushandlungsprozessen werden etwaige Konflikte ausgeblendet und ermöglicht, dass sich alle mit dem Projekt identifizieren können. Immer wieder wurde in Gesprächen betont, dass „alle Fraktionen an einem Strang gezogen“ hätten.

Auf der Idee des verantwortungsvollen Handelns aufbauend wird die, für solche Projekte im Allgemeinen wichtige, Frage der finanziellen Möglichkeiten und Kosten in der Darstellung ausgeblendet. Immer wieder wurde in den Gesprächen mit den Gemeindeverantwortlichen betont, dass Geld kein Thema gewesen sei. Ebenso blieb die Frage, wann sich das Haus amortisiert haben werde, unbeantwortet, und Klimaschutz als übergeordnetes Ziel der Gemeinde wurde in den Vordergrund gerückt.

Dies ist in Zeiten allgemein knapper öffentlicher Budgets beachtlich und wirft die Frage auf, wie die höheren Investitionskosten als gerechtfertigt dargestellt werden können. Eine mögliche Antwort ist, dass Kosten und Kostenersparnis bei angenommenen steigenden Energiepreisen auf einen Zeitraum von 50 Jahren gerechnet wurden. Die Errichtungskosten waren *"natürlich am Anfang enorm",* aber scheinen sich über einen größeren Zeitraum zu rechnen. Somit liegt der Zeitpunkt der effektiven Kostenersparnis in einer weiter entfernten Zukunft. Wahlperioden sind aber wesentlich kürzer. Es wird hier durch das politische System ein Rechtfertigungsdruck aufgebaut, welcher über die Positionierung des Projektes im Thema Klimaschutz gut abgebaut werden kann.

Das Projekt wurde für verschiedenste Klimaschutzpreise nominiert bzw. ausgezeichnet. Dies unterstützte die Identitätskonstruktion des Umbaus als Beitrag zum Umweltschutz und verankerte es auch weiter in der entsprechenden öffentlichen Wahrnehmung. Diese Identitätskonstruktion macht es möglich, eine klima- und energiepolitisch sinnvolle Maßnahme, die sich auch finanziell rechnet, im öffentlichen Diskurs positiv zu besetzten.

Sichtbarmachung der Technik

Eine wichtige Rolle in der Identitätskonstruktion nimmt die Sichtbarmachung des Gebäudes als Passivhaus ein. Dazu wurden bauliche Maßnahmen unterlassen und die ansonsten versteckte Technologie sichtbar gemacht. Diese Entscheidungen, bei denen auch der Gedanke der Kostenreduktion im Spiel gewesen sein dürfte, wurden während der Konstruktionsphase im Sinne einer didaktischen Maßnahme uminterpretiert.

Das kann anhand der bereits erwähnten Lüftungsrohre illustriert werden. In vielen Bauten werden Zwischendecken eingezogen um Lüftungsrohe zu verbergen. In der Schule wurde auf Zwischendecken verzichtet um Kosten zu sparen. Dies wurde später als Maßnahme umgedeutet, die das Haus als Passivhaus kenntlich macht. Diese Umdeutung ermöglicht, die ursprüngliche Konstruktion, in der Geld keine Rolle spielt, aufrecht zu erhalten und die sichtbaren Rohre in die dominante Erzählung des Primats des Klimaschutzes zu integrieren.

Eine weitere Maßnahme zur Sichtbarmachung der Technologie stellt ein Monitor dar, der sich im Eingangsbereich der Schule befindet und das aktuelle Ausmaß der eingesparten Energie sowie des in der Photovoltaik-Anlage erzeugten Stroms abbildet. Diese technischen Daten werden durch eingängige Visualisierungen näher verdeutlicht. So wird gezeigt, wie vielen Ölfässer oder mit dem Auto zurückgelegte Kilometern durch das Haus eingespart bzw. erzeugt wurden. Die Visualisierung illustriert die durch das Passivhaus eingesparte Energiemenge durch leicht verständliche und greifbare Beispiele. Den Bildschirm, so eine Interviewpartnerin, würden jedoch weniger die Schulkinder als deren Eltern betrachten.

Beide geschilderten Maßnahmen dienen der Sichtbarmachung des Gebäudes als Passivhaus. Damit wird das Thema aktiv und mit positiven Assoziationen aufgeladen in den Diskurs eingebracht.

Thematisierung im Unterricht

Zusätzlich wird das Thema Energieeffizienz und Passivhaus explizit im Unterricht behandelt. Eine wichtige Frage dabei ist, was ein Passivhaus überhaupt ist. Kindern soll damit das Bewusstsein vermittelt werden, das sie sich in einem Passivhaus befinden aber auch, was das genau bedeutet.

Das Thema Energie und Energieeffizienz wird auch an die Schüler/innen weitergegeben um aufzuzeigen, was Energie ist, wo diese herkommt und was dies in weiterer Folge bedeutet.

Verschiedene Schulstufen behandeln hierbei unterschiedliche Thematiken. Schüler/innen werden durch das Haus geschickt um selbst Messungen zu machen und auszuarbeiten. Durch die Auseinandersetzung mit dem Thema wird mit den Kindern eine kritische Haltung entwickelt und gedanklich mit dem persönlichen Umfeld verbunden. Reflektionen, wie die eigene Familie mit Energie umgeht und welche Technologien im Einsatz sind, werden angestoßen und diskutiert. Um das Bewusstsein für das eigene Passivhaus zu stärken wurde auch der Architekt des Hauses mehrmals für Vorträge eingeladen. Themen dieser Vorträge waren unter anderem Energie und Bauphysik, die Funktionsweise von Fenstern und die Rolle der Lüftung im Passivhaus.

Durch diese Thematisierung wird das Passivhaus nicht durch Visualisierung sondern durch Praktiken sichtbar gemacht. Obwohl diese Praktiken primär die Schüler/innen betreffen, wird das generierte Bewusstsein von den Kindern nach Hause getragen und macht die Schule als Passivhaus auch dort sichtbar und unterstützt auf diese Weise die Identitätskonstruktion.

8.1.6 Schule als Multiplikator

Aufgrund der zentralen Stellung der Schule innerhalb der Gemeinde, sowohl räumlich als auch in Bezug auf die täglichen Interaktionen, kann sie als Multiplikator in der Diffusion der Technologie wirken. Dies betrifft mehrere Dimensionen, wie die Sichtbarkeit, Erprobbarkeit und die Rolle als Referenzobjekt (vgl. Rogers, 2003). Im Folgenden werden diese Dimensionen, und wie sie ihre Wirkung entfalten können, diskutiert.

Erhöhung der Sichtbarkeit

Das Schulgebäude ist von außen nicht als Passivhaus erkenntlich. Dies wird allerdings durch aktive Sichtbarmachung und mediale Präsenz kompensiert. Durch die verliehenen Nominierungen und Preise, die damit verbundene Medienpräsenz, sowie die Anstrengungen, das Haus als Passivhaus im Diskurs sichtbar zu machen entstand eine erhöhte Sichtbarkeit des Projektes. Dies hängt auch wesentlich mit der aktiven Identitätskonstruktion zusammen, ohne der eine solche Sichtbarkeit nicht möglich wäre.

Durch die Identifikation der Schule als Passivhaus wird die räumlich zentrale Sichtbarkeit des Gebäudes erst wirksam. Zu den häufig geäußerten Bedenken bei Passivhäusern zählen ihre - angeblich – klobige, wenig ästhetische Architektur. Da die Schule als Passivhaus diesen Vorurteilen in keiner Weise entspricht, können solche Bedenken entkräftet werden.

Die schon angesprochene Rolle der Schüler/innen ist ebenso wichtig. Durch die aktive Thematisierung von Energieeffizienz und Passivhäusern werden Informationen und damit eine Bewusstseinsbildung in die Haushalte des Ortes getragen. Aufgrund der Konstruktionsleistungen wirkt die Schule als zentraler Knotenpunkt der Informationsverteilung und stellt somit eine zentrale Schnittstelle vieler „weak ties“ dar (vgl. Granovetter, 1983). So werden techni-

sche Ansätze als auch Möglichkeiten der Förderung nach Hause getragen. Förderungen werden zwar nicht explizit im Unterricht behandelt, aber in den Gesprächen mit den Schüler/innen werden Förderungen immer wieder thematisiert.

Erprobbarkeit

Schulen eignen sich sehr gut, die Sichtbarkeit bzw. Erprobbarkeit von Passivhäusern zu erhöhen, da sie viele Funktionen des öffentlichen Lebens übernehmen. Das Gebäude wird auch für die Öffentlichkeit – beispielsweise für Vereine oder bei Wahlen - geöffnet. Dadurch kommen Vereinsmitglieder und Bürger/innen mit dem Haus und der darin befindlichen Technik in Berührung. Es wird Erfahrbarkeit ermöglicht, die bei Passivhäusern als Privathäuser schwierig zu realisieren ist. Die Möglichkeit, neue Technologien auszuprobieren, bevor sie angenommen werden, ist allerdings von besonderer Bedeutung für den Prozess der Diffusion (vgl. Rogers, 2003). Dies trifft in besonderer Weise auf hohe Investitionen zu.

Neben Vereinstätigkeiten werden auch Wahlen und andere politische Ereignisse in Schulen veranstaltet. Hier erfahren auch Menschen, welche nicht in Vereinen tätig sind, wie Passivhäuser aussehen bzw. wie es ist, sich darin aufzuhalten. Die Konfrontation mit der Technologie bzw. den Technologien eines Passivhauses ist bei solchen Anlässen nicht sehr stark. Nichtsdestotrotz kann die Bevölkerung Haus und Technik sehen und erfahren.

Überregionale Wirkung

Die Sichtbarkeit des gelungenen Passivhauses wirkt nicht nur regional, sondern kann auch überregional Entscheidungsprozesse unterstützen. Vorreiterprojekte dienen anderen Projekten als Blaupause. Dabei haben die erfolgreiche Umsetzung des Passivhaues und die darauf folgende Identitätskonstruktion zweierlei Funktionen.

Es wird Bewusstsein dafür geschaffen, dass diese Bauform auch mit engen Gemeindebudgets, möglich ist. Besonders aufgrund der Auszeichnungen wird eine überregionale Aufmerksamkeit geschaffen, welche sich positiv auf die Diffusion von Passivhäusern im öffentlichen Bereich und damit auch im regionalen Kontext der darauf folgenden Projekte auswirkt. Delegationen verschiedener nationaler als auch internationaler Besucher/innen können sich davon überzeugen, dass ein Passivhaus im Ortsbild nicht störend wirkt und im Betrieb funktioniert.

Des Weiteren dient ein erfolgreich umgesetztes Passivhaus im öffentlichen Bereich auch als ein Referenzprojekt, auf das man im Prozess der Planung verweisen kann. Die Schule wird damit zu einer materiell-manifesten Überzeugungsleistung des Architekturbüros, welches als Argument für neue Projekte derselben Art verwendet werden kann. Somit dient der Bau im öffentlichen Raum nicht nur als Multiplikator für Informationen, sondern kann die Idee des Passivhauses im überregionalen politischen Netzwerk stabilisieren und legitimieren.

8.1.7 Schlussfolgerungen zum Passivhaus

Öffentliche Investitionen in energieeffiziente Technologien können einen wesentlichen Beitrag zur Diffusion leisten. Durch die Sichtbarmachung der Technologie wird ein entsprechendes Bewusstsein gebildet (vgl. Rogers, 2003). Durch zentral gelegene und gut sichtbare Referenzprojekte wird die Diffusion gestärkt, da ein Passivhaus als praktikable und ästhetisch nicht abweichende Lösung präsentiert wird. Diese Sichtbarkeit wird auch durch eine Lenkung der Forschung erreicht, da durch die Förderung von Pilotprojekten Anschauungsobjekte entstehen, welche den Nutzer/innen vor Augen führen, dass die Technologie ausgereift ist und funktioniert.

Im vorliegenden Fall nahm das Architekturbüro eine wesentliche Rolle in der Errichtung der Schule in Passivhausbauweise ein und wirkte als zentraler „Change Agent“. Ebenso wichtig ist die Einbeziehung der Nutzer/innen in die Planung um das Haus an deren Bedürfnisse und die lokalen Gegebenheiten anzupassen. Ein energetisch optimales Haus benötigt entsprechendes Personal, das in der Lage ist, es zu bedienen und zu warten. Fehlt dies, muss das Maß an Technologie reduziert werden, da sonst die Zufriedenheit mit dem Haus nicht gegeben ist und aufgrund von Fehleinstellungen auch die angepeilte Energieeffizienz nicht erreicht wird. Ein Passivhaus und dessen Möglichkeiten muss also stets im Kontext der sozialen Einbettung betrachtet werden. Misslingt die Einbettung, werden negative Bewertungen im direkten sozialen Umfeld des Projektes verbreitet, was der Diffusion schadet, statt sie zu unterstützen. Dies ist besonders wichtig, da öffentliche Einrichtungen besonders als Multiplikator wirken können.

Abseits dieser Prozessbetrachtung zeigt die nachgelagerte Identitätskonstruktion, dass man diese Investitionen im gesellschaftspolitischen, strukturellen Umfeld betrachten muss. Obwohl die Investitionen sich finanziell und energetisch rechnen, braucht es weitere Legitimationen um solche Projekte zu ermöglichen.

Zur Zeit der Umsetzung reichte es, den Gemeinderat zu überzeugen, der in der Folge mit Förderungen des Landes argumentieren und das Projekt legitimieren konnte. Laut eines Interviewpartners hat sich die Situation mittlerweile allerdings dermaßen verändert, dass die Überzeugungsarbeit im Moment eher auf Landesebene zu leisten sei. Die Verschiebung der Zuständigkeitsebenen hat auch zur Folge, dass Förderungen aus Bundesmitteln und die institutionelle Verankerung des Themas auf Bundesebene einen wichtigen Beitrag zur Legitimation ähnlicher Projekte leisten. Explizit wurde dabei auf die wichtige Funktion des Klimafonds hingewiesen. Diese Institutionalisierung erlaubt Passivhausprojekten einen Anschluss an den politischen Diskurs.

Ein weiteres wichtiges Element für die Diffusion ist die Vergabe von Auszeichnungen und Preisen. Diese lassen sich einerseits erfolgreich in politisches Ansehen umwandeln und unterstützen andererseits auch den Prozess der Identitätskonstruktion. Dieser Prozess ist, wie

beschrieben, wichtig für die Diffusion von Umwelt- und Energieprojekten, da hierdurch Sichtbarkeit einer ansonsten unsichtbaren Technologie sowie deren Aufladung mit positiven Werten unterstützt bzw. ermöglicht wird.

8.2 Fallstudie E-Bike

8.2.1 Einleitende Überlegungen

Für die Diffusion von Innovation des täglichen Lebens sind infrastrukturelle Einflüsse sowie die materiellen Eigenschaften der spezifischen Artefakte von besonderer Bedeutung. Aufgrund dieser Einflussfaktoren wird bestimmt, ob eine Innovation in das tägliche Leben integrierbar ist oder nicht. Von den fünf untersuchten Technologien eignen sich E-Bikes am besten für eine solche Analyse. Bei dieser Technologie wird das Zusammenspiel von Alltagspraktiken und dem Einfluss der umgebenden Infrastruktur in einem besonderen Maße beobachtbar. Aufgrund der Einbettung dieser Technologie in alltägliche Abläufe von Mobilitätsverhalten aber auch die Abhängigkeit der Nutzung aufgrund der bereits bestehenden Infrastruktur, hier Radwege und Unterstützungsleistungen, schien diese Technologie als ein vielversprechendes Untersuchungsobjekt. Ebenso scheinen die Aushandlungsprozesse um Design und den damit in Verbindung gebrachten Werten noch nicht geschlossen, da die Technologie in der breiten Bevölkerung keine besonders weite Verbreitung aufweist.

Dieser Abschnitt stellt die Ergebnisse der mikrosoziologischen Fallstudie zu E-Bikes und deren Nutzung dar und analysiert Aspekte der Diffusion von E-Bikes in einem Stadt/Landvergleich. In den Expert/innen-Interviews zu E-Bikes, wurden drei, für den Diffusionsprozess wichtige Aspekte identifiziert, d.s. (1) die sozialen Netzwerke der Nutzer/innen; (2) zur Verfügung stehende Infrastrukturen; und (3) damit verbundenen Alltagspraktiken. Dabei wurden bedeutsame Unterschiede zwischen Stadt und Land vermutet.

E-Bikes werden je nach der Aktivität der Nutzer/innen in unterschiedliche inhaltliche Kontexte eingeordnet und damit auch unterschiedlich wahrgenommen. Unterschiede in der Bedeutungsgebung resultieren, je nach Gruppe von Nutzer/innen, auch in unterschiedlichen Einsatzszenarien.

- Ältere und körperlich beeinträchtigte Nutzer/innen verwenden E-Bikes etwa als Enabler, der einen aktiveren Lebensstil ermöglicht, z.B. es wieder möglich gemacht, Sport zu betreiben.
- E-Bikes werden aber auch für jüngere, weniger sportliche Menschen beworben. Diese Gruppe soll sie im Freizeitsport und Alltag verwenden.

Die Expert/innen machten auch auf die Debatte um den Beitrag von E-Bikes zu Nachhaltigkeit und deren Abhängigkeit von infrastrukturellen Gegebenheiten aufmerksam. Beide Faktoren haben laut den befragten Personen Einfluss auf die Verbreitung dieser Technologie.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Interviews mit Expert/innen wurde der Leitfaden für die Fallstudie entworfen. Dieser sollte helfen zu klären, welche Faktoren die Diffusion von E-Bikes in Österreich positiv oder negativ beeinflussen. Insbesondere die Bedeutung sozialer Netzwerke, in denen sich (zukünftige) Nutzer/innen befinden, war in diesem Zusammenhang wichtig.

8.2.2 Methode

Ziel der Fallstudie ist die Analyse, wie sich einzelne Technologien im Alltag der Nutzer/innen integrieren und wie dies zur Diffusion beiträgt. In der dazu durchgeführten, leitfadengestützten, qualitativen Interviews von Nutzer/innen wurden folgende Themenkomplexe angesprochen:

- Wer ist ein wichtiger Change Agent bei der Diffusion von E-Bikes. Mit anderen Worten, welche Personen sind für die Verbreitung aufgrund ihres eigenen Handels, ihres Einflusses auf andere, insbesondere auf Personen ihres Netzwerkes für die Diffusion wichtig?
- Wie und wo haben sich interessierte Personen anschließend über E-Bikes informiert?
- Welche Bedeutung haben diese Netzwerke für den Alltag der Nutzer/innen?
- Warum haben sie sich entschieden ein E-Bike zu kaufen?
- Welche Werte werden mit dem E-Bike verbunden?
- Welche infrastrukturellen Gegebenheiten bestehen oder fehlen?
- Welche positiven und negativen Erfahrungen wurden von Nutzer/innen im Alltag gemacht?

Aus den Ergebnissen der Interviews mit Expert/innen und Nutzer/innen wurden positive und negative Faktoren und Bedingungen für die Diffusion der ausgewählten Technologie abgeleitet.

In der Fallstudie zu E-Bikes wurden neun Interviews mit Nutzer/innen durchgeführt. Davon waren fünf aus dem städtischen und vier aus dem ländlichen Bereich. Dadurch sollte ein Stadt/Land Vergleich möglich sein. Vier der interviewten Personen waren Männer, fünf Frauen. Die Interviewten waren im Alter von 40 bis 60 Jahre; eine interviewte Person war 25 Jahre alt.

Interviewpartner/innen im städtischen Bereich wurden über eine Schlüsselperson identifiziert, bzw. meldeten sich auf Aushängen in ausgewählten E-Bike Shops. Im ländlichen Bereich wurden die ersten Interviewpartner/innen ebenfalls über eine Schlüsselperson gefunden. Danach wurden diese um weitere Kontakte gebeten, d.h. die Rekrutierung der Interviewpartner/innen basierte hier auf dem Schneeballsystem.

Die von Expert/innen genannten Eigenschaften von Nutzer/innen trafen in den meisten Fällen zu. Sie sind in der Mehrzahl älter, beschreiben sich selbst als eher unsportlich oder sind körperlich beeinträchtigt. Drei Personen haben sich aufgrund dieser Einschränkungen eine Extraanfertigung, welche einen tieferen Einstieg aufweist, gekauft. Dies war laut eigener Aussage notwendig um gut auf das Rad aufzusteigen, sowie im Notfall schnell absteigen zu können. Die jüngere Person beschrieb sich ebenfalls als eher unsportlich.

8.2.3 Beitrag zur Nachhaltigkeit

E-Bikes werden oft als nachhaltige und energieeffiziente Fortbewegungsmittel gesehen. Diese Perspektive ist bei den befragten Expert/innen umstritten, da E-Bikes bei der Produktion CO2 Emissionen verursachen, und offen bleibt, welche Rolle sie im Mobilitätsverhalten der Nutzer/innen einnehmen. Sind sie ein zusätzliches Sportgerät oder ersetzen sie das Auto? Die Nachhaltigkeit von E-Bikes kann also erst beurteilt werden, wenn sie in einem breiteren Kontext betrachtet werden. Um dieser Frage nachzugehen, werden verschiedene Aspekte näher beleuchtet, wie z.B. die sozialen Netzwerke, in welche Nutzer/innen eingebunden sind, infrastrukturelle Gegebenheiten sowie die alltäglichen Praktiken der Nutzer/innen.

E-Bikes werden laut Auskunft der befragten Nutzer/innen großteils für Freizeitaktivitäten verwendet. Sie berichten von Ausflügen am Wochenende und sportlichen Aktivitäten bei denen weitere und steilere Strecken zurückgelegt werden können. Ausschließlich ein interviewter E-Biker hat das Auto durch das E-Bike ersetzt und verwendet es sowohl für Freizeitaktivitäten als auch für alltägliche Wege. Auch werden sie für kleinere Einkäufe genutzt. Für die Befragten sind E-Bikes jedoch für größere Einkäufe ungeeignet, sodass sie dafür weiterhin das Auto nutzen. Für solche Erledigungen weist das E-Bike zu wenig Stauraum auf und wird als unkomfortabel erlebt. Nur eine Person verwendet das E-Bike für den täglichen Arbeitsweg und empfindet es als wesentlich komfortabler als die öffentlichen Verkehrsmittel.

Für die meisten Befragten ist es ein zusätzliches Fahrzeug und erweitert lediglich die Wahlmöglichkeiten der individuellen Mobilität. Besonders Menschen, die sich als weniger sportlich beschreiben bzw. für ältere und körperlich beeinträchtigte Personen eröffnet das E-Bike die Möglichkeit, Sport zu betreiben. Zusätzlich wurde der Erlebnisaspekt betont; die Befragten beschrieben, dass sie mit dem E-Bike ihren räumlichen Aktionsrahmen deutlich erweitern konnten. Das E-Bike ermöglicht es ihnen, längere und schwierigere Strecken zu fahren.

8.2.4 Change Agents und soziale Netzwerke als Unterstützungsnetzwerke

Diffusionsprozesse von Innovationen sind in spezifische Netzwerke eingebettet, in denen sich die Technologien verbreitet. In diesen Netzwerken gibt es wichtige Knotenpunkte, an denen sich einerseits Informationen als auch die Technologie als solches verbreiten. Diese

Knotenpunkte sind wichtige „Change Agents“ (vgl. Rogers, 2003). Die wichtigsten Change Agents für die Diffusion von E-Bikes wird im Folgenden diskutiert.

Händler: Stadt

In der Stadt spielten Händler/innen, die den Befragten bereits bekannt waren, eine zentrale Rolle beim Ankauf der Räder. Die Befragten wählten zum Teil Händler/innen, bei denen sie bereits ihre konventionellen Räder gekauft hatten. Diese Bindung an Händler/innen zeigt sich auch darin, dass sie diese als „mein Händler“ oder „meine Händlerin“ bezeichneten. Die Befragten meinten mehrmals, dass die Händler/innen nahe ihres Wohnsitzes sein sollten. Weitere wichtige Kriterien für die Wahl der Händler/innen waren deren Informiertheit und Kompetenz im Bereich E-Bikes.

Händler/innen haben damit eine zentrale Position im Unterstützungsnetzwerk von Nutzer/innen. Die Händler/innen liefern zum Teil die nötigen Informationen um sich für ein E-Bike zu entscheiden. Über die Händler/innen werden jedoch auch Probefahrten und die Bestellung von Extraanfertigungen mit anschließender Montage ermöglicht. Als Teil des Unterstützungsnetzwerks stellen Händler/innen auch eine Anlaufstation bei Versicherungs- und Garantiefragen und vereinzelt bei Diebstählen dar.

Expert/innen und Nutzer/innen im städtischen Bereich wiesen auf die hohe Gefahr hin, dass E-Bikes gestohlen werden. Zwei Personen berichteten, dass ihre E-Bikes bereits aus Stiegenhäusern und Fahrradabstellräumen gestohlen worden waren. In einem Fall informierte der Händler die Besitzerin über den Diebstahl, da ihn die Zollstelle, die den Diebstahl aufgedeckt hatte, aufgrund der Seriennummer des Rades kontaktiert hatte. Händler/innen nehmen also nicht nur die Rolle der Verteilung der Technologien wahr, sondern wirken auch nach dem Verkauf positiv auf die Nutzung und Diffusion von E-Bikes aus.

Händler: Land

Händler/innen spielen für Nutzer/innen in ländlichen Gebieten eine wesentlich geringere Rolle als in der Stadt. Kleinere Reparaturen werden meist vom männlichen Partner der Nutzer/innen durchgeführt. Der/die Händler/in wird erst bei größeren und schwierigeren Reparaturen aufgesucht. Räumliche Nähe zum/zur Händler/in spielt, anders als in der Stadt, eine geringe Rolle. Autos sind am Land sehr wichtig und werden für den Transport der E-Bikes verwendet. Händler/innen spielen damit am Land - außer bei der Bestellung der Räder – eine geringe Rolle. Das zeigt auch das Beispiel eines Interviewpartners: Er wurde auf E-Bikes bei einer Informationsveranstaltung in seiner Gemeinde aufmerksam und besuchte erst dann den Händler nachdem er sich zum Kauf entschlossen hatte. Dieser beriet ihn über Modelle anhand des aktuellen Angebotes.

Händler/innen agieren am Land weniger als Change Agents, die Nutzer/innen auf E-Bikes aufmerksam machen, denn als Vermittler, die weiterführende Expertise und Infrastruktur zur

Beschaffung bereitstellen. Ihre Rolle umfasst die Bereitstellung von konkreten Informationen und Expertise, die Umsetzung des Kaufentschlusses und in der Fertigstellung des E-Bikes.

(Ehe)-Parnter/in, Bekannte und Freunde: Stadt

In der Stadt spielen Bekannte und Freunde als Teil des Informations- und Unterstützungsnetzwerkes eine wichtige Rolle. Eine Person nahm selbst die Rolle eines Change Agents ein. Sie beschrieb sich als Early Adopter. Das sind Personen, die Technologien in einem sehr frühen Stadium der Verbreitung verwenden. Sie kaufte sich ein E-Bike, sobald die ersten Modelle am Markt verfügbar waren. In weiterer Folge wirkte sie als Change Agents (vgl. Rogers, 2003). Early Adopters wirken oft in ihrem direkten sozialen Umfeld. Eine Person berichtete, dass sie sich erst über E-Bikes informiert hat, als eine Freundin sich ein E-Bike gekauft hatte. Bei ihr konnte sie das E-Bike ansehen und ausprobieren. Sie betonte im Interview ihre positive Überraschung über die Leichtigkeit des Rads und die Geschwindigkeit, mit der Strecken zurücklegt werden können. Davor nahm sie E-Bikes und deren Handhabung als unkomfortabel und schwierig wahr.

Neben dem Netzwerk an Freund/innen nutzen Nutzer/innen in der Stadt das Internet als Informationsquelle. Die Mehrheit der interviewten Personen betonte allerdings, dass die Informationen aus dem Internet, für sich genommen, nicht zu dem Entschluss für das E-Bike geführt hätten. Händler/innen nahmen für diese Personen eine zusätzliche beratende Funktion ein und bestellten die Räder.

Wie am Land spielt der Partner bei der Anschaffung der E-Bikes eine Rolle. Er kann beim Transport des relativ schweren E-Bikes helfen, ist aber weniger wichtig dabei, das Rad zu reparieren.

E-Bikes spielen auch im gemeinsamen Freizeitverhalten eine Rolle. Eine interviewte Person erzählte von ihrem sehr sportlichen Mann. Bei Radausflügen fährt sie mit dem E-Bike während er mit dem normalen Rad unterwegs ist. In der Vergangenheit war sie bei Ausflügen mit Freunden oft die Letzte. Seit sie das E-Bike hat, fährt sie wieder sehr gerne und freut sich dabei nicht immer das Schlusslicht zu sein. Auch das war für sie ein Grund, ein E-Bike zu erwerben.

(Ehe)-Parnter/in, Bekannte und Freunde: Land

Ähnlich wie in der Stadt war für die interviewten Personen das Netzwerk von Bekannten und Freund/innen wichtig. Freunde können Change Agents sein, indem sie das E-Bike sichtbar machen und die Möglichkeit bereitstellen, ein E-Bike auszuprobieren. Sie können potenzielle Nutzer/innen auf die Idee bringen, sich zu informieren und sich ein E-Bike anzuschaffen.
Anders als in der Stadt haben die männlichen Partner für ihre Partnerinnen das Modell ausgesucht. Sie entschieden welche Marke und welche Funktionen das E-Bike haben sollte. Der Partner einer interviewten Person baute ihr normales Rad zu einem E-Bike um. Im ländlichen

Bereich helfen die Partner, wenn das E-Bike defekt ist und reparieren es oft selbstständig. Männliche Partner spielen im ländlichen Bereich bei den interviewten Nutzer/innen folglich eine wesentliche Rolle bei Kaufentscheidung und laufenden Reparaturen.

Obwohl die Partner der Befragten bei der Wahl des E-Bikes eine starke Rolle spielen, würden sie für sich selbst, laut Auskunft der Interviewten, nie ein E-Bike kaufen. Sie sehen E-Bikes als unsportlich, und denken, die Unterstützung eines Elektromotors nicht zu brauchen. Für die Interviewten hat das E-Bike allerdings die Funktion eines Enablers, um mit dem Partner (wieder) gemeinsam Sport machen zu können. Dies kann, wie von einer Interviewpartner/in berichtet, wiederum zu einem Ungleichgewicht führen, da die Partnerin mit dem E-Bike nun viel schneller fährt als der Partner mit dem konventionellen Rad. Dies führt in manchen Fällen dazu, dass die gemeinsamen Aktivitäten mit dem Rad wieder eingestellt wurden.

Somit sind befragte ländliche Nutzer/innen einerseits durch Freunde und Bekannte auf die Idee gekommen ein E-Bike zu kaufen und wurden dabei von ihren Partnern unterstützt. Diese unterstützen sie auch weiterhin im Fall eines Defektes durch Reparaturen und oder helfen dabei das E-Bike mit dem Auto zum Händler, zur Händlerin, zu transportieren. Das direkte soziale Umfeld nimmt hier also eine wesentlich stärkere Rolle ein, als in der Stadt.

8.2.5 Informationsveranstaltungen als Change Agents

Die befragten Expert/innen schrieben Informationsveranstaltungen eine wichtige Rolle zu, da sich hier potentielle Nutzer/innen informieren und die Modelle ausprobieren können. Allerdings erwies sich diese Annahme für die interviewten Nutzer/innen als weniger relevant. Vielmehr wurden Informationen über lokale Händler/innen, Bekannte oder das Internet bezogen. Die Rolle von Informationsveranstaltungen im Prozess der Diffusion dürfte daher in der Stadt nur eingeschränkt gültig sein.

Auch für die ländlichen Nutzer/innen spielen Informationsveranstaltungen nur eine geringe Rolle. Außer bei einem/er Interviewpartner/in, hatten Informationsveranstaltungen keinen Einfluss auf ihre Kaufentscheidung. Die anderen Nutzer/innen wussten von keiner Informationsveranstaltung oder haben keine besucht. In dem einen Fall gab es eine Gemeindeveranstaltung, welche von einem Regionalförderungsverein organisiert und durchgeführt wurde. Bei dieser wurden sowohl E-Bikes als auch andere Formen „grüner“ Mobilität ausgestellt. Die veranstaltende Gemeinde ist eine Klimabündnisgemeinde und organisiert des Öfteren ähnliche Veranstaltungen. Auf dieser Veranstaltung war es möglich, die E-Bikes Probe zu fahren. Dies gab einer interviewten Person die Möglichkeit, sich ein Bild von der Geschwindigkeit und Leichtigkeit zu machen, mit der eine Strecke zurücklegt werden kann. Diese Erfahrung und der damit laut eigener Aussage verbundener Fahrspaß waren für die Kaufentscheidung maßgeblich verantwortlich.

8.2.6 Integration in tägliche Praktiken

E-Bikes stellen Artefakte des täglichen Lebens dar. Um eine Diffusion dieser Technologie als energieeffiziente und nachhaltige Alternative zu etablieren, muss diese Innovation Einzug in tägliche Abläufe halten. Um eine Integration von E-Bikes in tägliche Praktiken zu ermöglichen, müssen Design, umgebenden Infrastruktur und die identifizierten Praktiken aufeinander abgestimmt werden. Misslingt diese Integrationsleistung, wird das E-Bike nicht in die Gesellschaft und den Markt diffundieren oder auf eine Art genutzt, welche einem nachhaltigen Anspruch nicht genügt. Im Folgenden werden daher die wesentlichen Eigenschaften dieser Beziehungen beleuchtet und die Frage nach hinderlichen und förderlichen Faktoren einer Adaption von E-Bikes für wiederkehrende Tätigkeiten, d.h. tägliche Praktiken, gestellt.

8.2.7 Design

Enabler-Funktion

Laut den Interviews mit Expert/innen können E-Bikes für ältere und körperlich beeinträchtigte Personen als Enabler fungieren. Sie werden einerseits als Sportgeräte für Menschen, die sich selbst nicht als sportlich beschreiben beworben, und sollen andererseits als alltägliches Transportmittel verwendet werden.

Die Materialität des E-Bikes beeinflusst die alltäglichen Praktiken der Nutzer/innen insofern, als sie für die unterschiedlichsten Aktivitäten gestaltet und dementsprechend beworben werden. Es gib E-Bikes z.B. als Mountainbikes um steile und unwegsame Strecken gut bewältigen zu können oder als Citybikes mit unterschiedlich großen Körben die variabel angebracht sind. Citybikes sind primär für Alltagswege, z.B. der Weg in die Arbeit oder Einkaufen, gedacht. Es gibt E-Bikes mit Extraanfertigungen wie z.B. tiefen Einstiegsstangen. Einige der interviewten Personen nutzten solche Modelle wegen des erhöhten Komforts und aus Angst vor Stürzen. Bei Stürzen ermöglicht das Design einen raschen Abstieg vom Rad.

Die beschriebenen Eigenschaften der Räder alleine sind jedoch nicht in der Lage, die angepeilten Einsatzmöglichkeiten in die Praxis umzusetzen. Obwohl die Designentscheidungen, welche in das E-Bike eingeflossen sind, eine Nutzung für den Alltag erleichtern, bestehen Diskrepanzen zu den infrastrukturellen Gegebenheiten, welche eine Integration der Räder in die täglichen Praktiken erschweren.

Anschaffungs- und Ersatzkosten sowie Diebstahlgefahr

Der hohe finanzielle Wert eines E-Bikes ist auf verschiedene Weisen ein Hemmnis für die Diffusion. Zunächst sind die hohen Anschaffungskosten – laut Angabe der Expert/innen liegen sie bei ca. € 2.000– für die Verbreitung von E-Bikes hinderlich. Ein weiteres Problem stellen die teuren Akkus der E-Bikes dar. Laut einer Interviewpartnerin wurde der Akku ihres E-Bikes bereits innerhalb des ersten Jahres defekt. Da sie keine Garantie auf den Akku hatte, konnte bzw. wollte sie sich keinen neuen leisten. Die Bereitschaft das E-Bike zu nutzen

wäre in diesem Fall zwar vorhanden, allerdings sind die Kosten von ca. € 500 bei einer Neuanschaffung des Akkus zu hoch, um das Rad weiterhin zu nutzen. Ein weiterer, mit dem hohen Wert verbundener Faktor ist die Diebstahlgefahr. E-Bikes werden aufgrund ihres hohen Werts öfter als konventionelle Räder gestohlen. Da adäquate Abstellmöglichkeiten selten sind, ist es schwer E-Bikes diebstahlsicher abzustellen. Das scheint potenzielle Nutzer/innen abzuschrecken.

Gewicht

Ein E-Bike wiegt laut Expert/innen und Nutzer/innen ca. 25 Kilogramm. Für alle interviewten Nutzer/innen war das Gewicht eine körperliche Herausforderung. Wie bereits erwähnt, spielt der männliche Partner des Öfteren eine zentrale Rolle innerhalb des Unterstützungsnetzwerks. Die interviewten Frauen sind kaum in der Lage ihr E-Bike über Treppen zu heben. Oft sind sie von ihren Partnern abhängig, die ihnen das E-Bike aus dem Kellerabteil bis vor die Eingangstüre tragen. Ist diese Unterstützung nicht vorhanden, kann das E-Bike oft nicht genutzt werden. Dieses Problem ergibt sich aus dem Zusammenspiel des hohen Gewichts der E-Bikes, den fehlenden Abstellplätzen sowie der umgebenden Infrastruktur, welche oft implizit von leicht transportablen Rädern ausgeht bzw. gar nicht auf Räder Rücksicht nimmt.

8.2.8 Infrastruktur

Die geeignete Infrastruktur ist für tägliche Routinen bzw. Praktiken wichtig; auch bei E-Bikes. Fehlende materielle Infrastrukturen erschweren oder verunmöglichen die Integration des E-Bikes in den Tagesablauf. Dabei muss zwischen öffentlicher und privater Infrastruktur unterschieden werden. Erstere umfasst Abstellmöglichkeiten, Radwege, Ladestationen und Fahrradgaragen; letztere etwa Schienen auf Treppen zu Kellerabteilen und Fahrradabstellräumen in Wohnhäusern. Abseits dieser Faktoren spielt noch die Beschaffenheit der direkten Umgebung eine Rolle. Steile und weite Strecken stellen ebenfalls ein Problem bei der Nutzung von E-Bikes dar.

Abstellmöglichkeiten

Die Interviewpartner/innen verwenden besonders schwere Absperrketten, um ihr E-Bike im öffentlichen, urbanen Raum abzustellen. Sie achten ebenso darauf, dass ihr Rad für sie gut sichtbar ist. Niemand stellte das E-Bike über Nacht an einem Radständer auf der Straße ab, da dies aufgrund des hohen Wertes zu gefährlich ist. Für zwei Interviewpartner/innen, die von Diebstählen im Wohnhaus erzählten, kommt das Abstellen des Rades auf der Straße über einen längeren Zeitraum nicht in Frage. Fahrradgaragen in ihrer Nähe kannte keine der interviewten Personen. Es gäbe keine sicheren, absperrbaren, öffentlichen Abstellplätze.[42]

[42] Eine Recherche ergab, dass es seit Mitte 2014 eine Fahrradgarage in Hietzing, in der Nähe des Auhofcenters, gibt. Eintritt ist nur mit Bankomatkarte, Kreditkarte oder einer Mitgliedskarte von WIPARK möglich. Die Fahrradgarage ist 24 Stunden geöffnet und soll mit Videokameras und den genannten Zutrittsmöglichkeiten vor Diebstählen und Witterung schützen. Es ist noch offen, ob die Fahrradgarage von den Fahrrad- und E-Bikefahrer/innen angenommen wird. Falls das Projekt ein Erfolg wird, werden Folgeprojekte angestrebt.

Radwege

Die Interviewpartner/innen aus der Stadt bewerteten die Infrastruktur im städtischen Raum ambivalent. Sie waren mit dem Angebot an Radwegen großteils zufrieden. In den letzten Jahrzehnten sei einiges für den Radwegausbau unternommen worden. Sie sind zuversichtlich, dass Radwege und andere Infrastruktur stetig erweitert würden. Radwege sind in Städten ein Teil des allgemeinen Verkehrsnetzes und daher für tägliche Fahrten mit dem E-Bike leicht nutzbar. Kritisch merkten die Befragten an, dass diese manchmal gefährlich spitz und abrupt enden und oder nicht weitergeführt würden. Eine interviewte Person erzählte von Stürzen, aufgrund nicht abgerundeter Kurven an Radwegen oder schlecht platzierte Schilder. In manchen Bezirken gibt es laut den Befragten kaum Radwege und die Radfahrer/innen müssen Taxi- und Busspuren befahren.

Im ländlichen Raum sind die bestehenden Radwege für den alltäglichen Berufsverkehr aus mehreren Gründen tendenziell ungeeignet. Radwege sind touristische Themenradwege, auf denen weite Strecken komfortabel zurückgelegt werden können. Sie sind allerdings nicht für Wege des täglichen Lebens ausgelegt. E-Bikes werden daher am Land vor allem für Freizeitaktivitäten genutzt; typischerweise fahren Radfahrer/innen mit dem Auto zu diesen Radwegen, um davon ausgehend mit dem E-Bike Ausflüge zu unternehmen. Am Ende der Tour fahren sie mit dem Auto wieder nachhause.

Eine Reihe von Gründen spricht aus der Sicht der interviewten Personen gegen die Nutzung des E-Bikes für den Berufsverkehr: Die Arbeitsplätze seien meist relativ weit vom Wohnort entfernt und oftmals nur über Bundesstraßen zu erreichen. Das mache das Fahren mit dem E-Bike aufgrund der begrenzten Reichweite der Akkus zu einem schwierigen aber auch gefährlichen Unterfangen. Des Weiteren beschrieben die Befragten die weiten und hügeligen Strecken als ausschlussgebend dafür, E-Bikes im Berufsverkehr nicht zu nutzen. Ländliche Nutzer/innen erleben das fahren mit dem E-Bike als zeitaufwändig. Da im Unterschied zu Städtern/innen, Parken am Land nicht kostspielig oder mit einer langwierigen Parkplatzsuche verbunden ist, stellen E-Bikes keine deutliche Erleichterung dar. Zeitraubende Staus, Einbahnregelungen oder häufig auftretende Baustellen spielen in ihrem Alltag fast keine Rolle. Daher ist Autofahren im ländlichen Raum komfortabler und zeitsparender als es der öffentliche Verkehr oder das E-Bike sein kann. Fehlende Infrastruktur für Wege des täglichen Lebens und die weiten und zum Teil steilen Strecken stellen im ländlichen Raum daher größere Hindernisse für die Nutzung im Berufsverkehr dar. Wenn die Befragten das E-Bike für kurze Wege nutzen, verlassen sie ihre Ortschaft kaum, außer für größere Ausflüge im Rahmen von Freizeitaktivitäten. Zusammenfassend ist das E-Bike am Land lediglich eine zusätzliche Fortbewegungsalternative und keine interviewte Person ist vom Auto auf das E-Bike umgestiegen.

Ladestationen

Ladestationen als infrastrukturelle Maßnahme kannten die interviewten Personen sowohl im städtischen als auch im länglichen Umfeld. Sie werden im Allgemeinen als gut sichtbar wahrgenommen, spielen jedoch für die interviewten Nutzer/innen keine besondere Rolle. In der Stadt sind zwar ausreichend Ladestationen vorhanden, diese werden aber laut den interviewten Personen im Alltag nicht benötigt. Statt auf öffentlichen Ladestationen werden Akkus zu Hause in der dafür vorgesehen Ladestation aufgeladen. Für alltägliche Fahrten ist es zu mühsam, das gesamte Ladegerät zu transportieren. Außerdem ist es für die Nutzer/innen zu gefährlich das Ladegerät samt Akku unbeaufsichtigt bei einer öffentlichen Ladestation zu lassen. Davon abgesehen stellt Zeit einen wichtigen Faktor dar, denn es dauert ca. fünf Stunden bis ein Akku vollständig geladen ist. Mittlerweile halten Akkus ausreichend lange, um alltägliche Wege zu erledigen und müssen im Normalfall nicht zwischendurch geladen werden. Ladestationen sind laut Angabe der befragten Personen nur auf längeren Radrouten wichtig. Zusammenfassend haben Ladestationen keine besondere Rolle bei der Nutzung und Diffusion von E-Bikes, da sie nicht in den Alltag integriert werden müssen.

Interviewte Personen am Land wissen ebenfalls über den Standort von Tankstellen Bescheid. Doch auch hier werden sie nicht genutzt, da die Akkus zuhause geladen werden. Ladestationen spielen daher auch hier nur auf langen Ausflügen eine Rolle. Alle Interviewpartner/innen schilderten ihre Zufriedenheit auf längeren Ausflügen, die zum Teil mit Übernachtungen gestaltet werden. Dort fanden sie die Möglichkeit sowohl ihr E-Bike sicher abstellen, als auch ihre Akkus ohne Probleme aufladen zu können.

Infrastruktur an der Arbeitsstätte

Die Interviewpartner/innen, die das E-Bike für ihren Arbeitsweg nutzen, sind mit den Fahrradgaragen bei ihrer Arbeitsstätte zufrieden. Diese Fahrradgaragen sind sehr sicher und gut befahrbar. Sie sind meist ebenerdig zu befahren, so dass das Gewicht der E-Bikes keine negativen Auswirkungen hat. Ebenso ist keiner der befragten Personen ein Diebstahl aus diesen Garagen bekannt. Die Fahrradgaragen sind nur mit der Mitarbeiter/innenchipkarte begeh- und befahrbar. Videoüberwachung und Sicherheitspersonal sollen Diebstähle verhindern. Diese infrastrukturellen Maßnahmen am Arbeitsplatz leisten einen positiven Beitrag für die allgemeine Diffusion von E-Bikes, da diese aufgrund dieser Maßnahmen besser in den Alltag integriert werden können.

Steile Strecken

Eine Befragte erzählte, dass die lange und steile Strecke zu ihrem Haus sie davon abhalte, das E-Bike zu nutzen. Obwohl das E-Bike sie unterstützt, meinte die interviewte Person, dass das letzte Stück immer steil sei. Die tatsächliche Leistung des E-Bikes ist hier weniger ausschlaggebend als das fehlende Vertrauen der Nutzerin in die Technologie. Dieses Misstrauen wird durch Berichte über defekte Akkus von Bekannten verstärkt. Diese einge-

schränkte Nutzung des E-Bikes wird, obwohl sie auf keiner persönlichen Erfahrung basiert, im Bekanntenkreis weitergegeben und wirkt negativ auf die Wahrnehmung von E-Bikes. Es scheint paradox, dass E-Bikes gerade wegen des steilen Geländes gekauft werden, allerdings aufgrund des zu geringen Vertrauens in die Technologie nicht genutzt werden.

Private Infrastruktur

E-Bikes weisen ein verhältnismäßig hohes Gewicht und sind relativ teuer in der Anschaffung. Eine Interviewpartnerin, die in einem Altbau wohnt, versuchte ihre Hausverwaltung davon zu überzeugen, auf den Treppen zum Fahrradraum Schienen zu montieren, um die sichere Verwahrung der Räder zu erleichtern. Diese Versuche blieben erfolglos. Bis auf zwei Interviewpartner berichteten alle Personen davon, dass das Gewicht der E-Bikes ein großer Nachteil sei und sie kaum in der Lage seien, sie zu heben. Eine interviewte Person nannte das Gewicht und die fünfzehn Stufen zu ihrem Fahrradkeller, als einen Grund, nicht so oft zu fahren, wie sie gerne würde. Wäre sie in der Lage, das E-Bike selbstständig die Treppen hinaufzutragen, würde sie es jeden Tag für Alltagswege und kleine Erledigungen nutzen.

Eine andere Person erzählte davon, ihr E-Bike nicht in den Fahrradkeller tragen bzw. schieben zu können. Es seien alltägliche Verhandlungen mit anderen Hausbewohner/innen notwendig, um einen guten Abstellplatz für das E-Bike zu erkämpfen. Die Nutzerin stellt das E-Bike im Stiegenhaus so ab, dass sie es möglichst wenig tragen muss. Anstatt mit den anderen Bewohnern des Haues zu streiten, versucht sie vielmehr Überzeugungsarbeit zu leisten. Das setzt jedoch voraus, die betreffenden Personen im Haus anzutreffen. Manchmal weiß sie nicht, wem das Rad gehört, dass auf *ihrem* Platz steht. Wenn den/die Besitzer/in antrifft, versucht sie ihn/sie davon zu überzeugen ihr den Platz zu überlassen. Um ihrer Bitte Nachdruck zu verleihen, lässt sie die Person ihr E-Bike anheben. Die Befragte meinte, dass schon fast jede/r Hausbewohner/in ihr E-Bike angehoben habe. Dies führt meistens dazu, dass ihr der Abstellplatz überlassen wird.

Dieses Beispiel zeigt, wie sich die alltäglichen Handlungspraktiken aufgrund fehlender Infrastruktur verändern und wie flexibel und erfindungsreich Nutzer/innen sein müssen, um einen leicht zugänglichen Abstellplatz zu finden. Das Problem des hohen Gewichtes wird durch die Diebstahlsgefahr verschärft. Da Möglichkeiten, das Rad sicher abzustellen, selten sind, bleibt häufig das Stiegenhaus als einzige Alternative. Dieses stellt allerdings keinen sicheren Abstellplatz dar. Zwei Interviewpartner/innen berichten, dass ihr E-Bike schon mehrmals aus dem Stiegenhaus gestohlen wurde. Der leicht erreichbare Platz löst also das Transportproblem, bringt aber Folgeprobleme mit sich.

Im ländlichen Raum sind Nutzer/innen von E-Bikes in weitaus geringerem Maße durch fehlende Infrastruktur dieser Art beeinträchtigt. Bei Wohnhausanlagen bestehen meist ebenerdig befahrbare Garagen und Keller. Nutzer/innen mit Einfamilienhäusern haben ebenfalls Garagen, Keller oder Schuppen, in die sie problemlos mit ihren E-Bikes hineinfahren und

dort sicher vor Diebstahl und Witterung geschützt abstellen können. Das höhere Gewicht stellt für sie somit ein wesentlich geringeres Problem dar als für die Nutzer/innen in der Stadt. Dadurch haben die interviewten Nutzer/innen im ländlichen Bereich auch keine negativen Erfahrungen in Bezug auf Diebstahl gemacht.

Verbundene und zugeschriebene Werte

Wie bereits erwähnt, werden E-Bikes für die unterschiedlichsten Formen von Aktivitäten beworben. Es gibt E-Bikes als Mountain- und Citybikes oder als Lifestyle-Produkte. E-Bikes bieten die Möglichkeit des erweiterten Mobilitätsverhaltens für ansonsten eingeschränkte Personen. Doch welche diffusionsfördernde und -hemmende Werte verbinden die interviewten Personen mit dem E-Bike?

Sportlichkeit und Jugendlichkeit

Das E-Bike wird als Fahrzeug für weniger sportliche Menschen gesehen. Vor allem die interviewten Personen am Land berichteten mehrmals, dass ihre männlichen Partner niemals mit einem E-Bike fahren würden, da sie sich selbst als zu sportlich betrachten und das E-Bike einen unsportlichen Ruf hat. Das E-Bike wird in diesem Kontext als Enabler für körperlich beeinträchtigte und ältere Menschen gesehen, um (wieder) Sport machen zu können.

Ökologie

Weder die befragten Expert/innen noch die interviewten Nutzer/innen verbinden mit dem E-Bike ökologische Überlegungen. Nur bei einem Nutzer hat es das Auto ersetzt. Aufgrund der aufgezählten Herausforderungen, denen Nutzer/innen von E-Bikes gegenüber stehen, ist ein völliger Ersatz des Autos schwer zu verwirklichen. Wenn das E-Bike ein Zusatzvehikel darstellt, stellt sich die Frage nach der Nachhaltigkeit der Technologie. Ein städtischer Nutzer erzählte, sein Auto hin und wieder stehen zu lassen und mit dem E-Bike zu fahren, da er sich dadurch etwas Treibstoff für sein Auto spart. Ökonomische Überlegungen spielten dabei eine bedeutendere Rolle als ökologische.

Mobilität und Erlebnis

Zwei urbane Nutzer/innen mit körperlicher Beeinträchtigung bzw. vorhergehender Erkrankung erzählten von der Begeisterung über die durch das E-Bike gestiegene Mobilität. Sie waren aufgrund von Krankheiten in ihrem Aktionsradius sehr eingeschränkt und von der Hilfe anderer Personen abhängig. Für sie hat das E-Bike eine besondere Bedeutung, da es Selbstständigkeit, Mobilität und das persönliche Erleben der Umgebung fördert. Diese Personen setzen das E-Bike für Alltags- und Freizeitwege eine. Einer der beiden Interviewpartner/innen hat sein Auto verkauft, da er es als anstrengend und zeitvergeudend empfand. Dieser Umstieg war jedoch auch dadurch begünstigt, dass er sich bereits vor seiner körperlichen Beeinträchtigung als sehr sportliche Person empfand und das Rad sowie öffentliche Verkehrsmittel oft nutzte. Diesem Befragten ist das Erlebnis wichtig. Er lehnt es ab, Wege zu nehmen, die er schon oft befahren hat und verwendet für diese zumeist den Zug.

Für ihn ist das E-Bike ein Weg, komfortabel und schnell voranzukommen, zum Beispiel um Einkaufen zu fahren und als *Spaßgerät*. Es bereitet ihm Freude, mit dem E-Bike schnell und vor allem weite Strecken problemlos zurücklegen, und so viel wie möglich zu erleben.

Geschwindigkeit und Spaß

Alle E-Biker/innen erzählten davon, dass es ihnen sehr viel Spaß mache, mit dem E-Bike zu fahren. Auch wenn der/die eine oder andere über Schwierigkeiten mit Diebstahl oder Lebensdauer der Akkus berichteten, sind alle von der Geschwindigkeit und der Leichtigkeit begeistert mit der weitere und steile Strecke zurückgelegt werden können. Unabhängig davon, ob sie das E-Bike bei einer Informationsveranstaltung, einem/r Händler/in oder bei Freunden und Bekannten ausprobierten, alle waren sofort begeistert.

Aus den erwähnten Umständen, infrastrukturellen Gegebenheiten, materiellen Eigenschaften des E-Bikes sowie spezifischen relevanten Werten entstehen Spannungsverhältnisse, die sich in spezifischen Praktiken zeigen und sich negativ auf die Diffusion auswirken.

8.2.9 Infrastruktur & Design

Das Design von E-Bikes hat einen wesentlichen Einfluss darauf, in welcher Weise diese genutzt werden können. Nicht alle verfügbaren Designs sind in der gleichen Weise mit der vorhandenen Infrastruktur und den Praktiken, in welche die Bikes integriert werden, kompatibel. Im Zusammenspiel dieser verschiedenen Dimensionen zeigen sich einige Schwierigkeiten in den Adaptionsprozessen.

Umgang mit städtischer Infrastruktur

Fehlende Infrastruktur im öffentlichen Raum – d.s. beispielsweise sichere und überdachte Fahrradgaragen - stellt ein Problem in der täglichen Nutzung des E-Bikes dar. Wie beschrieben, hemmen auch bauliche Gegebenheiten im privaten Umfeld die Nutzung. Fehlende Schienen auf Treppen erschweren oder verunmöglichen die tägliche Nutzung. Das hohe Gewicht, sowie der hohe Preis, in Kombination mit zu wenig ausgebauter Infrastruktur erschweren die Integration der E-Bikes in das tägliche Leben und hemmen somit deren Diffusion. Es gestaltet sich folglich schwierig, das E-Bike statt dem Auto zu nutzen, sei es als vollkommener Ersatz oder als primäres Fortbewegungsmittel. Das E-Bike ist in beiden untersuchten Kontexten lediglich eine zusätzliche Form der Mobilität, ersetzt aber keine andere. Laut eines Experten stellt dies in der Stadt aber kein Problem dar. Er sieht die Zukunft der urbanen Fortbewegung in einem Mobilitätskonzept, welches eine Kombination mehrerer unterschiedlicher Transportmitteln vorsieht. Entsprechend müsse Verbreitung und Nutzung von E-Bikes nicht isoliert betrachtet werden, sondern im Kontext des Ausbaus unterschiedlicher Mobilitätsoptionen, wie ein dichtes Netzwerk öffentlicher Verkehrsmittel.

Der nachhaltige und ökoinnovative Charakter des E-Bikes als solches stellt sich somit als fragwürdig dar. Die städtische Infrastruktur bevorzugt derzeit den motorisierten Individualverkehr. Dies erschwert auch einen Ausbau von Radwegen und Abstellplätzen. Aufgrund der Eigenschaften der E-Bikes sowie wegen der fehlenden Infrastruktur, kann gegenwärtig weder eine flächendeckende allgemeine Nutzung von E-Bikes, noch ein ökologischer Einsatz des E-Bikes realisiert werden.

Umgang von Arbeitsfahrer/innen mit städtischer Infrastruktur

Die interviewten Personen, die das E-Bike für Fahrt zur Arbeit nutzen, sind mit der Sicherheit der Abstellplätze an der Arbeitsstätte zufrieden. Sie empfinden die Fahrt zur Arbeit durch die Unterstützung des Motors als komfortabler als mit dem Rad oder öffentlichen Verkehrsmitteln. Zusätzlich erschöpft sie die Fahrt nicht. Eine Person schilderte, dass sie früher mit dem normalen Rad gefahren ist, doch mit zunehmendem Alter aus Gründen des Komforts auf das E-Bike umgestiegen sei. Aufgrund der geringeren Anstrengung, welche nun notwendig ist um in die Arbeit zu fahren, muss sie ihre Kleidung nicht wechseln und ist nicht auf eine Dusche am Arbeitsplatz angewiesen. Andererseits spielen die Leichtigkeit und Schnelligkeit, mit der man von einem Ort zum anderen kommt, eine zentrale Rolle in der Wahrnehmung der Nutzer/innen. Umwege, steile Passagen oder Gegenwind sind kein Problem mehr. Mit dem normalen Rad waren solche Faktoren ein Ausschlusskriterium, mit dem E-Bike sind sie kein Problem mehr. Im Gegenteil, wenn es einmal zu Umwegen aufgrund von Baustellen oder dergleichen kommt, sind sie trotzdem zuversichtlich, pünktlich anzukommen.

Umgang mit ländlicher Infrastruktur

E-Bikes werden am Land nicht oder selten für die Fahrt zur Arbeit genutzt. Die Strecken sind meist zu weit und der öffentliche Verkehr bietet häufig wenig attraktive Alternativen. Oft sind Autos die einzig praktikable Lösung, deren Besitz ist daher alternativlos, da Mobilität im ländlichen Bereich eine andere Bedeutung hat als in der Stadt.

Auch für andere Fahrten des Alltags sind E-Bikes keine Alternative. Wie bereits erwähnt, gibt es in ländlichen Regionen für tägliche Besorgungen kaum Radwege. Die Bewohner/innen müssen normale Straße nutzen, was als gefährlich eingestuft wird. Weite und steile Fahrtstecken sind große Hindernisse für die Nutzung von E-Bikes. Darüber hinaus können die Strecken mit dem Auto schneller und komfortabler bewältigt werden.

Nutzer/innen von E-Bikes am Land sind daher hauptsächlich Freizeitfahrer/innen. Keine befragte Person nutzte das E-Bike für den Weg zur Arbeit. Es stellt lediglich ein zusätzliches Fahrzeug dar, welches für Bergtouren, Ausflüge, Besuche von Freund/innen im Ort oder für die Fahrt zum Heurigen genutzt wird.

8.2.10 Stadt/Land Vergleich

Tabelle 11: Stadt/Land Vergleich für das E-Bike

Faktor	*Stadt*	*Land*
Händler	Wichtig	Weniger wichtig
Soziales Netzwerk	Wichtig	Wichtig
Informationsveranstaltungen	Weniger wichtig	Weniger wichtig
Enabler Funktion	Wichtig	Wichtig
Diebstahlgefahr	Hoch	Gering
Gewicht	Hinderlich	Weniger Hinderlich
Abstellmöglichkeit	Fehlen	Privat vorhanden
Radwege	Für Arbeit und Freizeit	Freizeit
Ladestationen	Weniger wichtig	Weniger wichtig
Infrastruktur an Arbeitsstätte	Positive Wahrnehmung	Nicht vorhanden
Sportlichkeit und Jugendlichkeit	Wird E-Bike nicht zugeschrieben	Wird E-Bike nicht zugeschrieben
Ökologie	Weniger wichtig	Weniger wichtig
Mobilität und Erlebnis	Wichtig	Wichtig
Geschwindigkeit und Spaß	Wichtig	Wichtig
Geld	Hemmender Faktor	Hemmender Faktor
Fehlendes Vertrauen in Technik	Wird nicht erwähnt	Hemmender Faktor
Vorranginge Mobilitätsform	Kombination öffentlicher und privater Verkehrsmittel	Kraftfahrzeug
Zielgruppe	Ältere, körperlich beeinträchtigte und weniger sportlicher Menschen	Ältere, körperlich beeinträchtigte und weniger sportlicher Menschen
Substitutionspotential	Rad, Auto, öffentliche Verkehrsmittel	Gering
Einsatz	Arbeit und Freizeit	Freizeit
Beitrag zur Zeitökonomie	Zeitsparend	Zeitaufwendig
Infrastruktur ausgelegt für	Alltag und Freizeit	Freizeit
Private Infrastruktur	Mit Problemen behaftet	Unproblematisch
Öffentliche Infrastruktur	Radwege vorhanden, Abstellmöglichkeiten fehlen	Radwege auf Freizeit ausgelegt
Förderungen	zentral	zentral

8.2.11 Steuerungsmöglichkeiten

Aus den infrastrukturellen Gegebenheiten, den materiellen Eigenschaften des E-Bikes, und bestimmten Wertehaltungen, entstehen Diskrepanzen die sich in Praktiken zeigen und sich wiederum positiv oder negativ auf die Diffusion von E-Bikes auswirken. Betrachtet man E-Bikes in einem größeren Zusammenhang scheint eine energieeffiziente und nachhaltige Verwendung dieser möglich zu sein. Um diese Eigenschaften der Technologie in der Gesellschaft zu realisieren, muss die Diffusion der Innovation allerdings von strukturellen Maßnahmen begleitet bzw. ermöglicht werden.

Sharing

E-Bikes haben für ältere und unsportliche Menschen, sowie für Menschen mit körperlichen Beeinträchtigungen die Funktion eines „Enablers“. Menschen, die sich weite und steile Strecken mit dem normalen Rad nicht zutrauen, können mit einem E-Bike (wieder) Sport betreiben. Aufgrund der beschwerlichen Erfahrungen der Nutzer/innen im Alltag, durch fehlende oder schwer erreichbare Abstellplätze sowohl im privaten Bereich als auch im öffentlichen Raum sowie der hohen Anschaffungskosten, scheint eine mögliche Lösung im städtischen Raum die Verbreitung von Sharing Angeboten zu sein. Dies würde viele der diskutierten Probleme umgehen und es erlauben, E-Bikes in tägliche Abläufe zu integrieren. Mögliche Folgen wären die Entlastung des öffentlichen Verkehrs sowie ein Rückgang des motorisierten Individualverkehrs (z.B. Autos). Aufgrund der Funktion der E-Bikes als Enabler für körperlich eingeschränkte Personen, kann die Verbreitung von E-Bikes auch als gesundheitspolitische Maßnahme betrachtet werden, die einen Beitrag zu einem breiteren Nachhaltigkeitskonzept liefern kann.

E-Bikes wurden von den interviewten Nutzer/innen am Land ebenfalls als Enabler betrachtet und mit hohem Fahrspaß in Verbindung gebracht. Die vorhandene private Infrastruktur ist mit den alltäglichen Praktiken kompatibel und wird auch so erlebt. Dies umfasst leicht befahrbare Fahrradabstellplätze in welchen das Rad sicher und komfortabel verwahrt werden kann. Folglich spielen das hohe Gewicht und die höhere Diebstahlgefahr für Nutzer/innen in ländlichen Gebieten kaum eine Rolle. Folglich scheinen Sharing-Angebote am Land keine Diffusionsfördernde Wirkung zu haben.

Ladestationen

Ladestationen sind laut den befragten Personen sowohl am Land als auch in der Stadt von geringer Bedeutung. Die befragten Personen wussten zwar über einige Standorte Bescheid, nutzen diese aber nicht, da sie die Akkus zuhause aufladen. Sie empfanden es als wenig komfortabel das schwere Ladegerät mitnehmen zu müssen. Auch ist die Akkulaufzeit der E-Bikes ausreichend für alltägliche Wege. Öffentlich zugänglichen Ladestationen wurden als diebstahlsgefährdend wahrgenommen. Die interviewten Personen sahen folglich keinen Sinn in der Verwendung der Ladestationen bzw. in deren Ausbau.

Radwege

Fehlende Alltagsradwege, weite und zum Teil steile Strecken sowie der höhere Zeitaufwand im Vergleich zu Fahrten mit dem Auto wirken in ländlichen Gegenden hemmend auf die Nutzung und damit die Diffusion von E-Bikes in diesen Gebieten. Abgesehen von kurzen Wegen in der Gemeinde und der Nutzung von E-Bikes in Freizeitaktivitäten, sehen sowohl die befragten Expert/innen als auch die Nutzer/innen im Moment kein großes Potenzial in der Diffusion von E-Bikes im ländlichen Raum. Die Diffusion dieser Technologie wird folglich primär durch Freizeitangebote, z.B. Radwege um den Neusiedlersee mit Ladestationen, gefördert. Wegen fehlender Radwege spielen tägliche Fahrten in der Diffusion dieser Technologie keine Rolle. Diesem Umstand könnte mit dem Bau von entsprechenden Radwegen entgegengewirkt werden.

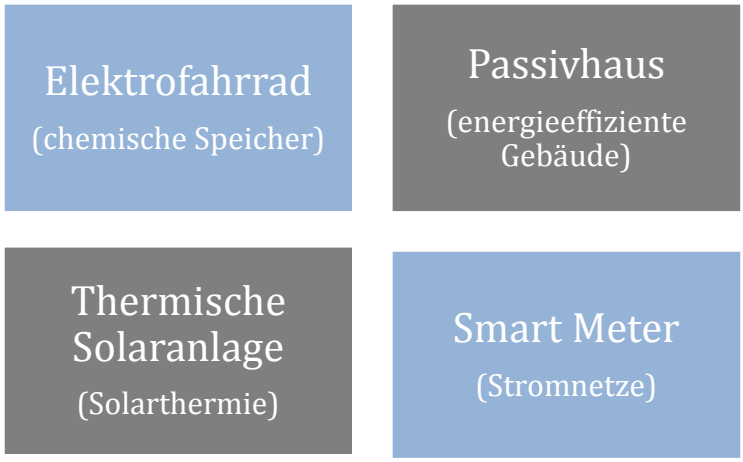
9 Empirische Erhebung

Um die Seite der handelnden Akteure (Haushalte und Unternehmen) in Verknüpfung mit den sozialen Gegebenheiten zu beleuchten und damit eine umfassende Betrachtung des Diffusionsprozesses von Energieinnovationen zu ermöglichen, wurde eine österreichweite empirische Studie lanciert. Die empirische Untersuchung basiert dabei auf den Ergebnissen der qualitativen Analyse (vgl. Kapitel 7 und 8), als die Erkenntnisse aus den qualitativen Interviews und mikrosoziologischen Fallstudien insbesondere bei der Fragebogenentwicklung, aber auch den statistischen Auswertungen berücksichtigt wurden.

9.1 Fragebogenentwicklung

Die empirische Untersuchung fokussiert – ebenso wie die qualitative Analyse des Forschungsprojektes – auf die ausgewählten energieinnovativen Produkte der Technologiefelder der Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe, energieeffiziente Gebäude, Solarthermie, Stromnetze und chemische Speicher.[43] So wurden die österreichischen Haushalte zu Elektrofahrrädern, Passivhäusern, thermischen Solaranlagen und Smart Meter befragt; die ausgewählten Energieinnovationen lassen sich den innovativen Technologiefeldern dabei wie folgt zuordnen (vgl. Abbildung 48).

Abbildung 48: Fokus der empirischen Untersuchung auf der Haushaltsebene

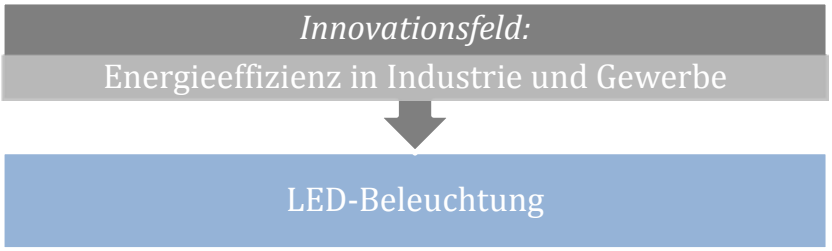


Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Das Innovationsfeld Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe wurde auf der Unternehmensebene untersucht. Die Analyse fokussiert dabei auf der Verbreitung der LED-Technologie in österreichischen Unternehmen des produzierenden Gewerbes, Handels, Beherbergung und Gastronomie sowie des Dienstleistungssektors (vgl. Abbildung 49).

[43] Eine detaillierte Beschreibung der ausgewählten Energieinnovationen samt Marktentwicklung findet sich in Kapitel 1 dieses Projektberichtes.

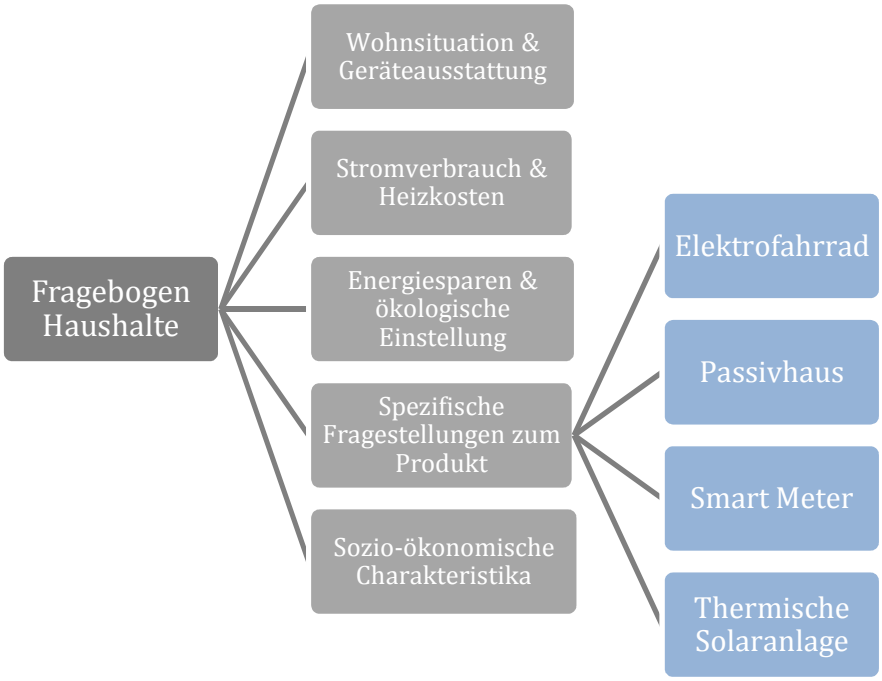
Abbildung 49: Fokus der empirischen Untersuchung auf der Unternehmensebene



Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Die empirische Untersuchung basiert – sowohl auf der Haushalts- als auch Unternehmensebene – auf einem umfassenden, über einen mehrmonatigen Zeitraum entwickelten, modular aufgebauten Fragebogen. Für die Haushaltsbefragung gliedern sich die spezifischen Fragestellungen in fünf Blöcke. Der Fragebogen beinhaltet demnach allgemeine Fragestellungen zur Wohnsituation und Geräteausstattung des Haushalts, zum Stromverbrauch und den Heizkosten, zu Energiesparen und der ökologischen Einstellung im Haushalt sowie zu den sozio-ökonomischen Charakteristika. Der produktspezifische Fragenblock variiert nach der jeweiligen Energieinnovation. Dementsprechend wurden für jede der betrachteten Energieinnovationen (Elektrofahrrad, Passivhaus, Smart Meter und thermische Solaranlage) eigene Fragestellungen entwickelt. Um auch vergleichende Analysen im Zuge der empirischen Auswertung zu ermöglichen, finden sich in allen Fragebogenversionen teilweise gleiche Fragen. Der Bereich der Smart Meter stellt hinsichtlich Aufbau und Art der Fragestellungen einen Spezialfall dar, da die Installation der intelligenten Stromzähler gesetzlich geregelt ist und sich insofern von den anderen Technologien unterscheidet.

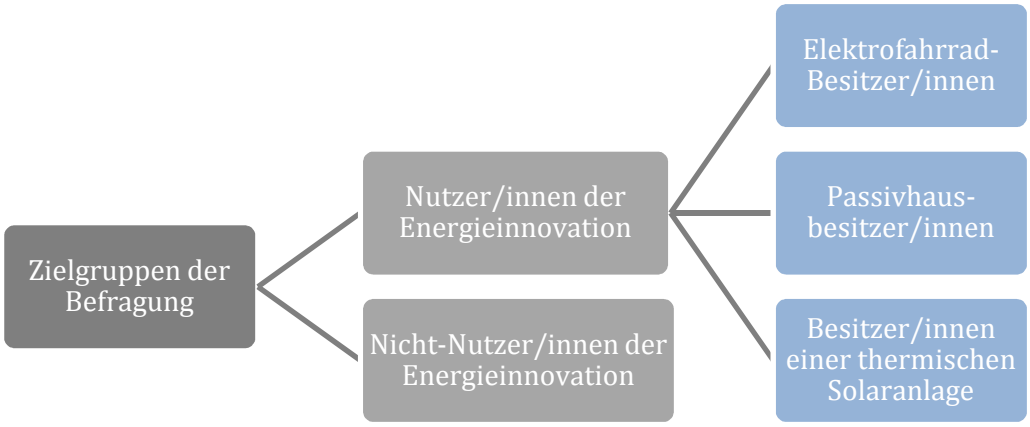
Abbildung 50: Struktur des Fragebogens für die Haushaltsbefragung



Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Zielgruppe der Haushaltsbefragung waren einerseits die Nutzer/innen der jeweiligen Energieinnovation, also Elektrofahrrad-Besitzer/innen, Passivhausbesitzer/innen und Besitzer/-innen thermischer Solaranlagen. Von besonderem Interesse waren in dieser Gruppe die Zufriedenheit mit dem Produkt, das Einsatzgebiet und die Häufigkeit der Nutzung sowie die relevanten Faktoren für die Adoption der Technologie. Andererseits wurden auch die Nicht-Nutzer/innen der Energieinnovationen befragt. In dieser Gruppe wurden vor allem die Kauf- bzw. Investitionsbereitschaft für die innovative Energietechnologie, relevante Faktoren für die zukünftige Adoption der Technologie sowie Gründe für den Nicht-Besitz des jeweiligen Produktes abgefragt (vgl. Abbildung 51). Einen Spezialfall stellen Smart Meter dar: Da die Installation von Smart Metern per Gesetz geregelt ist, wurde hier nicht nach Nutzer/innen und Nicht-Nutzer/innen der Technologie unterschieden, sondern eine Gesamtbefragung durchgeführt. Im Rahmen der Befragungen zum Passivhaus und zur thermischen Solaranlage wurde zusätzlich zu den Nutzer/innen und Nicht-Nutzer/innen, die Zielgruppe der potenziellen zukünftigen Adopter der innovativen Energietechnologien befragt; im Speziellen sind dies die Eigenheimplaner/innen, also Personen, die in den nächsten zwei Jahren die Errichtung eines Eigenheims planen. Gefiltert wurden diese Zielgruppen über einen Screening-Fragenblock am Beginn der Befragung.[44]

Abbildung 51: Zielgruppen der Haushaltsbefragung



Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Analog zur Haushaltsbefragung basiert auch die Unternehmensbefragung auf einem modular aufgebauten Fragebogen, der insgesamt vier Blöcke beinhaltet:

- Strukturdaten des Unternehmens
- Forschung & Entwicklung
- Energiesparen und ökologische Einstellung im Unternehmen
- Spezifische Fragen zu LED-Beleuchtung

[44] Vollständige Versionen der Fragebögen zu den ausgewählten innovativen Energietechnologien finden sich im Anhang zu diesem Projektbericht.

Die Unterscheidung nach Nutzer/innen und Nicht-Nutzer/innen der Energieinnovation (LED-Beleuchtung) wurde hier nicht getroffen. Vielmehr wurden Unternehmen, welche die LED-Technologie bereits einsetzen, von jenen, die dies nicht tun, durch interne Weiterleitungen im Rahmen des Fragebogens separiert.[45]

9.2 Vorgehensweise, Rücklauf und Sample-Charakteristika

Als methodische Vorgehensweise wurde – sowohl für die Haushalts- als auch Unternehmensbefragung – eine Online-Befragung gewählt. Die entwickelten Fragebögen wurden mit Hilfe einer geeigneten Software (LimeSurvey) für die Online-Befragung adaptiert und auf der Haushaltsebene über ein externes Marktforschungsinstitut[46] an die potenziellen Befragungsteilnehmer/innen distribuiert. Auf Grund der Schwierigkeit, die teilrelevante Gruppe der Passivhausbesitzer/innen zu erreichen, wurden diese direkt über die Interessensgemeinschaften *Innovative Gebäude* (vormals IG Passivhaus) und *Passivhaus Austria* kontaktiert.[47] Wie aus Tabelle 12 ersichtlich, wurden im Rahmen der Haushaltsbefragung insgesamt 1.159 Personen befragt. Das Sample zum Elektrofahrrad umfasst dabei 220 Beobachtungen (davon 107 Nutzer/innen und 113 Nicht-Nutzer/innen); in Relation zur Anzahl der via Email angeschriebenen Personen entspricht dies einer Rücklaufquote von 11,1 %.

In der Subgruppe „Thermische Solaranlage“ wurden insgesamt 350 Personen befragt, davon 116 Besitzer/innen einer thermischen Solaranlage, 142 Eigenheimbesitzer/innen, die aber keine Solarthermie nutzen (Nicht-Nutzer/innen) sowie 92 potenzielle, zukünftige Nutzer/innen der Technologie (Eigenheimplaner/innen). Insgesamt wurden in diesem Teilbereich 2.891 Personen zur Teilnahme an der Online-Befragung eingeladen. Die Rücklaufquote beträgt dementsprechend 12,1 %.

Tabelle 12: Teilsamples und Rücklauf der Haushaltsbefragung

Teilsample	*Vollständig ausgefüllte FB*	*Rücklaufquote*	*Gesamt pro Gruppe*
Besitzer/innen Elektrofahrrad	107	11,1%	**220**
Nicht-Besitzer/innen Elektrofahrrad	113		
Besitzer/innen Thermische Solaranlage	116	12,1%	**350**
Eigenheimbesitzer/innen ohne Thermische Solaranlage	142		
Eigenheimplaner/innen Thermische Solaranlage	92		
Besitzer/innen Passivhaus	51	22,9% (exkl. Besitzer/innen)	**285**
Eigenheimbesitzer/innen ohne Passivhaus	116		
Eigenheimplaner/innen Passivhaus	118		
Smart Meter	304	51,7%	**304**
Gesamt			**1.159**

Quelle: Market (2014); eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

[45] Eine vollständige Version des Unternehmensfragebogens ist im Anhang zu diesem Projektbericht zu finden.
[46] Das Market Institut betreibt ein eigenes Online-Panel mit 20.000 registrierten Teilnehmer/innen, die repräsentativ für die österreichische Bevölkerung gescreent wurden. Für weitere Informationen sei auf *http://www.market.at* verwiesen.
[47] Aus diesem Grund kann im Folgenden für diese Subgruppe keine Rücklaufquote angegeben werden.

Das im Rahmen der Haushaltsbefragung am schwierigsten zu erreichende Teilsample war, insbesondere auf Grund der geringen Inzidenz in der österreichischen Bevölkerung, die Gruppe der Passivhausbesitzer/innen. Über die Interessensgemeinschaften *Innovative Gebäude* und *Passivhaus Austria* konnten hier insgesamt 51 Nutzer/innen der innovativen Energietechnologie erreicht werden. In den verbleibenden Subgruppen wurden vom beauftragten Befragungsinstitut insgesamt 1.022 Personen angeschrieben; der Rücklauf lag bei 234 verwertbaren Fragebögen (davon 116 Eigenheimbesitzer/innen ohne Passivhaus und 118 Eigenheimplaner/innen), was einer Rücklaufquote von 22,9 % entspricht.

Im Innovationsfeld Smart Meter wurde eine Gesamtbefragung – ohne Untergliederung in Subsamples – durchgeführt. Insgesamt wurden in diesem Themenbereich 304 Personen befragt; der Rücklauf ist hier mit 51,7 % unüblich hoch, was unter anderem darauf zurückzuführen sein dürfte, dass das beauftragte Marktforschungsinstitut seinen Standort in Oberösterreich (Linz), einer Smart-Grids Pionierregion (vgl. ENERGIESYSTEMEderZukunft.at, 2015, online) hat, schon mehrfach Befragungen zum Thema Smart Meter/Smart Grids durchgeführt hat und das Interesse seitens der Online-Panel-Teilnehmer/innen an intelligenten Stromnetzen daher besonders hoch ist.

Auf der Unternehmensebene wurde – im Gegensatz zur Haushaltsbefragung – nicht auf ein externes Marktforschungsinstitut zurückgegriffen, sondern eine Zufallsstichprobe aus der Aurelia-Unternehmensdatenbank der Wirtschaftsuniversität Wien gezogen. Die Verteilung der Unternehmen auf die Bundesländer wurde dabei entsprechend berücksichtigt. Insgesamt wurden 1.427 Unternehmen (ab 3 Beschäftigten) quer durch alle Branchen telefonisch erstkontaktiert; im Zuge dieses Erstkontakts wurde die im Unternehmen zuständige Ansprechperson für „Energiefragen“ eruiert. Die Berücksichtigung aller Wirtschaftszweige begründet sich vor allem darin, dass die LED-Technologie in allen Arten von Unternehmen – also vom Produktions- und Handels- bis hin zum Dienstleistungsbetrieb – eingesetzt werden kann und daher energieeffizienzrelevant ist. Rund ein Drittel (32,2 %) der kontaktierten Unternehmen, hatte keinerlei Interesse an der Erhebung. Somit wurden insgesamt 968 Unternehmen per Email angeschrieben und zur Teilnahme an der Online-Befragung eingeladen. Auf diesem Weg konnten insgesamt 176 vollständig ausgefüllte, verwertbare Fragebögen generiert werden, was einer Rücklaufquote von 18,2 % entspricht (vgl. Tabelle 13).

Tabelle 13: Eckdaten und Rücklauf der Unternehmensbefragung

Unternehmen	*Anzahl Unternehmen*
Telefonisch kontaktiert	1.427
Davon kein Interesse an der Befragung	459
Per Email angeschrieben	968
Rücklauf	176
Rücklaufquote	**18,2%**

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Aussagen zur Repräsentativität der erhobenen Gesamtstichprobe lassen sich auf der Haushaltsebene auf Grund der teils sehr spezialisierten Zielgruppen der Befragung (z.B. Eigenheimbesitzer/innen oder Eigenheimplaner/innen) nur schwer treffen.[48] Es ist davon auszugehen, dass die Zielgruppe bzw. Grundgesamtheit der empirischen Erhebung älter und höher gebildet ist sowie ein höheres Einkommensniveau als die durchschnittliche Gesamtbevölkerung in Österreich aufweist. Ein Vergleich mit der österreichischen Gesamtbevölkerung ist daher – in Hinblick auf die Repräsentativität – nur bedingt aussagekräftig, wird im Folgenden hinsichtlich Vollständigkeit und Übersichtlichkeit trotzdem durchgeführt.

Das erhobene Gesamtsample (Summe aller produktspezifischen Teilsamples) ist grundsätzlich männlich dominiert; so befinden sich 54,7 % Männer und 45,3 % Frauen in der Stichprobe. Im Vergleich zur gesamtösterreichischen Bevölkerung ist das männliche Geschlecht überproportional vertreten (Grundgesamtheit Männer: 48,8 %, Frauen: 51,2 %; vgl. Tabelle 14).

Tabelle 14: Geschlechterverteilung des Haushaltssamples im Vergleich zur österreichischen Bevölkerung

Geschlecht	*Sample*		*Bevölkerung Österreich*	
	absolut	*in %*	*absolut*	*in %*
Männlich	634	54,7%	4.138.693	48,8%
Weiblich	525	45,3%	4.338.537	51,2%
Gesamt	**1.159**	**100,0%**	**8.477.230**	**100,0%**

Quelle: Statistik Austria (2014e); eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Das Durchschnittsalter beträgt in der Stichprobe 46,8 Jahre (Median: 46 Jahre); die gesamte Altersbandbreite liegt zwischen 18 und 81 Jahren. Betrachtet man die Altersstruktur im Vergleich zur Bevölkerung in Österreich, so zeigen sich marginale Abweichungen. Während die Gruppe der 25- bis 54-Jährigen in der Stichprobe deutlich stärker vertreten ist, als in der Grundgesamtheit (65,8 % in der Stichprobe versus 55,3 % in der österreichischen Bevölkerung), trifft auf die Gruppe der 18- bis 24-Jährigen bzw. 65- bis 81-Jährigen genau der umgekehrte Fall zu (vgl. Tabelle 15). Dies dürfte einerseits auf die Tatsache zurückzuführen sein, dass Eigenheimbesitzer/innen bzw. -planer/innen, die mehr als die Hälfte des Gesamtsamples ausmachen, grundsätzlich nicht der jüngsten Altersgruppe angehören. Andererseits kann die Unterrepräsentanz Älterer durch die geringere Vertrautheit dieser Gruppe mit Online-Befragungen bzw. dem Internet im Generellen erklärt werden (vgl. Evans und Mathur, 2005).

[48] Die Gruppe der Eigenheimbesitzer/innen und Eigenheimplaner/innen macht mehr als die Hälfte (54,8 %) des erhobenen Gesamtsamples aus.

Tabelle 15: Altersstruktur des Haushaltssamples im Vergleich zur österreichischen Bevölkerung

Alter	Sample		Bevölkerung Österreich	
	absolut	in %	absolut	in %
18-24 Jahre	33	2,8%	739.055	11,1%
25-34 Jahre	240	20,7%	1.120.105	16,8%
35-44 Jahre	252	21,7%	1.187.391	17,8%
45-54 Jahre	271	23,4%	1.374.098	20,7%
55-64 Jahre	196	16,9%	1.019.996	15,3%
65-81 Jahre	167	14,4%	1.211.819	18,2%
Gesamt	**1.159**	**100,0%**	**6.652.464**	**100,0%**

Quelle: Statistik Austria (2014e und 2014f); eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Auch beim Bildungsniveau zeigen sich – wie erwartet – deutliche Abweichungen von der gesamtösterreichischen Bevölkerung. Das erhobene Gesamtsample weist einen hohen Bildungsgrad auf; 29,9 % der Befragten haben Matura, weitere 29,9 % eine tertiäre Ausbildung (Universität, Fachhochschule) abgeschlossen. Im Vergleich zur Bevölkerung in Österreich ist die höher gebildete Schicht damit deutlich stärker vertreten. Demgegenüber sind die Gruppen mit höchstens Pflichtschulabschluss sowie Lehre oder Fachschule klar unterrepräsentiert (vgl. Tabelle 16). Mit dem höheren Bildungsniveau in Zusammenhang steht auch ein höheres monatliches Netto-Haushaltseinkommen. Dieses beträgt in der Stichprobe im Median rund € 2.751; in der Gesamtbevölkerung liegt das Netto-Medianeinkommen bei rund € 2.374 (vgl. Statistik Austria, 2014h:269).

Tabelle 16: Bildungsniveau des Haushaltssamples im Vergleich zur österreichischen Bevölkerung

Bildungsniveau	Sample		Bevölkerung Österreich	
	absolut	in %	absolut	in %
Höchstens Pflichtschule	22	1,9%	2.032.340	28,3%
Lehre, Fachschule	443	38,2%	3.333.629	46,5%
Matura	347	29,9%	976.652	13,6%
Tertiäre Ausbildung	347	29,9%	831.629	11,6%
Gesamt	**1.159**	**100,0%**	**7.174.250**	**100,0%**

Quelle: Statistik Austria (2014g:451); eigene Erhebung und Darstellung IHS Kärnten

Die regionale Verteilung des erhobenen Gesamtsamples entspricht im Wesentlichen jener der Grundgesamtheit. Wien ist – auf Grund der geringeren Dichte an Eigenheimen bzw. Einfamilienhäusern – in der Stichprobe unterrepräsentiert (12,3 % im Sample versus 20,7 % in der Grundgesamtheit), während das Bundesland Niederösterreich im Sample deutlich stärker vertreten ist (vgl. Tabelle 17). Letztere Abweichung ist wesentlich dadurch bedingt, dass sich das Subsample der befragten Passivhausbesitzer/innen vorwiegend auf das Bundesland Niederösterreich (Anteil 58,8 %) konzentriert.[49]

[49] Auf Grund der Aussendung über die Interessensgemeinschaften *Innovative Gebäude* und *Passivhaus Austria* war in diesem Teilbereich der Befragung keine Quotensteuerung der regionalen Verteilung möglich.

Tabelle 17: Regionale Verteilung des Haushaltssamples im Vergleich zur österreichischen Bevölkerung

Bundesland	*Sample*		*Bevölkerung Österreich*	
	absolut	*in %*	*absolut*	*in %*
Burgenland	34	2,9%	286.983	3,4%
Kärnten	79	6,8%	555.589	6,6%
Niederösterreich	302	26,1%	1.621.469	19,1%
Oberösterreich	228	19,7%	1.421.939	16,8%
Salzburg	71	6,1%	532.902	6,3%
Steiermark	168	14,5%	1.212.502	14,3%
Tirol	94	8,1%	718.379	8,5%
Vorarlberg	40	3,5%	373.870	4,4%
Wien	143	12,3%	1.753.597	20,7%
Gesamt	**1.159**	**100,0%**	**8.477.230**	**100,0%**

Quelle: Statistik Austria (2014f); eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Auch bei den erhobenen Unternehmensdaten zeigt sich hinsichtlich der regionalen Verteilung eine grundsätzliche Übereinstimmung mit der Grundgesamtheit der Unternehmensdatenbank. Das Bundesland Kärnten ist mit einem Anteil von 10,2 % im Sample leicht überrepräsentiert, was auf den Umstand zurückzuführen ist, dass die durchführende Institution der Befragung ihren Sitz in Kärnten (IHS Kärnten in Klagenfurt) hat und sich dies positiv auf die Bereitschaft der Kärntner Unternehmen, an der Befragung teilzunehmen, ausgewirkt haben dürfte. Auch die Bundeshauptstadt Wien ist im Vergleich zur Verteilung in der Unternehmensdatenbank überrepräsentiert (26,7 % im Sample versus 22,3 % in der Unternehmensdatenbank). Demgegenüber ist eine leichte Unterrepräsentanz der Bundesländer Salzburg, Steiermark und Tirol gegeben (vgl. Tabelle 18).

Tabelle 18: Regionale Verteilung des Unternehmenssamples im Vergleich zur Verteilung in der Unternehmensdatenbank

Bundesland	*Sample*		*Unternehmensdatenbank*	
	absolut	*in %*	*absolut*	*in %*
Burgenland	6	3,4%	2.518	2,9%
Kärnten	18	10,2%	5.718	6,7%
Niederösterreich	29	16,5%	13.214	15,4%
Oberösterreich	27	15,3%	13.791	16,1%
Salzburg	13	7,4%	7.759	9,0%
Steiermark	18	10,2%	10.895	12,7%
Tirol	9	5,1%	8.277	9,6%
Vorarlberg	9	5,1%	4.548	5,3%
Wien	47	26,7%	19.164	22,3%
Gesamt	**176**	**100,0%**	**85.884**	**100,0%**

Quelle: Aurelia-Datenbank (2014); eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Hinsichtlich der Branchenverteilung ist die Repräsentativität des Unternehmenssamples nicht gegeben, da die Zugehörigkeit zu Wirtschaftszweigen weder im Rahmen der Zufallsstichprobenziehung noch in Form von Quoten bei der Implementierung der Online-Befragung gesteuert werden konnte. Das Unternehmenssample konzentriert sich auf das produzierende

Gewerbe (Herstellung von Waren), die Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen, den Handel und den Bausektor (vgl. hierzu auch Abschnitt 11.1.1).

Die empirische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte auf der Ebene der handelnden Akteure (Haushalte und Unternehmen). So wurden in einem ersten Schritt die Ergebnisse der Haushaltsbefragung statistisch ausgewertet. Auf dieser Ebene gliedert sich die empirische Analyse wiederum in zwei Teile: Einerseits wurden jene Daten/Informationen, die in den Teilsamples gleichermaßen erhoben wurden, gemeinsam ausgewertet und dargestellt. Andererseits beinhaltet die empirische Analyse der Haushaltsdaten auch produktspezifische Auswertungen, die sich nach der Art der Energieinnovation unterscheiden.

In einem zweiten Schritt wurden die erhobenen Unternehmensdaten – getrennt von jenen der Haushaltsbefragung – analysiert. Da auf der Unternehmensebene nur zur LED-Technologie befragt wurde, erfolgte hier keine weitere produktspezifische Untergliederung der statistischen Analyse (vgl. Abbildung 52).

Abbildung 52: Gliederung der empirischen Auswertungen

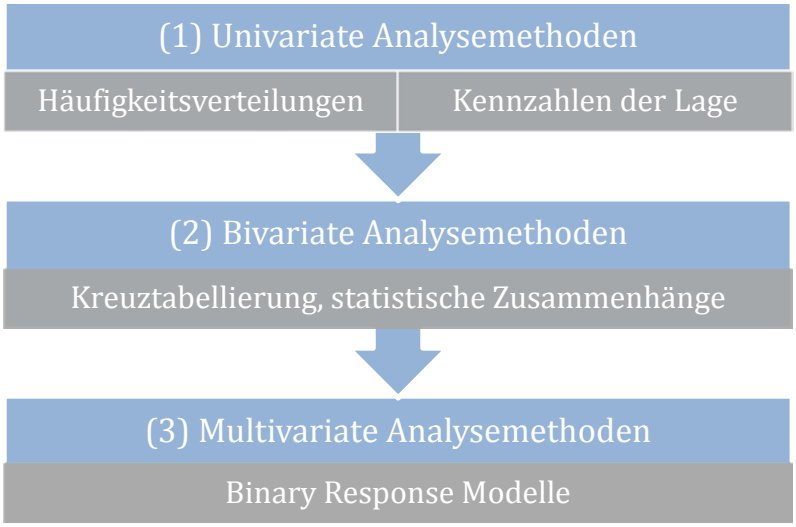
Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Methodisch wurde sowohl bei den Auswertungen der Haushaltsdaten als auch der Unternehmensdatenanalyse eine dreistufige Vorgehensweise gewählt (vgl. Abbildung 53). Auf der ersten Stufe wurden die erhobenen Daten mit Hilfe univariater Analysemethoden ausgewertet (vgl. Abschnitt 10.1 und 10.2); von univariat spricht man in der statistischen Datenanalyse, wenn die Auswertungen nur eine Variable zum Gegenstand haben. Im Rahmen dieses ersten Schrittes wurde somit auf die Darstellung von Häufigkeitsverteilungen (insbesondere relative Häufigkeiten) sowie statistischer Kennzahlen der Lage wie Mittelwert oder Median einzelner erhobener Merkmale (z.B. Bekanntheit der innovativen Energietechnologien) zurückgegriffen.

Zu den bivariaten Analysemethoden, die Variablen mit zwei Komponenten (z.B. zwei Merkmale bei jeder Beobachtung) zum Gegenstand haben, zählen die Kreuztabellierung und Korrelationsanalyse. Dieses Analyseinstrument wurde in einem zweiten Schritt angewandt, um

den Zusammenhang zwischen dem Besitz der jeweiligen innovativen Energietechnologie und ausgewählten beeinflussenden Faktoren zu untersuchen.

Abbildung 53: Dreistufige Vorgehensweise der empirischen Analyse



Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Der finale Untersuchungsschritt beinhaltet die Anwendung multivariater Analysemethoden. Dieses Untersuchungsinstrumentarium hat drei oder mehr Variablen zum Gegenstand und lässt sich in Verfahren der Dependenzanalyse (z.B. Regressionsanalyse) und Interdependenzanalyse (z.B. Faktorenanalyse) einteilen (vgl. Hartung et al., 1991). Die vorliegenden Auswertungen (vgl. Abschnitt 10.4) fokussieren auf eine Dependenzanalyse; im Rahmen produktspezifischer, ökonometrischer Regressionsmodelle (*Binary Response* Modelle bzw. *Logit*-Modelle) wurden Determinanten bzw. Einflussfaktoren für die Diffusion der ausgewählten Energieinnovationen identifiziert und quantifiziert.

10 Empirische Ergebnisse: Haushalte

10.1 Kollektive statistische Auswertungen

Um Aussagen über die grundsätzliche Zusammensetzung des Haushaltssamples hinsichtlich Beheizung und Warmwasseraufbereitung der bewohnten Gebäude, der Strompreis- und Heizkosteneinschätzungen sowie der Energiesparaffinität zu treffen, wurden die erhobenen Teilsamples – wie zuvor erläutert – kollektiv ausgewertet.

10.1.1 Bausubstanz, Beheizung und Warmwasseraufbereitung

Die befragten Haushalte bewohnen zu fast zwei Drittel (63,4 %) Gebäude, die zwischen 1945 und 2000 errichtet wurden. Klassische Altbauten werden von 16,2 % der Befragten bewohnt; weitere 19,0 % wohnen in Gebäuden, die nach dem Jahr 2000 errichtet wurden (vgl. Tabelle 19). Beim Teilsample der Passivhausbesitzer/innen wurde – auf Grund des Umstands, dass Passivhäuser erst seit ca. 15 Jahren am Markt bestehen – eine alternative Einteilung des Gebäudebaujahres gewählt. Wie aus Tabelle 19 ersichtlich, wohnen mehr als 60 % in einem relativ neuen Passivhaus, das nach dem Jahr 2010 errichtet wurde; bei weiteren 29,4 % wurde das bewohnte Passivhaus zwischen 2001 und 2010 erbaut. Zu den so genannten „Early Adopter“ (Baujahr vor 2000) zählen nur 7,8 % der befragten Passivhausbesitzer/innen.

Tabelle 19: Baujahr der bewohnten Gebäude

Alle anderen Teilsamples			*Passivhaus*		
Baujahr	*absolut*	*in %*	*Baujahr*	*absolut*	*in %*
Vor 1945	180	16,2%	Vor 2000	4	7,8%
1945 bis 1980	369	33,3%	2001 bis 2010	15	29,4%
1981 bis 2000	334	30,1%	Nach 2010	32	62,7%
Nach 2000	210	19,0%	Weiß nicht	0	0,0%
Weiß nicht	15	1,4%	-	-	-
Gesamt	**1.108**	**100,0%**	**Gesamt**	**51**	**100,0%**

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Beheizt werden die von den Befragten bewohnten Gebäude vorwiegend per Hauszentralheizung; 45,5 % der befragten Haushalte gaben diese Heizungsart als Hauptheizsystem (Rang 1 in der angegebenen Reihenfolge) an. Auch die Nah- und Fernwärme spielt – insbesondere im mehrgeschossigen Wohnbau – eine zentrale Rolle und wurde von 22,1 % der Befragten als Hauptheizsystem genannt. An dritter Stelle rangiert die Wohnungszentral- bzw. Etagenheizung mit einem Anteil von 12,5 % (vgl. Tabelle 20). Eine weniger wichtige Rolle spielen bei den Heizsystemen hingegen Wärmepumpen, Einzelofenheizungen, Elektroheizungen sowie thermische Solaranlagen. Jeweils weniger als 6 % gaben diese Heizungsarten als genutztes Hauptsystem an. Auffällig ist hier allerdings, der relativ hohe Anteil an Haushalten (23,0 %), die eine Einzelofenheizung (z.B. Kachelofen) als Zweitheizsystem verwenden.

Auch die thermische Solaranlage spielt bei 10,2 % der befragten Haushalte eine Rolle als Nebenheizsystem.

Die wichtigsten Energieträger zur Gebäudebeheizung sind neben Gas (33,2 % Rang 1) auch die Nah- bzw. Fernwärme (21,3 %) und Öl mit einem Hauptnutzungsanteil von 14,5 % (vgl. Tabelle 20). Mit den vergleichsweise hohen Anteilen der Einzelofenheizung und thermischen Solaranlage als Zweit- bzw. Nebenheizsystem geht auch eine relativ hohe Bedeutung von Stückholz und Sonnenenergie als zweitwichtigster Energieträger einher. Rund 26,3 % der befragten Haushalte wählten Stückholz auf den zweiten Rang der zur Wohnraumbeheizung genutzten Energieträger; bei der Sonnenenergie trifft dies auf 9,8 % der Befragten zu.

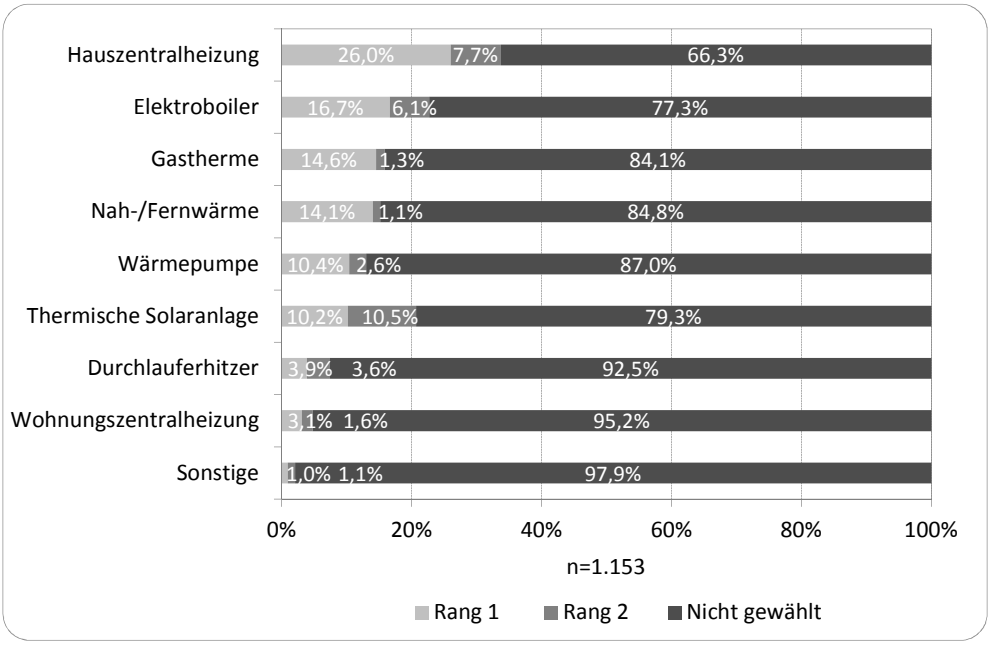
Tabelle 20: Top-3 Heizungsarten und Energieträger zur Beheizung der bewohnten Gebäude

Heizungsart (n=1.106)	*Rang 1 (in %)*	*Energieträger (n=1.101)*	*Rang 1 (in %)*
Hauszentralheizung	45,5%	Gas	33,2%
Nah-/Fernwärme	22,1%	Nah-/Fernwärme	21,3%
Wohnungszentral-/Etagenheizung	12,5%	Öl	14,5%

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Bei der Warmwasseraufbereitung sind Hauszentralheizungen, Elektroboiler, Gasthermen sowie die Nah-/Fernwärme die wesentlichen Systeme. Auch Wärmepumpen und thermische Solaranlagen stellen mit einem Anteil von 10,4 % bzw. 10,2 % noch wichtige Hauptsysteme zur Warmwasseraufbereitung dar. Erwähnenswert ist auch der relative hohe Anteil von Haushalten (10,5 %), welche die solarthermische Anlage als Zweitsystem zur Warmwasserbereitung nutzen (vgl. Abbildung 54).

Abbildung 54: Genutzte Systeme zur Warmwasseraufbereitung



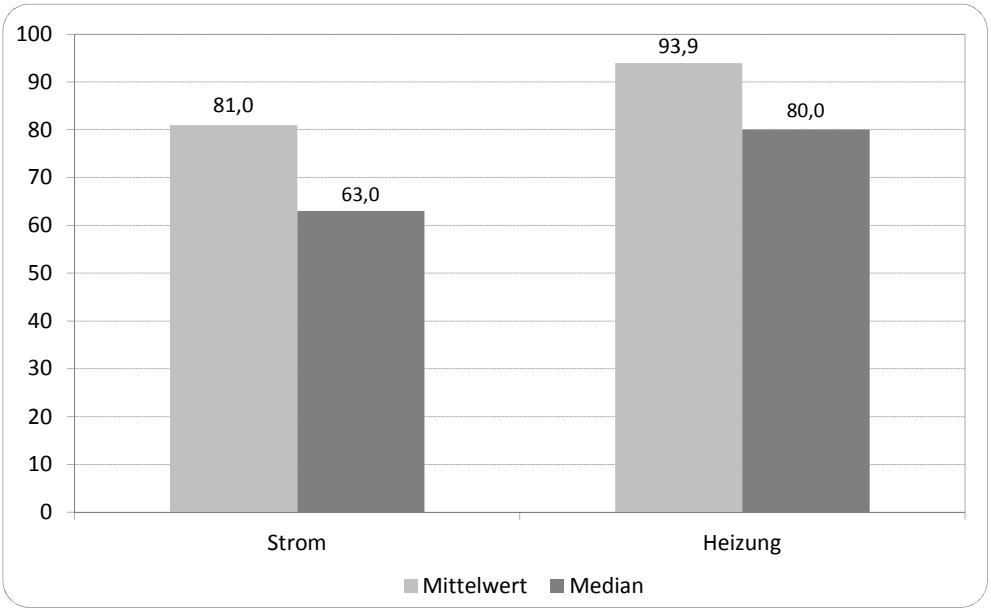
Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

10.1.2 Strompreis- und Heizkosteneinschätzung

Hinsichtlich der Stromkosten zeigt sich im erhobenen Sample ein überdurchschnittlich hoher Wert. Im Mittel weisen die befragten Haushalte monatliche Stromkosten in der Höhe von € 81,0 auf. Der Median – eine statistische Kennzahl, die unempfindlich gegenüber Ausreißer ist[50] – ist deutlich niedriger und beträgt € 63,0 pro Monat (vgl. Abbildung 55). Im Vergleich zu den österreichischen Durchschnittsstromkosten von € 32,2 (bei einem Durchschnittshaushaltsjahresverbrauch von 3.500 kWh; vgl. Energie-Control Austria, 2015, online) sind die Werte im Sample relativ hoch. Diese Verzerrung nach oben ist vor allem darauf zurückzuführen, dass mehr als ein Drittel der befragten Haushalte (36,7 %) ein Eigenheim/Einfamilienhaus bewohnen und die Stromkosten dementsprechend höher ausfallen. Zusätzlich zeigt sich unter den Befragten auch ein hohes Umweltbewusstsein: Mehr als ein Drittel (37,5 %) bezieht bewusst Strom von einem Anbieter, der nur Strom aus erneuerbaren Energiequellen liefert (Ökostrom).

Die monatlichen Heizkosten betragen im Durchschnitt € 93,9; auch hier liegt der Median mit € 80,0 deutlich unter dem Mittelwert, was auf eine schiefe Verteilung hindeutet (vgl. Abbildung 55). Da die Heizkosten je nach Energieträger, Heizungsart und Bausubstanz deutlich variieren können, ist hier kein durchschnittlicher, österreichischer Vergleichswert verfügbar.

Abbildung 55: Strom- und Heizkosten der befragten Haushalte, Mittelwert und Median

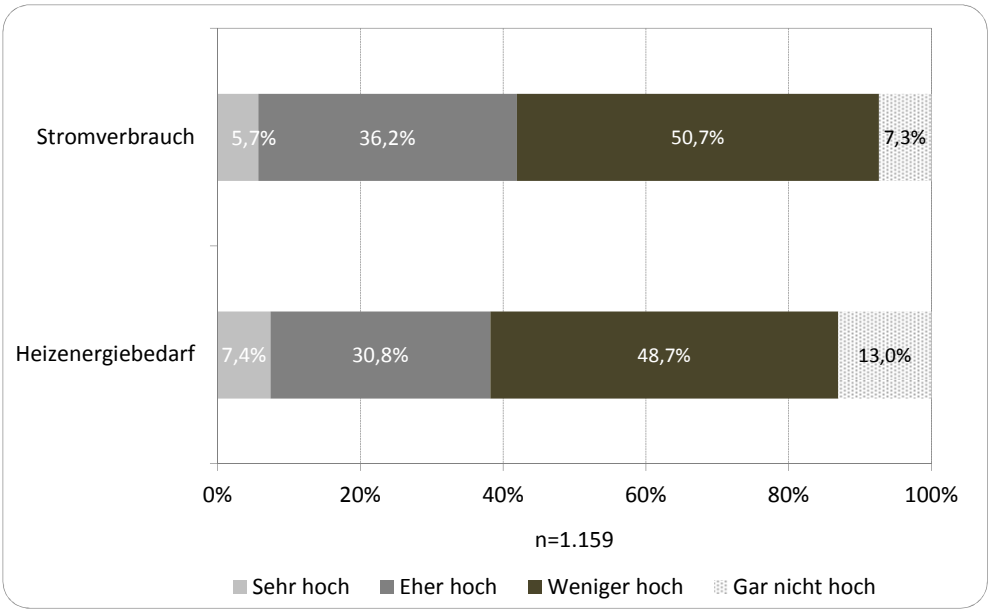


Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

[50] Für weiterführende Informationen zu den statistischen Eigenschaften von Mittelwert und Median sei auf Quatember (2014:45ff) verwiesen.

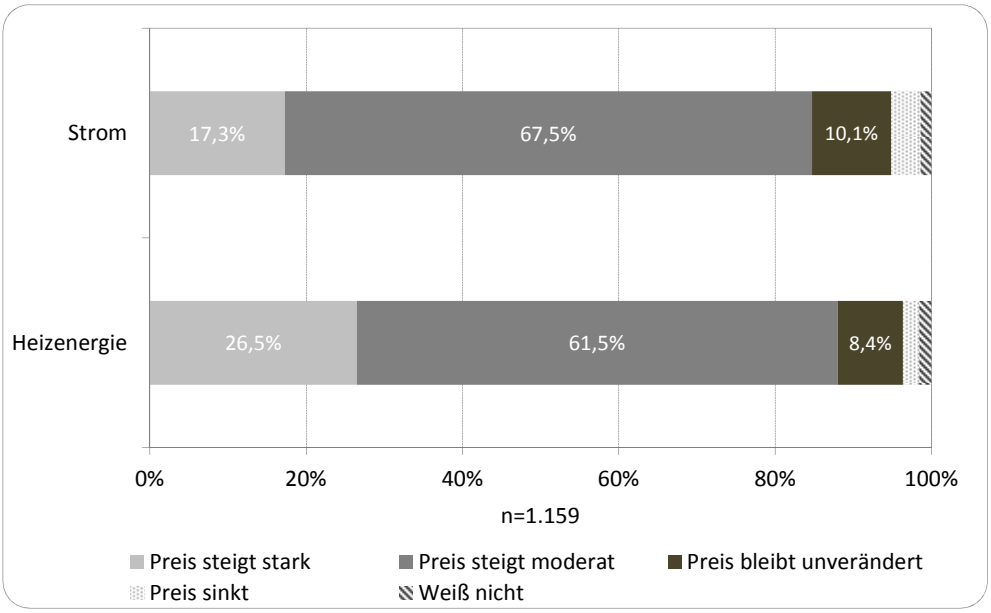
Die subjektive Einschätzung des Stromverbrauchs und Heizenergiebedarfs wird in Abbildung 56 dargestellt. Der Stromverbrauch und die damit verbundenen Kosten werden von 5,7 % der Befragten als sehr hoch, von weiteren 36,2 % als eher hoch eingeschätzt. Der Heizenergiebedarf wird von 7,4 % der befragten Haushalte als sehr hoch bewertet, im Vergleich zum Stromverbrauch ein größerer Anteil. Der Anteil jener, die ihren Heizenergiebedarf für eher hoch halten beträgt 30,8 %.

Abbildung 56: Subjektive Einschätzung des Stromverbrauchs und Heizenergiebedarfs



Quelle: Eigene Erhebung und Darstellung IHS Kärnten

Abbildung 57: Erwartungen hinsichtlich der Strom- und Heizenergiepreisentwicklung

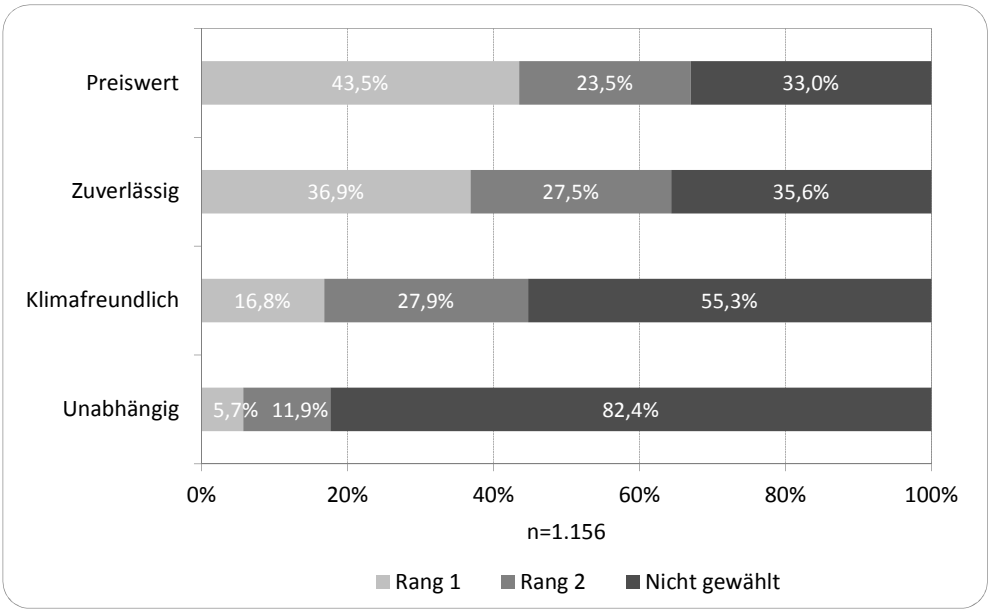


Quelle: Eigene Erhebung und Darstellung IHS Kärnten

Erwartungen hinsichtlich der Strom- und Heizenergiepreisentwicklung können einen wesentlichen Einfluss für die Adoption innovativer Energietechnologien haben. Aus diesem Grund wurde auch die diesbezügliche Erwartungshaltung in der Erhebung abgefragt. Abbildung 57 zeigt, dass 17,3 % einen starken Anstieg der Strompreise erwarten; weitere zwei Drittel (67,5 %) sind der Meinung, dass die Strompreise in den nächsten zehn Jahren moderat ansteigen werden. Bei den Preisen für Heizenergie ist das Ergebnis noch deutlicher. Hier erwarten mehr als ein Viertel (26,5 %) starke Preiserhöhungen; der Anteil mit moderaten Preissteigerungserwartungen liegt bei 61,5 %. Sinkende Preiserwartungen spielen sowohl im Strom- als auch Heizenergiebereich de facto keine Rolle.

Die befragten Haushalte weisen darüber hinaus bestimmte Präferenzen hinsichtlich der Charakteristika ihrer Energieversorgung auf. Dementsprechend muss die Energieversorgung vor allem preiswert (für 43,5 % der Haushalte die wichtigste Eigenschaft) und zuverlässig (für 36,9 % die wichtigste Eigenschaft) sein. Die Klimafreundlichkeit ist bei der Energieversorgung zwar auch wichtig, doch spielt diese Eigenschaft – im Vergleich zur Preisgünstigkeit und Zuverlässigkeit – eine weniger tragende Rolle; für lediglich 16,8 % ist eine klimafreundliche Energieversorgung von zentraler Bedeutung, für 27,9 % zweitrangig. Am wenigsten wichtig ist – im Präferenzvergleich – hingegen die Unabhängigkeit der Energieversorgung und das damit einhergehende Bedürfnis nach Energieautarkie; eine unabhängige Energieversorgung steht nur für 5,7 % der Befragten an erster Stelle (vgl. Abbildung 58).

Abbildung 58: Präferenzen hinsichtlich der Energieversorgung

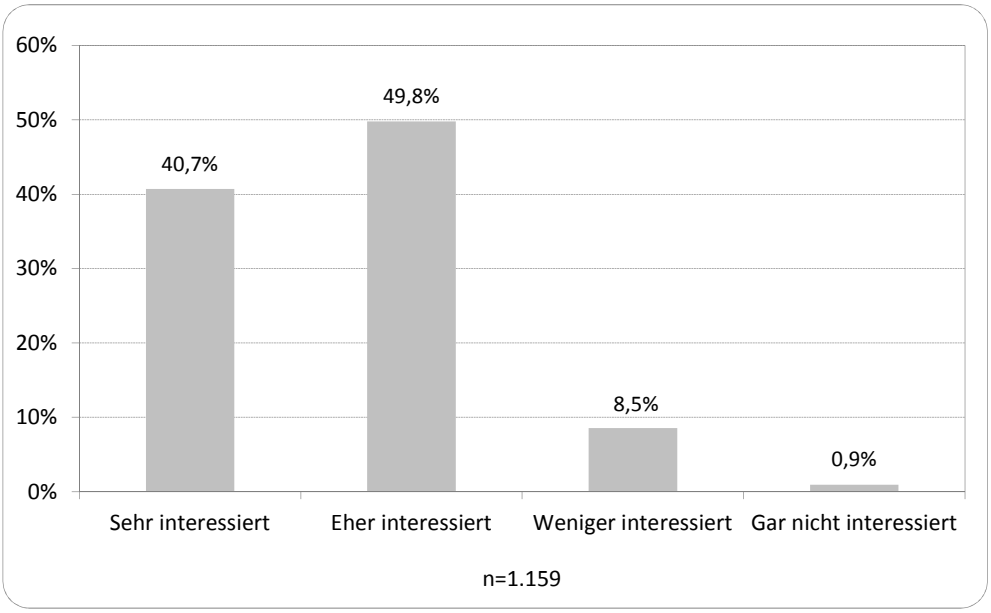


Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

10.1.3 Affinität hinsichtlich Energiesparen und Energieeffizienz

Ein wesentliches Kriterium für die Adoption innovativer Energietechnologien wie Elektrofahrräder oder thermische Solaranlagen sind – wie sich in den späteren Auswertungen bestätigen wird – die Präferenzen der Haushalte hinsichtlich Energiesparen und Energieeffizienz. Grundsätzlich ist im erhobenen Sample ein hohes Interesse am Thema Energiesparen und Energieeffizienz zu beobachten. Wie aus Abbildung 59 ersichtlich, sind 40,7 % der Befragten sehr daran interessiert. Weitere 49,8 % sind eher an der Thematik des Energiesparens und der Energieeffizienz interessiert. Der Anteil der weniger bis gar nicht Interessierten ist mit insgesamt 9,4 % nur gering. Das hohe Interesse an der Energiespar- und Energieeffizienzthematik ist jedoch wesentlich dadurch bedingt, dass sich im erhobenen Sample fast ein Viertel (23,6 %) Nutzer/innen innovativer Energietechnologien (Elektrofahrrad, thermische Solaranlage oder Passivhaus) befinden und bei dieser Gruppe von einem stärker ausgeprägten Energiesparinteresse auszugehen ist.

Abbildung 59: Interesse an den Themen Energiesparen und Energieeffizienz



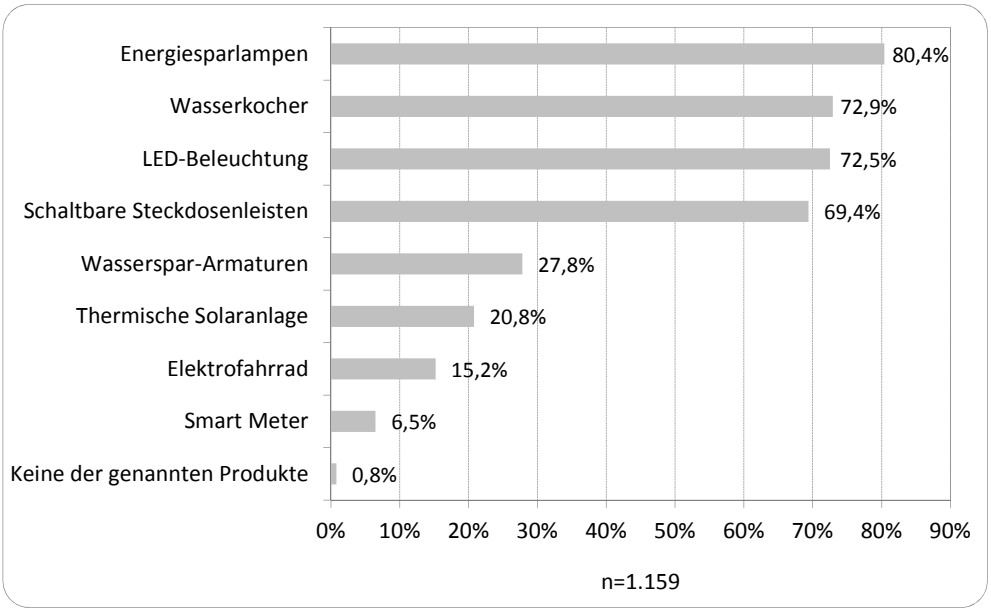
Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

In Zusammenhang mit diesem Ergebnis steht auch der hohe Wissensstand in Hinblick auf Energiesparen und Energieeffizienz. Rund zwei Drittel der befragten Haushalte (68,3 %) haben sich schon einmal mit dem Thema auseinandergesetzt und kennen sich daher aus. Weitere 19,0 % haben sich bereits intensiv mit Energiesparen und Energieeffizienz auseinandergesetzt und weisen daher einen sehr hohen Wissensstand auf. Im Gegensatz dazu, haben sich 12,7 % noch überhaupt nicht mit der Thematik auseinandergesetzt.

Ein Ausdruck von Energiesparinteresse ist auch das Vorhandensein von Energiesparprodukten im Haushalt. Hier sind es vor allem die kleineren Investitionen/Produkte, die im Haushalt eingesetzt werden. So verfügen über 70 % der befragten Haushalte über schaltbare Steck-

dosenleisten, LED-Beleuchtungen, Wasserkocher und/oder Energiesparlampen. Die relativ hohen Anteile von Elektrofahrrad-Besitzer/innen sowie Nutzer/innen thermischer Solaranlagen liegen in der Sample-Struktur begründet.[51]

Abbildung 60: Eingesetzte Energiesparprodukte im Haushalt (Mehrfachnennungen)



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Fast drei Viertel (72,2 %) der Befragten haben in ihrem Haushalt bereits Maßnahmen zur Einsparung von Energie umgesetzt. 23,6 % haben zwar bisher noch keine Maßnahmen implementiert, planen aber, dies in Zukunft zu tun. Zu den am häufigsten durchgeführten Maßnahmen zählen der Umstieg auf sparsamere Elektrogeräte, Licht einsparen, der Kauf von Produkten aus der Region/Nähe sowie der Verzicht auf den Stand-by-Modus bei elektrischen Geräten. Daneben spielen auch die Sanierung des Eigenheims (29,5 %) sowie die verstärkte Nutzung des Fahrrades im Alltag (26,7 %) eine Rolle. Unter den sonstigen Nennungen, die 5,6 % ausmachen, wurden vor allem die Installation von LED-Beleuchtung oder einer Photovoltaik-Anlage genannt. Die Errechnung eines Energieausweises gaben nur 17,1 % als umgesetzte Energiesparmaßnahme an (vgl. Tabelle 21). Jedoch haben bereits 21,3 % der befragten Haushalte eine Energieberatung in Anspruch genommen.[52]

[51] Der Besitz der ausgewählten Energieinnovationen wurde mit Hilfe eines Screenings in der Online-Befragung gesteuert, um die erforderliche Anzahl an Nutzer/innen der jeweiligen innovativen Energietechnologie zu erreichen.
[52] Rund 78,7 % haben noch keine Energieberatung in Anspruch genommen; davon planen aber 23,7 % zukünftig eine durchzuführen.

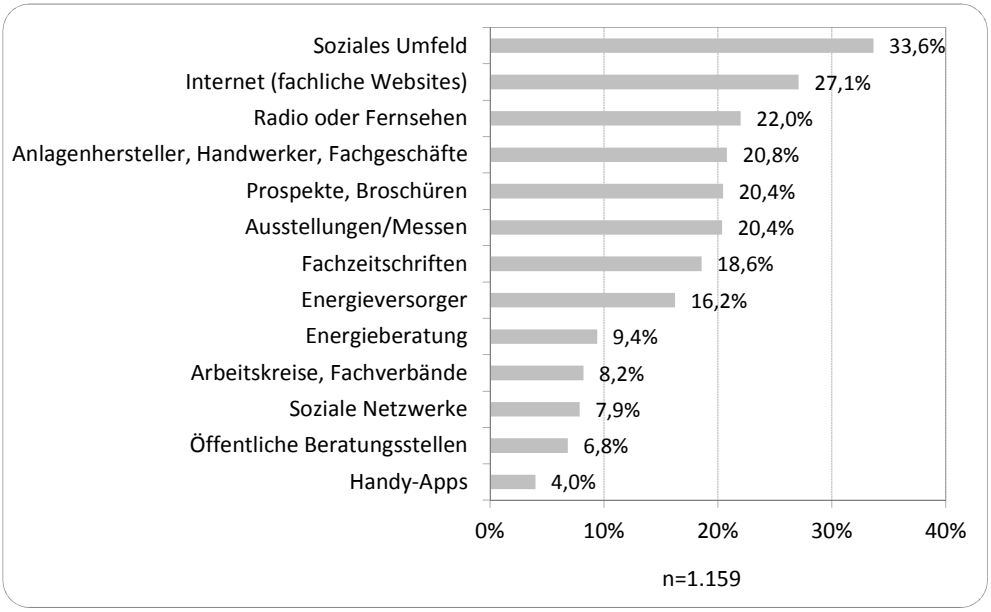
Tabelle 21: Umgesetzte Energiesparmaßnahmen in den Haushalten

Maßnahme	*absolut*	*in % d. Befragten*
Umstieg auf sparsamere Elektrogeräte	675	58,2%
Licht sparen	641	55,3%
Produkte kaufen, die aus der Region/Nähe stammen	548	47,3%
Auf Stand-by-Modus verzichten	541	46,7%
Sanierung des Eigenheims	342	29,5%
Im Alltag mehr mit dem Fahrrad fahren	309	26,7%
Mehr mit öffentlichen Verkehrsmitteln fahren	256	22,1%
Wechsel des Energieträgers bei Heizung/Warmwasser	216	18,6%
Energieausweis errechnen lassen	198	17,1%
Sonstiges	65	5,6%
Gesamt Nennungen	**3.791**	**327,1%**
Gesamt Befragte	**1.159**	-

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Zu den genutzten Informationsbeschaffungskanälen für Energiesparen und Energieeffizienz zählen in erster Linie das soziale Umfeld (Verwandte, Freunde, Bekannte, Kolleg/innen) sowie das Internet (fachliche Websites). Rund 33,6 % bzw. 27,1 % der befragten Haushalte nutzen diese Kanäle (sehr) häufig, um sich über die Themen Energiesparen und Energieeffizienz zu informieren. Daneben spielen auch Massenmedien (Radio oder Fernsehen), Anbieter von Produkten bzw. Dienstleistungen (Anlagenhersteller, Handwerker, Fachgeschäfte), Prospekte und Broschüren sowie Ausstellungen/Messen eine wichtige Rolle als Informationsquellen. Neue Medien wie soziale Netzwerke oder Handy-Apps und öffentliche Beratungsstellen weisen nur geringe Relevanz für die Informationsbeschaffung auf (vgl. Abbildung 61).

Abbildung 61: Informationsbeschaffungskanäle für Energiesparen und Energieeffizienz (Anteil in % sehr häufig/häufig)



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Darüber hinaus hält der überwiegende Teil der befragten Haushalte (94,0 %) Informationskampagnen zu Energiesparen und Energieeffizienz für sinnvoll und wichtig. Jedoch sind mehr als die Hälfte (55,8 %) der Meinung, dass die Informationen und Kampagnen nicht ausreichend sind; ein Ergebnis, das Aufholbedarf hinsichtlich der Informationsbereitstellung kennzeichnet.

10.2 Produktspezifische Auswertungen

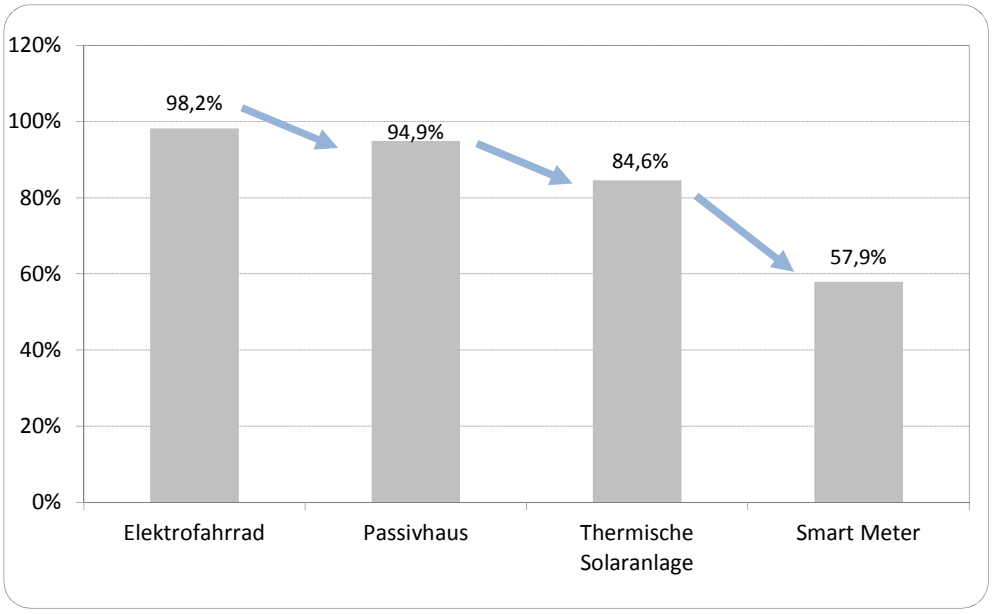
In einem nächsten Schritt wurden die erhobenen Daten in Hinblick auf die produktspezifischen Eigenschaften wie Bekanntheit und Sichtbarkeit der innovativen Energietechnologien, Informationsbeschaffung, Zufriedenheit mit den genutzten Energieinnovationen, Kaufbereitschaft, relevante Faktoren für die Adoption der Technologien sowie subjektiv empfundene Nachteile ausgewertet.

10.2.1 Bekanntheitsgrad, Informationsverbreitung und Sichtbarkeit

In den erhobenen Teilsamples zeigt sich grundsätzlich ein sehr hoher Bekanntheitsgrad der innovativen Energietechnologien.[53] Im Produktvergleich weisen die Elektrofahrräder den höchsten Bekanntheitsgrad auf; 98,2 % der befragten Nicht-Nutzer/innen gaben an, das Produkt „Elektrofahrrad“ zu kennen. Auch beim Passivhaus liegt der Bekanntheitsgrad bei über 90 % und ist damit deutlich höher als in bisherigen Studien, in denen auf Bekanntheitswerte von 80 % bzw. 56 % verwiesen wird (vgl. Plate et al., 2010:63; Sonnenplatz, 2006:10).[54] Eine hohe Vertrautheit besteht auch mit dem Begriff der thermischen Solaranlage; rund 84,6 % der befragten Haushalte kennen das Produkt bzw. haben schon einmal davon gehört. Ähnlich wie beim Passivhaus dürfte der hohe Bekanntheitsgrad auch hier auf den Umstand zurückzuführen sein, dass in der vorliegenden Teilstudie zur thermischen Solaranlage nur Eigenheimbesitzer/innen und -planer/innen befragt wurden und sich diese Gruppe mit hoher Wahrscheinlichkeit schon einmal mit der Thematik auseinandergesetzt hat. Den niedrigsten Bekanntheitsgrad weisen – im Vergleich zu den anderen Energieinnovationen – die Smart Meter auf. „Nur“ 57,9 % der befragten Haushalte haben schon einmal von Smart Meter gehört und kennen somit das Produkt (vgl. Abbildung 62).[55]

[53] Zur Messung des Bekanntheitsgrades wurden im Rahmen der Erhebung die Nicht-Nutzer/innen der jeweiligen Energieinnovation gefragt, ob sie das entsprechende Produkt kennen bzw. schon einmal davon gehört haben.
[54] Der höhere Bekanntheitsgrad im vorliegenden Sample dürfte jedoch damit zu erklären sein, dass die Zielgruppe der Befragung lediglich Eigenheimbesitzer/innen und Personen, die in den nächsten zwei Jahren die Errichtung eines Eigenheims planen, waren. Die Wahrscheinlichkeit, dass sich diese spezielle Gruppe – auf Grund der vergangenen bzw. nahe liegenden Investitionsentscheidung – schon einmal mit der Passivhaustechnologie auseinandergesetzt hat und der Bekanntheitsgrad folglich höher ausfällt, ist deutlich höher als bei Betrachtung der gesamtösterreichischen Bevölkerung, wie dies in bisherigen Studien der Fall war.
[55] Im Rahmen der Online-Befragungen erhielten jene Personen, denen die jeweilige Energieinnovation nicht bekannt war, keine weiteren produktspezifischen Fragestellungen. Vielmehr wurden diese direkt zu den Fragen zu sozio-demografischen Charakteristika weitergeleitet.

Abbildung 62: Bekanntheitsgrad der innovativen Energietechnologien



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Auf die Frage, woher die befragten Personen die jeweilige Energieinnovation kennen, d.h. welche Kanäle für die Verbreitung von Informationen relevant sind, zeigt sich ein klares Bild. Die Informationsverbreitungskanäle der innovativen Energietechnologien fokussieren auf

- das *soziale Umfeld* (persönliche Kommunikation unter vertrauten Akteure/innen),
- *Massenmedien* (Radio, Fernsehen, Internet) sowie
- das *Vertriebsnetz* (Anbieter/Installateure, Händler, Fachgeschäfte, Energieversorger bei Smart Meter).

Das soziale Umfeld (Verwandte, Freunde, Bekannte, Kolleg/innen) steht sowohl beim Elektrofahrrad (71,0 %) als auch der thermischen Solaranlage an erster Stelle (66,7 %). Am wenigsten wichtig ist das soziale Umfeld bei den Smart Metern; nur 19,9 % der Befragten haben von der Technologie über Verwandte, Freunde, Bekannte oder Kolleg/innen erfahren. Massenmedien wie Radio oder Fernsehen, aber auch das Internet spielen in allen Technologiefeldern gleichermaßen eine Rolle. Auch Prospekte und Broschüren sind – vor allem beim Elektrofahrrad und der thermischen Solaranlage – als Informationsverbreitungskanal von Bedeutung. Bei größeren Investitionen (Passivhaus und thermische Solaranlage) spielen zusätzlich auch Ausstellungen und Messen eine wichtige Rolle (vgl. Tabelle 22).

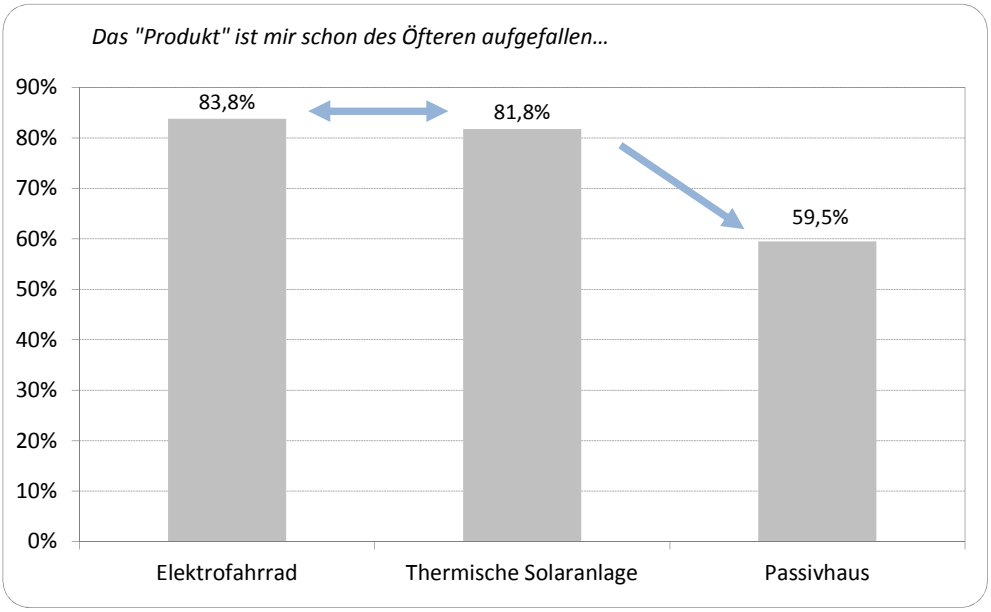
Tabelle 22: Top-5 Informationsverbreitungskanäle der innovativen Energietechnologien

Rang	*Elektrofahrrad*	*Passivhaus*
(1)	Soziales Umfeld (71,0 %)	Radio/Fernsehen (57,7 %)
(2)	Händler/Fachgeschäfte (63,6 %)	Soziales Umfeld (52,7 %)
(3)	Radio/Fernsehen (54,2 %)	Anbieter (47,3 %)
(4)	Prospekte/Broschüren (43,9 %)	Fachzeitschriften (45,9 %)
(5)	Internet (37,4 %)	Ausstellungen/Messen (45,9 %)
Rang	*Smart Meter*	*Thermische Solaranlage*
(1)	Radio/Fernsehen (60,2 %)	Soziales Umfeld (66,7 %)
(2)	Energieversorger (46,6 %)	Anbieter/Installateure (42,4 %)
(3)	Internet (19,9 %)	Ausstellungen/Messen (41,4 %)
(4)	Soziales Umfeld (19,9 %)	Prospekte/Broschüren (40,9 %)
(5)	Fachzeitschriften (13,1 %)	Radio/Fernsehen (38,4 %)

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Neben dem hohen Bekanntheitsgrad zeigt sich auch eine starke Sichtbarkeit der Technologien. Bei Elektrofahrrädern und thermischen Solaranlagen ist die Sichtbarkeit auf Grund der Präsenz im Alltag sehr hoch. So gaben jeweils mehr als 80 % der Befragten an, dass ihnen Elektrofahrräder und thermische Solaranlagen bzw. die dazugehörigen Kollektorflächen schon des Öfteren im Straßenverkehr bzw. auf Gebäuden (z.B. auf Einfamilienhäusern) aufgefallen sind. Deutlich niedriger ist die Sichtbarkeit bei Passivhäusern (59,5 %), die von außen nicht sofort als solche erkennbar sind (vgl. Abbildung 63).[56] Auf Grund der Verwechslungsgefahr zwischen Photovoltaik- und Solarthermieanlagen sowie der Stereotypisierung von Passivhäusern (sprich Passivhaus ist gleich quaderförmiger Bau) ist bei den Angaben zur Sichtbarkeit jedoch von einer Verzerrung nach oben auszugehen.

Abbildung 63: Sichtbarkeit der innovativen Energietechnologien



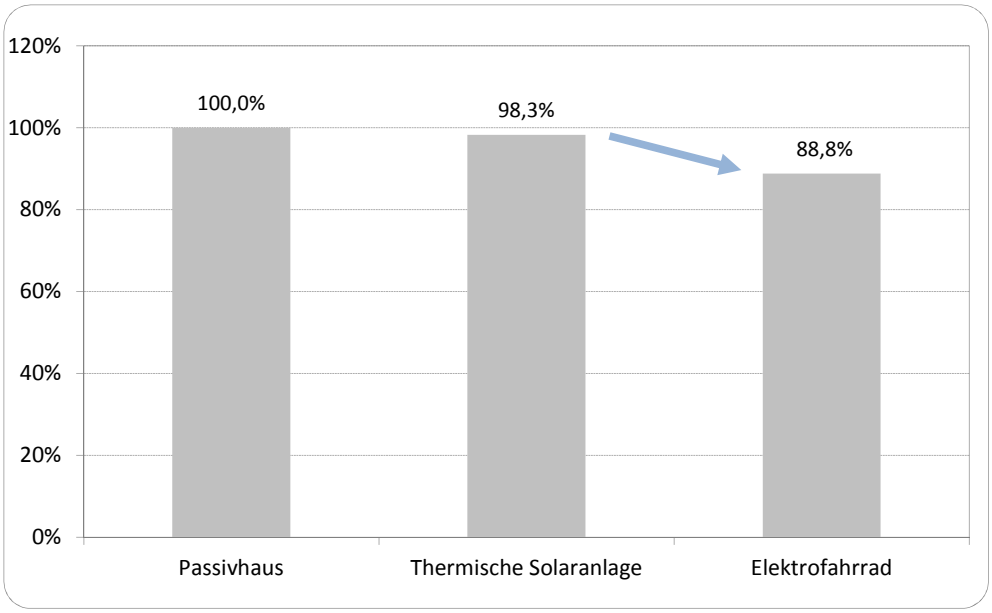
Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

[56] Bei den Smart Metern wurde die Sichtbarkeit nicht abgefragt.

10.2.2 Zufriedenheit, relevante Faktoren für die Adoption und Nachteile

Unter den befragten Nutzer/innen zeigt sich grundsätzlich eine sehr hohe Zufriedenheit mit der Technologie. Im Subsample der Passivhausbesitzer/innen liegt die Zufriedenheitsrate bei 100 %, wobei 88,2 % mit ihrem Passivhaus sehr zufrieden und 11,8 % eher zufrieden sind.[57] Bei der thermischen Solaranlage liegt die Quote der sehr bis eher Zufriedenen bei hohen 98,3 % (68,1 % sehr zufrieden, 30,2 % eher zufrieden). In der Subgruppe der Elektrofahrräder fällt die Zufriedenheit mit dem Produkt vergleichsweise schlechter aus. „Nur" 50,5 % der befragten Nutzer/innen sind mit ihrem Elektrofahrrad sehr zufrieden, weitere 38,3 % eher zufrieden, was eine Gesamtzufriedenheitsrate von 88,8 % ergibt (vgl. Abbildung 64). Rund 7,5 % der E-Bike-Besitzer/innen sind mit dem Produkt weniger, weitere 3,7 % gar nicht zufrieden.

Abbildung 64: Anteil der sehr/eher Zufriedenen mit den innovativen Energietechnologien



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Darüber hinaus ist auch die Weiterempfehlungsbereitschaft zu einem hohen Anteil gegeben. Wie aus Tabelle 23 ersichtlich, würden 94,1 % der Passivhausbesitzer/innen, bekannten Menschen in ihrem sozialen Umfeld, welche ein Eigenheim planen, die Errichtung eines Passivhauses empfehlen. Etwas niedriger fällt die Weiterempfehlungsquote bei der thermischen Solaranlage aus; 90,5 % würden bekannten Eigenheimplaner/innen – auf Basis ihrer eigenen Erfahrungen – die Installation eine Solarthermie-Anlage empfehlen. Entsprechend der niedrigeren Zufriedenheitsrate (vgl. Abbildung 64) ist bei den Elektrofahrrädern auch die Weiterempfehlungsbereitschaft geringer und beträgt „nur" 86,9 %. Die grundsätzlich hohe Weiterempfehlungsbereitschaft zeigt, dass das soziale Umfeld (persönliche Kommunikation)

[57] Auch die Anwendung bzw. Bedienung der Technologien in einem Passivhaus wird zu einem Großteil (94,1 %) als sehr bis eher einfach eingeschätzt. Dieses Ergebnis steht in Einklang mit der Tatsache, dass die eingebaute Technik in Passivhäusern immer einfacher und bedienerfreundlicher wird und daher kaum besondere Anforderungen an die Nutzer/innen stellt (vgl. Sonnenplatz, 2006:6).

für die Verbreitung der innovativen Energietechnologien eine entscheidende Rolle spielt, ein Ergebnis das in Einklang mit soziologischen Diffusionstheorien stehen (vgl. hierzu Kapitel 1).

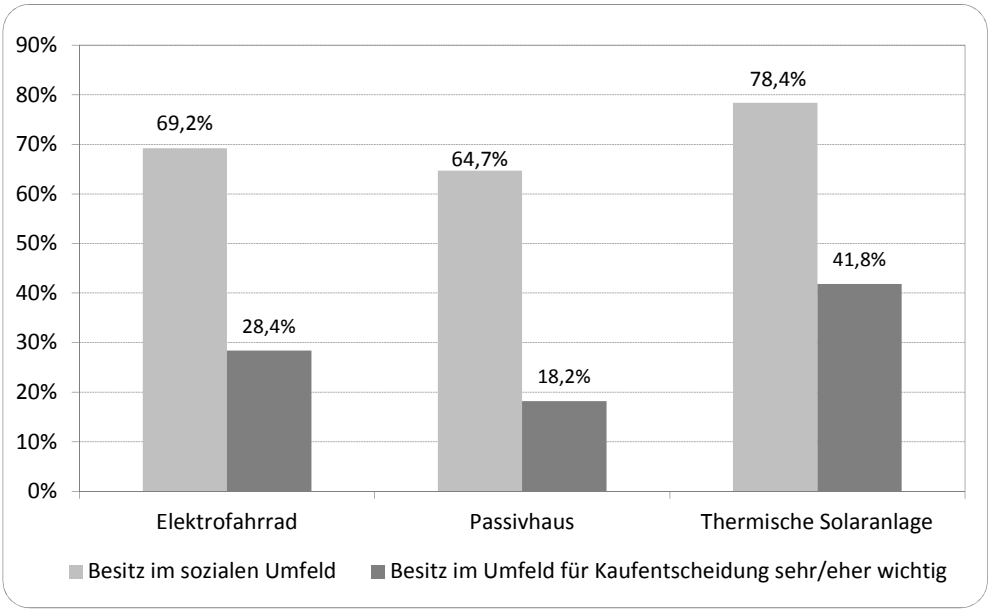
Tabelle 23: Weiterempfehlungsquote der innovativen Energietechnologien

Produkt	*Weiterempfehlungsquote*
Passivhaus	94,1%
Thermische Solaranlage	90,5%
Elektrofahrrad	86,9%

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

In der Diffusionstheorie (Informationskaskadenmodelle) wird auch davon ausgegangen, dass die Verbreitung einer Innovation von Konstellationen beeinflusst wird, in denen es für eine/n Akteur/in optimal ist dem beobachteten Verhalten anderer zu folgen („Herdenverhalten"), unabhängig vom eigenen Informationsstand (vgl. Bass, 1969). Dementsprechend zeigt sich in den erhobenen Samples, dass der Besitz im sozialen Umkreis zu zwei Drittel bis drei Viertel gegeben ist. D.h. 64,7 % der Passivhausbesitzer/innen kennen jemanden in ihrem sozialen Umkreis (Verwandte, Freunde, Bekannte), der/die ebenfalls ein Passivhaus bewohnt. Im Subsample „Elektrofahrrad" gaben mehr als zwei Drittel (69,2 %) der befragten Nutzer/innen an, dass es in ihrem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis Personen gibt, die ebenfalls ein Elektrofahrrad besitzen. Bei den thermischen Solaranlagen ist der Wert am höchsten; rund 78,4 % der Solarthermie-Nutzer/innen verweisen auch auf einen Besitz im sozialen Umfeld (vgl. Abbildung 65).

Abbildung 65: Besitz im sozialen Umfeld und Einfluss auf die Kauf-/Investitionsentscheidung



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Das soziale Umfeld kann für die Kauf- bzw. Investitionsentscheidung relevant sein, wobei dieser Einfluss bei den Besitzer/innen thermischer Solaranlagen am stärksten ausgeprägt ist. So gaben 41,8 % der befragten Nutzer/innen an, dass der Umstand, dass auch Verwandte/Freunde/Bekannte eine thermische Solaranlage besitzen, für die Investitionsentscheidung sehr bis eher wichtig war. Bei den Elektrofahrrädern beträgt dieser Anteil 28,4 %. Den geringsten Einfluss hat der Besitz im sozialen Umfeld beim Passivhaus. Lediglich 18,2 % der befragten Passivhausbewohner/innen gaben an, dass es für ihre Investitionsentscheidung sehr bis eher wichtig war, dass Verwandte, Bekannte oder Freunde ebenso in einem Passivhaus wohnen.

Die wesentlichen Faktoren für die Adoption der innovativen Energietechnologien werden in Tabelle 24 dargestellt. Die Diffusion wird dabei von den subjektiv wahrgenommenen bzw. zugeschriebenen Eigenschaften der Energieinnovation bestimmt. So stellte der hohe Fahrspaß für 90,7 % der Nutzer/innen einen sehr bis eher wichtigen Faktor beim Kauf des Elektrofahrrads dar. Weitere wichtige Beweggründe für die Anschaffung eines Elektrofahrrads waren die Erleichterung im Alltag (80,4 %) sowie die Möglichkeit weitere und/oder steilere Distanzen schneller zurückzulegen (70,1 %). Beim Passivhaus stehen der hohe Wohnkomfort und die Behaglichkeit an erster Stelle der Top-5 Faktoren für die Adoption der innovativen Energietechnologie. Besonders wichtig sind hier auch die niedrigen Energiekosten im Vergleich zu konventionell gebauten Häusern (96,1 %) sowie die Abkoppelung von fossilen Brennstoffen (94,1 %) und schwankenden Energiepreisen (90,2 %). Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich für die thermischen Solaranlagen. Für 96,4 % der befragten Nutzer/innen waren die niedrigen Energiekosten und damit zusammenhängende Kosteneinsparungen Hauptfaktor für die Installation einer solarthermischen Anlage. Dass für Warmwasser nicht geheizt werden muss, erweist sich als zweitwichtigster Adoptionsfaktor (92,8 % sehr/eher wichtig). Analog zum Passivhaus, kommt auch bei der Solarthermie der Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen (81,9 %) und fossilen Brennstoffen (80,1 %) eine entscheidende Rolle als Adoptionsfaktor zu.

Die höheren Anschaffungskosten wurden in der nachträglichen Betrachtung der Nutzer/innen der Energieinnovationen nur beim Elektrofahrrad in die Überlegungen zur Kaufentscheidung besonders stark miteinbezogen. Der Beitrag zum Umweltschutz (Reduktion von Treibhausgasemissionen) bzw. umweltbewusstes Handeln stellt bei allen Energieinnovationen einen wesentlichen Faktor für die Adoption der Technologie dar, wenngleich die Wichtigkeit beim Passivhaus und der thermischen Solaranlage stärker ausgeprägt ist als beim Elektrofahrrad (vgl. Tabelle 24). Darüber hinaus muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass das Elektrofahrrad nur dann einen Beitrag zum Umweltschutz leistet, wenn es (zumindest als teilweiser) Ersatz für den PKW eingesetzt wird. Wie sich jedoch in den spezifischen Auswertungen zeigt (vgl. Abschnitt 10.2.5), wird das Elektrofahrrad nur bedingt als Ersatz für den PKW verwendet.

Tabelle 24: Top-5 Faktoren für die Adoption der Technologie (Anteil sehr/eher wichtig), Nutzer/innen der Energieinnovation

Rang	*Elektrofahrrad*	*Passivhaus*	*Thermische Solaranlage*
(1)	Hoher Fahrspaß (90,7 %)	Hoher Wohnkomfort und Behaglichkeit (100,0 %)	Niedrige Energiekosten, Kosteneinsparung (96,4 %)
(2)	Anschaffungskosten, Preis (83,2 %)	Niedrige Energiekosten (96,1 %)	Hoher Komfort, für Warmwasser nicht heizen (92,8 %)
(3)	Erleichterung im Alltag (80,4 %)	Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen (94,1 %)	Beitrag zum Umweltschutz (85,5 %)
(4)	Möglichkeit für weitere/steilere Distanzen (70,1 %)	Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen (90,2 %)	Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen (81,9 %)
(5)	Umweltbewusstes Handeln (58,9 %)	Beitrag zum Umweltschutz (88,2 %)	Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen (80,1 %)

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Obwohl die Zufriedenheit mit den ausgewählten innovativen Energietechnologien als auch die Weiterempfehlungsbereitschaft sehr hoch ist, weisen Elektrofahrräder, Passivhäuser und thermische Solaranlagen auch Nachteile auf, die sich hemmend auf die weitere Verbreitung der Technologien auswirken. Eine Einschätzung der Nachteile wurde bei den Nutzer/innen der jeweiligen Energieinnovation abgefragt und das Ergebnis in Tabelle 25 dargestellt. Zu den wesentlichen Nachteilen der Energieinnovationen zählen einerseits die hohen Anschaffungskosten (Preis); andererseits spielen auch technologiespezifische Faktoren eine Rolle. So wird das hohe Gewicht eines Elektrofahrrads von 72,9 % der befragten Nutzer/innen als Nachteil gesehen. Weitere nachteilige Faktoren sind die hohe Diebstahlgefahr (43,9 %), die fehlende Infrastruktur, also zu wenige Ladestationen (39,3 %) sowie das unzureichende Unterstützungs- und Wartungsnetzwerk, d.h. der Umstand, dass kein Fachhändler vor Ort für die Reparatur verfügbar ist.

Beim Passivhaus, welches eine Großinvestition darstellt, sind die nicht vorhandenen oder zu geringen Förderungen durch die öffentliche Hand (39,2 %) sowie die zu komplizierten Förderrichtlinien (33,3 %) zentral. Darüber hinaus wird auch die trockene Luft im Passivhaus von 33,3 % der befragten Nutzer/innen bemängelt. Bei der thermischen Solaranlage sind es vor allem die technologiebezogenen Faktoren, die als Nachteil empfunden werden. So wird die Abhängigkeit von den Sonnenstunden von 62,1 % der befragten Nutzer/innen als Nachteil gesehen; für fast die Hälfte (49,1 %) stellt die begrenzte Speicherkapazität der Wärme einen nachteiligen Faktor dar. Weiters werden thermische Solaranlagen nur als unterstützendes System eingesetzt, d.h. es wird ohnehin ein klassisches Heizsystem benötigt. Diesen Umstand empfinden 39,7 % der Befragten als Nachteil. Schließlich wird durch eine thermische Solaranlage auch zu wenig Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen geboten (25,0 %; vgl. Tabelle 25).

Tabelle 25: Top-5 Nachteile der innovativen Energietechnologien, Nutzer/innen der Energieinnovation (Mehrfachnennungen)

Rang	*Elektrofahrrad*	*Passivhaus*	*Thermische Solaranlage*
(1)	Hohes Gewicht (72,9 %)	Hohe Errichtungskosten (56,9 %)	Abhängigkeit von den Sonnenstunden (62,1 %)
(2)	Hohe Anschaffungskosten (72,0 %)	Keine Nachteile (41,2 %)	Begrenzte Speicherkapazität der Wärme (49,1 %)
(3)	Hohe Diebstahlgefahr (43,9 %)	Keine oder zu geringe Förderungen durch die öffentliche Hand (39,2 %)	Hohe Anschaffungskosten (44,8 %)
(4)	Zu wenige Ladestationen (39,3 %)	Zu trockene Luft (33,3 %)	Nur unterstützendes System, zusätzlich wird Heizsystem benötigt (39,7 %)
(5)	Kein Fachhändler für Reparatur vor Ort (26,2 %)	Förderrichtlinien zu kompliziert (33,3 %)	Zu wenig Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen (25,0 %)

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

10.2.3 Kaufbereitschaft und Informationsbeschaffung

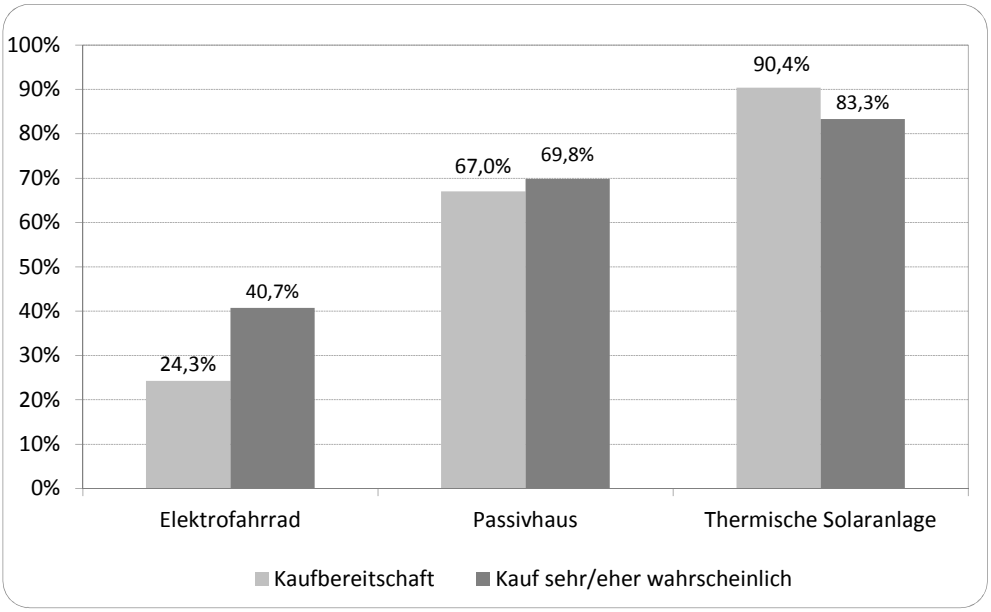
Die betrachteten innovativen Energietechnologien werden von einem geringen Teil der österreichischen Bevölkerung genutzt.[58] Doch wie hoch ist die Kaufbereitschaft unter den potenziellen, zukünftigen Nutzer/innen der Technologien? Die empirischen Ergebnisse zeigen, dass sich rund ein Viertel (24,3 %) der Befragten grundsätzlich vorstellen kann, sich im nächsten Jahr ein Elektrofahrrad anzuschaffen. Darunter halten nur etwa 40,7 % die tatsächliche Anschaffung auch für sehr bis eher wahrscheinlich. Deutlich höher ist die Kaufbereitschaft beim Passivhaus und der thermischen Solaranlage, ein Ergebnis, das jedoch wesentlich dadurch bedingt ist, dass hier nur Eigenheimplaner/innen – also Personen, die in den nächsten zwei Jahren die Errichtung eines Eigenheims planen – befragt wurden. So können sich rund zwei Drittel (67,0 %) der Eigenheimplaner/innen grundsätzlich vorstellen, ein Passivhaus zu errichten; davon ist für 69,8 % die tatsächliche Errichtung eines Passivhauses auch sehr bis eher wahrscheinlich. Noch ausgeprägter ist die Kaufbereitschaft bei der thermischen Solaranlage. Knapp mehr als 90 % der Personen, die in den nächsten zwei Jahren die Errichtung eines Eigenheims planen, können sich die Installation einer thermischen Solaranlage vorstellen. Auch ist bei 83,3 % dieser Haushalte eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine tatsächliche Anschaffung gegeben (vgl. Abbildung 66).

Die maximale Zahlungsbereitschaft für ein Elektrofahrrad liegt bei zwei Drittel der Kaufinteressierten bei höchstens € 1.500; weitere 22,2 % würden zwischen € 1.500 und € 2.000 für ein Elektrofahrrad bezahlen. Höhere Zahlungsbereitschaften wurden nur von 7,4 % der Befragten angegeben. Bei den Eigenheimplaner/innen würden fast drei Viertel (71,2 %) jener mit Installationsabsicht nicht mehr als € 8.000 für eine thermische Solaranlage bezahlen. Beim Passivhaus wurde die maximale Zahlungsbereitschaft als akzeptierter prozentueller Preisaufschlag zu einem konventionell gebauten Haus abgefragt. Die Auswertung zeigt, dass knapp zwei Drittel (64,4 %) der Eigenheimplaner/innen mit der Absicht ein Passivhaus zu errichten, nicht mehr als 15 % Preisaufschlag akzeptieren würden. Die angegebenen ma-

[58] Für weitere Informationen zur Marktentwicklung der betrachteten innovativen Energietechnologien sei auf Kapitel 1 verwiesen.

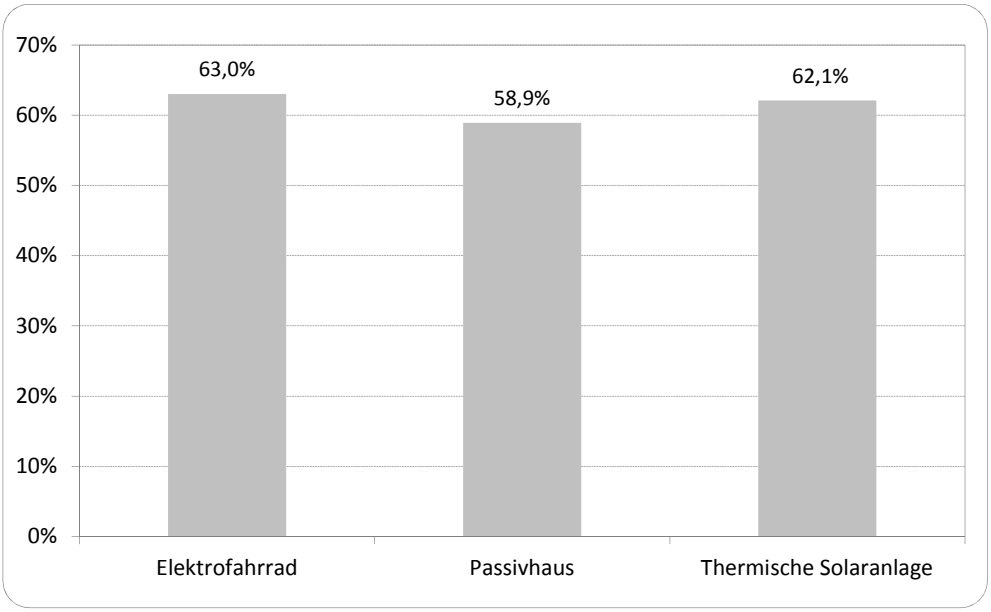
ximalen Zahlungsbereitschaften liegen bei allen betrachteten Produkten im Bereich der tatsächlichen Marktpreise für die innovativen Energietechnologien.

Abbildung 66: Grundsätzliche Kaufbereitschaft und Wahrscheinlichkeit für die Anschaffung



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Abbildung 67: Anteil jener mit Kaufbereitschaft, die sich bereits aktiv über das Produkt informiert haben



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Unter den Personen mit einer grundsätzlichen Kaufbereitschaft, hat sich ein signifikanter Anteil bereits aktiv über das jeweilige Produkt bzw. die Energieinnovation informiert. Die Werte variieren dabei nur geringfügig nach den Technologien und liegen zwischen rund 59 % beim Passivhaus und 63 % beim Elektrofahrrad (vgl. Abbildung 67). Die Tatsache, dass sich jemand aktiv über das Produkt informiert, hängt auch positiv mit der Wahrschein-

lichkeit für eine tatsächliche Anschaffung zusammen. D.h. je mehr Information bereits eingeholt wurde, desto konkreter ist das Interesse und desto höher die Chance für einen tatsächlichen Kauf.

Die Frage nach den Informationsbeschaffungskanälen wird in Tabelle 26 beantwortet, welche die wesentlichen Informationsquellen der zukünftigen Nutzer/innen sowie der Besitzer/innen der Technologien darstellt. Ein klarer Fokus liegt hier auf den Anbietern, Händlern und Fachgeschäften. 61,3 % der Besitzer/innen bzw. zukünftigen Nutzer/innen haben sich bei einem Händler oder Fachgeschäft über Elektrofahrräder informiert. Ähnlich hoch ist der Anteil bei den thermischen Solaranlagen; hier haben 63,7 % der bestehenden Nutzer/innen bzw. Eigenheimplaner/innen mit Kaufbereitschaft ihre Informationen bei einem Anbieter oder Installateur eingeholt. Weniger wichtig sind die Anbieter beim Passivhaus; hier haben sich nur 45,7 % bei Anbietern, Bauunternehmen, Installateuren oder in Musterhausparks informiert. Darüber hinaus spielen auch Massenmedien wie Prospekte, Broschüren oder das Internet eine zentrale Rolle als Informationsbeschaffungskanäle, wobei deren Bedeutung beim Passivhaus am größten ist. Bei größeren Investitionen (Passivhaus/Solarthermie) stehen Ausstellungen und Messen an der Spitze der Top-5 Informationsbeschaffungskanäle. Das soziale Umfeld ist als Informationsquelle vor allem beim Elektrofahrrad (32,3 %) und der thermischen Solaranlage (42,0 %) von Relevanz (vgl. Tabelle 26). Dieses Ergebnis steht in Einklang mit den wesentlichen Informationsverbreitungskanälen, also jenen Quellen, über die die ausgewählten Energieinnovationen bekannt werden (vgl. hierzu Tabelle 22 in Abschnitt 10.2.1).

Tabelle 26: Top-5 Informationsbeschaffungskanäle für die innovativen Energietechnologien, Nutzer/innen und zukünftige Nutzer/innen der Energieinnovationen (Mehrfachnennungen)

Rang	*Elektrofahrrad*	*Passivhaus*	*Thermische Solaranlage*
(1)	Händler/Fachgeschäfte (61,3 %)	Ausstellungen/Messen (59,6 %)	Anbieter/Installateure (63,7 %)
(2)	Internet (43,5 %)	Prospekte/Broschüren (55,3 %)	Ausstellungen/Messen (42,7 %)
(3)	Soziales Umfeld (32,3 %)	Internet (53,2 %)	Soziales Umfeld (42,0 %)
(4)	Prospekte/Broschüren (26,6 %)	Fachzeitschriften (52,1 %)	Prospekte/Broschüren (39,5 %)
(5)	Ausstellungen/Messen (18,5 %)	Anbieter/Bauunternehmen (45,7 %)	Internet (29,3 %)

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

10.2.4 Relevante Faktoren für die zukünftige Adoption der Technologie und Gründe für den Nicht-Besitz

Bei der bevorstehenden Entscheidung potenzieller Nutzer/innen sich die jeweilige Energieinnovation anzuschaffen, spielt der Preis eine zentrale Rolle. D.h. die Anschaffungskosten werden signifikant in die Überlegungen miteinbezogen. Darüber hinaus spielen öffentliche Förderungen für die Verbreitung von Elektrofahrrädern eine entscheidende Rolle; 77,8 % der potenziellen zukünftigen Nutzer/innen gaben an, dass die Verfügbarkeit staatlicher Förderungen einen wesentlichen Faktor für die Adoption der Technologie darstellt. Auch beim Passivhaus gaben 91,6 % der Befragten an, dass die Förderung sehr bis eher wichtig ist

(Platz 6 in der Rangfolge der Adoptionsfaktoren), bei der Solarthermie 86,4 % (Rang 8). Darüber hinaus zählen die vorteilhaften Eigenschaften der jeweiligen Energieinnovation zu den Top-Faktoren für die zukünftige Adoption der Technologien. Beim Elektrofahrrad werden darunter der hohe Fahrspaß sowie die Möglichkeit weitere und/oder steilere Distanzen zurückzulegen angeführt. Beim Passivhaus und der solarthermischen Anlage sind es vor allem die niedrigen Energiekosten und die damit einhergehenden Kosteneinsparungen, die Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen und der Komfort, der mit einer Adoption der Technologie verbunden ist. Bei der Solarthermie fällt darüber hinaus die Verfügbarkeit eines gut ausgebildeten Unterstützungs- und Wartungsnetzwerkes vor Ort (für 92,4 % sehr bis eher wichtig) in die Rangfolge der Top-5 Adoptionsfaktoren (vgl. Tabelle 27). Beim Passivhaus steht dieser Faktor an achter Stelle, mit einem Anteil von 78,2 % der Befragten, die ein entsprechendes Unterstützungsnetzwerk vor Ort sehr bis eher wichtig finden. Dieses Ergebnis deutet darauf hin, dass die Verfügbarkeit qualifizierter „Change Agents“ wesentlichen Einfluss auf die Verbreitung innovativer Energietechnologien hat.

Tabelle 27: Top-5 Faktoren für die Adoption der Technologie (Anteil sehr/eher wichtig), zukünftige Nutzer/innen der Energieinnovation

Rang	*Elektrofahrrad*	*Passivhaus*	*Thermische Solaranlage*
(1)	Erleichterung im Alltag (100,0 %)	Errichtungskosten (97,3 %)	Niedrige Energiekosten, Kosteneinsparung (96,9 %)
(2)	Anschaffungskosten, Preis (96,3 %)	Niedrige Energiekosten (97,3 %)	Anschaffungskosten, Preis (94,0 %)
(3)	Hoher Fahrspaß (96,3 %)	Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen (95,9 %)	Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen (92,5 %)
(4)	Möglichkeit für weitere/steilere Distanzen (85,2 %)	Beitrag zum Umweltschutz (94,5 %)	Gut ausgebildetes Unterstützungs- und Wartungsnetzwerk (92,4 %)
(5)	Förderung durch die öffentliche Hand (77,8 %)	Hoher Wohnkomfort und Behaglichkeit (93,2 %)	Hoher Komfort, für WW nicht heizen (89,4 %)

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Als wesentliche Gründe für den Nicht-Besitz bzw. die Nicht-Kaufbereitschaft der innovativen Energietechnologien haben sich der hohe Preis bzw. die hohen Anschaffungskosten sowie technologiespezifische Faktoren gezeigt. Die hohen Anschaffungskosten spielen beim Elektrofahrrad (60,7 %) und der thermischen Solaranlage (61,4 %) eine wichtigere Rolle als beim Passivhaus, wo die hohen Errichtungskosten nur von 27,6 % der Befragten als ausschlaggebender Grund für den Nicht-Besitz bzw. die fehlende Kaufbereitschaft angegeben wurden.[59] Beim Elektrofahrrad zählen – neben dem hohen Preis – das fehlende Interesse an der Technologie (für Freizeitaktivitäten Verwendung eines „normalen“ Fahrrads) sowie die Nicht-

[59] Jene Personen, welche die hohen Anschaffungs-/Errichtungskosten als Grund für den Nicht-Besitz bzw. die Nicht-Kaufbereitschaft der innovativen Energietechnologien angegeben haben, wurden nach dem Preise gefragt, bei dem sie einen Kauf noch akzeptieren würden. Bei 58,8 % der Befragten würde die Anschaffung eines Elektrofahrrads in Frage kommen, wenn dieses nicht mehr als € 1.000 Euro kosten würde. Bei der thermischen Solaranlage liegt dieser Reservationspreis bei € 4.000; 51,9 % hätten die Installation einer Thermischen Solaranlage in Erwägung gezogen, wenn die Kosten dafür nicht mehr als € 4.000 betragen würden. Schließlich würden rund 63,4 % der Befragten, welche die hohen Errichtungskosten als Grund für den Nicht-Besitz bzw. die Nicht-Bereitschaft ein Passivhaus zu bauen angegeben haben, die Errichtung in Betracht ziehen, wenn die Mehrkosten im Vergleich zu einem konventionell gebauten Haus nicht mehr als 10 % ausmachen würden.

Einsetzbarkeit für den Weg zum Arbeits-/Ausbildungsplatz und als Ersatz für den PKW zu den Top-Gründen für den Nicht-Besitz. Weitere hemmende Faktoren sind auch das hohe Gewicht des Elektrofahrrads sowie die hohe Diebstahlgefahr auf Grund nicht adäquater Einstellmöglichkeiten. Beim Passivhaus zählen die Einschränkung der Handlungsautonomie (z.B. Fenster nicht öffnen zu können), das optisch wenig ansprechende Erscheinungsbild sowie das Fehlen von Heizkörpern und das damit verbundene Unbehagen zu den wesentlichen Hemmnissen für die Verbreitung der Technologie. Auch bei der Solarthermie spielen technologiebezogene Faktoren eine zentrale Rolle. So gaben 34,8 % der Befragen die Tatsache, dass eine thermische Solaranlage nur als heizungsunterstützendes System eingesetzt werden kann, als Grund für den Nicht-Besitz bzw. das fehlende Interesse an einer zukünftigen Adoption der Technologie ist. Darüber hinaus sehen die Befragten ein zu geringes Kosteneinsparungspotenzial; auch die Abhängigkeit von den Sonnenstunden wird als problematisch angesehen. Schließlich zählen bei der Solarthermie auch das generelle Fehlen bzw. die zu geringen Förderungen durch die öffentliche Hand zu den zentralen Beweggründen, die Technologie nicht zu nutzen (vgl. Tabelle 28).

Tabelle 28: Top-5 Gründe für den Nicht-Besitz bzw. die Nicht-Kaufbereitschaft der innovativen Energietechnologien (Mehrfachnennungen)

Rang	*Elektrofahrrad*	*Passivhaus*	*Thermische Solaranlage*
(1)	Für Freizeitaktivitäten lieber ein "normales" Fahrrad (76,2 %)	Passivhausbauweise noch nicht verbreitet (50,7 %)	Hohe Anschaffungskosten (61,4 %)
(2)	Hohe Anschaffungskosten (60,7 %)	Einschränkung der Handlungsfreiheit (31,6 %)	Nur unterstützendes System, zusätzlich wird Heizsystem benötigt (34,8 %)
(3)	Keine Option für den Weg zum Arbeits-/Ausbildungsplatz (39,3 %)	Hohe Errichtungskosten (27,6 %)	Zu geringes Kosteneinsparungspotenzial (31,1 %)
(4)	Keine Option als Ersatz für den PKW (38,1 %)	Optisches Erscheinungsbild (19,1 %)	Abhängigkeit von den Sonnenstunden (29,5 %)
(5)	Hohes Gewicht/hohe Diebstahlgefahr (je 25,0 %)	Fehlen von Heizkörpern, Unbehagen (10,5 %)	Keine oder zu geringe Förderungen (25,0 %)

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

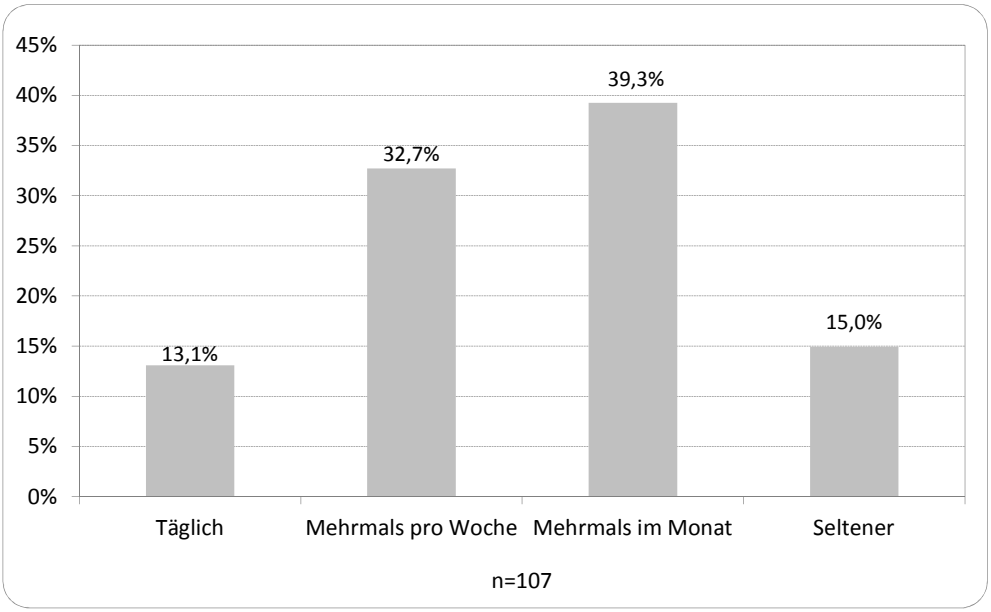
10.2.5 Elektrofahrrad: Eigenschaften der Nutzung

Im Rahmen der empirischen Erhebung wurden insgesamt 107 E-Bike-Besitzer/innen hinsichtlich ihrer Nutzungseigenschaften befragt. Ausgewählte Aspekte wie die Zufriedenheit mit der Energieinnovation oder die Weiterempfehlung an das soziale Umfeld wurden – im Vergleich mit den anderen innovativen Energietechnologien – bereits in den vorangegangenen Abschnitten behandelt. Allerdings beinhaltete der produktspezifische Fragenblock auch Gesichtspunkte technologiebezogener Eigenschaften, die getrennt von den anderen Technologien betrachtet werden mussten.

Im Teilsample der Elektrofahrrad-Besitzer/innen findet sich nur ein geringer Anteil (4,7 %) so genannter „Early Adopter“, die das Produkt schon seit mehr als fünf Jahren nutzen. Der Großteil (61,7 %) der befragten Nutzer/innen, besitzt das Elektrofahrrad erst seit maximal zwei Jahren. Die Häufigkeit der Benutzung wird in Abbildung 68 dargestellt. Bei mehr als der

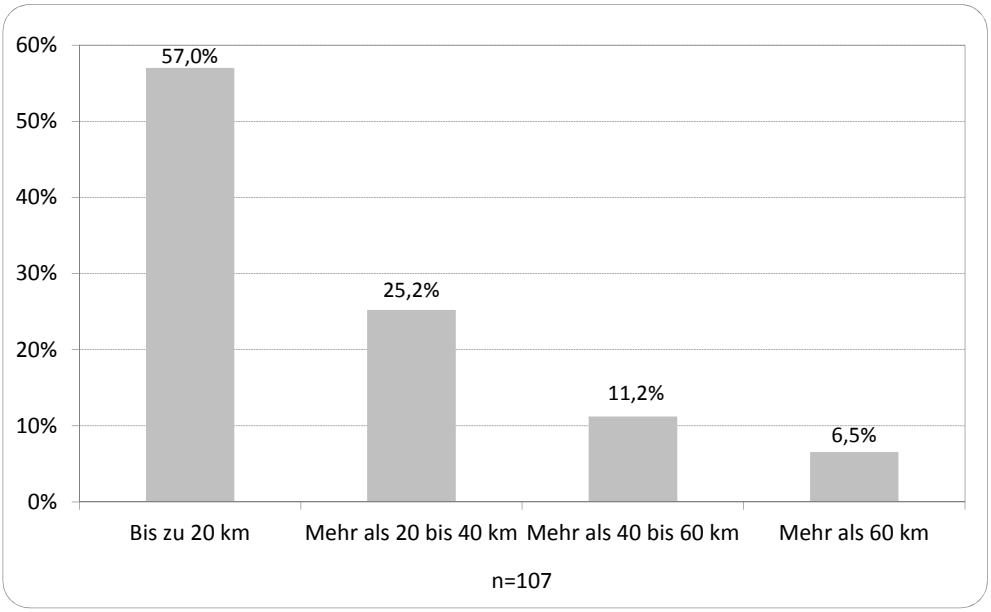
Hälfte der Nutzer/innen (54,3 %) kommt das Elektrofahrrad lediglich mehrmals im Monat oder seltener zum Einsatz. Rund ein Drittel (32,7 %) nutzt das E-Bike mehrmals in der Woche, zum täglichen Einsatz kommt es nur in 13,1 % der befragten Haushalte. Diesem Ergebnis entsprechend ist auch die Anzahl der mit dem Elektrofahrrad wöchentlich zurückgelegten Kilometer eher gering. Deutlich mehr als die Hälfte (57,0 %) der befragten E-Bike-Besitzer/innen legen pro Woche weniger als 20 km zurück, rund ein Viertel (25,2 %) zwischen 20 km und 40 km. Der Nutzer/innen-Anteil, der mehr als 40 km pro Woche mit dem E-Bike zurücklegt, ist mit 17,7 % vergleichsweise gering (vgl. Abbildung 69).

Abbildung 68: Häufigkeit der Benutzung des Elektrofahrrads



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Abbildung 69: Wöchentlich zurückgelegte Kilometer mit dem Elektrofahrrad



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

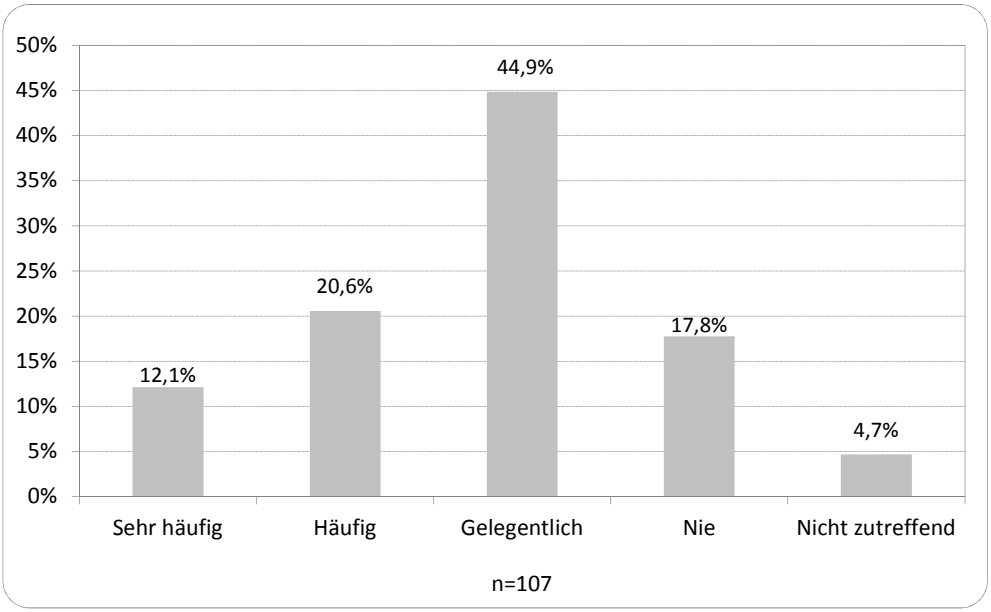
Eingesetzt wird das Elektrofahrrad von den Nutzer/innen hauptsächlich für Freizeitaktivitäten wie beispielsweise Fahrradtouren etc. (72,0 %). Nur 11,2 % der Befragten nutzen ihr E-Bike für den Weg zum Arbeits- oder Ausbildungsplatz (beruflicher Zweck). 16,8 % gaben an, dass sie das Elektrofahrrad sowohl für berufliche, als auch Freizeitzwecke nutzen (vgl. Tabelle 29). Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass das Elektrofahrrad vorwiegend ein Life-Style-Produkt darstellt. Folglich wird das Elektrofahrrad auch nur gelegentlich als Ersatz für den PKW genutzt. Lediglich 12,1 % bzw. 20,6 % der befragten Nutzer/innen verwenden ihr Elektrofahrrad sehr häufig bzw. häufig statt dem PKW. Erstere sind im Wesentlichen jene, die das Elektrofahrrad auch hauptsächlich für den Weg zum Arbeitsplatz nutzen. Bei 17,8 % der Befragten wird das E-Bike überhaupt nie als Autoersatz verwendet (vgl. Abbildung 70). Positive Auswirkungen auf die Umwelt können beim Einsatz eines Elektrofahrrads aber nur entfaltet werden, wenn es als Ersatz für ein mit fossilen Brennstoffen betriebenes Fahrzeug eingesetzt wird, weshalb der Umweltnutzen dieser Energieinnovation in Frage gestellt werden kann.

Tabelle 29: Verwendungszweck des Elektrofahrrads

Zweck	*absolut*	*in %*
Hauptsächlich berufliche Zwecke	12	11,2%
Hauptsächlich Freizeitaktivitäten	77	72,0%
Beides	18	16,8%
Gesamt	**107**	**100,0%**

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Abbildung 70: Nutzung des Elektrofahrrads als Ersatz für den PKW



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

10.2.6 Thermische Solaranlage: Eigenschaften der Nutzung

Analog zum Elektrofahrrad wurden auch im Innovationsfeld Solarthermie spezielle Fragen zur Nutzung der thermischen Solaranlage gestellt, die im Rahmen der produktvergleichenden Analyse nicht integriert werden konnten und im Folgenden daher gesondert ausgewertet werden. Im Teilsample der Solarthermie-Nutzer/innen findet sich ein relativ hoher Anteil so genannter Early Adopter. Fast ein Drittel (32,7 %) der Befragten nutzt die solarthermische Anlage schon seit mehr als zehn Jahren. Demgegenüber ist bei 20,7 % eine relativ kurze Nutzungsdauer von höchstens drei Jahren gegeben. Rund die Hälfte (46,5 %) nutzt die thermische Solaranlage seit mehr als drei bis maximal zehn Jahren.

Bei der Art der Installation zeigt sich ein klarer Fokus auf den nachträglichen Einbau. So wurde bei 61,2 % der befragten Nutzer/innen die thermische Solaranlage an einem bestehenden Haus im Nachhinein installiert. Bei einem Drittel (32,8 %) wurde die Solarthermie-Anlage im Zuge eines Neubaus eingebaut. Mehr als die Hälfte der befragten Haushalte (55,2 %) gab zudem an, dass die Installation durch einen qualifizierten Anbieter bzw. Installateur erfolgte. Die Installation an einem Passivhaus spielt im betrachteten Sample nur eine untergeordnete Rolle, da sich unter den Befragten nur wenige Passivhausbesitzer/innen befinden (vgl. Tabelle 30).

Tabelle 30: Art der Installation der thermischen Solaranlage (Mehrfachnennungen)

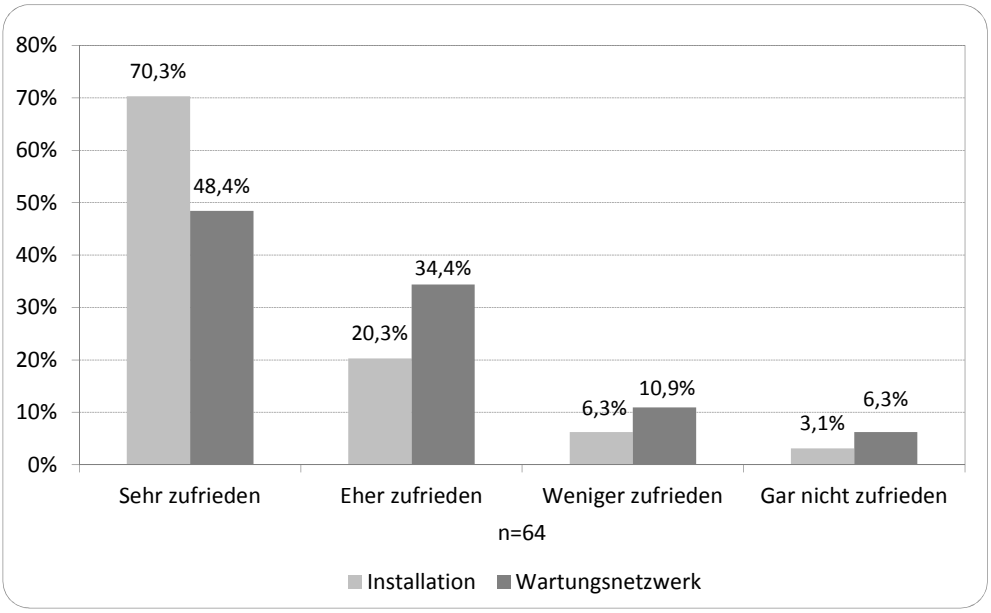
Installation	*absolut*	*in % d. Befragten*
Im Zuge eines Neubaus installiert.	38	32,8%
An einem Passivhaus installiert.	5	4,3%
An einem bestehenden Haus nachträglich installiert.	71	61,2%
Von einem qualifizierten Anbieter/Installateur installiert.	64	55,2%
Weiß nicht wie und/oder von wem installiert.	2	1,7%
Gesamt Nennungen	**180**	**155,2%**
Gesamt Befragte	**116**	**-**

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Die grundsätzliche Zufriedenheit mit dem Produkt wurde bereits in Abschnitt 10.2.2 erläutert. Im Teilsample der Solarthermie-Nutzer/innen wurde jedoch zusätzlich die Zufriedenheit mit der Installation und dem Wartungsnetzwerk abgefragt.[60] Rund 70,3 % der Befragten sind mit dem Installateur, der ihre thermische Solareinlage eingesetzt hat, sehr zufrieden; weitere 20,3 % sind eher zufrieden. Die Unzufriedenheitsrate liegt demgegenüber bei insgesamt 9,4 %, wobei 6,3 % weniger und 3,1 % gar nicht zufrieden sind. Vergleichsweise schlechter fällt das Ergebnis für die Zufriedenheit mit dem verfügbaren Wartungsnetzwerk vor Ort aus. Hier sind nur 48,4 % sehr zufrieden; der Anteil der eher Zufriedenen beträgt 34,4 %. Unzufriedenheit mit dem Wartungsnetzwerk ist dagegen bei 17,2 % der befragten Nutzer/innen gegeben (vgl. Abbildung 71).

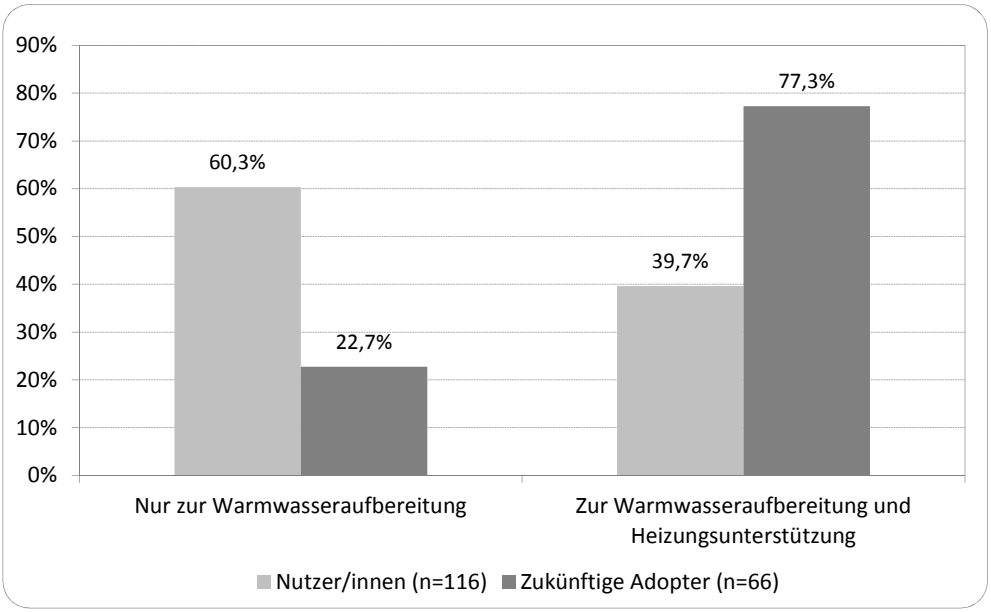
[60] Hier wurden nur jene Proband/innen befragt, die bei der Art der Installation auf den Einbau durch einen qualifizierten Anbieter bzw. Installateur verwiesen haben.

Abbildung 71: Zufriedenheit mit dem Installateur der thermischen Solaranlage und dem verfügbaren Wartungsnetzwerk



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Abbildung 72: Verwendungszweck der thermischen Solaranlage



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Beim Verwendungszweck der thermischen Solaranlage zeigt sich ein deutliches Ergebnis. 60,3 % der befragten Besitzer/innen nutzen ihre Solarthermie-Anlage nur zur Warmwasseraufbereitung; die verbleibenden 39,7 % setzen ihre Anlage sowohl zur Warmwasseraufbereitung als auch Heizungsunterstützung ein.[61] Fragt man hingegen die zukünftigen Adopter der

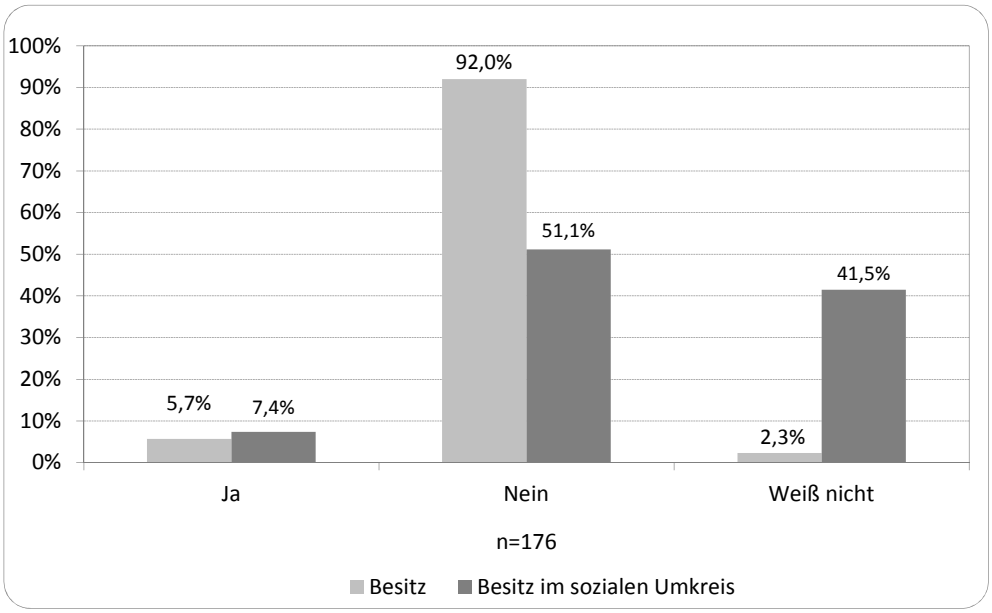
[61] Die Tatsache, dass die thermische Solaranlage zusätzlich zu einer konventionellen Heizung nur als unterstützendes System eingesetzt werden kann wird auch als wesentlicher Nachteil der innovativen Energietechnologie gesehen (vgl. hierzu Tabelle 25 in Abschnitt 10.2.2).

innovativen Energietechnologie (Eigenheimplaner/innen), die sich die Installation einer thermischen Solaranlage an ihrem zukünftigen Eigenheim vorstellen können, zu welchem Zweck sie diese gerne benutzen würden, so zeigt sich ein deutlich abweichendes Ergebnis. Die Erwartungshaltung hinsichtlich des Nutzungszwecks fokussiert auf die Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung. Demnach planen mehr als drei Viertel (77,3 %) der potenziellen, zukünftigen Nutzer/innen ihre Anlage sowohl für die Aufbereitung von Warmwasser als auch zu Heizzwecken einzusetzen. Nur 22,7 % gaben beim zukünftigen Verwendungszweck die alleinige Warmwasseraufbereitung an (vgl. Abbildung 72). Dieses Ergebnis zeigt, dass die Erwartungshaltungen hinsichtlich des zukünftigen Einsatzzweckes deutlich von der Art der tatsächlichen Nutzung abweichen.

10.2.7 Smart Meter: Sonderauswertung

Einen Spezialfall unter den betrachteten innovativen Energietechnologien stellen die Smart Meter dar, weshalb für diesen Bereich eine gesonderte Auswertung erfolgt. Über die Anschaffung eines Smart Meters kann nicht – wie beim Elektrofahrrad, dem Passivhaus oder der thermischen Solaranlage – frei durch den Kunden entschieden werden, da die Installation von digitalen Stromzählern per gesetzlicher Verordnung geregelt ist (vgl. hierzu auch Abschnitt 5.3).

Abbildung 73: Besitz eines Smart Meters im Haushalt sowie im sozialen Umkreis



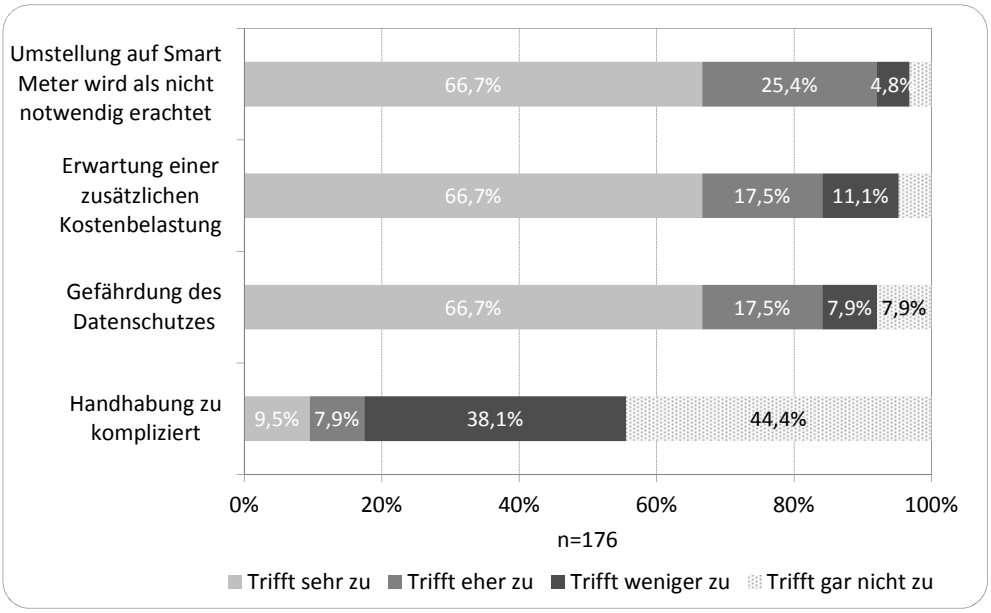
Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Die Bekanntheit der Smart Meter Technologie wurde bereits in Abschnitt 10.2.1 erläutert und ist – im Vergleich zu den anderen betrachteten Energieinnovationen – vergleichsweise gering. 57,9 % haben zwar schon einmal vom Smart Meter gehört, jedoch verfügen nur 5,7 %

der befragten Haushalte über diese Technologie.[62] Auch der Besitz im sozialen Umkreis ist nur bei 7,4 % der Haushalte gegeben. Hier herrscht allerdings – insbesondere auf Grund der Nicht-Sichtbarkeit der Technologie und der unzureichenden Thematisierung im gesellschaftlichen Leben – auch eine hohe Unwissenheit; d.h. 41,5 % der befragten Haushalte können keine Aussage darüber treffen, ob es in ihrem Verwandten-, Freundes-, oder Bekanntenkreis Haushalte gibt, die bereits über einen Smart Meter verfügen (vgl. Abbildung 73).

Ähnlich zur Kaufbereitschaft beim Elektrofahrrad, dem Passivhaus und der thermischen Solaranlage wurde unter jenen Befragten, die derzeit noch keinen Smart Meter besitzen, die Befürwortung der Installation abgefragt. Das Ergebnis zeigt, dass rund 62,0 % der Befragten die Installation eines Smart Meters für ihren Haushalt unterstützen. Die restlichen 38,0 % würden von der Opt-Out-Regelung Gebrauch machen.[63] Als Hauptgrund für die Ablehnung der Installation konnte der Umstand, dass die Umstellung auf elektronische Stromzähler von den Kund/innen als nicht notwendig erachtet wird, identifiziert werden. Darüber hinaus erwarten 84,2 % der Befragten durch die Umstellung auf Smart Meter eine zusätzliche Kostenbelastung. Ein weiterer wichtiger Ablehnungsgrund ist die Gefährdung des Datenschutzes; so sehen 84,2 % der befragten Haushalte durch den intelligenten, elektronischen Stromzähler den Datenschutz gefährdet. Die zu komplizierte Handhabung des Gerätes wurde nur von 17,4 % der Befragten als sehr bis eher wichtiger Grund für die Ablehnung angegeben (vgl. Abbildung 74).

Abbildung 74: Gründe für die Nicht-Befürwortung der Installation eines Smart Meters

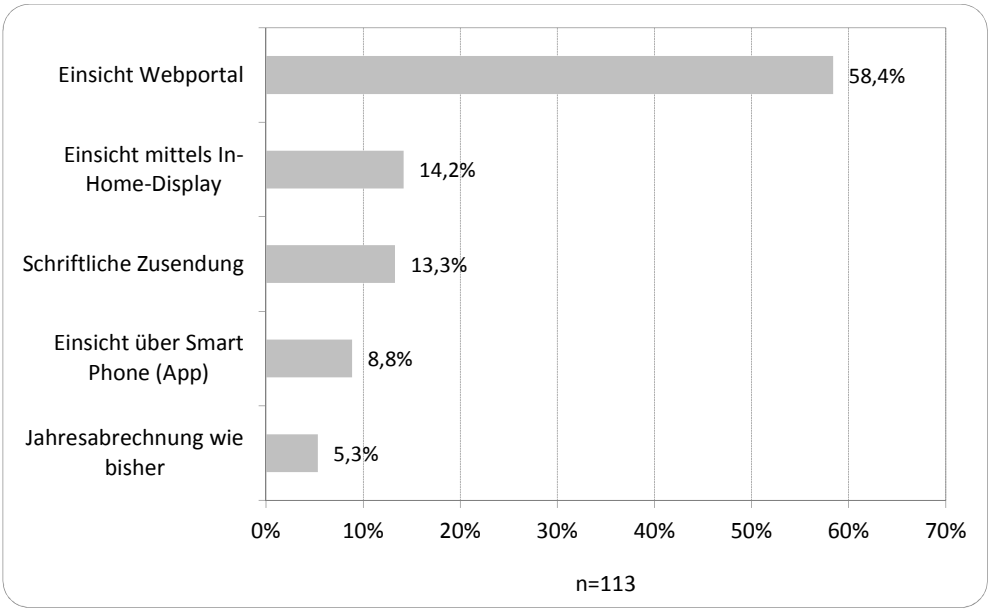


Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

[62] Alternativ zu den übrigen Befragungen wurde die Besitzquote beim Smart Meter nicht im Screening der Befragung gesteuert.
[63] Im Rahmen der Opt-Out-Regelung hat jeder (Energie)Kunde das Recht, die Installation eines Smart Meters abzulehnen. Diese Möglichkeit wurde gesetzlich geregelt und verzögert die geforderte Einführung intelligenter Stromzähler (vgl. Industriemagazin, 2014, online; BGBL, 2010:§§ 83ff).

Grundsätzlich ermöglicht die Installation von Smart Metern im Bereich Strom eine umfassende Darstellung von Informationen hinsichtlich des Stromverbrauchs. So könnten Haushalte, welche die Installation eines intelligenten Stromzählers befürworten, detaillierte Informationen über ihren Stromverbrauch erhalten. Bei den Möglichkeiten zur Bereitstellung dieser Informationen zeigt sich eine klare Präferenz (58,4 %) für die Einsicht in Energieverbrauchsdaten über ein Webportal. An zweiter Stelle der bevorzugten Informationsbereitstellungsmöglichkeiten steht die Datenaufbereitung mittels In-Home-Display (14,2 %), gefolgt von der schriftlichen Zusendung der detaillierten Energieverbrauchsdaten (13,3 %). Neuere Medien wie die Einsicht über ein Smart-Phone-App sowie die Bereitstellung mittels einer Jahresabrechnung – wie bisher – spielen nur eine untergeordnete Rolle (vgl. Abbildung 75).

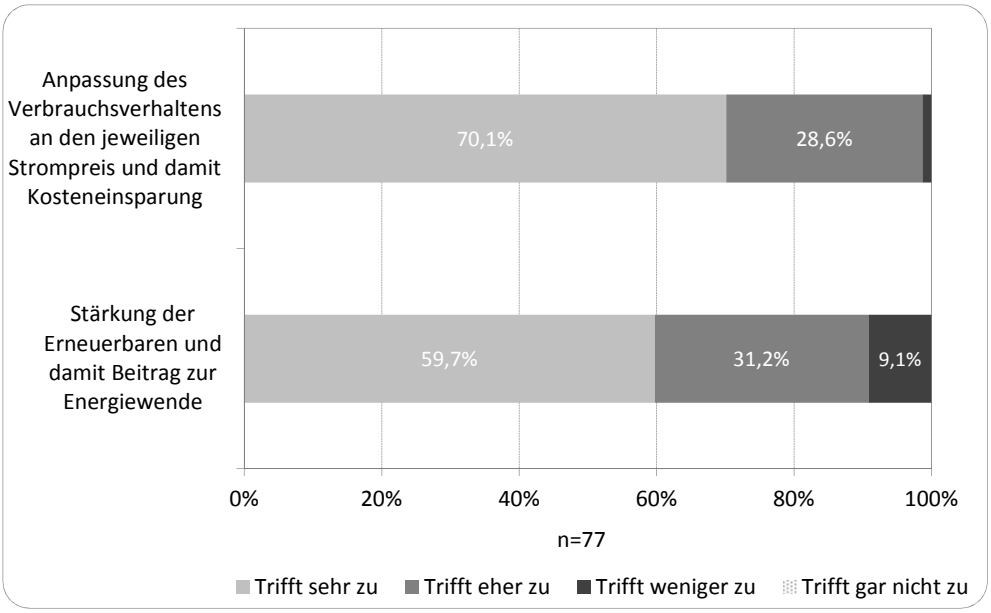
Abbildung 75: Bevorzugte Möglichkeiten der Informationsbereitstellung detaillierter Energieverbrauchsdaten



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Neben der Bereitstellung detaillierter Energieverbrauchsdaten ermöglicht die Installation eines Smart Meters auch die Inanspruchnahme zeitabhängiger Stromtarife, die vom Energielieferanten angeboten werden. Das bedeutet, dass in Zeiten einer niedrigeren Stromnachfrage (z.B. Wochenende, spät abends) von einem günstigeren Strompreis profitiert werden könnte, während in Zeiten einer hohen Nachfrage (z.B. mittags, früher Abend) ein höherer Strompreis bezahlt werden müsste. Das Interesse an solchen zeitabhängigen Stromtarifen ist bei den befragten Haushalten zu mehr als zwei Drittel (68,1 %) gegeben. Hauptmotiv für dieses Interesse sind Kosteneinsparungen, die aus einer Anpassung des Verbrauchsverhaltens an den jeweiligen Strompreis resultieren. Darüber hinaus sehen 90,9 % der befragten Haushalte durch die Nutzung zeitabhängiger Stromtarife eine Möglichkeit, die erneuerbaren Energien zu stärken und damit einen Beitrag zur Energiewende zu leisten (vgl. Abbildung 76).

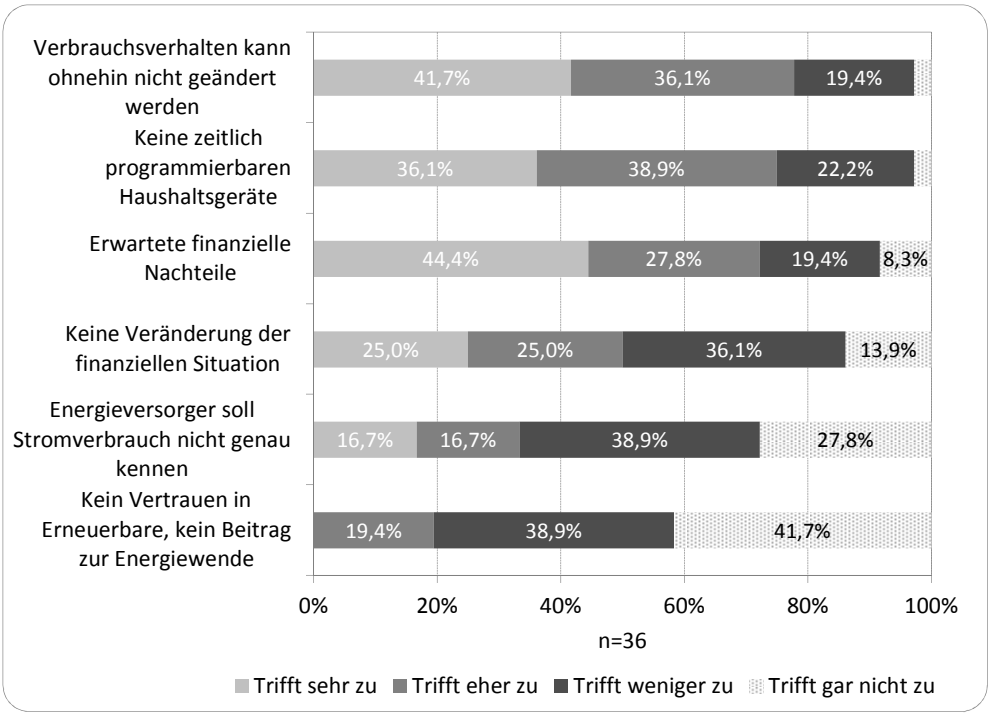
Abbildung 76: Motive für das Interesse an einem zeitabhängigen Stromtarif



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Fast ein Drittel (31,9 %) der befragten Haushalte, welche die Installation eines Smart Meters befürworten, zeigt keinerlei Interesse an der Nutzung zeitabhängiger Stromtarife. Als Hauptgrund für das vorhandene Desinteresse wurde von 77,8 % der Befragten der Umstand angeführt, dass das Verbrauchsverhalten (z.B. Wäschewaschen, wenn der Strom billig ist) auf Grund persönlicher Gegebenheiten/Tagesabläufe (z.B. Arbeitszeiten) ohnehin nicht geändert werden kann. Darüber hinaus fördern programmierbare (Haushalts)Geräte die Ausschöpfung von Kosteneinsparungspotenzialen durch zeitabhängige Stromtarife. Drei Viertel der Befragten besitzen solche Geräte nicht und zeigen daher auch kein Interesse an einem zeitabhängigen Stromtarif. Erwartete finanzielle Nachteile sind für 72,2 % der befragten Haushalte ein sehr bis eher wichtiger Grund für das vorhandene Desinteresse. Die Hälfte der Befragten erwartet durch einen zeitabhängigen Stromtarif keine Veränderung der finanziellen Situation. Ein nachrangiger Beweggrund ist demgegenüber das Bedürfnis, dass der Energieversorger den Stromverbrauch nicht so genau kennen soll; für ein Drittel der befragten Haushalte trifft dies sehr oder eher zu. Nur 19,4 % der Befragten gaben das fehlende Vertrauen in erneuerbare Energien und den unzureichenden Beitrag dieser zur Energiewende als sehr bis eher wichtiges Motiv für das Desinteresse an zeitabhängigen Stromtarifen an (vgl. Abbildung 77).

Abbildung 77: Gründe für das Desinteresse an einem zeitabhängigen Stromtarif



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

10.3 Statistische Zusammenhangsanalyse

Auf Basis von Kontingenztafelanalysen wurden im Rahmen der vorliegenden Untersuchung statistische Zusammenhänge zwischen dem Besitz bzw. der Nutzung der jeweiligen innovativen Technologie und ausgewählten beeinflussenden Faktoren identifiziert. Im Speziellen wurden Teilgesamtheiten der jeweiligen produktspezifischen Subsamples in Hinblick auf die Besitzrate der entsprechenden Energieinnovation miteinander verglichen und – auf Basis statistischer Zusammenhangsmaße sowie einem χ^2-Test – Aussagen zur Stärke des Zusammenhangs sowie zur statistischen Signifikanz der identifizierten Unterschiede getroffen.[64] Neben individuellen Faktoren, welche das Umweltbewusstsein, die Neigung zu Energiesparen und Energieeffizienz sowie den Hang zu technologischen Neuerungen beschreiben, wurden im Rahmen der statistischen Zusammenhangsanalyse auch sozio-ökonomische Charakteristika wie Alter, Bildungsniveau, Einkommen oder die Struktur der Wohnumgebung berücksichtigt.

10.3.1 Ergebnisse Elektrofahrrad

Die Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse für das Elektrofahrrad sind in Tabelle 31 zu finden. Wie die Auswertung zeigt, konnten in diesem Innovationsfeld eine Reihe statistisch signifikanter Zusammenhänge hinsichtlich des Besitzes der Energieinnovation

[64] Für weiterführende Informationen zu statistischen Zusammenhangsmaßen wie *Cramers V* und Kontingenztafelanalyse sei auf Quatember (2014:63ff) verwiesen.

identifiziert werden. Die statistischen Interaktionen sind dabei – gemäß den Interpretationsregeln für die Kennzahl *Cramers V* (vgl. Quatember, 2014:68) schwach bis mittel und zumindest auf dem 10 %-Niveau statistisch signifikant. Wichtige Determinanten des Besitzes sind die individuelle Lifestyle-Orientierung, die Affinität für neue Technologien sowie die Innovationsfreude („Early Adopter“) der Individuen. Als lifestyle-orientiert gelten im vorliegenden Sample Personen, die immer eine/r der Ersten sind, die Neues erproben, sehr viel in den Wohnbereich investieren und Spaß daran haben, neue Technologien zu erproben. In dieser Teilgruppe besitzen 55,1 % ein Elektrofahrrad, während in der Vergleichsgruppe nur 41,2 % ein Elektrofahrrad nutzen. Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich für die Technologieaffinität; als technologieaffin werden Personen bezeichnet, denen es Spaß macht, neue Technologien auszuprobieren. Betrachtet man diese Teilgesamtheit der technologieaffinen Personen, so liegt die Besitzrate eines Elektrofahrrads bei 54,5 %; in der Vergleichsgruppe (nicht technologieaffin) besitzen nur 41,4 % ein E-Bike. Deutliche Unterschiede in der Besitzquote gibt es auch hinsichtlich der Innovationsfreude. Early Adopter sind Personen, die immer eine/r der Ersten sind, die Neues erproben. Dies wirkt sich positiv auf den Besitz eines Elektrofahrrads aus, d.h. in der Gruppe der Early Adopter besitzen 61,5 % das Produkt, während dies in der Vergleichsgruppe nur auf 41,5 % zutrifft.

Wesentlichen Einfluss auf den Besitz eines Elektrofahrrads haben auch die persönliche Haltung hinsichtlich Energieeffizienz und umgesetzte Energiesparmaßnahmen. Haushalte, denen Sparsamkeit bzw. Energieeffizienz beim Kauf neuer Geräte wichtig ist, besitzen zu fast zwei Drittel (62,5 %) ein Elektrofahrrad. Ähnlich hoch ist die Besitzrate (69,2 %) unter den Befragten, in deren Haushalt bereits eine Energieberatung durchgeführt wurde, ein Umstand der für hohe Energiesparaffinität spricht. Die individuelle Neigung bezüglich Energiesparen kommt darüber hinaus durch die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen zum Ausdruck. Rund 56,4 % der Haushalte, in denen bereits Maßnahmen zur Einsparung von Energie implementiert wurden, besitzen ein Elektrofahrrad. In der Vergleichsgruppe (keine Energiesparmaßnahmen) sind es hingegen nur 29,7 %. Die Energiesparorientierung eines Haushalts spiegelt sich auch in der Anzahl der vorhandenen Energiesparprodukte (z.B. LED-Beleuchtung, Wasserspar-Armaturen etc.) wider. Ist diese Anzahl überdurchschnittlich hoch (mehr als 4 Energiesparprodukte), so ist auch eine höhere Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Elektrofahrrads gegeben (Besitzrate 77,5 % versus 34,9 % in der Vergleichsgruppe).

Tabelle 31: Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse, Elektrofahrrad

Einflussfaktor	*Ausprägungen*	*Teil-gesamtheit*	*Besitzrate*	*Nicht-Besitzrate*	*Statistischer Zusammen-hang: Cramers V*	*Pearson-χ^2 (p-Wert)*
Lifestyle-Orientierung	1 = Lifestyle-orientierte Person 0 = Nicht lifestyle-orientiert	n = 118 n = 102	55,1 % 41,2 %	44,9 % 58,8 %	0,139	4,236** (0,040)
Technologieaffinität	1 = Technologieaffine Person 0 = Nicht technologieaffin	n = 121 n = 99	54,5 % 41,4 %	45,5 % 58,6 %	0,131	3,758* (0,053)
Early Adopter	1 = Early Adopter Typ 0 = Kein Early Adopter	n = 78 n = 142	61,5 % 41,5 %	38,5 % 58,5 %	0,191	8,053*** (0,005)
Sparsamkeit	1 = Sparsamer Typ 0 = Nicht sparsam	n = 72 n = 148	62,5 % 41,9 %	37,5 % 58,1 %	0,194	8,234*** (0,004)
Energieberatung	1 = Bereits durchgeführt 0 = Noch nicht durchgeführt	n = 52 n = 168	69,2 % 42,3 %	30,8 % 57,7 %	0,229	11,561*** (0,001)
Energiespar-orientierung	1 = Energiesparmaßnahmen umgesetzt 0 = Noch keine umgesetzt	n = 156 n = 64	56,4 % 29,7 %	43,6 % 70,3 %	0,243	12,973*** (0,000)
Energiesparprodukte	1 = Energiesparprodukte > 4 0 = Energiesparprodukte ≤ 4	n = 71 n = 149	77,5 % 34,9 %	22,5 % 65,1 %	0,398	34,875*** (0,000)
Wohnumgebung	1 = Hügelig oder bergig 0 = Flach oder gemischt	n = 106 n = 114	58,5 % 39,5 %	41,5 % 60,5 %	0,190	7,952*** (0,005)
Urbanität	1 = Einwohner > 50.000 0 = Einwohner ≤ 50.000	n = 83 n = 137	33,7 % 57,7 %	66,3 % 42,3 %	0,232	11,847*** (0,001)
Ausbildung	1 = Unter Maturaniveau 2 = Matura 3 = Tertiäre Ausbildung	n = 99 n = 59 n = 62	68,7 % 32,2 % 32,3 %	31,3 % 67,8 % 67,7 %	0,363	28,967*** (0,000)
Alter	1 = Alter > 45 Jahre 0 = Alter ≤ 45 Jahre	n = 118 n = 102	55,9 % 40,2 %	44,1 % 59,8 %	0,157	5,423** (0,020)
Pension	1 = Pensionist/in 0 = Noch keine Pensionist/in	n = 58 n = 162	62,1 % 43,8 %	37,9 % 56,2 %	0,161	5,689** (0,017)
Signifikanz: *** 1 % Niveau ** 5 % Niveau * 10 % Niveau						

Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

Darüber hinaus determiniert auch die Struktur der Wohnumgebung die Wahrscheinlichkeit für die Nutzung eines Elektrofahrrads. So besitzen 58,5 % der befragten Haushalte, deren Wohnumgebung als hügelig oder bergig klassifiziert werden kann, ein Elektrofahrrad, während die E-Bike-Besitzrate bei flacher oder gemischter Wohnumgebung nur 39,5 % beträgt. Darüber hinaus dürften sich Elektrofahrräder vor allem im ländlichen Raum verbreiten, wie an Hand des statistischen Zusammenhangs zwischen dem E-Bike-Besitz und Urbanität gezeigt werden kann. In der Subgruppe der Befragten, deren Hauptwohnsitzgemeinde mehr aus 50.000 Einwohner aufweist, liegt die Elektrofahrradbesitzquote bei lediglich einem Drittel (33,7 %), während bei den Haushalten, die in ruralen Gebieten mit höchstens 50.000 Einwohnern leben, deutlich mehr als die Hälfte (57,7 %) ein Elektrofahrrad nutzt.

Des Weiteren besteht zwischen dem Ausbildungsniveau und dem Besitz eines Elektrofahrrads ein negativer Zusammenhang. Während in der Subgruppe der weniger Gebildeten (unter Maturaniveau) 68,7 % ein Elektrofahrrad nutzen, beträgt dieser Anteil bei den Befragten mit Maturaniveau bzw. tertiärer Ausbildung nur rund ein Drittel. Zielgruppe für die innovative Energietechnologie sind vor allem auch ältere Personen; so zeigt sich zwischen dem Alter und der Nutzung ein statistisch signifikanter Zusammenhang. In der Teilgesamtheit der über 45-Jährigen, besitzen 55,9 % ein E-Bike, in der Vergleichsgruppe sind es hingegen nur 40,2 %. Mit diesem Ergebnis in Zusammenhang steht auch die Tatsache, dass Elektrofahrräder eher von Pensionist/innen genutzt werden (Besitzrate Pensionist/innen: 62,1 %, keine Pensionist/innen: 43,8 %).

10.3.2 Ergebnisse Passivhaus

Auch im Subsample „Passivhaus“ wurden statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen der Nutzung der Technologie und relevanten Einflussfaktoren beobachtet. Das Ergebnis dieser statistischen Zusammenhangsanalyse ist in Tabelle 32 zu finden. Wichtiger Einflussfaktor für den Besitz eines Passivhauses ist das Bedürfnis nach Energieautarkie.[65] Energieautarkiebewusste Personen legen besonderen Wert auf die Unabhängigkeit ihrer Energieversorgung und besitzen zu 35,0 % ein Passivhaus. In der Vergleichsgruppe liegt die Besitzquote nur bei 13,3 %. Auch zwischen dem Ökostrombezug (Strom aus erneuerbaren Energiequellen) und dem Passivhaus-Besitz besteht ein signifikanter Zusammenhang. In der Subgruppe der Ökostrombezieher/innen bewohnen 24,8 % ein Passivhaus, im Vergleich zur Gruppe der Nicht-Ökostrombezieher/innen (12,2 %) ein doppelt so hoher Anteil.

[65] Dieses Ergebnis zeigte sich auch in der qualitativen Analyse.

Tabelle 32: Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse, Passivhaus

Einflussfaktor	*Ausprägungen*	*Teil-gesamtheit*	*Besitzrate*	*Nicht-Besitzrate*	*Statistischer Zusammen-hang: Cramers V*	*Pearson-χ^2 (p-Wert)*
Energieautarkie	1 = Energieautarkie wichtig 0 = Nicht wichtig	n = 60 n = 225	35,0 % 13,3 %	65,0 % 86,7 %	0,230	15,135*** (0,000)
Ökostrombezug	1 = Ökostrombezieher/in 0 = Kein(e) Ökostrombezieher/in	n = 129 n = 156	24,8 % 12,2 %	75,2 % 87,8 %	0,164	7,662*** (0,006)
Energiesparinteresse	1 = Energiesparinteressierter Haushalt 0 = Nicht interessiert	n = 147 n = 138	29,3 % 5,8 %	70,7 % 94,2 %	0,306	26,651*** (0,000)
Energiespar-orientierung	1 = Energiesparmaßnahmen umgesetzt 0 = Noch keine Maßnahmen umgesetzt	n = 209 n = 76	23,0 % 3,9 %	77,0 % 96,1 %	0,219	13,722 (0,000)
Early Adopter	1 = Early Adopter Typ 0 = Nicht dieser Typ	n = 158 n = 127	24,7 % 9,4 %	75,3 % 90,6 %	0,198	11,122*** (0,001)
Umwelt-/Energie-bewusstsein	1 = Umwelt-/energiebewusster Typ 0 = Nicht dieser Typ	n = 204 n = 81	20,6 % 11,1 %	79,4 % 88,9 %	0,112	3,544* (0,060)
Kinder	1 = Ja 0 = Nein	n = 180 n = 105	24,4 % 6,7 %	75,6 % 93,3 %	0,224	14,265*** (0,000)
Ausbildung	1 = Unter Maturaniveau 2 = Matura 3 = Tertiäre Ausbildung	n = 99 n = 75 n = 111	7,1 % 20,0 % 26,1 %	92,9 % 80,0 % 73,9 %	0,216	13,240*** (0,001)
Haushaltseinkommen	1 = Einkommen > € 3.000 0 = Einkommen ≤ € 3.000	n = 164 n = 121	22,0 % 12,4 %	78,0 % 87,6 %	0,123	4,326** (0,038)
Ländliches Gebiet	1 = Einwohner ≤ 10.000 0 = Einwohner > 10.000	n = 156 n = 129	25,6 % 8,5 %	74,4 % 91,5 %	0,222	14,076*** (0,000)
Signifikanz: *** 1 % Niveau ** 5 % Niveau * 10 % Niveau						

Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

Passivhausbesitzer/innen weisen zudem ein hohes Interesse an den Themen Energiesparen und Energieeffizienz auf und sind in Hinblick auf umgesetzte Maßnahmen höchst energiesparorientiert. Unter den energiesparinteressierten Haushalten[66] finden sich 29,3 % Passivhausbesitzer/innen, während in der Vergleichsgruppe nur 5,8 % ein Passivhaus bewohnen. Befragte, die in ihrem Haushalt bereits Energiesparmaßnahmen (z.B. Umstieg auf sparsamere Elektrogeräte, Licht sparen etc.) umgesetzt haben, bewohnen zu rund einem Viertel (23,0 %) ein Passivhaus. Wurden noch keine Maßnahmen zur Einsparung von Energie implementiert, so liegt die Besitzquote bei lediglich 3,9 %.[67] Auch der Hang zur Erprobung von neuen Produkten hängt positiv mit dem Besitz eines Passivhauses zusammen. Rund ein Viertel (24,7 %) der Personen, die der Kategorie der „Early Adopter"[68] angehören, besitzen ein Passivhaus. In der Vergleichsgruppe (keine Early Adopter) beträgt dieser Anteil nur 9,4 %. Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich in Hinblick auf das Energie- und Umweltbewusstsein der Haushalte. Ein energie- und umweltbewusstes Individuum ist in seinem/ihrem Handeln sehr umweltbewusst, achtet sehr auf den Energieverbrauch und legt Wert auf Umweltsiegel und -gütezeichen. Dieser Typus besitzt im Vergleich zu den weniger energie- und umweltbewussten Haushalten eher ein Passivhaus (20,6 % versus 11,1 %).

Neben diesen individuellen Faktoren beeinflussen auch die sozio-demografischen Eigenschaften der Haushalte sowie die Struktur der Wohnumgebung den Besitz eines Passivhauses. So wirkt das Vorhandensein von Kindern positiv auf die Nutzung der innovativen Energietechnologie. Rund 24,4 % der Befragten mit Kindern bewohnen ein Passivhaus, unter den kinderlosen Haushalten sind es nur 6,7 %. Dieses Ergebnis dürfte darauf zurückzuführen sein, dass Kinder mehr Nutzfläche in Form eines Eigenheims sowie eine stärkere Kosten- bzw. Energieeinsparnotwendigkeit bedingen. Auch zwischen dem Bildungsniveau und dem Passivhaus-Besitz kann ein statistisch signifikanter Zusammenhang beobachtet werden. Je höher das Ausbildungsniveau, desto höher der Anteil der Passivhausbesitzer/innen. Selbiges gilt auch für das Einkommensniveau: je höher das monatliche Einkommen, desto höher die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Passivhauses. Wie aus Tabelle 32 ersichtlich, beträgt der Anteil der Passivhausbesitzer/innen in der Einkommensgruppe größer € 3.000 rund 22,0 %; Haushalte mit niedrigerem Einkommen (höchstens € 3.000 pro Monat) bewohnen nur zu 12,4 % ein Passivhaus. Schließlich besteht auch zwischen der Struktur der Wohnumgebung und dem Passivhausbesitz ein statistisch signifikanter Zusammenhang. Unter den Haushalten, die ihren Hauptwohnsitz in einer Gemeinde/Stadt mit höchstens 10.000 Einwohner/innen haben, besitzt rund ein Viertel (25,6 %) ein Passivhaus. Demgegenüber beträgt die Besitzquote unter den Personen, die in größeren Gemeinden/Städten mit mehr als 10.000 Einwohner/innen leben, nur 8,5 %.

[66] Ein energiesparorientierter Haushalt ist ein Haushalt, der sehr an den Themen „Energiesparen & Energieeffizienz" interessiert ist und sich daher mit der Thematik auskennt.
[67] Dieses Ergebnis lässt auf ein umgekehrtes Kausalitätsproblem schließen, da davon auszugehen ist, dass in einem Passivhaus verstärkt Energiesparmaßnahmen umgesetzt werden.
[68] Immer eine/r der Ersten die Neues erproben und denen es Spaß macht neue Technologien auszuprobieren.

10.3.3 Ergebnisse thermische Solaranlage

Analog zum Passivhaus (siehe Abschnitt 10.3.2) zeigen sich auch im Innovationsfeld Solarthermie sehr ähnliche statistische Zusammenhänge, wobei hier – neben den individuellen Kriterien – auch strukturelle Faktoren wie das Baujahr des Gebäudes oder die genutzten Energieträger für die Beheizung eine Rolle spielen. Die identifizierten statistischen Zusammenhänge sind – bis auf das Bedürfnis nach Energieautarkie – zumindest auf dem 10 %-Niveau statistisch signifikant und werden in Tabelle 33 dargestellt. Wie aus der Tabelle ersichtlich, besitzt unter den energiesparorientierten Haushalten deutlich mehr als ein Drittel (39,0 %) eine thermische Solaranlage, während dies unter den weniger energiesparaffinen Individuen nur auf 17,7 % zutrifft. Darüber hinaus besteht auch ein positiver Zusammenhang zwischen dem Energiebewusstsein und dem Besitz einer solarthermischen Anlage. Unter den Haushalten, die besonders auf den Energieverbrauch achten, beträgt die Besitzquote rund 35,6 %. Demgegenüber nutzen nur 23,6 % der weniger energiebewussten Haushalte die innovative Energietechnologie. Auch die Durchführung einer Energieberatung ist Ausdruck von Energiebewusstsein und einem Interesse am Energiesparen. Hier sind die Unterschiede im Anteil der Solarthermie-Nutzer/innen besonders deutlich. Während 49,4 % der Haushalte, die bereits eine Energieberatung durchgeführt haben, eine Solarthermie-Anlage besitzen, beträgt dieser Anteil in der Vergleichsgruppe (noch keine Energieberatung durchgeführt) nur 28,1 %. Das Bedürfnis nach Energieautarkie hat – entgegen den Ergebnissen der qualitativen Analyse – keinen Einfluss auf die Adoption der innovativen Energietechnologie.[69]

Darüber hinaus konnte zwischen dem Bildungsniveau und der Adoption der Technologie ein statistisch signifikanter Zusammenhang identifiziert werden. So zeigt sich mit steigendem Bildungsniveau ein sinkender Anteil an Solarthermie-Nutzer/innen. Beim Einkommen ist der Zusammenhang wie folg: Je höher das Einkommen, desto höher die Besitzrate einer thermischen Solaranlage. So nutzen unter den Haushalten mit einem monatlichen Einkommen von mehr als € 2.000 rund 37,0 % eine solarthermische Anlage; in der niedrigeren Einkommensgruppe (höchstens € 2.000 pro Monat) sind es nur 21,7 %. Darüber hinaus verweisen die Resultate der statistischen Vergleichsanalyse auf eine verstärkte Verbreitung der Technologie in ländlichen Gebieten, ein Ergebnis, das jedoch darauf zurückzuführen ist, dass das vorliegende Sample nur auf Eigenheime und nicht auf den mehrgeschossigen Wohnbau, der vor allem in städtischen Gebieten eine Rolle spielt, fokussiert. Rund 38,9 % der Haushalte, die in einer Gemeinde/Stadt mit höchstens 50.000 Einwohner/innen leben, besitzen eine thermische Solaranlage. Deutlich geringer ist diese Nutzungsquote (15,9 %) bei den Haushalten in Gemeinden mit mehr als 50.000 Einwohner/innen.

[69] Dieses Resultat dürfte unter anderem auch darauf zurückzuführen sein, dass die thermische Solaranlage für die Befragten zu wenig Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen und schwankenden Energiepreisen bietet.

Tabelle 33: Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse, thermische Solaranlage

Einflussfaktor	*Ausprägungen*	*Teil-gesamtheit*	*Besitzrate*	*Nicht-Besitzrate*	*Statistischer Zusammen-hang: Cramers V*	*Pearson-χ^2 (p-Wert)*
Energieautarkie	1 = Energieautarkie wichtig 0 = Nicht wichtig	n = 70 n = 280	35,7 % 32,5 %	64,3 % 67,5 %	0,027	0,261 (0,609)
Energiespar-orientierung	1 = Energiesparmaßnahmen umgesetzt 0 = Noch keine Maßnahmen umgesetzt	n = 254 n = 96	39,0 % 17,7 %	61,0 % 82,3 %	0,202	14,222*** (0,000)
Energiebewusstsein	1 = Energiebewusst 0 = Nicht energiebewusst	n = 278 n = 72	35,6 % 23,6 %	64,4 % 76,4 %	0,103	3,717* (0,054)
Energieberatung	1 = Energieberatung bereits durchgeführt 0 = Noch keine durchgeführt	n = 83 n = 267	49,4 % 28,1 %	28,1 % 71,9 %	0,193	12,974*** (0,000)
Ausbildung	1 = Unter Maturaniveau 2 = Matura 3 = Tertiäre Ausbildung	n = 127 n = 115 n = 108	42,5 % 24,3 % 31,5 %	57,5 % 75,7 % 68,5 %	0,162	9,189*** (0,010)
Haushaltseinkommen	1 = Einkommen ≤ € 2.000 0 = Einkommen > € 2.000	n = 46 n = 227	21,7 % 37,0 %	78,3 % 63,0 %	0,120	3,948** (0,047)
Ländliches Gebiet	1 = Einwohner ≤ 50.000 0 = Einwohner > 50.000	n = 262 n = 88	38,9 % 15,9 %	61,1 % 84,1 %	0,212	15,757*** (0,000)
Baujahr	1 = Gebäude vor 1945 erbaut 0 = Gebäude nach 1945 erbaut	n = 43 n = 204	11,6 % 36,5 %	88,4 % 63,5 %	0,174	10,483*** (0,001)
Energieträger Heizung	1 = Öl, Pellets oder Hackschnitzel 0 = Anderer Energieträger	n = 103 n = 247	46,6 % 27,5 %	53,4 % 72,5 %	0,185	11,932*** (0,001)
Signifikanz: *** 1 % Niveau ** 5 % Niveau * 10 % Niveau						

Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

Besonders wichtig sind bei der thermischen Solaranlage – neben individuellen Faktoren wie dem Energiebewusstsein oder der Energiesparorientierung – auch strukturelle Gegebenheiten, welche die Adoption der Technologie begünstigen. Dazu zählt einerseits das Baujahr des bewohnten Gebäudes. Unter den Haushalten, die vor 1945 errichtete Gebäude bewohnen, nutzen nur 11,6 % eine thermische Solaranlage; deutlich höher ist dieser Anteil bei Gebäuden, die nach 1945 erbaut wurden (36,5 %). Andererseits lässt sich die Solarthermie besonders gut mit Öl-, Pellets- oder Hackschnitzelheizungen kombinieren, weshalb in dieser Subgruppe 46,6 % die innovative Energietechnologie nutzen. Werden andere Energieträger zur Beheizung genutzt, so beträgt die Besitzquote nur 27,5 %.

10.3.4 Ergebnisse Smart Meter

Analog zum Elektrofahrrad, Passivhaus und der thermischen Solaranlage wurde auch für die Smart Meter untersucht, mit welchen Faktoren und Bedingungen der Besitz bzw. die Befürwortung eines intelligenten Stromzählers korreliert.[70] Tabelle 34 zeigt das Ergebnis der statistischen Zusammenhangsanalyse; die statistische Signifikanz der analysierten Unterschiede ist zumindest auf dem 10 %-Niveau gegeben.

Zunächst zeigt sich, dass eine Nutzung der Technologie im sozialen Umkreis (Verwandte, Freunde, Bekannte) positiv auf die Nutzung bzw. Befürwortung der eigenen Installation wirkt. Rund 92,3 % der Haushalte, die jemanden kennen, der einen Smart Meter besitzt, besitzen die Technologie auch selbst oder befürworten die Installation.[71] In der Vergleichsgruppe beträgt dieser Anteil nur 62,0 %. Einen weiteren wichtigen Einflussfaktor stellt das individuelle Interesse am Stromverbrauch dar. Ist dieses Interesse sehr hoch, so besitzen oder befürworten 78,1 % der befragten Haushalte einen Smart Meter; bei weniger ausgeprägtem Interesse am detaillierten Stromverbrauch liegt die Besitz- bzw. Befürwortungsquote nur bei 47,5 %. Der Kenntnisstand über den Verbrauch der elektrischen Geräte im Haushalt wirkt sich hingegen negativ auf die Besitz-/Befürwortungsrate aus. Haushalte, die bereits eine sehr gute Kenntnis über den Stromverbrauch ihrer elektrischen Geräte aufweisen, sehen weniger Notwendigkeit für einen Smart Meter, weshalb die Besitzrate in dieser Subgruppe nur bei 56,3 %, in der Vergleichsgruppe (eher, weniger oder gar keine gute Kenntnis) dagegen bei 70,8 % liegt. Weiters zeigt die statistische Vergleichsanalyse, dass Haushalte, die ihren Gerätebestand bereits für sehr energieeffizient halten, weniger an der Installation eines Smart Meters interessiert sind (48,6 %) als Haushalte mit ineffizientem Gerätebestand (68,1 %).

[70] Auf Grund der geringen Fallzahl wurde hier nicht der alleinige Besitz eines Smart Meters betrachtet, sondern der Besitz und die Befürwortung der Installation der Technologie in Abhängigkeit ausgewählter, relevanter Faktoren und Bedingungen betrachtet.
[71] Dieses Ergebnis könnte mit der Besitzhäufung in Testgebieten (z.B. Stadt Linz) zusammenhängen.

Tabelle 34: Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse, Smart Meter

Einflussfaktor	*Ausprägungen*	*Teil-gesamtheit*	*Besitzrate*	*Nicht-Besitzrate*	*Statistischer Zusammen-hang: Cramers V*	*Pearson-χ^2 (p-Wert)*
Besitz im sozialen Um-feld	1 = Ja 0 = Nein	n = 13 n = 163	92,3 % 62,0 %	7,7 % 38,0 %	0,166	4,824** (0,028)
Interesse Stromver-brauch	1 = Sehr hoch 0 = Eher, weniger, gar nicht hoch	n = 96 n = 80	78,1 % 47,5 %	21,9 % 52,5 %	0,318	17,808*** (0,000)
Kenntnis Verbrauch E-Geräte	1 = Sehr gut 0 = Eher, weniger, gar nicht gut	n = 80 n = 96	56,3 % 70,8 %	43,8 % 29,2 %	0,152	4,038** (0,044)
Energieeffizienz Gerätebestand	1 = Sehr energieeffizient 0 = Eher, weniger, gar nicht effizient	n = 35 n = 141	48,6 % 68,1 %	51,4 % 31,9 %	0,163	4,646** (0,031)
Quelle der Information	1 = Energieversorger 0 = Andere Informationsquelle	n = 82 n = 94	73,2 % 56,4 %	26,8 % 43,6 %	0,175	5,371** (0,020)
Informationsdarstellung	1 = Sehr/eher positiv, neutral 0 = Eher/sehr negativ	n = 143 n = 33	70,6 % 36,4 %	29,4 % 63,6 %	0,279	13,698*** (0,000)
Informationsstand	1 = Durchschnittlich und darüber 0 = Unterdurchschnittlich	n = 102 n = 74	70,6 % 55,4 %	29,4 % 44,6 %	0,156	4,302** (0,038)
Technologieaffinität	1 = Technologieaffiner Typ 0 = Nicht technologieaffin	n = 91 n = 85	73,6 % 54,1 %	26,4 % 45,9 %	0,203	7,278*** (0,007)
Ausbildung	1 = Unter Maturaniveau 2 = Matura 3 = Tertiäre Ausbildung	n = 77 n = 63 n = 36	67,5 % 69,8 % 47,2 %	32,5 % 30,2 % 52,8 %	0,181	5,760* (0,056)
Signifikanz: *** 1 % Niveau ** 5 % Niveau * 10 % Niveau						

Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

Des Weiteren wirken sich die Quelle der Information, die Informationsdarstellung sowie der individuelle Informationsstand positiv auf die Verbreitung der Smart Meter Technologie aus. Haushalte, die ihre technologiespezifischen Informationen beim Energieversorger eingeholt haben, besitzen bzw. befürworten die Installation eines Smart Meters stärker (73,2 %) als jene Haushalte, die andere Informationsquellen nutzten (56,4 %). Eine positive oder neutrale Darstellung der Informationen erhöht zudem die Akzeptanz der Technologie, wie dies schon in der qualitativen Analyse herausgearbeitet wurde. Auch dies kann an Hand der statistischen Vergleichsanalyse gezeigt werden. Unter jenen Haushalten, welche die Informationsdarstellung als positiv bzw. neutral beurteilen, besitzen bzw. befürworten rund 70,6 % einen Smart Meter; im Falle einer subjektiv empfundenen negativen Informationsdarstellung ist die Besitz-/Befürwortungsquote nur halb so hoch und beträgt 36,4 %. Darüber hinaus hat sich gezeigt, dass der individuelle Informationsstand positiv mit dem Technologiebesitz bzw. der -befürwortung korreliert. Bei einem überdurchschnittlichen Informationsstand (Informationen von zwei oder mehr Kanälen) liegt die Besitz- bzw. Befürwortungsrate bei 70,6 %, ansonsten nur bei 55,4 %.

Besonders stark wirkt sich die Technologieaffinität der Haushalte auf die Verbreitung der Smart Meter Technologie aus. Haushalte, die grundsätzlich daran interessiert sind, neue Technologien zu erproben, befürworten auch die Installation eines Smart Meters zu 73,6 %. Unter den weniger technologieaffinen Individuen liegt der Anteil der Besitzer/innen bzw. Befürworter/innen hingegen nur bei 54,1 %. Bei den sozio-demografischen Charakteristika konnte lediglich das Ausbildungsniveau als signifikanter Einflussfaktor identifiziert werden, wobei auch hier keine klare Richtung zu erkennen ist. Wie Tabelle 34 zeigt, nimmt die Besitz-/Befürwortungsquote der Smart Meter mit steigender Ausbildung zu und dann wieder ab, wonach der Anteil in der Gruppe der Befragten mit tertiärer Ausbildung deutlich niedriger ist als in den Vergleichsgruppen.

10.3.5 Zusammenfassung: Gemeinsamkeiten in den Ergebnissen

Im Rahmen der bivariaten Datenanalyse konnten auf Basis der durchgeführten Kreuztabellierungen eine Reihe statistischer Zusammenhänge zwischen dem Besitz der jeweiligen innovativen Energietechnologie und bestimmten relevanten Einflussfaktoren identifiziert werden. Diese Einflussgrößen lassen sich in individuelle, strukturelle und sozio-ökonomische Faktoren bzw. Gegebenheiten einteilen und weisen im Technologievergleich Gemeinsamkeiten auf (vgl. Abbildung 78).

So besteht sowohl beim Elektrofahrrad, dem Passivhaus und der thermischen Solaranlage ein statistischer Zusammenhang zwischen der Energiesparaffinität der befragten Haushalte (Energiesparinteresse, Umsetzung von Energiesparmaßnahmen) und dem Besitz der innovativen Energietechnologie. Auch die Struktur der Wohnumgebung (ländlich/städtisch) spielt für den Besitz eines Elektrofahrrads, eines Passivhauses oder einer solarthermischen Anlage gleichermaßen eine Rolle, wobei sich die Technologien vor allem im ländlichen Raum

(weniger als 50.000 Einwohner) verbreiten. Ein statistischer Zusammenhang zwischen der Affinität für neue Technologien bzw. Innovationen und der Nutzung der Energieinnovation konnte beim Elektrofahrrad, dem Passivhaus und dem Smart Meter identifiziert werden. Bei der thermischen Solaranlage, die sich mitunter schon seit längerem am Markt durchgesetzt hat, spielt die Technologie- bzw. Innovationsaffinität hingegen keine Rolle. Im Bereich Solarthermie sind es dafür die strukturellen bzw. gebäudespezifischen Faktoren, wie das Alter des Gebäudes oder für die Beheizung genutzte Energieträger, welche die Nutzung der Technologie beeinflussen.

In Hinblick auf die sozio-demografischen Merkmale konnten in allen vier Produktfeldern ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Ausbildungsniveau und dem Besitz bzw. der Nutzung der innovativen Energietechnologie beobachtet werden. Bei der thermischen Solaranlage und dem Passivhaus spielt zusätzlich auch die Verfügbarkeit finanzieller Mittel (Haushaltseinkommen), beim Elektrofahrrad das Alter eine Rolle (vgl. Abbildung 78).

Abbildung 78: Identifizierte Einflussfaktoren für den Besitz der innovativen Energietechnologien basierend auf den Ergebnissen der bivariaten Datenanalyse

Elektrofahrrad	Passivhaus	Thermische Solaranlage	Smart Meter
•Lifestyle-Orientierung •Technologie- und Innovationsaffinität •Energiesparaffinität •Struktur der Wohnumgebung •Sozio-demografische Merkmale	•Energiesparaffinität •Energie- und Umweltbewusstsein •Innovationsaffinität •Struktur der Wohnumgebung •Sozio-demografische Merkmale	•Energiesparaffinität •Struktur der Wohnumgebung •Strukturelle Gebäudefaktoren •Sozio-demografische Merkmale	•Technologieaffinität •Informationsstand und -darstellung •Interesse und Kenntnisse zu Stromverbrauch und Gerätebestand •Sozio-demografische Merkmale

Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Ein etwas differenziertes Bild zeigt sich für den Bereich der Smart Meter, da sich dieses „Produkt“ von den anderen betrachteten Energieinnovationen insofern unterscheidet, als sich die Vorteile eines intelligenten Stromzählers nicht durch das Produkt an sich, sondern erst durch die weiterführenden Anwendungsbereiche (z.B. Einsicht der Energieverbrauchsdaten in einem Web-Portal oder In-Home Display) entfalten können. Darüber hinaus ist die Installation von elektronischen Stromzählern gesetzlich geregelt; dieses gesetzlich induzierte Rollout der Technologie wird in der Gesellschaft mitunter kontroversiell diskutiert. Auf Grund dieser Umstände hängt der Besitz bzw. die Befürwortung eines Smart Meters – zusätzlich zur Technologieaffinität der Individuen und den sozio-demografischen Charakteristika – mit dem persönlichen Interesse und Kenntnisstand zu Stromverbrauch und Energieeffizienz des Gerätebestands zusammen. Ferner spielen im Bereich der Smart Meter für die Verbreitung auch Informationsstand und die Art der Informationsdarstellung eine Rolle, ein Faktor der bei den anderen Technologien nicht identifiziert werden konnte.

10.4 Ökonometrische Ergebnisse

Im Rahmen der bivariaten Analyse (statistische Zusammenhänge) konnten zwar wertvolle Erkenntnisse hinsichtlich des Zusammenhangs zwischen dem Besitz bzw. der Nutzung der innovativen Energietechnologien und individuellen, strukturellen sowie sozio-demografischen Faktoren gewonnen werden, jedoch können keine Aussagen über die Kausalität der Zusammenhänge getroffen werden, weshalb es weiterführender ökonometrischer Analysen bedarf. Aus diesem Grund wurde die Adoption der innovativen Energietechnologien in weiterer Folge mit Hilfe eines ökonometrischen Modells erklärt.

10.4.1 Methodologische Basis

Die methodologische Basis zur weiteren Analyse der Befragungsergebnisse stellen hierzu so genannte *Binary Response* Modelle dar. Diese zählen zu den *Limited Dependent Variable* Modellen und weisen eine binär codierte abhängige Variable, auch *Dummy-Variable* genannt, auf. Im vorliegenden Fall nimmt die abhängige Variable für Besitzer/innen der innovativen Energietechnologie den Wert *y=1* an; bei Nicht-Besitz weist die Variable den Wert *y=0* auf (siehe Gleichung (1)).

$$\begin{aligned} \boldsymbol{Besitz\ der\ Energieinnovation} &\rightarrow \boldsymbol{y} = 1 \\ \boldsymbol{Nicht-Besitz\ der\ Energieinnovation} &\rightarrow \boldsymbol{y} = 0 \end{aligned} \tag{1}$$

Binary Response Modelle schätzen Erfolgswahrscheinlichkeiten für das Auftreten von *y=1* in Abhängigkeit eines Sets unabhängiger Variablen.[72] Die *reponse probability* bzw. Erfolgswahrscheinlichkeit des *Binary Response* Modells weist demnach die Form

$$\boldsymbol{P}(\boldsymbol{y} = 1 \mid \vec{\boldsymbol{x}}) = \boldsymbol{G}(\beta_0 + \beta_1 \boldsymbol{x}_1 + \ldots + \beta_{\boldsymbol{k}} \boldsymbol{x}_{\boldsymbol{k}}) \tag{2}$$

auf, wobei $\vec{\boldsymbol{x}}$ den Vektor der erklärenden Variablen und $G(\cdot)$ eine Transformation der linearen Funktion $\beta_0 + \beta_1 x_1 + \cdots + \beta_k x_k$ darstellt, die garantiert, dass für alle reellen Zahlen (und Kombinationen von $x_1, \ldots, x_k$) stets Werte zwischen 0 und 1 ($0 < G(\cdot) < 1$) resultieren. Da es sich bei den vom *Binary Response* Modell generierten Werten um Wahrscheinlichkeiten handelt, liegen diese – wie erforderlich – strikt im zulässigen Wertebereich zwischen 0 und 1, auch wenn ein geschätzter *y*-Wert („fitted value“) des Modells größer 1 bzw. kleiner 0 resultieren würde. Mehrere Verteilungsfunktionen bieten sich für eine solche Transformation an. Im *Logit* Modell, das in der vorliegenden Untersuchung verwendet wird, stellt $G(\cdot)$ die logistische Verteilungsfunktion dar (siehe Gleichung (3)).

[72] Hierbei handelt es sich um eine multivariate Analyse, wie dies schon im einleitenden Abschnitt zur empirischen Erhebung erwähnt wurde.

$$\boldsymbol{G}(\boldsymbol{z}) = \frac{\exp(\boldsymbol{z})}{1+\exp(\boldsymbol{z})} \tag{3}$$

Die Parameter eines *Logit* Modells werden mit der *Maximum-Likelihood* Methode geschätzt. Der *Maximum-Likelihood* Schätzer für β_j maximiert dabei die *Log-Likelihood* Funktion. Die geschätzten Koeffizienten können jedoch nicht direkt berechnet werden. Vielmehr werden die Parameter des Modells durch einen iterativen Prozess bestimmt, welcher konsistente, asymptotisch effiziente und normalverteilte Koeffizienten generiert (vgl. Wooldridge, 2000:530ff; Kohler und Kreuter, 2006:459ff; Long, 1997:34ff).

Grundsätzlich sind die Koeffizienten eines *Logit*- bzw. *Binary Response* Modells auf Grund der Nicht-Linearität in den Parametern β_j, welche durch die Transformation der Schätzgleichung verursacht wird, nur bedingt interpretierbar. Die geschätzten Parameter eines *Logit* Modells können daher zunächst nur in Hinblick auf die Signifikanz und Richtung des Zusammenhangs, nicht jedoch hinsichtlich der Größe des Effekts, interpretiert werden. Aus diesem Grund müssen in einem nächsten Schritt so genannte *Odds-Ratios* oder Exponentialkoeffizienten berechnet werden. Das *Odds-Ratio* verleiht dem geschätzten Parameter mehr Aussagekraft und bezieht sich auf die Wahrscheinlichkeit für den Besitz der innovativen Energietechnologie ($y=1$) in Abhängigkeit der Veränderung einer unabhängigen Variable x_j. Die Berechnung erfolgt gemäß Gleichung (4):

$$\boldsymbol{Odds-Ratio} = \frac{\boldsymbol{e}^{\beta_0+\beta_j(\boldsymbol{x}_j+1)}}{\boldsymbol{e}^{\beta_0+\beta_j\boldsymbol{x}_j}} = \frac{\boldsymbol{e}^{\beta_0+\beta_j\boldsymbol{x}_j}\boldsymbol{e}^{\beta_j}}{\boldsymbol{e}^{\beta_0+\beta_j\boldsymbol{x}_j}} = \boldsymbol{e}^{\beta_j} \tag{4}$$

Odds-Ratios größer 1 reflektieren eine höhere Wahrscheinlichkeit für den Besitz der Energieinnovation ($y=1$), während Exponentialkoeffizienten kleiner 1 auf eine niedrigere Chance verweisen.[73] Die Interpretation der *Odds-Ratios* basiert auf einer „ceteris paribus" Annahme; d.h. der für eine Variable berechnete Exponentialkoeffizient bezieht sich auf eine Veränderung genau dieses Parameters, während alle anderen Faktoren konstant gehalten werden (vgl. Long, 1997:79ff).

Die Güte der Regressionsmodelle wurde an Hand mehrerer Kriterien bzw. Indikatoren und Teststatistiken evaluiert. Einer dieser Indikatoren ist das so genannte *Pseudo-R²* nach McFadden, welches analog zum *R²* in einem linearen Regressionsmodell berechnet wird:

$$\boldsymbol{R}^2_{\boldsymbol{MF}} = 1 - \frac{\ln \hat{\boldsymbol{L}}(\boldsymbol{M}_\beta)}{\ln \hat{\boldsymbol{L}}(\boldsymbol{M}_\alpha)} \tag{5}$$

[73] Negative Koeffizienten resultieren in einem Odds-Ratio kleiner 1, während positive Koeffizienten mit einem Odds-Ratio größer 1 verbunden sind.

$\hat{L}(M_\alpha)$ ist dabei die *Likelihood*-Funktion eines Modells, das nur die Konstante beinhaltet, während $\hat{L}(M_\beta)$ die *Likelikhood*-Funktion des um die erklärenden Variablen erweiterten Modells darstellt (vgl. Kohler und Kreuter, 2006:286). Das *McFadden Pseudo-R²* erhöht sich jedoch per Definition durch die Inklusion weiterer unabhängiger Variablen. Aus diesem Grund ist es beim Vergleich mehrerer Modelle mit unterschiedler Anzahl an erklärenden Variablen sinnvoll, die Kennzahl des *Adjusted McFadden Pseudo-R²* heranzuziehen. Wie aus Gleichung (6) ersichtlich, wird diese Kennzahl der Regressionsgüte um die Anzahl der erklärenden Variablen *K* angepasst:

$$\boldsymbol{Adjusted} - \boldsymbol{R}^2_{\boldsymbol{MF}} = 1 - \frac{\ln \hat{\boldsymbol{L}}(\boldsymbol{M}_\beta) - \boldsymbol{K}}{\ln \hat{\boldsymbol{L}}(\boldsymbol{M}_\alpha)} \tag{6}$$

Obwohl das *Adjusted McFadden Pseudo-R²* als Regressionsgütemerkmal – im Vergleich zu einem linearen Regressionsmodell – wenig Interpretationsmöglichkeit aufweist[74], zeigt sich auf Basis bestehender Untersuchungen, dass Werte zwischen 0,2 und 0,4 einer hohen Regressionsgüte entsprechen (vgl. Bergmann et al., 2004:9).

Die Qualität der geschätzten ökonometrischen Modelle wurde darüber hinaus an Hand eines *Likelihood-Ratio*-Tests (LR-Test) beurteilt, welcher untersucht, ob sich die Erklärungskraft des Modells durch die Inklusion zusätzlicher unabhängiger Variablen erhöht. Die Teststatistik wird dabei wie folgt berechnet:

$$\chi^2_{\boldsymbol{L(Diff)}} = -2 \cdot (\ln \boldsymbol{L}_{\boldsymbol{restricted}} - \ln \boldsymbol{L}_{\boldsymbol{unrestricted}}) \tag{7}$$

wobei $L_{restricted}$ und $L_{unrestricted}$ die *Likelihood*-Funktionen des reduzierten bzw. erweiterten Modells darstellen (vgl. Kohler und Kreuter, 2006:299). Im Rahmen des LR-Tests wird schließlich die Nullhypothese (H_0) $\beta_j=0$ für alle $j=1,\ldots,K$ unabhängigen Variablen getestet.

Schließlich können auch auf Basis eines Vergleichs der durch das geschätzte *Logit*-Modell vorhergesagten y-Werte („fitted values“) mit den tatsächlichen Werten der abhängigen Variable (in unserem Fall dem Besitz der Energieinnovation) Aussagen zur Güte des ökonometrischen Modells getroffen werden.[75] Je höher der Anteil der korrekt vorhergesagten Antworten, desto besser ist das ökonometrische Modell. Die „Sensitivität“ bezieht sich dabei auf den Anteil der korrekt vorhergesagten Antworten mit der Charakteristik *y=1* (Besitz der Energieinnovation). Die „Spezifität“ bezeichnet den Anteil der korrekt vorhergesagten Beobachtungen in der Gruppe *y=0* (Nicht-Besitz der Energieinnovation). Durch Übertragung dieser bei-

[74] Die einzige Aussage, die hinsichtlich des *Adjusted McFadden Pseudo-R²* getroffen werden kann ist: je höher die Kennzahl, desto besser die Güte des ökonometrischen Modells.
[75] Grundsätzlich wird das durch ein *Logit*-Modell vorhergesagte Ergebnis als *y=1* klassifiziert, wenn das Modell eine Wahrscheinlichkeit größer 0,5 errechnet. Im umgekehrten Fall (Wahrscheinlichkeit kleiner 0,5) wird der „fitted value“ als *y=0* klassifiziert.

den Kennzahlen in ein Koordinatensystem erhält man die so genannte „*ROC*-Kurve“ (Receiver Operating Characteristic). Je näher die *ROC*-Kurve an der Diagonale im Koordinatensystem liegt, desto schlechter ist die Güte des ökonometrischen Modells. Die optimale *ROC*-Kurve würde dem oberen linken Dreieck des Koordinatensystems und somit einer Fläche von 1 unter der Kurve entsprechen. D.h. je näher die berechnete Fläche unter der *ROC*-Kurve dem Wert 1 kommt, desto besser ist das ökonometrische Modell (vgl. Fawcett, 2003).

Die Ergebnisse der bivariaten Datenanalyse (vgl. Abschnitt 10.3) stellen einen wichtigen Input für die multivariaten ökonometrischen Modelle dar, da die identifizierten statistischen Zusammenhänge wesentliche Ideen für die Inklusion relevanter Variablen im ökonometrischen Modell liefern.[76] In mehreren Ausgangsmodellen wurden im Rahmen der ökonometrischen Analyse zahlreiche unabhängige Variablen integriert, die sich jedoch vielfach als statistisch insignifikante Einflussgrößen erwiesen haben, weshalb diese – unter Verwendung der Rückwärts-Elimination – wieder verworfen wurden.[77] Die finalen Modelle für die betrachteten innovativen Energietechnologien (siehe Gleichung (8)) beinhalten neben sozioökonomischen Charakteristika (W_i) wie Alter, Kinder, Bildungsniveau, Einkommen auch strukturellen Einflussgrößen (X_i) wie die Urbanität der Wohnumgebung, das Gebäudebaujahr oder die genutzten Energieträger zur Beheizung. Eine besonders wichtige Einflussgröße stellten die individuellen Faktoren (Z_j), welche das Umweltbewusstsein, die Neigung zu Energiesparen und Energieeffizienz sowie den Hang zu technologischen Neuerungen beschreiben, dar. Diese Faktoren können unter dem in Kapitel 1 erläuterten Begriff der unterstützenden Wertestruktur subsumiert werden. Eine detaillierte Beschreibung und Codierung der in den einzelnen ökonometrischen Modellen verwendeten Variablen findet sich im Anhang.

$$y = \beta_0 + \beta_i W_i + \beta_j X_j + \beta_k Z_k + \varepsilon \tag{8}$$

Die Ergebnisse der in Gleichung (8) dargestellten ökonometrischen Modelle werden in den folgenden Abschnitten auf Ebene der einzelnen Technologien erläutert. Ein Vergleich der Modellergebnisse ermöglicht eine Einschätzung der Regressionsgüte der geschätzten Modelle sowie eine Klassifizierung von Faktoren bzw. Determinanten, die bei allen Technologien gleichermaßen einen Einfluss auf die Nutzung aufweisen.

[76] Vielfach zeigen sich jene Variablen, die im Rahmen der bivariaten Analyse einen Zusammenhang mit dem Besitz der innovativen Energietechnologie aufweisen, auch im ökonometrischen Modell als statistisch signifikante Einflussgrößen.
[77] Auf eine tabellarische Darstellung dieser Ausgangsschätzungen wird an dieser Stelle jedoch verzichtet.

10.4.2 Modellergebnis: Elektrofahrrad

Die Ergebnisse der ökonometrischen Analyse für das Elektrofahrrad sind in Tabelle 35 dargestellt. An Hand des Regressionsoutputs können – wie in Abschnitt 10.4.1 erläutert – zunächst nur Aussagen hinsichtlich der Signifikanz und der Richtung des Einflusses (positiv oder negativ) getroffen werden. Insgesamt wurden elf Determinanten für die Nutzung eines Elektrofahrrads identifiziert, die zumindest auf dem 10 %-Niveau statistisch signifikant sind.[78] Die Konstante β_0 gibt den (unbeobachteten) Effekt aller, nicht im Modell inkludierten Parameter auf die abhängige Variable, also den Besitz eines Elektrofahrrads, wieder. Die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines E-Bikes ist somit grundsätzlich negativ. Wenn jedoch bestimmte Faktoren gegeben sind, erhöht sich die Nutzungswahrscheinlichkeit. Unter den sozio-demografischen Charakteristika erweist sich das Alter als positive Einflussgröße; d.h. mit zunehmendem Alter erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für die Adoption der Technologie bzw. den Kauf eines Elektrofahrrads. Darüber hinaus zeigt sich, dass niedriger gebildete Individuen, die höchstens einen Sekundärabschluss (Matura) aufweisen, eher Elektrofahrräder besitzen, ein Effekt der sich im positiven Koeffizienten für die Variable Ausbildung widerspiegelt.

Zu den statistisch signifikanten, strukturellen Einflussfaktoren zählen das Baujahr des Gebäudes, welches die Befragten bewohnen, die ländliche Struktur sowie die topografischen Bedingungen der Wohnumgebung. So zeigen die Schätzergebnisse, dass sich die Wahrscheinlichkeit für die Nutzung eines Elektrofahrrads erhöht, wenn Gebäude bewohnt werden, die nach dem Jahr 2000 errichtet wurden. Dies dürfte auf die fahrradgerechtere Infrastruktur (Fahrradkeller, Einstellmöglichkeiten etc.) neuerer Bauten zurückzuführen sein. Darüber hinaus verbreiten sich Elektrofahrräder eher in ländlichen Gebieten (≤ 10.000 Einwohner/innen), wo die – gegebenenfalls mit einem Fahrrad – zurückzulegenden Wege vergleichsweise weiter sind als in urban geprägten Regionen. Dieser Effekt spiegelt sich im positiven Vorzeichen der Variable „Ländliches Gebiet“ wieder. Wesentlichen Einfluss auf die Adoption der Technologie haben auch die topografischen Bedingungen, wobei sich hügelige Wohnumgebungen positiv auf den Besitz eines Elektrofahrrads auswirken.

Die Durchführung einer Energieberatung sowie die Anzahl der Energiesparprodukte im Haushalt dienen als Maß für die Energiespar- bzw. Energieeffizienzaffinität der befragten Individuen. Beide Faktoren wirken sich positiv auf die Wahrscheinlichkeit für die Nutzung eines Elektrofahrrads aus. Ein wichtiges, positiv beeinflussendes Kriterium für die Adoption der Technologie stellt zudem die Lifestyle-Orientierung dar, wie an Hand des positiven Vorzeichens des geschätzten Koeffizienten zu erkennen ist. Individuen, die in ihrem Handeln sehr umweltbewusst sind, einen starken Bezug zur Natur aufweisen und immer auf die Herkunft von Produkten sowie Umweltsiegel und -gütezeichen achten, weisen hingegen eine geringere Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Elektrofahrrads auf. Dies liegt vor allem

[78] Eine detaillierte Beschreibung der im Modell inkludierten Variablen samt deskriptiven Statistiken findet sich in Tabelle A1 im Anhang.

daran, dass Elektrofahrräder ihren Umwelteffekt nur dann entfalten können, wenn sie den PKW substituieren, das Produkt aber hauptsächlich als Freizeitvehikel und weniger als Option für den Weg zum Arbeits-/Ausbildungsplatz gesehen wird. Auch der Wissensstand zum Thema Energiesparen und Energieeffizienz beeinflusst die Adoption der Technologie negativ. Im Gegensatz zum Umweltbewusstsein wirkt sich der Hang zur Sparsamkeit bzw. Energieeffizienz (beim Kauf neuer Geräte) positiv auf die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Elektrofahrrads aus.

Tabelle 35: Ergebnisse des ökonometrischen Logit-Modells, Elektrofahrrad

Variable	*Koeffizienten*	*Odds-Ratios*
Kontante (β_0)	-4,857*** (0,000)	-
Alter	0,032** (0,012)	1,033** (0,012)
Ausbildung (höchstens Matura)	0,858** (0,046)	2,359** (0,046)
Baujahr Gebäude (nach 2000)	1,341*** (0,007)	3,822*** (0,007)
Ländliches Gebiet	0,593* (0,080)	1,809* (0,080)
Wohnumgebung (hügelig/bergig)	0,921** (0,011)	2,513** (0,011)
Energieberatung	1,817*** (0,001)	6,154*** (0,001)
Energiesparprodukte	0,671*** (0,000)	1,957*** (0,000)
Lifestyle-Orientierung	0,637* (0,063)	1,891* (0,063)
Umweltbewusstsein	-1,030*** (0,007)	0,357*** (0,007)
Wissen Energiesparen/-effizienz	-1,294** (0,017)	0,274** (0,017)
Sparsamkeit	0,913*** (0,010)	2,492*** (0,010)
Beobachtungen	220	
Wald-χ^2-Statistik (p-Wert)	51,56 (0,000)	
Mc Fadden Pseudo-R^2	0,304	
Adjusted McFadden Pseudo-R^2	0,225	
Robuste p-Werte in Klammern Signifikanz: ***1 % Niveau **5 % Niveau *10 % Niveau		

Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

Die Größe der identifizierten Effekte kann an Hand der berechneten *Odds-Ratios* (2. Spalte in Tabelle 35) beurteilt werden, wobei die Interpretation einer ceteris-paribus Annahme unterliegt. Für das Alter zeigt der kalkulierte Exponentialkoeffizient, dass sich die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Elektrofahrrads mit jedem zusätzlichen Altersjahr um das 1,03-fache erhöht. Eine Ausbildung, die auf Maturaniveau oder darunter liegt, erhöht die Chance für eine Adoption der Technologie – im Vergleich zu einem höheren Bildungsniveau – um das 2,4-fache. Zudem ist die Wahrscheinlichkeit für die Nutzung eines Elektrofahrrads 3,8-mal höher, wenn Gebäude bewohnt werden, die nach dem Jahr 2000 errichtet wurden (im Vergleich zu älteren Gebäuden). Wesentliche Einflussfaktoren stellen die Maßzahlen für Energiesparaffinität dar, wobei der Effekt für die Energieberatung am stärksten ausfällt. Haushalte, die bereits eine Energieberatung durchgeführt haben, weisen eine 6,2-mal höhere Chance für den Besitz eines Elektrofahrrads auf, als Haushalte, die sich energieeffizienztechnisch noch nicht beraten haben lassen. Auch jedes zusätzliche Energiesparprodukt ist Ausdruck von Energiesparinteresse und erhöht die Wahrscheinlichkeit für den E-Bike-Besitz um das rund 2,0-fache. Ein ähnlich hoher Effekt ergibt sich für die Lifestyle-Orientierung, wonach lifestyle-orientierte Individuen eine 1,9-mal höhere Chance aufweisen, ein Elektrofahrrad zu besitzen als Personen, auf die diese Eigenschaft nicht zutrifft. Das vorhandene Umweltbewusstsein reduziert hingegen die Wahrscheinlichkeit für die Nutzung eines Elektrofahrrads um das 2,8-fache[79] oder um 64,3 %. Gleiches gilt für den Wissensstand zu Energiesparen und Energieeffizienz; Individuen, die zumindest etwas mit dem Thema bewandert sind, weisen – im Vergleich zu ihren „unwissenderen" Pendants – eine 3,6-mal niedrigere Wahrscheinlichkeit auf. Der gegenteilige Effekt wird durch den Hang zu Sparsamkeit bewirkt; hier erhöht sich die Chance für den Besitz eines Elektrofahrrads um das 2,5-fache.

10.4.3 Modellergebnis: Passivhaus

Die Ergebnisse des finalen ökonometrischen Modells für die Passivhaustechnologie sind in Tabelle 36 zu finden[80]; insgesamt konnten in diesem Technologiefeld neun statistisch signifikante Einflussfaktoren identifiziert werden. So zeigt die Ergebnistabelle, dass alle Koeffizienten zumindest auf dem 10 %-Niveau statistisch signifikant sind. Die Konstante β_0 gibt den (unbeobachteten) Effekt aller, nicht im Modell inkludierten Parameter auf die abhängige Variable, also den Besitz eines Passivhauses, wieder. Die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Passivhauses ist somit grundsätzlich negativ, ändert sich jedoch in Abhängigkeit der im Modell einbezogenen Faktoren. Das Alter hat einen negativen Einfluss auf den Besitz eines Passivhauses; d.h. mit zunehmendem Alter sinkt die Wahrscheinlichkeit für die Adoption der Passivhaustechnologie. Das Vorhandensein von Kindern wirkt hingegen positiv auf den Passivhausbesitz, was einerseits darauf zurückzuführen sein dürfte, dass Kinder mehr Nutzfläche sowie eine stärkere Kosten- bzw. Energieeinsparnotwendigkeit bedingen. Ande-

[79] Dieser Wert ergibt sich aus der Inverse bzw. Umkehrfunktion des *Odds-Ratios* für die Variable Umweltbewusstsein.
[80] Für eine detaillierte Beschreibung und Codierung der im ökonometrischen Modell verwendeten Variablen sei auf Tabelle A2 im Anhang verwiesen.

rerseits können hier auch altruistische Motive dahinter liegen, wonach für die Akteure ein Nutzen aus der Erhaltung der Umwelt für zukünftige Generationen entsteht, was in der Fachliteratur als Vererbungsnutzen bezeichnet wird (vgl. Menegaki, 2008:2426; Liebe und Meyerhoff, 2005:5; Koundouri et al., 2009:1949). Weitere Faktoren, die sich positiv auf die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Passivhauses auswirken sind das (Haushalts)Einkommen sowie das Ausbildungsniveau. Darüber hinaus diffundieren Passivhäuser verstärkt in ländlichen Gebieten, was sich im positiven Vorzeichen der Variable „Ländliches Gebiet" widerspiegelt. Zusätzlich wirken individuelle Faktoren (unterstützende Wertestruktur) positiv auf die Diffusion von Passivhäusern. So stellen das Bedürfnis nach Energieautarkie, das Interesse an Energiesparen und Energieeffizienz sowie der individuelle Hang zu technologischen Neuerungen (Typ „Early Adopter") wesentliche Einflussfaktoren für die Wahrscheinlichkeit eines Passivhausbesitzes dar. Der bewusste Bezug von Ökostrom dient als „Proxy-Variable" für Umweltbewusstsein, ein Kriterium das ebenfalls positiv auf den Besitz eines Passivhauses wirkt.

Um den geschätzten Koeffizienten des *Logit* Modells mehr Aussagekraft zu verleihen, wurden in einem zweiten Schritt so genannte *Odds-Ratios* oder Exponentialkoeffizienten berechnet, die sich in der zweiten Spalte der Tabelle 36 finden. Wie bereits erwähnt, wirkt sich das Alter negativ auf den Passivhausbesitz aus. Das kalkulierte *Odds-Ratio* zeigt, dass jedes zusätzliche Lebensjahr die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Passivhauses um das 1,06-fache bzw. um 5,7 % reduziert. Besonders stark zeigt sich der Effekt von Kindern, deren Vorhandensein die Wahrscheinlichkeit für einen Passivhausbesitz um das 14,3-fache erhöht. Zudem erhöht sich die Chance um das 1,001-fache durch jeden zusätzlichen Euro an Haushaltseinkommen. Beim Bildungsniveau zeigt sich ein ansteigender Effekt. Während eine Maturaausbildung – im Vergleich zu einem Bildungsstand unter Maturaniveau – die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Passivhauses um das 3,8-fache erhöht, ist dieser Effekt im Falle einer tertiären Ausbildung noch stärker (Wahrscheinlichkeit 5,4-mal höher). Zudem ist die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Passivhauses in ländlichen Gebieten (≤ 10.000 Einwohner/innen) 4,5-mal höher als in städtischen Regionen mit mehr als 10.000 Einwohner/innen. Einen wesentlichen Einflussfaktor stellt das Bedürfnis nach Energieautarkie dar, welches die Wahrscheinlichkeit für den Besitz eines Passivhauses um das Fünffache erhöht. Passivhausbesitzer/innen weisen zudem ein hohes Interesse an Energiesparen und Energieeffizienz auf, ein Umstand der die Wahrscheinlichkeit für den Besitz um das 3,9-fache erhöht. Der individuelle Hang zu technologischen Neuerungen (Typ „Early Adopter") stellt eine weitere positive Determinante für den Passivhausbesitz dar und erhöht die Chance um das 2,5-fache. Schließlich wirkt sich auch das Umweltbewusstsein positiv aus. Ökostrombezieher/innen weisen eine 3,2-mal höhere Chance auf, ein Passivhaus zu besitzen, als weniger umweltbewusste Individuen (Nicht-Ökostrombezieher/innen).

Tabelle 36: Ergebnisse des ökonometrischen Logit-Modells, Passivhaus

Variable	*Koeffizienten*	*Odds-Ratios*
Konstante (β_0)	-7,530*** (0,000)	-
Alter	-0,058*** (0,004)	0,943*** (0,004)
Kinder	2,660*** (0,000)	14,296*** (0,000)
Haushaltseinkommen	0,001** (0,042)	1,001** (0,042)
Bildungsniveau • Matura • Tertiäre Ausbildung	1,347** (0,043) 1,688** (0,012)	3,846** (0,043) 5,410** (0,012)
Ländliches Gebiet	1,511*** (0,004)	4,532*** (0,004)
Energieautarkie	1,624*** (0,000)	5,074*** (0,000)
Energiesparinteresse	1,361*** (0,010)	3,901*** (0,010)
Early Adopter Typ	0,920* (0,059)	2,509* (0,059)
Ökostrombezug	1,158** (0,024)	3,183** (0,024)
Beobachtungen	231	
Wald-χ^2-Statistik (p-Wert)	44,53 (0,000)	
Mc Fadden Pseudo-R^2	0,403	
Adjusted McFadden Pseudo-R^2	0,307	
Robuste p-Werte in Klammern Signifikanz: ***1 % Niveau **5 % Niveau *10 % Niveau		

Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

10.4.4 Modellergebnis: Thermische Solaranlage

Analog zum Elektrofahrrad und zum Passivhaus wurde auch für die thermische Solaranlage ein ökonometrisches Modell geschätzt, das den Besitz bzw. die Nutzung der Technologie in Abhängigkeit sozio-ökonomischer, struktureller und individueller Faktoren erklärt. Wie aus Tabelle 37 ersichtlich, konnten in diesem Technologiefeld insgesamt sieben statistisch signifikante Einflussfaktoren identifiziert werden.[81] Genau wie bei den anderen innovativen Energietechnologien weist die Konstante des Modells (β_0) ein negatives Vorzeichen auf, was bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit für den Besitz einer thermischen Solaranlage grundsätzlich negativ ist, sich aber in Abhängigkeit der bestimmenden Faktoren verändert. Einer dieser

[81] Eine detaillierte Beschreibung und Codierung der im Modell integrierten Variablen ist in Tabelle A3 im Anhang zu finden.

Faktoren ist das Bildungsniveau, das sich negativ auf die Wahrscheinlichkeit für den Besitz einer thermischen Solaranlage auswirkt. Dieses Resultat ist nur bedingt erklärbar und könnte Ausdruck der jahrelangen Förderpolitik im Bereich Solarthermie sein, wonach für eine Förderung der Anlage gewisse Einkommensgrenzen erfüllt sein mussten und das Einkommen zumeist positiv mit dem Ausbildungsniveau korreliert. Die Nutzung von Solarthermie ist darüber hinaus in größeren Haushalten ein relevanteres Thema, wie sich an Hand des positiven Koeffizienten für die Variable Haushaltsgröße erkennen lässt. Größere Haushalte haben einen höheren Bedarf an Warmwasser und daher auch einen stärkeren Anreiz zur Installation einer thermischen Solaranlage, die ja vorwiegend zur Warmwasseraufbereitung (und weniger zur Heizungsunterstützung) genutzt wird.

Da Solarthermie-Anlagen häufig auf Ein-/Zweifamilienhäusern installiert werden, verbreiten sich diese verstärkt in ländlich geprägten Gebieten mit höchstens 50.000 Einwohner/innen. Besonders wichtig sind bei der Solarthermie auch gebäudespezifische Faktoren, da eine Installation nur bei bestimmten gebäudetechnischen Konstellationen Sinn macht. So sinkt die Wahrscheinlichkeit für den Besitz einer thermischen Solaranlage, wenn Gebäude bewohnt werden, die vor dem Jahr 1945 errichtet wurden. Demgegenüber wirkt die Beheizung bestehender Gebäude mit Öl, Pellets oder Hackschnitzel fördernd auf die Adoption der Solarthermie-Technologie, was sich im positiven Vorzeichen des Koeffizienten für die Energieträger-Variable ausdrückt.

Neben diesen sozio-demografischen und strukturellen Faktoren spielt – wie bei den anderen betrachteten Technologien – auch die Neigung zu Energiesparen eine Rolle. Energiesparorientierte Haushalte – das sind Haushalte, die bereits Maßnahmen zur Einsparung von Energie implementiert haben – weisen eine höhere Wahrscheinlichkeit für die Nutzung einer thermischen Solaranlage auf, als die Referenzgruppe der weniger energiesparorientierten Haushalte. Analog gilt dies auch für die Energieberatung, deren Durchführung Ausdruck von Energiesparaffinität ist. Wurde bereits eine Energieberatung durchgeführt, so erhöht dies die Wahrscheinlichkeit für den Besitz einer thermischen Solaranlage. Das persönliche Bedürfnis nach Energieautarkie hat – entgegen den Erkenntnissen aus den qualitativen Interviews – hingegen keinen Einfluss auf die Adoption der Technologie.

Tabelle 37: Ergebnisse des ökonometrischen Logit-Modells, thermische Solaranlage

Variable	*Koeffizienten*	*Odds-Ratios*
Kontante (β_0)	-2,986*** (0,000)	-
Bildungsniveau • Matura • Tertiäre Ausbildung	-0,774** (0,015) -0,138 (0,651)	0,461** (0,015) 0,871 (0,651)
Haushaltsgröße	0,231** (0,024)	1,260** (0,024)
Ländliches Gebiet	0,965*** (0,005)	2,625*** (0,005)
Baujahr Gebäude (vor 1945)	-1,268** (0,014)	0,281** (0,014)
Energieträger (Öl, Pellets, Hack)	0,582** (0,035)	1,789** (0,035)
Energiesparorientierung	0,993*** (0,002)	2,698*** (0,002)
Energieberatung	0,791*** (0,007)	2,206*** (0,007)
Energieautarkie	0,241 (0,427)	1,273 (0,427)
Beobachtungen	347	
Wald-χ^2-Statistik (p-Wert)	50,68 (0,000)	
Mc Fadden Pseudo-R^2	0,151	
Adjusted McFadden Pseudo-R^2	0,105	
Robuste p-Werte in Klammern Signifikanz: ***1 % Niveau **5 % Niveau *10 % Niveau		

Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

Die berechneten *Odds-Ratios* finden sich in der zweiten Spalte von Tabelle 37 und reflektieren den Anstieg bzw. die Reduktion der Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit einer Veränderung der jeweils betrachteten unabhängigen Variable. Das Ausbildungsniveau wirkt sich – wie bereits erwähnt – negativ auf die Nutzung einer thermischen Solaranlage aus. Die Stärke dieses negativen Effekts zeigt sich an Hand des kalkulierten *Odds-Ratios*. Personen mit sekundärem Bildungsabschluss weisen im Vergleich zu Individuen mit darunter liegendem Bildungsniveau eine 2,2-mal (oder 53,9 %) niedrigere Chance auf, eine thermische Solaranlage zu besitzen. Demgegenüber erhöht jede zusätzliche Person im Haushalt die Wahrscheinlichkeit für die Nutzung einer solarthermischen Anlage um das 1,3-fache.

Wesentlichen Einfluss auf die Adoption der Technologie hat die Struktur der Wohnumgebung. In Städten/Gemeinden mit höchstens 50.000 Einwohner/innen ist die Wahrscheinlichkeit für den Besitz einer thermischen Solaranlage rund 2,6-mal höher als in Gebieten mit mehr als 50.000 Einwohner/innen. In Gebäuden, die vor dem Jahr 1945 errichtet wurden, ist

die Chance für die Nutzung der Technologie dagegen um das 3,6-fache niedriger als bei Bewohner/innen später errichteter Gebäude. Besonders wichtig ist auch die Kombination der Solarthermie-Anlage mit bestimmten Heizformen bzw. Energieträgern. Eine Beheizung mit Öl, Pellets oder Hackschnitzel wirkt sich positiv aus; wird mit einem dieser Energieträger beheizt, so ist die Chance für den Besitz einer thermischen Solaranlage um das 1,8-fache höher, als wenn die Beheizung mit einem anderen Energieträger (z.B. Nah-/Fernwärme, Gas) erfolgt.

Die Energiesparorientierung, also die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen im Haushalt, erhöht die Wahrscheinlichkeit für die Adoption der Technologie – im Vergleich zu den weniger energiesparaffinen Haushalten – um das 2,7-fache. Ein ähnlich hoher Effekt zeigt sich für die Variable Energieberatung. Das berechnete *Odds-Ratio* gibt an, dass bei durchgeführter Energieberatung die Chance für den Besitz einer thermischen Solaranlage 2,2-mal höher ist, als wenn diese Maßnahme noch nicht ergriffen wurde.

10.4.5 Modellergebnis: Smart Meter

Das statistisch beste Modell für die Smart Meter Befragung wird in Tabelle 38 dargestellt. Insgesamt konnten elf Einflussfaktoren identifiziert werden, die zumindest auf dem 10 %-Niveau statistisch signifikant sind.[82]

Die grundsätzliche Haltung gegenüber Smart Meter ist negativ, was sich in der negativen Konstante, die den Einfluss aller nicht im Modell beobachteten Effekte repräsentiert, widerspiegelt. Das soziale Umfeld spielt beim Smart Meter eine entscheidende Rolle. So wirkt sich der Umstand, dass jemand im sozialen Umkreis (Verwandte, Freunde, Bekannte) einen Smart Meter besitzt, positiv auf den eigenen Besitz bzw. die Befürwortung der Installation aus. Beim Ausbildungsniveau zeigt sich nur die tertiäre Ausbildung als signifikant, wobei das Vorzeichen des geschätzten Parameters einen negativen Effekt widerspiegelt. Personen mit tertiärer Ausbildung (Universität, Fachhochschule) weisen im Vergleich zur Referenzgruppe (unter Maturaniveau) eine geringere Wahrscheinlichkeit für den Besitz bzw. die Befürwortung eines Smart Meters auf.

Im Gegensatz zu den anderen Technologien verbreiten sich Smart Meter eher im urbanen Raum. Der Smart Meter-Besitz bzw. die Befürwortung ist bei Personen, die in Städten mit mehr als 100.000 Einwohner/innen leben eher gegeben, als in kleineren Städten/Gemeinden (≤ 100.000 Einwohner/innen). Besonders wichtig ist für die Akzeptanz von Smart Metern auch der Informationsstand und die Art der Informationsdarstellung. Besser informierte Individuen besitzen bzw. befürworten die Technologie eher, als schlechter informierte Personen. Darüber hinaus fördert die positive bzw. neutrale Darstellung von Informationen zu Smart Metern deren Verbreitung. Smart Meter ermöglichen es den Haushalten, zu jedem Zeitpunkt

[82] Eine detaillierte Beschreibung der im Modell integrierten Variablen, deren Codierung sowie die deskriptiven Statistiken sind in Tabelle A4 im Anhang dargestellt.

genaue Informationen über den tatsächlichen Stromverbrauch zu erhalten und können daher wesentlich zu einem bewussten Umgang mit Energie bzw. zum Energiesparen beitragen. Einer der treibenden Faktoren im Bereich Smart Meter ist daher das Interesse der Haushalte am Stromverbrauch; ist dieses gegeben, erhöht sich die Wahrscheinlichkeit für den Besitz bzw. die Befürwortung der Smart Meter Technologie. Der bereits vorhandene Wissensstand hinsichtlich des Stromverbrauchs der elektrischen Geräte im Haushalt wirkt sich hingegen negativ auf den Besitz bzw. die Befürwortung eines Smart Meters aus, da in diesem Fall weniger Anreiz für den Erhalt detaillierter Informationen zum Stromverbrauch besteht.

Tabelle 38: Ergebnisse des ökonometrischen Logit-Modells, Smart Meter

Variable	*Koeffizienten*	*Odds-Ratios*
Konstante (β_0)	-3,789*** (0,000)	-
Besitz im sozialen Umfeld	2,354* (0,073)	10,533* (0,073)
Ausbildung • Matura • Tertiär	-0,109 (0,820) -1,204** (0,015)	0,897 (0,820) 0,300** (0,015)
Urbanität (> 100.000 EW)	0,985** (0,029)	2,677** (0,029)
Informationsstand	0,758* (0,066)	2,133* (0,066)
Informationsdarstellung (positiv/neutral)	1,292*** (0,006)	3,641*** (0,006)
Interesse an Stromverbrauch	1,681*** (0,000)	5,369*** (0,000)
Wissensstand Stromverbrauch	-0,936** (0,035)	0,392** (0,035)
Anzahl elektrische Haushaltsgeräte	0,311*** (0,010)	1,365*** (0,010)
Energieeffiziente Ausstattung	-1,272*** (0,010)	0,280*** (0,010)
Technologieaffinität	1,202*** (0,007)	3,328*** (0,007)
Energiesparinteresse	1,035** (0,041)	2,814** (0,041)
Beobachtungen	176	
Wald-χ^2-Statistik (p-Wert)	43,90 (0,000)	
Mc Fadden Pseudo-R^2	0,287	
Adjusted McFadden Pseudo-R^2	0,174	
Robuste p-Werte in Klammern Signifikanz: ***1 % Niveau **5 % Niveau *10 % Niveau		

Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

Darüber hinaus beeinflusst die Anzahl der elektrischen Haushaltsgeräte die Befürwortung bzw. die Adoption der Smart Meter Technologie positiv. Je mehr elektrische Geräte ein Haushalt besitzt, desto mehr Nutzen haben die Haushalte aus detaillierten Informationen hinsichtlich des Stromverbrauchs dieser Geräte und desto eher werden Smart Meter befürwortet. Ist die Geräteausstattung des Haushalts schon sehr energieeffizient, so besteht weniger Interesse an der Installation eines Smart Meters. Weitere Faktoren, die sich positiv auf den Besitz bzw. die Befürwortung von Smart Metern auswirken sind die Technologieaffinität der Haushalte sowie das Interesse an Energiesparen und Energieeffizienz.

Aussagen zur Einflussstärke der identifizierten Determinanten können an Hand der *Odds-Ratios* getroffen werden (siehe zweite Spalte in Tabelle 38). Besonders stark wirkt sich demnach der Besitz im sozialen Umfeld auf die Verbreitung der Technologie aus. Besitzen Verwandte, Bekannte oder Freunde einen Smart Meter, so erhöht dies die Wahrscheinlichkeit für den eigenen Besitz bzw. die Befürwortung der Installation um das 10,5-fache. Personen mit tertiärer Ausbildung weisen im Vergleich zur Referenzgruppe (unter Maturaniveau) eine 3,3-mal niedrigere Chance auf, einen Smart Meter zu besitzen bzw. zu installieren.

Im urbanen Raum ist die Wahrscheinlichkeit für den Besitz bzw. die Befürwortung der Technologie 2,7-mal höher als in vergleichsweise ländlicher geprägten Regionen. Der individuelle Informationsstand wirkt sich positiv aus. Gut informierte Individuen weisen im Vergleich zu den unterdurchschnittlich Informierten eine 2,1-mal höhere Chance für die Adoption der Technologie auf. Werden Informationen zur Smart Meter Technologie positiv oder neutral dargestellt, so erhöht dies die Wahrscheinlichkeit für eine Installation deutlich, und zwar um das 3,6-fache. Besonders wichtig ist für die Verbreitung von Smart Metern das Interesse am Stromverbrauch, welches mit einer 5,4-mal höheren Chance für die Adoption der Technologie verbunden ist. Demgegenüber wirken sich ein bereits hoher Wissensstand zum Stromverbrauch der Haushaltsgeräte sowie eine sehr energieeffiziente Geräteausstattung negativ auf die Diffusion der Smart Meter Technologie aus. Die Stärke des Einflusses reicht dabei von einer 2,6- bis 3,6-mal niedrigeren Wahrscheinlichkeit für den Besitz bzw. die Befürwortung der Technologie. Im Vergleich zu diesen hemmenden Faktoren, erhöht jedes zusätzliche elektrische Haushaltsgerät die Befürwortung bzw. den Besitz eines Smart Meters um das 1,4-fache.

Zudem weisen Individuen, die offen gegenüber neuen Technologien sind, eine 3,3-mal höhere Chance auf, einen Smart Meter zu besitzen bzw. zu befürworten als Personen, die als weniger technologieaffin gelten. Schließlich muss auch ein hohes Interesse am Thema Energiesparen und Energieeffizienz gegeben sein, um die Verbreitung von Smart Metern zu fördern, denn die Neigung zum Energiesparen erhöht die Wahrscheinlichkeit für die Adoption bzw. Befürwortung der Technologie um das 2,8-fache.

10.4.6 Güte der ökonometrischen Modelle

Wie bereits in Abschnitt 10.4.1 erläutert, kann die Güte eines ökonometrischen bzw. Regressionsmodells an Hand mehrerer Kriterien beurteilt werden. Dazu zählen das *Adjusted McFadden Pseudo-R²*, der *Likelihood-Ratio* Test, der Anteil der mit dem Modell korrekt vorhergesagten Antworten und die damit verbundene Gestalt bzw. Fläche unter der so genannten ROC-Kurve. Eine zusammenfassende Darstellung dieser Kennzahlen ist in Tabelle 39 gegeben.

Tabelle 39: Kennzahlen zur Beurteilung der Güte der Regressionsmodelle

Kennzahl der Güte	*Elektrofahrrad*	*Passivhaus*	*Thermische Solaranlage*	*Smart Meter*
McFadden Pseudo-R^2	0,304	0,403	0,151	0,287
Adjusted McFadden Pseudo-R^2	0,225	0,307	0,105	0,174
Likelihood-Ratio Test, χ^2 (p-Wert)	92,60 (0,000)	131,83 (0,000)	69,06 (0,000)	65,95 (0,000)
Anteil der korrekt vorhergesagten Antworten	77,3%	88,3%	72,6%	76,7%
Sensitivität	76,6%	57,8%	45,7%	87,6%
Spezifität	77,9%	95,7%	86,2%	57,1%
Fläche unter der ROC-Kurve	0,850	0,898	0,758	0,834

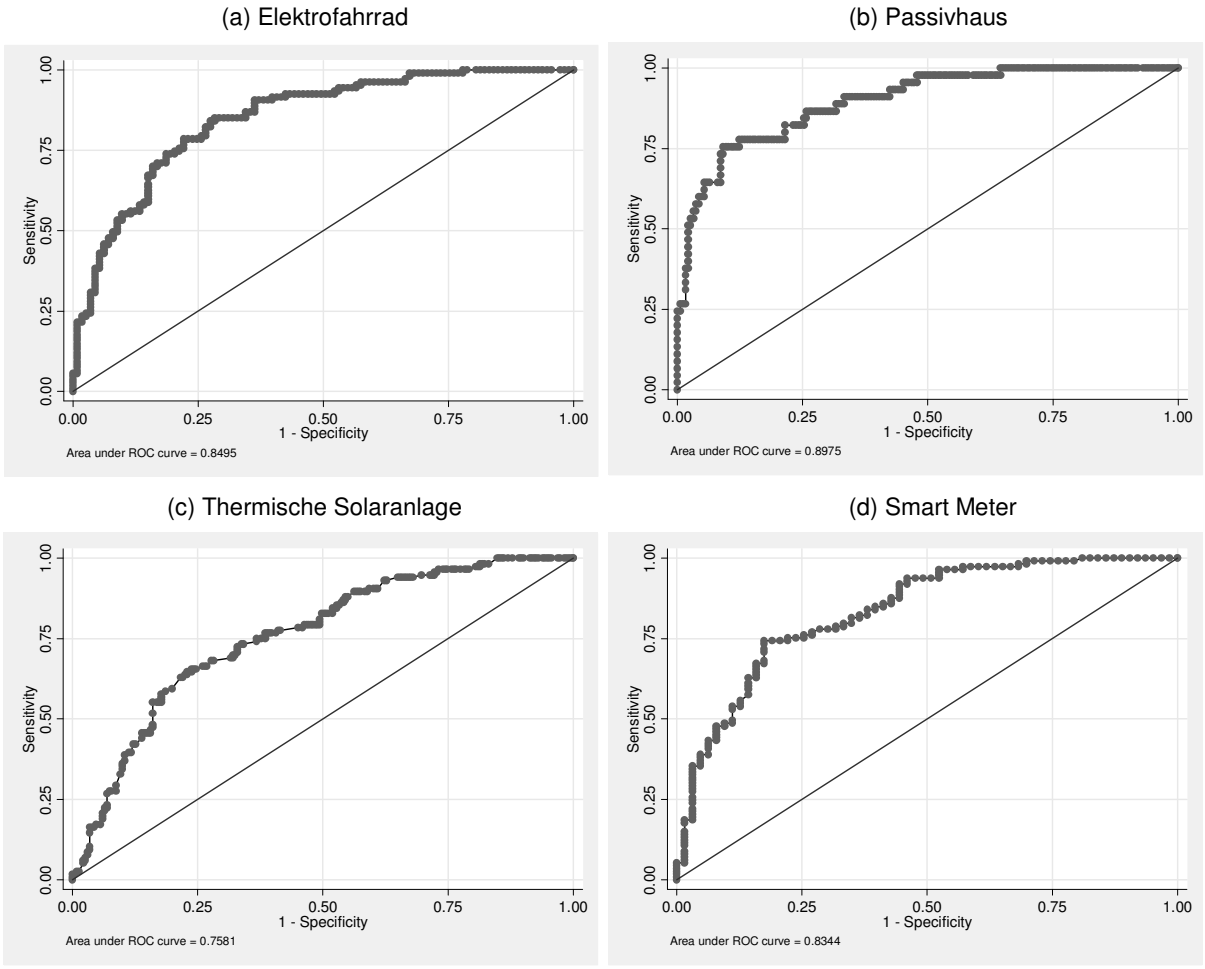
Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

Die höchste Erklärungskraft weisen im Technologievergleich die Modelle für das Passivhaus und das Elektrofahrrad auf, bei denen das *Adjusted McFadden Pseudo-R²* im Bereich einer hohen Regressionsgüte liegt. Etwas niedriger ist die Erklärungskraft des Smart Meter Modells, an letzter Stelle liegt im Bereich dieser Kennzahl das *Logit*-Modell für die thermische Solaranlage. Der LR-Test liefert für alle Technologien ein signifikantes Ergebnis und zeigt an, dass das inkludierte Set an erklärenden Variablen die Aussagekraft des jeweiligen Modells – im Vergleich zu einem Modell, das nur die Konstante beinhaltet – signifikant erhöht.

Mit der Reihenfolge der Regressionsgüte kongruent ist auch der Anteil der mit dem jeweiligen Modell korrekt klassifizierten Antworten. So weist das Passivhaus-Modell mit 88,3 % den höchsten Anteil korrekt vorhergesagter Antworten auf, wobei die Sensitivität – also der Anteil der korrekt vorhergesagten Antworten in der Gruppe *y=1* – hier deutlich schwächer ausgeprägt ist (57,8 %). Mit dem ökonometrischen Modell für das Elektrofahrrad kann der Besitz zu 77,3 % richtig prognostiziert werden. Den drittbesten Wert weist in diesem Bereich das Modell für den Bereich Smart Meter auf, wobei hier 76,7 % der Antworten korrekt klassifiziert werden können. Eine deutliche Schwäche weist das Modell jedoch bei der Spezifität auf; d.h. mit dem Modell können „nur“ 57,1 % der Antworten in der Kategorie *y=0* korrekt vorhergesagt werden. An letzter Stelle liegt – genau wie beim *Adjusted McFadden Pseudo-R²* – das Solarthermie-Modell, mit dem insgesamt 72,6 % der tatsächlich beobachten Antworten korrekt klassifiziert werden können. Ähnlich wie beim Passivhaus ist hier die Sensitivität (korrekt prognostizierte Ergebnisse in der Gruppe *y=1*) deutlich schwächer ausgeprägt. Eine Übertragung von Sensitivität und Spezifität in ein Koordinatensystem liefert die so genannte ROC-

Kurve, die in Abbildung 79 für jede Technologie dargestellt wird. Je näher die Kurve am oberen linken Dreieck liegt, desto besser das ökonometrische Modell. Entsprechend den Auswertungen in Tabelle 39, weist das Modell für das Passivhaus (b) die größte Fläche unter der ROC-Kurve und damit die höchste Regressionsgüte auf. An zweiter Stelle steht das ökonometrische Modell für das E-Bike (a); auch hier liegt die kalkulierte Kurve relativ nahe am oberen linken Dreieck und verweist auf einen entsprechend guten Model-Fit. Abbildung 79 (c) lässt darüber hinaus sofort erkennen, dass das Modell für die thermische Solaranlage im Technologievergleich die geringste Regressionsgüte aufweist. Im Smart Meter Modell beträgt die Fläche unter der ROC-Kurve 0,834 und liegt damit im Bereich des E-Bikes.

Abbildung 79: ROC-Kurven für die ökonometrischen Modelle nach Technologien



Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

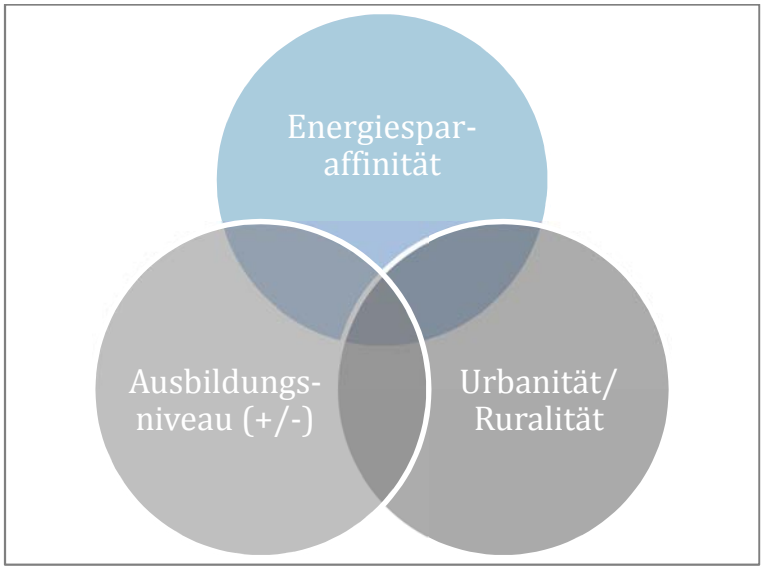
10.4.7 Zusammenfassung: treibende und hemmende Faktoren

In den vorangegangenen Abschnitten wurden die technologie-spezifischen ökonometrischen Modelle und die daraus ableitbaren Treiber und Hemmnisse der Diffusion erläutert und dargestellt. Zusammen mit den Ergebnissen der statistischen Vergleichsanalyse und den deskriptiven (univariaten) Auswertungen liefert die empirische Analyse somit ein umfassendes

Bild hinsichtlich der Verbreitung der betrachteten Technologien. In den ökonometrischen Modellen haben sich Einflussfaktoren herauskristallisiert, die in allen Technologiefeldern eine Rolle spielen. Dazu zählt einerseits die Energiesparaffinität der Haushalte, die sich in Form umgesetzter Energiesparmaßnahmen, durchgeführter Energieberatungen, der Anzahl der Energiesparprodukte oder dem Interesse an Energiesparen und Energieeffizienz ausdrückt. Diese Faktoren stellen Treiber der Diffusion dar und wirken sich daher positiv auf die Adoption der Technologien aus, ein Ergebnis, das im Einklang mit soziologischen Diffusionstheorien, welche die Kompatibilität der Innovation mit der Lebenswelt der Individuen als entscheidenden Faktor ansehen, steht.

Andererseits zeigt sich das Ausbildungsniveau – das mitunter auch als Proxy-Variable für Einkommen gilt – als signifikanter Einflussfaktor für die Adoption der Technologien, wobei hier unterschiedliche Richtungen der Effekte identifiziert wurden. Während sich das Bildungsniveau beim Passivhaus positiv auf die Wahrscheinlichkeit der Nutzung der Technologie auswirkt, trifft bei den anderen Technologien genau der umgekehrte Fall zu, wonach die Wahrscheinlichkeit der Nutzung im Modell der Elektrofahrräder, thermischen Solaranlagen und Smart Meter bei niedriger gebildeten Individuen geringer ausfällt. Eine wesentliche Erkenntnis aus der empirischen Analyse bezieht sich auf die Verbreitung der Technologien im Kontext der Urbanität bzw. Ländlichkeit. Während Smart Meter vor allem im urbanen Raum diffundieren, werden Elektrofahrräder, Passivhäuser und Solarthermie-Anlagen eher im ländlichen Raum genutzt, ein Ergebnis, das mitunter darauf zurückzuführen ist, dass die vorliegende Untersuchung auf die Passivhaus- und Solarthermie-Technologie im Ein-/Zweifamilienhauswohnbau fokussierte (vgl. Abbildung 80).

Abbildung 80: Wesentliche Einflussfaktoren auf die Diffusion der innovativen Energietechnologien



Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Das Einkommensniveau spielt – wie bereits in der qualitativen Analyse angedeutet – nur im Bereich Passivhaus eine Rolle, als das Passivhaus im Vergleich zu den anderen betrachteten Technologien eine Großinvestition darstellt. Auch das Alter hat technologiespezifisch nur beim E-Bike und Passivhaus einen signifikanten Effekt auf die Adoption der Technologie, wobei hier gegenläufige Resultate beobachtet wurden. Während sich die Wahrscheinlichkeit für den Kauf eines Elektrofahrrads mit steigendem Alter erhöht (insbesondere um wieder Sport machen zu können), sinkt die Wahrscheinlichkeit beim Passivhaus, da ein Eigenheimbau vor allem in jüngeren Jahren stattfindet.

Neben den sozio-demografischen Charakteristika und der unterstützenden Wertestruktur wie Energiesparaffinität, Technologieinteresse oder Lifestyle-Orientierung wirken sich auch strukturelle Faktoren positiv auf die Verbreitung der Technologien aus. Darunter werden insbesondere gebäudespezifische Merkmale wie das Baujahr und die damit einhergehende verfügbare Infrastruktur (z.B. für Elektrofahrräder) sowie bestimmte Energieträgernutzungen (bei der Solarthermie) subsummiert. Bei den Smart Metern sind noch weitere Faktoren von Bedeutung, die bei den anderen Technologien keine Rolle spielen. Dazu zählt das individuelle Interesse an detaillierten Stromverbrauchsdaten, welches Ausdruck für die Kompatibilität der Technologie mit der Lebenswelt der Individuen ist. Darüber hinaus spielen im Bereich der Smart Meter – insbesondere auf Grund der geringeren Sichtbarkeit der Technologie – auch die Verfügbarkeit von Informationen sowie die Art der Informationsdarstellung eine wesentliche Rolle.

11 Empirische Ergebnisse: Unternehmen

Wie bereits in Abschnitt 1 erläutert, wurden neben den Haushalten auch österreichische Unternehmen aller Branchen und Mitarbeiter-/Umsatzgrößenklassen zu ihren Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten sowie Energiesparaktivitäten im Unternehmen befragt. Produkttechnisch fokussiert die Unternehmensbefragung auf die LED-Beleuchtungstechnologie, da dieses Produkt – unabhängig von der Branche – in allen Unternehmensbereichen eingesetzt werden kann. Auf die Befragungsmodalitäten, Rücklauf sowie die Sample-Charakteristika der Unternehmenserhebung wurde bereits in Abschnitt 9.2 eingegangen.

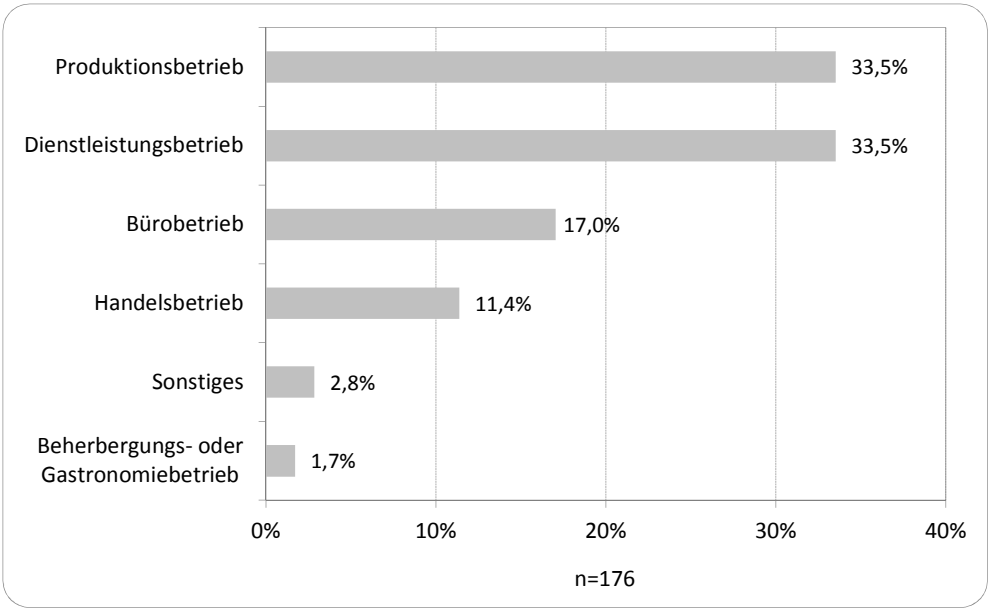
11.1 Deskriptive statistische Auswertungen

Im Folgenden werden die Strukturdaten der befragten Unternehmen, deren Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten, die Energiespartendenz sowie der Einsatz der LED-Beleuchtung auf deskriptiver bzw. univariater Ebene analysiert.

11.1.1 Strukturdaten der Unternehmen

Hinsichtlich der Betriebsart verteilt sich das erhobene Unternehmenssample vorwiegend auf Produktions- und Dienstleistungsbetriebe, die jeweils ein Drittel der Gesamtzahl der befragten Unternehmen ausmachen. Auch Bürobetriebe spielen mit einem Anteil von 17,0 % noch eine Rolle, während der Anteil der Handelsbetriebe an den gesamten befragten Unternehmen mit 11,4 % schon deutlich geringer ausfällt. Sonstige Betriebe (vor allem Mischformen) sowie Beherbergungs- und Gastronomieunternehmen sind im Sample nur rudimentär vorhanden (vgl. Abbildung 81).

Abbildung 81: Betriebsart der befragten Unternehmen



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Hinsichtlich der Branchenstruktur fokussiert das Sample hauptsächlich auf Unternehmen des produzierenden Gewerbes (Herstellung von Waren, 31,3 %), die Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen[83] (14,2 %) sowie dem Handel (13,1 %). Der Bausektor ist mit einem Anteil von 9,7 % im Sample vertreten. Mit diesen Branchen werden bereits mehr als zwei Drittel (68,2 %) des gesamten Samples abgedeckt (vgl. Tabelle 40). Die restlichen Unternehmen verteilen sich zu geringen prozentuellen Anteilen auf das Gesundheits- und Sozialwesen, die Erbringungen von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen, die Erbringung von sonstigen Dienstleistungen, die Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen, die Energieversorgung sowie den Bereich Information und Kommunikation.

Tabelle 40: Branchenstruktur der befragten Unternehmen

Branche	*absolut*	*in %*
Herstellung von Waren	55	31,3%
Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen DL	25	14,2%
Handel	23	13,1%
Bau	17	9,7%
Teilgesamtheit	**120**	**68,2%**

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Hinsichtlich des Umsatzes verteilt sich das erhobene Sample auf den Bereich der kleinen und mittleren Unternehmen, also den KMU-Sektor. Deutlich mehr als die Hälfte (56,3 %) der befragten Unternehmen weist einen jährlichen Umsatz von weniger als € 5 Mio. auf. Allerdings befinden sich auch 30 Großunternehmen (17,0 %) mit einem jährlichen Umsatz von € 50 Mio. und mehr in der Unternehmensstichprobe, womit die gesamte Bandbreite der Unternehmensgrößenklassen abgedeckt ist (vgl. Tabelle 41). Mehr als ein Drittel der befragten Unternehmen (36,4 %) erwartet in den nächsten drei Jahren stark steigende bis steigende Umsätze, rund 43,2 % rechnen mit einem gleichbleibenden Umsatz. Der Anteil der Unternehmen mit sinkenden Umsatzerwartungen beträgt hingegen nur 13,7 %.

Tabelle 41: Jährlicher Umsatz der befragten Unternehmen, Geschäftsjahr 2013

Umsatz	*absolut*	*in %*
Weniger als 1 Mio. €	39	22,2%
1 Mio. € bis unter 5 Mio. €	60	34,1%
5 Mio. € bis unter 20 Mio. €	18	10,2%
20 Mio. € bis unter 50 Mio. €	5	2,8%
50 Mio. € und mehr	30	17,0%
Keine Angabe	24	13,6%
Gesamt	**176**	**100,0%**

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Die Konzentration auf den KMU-Sektor spiegelt sich auch in der Mitarbeiter/innen-Anzahl der befragten Unternehmen wider. Bei 30,7 % handelt es sich um Kleinstunternehmen, 40,9 %

[83] Dazu zählen etwa die Vermietung von beweglichen Sachen, Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften, Reisebüros oder die Gebäudebetreuung.

zählen zu den Klein- und 11,4 % zu den mittleren Unternehmen, womit der KMU-Bereich mehr als 80 % des erhobenen Samples ausmacht. Darüber hinaus findet sich in der Unternehmensstichprobe auch ein Anteil von 15,3 % Großunternehmen mit 250 Beschäftigten oder mehr (vgl. Tabelle 42). Die Erwartungen hinsichtlich der Entwicklung der Zahl der Mitarbeiter/innen sind zu einem Viertel stark steigend bis steigend. Der überwiegende Teil der befragten Unternehmen (58,0 %) erwartet in den nächsten drei Jahren eine gleichbleibende Beschäftigtenzahl, 12,5 % haben diesbezüglich negative Erwartungen (sinkend oder stark sinkend).

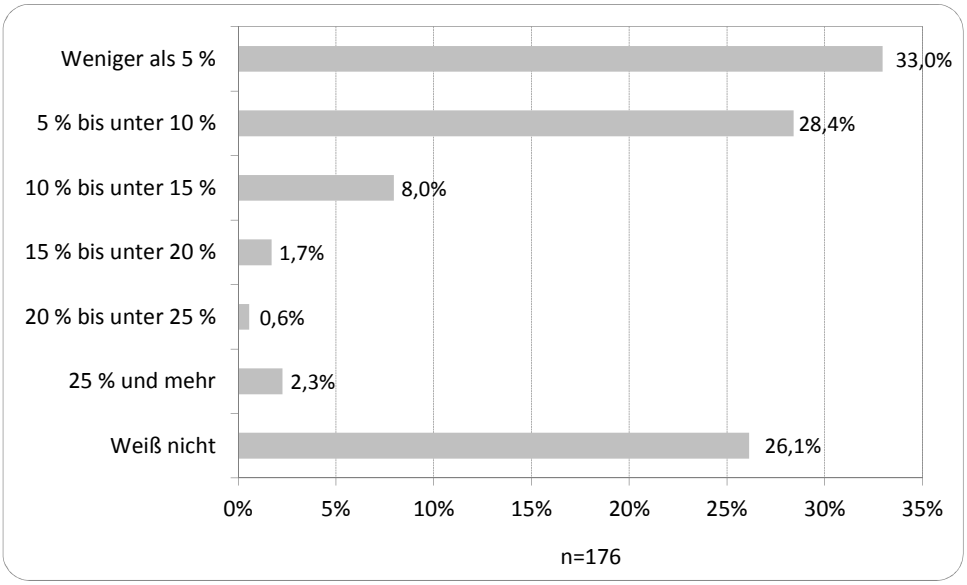
Tabelle 42: Anzahl der Mitarbeiter/innen in den befragten Unternehmen, Geschäftsjahr 2013

Mitarbeiter/innen	*absolut*	*in %*
Weniger als 10	54	30,7%
10 bis unter 20	40	22,7%
20 bis unter 50	32	18,2%
50 bis unter 250	20	11,4%
250 und mehr	27	15,3%
Keine Angabe	3	1,7%
Gesamt	**176**	**100,0%**

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Die Energieintensität der befragten Unternehmen – gemessen als Anteil der Energiekosten an den jährlichen Gesamtkosten – wird in Abbildung 82 dargestellt. Wie aus der Grafik ersichtlich, gehört rund ein Drittel (33,0 %) der Unternehmen im Sample zu den weniger energieintensiven Betrieben mit einem Energiekostenanteil von unter 5 %. Bei 28,4 % der befragten Unternehmen liegen die Energiekosten in Relation zu den Gesamtaufwendungen zwischen 5 % und 10 %. Rund 12,6 % der Unternehmen sind energieintensiv mit Energiekostenanteilen von 10 % oder mehr. Zudem konnte ein signifikant hoher Anteil der befragten Unternehmen (26,1 %) keine Aussage zur Energieintensität treffen.

Abbildung 82: Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten in den befragten Unternehmen



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

In Produktionsbetrieben (mit einer Produktionsstätte und/oder Verkaufs-/Schauraumfläche) zeigt sich im Vergleich zu den anderen Betriebsarten (z.B. Handels- oder Dienstleistungsbetrieb) darüber hinaus ein signifikant höherer Energiekostenanteil. Während unter den Produktionsbetrieben rund 18,6 % einen Energiekostenanteil von mehr als 10 % aufweisen und damit zu den energieintensiven Unternehmen zählen, ist dieser Anteil in der Vergleichsgruppe (andere Betriebsarten) nur halb so hoch (9,4 %).[84]

11.1.2 Forschung- und Entwicklungstätigkeiten

Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sind ein wichtiger Teilbereich innovativer Tätigkeit (vgl. hierzu auch Kapitel 1) und stellen eine wesentliche Basis für die Entwicklung von Energieinnovationen dar. Im erhobenen Sample betreiben insgesamt 52 Unternehmen (oder 29,5 %) Forschung und Entwicklung (F&E). Der Anteil der F&E-Ausgaben am Gesamtumsatz betrug im Jahr 2013 im Durchschnitt 8,2 % (Standardabweichung: 5,0 %, Median: 7,8 %; vgl. Tabelle 43).

Tabelle 43: Unternehmenskennzahlen zu Forschung & Entwicklung

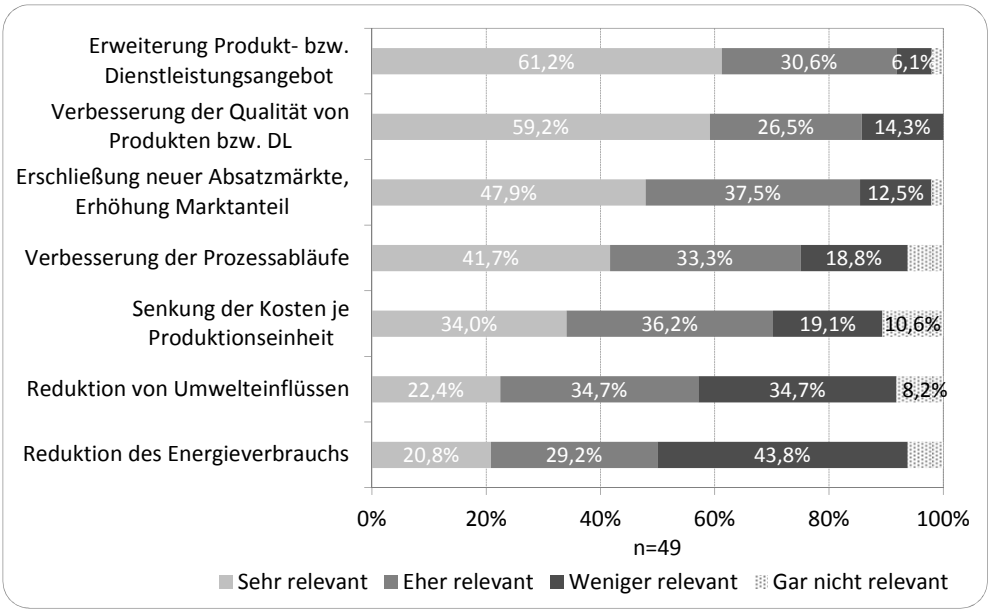
Forschung & Entwicklung	*Anteil*
Anteil der F&E betreibenden Unternehmen	29,5%
Anteil der F&E Ausgaben am Umsatz:	
Mittelwert	8,2%
Standardabweichung	5,0%
Median	7,8%

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Zu den Hauptmotiven für die Durchführung von F&E-Aktivitäten im Unternehmen zählen die Erweiterung des Produkt- bzw. Dienstleistungsangebots, die Verbesserung der Qualität von Produkten bzw. Dienstleistungen sowie die Erschließung neuer Absatzmärkte und eine Erhöhung des Marktanteils. Diese Beweggründe wurden von mehr als 80 % der befragten Unternehmen als sehr bis eher relevant eingestuft. Darüber hinaus wird in drei Viertel der befragten Unternehmen F&E mit dem Ziel der Verbesserung von Prozessabläufen betrieben. Die Senkung der Kosten je Produktionseinheit spielt bei 70,2 % der F&E-durchführenden Unternehmen eine Rolle. Am unteren Ende der Rangliste der F&E-Motive stehen bei den befragten Unternehmen die Reduktion von Umwelteinflüssen (für 57,1 % sehr bis eher relevant) sowie die Reduktion des Energieverbrauchs, ein Ziel, das für die Hälfte sehr bis eher relevant ist (vgl. Abbildung 83).

[84] Auf Basis eines χ^2-Tests erweist sich der identifizierte Zusammenhang zwischen Betriebsart und Energiekostenanteil als statistisch signifikant (Cramers V=0,132, Pearson-χ^2=3,063, p-Wert=0,080).

Abbildung 83: Motive für F&E-Tätigkeiten in den befragten Unternehmen



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

11.1.3 Energiesparen im Unternehmen

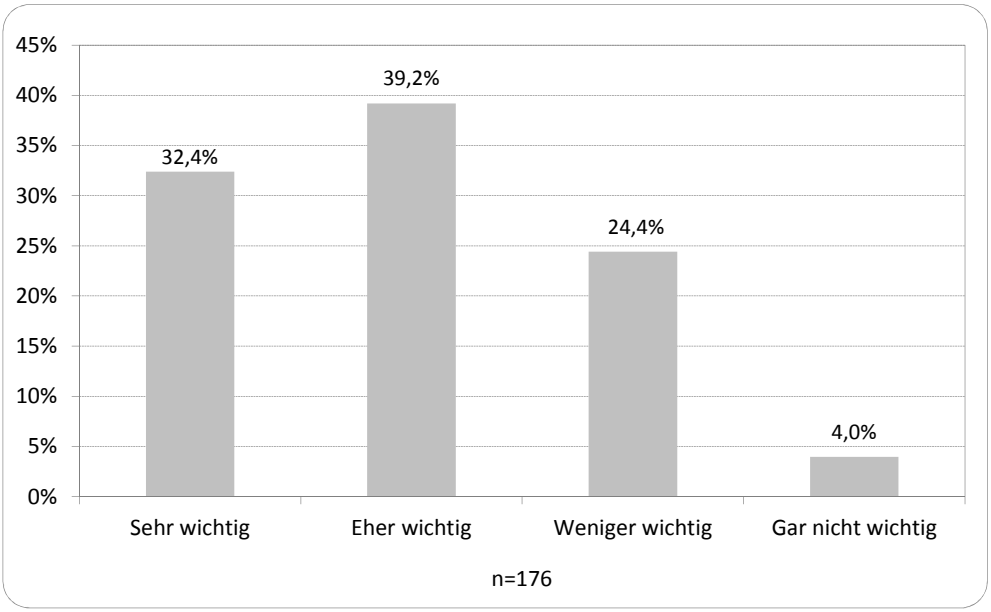
Steigende Energiepreise stellen eine zunehmende Belastung für die wirtschaftliche Entwicklung von Unternehmen dar. Vor diesem Hintergrund wird die effiziente und sparsame Verwendung von Energie immer wichtiger. Durch die Ausschöpfung von Energieeinsparpotenzialen kann die Wettbewerbsposition gestärkt und ein wichtiger Beitrag für den Klimaschutz (Senkung von Treibhausgasemissionen) geleistet werden (vgl. Brüggemann, 2005:6). So spielen Energiesparen und Energieeffizienz auch in den befragten Unternehmen eine zentrale Rolle. Für rund ein Drittel (32,4 %) sind Energiesparen und Energieeffizienz sehr wichtig, für weitere 39,2 % der befragten Unternehmen eher wichtig. Demgegenüber gaben 28,4 % an, dass die Themen Energiesparen und Energieeffizienz eine weniger bis gar nicht wichtige Rolle im Unternehmen spielen (vgl. Abbildung 84).

Insgesamt haben bereits 61,4 % der befragten Unternehmen Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt, bei 11,9 % sind diese in Planung. 8,0 % der Unternehmen haben zwar bis dato noch keine Maßnahmen zur Einsparung von Energie bzw. zur Steigerung der Energieeffizienz umgesetzt, sehen diesbezüglich aber Handlungsbedarf. Rund ein Fünftel (18,8 %) der Unternehmen hat noch keine Maßnahmen umgesetzt und sieht hierfür auch keine Notwendigkeit.

Die Umsetzung von Maßnahmen zur Einsparung von Energie bzw. zur Steigerung der Energieeffizienz hängt dabei signifikant mit dem unternehmerischen Interesse an Energiesparen und Energieeffizienz zusammen (Cramers V=0,381, Pearson-χ^2=76,773, p-Wert=0,000). Wie Tabelle 44 zeigt, variiert der Anteil jener Unternehmen, die bereits Energieeffizienzmaßnah-

men implementiert haben, deutlich mit dem Interesse an der Thematik. So haben in der Gruppe der sehr Interessierten bereits 82,4 % Schritte zum Einsparen von Energie gesetzt. Mit abnehmender Bedeutung der Themen Energiesparen und Energieeffizienz nimmt der Anteil kontinuierlich ab. In der Gruppe der eher Interessierten liegt er nur noch bei 65,2 %, bei jenen Unternehmen, in denen Energiesparen nur eine weniger wichtige Stellung einnimmt, nur noch bei 37,2 %. In Unternehmen, die sich gar nicht für die Thematik des Energiesparens und der Energieeffizienz interessieren, wurden bisher noch überhaupt keine Maßnahmen implementiert.

Abbildung 84: Wichtigkeit von Energiesparen und Energieeffizienz im Unternehmen



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Tabelle 44: Anteil der Unternehmen mit Energieeffizienzmaßnahmen nach der Wichtigkeit von Energiesparen

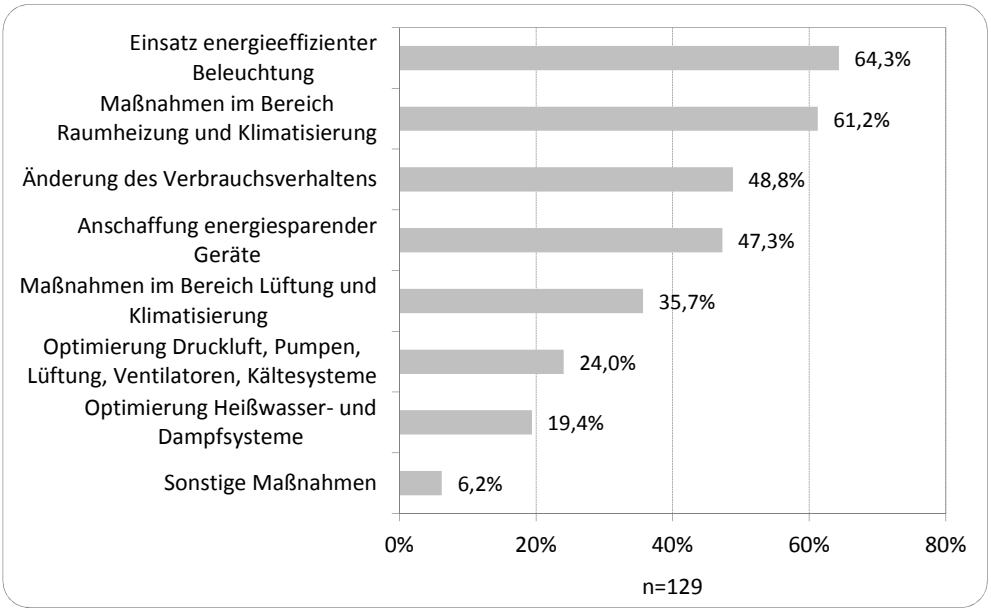
Gruppe der Unternehmen: Energiesparen…	*Anteil der Unternehmen, in denen bereits Maßnahmen umgesetzt wurden*
…sehr wichtig	82,4%
…eher wichtig	65,2%
…weniger wichtig	37,2%
…gar nicht wichtig	0,0%

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Zu den am häufigsten umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen im Unternehmen zählen der Einsatz energieeffizienter Beleuchtung sowie Maßnahmen im Bereich Raumheizung und Klimatisierung. Auch die Änderung des Verbrauchsverhaltens (z.B. beim Verlassen der Räumlichkeiten Licht abschalten) sowie die Anschaffung energiesparender Geräte spielen mit Anteilen von 48,8 % bzw. 47,3 % eine wichtige Rolle. Weniger bedeutend sind Maßnahmen im Lüftungs- und Klimatisierungsbereich, bei der Optimierung von Druckluft, Pumpen,

Lüftung, Ventilatoren und Kältesystemen sowie die Umstellung von Heißwasser- und Dampfsystemen (vgl. Abbildung 85).

Abbildung 85: Umgesetzte Energieeffizienzmaßnahmen in den befragten Unternehmen, in % (Mehrfachnennungen)



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Mit diesen Maßnahmen werden hauptsächlich Kosteneinsparungen im Unternehmen verfolgt, ein Motiv, das von 81,4 % der befragten Unternehmen angegeben wurde. Zweitwichtigstes Motiv für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen ist das Interesse an umweltschonendem Handeln (55,0 %). Auch die Außendarstellung (das Image) als Unternehmen, dem Umweltschutz wichtig ist, spielt bei der Implementierung von Energiesparmaßnahmen für 28,7 % eine Rolle. Freiwillige Vereinbarungen wurden von 21,7 % der befragten Unternehmen als Motiv angegeben. Weniger wichtige Beweggründe sind hingegen die Verfügbarkeit staatlicher Förderungen, bestehende ökologische Vorschriften oder Öko-Steuern sowie ökologische Vorschriften, deren Einführung in Zukunft erwartet wird (vgl. Tabelle 45).

Tabelle 45: Motive für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in den befragten Unternehmen

Motiv	*absolut*	*in % d. Befragten*
Kosteneinsparungen	105	81,4%
Interesse an umweltschonendem Handeln	71	55,0%
Außendarstellung als Unternehmen, dem Umweltschutz wichtig ist	37	28,7%
Freiwillige Vereinbarungen	28	21,7%
Verfügbarkeit von staatlichen Förderungen	14	10,9%
Bestehende ökologische Vorschriften oder Öko-Steuern	11	8,5%
Ökologische Vorschriften, deren Einführung in Zukunft erwartet wird	11	8,5%
Sonstiges	3	2,3%
Nennungen gesamt	**280**	**217,1%**
Befragte gesamt	**129**	-

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Neben der Einsparung von Energie wird mit den umgesetzten Maßnahmen vor allem eine Reduktion von CO_2-Emissionen verfolgt (51,9 %). Weitere wichtige Zusatzziele sind darüber hinaus die Reduktion des Materialverbrauchs sowie das Recycling von Abfall, Wasser oder Materialen. Knapp mehr als ein Viertel (27,9 %) der befragten Unternehmen verfolgen mit ihren Energieeffizienzmaßnahmen auch das Ziel, Materialien durch weniger verschmutzende und gefährliche Substanzen zu ersetzen. Rund 24,8 % zielen mit den implementierten Energiesparmaßnahmen auf eine reduzierte Luft-, Wasser oder Bodenverschmutzung ab. 20,2 % der befragten Unternehmen zielen nur auf eine Steigerung der Energieeffizienz ab, ohne weitere Zielsetzungen zu verfolgen (vgl. Tabelle 46).

Tabelle 46: Zusätzliche Ziele, die in den befragten Unternehmen mit den umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen verfolgt werden

Ziel	*absolut*	*in % d. Befragten*
Reduktion von CO_2-Emissionen	67	51,9%
Reduzierter Materialverbrauch	48	37,2%
Recycling von Abfall, Wasser oder Materialien	42	32,6%
Ersatz von Materialien duch weniger verschmutzende und gefährliche Substanzen	36	27,9%
Reduzierte Luft-, Wasser- oder Bodenverschmutzung	32	24,8%
Keines der genannten Ziele	26	20,2%
Reduzierte Lärmbelästigung	19	14,7%
Sonstiges	2	1,6%
Nennungen gesamt	**272**	**210,9%**
Befragte gesamt	**129**	-

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Wesentlicher Ausdruck der unternehmerischen Energiesparbemühungen ist auch der Einsatz von eigenen Spezialisten, die im Unternehmen für Fragen der Energieanwendung zuständig sind. Rund ein Drittel der Betriebe (33,5 %) setzen in ihrem Unternehmen Spezialisten für technische bzw. wirtschaftliche Fragen zur Energieeinsparung (Stichwort: Energiemanagement) oder für Fragen zum Einkauf von Energie ein. Zwei Drittel greifen hingegen – insbesondere auf Grund der damit verbundenen Kosten – auf keinerlei Energiespezialisten zurück. Darüber hinaus haben sich 40,3 % der Unternehmen schon einmal von einem/r externen Expert/in hinsichtlich Energiefragen beraten lassen (Energieberatung/Energieaudit), 10,2 % planen dies in Zukunft zu tun.[85]

Informationen hinsichtlich Energiesparen und Energieeffizienz beziehen die befragten Unternehmen vor allem aus Fachzeitschriften und von einschlägigen Websites (Internet). Weiters spielt die Informationsbeschaffung bei Anlagenherstellern, Handwerker/innen und Fachgeschäften sowie bei Energieversorgern eine wichtige Rolle. Am wenigsten bedeutend sind bei den Informationskanälen hingegen öffentliche Beratungsstellen sowie neue Medien (soziale

[85] Dieses Ergebnis zeigt, dass auf der Unternehmensebene – im Vergleich zu den Haushalten – verstärkt auf Energieberatungen zurückgegriffen wird. Auf der Haushaltsebene haben bis dato lediglich 21,3 % eine Beratung durch eine/n externen Expert/in durchführen lassen (vgl. Abschnitt 10.1.3).

Netzwerke und Handy-Apps; vgl. Tabelle 47). Im Vergleich zu den Haushalten zeigt sich hier ein etwas differenziertes Bild. Während bei den Haushalten vor allem das soziale Umfeld und Massenmedien (Radio und Fernsehen) zentrale Bedeutung als Informationsbeschaffungskanäle aufweisen, sind es bei den Unternehmen vor allem die Fachzeitschriften. Gemeinsamkeiten zeigen sich hinsichtlich der Bedeutung des Internets (fachliche Websites) und den „Change Agents", also Anlagenherstellern, Handwerker/innen und Fachgeschäften (vgl. hierzu auch Abschnitt 10.1.3).

Tabelle 47: Genutzte Informationskanäle für Energiesparen und Energieeffizienz

Informationskanal	*Sehr häufig/ häufig genutzt*	*Gelegentlich/ gar nicht genutzt*	*Keine Antwort*
In Fachzeitschriften	23,9%	58,5%	17,6%
Auf fachlichen Websites	21,0%	58,5%	20,5%
Bei Anlagenherstellern, Handwerkern, Fachgeschäften	16,5%	56,3%	27,3%
Beim Energieversorger	16,5%	56,8%	26,7%
Bei anderen Unternehmen, Kollegen	14,8%	60,2%	25,0%
Im Radio oder Fernsehen	13,6%	63,1%	23,3%
In speziellen Prospekten oder Broschüren	13,1%	64,8%	22,2%
Auf Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)	11,9%	60,2%	27,8%
Über Arbeitskreise, Fachverbände	11,4%	57,4%	31,3%
Im Zuge einer Energieberatung	11,4%	59,7%	29,0%
Bei öffentlichen Beratungsstellen	4,0%	63,1%	33,0%
Über soziale Netzwerke	2,8%	65,9%	31,3%
Über Handy-Apps	1,1%	64,8%	34,1%

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

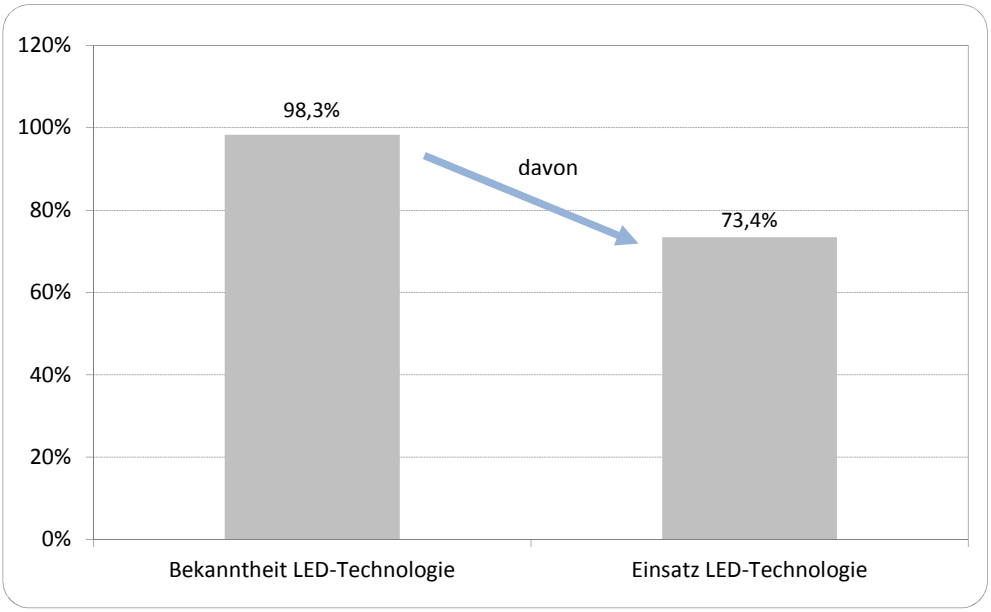
Im Rahmen der Unternehmensbefragung wurde auch das Energieeffizienzgesetz, das mit Auswirkungen auf die Unternehmen verbunden ist[86] und mit Jänner 2015 in Kraft trat, thematisiert. Nur rund die Hälfte (48,9 %) der befragten Unternehmen hat schon einmal vom Bundes-Energieeffizienzgesetz gehört, ein Ergebnis, das darauf zurückzuführen ist, dass sich im erhobenen Sample vor allem KMUs befinden, die von diesem Gesetz – im Vergleich zu den Großunternehmen – vergleichsweise weniger betroffen sind. Von jenen Unternehmen, denen das Gesetz bekannt ist, wissen 47,7 % sehr bis eher genau über die Inhalte und die damit verbundenen Verpflichtungen für das Unternehmen Bescheid. 45,3 % sind hingegen weniger genau, 7,0 % gar nicht über die Inhalte des Bundes-Energieeffizienzgesetzes im Bilde.

[86] Laut Bundes-Energieeffizienzgesetz haben Unternehmen in Österreich zwischen 2015 und 2020 – abhängig von ihrer Größe – Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz zu setzen, zu dokumentieren und der nationalen Energieeffizienz-Monitoringstelle zu melden. Große Unternehmen sind verpflichtet in regelmäßigen Abständen ein externes Energieaudit durchzuführen oder ein zertifiziertes Energie- bzw. Umweltmanagementsystem einzuführen. Kleine und mittlere Unternehmen (KMUs) können eine Energieberatung durchführen und deren Ergebnisse der Monitoringstelle melden (vgl. BGBL, 2014:§9).

11.1.4 Einsatz von LED-Beleuchtung

Der Bekanntheitsgrad der LED-Technologie ist unter den befragten Unternehmen sehr hoch; 98,3 % kennen das Produkt oder haben schon einmal davon gehört.[87] Fast drei Viertel (73,4 %) dieser Unternehmen setzen LED-Beleuchtungen auch im Unternehmen (Betrieb, Büro, Geschäft) ein (vgl. Abbildung 86), 17,3 % davon seit weniger als einem Jahr. Der Großteil (70,1 %) nutzt die LED-Technologie bereits seit ein bis drei Jahren. Nur 12,6 % setzten die LED-Lampen bereits seit mehr als drei Jahren im Unternehmen ein.

Abbildung 86: Bekanntheitsgrad und Einsatz der LED-Technologie in den befragten Unternehmnen

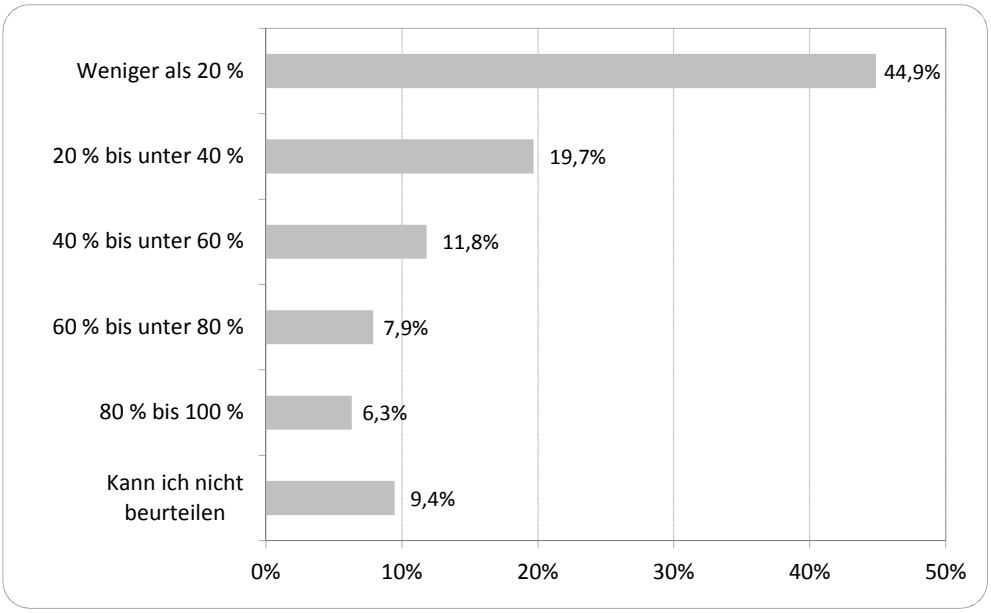


Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Die Technologie wird auf der Unternehmensebene jedoch noch nicht großflächig eingesetzt (vgl. Abbildung 87). Beim überwiegenden Teil der befragten Unternehmen (44,9 %) werden weniger als 20 % der gesamten Büro-, Geschäfts- und/oder Produktionsfläche mit LED-Lampen beleuchtet. Weitere 19,7 % nutzen die Technologie zur Beleuchtung von 20 % bis 40 % ihrer Unternehmensfläche, 11,8 % für 40 % bis 60 %. Ein Anteil von 6,3 % der befragten Unternehmen setzt die LED-Technologie großflächig ein und leuchtet damit 80 % bis 100 % der Büro-, Geschäfts- und/oder Produktionsfläche aus.

[87] Damit zeigt sich ein ähnlich hoher Bekanntheitsgrad wie beim Elektrofahrrad auf der Haushaltsebene (vgl. Abbildung 62 in Abschnitt 10.2.1).

Abbildung 87: Beleuchtete Unternehmensfläche mit der LED-Technologie



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Bei den Informationsbeschaffungskanälen spielen vor allem Anlagenhersteller, Handwerker/innen und Fachgeschäfte eine Rolle; 57,5 % der befragten Unternehmen nutzten diese „Change Agents“ als Informationsquelle. Auch einschlägige Internetseiten spielen mit einem Anteil von 37,8 % eine wesentliche Rolle für die Informationsbeschaffung, gefolgt von den Fachzeitschriften, die 36,2 % der befragten Unternehmen nutzen. Rund ein Viertel der Unternehmen (27,6 %) hat seine Informationen über die LED-Technologie aus speziellen Prospekten oder Broschüren. An letzter Stelle der Top-5 Informationsbeschaffungskanäle liegt die Energieberatung; d.h. 22,0 % der befragten Unternehmen haben ihre Informationen über die LEDs im Zuge einer Energieberatung erworben (vgl. Tabelle 48). Auf der Haushaltsebene spielen vor allem das soziale Umfeld und Massenmedien (also Radio oder Fernsehen und das Internet) eine zentrale Rolle als Informationskanäle für die innovativen Energietechnologien. Das Vertriebsnetz ist sowohl auf der Unternehmens- als auch Haushaltsebene von Relevanz; Energieberatungen finden sich nur im Unternehmensbereich unter den Top-5 Informationsbeschaffungskanälen, wonach sich hier – im Vergleich zu den privaten Haushalten – ein abweichendes Bild zeigt.

Tabelle 48: Top-5 Informationsbeschaffungskanäle für die LED-Technologie (Mehrfachnennungen)

Rang	*Informationskanal*	*Gewählt von…*
(1)	Bei Anlagenherstellern, Handwerkern, Fachgeschäften	57,5%
(2)	Auf fachlichen Websites	37,8%
(3)	In Fachzeitschriften	36,2%
(4)	In speziellen Prospekten oder Broschüren	27,6%
(5)	Im Zuge einer Energieberatung	22,0%

Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Die Verbreitung der LED-Technologie wird auf der Unternehmensebene wesentlich von den zugeschriebenen Eigenschaften der Technologie, Kosteneinsparungsmotiven sowie dem Beitrag zum Umweltschutz bestimmt. So zählen die hohe Lebensdauer der Lampen, die geringe Wartungsanfälligkeit, die hohe Lichtausbeute und Farbstabilität sowie die hohe Lichtqualität und Ästhetik zu den Top-Faktoren für die Adoption der Technologie. Rund 92,9 % der Unternehmen setzen die LED-Technologie, mit dem Ziel der Stromkosteneinsparung, in ihrem Betrieb ein. Darüber hinaus wird durch den Einsatz von LEDs auch ein großes Energiespar- sowie CO_2-Reduktionspotenzial gesehen (vgl. Tabelle 49).

Tabelle 49: Top-7 Faktoren für den (zukünftigen) Einsatz der LED-Technologie in den befragten Unternehmen (Anteil sehr/eher wichtig), Nutzer/innen und potenzielle Nutzer/innen

Rang	*Nutzer/innen*	*Potenzielle Nutzer/innen*
(1)	Hohe Lebensdauer (96,9 %)	Hohe Lebensdauer (94,0 %)
(2)	Stromkosteneinsparung (92,9 %)	Geringe Wartungsanfälligkeit (97,0 %)
(3)	Geringe Wartungsanfälligkeit (89,0 %)	Stromkosteneinsparung (87,9 %)
(4)	Hohe Lichtausbeute und Farbstabilität (88,2 %)	Anschaffungskosten, Preis (81,8 %)
(5)	Großes Energiesparpotenzial und CO_2-Reduktion (88,2 %)	Hohe Lichtqualität und Ästhetik (87,9 %)
(6)	Hohe Lichqualität und Ästhetik (82,6 %)	Hoche Lichtausbeute und Farbstabilität (87,9 %)
(7)	Beitrag zum Umweltschutz (86,6 %)	Beitrag zum Umweltschutz (87,9 %)

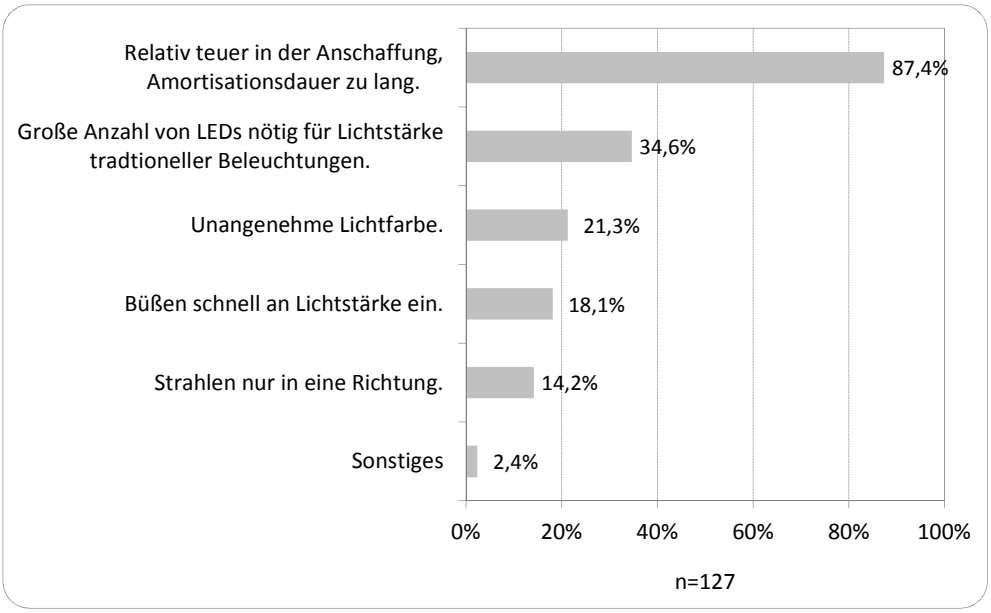
Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Rund 71,7 % der Unternehmen, die derzeit noch keine LED-Beleuchtung im Unternehmen einsetzen, können sich vorstellen, die Technologie in Zukunft (in den nächsten zwei Jahren) zu nutzen. Mehr als die Hälfte davon (54,5 %) hält die tatsächliche Installation auch für sehr bis eher wahrscheinlich; diese 54,5 % haben sich auch bereits aktiv über die LED-Technologie informiert. Unter den potenziellen zukünftigen Nutzer/innen von LEDs spielen die Anschaffungskosten eine zentrale Rolle, ein Faktor, der unter den Nutzer/innen nicht unter den Top-7 Adoptionsfaktoren aufscheint.[88] Ansonsten wird auch der zukünftige, geplante Einsatz der LED-Technologie von potenziellen Stromkosteneinsparungen sowie den technologiespezifischen Vorteilen (z.B. hohe Lebensdauer der Lampen, geringe Wartungsanfälligkeit) getrieben (vgl. Tabelle 49).

Als Nachteil der LED-Technologie werden in erster Linie die hohen Anschaffungskosten gesehen; 87,4 % der Unternehmen gaben dies als nachteiligen Faktor an. Zusätzlich sieht rund ein Drittel der befragten Unternehmen (34,6 %) es als problematisch an, dass zur Erreichung der Lichtstärke traditioneller Beleuchtungen eine große Anzahl von LEDs nötig ist. Die unangenehme Lichtfarbe, das rasche Einbußen an Lichtstärke sowie der Umstand, dass die Lampen nur in eine Richtung strahlen, werden eher weniger kritisch gesehen (vgl. Abbildung 88).

[88] Rund 45,5 % der potenziellen, zukünftigen Nutzer/innen der Technologie wären bereit, einen Preisaufschlag von höchstens 50 % für eine LED-Lampe im Vergleich zu einem traditionellen Beleuchtungsmittel zu bezahlen. Nur 9,1 % würden 50 % bis 100 % mehr für eine LED-Lampe bezahlen, 15,2 % würden einen doppelt bis dreimal so hohen Preis akzeptieren.

Abbildung 88: Nachteile der LED-Technologie (Mehrfachnennungen)



Quelle: Eigene Erhebung und Berechnungen IHS Kärnten

Auch bei den Gründen für den Nicht-Einsatz der LED-Technologie im Unternehmen stehen die hohen Anschaffungskosten an erster Stelle. Darüber hinaus werden LED-Lampen auf Grund der unzureichenden Informationen über die Technologie noch nicht in den Unternehmen eingesetzt, was einen wesentlichen Ansatzpunkt für Maßnahmen zur Forcierung der Diffusion auf unternehmerischer Ebene darstellt.

11.2 Statistische Zusammenhangsanalyse

Analog zu den Auswertungen auf der Haushaltsebene wurde auch in der erhobenen Unternehmensstichprobe untersucht, mit welchen Faktoren und Einflussgrößen der Einsatz der LED-Technologie zusammenhängt. Methodisch wurde zur Messung der statistischen Zusammenhänge wieder auf die Durchführung von Kontingenztafelanalysen und χ^2-Tests zurückgegriffen. Die Ergebnisse dieser Berechnungen finden sich in Tabelle 50.

Zwischen der Betriebsart (Produktions-, Dienstleistungs-, Büro- oder sonstiger Betrieb) und dem Einsatz der LED-Technologie konnte auf Basis der bivariaten Analyse kein statistisch signifikanter Zusammenhang identifiziert werden, wenngleich sich für die Produktions-, Dienstleistungs- und sonstigen Betriebe deutlich höhere LED-Einsatzraten zeigen als für Bürobetriebe. Auch zwischen der Expansionsorientierung (erwartete steigende Umsätze und Mitarbeiter/innen) und dem Einsatz von LED-Lampen besteht kein statistisch signifikanter Zusammenhang. Ein Faktor, der jedoch in einem signifikanten Zusammenhang mit dem LED-Einsatz steht, ist die Unternehmensgröße. Während unter den Großunternehmen 95,5 % LED-Beleuchtungstechnologie einsetzen, beträgt dieser Anteil unter den KMUs nur 70,2 %.

Tabelle 50: Ergebnisse der statistischen Zusammenhangsanalyse, LED-Beleuchtung

Einflussfaktor	*Ausprägungen*	*Teilgesamtheit*	*Einsatz LED*	*Nichteinsatz LED*	*Statistischer Zusammenhang: Cramers V*	*Pearson-χ^2 (p-Wert)*
Betriebsart	1 = Produktionsbetrieb 2 = DL-Betrieb 3 = Bürobetrieb 4 = Sonstiges	n=59 n=59 n=30 n=28	72,9 % 75,9 % 64,3 % 78,6 %	27,1 % 24,1 % 35,7 % 21,4 %	0,101	1,764 (0,623)
Expandierendes Unternehmen	1= Ja 0 = Nein	n=44 n=132	77,3 % 72,1 %	22,7 % 27,9 %	0,051	0,451 (0,502)
Großunternehmen	1 = Großunternehmen 0 = KMU	n=22 n=154	95,5 % 70,2 %	4,5 % 29,8 %	0,191	6,275** (0,012)
F&E	1 = F&E betreibend 0 = Nicht F&E betreibend	n=52 n=124	84,6 % 68,6 %	15,4 % 31,4 %	0,166	4,782** (0,029)
Wichtigkeit Energie-sparen	1 = Sehr/eher wichtig 0 = Weniger/gar nicht unwichtig	n=126 n=50	81,6 % 52,1 %	18,4 % 47,9 %	0,299	15,480*** (0,000)
Energiesparmaßnahmen	1 = Bereits durchgeführt/in Planung 0 = Keine durchgeführt	n=129 n=47	85,2 % 40,0 %	14,8 % 60,0 %	0,448	34,781*** (0,000)
Energiespezialisten	1 = Im Unternehmen vorhanden 0 = Nicht vorhanden	n=59 n=117	88,1 % 65,8 %	11,9 % 34,2 %	0,240	9,946*** (0,002)
Energieberatung	1 = Bereits durchgeführt 0 = Noch nicht durchgeführt	n=71 n=105	85,9 % 64,7 %	14,1 % 35,3 %	0,236	9,647*** (0,002)
Signifikanz: *** 1 % Niveau ** 5 % Niveau * 10 % Niveau						

Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

Auch zwischen der F&E-Orientierung und dem Einsatz der LED-Technologie besteht ein statistisch signifikanter Zusammenhang. Unter den F&E-durchführenden Unternehmen nutzen 84,6 % die LED-Technologie, unter jenen Unternehmen, die keine Forschung & Entwicklung durchführen nur 68,6 %.

Eine wesentliche Rolle für den Einsatz von LED-Beleuchtungen im Unternehmen spielt die unternehmerische Orientierung in Richtung Energiesparen und Energieeffizienz. So setzen Unternehmen, in denen Energiesparen und Energieeffizienz sehr bis eher wichtige Themenbereiche darstellen, verstärkt die LED-Technologie (81,6 %) ein, als Unternehmen die weniger energiesparorientiert sind (Einsatzrate 52,1 %). Darüber hinaus ist die LED-Einsatzrate in der Gruppe der Unternehmen, die bereits Maßnahmen zur Einsparung von Energie bzw. zur Steigerung der Energieeffizienz durchgeführt haben oder bei denen solche in Planung sind, mehr als doppelt so hoch wie bei Unternehmen, die noch keinerlei Aktivitäten in Richtung Energieeffizienz gesetzt haben. Auch zwischen dem Vorhandensein von Energiespezialisten im Unternehmen und der Nutzung von LED-Lampen besteht ein signifikanter statistischer Zusammenhang, wobei die Einsatzrate bei den Unternehmen mit eigenen Energiespezialisten deutlich höher ist (88,1 %) als in der Referenzgruppe (keine Energiespezialisten: 65,8 %). Schließlich ist auch die Durchführung einer Energieberatung bzw. eines Energieaudits durch externe Expert/innen Ausdruck des unternehmerischen Interesses bzw. der Bereitschaft zu Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz. Unternehmen, die bereits auf eine externe Beratung in Energiefragen zurückgegriffen haben, setzen die LED-Technologie zu 85,9 % ein. In der Vergleichsgruppe (noch keine Energieberatung durchgeführt) nutzen hingegen nur 64,7 % die energiesparenden und langlebigen LED-Lampen.

11.3 Ökonometrische Ergebnisse

Zusätzlich zur Analyse der statistischen Zusammenhänge auf bivariater Ebene wurden im Rahmen eines ökonometrischen Modells jene Faktoren identifiziert und quantifiziert, die den Einsatz der LED-Technologie in österreichischen Unternehmen beeinflussen. Methodisch wurde hier – genau wie auf der Haushaltsebene – auf die Schätzung eines *Binary Response* bzw. *Logit*-Modells zurückgegriffen. Das finale Modell ist in Gleichung (9) dargestellt und beinhaltet neben unternehmensstrukturellen Faktoren, wie die Unternehmensgröße oder Betriebsart (W_i), auch die Energiesparorientierung (X_i) sowie unternehmerische Werte und Vorstellungen (Z_i).[89]

$$y_i = \beta_0 + \beta_i W_i + \beta_j X_j + \beta_k Z_k + \varepsilon \quad (9)$$

[89] Die statistische Zusammenhangsanalyse liefert für die Schätzung des ökonometrischen Modells einen wichtigen Input, als die Inkludierung der ausgewählten abhängigen Variablen auf den identifizierten statistischen Zusammenhängen basiert.

Tabelle 51: Ergebnisse des ökonometrischen Logit-Modells, LED-Beleuchtung

Variable	*Koeffizienten*	*Odds-Ratios*
Kontante (β_0)	-1,321** (0,013)	-
Großunternehmen	2,025* (0,052)	7,579* (0,052)
Produktionsbetrieb	-0,740* (0,081)	0,477* (0,081)
Energiesparunternehmen	1,594*** (0,002)	4,495*** (0,002)
Kosteneinsparungsmotiv	0,864* (0,076)	2,373* (0,076)
Wichtigkeit Ästhetik	1,143** (0,019)	3,136** (0,019)
Wichtigkeit gesundheitlicher Aspekt	-0,105 (0,827)	0,900 (0,827)
Beobachtungen	173	
Wald-χ^2-Statistik (p-Wert)	33,5 (0,000)	
Mc Fadden Pseudo-R^2	0,220	
Adjusted McFadden Pseudo-R^2	0,151	
Robuste p-Werte in Klammern Signifikanz: ***1 % Niveau **5 % Niveau *10 % Niveau		

Quelle: Eigene Berechnungen IHS Kärnten

Die Schätzergebnisse werden in Tabelle 51 dargestellt.[90] Neben den geschätzten Koeffizienten des Modells werden auch die Odds-Ratios gezeigt, welche die Veränderung der Wahrscheinlichkeit für den Einsatz der LED-Technologie in Verbindung mit den abhängigen Faktoren reflektieren. An Hand der geschätzten Parameter kann zunächst nur die statistische Signifikanz und Richtung des Zusammenhangs beurteilt werden.[91] Die Konstante (β_0) ist auf dem 5 %-Niveau statistisch signifikant und weist ein negatives Vorzeichen auf, was auf eine grundsätzlich negative Haltung hinsichtlich der LED-Technologie verweist. Die Wahrscheinlichkeit für den Einsatz von LED-Beleuchtungen ändert sich jedoch in Abhängigkeit der inkludierten erklärenden Faktoren. So weisen Großunternehmen (Umsatz ≥ € 50 Mio., Mitarbeiter/innen ≥ 250) im Vergleich zu den KMUs eine höhere Wahrscheinlichkeit für den Einsatz der LED-Technologie auf; die Größe des Effekts kann am *Odds-Ratio* abgelesen werden, welches auf eine 7,6-mal höhere Chance für die Nutzung von LED-Lampen in Großunternehmen hinweist. Umgekehrt werden LED-Beleuchtungen in Produktionsbetrieben – im Vergleich zu allen anderen Betriebsarten – eher weniger eingesetzt, was sich im negativen Vorzeichen des geschätzten Koeffizienten widerspiegelt. Die Wahrscheinlichkeit für den Ein-

[90] Eine detaillierte Beschreibung und Codierung der im Modell verwendeten Variablen findet sich in Tabelle A5 im Anhang zu diesem Projektbericht.
[91] Für nähere Informationen zur Schätzung und Interpretation von *Logit*-Modellen sei auf Abschnitt 10.4.1 verwiesen.

satz der Technologie ist in Produktionsbetrieben 2,1-mal geringer als in Dienstleistungs-, Büro- oder sonstigen Betrieben.

Als Energiesparunternehmen gelten Unternehmen, in denen die Themen Energiesparen und Energieeffizienz einen wichtigen Stellenwert einnehmen und die bereits Maßnahmen zur Einsparung von Energie bzw. Steigerung der Energieeffizienz umgesetzt haben oder planen. Sind diese Voraussetzungen erfüllt, so ist die Wahrscheinlichkeit für den Einsatz der LED-Technologie signifikant höher, und zwar um das 4,5-fache. Daneben spielen auch Kosteneinsparungsmotive sowie die Wichtigkeit von ästhetischen Aspekten im Unternehmen eine Rolle beim Einsatz von LED-Beleuchtungen. Unternehmen, die Energiesparmaßnahmen mit dem Ziel von Kosteneinsparungen umsetzen, weisen eine 2,4-mal höhere Wahrscheinlichkeit für die Nutzung der LED-Technologie auf, als Unternehmen, deren Energiesparmaßnahmen von anderen Motiven getrieben werden. Ein ähnlicher Effekt zeigt sich für den Ästhetik-Faktor. Wird bei der Beleuchtung im Unternehmen besonderer Wert auf hohe Lichtqualität und Ästhetik gelegt, so ist auch der Einsatz von LEDs wahrscheinlicher. An Hand des Odds-Ratios kann die Stärke dieses Effekts abgelesen werden, der bei einer 3,1-mal höheren Wahrscheinlichkeit liegt.

LED-Lampen gelten – im Vergleich zu Energiesparlampen – als weniger gesundheitsgefährdend, da sie kein Quecksilber enthalten. Die Bedeutung gesundheitlicher Aspekte im Unternehmen in Zusammenhang mit den verwendeten Beleuchtungssystemen zeigt sich jedoch – entgegen den Erkenntnissen aus der qualitativen Analyse – nicht als statistisch signifikanter Einflussfaktor für die Nutzung der LED-Technologie.

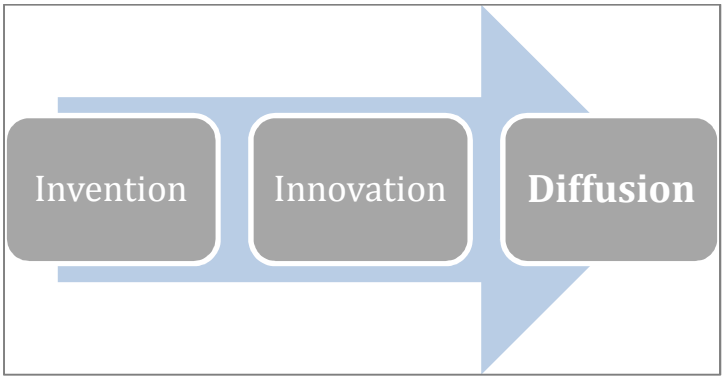
Die Güte des geschätzten Modells wurde – analog zur Haushaltsbefragung – an Hand mehrerer Kriterien bewertet. Das *Ajusted McFadden Pseudo-R²* beträgt im vorliegenden ökonometrischen Modell 0,151 und liegt hinsichtlich der Regressionsgüte im unteren, jedoch noch akzeptablen, Bereich. Das Ergebnis des *Likelihood-Ratio*-Tests verweist darauf, dass das inkludierte Set an erklärenden Variablen die Erklärungskraft des Modells signifikant erhöht (LR-Statistik=44,2, p-Wert=0,000). Ein Vergleich des tatsächlich beobachteten LED-Einsatzes (tatsächliches Verhältnis zwischen *y=1* und *y=0*) mit den durch das Modell prognostizierten Ergebnissen („fitted values“) zeigt, dass 79,8 % der Beobachtungen korrekt durch das Modell vorhergesagt werden können.[92] Diese Resultate deuten auf eine relativ hohe Güte des geschätzten Modells hin und weisen im Vergleich zu den ökonometrischen Modellen auf der Haushaltsebene ähnliche Werte auf.

[92] Die Sensitivität, also die Anzahl der korrekt vorhergesagten Antworten in der Gruppe *y=1*, liegt bei hohen 92,1 %. Etwas schlechter stellt sich das Ergebnis im Bereich der Spezifität dar; in der Gruppe *y=0* können mit dem Modell nur 45,7 % der Beobachtungen korrekt prognostiziert werden.

12 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Die Steigerung der Energieeffizienz und der Ausbau der erneuerbaren Energieträger sind zentraler Bestandteil der EU-Klima- und Energiepolitik. Energieinnovationen können zur Erreichung dieser Ziele einen wichtigen Beitrag leisten, da diese zu einer effizienteren Nutzung der natürlichen Ressourcen führen. Es handelt sich dabei um neue und/oder erheblich verbesserte Produkte, Dienstleistungen, Prozesse, organisatorische Neuerungen oder Marketinglösungen, die den Verbrauch von natürlichen Ressourcen – darunter auch Energie – und somit den Ausstoß von Schadstoffen verringern. Energieinnovationen stellen einen Teilbereich innovativer Tätigkeit dar, verbinden – im Vergleich zu anderen Innovationen – ökonomische Vorteile (Kosteneinsparungen) mit einem ökologischen Nutzen (externen Effekte) und weisen somit Charakteristika eines öffentlichen Gutes auf. Der Innovationsprozess umfasst grundsätzlich drei Phasen: Invention, Innnovation und Diffusion (vgl. Abbildung 89). Die Invention bezeichnet die eigentliche und erstmalige Erfindung eines neuen Produktes oder Prozesses. Unter Innovation wird die Markteinführung verstanden, während die Diffusion schließlich den zeitlichen Prozess der Ausbreitung der neuen Technologie unter den Adoptoren (Haushalte und/oder Unternehmen) bezeichnet. Diese Phasen stellen jedoch keine streng abgegrenzten, sequenziellen Ereignisse dar. Vielmehr bestehen zahlreiche Rückkoppelungen zwischen diesen Phasen, die damit in komplexer Art und Weise miteinander verbunden sind. Der Innovationszyklus ist demnach ein nicht-linearer Prozess, der viele kritische Rückmeldungen beinhaltet. Besonders wichtig ist die Phase der Diffusion, da Energieinnovationen erst erfolgreich in Gesellschaft und Wirtschaft diffundieren müssen, um ihre vorteilhaften Effekte zu entfalten. Genau hier setzt das vorliegende Forschungsprojekt an und zielt auf eine Identifizierung jener Faktoren und Bedingungen ab, welche die Diffusion ausgewählter Energieinnovationen fördern oder behindern.

Abbildung 89: Phasen des Innovationsprozesses



Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Diffusionstheoretische Modelle bilden die Grundlage für das Verständnis darüber, mit welcher Geschwindigkeit sich Innovationen ausbreiten bzw. welche Faktoren diesen Ausbreitungsprozess dynamisieren oder abschwächen können. So spielen für den Diffusionsprozess einerseits Informationsausbreitungsprozesse via *face-to-face* Kommunikation unter einander

vertrauten Akteuren sowie Massenmedien und die Informationspolitik eine Rolle. Andererseits wird der Diffusionsprozess auch durch die Heterogenität einzelner Akteure etwa hinsichtlich Einkommen oder persönlicher Präferenzen erklärt. Neuere Theorien gehen davon aus, dass die Diffusion einer Innovation von Konstellationen beeinflusst wird, in denen es für einen Akteur optimal ist dem beobachteten Verhalten anderer zu folgen („Herdenverhalten"), unabhängig vom eigenen Informationsstand. Soziologische Theorien berücksichtigen zur Erklärung von Diffusionsprozessen sowohl Umwelteffekte als auch soziale Interaktionsstrukturen. Die Diffusion einer Innovation hängt einerseits von den subjektiv wahrgenommenen bzw. zugeschriebenen Eigenschaften einer Innovation ab. Dazu zählen neben dem relativen Vorteil, der sich aus der Nutzung ergibt, auch die Kompatibilität der Innovation mit der Lebenswelt der Individuen sowie die Komplexität, Erprobbarkeit und Beobachtbarkeit der Innovation. Andererseits sind es externe, soziale Faktoren wie beispielsweise die genutzten Kommunikationskanäle oder das Ausmaß der Bemühungen von „Change Agents", die sich auf die Diffusion auswirken.

Vor diesem Hintergrund fokussiert das vorliegende Projekt auf die Verbreitung von Elektrofahrrädern (Technologiefeld: chemische Speicher), Passivhäusern (energieeffiziente Gebäude), Smart Metern (Stromnetze) und thermischen Solaranlagen (Solarthermie) auf der Haushaltsebene. Die Diffusion der LED-Technologie (Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe) wird für die Nutzergruppe der Unternehmen betrachtet. Die ausgewählten Energieinnovationen ermöglichen neben einer Reduktion des Energieverbrauchs auch einen Beitrag zur Erreichung von Klima- und Energiezielen wie die Senkung der Treibhausgasemissionen. Doch welche Faktoren treiben oder hemmen die Diffusion dieser Technologien und wie kann die weitere Verbreitung forciert werden? Auf Basis eines Mix aus qualitativen und quantitativen Forschungsmethoden wurde eine Antwort auf diese Frage formuliert. So wurden im Rahmen der Studie, 15 Expert/innen-Interviews, zwei vergleichende mikrosoziologische Fallstudien sowie österreichweite Online-Erhebungen bei 1.159 Haushalten und 176 Unternehmen durchgeführt. Basierend auf den Ergebnissen der qualitativen und quantitativen Auswertungen konnten Rückschlüsse hinsichtlich der treibenden und hemmenden Faktoren der Diffusion gezogen werden, die im Folgenden zusammenfassend, auf Ebene der betrachteten Technologien dargestellt werden.

Elektrofahrrad (E-Bike)

Elektrofahrräder, auch E-Bikes genannt, erleben seit einigen Jahren einen Aufschwung und gelten als erfolgreichste Gattung der Elektrofahrzeuge. Zu den wesentlichen Vorteilen der Technologie zählen die Möglichkeit, größere Distanzen und Höhenunterschiede zu bewältigen sowie der sehr geringe Energieverbrauch. Auf Österreichs Straßen sind derzeit 150.000 Elektrofahrräder unterwegs. Zur Zielgruppe der Technologie gehören vor allem die Alterskategorie der über 35-Jährigen sowie weniger sportliche, oder körperlich beeinträchtigte Menschen. Darüber hinaus wird das Elektrofahrrad überwiegend für Freizeitaktivitäten (Fahrradtouren etc.) und weniger im Alltag (Weg zum Arbeits- bzw. Ausbildungsplatz etc.) genutzt.

Auch wird das Freizeitvehikel mit hohem Unterhaltungswert kaum als Ersatz für ein mit fossilen Brennstoffen betriebenes Fahrzeug (z.B. PKW, Moped) eingesetzt, sondern substituiert eher das konventionelle Fahrrad. Aus diesem Grund ist der Beitrag von E-Bikes zur Nachhaltigkeit in Frage zu stellen, da bei der bestehenden Nutzungsstruktur der Umwelteffekt nur bedingt positiv ist. Zu den hemmenden Faktoren zählen beim E-Bike vor allem die hohen Anschaffungskosten sowie das hohe Gewicht. Auch Mängel in der bestehenden Infrastruktur (keine diebstahlsicheren Abstellplätze vor allem in städtischen Gebieten, unzureichendes Radwegenetz, keine Radschnellstraßen etc.) behindern die Verbreitung der Technologie. Eine zentrale Rolle bei der Verbreitung von E-Bikes spielen Händler, Fachgeschäfte und das soziale Netzwerk (Freunde, Bekannte und Partner/innen). Durch diese wird einerseits eine Erprobung der Technologie ermöglicht, andererseits wird das notwendige Wartungs- und Unterstützungsnetzwerk (nach Adoption der Technologie) sichergestellt, Faktoren die für die Diffusion von entscheidender Bedeutung sind. Darüber hinaus wird die Verbreitung der Technologie auch durch die Verfügbarkeit öffentlicher Förderungen vorangetrieben, da finanzielle Zuschüsse einen wesentlichen Faktor bei der Überlegung, sich ein Elektrofahrrad anzuschaffen, darstellen.

Passivhaus

Sowohl steigende Energiekosten und Energiekrisen im Bereich der fossilen Energieträger, als auch der Treibhauseffekt und der damit verbundene Klimawandel haben zu einem Umdenken – mitunter auch im Sektor Bauen & Wohnen – geführt und alternative Lösungsansätze hervorgebracht. Einen dieser Lösungsansätze stellt die Passivhaustechnologie dar. Passivhäuser verbinden ökonomische Vorteile (Energiekosteneinsparungen) mit einem ökologischen Nutzen. Der Wärmebedarf wird in einem Passivhaus zum überwiegenden Teil aus „passiven“ Quellen wie etwa Sonneneinstrahlung oder Abwärme von Personen bzw. Geräten gedeckt, womit kein konventionelles Heizsystem mehr notwendig ist. In Österreich gibt es bis dato rund 800 dokumentierte Objekte; die „Dunkelziffer“ der Passivhäuser ist jedoch deutlich höher. Ein zentraler Wert bei der Diffusion von Passivhäusern ist der Wunsch nach Energieautarkie und reduzierten Energiekosten und das damit zusammenhängende Bedürfnis nach Unabhängigkeit. Von besonderer Relevanz sind bei Passivhäusern auch Förderungen durch die öffentliche Hand (Wohnbauförderung) sowie die Sichtbarmachung (z.B. durch Plaketten), welche Bewusstsein für die Technologie schafft. Diesen für die Diffusion förderlichen Werten steht die Angst entgegen, Handlungsautonomie einzubüßen und gewohnte Praktiken anpassen zu müssen. Auch die Komplexität der Technik im Passivhaus konnte als hinderlicher Faktor identifiziert werden, obwohl dies von den befragten Passivhausbesitzer/innen eher weniger problematisch gesehen wurde. Ein wesentliches Hindernis sind darüber hinaus die hohen Errichtungskosten (im Vergleich zu einem konventionellen Neubau) sowie die zu komplexen Förderinstrumente.

Smart Meter

Die Einführung intelligenter Messsysteme (Smart Metering) ist per Gesetz geregelt und dieses sieht vor, dass bis zum Jahr 2019 insgesamt 95 % der ans Netz angeschlossenen Zählpunkte mit intelligenten Messgeräten ausgestattet werden. Im Jahr 2013 gab es in Österreich 196.820 installierte Smart Meter; in Relation zur Gesamtzahl der in Österreich installierten Zähler ist dies ein Anteil von 3,4 %. Die Installation eines Smart Meters ermöglicht es den Endkund/innen zeitnah über ihren Stromverbrauch informiert zu werden, um damit Bewusstsein für die Themen Energiesparen und Energieeffizienz zu schaffen. Für die Kund/innen wird somit eine aktive Teilnahme am Strommarkt realisiert. Durch gezielte Steuerung des Verbrauchs (Lastverschiebung) kann der Stromverbrauch von Zeiten hoher Nachfrage (Peak-time) in nachfrageschwache Zeiten (off-Peak) verlagert werden. In Verbindung mit zeitabhängigen Stromtarifmodellen kann dies zu Stromkosten- bzw. Energieeinsparungen führen. Smart Meter sind somit eine reine Infrastrukturmaßnahme, die zwar Energieeinsparungen ermöglichen aber kein typisches Konsumgut darstellen. Auf Grund der legistisch getriebenen Verbreitung müssen sich die Nutzer/innen nicht aktiv dafür, sondern aktiv dagegen entscheiden (Opt-out). Diese Art der Verbreitung begünstigt grundsätzlich den Diffusionsprozess. Auch Informationskampagnen, bei denen der Nutzen von Smart Metern im Kontext möglicher zukünftiger Entwicklungen dem/der Kund/in näher gebracht wird, erhöhen die Akzeptanz der Technologie. Das soziale System ist bei der Smart Meter Technologie ebenfalls entscheidend, d.h. ob ein/e Nachbar/in die Innovation bereits nutzt oder die Nutzung im sozialen Umfeld anerkannt ist. Trotz dieser positiv beeinflussenden Faktoren kommt es immer noch zu vermehrten Ablehnungsraten, die wesentlich in vorhandenen Datenschutzbedenken sowie dem tendenziell negativ bewerteten Verlust an Handlungsautonomie (durch Verlagerung von Entscheidungen menschlicher Akteur/innen hin zu technischen Systemen) bedingt sind.

Thermische Solaranlage

Thermische Solaranlagen machen die Wärme aus der Sonneneinstrahlung in der Gebäudetechnik nutzbar. Sie werden zur Erzeugung von warmem Wasser für den Haushaltsgebrauch als auch zur Heizungsunterstützung eingesetzt und können dabei mit allen herkömmlichen Heizsystemen kombiniert werden, auch wenn hier eine Kombinationspräferenz mit Pellets- und Hackschnitzelheizungen sowie Wärmepumpen besteht. Durch die Nutzung der Sonnenenergie können somit Einsparungen bei den Warmwasser- und Heizkosten sowie fossiler Energie erzielt werden. Ähnlich wie beim Passivhaus ist auch bei der Solarthermie das Bedürfnis nach Energieautarkie, also der Wunsch nach Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen und schwankenden Energiepreisen, ein wesentlicher Faktor für die Adoption der Technologie und somit für die Diffusion. Ein weiteres förderndes Element ist die Verfügbarkeit eines entsprechenden Unterstützungs- und Wartungsnetzwerkes (qualifizierte „Change Agents“) und damit zusammenhängend, individuelle Lösungen beim Wartungssystem der Solarthermieanlage. Auch Förderungen durch die öffentliche Hand wirken sich positiv auf die Diffusion

aus, da die Absenz adäquater Förderungen zu den Top-Gründen für die Nicht-Nutzung der Technologie zählen. Ein Hemmnis der Diffusion ist – wie bei den anderen Technologien (bis auf Smart Meter) – der Preis bzw. die hohen Anschaffungskosten. Darüber hinaus wird die Verbreitung der Technologie auch negativ von dem Umstand beeinflusst, dass eine thermische Solaranlage in der Regel nicht zur ganzjährigen Beheizung eines Gebäudes eingesetzt werden kann, sondern ein zusätzliches, konventionelles Heizsystem benötigt wird.

LED

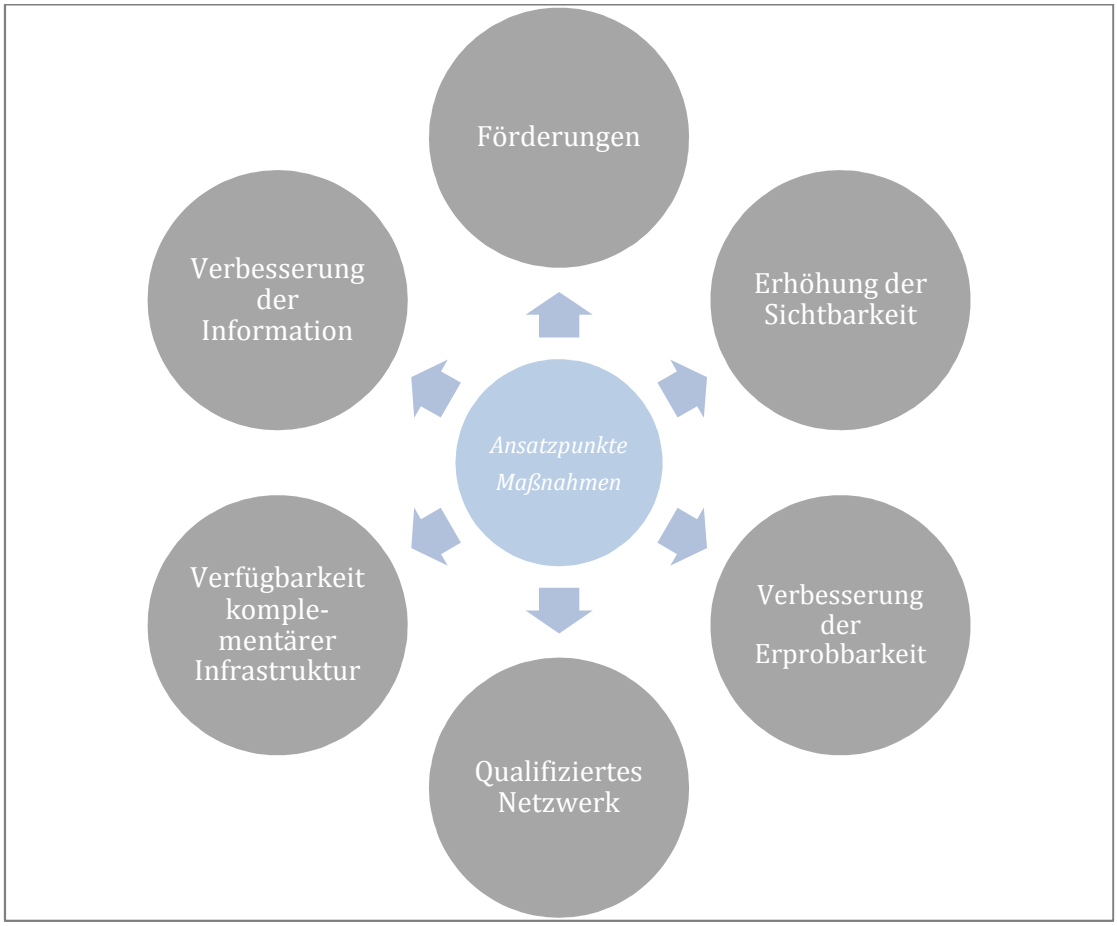
Lichtemittierende Dioden (kurz LEDs) werden in unterschiedlichen Anwendungsbereichen eingesetzt und verfügen über Innovations- und Wachstumspotenzial. In der Vergangenheit wurden LEDs hauptsächlich als Signal-, Reklame- oder Hintergrundbeleuchtung verwendet. In Folge qualitativer Verbesserungen – insbesondere der Erhöhung der Lichtausbeute – werden LEDs gegenwärtig auch verstärkt in der Allgemeinbeleuchtung als Ersatz von Glüh- und Halogenlampen verwendet. Wesentlicher Vorteil von LEDs ist die lange Lebensdauer, die sich positiv auf die Investitionsbereitschaft und den Alltagskomfort der Nutzer/innen auswirkt und somit die Diffusion der Technologie fördert. Auch der Umstand, dass die Verwendung von LEDs keine eigene Infrastruktur erfordert (können in vorhandenen Fassungen installiert werden), unterstützt die Verbreitung der Energieinnovation. Behindert wird die Diffusion der LED-Technologie vor allem durch die höheren Kosten in der Anschaffung, die sich auf Grund der Lebensdauer zwar amortisieren, aber dennoch ein Hemmnis darstellen. Darüber hinaus wird auch das Licht von (vor allem billigeren) LEDs als unangenehm kühl empfunden. Die unangenehme Lichtfarbe von billigen LED-Leuchten wird auf die Gesamtheit der LEDs projiziert, was dazu führt, dass Nutzer/innen häufig wieder auf andere Leuchtmittel umsteigen wodurch so die Verbreitung der LED-Technologie gehemmt wird. Ein weiterer hemmender Faktor für die Diffusion sind unzureichende Informationen über die Technologie. Dennoch ist die LED-Technologie bereits relativ weit verbreitet und entwickelt sich rasch weiter.

Zur Zielgruppe der innovativen Energietechnologien zählen vor allem, energiesparaffine Haushalte in ländlich geprägten Gebieten, die ein hohes Interesse an den Themen Energiesparen und Energieeffizienz aufweisen und sich diesbezüglich – in Form implementierter Maßnahmen – auch schon aktiv gezeigt haben. Bei Produkten mit hohem Unterhaltungswert wie dem E-Bike spielt zusätzlich auch die Lifestyle-Orientierung der Individuen eine Rolle für die Nutzung. Passivhäuser und Smart Meter erfordern bei der nutzenden Zielgruppe zudem ein hohes Interesse an technologischen Neuerungen bzw. Innovationen. Auf der Unternehmensebene werden energieeffiziente LED-Leuchten vor allem in F&E-durchführenden Großunternehmen eingesetzt. Die Energieeffizienzorientierung ist – anlog zur Haushaltsebene – auch bei den Unternehmen für die Verbreitung der Technologie von Relevanz. Darüber hinaus wird der Einsatz der LED-Technologie im unternehmerischen Bereich von Kosteneinsparungsmotiven getrieben. Diese individuelle bzw. unternehmerische Wertestruktur wirkt för-

dernd auf die Verbreitung der betrachteten Technologien, kann auf Basis politischer/unternehmerischer Maßnahmenpaket per se jedoch nicht beeinflusst werden. Vielmehr muss versucht werden, diese Gruppe gezielt anzusprechen und damit die Verbreitung der ausgewählten Energieinnovationen weiter zu forcieren.

Darüber hinaus konnten auf Basis der durchgeführten Analysen konkrete Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Förderung der Diffusion identifiziert werden. Diese werden in Abbildung 90 dargestellt.

Abbildung 90: Ansatzpunkte für Maßnahmen zur Forcierung der Diffusion



Quelle: Eigene Darstellung IHS Kärnten

Förderungen

Der Preis bzw. die hohen Anschaffungskosten wirken sich in allen Technologiefeldern (außer Smarte Meter) hemmend auf die Verbreitung der betrachteten Energieinnovationen aus. Staatliche Förderungen, die sich teilweise mit dem Auftreten von Umweltexternalitäten rechtfertigen lassen, können den negativen Preiseffekt ausgleichen und so zur weiteren Verbreitung der Technologien beitragen. Viele der ausgewählten Innovationen verfügen bereits über ein breites Netz an Förderungen. Jedoch ist das Fördersystem relativ komplex. Die Förderungen beziehen sich auf unterschiedliche Ebenen; d.h. der Bund, die Länder und die Ge-

meinden sind oft gleichzeitig, aber nicht komplementär bei der Förderung einzelner Innovationen aktiv. Diese gestreute Förderstruktur wirkt sich negativ auf die Effizienz des Fördersystems aus. Die Nutzer/innen werden mit unterschiedlichen Fördervoraussetzungen und Auflagen, bürokratischen Hürden und einer nicht immer durchsichtigen Förderstruktur konfrontiert. Zu komplizierte Förderrichtlinien wurden auch im Rahmen der durchgeführten Analysen vielfach als Grund für die Nicht-Nutzung der innovativen Energietechnologie bzw. als Nachteil angegeben. Eine Vereinfachung bestehender Förderstrukturen bzw. eine effizientere Gestaltung vorhandener Förderregime könnte daher einen Beitrag zur Verbreitung der Technologien leisten. Durch eine zielgerichtete Verwendung vorhandener Instrumente kann zudem der effiziente Einsatz der verfügbaren Mittel erhöht werden. In Hinblick auf Innovationsförderungen gilt es darüber hinaus, diese sozial zielgerichteter zu gestalten, da (Energie)Innovationen häufig von sozial besser gestellten Bevölkerungsschichten erworben werden, wodurch monetäre Kaufunterstützungen vor allem zu einer Umverteilung nach oben führen.

Darüber hinaus muss der Einsatz von Fördermitteln bei bestimmten Technologien hinterfragt werden. Dies gilt insbesondere für das Elektrofahrrad, das laut vorliegender Studie hauptsächlich für Freizeitaktivitäten verwendet und nur unzureichend als Ersatz für fossilbetriebene Fahrzeuge eingesetzt wird. Der Umwelteffekt bzw. die nachhaltige Wirkung ist damit nicht hinreichend, gegeben. Ziel der Förderung einer Energieinnovation sollte aber eine Umweltentlastung sein. Es sollte daher sichergestellt werden, dass mit der zu fördernden Innovation dieses Ziel auch erreicht wird. Beim E-Bike scheint diese Voraussetzung nicht gegeben. Innovationen, die attraktiv sind, Spaß vermitteln und Aktivität fördern, benötigen tendenziell weniger Förderung oder unter Umständen nur kurzzeitige finanzielle Unterstützungen, da sie niederschwellig in der Adoption sind und einen hohen Unterhaltungswert aufweisen. Ähnliches gilt für die LED-Technologie, die ebenfalls bereits relativ weit verbreitet ist.

<u>Erhöhung der Sichtbarkeit & Verbesserung der Erprobbarkeit</u>
Eine wesentliche Grundvoraussetzung für die Verbreitung innovativer Energietechnologien ist die Sichtbarkeit und Ausprobierbarkeit. Letzterer Faktor ist vor allem bei Lifestyle-Produkten mit hohem Unterhaltungswert (E-Bike) sowie technologisch komplexen Innovationen, wie dem Passivhaus von Bedeutung. Die Sichtbarkeit der Passivhausbauweise könnte durch die verstärkte Durchführung öffentlicher Referenzprojekte (z.B. öffentliche Gebäude wie Schulen, Kindergärten, Kommunalverwaltung etc. in Passivhausbauweise) erhöht werden. Damit geht auch eine Vorbildfunktion der öffentlichen Hand einher; Informationen über die Technologie bzw. gemachte Erfahrungen können sich multiplikatorisch in der Gesellschaft verbreiten und positiv auf die Verbreitung der Technologie wirken.

Die Erhöhung der Sichtbarkeit von Passivhäusern könnte – da diese von außen nicht immer eindeutig erkennbar sind – durch Anbringung einer Art Plakette an öffentlichen Referenzprojekten aber auch privaten Gebäuden erhöht werden. Im privaten Bereich könnte die Anbrin-

gung einer Plakette an finanzielle Zusatzförderungen geknüpft werden. Ähnliches könnte auch für solarthermische Anlagen angedacht werden. So könnten beispielsweise die Angaben zu Solarerträgen (m³ warmes Wasser, Temperatur etc.) über Anzeigetafeln sichtbar gemacht werden. Diese Maßnahmen schaffen Bewusstsein für die Technologie und können daher einen positiven Beitrag zur Diffusion der Energieinnovationen in der Gesellschaft leisten. In Verbindung mit öffentlichen Referenzprojekten kann beim Passivhaus auch eine Verbesserung der „Erprobbarkeit" realisiert werden. So könnte man es interessierten Bürger/innen, im Rahmen so genannter „Tage der offenen Tür", ermöglichen, sich mit der Passivhaustechnologie im Allgemeinen sowie den dazugehörigen Praktiken der komplexen Technik im Speziellen vertraut zu machen.

Bei Elektrofahrrädern wirken Informationsveranstaltungen diffusionsfördernd. Solche Veranstaltungen müssen verstärkt von öffentlichen Einrichtungen (z.B. Gemeinden) gefördert und geplant werden. Dadurch wird potenziellen Kund/innen die Möglichkeit gegeben, die Technologie kennenzulernen und auszuprobieren. Dadurch wird sowohl die Sichtbarkeit erhöht als auch die Ausprobierbarkeit der Technologie verbessert.

Qualifiziertes Netzwerk & Verfügbarkeit komplementärer Infrastruktur

Die betrachteten Energieinnovationen bedingen vielfach ein qualifiziertes Wartungs- und Unterstützungsnetzwerk (als komplementären Input) um erfolgreich in die Gesellschaft zu diffundieren. Die Verfügbarkeit qualifizierter „Change Agents" ist vor allem beim Elektrofahrrad, der thermischen Solaranlage sowie dem Passivhaus von Bedeutung, da sie den Kund/innen die notwendige Unterstützung und Sicherheit vermittelt. Im Rahmen der durchgeführten Interviews wurde aber vielfach auf eine unzureichende Qualifikation der Installateur/innen (z.B. bei Solarthermieanlagen oder Passivhäusern) verwiesen, wonach auf Grund suboptimaler technischer Einstellungen die (versprochenen) Einsparpotenziale nicht erreicht wurden. Eine Art Zertifizierung von Anbietern könnte hier Abhilfe schaffen und sich positiv auf die weitere Verbreitung der Technologien auswirken.

Bei bestimmten Innovationen wie dem Elektrofahrrad ist die Schaffung infrastruktureller Rahmenbedingungen von zentraler Bedeutung. Dazu zählen etwa der Ausbau des Radwegenetzes, Radschnellstraßen für E-Bikes, öffentliche Ladestellen an frequentierten Orten oder ebenerdige Fahrradgaragen. Ist eine derartige komplementäre Infrastruktur nicht vorhanden, so wird auch die Verbreitung der Technologie gehemmt.

Verbesserung der Informationen

Informationen, welche möglichst viele Aspekte der Technologie – auch die kontrovers diskutierten – beleuchten und ein aktives Engagement der Öffentlichkeit ermöglichen, können bei der Verbreitung innovativer Energietechnologien eine wichtige Rolle spielen. Dies gilt insbesondere für Technologien wie dem Smart Meter, die in der Gesellschaft kontrovers diskutiert werden. Auch bei der Verbreitung der LED-Technologie auf Unternehmensebene konnten

unzureichende Informationen als hemmender Faktor der Diffusion identifiziert werden. Eine Verbesserung des Informationsflusses und der Informationsdarstellung hinsichtlich der mit einer Nutzung verbundenen Vor- und Nachteile, den Kosten und den erzielbaren Einsparungen kann sich bei diesen Technologien positiv auf die Verbreitung auswirken. Die Verbesserung des Informationsstandes kann etwa durch öffentliche Informationsveranstaltungen realisiert werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die vorliegende Studie einen detaillierten Einblick hinsichtlich der Verbreitung der betrachteten innovativen Energietechnologien vor allem auf der Haushalts- aber auch der Unternehmensebene liefert. Neben den mit den Technologien verbundenen Werten konnten im Rahmen der Untersuchung auch wesentliche Faktoren für die Adoption sowie Nachteile und Hemmnisse für die Verbreitung der Technologien identifiziert werden. Daraus konnte ein Grundgerüst an Voraussetzungen abgeleitet werden, das für eine erfolgreiche Etablierung der betrachteten Energieinnovationen am Markt und damit einer hinreichenden Entfaltung der verbundenen Umwelteffekte notwendig ist. Bei diesem Spektrum an notwendigen Bedingungen muss auch seitens der öffentlichen Hand hinsichtlich diffusionsfördernder Maßnahmen angesetzt werden.

13 Literaturverzeichnis

Aghion, P., Dechezlepretre, A., Hemous, D., Martin, R. und Van Reenen, J. (2012): Carbon taxes, path dependency and directed technical change: Evidence from the Auto Industry. NBER Working Paper Series 18596.

Ahrens, A., von Gleich, A. und Lißner, L. (2002): Subchem - Gestaltungsoptionen für handlungsfähige Innovationssysteme zur erfolgreichen Substitution gefährlicher Stoffe. In: Umweltwissenschaften und Schadstoffforschung No.14(3), S. 165-169.

Aichele, C. und Doleski, O. D. (2012): Smart Meter Rollout. Praxisleitfaden zur Ausbringung intelligenter Zähler. Springer: Wiesbaden.

Akrich, M. (1992): The Description of Technical Objects. In: Bijker, W. und Law, J. (Hrsg.): Shaping Technology / Building Society: Studies in Sociotechnical Change. MIT Press: Cambridge. S. 205-224.

Allcott, H. und Mullainathan, S. (2010): Behavior and Energy Policy. In: *Science* (327). S. 1204-1205.

Antes, R. und Fichter, K. (2010): Die Bedeutung von Intermediären und institutionellen Arrangements für einen nachhaltigen Konsum. In: Antoni-Koma, I., Lehmann-Waffenschmidt, M., Pfriem, R. und Welsch, H. (Hrsg.): WENKE2 – Wege zum nachhaltigen Konsum, 159-216. Metropolis: Marburg.

Anton Paar GmbH (2015): Anton Paar in Bewegung: Die Idee. Verfügbar unter *http://www.anton-paar.com/at-de/ueber-uns/anton-paar-in-bewegung/*. Download am 19.03.2015.

Arnold, H. (2012): Smart Meters: Kein flächendeckender Roll-out bis 2020. In: *Energie und Technik*, 04.09.2012. Verfügbar unter *http://www.energie-und-technik.de/smart-energy/artikel/91133/*. Download am 30.01.2015.

Auinger, B., Brandstätter, R., Dell, G., Egger, C. und Öhlinger, C. (2012): Effiziente Energienutzung in Betrieben. Oberösterreichischer Energiesparverband: Linz.

Aurelia-Datenbank (2014): Unternehmensdatenbank der Wirtschaftsuniversität Wien. Wirtschaftsuniversität Wien: Wien.

Austria Solar (2014): Solaranlagen-Förderung für Private in Österreich 2014. Verband Austria Solar: Wien.

Baeriswyl, M., Müller, A., Rigassi, R., Rissi, C., Solenthaler, S., Staake, T. und Weisskopf, T. (2012): Folgeeinschätzung einer Einführung von „Smart Metering“ im Zusammenhang mit „Smart Grids“ in der Schweiz. Im Auftrag vom Bundesamt für Energie (BFE).

BAFA (2015): Förderung Querschnittstechnologien (u.a. LED). Verfügbar unter *http://www.bafa.de/bafa/de/energie/querschnittstechnologien/*. Download am 30.01.2015.

Bass, F.M. (1969): A New Product Growth Model for Consumer Durables. In: *Management Science* (15), S. 215-227.

Beobachter (2010): LED-Beleuchtung: Selbst der Einrichtung wird ein Licht aufgehen. Verfügbar unter *http://www.beobachter.ch/natur/forschung-wissen/technologie-innovation/artikel/led-beleuchtung_selbst-der-einrichtung-wird-ein-licht-aufgehen/#*. Download am 01.10.2010.

Bergmann, A., Hanley, N. und Wright, R. (2004): Valuing the Attributes of Renewable Energy Investments. Paper präsentiert bei der Applied Environmental Economics Conference 2004. University of Glasgow: Glasgow.

Bewley, F.M. und Griffiths, W.E. (2003): The Penetration of CDs in the Sound Recording Market: Issues in Specification, Model Selection and Forecasting. In: *International Journal of Forecasting* (19), S. 111-121.

Bliem, M., Aigner-Walder, B., Brandl, B., Gassler, H., Grussmann, S., Klinglmair, A., Miess, M., Paterson, I., Rodiga-Laßnig, P. und Schmelzer, S. (2014): Das Potenzial von Öko-Innovationen für den Standort Österreich. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft. IHS: Wien.

BGBL – Bundesgesetzblatt (2010): Elektrizitätswirtschafts- und Organisationsgesetz 2010 (ElWOG 2010). BGBl. I Nr. 110/2010, zuletzt geändert durch BGBl. I Nr. 174/2013.

BGBL – Bundesgesetzblatt (2014): Bundesgesetz über die Steigerung der Energieeffizienz bei Unternehmen und dem Bund (Bundes-Energieeffizienzgesetz – EeffG). BGBl. I Nr. 72/2014.

BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015): Förderungen rund ums Fahrrad. U.a.: Überblick über die Elektrofahrradförderung in Österreich 2013. Klima:aktiv. Bundesministerium für ein Lebenswertes Österreich, Wien. Verfügbar unter *http://www.klimaaktiv.at/foerderungen/rad_foerderungen.html*. Download am 05.01.2015

BigBrotherAwards (2008): Technik: Yello Strom GmbH. Verfügbar unter *https://www.bigbrotherawards.de/2008/.tec/*. Download am 23.02.2015.

Boswijk, H.P. und Franses, P.H. (2005): On the Econometrics on the Bass Diffusion Model. American Statistical Association. In: *Journal of Business & Economic Statistics* (23(3)), S. 255-268.

Botschaft zum ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 vom 4. September 2013, BBl 2013 7561.

Bottomley, P. und Fildes, R. (1998): The Role of Prices in Models of Innovation Diffusion. In: *Journal of Forecasting* (17), S. 539-555.

Brüggemann, A. (2005): KFW-Befragung zu den Hemmnissen und Erfolgsfaktoren von Energieeffizienz in Unternehmen. Publikation der Volkswirtschaftlichen Abteilung. KfW Bankengruppe: Frankfurt am Main.

BMVIT und BMWFJ (2012): Leitkonzept für eine innovationsfördernde öffentliche Beschaffung (IÖB) in Österreich. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie und Bundesministerium für Wirtschaft, Familie und Jugend: Wien.

Brunner, J. (2010): Rationalität und Effizienz – einige Lehren aus der Verhaltensökonomik für die Wohlfahrtstheorie. Working Paper 1012. University of Linz: Linz.

Buenstorf, G. und Cordes, C. (2007): Can Sustainable Consumption Be Learned? Paper on Economics and Evolution. Evolutionary Economics Group, MPI: Jena.

BFE - Bundesamt für Energie (2014): Grundlagen der Ausgestaltung einer Einführung intelligenter Messsysteme beim Endverbraucher in der Schweiz: Technische Mindestanforderungen und Einführungsmodalitäten. Verfügbar unter *http://www.bfe.admin.ch/energie/00588/00589/00644/index.html?lang=de&msg-id=55422*. Download am 04.03.2015.

BFS - Bundesamt für Statistik (2013): Bericht zum Ausbau des statistischen Indikatorensystems zur Informationsgesellschaft in der Schweiz, um die Strategie des Bundesrates zu verfolgen. Bericht im Auftrag des Bundesrates vom 9.03.2012. Verfügbar unter *www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index.Document.169295.pdf*. Download am 04.03.2015.

Bundeskanzleramt (2011): Potenziale ausschöpfen, Dynamik steigern, Zukunft schaffen. Der Weg zum Innovation Leader. Strategie der Bundesregierung für Forschung, Technologie und Innovation. Bundeskanzleramt: Wien.

Bundesverband Solarwirtschaft (2014): Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie). Verfügbar unter *http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/2014_03_BSW_Solar_Faktenblatt_Solarwaerme.pdf*. Download am 05.08.2014.

Bundesversammlung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (2013): Energiegesetz Entwurf. Verfügbar unter *http://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2013/7757.pdf.* Download am 23.02.2015.

Cantono, S. und Silverberg, G. (2009): A percolation model of eco-innovation diffusion: The relationship between diffusion, learning economies and subsidies. In: *Technological Forecasting and Social Change* (76), S. 487-496.

Capgemini (2010): Analyse der Kosten-Nutzen einer österreichweiten Smart-Meter-Einführung. Capgemini Consulting Österreich AG: Wien.

Check24 (2012): Check24-Kundenumfrage zur Akzeptanz des Smart Meterings. Schlechte Aussichten für digitale Zähler. Präsentation verfügbar unter *http://www.check24.de/files/p/2012/0/c/4/2019_2012-07_10_check24_praesentation_smart_meter.pdf*. Download am 23.02.2015.

Clausen, J. (2009): Feldvermessungsstudie Klimaschutzregion Hannover. Überblick über das Praxisfeld und die Fokusbereiche Solarthermie und Ökostrom im Rahmen des Forschungsprojektes Wenk 2. 2. Auflage, erweitert um Kapitel 6.4.

Clausen, J., Fichter, K. und Winter, W. (2011): Theoretische Grundlagen für die Erklärung von Diffusionsverläufen von Nachhaltigkeitsinnovationen. Borderstep Institut für Innovation und Nachhaltigkeit gemeinnützige GmbH: Berlin.

co2online (2012): Interview mit LEDON-Geschäftsführer Detlef Mikulsky: OLEDs und LED-Kosten. Verfügbar unter *http://www.co2online.de/energie-sparen/strom-sparen/energiesparlampen-leds/interview-oled-led-kosten-und-mehr/*. Download am 30.01.2015.

Cura Vista Geschäftsdatenbank (2012): Keine Glühlampenverbot in der Schweiz, Verfügbar unter *http://www.parlament.ch/d/suche/seiten/geschaefte.aspx?gesch_id=20123935*. Download am 23.02.2015.

Daily Green (2013): Supercharger: Tesla will Elektroautos in fünf bis zehn Minuten aufladen. Verfügbar unter *http://www.dailygreen.de/2013/07/16/tesla-will-elektroautos-in-funf-bis-zehn-minuten-aufladen-46408.html*. Download am 14.01.2015.

Darby, S. (2006): The effectiveness of feedback on energy consumption. A Review for Defra of the Literature on Metering, Billing and Direct Displays. University of Oxford: Oxford.

Degen, K., Efferson, C., Frei, F., Goette, L. und Lalive, R. (2013): Smart Metering, Beratung oder Sozialer Vergleich: Was beeinflusst den Elektrizitätsverbrauch? Im Auftrag vom Bundesamt für Energie (BFE).

dena (2013): dena Umfrage: Verbraucher setzen zunehmend auf LED. Verfügbar unter *http://www.dena.de/presse-medien/pressemitteilungen/dena-umfrage-verbraucher-setzen-zunehmend-auf-led.html*. Download am 30.01.2015.

dena (2014): Einführung von Smart Metern in Deutschland. Analyse von Rolloutszenarien und ihrer regulatorischen Implikationen. (kurz: dena-Smart-Meter-Studie). Endbericht. Berlin.

Deutsche Energieagentur (2013): Analyse der Energieeffizienz- und Marktentwicklung von „Allgemeiner Beleuchtung“. Verfügbar unter *http://www.top-runner.info/fileadmin/user_upload/sidebar/Downloads/PPT/Marktanalyse_Beleuchtung.pdf*. Download am 02.10.2014.

Die Welt (2013): Siemens verkauft seine Ladestationen. Verfügbar unter *http://www.welt.de/wirtschaft/article119633557/Siemens-trennt-sich-von-E-Ladestationen.html.* Download am 09.09.2013.

DIW, Fraunhofer Institut und Roland Berger Strategy Consultants (2007): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz. Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation. Umweltbundesamt und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Dessau, Berlin.

EC – European Commission (2008): 20 20 by 2020. Europe’s climate change opportunity. COM (2008) 30 final: Brüssel.

EC – European Commission (2013): Report from the Commission to the European Parliament and the Council. Progress by Member States towards Nearly Zero-Energy Buildings. COM (2013) 483 final: Brüssel.

EDL 2006/32/EG, Artikel 13: Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. April 2006 über die Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates. Artikel 13: Erfassung und informative Abrechnungn des Energieverbrauchs.

effeLED (2014): Ihr Nutzen einer effizienten und modernen effeLED Lichtlösung. Verfügbar unter *http://www.effeled.ch/nutzen/*. Download am 23.02.2015.

EIO – Eco-Innovation Observatory (2011): Introducing eco-innovation: from incremental changes to systemic transformations. Europäische Kommission, GD Umwelt: Brüssel.

EIO – Eco-Innovation Observatory (2013): Europe in transition: Paving the way to a green economy through eco-innovation – Annual Report 2012. Europäische Kommission, GD Umwelt: Brüssel.

EIO – Eco-Innovation Observatory (2014a): The Eco-Innovation Scoreboard. Verfügbar unter *http://www.eco-innovation.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=2&Itemid=34*. Download am 02.03.2015.

EIO – Eco-Innovation Observatory (2014b): Database Scoreboard. Verfügbar unter *http://database.eco-innovation.eu/indicators/index/area:72*. Download am 02.03.2015.

Energie-Control Austria (2015): Strompreise in Österreich. Strompreismonitor. Verfügbar unter *http://www.e-control.at/de/konsumenten/strom/strompreis/strompreis-monitor*. Download am 12.03.2015.

energieschweiz (2011): Energiekette für Lampen. Faktenblatt. Verfügbar unter *http://www.energieschweiz.ch/de-ch/gebaeude/beleuchtung.aspx*. Download am 24.02.2015.

energieschweiz (2013): Was und wer ist EnergieSchweiz? Verfügbar unter *http://www.energieschweiz.ch/de-ch/utilities/ueber-energieschweiz.aspx*. Download am 23.02.2015.

energiesparhaus.at (2014a): Energiekennzahl. Verfügbar unter *http://www.energiesparhaus.at/energieausweis/richtwerte.htm.* Download am 29.04.2014.

ENERGIESYSTEMEderZukunft.at (2015): Smart Grids Pionierregion Oberösterreich. Verfügbar unter *http://www.energiesystemederzukunft.at/results.html/id6827*. Download am 10.03.2015.

Energiegesetz (Eng) (Entwurf), BBl 2013 7757.

Ernst & Young (2013): Kosten-Nutzen-Analyse für einen flächendeckenden Einsatz intelligenter Zähler. Endbericht.

ESTIF (2014): Solar Thermal Markets in Europe. European Solar Thermal Industry Federation. Brüssel.

Europäische Kommission (2010): Mitteilung der Europäischen Kommission: Europa 2020 – Eine Strategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum. Europäische Kommission: Brüssel.

Europäische Kommission (2011): Attitudes of European entrepreneurs towards eco-innovation. Flash Eurobarometer – Analytical report. Europäische Kommission: Brüssel.

Europäische Kommission (2014a): Innovation Union Scoreboard 2014. Europäische Kommission: Brüssel.

Europäische Kommission (2014b): EUROPA 2020. Verfügbar unter *http://ec.europa.eu/europe2020/index_de.htm*. Download am 14.05.2014.

Europäische Kommission (2014c): Mitteilung der Europäischen Kommission: Ein Rahmen für die Klima- und Energiepolitik im Zeitraum 2020-2030. Europäische Kommission: Brüssel.

Europäisches Parlament und Rat (2010). Richtlinie 2010/31/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung). Amtsblatt der Europäischen Union: Brüssel.

Europäisches Parlament und Rat (2012): Richtlinie 2012/27/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der Richtlinien 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der Richtlinien 2004/8/EG und 2006/32/EG. Amtsblatt der Europäischen Union: Brüssel.

EU-Richtlinie 2009/72/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 13. Juli 2009 über gemeinsame Vorschriften für den Elektrizitätsbinnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 2003/54/EG. Amtsblatt der Europäischen Union: Brüssel.

EU-Richtlinie (2009/125/EG): RICHTLINIE 2009/125/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte. Verfügbar unter *http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:de:PDF*. Download am 14.08.2014.

EU-Richtlinie (2010/31/EU): RICHTLINIE 2010/31/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden. Verfügbar unter *http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:153:0013:0035:DE:PDF*. Download am 14.08.2014.

Richtlinie 2012/27/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. Oktober 2012 zur Energieeffizienz, zur Änderung der RL 2009/125/EG und 2010/30/EU und zur Aufhebung der RL 2004/8/EG und 2006/32/EG, Amtsblatt der Europäischen Union, L 315.

EU Verordnung (244/2009): VERORDNUNG (EG) Nr. 244/2009 DER KOMMISSION vom 18. März 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Haushaltslampen mit ungebündeltem Licht. Verfügbar unter *http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:076:0003:0016:DE:PDF*. Download am 14.08.2014.

Evans, J.R. und Mathur, A. (2005): The value of online surveys. In: *Internet Research* 15 (2), S.195-219.

Fabrizio, K. und Hawn, O. (2013): Enabling diffusion: How complementary inputs moderate the response to environmental policy. In: *Research Policy* (42), S. 1099-1111.

Fachverband Biogas (2014): Branchenzahlenprognose für die Jahr 2014 und 2015. Verfügbar unter *http://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/14-11-25_Biogas%20Branchenzahlen_Prognose_2014-2015.pdf*. Download am 04.08.2014.

Faninger, G. (2012): Marktentwicklung und Zukunftsperspektiven der Solarthermie in Österreich. Institut für Interventionsforschung und Kulturelle Nachhaltigkeit. Fakultät für Interdisziplinäre Forschung und Fortbildung. Alpen-Adria Universität Klagenfurt. Institut für Energiesysteme und Elektrische Anlagen, EEG. Technische Universität Wien: Wien.

Fawcett, T. (2003): ROC Graphs: Notes and Practical Considerations for Data Mining Researchers. In: *HP Labs Tech Report*, No. HPL-2003-4. Paolo Alto.

FEEI – Fachverband der Elektro- und Elektronikindustrie (2006): Forschung. Technologie. Innovation. Zukunftssicherung für den Wirtschaftsstandort Österreich. Positionspapier der österreichischen Maschinen & Metallwaren Industrie, Elektro- und Elektronikindustrie. FEEI: Wien.

FGW - Forschungsgesellschaft für Wohnen, Bauen und Planen: Veränderte Förderungsvorschriften. Verfügbar unter *http://www.fgw.at/publikationen/sammlung.htm*. Download am 16.05.2014.

Fichter, F. und Arnold, M. (2003): Nachhaltigkeitsinnovationen. Nachhaltigkeit als strategischer Faktor. Oldenburg: Berlin.

Fichter, F. und Clausen, J. (2013): Erfolg und Scheitern „grüner“ Innovationen“. Metropolis: Marburg.

Fischli, C., Staake, T., Stiefmeier, T., Tröster, G. und Fleisch, E. (2011): Steigerung der Energieeffizienz durch Verbrauchsfeedback bei der Warmwassernutzung. Bits to Energy Lab Working Paper 2011-07a. ETH: Zürich, Schweiz.

Fritsch, M.; Wein, T. und Ewers, H.J. (2007): Marktversagen und Wirtschaftspolitik. 7. Auflage. Vahlen: München.

forsa (2010): Erfolgsfaktoren von Smart Metering aus Verbrauchersicht. Im Auftrag der Verbraucherzentrale Bundesverband e.V.. Endbericht. Berlin.

Geels, F. W. (2005): Technological Transitions and System Innovations: A Co-evolutionary and Socio-technical Analysis. Edward Elgar Publishing: Cheltenham.

Genevese, D. und Mayer, C: (2001): Loss aversion and seller behavior: Evidence from housing market. In: *Quarterly Journal of Economics* (116), S. 1233-1260.

Geothermie Nachrichten (2010): Erdgekoppelte Wärmepumpen in Deutschland und Europa: ein Wachstumsmarkt. *Verfügbar unter http://www.geothermie-nachrichten.de/erdgekoppelte-waermepumpen-ein-wachstumsmarkt-2*. Download am 29.09.2014.

Glanzmann-Gut, J. (2014): LED-Lampen werden zum Standard. In: *Neue Zürcher Zeitung 07.03.2014*. Verfügbar unter *http://www.nzz.ch/finanzen/uebersicht/finanzportal/led-lampen-werden-zum-standard-1.18257784*. Download am 23.02.2015.

Gopedelec (2014): Verkaufszahlen. Verfügbar unter *http://www.gopedelec.at/gopedelec-at/index.php?option=com_content&view=article&id=134&Itemid=80*. Download am 26.09.2014

Griliches, Z. (1957): An exploration in the economics of technological change. In: *Econometrica* (25), S. 501-522.

Grupp, H. (2000): Zur Bedeutung der Innovation – gestern und heute. In: *Karlsruher Transfer*, Heft 24, WS 2000/2001, S. 19-28.

Hall, B. (2005): Innovation and diffusion. In: Fagerberg, J. et al. (Hrsg.): The Oxford Handbook of Innovation, Oxford, S. 459-484.

Hackstock, R. (2013): 35 Jahre Solarenergie – Rückblick und Ausblick. Verband Austria Solar: Wien.

Hartung, J., Elpelt, B. und Klösener, K.-H. (1991): Statistik. Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. Oldenburg: München.

hausbaumagazin.at (2014): Das Passivhaus – Vorteile, Nachteile und Kosten von Passivhäusern. Verfügbar unter *http://www.hausbaumagazin.at/das-passivhaus-vorteile-nachteile-und-kosten-von-passivhaeusern/*. Download am 29.04.2014.

Hermann, A. (2008): Produktmanagement – Grundlagen, Methoden, Beispiele. Habler: Wiesbaden.

Hermann, A. und Huber, F. (2009): Produktmanagement. Grundlagen – Methoden – Beispiele. 2. Auflage. GWV: Wiesbaden.

Houde, S. und Todd, A. (2010): List of behavioral economic principles that can inform energy policy.

IEA – International Energy Agency (2012): Energy Technology Perspectives 2012. Pathways to a Clean Energy System. OECD/IEA: Paris Cedex.

IEA – International Energy Agency (2014): World Energy Outlook 2014: OECD/IEA: Paris Cedex.

IGPassivhaus.at (2014a): Was ist ein Passivhaus? Verfügbar unter *http://www.igpassivhaus.at/passivhaus/was-ist-ein-passivhaus/*. Download am 22.04.2014.

IGPassivhaus.at (2014b): Häufige Fragen zum Passivhaus – FAQs. Verfügbar unter *http://www.igpassivhaus.at/fileadmin/media/ig_ost/pdf/FAQs_Haeufige_Fragen_zum_Passivhaus.pdf.* Download am 22.04.2014.

IGPassivhaus.at (2014c): Umwelt. Verfügbar unter *http://www.igpassivhaus.at/passivhaus/passivhaus-qualitaeten/umwelt/*. Download am 30.04.2014.

IME-VO – Intelligente Messgeräte-Einführungsverordnung (2012): 138. Verordnung des Bundesministers für Wirtschaft, Familie und Jugend, mit der die Einführung intelligenter Messgeräte festgelegt wird (Intelligente Messgeräte-Einführungsverordnung – IME-VO). Ausgegeben am 24. April 2012, idF BGBl. II Nr. 138/2012.

Industriemagazin (2014): Warum sich die Einführung intelligenter Stromzähler verzögert. Verfügbar unter *http://www.industriemagazin.at/a/warum-sich-die-einfuehrung-intelligenter-stromzaehler-verzoegert*. Download am 15.03.2015.

Intelliekon (2011): Intelliekon Ergebnisse zur Energieeinsparung durch Smart Meterin. Verfügbar unter *http://www.intelliekon.de/nachrichten/intelliekon-ergebnisse-zur-energieeinsparung-durch-smart-metering.* Download am 30.01.2015.

IUS (2014): IUS 2014 dashboard. Verfügbar unter *http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/policy/innovation-scoreboard/2014/index_en.htm*. Download am 28.02.2015.

Jaffe, A. und Stavins, R. (1995): Dynamic incentives of environmental regulations: the effects of alternative policy instruments in technology diffusion. In: *Journal of Environmental Economics and Management* (29), S. 43-64.

Klima- und Energiefonds (2011): Solarthermie – solare Großanlagen. 2. Ausschreibung. Wien.

Klima- und Energiefonds (2013): Solarthermie – solare Großanlagen. 4. Ausschreibung. Wien.

Klima- und Energiefonds (2014): Demoprojekt Solarhaus 2014. 1. Ausschreibung. Wien.

Kline, S. J. und Rosenberg, N. (1986): An overview of innovation. In: Landau, R. und Rosenberg, N. (Hrsg.): The Positive Sum Strategy. National Academies Press: Washington.

Kohler, U. und Kreuter, F. (2006): Datenanlyse mit Stata. Oldenburg: München.

Kommunalkredit Public Consulting (2015): LED-Systeme im Innenbereich in Betrieben. Kommunalkredit Public Consulting GmbH, Wien. Verfügbar unter *http://www.publicconsulting.at/uploads/ufi_pauschalen_infoblatt_led_pau.pdf*. Download am 12.02.2015

Konsument (2011): Stromzähler: Smart Meter. Smarte Geschäfte. In: Konsument 3/2011 Verein für Konsumenteninformation. Wien. S. 25. Verfügbar unter *http://www.konsument.at/bauen-energie/stromzaehler-smart-meter-318875415162*. Download am 30.01.2015.

Koundouri, P., Kountouris, Y. und Remoundou, K. (2009): Valuing a Wind Farm Construction: A Contingent Caluation Study in Greece. In: *Energy Policy* 37 (2009), S. 1939-1944.

LED Know-How (2015): Website verfügbar unter *http://www.led-know-how.ch/de/*. Download am 23.02.2015.

Lehmann-Waffenschmidt, C. und Reichel, M. (2000): Kontingenz, Pfadabhängigkeit und Lock-In als handlungsbeeinflussende Faktoren der Unternehmenspolitik. In: Beschorner T. und Pfriem R. (Hrsg.): Evolutorische Ökonomik und Theorie der Unternehmung, S. 337-376. Metropolis: Marburg.

Lemos, R. (2010): Angriff der Killerbiene. In: *Technology Review*, 13.04.2010. Verfügbar unter *http://www.heise.de/tr/artikel/Angriff-der-Killerbiene-974224.html*. Download am 30.01.2015.

Liebe, U. und Meyerhoff, J. (2005): Die monetäre Bewertung kollektiver Umweltgüter. Theoretische Grundlagen, Methoden und Probleme. Working Paper on Management in Environmental Planning 013/2005. Technische Universität Berlin: Berlin.

Linz.at (o.J.): Wachsende Bedeutung von Forschung & Entwicklung. In: *20 Makrotrends*, S. 294-297.

Long, S.J. (1997): Regression Models for Categorial und Limited Dependent Variables. 1. Auflage. Sage Publications: London.

LumiTronix (2014): Glühlampenverbot in der EU. Verfügbar unter *http://www.leds.de/Gluehlampenverbot-in-der-EU/*. Download am 30.01.2015.

Mahajan, V., Muller, E. und Bass, F. M. (1995): Diffusion of New Products: Empirical Generalizations and Managerial Uses. In: *Marketing Science* (14(3)), S. 79-88.

Markard, J., Stadelmann, M. und Truffer, B. (2009): Prospective Analysis of Technological Innovation Systems: Identifying Technological and Organizational Development Options for Biogas in Switzerland. In: *Research Policy* (38), S. 655-667.

Market (2014): Aufstellung Versand & Rücklauf. Sonderauswertung. Market: Linz.

Marres, N. (2012): Material Participation: Technology, the Environment and Everyday Publics. Palgrave Macmillan: Basingstoke.

McKinsey & Company (2012): Lighting the way: Perspectives on the global lighting market. Verfügbar unter *http://www.mckinsey.de/sites/mck_files/files/Lighting_the_way_Perspectives_on_global_lighting_market_2012.pdf*. Download am 11.11.2014.

Medienmitteilung der Centralschweizerischen Kraftwerke AG (CKW) (13. Januar 2014): Smart Metering-Pilotprojekt stellt Kundennutzen in Frage: CKW setzt weiter auf Energieeffizienzmassnahmen mit höherem Kundennutzen. Luzern. Verfügbar unter *http://www.ckw.ch/ueberckw/aktuelles-und-medien/news_medienmitteilungen/medienmitteilungen_2014/smart_metering.html*. Download am 04.03.2015.

Medienmitteilung der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) (10. August 2011): Einfach sichtbar – so wird Strom gespart. Zürich. Verfügbar unter *https://www.ekz.ch/content/dam/ekz/umwelt/smartgrid/MM_110810_Smart%20Metering.pdf.res/MM_110810_Smart%20Metering.pdf*. Download am 04.03.2015.

Medienmitteilung der Stadt St. Gallen (27. März 2014): Abschluss Pilotprojekt Smart Metering. St. Gallen. Verfügbar unter http://www.sgsw.ch/home/medien/pressemitteilungen/_jcr_content/Par/downloadlist_7/DownloadListPar/download_0.ocFile/2014_03_27_Abschluss_Pilot_Smart_Metering_.pdf. Download am 04.03.2015.

Menegaki, A. (2008): Valuation for renewable energy: A comparative review. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (12), S. 2422-2437.

Meyer, G. (2004): Diffusion Methodology: Time to Innovate? In: *Journal of Health Communication* (9), S. 59-69.

Nationale Klimaschutz Initiative (2015): Zahlen und Fakten. Verfügbar unter *http://www.klimaschutz.de/de/themen/kommune/foerderung/zahlen-und-fakten*. Download am 04.03.2015.

Nef (2005): Behaviourial Economics. Verfügbar unter *http://www.neweconomics.org/publications/entry/behavioural-economics*. Download am 09.09.2013

Nelson, R. (1994): The Co-evolution of Technology, Industrial Structure and Supporting Institutions. In: *Industrial and Corporate Change* (3(1)), S. 47-63.

OECD (2010): The OECD innovation strategy. Getting a head strat on tomorrow. Paris.

Mowery, D., Nelson R. und Martin, B. (2010): Technology policy and global warming: Why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work. In: *Research Policy* (39), S. 1011-1023.

OECD (2011): Fostering Innovation for Green Growth. Paris.

OECD (2011): Greening household behavior: The role of public policy. Paris.

Ohta, H. und Fujii, S. (2011): Does Purchasing an „Eco-Car" Promote Increase in Car-Driving Distance? Unpublished Paper from Tokyo Institute of Technology: Tokyo.

ÖAMTC (2015): auto touring feb/15. Das Mobilitätsmagazin des ÖAMTC. Wien.

Öko-Test (2010): Test Energiesparlampen. Kein Highlight. In: *Öko-Test Jahrbuch Bauen & Wohnen für 2010*, S. 84-93. Verfügbar unter *http://presse.oekotest.de/bin/94054.pdf*. Download am 30.01.2015.

ÖPA – Österreichisches Patentamt (2006-2013): Statistische Übersicht über Geschäftsumfang und Geschäftstätigkeit des Österreichischen Patentamtes in Patentangelegenheiten, Ge-

brauchsmusterangelegenheiten, Recherchen und Gutachten, Markenangelegenheiten, Musterangelegenheit, Varia. Wien.

OSRAM (2012): forsa Umfrage zeigt hohes Interesse am Energiesparen. Verfügbar unter *http://www.osram.de/osram_de/presse/pressemeldungen/_publikumspresse/2012/forsa-umfrage/index.jsp*. Download am 30.01.2015.

Österreichischer Rundfunk (2014): LED-Siegeszug überrascht Anbieter. Verfügbar unter *http://orf.at/stories/2240097/2240095/*. Download am 01.08.2014.

OTS (2011): Sommeraktion in der Radgarage Kennedybrücke: Saisonkarte für nur 19 Euro. Verfügbar unter *http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20110714_OTS0075/sommeraktion-in-der-radgarage-kennedybruecke-saisonkarte-fuer-nur-19-euro-bild*. Download am 19.03.2015.

PassiveHouseDatabase (2014): Passivhaus-Datenbank. Verfügbar unter *http://www.passivhausdatenbank.at/statistics.php*. Download am 30.04.2014.

Photonik Forschung Deutschland (2015): LED-Leitmarktinitiative – der Innovation den Weg bereiten. Verfügbar unter *http://www.photonikforschung.de/forschungsfelder/beleuchtungled/led-leitmarktinitiative/*. Download am 30.01.2015.

Plate, M., Moser, W. und Elvin, G. (2010): Marktpotenzial und Bekanntheitsgrad des Passivhauses in Österreich. Bereiche aus Energie- und Umweltforschung 11/2010. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Wien.

Polt, W. und Pointner, W. (2005): Diffusionsorientierte Technologiepolitik. Eine vergleichende Wirkungsanalyse für Österreich, die Schweiz, Deutschland und die USA. Leykam: Graz.

PwC – PricewaterhouseCoopers (2010): Studie zur Analyse der Kosten-Nutzen einer österreichweiten Einführung von Smart Metering. Im Auftrag der E-Control.

Quatember, A. (2014): Statistik ohne Angst vor Formeln. Das Studienbuch für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler. 4., aktualisierte Auflage. Pearson Studium: München.

Rogers, E. M. (2003): Diffusion of innovations. Free Press: New York.

RWE (2013). Was ist Mülheim zählt?. Verfügbar unter *http://www.rwe.com/web/cms/de/368410/muelheim-zaehlt/*. Download am 23.02.2015.

Santarius, T. (2012): Der Rebound-Effekt. Impulse zur Wachstumswende. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH: Wuppertal.

Saunders, H.D. (2010): Historical Evidence for Energy Consumption Rebound in 30 US Sectors and a Toolkit for Rebound Analysis. Danville. Verfügbar unter *http://thebreakthrough.org/blog/Historical%20Evidence%20Article%2011-11-10.pdf.* Download am 11.11.2014.

Schleich, J., Kobas, M., Brunner, M., Gölz, S., Götz, K. und Sunderer, G. (2011): Smart Metering in Germany and Austria – Results of Providing Feedback Information in a Field of Trial. Working Paper Sustainability and Innovation No. S 6/2011.

Schlomann, B., Wolfarth, K., Kleeberger, H., Hardi, L, Geiger, B., Pich, A., Gruber, E., Gerspacher, A. und Holländer, E. (2015): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013. Schlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.

Schmidt, C. (2007): Die Diffusion der Biogastechnologie in der Schweiz. Eine modellgestützte Analyse der ökonomischen Faktoren. Diplomarbeit Universität Karlsruhe (TH), Institut für Industriebetriebslehre und industrielle Produktion: Karlsruhe.

Schmidt, C. und Madlener, R. (2008): Diffusion der Biogastechnologie in der Schweiz: eine GIS-basierte Multiagenten-Simulation. In: *Zeitschrift für Energiewirtschaft* (32(4)), S. 271-279.

Schumpeter, J. (1912): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Berlin.

Schwarz N. und Ernst A. (2009): Agent-Based Modelling of the Diffusion of Environmental Innovations – An Empirical Approach. In: *Technological Forecasting and Social Change* (76), S. 497-511.

Schweizerischer Bundesrat (2012): Botschaft zum Aktionsplan Koordinierte Energieforschung Schweiz: Maßnahmen in den Jahren 2013–2016. Verfügbar unter *http://www.admin.ch/opc/de/federal-gazette/2012/9017.pdf*. Download am 23.02.2015.

Schweizer Eidgenossenschaft (2009): Haushaltslampen: Energievorschriften 2009 bis 2012. Verfügbar unter *http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/16070.pdf*. Download am 23.02.2015.

Schweizer Eidgenossenschaft (2014): Die Energiekette für Lampen. Verfügbar unter *http://www.bfe.admin.ch/energieetikette/00887/02072/index.html?lang=de*. Download am 23.02.2015.

Sellner, R., Ecker, B., Gadner, J. und Reitschuler, G. (2014): Vision Österreich 2050. Vorsprung durch Bildung, Forschung und Innovation. Holzhausen Verlage GmbH: Wien.

Sonnenplatz (2006): Entwicklungsanalyse Passivhäuser in Österreich. Sonnenplatz Großschönau GmbH: Großschönau.

Statista (2014): Entwicklung des Fahrradabsatzes in Deutschland von 2000 bis zum 1. Halbjahr 2014 (in 1.000) Einheiten. Verfügbar unter *http://de.statista.com/statistik/daten/studie/154146/umfrage/fahrradabsatz-in-deutschland-seit-2000/*. Download am 02.10.2014.

Statista (2014): Installierte Leistung an Biogasanlagen in Österreich in den Jahren 2000 bis 2012 (in Megawatt). Verfügbar unter *http://de.statista.com/statistik/daten/studie/317907/umfrage/kumulierte-leistung-der-biogasanlagen-in-oesterreich/*. Download am 04.08.2014.

Statista (2014): Prognostizierter Umsatz mit LED-Lampen auf dem europäischen Markt in den Jahren 2011 bis 2020. Verfügbar unter *http://de.statista.com/statistik/daten/studie/151079/umfrage/prognostizierter-umsatz-fuer-led-lampen-auf-dem-europaeischen-markt/*. Download am 02.08.2014.

Statistik Austria (2008-2013): Jahresdurchschnittspreise und -steuern für die wichtigsten Energieträger 2003-2012 (in EUR). Wien.

Statistik Austria (2010): INNOVATION. Ergebnisse der Sechsten Europäischen Innovationserhebung (CIS 2008). Wien.

Statistik Austria (2011): Vergleich mit den Ergebnissen der Konsumerhebung 2004/05- Haushaltsausgaben. Wien.

Statistik Austria (2012a): Ausgaben des Bundes 1975 bis 1979 für Forschung und Forschungsförderung nach sozio-ökonomischen Zielsetzungen. Auswertungen der Beilagen T (Teil a und Teil b) der Amtsbehelfe/Arbeitsbehelfe zu den Bundesfinanzgesetzen. Wien.

Statistik Austria (2012b): Ausgaben des Bundes 1980 bis 1989 für Forschung und Forschungsförderung nach sozio-ökonomischen Zielsetzungen. Auswertungen der Beilagen T (Teil a und Teil b) der Amtsbehelfe/Arbeitsbehelfe zu den Bundesfinanzgesetzen. Wien.

Statistik Austria (2012c): Ausgaben des Bundes 1990 bis 1999 für Forschung und Forschungsförderung nach sozio-ökonomischen Zielsetzungen. Auswertungen der Beilagen T (Teil a und Teil b) der Amtsbehelfe/Arbeitsbehelfe zu den Bundesfinanzgesetzen. Wien.

Statistik Austria (2012d): INNOVATION. Ergebnisse der Innovationserhebung CIS 2010. Wien.

Statistik Austria (2013a): Energiebilanzen Österreich 1970-2012. Wien.

Statistik Austria (2013b): Nutzenergieanalyse für Österreich 1993-2012. Wien.

Statistik Austria (2013c): Ausgaben des Bundes 2000 bis 2009 für Forschung und Forschungsförderung nach sozio-ökonomischen Zielsetzungen. Auswertungen der Beilagen T (Teil a und Teil b) der Amtsbehelfe/Arbeitsbehelfe zu den Bundesfinanzgesetzen. Wien.

Statistik Austria (2013d): Ausgaben für Forschung und experimentelle Entwicklung 2002 bis 2011 nach Durchführungs- und Finanzierungssektoren. Wien.

Statistik Austria (2013e): Ausgaben für Forschung und experimentelle Entwicklung (F&E) 2011 nach Durchführungssektoren/Erhebungsbereichen und Forschungsarten. Wien.

Statistik Austria (2013f): Strom- und Gastagebuch 2012. Strom- und Gaseinsatz sowie Energieeffizienz österreichischer Haushalte. Auswertung Gerätebestand und -einsatz. Projektbericht. Im Auftrag von Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie Energie-Control Austria. Wien.

Statistik Austria (2014a): Ausgaben des Bundes 2010 bis 2014 für Forschung und Forschungsförderung nach sozio-ökonomischen Zielsetzungen. Auswertungen der Beilagen T (Teil a und Teil b) der Amtsbehelfe/Arbeitsbehelfe zu den Bundesfinanzgesetzen. Wien.

Statistik Austria (2014b): Globalschätzung 2014: Bruttoinlandsausgaben für F&E. Finanzierung der in Österreich durchgeführten Forschung und experimentellen Entwicklung 1981-2014. Wien.

Statistik Austria (2014c): Bruttoregionalprodukt (BRP), Bruttoinlandsausgaben für F&E und regionale Forschungsquoten 2011. Wien.

Statistik Austria (2014d): INNOVATION. Ergebnisse der Innovationserhebung CIS 2012. Wien.

Statistik Austria (2014e): Jahresdurchschnittsbevölkerung seit 2002 nach fünfjährigen Altersgruppen und Geschlecht. Wien.

Statistik Austria (2014f): Jahresdurchschnittsbevölkerung 2013 nach Alter und Bundesland - Insgesamt. Wien.

Statistik Austria (2014g): Bildung in Zahlen 2012/13. Tabellenband. Wien.

Statistik Austria (2014h): Statistisches Jahrbuch 2015. Wien.

Statistik Austria (2014i): Wohnen 2013. Verfügbar unter *http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wohnen/wohnsituation/index.html*. Download am 19.02.2015.

Statistik Austria (2014j): Nutzenergieanalyse für Österreich 1993-2013. Wien.

Stehr, N. (2015): Der zündende Funke – Innovationen fördern als Weg zu sauberer und bezahlbarer Energie für alle. Springer: Wiesbaden.

Stiftung Warentest (2014). Lampen: Gute LED-Spots ab 8,50 Euro. Verfügbar unter *https://www.test.de/Lampen-Gute-LED-Spots-ab-850-Euro-4756032-0/*. Download am 30.01.2015.

Stoneman, P. (1987): The economic analysis of technology policy. Oxford University Press: Oxford.

Swissolar (2014): Solarwärme-Markt Schweiz. Verfügbar unter *http://www.swissolar.ch/ueber-solarenergie/fakten-und-zahlen/infografiken/*. Download am 02.08.2014.

Takada, H. und Jain, D.D. (1991): Cross-National Analysis of Diffusion of Consumer Durable Goods in Pacific Rim Countries. In: *Journal of Marketing* (55), S. 48-54.

Tauber (2013): A self organizing approach for smart meter communication systems. 7th International Workshop on Self-Organizing Systems: Palma de Mallorca.

Tesla (2015): Supercharger. Verfügbar unter *http://www.teslamotors.com/de_AT/supercharger*. Download am 14.01.2015

Umweltbundesamt (2010): Elektromobilität in Österreich. Szenarien 2020 und 2050. Wien.

Umweltbundesamt (2014): E-Rad macht mobil. Potenziale von Pedelecs und deren Umweltwirkung. Dessau-Roßlau.

Van Ark, B., O'Mahoney, M. and Timmer, M. P. (2008): The Productivity Gap between Europe and the United States: Trends and Causes. In: *Journal of Economic Perspectives*, 22(1), S. 25-44.

Von Roon, S., Gruber, A., Buber, T., Frei, J., Schönach, M. (2013): Das Smart Meter Pilotprojekt SM500 – Einsparpotenziale, Nachhaltigkeit und weiterer energiewirtschaftlicher Nutzen. 8. Internationale Energiewirtschaftstagung an der Technischen Universität Wien: Wien.

Wärmepumpe Austria (2014): Qualitätssicherung. Verfügbar unter *http://www.waermepumpe-austria.at/die-waermepumpe/qualitaetssicherung.html*. Download am 1.10.2014.

Wiesmeier (2014): Geschichte der Wärmepumpe. Verfügbar unter *http://www.wiesmeier.at/19.html*. Download am 1.10.2014.

Wissner, M. und Growitsch, C. (2010): Flächendeckende Einführung von Smart Metern – Internationale Erfahrungen und Rückschlüsse für Deutschland. In: *Zeitschrift Für Energiewirtschaft*, 34 (2), S. 139–148.

WKÖ – Wirtschaftskammer Österreich (2014): Innovation Union Scoreboard 2014: Österreich fällt zurück. Kommentar Wirtschaftspolitik 2014/05. WKÖ: Wien.

Wooldridge, J.M. (2000): Introductory Econometrics. A Modern Approach. South Western College Publishing.

Wozniacki, L. (2012): Guidance to foster Green Public Procurement. European Environmental Bureau: Brüssel.

ZIV Zweirad (2014): Schönes Wetter beflügelt Fahrradbranche. Pressemitteilung. Verfügbar unter *http://ziv-zweirad.de/fileadmin/redakteure/Downloads/Marktdaten_1.Hj_2014/PM_2014_26.08.2014_Eurobike_2014.pdf*. Download am 30.9.2014.

Zumtobel (2013): Jahresfinanzbericht 2012/13 Zumtobel AG: Dornbirn.

Zumtobel (2014): Jahresfinanzbericht 2013/14 Zumtobel AG: Dornbirn.

14 Anhang

Tabelle A1: Codierung und deskriptive Statistiken der im Modell verwendeten Variablen, Elektrofahrrad

Variable	*Codierung*	*Relative Häufigkeit/ Mittelwert*
Alter	Metrisch skalierte Variable	$\bar{x}$ = 47,3 Jahre
Ausbildung	1 = Höchstens Matura 0 = Darüber liegendes Ausbildungsniveau	1 = 71,8 % 0 = 28,2 %
Baujahr Gebäude	1 = Nach 2000 errichtet 0 = Vor 2000 errichtet & weiß nicht	1 = 18,2 % 0 = 81,8 %
Ländliches Gebiet	1 = Wohnsitz ≤ 10.000 EW 0 = Wohnsitz > 10.000 EW	1 = 47,7 % 0 = 52,3 %
Wohnumgebung	1 = Hügelig 0 = Flach, bergig, gemischt	1 = 36,8 % 0 = 63,2 %
Energieberatung	1 = Energieberatung bereits durchgeführt 0 = Noch nicht durchgeführt	1 = 23,6 % 0 = 76,4 %
Energiesparprodukte	Metrisch skalierte Variable	$\bar{x}$ = 3,9 Produkte
Lifestyle-Orientierung	1 = Immer eine(r) der Ersten, die Neues erproben, sehr viel in den Wohnbereich investieren und Spaß daran haben, neue Technologien zu erproben 0 = Andersherum	1 = 45,9 % 0 = 54,1 %
Umweltbewusstsein	1 = Im Handeln sehr umweltbewusst, haben starken Bezug zur Natur und achten immer auf die Herkunft von Produkten sowie Umweltsiegel/-gütezeichen 0 = Andersherum	1 = 65,4 % 0 = 34,6 %
Wissen Energiesparen/ -effizienz	1 = Etwas bis sehr gute Kenntnis zum Thema Energiesparen und Energieeffizienz 0 = Keine Kenntnis	1 = 88,2 % 0 = 11,8 %
Sparsamkeit	1 = Eigenschaft Sparsamkeit (Energieeffizienz) beim Kauf neuer Geräte wichtig 0 = Andere Eigenschaften wichtig	1 = 32,7 % 0 = 67,3 %

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Tabelle A2: Codierung und deskriptive Statistiken der im Modell verwendeten Variablen, Passivhaus

Variable	*Codierung*	*Relative Häufigkeit/ Mittelwert*
Alter	Metrisch skalierte Variable	$\bar{x}$ = 45,1 Jahre
Kinder	1 = Ja 0 = Nein	1 = 63,2 % 0 = 38,8 %
Haushaltseinkommen	Metrisch skalierte Variable	$\bar{x}$ = € 2.863,0
Bildungsniveau	1 = Unter Maturaniveau 2 = Matura 3 = Tertiäre Ausbildung	1 = 34,7 % 2 = 26,3 % 3 = 39,0 %
Ländliches Gebiet	1 = Wohnsitz ≤ 10.000 EW 0 = Wohnsitz > 10.000 EW	1 = 54,7 % 0 = 45,3 %
Energieautarkie	1 = Unabhängige Energieversorgung wichtig 0 = Andere Eigenschaften wichtig	1 = 21,1 % 0 = 78,9 %
Energiesparinteresse	1 = Hohes Interesse und Wissen zu Energiesparen und Energieeffizienz 0 = Andersherum	1 = 51,6 % 0 = 48,4 %
Early Adopter	1 = Immer eine(r) der Ersten, die Neues erproben und Spaß daran haben, neue Technologien zu erproben 0 = Andersherum	1 = 55,4 % 0 = 44,6 %
Ökostrombezug	1 = Bewusste(r) Ökostrombezieher/in 0 = Kein(e) Ökostrombezieher/in	1 = 45,3 % 0 = 54,7 %

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Tabelle A3: Codierung und deskriptive Statistiken der im Modell verwendeten Variablen, thermische Solaranlage

Variable	*Codierung*	*Relative Häufigkeit/ Mittelwert*
Bildungsniveau	1 = Unter Maturaniveau 2 = Matura 3 = Tertiäre Ausbildung	1 = 36,2 % 2 = 32,9 % 3 = 30,9 %
Haushaltsgröße	Metrisch skalierte Variable	$\bar{x}$ = 3,0 Personen
Ländliches Gebiet	1 = Wohnsitz ≤ 50.000 EW 0 = Wohnsitz > 50.000 EW	1 = 74,9 % 0 = 25,1 %
Baujahr Gebäude	1 = Vor 1945 errichtet 0 = Nach 1945 errichtet	1 = 12,4 % 0 = 87,6 %
Energieträger	1 = Öl, Pellets oder Hackschnitzel 0 = Anderer Energieträger	1 = 29,4 % 0 = 70,6 %
Energiesparorientierung	1 = Energiesparmaßnahmen wurden im Haushalt bereits umgesetzt 0 = Noch keine Maßnahmen umgesetzt	1 = 72,6 % 0 = 27,4 %
Energieberatung	1 = Energieberatung wurde für den Haushalt bereits durchgeführt 0 = Noch nicht durchgeführt	1 = 23,7 % 0 = 76,3 %
Energieautarkie	1 = Unabhängige Energieversorgung wichtig 0 = Andere Eigenschaften wichtig	1 = 20,0 % 0 = 80,0 %

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Tabelle A4: Codierung und deskriptive Statistiken der im Modell verwendeten Variablen, Smart Meter

Variable	*Codierung*	*Relative Häufigkeit/ Mittelwert*
Besitz im sozialen Umfeld	1 = Besitz eines Smart Meters im sozialen Umfeld 0 = Kein Besitz & weiß nicht	1 = 7,4 % 0 = 92,6 %
Bildungsniveau	1 = Unter Maturaniveau 2 = Matura 3 = Tertiäre Ausbildung	1 = 46,1 % 2 = 32,2 % 3 = 21,7 %
Urbanität	1 = Wohnsitz > 100.000 EW 0 = Wohnsitz ≤ 100.000 EW	1 = 36,8 % 0 = 63,2 %
Informationsstand	1 = Angekreuzte Informationskanäle ≥ 2 0 = Angekreuzte Informationskanäle < 2	1 = 58,0 % 0 = 42,0 %
Informationsdarstellung	1 = Sehr, eher positiv oder neutral 0 = Eher oder sehr negativ	1 = 81,3 % 0 = 18,7 %
Interesse Stromverbrauch	1 = Befragte würden gerne mehr über den Stromverbrauch ihrer Geräte erfahren 0 = Möchten nicht mehr erfahren	1 = 54,6 % 0 = 45,4 %
Wissensstand Stromverbrauch	1 = Befragte wissen über den Stromverbrauch ihrer Geräte sehr gut Bescheid 0 = Wissen eher, weniger oder gar nicht Bescheid	1 = 45,5 % 0 = 54,5 %
Anzahl elektrische Haushaltsgeräte	Metrisch skalierte Variable	$\bar{x}$ = 5,4 Geräte
Energieeffiziente Ausstattung	1 = Geräteausstattung wird als sehr energieeffizient eingeschätzt 0 = Eher, weniger oder gar nicht effizient	1 = 19,4 % 0 = 80,6 %
Technologieaffinität	1 = Den Befragten macht es Spaß neue Technologien auszuprobieren 0 = Macht es nicht Spaß	1 = 46,1 % 0 = 53,9 %
Energiesparinteresse	1 = Sehr am Thema Energiesparen & Energieeffizienz interessiert 0 = Eher, weniger oder gar nicht interessiert	1 = 29,3 % 0 = 70,7 %

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Tabelle A5: Codierung und deskriptive Statistiken der im Modell verwendeten Variablen, LED-Beleuchtung

Variable	*Codierung*	*Relative Häufigkeit/ Mittelwert*
Großunternehmen	1 = Umsatz ≥ € 50 Mio., Mitarbeiter ≥ 250 0 = Umsatz < € 50 Mio., Mitarbeiter < 250	1 = 12,5 % 0 = 87,5 %
Produktionsbetrieb	1 = Produktionsbetrieb 0 = Alle anderen Betriebsarten	1 = 33,5 % 0 = 66,5 %
Energiesparunternehmen	1 = Energiesparen sehr/eher wichtig, Energiesparmaßnahmen umgesetzt oder in Planung 0 = Andersherum	1 = 81,3 % 0 = 18,7 %
Kosteneinsparungsmotiv	1 = Energiesparmaßnahmen aus Motiv Kosteneinsparung umgesetzt 0 = Aus anderen Motiven umgesetzt oder gar eine Maßnahmen	1 = 59,7 % 0 = 40,3 %
Wichtigkeit Ästhetik	1 = Hohe Lichtqualität und Ästhetik bei Beleuchtung sehr/eher wichtig 0 = Weniger/gar nicht wichtig	1 = 76,1 % 0 = 23,9 %
Wichtigkeit gesundheitlicher Aspekt	1 = Gesundheitliche Aspekte im Unternehmen sehr/eher wichtig 0 = Weniger/gar nicht wichtig	1 = 67,6 % 0 = 32,4 %

Quelle: Eigene Berechnungen und Darstellung IHS Kärnten

Fragebogen: Haushalte

FRAGEBOGEN Energieinnovationen – HAUSHALTE

Das Institut für Höhere Studien (IHS) führt in Kooperation mit dem Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) eine Untersuchung zu Energieinnovationen in österreichischen Haushalten durch. Das Forschungsprojekt wird vom Österreichischen Klima- und Energiefonds gefördert. Ziel der Befragung ist es, jene Faktoren und Bedingungen zu analysieren, welche die Verbreitung von Energieinnovationen in Österreich fördern oder behindern.

Wir möchten Sie bitten, sich maximal 15 Minuten Zeit zu nehmen, um die folgenden Fragen zu beantworten und damit zum Erfolg der Untersuchung beizutragen. Selbstverständlich garantieren wir Ihnen absolute Anonymität. Es ist für uns NICHT nachvollziehbar, wer den Fragebogen ausgefüllt hat.

Herzlichen Dank für Ihre Bereitschaft zur Mitarbeit!

WOHNSITUATION UND GERÄTEAUSSTATTUNG

1. Wie ist Ihre derzeitige Wohnsituation? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Mietwohnung (inkl. Genossenschafts- und Gemeindewohnung)
- ☐ Eigentumswohnung
- ☐ Haus zur Miete
- ☐ Haus im Eigentum
- ☐ Sonstiges: _____

2. Wann wurde das Gebäude, in dem Sie wohnen, errichtet? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Vor 1945
- ☐ 1945 bis 1980
- ☐ 1981 bis 2000
- ☐ Nach 2000
- ☐ Weiß nicht

3. Wie wird Ihre Wohnung bzw. Ihr Haus beheizt? *(Bitte geben Sie eine Rangfolge von 1 bis 2 an, wobei 1 Ihr Hauptheizsystem darstellt und 2 Ihr Nebenheizsystem. Sollten Sie nur ein Heizsystem haben, vergeben Sie bitte nur Rang 1.)*

____ Nah-/Fernwärme
____ Hauszentralheizung
____ Wohnungszentralheizung oder Etagenheizung
____ Elektroheizung
____ Einzelofenheizung (z.B. Kachelofen)
____ Wärmepumpe
____ Solarthermische Anlage
____ Sonstiges

4. Welche Energieträger nutzen Sie für die Beheizung Ihrer Wohnung bzw. Ihres Hauses? *(Bitte geben Sie eine Rangfolge von 1 bis 3 an, wobei 1 den meist genutzten Energieträger darstellt. Sollten Sie nur 1 oder 2 Energieträger nutzen, vergeben Sie bitte nur die Ränge 1 und/oder 2.)*

____ Nah-/Fernwärme
____ Gas
____ Öl
____ Koks/Kohle
____ Elektrischen Strom
____ Pellets
____ Hackschnitzel
____ Stückholz
____ Umgebungswärme (Wärmepumpe)
____ Sonnenenergie
____ Sonstige

5. Welche Möglichkeiten nutzen Sie in Ihrem Passivhaus zur Warmwasseraufbereitung? *(Bitte geben Sie eine Rangfolge von 1 bis 2 an, wobei 1 Ihr Hauptwarmwasseraufbereitungssystem darstellt und 2 Ihr Nebensystem. Sollten Sie nur ein Warmwasseraufbereitungssystem verwenden, vergeben Sie bitte nur Rang 1.)*

____ Nah-/Fernwärme
____ Hauszentralheizung
____ Wohnungszentralheizung
____ Elektroboiler
____ Durchlauferhitzer
____ Gastherme
____ Wärmepumpe
____ Thermische Solaranlage
____ Sonstige

Fragen 6 bis 9 wurden nur in Produktkategorie Smart Meter abgefragt.

6. Wie viele der folgenden elektrischen Haushaltsgeräte gibt es in Ihrem Haushalt? *(Bitte geben Sie für jedes elektrische Gerät die Anzahl an.)*

Kühlschrank (mit oder ohne Gefrierfach) ____
Kühl-Gefrier-Kombi ____
Gefriergerät ____
Elektroherd ____
Geschirrspüler ____
Waschmaschine ____
Wäschetrockner ____
Klimaanlage ____

7. Kennen Sie den Begriff „Energieeffizienzklasse" (z.B. A++, A, B, C)? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Ja
☐ Nein

8. Wenn Sie an die Ausstattung Ihres Haushalts mit elektrischen Geräten denken: für wie energieeffizient halten Sie Ihre Geräteausstattung im Durchschnitt? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr energieeffizient	Eher energieeffizient	Weniger energieeffizient	Gar nicht energieeffizient
☐	☐	☐	☐

9. Wie viele der folgenden Unterhaltungselektronik-Geräte gibt es in Ihrem Haushalt? *(Bitte geben Sie für jedes elektrische Gerät die Anzahl an.)*

Fernseher ____
Satelliten-Empfänger ____
DVD-Player/-Recorder ____
Stereoanlage ____
Spielkonsole ____
Smartphone ____
Standcomputer (PC) ____
Laptop ____
Tablet-PC ____

10. Welche der folgenden Aspekte sind Ihnen beim Kauf neuer elektrischer Geräte (z.B. Waschmaschine, Geschirrspüler, Fernseher) am wichtigsten? *(Bitte wählen Sie maximal drei Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Preis
- ☐ Sparsamkeit (Energieeffizienz)
- ☐ Langlebigkeit
- ☐ Ausstattung des Produktes (Funktionen etc.)
- ☐ Qualität
- ☐ Marke
- ☐ Möglichkeiten für Wartung und Reparatur

STROMVERBRAUCH UND HEIZKOSTEN

11. Wie viel bezahlen Sie monatlich für Strom und Heizen in Ihrem Haushalt? *(Bitte machen Sie eine ungefähre Angabe. Wenn Sie nicht wissen, wie hoch Ihre monatlichen Strom- bzw. Heizkosten sind, dann lassen Sie das dafür vorgesehene Feld bitte frei.)*

Strom: _____ €/Monat

Heizung: _____ €/Monat

12. Für wie hoch halten Sie Ihren Stromverbrauch bzw. Ihren Heizenergiebedarf? *(Bitte wählen Sie für in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Sehr hoch	Eher hoch	Weniger hoch	Gar nicht hoch
Stromverbrauch	☐	☐	☐	☐
Heizenergiebedarf	☐	☐	☐	☐

13. Welche Preisentwicklung erwarten Sie für Strom bzw. Heizenergie in den nächsten 10 Jahren? *(Bitte wählen Sie für in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Preis steigt stark	Preis steigt moderat	Preis bleibt unverändert	Preis sinkt	Weiß nicht
Strom	☐	☐	☐	☐	☐
Heizenergie	☐	☐	☐	☐	☐

14. Welche Eigenschaften sind Ihnen bezüglich Ihrer Energieversorgung am wichtigsten? *(Bitte geben Sie eine Rangfolge von 1 bis 2 an, wobei 1 die wichtigste und 2 die zweitwichtigste Eigenschaft darstellt. Sollte Ihnen nur eine Eigenschaft wichtig sein, dann vergeben Sie bitte nur Rang 1.)*

____ Preiswert
____ Zuverlässig
____ Klimafreundlich
____ Unabhängig

15. Beziehen bewusst Sie Ökostrom (=100 % erneuerbare Energiequellen) für Ihren Haushalt? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Ja
☐ Nein

ENERGIESPAREN UND ÖKOLOGISCHE EINSTELLUNG

16. Wie sehr interessieren Sie sich im Allgemeinen für das Thema „Energiesparen & Energieeffizienz"? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr	Eher	Weniger	Gar
☐	☐	☐	☐

17. Wie gut kennen Sie sich mit dem Thema „Energiesparen & Energieeffizienz" aus? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Ich habe mich noch nicht genau mit dem Thema auseinandergesetzt und kenne mich daher auch nicht aus.
☐ Ich habe mich schon einmal mit dem Thema auseinandergesetzt und kenne mich daher etwas aus.
☐ Ich habe mich schon intensiv mit dem Thema auseinandergesetzt und kenne mich daher sehr gut aus.

18. Welche der folgenden Produkte gibt es in Ihrem Haushalt? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Energiesparlampen
- ☐ LED-Beleuchtung
- ☐ Schaltbare Steckdosenleisten
- ☐ Wasserspar-Armaturen
- ☐ Wasserkocher
- ☐ Smart Meter (intelligenter Stromzähler)
- ☐ Elektrofahrrad
- ☐ Thermische Solaranlage
- ☐ Keines der genannten Produkte

19. Haben Sie bereits eine Energieberatung in Anspruch genommen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 21!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 20!

20. Planen Sie zukünftig eine Energieberatung in Anspruch zu nehmen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein

21. Wurden in Ihrem Haushalt bereits Maßnahmen zur Einsparung von Energie umgesetzt? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 22!
- ☐ Nein, kann mir aber vorstellen dies in Zukunft zu tun. ⇨ Weiter mit Frage 23!
- ☐ Nein, und werde dies auch in Zukunft nicht tun. ⇨ Weiter mit Frage 23!

22. Welche der folgenden Maßnahmen zur Einsparung von Energie wurden in Ihrem Haushalt bereits gesetzt? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Produkte kaufen, die aus der Region/Nähe stammen.
- ☐ Energieeinsparmöglichkeiten/Energieausweis für Eigenheime errechnen lassen.
- ☐ Umstieg auf sparsamere Elektrogeräte.
- ☐ Wechsel des Energieträgers bei Heizung und/oder Warmwasseraufbereitung.
- ☐ Sanierung des Eigenheims (Wärmedämmung, Fenstertausch, Heizkesseltausch).
- ☐ Auf Stand-by-Modus bei TV, Hifi Anlagen und sonstigen Geräten verzichten.
- ☐ Licht sparen.
- ☐ Mehr mit öffentlichen Verkehrsmitteln fahren.
- ☐ Im Alltag mehr mit dem Fahrrad fahren.
- ☐ Sonstiges: _____

23. Wo und wie häufig informieren Sie sich über das Thema „Energiesparen & Energieeffizienz“? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Sehr häufig	Häufig	Gelegentlich	Gar nicht
In Fachzeitschriften	☐	☐	☐	☐
In speziellen Prospekten oder Broschüren	☐	☐	☐	☐
Im Radio oder Fernsehen	☐	☐	☐	☐
Auf fachlichen Websites	☐	☐	☐	☐
Über soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)	☐	☐	☐	☐
Über Handy-Apps (Energiespar-Apps)	☐	☐	☐	☐
Beim Energieversorger	☐	☐	☐	☐
Im Zuge einer Energieberatung	☐	☐	☐	☐
Bei öffentlichen Beratungsstellen (z.B. Gemeinde)	☐	☐	☐	☐
Über Arbeitskreise, Fachverbände	☐	☐	☐	☐
Auf Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)	☐	☐	☐	☐
Bei Anlagenherstellern, Handwerkern, Fachgeschäften	☐	☐	☐	☐
Bei Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen	☐	☐	☐	☐

24. Wie sehr treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Trifft sehr zu	Trifft eher zu	Trifft weniger zu	Trifft gar nicht zu
Ich bin sparsam.	☐	☐	☐	☐
Ich bin immer eine(r) der ersten die Neues erproben.	☐	☐	☐	☐
Ich bin in meinem Handeln sehr umweltbewusst.	☐	☐	☐	☐
Ich mache mir wenig Sorgen um die Zukunft.	☐	☐	☐	☐
Ich bin ein Naturmensch, habe starken Bezug zur Natur.	☐	☐	☐	☐
Ich investiere sehr viel in meinen Wohnbereich.	☐	☐	☐	☐
Ich achte sehr auf den Energieverbrauch.	☐	☐	☐	☐
Es macht mir Spaß, neue Technologien zu erproben.	☐	☐	☐	☐
Ich achte immer auf die Herkunft von Produkten.	☐	☐	☐	☐
Ich achte immer auf Umweltsiegel und andere Umweltgütezeichen.	☐	☐	☐	☐

25. Wie sehr stimmen Sie den folgenden Aussagen zum Thema „Energiesparen & Energieeffizienz" zu? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Stimme sehr zu	Stimme eher zu	Stimme weniger zu	Stimme gar nicht zu
Ich halte Informationskampagnen zum Thema Energiesparen und Energieeffizienz für sinnvoll und wichtig.	☐	☐	☐	☐
Es gibt zu wenig Informationen und Kampagnen zum Thema Energiesparen und Energieeffizienz.	☐	☐	☐	☐
Die Informationen und Kampagnen, die es zum Thema Energiesparen und Energieeffizienz gibt, sind ausreichend.	☐	☐	☐	☐
Es gibt zu viele Informationen zum Thema Energiesparen und Energieeffizienz.	☐	☐	☐	☐

26. Denken Sie nun an Ihre täglichen Wege: Mit welchen Verkehrsmitteln legen Sie Ihre täglichen Wege <u>hauptsächlich</u> zurück? *(Bitte geben Sie eine <u>Rangfolge von 1 bis 3</u> an, wobei 1 das am meisten verwendete Verkehrsmittel darstellt. Sollten Sie nur 1 oder 2 Verkehrsmittel nutzen, vergeben Sie bitte nur die Ränge 1 und/oder 2.)*

____ Zu Fuß
____ Fahrrad
____ Elektrofahrrad
____ Moped
____ Motorrad
____ PKW
____ Öffentliche Verkehrsmittel (Bus, Bahn, etc.)
____ Sonstige

27. Wie viele Kilometer (km) beträgt der Weg von Ihrem Wohnort zu Ihrem Arbeits- bzw. Ausbildungsplatz? *(Bitte machen Sie eine ungefähre Angabe. Wenn Sie keinen Arbeits- oder Ausbildungsplatz haben (z.B. arbeitslos oder Hausfrau/-mann sind), dann lassen Sie das Feld bitte frei.)*

ca. _____ km

PRODUKTSPEZIFISCHE FRAGESTELLUNGEN:

ELEKTROFAHRRAD

PASSIVHAUS

THERMISCHE SOLARANLAGE

SMART METER

Die produktspezifischen Fragestellungen werden in den folgenden Abschnitten gesondert dargestellt.

SOZIO-ÖKONOMISCHE FRAGESTELLUNGEN

28. Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an: *(Bitte wählen Sie <u>eine</u> der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Männlich
☐ Weiblich

29. Bitte geben Sie Ihr Alter an: *(Bitte tragen Sie Ihr Alter in das dafür vorgesehene Feld ein.)*

Ich bin _____ Jahre alt.

30. Wie ist Ihr derzeitiger Familienstand? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ledig
- ☐ Lebensgemeinschaft
- ☐ Verheiratet oder eingetragene Partnerschaft
- ☐ Geschieden
- ☐ Verwitwet

31. Wie viele Personen leben in Ihrem Haushalt (einschließlich Ihnen selbst)? *(Bitte tragen Sie die Anzahl der Personen in das dafür vorgesehene Feld ein.)*

_____ Personen

32. Haben Sie eigene Kinder? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein

33. Wie lässt sich Ihre derzeitige berufliche Situation beschreiben? Bitte beziehen Sie sich dabei auf Ihre Haupteinnahmequelle. *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Unselbstständig erwerbstätig
- ☐ Selbstständig erwerbstätig
- ☐ In Ausbildung
- ☐ In Elternkarenz
- ☐ Haushaltsführend
- ☐ Landwirt/in
- ☐ Arbeitslos
- ☐ Pensionist/in
- ☐ Sonstiges: _____

34. Bitte geben Sie Ihre höchste abgeschlossene Schul- bzw. Berufsausbildung an: *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Kein Schulabschluss
- ☐ Pflichtschule
- ☐ Lehre
- ☐ Fachschule (z.B. Handelsschule, Gesundheits- und Krankenpflegeschule)
- ☐ Meisterprüfung
- ☐ Berufsreifeprüfung/Lehre mit Matura
- ☐ Höhere Schule (z.B. AHS, HTL, HAK)
- ☐ Universität/Fachhochschule/Pädagogische Hochschule

35. Wie hoch ist Ihr derzeitiges monatliches Netto-Haushaltseinkommen (=Einkommen aller im Haushalt lebenden Personen abzüglich Steuern und Abgaben, zuzüglich Transfers (z.B. Kinderbeihilfe)? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Bis € 1.000
- ☐ € 1.001 bis € 1.500
- ☐ € 1.501 bis € 2.000
- ☐ € 2.001 bis € 2.500
- ☐ € 2.501 bis € 3.000
- ☐ € 3.001 bis € 3.500
- ☐ € 3.501 bis € 4.000
- ☐ Mehr als € 4.000

36. Spenden Sie regelmäßig für Umweltschutzorganisationen wie etwa Greenpeace etc.? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein

37. In welchem Bundesland haben Sie Ihren Hauptwohnsitz? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Burgenland
- ☐ Kärnten
- ☐ Niederösterreich
- ☐ Oberösterreich
- ☐ Salzburg
- ☐ Steiermark
- ☐ Tirol
- ☐ Vorarlberg
- ☐ Wien

38. Wie viele Einwohner hat die Gemeinde/Stadt, in der Sie Ihren Hauptwohnsitz haben? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ bis 2.500
- ☐ 2.501 bis 10.000
- ☐ 10.001 bis 50.000
- ☐ 50.001 bis 100.000
- ☐ 100.001 bis 150.000
- ☐ mehr als 150.000

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

Fragen Elektrofahrrad: Nutzer/innen

1. Seit wann besitzen Sie Ihr Elektrofahrrad? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Seit höchstens 1 Jahre
- ☐ Seit mehr als 1 bis 2 Jahren
- ☐ Seit mehr als 2 bis 5 Jahren
- ☐ Seit mehr als 5 Jahren

2. Wie lässt sich die Umgebung Ihres Wohnortes am ehesten beschreiben? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Flach
- ☐ Hügelig
- ☐ Bergig
- ☐ Gemischt

3. Gibt es in Ihrem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis Personen, die ein Elektrofahrrad besitzen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 4!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 5!
- ☐ Weiß nicht ⇨ Weiter mit Frage 5!

4. Wie wichtig war es für Ihre Kaufentscheidung, dass Verwandte, Bekannte oder Freunde ein Elektrofahrrad besitzen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
☐	☐	☐	☐

5. Wie zufrieden sind Sie im Großen und Ganzen mit Ihrem Elektrofahrrad? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr zufrieden	Eher zufrieden	Weniger zufrieden	Gar nicht zufrieden
☐	☐	☐	☐

6. Würden Sie Verwandten/Bekannten/Freunden, die ein Fahrrad kaufen wollen, die Anschaffung eines Elektrofahrrads empfehlen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein

7. Wie oft benutzen Sie Ihr Elektrofahrrad? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Täglich
- ☐ Mehrmals pro Woche
- ☐ Mehrmals im Monat
- ☐ Seltener

8. Wie viele Kilometer legen Sie wöchentlich mit Ihrem Elektrofahrrad zurück? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Bis zu 20 km
- ☐ Mehr als 20 bis 40 km
- ☐ Mehr als 40 bis 60 km
- ☐ Mehr als 60 km

9. Zu welchem Zweck benutzen Sie Ihr Elektrofahrrad? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Hauptsächlich für berufliche Zwecke (den Weg zum Arbeits- oder Ausbildungsplatz).
- ☐ Hauptsächlich für Freizeitaktivitäten (Fahrradtouren etc.).
- ☐ Für beides.

10. Wie häufig nutzen Sie Ihr Elektrofahrrad als Ersatz für den PKW? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Sehr häufig
- ☐ Häufig
- ☐ Gelegentlich
- ☐ Nie
- ☐ Nicht zutreffend (da ich keinen PKW besitze)

11. Wo haben Sie sich über Elektrofahrräder informiert? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ In Fachzeitschriften
- ☐ In speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Im Radio oder Fernsehen
- ☐ Im Internet (auf fachlichen Websites)
- ☐ Über soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Über Handy-Apps
- ☐ Bei Fachverbänden
- ☐ Bei Informationsveranstaltungen
- ☐ Auf Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Bei Händlern, Fachgeschäften
- ☐ Bei Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____
- ☐ Ich habe mich gar nicht informiert.

12. Wie wichtig waren für Sie die folgenden Faktoren beim Kauf Ihres Elektrofahrrads? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
Anschaffungskosten (Preis)	☐	☐	☐	☐
Kosteneinsparung (im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln)	☐	☐	☐	☐
Reduktion meiner Energieausgaben	☐	☐	☐	☐
Hoher Fahrspaß	☐	☐	☐	☐
Erleichterung im Alltag	☐	☐	☐	☐
Möglicher Ersatz für den PKW	☐	☐	☐	☐
Umgehung von Staus im Straßenverkehr	☐	☐	☐	☐
Möglichkeit der täglichen Nutzung im Berufsverkehr	☐	☐	☐	☐
Möglichkeit weitere und/oder steilere Distanzen schneller zurückzulegen	☐	☐	☐	☐
Möglichkeit wieder Sport machen zu können	☐	☐	☐	☐
Möglichkeit weiterhin Sport machen zu können	☐	☐	☐	☐
Empfehlung von Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen	☐	☐	☐	☐
Medienpräsenz des Produktes	☐	☐	☐	☐
Umweltbewusstes Handeln	☐	☐	☐	☐
Positives Image	☐	☐	☐	☐
Förderung durch die öffentliche Hand	☐	☐	☐	☐

13. Wie sehr treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Trifft sehr zu	Trifft eher zu	Trifft weniger zu	Trifft gar nicht zu
Wenn ich ein Elektrofahrrad fahre, zeige ich damit, was mir wichtig ist.	☐	☐	☐	☐
Ein Elektrofahrrad passt gut zu meiner Persönlichkeit.	☐	☐	☐	☐
Die Menschen, die mir wichtig sind, finden Elektrofahrräder gut.	☐	☐	☐	☐
Ein Elektrofahrrad ist einfach zu handhaben.	☐	☐	☐	☐

14. Wo sehen Sie mögliche Nachteile in Zusammenhang mit der Nutzung eines Elektrofahrrads? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Hohe Anschaffungskosten.
- ☐ Hohes Gewicht.
- ☐ Hohe Pannenanfälligkeit.
- ☐ Hohe Reparatur- und Wartungskosten.
- ☐ Kein Fachhändler vor Ort, der eine Reparatur durchführen könnte.
- ☐ Schwierige Handhabung des Produktes (notwendiges technisches Know-how).
- ☐ Das Produkt hält nicht, was es verspricht (Reichweite, Akkudauer, Fähigkeit der Batterie sich während der Fahrt wieder aufzuladen).
- ☐ Diebstahlgefahr.
- ☐ Kein ausgebautes Radwegenetz vorhanden.
- ☐ Es gibt zu wenige Ladestationen.
- ☐ Keine Förderung durch die öffentliche Hand (Bund, Land, Gemeinde).
- ☐ Zu wenig Information über das Produkt.
- ☐ Niemand in meinem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis hat ein Elektrofahrrad.
- ☐ Ich nutze das Fahrrad generell sehr wenig, brauche daher auch kein Elektrofahrrad.
- ☐ Das Elektrofahrrad ist für mich keine Option als Ersatz für den PKW.
- ☐ Das Elektrofahrrad ist für mich keine Option für den Weg zum Arbeits- bzw. Ausbildungsplatz.
- ☐ Für Freizeitaktivitäten verwende ich lieber ein „normales“ Fahrrad.
- ☐ Sonstiges: _____
- ☐ Ein Elektrofahrrad hat für mich keine Nachteile.

Fragen Elektrofahrrad: Nicht-Nutzer/innen

Im Folgenden möchten wir Ihnen einige Fragen bezüglich Elektrofahrräder stellen. Ein **Elektrofahrrad** (*Pedelec* = *Pedal Electric Cycle*) ist ein Fahrrad, bei dem der/die Fahrer/in von einem Elektroantrieb nur dann unterstützt wird, wenn er/sie tritt. Weil das Treten erforderlich und die Unterstützung durch den Motor auf maximal 25 km/h begrenzt ist, gilt ein solches Fahrzeug in der Straßenverkehrsordnung nicht als Kraftfahrzeug, sondern als Fahrrad.

1. Kennen Sie das Produkt „Elektrofahrrad“ oder haben Sie schon einmal davon gehört? *(Bitte wählen Sie <u>eine</u> der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 2!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit sozio-demografischen Charakteristika!

2. Woher kennen Sie das Produkt „Elektrofahrrad“ bzw. wo haben Sie davon gehört? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Aus Fachzeitschriften
- ☐ Aus speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Aus dem Radio oder Fernsehen
- ☐ Aus dem Internet (fachliche Websites)
- ☐ Von sozialen Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Von Handy-Apps
- ☐ Von Fachverbänden
- ☐ Von Informationsveranstaltungen
- ☐ Von Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Von Händlern, Fachgeschäften
- ☐ Von Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____

3. Welche der Folgenden Aussagen treffen auf Sie zu? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Mir sind im Straßenverkehr Elektrofahrräder schon öfters aufgefallen.
- ☐ Ich habe mich schon einmal über Elektrofahrräder informiert.
- ☐ Ich habe schon einmal ein Elektrofahrrad bei einer Informationsveranstaltung ausprobiert.
- ☐ Ich habe schon einmal ein Elektrofahrrad bei einem Händler/Fachgeschäft ausprobiert.
- ☐ Ich habe schon einmal verschiedene konkrete Modelle von Elektrofahrrädern miteinander verglichen.
- ☐ Keine der genannten Aussagen.

4. Gibt es in Ihrem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis Personen, die ein Elektrofahrrad besitzen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiß nicht

5. Wie lässt sich die Umgebung Ihres Wohnortes am ehesten beschreiben? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Flach
- ☐ Hügelig
- ☐ Bergig
- ☐ Gemischt

6. Sie besitzen derzeit noch kein Elektrofahrrad. Könnten Sie sich grundsätzlich vorstellen im nächsten Jahr ein Elektrofahrrad zu erwerben? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 7!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 12!

7. Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie sich im nächsten Jahr tatsächlich ein Elektrofahrrad anschaffen? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

Sehr wahrscheinlich	Eher wahrscheinlich	Weniger wahrscheinlich	Gar nicht wahrscheinlich
☐	☐	☐	☐

8. Wie viel wären Sie maximal bereit, für ein Elektrofahrrad zu bezahlen? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ € 500 bis € 1.000
- ☐ € 1.001 bis € 1.500
- ☐ € 1.501 bis € 2.000
- ☐ € 2.001 bis € 2.500
- ☐ € 2.501 bis € 3.000
- ☐ Mehr als € 3.000

9. Haben Sie sich bereits über Elektrofahrräder informiert? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 34!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 35!

10. Wo haben Sie sich über Elektrofahrräder informiert? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ In Fachzeitschriften
- ☐ In speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Im Radio oder Fernsehen
- ☐ Im Internet (auf fachlichen Websites)
- ☐ Über soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Über Handy-Apps
- ☐ Bei Fachverbänden
- ☐ Bei Informationsveranstaltungen
- ☐ Auf Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Bei Händlern, Fachgeschäften
- ☐ Bei Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____

11. Wie wichtig wären Ihnen folgende Faktoren für die Entscheidung, sich ein Elektrofahrrad zu kaufen? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
Anschaffungskosten (Preis)	☐	☐	☐	☐
Kosteneinsparung (im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln)	☐	☐	☐	☐
Reduktion meiner Energieausgaben	☐	☐	☐	☐
Hoher Fahrspaß	☐	☐	☐	☐
Erleichterung im Alltag	☐	☐	☐	☐
Möglicher Ersatz für den PKW	☐	☐	☐	☐
Umgehung von Staus im Straßenverkehr	☐	☐	☐	☐
Möglichkeit der täglichen Nutzung im Berufsverkehr	☐	☐	☐	☐
Möglichkeit weitere und/oder steilere Distanzen schneller zurückzulegen	☐	☐	☐	☐
Möglichkeit wieder Sport machen zu können	☐	☐	☐	☐
Möglichkeit weiterhin Sport machen zu können	☐	☐	☐	☐
Empfehlung von Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen	☐	☐	☐	☐
Medienpräsenz des Produktes	☐	☐	☐	☐
Umweltbewusstes Handeln	☐	☐	☐	☐
Positives Image	☐	☐	☐	☐
Förderung durch die öffentliche Hand	☐	☐	☐	☐

12. Was sind die Gründe dafür, dass Sie kein Elektrofahrrad besitzen bzw. sich auch nicht vorstellen können eines anzuschaffen? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Hohe Anschaffungskosten.
- ☐ Hohes Gewicht.
- ☐ Hohe Pannenanfälligkeit.
- ☐ Hohe Reparatur- und Wartungskosten.
- ☐ Kein Fachhändler vor Ort, der eine Reparatur durchführen könnte.
- ☐ Schwierige Handhabung des Produktes (notwendiges technisches Know-how).
- ☐ Das Produkt hält nicht, was es verspricht (Reichweite, Akkudauer, Fähigkeit der Batterie sich während der Fahrt wieder aufzuladen).
- ☐ Diebstahlgefahr.
- ☐ Kein ausgebautes Radwegenetz vorhanden.
- ☐ Es gibt zu wenige Ladestationen.
- ☐ Keine Förderung durch die öffentliche Hand (Bund, Land, Gemeinde).
- ☐ Zu wenig Information über das Produkt.
- ☐ Niemand in meinem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis hat ein Elektrofahrrad.
- ☐ Ich nutze das Fahrrad generell sehr wenig, brauche daher auch kein Elektrofahrrad.
- ☐ Das Elektrofahrrad ist für mich keine Option als Ersatz für den PKW.
- ☐ Das Elektrofahrrad ist für mich keine Option für den Weg zum Arbeits- bzw. Ausbildungsplatz.
- ☐ Für Freizeitaktivitäten verwende ich lieber ein „normales“ Fahrrad.
- ☐ Sonstiges: _____

13. Sie haben angegeben, dass die hohen Anschaffungskosten unter anderem ein Grund für das Nichtanschaffen eines Elektrofahrrads waren bzw. sind. Bis zu welchem Preis hätten Sie sich ein Elektrofahrrad angeschafft bzw. hätten Sie sich vorstellen können eines anzuschaffen? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ € 500 bis € 1.000
- ☐ € 1.001 bis € 1.500
- ☐ € 1.501 bis € 2.000
- ☐ € 2.001 bis € 2.500
- ☐ € 2.501 bis € 3.000
- ☐ Mehr als € 3.000

Fragen Passivhaus: Nutzer/innen

1. **Seit wann wohnen Sie in Ihrem Passivhaus?** *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten).*

   ☐ Bis zu 1 Jahr
   ☐ Seit mehr als 1 bis 5 Jahren
   ☐ Seit mehr als 5 bis 10 Jahren
   ☐ Seit mehr als 10 bis 15 Jahren
   ☐ Seit mehr als 15 Jahren

2. **Gibt es in Ihrem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis Personen, die ein Passivhaus besitzen bzw. in einem wohnen?** *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

   ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 3!
   ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 4!
   ☐ Weiß nicht ⇨ Weiter mit Frage 4!

3. **Wie wichtig war es für Ihre Kauf-/Investitionsentscheidung, dass Verwandte, Bekannte oder Freunde ein Passivhaus besitzen bzw. in einem wohnen?** *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
☐	☐	☐	☐

4. **Wie zufrieden sind Sie im Großen und Ganzen mit Ihrem Passivhaus?** *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr zufrieden	Eher zufrieden	Weniger zufrieden	Gar nicht zufrieden
☐	☐	☐	☐

5. **Für wie einfach halten Sie die Nutzung der Technologien in einem Passivhaus?** *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr einfach	Eher einfach	Weniger einfach	Gar nicht einfach
☐	☐	☐	☐

6. **Würden Sie Verwandten/Bekannten/Freunden, die ein Eigenheim bauen wollen, die Errichtung eines Passivhauses empfehlen?** *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

   ☐ Ja
   ☐ Nein

7. Wo haben Sie sich (vor dem Bau Ihres Passivhauses) über Passivhäuser informiert? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ In Fachzeitschriften
- ☐ In speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Im Radio oder Fernsehen
- ☐ Im Internet (auf fachlichen Websites)
- ☐ Über soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Über Handy-Apps (Energiespar-Apps)
- ☐ Bei Fachverbänden
- ☐ Bei Informationsveranstaltungen
- ☐ Bei Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Bei Anbietern, Bauunternehmen, Installateuren, in Musterhausparks
- ☐ Bei Architekten
- ☐ Bei Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____
- ☐ Ich habe mich gar nicht informiert.

8. Wie wichtig waren für Sie die folgenden Faktoren bei der Entscheidung, ein Passivhaus zu errichten? *(Bitte wählen Sie für jeden Punkt eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

	Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
Errichtungskosten	☐	☐	☐	☐
Niedrige Energiekosten (Kosteneinsparungen im Vergleich zu einem konventionell gebauten Haus)	☐	☐	☐	☐
Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen	☐	☐	☐	☐
Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen	☐	☐	☐	☐
Beitrag zum Umweltschutz (Reduktion des Treibhausgas-Ausstoßes)	☐	☐	☐	☐
Ästhetische Gründe (ein Passivhaus schaut schön aus)	☐	☐	☐	☐
Hoher Wohnkomfort und Behaglichkeit	☐	☐	☐	☐
Verringerte Belastungen durch Lärm, Staub und Schadstoffe auf Grund der kontrollierten Wohnraumlüftung	☐	☐	☐	☐
Professionelle Beratung durch Anbieter, Bauunternehmen, Installateure	☐	☐	☐	☐
Gut ausgebildetes Unterstützungsnetzwerk vor Ort (Anbieter, Bauunternehmen, Installateure)	☐	☐	☐	☐
Leichte Verständlichkeit der Technologien in einem Passivhaus	☐	☐	☐	☐
Empfehlung von Verwandten/Bekannten/Freunden	☐	☐	☐	☐
Positives Image, das mit dem Passivhaus verbunden ist	☐	☐	☐	☐
Förderung durch die öffentliche Hand	☐	☐	☐	☐

9. Wie sehr treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu? *(Bitte wählen Sie für jeden Punkt eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

	Trifft sehr zu	Trifft eher zu	Trifft weniger zu	Trifft gar nicht zu
Mit einem Passivhaus zeige ich, was mir wichtig ist.	☐	☐	☐	☐
Ein Passivhaus passt gut zu meiner Persönlichkeit.	☐	☐	☐	☐
Die Menschen, die mir wichtig sind, finden es gut, dass ich in einem Passivhaus lebe.	☐	☐	☐	☐

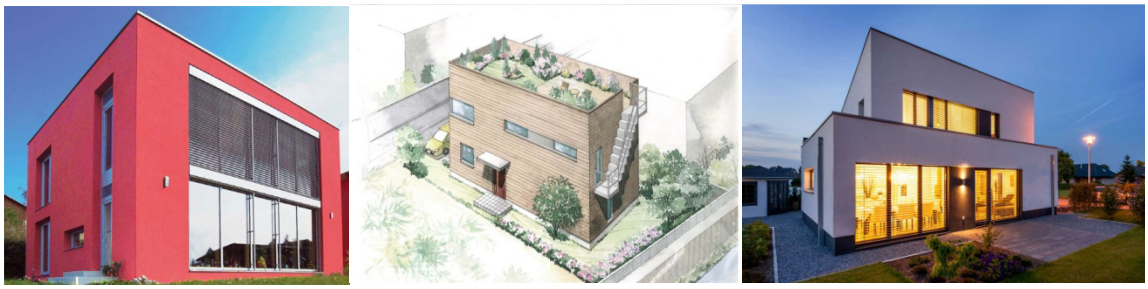
10. Wo sehen Sie mögliche Nachteile eines Passivhauses? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Hohe Errichtungskosten
- ☐ Einschränkung in meiner Handlungsfreiheit (Fenster sollen nicht geöffnet werden, Nichtregulierbarkeit der Temperatur in den unterschiedlichen Nutzungsbereichen des Hauses)
- ☐ Fehlen von Heizkörpern und damit möglicherweise vorhandenes Unbehagen.
- ☐ Zu trockene Luft.
- ☐ Optisches Erscheinungsbild.
- ☐ Kein gut ausgebautes Unterstützungs- bzw. Wartungsnetzwerk (Anbieter, Bauunternehmen, Installateure) vor Ort, wenn Probleme auftreten.
- ☐ Keine kompetenten Anbieter, Bauunternehmen, Installateure vor Ort.
- ☐ Zu geringe Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen.
- ☐ Zu geringe Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen.
- ☐ Keine oder zu geringe Förderungen durch die öffentliche Hand.
- ☐ Förderrichtlinien zu kompliziert.
- ☐ Sonstiges: _____
- ☐ Ein Passivhaus hat für mich keine Nachteile.

Fragen Passivhaus: Nicht-Nutzer/innen

Wir möchten Ihnen nun einige Fragen zu Passivhäusern stellen. Bitte lesen Sie die folgende kurze Beschreibung und klicken Sie anschließend weiter.

Ein Passivhaus ist ein Gebäude, das auf Grund seiner **guten Wärmedämmung kein klassisches Heizsystem** benötigt. Die Gebäude werden deshalb „passiv" genannt, weil der überwiegende Teil des Wärmebedarfs aus „passiven" Quellen wie etwa Sonneneinstrahlung oder Abwärme von Personen bzw. technischen Geräten gedeckt wird. Eine Lüftungsanlage regelt die Frischluftzufuhr. Das Passivhaus kann somit hohen Wohnkomfort mit niedrigen Energiekosten und einem sorgsamen Umgang mit unserer Umwelt verbinden.



1. Kennen Sie das Produkt „Passivhaus" oder haben Sie schon einmal davon gehört? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 2!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit sozio-demografischen Charakteristika!

2. Woher kennen Sie das Produkt „Passivhaus" bzw. wo haben Sie davon gehört? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Aus Fachzeitschriften
- ☐ Aus speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Aus dem Radio oder Fernsehen
- ☐ Aus dem Internet (fachliche Websites)
- ☐ Von sozialen Netzwerken (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Von Handy-Apps (Energiespar-Apps)
- ☐ Von Fachverbänden
- ☐ Von Informationsveranstaltungen
- ☐ Von Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Von Anbietern, Bauunternehmen, Installateuren, Musterhausparks
- ☐ Von Architekten
- ☐ Von Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____

3. Welche der folgenden Aussagen treffen auf Sie zu? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Passivhäuser sind mir schon des Öfteren aufgefallen.
- ☐ Ich war schon einmal in einem Passivhaus und konnte mir ein Urteil darüber bilden.
- ☐ Ich habe mich schon einmal über Passivhäuser bei Bauherren/Architekten informiert.
- ☐ Ich habe mich schon mit den Technologien in einem Passivhaus auseinandergesetzt.
- ☐ Keine der genannten Aussagen.

4. Gibt es in Ihrem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis Personen, die ein Passivhaus besitzen bzw. in einem wohnen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiß nicht

5. Was sind die Gründe dafür, dass Sie kein Passivhaus besitzen bzw. nicht in einem wohnen? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Hohe Errichtungskosten-
- ☐ Einschränkung in meiner Handlungsfreiheit (Fenster sollen nicht geöffnet werden, Nichtregulierbarkeit der Temperatur in den unterschiedlichen Nutzungsbereichen des Hauses).
- ☐ Fehlen von Heizkörpern und damit möglicherweise vorhandenes Unbehagen.
- ☐ Zu trockene Luft.
- ☐ Optisches Erscheinungsbild.
- ☐ Kein gut ausgebautes Unterstützungs- bzw. Wartungsnetzwerk (Anbieter, Bauunternehmen, Installateure) vor Ort, wenn Probleme auftreten.
- ☐ Keine kompetenten Anbieter, Bauunternehmen, Installateure vor Ort.
- ☐ Zu geringe Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen.
- ☐ Zu geringe Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen.
- ☐ Keine oder zu geringe Förderungen durch die öffentliche Hand.
- ☐ Förderrichtlinien zu kompliziert.
- ☐ Zu wenig Information (über die Technologien in einem Passivhaus).
- ☐ Als mein Haus errichtet wurde war die Passivhausbauweise noch kein Thema.
- ☐ Ich habe ein Haus gekauft, auf dem Immobilienmarkt gab es aber keine passenden Passivhausangebote.
- ☐ Sonstiges: _____

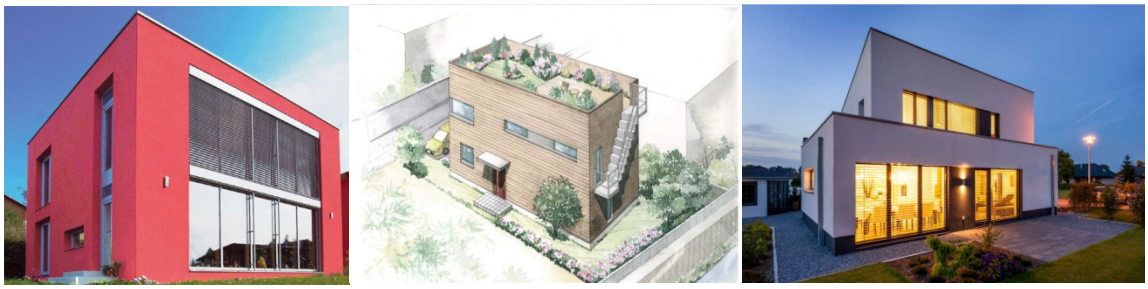
6. Sie haben angegeben, dass die hohen Errichtungskosten unter anderem ein Grund dafür sind, dass Sie kein Passivhaus besitzen. Bis zu welchem maximalen prozentuellen Preisaufschlag (im Vergleich zu einem konventionell gebauten Haus) hätten Sie sich vorstellen können, ein Passivhaus zu errichten? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Bis zu 5 %
- ☐ Mehr als 5 % bis 10 %
- ☐ Mehr als 10 % bis 15 %
- ☐ Mehr als 15 % bis 20 %
- ☐ Mehr als 20 % bis 25 %
- ☐ Mehr als 25 %
- ☐ Weiß nicht

Fragen Passivhaus: Potenzielle zukünftige Nutzer/innen

Wir möchten Ihnen nun einige Fragen zu Passivhäusern stellen. Bitte lesen Sie die folgende kurze Beschreibung und klicken Sie anschließend weiter.

Ein Passivhaus ist ein Gebäude, das auf Grund seiner **guten Wärmedämmung kein klassisches Heizsystem** benötigt. Die Gebäude werden deshalb „passiv" genannt, weil der überwiegende Teil des Wärmebedarfs aus „passiven" Quellen wie etwa Sonneneinstrahlung oder Abwärme von Personen bzw. technischen Geräten gedeckt wird. Eine Lüftungsanlage regelt die Frischluftzufuhr. Das Passivhaus kann somit hohen Wohnkomfort mit niedrigen Energiekosten und einem sorgsamen Umgang mit unserer Umwelt verbinden.



1. Kennen Sie das Produkt „Passivhaus" oder haben Sie schon einmal davon gehört? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 2!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit sozio-demografischen Charakteristika!

2. Woher kennen Sie das Produkt „Passivhaus" bzw. wo haben Sie davon gehört? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Aus Fachzeitschriften
- ☐ Aus speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Aus dem Radio oder Fernsehen
- ☐ Aus dem Internet (fachliche Websites)
- ☐ Von sozialen Netzwerken (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Von Handy-Apps (Energiespar-Apps)
- ☐ Von Fachverbänden
- ☐ Von Informationsveranstaltungen
- ☐ Von Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Von Anbietern, Bauunternehmen, Installateuren, Musterhausparks
- ☐ Von Architekten
- ☐ Von Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____

3. Welche der Folgenden Aussagen treffen auf Sie zu? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Passivhäuser sind mir schon des Öfteren aufgefallen.
- ☐ Ich war schon einmal in einem Passivhaus und konnte mir ein Urteil darüber bilden.
- ☐ Ich habe mich schon einmal über Passivhäuser bei Bauherren/Architekten informiert.
- ☐ Ich habe mich schon mit den Technologien in einem Passivhaus auseinandergesetzt.
- ☐ Keine der genannten Aussagen.

4. Gibt es in Ihrem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis Personen, die ein Passivhaus besitzen bzw. in einem wohnen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiß nicht

5. Sie planen in den nächsten zwei Jahren die Errichtung eines Eigenheims (Ein- oder Zweifamilienhaus). Können Sie sich grundsätzlich vorstellen ein Passivhaus zu errichten? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 6!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 11!

6. Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie in den nächsten zwei Jahren tatsächlich ein Passivhaus errichten? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

Sehr wahrscheinlich	Eher wahrscheinlich	Weniger wahrscheinlich	Gar nicht wahrscheinlich
☐	☐	☐	☐

7. Haben Sie sich bereits über Passivhäuser informiert? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 8!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 9!

8. Wo haben Sie sich über Passivhäuser informiert? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ In Fachzeitschriften
- ☐ In speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Im Radio oder Fernsehen
- ☐ Im Internet (auf fachlichen Websites)
- ☐ Über soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Über Handy-Apps (Energiespar-Apps)
- ☐ Bei Fachverbänden
- ☐ Bei Informationsveranstaltungen
- ☐ Bei Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Bei Anbietern, Bauunternehmen, Installateuren, in Musterhausparks
- ☐ Bei Architekten
- ☐ Bei Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____

9. Wie viel mehr wären Sie maximal bereit für ein Passivhaus zu bezahlen, im Vergleich zu einem konventionell gebauten Haus? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Bis zu 5 %
- ☐ Mehr als 5 % bis 10 %
- ☐ Mehr als 10 % bis 15 %
- ☐ Mehr als 15 % bis 20 %
- ☐ Mehr als 20 % bis 25 %
- ☐ Mehr als 25 %
- ☐ Weiß nicht

10. Wie wichtig wären Ihnen folgende Faktoren für die Entscheidung, ein Passivhaus zu errichten? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
Errichtungskosten	☐	☐	☐	☐
Niedrige Energiekosten (Kosteneinsparungen im Vergleich zu einem konventionell gebauten Haus)	☐	☐	☐	☐
Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen	☐	☐	☐	☐
Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen	☐	☐	☐	☐
Beitrag zum Umweltschutz (Reduktion des Treibhausgas-Ausstoßes)	☐	☐	☐	☐
Ästhetische Gründe (ein Passivhaus schaut schön aus)	☐	☐	☐	☐
Hoher Wohnkomfort und Behaglichkeit	☐	☐	☐	☐
Verringerte Belastungen durch Lärm, Staub und Schadstoffe auf Grund der kontrollierten Wohnraumlüftung	☐	☐	☐	☐
Professionelle Beratung durch Anbieter, Bauunternehmen, Installateure	☐	☐	☐	☐
Gut ausgebildetes Unterstützungsnetzwerk vor Ort (Anbieter, Bauunternehmen, Installateure)	☐	☐	☐	☐
Leichte Verständlichkeit der Technologien in einem Passivhaus	☐	☐	☐	☐
Empfehlung von Verwandten/Bekannten/Freunden	☐	☐	☐	☐
Positives Image, das mit dem Passivhaus verbunden ist	☐	☐	☐	☐
Förderung durch die öffentliche Hand	☐	☐	☐	☐

Die folgende Frage ist für jene zu beantworten, die sich nicht vorstellen können ein Passivhaus zu errichten.

11. Was sind die Gründe dafür, dass Sie sich <u>nicht</u> vorstellen können ein Passivhaus zu errichten? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Hohe Errichtungskosten.
- ☐ Einschränkung in meiner Handlungsfreiheit (Fenster sollen nicht geöffnet werden, Nichtregulierbarkeit der Temperatur in den unterschiedlichen Nutzungsbereichen des Hauses).
- ☐ Fehlen von Heizkörpern und damit möglicherweise vorhandenes Unbehagen.
- ☐ Zu trockene Luft.
- ☐ Optisches Erscheinungsbild.
- ☐ Kein gut ausgebautes Unterstützungs- bzw. Wartungsnetzwerk (Anbieter, Bauunternehmen, Installateure) vor Ort, wenn Probleme auftreten.
- ☐ Keine kompetenten Anbieter, Bauunternehmen, Installateure vor Ort.
- ☐ Zu geringe Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen.
- ☐ Zu geringe Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen.
- ☐ Keine oder zu geringe Förderungen durch die öffentliche Hand.
- ☐ Förderrichtlinien zu kompliziert.
- ☐ Zu wenig Information (über die Technologien in einem Passivhaus).
- ☐ Sonstiges: _____

12. Sie haben angegeben, dass die hohen Errichtungskosten unter anderem ein Grund dafür sind, dass Sie sich nicht vorstellen können ein Passivhaus zu errichten. Bis zu welchem <u>maximalen prozentuellen Preisaufschlag</u> (im Vergleich zu einem konventionell gebauten Haus) könnten Sie sich vorstellen eines zu errichten? *(Bitte wählen <u>eine</u> der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Bis zu 5 %
- ☐ Mehr als 5 % bis 10 %
- ☐ Mehr als 10 % bis 15 %
- ☐ Mehr als 15 % bis 20 %
- ☐ Mehr als 20 % bis 25 %
- ☐ Mehr als 25 %
- ☐ Weiß nicht

Fragen Thermische Solaranlage: Nutzer/innen

1. Seit wann besitzen Sie Ihre Thermische Solaranlage?

- ☐ Bis zu 1 Jahr
- ☐ Seit mehr als 1 bis 3 Jahren
- ☐ Seit mehr als 3 bis 5 Jahren
- ☐ Seit mehr als 5 bis 10 Jahren
- ☐ Seit mehr als 10 bis 15 Jahren
- ☐ Seit mehr als 15 Jahren

2. Gibt es in Ihrem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis Personen, die eine Thermische Solaranlage besitzen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 3!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 4!
- ☐ Weiß nicht ⇨ Weiter mit Frage 4!

3. Wie wichtig war es für Ihre Kauf- bzw. Investitionsentscheidung, dass Verwandt, Bekannte oder Freunde eine Thermische Solaranlage besitzen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
☐	☐	☐	☐

4. Welche der folgenden Aussagen treffen hinsichtlich der Installation Ihrer Thermischen Solaranlage zu? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Meine Thermische Solaranlage wurde im Zuge eines Neubaus installiert.
- ☐ Meine Thermische Solaranlage wurde an einem Passivhaus installiert.
- ☐ Meine Thermische Solaranlage wurde an einem bestehenden Haus nachträglich installiert.
- ☐ Meine Thermische Solaranlage wurde von einem qualifizierten Anbieter/Installateur installiert.
  ⇨ Weiter mit Frage 30!
- ☐ Ich weiß nicht wie und/oder von wem meine Thermische Solaranlage installiert wurde.

5. Wie zufrieden waren bzw. sind Sie mit dem Installateur, der Ihre Thermische Solaranlage installiert hat bzw. dem verfügbaren Wartungsnetzwerk vor Ort? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

	Sehr zufrieden	Eher zufrieden	Weniger zufrieden	Gar nicht zufrieden
Installateur	☐	☐	☐	☐
Wartungsnetzwerk	☐	☐	☐	☐

6. Zu welchem Zweck nutzen Sie Ihre Thermische Solaranlage? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Nur zur Warmwasseraufbereitung.
- ☐ Zur Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung.

7. Wie zufrieden sind Sie im Großen und Ganzen mit Ihrer Thermischen Solaranlage? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr zufrieden	Eher zufrieden	Weniger zufrieden	Gar nicht zufrieden
☐	☐	☐	☐

8. Würden Sie Verwandten/Bekannten/Freunden die Installation einer Thermischen Solaranlage empfehlen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein

9. Wo haben Sie sich über (vor dem Kauf Ihrer Anlage) über Thermische Solaranlagen informiert? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ In Fachzeitschriften
- ☐ In speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Im Radio oder Fernsehen
- ☐ Im Internet (auf fachlichen Websites)
- ☐ Über soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Über Handy-Apps (Energiespar-Apps)
- ☐ Bei Fachverbänden
- ☐ Bei Informationsveranstaltungen
- ☐ Bei Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Bei Anbietern, Installateuren
- ☐ Bei Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____
- ☐ Ich habe mich gar nicht informiert.
- ☐ Ich habe mich nicht informiert, da die Thermische Solaranlage auf dem Haus, das ich gekauft habe, bereits installiert war. ⇨ Weiter mit Frage 36!

10. Wie wichtig waren für Sie die folgenden Faktoren bei der Entscheidung, eine Thermische Solaranlage zu installieren? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
Anschaffungskosten (Preis)	☐	☐	☐	☐
Niedrige Energiekosten (Kosteneinsparungen)	☐	☐	☐	☐
Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen	☐	☐	☐	☐
Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen	☐	☐	☐	☐
Beitrag zum Umweltschutz (Reduktion des Treibhausgas-Ausstoßes)	☐	☐	☐	☐
Hoher Komfort (da man für Warmwasser nicht heizen muss)	☐	☐	☐	☐
Professionelle Beratung durch Anbieter und Installateure	☐	☐	☐	☐
Gut ausgebildetes Unterstützungsnetzwerk vor Ort (Anbieter, Installateure)	☐	☐	☐	☐
Leichte Verständlichkeit der Technologie	☐	☐	☐	☐
Besitz eines Passivhauses, zu dem eine Thermische Solareinlage einfach dazu gehört	☐	☐	☐	☐
Empfehlung von Verwandten/Bekannten/Freunden	☐	☐	☐	☐
Positives Image, das mit einer Thermischen Solaranlage verbunden ist	☐	☐	☐	☐
Förderung durch die öffentliche Hand	☐	☐	☐	☐

11. Wie sehr treffen die folgenden Aussagen bezüglich einer Thermischen Solaranlage auf Sie zu? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Trifft sehr zu	Trifft eher zu	Trifft weniger zu	Trifft gar nicht zu
Mit einer Thermischen Solaranlage zeige ich was mir wichtig ist.	☐	☐	☐	☐
Eine Thermische Solaranlage passt gut zu meiner Persönlichkeit.	☐	☐	☐	☐
Die Menschen, die mir wichtig sind, finden gut, dass ich eine Thermische Solaranlage besitze.	☐	☐	☐	☐

12. Wo sehen Sie möglich Nachteile in Zusammenhang mit einer Thermischen Solaranlage? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Hohe Anschaffungskosten (Preis).
- ☐ Nur unterstützendes System (brauche sowieso ein zusätzliches Heizsystem).
- ☐ Begrenzte Speicherkapazität der Wärme.
- ☐ Abhängigkeit von den Sonnenstunden.
- ☐ Optisches Erscheinungsbild der Kollektorflächen.
- ☐ Kein gut ausgebautes Unterstützungs- bzw. Wartungsnetzwerk (Anbieter, Installateure) vor Ort, wenn Probleme auftreten.
- ☐ Zu geringes Energieeinsparungspotenzial.
- ☐ Zu geringes Kosteneinsparungspotenzial.
- ☐ Thermische Solaranlagen allein bieten zu wenig Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen.
- ☐ Eine Thermische Solaranlage macht ist eigentlich nur in Kombination mit einem Passiv-/Niedrigenergiehaus sinnvoll.
- ☐ Zu wenig Information.
- ☐ Keine oder zu geringe Förderungen durch die öffentliche Hand.
- ☐ Förderrichtlinien zu kompliziert.
- ☐ Ein Passivhaus hat für mich keine Nachteile.
- ☐ Sonstiges: _____

Fragen Thermische Solaranlage: Nicht-Nutzer/innen

Wir möchten Ihnen nun einige Fragen über Thermische Solaranlagen stellen. Bitte lesen Sie die folgende kurze Beschreibung und klicken Sie anschließend weiter.

Thermische Solaranlagen machen die Wärme aus der Sonneneinstrahlung nutzbar. Sie werden zur **Erzeugung von warmem Wasser** für den Haushaltsgebrauch (z.B. für Bad oder Küche) als auch zur **Unterstützung der Heizung**, also die Erwärmung von Wohnräumen, eingesetzt. Thermische Solaranlagen können dabei mit allen herkömmlichen Heizsystemen kombiniert werden. Durch die Nutzung der Sonnenenergie können damit Einsparungen bei den Warmwasser- und Heizkosten erzielt werden.

1. Kennen Sie das Produkt „Thermische Solaranlage“ oder haben Sie schon einmal davon gehört?
(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 2!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit sozio-demografischen Charakteristika!

2. Woher kennen Sie das Produkt „Thermische Solaranlage“ bzw. wo haben Sie davon gehört?
(Mehrfachnennungen möglich.)

- ☐ Aus Fachzeitschriften
- ☐ Aus speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Aus dem Radio oder Fernsehen
- ☐ Aus dem Internet (fachliche Websites)
- ☐ Von sozialen Netzwerken (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Von Handy-Apps (Energiespar-Apps)
- ☐ Von Fachverbänden
- ☐ Von Informationsveranstaltungen
- ☐ Von Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Von Anbietern, Installateuren
- ☐ Von Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____

3. Welche der folgenden Aussagen treffen auf Sie zu? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Thermische Solaranlagen bzw. die Kollektorflächen sind mir schon des Öfteren aufgefallen.
- ☐ Ich habe mich schon einmal mit der Funktionsweise einer Thermischen Solaranlage auseinandergesetzt.
- ☐ Ich habe mich schon einmal über Thermische Solaranlagen auf einer Messe informiert.
- ☐ Ich habe mich schon einmal über Thermische Solaranlagen bei einem Anbieter/Installateur informiert.
- ☐ Keine der genannten Aussagen.

4. Gibt es in Ihrem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis Personen, die eine Thermische Solaranlage besitzen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiß nicht

5. Was sind die Gründe dafür, dass Sie keine Thermische Solaranlage besitzen? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Hohe Anschaffungskosten (Preis). ⇨ Weiter mit Frage 31!
- ☐ Nur unterstützendes System (brauche sowieso ein zusätzliches Heizsystem).
- ☐ Begrenzte Speicherkapazität der Wärme.
- ☐ Abhängigkeit von den Sonnenstunden.
- ☐ Optisches Erscheinungsbild der Kollektorflächen.
- ☐ Kein gut ausgebautes Unterstützungs- bzw. Wartungsnetzwerk (Anbieter, Installateure) vor Ort, wenn Probleme auftreten.
- ☐ Zu geringes Energieeinsparungspotenzial.
- ☐ Zu geringes Kosteneinsparungspotenzial.
- ☐ Thermische Solaranlagen allein bieten zu wenig Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen.
- ☐ Eine Thermische Solaranlage ist eigentlich nur in Kombination mit einem Passiv-/Niedrigenergiehaus sinnvoll.
- ☐ Zu wenig Information.
- ☐ Keine oder zu geringe Förderungen durch die öffentliche Hand.
- ☐ Förderrichtlinien zu kompliziert.
- ☐ Sonstiges: _____

6. Sie haben angegeben, dass die hohen Anschaffungskosten unter anderem ein Grund dafür sind, dass Sie keine Thermische Solaranlage besitzen. Bis zu welchem maximalen Preis hätten Sie eine Thermische Solaranlage (Kollektorfläche plus Warmwasserspeicher) installiert? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Bis zu € 4.000
- ☐ Mehr € 4.000 bis € 6.000
- ☐ Mehr € 6.000 bis € 8.000
- ☐ Mehr als € 8.000
- ☐ Weiß nicht

Fragen Thermische Solaranlage: Potenzielle zukünftige Nutzer/innen

Wir möchten Ihnen nun einige Fragen über Thermische Solaranlagen stellen. Bitte lesen Sie die folgende kurze Beschreibung und klicken Sie anschließend weiter.

Thermische Solaranlagen machen die Wärme aus der Sonneneinstrahlung nutzbar. Sie werden zur **Erzeugung von warmem Wasser** für den Haushaltsgebrauch (z.B. für Bad oder Küche) als auch zur **Unterstützung der Heizung**, also die Erwärmung von Wohnräumen, eingesetzt. Thermische Solaranlagen können dabei mit allen herkömmlichen Heizsystemen kombiniert werden. Durch die Nutzung der Sonnenenergie können damit Einsparungen bei den Warmwasser- und Heizkosten erzielt werden.

1. Kennen Sie das Produkt „Thermische Solaranlage“ oder haben Sie schon einmal davon gehört?
(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 2!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit sozio-demografischen Charakteristika!

2. Woher kennen Sie das Produkt „Thermische Solaranlage“ bzw. wo haben Sie davon gehört?
(Mehrfachnennungen möglich.)

- ☐ Aus Fachzeitschriften
- ☐ Aus speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Aus dem Radio oder Fernsehen
- ☐ Aus dem Internet (fachliche Websites)
- ☐ Von sozialen Netzwerken (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Von Handy-Apps (Energiespar-Apps)
- ☐ Von Fachverbänden
- ☐ Von Informationsveranstaltungen
- ☐ Von Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Von Anbietern, Installateuren
- ☐ Von Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____

3. Welche der folgenden Aussagen treffen auf Sie zu? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Thermische Solaranlagen bzw. die Kollektorflächen sind mir schon des Öfteren aufgefallen.
- ☐ Ich habe mich schon einmal mit der Funktionsweise einer Thermischen Solaranlage auseinandergesetzt.
- ☐ Ich habe mich schon einmal über Thermische Solaranlagen auf einer Messe informiert.
- ☐ Ich habe mich schon einmal über Thermische Solaranlagen bei einem Anbieter/Installateur informiert.
- ☐ Keine der genannten Aussagen.

4. Gibt es in Ihrem Verwandten-/Bekannten-/Freundeskreis Personen, die eine Thermische Solaranlage besitzen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein
- ☐ Weiß nicht

5. Sie planen in den nächsten zwei Jahren die Errichtung eines Eigenheims (Ein- oder Zweifamilienhaus). Können Sie sich grundsätzlich vorstellen eine Thermische Solaranlage zu installieren? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 6!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 12!

6. Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie in den nächsten zwei Jahren tatsächlich eine Thermische Solaranlage installieren? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

Sehr wahrscheinlich	Eher wahrscheinlich	Eher unwahrscheinlich	Sehr unwahrscheinlich
☐	☐	☐	☐

7. Für welchen Zweck würden Sie die Thermische Solaranlage gerne nutzen? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Nur zur Warmwasseraufbereitung.
- ☐ Zur Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung.

8. Haben Sie sich bereits über Thermische Solaranlagen informiert? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 9!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 10!

9. Wo haben Sie sich über Thermische Solaranlagen informiert? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ In Fachzeitschriften
- ☐ In speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Im Radio oder Fernsehen
- ☐ Im Internet (auf fachlichen Websites)
- ☐ Über soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Über Handy-Apps (Energiespar-Apps)
- ☐ Bei Fachverbänden
- ☐ Bei Informationsveranstaltungen
- ☐ Bei Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Bei Anbietern, Installateuren
- ☐ Bei Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____

10. Wie viel wären Sie maximal bereit für eine Thermische Solaranlage (Kollektorfläche plus Warmwasserspeicher) zu bezahlen? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Bis zu € 4.000
- ☐ Mehr als € 4.000 bis € 6.000
- ☐ Mehr als € 6.000 bis € 8.000
- ☐ Mehr als € 8.000
- ☐ Weiß nicht

11. Wie wichtig wären Ihnen folgende Faktoren für die Entscheidung, eine Thermische Solaranlage zu installieren? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
Anschaffungskosten (Preis)	☐	☐	☐	☐
Niedrige Energiekosten (Kosteneinsparungen)	☐	☐	☐	☐
Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen	☐	☐	☐	☐
Unabhängigkeit von fossilen Brennstoffen	☐	☐	☐	☐
Beitrag zum Umweltschutz (Reduktion des Treibhausgas-Ausstoßes)	☐	☐	☐	☐
Hoher Komfort (da man für Warmwasser nicht heizen muss)	☐	☐	☐	☐
Professionelle Beratung durch Anbieter und Installateure	☐	☐	☐	☐
Gut ausgebildetes Unterstützungsnetzwerk vor Ort (Anbieter, Installateure)	☐	☐	☐	☐
Leichte Verständlichkeit der Technologie	☐	☐	☐	☐
Besitz eines Passivhauses, zu dem eine Thermische Solareinlage einfach dazu gehört	☐	☐	☐	☐
Empfehlung von Verwandten/Bekannten/Freunden	☐	☐	☐	☐
Positives Image, das mit einer Thermischen Solaranlage verbunden ist	☐	☐	☐	☐
Förderung durch die öffentliche Hand	☐	☐	☐	☐

Die folgende Frage ist für jene zu beantworten, die sich nicht vorstellen können eine Thermische Solaranlage zu installieren.

12. Was sind die Gründe dafür, dass Sie sich nicht vorstellen können eine Thermische Solaranlage zu installieren? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

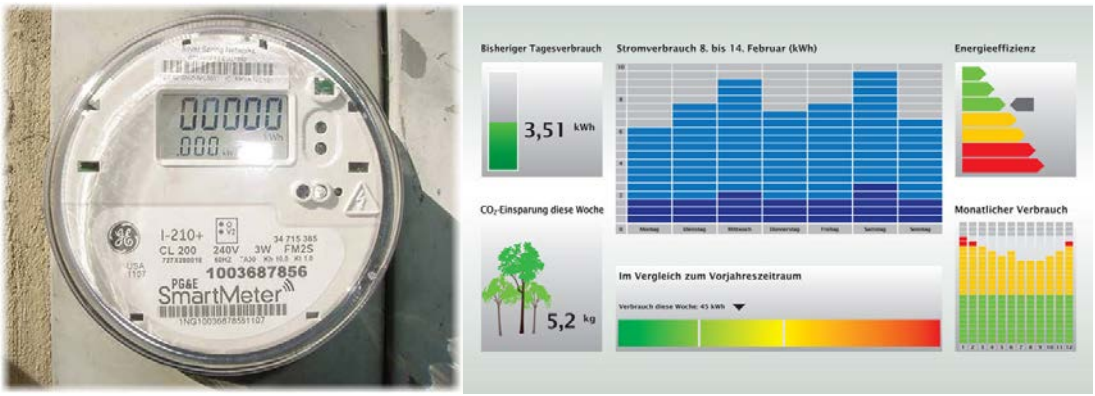
- ☐ Hohe Anschaffungskosten (Preis). ⇨ Weiter mit Frage 38!
- ☐ Nur unterstützendes System (brauche sowieso ein zusätzliches Heizsystem).
- ☐ Begrenzte Speicherkapazität der Wärme.
- ☐ Abhängigkeit von den Sonnenstunden.
- ☐ Optisches Erscheinungsbild der Kollektorflächen.
- ☐ Kein gut ausgebautes Unterstützungs- bzw. Wartungsnetzwerk (Anbieter, Installateure) vor Ort, wenn Probleme auftreten.
- ☐ Zu geringes Energieeinsparungspotenzial.
- ☐ Zu geringes Kosteneinsparungspotenzial.
- ☐ Thermische Solaranlagen allein bieten zu wenig Unabhängigkeit von schwankenden Energiepreisen.
- ☐ Eine Thermische Solaranlage ist eigentlich nur in Kombination mit einem Passiv-/Niedrigenergiehaus sinnvoll.
- ☐ Zu wenig Information.
- ☐ Keine oder zu geringe Förderungen durch die öffentliche Hand.
- ☐ Förderrichtlinien zu kompliziert.
- ☐ Sonstiges: _____

13. Sie haben angegeben, dass die hohen Anschaffungskosten unter anderem ein Grund dafür sind, dass Sie sich nicht vorstellen können eine Thermische Solaranlage zu installieren. Bis zu welchem maximalen Preis würden Sie eine Thermische Solaranlage (Kollektorfläche plus Warmwasserspeicher) installieren? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Bis zu € 4.000
- ☐ Mehr als € 4.000 bis € 6.000
- ☐ Mehr als € 6.000 bis € 8.000
- ☐ Mehr als € 8.000
- ☐ Weiß nicht

Fragen Smart Meter

In Österreich ist in den nächsten Jahren in allen Haushalten die Installation von elektronischen Stromzählern geplant. Die bisherigen mechanischen Stromzähler sollen durch sogenannte „Smart Meter" ersetzt werden. Kunden sollen durch die Einführung von Smart Meter vielfältige Vorteile haben. Beispielsweise können Sie zu jedem Zeitpunkt genaue Informationen über ihren tatsächlichen Stromverbrauch erhalten. Das soll zur Steigerung des bewussten Umgangs mit Energie und damit zum Energiesparen beitragen. Das Wissen um den eigenen Energieverbrauch kann Möglichkeiten zur Steigerung der Energieeffizienz sowie zur Reduktion des Energieverbrauchs bieten. Darüber hinaus soll der Wechsel des Stromlieferanten erleichtert und den Kunden mittels der Einführung neuer Energiedienstleistungen individuelle Angebote und alternative Tarife angeboten werden.



1. **Kennen Sie das Produkt „Smart Meter" oder haben Sie schon einmal davon gehört?** *(Bitte wählen Sie <u>eine</u> der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

   ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 2!
   ☐ Nein ⇨ Weiter mit sozio-demografischen Charakteristika!

2. **Woher kennen Sie das Produkt „Smart Meter" bzw. wo haben Sie davon gehört?** *(Mehrfachnennungen möglich.)*

   ☐ Aus Fachzeitschriften
   ☐ Aus speziellen Prospekten oder Broschüren
   ☐ Aus dem Radio oder Fernsehen
   ☐ Von fachlichen Websites
   ☐ Von sozialen Netzwerken (z.B. Facebook, Twitter)
   ☐ Von Handy-Apps (Energiespar-Apps)
   ☐ Vom Energieversorger
   ☐ Vom Energieberater
   ☐ Von öffentlichen Informationsveranstaltungen
   ☐ Von öffentlichen Beratungsstellen
   ☐ Von Arbeitskreisen, Fachverbänden
   ☐ Bei Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
   ☐ Von Verwandten, Freunden, Bekannten, Kollegen

3. Wie wurden, Ihrer Meinung nach, die Informationen, die Sie bereits über „Smart Meter" gehört haben, dargestellt? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr positiv	Eher positiv	Neutral	Eher negativ	Sehr negativ
☐	☐	☐	☐	☐

4. Gibt es in Ihrem Verwandten-/Freundes-/Bekanntenkreis Personen, die bereits über einen Smart Meter verfügen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Ja
☐ Nein
☐ Weiß nicht

5. Wie sehr treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Trifft sehr zu	Trifft eher zu	Trifft weniger zu	Trifft gar nicht zu
Bei dem Kauf neuer Haushaltsgeräte bzw. Unterhaltungselektronikgeräte (z.B. Fernseher) achte ich immer auf den Stromverbrauch des Gerätes.	☐	☐	☐	☐
Ich kenne meinen aktuellen Stromverbrauch und die Entwicklung der vergangenen Perioden (z.B. letztes Jahr).	☐	☐	☐	☐
Ich weiß welche elektrischen Geräte in meinem Haushalt einen hohen Stromverbrauch haben.	☐	☐	☐	☐
Ich würde gerne mehr über den Stromverbrauch meiner Haushaltsgeräte bzw. Unterhaltungselektronikgeräte erfahren.	☐	☐	☐	☐

6. Verfügt Ihr Haushalt bereits über einen Smart Meter? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 9!
☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 7!
☐ Weiß nicht ⇨ Weiter mit Frage 7!

7. Befürworten Sie die Installation eines Smart Meters für Ihren Haushalt? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 8!
☐ Nein ⇨ Weiter mit sozio-demografischen Charakeristika!

8. Sie sind gegen die Installation eines Smart Meters in Ihrem Haushalt. Wie sehr treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

	Trifft sehr zu	Trifft eher zu	Trifft weniger zu	Trifft gar nicht zu
Ich lehne den Einbau eines Smart Meters ab, da ich die Umstellung auf elektronische Stromzähler als nicht notwendig erachte.	☐	☐	☐	☐
Ich lehne den Einbau eines Smart Meters ab, da ich von dem Umstieg auf elektronische Stromzähler eine zusätzliche Kostenbelastung erwarte.	☐	☐	☐	☐
Ich lehne den Einbau eines Smart Meters ab, da ich durch den elektronischen Stromzähler den Datenschutz gefährdet sehe.	☐	☐	☐	☐
Ich lehne den Einbau eines Smart Meters ab, da ich die Handhabung zu kompliziert finde.	☐	☐	☐	☐

Danach Weiterleitung zu sozio-ökonomischen Fragestellungen!

9. Die Installation von Smart Metern im Bereich Strom ermöglicht eine umfassende Darstellung von Informationen hinsichtlich des Stromverbrauchs. So könnten Sie detaillierte Informationen über Ihren Stromverbrauch erhalten. Welche Möglichkeit der Informationsbereitstellung würden Sie bevorzugen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Monatliche schriftliche Zusendung der Energieverbrauchsdaten
☐ Einsicht der Energieverbrauchsdaten in einem Webportal
☐ Einsicht der Energieverbrauchsdaten über das Smart Phone (App)
☐ Einsicht der Energieverbrauchsdaten mittels eines eigenen elektronischen Gerätes (In-Home-Display)
☐ Ich wünsche keine regelmäßige Darstellung des Stromverbrauches, ich bin daran nicht interessiert. Ich möchte eine Jahresabrechnung wie bisher.

Frage 10 nur für jene, die bereits einen Smart Meter besitzen

10. Für wie kompliziert halten Sie die Anwendung des Smart Meters und die damit verbundenen Funktionen (z.B. Ablesen des Energieverbrauchs auf dem Smart Phone oder im Webportal)? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr kompliziert	Eher kompliziert	Weniger kompliziert	Gar nicht kompliziert
☐	☐	☐	☐

11. Die Installation von Smart Metern und die Auslesung der Stromverbrauchsdaten im 15-Minuten Takt ermöglicht es Ihrem Energielieferanten Ihnen zeitabhängige Stromtarife anzubieten. D.h. in Zeiten einer niedrigeren Stromnachfrage (z.B. Wochenende, spät abends) könnten Sie von einem günstigeren Strompreis profitieren, in Zeiten einer hohen Nachfrage (z.B. mittags, früher Abend) müssten Sie einen höheren Strompreis bezahlen.

Wären Sie an solchen zeitabhängigen Stromtarifen interessiert? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 12!
☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 13!

12. Wie sehr treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

Ich bin an einem zeitabhängigen Stromtarif interessiert…

	Trifft sehr zu	Trifft eher zu	Trifft weniger zu	Trifft gar nicht zu
…weil ich mein Verbrauchsverhalten an den jeweiligen Strompreis anpassen kann (z.B. Wäsche waschen, wenn Strom billig ist) und damit Geld spare.	☐	☐	☐	☐
…weil ich die erneuerbaren Energien stärken und damit einen Beitrag zur Energiewende leisten kann.	☐	☐	☐	☐

13. Wie sehr treffen die folgenden Aussagen auf Sie zu? *(Bitte wählen Sie in jeder Zeile eine Antwortmöglichkeit.)*

Ich bin an einem zeitabhängigen Stromtarif nicht interessiert…

	Trifft sehr zu	Trifft eher zu	Trifft weniger zu	Trifft gar nicht zu
…weil ich dadurch finanzielle Nachteile erwarte.	☐	☐	☐	☐
…weil sich dadurch für mich finanziell nichts ändern wird.	☐	☐	☐	☐
…weil ich mein Verbrauchsverhalten ohnehin nicht ändern kann (z.B. Wäsche waschen, wenn der Strom billig ist).	☐	☐	☐	☐
…weil ich keine (Haushalts)Geräte besitze, die ich zeitlich programmieren kann.	☐	☐	☐	☐
…weil ich erneuerbaren Energien nicht vertraue und glaube, dass sie keinen Beitrag zur Energiewende leisten.	☐	☐	☐	☐
…weil ich nicht will, dass mein Energieversorger meinen Stromverbrauch so genau kennt.	☐	☐	☐	☐

Fragebogen: Unternehmen (LED)

FRAGEBOGEN Energieinnovationen – LED-Beleuchtung

Unternehmen

Das Institut für Höhere Studien (IHS) führt in Kooperation mit dem Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) eine Untersuchung zu Energieinnovationen in österreichischen Unternehmen durch. Das Forschungsprojekt wird vom Österreichischen Klima- und Energiefonds gefördert. Ziel der Befragung ist es, jene Faktoren und Bedingungen zu analysieren, welche die Verbreitung von Energieinnovationen in Österreich fördern oder behindern.

Wir möchten Sie bitten, sich maximal 15 Minuten Zeit zu nehmen, um die folgenden Fragen zu beantworten und damit zum Erfolg der Untersuchung beizutragen. Selbstverständlich garantieren wir Ihnen absolute Anonymität. Es ist für uns NICHT nachvollziehbar, wer den Fragebogen ausgefüllt hat.

Herzlichen Dank für Ihre Bereitschaft zur Mitarbeit!

INSTITUT FÜR HÖHERE STUDIEN
INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES

IREES
Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien

STRUKTURDATEN DES UNTERNEHMENS

1. Im welchem Bundesland liegt Ihr Unternehmen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Burgenland
- ☐ Kärnten
- ☐ Niederösterreich
- ☐ Oberösterreich
- ☐ Salzburg
- ☐ Steiermark
- ☐ Tirol
- ☐ Vorarlberg
- ☐ Wien

2. Welche der folgenden Aussagen trifft auf Ihr Unternehmen zu? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Mein Unternehmen ist ein Produktionsbetrieb mit eigener Produktionsstätte und/oder Verkaufs-/Schauraumfläche.
- ☐ Mein Unternehmen ist ein Handelsbetrieb mit Verkaufsfläche.
- ☐ Mein Unternehmen ist ein Beherbergungs- oder Gastronomiebetrieb.
- ☐ Mein Unternehmen ist ein Bürobetrieb ohne Produktionsstätte und/oder Verkaufsfläche.
- ☐ Mein Unternehmen ist ein Dienstleistungsbetrieb mit Geschäftsfläche und/oder Verrichtung der Tätigkeit beim Kunden vor Ort.
- ☐ Sonstiges: _____

3. Im welchem Wirtschaftszweig ist Ihr Unternehmen tätig? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
- ☐ Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden
- ☐ Herstellung von Waren
- ☐ Energieversorgung
- ☐ Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen
- ☐ Bau
- ☐ Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen
- ☐ Verkehr und Lagerei
- ☐ Beherbergung und Gastronomie
- ☐ Information und Kommunikation
- ☐ Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen
- ☐ Grundstücks- und Wohnungswesen
- ☐ Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen
- ☐ Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen
- ☐ Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
- ☐ Erziehung und Unterricht
- ☐ Gesundheits- und Sozialwesen
- ☐ Kunst, Unterhaltung und Erholung
- ☐ Erbringung von sonstigen Dienstleistungen
- ☐ Sonstiges: _____

4. Wie hoch war der Umsatz Ihres Unternehmens im vergangenen Geschäftsjahr (2013)? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Weniger als 1 Mio. €
- ☐ 1 Mio. € bis unter 5 Mio. €
- ☐ 5 Mio. € bis unter 20 Mio. €
- ☐ 20 Mio. € bis unter 50 Mio. €
- ☐ 50 Mio. € und mehr

5. Welche der folgenden Aussagen trifft auf die Umsatzentwicklung in Ihrem Unternehmen in den letzten 3 Jahren zu? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Der jährliche Umsatz ist angestiegen.
- ☐ Der jährliche Umsatz ist gleich geblieben.
- ☐ Der jährliche Umsatz ist gesunken.
- ☐ Kann ich nicht beurteilen.

6. Welche Erwartung haben Sie hinsichtlich der Umsatzentwicklung in Ihrem Unternehmen in den nächsten 3 Jahren? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Stark steigend	Steigend	Gleich bleibend	Sinkend	Stark sinkend	Weiß nicht
☐	☐	☐	☐	☐	☐

7. Wie viele Mitarbeiter (in Vollzeitäquivalenten) waren in Ihrem Unternehmen im vergangenen Geschäftsjahr (2013) beschäftigt? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Weniger als 10
- ☐ 10 bis unter 20
- ☐ 20 bis unter 50
- ☐ 50 bis unter 250
- ☐ 250 und mehr

8. Welche der folgenden Aussagen trifft auf die Mitarbeiterentwicklung in Ihrem Unternehmen in den letzten 3 Jahren zu? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Die Anzahl der Mitarbeiter ist angestiegen.
- ☐ Die Anzahl der Mitarbeiter ist gleich geblieben.
- ☐ Die Anzahl der Mitarbeiter ist gesunken.
- ☐ Kann ich nicht beurteilen.

9. Welche <u>Erwartung</u> haben Sie hinsichtlich der Mitarbeiterentwicklung in Ihrem Unternehmen <u>in den nächsten 3 Jahren</u>? *(Bitte wählen Sie <u>eine</u> der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Stark steigend	Steigend	Gleich bleibend	Sinkend	Stark sinkend	Weiß nicht
☐	☐	☐	☐	☐	☐

10. Wie hoch ist der ungefähre Anteil der Energiekosten an den jährlichen Gesamtkosten in Ihrem Unternehmen? *(Bitte wählen Sie <u>eine</u> der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Weniger als 5 %
- ☐ 5 % bis unter 10 %
- ☐ 10 % bis unter 15 %
- ☐ 15 % bis unter 20 %
- ☐ 20 % bis unter 25 %
- ☐ 25 % und mehr
- ☐ Weiß nicht

FORSCHUNG & ENTWICKLUNG

11. Betreibt Ihr Unternehmen Forschung und Entwicklung (F&E)? *(Bitte wählen Sie <u>eine</u> der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 12!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 14!

12. Wie hoch war der prozentuelle Anteil der F&E-Ausgaben Ihres Unternehmens am Gesamtumsatz im vergangenen Geschäftsjahr (2013)? *(Bitte machen Sie eine ungefähre Angabe.)*

_____ %

13. Wie relevant sind für Ihr Unternehmen folgende Gründe, Forschung und Entwicklung (F&E) zu betreiben? *(Bitte wählen Sie für jeden Punkt eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

	Sehr relevant	Eher relevant	Weniger relevant	Gar nicht relevant
Erweiterung des Produkt- bzw. Dienstleistungsangebots	☐	☐	☐	☐
Erschließung neuer Absatzmärkte, Erhöhung des Marktanteils	☐	☐	☐	☐
Verbesserung der Qualität von Produkten bzw. Dienstleistungen	☐	☐	☐	☐
Verbesserung der Prozessabläufe	☐	☐	☐	☐
Senkung der Kosten je Produktions- bzw. Dienstleistungseinheit	☐	☐	☐	☐
Reduktion des Energieverbrauchs	☐	☐	☐	☐
Reduktion von Einflüssen auf die Umwelt	☐	☐	☐	☐

ENERGIESPAREN UND ÖKOLOGISCHE EINSTELLUNG IM UNTERNEHMEN

14. Wie wichtig sind Energiesparen & Energieeffizienz derzeit in Ihrem Unternehmen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
☐	☐	☐	☐

15. Wurden in Ihrem Unternehmen bereits Maßnahmen zur Einsparung von Energie bzw. zur Steigerung der Energieeffizienz umgesetzt oder sind welche in Planung? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja, Maßnahmen wurden bereits umgesetzt. ⇨ Weiter mit Frage 16!
- ☐ Ja, Maßnahmen sind in Planung. ⇨ Weiter mit Frage 16!
- ☐ Nein, aber es wird diesbezüglich Handlungsbedarf gesehen. ⇨ Weiter mit Frage 19!
- ☐ Nein, und es wird diesbezüglich auch kein Handlungsbedarf gesehen. ⇨ Weiter mit Frage 19!

16. Welche Maßnahmen zur Einsparung von Energie bzw. zur Steigerung der Energieeffizienz wurden in Ihrem Unternehmen umgesetzt oder sind in Planung? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Maßnahmen im Lüftungs- und Klimatisierungsbereich
- ☐ Maßnahmen im Bereich Raumheizung und Klimatisierung
- ☐ Optimierung von Heißwasser- und Dampfsystemen
- ☐ Optimierung von Druckluft, Pumpen, Lüftung, Ventilatoren und Kältesystemen
- ☐ Anschaffung von energiesparenden Geräten
- ☐ Einsatz energieeffizienter Beleuchtung
- ☐ Änderung des Verbrauchsverhaltens (z.B. Reduktion des Stand-by Verbrauchs, Licht abschalten beim Verlassen der Räumlichkeiten etc.)
- ☐ Sonstiges: _____

17. Aus welchen Motiven werden bzw. wurden diese Maßnahmen in Ihrem Unternehmen umgesetzt? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Bestehende ökologische Vorschriften oder Öko-Steuern
- ☐ Ökologische Vorschriften, deren Einführung in Zukunft erwartet werden
- ☐ Verfügbarkeit von staatlichen Förderungen
- ☐ Kosteneinsparungen
- ☐ Um als Unternehmen wahrgenommen zu werden, dem Umweltschutz wichtig ist
- ☐ Freiwillige Vereinbarungen
- ☐ Interesse an umweltschonendem Handeln
- ☐ Sonstiges: _____

18. Welche zusätzlichen Ziele werden bzw. wurden mit diesen Maßnahmen – neben der Einsparung von Energie – verfolgt? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Reduzierter Materialverbrauch
- ☐ Reduktion von CO_2-Emissionen
- ☐ Ersatz von Materialien durch weniger verschmutzende oder gefährliche Substanzen
- ☐ Reduzierte Luft-, Wasser- oder Bodenverschmutzung
- ☐ Reduzierte Lärmbelästigung
- ☐ Recycling von Abfall, Wasser oder Materialien
- ☐ Keines der genannten Ziele
- ☐ Sonstiges: _____

19. Haben Sie in Ihrem Unternehmen Spezialisten, die für Fragen der Energieanwendung zuständig sind? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Ja, für wirtschaftliche Fragen zur Energieeinsparung (Energiemanagement).
- ☐ Ja, für technische Fragen zur Energieeinsparung.
- ☐ Ja, für Fragen zum Einkauf von Energie.
- ☐ Nein.

20. Hat sich Ihr Unternehmen hinsichtlich Energiefragen schon einmal durch externe Experten beraten lassen (Energieberatung/Energieaudit)? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja
- ☐ Nein, aber eine Energieberatung/Energieaudit ist in Zukunft geplant.
- ☐ Nein, und es ist auch in Zukunft keine Energieberatung/Energieaudit geplant.

21. Wo und wie häufig informieren Sie sich über das Thema „Energiesparen & Energieeffizienz"? *(Bitte wählen Sie für jeden Punkt eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

	Sehr häufig	Häufig	Gelegentlich	Gar nicht
In Fachzeitschriften	☐	☐	☐	☐
In speziellen Prospekten oder Broschüren	☐	☐	☐	☐
Im Radio oder Fernsehen	☐	☐	☐	☐
Auf fachlichen Websites	☐	☐	☐	☐
Über soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)	☐	☐	☐	☐
Über Handy-Apps (Energiespar-Apps)	☐	☐	☐	☐
Beim Energieversorger	☐	☐	☐	☐
Im Zuge einer Energieberatung	☐	☐	☐	☐
Bei öffentlichen Beratungsstellen (z.B. Gemeinde)	☐	☐	☐	☐
Über Arbeitskreise, Fachverbände	☐	☐	☐	☐
Auf Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)	☐	☐	☐	☐
Bei Anlagenherstellern, Handwerkern, Fachgeschäften	☐	☐	☐	☐
Bei anderen Unternehmen, Kollegen	☐	☐	☐	☐

22. Haben Sie schon vom Bundes-Energieeffizienzgesetz, welches am 1.1.2014 in Kraft getreten ist, gehört? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 23!
☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 24!

23. Wie genau wissen Sie über die Inhalte des Bundes-Energieeffizienzgesetzes und die damit verbundenen Verpflichtungen für Ihr Unternehmen Bescheid? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

Sehr genau	Eher genau	Weniger genau	Gar nicht
☐	☐	☐	☐

FRAGENBLOCK – LED-BELEUCHTUNG

Im Folgenden möchten wir Ihnen einige Fragen zur LED-Technologie stellen. Lichtemittierende Dioden (kurz LEDs) werden in unterschiedlichen Anwendungsbereichen eingesetzt und verfügen über Innovations- und Wachstumspotenzial. Früher wurden LEDs hauptsächlich als Signal-, Reklame- oder Hintergrundbeleuchtung verwendet, heutzutage hält die LED-Technologie **Einzug in die Allgemeinbeleuchtung** als **Ersatz von Glüh- und Halogenlampen**. LED-Leuchten werden zur energieeffizienten Beleuchtung in Industrie & Produktion, im Handel und in Büros eingesetzt.

24. Kennen Sie die LED-Technologie oder haben Sie schon einmal davon gehört? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 25!
☐ Nein ⇨ Ende der Befragung!

25. Setzen Sie LED-Lampen zur Beleuchtung in Ihrem Unternehmen (Betrieb/Büro/Geschäft) ein? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 26!
☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 31!

26. Seit wann setzen Sie LED-Lampen zur Beleuchtung in Ihrem Unternehmen ein? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Seit weniger als 1 Jahr
- ☐ Seit 1 bis 3 Jahren
- ☐ Seit 3 Jahren und länger

27. Wie viel Prozent Ihrer gesamten Büro-, Geschäfts- und/oder Produktionsfläche werden mit LED-Lampen beleuchtet? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Weniger als 20 %
- ☐ 20 % bis unter 40 %
- ☐ 40 % bis unter 60 %
- ☐ 60 % bis unter 80 %
- ☐ 80 % bis 100 %
- ☐ Kann ich nicht beurteilen

28. Wo haben Sie sich über die LED-Technologie informiert? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ In Fachzeitschriften
- ☐ In speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Im Radio oder Fernsehen
- ☐ Auf fachlichen Websites
- ☐ Über soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Über Handy-Apps (Energiespar-Apps)
- ☐ Beim Energieversorger
- ☐ Im Zuge einer Energieberatung
- ☐ Bei öffentlichen Beratungsstellen (z.B. Gemeinde)
- ☐ Über Arbeitskreise, Fachverbände
- ☐ Auf Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Bei Händlern, Fachgeschäften
- ☐ Bei anderen Unternehmen, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____
- ☐ Ich habe mich gar nicht informiert.

29. Wie wichtig waren für Sie bzw. Ihr Unternehmen die folgenden Faktoren für den Einsatz einer LED-Beleuchtung? *(Bitte wählen Sie für jeden Punkt eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

	Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
Anschaffungskosten (Preis)	☐	☐	☐	☐
Großes Energiesparpotenzial und damit verbundene Reduktion von CO_2-Emissionen	☐	☐	☐	☐
Stromkosteneinsparung (im Vergleich zu traditionellen Beleuchtungstechnologien)	☐	☐	☐	☐
Hohe Lebensdauer der Lampen	☐	☐	☐	☐
Geringe Wartungsanfälligkeit der Lampen (geringe Wartungskosten)	☐	☐	☐	☐
Hohe Lichtausbeute und Farbstabilität der Lampen	☐	☐	☐	☐
Hohe Lichtqualität und Ästhetik („warmes Licht“)	☐	☐	☐	☐
Keine infraroten und UV-Strahlen	☐	☐	☐	☐
Gesundheitliche Aspekte (LEDs enthalten kein Quecksilber)	☐	☐	☐	☐
Beitrag zum Umweltschutz	☐	☐	☐	☐
Förderung durch die öffentliche Hand	☐	☐	☐	☐
Förderung des „grünen“ Images des Unternehmens	☐	☐	☐	☐

30. Was sind Ihrer Meinung nach die Nachteile einer LED-Beleuchtung? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ Relativ teuer in der Anschaffung (im Vergleich zu traditionellen Beleuchtungstechnologien) und Amortisationsdauer zu lang.
- ☐ Große Anzahl von LEDs nötig, um die Lichtstärke traditioneller Beleuchtungstechnologien (z.B. Halogen) zu erreichen
- ☐ Büßen schnell an Lichtstärke ein (vor allem günstigere LED-Lampen)
- ☐ Strahlen nur in eine Richtung
- ☐ Unangenehme Lichtfarbe
- ☐ Sonstiges: _____

Folgende Fragen sind von jenen Unternehmen zu beantworten, die derzeit noch keine LED-Lampen in Ihrem Unternehmen einsetzen

31. Sie setzen derzeit keine LED-Lampen in Ihrem Unternehmen ein. Können Sie sich grundsätzlich vorstellen in Zukunft (in den nächsten 2 Jahren) eine LED-Beleuchtung in Ihrem Unternehmen zu installieren? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 32!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 38!

32. Wie wahrscheinlich ist es, dass Sie in den nächsten 2 Jahren tatsächlich eine LED-Beleuchtung in Ihrem Unternehmen installieren? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

Sehr wahrscheinlich	Eher wahrscheinlich	Weniger wahrscheinlich	Gar nicht wahrscheinlich
☐	☐	☐	☐

33. Welchen prozentuellen Preisaufschlag wären Sie maximal bereit, für eine LED-Lampe im Vergleich zu einem traditionellen Beleuchtungsmittel zu bezahlen? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Bis unter 50 %
- ☐ 50 % bis unter 100 %
- ☐ Doppelt bis dreimal so viel
- ☐ Dreimal so viel und mehr

34. Haben Sie sich bereits über die LED-Technologie informiert? *(Bitte wählen Sie eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

- ☐ Ja ⇨ Weiter mit Frage 35!
- ☐ Nein ⇨ Weiter mit Frage 36!

35. Wo haben Sie sich über die LED-Technologie informiert? *(Mehrfachnennungen möglich.)*

- ☐ In Fachzeitschriften
- ☐ In speziellen Prospekten oder Broschüren
- ☐ Im Radio oder Fernsehen
- ☐ Auf fachlichen Websites
- ☐ Über soziale Netzwerke (z.B. Facebook, Twitter)
- ☐ Über Handy-Apps (Energiespar-Apps)
- ☐ Beim Energieversorger
- ☐ Im Zuge einer Energieberatung
- ☐ Bei öffentlichen Beratungsstellen (z.B. Gemeinde)
- ☐ Über Arbeitskreise, Fachverbände
- ☐ Auf Ausstellungen oder Veranstaltungen (z.B. Messen)
- ☐ Bei Händlern, Fachgeschäften
- ☐ Bei anderen Unternehmen, Kollegen
- ☐ Sonstiges: _____

36. Wie wichtig wären Ihnen folgende Faktoren für die Entscheidung eine LED-Beleuchtung in Ihrem Unternehmen zu installieren? *(Bitte wählen Sie für jeden Punkt eine der folgenden Antwortmöglichkeiten.)*

	Sehr wichtig	Eher wichtig	Weniger wichtig	Gar nicht wichtig
Anschaffungskosten (Preis)	☐	☐	☐	☐
Großes Energiesparpotenzial und damit verbundene Reduktion von CO_2-Emissionen	☐	☐	☐	☐
Stromkosteneinsparung (im Vergleich zu traditionellen Beleuchtungstechnologien)	☐	☐	☐	☐
Hohe Lebensdauer der Lampen	☐	☐	☐	☐
Geringe Wartungsanfälligkeit der Lampen (geringe Wartungskosten)	☐	☐	☐	☐
Hohe Lichtausbeute und Farbstabilität der Lampen	☐	☐	☐	☐
Hohe Lichtqualität und Ästhetik („warmes Licht“)	☐	☐	☐	☐
Keine infraroten und UV-Strahlen	☐	☐	☐	☐
Gesundheitliche Aspekte (LEDs enthalten kein Quecksilber)	☐	☐	☐	☐
Beitrag zum Umweltschutz	☐	☐	☐	☐
Förderung durch die öffentliche Hand	☐	☐	☐	☐
Förderung des „grünen“ Images des Unternehmens	☐	☐	☐	☐

37. Sie planen zwar für die Zukunft den Einsatz von LED-Lampen in Ihrem Unternehmen. Warum setzen Sie die Technologie derzeit noch nicht ein? *(Bitte wählen Sie maximal drei Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ LED-Lampen sind noch zu teuer in der Anschaffung (im Vergleich zu traditionellen Beleuchtungstechnologien) und die Amortisationsdauer ist zu lang.
- ☐ Die Lichtstärke der Lampen ist noch zu schlecht (im Vergleich zu traditionellen Beleuchtungstechnologien).
- ☐ LED-Lampen büßen zu schnell an Lichtstärke ein.
- ☐ LED-Lampen strahlen nur in eine Richtung.
- ☐ LED-Lampen haben ein unangenehmes Licht.
- ☐ Ich habe noch zu wenig Information über die LED-Technologie.
- ☐ Sonstiges: _____

Folgende Frage ist nur von jenen zu beantworten, die noch keine LED-Lampen einsetzen und dies auch in Zukunft nicht planen

38. Was sind die Gründe dafür, dass Sie sich nicht vorstellen können, LED-Lampen in Zukunft in Ihrem Unternehmen einzusetzen? *(Bitte wählen Sie maximal drei Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ LED-Lampen sind noch zu teuer in der Anschaffung (im Vergleich zu traditionellen Beleuchtungstechnologien) und die Amortisationsdauer ist zu lang. ⇨ Weiter mit Frage 38!
- ☐ Die Lichtstärke der Lampen ist noch zu schlecht (im Vergleich zu traditionellen Beleuchtungstechnologien).
- ☐ LED-Lampen büßen zu schnell an Lichtstärke ein.
- ☐ LED-Lampen strahlen nur in eine Richtung.
- ☐ LED-Lampen haben ein unangenehmes Licht.
- ☐ Ich habe noch zu wenig Information über die LED-Technologie.
- ☐ Ich bin nicht an Energieeinsparungen interessiert.
- ☐ Sonstiges: _____

39. Sie gaben an, dass die zu hohen Anschaffungskosten ein Grund für das Nichteinsetzen der LED-Technologie in Ihrem Unternehmen sind. Bis zu welchem maximalen Preisaufschlag (im Vergleich zu traditionellen Beleuchtungstechnologien) könnten Sie sich vorstellen, LED-Lampen in Ihrem Unternehmen einzusetzen? *(Bitte wählen eine der folgenden Antwortmöglichkeiten aus.)*

- ☐ Bis unter 50 %
- ☐ 50 % bis unter 100 %
- ☐ Doppelt bis dreimal so viel
- ☐ Dreimal so viel und mehr

Vielen Dank für Ihre Unterstützung!

Interviewleitfaden

Einstiegsfragen

- Was sind ihre wesentlichen Charakteristika der Technologie?
- Was kann sie?
- Welche Rolle spielt sie beim „Energiesparen“? Wie trägt sie zu Energieeffizienz bei?
- Welchen Vorteil bringt Technologie dem Nutzer?
- Welche Faktoren spielen bei der Verbreitung der Technologie in Österreich eine wichtige Rolle?

Technologie an sich

- Wie ausgereift ist die Technologie?
- Welche Entwicklungen erwarten Sie nächster Zukunft auf dem Gebiet dieser Technologie?
- Wie schätzen Sie das ein? Ist die Technologie erfolgreich? Was heißt erfolgreich? Warum? Verbreitungszahlen
- Wie viele Anbieter/Hersteller gibt es für ein best. Produkt bzw. zentraler Komponenten (z.B. Batterien)?
- Sind diese Anbieter/Hersteller in Österreich oder im Ausland? Wo?
- Aus welchen Rohstoffen werden die Produkte hergestellt (LEDs)?
- Wie umkämpft ist der Markt?
- Wer sind die größten Konkurrenten des Produktes am Markt? Warum gerade diese?
- Fördert die öffentliche Hand die Technologie? In welchem Ausmaß? Mit welchen Instrumenten? (Zuschüsse, Infrastruktur, Regulation, Auflagen, Standardisierung, …)?

Passivhaus

- Welche energieinnovativen Produkte sind in einem durchschnittlichen Passivhaus vorhanden? (Standardausstattung, Extras, Häufigkeiten), …

Smart Meter

- Was versteht man unter der Power Snapshot Analyse? (SIEMENS)

Chemische Speicher – Elektrofahrrad

- Wie lange hält eine durchschnittliche Batterie? (CrySol – Innovation)

Solarthermie

- Wie lange dauert es ein durchschnittlich großes Einfamilienhaus mit Solarpanels zu heizen?
- Benötigt man für die Warmwasseraufbereitung direkte Sonneneinstrahlung auf die Solarpanels?

LED (Beleuchtung)

- Wie lange halten LED´s im Schnitt?
- Was unterscheidet LED von anderen Energiesparlampen?

Voraussetzungen allgemein

Finanzielle Voraussetzungen

- Welche Investitionen sind notwendig, um $technology zu nutzen (Einstiegshürden)?
- Was könnte diese Investitionen begünstigen bzw. behindern?
- Wie wird die $technology in Zukunft unterstützt? (Subvention, Standards, ….

Strukturelle Voraussetzungen

- Gibt es Technologien, die den Nutzen von $technology erhöhen? Welche sind das?
- In welcher Art und Weise tun sie das?
- Werden diese oft miteinander erworben?
- Welche Vertriebswege werden genutzt? Wie wird $Technologie verkauft/beworben (Empfehlung von Baumeister, Installateuren, Messen)? Wie verbreitet ist $technology im Moment in Österreich?
- Welche rechtlichen Aspekte muss man beachten beim Einsatz von $technology?
- Fallen Ihnen sonst noch strukturelle Voraussetzungen ein, die für KonsumentInnen gegeben sein müssen, um $technology zu nutzen?

Persönliche Voraussetzungen

- Stellt die Technologie an den/die NutzerIn spezfifische Anforderungen, um die $technology zu nutzen?
- Welche?
- Welches (implizites) Wissen braucht man, um $technology zu nutzen?

Smart Meter

- Wie erhalten die Netzbetreiber die Informationen über den Stromverbrauch?
- In welchen zeitlichen Abschnitten erhalten die Netzbetreiber die Informationen über den Stromverbrauch?
- Kann mit Smart Metering der Stromverbrauch den einzelnen Produkten im Haus zugeordnet werden?
- Welche Datenschutzbestimmungen im Zusammenhang mit Smart Metering gibt es?
- Welche Akteure sind bei Datenschutzbestimmungen beteiligt?
- Welchen Nutzen haben Netzbetreiber durch die Aufzeichnung des Stromverbrauchs und der Stromproduktion (z.B von Photovolthaikanalagen) über Smart Metering?
- Welchen Nutzen haben Konsumenten durch die Aufzeichnung des Stromverbrauchs und der Stromproduktion (z.B von Photovolthaikanalagen) über Smart Metering?

Benutzergruppen

- Wo gibt es Probleme, bei der Integration der Technologie in den täglichen Ablauf?
- Welche Zielgruppe soll mit der Technologie erreicht werden?
- Welche Bedeutung hat diese Technologie ihrer Ansicht nach für die anvisierte Zielgruppe? Warum nutzen diese Gruppen die Technologie?
- Gibt es verschiedene Nutzergruppen für die Technologie? Was zeichnet diese aus?
- Wie nehmen die Nutzergruppen die Technologie wahr?
- Wird sie gut aufgenommen? Wie drückt sich das aus? Warum?
- Stößt sie auf Widerstände? Welche?
- Welche Probleme kann die Technologie im Kontext dieser Nutzergruppen haben?
- Wie gut sind die beschriebenen Nutzergruppen über die Technologie informiert?

Sonstiges

- Wie gut ist die Technolgoie für andere Personen sichtbar?
- Kann man leicht wieder auf die Vorgängertechnologie umsteigen? Wie bzw. warum nicht?
- Wie lange dauert es ungefähr, bis sich der Umstieg auf die Technologie rentiert hat?

Liste der Interviewpartner/innen

Interview #	*Technologie*	*Interviewpartner*	*Typ / Organisation*	*Durchgeführt am*
1	E-Bikes	Stefan Limbrunner	KTM - Marketing & Sales	15.07.2014
2	E-Bikes	Schachner	TOMeBikes	05.09.2014
3	E-Bikes	Martin Blum	Fahrradbeauftragter der Stadt Wien	22.07.2014
4	LED	Mag. Dominik Alder	xal.com (Verkauf)	24.07.2014
5	LED	Michael Podgorschek	Lichtdesigner@podpod design	17.07.2014
6	Passivhaus	DI Johannes Kislinger	IG Passivhaus / Architekt	08.07.2014
7	Passivhaus	Dr. Berndhard Lipp	IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und Bauökologie	21.07.2014
8	Passivhaus	Rund	Baumeister / SAIL Bau	26.08.2014
9	Smart Meter	DI Dr. Klaus Bernhardt	FEEI (Fachverband)	25.06.2014
10	Smart Meter	Dr. Harald Proidl	E-Control	04.07.2014
11	Smart Meter	DI Johannes Zimmerberger MBA	LINZ STROM Netz GmbH / Geschäftsführer	03.09.2014
12	Smart Meter	Dr. Reinhard Uhrig	Global 2000	17.09.2014
13	Solarthermie	Franz Spreitz	Energieberater / Early Adopter	10.09.2014
14	Solarthermie	Willi Höfler	Sonneninstallateur	19.09.2014
15	Solarthermie	Arthur Sief	SIKO SOLAR GmbH	06.10.2014

15 Kontaktdaten

Dr. Andrea Klinglmair
Institut für Höhere Studien Kärnten (IHSK)
Alter Platz 10, A-9020 Klagenfurt am Wörthersee
Tel.: +43 (0) 463 592 150-19, Fax: +43 (0) 463 592 150-23
Email: *a.klinglmair@carinthia.ihs.ac.at*
Webpage: *www.carinthia.ihs.ac.at*

Projektpartner:
Institut für Höhere Studien Wien (IHS)
Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien Karlsruhe (IREES)