

Nutzung industrieller Abwärme in Österreich – Potential und praktische Möglichkeiten

L. Kumer u. W. Zimmermann*)

Die Ansatzpunkte bei der Suche nach Lösungsmöglichkeiten zur Sicherstellung des Energiebedarfs in Österreich sind:

- Substitution von Mineralöl durch feste Brennstoffe, Strom und erneuerbare Energieträger,
- Verbesserung des Nutzungsgrades.

Ordnet man den Gesamtverbrauch an Endenergie den verschiedenen Arten des Energiebedarfes zu, so entfallen auf die Raumheizung 39 %, auf die Erzeugung von Prozeßwärme 36 % (zusammen sind das 75 %) und auf Beleuchtung und Erzeugung mechanischer Energie rund 25 % (Abb. 1).

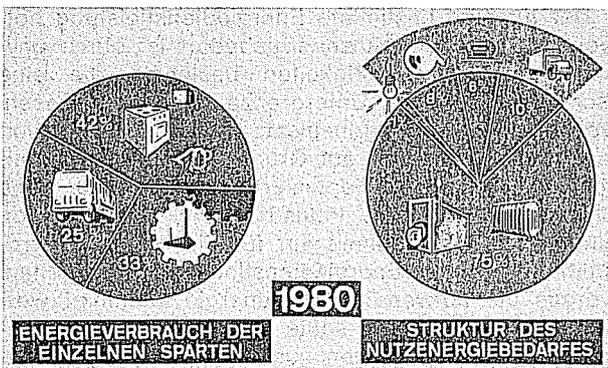


Abbildung 1: Energieverbrauch der einzelnen Sparten und die Struktur des Nutzenergiebedarfes (1980).

Maßnahmen zur besseren Nutzung der eingesetzten Energie dämpfen den Anstieg der Energiekosten. Am ehesten erfolgversprechend für derartige Aktivitäten sind die Energieverbrauchsschwerpunkte „Erzeugung von Prozeßwärme“ und „Raumheizung“.

Laut österreichischer Energiestatistik [1] hat 1980 der Anteil der Industrie am Gesamtenergieverbrauch von 34,6 % auf 33,2 % abgenommen, obwohl der Anteil der Industrieproduktion am realen Brutto-Inlandsprodukt gleichgeblieben ist. Das bedeutet, daß die Industrie in der Vergangenheit auf Grund ihrer international exponierten Lage deutlich mehr Energie einsparte als die Abnehmersektoren Kleinverbraucher und Verkehr. Der effektive Energieverbrauch der österreichischen Industrie stieg seit 1973 kaum noch und liegt seither bei 250 PJ (Abb. 2, oben). In den Jahren 1956 bis 1973 war der Verbrauch pro Jahr durchschnittlich noch um 2,6 % gewachsen. 1982 war gegenüber 1981 ein weiterer Verbrauchsrückgang festzustellen, wobei anteilmäßig die größte Einsparung bei der Industrie festzustellen war (Abb. 3). Innerhalb dieses Verbrauchssektors hat nur der Einsatz von Kohle um rund ein Viertel gegenüber 1981 zugenommen [2].

Effizienz der Energienutzung

Obwohl seit 1973 die Produktion der Industrie um über 24% zunahm, fiel im gleichen Zeitraum der spe-

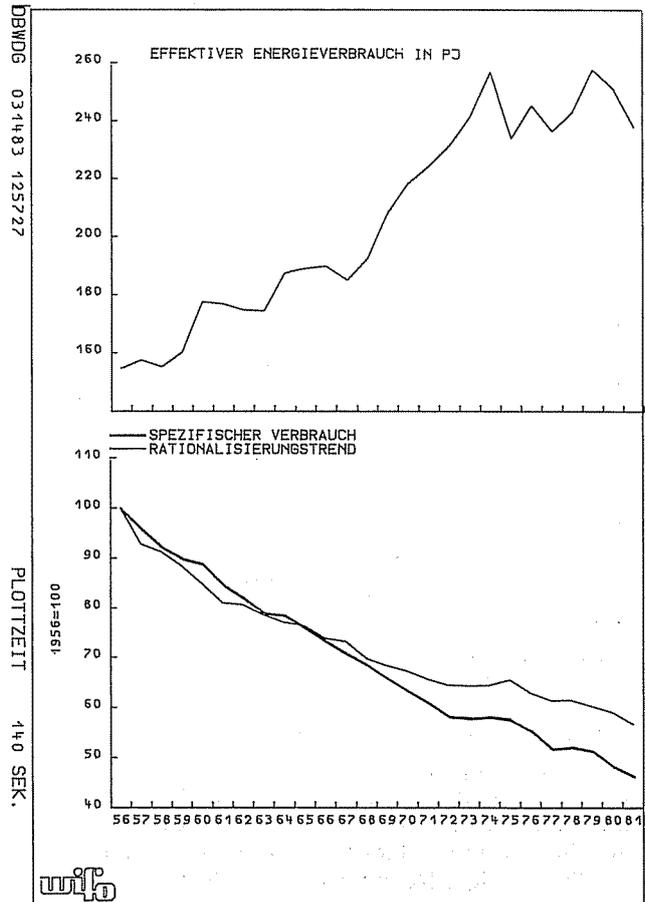


Abbildung 2: Effektiver und spezifischer Energieverbrauch der Industrie im Vergleich zum Rationalisierungstrend in den Jahren 1956 bis 1981 [11].

zifische Verbrauch der Industrie um 16,6 % oder 2,6 % pro Jahr. Der Index des spezifischen Eigenverbrauchs läßt sich in zwei Komponenten teilen: in eine Strukturkomponente, die den Effekt von Änderungen in der Produktionsstruktur nachzeichnet, und einen Rationalisierungstrend, der die von solchen Strukturveränderungen bereinigte Entwicklung, also die Steigerung der Energieeffizienz in den einzelnen Sektoren, widerspiegelt (Abb. 2, unten). Man sieht, daß sich seit 1973 die Wirkung der Effizienzkomponente stark verlangsamt hat: Der „Rationalisierungstrend“ fiel zwischen 1956 und 1973 um durchschnittlich 2,6 % pro Jahr, zwischen 1973 und 1980 jedoch um durchschnittlich nur mehr 1,3 %. Der Struktureffekt hat sich deutlich verstärkt. Ein Teil der Verlangsamung dieser Effizienzsteigerung geht darauf zurück, daß die Umstellung von der Kohle- auf die Erdöl- und Erdgastechnologie in den fünfziger und sechziger Jahren eine große Effizienzsteigerung mit sich brachte, in den siebziger Jahren jedoch keine gleichwertigen Substitutionsschübe folgten [3, 4].

Der größte Teil der Stagnation des Endenergieverbrauches geht auf die Abschwächung der Industrieproduktion zurück, der Rest auf eine Verringerung des Energieeinsatzes je Produktionseinheit.

*) Dr. Ludwig Kumer, Ing. Wolfgang Zimmermann, Österreichische Elektrizitätswirtschafts-AG (Verbundgesellschaft), Abt. Alternativenergien, A-1011 Wien, Am Hof 6 A.

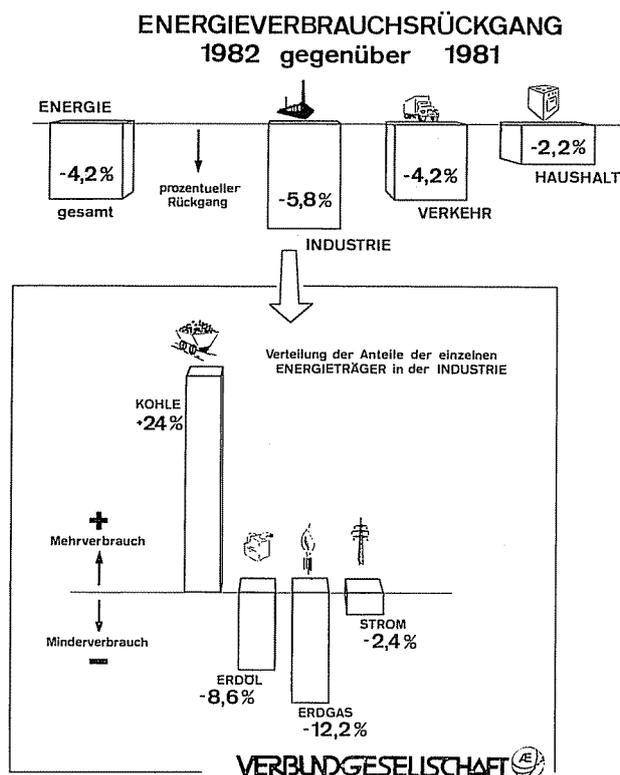


Abbildung 3: Verbrauchsrückgang in den einzelnen Sparten und die Anteile der einzelnen Energieträger am Verbrauchsrückgang in der Industrie [2].

Nach Ermittlungen und Schätzungen liegt der „Nutzungsgrad“ d. h. das Verhältnis von tatsächlich genutzter zu eingesetzter Energie, nur bei rund 45 %. Im Vergleich zu diesem gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt wird in der Industrie, mit rund 55 %, ein noch relativ günstiger Nutzungsgrad erreicht.

Auch die Struktur der Energieträger hat sich seit 1973 verschoben (Abb. 4): Der Einsatz an Mineralölprodukten, die 1973 noch einen Anteil von 38 % am Gesamtenergieverbrauch der Industrie hatten, fiel bis 1980 auf 27 %, der von festen Brennstoffen stieg von 17 % auf 20 %, der von Gas von 27 % auf 29 % und der von elektrischer Energie von 18 % auf 20 %. Dazu nahm der Anteil der sonstigen Energieträger von 1 % auf 4 % zu. Der Anteil der festen Brennstoffe ging bis 1973 kontinuierlich zurück und erhöhte sich nur kurzfristig im Jahre 1974.

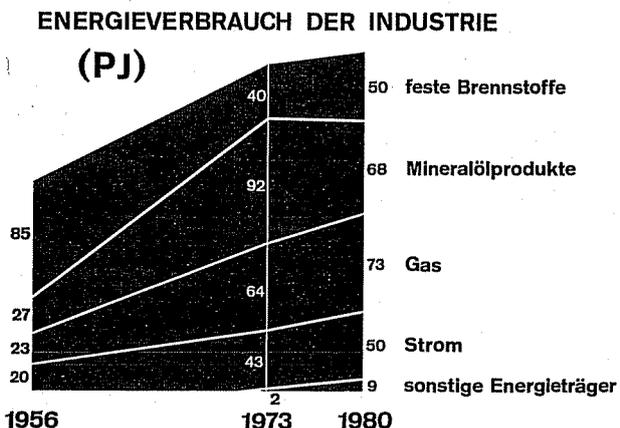


Abbildung 4: Entwicklung des industriellen Energieverbrauches, aufgegliedert nach Energieträgern.

Der Stromanteil stieg kontinuierlich, kräftiger erhöhte er sich im Jahre 1977. Im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern (etwa der BRD) ist in Österreich der spezifische Stromverbrauch, also der Stromverbrauch je Produktionseinheit trotz der kräftigen absoluten Verbrauchszunahme rückläufig: zwischen 1956 und 1973 fiel er von der Basis 100 auf 80, also um durchschnittlich 1,3 % pro Jahr, seither auf den Wert von 75, also um knapp 1 % pro Jahr [3].

In der Industrie allein stellt allerdings die Erzeugung von Prozeßwärme mit 75 % den größten Anwendungsbereich dar, während auf die Raumheizung nur 14 % des Energieverbrauchs entfallen. Nur 11 % verbleiben für Kraft (mechanische Energie) und Licht (Abb. 1).

Möglichkeiten zur Verbesserung der Energienutzung

Der für eine bestimmte Energiedienstleistung notwendige minimale Nutzenergiebedarf ist durch physikalische Gesetzmäßigkeiten bestimmt, die eine technisch mögliche Untergrenze erkennen lassen. Der tatsächliche Energieeinsatz weicht jedoch hievon meist ab, da er auch auf Grund anderer als technischer Einflußgrößen optimiert werden muß. Eine Energieanalyse eines Industriebetriebes sollte von einer Bestandsaufnahme der für die einzelnen Produktionen nötigen Energiedienstleistungen ausgehen, woraus die notwendige Nutzenergie bestimmt werden kann, und diese sollte in optimaler Kombination durch Einsparungen aus dem Endenergieangebot abgedeckt werden. In Kombination mit der Verfügbarkeit der Primärenergieträger sollte letztlich ein möglichst effizientes Energieversorgungssystem geschaffen werden.

Durch betriebliche Energiebilanzen und Energiekataster werden Menge und Temperaturniveau der Abwärme festgestellt, wobei die Form der Abwärme als Abgas, als fühlbare Wärme des Produktes, als Heißdampf, als Kühlwasser oder als allgemeiner Strahlungsverlust anfällt. Die Resultate dieser energetischen Erhebungen können je nach Produktionszweig sehr verschieden sein. Allgemein läßt sich sagen, daß

- die anfallende Abwärme am vorteilhaftesten in der eigenen Prozeßanlage zu verwenden ist,
- die Umsetzung der fühlbaren Wärme meist kostspielig ist und daher oft an betriebswirtschaftlich vertretbare Grenzen stößt,
- Strahlungswärme sich meist besser durch Dämmung vermindern als nützen läßt,
- die Kühlwasserwärme oft einen beachtlichen Teil der Abwärme darstellt. Ihre Nutzung ist eine Frage der anfallenden Wassertemperatur.

Die direkte Verwertung der Wasserwärme unter 80 °C ist oft nur noch zur Raumheizung möglich. Durch eine Wärmepumpe kann diese Niedertemperaturwärme auf ein im Prozeß benötigtes höheres Temperaturniveau angehoben werden.

Grundsätzlich lassen sich beim Energieverbrauch der Industrie zwei Teile unterscheiden: ein produktionsunabhängiger Teil, der vor allem zur Erreichung bzw. Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft dient, und ein produktionsabhängiger Teil, der sich meist proportional zur Fertigungsmenge verhält.

Die vielfältigen Lösungswege zu einer rationellen Energienutzung in der Industrie lassen sich in 5 Gruppen zusammenfassen:

- Vermeidung unnötigen Energieverbrauchs (Einsparung),
- Verringerung des spezifischen Nutzenergiebedarfs (Prozeßverbesserung),
- Verbesserung des Nutzungsgrades (Effizienzverbesserung),
- Energierückgewinnung,
- Nutzung regenerativer Energiequellen.

In dieser Reihenfolge steigt etwa auch von Gruppe zu Gruppe der technische und finanzielle Aufwand für die jeweiligen Maßnahmen.

In diesem Rahmen soll auf zwei Möglichkeiten, nämlich auf die Verbesserung des Nutzungsgrades und die Energierückgewinnung näher eingegangen werden.

Verbesserung der Nutzungsgrade

Neben den vielen Möglichkeiten einer Effizienzverbesserung des Energieeinsatzes im industriellen Bereich stellt die Kraft-Wärme-Kupplung eine sehr effiziente, aber auch in den Investitionen sehr aufwendige Möglichkeit dar. Der Abwärmeverlust ist bei allen Anlagearten der Kraft-Wärme-Kupplung geringer als bei der Kondensations-Stromerzeugung (Abb. 5).

KRAFT - WÄRME - KUPPLUNG
Aufteilung des Energieeinsatzes

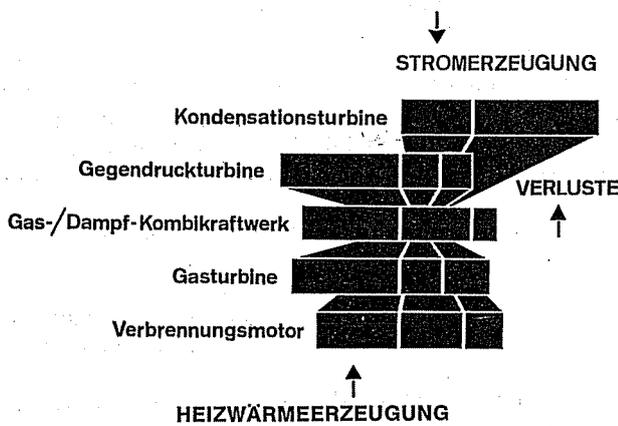


Abbildung 5: Abwärmeverlust bei den verschiedenen Anlagearten der Kraft-Wärme-Kupplung.

Die bislang üblichste Methode der gekoppelten Erzeugung von Kraft und Wärme erfolgt bei Gegendruck-Heizturbinen und bei Kondensations-Entnahmeturbinen.

Vergleicht man Heizturbinen und reine Kondensationsturbinen, so fällt auf, daß sie sich im Aufbau, Abmessungen, Kosten und Wirkungsgrad der Stromerzeugung nur geringfügig unterscheiden [5, 6].

Bei nachträglichem Ausbau eines Kraftwerks (Industriekraftwerks) für Fernheizung, das bereits mit einer Turbine für reinen Kondensationsbetrieb ausgestattet ist und genügend Raum für das Fernheizgerät vorsieht, sind die Kosten folgender Komponenten oder Systeme zu berücksichtigen:

- Regelklappen in den Überströmleitungen vom MD- zum ND-Teil,
- Heizkondensatoren,
- Heizedampfleitungen,

- Leitungen, Armaturen und Regelorgane für das Heizwasser,
- Regulierung und Instrumentierung,
- Umwälzpumpen,
- Aufbereitungsanlage für das Heizwasser.

Wie aus Abb. 6 ersichtlich, liegt der Nutzungsgrad des in kalorischen Kraftwerken, Fernheizkraftwerken und Heizwerken eingesetzten Brennstoffs bei 45 %/a [7].

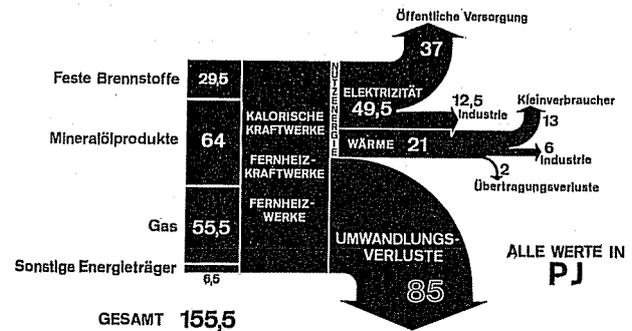


Abbildung 6: Energiebilanz der kalorischen Kraftwerke [7].

Bei der Kraft-Wärme-Kupplung eröffnen sich unter Einbezug neuer Techniken interessante Einsatzmöglichkeiten, wie etwa ein Blockheizkraftwerk mit gasbetriebenen Verbrennungskraftmaschinen, als ergänzende Alternative zu den bisherigen Heizkraftwerken mit Dampf- oder Gasturbinen [8] (siehe Abb. 7).

KOMBINIERTE KRAFT - WÄRME - KUPPLUNGSANLAGE

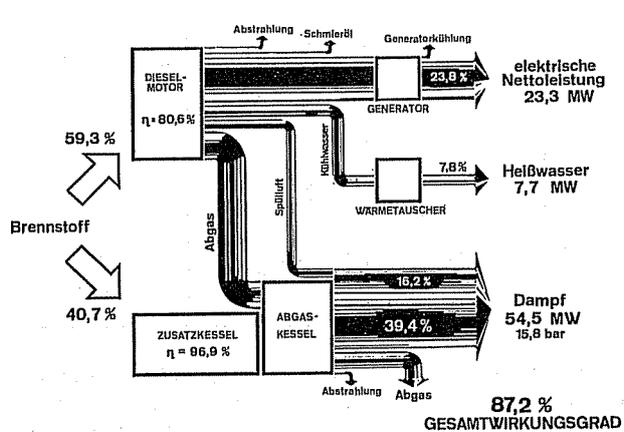


Abbildung 7: Energiefluß einer kombinierten Kraft-Wärme-Kupplungsanlage mit Großdieselmotor [8].

Rückgewinnung industrieller Abwärme

- Zur Rückgewinnung gibt es vier Möglichkeiten:
- Nutzung der Abwärme in demselben Prozeß,
 - Nutzung der Abwärme für andere Prozesse im Betrieb,
 - Alternative Wärmeverbraucher,
 - Abgabe der Wärme an Dritte.

Der Anteil von Abwärme in der Eisen- und Stahlindustrie erreicht sowohl im Hochtemperaturbereich wie auch im Niedrigtemperaturbereich äußerst hohe Werte, während im mittleren Bereich die Gesamtmengen an Restwärme geringer sind. Da die Hochtemperaturwärme bereits größtenteils auch schon bei „niedrigen“ Energiepreisen genutzt wurde, fällt heute die größte noch nutzbare Wärme bei einer Temperatur von 20 bis 200 °C an. Die bislang gestiegenen Energiepreise hatten hier die Maßstäbe für die Wirt-

AF 301168

AF30 1188

schaftlichkeit einer Restwärmeausnutzung immer weiter verschoben.

Die Ausnutzung der Restwärme in wärmeintensiven Prozessen kann in den meisten Fällen wegen ihres hohen Energiegehaltes mit bekannten technischen Mitteln durchgeführt werden. Nutzt man die Restenergie, die in Prozeßgasen als chemisch gebundene Wärme und in Abgasen als fühlbare Wärme enthalten ist, prozeßintern aus, so lassen sich besonders hohe Einsparungen erzielen. Die prozeßinterne Wärmerückgewinnung macht Überlegungen der zeitlichen und örtlichen Abstimmung zwischen Wärmeanfall und -verbrauch und dem Transport von Wärme über größere Strecken unnötig. Ein optimaler Energierückgewinn bei industriellen Verbrennungsprozessen erfolgt zweckmäßig mit der direkten Energierückfuhr mittels eines Rekuperators. Erst die dann noch überschüssige Restenergie sollte für die Ausnutzung durch zusätzliche Wärmerückgewinnung in Betracht gezogen werden (Tab. 1).

Tabelle 1: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Arten der industriellen Abwärmenutzung

	Wärmerückgewinnung für denselben Prozeß	Abwärmenutzung für Heizung und alternative Wärmeverbraucher	Abwärmenutzung für andere Prozesse
Vorteile	gleichzeitiger Wärmeanfall und Verbrauch Wärmetransport entfällt große Effizienzverbesserung	hoher Einsparungseffekt möglich	Effizienzverbesserung
Nachteile		meist keine zeitliche und örtliche Übereinstimmung gegeben, Wärmespeicherung und Wärmetransport Reserveanlage zur Abdeckung des Produktionsausfalls	Wärmetransport zwischenzeitliche Wärmespeicherung
Beispiel	Rekuperator	Heizung des Betriebes	Verteilersysteme der sekundär zu nutzenden Abwärme

Ein erheblicher Teil der Restwärme fällt in großen Stoffströmen niedriger Temperatur an, für deren Nutzung bisher nur geringe technische Möglichkeiten bestehen. Die zur Nutzung notwendigen Aufwendungen sind jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt von der betriebswirtschaftlichen Rechnung her nur bedingt vertretbar.

Modifizierte Entwicklungen wurden bereits in Gang gebracht, welche unter den Begriffen Niedertemperatursystem und Wärmeschiene meist in Form von Studien untersucht wurden. Diese Systeme stellen nichts anderes als ein Verteilersystem der sekundär zu nutzenden Abwärme dar. Voraussetzung für diese Weiterentwicklung war, daß in jeder Fabrikationsstätte ein erheblicher Bedarf an Warmwasser besteht, sowohl für die Produktion selbst als auch für die Heizungsanlage und den gesamten sanitären Bereich. Nur so ist es mit dem Niedertemperatursystem möglich, sowohl Energierückgewinnung für den Primärprozeß als auch für nachgeschaltete Verbraucher durchzuführen (Tab. 1).

Man sollte sich jedoch darüber bewußt sein, daß die Kopplung zwischen einem Produktionsprozeß,

z. B. einem Industrieofen und einem alternativen Wärmeverbraucher, wie einer Heizung, mitunter erhebliche Schwierigkeiten der zeitlichen und örtlichen Übereinstimmung bringen kann, da dadurch eine Abhängigkeit des wärmeaufnehmenden Produktionsprozesses vom wärmeabgebenden Prozeß entsteht.

Um diese Abhängigkeit in Grenzen zu halten, sind über die eigentliche Abwärmenutzungstechnik hinaus zusätzliche Maßnahmen erforderlich. So muß dafür gesorgt werden, daß bei Ausfall der Versorgung mit Abwärme der versorgte Prozeß weiter betrieben werden kann. Zeitliche Verschiebungen zwischen Abwärmeanfall und Wärmebedarf müssen durch Speicher überbrückt werden.

Bei der Verknüpfung zweier Prozesse mittels der Abwärmenutzung kann unter Umständen das Gesamtoptimum — ob energetisch oder wirtschaftlich — gerade dadurch erreicht werden, daß Teilprozesse bewußt „schlechter“ gemacht werden. Ein Beispiel: Durch die Erhöhung der Kühlwassertemperatur verschlechtert sich zwar der Nutzungsgrad des Kühlprozesses, die Nutzungsmöglichkeit der Kühlwasserswärme — etwa für Zwecke der Raumheizung wird allerdings wesentlich verbessert.

Im niedrigen Temperaturniveau der Abwärme sollte als weitere Möglichkeit die Anwendung von Industriewärmepumpen und von ORC-Prozessen¹⁾ in die technisch-wirtschaftlichen Überlegungen einbezogen werden.

In vielen Fällen des Industriebetriebes wird Abwärme bisher deshalb nicht zurückgewonnen, weil kein ausreichender Eigenbedarf vorliegt oder zwischen dem Wärmebedarf und dem Abwärmeanfall eine zeitliche Differenz besteht, die sich auch durch die Zwischenschaltung eines Wärmespeichers nicht sinnvoll ausgleichen läßt. In solchen Fällen ist zu prüfen, ob die überschüssige Wärme nicht an Abnehmer in der Nähe des Betriebes abgegeben werden kann.

Probleme für eine externe Abwärmenutzung ergeben sich durch

- Unterschiede in der Ausnutzung, z. B. 1500 bis 2000 Stunden für eine Fernheizung (Vollaststunden) bzw. 5000 bis 7000 Stunden für einen Industriebetrieb.
- saisonaler Einfluß der Abgabe und Aufnahme (Winterspitze, unterschiedlicher Tagesgang für Abgabe und Aufnahme).

Neben diesen Fragen ist vor allem zu klären, ob die Versorgung langfristig gewährleistet ist oder ob nicht die wärmeliefernden Anlagen nach wenigen Jahren technisch verändert oder durch andere ersetzt werden müssen, so daß keine an Dritte lieferbare Abwärme mehr verfügbar ist. Darüber hinaus stellt die Haftung bei Produktionsausfall eine mitunter unüberwindbare Barriere dar.

Ein entscheidendes Hindernis für einen stärkeren Einsatz der Fernwärme in der öffentlichen Versorgung liegt jedoch unbestritten im gegenwärtig unzureichenden Ausbau der Fernwärmenetze.

Normalerweise wird bei der Schaffung eines Fernwärmenetzes mit kleinen Siedlungseinheiten begonnen. Diese werden zunächst durch lokale Heizwerke mit Wärme versorgt. Wächst das Heiznetz durch Anschluß von zusätzlichen Wohneinheiten oder durch

¹⁾ Organic Rankine Cycle.

Zusammenschluß mit anderen lokalen Heiznetzen, dann drängt sich eine wirtschaftlichere Versorgung mit Heizwärme durch ein neues Heizkraftwerk auf. Manchmal kann ein bestehendes Kraftwerk in günstiger Lage für eine Heizentnahme umgebaut werden. In beiden Fällen übernehmen die bestehenden Heizwerke die Rolle von Spitzenlast- und Reserveanlagen.

Die erforderliche Wärme kann nicht nur von Heizkraftwerken und Heizwerken, sondern natürlich auch von Industriebetrieben geliefert werden. Um im zunehmenden Umfang die Einspeisung von Wärme aus Industrieanlagen zu ermöglichen, sollten örtliche Fernwärmeversorgungen, wo es wirtschaftlich ist, nach und nach über „Regionalschienen“ miteinander verbunden werden.

Das größte Potential der industriellen Abwärme liegt jedoch im 30 bis 60 °C warmen Abwasser. Diese kann als sogenannte „kalte“ Fernwärme in unisolierten einsträngigen Leitungen, ohne Rücklaufleitung, verlegt werden. Dadurch können die Transportkosten gegenüber einer normalen „heißen“ Fernwärmeleitung mitunter um 20 bis 30 % gesenkt werden, was ein maßgeblicher Vorteil insbesondere bei größeren Entfernungen ist.

Trotzdem sind Fernwärmenetze mit Wärmepumpenanlagen, Spitzen- bzw. Reserveanlagen und eventuell zusätzlichen Speicheranlagen im Kapitalintensiv, so daß Finanzierungs- und Rentabilitätsgesichtspunkte die Durchführbarkeit der Projekte bestimmen.

Zusammenfassung

Die Herstellungskosten der Industrie sind bis zu 30 % mit Energiekosten belastet (Beispiele: Chemieindustrie, Eisen-/Stahlindustrie, Zementindustrie), so daß schon immer in den energie- und wärmeintensiven Industriezweigen ein Zwang zur Energie- und Wärmeeinsparung bestand. Der auf das Fertigprodukt bezogene Energieverbrauch ist daher in den letzten 20 Jahren, z. B. in der Stahlindustrie, um 25 % gesenkt worden. Im Durchschnitt ist der Anteil der Energiekosten nur 4,5 % des Produktionswertes (siehe Tab. 2).

Tabelle 2: Energie als Kostenfaktor, Anteil der Energiekosten am Produktionswert in % [3]

Jahr	1964	1970	1973	1974	1975	1978	1980
Anteil (%)	5,3	3,8	3,4	3,9	4,4	4,1	4,5

Die bislang steigenden Energiepreise (Abb. 8) zwingen nicht nur zur fortwährenden Suche nach weiteren Einsparungsmöglichkeiten, das geänderte Verhältnis von Energiekosten und Investitionskosten gibt auch die Möglichkeit, früher sich betriebswirtschaftlich nicht rechtfertigende energiesparende Verfahren oder zusätzliche energiesparende Komponenten einzusetzen. Dennoch, nicht alles ist wirtschaftlich vertretbar, was technisch machbar wäre. Auch bei den heutigen Energiepreisen zwingen Rentabilitätsanforderungen, die für die Industrie bei allen ihren Investitionen gefordert werden, noch oft zum Verzicht auf technisch machbare Energiesparmaßnahmen [9].

In einer Erhebung der Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft [10] über das noch ungenützte Potential der österreichischen Industrie zur Fernwärmeversorgung wurden ausgewählte energieintensive Industriebetriebe angeschrieben. Dabei wurde von

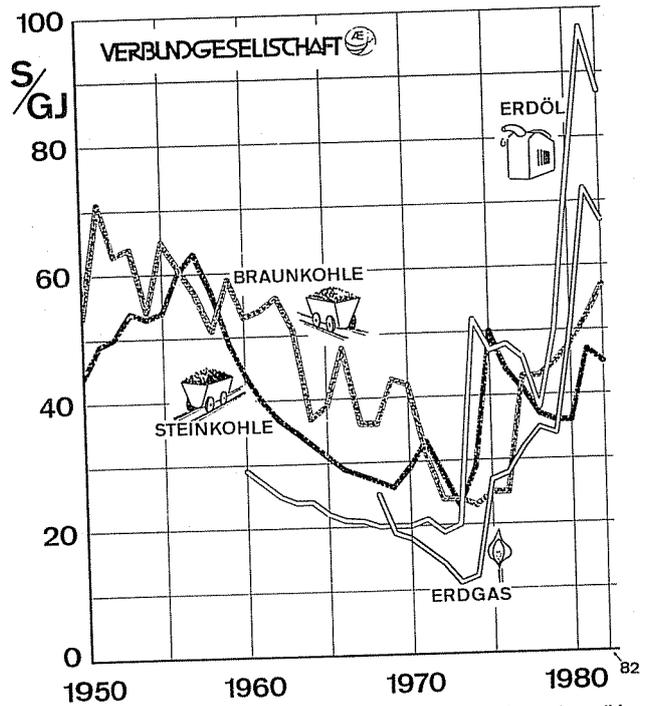


Abbildung 8: Entwicklung der realen Energiepreise (Verbundgesellschaft, Abt. VW).

einer Mindest-Wärmeabgabe ausgegangen. 30 % der angefragten Firmen vermögen derartige Wärmeabgaben bereitzustellen, was in Summe eine thermische Leistung von immerhin mehr als 300 MW ergeben würde (Abb. 9 und 10).

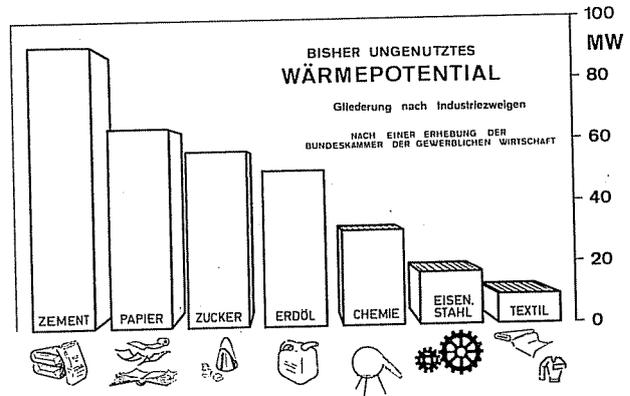


Abbildung 9: Ungenutztes Wärmepotential, nach Industriezweigen gegliedert [10].

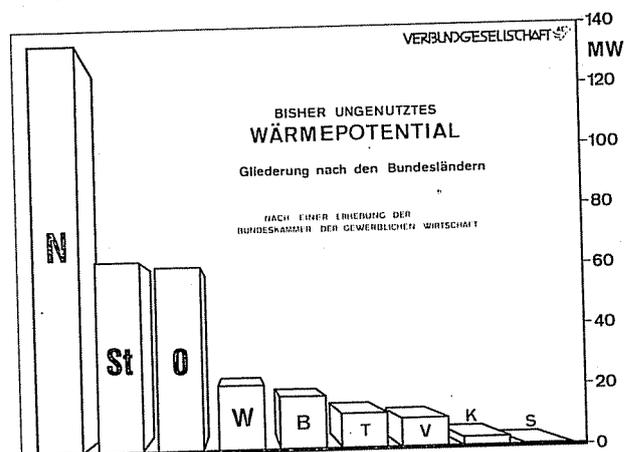


Abbildung 10: Ungenutztes Wärmepotential der Industrie, nach Bundesländern gegliedert [10].

Die überschlägige Abschätzung der jährlich einzusparenden Energie durch Ausnutzung dieses unmittelbar verfügbaren industriellen Wärmepotentials ergibt ca. $300 \text{ MW} \cdot 1500 \text{ h/a} = 4 \text{ PJ}$.

Als Potential der kurzfristigen und wirtschaftlichen Energieeinsparung der Industrie gelten 10 % des Primärenergieeinsatzes. Diese Abschätzung zeigt, daß ca. 25 PJ pro Jahr vom derzeitigen Primärenergiebedarf der Industrie eingespart werden könnten. Davon macht das von der Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft angegebene Abwärmepotential der Industrie Österreichs rund 20 % (4 PJ/25) aus.

Literatur

- [1] Energiebericht 1981 der österreichischen Bundesregierung.
- [2] Die Presse, Economist, 15. 3. 1983, Industrie schichtete von Öl auf Kohle um.
- [3] K. Bayer, WIFO: Energieverbrauch und Einsparungsmöglichkeiten in der Industrie, 1. Teil: Verbrauchs- und Preisentwicklung. Monatsberichte der GZ Wien, 1/1982.
- [4] K. Bayer, WIFO: ebenso, 2. Teil: Energiesparen und Anreizsysteme. Monatsberichte der GZ Wien, 2/1982.
- [5] A. Schwarzenbach: Grundsätzliche Überlegungen zur Strom-Wärme-Kupplung. BBC-Mitt. 3, 1980, S. 160.
- [6] H. J. D. Ketsch et al.: Anlagen und Betriebskosten von Heizkraftwerken. BBC-Nachrichten, 8, 1981, S. 263.
- [7] G. Neumann und A. Reichl: Österreichisches Energieflußbild. ÖIZ 1981, 24. Jg., Heft 2, S. 38—43.
- [8] Kombinierte Wärme- und Krafterzeugung mit Großdieselmotor. BWK, 34 (1982), Heft 3, S. 101.
- [9] L. Kumer: Wirtschaftlichkeit energiesparender Investitionen. E u. M, Juli 1983, S. 287.
- [10] Bundeskammer der gewerblichen Wirtschaft, Sektion Industrie: Erhebung des industriellen Abwärmepotentials, 1981.
- [11] Graphik des Österreichischen Institutes für Wirtschaftsforschung (WIFO), Wien.