

Prozesskältebedarf in Industrie und Gewerbe - wo liegen die Bedarfsschwerpunkte in Europa?

Themenblock 5: Industrie

Felix Reitze⁽¹⁾, Felipe Andrés Toro⁽¹⁾, Tobias Fleiter⁽²⁾,
Matthias Rehfeldt⁽²⁾, Michael Schön⁽¹⁾,

⁽¹⁾ Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien GmbH,

⁽²⁾ Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

Motivation und zentrale Fragestellung

Der Prozesskältebedarf in Europa wies im Jahr 2012 einen Anteil von 2 % (192 TWh) am Endenergiebedarf der Industrie und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) der EU-28 auf.

Es ist davon auszugehen, dass dieser Anteil aufgrund der generell ansteigenden Temperaturen infolge des Klimawandels und der veränderten Verhaltensweisen der Menschen (zunehmende Klimatisierung im privaten Wohnungsbereich, Anstieg des Verbrauchs an Convenience-Food-Produkten, etc.) zukünftig weiter ansteigen wird. Der Prozesskältebedarf verschiedener Branchen innerhalb der Industrie sowie im GHD-Sektor weist dabei eine äußerst hohe Heterogenität bezüglich des anfallenden Bedarfs, des Temperaturniveaus der benötigten Kälte, der zur Kälteerzeugung benötigten Energie, der Kapazitäten der Kälteerzeugungsanlagen oder je nach Anwendung und Branche beispielsweise auch der Kühldauer auf [1], [2].

Eine Studie des Fraunhofer ISI, der TU Wien, der TEP Energy GmbH und der IREES GmbH hat es sich daher zur Aufgabe gemacht, den Status-Quo der Prozesskälteerzeugung und der für deren Erzeugung benötigten Endenergie in Europa (EU-28) nach drei Temperaturniveaus unterteilt (<-30 °C, -30 °C bis 0 °C, 0 °C bis 15 °C) zu analysieren. Diese Analyse sollte einerseits einen Beitrag dazu leisten, um bestehende Wissens- und Datenlücken im Bereich der heterogenen Prozesskälte zu minimieren und andererseits darauf aufmerksam machen, dass im Prozesskältebereich im Vergleich zum Prozesswärmebereich noch deutlich größere Unsicherheiten sowie Wissens- oder Datenlücken bestehen, welche unbedingt durch entsprechende Forschungsvorhaben beseitigt werden sollten.

Methodische Vorgangsweise

Das FORECAST Industry-Modell wurde zur Ermittlung der Endenergie, welche zur Erzeugung des entsprechenden Prozesskältebedarfs in der Industrie und dem Sektor GHD im Jahr 2012 in der EU-28 benötigt wurde, herangezogen. Basis für diese Berechnungen waren branchen- oder prozessspezifische Kennwerte zum Endenergiebedarf zur Erzeugung von Prozesskälte, die sich auf die produzierte Menge (in Tonnen oder €-Bruttowertschöpfung) an den branchenspezifischen Produkten bezogen. Dabei wurde davon ausgegangen, dass die Prozesskälte im Jahr 2012 in der Industrie und dem GHD-Sektor größtenteils durch Kompressionskälteanlagen verschiedenen Typs erzeugt wurde [3], [4].

Da die bestehenden Datenlücken durch die eigene Literaturanalyse bzw. Befragung bei weitem nicht behoben werden konnten, musste zur Modellierung des Endenergiebedarfes zur Prozesskälteerzeugung in der EU-28 zudem mit einer Reihe von eigenen Schätzungen und Annahmen (Bestand und Entwicklung der Kälteanlagen in den einzelnen Ländern, durchschnittliche Kapazität der Anlagen, Aufteilung des Kältebedarfs je nach Branche auf drei unterschiedliche Temperaturniveaus, etc.) gearbeitet werden. Eine Herausforderung der Studie bestand darin detaillierte Daten zur industriellen Produktion auf Länderebene mit einem relativ aggregiertem Wissen über einzelne Produktionsprozesse innerhalb der Industrie und deren Prozesskältebedarf zu kombinieren. Im Rahmen der eigenen Annahmen wurde davon ausgegangen, dass sich die grundlegenden Produktionsprozesse einzelner Branchen (Chemieindustrie, Nahrungsmittelindustrie, etc.) innerhalb Europas bezüglich ihrer entsprechenden Prozesscharakteristika nicht wesentlich unterscheiden.

¹ IREES GmbH, Schönfeldstraße 8, 76131 Karlsruhe, Deutschland,
Tel.: +49.721.915 2636 24, Email: F.Reitze@irees.de, Web: www.irees.de

Aus diesem Grund wurden die Berechnungen zum Endenergiebedarf der entsprechenden industriellen Produktionsprozesse zur Prozesskälteerzeugung stets mit einem für alle europäischen Länder jeweils einheitlichen spezifischen Kennwert durchgeführt.

In dieser Studie wurden nur stationäre Kälteanlagen zur Prozesskälteerzeugung im Bereich der Industrie und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen betrachtet; der gesamte Transportsektor wurde aufgrund der in diesem Bereich bestehenden extrem großen Lücken bei statistischen Informationen (Bestand oder Bestandsveränderung entsprechender Anlagen, Leistungs- und Energiebedarf, Kühldauer, etc.) nicht mit berücksichtigt.

Aufgrund der Komplexität der betrachteten Thematik, dem nur äußerst spärlich vorhandenen Datenbestand, welcher zudem je nach Land noch einmal stark variiert, und einer Reihe von Faktoren beim Betrieb der Kälteanlagen (Nutzungsdauer, eingestellte Temperatur, Regelmäßigkeit und Sorgfalt bei der Wartung, etc.), welche individuell von Betrieb zu Betrieb oder von Anwendung zu Anwendung bzw. von Nutzer zu Nutzer unterschiedlich sein können, sind die modellierten Ergebnisse zum Endenergiebedarf der Prozesskälteerzeugung mit gewissen Unsicherheiten versehen. Es wird von den Autoren dieser Studie für möglich gehalten, dass sich die Unsicherheiten bei den jeweiligen Ergebnissen auf jeweils mehr als $\pm 25\%$ belaufen.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im Rahmen der durchgeführten Literatur- und Datenanalysen zeigte sich, dass der Endenergiebedarf zur Erzeugung von Prozesskälte nicht in den Statistiken von EUROSTAT abgebildet wird und auch die EU-Mitgliedsstaaten den nationalen Prozesskältemarkt in der Regel nicht speziell erfassen [5].

Eine eigene Literaturanalyse sowie die Befragungen von Experten, Herstellern oder Verbänden des Kältemarktes dienten zur Plausibilisierung der verwendeten Modelldaten. Dabei wurden Gespräche mit einzelnen Experten in Deutschland, Österreich, Belgien, England und der Schweiz geführt, um u.a. möglichst viele der öffentlich verfügbaren oder auch nicht öffentlich verfügbaren Daten im Bereich der Prozesskälteerzeugung bei den eigenen Berechnungen zu berücksichtigen. Desweiteren wurde eine formale Anfrage bezüglich entsprechender Datenbestände an rund 25 verschiedene Organisationen bzw. Institutionen in Europa versendet. Es zeigte sich, dass in fast allen Fällen keinerlei Daten zur Prozesskälteerzeugung vorhanden waren und/oder zur Verfügung gestellt werden konnten.

In Ausnahmefällen konnten in einzelnen Ländern (z. B. der Schweiz, England oder Deutschland) einzelne Studien zum Energiebedarf zur Prozesskühlung oder Raumklimatisierung auf Sektorlevel (Industrie, Gewerbe-Handel, Dienstleistungen, private Haushalte) gefunden werden. Außerdem existiert eine überschaubare Anzahl von Studien ([1], [2], [6], [7], [8], [9]), welche die Ergebnisse von Bottom-up-Modellierungen zum gegenwärtigen und zukünftigen Energie- und Leistungsbedarf und zu den energetischen Potenzialen von Kälteanlagen wiedergeben; diese Studien müssen zum Teil jedoch käuflich erworben werden.

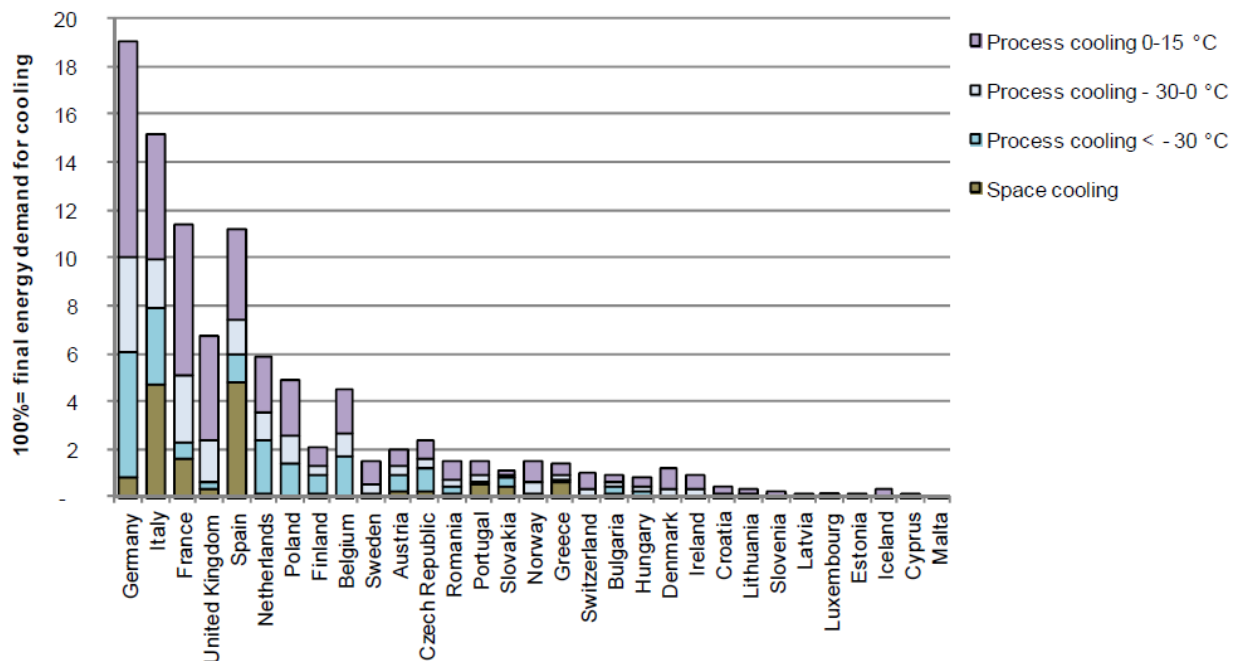
Der industrielle Elektrizitätsbedarf zur Erzeugung von Prozesskälte belief sich nach eigenen Berechnungen innerhalb der EU-28 im Jahr 2012 auf insgesamt 83 TWh und zur Raumkühlung/-klimatisierung auf etwa 16 TWh [5].

Bei dieser Analyse zeigte sich, dass die Industrie von sechs EU-Ländern einen relativ hohen Prozess- bzw. Klimatisierungskältebedarf innerhalb Europas aufweist, welcher sich zusammen auf 69 % des gesamten Prozess- bzw. Klimatisierungskältebedarf Europas beläuft (vgl. Abbildung 1):

- 1) Deutschland (19 %),
- 2) Italien (15 %),
- 3) Frankreich (11 %),
- 4) Spanien (11 %),
- 5) England (7 %) und
- 6) die Niederlande (6 %).

54 % des gesamten Endenergiebedarfes zur Erzeugung von Prozesskälte in der Industrie entfällt dabei innerhalb Europas auf die Pluskühlung zwischen 0 °C und 15 °C; diese ist insbesondere für die Lebensmittelindustrie (Produktion, Lagerung, Transport) von hoher Bedeutung. Für Tiefkühlprozesse (-30 °C bis 0 °C) fiel gleichzeitig ein Kältebedarf von 19 TWh an, der hauptsächlich von der Lebensmittelindustrie und der Chemischen Industrie benötigt wurde. Weitere 20 TWh Endenergie entfielen in der Industrie Europas auf Prozesse unterhalb von -30 °C.

Die Ergebnisse zum Endenergiebedarf zur Prozesskälteerzeugung in der Industrie und im GHD-Sektor sind im Rahmen eines von der europäischen Kommission beauftragten Projektes entstanden und können in [3] und [5] nachgelesen werden.



Quelle: IREES/ISI 2016

Abbildung 1: Endenergiebedarf zur Erzeugung von Prozesskälte und Raumklimatisierung in der EU-28 unterteilt nach Ländern und verschiedenen Temperaturniveaus

Literatur

- [1] Heinrich, C., Wittig, S., Albring, P., Richter, L., Safarik, M., Böhm, U. & Hantsch, A. (2014): Nachhaltige Kälteversorgung in Deutschland an den Beispielen Gebäudeklimatisierung und Industrie; Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden gGmbH, Dresden
- [2] Dumortier, R., Lang, T. & Schmutz, B. (2012): Elektrizitätsbedarf fürs Kühlen in der Schweiz; Schweizerischer Verein für Kältetechnik (SVK)
- [3] Fleiter, T., Ahrens, M., Aydemir, A., Elstrand, R., Frassine, C., Herbst, A., Hirzel, S., Ragwitz, R., Rehfeldt, M., Reuter, M., Steinbach, J., Dengler, J., Köhler, B., Dinkel, A., Bonato, P., Azam, N., Kalz, D., Reitze, F., Toro, F., Willmann, P., Maliha, S., Schoen, M., Tuillé, F., Fovez, G., Lescot, D., Hartner, M., Kranzl, L., Müller, A., Fothuber, S., Hummel, M., Hiesl, A., Resch, G., Aichinger, E., Reiter, U., Catenazzi, G., Jakob, M. & Naegeli, C. (2016 b): Mapping and analyses of the current and future (2020 - 2030) heating/cooling fuel deployment (fossil/renewables), Work package 2: Assessment of the technologies for the year 2012, final report, European Commission, March 2016
- [4] Preuß, G. (2011): Energiebedarf für Kältetechnik in Deutschland - Eine Abschätzung des Energiebedarfs von Kältetechnik in Deutschland nach Einsatzgebieten; Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA)
- [5] Fleiter, T., Ahrens, M., Aydemir, A., Elstrand, R., Frassine, C., Herbst, A., Hirzel, S., Ragwitz, R., Rehfeldt, M., Reuter, M., Steinbach, J., Dengler, J., Köhler, B., Dinkel, A., Bonato, P., Azam, N., Kalz, D., Reitze, F., Toro, F., Willmann, P., Maliha, S., Schoen, M., Tuillé, F., Fovez, G., Lescot, D., Hartner, M., Kranzl, L., Müller, A., Fothuber, S., Hummel, M., Hiesl, A., Resch, G., Aichinger, E., Reiter, U., Catenazzi, G., Jakob, M. & Naegeli, C. (2016 a): Mapping and analyses of the current and future (2020 - 2030) heating/cooling fuel deployment (fossil/renewables), Work package 1: Final energy consumption for the year 2012, final report, European Commission, March 2016

- [6] Arnemann, M., Schwarz, J.: Kältetechnologien in Deutschland: Emissionen, Projektionen, Potenziale - Industrie, GHD, sonstige Anwendungen - Nahrungsmittelindustrie - Lebensmittelhandel - Wärmepumpen - Stationäre Klimatechnik; Hochschule Karlsruhe - Technik und Wirtschaft, unveröffentlicht
- [7] Dengler, J., Fette, M., Henning, H.-M., Idrissova, F., Jochem, E., Kost, C. , Reitze, F., Schickanz, M., Schnabel, L., Schulz, W., Steinbach, J. & Toro, F. (2011): Erarbeitung einer Integrierten Wärme- und Kältestrategie - Arbeitspaket 1 - Bestandsaufnahme und Strukturierung des Wärme- und Kältebereichs. Freiburg: 2011
- [8] eJarn, 2014: World compressors study 2014, www.ejarn.com.
- [9] Reitze, F. (2012): Endenergiebedarf zur Prozesskälteerzeugung, Effizienzpotentiale, sowie hemmende Faktoren für den Einsatz von effizienter Kältetechnologie im GHD-Sektor und bei milchproduzierenden Betrieben in Deutschland in der Periode 2008-2020