

## 4.3.2 Potenziale und Optionen im Sektor Industrie

### Vorbemerkung

(601) Die folgende Synopse stützt sich auf die Potenzialanalyse des FhG-ISI.<sup>1</sup> Die dort aufgeführten Daten zu Einsparpotenzialen sind dabei hinsichtlich Umfang, Vollständigkeit und Detaillierung nur begrenzt aussagefähig und lassen in vielen Aspekten keine weitergehende Auswertung zu. Da die aufgeführten Potenziale bei den Querschnittstechnologien nur einen Teil des industriellen Energieverbrauchs in diesem Bereich erfassen, wurden die Abschätzungen zu Querschnittstechnologien mit eigenen Angaben ergänzt.

#### 4.3.2.1 Ausgangslage

##### 4.3.2.1.1 Zielsetzung und Handlungsbedarf

(602) Der Sektor Industrie ist aufgrund seines Anteil von gut 25 % am bundesdeutschen Energieverbrauch und seiner volkswirtschaftlichen Bedeutung ein wichtiger Handlungsbe- reich der Energie- und Klimapolitik. Die im folgenden zusammengefassten Potenzialana- lysen im Rahmen des Studienprogramms der Kommission<sup>2</sup> zeigen, wie auch die Aussa- gen der Expertenanhörung,<sup>3</sup> dass ungeachtet der in der Vergangenheit erreichten Einspa- rungen weiterhin wirtschaftliche Möglichkeiten zur Senkung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen vorliegen.

(603) Vor diesem Hintergrund der mittlerweile hinlänglich abgesicherten techno- ökonomischen Potenzialanalysen stellt sich somit nicht mehr die Frage, „ob“ Einsparmög- lichkeiten vorhanden sind, sondern „wie“ diese realisiert werden können und „welche An- satzpunkte“ sich für die Gestaltung von Maßnahmen anbieten. Die Ergebnisse der Poten- zialanalyse unterstreichen dabei die herausragende Bedeutung von integrierten Ansätzen zur Reduzierung der Energie- und Stoffströme im Sektor Industrie, die auch in Kapi- tel 4.3.8 „Materialeffizienz“ des Endberichts behandelt werden. Ebenso wird deutlich, dass die umfassende Realisierung der Einsparpotenziale weitreichende verhaltens- und orga-

---

<sup>1</sup> Potenzialstudie.

<sup>2</sup> Potenzialstudie.

<sup>3</sup> Bradke (2001); Kruska (2001).

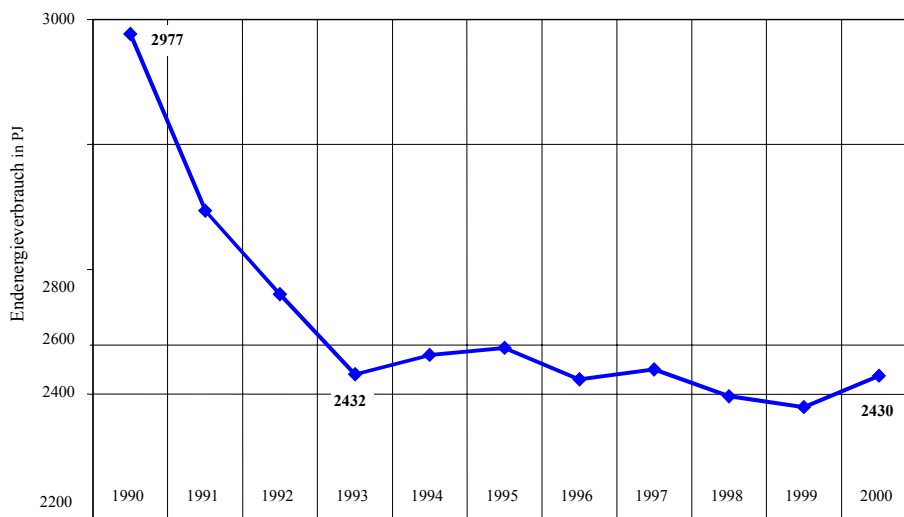
nisationsbezogene Veränderungen im Unternehmen erfordern, was die Relevanz der in Kapitel 4.3.9 betrachteten Themen für den Sektor Industrie betont.

(604) Vor diesem Hintergrund wird im Folgenden ein Überblick über die Struktur des Energieverbrauchs, der Einsparpotenziale und den Umfang der technisch-wirtschaftlichen Minderungsoptionen gegeben. Auf dieser Grundlage werden erste Hinweise für die Gestaltung von energiepolitischen Maßnahmen und Handlungsstrategien (vgl. auch Kapitel 6 und 7) abgeleitet.

#### 1.1.1.1.1 4.3.2.1.2 Zentrale Kennzeichen des Sektors Industrie

(605) Die Entwicklung des Energieverbrauchs in der Industrie ist in den Neunzigerjahren entscheidend vom „Wiedervereinigungseffekt“ geprägt worden. Mit dem Niedergang der Industrie in den neuen Bundesländern kam es von 1990 bis 1993 auch zu einem drastischen Verbrauchseinbruch: Der industrielle Endenergieverbrauch war 1993 um 18 % niedriger als drei Jahre zuvor; danach bewegte er sich nahezu unverändert auf einem Niveau von rund 2.400 PJ (Abbildung 4–15).

Abbildung 4–15: Entwicklung des Endenergieverbrauches in der Industrie

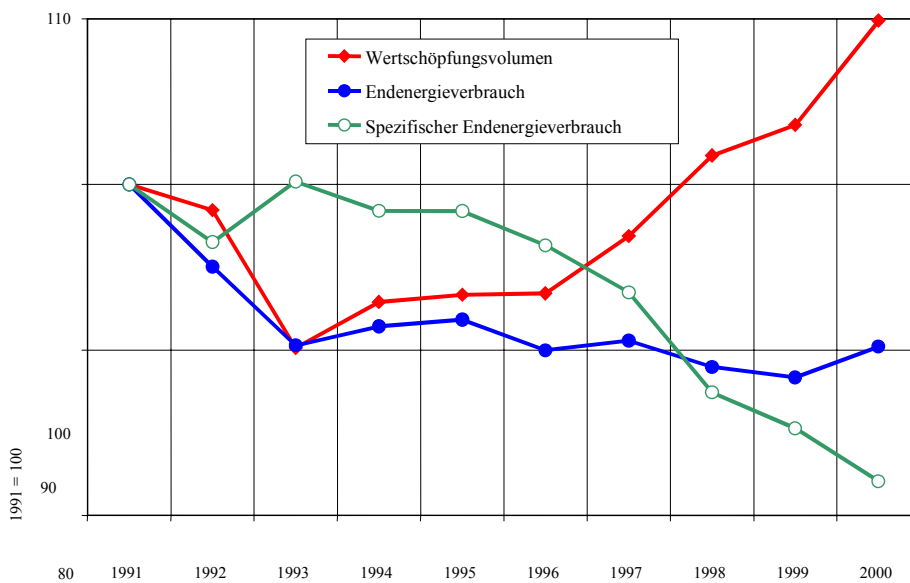


Quelle: AG Energiebilanzen

(606) Der nahezu gleichbleibende industrielle Endenergieverbrauch ging nach 1993 einher mit einer industriellen Wertschöpfung, die bis 2000 immerhin um insgesamt rund 22 % oder um 2,9 % im jährlichen Mittel zunahm. Entsprechend verringerte sich der spezifische Endenergieverbrauch von 1993 bis 2000 um rund 18 % oder um 2,8 % p.a.

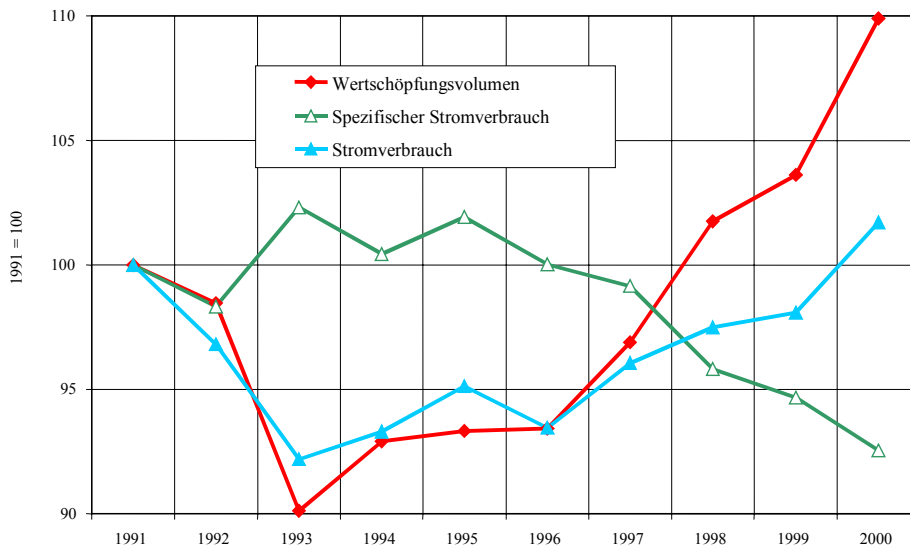
(607) Eine vom Verlauf her ähnliche Entwicklung vollzog sich zunächst auch beim industriellen Stromverbrauch, der Anfang der Neunzigerjahre noch deutlich zurückging, dann aber wieder spürbar anstieg. Allerdings war der Stromverbrauchszuwachs mit rund 10 % (1,4 % p.a.) von 1993 bis 2000 geringer als das Produktionswachstum, so dass es auch hier zu einer Reduktion der spezifischen Verbrauchswerte kam. So war der spezifische Stromverbrauch im Jahre 2000 um fast 10 % niedriger als 1993 (Abbildung 4–16 und 4–17).

Abbildung 4–16: Wertschöpfungsvolumen, absoluter und spezifischer Endenergieverbrauch in der Industrie in Deutschland von 1991 bis 2000



Quellen: AG Energiebilanzen; DIW.

Abbildung 4–17: Wertschöpfungsvolumen, absoluter und spezifischer Stromverbrauch in der Industrie in Deutschland von 1991 bis 2000



Quelle: DIW.

(608) Insgesamt ist die Industrie gegenwärtig (2000) mit rund 2.430 PJ oder mit 26,5 % am gesamten Endenergieverbrauch in Deutschland beteiligt; im Vergleich zu 1990, als es noch fast 3.000 PJ oder reichlich 31 % waren, hat also das Gewicht der Industrie erheblich abgenommen (Tabelle 4–33). Heute rangiert der Bereich hinter den privaten Haushalten (knapp 28 %) und dem Verkehr (rund 30 %).

**Tabelle 4–33: Merkmale des Sektors Industrie bezogen auf den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen: Ist-Entwicklung und Tendenzen unter Referenzbedingungen (vgl. Kapitel 4.2)**

	Einheit	1990	1995	2000	Zukünftige Tendenzen	
					2000/2020	2020/2050
Energieverbrauch	PJ	2977,0	2474,0	2430,0		
Anteil am gesamten Endenergieverbrauch	%	31,4	26,5	26,5	↗	
Energieträgerstruktur						
Kohlen	%	29,7	19,9	18,8		
Mineralölprodukte	%	10,3	12,0	8,8		
Gase	%	31,5	37,6	38,8	→	→
Strom	%	25,1	27,7	31,1	↗	↗
Fernwärme	%	3,4	2,8	2,5	↗	↗
CO <sub>2</sub> - Emissionen	Mio. t	169,7	127,0	118,0		
Anteil an den energiebedingten CO <sub>2</sub> - Emissionen insgesamt	%	17,2	14,5	14,2		

Quellen: AG Energiebilanzen; VDEW; DIW.

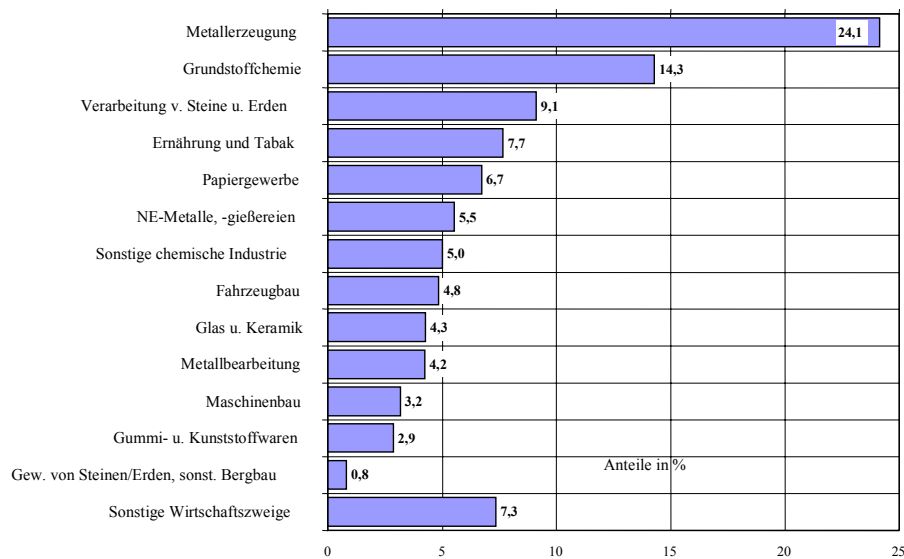
(609) Bei den in der Industrie eingesetzten Energieträgern überwiegen die Gase mit einem Anteil von fast 39 % (2000) vor der elektrischen Energie mit rund 31 % und den Kohlen mit knapp 19 %. Mineralölprodukte spielen mit weniger als 9 % nur eine vergleichsweise geringe Rolle, und auf die Fernwärme entfallen lediglich 2,5 %. Dabei hat sich die Energieträgerstruktur in den vergangenen zehn Jahren deutlich zu Gunsten der Gase und der elektrischen Energie, aber insbesondere zu Lasten der Kohlen verändert.

(610) Innerhalb der Industrie entfallen die höchsten Verbrauchsanteile auf die Metallherzeugung (Anteil 1998: 24,1 %), die Grundstoffchemie (14,3 %) und die Verarbeitung von Steinen und Erden (9,1 %). Mit Anteilen von 5 % und mehr folgen die Wirtschaftszweige Ernährung und Tabak, Papiergewerbe, NE-Metalle, -gießereien und die sonstige chemische Industrie s.o. (Abbildung 4–18).

(611) Nach Anwendungszwecken strukturiert, dominiert der Energieeinsatz für die sonstige Prozesswärme (66 %) vor der mechanischen Energie (21 %) und der Raumwärme (10 %). Der Energieeinsatz für die Beleuchtung und für die Warmwasserbereitung spielt nur eine untergeordnete Rolle (Abbildung 4–19).

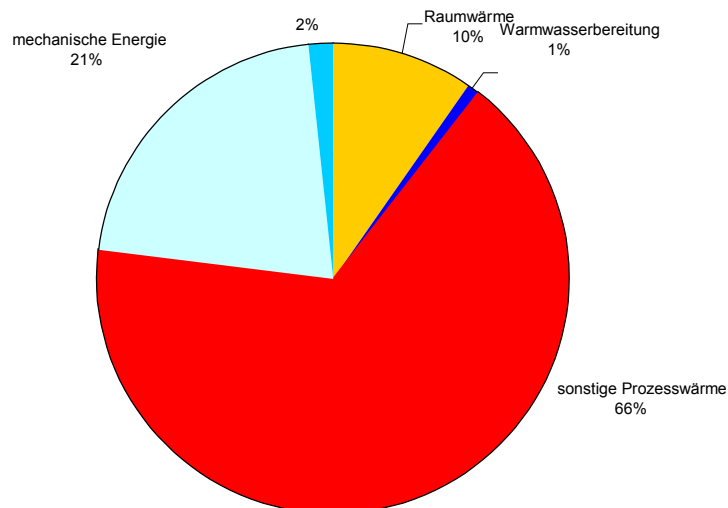
(612) Die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Industrie haben sich im Verlauf der Neunzigerjahre deutlich vermindert: Im Jahre 2000 waren sie um beinahe 52 Mio. t oder um gut 30 % niedriger als 1990. Dadurch sank auch der Anteil an den gesamten energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen, und zwar von 17,2 % (1990) auf 14,2 % (2000). Allerdings hat sich die Reduktion seit 1993 erheblich abgeschwächt, so dass sich seither kein signifikanter Anteilrückgang mehr ergeben hat.

Abbildung 4–18: Struktur des industriellen Endenergieverbrauchs nach Wirtschaftszweigen in Deutschland im Jahre 1998



Quelle: AG Energiebilanzen.

Abbildung 4–19: Endenergieverbrauch im Sektor Industrie nach Anwendungszwecken im Jahre 2000



(2)

### ***Entwicklung des sektoralen Energieverbrauchs und der sektoralen CO<sub>2</sub>-Emissionen (sektorales Referenzszenario)***

(613) Nach den Ergebnissen des Referenz-Szenarios (vgl. Kapitel 4.2 und Tabelle 4–33) könnte der industrielle Endenergieverbrauch bis 2010 noch etwas zunehmen (gegenüber 2000 um knapp 4 %), dann aber kontinuierlich sinken. Im Jahre 2050 dürfte er um etwa 5 % geringer sein als 2000. Dagegen wird der Verbrauch von Erdgas und Strom auch noch 2050 höher sein als 2000.

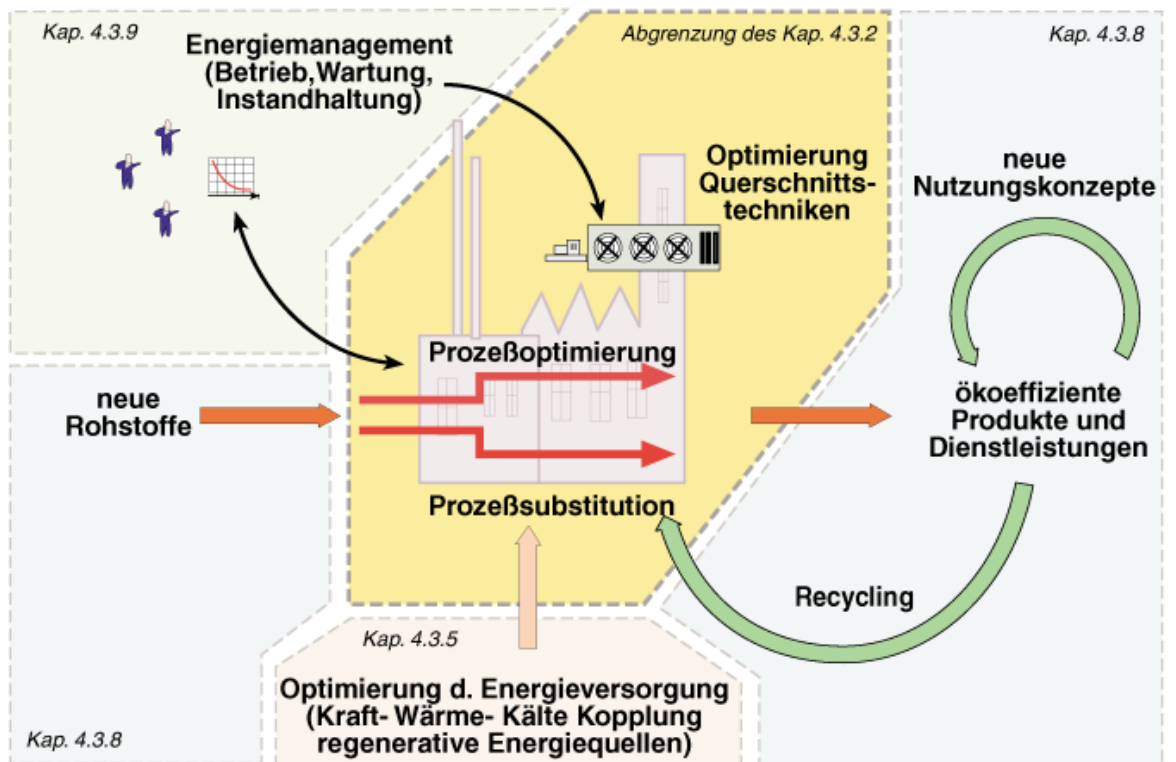
(614) Die CO<sub>2</sub>-Emissionen dürften in Zukunft kontinuierlich abnehmen. Im Jahre 2050 könnten sie gegenüber 1999 um rund 38 % und im Vergleich zu 1990 um etwa 55 % niedriger sein. Der Anteil der direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Industrie an den gesamten energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen dürfte Mitte des Jahrhunderts nur noch 12,6 % betragen.

#### 1.1.1.1.2 4.3.2.1.3 Handlungsbereiche bei der Struktur des Energieverbrauchs und den Anwendungstechniken

(615) Der Sektor Industrie ist durch eine große Heterogenität von energierelevanten Technologien gekennzeichnet, deren Art, Bedeutung und konkreten Einsatzbedingungen von den sich zwischen Unternehmen ebenfalls stark unterscheidenden spezifischen Randbedingungen der Branchen und Unternehmen abhängen. Die damit verbundenen vielfältigen Handlungsmöglichkeiten zur Senkung des Energie- und Ressourcenverbrauchs lassen sich in vier zentrale Handlungsbereiche unterteilen (Abbildung 4–20):

- Steigerung der Energieeffizienz bei Produktionsprozessen und Querschnittstechnologien,
- Senkung des Energieverbrauchs durch Optimierung von Materialströmen und durch ökoeffiziente Produkte und Dienstleistungen,
- Nutzung verhaltensbedingter Einsparpotenziale im Rahmen eines effektiven Energiemanagements,
- Optimierung der betrieblichen Energieversorgung durch Ausbau der Kraft-Wärme (Kälte)-Kopplung und verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien.

Abbildung 4–20: Darstellung der vier Handlungsbereiche zur Senkung des Energie- und Ressourcenverbrauchs in der Industrie



Ramesohl 2002

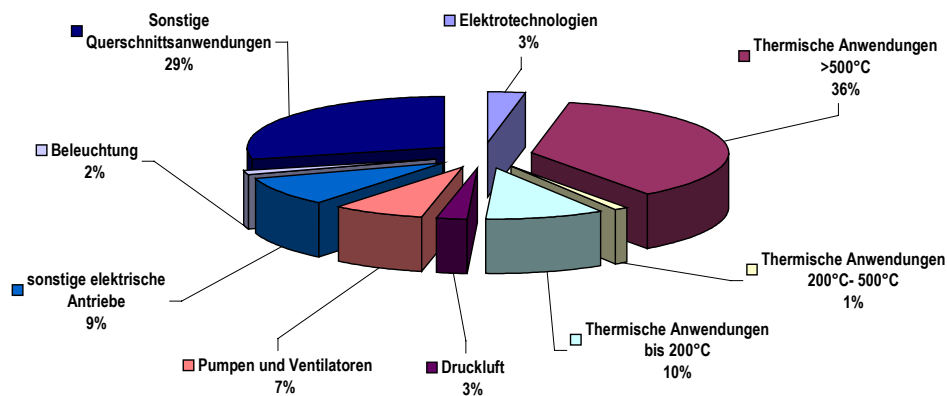
(616) Im Rahmen der Gliederung des Endberichts beschränkt sich die folgende Synopse auf die Darstellung der Handlungsoptionen im Bereich der Prozess- und Querschnittstechniken, während die für den industriellen Energieverbrauch äußerst wichtigen Handlungsbereiche „verhaltensbedingte Einsparpotenziale“ (Kapitel 4.3.9), „Materialeffizienz“ (Kapitel 4.3.8) und der „Umwandlungssektor“ (Kapitel 4.3.5) an anderer Stelle behandelt werden. Ungeachtet dieser analytischen Trennung erfordert allerdings die betriebliche Praxis, die vorhandenen Einsparpotenziale durch ein ganzheitliches Vorgehen in allen vier Handlungsbereichen zu erschließen. Aufgrund der Komplexität der technologischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Wechselwirkungen zwischen Produktgestaltung, Rohstoffwahl, Prozessoptimierung, Energieversorgung (inkl. Abwärme- und Reststoffnutzung) sowie den verhaltensbezogenen Grundlagen für betriebliche Innovationen müssen Maßnahmen in einen integrierten Ansatz eingebunden werden.

(617) In der Potenzialanalyse werden im Bereich der Prozess- und Querschnittstechniken Elektrotechnologien (3 % Anteil am Endenergieverbrauch der Industrie im Jahr 1998), Querschnittstechniken (50 %) und thermische Anwendungen (Prozesswärme, 47 %) un-



terschieden.<sup>1</sup> In Abbildung 4–21 ist die Struktur des in der Potenzialanalyse erfassten industriellen Endenergieverbrauchs im Jahr 1998 detaillierter dargestellt.

Abbildung 4–21: Darstellung der Struktur des in der Potenzialanalyse erfassten industriellen Endenergieverbrauchs im Jahr 1998



#### 4.3.2.2 Zusammenfassung der Effizienzpotenziale und Einspartechniken im Bereich der Prozess- und Querschnittstechniken

Kasten 4–5: Anmerkungen zu Kosten und Wirtschaftlichkeit

Die Zusammenstellung der Einsparpotenziale in der Potenzialstudie bezieht sich auf das Kriterium der Amortisationszeit, ohne eine explizite Wirtschaftlichkeitsdefinition für Effizienztechnologien anzugeben. Amortisationszeiten bis zu etwa 5 Jahre werden als „wirtschaftlich“ angesehen, während Zeiten darüber i.d.R. als nicht die „Wirtschaftlichkeitskriterien der Industrie“ erfüllend und dementsprechend „unwirtschaftlich“ eingestuft werden (siehe unten). Sofern Angaben vorliegen, betragen die Amortisationszeiten der als nicht-wirtschaftlich betrachteten restlichen technischen Potenziale selten mehr als 10 bis 12 Jahre. Dies liegt insgesamt deutlich unter den jeweiligen Abschreibungszeiträumen, so dass offenbar der größte Teil der zusammengestellten technischen Potenziale überwiegend über die Lebensdauer abgeschrieben werden kann. Aus **volkswirtschaftlicher Sicht** kann insofern vereinfachend für die gesamten technischen Potenziale eine Wirtschaftlichkeit angenommen werden.

<sup>1</sup> Potenzialstudie.

Es muss an dieser Stelle betont werden, dass die Fokussierung auf das Kriterium der Amortisationszeit keine Aussagen zur Wirtschaftlichkeit im engeren Sinne zulässt (siehe unten). Wie in Tabelle 4–34 dargestellt, bedeutet bei technischen Anlagen mit bis zu 10 Jahren Nutzungsdauer die – in der Praxis alltägliche – Forderung einer 2-3 jährigen Amortisationszeit eine extrem hohe implizite Renditeerwartung von 40 % und mehr. Vor diesem Hintergrund scheitern profitable Effizienzinvestitionen mit längerer Amortisationszeit also nicht an mangelnder Wirtschaftlichkeit, sondern an einer Reihe von anderen Hemmnissen wie Kapitalverfügbarkeit, Zeitknappheit der Entscheidungsträger, mangelnde Aufmerksamkeit usw., die zielgruppenspezifisch adressiert werden müssen (vgl. Kapitel 4.3.1).

#### *Wirtschaftlichkeitskriterien*

Das eindeutigste Kriterium zur einzelwirtschaftlichen Beurteilung von Investitionen ist das **Kapitalwertkriterium** als dynamisches Investitionsrechenverfahren. Setzt man als Nutzungsdauer der Investition ihre Lebensdauer an, so entspricht die Anwendung dieses Kriteriums dem volkswirtschaftlichen Wirtschaftlichkeitsbegriff (allerdings ohne Einbeziehung externer Kosten).

Unter definierten Rahmenbedingungen (vor allem nur ein Vorzeichenwechsel der Zahlungsreihe) ist auch das Kriterium des **internen Zinsfußes** aussagekräftig.

Will man **zusätzlich** dem Risikoaspekt einer Investition Rechnung tragen, ist das Kriterium der (statischen) **Amortisationsdauer** hilfreich; isoliert betrachtet ist es allerdings kein Wirtschaftlichkeitskriterium im eigentlichen Sinne und sollte daher nicht zur Beurteilung der Sinnhaftigkeit von Investitionen herangezogen werden.

**Tabelle 4–34: Interne Verzinsung von Effizienzmaßnahmen in % pro Jahr als Funktion von erwarteter Amortisationszeit und Anlagennutzungsdauer**

erwartete Amortisationszeit	Anlagennutzungsdauer *								
	3	4	5	6	7	10	12	15	
Jahre									
2	24%	35%	41%	45%	47%	49%	50%	50%	
3	0%	13%	20%	25%	27%	31%	32%	33%	
4		0%	8%	13%	17%	22%	23%	24%	
5			0%	6%	10%	16%	17%	19%	
6				0%	4%	11%	13%	15%	
8						5%	7%	9%	

\*unterstellt wird eine kontinuierliche Energieeinsparung über die gesamte Anlagennutzungsdauer  
4% = abgeschnittene rentable Investitionsmöglichkeiten bei Vorgabe einer maximal 4-jährigen Amortisationszeit

Quelle: ISI

## **Zusammenfassende Darstellung der technischen und wirtschaftlichen Potenziale**

(618) In Tabelle 4–35 wird eine Übersicht über die in der Potenzialstudie für die Industrie identifizierten Energieeffizienzpotenziale einschließlich der für die Industrie relevanten Querschnittstechnologien gegeben.

(619) Die Synopse stellt für 38 energieintensive Industrieprozesse die heute bekannten technischen und wirtschaftlichen Energieeffizienzpotenziale dar.<sup>1</sup> Diese 38 Prozesse umfassen einen Energieeinsatz von 1.215 PJ, was 50 % des industriellen Endenergieeinsatzes im Jahr 1998 entspricht. Die ermittelten Einsparpotenziale belaufen sich auf 191 PJ bzw. etwa 16 %. Als wirtschaftliches Potenzial wird eine Größenordnung von insgesamt 64 bis 88 PJ bzw. 5,2 bis 7,2 % angegeben.

(620) Neben diesen prozessspezifischen Einsparpotenzialen ergeben sich in der Industrie weitere Einsparmöglichkeiten durch die Energieeinsparungen bei Querschnittstechnologien in den Bereichen Druckluft, Pumpen, weitere elektrische Antriebe, Beleuchtung etc.. Die Potenzialstudie gibt die spezifischen Einsparungen für Druckluft bzw. Pumpen und Ventilatoren mit 47,9 bzw. 25 % sowie für elektrische Antriebe und Beleuchtung mit 11,3 bzw. 77,2 % an.

(621) Die restlichen 683 PJ bzw. rd. 29 % des industriellen Energieeinsatzes im Bereich Querschnittstechnologien entfallen auf sonstige Anwendungen wie z.B. weitere Prozesswärmezwecke, Raumwärme, Warmwassererzeugung, sowie Informations- und Kommunikationstechniken. In diesen Bereichen können durchschnittliche Einsparmöglichkeiten von knapp 30 % abgeschätzt werden, von denen hier sehr vorsichtig 10 bis 15 % nach den engen Kriterien als wirtschaftlich eingestuft wurden. Insgesamt ergibt sich aus der Potenzialanalyse ein mittleres Energieeffizienzpotenzial in der Industrie von 21,8 %, von dem die Hälfte bis zu zwei Dritteln nach den Kriterien der Synopse<sup>2</sup> als wirtschaftlich zu bezeichnen sind.

---

<sup>1</sup> Die Oxygenstahlerzeugung wird hier aufgrund der schwierigen Abgrenzung ihres Energieeinsatzes nicht mit berücksichtigt.

<sup>2</sup> Potenzialstudie.

(622) Insgesamt lässt sich aus der Potenzialanalyse schließen, dass in den nächsten beiden Jahrzehnten gegenüber dem Trend noch einmal etwa 20 % des industriellen Energieeinsatzes durch Ausschöpfung der „heute unmittelbar verfügbaren technischen Lösungen“ eingespart werden können. Davon entsprechen etwa die Hälfte bis zwei Drittel den sehr restriktiven Wirtschaftlichkeitskriterien. Vor dem Hintergrund real steigender Energiekosten sowie eines entsprechenden energie- und klimapolitischen Rahmens ist dieses Potenzial auch real umsetzbar. Hinzu kommt, dass neue Technologien und Innovationen bei Produktionsverfahren (z.B. durch verbesserte Katalysatoren, Mikrosystemtechnik, Nanotechnologie, neue Werkstoffe usw.) eine weitere Effizienzsteigerungen erwarten lassen. Auch in Zukunft werden hierdurch neue Handlungsmöglichkeiten erschlossen, was den dynamischen Charakter der Einsparpotenziale unterstreicht.

(623) Weitere Kernaussagen der Potenzialanalyse und Expertenanhörung sind:

- Die **größten spezifischen und absoluten Einsparpotenziale finden sich im Bereich der Querschnittstechniken**, vor allem bei motorischen Anwendungen. Die meisten dieser Anwendungen basieren dabei auf dem Einsatz von Elektrizität, was die energie- und klimapolitische Bedeutung dieses Bereiches aufgrund der vorgelagerten Umwandlungsverluste und Lastwirkungen im Stromsystem unterstreicht. In diesem Kontext bieten sich mit Blick auf die langfristigen Entwicklungspotenziale von branchenübergreifenden Verfahren umfangreiche Möglichkeiten z.B. bei Zerkleinerungsverfahren (spezifische Potenziale von 10-50 %) oder bei der Substitution von thermischen Trocknungsverfahren durch alternative Techniken, wodurch spezifische Reduktionen von 20 % bis zu 90 % erschlossen werden könnten.<sup>1</sup> Eine besondere Bedeutung haben auch neue Lösungen im Bereich Sensorik, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik,<sup>2</sup> die zu einer besseren Prozessführung und damit auch zur Vermeidung unnötigen Energieverbrauchs beitragen. Handlungsbedarf besteht auch im Bereich effizienter Abwärmenutzung und Kältetechnik, z.B. bei der Entwicklung besserer Absorptionskältemaschinen, die deutlich stärker als bisher einen Beitrag zur Ressourcenschonung leisten könnten.<sup>3</sup>
- Bei den energieintensiven Produktionsprozessen (vor allem thermische Anwendungen) bestehen Handlungsmöglichkeiten nicht nur bei den Kernprozessen der Grundstoffindustrie (z.B. in der Stahlindustrie, Zementindustrie usw.) sondern auch in ande-

---

<sup>1</sup> Bradke (2001).

<sup>2</sup> Kruska (2001).

<sup>3</sup> Kruska (2001).

ren, häufig weniger betrachteten Branchen wie z.B. der Textil- und Nahrungsmittelin-  
dustrie.<sup>1</sup> Inwieweit die Potenziale auch wirtschaftlich erschlossen werden können,  
hängt stark von der spezifischen Situation, dem Anlagenalter und der Anlagenstruktur  
ab. Aufgrund der Langlebigkeit vieler Prozesstechnologien kann ein großer Teil des  
Potenzials erst bei Anlagenerneuerungen und Prozesssubstitution im Rahmen lang-  
fristiger Investitionszyklen realisiert werden. In diesen Bereichen spielt somit der  
Technologiewechsel beim Übergang zur nächsten Anlagengeneration eine wichtige  
Rolle, durch den substantielle Einsparungen realisiert werden können. Neben der  
laufenden energetischen Optimierung der Anlagen können bei der Investitionsplanung  
weiterhin verstärkt Aspekte des **Stoffstrommanagements** (intrasektoraler Struktur-  
wandel durch Recycling, neue Rohstoffe oder Zusatzstoffe) und die Nutzung **alternativer CO<sub>2</sub>-armer Energieträger** berücksichtigt werden. Dies unterstreicht die Notwen-  
digkeiten einer langfristigen Ausrichtung der Energieeffizienzstrategien und entspre-  
chender Politikmaßnahmen in der Industrie (vgl. auch Kapitel 4.3.8).

- Die begrenzten Möglichkeiten zur direkten Reduktion des Energieverbrauchs und zur Beschleunigung der Investitionszyklen in der Grundstoffindustrie unterstreichen die Bedeutung der **indirekten Verbrauchsminderung durch Maßnahmen in den nachgelagerten Produktionsbereichen**. In den Branchen des Fahrzeug- und Maschinenbaus, der Elektrotechnik, der Konsumgüter usw. kann durch materialsparende Konstruktionen der Bedarf an energieintensiven Werkstoffen und dadurch der Energiebedarf für deren Herstellung gesenkt werden. Die aufgrund ihrer eher geringen Energieintensität bislang vernachlässigten Zielgruppen der Investitions- und Konsumgüterindustrie gewinnen hierdurch neue energie- und klimapolitische Bedeutung.

(624) Ungeachtet der einzeltechnologischen Optionen bleibt festzuhalten, dass der größte Beitrag zur Steigerung der Energieeffizienz in der Verfahrenssubstitution und Produktsubstitution liegt, wodurch Potenziale von meist 30 – 80 % realisiert werden könnten.<sup>2</sup> Ein zweiter wichtiger Ansatzpunkt ist die integrale Planung und Optimierung der industriellen Wärme- und Kälteversorgung (vgl. Kapitel 4.3.5). Sowohl innerhalb von Betrieben wie auch gerade bei der Kooperation zwischen Unternehmen liegen umfangreiche ungenutzte Möglichkeiten vor zur intelligenten Kopplung und Nutzung von Temperaturniveaus durch kaskadenförmige Abwärmenutzung, Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung etc.<sup>3</sup> Die integ-

---

<sup>1</sup> Kruska (2001).

<sup>2</sup> Bradke (2001).

<sup>3</sup> Bradke (2001), Kruska (2001).

rale Standortplanung z.B. bei der Erschließung von Gewerbegebieten im Sinne sogenannter „Öko-Tech-Parks“ (Kruska) muss stärker als bisher Gegenstand der Stadt- und Raumplanung werden.

(625) Diese beiden letzten Aspekte unterstreichen den dringenden Bedarf an einem neuen, umfassenderen Verständnis von Energie- und Klimapolitik, die über tradierte analytische und administrative Begrenzungen hinweg einen Beitrag zu ganzheitlichen Nachhaltigkeitsstrategien leistet. Gerade zur Stimulierung und zur Lenkung entsprechender Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ist es erforderlich, die bisherige Konzentration auf einzelne Erzeugungstechniken zugunsten einer ganzheitlich orientierten Suche nach Systemlösungen aufzugeben.<sup>1</sup> Integrale Konzepte zur Senkung des Energie- und Ressourcenverbrauchs, neue Verfahrenstechniken und Produktkonzepte sowie Querschnittstechniken wie der Bereich Sensorik, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik müssen in der staatlichen Forschungsförderung wie auch in der Ausbildung und Qualifizierung mehr Aufmerksamkeit erhalten.

---

<sup>1</sup> Bradke (2001).

Tabelle 4-35: Übersicht der Einsparpotenziale im Sektor Industrie

	Verbrauch 1998	Technisches Potenzial		Wirtschaftliches Potenzial			
	PJ	PJ	%	von [PJ]	bis [PJ]	von [%]	bis [%]
<b>Elektrotechnologien</b>							
Primäraluminium	33	7,7	23,3%	2,6	3,3	7,9%	10,0%
Chlorherstellung	40,5	18,9	46,7%	2,2	3,6	5,4%	8,9%
<b>Summe</b>	<b>73,5</b>	<b>26,6</b>	<b>36,2%</b>	<b>4,8</b>	<b>6,9</b>	<b>6,5%</b>	<b>9,4%</b>
<b>Therm. Anwendungen &gt;500°C</b>							
Roheisen	338,9	16,9	5,0%	3,4	6,8	1,0%	2,0%
Elektrostahl	27,8	5,8	20,9%	1,4	2,8	5,0%	10,1%
Warmwalzen	40,4	13,4	33,2%	2	3,2	5,0%	7,9%
Sintern	41,9	5	11,9%	2,9	2,9	6,9%	6,9%
EST-Gießen	20,9	5	23,9%	0,8	1,5	3,8%	7,2%
NE-Gießen	5,5	1,1	20,0%	0,3	0,4	5,5%	7,3%
Sekundäralumin.	4	0,64	16,0%	0,3	0,4	7,5%	10,0%
Primärkupfer	4,1	0,32	7,8%	0,21	0,21	5,1%	5,1%
Sekundärkupfer	6,2	0,5	8,1%	0,25	0,4	4,0%	6,5%
Primärzink	2,1	0,08	3,8%	0,05	0,05	2,4%	2,4%
NE-Halbzeuge	36,5	8,4	23,0%	3,7	5,5	10,1%	15,1%
Ziegelbrennen	15,1	3,4	22,5%	1,5	1,8	9,9%	11,9%
Kalkbrennen	21,6	1,5	6,9%	1,1	1,1	5,1%	5,1%
Zementklinker	79,8	15,9	19,9%	4	6,4	8,0%	8,0%
sonst. Steine Erden	20,1	3,6	17,9%	1,6	2,1	10,4%	10,4%
Olefine	87	11,3	13,0%	5,2	7	8,0%	8,0%
Aluminiumoxid	2,3	0,2	8,7%	0,05	0,05	2,2%	2,2%
Investitionsgüter	43,3	4,3	9,9%	3,5	3,5	8,1%	8,1%
Glas	55,3	13,7	24,8%	5,5	6,6	11,9%	11,9%
Brennen von Feinkeramik	31,1	6,2	19,9%	2,5	3,1	10,0%	10,0%
<b>Summe TA &gt;500°C</b>	<b>883,9</b>	<b>117,2</b>	<b>13,3%</b>	<b>40,26</b>	<b>55,81</b>	<b>6,3%</b>	<b>6,3%</b>
<b>Therm. Anwendungen 200-500°C</b>							
Primärblei	1,1	0,2	18,2%	0,13	0,13	11,8%	11,8%
Kalisalze	9,8	2,8	28,6%	0,8	1	8,2%	10,2%
Waschmittel	5,2	1,8	34,6%	1	1	19,2%	19,2%
Industr. Backen	10,5	2,1	20,0%	1,1	1,6	10,5%	15,2%
<b>Summe TA 200-500°C</b>	<b>26,6</b>	<b>6,9</b>	<b>25,9%</b>	<b>3,03</b>	<b>3,73</b>	<b>11,4%</b>	<b>14,0%</b>
<b>Therm. Anwendungen &lt;200°C</b>							
Kohletrocknung	8	2,3	28,8%	0,6	0,8	7,5%	10,0%
Ziegelrocknung	14,4	1,2	8,3%	0,7	0,9	4,9%	6,3%
PVC-Entwässern	1,7	0,2	11,8%	0,05	0,05	2,9%	2,9%
Sodaherstellung	5,4	-	-	-	-	-	-
Holztrocknung	33,8	6,1	18,0%	2,7	4,1	8,0%	12,1%
Papiertrocknung	97,4	11,7	12,0%	4,9	7,8	5,0%	8,0%
Lacke u. Farben trocknen	17,5	2,8	16,0%	1,8	2,1	10,3%	12,0%
Trocknung von Feinkeramik	2,1	0,2	9,5%	0,1	0,1	4,8%	4,8%

Textilherstellung	14,7	2,3	15,6%	1,5	1,8	10,2%	12,2%
Zucker	27,6	11	39,9%	2,2	2,8	8,0%	10,1%
Milchprodukte	4	1,6	40,0%	0,6	0,6	15,0%	15,0%
Futtermittel	4,1	0,6	14,6%	0,4	0,5	9,8%	12,2%
Summe TA <200°C	230,7	40	1730,0%	15,5	21,5	6,7%	9,3%
<b>Summe</b>							
Einzeltechnologien	1214,7	190,7	15,7%	63,6	88	5,2%	7,2%
<b>Querschnittstechnologien (Anteil Industrie)</b>							
Druckluft	63	30,2	47,9%	19	22	30,2%	34,9%
Pumpen und Ventilatoren	175,7	43,9	25,0%	21	26	12,0%	14,8%
sonstige elektrische Antriebe	218,3	24,7	11,3%	50,8	50,8	23,3%	23,3%
Beleuchtung	37	28,3	77,2%	20,7	20,7	56,4%	56,4%
Sonstiges <sup>A)</sup>	683	202,9	29,7%	68,3	102,5	10,0% <sup>B)</sup>	15,0% <sup>B)</sup>
<b>Industrie Gesamt</b>	<b>2391</b>	<b>520</b>	<b>21,8%</b>	<b>243,5</b>	<b>311,3</b>	<b>10,2%</b>	<b>13,0%</b>
<sup>A)</sup> übrige Prozesswärme, Raumwärme, I&K, Warmwasser, Klimatisierung, Einsparpotenzial lt. WI,							
<sup>B)</sup> Grobabschätzung WI							

Quelle: Potenzialstudie, Ergänzungen durch das Wuppertal Institut

## Auswirkungen auf Niveau und Struktur des sektoralen Energieverbrauchs und Veränderungen der sektoralen CO<sub>2</sub>-Emissionen

(626) Die Aufteilung der Einsparpotenziale und die Abschätzung der Auswirkungen auf die sektoralen CO<sub>2</sub>-Emissionen ist in Tabelle 4–36 dargestellt.

**Tabelle 4–36: Aufteilung der Einsparpotenziale und Abschätzung der Auswirkungen auf die sektoralen CO<sub>2</sub>-Emissionen**

	Endenergieverbrauch 1998 PJ	Technisches Einsparpotenzial PJ	Minderung CO <sub>2</sub> Emissionen in Mio. t	Wirtschaftliches Einsparpotenzial PJ	Minderung CO <sub>2</sub> Emissionen in Mio. t
Elektrotechnologien	73,5	26,6	4,6	6,9	1,2
Querschnittstechnologien (nur mechanische Anwendungen)	238,7	78,1	13	48	8,4
Thermische Prozesse über 500°C	883,9	126,2	18,1	55,81	3,4
Thermische Prozesse 200°C - 500°C	26,6	6,9	0,42	3,73	0,24
Thermische Prozesse bis 200°C	230,7	39	2,34	21,56	1,21
<b>Summe</b>	<b>1453,4</b>	<b>276,8</b>	<b>38,46</b>	<b>136</b>	<b>14,45</b>
Anmerkung: nur Werte aus Potenzialstudie					



4.3.2.3 Maßnahmen zur Ausschöpfung der sektoralen Effizienzpotenziale und Handlungsmöglichkeiten: Schlussfolgerungen für notwendiges politisches Handeln

***Strukturierung von Maßnahmen und Hemmnissen bei der Erschließung von Einsparpotenzialen***

(627) Die aufgezeigten Potenzialen und Handlungsmöglichkeiten lassen sich zu sechs Typen von Maßnahmen zusammenfassen und mit Blick auf die charakteristischen Hemmnisse bei ihrer Umsetzung exemplarisch beschreiben (Tabelle 4–37). Eine vollständige Abbildung und Diskussion der Maßnahmen ist aufgrund der Vielzahl von Optionen im Sektor Industrie an dieser Stelle nicht möglich. Eine quantitative Bewertung des Beitrags zur Senkung der Energieverbräuche und Treibhausgasemissionen ist auf Grundlage der verfügbaren Darstellungen in der Synopse ebenfalls nicht zu leisten.

Tabelle 4-37: Übersicht von Maßnahmen und Hemmnissen

Maßnahmetyp	Beispiel	Zeitraumen	charakteristische Hemmnisse
Prozess-optimierung	Prozesssteuerung Optimierung der Brenntechnik (NE-Metalle) Abwärmenutzung	kurz-mittelfristig	Bindung an Investitionszyklus, Kapitalknappheit
Prozess-substitution	Chlorherstellung, neue Katalysatoren	mittel-langfristig	in Großindustrie: geringe Priorität, organisatorische Trennung von Prozess und Peripherie in KMU: keine Personalkapazität, fehlendes Know-How
Optimierung Querschnittstechnologien	Dimensionierung von Anlagen und Antrieben, Modernisierung von Pumpen, Lüftungsanlagen, Druckluftherzeugung	kurz-mittelfristig	fehlende Öko-Effizienzkultur, fehlende politische langfristige Rahmenbedingungen für Dematerialisierung
indirekte Minderung durch ökoeffiziente Produkte und Dienstleistungen	Leichtbau in Automobilbau, Langlebiges Design, Erhöhung Reperaturtauglichkeit	mittel-langfristig	Marktakzeptanz, fehlende politische langfristige Rahmenbedingungen
Stromstoff-management	Einsatz Zuschlagstoffe in Zementindustrie, Erhöhung Scherbenanteil in Glasindustrie	mittel-langfristig	fehlende Effizienzkultur, organisatorische Defizite, keine Personalkapazität
Betrieb, Wartung, Instandhaltung		kurzfristig	

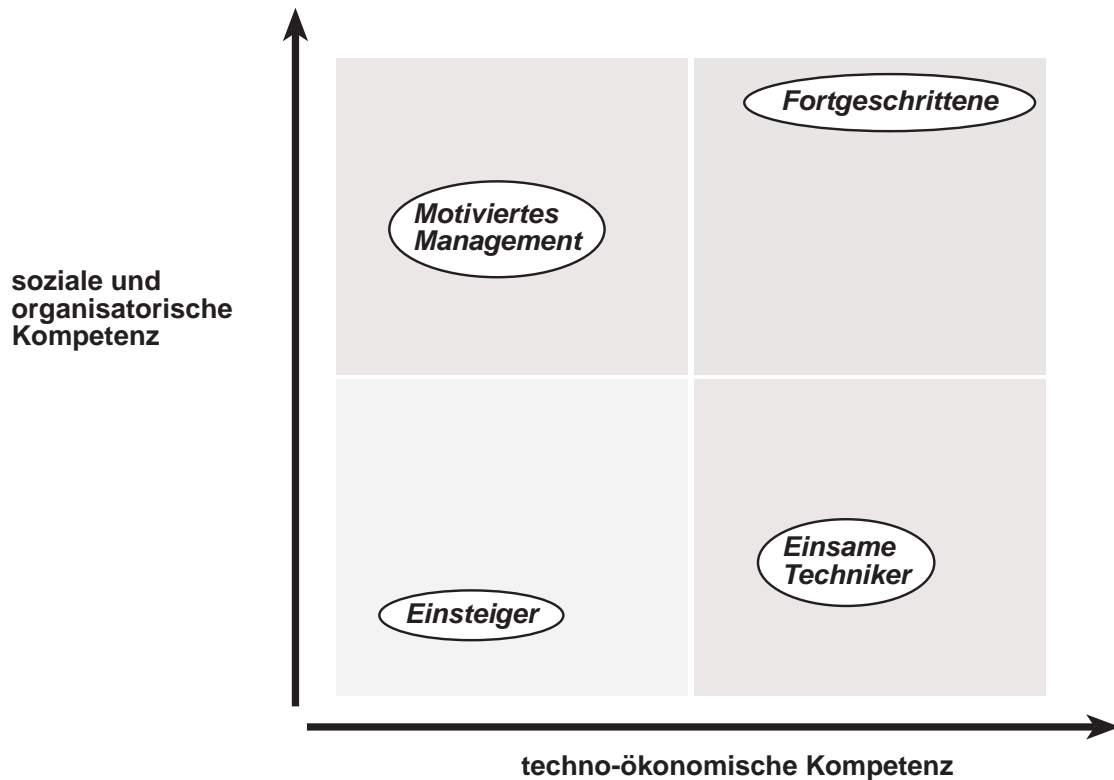
### ***Exkurs: Differenzierung der Zielgruppen und Handlungsmöglichkeiten innerhalb des Sektors Industrie***

(628) Die große Vielfalt und Heterogenität der Anwendungstechniken in der Industrie führt zusammen mit den spezifischen Marktsituationen der Unternehmen in den Branchen dazu, dass sich die Einsatzbedingungen und Handlungsmöglichkeiten innerhalb des Sektors Industrie stark unterscheiden. In der energiepolitischen Diskussion werden diese Unterschiede bislang nicht ausreichend berücksichtigt, da bei der Diskussion von Potenzialen und Maßnahmen der Fokus häufig auf die energieintensiven Branchen der Grundstoffindustrie gerichtet ist, während andere wichtige Akteure wie Fahrzeug- und Maschi-

nenbau oder die Elektrotechnische Industrie tendenziell vernachlässigt werden. Eine stärkere Differenzierung der Zielgruppen und Handlungsmöglichkeiten innerhalb des Sektors Industrie würde deshalb die Gestaltung von problem- und zielgruppenspezifischen Maßnahmen unterstützen.

(629) Einen ersten Ansatzpunkt für eine differenzierte Analyse der unterschiedlichen Ausgangslagen in der Zielgruppe der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) bieten empirische Analysen erfolgreicher Implementierungsprozesse.<sup>1</sup> Aufbauend auf den beobachteten Stärken und Schwächen bei der Umsetzung von Effizienzmaßnahmen können vier Unternehmenstypen unterschieden werden (Abbildung 4–22).

Abbildung 4–22: Differenzierung von vier Unternehmenstypen in der Zielgruppe der kleinen und mittleren Unternehmen



(630) **Typ 1 – Die Fortgeschrittenen:** Diese Unternehmen räumen Energieeffizienz in allen Bereichen ihrer Aktivität hohe Priorität ein, und Optimierungsfähigkeit ist ausreichend vorhanden. Bevor die Vorreiter im Bereich Energie tätig wurden, lagen sie oft auf anderen Gebieten „vorne“ (z.B. Umweltschutz, Arbeitssicherheit, Innovation) und es wird

<sup>1</sup> Ramesohl (2001), InterSEE (1998).

meist ein ganzheitlicher Ansatz, z.B. im Rahmen eines Umweltmanagementsystems, verfolgt. Firmen des Typs 1 neigen dazu, aktiv nach Handlungsmöglichkeiten zu suchen und Maßnahmen aus eigenem Antrieb zu realisieren. Die Akteure im Unternehmen sind allgemein motiviert und handlungsfähig, wobei die Geschäftsleitung die Eigeninitiative der Mitarbeiter in der Regel honoriert und unterstützt. Akteure aus diesen Firmen sind häufig in Netzwerken aktiv, suchen kontinuierlich nach neuen Impulsen bzw. Ideen und streben gleichzeitig nach sozialer Anerkennung ihres erfolgreichen Engagements, was sie zur Weiterführung ihrer Aktivitäten motiviert. Die Fortgeschrittenen zeichnen sich oft durch hohe Kompetenz und Erfahrung bei der gezielten Kooperation mit Herstellern oder Forschungseinrichtungen aus.

(631) **Typ 2 – Das motivierte Management:** In dieser Kategorie wird die Aktivität durch die Vorgaben des Managements dominiert. Grundsätzlich liegt eine Mobilisierung der Akteure vor, aber gerade im technischen Bereich bestehen Defizite, so dass insbesondere in der Planungsphase Probleme auftreten. Aufgrund der fehlenden Erfahrung und unzureichender Kenntnisse bestehen weiterhin Schwierigkeiten bei der Orientierung auf Effizienzmärkten sowie der Erschließung externer Unterstützung.

(632) **Typ 3 – Die (einsamen) Techniker:** In diesen Firmen ist genügend energietechnische Kompetenz zur Durchführung von Effizienzprojekten vorhanden und in vielen Fällen existiert ein hochmotivierter Schlüsselakteur, z.B. im technischen Management. Aufgrund seiner Erfahrung, Know-how und durch das hohe Eigeninteresse sind gute interne Voraussetzungen für die Konzeptionierung und Planung von Maßnahmen gegeben. Gegenätzlich zum Typ 2 ist in diesen Fällen jedoch das Engagement der Geschäftsleitung im Bereich Energieeffizienz häufig beschränkt und die Schlüsselakteure stehen oft als Einzelkämpfer auf „einsamen Posten“. Unter größeren Unternehmen sind häufiger Typ 3-Firmen zu finden, die einen eigenen Energieverantwortlichen haben, der aber unzureichend in die Organisation integriert ist. Energieeffizienzmaßnahmen stoßen im Betrieb oft auf geringe Akzeptanz, wodurch Probleme bei der Darstellung und Begründung von Projektideen entsteht.

(633) **Typ 4 – Die Einsteiger:** Ihnen fehlt sowohl das organisatorische wie auch das technische Know-how zur Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen, denn Energie hat in diesen Firmen bisher keine Rolle gespielt. Die Einsteiger brauchen für jede Aufnahme von Aktivitäten einen Anstoß (auslösenden Impuls) von außen, weshalb sie – für sich allein gelassen – oft passiv bleiben. Externe Impulse sind unverzichtbar, z.B. in Form von Energieaudits, die von vertrauenswürdigen externen Partnern durchgeführt wurden und klare Vorschläge für wirtschaftlich machbare Maßnahmen enthalten.

### ***Wichtige Rolle externer Partner***

(634) Es lässt sich an dieser Stelle feststellen, dass in vielen mittelständischen Unternehmen wichtige Kompetenzen in einer oder sogar in beiden Dimensionen nicht verfügbar sind. Mit Blick auf die Entwicklungsgeschichte von Unternehmen kann allerdings beobachtet werden, dass Betriebe durch anhaltende Aktivitäten im Bereich „Energieeffizienz“ ihre Kompetenzen schrittweise aufbauen können. Hierfür müssen nicht zwangsläufig alle erforderlichen Beiträge im Unternehmen selbst erbracht werden. Es scheint keine allgemein gültige „Mindestausstattung“ zu geben, denn einzelne Stärken können bereits ausreichen um Erfolg zu erzielen. Die zwingende Voraussetzung dafür ist allerdings, dass ein entsprechendes Umfeld und funktionierende Kooperationen mit externen Partnern gegeben sind.

(635) Externe Partner können die Akteure im KMU insbesondere durch maßnahmen-spezifisches technisches Know-how, organisatorische Fähigkeiten des Projektmanagements sowie ausreichende finanzielle und personelle Kapazitäten zur Durchführung der anfallenden Aufgaben unterstützen. Dies schließt Hilfe bei der Gestaltung von Kontakten und Kooperationen des Betriebs mit Lieferanten, Kunden, Behörden, Banken etc. mit ein.

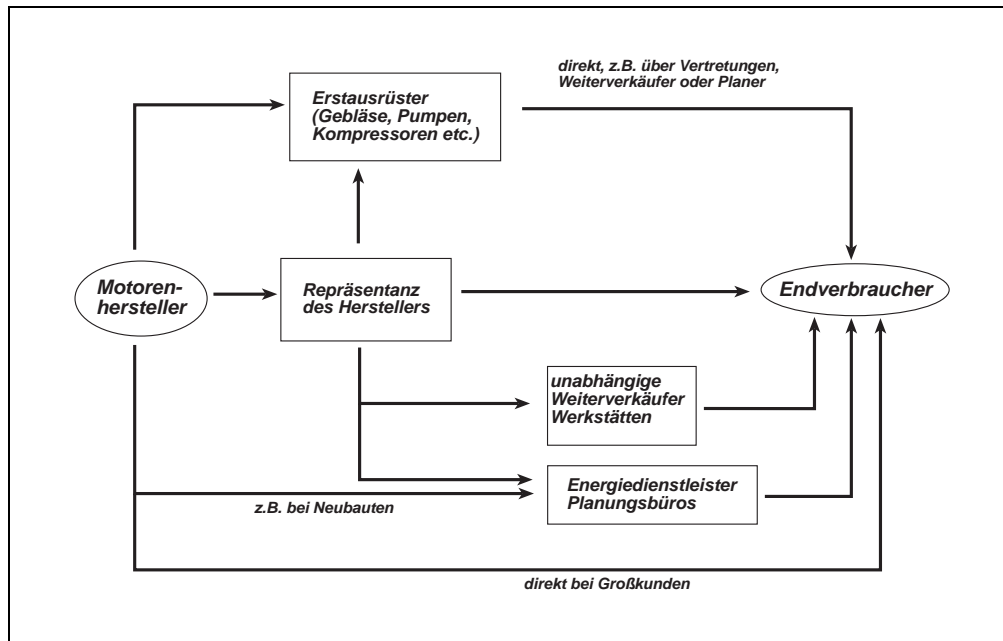
(636) Eine besondere Rolle spielt hierbei die Auswahl von energierelevanten technischen Ausrüstungen und Anlagen im Bereich der Querschnittstechnologien, wo Energiekosten bzw. die Energieeffizienz der Anlagen nur ein nachgeordnetes Kriterium unter anderen sind. Ein Unternehmen kauft z.B. ein CNC-Bearbeitungszentrum in erster Linie aufgrund dessen Bearbeitungsfunktionen und -geschwindigkeit, wohingegen der Energieverbrauch keine wesentliche Rolle spielt. Das Thema „Energieeffizienz“ ist also häufig kein relevantes Kriterium für die Kommunikation bei der Beschaffung von Maschinen und Anlagen. Verstärkend kommt hinzu, dass zwischen Endverbraucher und dem Hersteller der energieverbrauchenden Komponenten in der Regel verschiedene Akteure wie Anlagenbauer, Händler etc. in die Lieferkette eingebunden sind. Ein Beispiel hierfür ist das Interessengeflecht des Marktes für elektrische Motoren (Abbildung 4–23), wo die Endverbraucher kaum Zugang zur direkten Auswahl energieeffizienter Motoren haben, und Kriterien der Erstausrüster oder Zwischenhändler wie Anschaffungspreis, Ersatzteillogistik und Zuverlässigkeit (wg. Garantieverpflichtungen) die Wahl von Einzelkomponenten dominieren.<sup>1</sup> Damit alle beteiligten Akteure Energieeffizienz als einen relevanten Aspekt in

---

<sup>1</sup> De Almeida (1998).

ihre Entscheidungen einbeziehen, muss das Thema auch durch alle Stufen der Herstellungs- und Lieferkette kommuniziert werden. Hier müssen z.B. Markttransformationsprogramme als öffentliche Initiative zu Standards, Labelling usw. ansetzen.

Abbildung 4–23: Vertriebswege im Markt für Elektromotoren



Quelle: de Almeida 1998

### **Strategien und Handlungsschwerpunkte zur Ausschöpfung der technisch-wirtschaftlichen Potenziale**

(637) Vor diesem Hintergrund können neben der laufenden Optimierung von energieintensiven Produktionsprozessen **vier Ansatzpunkte für energiepolitische Effizienzstrategien** identifiziert werden:

- **Optimierung von Querschnittstechnologien in großen und energieintensiven Unternehmen** – in dieser Zielgruppe werden Querschnittstechnologien und periphere Energieanwendungen tendenziell vernachlässigt, da sie im Vergleich zu den Kernprozessen einen relativ geringen Anteil am betrieblichen Energieverbrauch haben. Die Aufgabe besteht also darin, die Aufmerksamkeit der vorhandenen Energieexperten im Unternehmen verstärkt auch auf diese Anwendungen zu lenken und unterstützende (marktbasierte) Kooperationen mit externen Partnern (Contractoren, Energiedienstleister usw.) zu fördern. Weiterhin ergeben sich in dieser Zielgruppe aufgrund der Größe besondere Möglichkeiten für Markttransformationsprogramme wie z.B. Energieeffizienz - Procurement oder effizienzorientierte Beschaffungsregeln (Life-Cycle-Costing).

- **Optimierung von Querschnittstechnologien in kleinen und mittleren Unternehmen** – in dieser Zielgruppe wird der Energieverbrauch i.d.R. maßgeblich durch Querschnittstechnologien bestimmt. Das Thema erhält jedoch aufgrund der geringen ökonomischen Bedeutung der Energiekosten keine Priorität, was durch fehlendes Know-how und Personalkapazitäten verstärkt wird. In dieser Zielgruppe besteht deshalb im Gegensatz zu den Energieabteilungen von Großbetrieben besonderer Bedarf nach einer externen Unterstützung, die durch Information, Planungshilfen und Prozesbegleitung überhaupt erst die Voraussetzungen für Handeln im KMU schafft. Energieagenturen und (regionale) Netzwerke spielen ebenfalls eine wichtige Rolle.
- **Prozesssubstitution bei energie- und ressourcenintensiven Verfahren durch technologische Innovationen und organisatorisch-logistische Änderungen** – Ziel sollte es sein, durch die Optimierung von Stoffströmen, Rohstoffeinsätzen und Reststoffnutzung (Recycling) sowie durch Nutzung neuer Technologien z.B. im Bereich der Katalysatoren völlig neue, umweltschonende Produktionsverfahren voranzubringen. Hier sind Synergien mit dem produktintegrierten Umweltschutz (PIUS) und der Umwelt-/Abfallpolitik (Kreislaufwirtschaft, Rücknahmepflichten etc.) aktiv zu suchen und zu nutzen.
- **Dematerialisierung von Produkten und Dienstleistungen durch ökoefizientes Design** – die langfristigen Anforderungen an ein nachhaltiges Energiesystem im Rahmen einer zukunftsfähigen Entwicklung können nur durch neue Produkte und Dienstleistungen erreicht werden, die menschliche Bedürfnisse mit deutlich geringerem Umweltverbrauch befriedigen. Die Markteinführung solcher sozialen, organisatorischen und technischen Innovationen erfordert Umdenkprozesse und Verhaltensänderungen sowohl seitens der Hersteller wie auch der Verbraucher. Neben der konkreten Förderung von innovativen Pilotprojekten spielt der Stellenwert des Themas Energie und Klimaschutz in der öffentlichen Debatte hierbei eine wichtige Rolle als wichtiger Orientierungspunkt für die persönliche Motivation und das konkrete Handeln im Betrieb. Industrieunternehmen können nicht losgelöst von ihrem sozialen Umfeld betrachtet werden, was die Notwendigkeit von umfassenden Zukunftsfähigkeitsdebatten auf allen gesellschaftlichen Ebenen unterstreicht (vgl. Kapitel 4.3.9).

#### 4.3.2.4 Instrumente und Maßnahmen

(638) Die in Kapitel 6 diskutierten allgemeinen Maßnahmen wie z.B. die ökologische Steuerreform, der energiewirtschaftliche Rahmen usw. bilden die Grundlage für die energiepolitische Umsetzung der vier Effizienzstrategien und schaffen einen notwendigen, im

Einzelfall allerdings noch nicht ausreichenden Anreizrahmen. Förderliche Impulse beispielsweise über Energiepreissignale tragen zwar zur Neuausrichtung von individuellem und organisatorischem Handeln bei, reichen aber nicht aus, um die Vielzahl der technologie- und aktoursspezifischen Hemmnisse abzubauen.

(639) Aus diesem Grunde müssen neben den allgemeinen Voraussetzungen die vier Energieeffizienzstrategien im Sektor Industrie durch eine Kombination verschiedener Instrumente und Maßnahmen unterstützt werden (Tabelle 4–38). Jedes dieser Instrumente hat spezifische Stärken und Merkmale, die deshalb im Rahmen eines zielgruppen- und strategiespezifischen Policy Mix gebündelt werden sollten.



**Tabelle 4–38: Übersicht verschiedener Instrumente und Maßnahmen zur Unterstützung der vier Energieeffizienzstrategien im Sektor Industrie**

Art der Maßnahme	Beispiele	Querschnittstechnologie n in großen und energieintensiven Unternehmen	Querschnittstechnologie n in KMU	Prozesssubstitution	Dematerialisierung von Produkten und Dienstleistungen
Mobilisierungs- und Informationsprogramme, Newsletter, Internetportale usw.	Energieagenturen Druckluftkampagne DEnA Best practice Programme (UK)	X	X		
Energieaudits und - analysen	Impulsberatung Energieagentur NRW Energieexplorer (PESAG)	X	X		
Energiemanagement- systeme		X	X		
Umweltmanagement- systeme	EU-ÖkoAudit ISO14001				X
Contracting		X	X		
(regionale) Netzwerke	Modell Hohenlohe	X	X		
strategische Netzwerke innerhalb der Produktionskette	Eko Energi (S)			X	X
Leitlinien für Beschaffung Life-Cycle- Costing	Kompass	X	X		
Indikatoren und Bilanzierungsverfahren	integrative Studiengänge (FH Bielefeld, Uni Hannover etc.)	X	X	X	X
Aus- und Weiterbildung (akademisch, gewerblich)	Ökoprofit (Ös/D)	X	X	X	X
Qualifikationsmaß- nahmen		X	X	X	X
Prozeßbegleitung/ Coaching	RAVEL	X	X	X	X
Markttransformations- programme	unternehmensbezogene Verpflichtungen branchenbezogene Verpflichtungen	X	X		
freiwillige Selbstverpflichtungen	VDEW eta-Wettbewerb	X	X	X	X
Wettbewerbe, Preise und Auszeichnungen	VDEW eta-Wettbewerb Energiemanager des Jahres Wuppertaler Energie&Umweltpreis	X	X	X	X

Anmerkung: Grau hinterlegte Bereiche kennzeichnen besonders wichtige Wirkungsbeziehungen

(640) Die Diskussion der Wirkungsprofile der energiepolitischen Maßnahmen und Angeboten zeigt, dass die angestrebten Innovationen im Bereich der Prozesssubstitution und der Dematerialisierung von Produkten und Dienstleistungen neben den energiepolitischen Impulsen vor allem durch weitere umwelt- und wirtschaftspolitische Initiativen vorangebracht werden müssen. Gerade die Abfallpolitik und damit zusammenhängende Strategien zur Schließung von Kreisläufen spielen hier eine wichtige Rolle.

(641) Insbesondere mit Blick auf die oben genannten langfristigen Investitionszyklen bei Produktionstechnologien muss abschließend die **zentrale Bedeutung von langfristigen und verlässlichen Rahmenbedingungen als wichtigste Voraussetzung für zukunftsorientiertes unternehmerisches Handeln** betont werden. Gerade im Bereich der Prozesssubstitution und ökoeffizienten Produktgestaltung bedeuten die aufgezeigten Handlungsoptionen für die Unternehmen eine weitreichende strategische Festlegung mit erheblichen Kapitaleinsätzen. Über den Zielzeitraum des Kyoto-Protokolls (2008 – 2012) hinaus müssen deshalb durch eine klare Artikulation des politischen und gesellschaftlichen Willens zu einer nachhaltigen Entwicklung die Leitplanken für strategische Investitionsplanungen gesetzt werden. Die Anstrengungen zur Schaffung einer derartigen langfristigen Perspektive – z.B. in Form von abgestimmten Zielvereinbarungen im Rahmen von nationalen Umweltplänen und eines breiten gesellschaftlichen Diskurses über umweltschonende Wege zu mehr Lebensqualität – sind deshalb zu verstärken.