



Hochschule Niederrhein
University of Applied Sciences

SWK E²

Institut für Energietechnik und
Energiemanagement
Institute of Energy Technology and
Energy Management

Anlage 1 zur Kurzstudie: Volkswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Bewertung der Energieeffizienz in der Industrie

Erläuterungen

| Stand: September 2025 |

**Autoren: Meyer, Jörg | Zaubitzer, Louisa | Alsmeyer, Frank |
Seeliger, Andreas | Schmitt Lisa**

Erläuterungen zur Studie

1 Methodik

1.1 Wie wurden Umweltwärme, Geothermie, Solarthermie etc. in der Studie berücksichtigt?

Die Studie nimmt den Blickwinkel der Energiebeschaffung im Unternehmen ein. Deswegen wurde kostenlos zur Verfügung stehende Energie wie insbesondere Umweltwärme etc. nicht als Endenergie betrachtet. Den Autoren ist bewusst, dass hier eine Abweichung zu anderen Bilanzen besteht, die aber häufig an anderen Zwecken ausgerichtet sind.

Eine Wärmepumpe nimmt mit Hilfe von technischer Arbeit thermische Energie aus einem Reservoir mit niedrigerer Temperatur auf. Dieses Reservoir ist oft Umweltwärme, Erdwärme oder Abwärme. Zusammen mit der Antriebsenergie (in der Regel elektrische Energie) wird diese thermische Energie als Nutzwärme mit höherer Temperatur zum Erwärmen von Räumen und Prozessen zur Verfügung gestellt. Nur die Antriebsenergie wird in dieser Studie als Endenergie betrachtet, weil diese zugekauft werden muss.

1.2 Wurde in der Studie nach Brennstoffmengen für die stoffliche Umsetzung in der Industrie und der tatsächlichen Prozesswärmenutzung differenziert?

In den Endenergiemengen sind nur die Energiemengen für die energetische Nutzung berücksichtigt. Die nichtenergetisch (stofflich) genutzten Mengen (separate Spalte bei GENESIS) wurden nicht betrachtet.

1.3 Prozesswärme wird auch jetzt schon mit Strom bereitgestellt. Wäre eine reine Betrachtung der Brennstoffe nicht sinnvoller?

Da auch bei der elektrischen Wärmebereitstellung (z.B. Elektrolyse, Elektrostahlofen etc.) Einsparpotential durch Dämmung, optimierter Regelung und ggf. auch interne Abwärmenutzung besteht, wurde die elektrische Energie nicht weggelassen. Außerdem sind so die Gesamtzahlen besser vergleichbar. Es ist aber korrekt, dass der größte Bereich der Einsparungen im Bereich der Prozesswärme aus Brennstoffen vorhanden ist. Einsparungen bei heute bereits elektrifizierten Prozessen sind im Vergleich dazu sehr gering. Nur 8% der Prozesswärme wird im betrachteten Jahr mit Strom erzeugt.

1.4 Wurden Infrarot-Anwendungen bei der Elektrifizierung berücksichtigt?

Ja, wie Elektro- oder Elektrodenkessel, Wärmepumpe, Induktionsöfen etc. wurden auch Infrarotheizungen berücksichtigt. Die Wirtschaftlichkeit hängt auch hier stark von den individuellen Strom- und Brennstoffpreisen sowie von den individuellen Randbedingungen (z.B. Materialeigenschaften) ab. Für Raumwärme gibt es einige sehr interessante Infrarot-Lösungen.

1.5 Inwieweit wurde der Einsatz von Biomasse berücksichtigt?

Der Anteil der Biomasse bzw. der Wärme aus Erneuerbaren Energien (z.B. Anteile in Fernwärmenetzen) beträgt in der Industrie im Jahr 2023 etwa 6,6%. In der Studie gehen wir davon aus, dass der Anteil in 2060 bei etwa 15% liegen wird. Die absolute Menge in TWh/a wird nur etwa 50% mehr als heute sein. Biomasse ist begrenzt und wir haben das

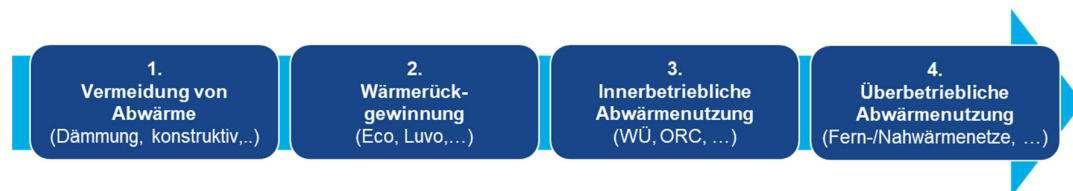
Prinzip der Kaskadennutzung (stoffliche Nutzung vor thermischer Nutzung anstreben) zugrunde gelegt. Ein Pfad mit gleichbleibender oder gar verringerter Biomassenutzung würde die Ergebnisse nicht signifikant ändern.

1.6 Auf welcher Datenbasis wurden die Einsparungen ermittelt?

Den Autoren liegen knapp 1.000 Energieauditberichte mit mehreren tausend Maßnahmen aus fast allen Branchen vor. Darüber hinaus wurden die Auswertungen der DENA (Energieeffizienz-Netzwerke) und der BAFA (Zusammenstellung von Maßnahmen) sowie zahlreiche Leitfäden und branchenspezifische Studien betrachtet. Zusätzlich wurden mit Energiemanagern Interviews geführt. Durch Wiederholungsaudits – im Ein- oder Zwei-Jahresrhythmus bei EnMS bzw. im Vier-Jahresrhythmus bei EDL-G-Audits – konnte auch der Anteil der umgesetzten Maßnahmen gut abgeschätzt werden.

1.7 Was ist der Unterschied zwischen Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung?

In manchen Studien werden die Begriffe Wärmeintegration und Abwärmenutzung nicht klar unterschieden und als Synonyme verwendet. In unserer Studie hingegen wird bei der Energieanalyse im Wärmebereich folgende Abwärmekaskade zugrunde gelegt:



Zunächst wird betrachtet, ob Abwärmen vermieden werden können (z.B. durch Dämmung). Dann folgt die Wärmerückgewinnung, d.h. die Abwärme eines Prozesses A wird in denselben Prozess zurückgeführt (z.B. Economiser eines Dampferzeugers). Anschließend wird die Abwärmenutzung betrachtet, d.h. ob Abwärme eines Prozesses A in einem anderen Prozess B genutzt werden kann (z.B. Abluft der Druckluftanlage zur Hallenbeheizung) oder außerhalb des Betriebs Verwendung findet.

1.8 Wie groß ist das Potenzial für Abwärmenutzung in benachbarten Industriebetrieben bzw. Liegenschaften, falls es im eigenen Industriebetrieb keine Anwendungsmöglichkeiten gibt?

Das wurde in der Studie nicht berücksichtigt. Sicherlich ist insbesondere bei Prozesswärme von Temperaturen über 200 °C hier ein großes Potential vorhanden.

2 Branchenspezifische Besonderheiten

2.1 Die Stahlindustrie hat bereits einen Dekarbonisierungspfad festgelegt. Wie wurde das in der Studie berücksichtigt?

Die Maßnahmen aus den veröffentlichten Studien sind in die Bewertung eingeflossen. Neben der Stahlerzeugung sind aber auch Nebenprozesse (z.B. Feuerbeschichtungsanlagen) interessant, die in diesen Studien nicht ausführlich betrachtet werden.

2.2 In den Branchen Zement und Kalk ist „Carbon Capture and Storage“ (CCS) fester Bestandteil der Dekarbonisierungs-Strategie. Wie wurde das in der Studie berücksichtigt?

CCS ist keine Energieeffizienzmaßnahme. Höhere Effizienz heißt weniger CCS. In der Studie wurde nur die Reduzierung des Energieeinsatzes bei der Bereitstellung der Prozesswärme betrachtet.

2.3 Bei vielen Prozessen in der chemischen Industrie ist eine Energieeinsparung nur schwer möglich. Ist das in der Studie ausreichend berücksichtigt?

Ja. In der chemischen Industrie gibt es eine große Bandbreite von Prozessen – manche sind in der Tat schon weitgehend optimiert, aber bei vielen anderen Prozessen ist eine Energieeinsparung immer noch einfach möglich (Dämmung, Optimierung Steuerung/Regelung, Reduzierung Druckluft, weitergehende Wärmeintegration wie etwa durch Brüdenkompression, Nutzung von Prozesswärme für Raumwärme ...).

In dieser Studie wird Prozesswärme zunächst nach Temperaturniveaus klassifiziert. Grundlage für die Klassifizierung in der vorliegenden Studie ist eine Auswertung im Auftrag des Umweltbundesamt. Neben einer Aufteilung in verschiedene Temperaturbereiche erfolgt hierbei auch eine Zuordnung der Endenergieverbräuche je nach Branche. Hierdurch können die Einsparpotentiale unter Berücksichtigung der Anwendungen/ Prozesse und anhand von entsprechenden Referenztechnologien abgeschätzt werden.

Es gibt in der chemischen Industrie viele Prozesse im Temperaturbereich 100-500°C. Die hier möglichen Einsparungen wurden berücksichtigt. Bei der Grundstoffchemie gibt es auch Prozesse mit > 500°C. Wie bei der Stahl-, Zement- und Kalkindustrie sind hier die Ergebnisse aus anderen Studien (siehe Literaturverzeichnis) berücksichtigt worden. Die Herausforderungen im Bereich von hohen Temperaturen sind den Autoren bewusst. Deshalb wurde hier auch deutlich weniger Potential ausgewiesen.

3 Wirtschaftliche Aspekte

3.1 Führt die von Agora Energiewende (2025) prognostizierte Absenkung des durchschnittlichen Börsenstrompreises automatisch zu geringeren Industriestrompreisen?

Nicht unbedingt. Die Preise an der deutschen Energiebörse EEX sind zwar in modernen liberalisierten Märkten wie dem in Deutschland eine wichtige Einflussgröße für die Endkundenpreise, allerdings nicht die einzige. Im Wesentlichen setzen sich Endkundenpreise aus drei großen Komponenten zusammen: den Beschaffungskosten (für die die Börsenpreise ein relevanter Indikator sind), den Netznutzungskosten (die staatlich reguliert sind) sowie Steuern, Abgaben und Umlagen (die direkt durch den Staat festgelegt sind). Für Industriekunden sind die beiden letzten Komponenten deutlich geringer als für die Haushaltskunden, so dass der Einfluss der Börsenpreise für die Industrie anteilig höher ist als für Haushalte. Ob die Industriestrompreise nun wegen der (in der Studie angenommenen) sinkenden Börsenpreise ebenfalls sinken, hängt davon ab, wie sich Netznutzungsentgelte und staatliche Abgaben entwickeln. Gerade die letzte Komponente lässt sich im Gegensatz zu den anderen beiden nur schwer durch eine technisch-ökonomisch fundierte Analyse vorhersagen, so dass bezüglich der tatsächlichen Entwicklung der Industriestrompreise wegen sinkender Börsenpreise eine gewisse Unsicherheit besteht.

3.2 Wurden Preissteigerungen bei den Energieträgern und die Umlagen und Abgaben berücksichtigt?

Grundlagen für die Strompreisfestlegung sind der Mittelwert der EEX-Frontyear Base-Werte von 2026, 2027, 2028 und 2029 vom 25.08.2025 (93,04 €/MWh) zuzüglich 60 €/MWh Netzentgelte, 28 €/MWh Abgaben und Umlagen sowie nur 0,5 €/MWh Steuern (ohne Umsatzsteuer). Von 2028 bis 2060 wurde dann die „vbw / Prognos Strompreisprognose 2023“ zugrunde gelegt. Den Autoren gehen davon aus, dass die Stromsteuer auf 0,5 €/MWh reduziert bleibt. Da Preisprognosen sehr unsicher sind, haben kleinere gesetzliche Änderungen keinen großen Einfluss auf die grundlegenden Aussagen in dieser Studie.

Bei der Erdgaspreisfestlegung wurde vergleichbar vorgegangen. Hier wurde der Mittelwert der THE-Frontyear Base-Werte von 2026, 2027, 2028 und 2029 vom 25.08.2025 (30,2 €/MWh) zuzüglich 11,4 €/MWh Netzentgelte und 31,1 €/MWh Abgaben, Umlagen und Steuern (inkl. CO₂-Abgabe von 13,10 €/MWh, ebenfalls ohne Umsatzsteuer) verwendet.

3.3 Werden alle Brennstoffe mit dem Erdgaspreis bewertet?

Nein, der Industriebrennstoffmix besteht aus Strom, Erdgas, Heizölen, Kohle, Müll und Biomasse. Dominierend ist mit derzeit 50%-Anteil am Endenergiebedarf für Prozesswärme das Erdgas – Tendenz zunächst steigend (Verdrängung von Öl und Kohle). Deshalb wurde die Ermittlung des zukünftigen Erdgaspreises detaillierter betrachtet und gesondert erläutert. Bei der Bildung des Wärmepreises wurde der oben erwähnte Industriebrennstoffmix berücksichtigt. Für alle Maßnahmen wurde der gleiche Wärmepreis genommen.

3.4 Wurden bei den Investitionen die einzelnen Anlagen oder die Gesamtintegration bewertet?

Bei der Investitionssumme wurde die Gesamtintegration in die bestehenden Systeme betrachtet. Das kann durchaus das mehrfache der Kosten für die einzelne Anlage sein. Besonderheiten – zusätzliches Fundament, neues Gebäude, neuer Transformator etc. – wurden nicht berücksichtigt.

3.5 Ist eine Elektrifizierung in jedem Betrieb möglich oder fehlen notwendigen Stromleitungen?

Die Investitionssummen in die Infrastruktur (Transformatoren, Netze etc.) wurden bei den einzelnen Maßnahmen nicht berücksichtigt. Das Fehlen ausreichender Kapazitäten kann ein großes Hemmnis sein. Die zusätzlichen Investitionen haben einen großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeitsbewertung. Bei der volkswirtschaftlichen Bewertung wird dieser Aspekt aufgenommen und diskutiert.

3.6 Haben alle Unternehmen mit einem etablierten Energiemanagement die meisten wirtschaftlichen Endenergieeinsparpotentiale schon umgesetzt?

Nein, hier ist entscheidend, wie stark das Energiemanagementsystem (EnMS) bereits in den Unternehmensprozessen implementiert ist und wie hoch der Automatisierungsgrad bei den Anlagen ist. Ein etabliertes EnMS erleichtert aber die Umsetzung von Maßnahmen, wenn die Geschäftsführung das vorgibt.