

**Energiebedarf und wirtschaftliche Energieeffizienz-Potentiale
in der mittelständischen Wirtschaft Deutschlands bis 2020
sowie
ihre gesamtwirtschaftlichen Wirkungen**

Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und
Reaktorsicherheit

Herbst, A., Jochem, E., Idrissova, F., John, F., Lifschiz, I., Lösch, O., Mai, M., Reitze, F., Toro, F.

Karlsruhe/Berlin, den 19. Dezember 2013

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, den heutigen Endenergiebedarf der mittelständischen Wirtschaft Deutschlands darzustellen, die vorhandenen rentablen Energieeffizienzpotenziale bis zum Jahr 2020 zu analysieren und einen Ausblick auf mögliche gesamtwirtschaftliche Effekte durch die Hebung dieser Potenziale zu bieten.

Dazu wurden statistische Daten, szenarienbasierte Energiebedarfsprojektionen sowie empirische Daten zu Energieeffizienzpotenzialen analysiert und auf die mittelständische Wirtschaft herunter gebrochen.

Zentrale Ergebnisse:

Im Jahr 2008 betrug der Endenergiebedarf der mittelständischen Wirtschaft 2200 PJ. Für das Jahr 2020 wird bei bestehender Energieeffizienzpolitik ein Endenergiebedarf von ca. 2050 PJ prognostiziert. Ein Teil der hier prognostizierten Minderung ist allerdings auch durch Strukturwandeleffekte hin zu weniger energieintensiven Branchen und Produkten bedingt. Durch eine ambitionierte Energieeffizienzpolitik mit konkreten zusätzlichen Maßnahmen ließen sich im Jahr 2020 bis zu 200 PJ zusätzlich wirtschaftlich einsparen, so dass der Endenergiebedarf trotz weiterhin moderat wachsender Produktion auf bis zu 1805 PJ sinkt. Im Durchschnitt über alle Branchen entspricht dies einem Effizienzfortschritt von bis zu 2% jährlich im Zeitraum bis 2020.

Eine effektive Hebung dieser Potenziale bringt gegenüber einer stagnierenden Energieeffizienz Energiekostensparnisse von jährlichen knapp 1 Mrd. € im Jahr 2020 für die mittelständische Wirtschaft Deutschlands mit sich. Durch die rentablen Energieeffizienzinvestitionen, Kostensenkungen sowie zusätzliche Einkommen liegt das BIP in 2020 um ca. 3,5 Mrd. € höher. Die Netto-Beschäftigung steigt um ca. 40.000.

Inhalt

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Zielsetzung, methodisches Vorgehen und Rahmenannahmen..... | 1 |
| 2 | Energienachfrage in der mittelständischen Wirtschaft – Basisjahr 2008 und Projektionen bis 2020..... | 5 |
| 3 | Energieeffizienz-Potentiale 2020 der mittelständischen Wirtschaft und ihre Wirtschaftlichkeit | 10 |
| 3.1 | Effizienz-Potentiale in den mittelständischen Unternehmen der Industrie | 11 |
| 3.1.1 | Querschnittstechnologien der mittelständischen Industrie..... | 11 |
| 3.1.2 | Prozess-bezogene rentable Energieeffizienz-Potentiale 2020 für die Industrie | 16 |
| 3.2 | Sektor- und Branchenansatz anhand von Politik-Szenarien bis 2020..... | 18 |
| 3.2.1 | Energieeffizienz-Potentiale in den mittelständischen Unternehmen der Industrie | 18 |
| 3.2.2 | Energieeffizienz-Potentiale in den mittelständischen Unternehmen des GHD-Sektors | 21 |
| 3.3 | Fazit der möglichen Energieeffizienz-Gewinne für die mittelständische Wirtschaft bis 2020 | 22 |
| 4 | Energiekostenminderung durch Energieträgersubstitution und KWK-Nutzung | 23 |
| 5 | Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen und Fazit..... | 23 |
| 5.1 | Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen einer ambitionierten Energieeffizienz-Initiative in der mittelständischen Wirtschaft..... | 24 |
| 6 | Literatur..... | 27 |
| 7 | Anhang | 30 |
| 7.1 | Raumwärme- und Warmwasserbedarf im Verarbeitenden Gewerbe..... | 30 |
| 7.2 | Szenarien-Definition der Wärme- und Kältestrategie Deutschland | 30 |

1 Zielsetzung, methodisches Vorgehen und Rahmenannahmen

Diese Untersuchung hat drei Aspekte zum Ziel:

- zum Einen den heutigen Endenergiebedarf der mittelständischen Wirtschaft im Verarbeitenden Gewerbe und im GHD-Sektor abzuschätzen (dieser ist bisher nicht bekannt),
- zum Anderen die Energieeffizienz-Potentiale, die man durch eine ambitionierte Energieeffizienzpolitik in den kommenden Jahren in diesen Sektoren der mittelständischen Wirtschaft realisieren könnte, darzustellen. Hierbei geht es insbesondere um die Tatsache, dass ein sehr großer Anteil dieser Potentiale sehr rentabel ist.
- Schließlich sollen die Erkenntnisse zu den gesamtwirtschaftlichen Wirkungen einer ambitionierten Energieeffizienzpolitik für die mittelständische Wirtschaft dargestellt werden.

Dieses Papier will damit auch einen Beitrag zur „Mittelstandsinitiative Energiewende“ leisten indem den handelnden Akteuren ein wissenschaftlich fundierter Überblick über Art und Umfang der rentablen Energieeffizienzpotentiale an die Hand gegeben wird.

Eine höhere Energieeffizienz ist gleichbedeutend mit höherer Wertschöpfung in Deutschland und speziell im Mittelstand, sie reduziert zudem kostspielige Energieimporte. Weiterhin leistet sie einen erheblichen Beitrag zur Erreichung der klimapolitischen Ziele.

In den kommenden Jahren dürften die Zinsen für die Aufnahme von Fremdkapital weiterhin außergewöhnlich günstig sein, so dass auch aus diesem Blickwinkel eine Hebung vorhandener rentabler Energieeffizienzpotentiale derzeit eine große Chance darstellt.

Methodisches Vorgehen

Der Endenergiebedarf der mittelständischen Wirtschaft wird durch keine offizielle Statistik für den Bereich des Verarbeitenden Gewerbes ausgewiesen. Beim GHD-Sektor ist dies nicht anders, wenngleich hier davon ausgegangen werden kann, dass man den gesamten Energiebedarf (mit Ausnahme der Verbräuche der Gebietskörperschaften) der mittelständischen Wirtschaft zuordnen könnte. Denn selbst bei großen Filial-Unternehmen operieren die einzelnen Filialen im Grunde wie KMU. Will man die großen Filial-Unternehmen im Handels-, Banken- und Versicherungs-Sektor ausschließen, dürfte dies mit unsicheren Schätzwerten verbunden sein. Deshalb wird dies hier nicht versucht.

Im Einzelnen wurde wie folgt für das Basisjahr 2008 vorgegangen:

- Im Bereich des Verarbeitenden Gewerbes wurde die Kostenstruktur-Statistik hinzugezogen (DESTATIS FS 4.3) und dann die Energieverbräuche entsprechend den Unternehmensgrößen bis zu 500 Beschäftigten (bei wenigen energieintensiven Branchen bis zu 250 Beschäftigten) über die Energiekostenanteile und die Daten der Arbeitsgemeinschaft geschätzt (Jochem/Herbst 2011).
- Im GHD-Sektor gibt es die Schwierigkeit, dass im Bereich Krankenhäuser, Altersheime, Schulen, Schwimmbäder (für 2008 angegeben mit 175 PJ; AGEB 2011 a) und anderen öffentlichen Dienstleistungen ein Teil durch private Unternehmen und der Rest durch Gebietskörperschaften und Institutionen des öffentlichen Rechts abgedeckt werden. Hier wurde zunächst davon ausgegangen, dass der Anteil der Gebietskörperschaften am Endenergie-Verbrauch des GHD-Sektors pauschal mit 10 % des gesamten

Endenergiebedarfs des GHD-Sektors berücksichtigt werden kann, d.h. für 2008 beträgt der Endenergieverbrauch nicht 1.442 PJ (vgl. AGEBA 2012), sondern nur 1.300 PJ (ohne Gebietskörperschaften). Dieser dürfte sich bis 2012 kaum verändert haben.

Nachdem der Endenergiebedarf (davon auch der Strombedarf) für 2008 für die Sektoren und Branchen festgelegt wurde, erfolgte die Schätzung der Energieeffizienz-Potentiale für die mittelständische Wirtschaft auf zwei Weisen:

- auf der Basis von Informationen zu den Querschnittstechniken (vgl. Kapitel 3.1):
Diese Potentialangaben basieren auf empirischen Erhebungen für die mittelständische Wirtschaft. Sie sind zwar technikspezifisch, aber sie decken nur einen Teil des Endenergiebedarfs der mittelständischen Wirtschaft ab. Andererseits sind sie den direkt bestehenden oder geplanten Policy-Maßnahmen wie z.B. der Förderrichtlinie für Querschnittstechnologien oder den technischen Bestimmungen der Öko-Design-Richtlinie zuzuordnen. Aufgrund der technikspezifischen Analyse sind die Potentialangaben direkt in Prozentangaben gemacht, unabhängig von der Produktionsentwicklung des Verarbeitenden Gewerbes oder des GHD-Sektors.
- auf der Basis von Energiebedarfsprojektionen mit unterschiedlicher Politik-Intensität (vgl. Kapitel 3.2):
Hier werden die Energieeffizienz-Potentiale einer Branche insgesamt erfasst. Allerdings erfolgt dies auf einem höheren Aggregations-Niveau. Zudem in der Regel nicht nur für die mittelständischen Unternehmen, sondern für die gesamte betrachtete Branche. Darin enthalten sind auch strukturelle Veränderungen (mehr Wertschöpfung, Strukturveränderungen der Produktion und Produkte) sowie der Strommehrbedarf infolge weiterer Automation bzw. durch neue energieeffiziente Produktionsverfahren (z.B. Membrantechnik statt thermischer Trennung) oder die Abwärmenutzung (mehr Pumpen- oder Ventilator-Einsatz). Durch die genannten Aspekte erscheinen die Potentiale entweder zu groß (beim Strukturwandel) oder zu klein (infolge des Strommehrbedarfs durch weitere Automation und die neuen energieeffizienten Produktionsverfahren). Diese Effekte werden durch Literaturlauswertung und Expertenschätzung weitgehend herausgerechnet. Im Allgemeinen wird aufgrund empirischer Kenntnisse davon ausgegangen, dass die Energieeffizienz-Potentiale bei KMU wegen fehlender Kenntnisse und fehlendem Personal, das auf Energieeffizienz spezialisiert ist, eher etwas größer sind als bei großen Unternehmen.
- Weiterhin werden die rentablen Energieeffizienz-Potentiale anhand empirischer Daten – meist aus Initialberatungsberichten beratender Ingenieure (Gruber u.a., 2013; Mielicke u.a. 2012) und Veröffentlichungen von Hersteller- und Anwender-Unternehmen zu Energieeffizienz-Investitionen mit Angaben zur Wirtschaftlichkeit von Best practice-Beispielen (z.B. der dena oder in den Newslettern sowie der Internet-Seite des Projektes 30 Pilotnetzwerke) – ausgewiesen (vgl. Abschnitt 3.1).

Schließlich werden Ergebnisse von makroökonomischen Analysen zur Beschreibung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von Energieeffizienz-Investitionen für die Abschätzung der hier für den Mittelstand möglichen Potentiale und ihren gesamtwirtschaftlichen Effekten ausgewertet (vgl. Abschnitt 5).

Rahmenannahmen

Die im Folgenden dargestellten Potentiale der Energieeffizienz und ihrer Wirtschaftlichkeit sowie gesamtwirtschaftlicher Wirkungen bis zum Jahre 2020 bedürfen der Angabe von demographischen und makroökonomischen Rahmendaten. Hierfür wurden die Daten aus dem zielorientierten Szenario (Energiewende-Szenario) der „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung“ (ewi/gws/prognos 2010) verwendet. Diese seien hier kurz beschrieben:

- Die Einwohnerzahl geht um etwa 1 Mio. Bewohner zwischen 2010 und 2020 zurück (vgl. Abbildung 1). Diese Annahme entspricht in etwa der Vorausschätzung des Statistischen Bundesamtes aus Jahr 2009 in der Variante „mittlere Bevölkerung, Obergrenze“ (Variante 1-W1) (StaBuA 2009) (vgl. Abbildung 1, rechts unten). Sie hat für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung und jene in den Dienstleistungssektoren eine gewisse Bedeutung. Die jüngsten Zahlen des Mikrozensus kommen zwar zu dem Ergebnis, dass die Basis der Wohnbevölkerung um etwa 1 Mio. Einwohner tiefer liegt, aber dieser Basiseffekt hat für die hier verwendeten ökonomischen Rahmenbedingungen keinen Einfluss.
- Die Modellrechnung zur Wirtschaftsentwicklung in Deutschland berücksichtigt die Finanz- und Wirtschaftskrise der Jahre 2008/2009. Die Erholung der Wirtschaft mit einem realen Wachstum des Bruttoinlandsproduktes (BIP) von 3,6 % im Jahr 2010 wurde allerdings in den *Energieszenarien* unterschätzt. Für die makroökonomischen Rahmendaten wird daher für das Jahr 2010 das reale BIP Wachstum angesetzt und im weiteren Verlauf der Wachstumspfad von ewi/gws/prognos (2010) übernommen. Diese Anpassung wird entsprechend auch für die Bruttowertschöpfung nach Sektoren vorgenommen.

Demnach steigt das BIP pro Kopf von etwa 30.000 €₂₀₀₅ im Jahre 2010 auf 34.000 €₂₀₀₅ in 2020 (vgl. Abbildung 1). Mit 400 € pro Kopf und Jahr ist dieses Wachstum plausibel, wegen der Wachstumsschwäche in Europa und der Welt in den Jahren 2012 bis 2014 allerdings am oberen Rand der Erwartungen einzuschätzen. Denn die Euro- und Staatsverschuldungskrise ist auch im Jahre 2013 hinsichtlich ihrer gesamtwirtschaftlichen Folgen noch ungeklärt.

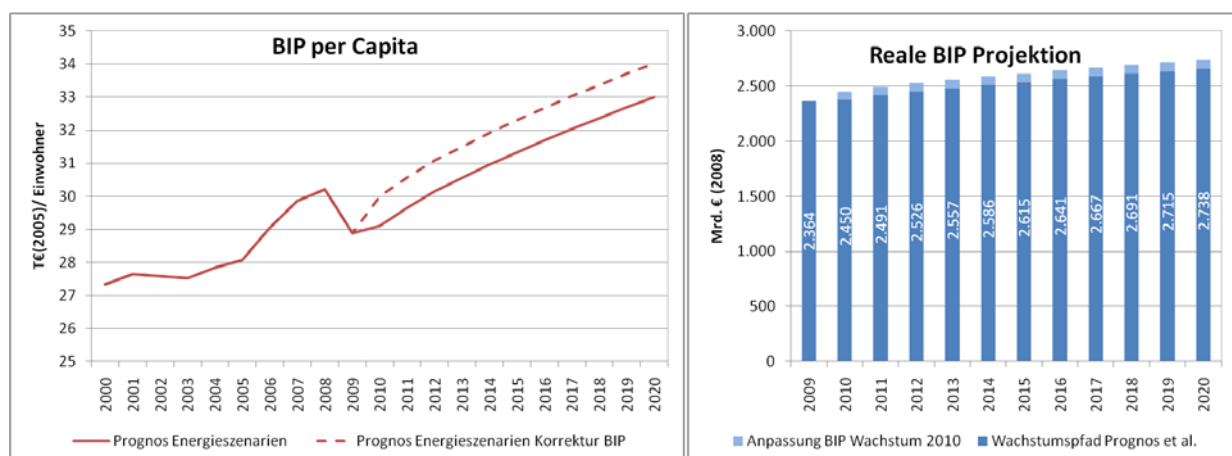


Abbildung 1: Projektion der Wirtschaftsentwicklung (BIP), Deutschland, 2010 bis 2020

Verwendete Szenarien

Der in diesem Arbeitspapier in Kapitel 2 dargestellte Energiebedarf beruht im Wesentlichen auf zwei definierten Szenarien (siehe Anhang) der „Wärme- und Kältestrategie Deutschland“ (Steinbach u.a., 2011):

- dem *Referenz-Szenario*. Hier wird eine Fortsetzung der bisherigen energiepolitischen Trends und steigende Energiepreise unterstellt, nicht aber weitere politische Maßnahmen zur Energieeffizienz.
- dem *Politik-Szenario* mit zusätzlichen Maßnahmen zur Energieeffizienz, das die wirtschaftlichen Energieeffizienz-Potentiale durch geeignete Maßnahmen zunehmend ausschöpft (von Steinbach u. a. „Schneller globaler Konsens Szenario“ genannt).

Weiterhin finden bei der Analyse der Energiebedarfsprognosen zur Ermittlung der Energieeffizienzpotentiale in Kapitel 3 folgende Szenarien Verwendung:

- Das Referenzszenario (Aktuelle-Politik-Szenario) sowie das Politik-Szenario (Energie-wende-Szenario) der Studie „Politiksznarien für den Klimaschutz VI“ (Öko-Institut et al., 2012);
- Das Szenario „Ausstieg“ der Studie „Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung“, (ewi/gws/Prognos, 2010).

Genauere Details zur Wirkungsabschätzung einzelner Maßnahmen wurden im Rahmen von Arbeitspaket 5 und Arbeitspaket 8 der „Wärme- und Kältestrategie Deutschland“ (Bürger u.a., 2012; Henning u.a., 2012) sowie in Politik-Szenarien VI (Öko-Institut et al., 2012) dargestellt.

Die unterstellten Energiepreissteigerungen sind in den beiden Szenarien der Wärme- und Kältestrategie Deutschland gleich. Sie beinhalten Annahmen zu den Energieimportpreisen und zur Abgabentwicklung im Rahmen des EEG. Sie betragen für die mittelständische Wirtschaft zwischen 2008 und 2020 35 % für Strom, 10 % für Heizöl_{Leicht} und 18 % für Erdgas und sind als ein zusätzlicher Anreiz zu weiteren Energieeffizienz-Anstrengungen zu werten, da sich die Rentabilitäten der Effizienz-Investitionen erhöhen (Steinbach et al. 2011). Dabei sind die o.g. Preissteigerungen mittlere Werte. Kleinere Abnehmer haben etwas höhere Preissteigerungen und größere Abnehmer in der mittelständischen Industrie etwas geringere Preissteigerungen.

2 Energienachfrage in der mittelständischen Wirtschaft – Basisjahr 2008 und Projektionen bis 2020

Die Energienachfrage der mittelständischen Wirtschaft wird zunächst für das Jahr 2008 anhand der Kostenstrukturstatistik ermittelt, weil hier mehr Daten vorliegen und für das Krisenjahr 2009 die Energieverbräuche nicht repräsentativ sind.

2.1 Der Energieverbrauch in den mittelständischen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes und seine Referenz-Entwicklung bis zum Jahr 2020

Die mittelständischen Unternehmen hatten in 2008 einen Endenergiebedarf von etwa 250 TWh (902 PJ) oder gut 35 % des gesamten industriellen Endenergiebedarfs (vgl. Tabelle 2.1). Allerdings sind diese Anteile je nach Branche sehr unterschiedlich:

- Die geringsten Anteile des Endenergiebedarfs der mittelständischen Unternehmen liegen in den Branchen: Metallerzeugung (4 %), Ernährung und Tabak (5,2 %) sowie Fahrzeugbau (11 %). Hier dominieren die großen Unternehmen wie die Stahlhersteller, die Hersteller von Zucker, Stärke und Zigaretten sowie die großen Autohersteller.
- Weit überproportional sind die Anteile mittelständischer Unternehmen dagegen bei der Metallbearbeitung (70 %), der Gewinnung von Steine und Erden (71 %) und der sonstigen Chemischen Industrie (64 %). Hier dominieren die KMU der Steinbrüche und Sandgruben, der vielfältigen Bearbeitung von Metallen und die Unternehmen der mittelständischen Pharma-, Spezialitäten- und Konsumgüter-Hersteller in der chemischen Industrie. In der gesamten Investitionsgüter- und Gebrauchsgüter-Industrie sind die mittelständischen Unternehmen überproportional vertreten.

Beim Strombedarf hat die mittelständische Wirtschaft einen etwas höheren Anteil an der Gesamt-Strommenge des Verarbeitenden Gewerbes mit rd. 90 TWh (326 PJ) oder 39 % (vgl. Tabelle 2.1). Die höheren Anteile werden insbesondere durch die sonstige chemische Industrie (77 %) und die Verarbeitung von Steine und Erden (64 %) verursacht. Aber auch durch leicht gestiegene Anteile des Stroms der mittelständischen Unternehmen bei einer ganzen Reihe von Branchen, darunter Glas und Keramik (48 %) oder Maschinenbau (47 %).

Ein Blick in die zukünftige Bedarfsentwicklung bis zum Jahre 2020 von den eingangs genannten zwei Alternativ-Szenarien kommt zu folgenden Ergebnissen (vgl. Tabelle 2.1):

- Während der gesamte Endenergiebedarf des Verarbeitenden Gewerbes in der *Referenz-Entwicklung* 2008 bis 2020 bei einem Zuwachs des BIP von 7 % mit 4 % rückläufig projiziert wird, nimmt er für die mittelständischen Unternehmen um 4,7 % ab. Der Unterschied ist durch verschiedene Effekte begründet: zum einen sind die Unternehmen in den Branchen, in denen die mittelständische Wirtschaft schwerpunktmäßig vertreten ist, zu mehr und schnelleren Verminderungen des spezifischen Energiebedarfs fähig (letzteres auch infolge kürzerer Re-Investitionszeiten der Produktionsanlagen). Hinzu kommen strukturelle Effekte (z.B. unterproportionales Wachstum energieintensiver mittelständischer Branchen (z.B. Ziegel, Textilveredlung), durch Fusionen Trends zu großen Unternehmen (z.B. Papier) sowie Zunahme produktbegleitender Dienstleistungen (z.B. Investitionsgüter-Branchen)).
- Der Strombedarf der mittelständischen Unternehmen nimmt mit 2,5 % bis 2020 etwas weniger ab als für das gesamte Verarbeitende Gewerbe (3,7 %). Die relativ stromintensiven mittelständischen Branchen (z.B. der Investitions-, Konsum- und Gebrauchsgüter-Industriezweige) haben bessere Wachstumschancen als der Durchschnitt

der deutschen Industrie. Hinzu kommt ein Strommehrbedarf durch die eingangs erläuterten technischen Effekte von weiterer Automation und Prozessumstellungen (z.B. von der Nass- auf die Trockenfertigung in der Metallverarbeitung).

Diese Projektionen orientieren sich zum Teil an der Entwicklung der Bruttowertschöpfung, zum Teil an physischen Produktionen der Grundstoffindustrie, deren Ergebnisse mit dem Modell FORECAST des Fraunhofer ISI berechnet wurden (vgl. Öko-Institut u.a. 2012, S. 102).

Zum besseren Verständnis der Referenz-Entwicklung des Energiebedarfs in Tabelle 2.1 seien folgende Einflüsse differenziert erläutert:

- Die Bruttowertschöpfung steigt für das gesamte Verarbeitende Gewerbe zwischen 2008 und 2020 um 7 % und für die mittelständischen Unternehmen um 8 %. Für den Endenergiebedarf ohne strukturelle Veränderungen und ohne weitere Energieeffizienzverbesserungen würde der Energiebedarf der Industrie auf gut 2.700 PJ bzw. derjenige des Mittelstandes auf 975 PJ ansteigen.
- Bezieht man die strukturellen Einflüsse zu weniger energieintensiven Produktionen und Branchen sowie zu höheren Anteilen an produktbegleitenden Dienstleistungen mit ein, dann reduziert sich der Endenergiebedarf der Industrie auf 2.540 PJ (-6 %) bzw. derjenige des Mittelstandes auf 945 PJ (-3 %).
- Die Differenz zu den in Tabelle 2.1 ausgewiesenen Bedarfsmengen für 2020 sind Effizienzverbesserungen von 112 PJ (Industrie) bzw. 85 PJ (Mittelstand).

Tabelle 2.1: Endenergie- und Strom-Bedarf des Verarbeitenden Gewerbes insgesamt und der mittelständischen Industrie, Deutschland, 2008 bis 2020 (Referenz-Szenario, Steinbach u.a. 2011)

| Industrie Branche | Industrie insgesamt | | Mittelständische Industrie | | |
|---|---------------------|--------------|----------------------------|-----------------------------|------------|
| | 2008 | 2020 | 2008 | Anteil an Industrie in 2008 | 2020 |
| | PJ | PJ | PJ | % | PJ |
| Endenergiebedarf | | | | | |
| Ernährung und Tabak | 201 | 193 | 104 | 52 % | 96 |
| Fahrzeugbau | 124 | 119 | 14 | 11 % | 13 |
| Gewinnung von Steinen und Erden. sonst. Bergbau | 23 | 22 | 16 | 71 % | 12 |
| Glas u. Keramik | 90 | 87 | 37 | 41 % | 36 |
| Grundstoffchemie | 383 | 368 | 88 | 23 % | 81 |
| Gummi- und Kunststoffwaren | 84 | 81 | 46 | 55 % | 50 |
| Maschinenbau | 87 | 84 | 37 | 43 % | 40 |
| Metallbearbeitung | 115 | 110 | 80 | 70 % | 76 |
| Metallerzeugung | 545 | 523 | 42 | 8 % | 39 |
| NE-Metalle. -gießereien | 138 | 132 | 44 | 32 % | 41 |
| Papiergewerbe | 234 | 224 | 115 | 49 % | 110 |
| Sonstige chemische Industrie | 94 | 90 | 60 | 64 % | 64 |
| Sonstige Wirtschaftszweige | 207 | 199 | 110 | 53 % | 106 |
| Verarbeitung v. Steine u. Erden | 204 | 195 | 108 | 53 % | 97 |
| Industrie insgesamt | 2.529 | 2.428 | 902 | 36 % | 860 |
| Strombedarf in PJ | | | | | |
| Ernährung und Tabak | 64 | 59 | 33 | 51 % | 30 |
| Fahrzeugbau | 67 | 64 | 7 | 11 % | 7 |
| Gewinnung von Steinen und Erden. sonst. Bergbau | 8 | 6 | 5 | 60 % | 4 |
| Glas u. Keramik | 18 | 18 | 8 | 48 % | 9 |
| Grundstoffchemie | 155 | 141 | 30 | 19 % | 27 |
| Gummi- und Kunststoffwaren | 51 | 55 | 29 | 56 % | 31 |
| Maschinenbau | 42 | 45 | 20 | 47 % | 21 |
| Metallbearbeitung | 53 | 51 | 37 | 70 % | 35 |
| Metallerzeugung | 78 | 76 | 2 | 2 % | 2 |
| NE-Metalle. -gießereien | 78 | 72 | 27 | 35 % | 25 |
| Papiergewerbe | 75 | 73 | 37 | 49 % | 36 |
| Sonstige chemische Industrie | 27 | 30 | 21 | 77 % | 23 |
| Sonstige Wirtschaftszweige | 92 | 91 | 51 | 55 % | 50 |
| Verarbeitung v. Steine u. Erden | 28 | 26 | 18 | 64 % | 17 |
| Industrie insgesamt | 837 | 806 | 324 | 39 % | 316 |

Quellen: für Basisjahr 2008: AGEB; für mittelständische Industrie 2008 bis 2020: IREES 2012

Ein Vergleich mit den Politik-Szenarien VI für die Gesamtindustrie kommt für die Referenz-Entwicklung zu ähnlichen Ergebnissen bei gleichen Annahmen zur Produktionsentwicklung: In der Referenz-Variante (APS) nimmt der Endenergiebedarf um 4,5 % ab (vgl., Öko-Institut u.a. 2012, S. 122).

2.2 Der Energieverbrauch in den mittelständischen Unternehmen des GHD-Sektors und seine Referenz-Entwicklung bis zum Jahre 2020

Die Daten zum Endenergiebedarf einzelner Branchen des GHD-Sektors sind nicht in einer offiziellen Statistik wie beim Verarbeitenden Gewerbe enthalten. Daher muss man auf (teil-) empirische Daten zurückgreifen (z.B. Schlomann u.a. 2011), um nach Branchen des GHD-Sektors differenzieren zu können (vgl. Tabelle 2.2). Die Verbrauchsdaten decken zwar nicht den gesamten Endenergiebedarf des GHD-Sektors von 1 442 PJ für 2008 ab (sondern 5 % weniger), aber sie enthalten auch getrennt die Energieverbräuche der Landwirtschaft und des Gartenbaus. Große energieverbrauchende Branchen sind die Gastronomie/ Hotels/ Heime, der Groß- und Einzelhandel, die Landwirtschaft und die restlichen öffentlichen und privaten Dienstleistungen, die in der Analyse von Schlomann u.a. (2011) nicht weiter differenziert werden konnten.

Zieht man etwa 10 % für den öffentlichen Sektor von diesen Zahlen ab, so verbleiben etwa 1.300 PJ für die mittelständische Wirtschaft (mit den in Abschnitt 1 gemachten Einschränkungen für große Filial-Unternehmen, die man auch als „nicht mehr mittelständisch“ bezeichnen könnte).

Eine Referenz-Entwicklung bis 2020 auf differenzierter Ebene gibt es derzeit nur bei den Politik-Szenarien VI und der Wärme- und Kälte-Studie, die aber den Elektromotorenanteil nicht abbildet (Henning u.a., 2012). Für den Bereich der Nichtwohn-Gebäude sowie der Prozesswärme- und -kälte des GHD-Sektors gibt es sowohl eine Branchenaufgliederung nach dem Endenergiebedarf und dem Strombedarf für 2008 sowie eine Projektion bis 2020 (auf Basis des Referenz-Szenarios der Wärme- und Kältestrategie Deutschland, vgl. Tabelle 2.3):

- Für den Gebäudebereich werden knapp 224 TWh (806 PJ) oder 56 % des gesamten Endenergieverbrauchs des GHD-Sektors ausgewiesen (vgl. Tabelle 2.3);
- für den Prozesswärme- und -kältebereich sind es knapp 40 TWh (143 PJ), davon 37 % für Stromanwendungen. In diesen insgesamt 948 PJ sind der Energiebedarf (insbesondere der Strombedarf) für elektrische Antriebe (Pumpen, Ventilatoren, Aufzüge, Rolltreppen), Beleuchtung, Verkaufsautomaten und Werbung nicht enthalten.
- Dieser Strombedarf macht etwa 475 PJ Endenergieverbrauch für den GHD-Sektor aus, sodass sich insgesamt ein Endenergiebedarf von 1424 PJ für 2008 ergibt.

In der Referenz-Variante sinkt der Endenergiebedarf der Nichtwohngebäude in allen Branchen des GHD-Sektors insgesamt um 15 %. Aber aus zwei Gründen branchenspezifisch unterschiedlich schnell: zum einen ist die Flächenentwicklung der Gebäude in den Branchen unterschiedlich, zum anderen sind etwas andere Re-Investitionszyklen und Investoren-Verhalten in den Branchen unterstellt (vgl. Kranzl. u. a. 2012 und Tabelle 2.3).

Im Prozesswärme- und -kältebereich sowie bei den elektrischen Anwendungen geht der Endenergiebedarf um etwa 16 PJ auf 604 PJ (-2,6 %) im Referenz-Szenario bis 2020 zurück (vgl. Ökoinstitut u.a. 2012, S. 125). Infolge der wachsenden Automation, Rolltreppen, Aufzüge, Verkaufsautomaten, Computerisierung und wachsender Gastronomie sowie dezentraler Backautomaten sind die energieverbrauchssteigernden Treiber in diesem Fall größer als bei den Nichtwohn-Gebäuden.

Unterstellt man die gleichen Effizienz-Gewinne und Energieintensitätsveränderungen für den GHD-Sektor ohne Gebietskörperschaften wie mit Gebietskörperschaften (letzterer beträgt 1.290 PJ oder - 9,5 %), so ist der Endenergiebedarf des GHD-Sektors ohne Gebietskörperschaften in 2020 mit etwa 1.175 PJ zu veranschlagen, d.h. einen Rückgang um 125 PJ in der Referenz-Entwicklung.

Zum Vergleich nimmt der Endenergiebedarf des GHD-Sektors in der Referenz-Variante der Politik-Szenarien VI um 8,8 % oder um 85 PJ bis 2020 ab (Öko-Institut u.a. 2012). Der Hauptunterschied liegt im Bereich der Nichtwohngebäude. Unterstellt man diesen Rückgang für den Mittelstand im GHD-Sektor, so liegt sein Endenergiebedarf bei gut 1.190 PJ.

Tabelle 2.2: Endenergiebedarf der Branchen des GHD-Sektors für Deutschland (einschließlich des Energieverbrauchs öffentlicher Dienstleistungen), 2008¹

| Sub-Sektor/ Untergliederung | 2008 |
|---|--------------|
| Endenergiebedarf in PJ | |
| Baugewerbe | 52,6 |
| Bäckerhandwerk | 6,5 |
| Fleischerhandwerk | 4,0 |
| Wäschereien | 3,2 |
| Beherbergung, Gastronomie, Heime | 214,9 |
| Handel | 224,3 |
| Krankenhäuser (öffentlich + privat) | 60,8 |
| Landwirtschaft | 154,1 |
| Gartenbau | 18,7 |
| Erziehung und Unterricht (öffentlich + privat) | 83,5 |
| Restliche Branchen des GHD-Sektors (öffentlich + privat) | 545,4 |
| Endenergiebedarf GHD-Sektor insgesamt | 1.368 |
| Strombedarf in PJ | |
| Baugewerbe | 11,88 |
| Bäckerhandwerk | 1,8 |
| Fleischerhandwerk | 1,8 |
| Wäschereien | 1,08 |
| Beherbergung, Gastronomie, Heime | 54,72 |
| Handel | 84,96 |
| Krankenhäuser (öffentlich + privat) | 21,96 |
| Landwirtschaft | 17,64 |
| Gartenbau | 1,44 |
| Erziehung und Unterricht (öffentlich + privat) | 12,24 |
| Restliche Branchen des GHD-Sektors (öffentlich + privat) | 205,2 |
| Strombedarf GHD-Sektor insgesamt | 415 |
| Rein informelle Information zu berücksichtigender Endenergiebedarf des öffentlichen Sektors (~ 10 % von 1.442 PJ von AGEB 2012) in PJ | 145 |

Quelle: Schlomann u.a., 2011

¹ Im Strombereich sind 15 % weniger als in der Statistik der AGEB für 2008 ausgewiesen, da eine Reihe von Elektroanwendungen nicht in die Analyse von Schlomann u.a.(2011) mit einbezogen wurden.

Tabelle 2.3: Endenergiebedarf von Nichtwohngebäuden des GHD-Sektors (öffentlich und privat), Deutschland, 2008 bis 2020, Referenz-Szenario

| Gebäudeart | Sub-Sektor/ Untergliederung | Einheit PJ | 2008 | 2015 | 2020 |
|-----------------------------|---|------------|------------|------------|------------|
| Nichtwohngebäude | Baugewerbe | | 36,8 | 34,5 | 31,9 |
| | Instandhaltung und Reparaturen von Kraftwagen | | 9,2 | 8,3 | 7,4 |
| | Nahrungsmittelgewerbe | | 3,6 | 3,3 | 3,1 |
| | Wäschereien | | 0,4 | 0,4 | 0,3 |
| | Beherbergung | | 34,2 | 31,6 | 29,0 |
| | Gastronomie | | 21,4 | 19,8 | 18,3 |
| | Handel (Einzel- und Großhandel) | | 169,2 | 157,7 | 145,7 |
| | Krankenhäuser | | 18,6 | 17,2 | 15,8 |
| | Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen | | 82,1 | 76,5 | 70,8 |
| | Erziehung und Unterricht | | 85,7 | 78,7 | 72,2 |
| | Restliche Branchen des GHD-Sektors | | 344,8 | 316,9 | 291,5 |
| GHD-Sektor insgesamt | | PJ | 806 | 745 | 686 |

Quelle: Kranzl et al., 2012

Für die zukünftige Entwicklung des Energiebedarfs des GHD-Sektors gibt es von ewi/gws/prognos (2012) keine Referenz-Variante, sondern im Szenario „Ausstieg“ eine Pauschal-Angabe zum Rückgang des Endenergiebedarfs von 1 404 PJ in 2008 auf 1 137 PJ in 2020 (oder 19 %) bei einem Wachstum des BIP des Sektors um 10,9 % in dieser Periode. Diese Projektion ist ohne Zweifel ein Maximum an Effizienz-Gewinn, der im GHD-Sektor bis 2020 realisiert werden könnte; denn einschließlich des unterstellten Wachstums des GHD-Sektors in dieser Zeit verbessert sich die Endenergieintensität um knapp 2 % pro Jahr (vgl. Abschnitt 3.2).

3 Energieeffizienz-Potentiale 2020 der mittelständischen Wirtschaft und ihre Wirtschaftlichkeit

Die rentablen Energieeffizienz-Potentiale der mittelständischen Wirtschaft sind als Teilmenge des Industrie- und GHD-Sektors bisher nicht ermittelt worden. Deshalb wird hier erstmals der Versuch unternommen, diese Potentiale abzuschätzen. Hierzu liegen teilweise empirische Erhebungen vor, die für diesen Zweck verwendet werden können. Diese sind

- Querschnittstechniken sowie Prozesstechniken ausgewählter Branchen mit hohen Anteilen mittelständischer Unternehmen (vgl. Abschnitt 3.1),
- Andererseits können Projektionen des Energiebedarfs für die Branchen des Verarbeitenden Gewerbes und des GHD-Sektors verwendet werden, um zu einer Potentialabschätzung für die mittelständische Wirtschaft zu kommen (vgl. Abschnitt 3.2).

Rentabilität und Risiko des Kapitalrückflusses

Amortisationszeiten messen Risiko und nicht Wirtschaftlichkeit (Rentabilität). Sie führen dadurch zu Unter-Investment bei langfristigen Investitionen wie z.B. zur Energieeffizienz oder bei erneuerbaren Energien. So werden Investitionen in z.B. hocheffiziente Druckluft- oder Kälteanlagen, in Hydrauliksysteme oder Beleuchtungsanlagen mit Lebensdauern von 10 bis 15 Jahren nach der Amortisationszeiten-Methode nicht gewählt, wenn der Investor weniger als 3 Jahre Amortisationszeit fordert, obwohl die betroffenen Investitionen eine interne Verzinsung zwischen 31 % und 33 % haben (siehe Tabelle 3.1). Durch die in der Regel wesentlich längere Lebensdauer der Investition verglichen mit der geforderten Amortisationszeit ergibt sich oftmals eine sehr hohe Rentabilität, die sich in einer hohen internen Verzinsung ausdrückt.

Tabelle 3.1: Der Zusammenhang zwischen statischer Amortisationszeit (Risiko-Maß) und interner Verzinsung (Rentabilitäts-Maß).

| geforderte Amortisationszeit (statisch) [Jahre] | Interne Verzinsung in % (gerundet) ¹ | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Anlagennutzungsdauer [Jahre] | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 | 15 | 20 | 25 |
| 1 | 62% | 84% | 93% | 97% | 98% | 99% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 2 | 0% | 23% | 35% | 41% | 45% | 47% | 48% | 49% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% |
| 3 | neg. | 0% | 13% | 20% | 24% | 27% | 29% | 30% | 31% | 32% | 33% | 33% | 33% |
| 4 | neg. | neg. | 0% | 8% | 13% | 16% | 19% | 20% | 21% | 23% | 24% | 25% | 25% |
| 5 | neg. | neg. | neg. | 0% | 6% | 9% | 12% | 14% | 15% | 17% | 18% | 19% | 20% |
| 6 | neg. | neg. | neg. | neg. | 0% | 4% | 7% | 9% | 11% | 13% | 15% | 16% | 16% |
| 7 | neg. | neg. | neg. | neg. | neg. | 0% | 3% | 5% | 7% | 10% | 12% | 13% | 14% |
| 8 | neg. | neg. | neg. | neg. | neg. | neg. | 0% | 2% | 4% | 7% | 9% | 11% | 12% |
| | <div style="background-color: #4F81BD; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> rentable Investitionsmöglichkeiten nach Amortisationszeit bis 3 Jahre <div style="background-color: #4CAF50; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> abgeschnittene rentable Investitionsmöglichkeiten <div style="background-color: #D32F2F; height: 15px;"></div> nicht rentable Investitionsmöglichkeiten (<12% int. Verzinsung) | | | | | | | | | | | | |
| | ¹⁾ unterstellt wird eine konstante Energiekosteneinsparung über die gesamte Anlagennutzungsdauer. Bei steigenden Energiepreisen steigt auch die Rentabilität. | | | | | | | | | | | | |

Quelle: IREES

In dieser Arbeit wird dann von einem rentablen Energieeffizienz-Potential gesprochen, wenn die interne Verzinsung 12 % und mehr beträgt.

3.1 Effizienz-Potentiale in den mittelständischen Unternehmen der Industrie

3.1.1 Querschnittstechnologien der mittelständischen Industrie

Für den Bereich der Querschnittstechniken gibt es derzeit eine Auswertung von 322 Initialberatungsberichten der mittelständischen Wirtschaft (IREES 2012). Hierbei handelt es sich um Teilnehmer an den Energieeffizienz-Netzwerken des (BMU geförderten) Projektes „30 Pilotnetzwerke“, die als repräsentativ für die von ihnen vertretenen Branchen angesehen werden können. Denn die hohe Anzahl der beteiligten Unternehmen und die hohe Streubreite der bestehenden rentablen Energieeffizienzpotentiale sprechen gegen eine selektive Unternehmensauswahl. Außerdem wurden die Initialberatungen und die Investitionsberechnungen von etwa 20 verschiedenen Ingenieur-Büros durchgeführt, so dass eine systematische Fehleinschätzung ausgeschlossen werden kann.

Bei diesen Querschnittstechniken konnte zwischen sechs Anwendungen unterschieden werden (von der Lüftung bis zur Raumwärme, vgl. Tabelle 3.2). Die Zahl der ausgewerteten Energieeffizienz-Investitionen mit einer internen Verzinsung von mindestens 12 % lag zwischen 193 (Klimakälte-Investitionen) und 874 (Raumwärme-Investitionen). Der Durchschnitt der internen Verzinsung der Energieeffizienz-Investitionen lag zwischen 10 % (Raumwärme) und 45 % (Druckluft), insgesamt über alle Maßnahmen lag die durchschnittliche interne Verzinsung (als arithmetisches Mittel) bei 36 % (30 Pilot-Netzwerke 2012 b).

Tabelle 3.2: Auswertung der Potentiale von Energieeffizienzmaßnahmen bei Querschnittstechnologien in den Initialberatungsberichten mittelständischer Industrieunternehmen im Rahmen der 30 Pilot-Netzwerke (2009-2012)

| Querschnittstechnologien | Lüftung | Beleuchtung | Druckluft | Elektro-Antriebe | Klima-Kälte | Raumwärme |
|---------------------------------------|---------|-------------|-----------|------------------|-------------|-----------|
| Gesamtanzahl Maßnahmen | 478 | 760 | 801 | 1.052 | 257 | 1.086 |
| davon monetär bewertet | 468 | 756 | 786 | 1.040 | 253 | 1.081 |
| Ø Energieeinsparung [GJ] | 940 | 198 | 369 | 369 | 251 | 497 |
| Ø jährl. Betriebskosteneinsparung [€] | 16.991 | 6.484 | 8.307 | 10.112 | 5.885 | 6.690 |
| Ø interne Verzinsung [%] | 21,8 | 20,0 | 41,7 | 23,5 | 16,0 | 9,9 |
| Ø Amortisationsdauer (stat.) [a] | 4,6 | 5,0 | 2,4 | 4,3 | 6,3 | 10,0 |

Quelle: 30 Pilot-Netzwerke 2012 a und b, IREES

Eine genauere Analyse der rund 6.800 rentablen Energieeffizienz-Investitionen in der mittelständischen Wirtschaft kommt zu nachfolgenden Ergebnissen, die die Rentabilität gemessen an der internen Verzinsung betreffen (John 2013). Hierbei wurden mittlere Lebensdauern zwischen 15 Jahren (Lüftung) und 30 Jahren (Wärmedämmung in der Raumwärme) angenommen:

- Die Wirtschaftlichkeit, gemessen als interne Verzinsung, nimmt mit wachsendem Investitionsvolumen ab. Dies legt den Schluss nahe, dass die Durchführung vieler gering intensiver Maßnahmen häufig ertragreicher sein kann, als die Durchführung weniger sehr großer Maßnahmen. Allerdings steht diese Aussage unter dem Vorbehalt, dass die Transaktionskosten für die Investitionen nicht mit einberechnet wurden.
- Die durchschnittliche Verzinsung nach Betriebsgrößen hat keinen ausgeprägten Trend (vgl. Tabelle 3.3). Wenn man die durchschnittlichen Werte über alle Branchen betrachtet (letzte Spalte in Tabelle 3.3), dann liegen die wirtschaftlichsten Energieeffizienz-Potentiale mit 35,4 % interner Verzinsung bei der Betriebsgrößenklasse von 100 bis 249 Beschäftigten.
- Die durchschnittliche interne Verzinsung der Energieeffizienz-Investitionen der größten Beschäftigten-Klasse über 1.000 Beschäftigte hat mit 33,8 % einen vergleichbaren Wert wie für alle kleineren Betriebsgrößenklassen. Insofern kann man schließen, dass in allen Betriebsgrößen – ob mittelständische Industrie oder große Unternehmen – die Rentabilität der Energieeffizienz-Investitionen sich nicht signifikant unterscheidet (solange die Transaktionskosten nicht mit einbezogen werden).
- Diese Aussage der Unabhängigkeit der Wirtschaftlichkeit von der Betriebsgrößenklasse gilt allerdings eingeschränkt für einige Branchen: bei der Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln nimmt die durchschnittliche Verzinsung von den kleineren Betriebsgrößenklassen hin zu den größeren Betriebsgrößenklassen kontinuierlich ab (von 60,1% auf 24,5%).

Andererseits scheint es in der Branche Herstellung von chemischen Erzeugnisse umgekehrt zu sein: bei den Betrieb bis 100 Beschäftigten liegt die interne Verzinsung unter 30 %, während sie bei den Betrieben über 1000 Beschäftigten mit 70 % sehr hoch liegt.

Da es einen direkten Zusammenhang zwischen interner Verzinsung und den Risiko-Maßen einer Investition – der statischen und dynamischen Amortisationszeit – gibt, ist es sinnvoll, auch diese Entscheidungskriterien anzuschauen, zumal 85 % der deutschen Unternehmen ausschließlich nach dem Risiko-Maß der Kapitalrückflussdauer entscheiden (Schröter, Weißfloch & Buschak, 2009).

- Die höchste statische Amortisationszeit liegt bei der Betriebsgröße über 1000 Beschäftigte bei der Herstellung von Glaswaren und Keramik mit 4,5 Jahren, gefolgt von 4,1 Jahren bei Betriebsgrößen über 1000 in der Nahrungsmittelindustrie. Da es sich in den meisten Investitionsfällen um Nutzungsdauern von wenigstens 15 Jahren handelt, wäre selbst im Falle der Herstellung von Glaswaren und Keramik mit 4,5 Jahren eine sehr rentable interne Verzinsung zu realisieren (vgl. Tabelle 3.1).

Summiert man die Energiemengen der rentablen Potentiale, so erhält man für diese Unternehmen eine Summe von 910 GWh/a oder eine durchschnittliche Einsparung von 2,7 GWh/a und je mittelständischen Betrieb im Bereich dieser Querschnittstechniken (kaum erhoben wurden Energieeffizienz-Potentiale im prozess-technischen Bereich; vgl. Abschnitt 3.2). Diese durchschnittliche Energieeinsparung von 2,7 GWh/a und je mittelständischem Betrieb im Bereich der Querschnittstechniken wurde im Rahmen der Auswertung der Initialberichte der 30-Pilotnetzwerke ermittelt (John, 2013 & IREES, 2013). Wie oben erwähnt, ist zu beachten, dass sich dieser Durchschnittswert fast nur auf rentable Maßnahmen im Bereich der Querschnittstechniken bezieht. Letztendlich werden in den 30-Pilot-Netzwerken bislang hauptsächlich nur Querschnittstechnologien betrachtet, da sich die Analyse der Prozesstechnologien erst noch im Aufbau befindet.

Bewertet mit einem durchschnittlichen Energiepreis von 0,09 €/kWh ergibt sich im Jahr 2020 eine durchschnittliche jährliche Energiekostenminderung von 245 000 € pro durchschnittlichem Betrieb. Bei jährlichen Energiekosten von rd. 2 Mio. €/a entspricht dies einer Energiekostenminderung von etwa 12 % binnen sechs bis acht Jahren bzw. einer jährlichen Minderung zwischen 1,6 und 2,1 % pro Jahr. Nimmt man die Effizienz-Möglichkeiten im Bereich der Prozesse noch hinzu, erhöhen sich diese Effizienz-Potentiale noch. Dies ist allerdings sehr branchenabhängig.

Insgesamt zeigen die Auswertungen der 6.800 Energieeffizienzinvestitionen, dass in vielen Unternehmen große Einsparpotentiale bestehen, die zu ca. 53 % rentabel sind (interne Verzinsung größer als 12 %) und durchschnittlich eine Kapitalrückflusszeit von etwa drei Jahren haben (John 2013 & IREES, 2013).

Tabelle 3.3: Wirtschaftlichkeit und Investitions-Risiko nach Betriebsgrößenklassen und Schwerpunkt-Branchen² (ohne Transaktionskosten)

| Wirtschaftlichkeit nach Unternehmensgrößenklassen und Schwerpunktbranchen | Maschinenbau | Herstellung von Nahrungsmitteln und Futtermitteln | Herstellung von Metallerzeugnissen | Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen | Herstellung von chemischen Erzeugnissen | Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren | Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik ... | Wert in dieser Unternehmensgrößenklasse |
|---|--------------|---|------------------------------------|---|---|--|---|---|
| | 28 | 10 | 25 | 29 | 20 | 22 | 23 | |
| Untersuchungsrahmen: 336 Unternehmen | | | | | | | | |
| Auswertung für wirtschaftliche Maßnahmen: | | | | | | | | |
| bis 50 | | | | | | | | |
| Ø Differenzinv. bei einer ND von 30 Jahren in € | - | 21.500 | 23.800 | - | 36.800 | 19.300 | 17.500 | |
| Summe Annuitäten der Investitionen [€] | - | 16.000 | 78.200 | - | 39.100 | 14.300 | 70.600 | |
| durchschnittliche interne Verzinsung | - | 60,1% | 28,7% | - | 29,0% | 33,0% | 36,7% | 35,2 % |
| durchschnittliche statische Amortisationszeit [a] | - | 1,7 | 3,5 | - | 3,4 | 3,0 | 2,7 | |
| durchschnittliche dynamische Amortisationszeit [a] | - | 1,6 | 3,1 | - | 3,1 | 2,8 | 2,5 | |
| jährl. Betriebskosteneinsparung pro MA [€/(MA*a)] | - | 391,5 | 170,7 | - | 314,5 | 141,2 | 273,1 | 355,4 |
| 50-99 | | | | | | | | |
| Ø Differenzinv. bei einer ND von 30 Jahren in € | 19.100 | 29.100 | 19.400 | - | 33.400 | 180.000 | 10.550 | |
| Summe Annuitäten der Investitionen [€] | 44.500 | 105.000 | 103.000 | - | 49.600 | 152.700 | 25.700 | |
| durchschnittliche interne Verzinsung | 25,9% | 41,0% | 31,2% | - | 28,5% | 31,7% | 34,9% | 32,2 % |
| durchschnittliche statische Amortisationszeit [a] | 3,9 | 2,4 | 3,2 | - | 3,5 | 3,1 | 2,9 | |
| durchschnittliche dynamische Amortisationszeit [a] | 3,4 | 2,3 | 2,9 | - | 3,2 | 2,9 | 2,6 | |
| jährl. Betriebskosteneinsparung pro MA [€/(MA*a)] | 58,4 | 155,1 | 89,1 | - | 130,9 | 656,9 | 48,1 | 125,1 |
| 100-249 | | | | | | | | |
| Ø Differenzinv. bei einer ND von 30 Jahren in € | 14.300 | 61.900 | 17.100 | 14.900 | 128.400 | 41.700 | 43.500 | |
| Summe Annuitäten der Investitionen [€] | 149.000 | 420.000 | 169.000 | 74.000 | 722.000 | 332.000 | 120.000 | |
| durchschnittliche interne Verzinsung | 33,2% | 39,0% | 52,0% | 35,6% | 28,0% | 41,1% | 50,8% | 35,4 % |
| durchschnittliche statische Amortisationszeit [a] | 3,0 | 2,6 | 1,9 | 2,8 | 3,6 | 2,4 | 2,0 | |
| durchschnittliche dynamische Amortisationszeit [a] | 2,8 | 2,4 | 1,8 | 2,6 | 3,2 | 2,3 | 1,9 | |
| jährl. Betriebskosteneinsparung pro MA [€/(MA*a)] | 26,2 | 169,9 | 48,2 | 27,8 | 215,2 | 80,3 | 124,0 | 75,7 |
| 250-499 | | | | | | | | |
| Ø Differenzinv. bei einer ND von 30 Jahren in € | 20.600 | 61.500 | 42.800 | 39.000 | 145.000 | 36.300 | 118.500 | |
| Summe Annuitäten der Investitionen [€] | 203.000 | 952.000 | 295.000 | 115.900 | 692.000 | 173.000 | 402.000 | |
| durchschnittliche interne Verzinsung | 31,6% | 38,1% | 27,4% | 45,5% | 28,8% | 33,2% | 33,5% | 33,1 % |
| durchschnittliche statische Amortisationszeit [a] | 3,2 | 2,6 | 3,7 | 2,2 | 3,5 | 3,0 | 3,0 | |
| durchschnittliche dynamische Amortisationszeit [a] | 2,9 | 2,4 | 3,3 | 2,1 | 3,1 | 2,8 | 2,7 | |
| jährl. Betriebskosteneinsparung pro MA [€/(MA*a)] | 17,3 | 67,5 | 30,4 | 53,6 | 106,3 | 32,1 | 141,5 | 52,0 |
| 500-999 | | | | | | | | |
| Ø Differenzinv. bei einer ND von 30 Jahren in € | 53.500 | 138.100 | 58.200 | 81.700 | 73.400 | 74.900 | - | |
| Summe Annuitäten der Investitionen [€] | 295.000 | 1.025.000 | 117.000 | 814.000 | 467.000 | 437.000 | - | |
| durchschnittliche interne Verzinsung | 47,4% | 27,3% | 48,5% | 25,7% | 48,0% | 27,3% | - | 32,8 % |
| durchschnittliche statische Amortisationszeit [a] | 2,1 | 3,7 | 2,1 | 3,9 | 2,1 | 3,7 | - | |
| durchschnittliche dynamische Amortisationszeit [a] | 2,0 | 3,3 | 2,0 | 3,4 | 2,0 | 3,3 | - | |
| jährl. Betriebskosteneinsparung pro MA [€/(MA*a)] | 33,1 | 55,8 | 37,5 | 31,5 | 53,8 | 31,6 | - | 32,6 |

² Die Spalte ganz rechts enthält jeweils die Vergleichswerte für die gesamte Unternehmensgrößenklasse.

| | | | | | | | | |
|--|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|-----------|--------|
| über 1000 | | | | | | | | |
| Ø Differenzinv. bei einer ND von 30 Jahren in € | 42.000 | 40.700 | 105.000 | 219.000 | 34.600 | 69.700 | 563.000 | |
| Summe Annuitäten der Investitionen [€] | 276.000 | 48.000 | 322.000 | 1.190.000 | 22.000 | 421.000 | 1.020.000 | |
| durchschnittliche interne Verzinsung | 34,1% | 24,5% | 25,9% | 38,4% | 70,9% | 46,3% | 22,2% | 33,8 % |
| durchschnittliche statische Amortisationszeit [a] | 2,9 | 4,1 | 3,9 | 2,6 | 1,4 | 2,2 | 4,5 | |
| durchschnittliche dynamische Amortisationszeit [a] | 2,7 | 3,6 | 3,4 | 2,4 | 1,4 | 2,1 | 3,9 | |
| jährl. Betriebskosteneinsparung pro MA [€/(MA*a)] | 3,6 | 7,5 | 20,4 | 17,0 | 23,8 | 23,6 | 91,0 | 11,3 |
| keine Angabe | | | | | | | | |
| Ø Differenzinv. bei einer ND von 30 Jahren in € | 297.100 | 35.900 | - | 25.500 | 61.000 | - | - | |
| Summe Annuitäten der Investitionen [€] | 378.000 | 118.000 | - | 75.600 | 162.000 | - | - | |
| durchschnittliche interne Verzinsung | 25,8% | 24,4% | - | 31,6% | 29,0% | - | - | 26,7 % |
| durchschnittliche statische Amortisationszeit [a] | 3,9 | 4,1 | - | 3,2 | 3,5 | - | - | |
| durchschnittliche dynamische Amortisationszeit [a] | 3,4 | 3,6 | - | 2,9 | 3,1 | - | - | |
| jährl. Betriebskosteneinsparung pro MA [€/(MA*a)] | - | - | - | - | - | - | - | 46,9 |

Quelle: John 2013

Hemmnisse der Maßnahmenumsetzung kurz umrissen

Allerdings gibt es, wie z.B. eine Befragung der Prognos AG im Auftrag der KfW unter kleinen und mittleren Unternehmen des verarbeitenden Gewerbes zeigt, immer noch große Hemmnisse bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen (Frahm u.a. 2010; Prognos/KfW Bankengruppe 2010). Energieeffizienz-Investitionen stehen häufig in Konkurrenz zu anderen Investitionen, die als wichtiger bzw. notwendiger erachtet werden („strategische Investitionen“). Außerdem sind viele Unternehmen nicht ausreichend über ihre möglichen Einsparpotentiale informiert und schätzen ihre Einsparpotentiale zu gering ein oder sehen überhaupt keine rentablen Einsparpotentiale. Als Hauptmotiv für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen nennen 94 Prozent der befragten Unternehmen die mögliche Energiekosteneinsparung. Daneben seien auch eine Geschäftsleitung, die dem Thema Energieeffizienz offen gegenübersteht sowie die Aussicht auf eine öffentliche Förderung für die Umsetzung der Energieeffizienzmaßnahmen von Bedeutung.

Zwischenfazit für die Querschnittstechniken

Es ergibt sich für die mittelständische Industrie ein wirtschaftliches **Energieeffizienz-Potential allein im Querschnittstechnik-Bereich** von 12 %, das binnen sechs bis acht Jahren ausgeschöpft werden könnte (d.h. ein Potential von etwa **1,8 %** pro Jahr im Durchschnitt der untersuchten 336 Betriebe). Allerdings reflektiert dieses Potential nicht das gesamte Energieeffizienz-Potential der mittelständischen Betriebe, da nichts über die Produktionstechniken und Ihre Effizienzpotentiale sowie über organisatorische Maßnahmen (wie z.B. Mitarbeitermotivation oder Veränderung der betrieblichen Einkaufs-richtlinien) ausgesagt wurde.

Die hier genannten technik-bezogenen Potentiale sind das Ergebnis einzelbetrieblicher Analysen der Querschnittstechniken in der mittelständischen Industrie und in einigen Branchen des GHD-Sektors. Unterstellt man die erhobenen 12 % als einen empirisch repräsentativ einzuschätzenden Wert und unterstellt man weiterhin, dass etwa 60 % des Energiebedarfs der mittelständischen Industrie durch diese Querschnittstechniken abgedeckt sind (in Anlehnung an die Anwendungs-Bilanz; AGEB 2011b), **dann könnte man bis 2020 allein durch das Heben dieser Potentiale den Endenergiebedarf der mittelständischen Industrie um knapp 70 PJ zwischen 2013 und 2020 reduzieren**. Allerdings gehen diese Zahlen von der Voraussetzung aus, dass die rentablen Effizienz-Potentiale weitgehend durch Aufhebung der o.g. Hemmnisse realisiert würden. Wie viel von diesem Potential auch schon in der Periode 2008 bis 2012 realisiert wurde, ist unbekannt. Unterstellt man zwei Drittel des maximalen Potentials von 6 %, d.h. 4 %, dann kommt man auf insgesamt 22 PJ, die möglicherweise zwischen 2008 und 2012 schon erreicht wurden. Insgesamt könnte zwischen 2008 und 2020 ein Potential von 92 PJ realisiert werden.

Hinzu kommen die Effizienz-Potentiale in den Produktionsprozessen (siehe nächster Abschnitt).

3.1.2 Prozess-bezogene rentable Energieeffizienz-Potentiale 2020 für die Industrie

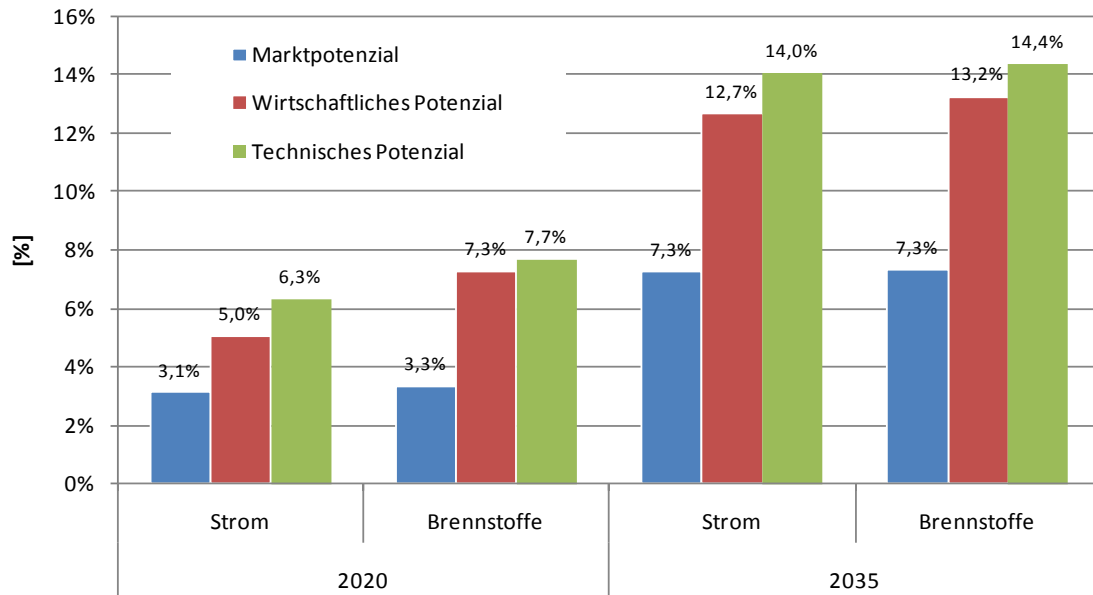
In einer jüngst veröffentlichten Untersuchung wurden die Energieeffizienz-Potentiale der Prozesstechnologien für sieben energieintensive Branchen detailliert untersucht: Grundstoff-Chemie, Eisen- und Stahlerzeugung, Nichteisen-Metalle und -gießereien, Papiergewerbe, Verarbeitung von Steinen und Erden, Glas und Keramik und das Ernährungsgewerbe (Fleiter, Schломann & Eichhammer, 2013). Hierbei wurden die gleichen Rahmenbedingungen zugrunde gelegt wie in diesem Arbeitspapier.

Insgesamt ergibt sich für die Brennstoffeinsparungen als auch für die Stromeinsparungen durch die dort betrachteten Maßnahmen zur Energieeinsparung im Bereich industrieller Prozesse ein wirtschaftliches Einsparpotential bis zum Jahr 2020 von 5 % für Strom bzw. 7,3 % für Brennstoffe (vgl. Abbildung 3-1). Dies entspricht einem absoluten Einsparpotenzial von 17,4 PJ (~5 TWh) für Strom und 108 PJ (~30 TWh) für Brennstoffe. Überträgt man diese anteiligen Ergebnisse auf den Prozessenergiebedarf der mittelständischen Industriezweige gemäß den Berechnungen der Autoren, dass etwa 35 % (Endenergiebedarf) bzw. 40 % (Strom) des Prozessenergiebedarfs der Industrie auf den Mittelstand entfällt (vgl. Tabelle 2-1), dann erhält man ein wirtschaftliches Effizienzpotential für den Strom von 7 PJ und für die Brennstoffe von 37PJ, insgesamt also etwa 44 PJ wirtschaftliches Einsparpotential bis 2020 im Bereich der Prozesswärme und -kälte der mittelständischen Industriebetriebe.

Dieses Ergebnis ist vermutlich etwas unterschätzt, weil sehr energieintensive Prozesse der großen Unternehmen (z.B. Hochofen, Oxygenstahl, Primär-Aluminium) nicht vertreten sind,

dort aber die geringsten Energieeffizienz-Potentiale vorhanden sind (vgl. Saygin 2012). Wie hoch es unterschätzt wurde, lässt sich nur mit weiteren Recherchen näher quantifizieren.

Abbildung 3-1: Einsparpotenziale für Strom und Brennstoffe aggregiert über alle Prozesse (jeweils bezogen auf den Verbrauch im Frozen-Efficiency-Szenario (keinerlei Effizienzfortschritt) im jeweiligen Jahr) der energieintensiven Industriezweige (2008-2020)



Quelle: Fleiter, Schломann & Eichhammer, 2013

Fazit der rentablen Energieeffizienz-Potentiale der mittelständischen Industrie

Fasst man die Ergebnisse für die Querschnitts- und die Prozesstechniken zusammen, so erhält man als wirtschaftliches Energieeffizienz-Potential die Summe von 92 PJ (Querschnittstechniken) plus 44 PJ (Prozesstechniken), d.h. insgesamt 135 PJ bis zum Jahre 2020, d.h. 15 % des Endenergie-Bedarfs von 2008. Dies entspricht einer durchschnittlichen Energieeffizienzverbesserung von 1,25 % pro Jahr, die mit den wirtschaftlichen Potentialen erreichbar wäre – falls die bestehenden Hemmnisse beseitigt werden können. Nimmt man diese wirtschaftlichen Potentiale für die Bedarfsprojektion für 2020 an, so würde der Endenergiebedarf von 902 PJ im Jahre 2008 bei einem **Produktionswachstum von 8 %** auf etwa 810 PJ in 2020 zurückgehen.

Allerdings sind hierbei organisatorische Maßnahmen (z.B. Mitarbeiter-Motivation zur Vermeidung von Leerlauf-Verlusten durch Maschinen-Abschaltung und intelligente Anlagenfahrpläne, Vermeidung von Leckageverlusten bei der Druckluft, Fehlchargen und Wärmeverlusten, Fahren der Anlagen bei den benötigten Drücken und Temperaturen) noch nicht berücksichtigt, deren Effizienzpotentiale bei bis zu 20 % des jährlichen Betriebsenergiebedarfs liegen (je nach Branche; Aussagen vieler Betriebsleiter aus den Energieeffizienz-Netzwerken der mittelständischen Wirtschaft, vgl. auch DVD der Energieeffizienz-Netzwerke 2013). Unterstellt man nur einen Effizienzgewinn durch derartige Verhaltensänderungen der Mitarbeiter von 4% (die sehr schnell zu realisieren sind), so

würde sich der Energiebedarf der mittelständischen Industrie um weitere etwa 30 PJ auf 780 PJ bis 2020 vermindern können, d.h. um 120 PJ gegenüber 900 PJ des Jahres 2008.

Die Endenergieverbrauchsreduktion durch Ausschöpfen der genannten Energieeffizienzpotentiale beträgt dann insgesamt bis zu 165 PJ. Abzüglich des prognostizierten Produktionswachstums (abzüglich wiederum dem Strukturwandel hin zu weniger energieintensiver Produktion) wird dieser Gewinn um 45 PJ auf dann 120 PJ vermindert.

3.2 Sektor- und Branchenansatz anhand von Politik-Szenarien bis 2020

Die in Abschnitt 3.1 ausgewerteten empirischen Daten machen eine erste Aussage für die rentablen Energieeffizienz-Potentiale der mittelständischen Unternehmen der Industrie auf Basis einer Bottom up-Analyse möglich. Um diesen Ansatz und seine Ergebnisse zu überprüfen, werden in diesem Abschnitt vorhandene Projektionen des Energiebedarfs mit verschiedenen Politik-Intensitäten ausgewertet. Somit wird es über diese Vergleichs-Analyse möglich, die Plausibilität der in Abschnitt 3.1 erzielten Ergebnisse für die Querschnitts- und Prozesstechniken zu überprüfen.

Bei diesem Vorgehen der Übernahme von Szenario-Ergebnissen sei an den methodischen Nachteil erinnert, dass die Ergebnisse in aller Regel nur für die gesamte Branche - nicht aber speziell für die mittelständischen Unternehmen der jeweiligen Branche - existieren. Bei den Zahlen zum Strombedarf kommt noch hinzu, dass diese infolge weiterer Automation in Produktion und Bürobereich nicht unmittelbar die Stromeffizienz-Potentiale offenlegen, wohl aber bei den Politik-Varianten gegenüber der Referenz-Variante. Denn in den Zahlen der Referenz-Entwicklung sind mehr oder minder alle Effekte von weiterer Automation oder auch von strukturellem Wandel enthalten.

In der Referenz-Variante der „Wärme- und Kältestrategie Deutschland“ (siehe Abschnitt 1 „Verwendete Szenarien“ und Henning u.a. 2012) sind jeweils die im Basisjahr 2008 bestehenden Politikmaßnahmen für die Zukunft fort- und festgeschrieben. Wichtige Policy-Maßnahmen des letzten realen Jahres 2012 sind außerdem auch noch in das Referenz-Szenario, das auch häufig BAU-Szenario – Business As Usual genannt wird, mit integriert. Das Referenz-Szenario umfasst also dasjenige Effizienz-Potential, das sowohl den „autonomen energietechnischen Fortschritt“ durch gewöhnliche Re-Investitionen umfasst als auch die Wirkungen der Energie-Politik-Maßnahmen, die zum Basisjahr (oder bis Mitte 2012) implementiert waren.

3.2.1 Energieeffizienz-Potentiale in den mittelständischen Unternehmen der Industrie

Der Endenergiebedarf der mittelständischen Unternehmen sinkt im Referenz-Szenario von 902 PJ in 2008 um 4,7 % auf 860 PJ (vgl. Tabelle 3.3 und Tabelle 2.1). Allerdings nimmt das BIP für die mittelständische Industrie mit ihren überproportional wachsenden Branchen gleichzeitig um etwa 8 % zu. Dies bedeutet für die mittelständische Wirtschaft eine Reduktion der Energieintensität zwischen 2008 und 2020 um 11,8 % (d.h. 1,0 % pro Jahr). Bevor man allerdings einen Energieeffizienz-Fortschritt angeben kann, müssen die strukturellen Veränderungen zu weniger energieintensiven Branchen berechnet bzw. der Trend zu höherer Wertschöpfung innerhalb der Branchen geschätzt werden. Etwa ein Viertel, d.h. 3 %, der Energieintensitätsverbesserung ist auf den interindustriellen und intra-industriellen Strukturwandel zurückzuführen, so dass ausgehend vom Wert von *frozen efficiency* von 945 PJ ein Effizienzgewinn von rd. 85 PJ (= 9 % in 12 Jahren oder **0,8 % pro Jahr**) bei bestehenden politischen Rahmenbedingungen im Referenz-Szenario projiziert

wurde; letztendlich führen diese Annahmen zu einer Reduktion des Projektionswertes auf 860 PJ.

In einem weiteren Politik-Szenario der „Integrierten Wärme- und Kälte-Strategie Deutschland“ (Henning u.a. 2012; siehe auch Kapitel 7.5 im Anhang) - mit zunehmendem klimapolitischen Konsens auf nationaler und internationaler Ebene - kommt es bei erheblichen Anstrengungen ab dem Jahre 2013 zu weiteren rd. 5 % Effizienzgewinnen für den Endenergiebedarf bis 2020 (vgl. Tabelle 3.3), so dass im Durchschnitt ein realisierbares Energieeffizienz-Potential von insgesamt bis zu 1,5 % pro Jahr projiziert wurde (Henning u.a. 2012). Überträgt man dieses Ergebnis auf die mittelständische Wirtschaft, was wegen der höheren Effizienz-Potentiale der Branchen mit hohen Anteilen mittelständischer Unternehmen eher eine konservative Annahme ist, dann dürfte das Effizienz-Potential dieser Gruppe bei hohen politischen Anstrengungen bei mehr als 1,5 % pro Jahr liegen.

Allerdings sind diese Potentiale branchenabhängig, was auch aus anderen Veröffentlichungen deutlich hervorgeht (z.B. „Politiksznarien VI“, Öko-Institut u.a. 2012, S. 123-125):

- bei energie-intensiven Grundstoffen - wie z.B. bei den Steine- und Erden-Branchen, der Metallerzeugung bzw. der NE-Metall-Erzeugung und der Papierindustrie sowie in der Grundstoffchemie - liegen die Reduktionen des Endenergiebedarfs zwischen 2008 und 2020 im Referenz-Szenario zwischen 5 % und 8 % und im Politik-Szenario zwischen 8 % und 10 %, obwohl diese Branchen unterdurchschnittlich gegenüber der Gesamtindustrie zunehmen (vgl. Tabelle 3.4). Dies hat mehrere Gründe: einmal sind die Re-Investitionszyklen länger (bis zu 30 und 40 Jahren), während dessen neue, energieeffiziente Prozesse realisiert werden können, zum anderen haben die energie-intensiven Prozesse weniger verbleibende Energieeffizienz-Potentiale – was allerdings von Unternehmensvertretern dieser Branchen in der politischen Diskussion auch überbetont wird („wir sind nahe am theoretischen Minimum“). Denn es gibt immer wieder technische Verbesserungen und ein riesiges Abwärmepotential dieser Branchen, das sehr selten zur Sprache kommt (Saygin u.a. 2011; Fleiter, Schломann & Eichhammer, 2013).
- In den Branchen der Investitions-, Gebrauchs- und Konsumgüter-Hersteller sind die Verminderungen des Energiebedarfs zwischen 2008 und 2020 merklich höher (für den Fahrzeug- und Maschinenbau sowie sonstige Industriezweige liegt die Reduktion bei 12 % im Referenz-Szenario bzw. bei 18 % bis 19 % im Politik-Szenario), obwohl diese Branchen überdurchschnittlich wachsen (vgl. Tabelle 3.3). In den Energieeffizienz-Netzwerken wurden auch Energieeffizienzgewinne von 20 % binnen vier oder fünf Jahren beobachtet (Köwener, Jochem & Mielicke, 2012).

Für die Energieeffizienz-Politik bedeutend ist die Differenz der Energiebedarfs-Minderungen zwischen den beiden Szenarien, d.h. die etwa drei Prozentpunkte in den energieintensiven Grundstoffproduktionen und die etwa 6 bis 7 Prozentpunkte der sonstigen Industriezweige.

Dieses Ergebnis einer möglichen Reduktion des Energiebedarfs der mittelständischen Industrie bis 2020 liegt damit in vergleichbarer Größenordnung zu den Politik-Szenarien, wo sich die Ergebnisse des Politik-Szenarios gegenüber dem Referenz-Szenario (mit weniger unterstellten Politik-Maßnahmen und für die gesamte Industrie) um 3,1 % unterscheiden.

Tabelle 3.4: Reduktion des Energiebedarfs zwischen 2008 und 2020 in der mittelständischen Industrie nach Branchen, Referenz- und Politik-Szenario

| Industrie Branche | Referenzszenario | Politikszenario |
|---|----------------------------|-----------------|
| | 2020 | 2020 |
| | Energieeffizienzpotentiale | |
| Ernährung und Tabak | 11% | 18% |
| Fahrzeugbau | 12% | 19% |
| Gewinnung von Steinen und Erden. sonst. Bergbau | 8% | 14% |
| Glas u. Keramik | 8% | 12% |
| Grundstoffchemie | 7% | 10% |
| Gummi- und Kunststoffwaren | 10% | 16% |
| Maschinenbau | 12% | 18% |
| Metallbearbeitung | 9% | 17% |
| Metallerzeugung | 5% | 8% |
| NE-Metalle. -gießereien | 5% | 9% |
| Papiergewerbe | 7% | 10% |
| Sonstige chemische Industrie | 11% | 18% |
| Sonstige Wirtschaftszweige | 12% | 19% |
| Verarbeitung v. Steine u. Erden | 5% | 8% |
| Industrie insgesamt | 11,5% | 16,7% |

Quelle: IREES 2012 (Wärme- und Kältestrategie Deutschland 2012; Steinbach et al., 2011)

Die Werte für die realisierbaren Stromeffizienz-Potentiale sind vergleichbar hoch, wenngleich sie in einzelnen Branchen wegen der unterschiedlichen Ausstattung mit Elektroanwendungen variieren mögen. Diese Angaben werden auch gestützt durch empirische Ergebnisse in der Schweiz für binnen acht Jahren erreichte Stromeffizienz-Gewinne von 600 Unternehmen, die an Energieeffizienz-Netzwerken teilnehmen und eine statistisch repräsentative durchschnittliche Verbesserung der Stromeffizienz von 1,6 % pro Jahr erzielten (Jakob & Häberli 2012). Sie sind aus den Strombedarfs-Projektionen nicht direkt zu entnehmen, weil Trends zu Strommehrbedarf durch Automation bzw. mehr Brennstoffeffizienz zusammen mit den Stromeffizienz-Gewinnen ausgewiesen werden.

Um die Stromeffizienz-Potentiale für die mittelständische Industrie getrennt zu analysieren, müsste man die Anwendungs-Bilanz von Bottom-up-Modellen (z.B. des FORCAST-Modells des Fraunhofer ISI) nach den beiden Unternehmensgrößen differenzieren.

Fazit: die Summe der Energieeffizienz-Möglichkeiten bei intensiver Energieeffizienz-Politik für die mittelständische Industrie bis 2020 führt nach der Bottom-up-Methode trotz einer Produktionssteigerung um 8 % zu einem Rückgang des Endenergiebedarfs von 902 PJ im Jahre 2008 auf 750 PJ (-16,7 %) und die Top-down-Methode zu 817 PJ (-9,5 %). Diese 817 PJ ergeben sich aus einer zusätzlichen Reduktion um 5 % (= 43 PJ) durch ambitionierte Energieeffizienzpolitik zwischen 2013 und 2020, bezogen auf den Referenzwert von 860 PJ. Für die betrachtete 12-Jahresperiode wären dies bei einem Produktions-Wachstum von 8 % durchschnittliche Effizienz-Steigerungen (d.h., 2020-Politik-Werte bezogen auf den Frozen Efficiency Wert von 945 PJ) zwischen 1,35 %/a bzw. 1,7 %/a. Allerdings ist dieser Wert in der Periode 2008 bis 2012 kleiner 1%/ a und in der Periode 2013 bis 2020 dann deutlich größer.

3.2.2 Energieeffizienz-Potentiale in den mittelständischen Unternehmen des GHD-Sektors

Für die zukünftige Entwicklung des Energiebedarfs des gesamten GHD-Sektors gibt es keine nach Branchen differenzierte Analyse, die alle Energie-Anwendungen abdeckt. Allerdings gibt es eine Reihe von Teiluntersuchungen des GHD-Sektors für Gebäude (Henning u.a. 2012; Öko-Institut u.a. 2012) sowie Prozesswärme und -kälte (Henning u.a. 2012; Öko-Institut u.a. 2012, Reitze 2012).

Die in Abschnitt 3.1.1 dargelegten empirischen Ergebnisse aus Initialberatungsberichten stammen zu etwa einem Viertel auch aus Branchen des GHD-Sektors (John 2013). Wenn gleich eine genaue sektorspezifische Auswertung dieser Daten noch aussteht, kann man doch davon ausgehen, dass die Ergebnisse für die Querschnittstechniken sehr ähnlich sein werden. Allerdings ist in diesen empirischen Daten sehr wenig zu den Möglichkeiten am Gebäudebestand gesagt. Hier müssen andere Quellen zur Einschätzung herangezogen werden (z.B. Henning u.a. 2012).

Die Analysen der Politik-Szenarien VI kommen für den GHD-Gebäudebereich mit 796 PJ für 2008 und für 2020 mit 728 PJ (Referenz) und 675 PJ für das EWS-Szenario, d.h. auf 8,5 % Minderung in der Referenz-Variante und 15,3 % bei unterstellten zusätzlichen Maßnahmen (Öko-Institut u.a. 2012). Weiterhin gibt die Studie für den prozessbedingten und stromseitigen Energiebedarf eine Bedarfsentwicklung von 796 PJ in 2008 zu 728 PJ im Referenz-Fall (APS) und zu 675 PJ im Policy-Szenario (ewi/gws/Prognos, 2012).

Insgesamt kommen die Politik-Szenarien VI zu einer Abnahme von 1.416 PJ in 2008 zu 1.332 PJ in 2020 (- 6% Referenz) und zu 1.260 PJ (-11 % im EWS-Szenario) (Öko-Institut u.a. 2012). Diese Szenarien unterstellen ein Wirtschaftswachstum des GHD-Sektors um 10,9 % in der Periode 2008 bis 2020. Dies würde eine Intensitätsverbesserung um 15,2 % bzw. 19,7 % bedeuten, die in einen strukturbedingten Anteil und einen effizienzbedingten Anteil zerlegt werden muss. Unterstellt man hier einen 3 %-Punkte Strukturwandel-Einfluss, so kommt man mit einer Effizienz-Verbesserung von 1,1 % pro Jahr (Referenz) und 1,5 % pro Jahr im EWS-Szenario für den Gebäudebereich zu plausiblen und vergleichbaren Potentialen. Die Strukturbereinigung enthält sowohl den Trend zu höherer Wertschöpfung pro m² Gebäude als auch Struktureffekte zwischen den Branchen des GHD-Sektors (Jakob & Häberli, 2012).

Für den gesamten GHD-Sektor gibt es auch eine Referenz-Projektion mit dem gleichen Wirtschaftswachstum zwischen 2008 und 2020 von 10,9 %, aber einem Rückgang des Endenergiebedarfs von 1.404 PJ in 2008 auf 1.245 PJ in 2020 (-11,3 %) (ewi/gws/ prognos 2010). Geht man wiederum von drei Prozentpunkten Strukturwandel aus, verbleiben für die Effizienzverbesserung 17 % oder 1,5 % pro Jahr ohne weitere energiepolitische Maßnahmen.

Die höchsten Energieintensitäts-Verbesserungen sind im Szenario „Ausstieg“ mit einem Rückgang des Endenergiebedarfs von 1.404 PJ in 2008 auf 1.137 PJ in 2020, d.h. mit 19 % bei gleichem Wachstum des BIP um 10,9 %, festzustellen (ewi/gws/prognos (2012, S. 22)). Dies entspricht einer Effizienzverbesserung nach Abzug des Struktureffektes von 3 % von durchschnittlich 2,2 % pro Jahr (oder 24 % in der Periode 2008 bis 2020) - vielleicht ein schwer erreichbarer Effizienz-Gewinn, der im GHD-Sektor bis 2020 realisiert werden könnte, weil ein großer Anteil über die wärmetechnische Sanierung von Nichtwohngebäuden erfolgen müsste. Eine andere Möglichkeit könnte sein, dass die Nutzung der Flächen der Nichtwohngebäude intensiviert wird und somit weniger Gebäudefläche zu beheizen bzw. zu klimatisieren wäre.

Übernimmt man diese Zahlen des Effizienz-Gewinns für den GHD-Sektor ohne den Energiebedarf der Gebietskörperschaften, so ergeben sich folgende Zahlen zum Energiebedarf und zu effizienzbedingten Energieeinsparungen in 2020:

- Im **Referenz-Szenario** sinkt der Energiebedarf von 1.300 PJ auf 1.220 PJ (gemäß Politik-Szenarien VI, Referenz APS) bzw. auf 1.155 PJ (gemäß (ewi/gws/ prognos 2010).
- Im **Politik-Szenario** sinkt der Energiebedarf von 1.300 PJ auf 1.155 PJ (gemäß Politik-Szenarien VI, EWS-Szenario) bzw. 1.055 PJ (gemäß (ewi/gws/ prognos 2010, Ausstiegs-Szenario).

Der Spielraum zwischen den beiden Politik-Szenarien vom Öko-Institut u.a. (2013) und EWS-Szenario von 100 PJ ist erheblich; der untere Wert dürfte nur erreichbar sein, wenn im Gebäudebestand des Nichtwohnbaus erhebliche Anstrengungen bis 2020 unternommen werden.

3.3 Fazit der möglichen Energieeffizienz-Gewinne für die mittelständische Wirtschaft bis 2020

Fasst man die Ergebnisse für die mittelständischen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes und für die Unternehmen des GHD-Sektors zusammen, dann hat die mittelständische Wirtschaft zwischen 2008 und 2020 ein maximales Energieeffizienz-Potential zwischen 373 und 510 PJ, das bis 2020 realisiert werden könnte (vgl. Tabelle 4.1). Davon könnten etwa 265 PJ bis 340 PJ (oder ca. 65%) bereits im Referenz-Szenario, d.h. unter den energiepolitischen Rahmenbedingungen des Jahres 2012 und deren Trends und der unterstellten wirtschaftlichen Entwicklung, erreicht werden.

Tabelle 4.1: Energiebedarf und Energieeffizienz-Potentiale der mittelständischen Wirtschaft in 2020, Referenz-Entwicklung und Politik-Szenario

| Sektor | Energiebedarf 2008 [alle in PJ] | Energiebedarf <i>frozen efficiency</i> 2020 | Energiebedarf <i>Referenz</i> 2020 | Energiebedarf <i>Politik</i> 2020 | eingesparte Energie durch Effizienz im <i>Politik-Szenario</i> zwischen 2008 und 2020 gegen | |
|--|---------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------|
| | | | | | <i>frozen efficiency-Szenario</i> | <i>Referenz-Szenario</i> |
| mittelständische Unternehmen Industrie | 902 | 945 | 860 | 780 – 817 | 165 - 128 | 90 – 43 |
| GHD-Sektor ohne Gebietskörperschaften | 1.300 | 1.400 | 1.220 - 1.155 | 1.155 - 1.055 | 245 - 345 | 65 – 100 |
| Summe Mittelstand | 2.200 | 2.345 | 2.080 - 2.015 | 1.972 - 1.835 | 373 - 510 | 190 - 108 |

Quelle: eigene Berechnungen

Wie viel von den zusätzlichen wirtschaftlichen Effizienz-Potentialen von etwa 150 PJ (bis zu 190 PJ) zwischen 2013 und 2020 realisiert werden kann, hängt entscheidend vom Zusammenspiel der Politik auf Bundes- und kommunaler Ebene sowie den Selbstorganisationen der mittelständischen Wirtschaft ab.

4 Energiekostenminderung durch Energieträgersubstitution und KWK-Nutzung

Neben den Energieeffizienz-Optionen hat die mittelständische Wirtschaft auch die Möglichkeit, ihre Energiekosten durch zwei weitere technologische Optionen zu reduzieren:

- Die Nutzung von BHKW-Anlagen, die zwar zu einem Mehrbedarf an Energie-Input wegen der Stromerzeugung führen, aber wegen des verbesserten Gesamtwirkungs-Grades (gegenüber der Erzeugung in thermischen Kraftwerken der Stromwirtschaft) zu verminderten Energiekosten und reduziertem Primärenergieeinsatz führen kann. Hierbei können auch in manchen Fällen organische Abgase oder Abfälle (als Biogas oder in flüssiger Form) als Brennstoff verwendet werden. Diese technologische Option wird in der mittelständischen Wirtschaft heute noch sehr wenig genutzt, gemessen an ihrem wirtschaftlichen Potential.
- Die Nutzung von organischen Abfällen oder modernen Formen von Holzbrennstoffen (Hackschnitzel, Pellets) als Substitut für fossile Brennstoffe in Kesselanlagen und prozesstechnischen Anlagen. Diese Option wird heute ebenfalls häufig noch nicht genutzt.

Auf diese Möglichkeiten sei hier lediglich ergänzend kurz hingewiesen.

5 Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen und Fazit

Die Energieverbräuche der mittelständischen Wirtschaft wurden bisher nicht getrennt betrachtet. Ein erster Versuch kommt zu folgendem Ergebnis:

- Die mittelständischen Unternehmen hatten im Verarbeitenden Gewerbe in 2008 einen Endenergiebedarf von etwa 250 TWh (902 PJ) oder gut 35 % des gesamten industriellen Endenergiebedarfs. Der Anteil am Strombedarf der mittelständischen Unternehmen liegt aus strukturellen Gründen (mehr Investitionsgüter- und Gebrauchsgüter-Produktion) mit 39 % höher. Der größte hierdurch nicht erfasste Endenergieverbrauch liegt bei den Grundstoffindustrien, dem Fahrzeugbau und der Nahrungs- und Tabak-Industrie mit meist großen Unternehmen (mit über 1000 Beschäftigten).
- Derzeit gibt es im Gegensatz zum Verarbeitenden Gewerbe keine Daten aus einer offiziellen Statistik zum Endenergiebedarf einzelner Branchen des GHD-Sektors. Der Rückgriff auf empirisch basierte Energieverbrauchsdaten (z.B. Schlomann u.a. 2011) führte zu einem Gesamtendenergiebedarf des GHD-Sektors für das Jahr 2008 von 1.300 PJ für die mittelständische Wirtschaft im GHD-Sektor. Hierbei sind 10 % für den öffentlichen Sektor abgezogen; zudem wurde unterstellt, dass auch die Filialen von großen Filial-Unternehmen (hauptsächlich Einzelhandel) wie die mittelständische Wirtschaft operieren.

Insgesamt hatte die mittelständische Wirtschaft einen Energiebedarf von rd. 2.200 PJ im Jahre 2008, oder 24 % am gesamten Endenergieverbrauch des Jahres 2008, was einer Energiekosten-Summe von etwa 55 Mrd. € pro Jahr entspricht.

Bis 2020 würde der Energiebedarf bei der angenommenen Wirtschaftsentwicklung ohne weitere Energieeffizienzgewinne auf 2.345 PJ zunehmen (vgl. Tabelle 4.1, frozen efficiency). Von diesen Verbräuchen bzw. Kosten werden bei der heutigen Energieeffizienz-Politik etwa jährlich 1,0 % bis maximal 1,25 % reduziert. Bei einer sehr klugen, den Hemmnissen und fördernden Faktoren angepassten Energieeffizienz-Politik für die mittelständische Wirtschaft könnten anhand der oben erläuterten Analyse pro Jahr etwa 1,7 bis 1,8 % des Energieverbrauchs und der Energiekosten vermindert werden, was etwa 37 PJ pro Jahr oder

930 Mio. € an vermiedenen Energiekosten pro Jahr für die mittelständische Wirtschaft bedeuten würde. Beim GHD-Sektor könnte es im Bereich der Elektro-Anwendungen auch zu entsprechenden Reduktionen um bis zu 2,3 % pro Jahr kommen. Die Energieeffizienz-Potentiale sind in den einzelnen Branchen und einzelnen Unternehmen sehr unterschiedlich, was aus den Initialberatungsberichten des Projektes der 30 Pilot-Netzwerke (John 2013) und einer vergleichbaren Evaluation in der Schweiz (Jakob & Häberli, 2012) für die mittelständische Wirtschaft empirisch zu belegen ist.

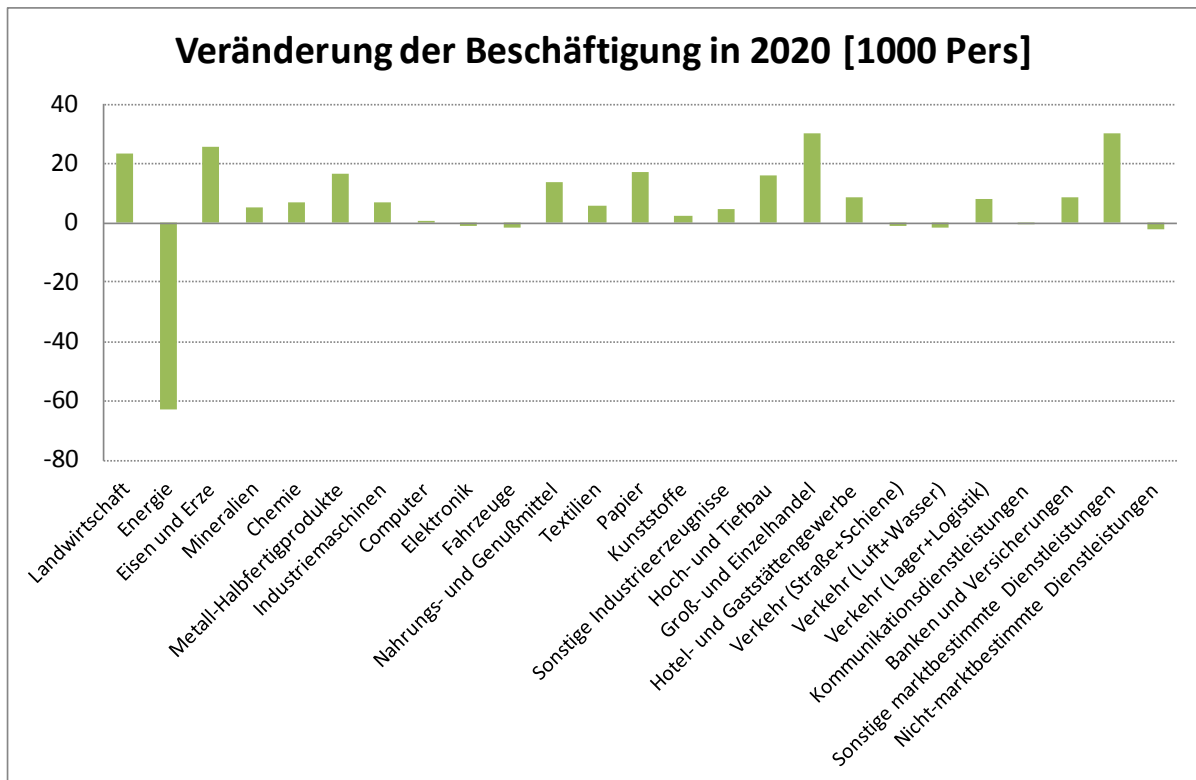
Außerdem gibt es für die weitere Verminderung der Energiekosten der mittelständischen Wirtschaft die Möglichkeiten der verstärkten Nutzung von BHKWs und organischer Abfallstoffe sowie moderner Formen der Holzbrennstoffe als Substitution fossiler Brennstoffe bei der Wärme- (bzw. kombinierten Strom-) Erzeugung.

5.1 Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen einer ambitionierten Energieeffizienz-Initiative in der mittelständischen Wirtschaft

Energieeffizienz-Politiken wurden bisher wenig unter gesamtwirtschaftlichen Blickwinkeln betrachtet, wenngleich die effizientere Nutzung von Energie importierte Energieträger durch inländisch erzeugte Produkte und Dienstleistungen substituiert und die hier zur Diskussion stehenden Energieeffizienz-Potentiale unter einzelwirtschaftlichem Blickwinkel rentabel sind. Deshalb wird hier eine erste Einschätzung der gesamtwirtschaftlichen Wirkungen der in Abschnitt 3 ermittelten Energiekostensenkungen um jährlich bis zu 930 Mio. € gemacht. Hiervon werden etwa 60 % mit der jetzigen Energieeffizienz-Politik und den vom Markt gegebenen Bedingungen (z.B. Energiepreise, Re-Investitionszyklen, autonomer technischer Fortschritt) erreicht.

Die jährliche Energiekostenverminderung um 930 Mio. € entspricht jährlichen Investitionen von rd. 3 Mrd. € in der Zeit 2013 bis 2020. Laut gesamtwirtschaftlichen Wirkungsberechnungen mit dem Modell ASTRA im Rahmen des Projektes „Integrierte Wärme und Kälte-Strategie Deutschland“ (Henning u.a. 2012) entspricht dies einem Viertel der dort unterstellten jährlichen Investitionen, die auch die privaten Haushalte, den gesamten GHD-Sektor und die gesamte Industrie umfassten. Unterstellt man für die vom ASTRA-Modell erzielten Ergebnisse von jeweils einem Viertel, dann dürften die Wirkungen in ihrer Größenordnung korrekt abgebildet sein. Dies bedeutet Folgendes:

- Durch die erzielten Investitionen, Energiekostensenkungen und Erträge erhöht sich das Bruttoinlandsprodukt um zusätzlich etwa 3,5 Mrd. € im Jahre 2020.
- Die Beschäftigung liegt netto, d.h. nach Abzug der kontraktiven Effekte vor allem in der Energiewirtschaft (-15.000 Beschäftigte), in 2020 um 40.000 Beschäftigte höher gegenüber dem Fall keiner weiterer Maßnahmen seitens Politik und Selbstorganisationen der Wirtschaft.
- Die größten Gewinner sind das Baugewerbe, die Investitionsgüter-Industrie, der Großhandel und die Beratungswirtschaft mit jeweils rund 7.500 zusätzlich Beschäftigten; zudem die eisenschaffende Industrie (+ 6.000 Beschäftigte), die Metallverarbeitung (+ 4.000 Beschäftigte) sowie Banken und Versicherungen mit etwa 2.000 zusätzlichen Beschäftigten (vgl. Abbildung 5-1).



Quelle: Schade, Fh-ISI 2013

Abbildung 5-1: Veränderung der Beschäftigung nach Sektoren im Jahre 2020 durch Ausschöpfung von Energieeffizienz-Potentialen gegenüber „Frozen Efficiency“ (keine Verbesserungen der Energieeffizienz) (davon entfallen auf eine ambitionierte Effizienzinitiative in der mittelständischen Wirtschaft Deutschlands ein Viertel der Angaben)

Für den Anstieg der Beschäftigung sind zwei Effekte verantwortlich:

- Zum einen die *direkten Effekte* durch die zusätzlichen Investitionen und organisatorischen Maßnahmen (einschließlich der Leistungen der Beratungswirtschaft, der Banken und Versicherungen). Die positiven direkten Effekte betreffen die Sektoren des Hoch- und Tiefbaus, die Industrie-Sektoren, welche Vorleistungen zur Verbesserung der Maschinen und Anlagen bzw. Effizienz-Produkte leisten (z.B. metallerzeugende und –verarbeitende Unternehmen, Steine und Erden-Industrie, Glasindustrie, Chemie-industrie, Investitionsgüter-Industriezweige).
- Zum anderen die *indirekten Effekte* durch das zusätzliche Wachstum des BIP, bzw. der Einkommen der Unternehmen und der veränderten Ausgaben der privaten Haushalte. Hier profitieren auch die konsumorientierten Sektoren von den Zweitrundeneffekten, wie z.B. Nahrungs- und Genussmittel-Industrie, Verbrauchsgüterindustrien, der Groß- und Einzelhandel oder private Dienstleistungen.

Die Beschäftigungswirkungen sind durch die Dezentralität der Akteure (Investoren, Planer, Beratende Ingenieure, Handwerksunternehmen für Bau, Inbetriebnahme und Wartung, Banken sowie Vorlieferanten der Investitionsgüter) regional besser verteilt als die Bereitstellung von Energie.

Die Wirtschaftlichkeit steht diesen Möglichkeiten der Energieeffizienz und der Brennstoffsubstitution mit internen Verzinsungen zwischen 10 % und mehr als 40 % nicht

entgegen, wohl aber erhebliche Hemmnisse, Marktdefizite und eine darauf unzureichend abgestimmte Bündelung von Zielgruppen- und technologiespezifischen Maßnahmen.

Diese müssten nicht nur seitens der Politik auf EU- und Bundesebene erfolgen, sondern auch mit deutlich höherem Engagement und Bewusstsein auf Seiten der Selbstorganisationen der Wirtschaft bzw. seitens der Städte und Landkreise adressiert werden. Denn für die Erreichung der Energiekostensenkung der höheren Potentiale würde ein neues Innovationsklima zur Energieeffizienz für die mittelständische Wirtschaft erforderlich sein, das durch alle Akteursgruppen auf Branchen- und Regional-/Ortsebene erzeugt werden müsste.

6 Literatur

- 30 Pilotnetzwerke (2012 a): 30 Pilotnetzwerke steigern Energieeffizienz in Unternehmen. Online verfügbar unter www.30pilot-netzwerke.de Stand: 21.03.2012
- 30 Pilotnetzwerke (2012 b): „Im Team oder allein? Zum Erfolg von Netzwerken.“ Magazin No. 2, Fraunhofer ISI (Hrsg.), Karlsruhe
- AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) (2012): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland im Jahre 2008 (Bearbeitungsstand: Oktober 2012). Berlin
- AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) (2011a): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland im Jahre 2008. Berlin
- AGEB (Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen) (2011b): Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2009 und 2010. Berlin
- Bauernhansel, T. (2012): Energieeffizienz in Deutschland. Wie energieeffizient ist die deutsche Produktion wirklich? Zahlen – Daten – Fakten. Ausgewählte Ergebnisse aus einer Analyse von 260 Veröffentlichungen. EEP Stuttgart
- Bürger, V. u.a. (2012): Arbeitspaket 5 – Weiterentwicklungsoptionen des Rechts- und Förderrahmens. Erarbeitung einer Integrierten Wärme- und Kältestrategie, Bericht für das BMU. Freiburg/Karlsruhe/Bremen
- DESTATIS Fachserie 4.3 (2011): Kostenstruktur der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden - 2009. Wiesbaden
- DVD Energieeffizienz-Netzwerke (2013): Diffusion der Netzwerkideen. Mai 2013
- Eichhammer, W., Kohlhaas, M., Neuhoff, K., Rhode, C., Rosenberg, A. & Schlomann, B. (2011): Untersuchung des Energiesparpotentials für das Nachfolge-modell ab dem Jahr 2013ff zu den Steuerbegünstigungen für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes sowie der Land- und Forstwirtschaft bei der Energie- und Stromsteuer. Endbericht.
- ewi, gws, prognos (2012): Energieszenarien 2011- Projekt Nr. 12/10. Für das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Basel/Köln/ Osnabrück
- ewi, gws, prognos (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung. Studie im Auftrag des BMWi. Basel/Köln/Osnabrück 27.8.2010
- Fleiter, T., Schlomann, B., Eichhammer, W. Hrsg. (2013): Energieverbrauch und CO₂-Emissionen industrieller Prozesstechnologien bis 2035 – Einsparpotenziale, Hemmnisse und Instrumente. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, ISI-Schriftenreihe Innovationspotenziale, Karlsruhe
- Frahm, B.J., Gruber, E., Mai, M., Roser, A., Fleiter, T., Schlomann, B. (2010): Evaluation des Förderprogramms „Energieeffizienzberatung“ als eine Komponente des Sonderfonds' Energieeffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Forschungsbericht für die KfW. IREES/ISI, Karlsruhe
- Gruber, E. u.a. (2013): Entwicklung eines Konzepts zur jährlichen Ermittlung der Förderwirkungen des KfW-Energieeffizienzprogramms.

- Henning, H.-M. (Hrsg) u.a. (2012): Erarbeitung einer Integrierten Wärme- und Kältestrategie. Arbeitspaket 8 – Handlungsempfehlungen. Studie im Auftrag des BMU. Freiburg/Karlsruhe/Bremen
- IREES (Inst. für Ressourceneffizienz und Energiestrategien) (2013): noch unveröffentlichte Auswertungen der Initialberatungsberichte des Projektes 30 Pilotnetzwerke, Karlsruhe
- IREES (Inst. für Ressourceneffizienz und Energiestrategien) (2012): noch unveröffentlichte Auswertungen der Initialberatungsberichte des Projektes 30 Pilotnetzwerke, Karlsruhe
- Jakob, M., Häberli, A. (2012): Stromeffizienz der Schweizer Wirtschaft - Auswertung und Szenarien aus der Erfahrung der EnAW. TEP Energy, Zürich
- Jochem, E., Herbst, A., Mai, M., Reitze, F. & Toro, F. (2011): Untersuchung des Energieeinsparpotentials für ein Nachfolge-Modell ab dem Jahr 2013ff zu Steuerbegünstigungen für Unternehmen des Produzierenden Gewerbes sowie der Land- und Forstwirtschaft bei der Energie- und Stromsteuer. Karlsruhe, 30. Oktober 2011
- Jochem, E., Herbst, A. (2011): Bestandsaufnahme und Strukturierung der Akteure des Wärme- und Kältebereichs in prozessenergieintensiven GHD-Sektoren und in der Industrie. in Henning, H.-M. Hrsg.: Bestandsaufnahme und Strukturierung der Akteure des Wärme- und Kältemarktes. Bericht des Arbeitspaketes 2. Karlsruhe 2011
- John, F. (2013): Auswertungen der Initialberatungen aus dem Projekt „30 Pilot-Netzwerke“. Bachelorarbeit am Institut für Industriebetriebslehre und Industrielle Produktion, KIT, Karlsruhe
- Kahlenborn, W., Prüter, B., Ratjen, G. & Eckhardt, S. (2010): Energienetzwerke in der Gastronomie. Adelphi Berlin: 2010
- Kranzl, L., Henning, M., Fette, M., Herbst, A., Hummel, M., Jochem, E., Kockat, J., Lifschiz, I., Müller, A., Reitze, F., Schulz, W., Steinbach, J., Toro, F. (2012): Arbeitspaket 6: Integrale Modellierung auf Basis vorhandener sektoraler Modelle und Erstellen eines integrierten Rechenmodells des Wärme- und Kältebereichs. Berlin: 2012
- Köwener, D., Jochem, E., Mielicke, U. (2012). Energy Efficiency Networks for companies - Concept, achievements and prospects. Proceed. ECEEE 25 July 2012
- Liefschiz, I. (2011): Modellierung des Strombedarfs auf EU-Länderebene und Ermittlung des Effizienzpotentials am Beispiel des Agrar- und Verkehrssektors. Karlsruhe: 2011
- Mai, M., Mielicke, U., Köwener, D., Jochem, E. (2012): Die Initialberatung – Impulsgeber für die Umsetzung rentabler Investitionen zur Energieeffizienz-Steigerung. uwf 20, S.43-53
- Mielicke, U. u.a. (2012): uwf - Umweltwirtschaftsforum, Volume 20, Nummer 1
- Öko-Institut, Forschungszentrum Jülich (IEK-STE), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin), Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (FhG-ISI), Hans-Joachim Ziesing (2012): Politikszenerarien für den Klimaschutz VI – Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030.
- Prognos/KfW Bankengruppe (2010): Rolle und Bedeutung von Energieeffizienz und Energiedienstleistungen in KMU. Berlin 2010.
- Radgen, P. (2008): Rationelle Energieanwendung in der Industrie. Koblenz-Landau: 2008

-
- Reitze, F. (2012): Endenergiebedarf zur Prozesskälteerzeugung, Effizienzpotentiale sowie hemmende Faktoren für den Einsatz effizienter Kältetechnologien im GHD-Sektor und bei milchproduzierenden Betrieben in Deutschland. Master Thesis. Universität Koblenz
- Saygin, D. (2012): Assessing Industrial Energy Use and CO₂-Emissions – Opportunities for energy efficiency, biomass and CCS. Dissertation Universität Utrecht ISBN 978-90-6266-318-7
- Saygin, D., W., Patel, MK., Worrell, E., Tam, C., Gielen, DJ. (2011): Benchmarking the energy use of energy intensive industries in industrialized and developing countries. Energy 36, S.6664-6673
- Schade, W., Fh ISI (2013): Ergebnisse des Makro-Modell ASTRA von Fraunhofer ISI
- Schlomann, B. u.a. (2011): Energieverbrauch des Sektors GHD für die Jahre 2007 und 2010. Fh-ISI, Karlsruhe 2010
- Schröter, M., Weißfloch, U. und Buschak, D. (2009): Energieeffizienz in der Produktion – Wunsch oder Wirklichkeit? Energieeinsparpotenziale und Verbreitungsgrad energieeffizienter Techniken, Modernisierung der Produktion, Mitteilungen aus der ISI-Erhebung, Nr. 51, November 2009
- StaBuA (2006): "Bevölkerung bis 2050 - Ergebnisse der 11. koordinierte Bevölkerungsvorausrechnung." Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- StaBuA. (2009): "Bevölkerung bis 2060 - Ergebnisse der 12. koordinierte Bevölkerungsvorausrechnung." Statistisches Bundesamt, Wiesbaden.
- Steinbach, J., Herbst, A., Jochem, E. & Reitze, F. (2011): Arbeitspaket 3 „Bestandsaufnahme und Strukturierung der Akteure des Wärme- und Kältemarktes“. Bericht für das BMU.
- Wärme- und Kältestrategie Deutschland (2012): Erarbeitung einer Integrierten Wärme- und Kältestrategie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Projektpartner: Fraunhofer ISE, Fraunhofer ISI, BEI, IREES, Öko-Institut e.V., Technische Universität Wien

7 Anhang

7.1 Raumwärme- und Warmwasserbedarf im Verarbeitenden Gewerbe

Tabelle 7.1: Raumwärme- und Warmwasserbedarf der Industrie in Deutschland, in TJ, 2008 bis 2020 im Fall eines Referenz-Szenarios

| Industriebranchen | 2008 | 2015 | 2020 |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Ernährung und Tabak | 21.394 | 21.439 | 21.455 |
| Fahrzeugbau | 33.648 | 33.718 | 33.743 |
| Gewinnung von Steinen und Erden. sonst. Bergbau | 1.105 | 1.107 | 1.108 |
| Glas u. Keramik | 3.315 | 3.321 | 3.324 |
| Grundstoffchemie | 3.716 | 3.724 | 3.727 |
| Gummi- und Kunststoffwaren | 13.861 | 13.890 | 13.900 |
| Maschinenbau | 32.543 | 32.611 | 32.635 |
| Metallbearbeitung | 23.503 | 23.552 | 23.570 |
| Metallerzeugung | 2.109 | 2.114 | 2.115 |
| NE-Metalle. -gießereien | 4.520 | 4.529 | 4.533 |
| Papiergewerbe | 5.022 | 5.033 | 5.036 |
| Sonstige chemische Industrie | 8.738 | 8.757 | 8.763 |
| Sonstige Wirtschaftszweige | 51.627 | 51.734 | 51.773 |
| Verarbeitung v. Steine u. Erden | 3.315 | 3.321 | 3.324 |
| Industrie insgesamt | 208.418 | 208.850 | 209.008 |

Quelle: Kranzl *et al.*, 2012

7.2 Szenarien-Definition der Wärme- und Kältestrategie Deutschland

Die Referenz-Entwicklung unterstellt keine weiteren Politik-Maßnahmen nach dem 1.1.2012. Damit dient das Referenz-Szenario als Messlatte gegenüber weiteren Szenarien, die weitere Politik-Maßnahmen nach dem 1.1. 2012 unterstellen. Das in der Tabelle 7.2. aufgeführte Szenario ist insofern extrem, dass es ab 2017 einen internationalen Politik-Konsens unterstellt, in dem alle wichtigen Industrie und Schwellenländer sich klare Ziele der Treibhausgasemissionen vorgeben, so dass das 2°C-Ziel zum Ende des Jahrhunderts noch erreicht werden könnte.

Tabelle 7.2: Vergleich der beiden Szenarien „Referenz“ und „Globaler Konsens“ in ihren Grundannahmen

| | Referenz-Szenario | Politik-Szenario |
|--|--|---|
| | Die Klimapolitik der EU wird in der internat. Gemeinschaft kaum aufgenommen. | alle großen Industriestaaten und Schwellenländer (BRICS) einigen sich bis 2017 auf 2°C-Politik |
| Übergreifende Maßnahmen | in Deutschland bzw. EU | in Deutschland bzw. EU |
| 1. CO₂-Emissions-Zertifikatepreis | Zertifikatepreis 2020: 20 €/ t CO ₂ | Zertifikatepreis 2020: 40 €/t CO ₂ , linear steigend |
| 2. Energie-/Strom-Steuer-Gesetz - Spitzenausgleich | Branchenlösung mit geringen Anforderungen an Effizienz-Steigerung ab 2013 | Individuelle Anforderungen mit standardisierten Energiemanagement-Systemen, hohen Stichprobenzahlen und unterstützenden Maßnahmen ab 2015, Neuausrichtung der Steuersätze an der Klimaintensität der Brennstoffe |
| 3. Energie- und Klima-Fond | geringe Ausstattung 2,5 Mrd. €/a | hohe Ausstattung: 8 Mrd. /a ab 2017 , vorher ab 2015 5 Mrd./a |
| 4. Energieeffizienz-Richtlinie, Weiße Zertifikate, ... | keine verbindlichen Einsparziele auf Ebene der EU | verbindliche Einsparziele auf Ebene der EU (1.5% pro Jahr bei ambitionierter Baseline, keine Anerkennung von Early Action) |
| 5. Öko-Design-Richtlinie und Verbrauchskennzeichnung | weitere Anwendungen zu Standardisierung werden nur schleppend verabschiedet, Mindeststandards sind starr bis 2020 und wenig ambitioniert | weitere Anwendungen zu ambitionierten Standards werden zügig vorangetrieben und treten bis 2018 alle als Top Runner in Kraft (d.h. dynamische Verschärfung). |
| 6. KWK-Förderung | der derzeit diskutierte Gesetzentwurf des KWKG wird verabschiedet und in den Folgejahren nicht weiter novelliert | der derzeit diskutierte Gesetzentwurf des KWKG wird mit weiteren Auflagen verabschiedet und 2015 weiter verschärft - höhere Fördersätze 0,7 ct/kWh - Anhebung der Förderzeiträume auf 10 Jahre für Anlagen 50 kW bis 2 MW - Regelmäßige Verpflichtung zur Prüfung von KWK Optionen |
| 7. Bildungs- und Ausbildungspolitik | Energieeffizienz und Klimawandel sind kaum ein Thema in Schule und Ausbildung | Energieeffizienz und Klimawandel sind Pflichtelemente in Schulbildung und Ausbildung sowie berufliche Fortbildung ab 2017 |
| 8. Energieeffizienznetzwerke für Unternehmen und Kommunen | Es existieren 100 Effizienz-Netzwerke für Unternehmen und 10 für mittlere Kommunen in 2020 | Es existieren 700 Effizienz-Netzwerke für Unternehmen und 50 für mittlere Kommunen in 2020 |
| 9. Kommunale Klimaschutzkonzepte | Kommunale Klimaschutz-Konzepte werden zwar häufig erstellt, aber die Umsetzung ist i.a. gering - | Klimaschutz-Konzepte werden von allen Kommunen und Landkreisen ab 2014 erstellt und mit großem Konsens ab 2016 umgesetzt |
| 10. Wärmenetzausbau / Wärmeversorgungspläne | ein Ausbau der Fern-/Nahwärme-Netze ist gering, Abwärme wird kaum zusätzlich eingespeist | Fern- und Nahwärmenutzung wird sehr präferiert; Abwärmeeinspeisung der Industrie 2020 vervierfacht sich gegenüber 2010 |
| 11. Energieforschungsprogramm / Pilot- und Demoprojekte (PuD) / Venture Capital | Durchführung des 6. Energieforschungsprogramms wie geplant, Nutzung EU FuD-Programm | Zusätzlich geförderte Initiierung von FuE-Projekten im Bereich Energieeffizienz, nationales PuD-Programm; Venture Capital Förderung von neuen Energieeffizienz-Lösungen |

Quelle: Wärme- und Kältestrategie Deutschland 2012; Steinbach et al., 2011