

Neue Methode zur Ermittlung von Abwärmepotenzialen der energieintensiven Industrie

Andreas Hammer, Elisabeth Lachner, Thomas Kienberger

Montanuniversität Leoben, Lehrstuhl für Energieverbundtechnik, Franz-Josef-Straße 18,
8700 Leoben, +43 3842 402-5401, andreas.hammer@unileoben.ac.at,
elisabeth.lachner@unileoben.ac.at, thomas.kienberger@unileoben.ac.at, evt.unileoben.ac.at

Kurzfassung:

Die politischen Vorgaben der Europäischen Union für die Klima- und Energiepolitik sehen neben der Reduktion von Treibhausgasen, der Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien auch die Reduktion des Energieverbrauchs durch Energieeffizienz vor.

Letzteres zielt in der österreichischen Industrie nicht nur auf die Verbesserung der Prozesse, sondern betrifft auch die kaskadische Nutzung von Abwärmepotenzialen. Da die industriellen Abwärmepotenziale meist kaum bekannt sind und auch seitens der Betriebe keine Verpflichtung, aber auch meist kein Interesse zur Bekanntgabe dieser Potenziale besteht, wird hier eine Methode zur Bestimmung dieser Abwärmepotenziale beschrieben.

Diese Methode kann als „veröffentlichungsbasierte Bottom-Up Methode“ beschrieben werden und ermöglicht die Bestimmung von Abwärmepotenzialen mittels Prozessanalysen aus öffentlich zugänglichen Daten.

Keywords: Abwärme, Industrie, Bottom-Up, Abwärmepotenzial

1 Einleitung

Die neuen politischen Vorgaben der Europäischen Union für die Klima- und Energiepolitik sehen eine Reduktion von Treibhausgasen um 55 % (gegenüber 1990), eine Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien (EEN) auf mindestens 32 % und die Reduktion des Energieverbrauchs durch Energieeffizienz um 32,5 % vor [1].

Daraus abgeleitete Vorschläge für die neuen nationalen Zielvorgaben müssen von der Bundesregierung erst erarbeitet werden [2]. In der derzeit gültigen nationalen Klima- und Energiestrategie ist neben der Reduktion von Treibhausgasen, die Erhöhung des Anteils von EEN auf 45 – 50 %, ein Gesamtstromverbrauch zu 100 % (national bilanziell) aus erneuerbaren Energiequellen, auch die Verbesserung der Primärenergieintensität um 25 - 30 % (gegenüber 2015) festgeschrieben [3].

Der industrielle Energieverbrauch macht etwa ein Drittel des gesamten Energieverbrauchs in Österreich aus. Dabei haben vor allem die Sektoren „Papier und Druck“, „Eisen- und Stahlerzeugung“, „Chemie und Petrochemie“ und „Steine und Erden, Glas“ die höchsten Energieeinsätze [4].

1.1 Motivation, Fragestellung und Ziele

Aktivitäten zur Förderung einer effizienten, kaskadischen Energienutzung mit geringen Umweltauswirkungen und Nutzung von Abwärme sind für die zukünftige Entwicklung, Implementierung und Nachhaltigkeit dieser industriellen Prozesse von entscheidender Bedeutung. Deshalb ist es für den zukünftigen Planungsprozess zur Dekarbonisierung wichtig, die Industrieabwärmern möglichst vollständig zu kennen, um diese Abwärmern in ein energieplanerisches Gesamtkonzept einbinden zu können.

1.2 Kurzbeschreibung der Projekte „Abwärmekataster III Steiermark“ und „Industrial Excess Heat – Erhebung industrieller Abwärmepotenziale in Österreich“ (INXS)

Im bereits abgeschlossenen Projekt „Abwärmekataster III Steiermark“ wurden für alle energieintensiven Betriebe der Steiermark das Abwärmepotenzial aus öffentlich zugänglichen Daten ermittelt. In einem weiteren Projekt mit dem Titel „Industrial Excess Heat – Erhebung industrieller Abwärmepotenziale in Österreich“ (INXS) werden diese Berechnungen nun auf das gesamte österreichische Bundesgebiet ausgeweitet.

2 Klassifizierungen

In diesem Kapitel wird versucht, die Abwärmern und dessen Potenziale zu klassifizieren, um für nachfolgende Prozesse und Nutzungen eine leichtere Bewertung zu ermöglichen. Weitere hier nicht detailliert beschriebene Klassifizierungen sind die Einteilung in Leistungsbereiche und die Verschmutzung des Abwärmestromes.

2.1 Potenzialbegriffe

Für den Potenzial-Begriff gibt es unterschiedliche Definitionen in der Literatur, wobei diese hauptsächlich für den Bereich der Erneuerbaren Energien beschrieben werden. Für die hier betrachtete Abwärmern wurden eigene Definitionen verwendet:

Das theoretische (oder physikalische) Potenzial berücksichtigt nur physikalische Einschränkungen: Die Wärme muss oberhalb von 0 °C liegen (= Referenztemperatur) und an einen Wärmeträger (Flüssigkeit, Gas, Feststoff) gebunden sein. Nicht berücksichtigt werden hier die technische Möglichkeit der Wärmeextraktion oder Nutzung der Wärme.

Ausgehend vom theoretischen Potenzial werden beim technischen Potenzial Einschränkungen, wie Limitierungen der Wärmeextraktion berücksichtigt, d.h. Abhängig von den technischen Möglichkeiten (z.B. Stand der Technik). Technische Einschränkungen sind z.B. die minimale Temperaturdifferenz im Wärmetauscher, starke Verunreinigungen des Wärmeträgermediums, biologische Randbedingungen bei Abwasser oder Betriebssicherheit. Nicht berücksichtigt wird hier, ob eine Möglichkeit der unmittelbaren Nutzung (Industriebetrieb mit Wärmebedarf, vorhandenes Wärmenetz) besteht oder ob die Nutzung wirtschaftlich ist.

2.2 Klassifizierung der Abwärmern nach den Temperaturbereichen

Bezüglich der Einteilung der Temperaturkategorien wurden folgende Klassen gewählt: > 100 °C, 50 bis 100 °C, 0 bis 50 °C. Diese im Vergleich zu anderen Studien relativ feine

Einteilung im unteren Temperaturbereich ist der zu erwartenden steigenden Bedeutung von Niedrigtemperaturquellen und deren Nutzung in Niedertemperatur- bzw. Anergienetzen im Zusammenspiel mit Wärmepumpen zuzuschreiben.

2.3 Klassifizierung nach den Trägermedien oder Herkunft aus dem Produktionsprozess

Mit dem Ziel der universellen Anwendbarkeit über alle Branchen wurden folgende 5 Kategorien von Trägermedien für Abwärme klassifiziert: Rauchgas, Kondensation, Abwasser und Kühlwasser, Produktwärme und Hallenabwärme, Abluft Maschinenkühlung.

2.4 Klassifizierung nach zeitlicher Verfügbarkeit

Bei der Klassifizierung der Unternehmen wurde auch versucht die zeitliche Verteilung der Abwärme zu erfassen. Das ist über die Auswertung der Fragebögen in genauer Weise möglich, bei der veröffentlichungsbasierten Bottom-Up Methode als auch bei Top-Down Berechnungen ist man auf Informationen aus der Webseite des Unternehmens oder weitere Informationen aus dem Web angewiesen. Dabei teilt sich die zeitliche Verfügbarkeit auf saisonale und betriebswöchentliche Effekte auf.

2.5 Klassifizierung nach Branchen

Speziell bei der Ermittlung der Abwärmepotenziale mittels Bottom-Up Methode wurde speziell auf energieintensive Branchen eingegangen, wobei die Einteilung nach ÖNACE maßgebend ist: Herstellung von Papier/Pappe und Waren daraus, Metallherzeugung und Bearbeitung, Herstellung von Glas/-waren, Keramik und ähnliches.

3 Methodik und Vorgehensweise zur Berechnung

Jeder industrielle Betrieb kann in einer vereinfachten Form als eine „Black Box“ angesehen werden, in die jegliche zugeführte Art von Energie diese auch wieder in irgendeiner Form verlassen muss, wobei hier end- bzw. exotherme Prozesse gesondert berücksichtigt werden müssen. Die Herausforderung ergibt sich dadurch, dass Abwärmeströme häufig verdünnt oder dissipiert d.h. auf geringem Temperaturniveau in großen und schwer fassbaren Volumenströmen auftreten und dass die Abwärme oft an Produkte gebunden ist, deren Wärmeübertragung an einen anderen Wärmeträger nur schwer möglich ist.

3.1 Erhebung des Energieeinsatzes des industriellen Betriebes

Um die Abwärmern von Industriebetrieben berechnen zu können sind im ersten Schritt die eingesetzten Energien zu ermitteln, wobei hier zwischen Bottom-Up und Top-Down Methode unterschieden wird.

Beim hier hauptsächlich verfolgten veröffentlichungsbasierten Bottom-Up Ansatz können auf der Basis von öffentlich verfügbaren Umweltberichten und EMAS-Umwelterklärungen [5] im ersten Schritt die eingesetzten Energien, aufgeschlüsselt in die einzelnen Energieträger, erhoben werden. Sind diese Informationen nicht verfügbar, so wird auf die CO₂-Ausstöße der Datenbank der Europäischen Union [6] zurückgegriffen. Fast alle großen und

energieintensiven Betriebe sind verpflichtend in das Emission Trading System der EU (ETS) eingebunden und müssen die emittierten Treibhausgase melden. Über den spezifischen CO₂-Ausstoß kann dann bei bekanntem Energieträger auf die eingesetzte Energiemenge zurückgerechnet werden. Da nicht in allen Industrien ausschließlich Endenergie eingesetzt wird (z.B. Eisen- und Stahlherstellung, Papierherstellung, Zementproduktion) oder auch CO₂-neutrale Energieträger eingesetzt werden, wird hier auch mit Branchenspezifischen Kennzahlen gearbeitet (z.B. Energiebedarfe pro Produkteinheit). Bei der Ermittlung der eingesetzten elektrischen Energie muss oft auf spezifische Energiekennzahlen aus der Literatur zurückgegriffen werden.

3.2 Ermittlung der Abwärmen

Ist dann der Energieeinsatz bekannt, werden im darauffolgenden Schritt die Prozesse recherchiert und so genau wie möglich nachgebildet. So werden mit Hilfe der Verbrennungsrechnung und den bekannten Rauchgastemperaturen die fühlbaren Wärmen als auch die Kondensationswärmen berechnet. Die Abwärme in den Produkten kann über die Produktionsmengen bestimmt werden, Abwärmen im Kühlwasser meist über die Angaben in Umweltberichten, über Prozessbeschreibungen aus der Literatur oder über spezifische Kennzahlen. Abwärme der Druckluftherzeugung kann über Zurückrechnung aus dem angegebenen Druckluftbedarf berechnet werden. Abwärme von heißen, strahlenden Oberflächen der Drehrohre wurde mit Zuhilfenahme von spezifischen Werten aus der Literatur ermittelt. Für Unternehmensstandorte ohne explizite Informationen wurde auf spezifische Kennzahlen, Temperaturen etc. ähnlicher Betriebe zurückgegriffen.

Für Standorte der energieintensiven Industrie, für die weder Umweltbilanzen noch EMAS-Zertifikate noch Produktionsmengen oder CO₂-Ausstöße bekannt waren, wurde die Top-Down-Methode eingesetzt. Hierbei erfolgte einerseits die Aufteilung der in der Energiestatistik verbleibenden Energiemenge über Mitarbeiterzahlen, oder andererseits die Umlegung von selbst generierten Kennzahlen aus der Bottom-Up-Methode (pro Mitarbeiter, Produktmenge, Umsatz) auf die zu bestimmenden Betriebe.

4 Ergebnisse

Diese neue Methode zur Bottom-Up-Bestimmung des Energieeinsatzes und in der Folge der Abwärmepotenziale zeigt eine gute Übereinstimmung mit durch Fragebögen erhobenen Daten. Differenzen können jedoch in der Interpretation von Abwärmepotenzialen entstehen, wobei beispielsweise die interne Wärmerückgewinnung im Ausmaß des Standes der Technik von den Betrieben als genutztes Potenzial bezeichnet wird oder Niedertemperatur-Wärmeströme nicht berücksichtigt werden.

Die Neuheit bei dieser Methode bzw. der Analyse ergibt sich vor allem aufgrund der angestrebten Genauigkeit durch möglichst genaue Prozessanalyse, durch Unterscheidung in verschiedene Wärmeträger-Medien und Nachvollziehbarkeit der Berechnung des technischen Potenzials durch Einbeziehung von Grädigkeiten und Wirkungsgraden.

Die Unsicherheiten bei der Bottom-Up-Methode hängen vor allem vom Grad der vorhandenen öffentlichen Informationen ab. Dies betrifft besonders Abwärmepotenziale, aber auch Luftzahlen bei Verbrennungsvorgängen und vor allem Falschluffanteile. Bei der Ermittlung der

eingesetzten elektrischen Energie ist man ohne Umweltbericht vollständig auf Kennzahlen aus der Literatur angewiesen.

Das gesamte technische Abwärmepotenzial in der Steiermark beträgt 7,58 TWh/a. Davon sind 0,7 TWh/a genutzt (9%). Der Großteil der ungenutzten technischen Abwärmepotenziale (82 %) liegt bei Temperaturen unter 50 °C, ein Anteil von 9 % liegt über 100 °C, der Rest (9 %) liegt zwischen 50 und 100 °C vor.

Danksagung

Die Arbeit am Abwärmekataster III Steiermark wurde im Auftrag des Landes Steiermark - Abteilung 15 Energie, Wohnbau, Technik – durchgeführt. Das derzeit in Arbeit befindliche Projekt „Industrial Excess Heat – Erhebung industrieller Abwärmepotenziale in Österreich (INXS)“ wird im Auftrag des Klima- und Energiefonds umgesetzt.

5 Literaturverzeichnis

- [1] Europäische_Kommission, „Klima- und energiepolitischer Rahmen bis 2030,“ [Online]. Available: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_de. [Zugriff am 22 November 2021].
- [2] Umweltbundesamt, „Ausblick Klimaziele 2020 und 2030,“ [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.at/news210119/ausblick-klimaziele-2020-und-2030>. [Zugriff am 22 November 2021].
- [3] BMNT und BMVIT, „Mission 2030,“ https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjS4uT26av0AhVXtKQKHR2RA3UQFnoECAQQA&url=https%3A%2F%2Fwww.bundeskanzleramt.gv.at%2Fdam%2Fjcr%3A903d5cf5-c3ac-47b6-871c-c83eae34b273%2F20_18_beilagen_nb.pdf&usg=AOvVa, Wien, 2018.
- [4] Statistik_Austria, „Energiebilanzen,“ [Online]. Available: https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/energie_und_umwelt/energie/energiebilanzen/index.html. [Zugriff am 22 November 2021].
- [5] Umweltbundesamt, „Das betriebliche Umweltmanagementsystem,“ [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/umweltmanagement/emas>. [Zugriff am 22 November 2021].
- [6] European_Commission, „Union Registry, Verified Emissions,“ [Online]. Available: https://ec.europa.eu/clima/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/union-registry_en#tab-0-1. [Zugriff am 22 November 2021].