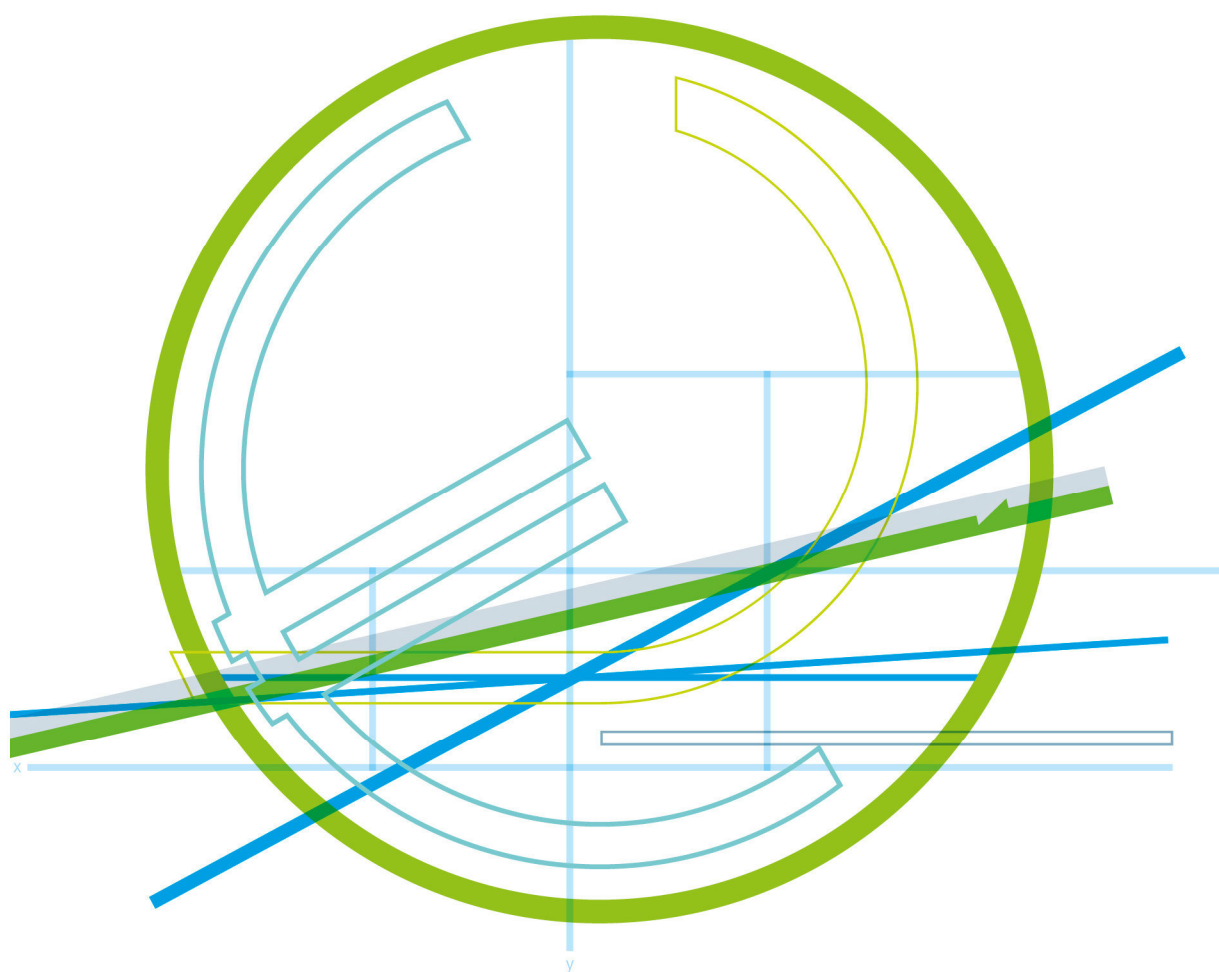


Strategie zur Mobilisierung des Stromsparpotenzials in Österreich



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Energie der Zukunft“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A handwritten signature in black ink, reading 'Theresia Vogel'.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink, reading 'Ingmar Höbarth'.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

Kurzfassung

Die energetisch hocheffiziente nachfrageseitige Bereitstellung von Energiedienstleistungen ist eine der zentralen Voraussetzungen für ein nachhaltiges Wirtschaftssystem. Das zentrale Ziel dieses Forschungsprojekts ist es, einen dynamischen Aktionsplan für die wichtigsten zu implementierende Maßnahmen zu erstellen, um das Effizienzsteigerungspotenzial nachfrageseitiger Technologien zur Bereitstellung von strombasierten Energiedienstleistungen zu mobilisieren. Analysiert werden die wichtigsten Anwendungen in den Sektoren Haushalte, Industrie und Dienstleistungen (Bürogebäude und Gewerbe).

Für die Umsetzung dieser Maßnahmen werden in einem dynamischen Kontext bis 2030 (+Ausblick auf 2050) Förderstrategien zur Erreichung von abgeleiteten und vorgegebenen Einsparzielen (Bsp.: 2020-EU-Ziele) dargestellt. Diese Analysen basieren auf einem dynamischen Bestands-, Erneuerungs-, Ersatzmodell dieser Technologien (unter Einbeziehung der grauen Energie zur Herstellung) auf Jahresbasis bis 2030 (+ Ausblick auf 2050) für Österreich, um zumindest einen vollständigen Lebenszyklus einer Technologie (Bsp.: Kühlschränke, Umwälzpumpen,...) zu analysieren und die prioritären Technologien sowie künftige Innovationen für die Effizienzsteigerung zu identifizieren.

Die wichtigsten Schlussfolgerungen aus diesen Analysen lauten: Obwohl im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen in Österreich ein beträchtliches Energieeinsparpotenzial existiert, bedarf es großer Anstrengungen dieses zu heben. Dabei existiert kein singulär anwendbares Instrument sondern es ist ein – sich über die Zeit änderndes – Portfolio an Maßnahmen zu implementieren, das in diesem Bericht detailliert dokumentiert wird.

Langfristig können diese Energiespar- und Energieeffizienzsteigerungspotenziale im Bereich nachfrageseitiger Technologien zur Bereitstellung von strombasierten Energiedienstleistungen nur dann umfassend und nachhaltig mobilisiert werden, wenn die folgenden zentralen Bedingungen erfüllt werden:

- höheres Strompreisniveau gemessen am verfügbaren Budget (Haushaltseinkommen bzw. Wertschöpfung der Unternehmen) und
- eine technologische Effizienzrevolution
- Übergang vor allem bei Großverbrauchern auf „Contracting“

Ergänzend dazu tragen Anreiz- und Informations-Systeme (z.B. Labelingssysteme) dazu bei, dass schon in den nächsten Jahren die schlechtesten Geräte aus dem Bestand eliminiert werden und somit der Übergang auf ein nachhaltiges System beschleunigt wird.

Abstract

Providing demand-side energy services with a high technical conversion efficiency is a major precondition for a sustainable economy. The core objective of this research project is to develop a dynamic Action plan for the most important measures to be implemented to mobilize the potential for energy efficiency increases of major demand-side conversion technologies for the provision of the most important electricity-based energy services for the major end uses in the sectors households, industry and services (e.g. office buildings)

For the implementation of these measures promotion strategies will be described in a dynamic context up to 2030 to show different political targets can be met. The analysis is based on a dynamic model considering stocks of appliances and equipment, renewal rates, saturation and substitution effects of the different technologies on a yearly basis up to 2030+ for Austria. For all technologies at least the average electricity consumption of the stock as well as the average consumption of new and best new appliances is considered.

The major conclusions of these analyses are: A remarkable energy conservation potential in the field of demand-side electricity-based energy services in Austria exists. Yet, huge efforts are necessary to achieve these savings. No „one size fits all“-instrument exists to trigger all these potentials. Only the implementation of a portfolio of measures – which changes over time – can meet to this objective. It is documented in this report in detail

In the long run, these potentials for energy efficiency increases of major demand-side conversion technologies for the provision of electricity-based energy service can be triggered only then in a sustainable way, if the following core conditions are fulfilled:

- a generally higher level of electricity prices compared to the available budget (e.g. household income respectively economic values created in enterprises),
- a technological efficiency revolution and
- a switch to „Energy Service Contracting“ especially for large consumers.

In addition, incentive and information systems (e.g. enforced labeling) can contribute that already in the next years the worst large appliances are kicked out of the stock and, hence, the transition to a sustainable energy system will be accelerated.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	1
Abstract.....	2
Inhaltsverzeichnis	3
Zusammenfassung der Ergebnisse	7
1 Einleitung	10
1.1 Aufgabenstellung	10
1.2 Schwerpunkte des Projektes	11
1.3 Einordnung in das Programm	12
1.4 Darstellung des Beitrags des Projekts zu den Programmzielen	12
1.5 Verwendete Methoden.....	14
1.5.1 Erhebung und Analyse des Ist-Zustands.....	15
1.5.2 Analyse der möglichen Dynamiken	15
1.5.3 Reboundeffekt	18
1.5.4 Energiepolitische Instrumente	19
1.5.5 Wirtschaftlichkeitsanalyse.....	19
1.6 Aufbau der Arbeit.....	20
2 Internationale Stromsparpotenzialstudien	22
2.1 Überblick internationaler Energiesparpotenzialstudien	22
2.1.1 McKinsey: Pathways to a Low-Carbon Economy.....	22
2.1.2 Globale IPPC-Potenzialrechnungen zu CO ₂ -Vermeidungskosten im Gebäudebereich.....	23
2.1.3 Das IEA-WEO 2007 Alternative Politik Szenario.....	24
2.1.4 Das Greenpeace/EREC Energy [R]evolution Szenario 2008.....	25
2.1.5 Studie des Umweltbundesamtes zur Auswertung verschiedenster globaler Potenzialstudien	25
2.1.6 Effizienzpotenzialberechnungen in den EU-Ökodesign Studien	26
2.1.7 Allgemeine Schlussfolgerungen internationale Energiesparpotenzialstudien.....	27
2.2 Identifikation der Umsetzungshemmnisse von Stromsparpotenzialen und Strategien zu deren Überwindung	28
2.2.1 Warum keine oder nur mangelhafte Umsetzung – Ursachen der Hemmnisse	28
2.3 Hemmnisbeschreibung pro Stakeholder und Beispiele zur Überwindung	29
2.3.1 Akteure, die Effizienztechnologien anbieten.....	29
2.3.2 Wesentliche Hemmnisse für Energieeffizienz bei Herstellern von Produkten, die an Endabnehmerinnen und Endabnehmer und auch an Weiterverarbeiter verkauft werden	30

2.3.3	Wesentliche Hemmnisse für Energieeffizienz bei Planern, Installateuren und Handwerkern	32
2.3.4	Wesentliche Hemmnisse für Geschäftseigentümerinnen und -eigentümer, Verkäuferinnen und Verkäufer im Handel	35
2.3.5	Nachfrageseite	37
2.3.6	Wesentliche Hemmnisse für private Investoren	38
2.3.7	Zusätzliche Hemmnisse für öffentliche, gewerbliche und industrielle Investoren	41
3	Überblick international praktisch implementierter energiepolitischer Instrumente zur Förderung der effizienten Stromnutzung.....	44
3.1	Überblick über die Politikinstrumente	44
3.2	Übergreifende Instrumente mit förderlicher Wirkung auf das Angebot von Energieeffizienzprogrammen und –dienstleistungen	45
3.2.1	Überblick	45
3.2.2	Gesetzlich verpflichtende Zielvorgaben und Zertifikatslösungen	45
3.2.3	„Einspeisetarife“ für Energieeinsparungen	49
3.2.4	Energiesparfonds.....	50
3.3	Einzelinstrumente	52
3.3.1	Energiebesteuerung, Abbau von Energiesubventionen und weitere allgemeine Rahmenbedingungen der Energie(effizienz)wirtschaft.....	52
3.3.2	Freiwillige Selbstverpflichtungen und verhandelte Vereinbarungen.....	54
3.3.3	Standards für Produkte, Prozesse, Gebäude.....	55
3.3.4	Energiekennzeichnung	56
3.3.5	Finanzielle Anreize	58
3.3.6	Planerische Instrumente	59
3.3.7	Energieberatung, Energie-Audit	59
3.3.8	Information und Kommunikation, Motivationskampagnen.....	61
3.3.9	Partizipation, Kooperation und Vernetzung	62
3.3.10	Öffentliche Beschaffung / Kooperative Beschaffung	63
3.3.11	Bildung und Qualifizierung.....	64
3.3.12	Forschung und Innovation	64
3.3.13	Abbau rechtlicher Hemmnisse.....	65
4	Instrumentenpakete der Energieeffizienzpolitik	66
4.1	Zielsetzung und Politikplanung	66
4.2	Instrumentenpakete als Antwort auf die Vielfalt der Akteure, Hemmnisse und Anreize	67
4.3	Übergreifende Instrumente und Infrastruktur für Stromeffizienz	68
4.4	Beispiele für effektive Politikpakete	68
4.4.1	Haushaltsgeräte.....	69
4.4.2	Haustechnik in Gebäuden (GHD-Sektor)	70

4.5	Gesamtpaket einer nationalen Stromeffizienzpolitik	73
5	Überblick über implementierte österreichische Energieeffizienzpolitiken für strombasierte Energiedienstleistungen.....	75
5.1	Implementierte Energieeffizienzpolitiken im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen und Ziele	75
5.2	Geplante Maßnahmen und Energieeffizienzpolitiken im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen und Ziele im Rahmen der EnergieStrategie 2020.....	78
5.2.1	Übergreifende Maßnahmen:.....	78
5.3	Vergleich der implementierten bzw. geplanten Instrumente zur Steigerung der Energieeffizienz im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen im Vergleich zu empfohlenen Instrumentenpaketen	79
6	Analyse des Strombedarfs der Anwendungstechnologien nach Sektoren und Energiedienstleistungen in Österreich	81
6.1	Strombedarf der Haushalte.....	81
6.1.1	Aufschlüsselung des Stromeinsatzes in den Haushalten.....	81
6.1.2	Verteilung des Strombedarfs der Haushalte auf Anwendungen	82
6.1.3	Detaillierte Analyse innerhalb einzelner Anwendungen	83
6.2	Strombedarf im Dienstleistungssektor in Österreich	85
6.2.1	Strombedarf im Dienstleistungssektor – Relevanz in Österreich	85
6.2.2	Aufteilung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor nach den verschiedenen Subbranchen – Bottom-up Hochrechnung	86
6.2.3	Aufteilung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor nach Nutzenergiekategorien – Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Studien	90
6.2.4	Verteilung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor auf Anwendungen und Technologien	92
6.2.5	Entwicklung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor (Zeitreihe)	93
6.3	Strombedarf der Sachgüterproduktion in Österreich, derzeit/historisch.....	94
6.3.1	Strombedarf der Industrie – Relevanz in Österreich	94
6.3.2	Aufschlüsselung des Stromeinsatzes in der Sachgüterproduktion	95
6.3.3	Harmonisierung der Branchenaufschlüsselung der verwendeten Datenquellen	95
6.3.4	Verteilung des Strombedarfs der Industrie auf Branchen und Anwendungen	96
6.3.5	Detaillierte Betrachtung des Stromeinsatzes für Motoren	98
6.3.6	Entwicklung des Strombedarfs in der Sachgüterproduktion (Zeitreihe)	99
7	Analyse der best-practice Technolgien.....	101
7.1.1	Sektor „Haushalt“:.....	101
7.1.2	Sektor „Dienstleistung“	101
7.1.3	Sektor „Industrie“	101
7.2	Methodik	102
7.3	Referenzgerät	102

7.4	Datenquellen.....	102
7.5	Technologiebeispiel - Geschirrspüler	103
8	Dynamisches Modell.....	105
8.1	Modellbeschreibung.....	105
8.2	Berechnung von Kosten und Umfang der Energieeinsparung	108
8.2.1	Kosten-Potenzial-Kurve und Grenzkostenkurve der Energieeinsparung	110
9	Szenarien der dynamischen Stromsparpotenziale in Österreich	112
9.1	Sektor Haushalte	112
9.1.1	Kalibrierung der Parameter.....	112
9.1.2	BAU-Szenario für den Sektor Haushalte (Referenzszenario)	113
9.1.3	Best-Szenario für den Sektor Haushalte	118
9.1.4	Politiksznarien für den Sektor Haushalte.....	119
9.2	Sektor Dienstleistung	121
9.2.1	Beschreibung der Kalibrierung für DL	122
9.2.2	BAU-Szenario für den Sektor Dienstleistung (Referenzszenario).....	123
9.2.3	Best-Szenario für den Sektor Dienstleistungen.....	126
9.3	Sektor Industrie.....	126
9.3.1	Kalibrierung der Parameter für den Sektor Industrie	126
9.3.2	BAU-Szenario für den Sektor Industrie (Referenzszenario).....	129
9.3.3	Best-Szenario für den Sektor Haushalte	131
9.3.4	Politiksznarien für den Sektor Industrie	131
9.4	Gesamtentwicklung	132
10	Dynamischer Aktionsplan und Ausblick	136
10.1	Dynamischer Aktionsplan und Prioritätenliste	136
10.1.1	Kurzfristige Maßnahmen.....	136
10.1.2	Mittelfristige Maßnahmen	139
10.1.3	Langfristige Maßnahmen	139
10.2	Ausblick 2030+	140
11	Schlußfolgerungen	143
	Literaturverzeichnis	144
	Tabellenverzeichnis	151
	Abbildungsverzeichnis	153

Zusammenfassung der Ergebnisse

In diesem Projekt wird die forcierte Erschließung von Energiespar- und Energieeffizienzsteigerungspotenzialen prioritärer nachfrageseitiger Technologien zur Bereitstellung von strombasierten Energiedienstleistungen bis 2030 (mit einem ergänzenden Ausblick bis 2050) analysiert und ein dynamischer Aktionsplan entwickelt. Dazu werden Szenarien der Entwicklung unterschiedlicher nachfrageseitiger Technologie-Kategorien untersucht, die aus heutiger Sicht im Jahre 2030 (+ Ausblick auf 2050) für die Bereitstellung stromspezifischer Dienstleistungen von Bedeutung sind. In Kombination mit der Identifizierung der Hemmnisse für den Einsatz von effizienten Technologien und geeigneter energiepolitischer Instrumente – zur Überwindung dieser Hemmnisse – für eine effektive und kosteneffiziente Umsetzung von Stromsparingpotenzialen für diese Technologien, stellt dies im Vergleich zu den bisherigen Untersuchungen einen neuen und innovativen Aspekt dar.

Es werden sowohl Grundtechnologien (z.B. Motoren, Netzteile...), Anwendungstechnologien (kontrollierte Wohnraumbelüftung, Heizungspumpen, Waschmaschinen, Beleuchtung, Computer mit Peripherie, Server, strombasierte Heizung und Kühlung, Industriepumpen...), Einsatzzeiten (Stand-By) und auch Stromverbrauchsmanagement- und -überwachungstechnologien (z.B. Geräte die als zentrale Stromverbrauchs"wächter" bzw. -manager bzw. maximale Leistungsbegrenzer fungieren) berücksichtigt.

Um den dynamischen Prozessen gerecht zu werden, basiert die Analyse schließlich auf einem dynamischen Bestands-, Erneuerungs- und Ersatzmodell dieser Technologien (unter Einbeziehung der grauen Energie zur Herstellung) auf Jahresbasis bis 2030 (mit einem Ausblick auf 2050) für Österreich, wobei dieser Zeitraum auf Grund hoher Lebensdauern und damit langer Bestandserneuerungszyklen sinnvoll ist (grundsätzlich kann diese Methode für weitere Länder angewendet werden). Bei allen Technologien werden zumindest der Durchschnitt des Bestands sowie durchschnittliche neue und beste neue Geräte hinsichtlich ihres Energieverbrauchs betrachtet. Daneben werden auch die Dynamik des Servicelevels (Leistung oder Kühltischgröße oder Lumen/m² beleuchtet oder m² gekühlt ...) und die jährliche Einsatzzeit untersucht.

Es werden international praktisch angewandte energiepolitische Instrumente auf ihre Effektivität und Kosten in der österreichischen Situation analysiert und die Hemmnisse der Umsetzung von Stromsparingpotenzialen identifiziert.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten fließen als Input in ein dynamisches Modell zur Quantifizierung von Endenergieeinsparungen in einem dynamischen Kontext bis in das Jahr 2030 (mit einem Ausblick auf 2050) ein. Durch eine Analyse der Sensitivitäten von Einflussgrößen wurde ein robustes Set an Eingangsdaten für die Modellierung erstellt. Weitere Parameter des Modells werden in verschiedenen Szenarien dargestellt und variiert (u.a. Endkundenstrompreise und sektorale wirtschaftliche Entwicklungen).

Zusätzlich zur Ableitung der Potenziale werden die Kosten der Einsparungen prioritär relevanter elektrischer Endverbraucher bestimmt. Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Endkundenstrompreise werden diese im Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit bewertet und daraus Kosten-Potenzial-Kurven bzw. Grenzkostenkurven der Energieeinsparung entwickelt. Es zeigt sich, dass es, je nach angesetztem Zinssatz und korrespondierender Abschreibungsdauer, möglich wäre 4000 – 8000 GWh Strom auf Basis heute zur Verfügung stehender Technologien wirtschaftlich einzusparen. In einem dynamischen Kontext bis 2020 liegt das wirtschaftliche Einsparpotenzial bei 4000 – 7000 GWh (siehe Abbildung 1).

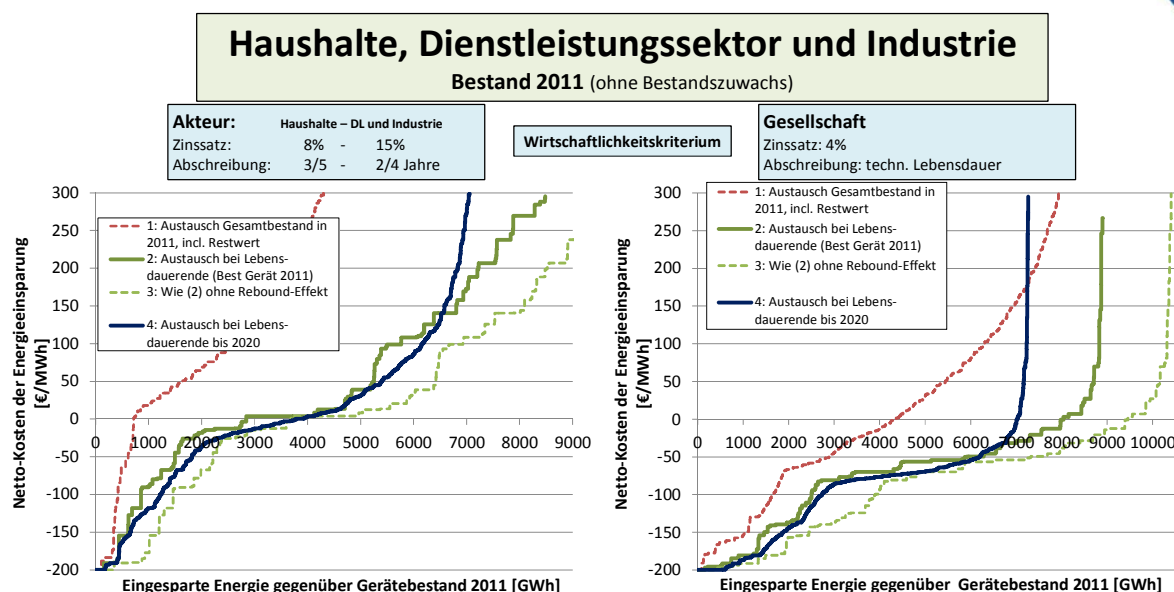


Abbildung 1: Grenzkostenkurven der Stromeinsparung für die Sektoren: Haushalte, Dienstleistungen und Industrie.

Auf Basis der (Interpretation der) Modellergebnisse und der Analyse der international praktisch angewandten energiepolitischen Instrumenten erfolgt die Ableitung von Empfehlungen für Strategien zur praktischen Erschließung der festgestellten Potenziale.

Die wichtigsten Schlussfolgerungen der durchgeführten Analysen lauten:

- Obwohl im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen in Österreich ein beträchtliches Energieeinsparpotenzial existiert, werden große Anstrengungen notwendig sein diese Einsparungen umzusetzen.
- Es existiert kein singular anwendbares Instrument, das für alle Sektoren bzw. alle Technologien eine effiziente Umsetzung der Potentiale erlauben würde. Vielmehr muss ein Bündel an Maßnahmen implementiert werden, das über die Zeit den sich ändernden Rahmenbedingungen angepasst wird, um eine effiziente und effektive Ausschöpfung der Potentiale erlaubt.
- Langfristig können die identifizierten Energiespar- und -effizienzsteigerungspotenziale im Bereich nachfrageseitiger Technologien zur Bereitstellung von strombasierten Energiedienstleistungen nur dann umfassend und nachhaltig mobilisiert werden, wenn die folgenden beiden zentralen Bedingungen erfüllt werden:
 - Ein höheres Strompreisniveau
 - Eine technologische Effizienzrevolution
- Ergänzend dazu können Anreiz- und Informations-Systeme dazu beitragen, dass in den nächsten Jahren die schlechtesten Geräte aus dem Bestand eliminiert werden und somit der Übergang in ein nachhaltiges System beschleunigt wird.

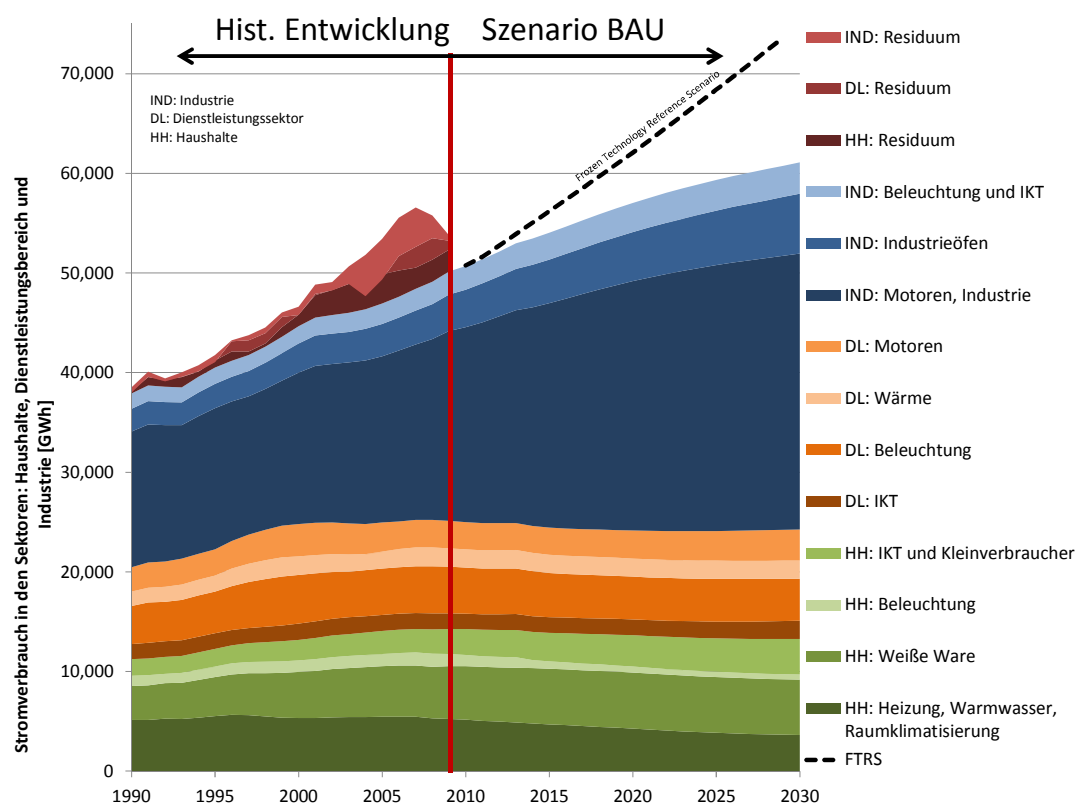


Abbildung 2: Strombedarfsentwicklung der Sektoren Haushalte, Dienstleistungen und Industrie im Business-as-Usual-Szenario

1 Einleitung

Inhalt des vorliegenden Projektes ist die Analyse von stromspezifischen Energieeffizienzpotenzialen und deren Mobilisierung in Österreich. Dabei werden die drei Sektoren:

- Industrie,
- Haushalte und
- Dienstleistungsbereich abgedeckt.

Diese waren in 2009 für 93 % des österreichischen Stromendenergieverbrauch verantwortlich.

Dazu werden die Sektoren mit deren spezifischen technologischen und ökonomischen Dynamiken abgebildet. Mögliche Entwicklungsszenarien unter Berücksichtigung der relevanten ökonomischen Restriktionen und Auswirkungen durch energiepolitische Instrumente werden entwickelt. So ist der Ansatz des technologischen Lernens für den Aspekt der Effizienzsteigerung und der Kostendegression im entwickelten dynamischen Modell implementiert. Unterschiedlichen Investitionsbereitschaften ist durch sektor- und anwendungsspezifischer Kapitalrenditenerwartung Rechnung getragen. Entsprechend gewählter Realisierungen von Einsparpotenzialen sich adaptierende Kosten-Potenzial-Kurven für nachfrageseitige Effizienzsteigerungen wurden ermittelt und dargestellt – dabei wird auch die durch den natürlichen Technologietausch (Gerät am Ende der Lebensdauer) entstehende Effizienzsteigerung (Neues „Ersatz“gerät ist effizienter) berücksichtigt. Insgesamt stellt die simultane Abbildung technologischer Entwicklungen und angewandter politischer Instrumente unter variablen Investitionsanreizen und **verschiedenen Szenarien** für exogene Einflussgrößen eine entscheidende methodische Weiterentwicklung für die Untersuchung der zu erhebenden prioritären Anwendungen dar.

Ein Ergebnis des Projektes sind Szenarien der Entwicklung unterschiedlicher nachfrageseitiger Technologie-Kategorien, die aus heutiger Sicht im Jahre 2030 (+ Ausblick auf 2050) für die Bereitstellung stromspezifischer Dienstleistungen von Bedeutung sind. Diese sind kombiniert mit der Identifizierung der Hemmnisse für den Einsatz von effizienten Technologien und geeigneter energiepolitischer Instrumente – für die Überwindung der Hemmnisse – für eine effektive und kosteneffiziente Implementierung von Stromsparerpotenzialen für die betrachteten Technologien.

Ein weiterer Output dieses Projekts ist ein dynamischer Aktionsplan zur kosteneffizienten Umsetzung der Stromsparerpotenziale für Österreich.

1.1 Aufgabenstellung

Das zentrale Ziel dieses Forschungsprojekts ist es, Energieeffizienzpotenziale nachfrageseitiger Technologien zur Bereitstellung von strombasierten Energiedienstleistungen, deren Mobilisierbarkeit und die dazu zur Verfügung stehende Instrumente zu untersuchen, damit daraus ein dynamischer Aktionsplan erstellt werden kann, der diese effektiv ausschöpft. Dabei werden international praktisch angewandte energiepolitische Instrumente auf ihre Effektivität und Kosten analysiert und die Hemmnisse der Umsetzung von Stromsparerpotenzialen identifiziert.

Dies wurde für die wichtigsten Anwendungen in den Sektoren Haushalte, Industrie und Dienstleistungen durchgeführt. Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung von Szenarien (BAU-, Best-policy Szenario), welche die erzielten Einsparungen und Effizienzsteigerungen in einer dynamischen Betrachtung wiedergeben. Die mit der Steigerung der Energieeffizienz verbunden Kosten werden durch Kosten-Potenzial-Kurven bzw. Grenzkostenkurve der Energieeinsparung dargestellt.

Dies setzt eine Betrachtung in einem dynamischen Kontext bis 2030 – um mindestens einen vollständigen Lebenszyklus einer Technologie (Bsp.: Kühlschrank, Wohnraumbelüftungsanlage,...) zu beschreiben, zu analysieren, ökonomisch und ökologisch zu bewerten und die prioritären Technologien sowie künftige Innovationen für die Effizienzsteigerung zu identifizieren, voraus. Darüber hinaus wird in Form einer Story-line einen Ausblick bis 2050 dargestellt.

Es werden sowohl Grundtechnologien (z. B. Motoren, Netzteile...) als auch Anwendungstechnologien (kontrollierte Wohnraumbelüftung, Heizungspumpen, Waschmaschinen, Beleuchtung, Computer mit Peripherie, Server, strombasierte Heizung und Kühlung, Industriepumpen...) und Einsatzzeiten (Stand-By) berücksichtigt.

Wichtig bei der Auswahl ist der **derzeitige und zukünftig zu erwartende Anteil dieser Dienstleistungen am Stromverbrauch**. D.h., je höher der Anteil, desto wichtiger ist es, diese Technologie in der Analyse mit zu berücksichtigen. Es werden auch Innovationssprünge basierend auf historischen Erfahrungen berücksichtigt (Bsp.: Röhren vs. Flachbildschirm vs. OLED - Technologie, Glühlampe vs. ESP-Lampe,...)

Um den dynamischen Prozessen gerecht zu werden, basiert schließlich die Analyse auf einem dynamischen Bestands-, Erneuerungs-, Ersatzmodell dieser Technologien (unter Einbeziehung der grauen Energie zur Herstellung) auf Jahresbasis bis 2030 (+ Ausblick auf 2050) für Österreich, wobei dieser Zeitraum auf Grund hoher Lebensdauerzyklen als sinnvoll scheint (Grundsätzlich kann diese Methode für weitere Länder angewendet werden). Bei allen Technologien werden zumindest der Durchschnitt des Bestands sowie durchschnittliche neue und beste neue Geräte hinsichtlich ihres Energieverbrauches betrachtet. Weiters werden die Dynamik des Servicelevels (Leistung oder Kühlschrankgröße oder Lumen / m² beleuchtet oder m² gekühlt ...) und die jährliche Einsatzzeit untersucht.

1.2 Schwerpunkte des Projektes

Der zentrale Inhalt dieses Projekts ist die Analyse und dynamische Abbildung der Stromsparpotenziale von nachfrageseitigen Technologien (z. B. Motoren, Netzteile...) für die Bereitstellung von Energiedienstleistungen in einem dynamischen Kontext bis ins Jahr 2030 (+Ausblick bis 2050) unter verschiedenen Szenarien. Dies ist notwendig um mindestens einen vollständigen Lebenszyklus der Technologien zu berücksichtigen. Darauf aufbauend werden Umsetzungsstrategien zur Realisierung der erhobenen und vorgegebenen Potenziale in einem dynamischen Aktionsplan dargelegt.

Dabei wird die aus heutiger Sicht zu erwartende Entwicklung dieser Technologien durch Berücksichtigung von markttypischen Effekten (Marktsättigung, Austauschraten,...) abgebildet und so auf die zukünftige Bedeutung dieser Technologien hinsichtlich Energieverbrauch geschlossen– die Effizienzsteigerung durch „natürlichen“ Tausch (Geräte am Ende der Lebensdauer) sowie technische Weiterentwicklung der Technologien und die damit einher gehende Reduktion des Verbrauches finden Berücksichtigung. Wichtig ist dabei die Analyse der Unterschiede im Stromverbrauch bei der Erbringung einer Energiedienstleistung unter Verwendung der Technologien des Bestandes, durchschnittlicher neuer oder der bestem am Markt erhältlichen (bzw. sich im Laborstadium befindlicher) Technologien (Bsp.: Organische LEDs,...) Durch die Theorie des technischen Lernens lassen sich die Entwicklungen der Technologien hinsichtlich der spezifischen Kosten in Abhängigkeit der Verbreitung (Produktion) bestimmen. Zusätzlich wird diese Theorie zur Beschreibung der Effizienzsteigerungen in Abhängigkeit der Mengen verwendet.

Für die hinsichtlich der potentiellen Einsparungen wichtigsten Technologien in den Sektoren Industrie, Haushalte und Dienstleistung werden in Zeitreihenanalysen die relevanten Parameter für die Effizienz- und Kostenentwicklung abgeleitet.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten fließen als Input in ein dynamisches Computermodell zur Quantifizierung von Endenergieeinsparungen in einem dynamischen Kontext bis in das Jahr 2030 ein. Zusätzliche Parameter des Modells werden in verschiedenen Szenarien dargestellt und variiert (z.B.: Endkundenstrompreise, sektorale wirtschaftliche Entwicklungen).

Zusätzlich zur Ableitung der Potenziale werden die Kosten der Einsparungen prioritär relevanter elektrischer Endverbraucher bestimmt, (unter Berücksichtigung unterschiedlicher Endkundenstrompreise) in Hinblick auf ihre Wirtschaftlichkeit bewertet und daraus resultierend Kosten-Potenzial-Kurven und Grenzkostenkurven der Energieeinsparung entwickelt.

Auf Basis der (Interpretation der) Modellergebnisse und der Analyse der international praktisch angewandten energiepolitischen Instrumenten erfolgt die Ableitung von Empfehlungen für Strategien zur praktischen Erschließung der festgestellten Potenziale.

1.3 Einordnung in das Programm

Der permanente Anstieg des österreichischen Strombedarfs (2,6% im Jahr 2006), die damit verbundenen steigenden Emissionen und die Importabhängigkeit von fossilen Energieträgern sind nur einige Argumente welche gegen ein nachhaltiges Energiesystem sprechen. Die EU reagiert auf den vorhandenen Sachverhalt mit der Forderung nach mehr Energieeffizienz (EU-Direktive).

Dieses Projekt liefert einen wesentlichen Beitrag dazu die möglichen Stromsparerpotenziale in Österreich in den jeweiligen Sektoren und Sektor übergreifenden Anwendungsgebieten aufzuzeigen. Die Realisierung dieser Potenziale führt nachhaltig zu einem reduzierten Energiebedarf, **trägt** damit unmittelbar **zu mehr Energieimportunabhängigkeit und zur Reduktion der Emission von Klimagasen bei**. Durch dieses Projekt werden praktisch angewandte nationale und internationale politische Instrumente einer analytischen und ökonomischen Bewertung unterzogen und die Auswirkungen auf den österreichischen Strombedarf simuliert und in Szenarien abgebildet. Dadurch können die Tragweiten von politischen Maßnahme und deren Kosten ermittelt werden und solide Basis für einen dynamischen Aktionsplan erstellt werden.

1.4 Darstellung des Beitrags des Projekts zu den Programmzielen

Durch folgende Aspekte stellt das vorliegende Projekt einen wertvollen Beitrag zur grundlegenden Ausrichtungen des Programms ENERGIE DER ZUKUNFT

- Effizienter Energieeinsatz

Die Energieeffizienz aus Sicht der Nachfrageseite stellte das zentrale Thema dieses Projektes dar. Neben der dynamischen Ermittlung der technischen Stromsparerpotenzialen bis ins Jahr 2030 geht eine parallele wirtschaftliche Bewertung einher. Welche kurz- und mittelfristige Auswirkungen von diversen energiepolitischen Instrumenten auf die Effizienz und Stromnachfrage haben, wird mittels dynamischen Models und anschließender Szenarienentwicklungen untersucht. Wobei das Investitionsverhalten der Konsumenten durch gesonderte Implementierung im Modell besonderer Berücksichtigung widerfährt.

- Erneuerbare Energien

Durch die Bedrohung der Klimaänderung steht der Ausbau erneuerbarer Energiequellen im Mittelpunkt nachhaltiger Energiesystemszenarien. Da der Ausbau an technische und wirtschaftliche Grenzen stößt, dient dieses Projekt der Unterstützung zur Deckung der Stromnachfrage durch forcierte Steigerung der Energieeffizienz.

- Sicherung des Wirtschaftsstandortes

Durch die ökonomische und ökologische Analyse von Energieeffizienzsteigerungspotenzialen verschiedener Anwendungen im Strombereich kann die zukünftige Nachfrage an effizienten Endverbrauchstechnologien unter verschiedenen Rahmenbedingungen abgeleitet werden.

Das Projekt trägt somit bei, die Entwicklung energieeffizienter Endverbrauchstechnologien zu unterstützen, in dem das langfristige Marktpotenzial dieser Technologien genauer zu bestimmen.

Durch die Darstellung der zukünftigen Marktchancen energieeffizienter Endverbrauchstechnologien im Strombereich werden Anreize für Produktentwicklungen geschaffen. Die damit verbundenen Arbeitsplatzeffekte und Exportpotenziale hängen von den Ergebnissen des Projekts ab und lassen sich daher zu diesem Zeitpunkt nicht quantifizieren.

Klar ist aber, dass Ausrichtung der Forschung und Technologieentwicklung im Bereich effizienter Endverbrauchstechnologien in Österreich mit einer klaren, langfristig ausgelegten Entscheidungsgrundlage bedeutend zielgerichteter und effizienter erfolgen kann. Die wesentlichen Akteure und Unternehmen können sich auf die dargestellten Entwicklungen einstellen und eine stärkere Position erlangen.

- Nachhaltiges Energiesystem

Ein nachhaltiges Energiesystem zeichnet sich u.a. dadurch aus, dass Energiedienstleistungen möglichst effizient bereitgestellt werden. Während die Effizienzsteigerung bei der Stromaufbringung weitgehend marktgetrieben ist, steht die Energieeffizienz bei der Kaufentscheidung für eine nachfrageseitige Technologie nicht immer im Vordergrund. Deshalb weist die Nachfrageseite ein entsprechend höheres, zukünftig realisierbares Effizienzsteigerungspotenzial auf.

Das zentrale Ziel dieses Forschungsprojekts ist es, dieses Effizienzsteigerungspotenzial nachfrageseitiger Technologien zur Produktion von Energiedienstleistungen mit Strom in einem dynamischen Kontext bis 2030 zu analysieren, ökonomisch und ökologisch zu bewerten und Strategien zur forcierten Implementierung dieses Potenzials abzuleiten.

Die Ergebnisse des Projekts stellen ein Entscheidungskriterium für die weitere Ausrichtung und Prioritätensetzung von Forschung und Technologieentwicklung im Bereich der nachfrageseitigen Energieeffizienz dar. Damit liefert das Projekt einen wesentlichen Beitrag die Gesamteffizienz von Energiesystemen zu steigern.

Durch die Einbindung von internationalen Partnern wird die Forschungskompetenz in Österreich im Bereich Energieeffizienz gestärkt.

- Reduktion der Klimawirkungen

Die Steigerung der Energieeffizienz führt direkt zu einer Reduktion der Emissionen von Treibhausgasen. Ein auf Basis dieses Projektes entwickelter dynamischer Aktionsplan kann für politische und wirtschaftliche Entscheidungsträger eine fundamentale Hilfe für zukünftige Entscheidungen liefern.

Es existiert eine große Zahl an internationalen Stromsparpotenzialstudien. Sofern die Studien für Deutschland und der Schweiz auf branchen- und produktionsähnliche Bereiche wie wir sie in Österreich vorfinden, fokussieren, werden diese vorhandenen Studien in das Projekt einfließen. Es sind jedoch den Mitgliedern des Projektkonsortiums keine Studien bekannt, welche neben der technischen auch die wirtschaftliche Betrachtung und detaillierte energiepolitische Umsetzungsstrategien untersuchen.

- Improving the penetration of energy-efficient motors and drives; Fonsca et al. (2000)

- Compressed Air Systems in the European Union – Energy, Emissions, Savings Potential and Policy Actions; Radgen und Blaustein (2001)
- Energy Efficient Motor Driven System can save Europe 200 billion kWh of electricity consumption and 100 million tonne of greenhouse gas emissions a year; De Keuleneer et al. (2004)
- Energieverbrauch und Einsparung in Gewerbe, Handel und Dienstleistung; Geiger et al. (1999)
- Strategien zur Steigerung der Energieeffizienz; Lechner et al. (2004)
- ExternE: Externalities of Energy. A research project of the European Commission.
- McKinsey & Company (2007): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland, Studie im Auftrag von „BDI initiativ – Wirtschaft für Klimaschutz“, Berlin
- PROGNOSE (2007): Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen, Endbericht 18/06 im Auftrag des BMWi, bearbeitet von Seefeldt et al., Basel und Berlin
- Wuppertal Institut (2006): Optionen und Potenziale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen, Kurzfassung, Endbericht im Auftrag der E.ON AG, Wuppertal
- Wuppertal Institut [Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie]; Universität Frankfurt am Main; Hohmeyer (2005): Ein Energieeffizienz-Fonds für Deutschland: Organisations- und Finanzierungskonzept, Mögliche Aktivitäten, Arbeitsplatzeffekte, Kernelemente eines Gesetzentwurfs
- Duscha und Mordziol (2006): Politikinstrumente zum Klimaschutz durch Effizienzsteigerung von Elektrogeräten und -anlagen in den Privathaushalten, Büros und im Kleinverbrauch, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Heidelberg
- Ostertag, Gruber und Schleich (2002). Zukünftige Optionen für die rationelle Energieverwendung - Bericht zum Forum Hemmnisabbau. Karlsruhe: FhG ISI

Es existiert eine Reihe von Arbeiten zum Thema technologische Energieeffizienzpotenziale – siehe Anhang. Die Besonderheit dieses Projektes liegt darin, für die in den jeweiligen Sektoren wichtigsten Anwendungen die zukünftige Entwicklung der möglichen Stromeinsparungen vor dem Hintergrund von konsistenten Begleitszenarien inklusive der Berücksichtigung von energiepolitischen Instrumenten bis ins Jahr 2030 darzustellen.

1.5 Verwendete Methoden

Um fundierte Aussagen über die Wirtschaftlichkeit und so dynamisch die ökonomischen Folgen und Auswirkungen von verschiedenen Strategien treffen zu können, ist es notwendig, Szenarien für zukünftige Endkundenstrompreise anzunehmen. Im Rahmen dieses Projektes wird auf die Ergebnisse anerkannter internationaler Modelle zurückgegriffen (PRIMES, IEA). Grundsätzlich soll eine konservative und erhöhte Entwicklung des Endkundenstrompreises für die Modellanalysen herangezogen werden:

Dabei schreibt die konservative Annahme den langfristigen Trend der Preisentwicklung fort. Die erhöhte Annahme Endkundenstrompreisentwicklung legt deutlich höhere Endkundenstrompreise zu Grunde.

Die unterschiedlichen ökonomisch effizienten Potenziale für Stromeinsparungen werden dynamisch über die Zeit bis zum Jahr 2030 (+ Ausblick auf 2050) einander gegenübergestellt.

Ausgangspunkt der Analysen sind die folgenden grundsätzlichen Überlegungen:

$$\text{Endenergie} E = \frac{P}{\eta} t \quad (1)$$

η Wirkungsgrad der Anwendung (abgegebene Leistung/zugeführte Leistung)

E Energie [J]

P für die Bereitstellung der Energiedienstleistung abgegebene Leistung [W]

t Nutzungsdauer der Anwendung

Um einen geringeren Energieverbrauch zu erzielen, gibt es grundsätzlich drei Möglichkeiten:

- Die Steigerung der technischen Effizienz von Anwendungen (η),
- die Anpassung der für die Bereitstellung einer Dienstleistung abgegebenen Leistung (P) (Redimensionierung) und
- die Reduktion der Nutzungsdauer (t) einer Energiedienstleistung, welche insbesondere durch ökonomische/politische Maßnahmen bzw. Energiepreissteigerung eingeleitet wird (Steuern).

Energiesparen kann sowohl durch die Realisierung technischer Einsparpotenziale – repräsentiert durch die beiden erstgenannten Möglichkeiten – als auch durch eine Verhaltensänderung erreicht werden, welche sich in einer geringeren Nutzung von Energiedienstleistungen niederschlägt.

In der folgenden formalen Beschreibung sind die Einflussfaktoren in Bezug auf den Endenergieverbrauch dargestellt.

1.5.1 Erhebung und Analyse des Ist-Zustands

Basierend auf diesen grundsätzlichen Überlegungen werden in einem ersten Schritt für den Ist-Zustand die Parameter Stromverbrauch Ist (bzw. dessen Verteilung), Stromverbrauch neuer Geräte (bzw. dessen Verteilung), Stromverbrauch der marktbesten Geräte sowie aktuelle Marktdurchdringung, Ausstattung und Gerätezahl ermittelt.

Dabei werden Technologien in den Sektoren Dienstleistung, Haushalt und Industrie untersucht. Es werden hierfür nicht nur Grundlagentechnologien (Netzteile, Motoren,...) sondern auch Anwendungstechnologien (Pumpen, Computer und Peripherie usw.) betrachtet.

1.5.2 Analyse der möglichen Dynamiken

Im nächsten Schritt werden nun diejenigen Technologien identifiziert, bei denen die potentiellen Energieeinsparungen (ΔE_{Spar} siehe Abbildung 1-2) vergleichsweise am höchsten sind.

Grundsätzlich wird dabei berücksichtigt, dass jeder Parameter in obiger Gleichung beeinflusst und im Sinne von Energieeinsparungen „verbessert“ werden kann, um zur Realisierung von Stromsparpotenzialen beizutragen. Bei allen Technologien wurde durch eine Analyse der Sensitivitäten von Parametern ein robustes Set an Eingangsdaten für die Modellierung erstellt.

Aus den erhobenen Daten wird unter Berücksichtigung von markttypischen Effekten (Marktsättigung, Austauschraten,...) die aus heutiger Sicht weitere Entwicklung bis zum Jahre 2030 (+Ausblick auf 2050) abgeschätzt. Es ist so möglich, eine Selektion vorzunehmen und all jene Technologien näher zu

untersuchen, welche auch in Zukunft auf Grund ihrer Marktdurchdringung einen wesentlichen Anteil am Stromverbrauch haben werden. Die in den einzelnen Sektoren betrachteten Technologien werden bezüglich des durchschnittlichen Energieverbrauchs des Bestandes, des durchschnittlichen Energieverbrauchs neuer Geräte und des Energieverbrauchs des effizientesten am Markt erhältlichen Gerätes charakterisiert.

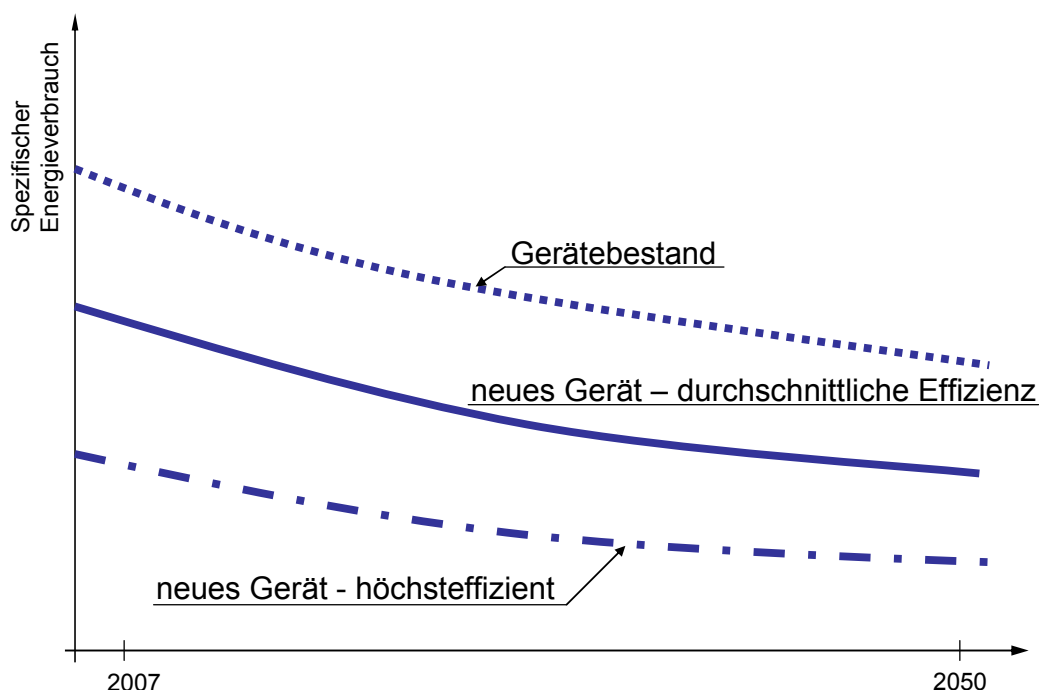


Abbildung 1-1. Szenarienspezifische Entwicklung der Effizienzsteigerung

Über die Theorie des technologischen Lernens werden die Effizienz der Technologien ebenfalls bis zum Jahre 2030 (+Ausblick auf 2050) und die damit verbundene jährliche Effizienzsteigerungsrate berechnet. Zu diesem Zweck wird aus historischen Daten die Rate der Effizienzsteigerungen in Abhängigkeit der produzierten/installierten Menge ermittelt. Über Szenarien hinsichtlich der Verbreitung unterschiedlicher Technologien lassen sich auf dieser Basis die zeitlichen Entwicklungen des spezifischen Energieverbrauchs, wie in Abbildung 1-1 dargestellt, angeben. Die Differenz zwischen der Effizienz der Bereitstellung von Energiedienstleistungen mit Geräten des durchschnittlichen Bestandes und der Effizienz unter Verwendung des sparsamsten am Markt erhältlichen Gerätes gibt Aufschluss über das (statische) Einsparpotenzial an elektrischer Energie:

$$\Delta E_{Spar} = E_{av} - E_{eff} \quad (2)$$

ΔE_{Spar} .. Energieeinsparpotenzial

E_{av} durchschnittlicher Energieverbrauch

E_{eff} Energieverbrauch des effektivsten(sparsamsten) Gerätes

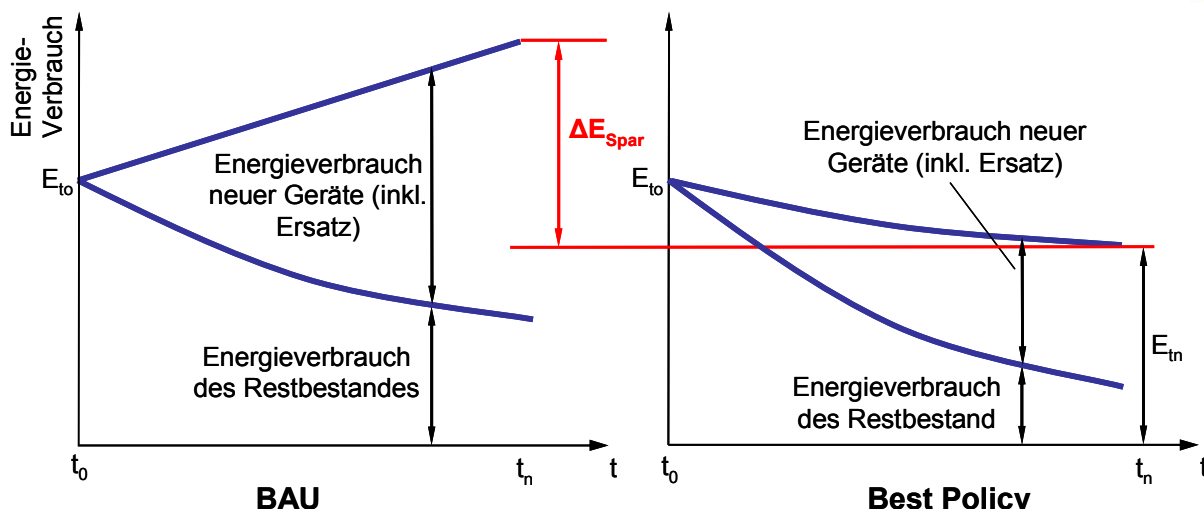


Abbildung 1-2. Entwicklung der Effizienzsteigerung

Abbildung 1-2 veranschaulicht die dynamische Wechselwirkung zwischen dem Bestand und der Erneuerung bzw. dem Ersatz von Technologien: Als Erneuerung wird hier der Austausch von Geräten vor dem Erreichen des Endes ihrer Lebensdauer verstanden, während der Ersatz den Austausch zum Ende der Lebensdauer bezeichnet („natürlicher“ Austausch). In der Darstellung links werden ausgehend von einem bestimmten Stromverbrauch zum Zeitpunkt t_0 bestehende Geräte entsprechend bestimmter jährlicher Anteile ausgetauscht. Die Summe des Energieverbrauchs der Ersatzgeräte und zusätzlicher Geräte übersteigt dabei die Einsparungen aus dem Ausscheiden alter Technologien („Business as usual, BAU“). Im Gegensatz dazu werden entsprechend der Darstellung auf der rechten Seite („Best Policy“) einerseits vergleichsweise mehr Altgeräte getauscht, was auf einen verstärkten Austausch vor Erreichen des Endes der Lebensdauer schließen lässt, andererseits zeichnen sich die neu angeschafften Geräte durch eine hohe Effizienz aus oder aber es wird eine geringere Anzahl nachgekauft, sodass sich der Bestand insgesamt verringert. Aus einem Vergleich der beiden Szenarien lässt sich nun die Differenz der jeweiligen über die Zeit erreichten Verbrauchswerte, ΔE_{Spar} , bestimmen.

Das Modell wie in Abbildung 1-3 dargestellt liefert – diskretisiert auf Jahresbasis – die benötigte Strommenge einer bestimmten Technologie (Bsp.: Kühlschrank, Trockner,...) in kumulierter Form für ein bestimmtes Land (Bsp.: Österreich) liefern. Dabei stellt die typische Lebensdauer einer Technologie – eines Gerätes – einen grundlegenden Eingangsparameter der Berechnung dar.

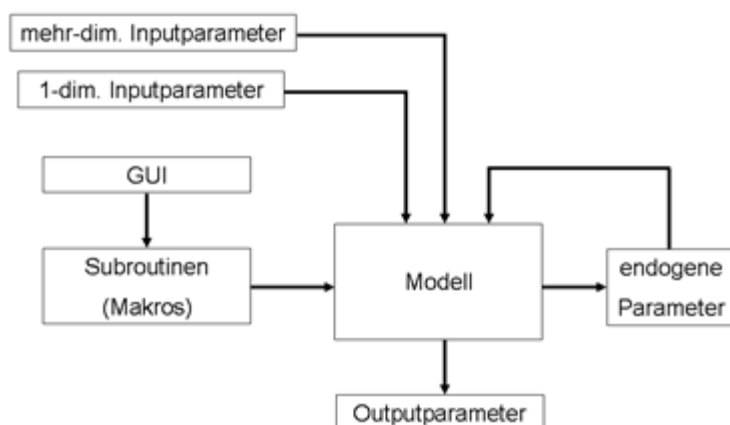


Abbildung 1-3. Graphische Darstellung - Blockbild - des Aufbaus des Modells.

Das Modell errechnet unter bestimmten Annahmen (Einfluss energiepolitischer Maßnahmen) den kumulierten Strombedarf einer Technologie. Daraus können unter bestimmten Annahmen Aussagen über die kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen dieser Maßnahmen auf den kumulierten Stromverbrauch und dessen zeitliche Entwicklung abgeleitet werden.

Die jährlichen Neugeräte eines Technologiebestandes (Bsp.: Motor) setzen sich aus neu installierten Geräten und Geräten deren Lebensdauer abgelaufen ist – und darum getauscht werden müssen („natürlicher Austausch“) – zusammen.

$$n_{\text{neu}}(t) = n_{\text{tausch}}(t) + n_{\text{zusätzlich}}(t) \quad (3)$$

n_{neu} neu installierte Geräte

n_{tausch} ausgetauschte Geräte

$n_{\text{zusätzlich}}$ zusätzliche Geräte

Der jährliche Gerätebestand bildet die Summe aller im Gerätebestand installierten Geräte deren Lebensdauer noch nicht abgelaufen ist und den neu Installierten.

$$n(t) = n_{\text{neu}}(t) + \sum_{i=1}^{L_d} n_{\text{neu}}(t-i) \quad (4)$$

n Gerätebestand

n_{neu} neu installierte Geräte, welche auf Grund ihrer noch nicht abgelaufenen Lebensdauer im Bestand sind

1.5.3 Reboundeffekt

Wird eine Energiedienstleistung zu geringeren Kosten angeboten, kommt es zu einer Erhöhung des Serviceniveaus. Je nach Energiedienstleistung ist diese Erhöhung unterschiedlich stark ausgeprägt. Bei diversen Energiedienstleistungen (Bsp.: Behaglichkeit – durch warmes Raumklima) ist auch eine Sättigung des Servicelevels zu beobachten.

Für die Berechnung des kumulierten Stromverbrauchs muss die Stromverbrauchsentwicklung $e(t)$ der einzelnen Geräte über der Zeit angegeben werden. Diese Entwicklung des Stromverbrauchs ist eine der bedeutsamsten Grundlagen der gesamten Berechnung des kumulierten Stromverbrauchs und stellt somit einen Satz der einflussreichsten Inputparameter des Modells dar.

Durch technische Reifung und Weiterentwicklung sind teilweise deutliche Änderungen im Stromverbrauch – für bspw. die Dienstleistung Kühlen – nachgewiesen. Der Energie Efficiency Index (EEI) von bspw. Kühlschränken weist in den vergangenen Jahren eine deutliche Verbesserung dieser Gerätegattung in der EU auf.

$$e_{\text{average-eff}}(t) < e_{\text{average-eff}}(t-L) \quad (5)$$

$e_{\text{average-eff}}$ Stromverbrauch der durchschnittlich-effizienten Technologie

L typische Lebensdauer

Je nach vorliegenden historischen Verbrauchswerten der Technologien wird eine Funktion des Verbrauches für jede betrachtete Technologie definiert. Für die meisten Technologien scheint ein exponentieller Ansatz als zweckmäßig. Dabei wird zwischen der Entwicklung des hocheffizienten (best-eff) und des durchschnittlich effizienten (average-eff) unterschieden.

1.5.4 Energiepolitische Instrumente

Aus den wichtigsten internationalen Stromsparpotenzialstudien werden die (ökonomischen und nicht ökonomischen) Barrieren der Umsetzung ermittelt. Weiters werden international praktisch angewandte energiepolitische Instrumente (Standards, Contracting, Steuern, handelbare weiße Zertifikate,...) zur Überwindung der vorhandenen Barrieren auf ihre Effektivität und gesellschaftliche Kosten untersucht. In einem nächsten Schritt werden die effektivsten energiepolitischen Instrumente, unter der Berücksichtigung der Investitionsentscheidung der Konsumenten, in das dynamische Modell integriert.

1.5.5 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Im nächsten Schritt werden nun für die spezifischen Effizienzsteigerungen der ausgewählten Technologien die (dynamischen) Kosten ermittelt und anschließend im dynamischen Modell einer ökonomischen Analyse unterzogen. Die Kostenzuordnung resultiert in für die betrachteten Energiedienstleistungen spezifischen Kosten-Potenzial-Kurven, wie in der folgenden Darstellung (Abbildung 1-4) graphisch aufbereitet.

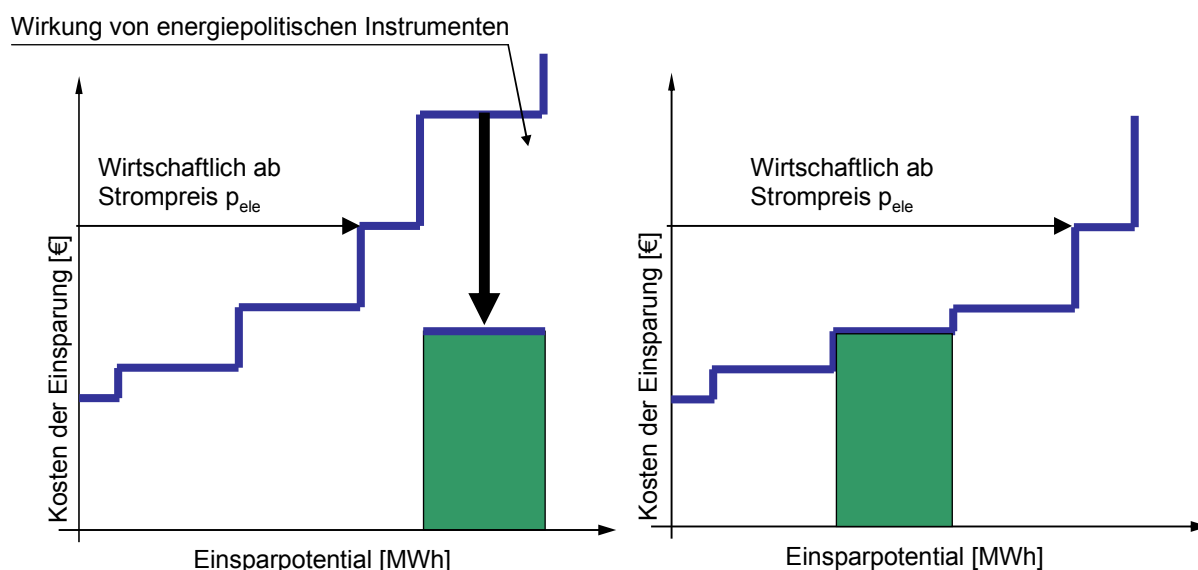


Abbildung 1-4. Statische Kosten-Potenzial-Kurve der Energieeinsparung und Einfluss von energiepolitischen Instrumenten.

Wie in Abbildung 1-4 dargestellt ist, werden dabei unterschiedliche Technologien („Bänder“) des gesamten Potenzials zu unterschiedlichen Endkundenstrompreisen wirtschaftlich bzw. müssen um die Differenz zu den entsprechenden Endkundenstrompreisen gefördert werden, um wirtschaftlich realisiert werden zu können. Die Abbildung 1-4 verdeutlicht den Einfluss von energiepolitischen Instrumenten auf die Kostenkurve der Energieeinsparung. Durch den direkten Einfluss auf die Kosten kommt es zu einer Neuordnung der Kostenkurve und zu einer Ausdehnung des wirtschaftlichen Energieeinsparpotenzials.

Die Grundstruktur des ökonomischen Modells sieht eine Diskontierung der anfallenden Kosten (Investitions- und Betriebskosten) der Bereitstellung von Energiedienstleistungen vor. Um unterschiedliche Investitionsbereitschaften abbilden zu können, werden für die Integration in das

dynamische Modell sektorspezifische/anwendungsspezifische Diskontierungsfaktoren bestimmt. In diskreten Schritten von einzelnen Jahren besteht die Möglichkeit, Investitionsentscheidungen zu treffen. Investitionen werden zu Gunsten jener Technologien getätigt, welche den geringsten Barwert (an Kosten) in der Bereitstellung der Energiedienstleistungen liefern: Das bedeutet, dass eine ineffiziente Technologie dann durch eine effiziente Technologie ausgetauscht wird (Erneuerung), wenn die entsprechenden, über die erwartete Nutzungsdauer abgezinsten Einsparungen die Investitionskosten übersteigen. Für bestimmte Sektoren oder Anwendungen kann eine Restriktion hinsichtlich des Austausches vor Erreichen des Endes der Lebensdauer in das Modell implementiert werden, falls die sektoralen Erhebungen zu Beginn des Projektes dies nahe legen.

Im Falle einer Ersatzinvestition (am Ende der Lebensdauer) wird analog im Sinne der dynamischen Investitionsrechnung vorgegangen.

Nach jeder Investitionsentscheidung erfolgt eine (dynamische) Anpassung der Basis-Parameter: Beispielsweise verringert sich nach der Umsetzung eines Einsparpotenzials das entsprechende Restpotenzial und die Kosten der weiteren Implementierung steigen.

Verbraucherseitige Förderungen können auf einfache Weise in das Modell implementiert werden, indem Investitions- oder Betriebskosten effizienter Technologien entsprechend der Typologie des angewendeten Instruments variiert (gesenkt) werden.

Die exogenen Parameter des Modells werden aus historischen Daten der Entwicklung der ausgewählten Technologien bestimmt. Mittels statistischer/ökonomischer Methoden werden Schätzungen für die Abhängigkeiten zwischen den definierten Parametern durchgeführt. Für diese Parameter werden konsistente Szenarien über den Zeitraum bis 2030 (+Ausblick auf 2050) unter Heranziehung von Ergebnissen anerkannter Modelle entwickelt (z.B. Endkundenstrompreisszenarien, Gebäudebestandsentwicklung etc. aus PRIMES, IEA, Wifo, eigene Modelle...). Diese Szenarien werden jeweils mit unterschiedlichen Förderstrategien überlagert und dienen als Hintergrund (Definition exogener Variablen) für die Durchführung der Modellrechnungen.

Die Ergebnisse aus den Modellrechnungen erhalten ihren Wert für die Ableitung von Empfehlungen hinsichtlich der Umsetzung von technologischen Maßnahmen oder der Implementierung von Förderstrategien aus dem Vergleich verschiedener Szenarien und der Analyse der Sensitivität auf Variationen verschiedener Parameter. Die so erhaltenen Resultate erlauben die Erstellung eines dynamischen Aktionsplans zur Steigerung der Effizienz.

1.6 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit ist wie folgt aufgebaut:

- Kapitel 2: Internationale Stromsparpotenzialstudien fasst den internationalen Wissenstands hinsichtlich Energieeffizienz mit Focus Strom zusammen.
- In Kapitel 3: Überblick international praktisch implementierter energiepolitischer Instrumente zur Förderung der effizienten Stromnutzung werden die internationalen Erfahrungen mit den, bzw. die Vor- und Nachteile der zur Verfügung stehenden energiepolitischen Instrumenten dargestellt.
- Kapitel 4: Instrumentenpakete der Energieeffizienzpolitik geht auf die Anforderungen von umfassenden, effizienten wie auch effektiven Instrumentenpaketen ein.
- In Kapitel 5: Überblick über implementierte österreichische Energieeffizienzpolitiken für strombasierte Energiedienstleistungen wird die Anwendbarkeit für Österreich diskutiert.

- Kapitel 6: Analyse des Strombedarfs der Anwendungstechnologien nach Sektoren und Energiedienstleistungen in Österreich ordnet den österreichischen Stromverbrauch einzelnen stromverbrauchenden Anwendungskategorien zu.
- In Kapitel 7: Analyse der best-practice Technologien wird die Methode zur Bestimmung der Effizienzpotenziale für die einzelnen Technologiegruppen dargestellt. Die Daten befinden sich im Anhang.
- Kapitel 8: Dynamisches Modell stellt das entwickelte und zur Anwendung kommende Modell und die zugrundeliegenden Konzepte vor.
- Die Szenarien der Stromverbrauchsentwicklung unter unterschiedlichen Annahmen sowie die damit einhergehenden Kosten der Effizienzmaßnahmen werden in Kapitel 9: Szenarien der dynamischen Stromsparerpotenziale in Österreich vorgestellt.
- Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und 10 fassen die Schlussfolgerungen zusammen, diskutieren einen möglichen Aktionsplan und stellen Ausblick und Empfehlungen dar.

2 Internationale Stromsparerpotenzialstudien

2.1 Überblick internationaler Energiesparerpotenzialstudien

Im Zeitraum von 1990 bis 2005 nahm der globale Energieverbrauch um 30 % von 102.000 TWh auf 133.000 TWh zu, und es wird erwartet, dass er bis zum Jahr 2030 um weitere 55 % auf 206.000 TWh steigen wird (IEA 2007). Wird dabei angenommen, dass der Anteil der fossilen Energiequellen auch 2030 unverändert gegenüber 2005 bei 80 % liegen wird, führt das zu einem starken Wachstum der weltweiten CO₂-Emissionen von jährlich 46 Gt auf etwa 70 Gt im „Business as usual“-Szenario. Dies wäre allerdings mit dem weltweiten Ziel, die durchschnittliche globale Temperaturerwärmung auf 2° zu begrenzen, nicht vereinbar. Dazu müsste vielmehr der CO₂-Ausstoß bis 2030 in etwa halbiert werden.

Zur Erreichung dieses Zieles weisen internationale Potenzialstudien mehrere Optionen aus, aber insbesondere der Energieeffizienzsteigerung wird dabei eine tragende Rolle zugeschrieben. Globale Energieeffizienzpotenziale werden in verschiedenen Studien in unterschiedlicher Tiefe und Detailliertheit betrachtet: während einige Studien länderspezifisch vorgehen, betrachten andere die Effizienzpotenziale sektorspezifisch oder nach Technologien.

Im Folgenden werden beispielhaft fünf Szenarien zur Erreichung des 2°-Zieles aus globalen Potenzialstudien vorgestellt und die Bedeutung der Energieeffizienz für die jeweilige Studie präsentiert.

2.1.1 McKinsey: Pathways to a Low-Carbon Economy

In dieser Studie (McKinsey 2009) werden u.a. Rechnungen der IEA zu Potenzialen und Kosten sowohl für Brennstoffe als auch für Strom ausgewertet und dargestellt. Aus den IEA-Daten leitet McKinsey im Wesentlichen folgende kosteneffiziente CO₂-Vermeidungsoption ab: Die Verringerung des CO₂-Mixes bei der Bereitstellung von Endenergie, Verfahrensänderungen in der Land- und Forstwirtschaft und die Steigerung der Energieeffizienz auf der Nachfrageseite. Wie in Abbildung 2-1 dargestellt, können Effizienzmaßnahmen zu Vermeidungskosten von bis zu 60 €/t CO₂ etwa einen Beitrag von 20 % zum gesamten Vermeidungsziel leisten. Bei höheren Vermeidungskosten kann der Beitrag sogar noch gesteigert werden. Die Steigerung der Energieeffizienz ist also ein Schlüsselement zur Erreichung des Ziels, die CO₂-Emissionen bis 2030 zu halbieren.

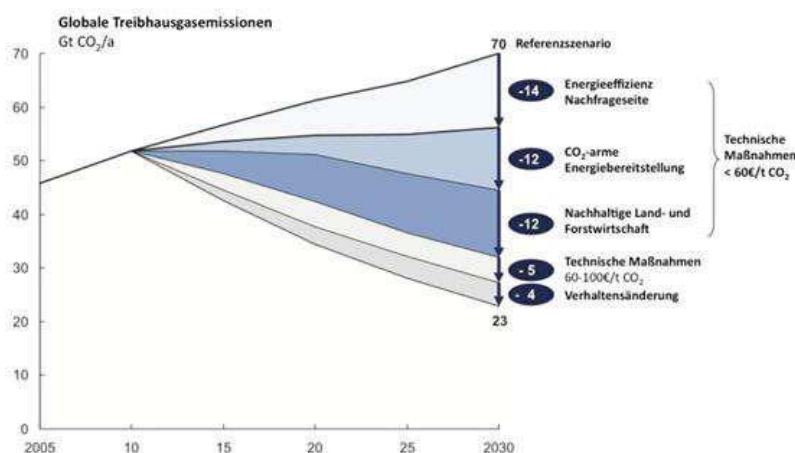


Abbildung 2-1. Weltweite CO₂-Emissionen im Referenzszenario und der mögliche Beitrag verschiedener Strategien zu ihrer Minderung. Quelle: McKinsey 2009

Zu dieser Halbierung tragen verschiedene Effizienzmaßnahmen bei Fahrzeugen, Gebäuden und Industrieanlagen bei.

Die einzelnen Beiträge zu allen Maßnahmen sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite bei Wärme- sowie bei Stromanwendungen sind in der CO₂-Vermeidungs-Kostenpotentialkurve in Abbildung 2-2 zusammenfassend dargestellt. Die Breite der jeweiligen Maßnahme auf der horizontalen Achse ist dabei ein Maß für das CO₂-Vermeidungspotenzial, auf der vertikalen Achse sind die dazugehörigen Vermeidungskosten pro Tonne CO₂ aufgetragen. So lassen sich einfach kostengünstige Potenziale identifizieren.

Betrachtet man nur die Maßnahmen zur Steigerung der Effizienz im Strombereich, so erkennt man, dass Verbesserungen bei Klimaanlage, bei der Warmwasserbereitung, bei der Beleuchtung wie auch bei Geräten und Anlagen wesentliche Beiträge dazu leisten können. Nur auf den globalen Stromverbrauch bezogen geht diese Studie davon aus, dass durch die Ausschöpfung der Effizienzmaßnahmen auf der Nachfrageseite, die jährliche Steigerung des weltweiten Strombedarfs auf 1,5 % gegenüber dem Referenzszenario von 2,7 % reduziert werden kann.

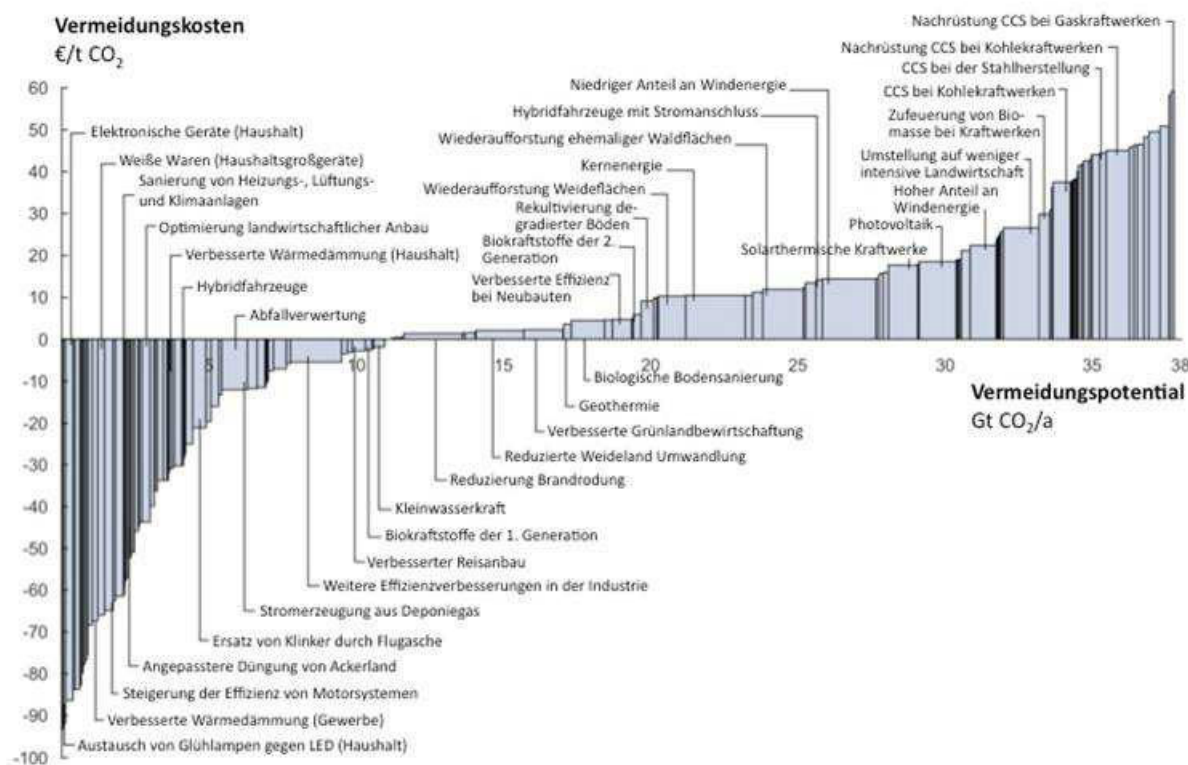


Abbildung 2-2. Globale CO₂-Vermeidungs-Kostenpotentialkurve 2030 gegenüber Trend. Quelle: McKinsey 2009

2.1.2 Globale IPCC-Potenzialrechnungen zu CO₂-Vermeidungskosten im Gebäudebereich

Das IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) hat 2006 globale Abschätzungen von Potenzialen und CO₂-Vermeidungskosten im Gebäudebereich auf Basis von Literaturquellen für das Jahr 2020 berechnen lassen (Levin et. al 2007). Es wurden nur solche Studien für die Analyse ausgewählt, die eine Reihe gemeinsamer Kriterien erfüllten: die Verfolgung eines Bottom-Up Ansatzes, die Berücksichtigung von Maßnahmen auf der Nachfrageseite und eine Verzinsung der Maßnahmen zwischen 3 und 10 %. Die Potenziale bestimmter Regionen von typischen Leitländern wurden zu Gesamtpotenzialen aggregiert und auf die Gesamtregionen hochgerechnet. Das Ergebnis ist im Überblick in Tabelle 2-1 (Ürge-Vorsatz 2009) für verschiedene Weltregionen dargestellt.

Betrachtete Länder	Effizienzpotenziale 1	Maßnahmen mit den größten Potenzialen
Industrieländer USA, EU-15, Kanada, Griechenland, Australien, Republik Korea, Großbritannien, Deutschland, Japan	Technisch: 38%-79% Wirtschaftlich: 22%-44% Markt: 15%-37%	1. Renovierung der Außenhülle inkl. Isolation speziell der Fenster und Wände 2. Heizungssysteme 3. Effiziente Beleuchtung, Wechsel zu Kompaktleuchtstofflampen (ESL) und effizienten Vorschaltgeräten
Schwellenländer Ungarn, Russland, Polen, Kroatien, als eine Gruppe: Lettland, Litauen, Estland, Slowakei, Slowenien, Malta, Zypern und Tschechien	Technisch: 26%-72% Wirtschaftlich: 24%-37% Markt: 14%	1. Isolierung und Austausch von Gebäudeteilen, speziell Fenstern 2. Effiziente Beleuchtung, insbesondere Wechsel zu Kompaktleuchtstofflampen (ESL) 3. Effiziente Geräte wie Kühlschränke und Warmwasserbereiter
Entwicklungsländer Myanmar, Indien, Indonesien, Argentinien, Brasilien, China, Ecuador, Thailand, Pakistan, Südafrika	Technisch: 18%-41% Wirtschaftlich: 13%-38% Markt: 23%	1. Effiziente Beleuchtung, insbesondere Wechsel zu Kompaktleuchtstofflampen (ESL), Installation von modernen Beleuchtungssystemen 2. Verbesserte Herde 3. Effiziente Geräte wie Kühlschränke und Klimaanlage

Tabelle 2-1: Globale CO₂-Emissionsvermeidungspotenziale bei Gebäuden im Jahr 2020

Weltweit können durch kostengünstige Effizienzmaßnahmen allein bei Gebäuden im Haushalts- und Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor etwa 9 % der erwarteten gesamten CO₂-Emissionen über alle Bereiche bis 2020 vermieden werden.

Auch andere Studien bestätigen, dass das weitaus größte Potenzial weltweit zur CO₂-Reduktion im Gebäudebereich liegt (Barker et al. 2007, European Commission 2006).

Generell ist aber die Datenlage zu CO₂-Vermeidungspotenzialen und den mit den entsprechenden Maßnahmen verbundenen Kosten schlecht. Es gibt nur wenige belastbare und detaillierte Studien. Weiterhin betrachten die bestehenden Studien oft nur eine begrenzte Anzahl an Maßnahmen, wodurch das Gesamtpotenzial möglicherweise als zu klein abgeschätzt wird. Weiters werden nichttechnische Optionen nur selten mit einbezogen, wodurch das Gesamtpotenzial zusätzlich unterschätzt werden kann.

2.1.3 Das IEA-WEO 2007 Alternative Politik Szenario

Das WEO 2007 APS Szenario (IEA 2007) beschreibt ebenfalls die Entwicklung des weltweiten Energiemarktes von 2005 bis 2030 und die globale Rolle, die die Energieeffizienz dabei spielen kann. Auf die Märkte Chinas und Indiens wird besonderes Augenmerk gelegt, da dort die Energiemärkte am

¹ Das technische CO₂-Potenzial ist definiert als die Menge an CO₂, die durch bestehende Technologien und Maßnahmen ohne Beachtung der unmittelbaren Wirtschaftlichkeit vermindert werden kann;

Das wirtschaftliche Potenzial ist definiert als das kosteneffektive Potenzial zur CO₂-Vermeidung, Umsetzungskosten werden hier nicht berücksichtigt;

Das Marktpotenzial berücksichtigt Marktbedingungen, Umsetzungskosten und Politikmaßnahmen.

stärksten wachsen. Energieeffizienzpotenziale werden nach Energieträgern differenziert, aber nicht im Detail beschrieben. Generell handelt es sich in diesem Szenario eher um eine qualitative als um eine quantitative Einschätzung.

So werden die größten Einsparpotenziale im Strombereich im Einsatz effizienter Geräte im Haushalts und Service-Sektor gesehen. Im Industriebereich liegt das weltweit größte Potenzial dieser Studie zufolge in der Steigerung der Effizienz von Motoren.

In China und Indien lassen sich die größten Effizienzverbesserungen im Strombereich durch strengere Effizienzstandards bei Kühlgeräten, und Klimaanlage sowie durch Effizienzsteigerungen bei Beleuchtung, der Warmwasserbereitung und weiteren Geräten erreichen.

2.1.4 Das Greenpeace/EREC Energy [R]evolution Szenario 2008

Das Greenpeace/EREC Energy [R]evolution Szenario 2008 (Greenpeace 2008) ist hinsichtlich Energieeffizienz ein sehr ambitioniertes Szenario. Es zeichnet sich insbesondere dadurch aus, dass es erhebliche Anstrengungen zur Ausschöpfung der Effizienzpotenziale voraussetzt, durch die eine Stabilisierung des globalen Energieverbrauchs bis 2050 erreicht werden kann. Möglich wird dies durch kontinuierliche technische Innovationen, eine intelligente Energienutzung und gleichermaßen Energieeinsparungen in der Industrie, im Service-Sektor, bei Haushalten und beim Transport. Das Szenario enthält zum Teil detaillierte qualitative und quantitative Daten zu Effizienzpotenzialen. Durch Implementierung dieser Maßnahmen geht das Szenario davon aus, dass der weltweite Gesamtenergieverbrauch 2050 gegenüber dem Referenzszenario der IEA um 47 % auf 97.000 TWh sinkt. Einen großen Anteil tragen Effizienzmaßnahmen bei Elektroanwendungen bei. In Tabelle 2-2 sind die wesentlichen im Szenario angenommenen Effizienzpotenziale zur Stromeinsparung ersichtlich.

Sektor	Effizienzmaßnahme	Stromeinsparung
Industrie	Effiziente Motoren	30-40 %
	Höhere Aluminium Recyclingrate	35-45 %
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und Haushalt	Effiziente Haushaltsgeräte	30-80 %
	Effiziente Bürogeräte	50-75 %
	Effiziente Kühlsysteme	30-60 %
	Effiziente Beleuchtung	30-50 %
	Reduzierte Stand-By Verbräuche	50-70 %
	Reduzierter Stromverbrauch außerhalb der Bürozeiten	bis zu 90 %

Tabelle 2-2: Beispielhafte Effizienzpotenziale bei Stromanwendungen im [R]evolution Szenario.

Quelle: Greenpeace 2008

So liegt der weltweit angenommene Stromverbrauch im Jahr 2030 mit 19.189 TWh um 27 % niedriger als im Referenzszenario mit 26.282 TWh, im Jahr 2050 erreichen die Einsparungen durch Effizienzmaßnahmen sogar ca. 33 %. Das führt zu einem deutlich niedrigeren Stromverbrauch von 26.009 TWh gegenüber der Referenzannahme von 39.008 TWh.

2.1.5 Studie des Umweltbundesamtes zur Auswertung verschiedenster globaler Potenzialstudien

Eine Auswertung und Zusammenfassung verschiedenster globaler Szenarien zur Erreichung des 450 ppm CO₂-Zieles findet sich in einer Studie des DLR, erstellt von Ecofys und dem Wuppertal Institut für das Umweltbundesamt (Federal Environment Agency 2009). Das wesentliche Ergebnis dieses Überblicks ist in Abbildung 2-3 dargestellt. Dort wird der globale Primärenergiebedarf und der

Endenergiebedarf sowohl im Referenz- wie im technischen Effizienzscenario² für die Jahre 2020, 2030 und 2050 dargestellt.

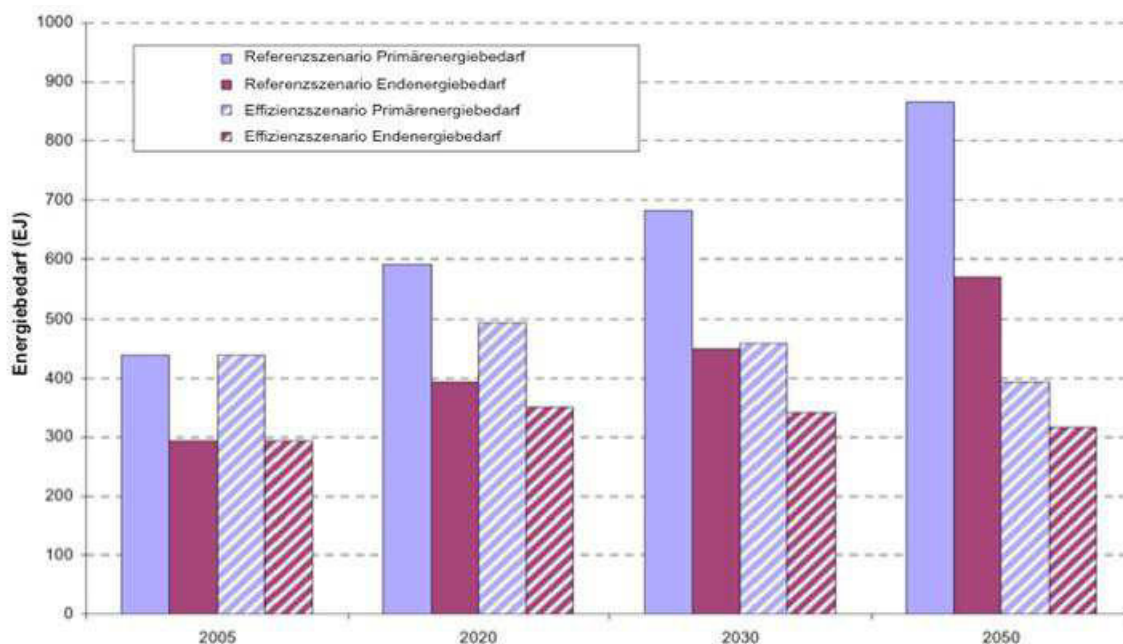


Abbildung 2-3: Globaler Primärenergiebedarf und Endenergiebedarf im Referenz- im Effizienzscenario für die Jahre 2020, 2030 und 2050. Quelle: Federal Environment Agency 2009

Wie aus der Abbildung zu ersehen ist, steigt auch im Effizienzscenario – trotz der Implementierung von Effizienzmaßnahmen – in allen Sektoren der Endenergieverbrauch bis 2050 leicht an, er kann aber durch die Maßnahmen gegenüber dem Wert von 2005 auf 8 % begrenzt werden. Gegenüber dem zu erwartenden Referenzwert ohne Effizienzmaßnahmen liegt er aber in 2050 um 45 % niedriger, den Effizienzmaßnahmen wird also ein deutlicher Einspareffekt zugeschrieben. Durch zusätzliche Effizienzverbesserungen bei der Umwandlungseffizienz ist der Unterschied beim Primärenergiebedarf sogar noch stärker und liegt im Jahr 2050 55 % unter dem Bedarf im Referenzscenario. Dies entspricht einer Abnahme von 10 % gegenüber dem Wert für 2005.

2.1.6 Effizienzpotenzialberechnungen in den EU-Ökodesign Studien

Im Rahmen des EU-Ökodesign Prozesses wurden und werden Vorstudien der wichtigsten energieverbrauchenden Geräte und Anlagen erstellt, Umsetzungsmaßnahmen diskutiert und eingeleitet. Auf diese Weise liegen zahlreiche detaillierte europaweite Potenzialbetrachtungen über wirtschaftliche Maßnahmen vor. Eine zusammenfassende Darstellung für den Strombereich ist in Tabelle 2-3 zu sehen. Präsentiert werden die Gesamtverbräuche 2005, die Referenzverbräuche 2020 und die durch die Ökodesign-Durchführungsmaßnahmen zu erreichenden Einsparungen gegenüber Trend für das Jahr 2020. Der Prozess ist zwar noch nicht abgeschlossen, aber die bereits vorhandenen Zahlen belegen ein wirtschaftliches Einsparpotenzial bei strombetriebenen Geräten und Anlagen zwischen 14 und 16 % innerhalb der EU.

² Im technischen Effizienzscenario werden alle bestehenden Technologien und Effizienzmaßnahmen ohne Beachtung der unmittelbaren Wirtschaftlichkeit einbezogen, die zur Verminderung der Treibhausgasemissionen beitragen können.

	Stromverbrauch Ist-Stand/Trend [TWh]		Stromeinsparung Durchführungs- maßnahme gegenüber Trend 2020 [TWh]
	2005	2020	
Bereitschafts- und Schein-Aus-Verluste	47	49	35
	112		
Haushaltsbeleuchtung	(2007)	135	39
Haushaltskühl- und Gefriergeräte	122	87	6
Umwälzpumpen	50	55	23
Gewerbliche Kühl- und Tiefkühlgeräte	67	93	19 bis 41
Waschmaschinen	35	38	1,5
Öffentliche Straßenbeleuchtung, Bürobeleuchtung	200	260	38
Geräte mit Druckfunktion	8	9	-5 bis 3
komplexe Digitalempfänger	6	11	3 bis 7
Einfache Digitalempfänger	6	14	
	(2010)	(2014)	9
PCs (Desktop, Laptop) u. Computermonitore	67	87	14 bis 19
Lüftungsanlagen und Komfortlüfter	8	11	0 bis 1
Externe Netzteile	17	31	9
Geschirrspüler	30	35	1
	60		
Fernsehgeräte	(2007)	132	43
Wasserpumpen	137	166	3 bis 6
Klimageräte	58	156	18 bis 44
Ventilatoren	252	345	3 bis 4
Elektromotoren	1067	1252	153
Summe	2349	2966	412,5 bis 482.5
Veränderung		+26 %	14 bis 16 %

Tabelle 2-3: Vorläufige Zusammenstellung der mit Hilfe der Öko-Design-Richtlinie zu erschließenden Effizienzpotenziale bei Stromanwendungen in der EU 27. Quelle: Wuppertal Institut

2.1.7 Allgemeine Schlussfolgerungen internationale Energiesparpotenzialstudien

Um die für Einhaltung des 2° Ziels nötigen CO₂-Minderungen zu erreichen, sind erhebliche Anstrengungen gegenüber der Referenzentwicklung sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite erforderlich.

Dabei zeigen alle Szenarien auf globaler (wie auch auf europäischer) Ebene übereinstimmend, dass bis zum Jahr 2050 der Beitrag zusätzlicher Energieeffizienz auf der Angebots- und Nachfrageseite mindestens ebenso bedeutend ist wie derjenige erneuerbarer Energien auf der Angebotsseite.

Ein Manko vieler Energiesparpotenzialstudien ist jedoch die fehlende eindeutige Abgrenzung zwischen Effizienzverbesserungen bei der Erzeugung und der Nachfrage von Strom, auch werden oft Strom und Wärmeenergieträger gemeinsam betrachtet.

Trotz dieser Unterschiede, welche die verschiedenen Szenarien hinsichtlich ihrer Methodik und Annahmen aufweisen, zeigen doch alle übereinstimmend, dass alleine mit wirtschaftlich vorteilhaften

Effizienzmaßnahmen Einsparungen an Endenergie in der Größenordnung von 20 bis 30 % möglich sind.

Nur Energieeffizienz und erneuerbare Energien gemeinsam können daher ein nachhaltiges Energiesystem schaffen. Und dies gelingt umso effektiver, je besser die volkswirtschaftlichen Zusatzkosten für die Markteinführung der erneuerbaren Energien durch die Kosteneinsparung der Energieeffizienzsteigerung kompensiert werden.

Zusätzlich lässt sich feststellen: Energieeffizienz auf der Nachfrageseite

- ist volkswirtschaftlich vorteilhaft, weil sie
- die Kosten der Volkswirtschaft für Produktion und Konsum senkt und so den Wohlstand mehr und die Wettbewerbsfähigkeit verbessert
- durch Innovation bei energieeffizienten Produkten und Dienstleistungen die Konkurrenzfähigkeit der heimischen Anbieter auf den Weltmärkten stärkt
- schafft (netto) Arbeitsplätze, weil importierte Energie durch heimische Wertschöpfung ersetzt wird und weil durch Innovation die Weltmarktposition der heimischen Wirtschaft verbessert wird,
- senkt die Ölpreis- und Energieimportabhängigkeit und dient damit auch der Friedenssicherung und
- erbringt den größten, schnellsten und profitabelsten Beitrag zum Klimaschutz.

2.2 Identifikation der Umsetzungshemmnisse von Stromsparpotenzialen und Strategien zu deren Überwindung

Übereinstimmend wird in den verschiedensten Einsparpotenzialstudien festgestellt, dass Effizienzpotenziale existieren, die zur Einsparung von 20 – 30 % der Endenergie mit wirtschaftlichem Gewinn führen könnten. Es ist allerdings zu beobachten, dass diese Gewinne nicht oder nur schleppend realisiert werden. Das wirtschaftliche Prinzip der mehr oder weniger automatischen Gewinnrealisierung versagt hier offenbar, es existieren demnach (noch) keine funktionierenden Märkte für Energieeffizienz.

Dies hat seine Ursachen in vielfältigen Barrieren und Hemmnissen für die wirtschaftliche Erschließung der Einsparpotenziale.

2.2.1 Warum keine oder nur mangelhafte Umsetzung – Ursachen der Hemmnisse

Auf allgemeiner Ebene, aber auch in ungezählten Fallstudien wurden die Hemmnisse für Energieeffizienz auf der Nachfrageseite in einer Vielzahl von Untersuchungen analysiert³.

Die allgemeinen oder sektor- und technologiespezifischen Hemmnisse sollen hier nicht in der Gesamtheit wiedergegeben werden. Es sei nur betont, dass es nicht genügt, lediglich die

³ u.a. Beillan 2009, Bertoldi 2009, Boerakker 2007, Bredenkamp 2006, Bruel 2007, Coito 2007, Cooremans 2007, Deutscher Bundestag 1994, Dünnhoff 2006, Egger 2007, Ellis 2009, Eyre 2009, Grugeon 2009, IEA 2000, Fuller 2009, Gaffney 2006, Heimdal 2009, Herring 2007, Jense 2009, Latetia 2006, Markl 2009, Nilsson/Wene 2002, Passey 2009, Pistoichini 2009, Rasmussen 2006, Rasmussen 2007, Sadeghi 2009, Sattler 2007, Sudhakara 2006, Van Aerschot 2009, Wilhite 2007, Zissis 2009

wirtschaftlichen Anreize sowie die ökonomischen und nicht-ökonomischen Hemmnisse für Energieverbraucherinnen und Energieverbraucher im Detail zu analysieren und gegenüberzustellen.

Zielführender für die weiteren Analysen zu einem förderlichen Ordnungsrahmen für Energieeffizienz-Programme und -Dienstleistungen ist es die wichtigsten Anreize und Hemmnisse für alle Marktakteurinnen und -akteure kurz und systematisch darzustellen.

Die wesentlichen Hemmnisse sowohl für Anbieterinnen und Anbieter auf dem Markt für Energie verbrauchende Technik und Gebäude als auch für Nachfragerinnen und Nachfrager von Gebäuden, Anlagen und Geräten sollen hier dargestellt werden. Abbildung 4 veranschaulicht das Zusammenspiel der Akteurinnen und Akteure in typischen Technikmärkten.

Denn die Komplexität dieser Märkte führt dazu, dass für die Steigerung der Energieeffizienz auf der Nachfrageseite oft eine Vielzahl von Individuen die jeweils „richtige“ Entscheidung treffen muss. Gleichzeitig bewirkt eine einzelne technische Energiesparmaßnahme häufig nur geringe Energie- und Kosteneinsparungen für den/die Einzelne/n, obwohl durch die millionenfache „richtige“ Entscheidung große Einsparpotenziale erschlossen werden könnten. Die geringe Einsparung im Einzelfall führt zu einem generellen Hemmnis: einer allgemein niedrigen Priorität für Energieeffizienz bei vielen Marktakteur/innen. Das ist ein bedeutendes Problem angesichts der Tatsache, dass – wie bereits gesagt – eine Vielzahl von Individuen in der Marktkette (vgl. Abbildung 2-4) die jeweils „richtige“ Entscheidung treffen muss.

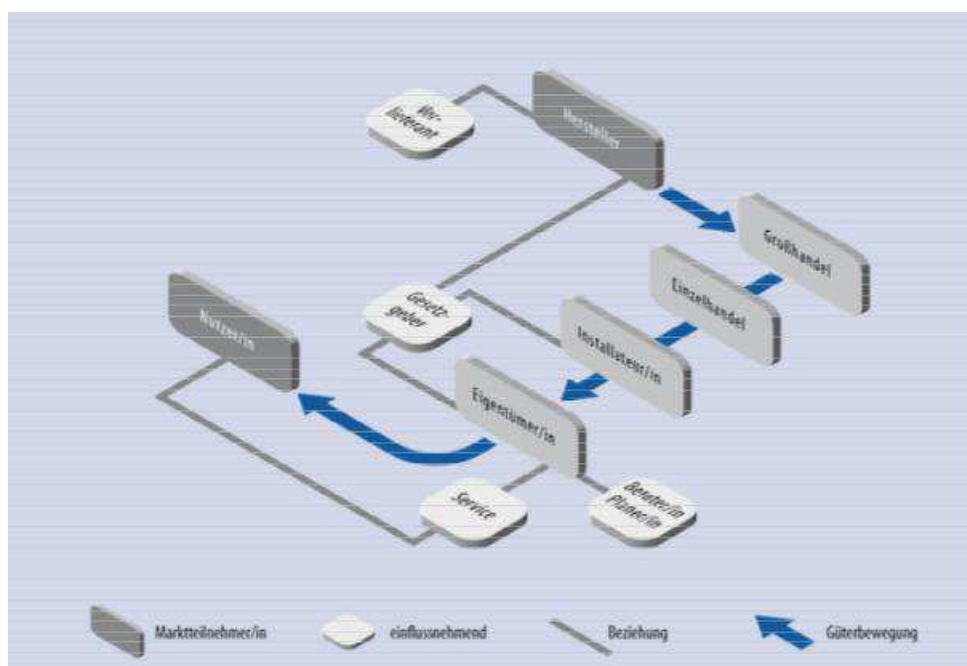


Abbildung 2-4: Marktteilnehmerinnen und Marktteilnehmer in Technikmärkten. Quelle: Nilsson 1996, zitiert nach Nilsson und Wene 2002

2.3 Hemmnisbeschreibung pro Stakeholder und Beispiele zur Überwindung

2.3.1 Akteure, die Effizienztechnologien anbieten

Auf der Angebotsseite effizienter Nachfragetechnologien können folgende Akteursgruppen exemplarisch unterschieden werden:

- Herstellerinnen und Hersteller von Produkten, die an Endabnehmer verkauft werden,

- Herstellerinnen und Hersteller von Produkten, die an weiterverarbeitende Betriebe oder Installateurinnen und Installateure verkauft werden,
- Planerinnen und Planer,
- Installateurinnen und Installateure,
- Händlerinnen und Händler (Groß- und Einzelhandel).

2.3.2 Wesentliche Hemmnisse für Energieeffizienz bei Herstellern von Produkten, die an Endabnehmerinnen und Endabnehmer und auch an Weiterverarbeiter verkauft werden

Am Beginn der Produktkette stehen die Hersteller, denen deshalb eine wesentliche Rolle bei der Entscheidung über die Produkteigenschaften zukommt. Hersteller haben ein originäres Interesse daran, dass die von ihnen entwickelten und hergestellten Produkte marktfähig sind. Deshalb müssen bei der Weiterentwicklung von Produkten Innovationen und die mit ihnen verbundenen Chancen und Risiken sorgfältig gegeneinander abgewogen werden.

Im Einzelnen müssen sich Hersteller bei der Entwicklung von energieeffizienten Produkten – wie im Übrigen bei allen neuen Produkten oder Produkteigenschaften – folgenden Herausforderungen stellen.

Risiko der technischen Entwicklung

Hersteller müssen sich immer fragen, ob innovative Produkte einen Markt finden können und ob sich die Entwicklungskosten rentieren. Hersteller werden ihre Produkte nur dann in Richtung Energieeffizienz entwickeln, wenn dies für die Nachfrage wesentlich ist und die Kunden auch bereit sind, dafür einen Mehrpreis zu zahlen. Gleichzeitig muss ein innovatives Produkt mindestens die gleiche technische Funktionalität und Sicherheit wie die bisherige Technik bieten, damit die Kundinnen und Kunden nicht abgeschreckt werden.

Eine Möglichkeit, das Risiko der technischen Entwicklung zu verringern, besteht für Hersteller darin, sich mittels Selbstverpflichtung auf die Steigerung der Energieeffizienz ihrer Produkte festzulegen. Dadurch wird nicht nur ein eventueller Wettbewerbsnachteil gegenüber Konkurrenten ausgeschlossen, es können sogar Wettbewerbsvorteile und Imagegewinne gegenüber Mitbewerbern, die nicht partizipieren, erwachsen. Förderlich für die Sichtbarkeit von Energieeffizienz ist die Kennzeichnung am Produkt selber durch z.B. ein verpflichtendes oder freiwilliges Label. Auf diese Weise wird die Aufmerksamkeit der Kundinnen und Kunden verstärkt auf diese Eigenschaft gelenkt, die Energieeffizienz dient nun als Verkaufsargument. Wie zahlreiche Beispiele zeigen, kann dieser Effekt durch Prämienprogramme deutlich verstärkt werden⁴. Zusätzlich kann das Risiko von Fehlinvestitionen für Hersteller durch Förderung von Forschung und Innovationen für mehr Energieeffizienz seitens der Politik verringert werden

Risiko der Produktion und Vermarktung

Eng verbunden mit Risiko der technischen Entwicklung von energieeffizienten Produkten ist die Frage des Risikos bei Produktion und Vermarktung dieser Produkte. Denn das Produkt muss genügend

⁴ z.B. KESS, Aktion „Helles NRW“, holländisches Prämienprogramm zur Förderung von A+ und A++ Kühlgeräten

Absatz finden, damit sich die Produktionsumstellung und die Produktion und Lagerhaltung einer Mindeststückzahl rentieren und der Preis attraktiv gehalten werden kann.

Grundsätzlich förderlich sind alle Maßnahmen, die bereits oben zum Hemmnisabbau bei der technischen Entwicklung aufgezählt wurden. Zusätzliche Reduktion der bestehenden Hemmnisse kann durch Nachfragebündelung von institutionellen oder privaten Käufern⁵ oder durch Kaufzusagen der öffentlichen Hand erreicht werden, die damit bereits eine gewisse Mindestabsatzmenge sichern.

Fehlende Kenntnis der Nachfrage für energieeffiziente Produkte

Hersteller von Produkten, bei denen Energieeffizienz als Produkteigenschaft bislang eine untergeordnete Rolle spielte, haben Zweifel, ob Energieeffizienz für die Nachfrage wesentlich ist und ob innovative Produkte einen Markt finden können.

Auch diesem Hemmnis kann durch Nachfragebündelung von institutionellen Käufern oder Kaufzusagen der öffentlichen Hand begegnet werden.

Fehlende Kenntnis technischer Möglichkeiten

Es ist manchmal erstaunlich, dass bei Herstellern immer noch Defizite bezüglich innovativer technischer Lösungen zur Energieeffizienzsteigerung ihrer Produkte bestehen. Dies ist Folge einer Entwicklungsstrategie, die Effizienz jahrelang nicht im Fokus hatte. Ein typisches Beispiel dafür stellen die Hersteller gewerblicher Kühlmöbel dar⁶, die oft noch nicht einmal den Stromverbrauch der von ihnen hergestellten Geräte angeben konnten.

In diesem Zusammenhang haben sich insbesondere Branchen-Netzwerke bewährt⁷. Sie tragen zu einem aktiven Austausch unter Herstellern, Anwendern und der Wissenschaft über neue innovative Ideen und damit verbundene Erfahrungen bei. Auch die gezielte Förderung von Forschung und Innovationen, beispielsweise durch Pilotprojekte, kann die Kenntnis der Hersteller über technische Möglichkeiten zur Effizienzverbesserung verbessern.

Risiko der Komponentenverfügbarkeit zu einem angemessenen Preis

Es gibt Beispiele, dass für Effizienzverbesserungsmaßnahmen an Produkten innovative Komponenten benötigt werden (z. B. Permanentmagnete bei elektronisch kommutierten Motoren, Hochdruckkompressoren bei gewerblichen Kühlgeräten und Klimaanlage), die möglicherweise nur als Prototypen existieren oder wegen geringer produzierter Stückzahlen zunächst sehr teuer sind, und deren Preis für die Zukunft schwer abschätzbar ist. Hersteller sind also mit der Unsicherheit

⁵ Ein berühmtes Beispiel ist die Nachfragebündelung privater Käuferinnen und Käufer nach dem Greenfreeze Kühlschranks Anfang der Neunziger Jahre des letzten Jahrhunderts durch eine Greenpeace-Initiative, die der Verwendung natürlicher Kältemittel in Kühlgeräten zum Durchbruch verholfen hat.

⁶ Dies war eine Erkenntnis des von der Österreichischen Energieagentur koordinierten EU-Projekts „ProCool“

⁷ z.B. die von der nordrhein-westfälischen Landesregierung initiierten Branchen-Netzwerke NRW

konfrontiert, ob die benötigten (innovativen) Komponenten bei Massenfertigung zukünftig in ausreichender Menge und zu günstigem Preis verfügbar sein werden.

Hier kann auf die Erfahrung verwiesen werden, dass in der Regel alle Produkte bei Massenfertigung preiswerter und berechenbarer werden. Derartige Skaleneffekte sind durch Nachfragebündelung institutioneller Käufer oder durch Kaufzusagen der öffentlichen Hand erreichbar.

Dominanter Preiswettbewerb und Dominanz anderer Produkteigenschaften

Bei vielen Produkten steht bei der Kaufentscheidung der Energieverbrauch nicht im Vordergrund. Andere Produkteigenschaften (Design, Gebrauchseigenschaften, Robustheit, Marke) und insbesondere der Preis sind wichtiger als Energieeffizienz. Das trifft nicht nur aber besonders auf Geräte der Informations- und Kommunikationstechnologie zu. Zusätzlich existiert gerade bei diesen Geräten ein dominanter Preiswettbewerb, so dass energieverbrauchssenkende Features, auch wenn sie in der Produktion nur wenige Cent mehr kosten würden, schnell wegfallen.

In diesem Fall ist die wirksamste Maßnahme zur Vermeidung unnötigen Verbrauchs ein verpflichtender Produktstandard, der Mindestanforderungen an die Effizienz von Produkten vorschreibt, an die sich alle Hersteller und Importeure halten müssen. Beispiele dafür sind das EU-Label, der Energy Star und Top-Runner Vorschriften.

In Abbildung 2-5 sind die Hemmnisse für Hersteller und die wesentlichen Instrumententypen zur Überwindung dieser Hemmnisse noch einmal zusammengefasst.

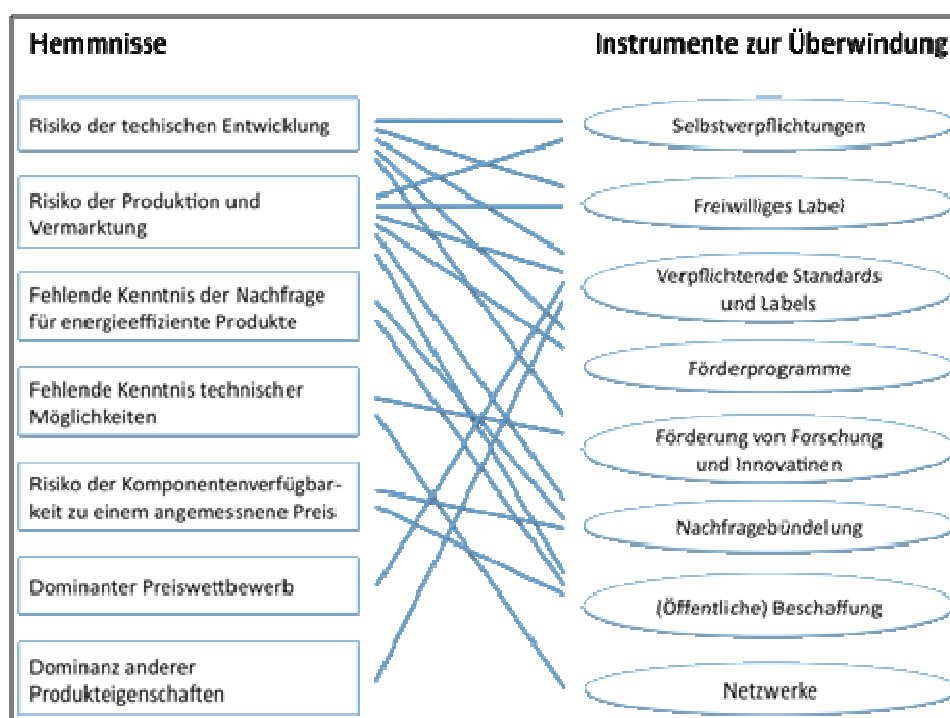


Abbildung 2-5: Hemmnisse für Energieeffizienz bei Herstellern und Instrumente zur Überwindung

2.3.3 Wesentliche Hemmnisse für Energieeffizienz bei Planern, Installateuren und Handwerkern

An der Schnittstelle zwischen Herstellern und Nutzern spielen Planer, Installateure und Handwerker eine ganz entscheidende Rolle. Zum einen vertrauen Endnutzer auf ihre Kompetenz bei der Auswahl von Produkten, zum anderen möchten Planer, Installateure und Handwerker ihre Kunden zufrieden stellen und bieten daher häufig bewährte Produkte an. Innovative Produkte können aus ihrer Sicht ein

Risiko darstellen, weshalb sie überwiegend nur zögerlich eingesetzt werden. Im Folgenden finden sich einzelne Hemmnisse für Energieeffizienz bei Planern, Installateuren und Handwerkern.

Haftung für die Funktion und Sicherheit der Anlage

Wie schon dargestellt, wird innovative Technik oft nur sehr zögerlich eingesetzt. Kunden sollen zufrieden gestellt und nicht abgeschreckt werden durch mögliche Fehlfunktionen oder Kinderkrankheiten von Innovationen, auch dürfen keine Haftungsprobleme auf Planer, Installateure und Handwerker zukommen. Erst wenn die Innovation mindestens die gleiche technische Funktionalität und Sicherheit wie die bisherige Technik liefert, wird sie den Kunden angeboten und eingesetzt. Um bei unvertrauter, innovativer Technik auf der sicheren Seite zu sein, können auch „Angstzuschläge“ bei der Anlagendimensionierung die Folge sein, die innovative energieeffiziente Lösungen unnötig verteuern.

Ein sehr erfolgreiches Instrument zur Überwindung dieses Hemmnisses sind Garantieverlängerungen seitens der Hersteller innovativer Produkte über die gesetzlichen Fristen hinaus. So gaben zum Beispiel die beiden führenden Pumpenhersteller bei der Einführung der stromsparenden EC-Technologie bei Heizungsumwälzpumpen eine Garantie von fünf Jahren, was entscheidend mit zum Marktdurchbruch beigetragen hat.

Gewinn steigt mit Umsatz und nicht mit Effizienzkriterien (Folge von Gebührenordnungen)

Bei Architekten und Ingenieuren legt die Honorarordnung Honorare als Prozentsatz der Investition fest, bei Installateuren und Handwerkern steigt der Gewinn mit dem Umsatz. Das führt dazu, dass ihr Honorar umso höher ist, je mehr und je teurere Technik und Gebäudeausstattung sie ihren Kunden verkaufen. Die Folge kann zwar auch ein Anreiz für die Planung und den Einbau effizienterer Technik sein, da sie meistens mit Mehrkosten in der Anschaffung verbunden ist, in der Praxis ist die Honorarordnung aber vor allem ein Anreiz, größere überdimensionierte Anlagen anzubieten, die in der Regel mehr Energie benötigen.

Leistungen zur Steigerung der Energieeffizienz sollten in die Leistungskataloge aufgenommen werden. Dann würde zumindest der zusätzliche Aufwand für effiziente, innovative Lösungen honoriert.

Fehlende Kenntnis der Nachfrage für energieeffiziente Produkte

Planer, Installateure und Handwerker haben häufig keine Kenntnisse von der Nachfrage nach energieeffizienten Produkten, da Energieeffizienz in ihren Augen oft nur einen Nebenaspekt darstellt. Eine Ausnahme dazu bildet seit dem Anstieg der Heizkosten der Heizwärmemarkt. Hier ist die Nachfrage nach sparsamen Heizsystemen für alle sichtbar deutlich gestiegen.

In den anderen Bereichen könnten Nachfragebündelungen institutioneller Kunden und Beschaffungsprogramme der öffentlichen Hand mit Anforderungen an Effizienzkriterien die Nachfrage nach effizienten Produkten sichtbar machen.

Fehlende Kenntnis technischer Möglichkeiten und effizienter Komponenten

Planer, Installateure und Handwerker sind oft nicht auf dem neusten Stand hinsichtlich der neuesten Entwicklungen und innovativen technischen Lösungen, die ein Gebäude bzw. eine Anlage energieeffizienter machen können. Solange die bewährten, alten Lösungen funktionieren, lohnt sich der Aufwand aus ihrer Sicht nicht, sich zu informieren und weiterzubilden.

Planer, Installateure und Handwerker sollten verstärkt dazu verpflichtet werden, sich Richtung energieeffizienter Möglichkeiten und Komponenten weiterzubilden. Auch sollten Bildungsinhalte der Meister- und Ingenieur-Ausbildungen entsprechend überarbeitet werden.

Gewohnheiten, gute Erfahrung mit bestimmten Anbietern, unterentwickelte Lieferkette

Installateure und Handwerker arbeiten häufig nur mit Produkten von bestimmten Anbietern, weil sie ihnen vertraut sind und demnach ihre Stärken und Schwächen kennen und unter Umständen bereits Schulungen mit diesen Produkten mitgemacht haben. Wenn nun die effizienteren Produkte nur von einem neuen Anbieter kommen, stellt sich zunächst einmal die Frage, ob sie auch genauso gut in Funktion und Haltbarkeit wie die gewohnten sind und ob sich der Aufwand, sich zu informieren und eventuell ein neues Produkt ins eigene Angebot mit aufzunehmen, lohnt.

Der Anreiz für Installateure und Handwerker, sich mit einem Produkt eines neuen Anbieters zu befassen und es ins eigene Angebot mit integrieren, kann durch finanzielle Anreize und Förderprogramme gesteigert werden. Auch die Hersteller selber können diese Schwelle herabsetzen, indem sie für ihr Produkt bei den Installateuren und Handwerkern werben und sie mit Informationen versorgen, ihnen Schulungen anbieten, ihnen Musterexemplare zukommen lassen und Preisnachlässe einräumen.

Anbieterbindung

Manche Installateure und Handwerker sind vertraglich an bestimmte Hersteller gebunden.

Wenn dieser Anbieter von Anlagen oder Komponenten die effizienteste Technik nicht anbietet, kann der Installateur nur darauf hoffen, dass ein verpflichtender Produktstandard eingeführt wird, der Mindestanforderungen an die Effizienz von Produkten vorschreibt, sodass seine Zulieferer auch bald die effizienteste Technik anbieten.

Dominanter Preiswettbewerb und Dominanz anderer Produkteigenschaften

Auf dem Markt für die Leistungen und Produkte von Planern, Installateuren und Handwerkern ist oft der Preis oder andere Produkteigenschaften (z.B. Robustheit, Sicherheit) wichtiger als Energieeffizienz. Kunden sind meistens nicht bereit, für höhere Energieeffizienz bei Anlagen und Produkten einen Aufpreis bei der Anschaffung zu zahlen. Lohnt sich deshalb der Aufwand, die Kunden davon zu überzeugen, mehr Geld für eine effizientere Anlage oder innovative Produkte auszugeben?

Auch hier ist die wirksamste Maßnahme ein verpflichtender Produktstandard mit Mindesteffizienzkriterien und eine Installationen nach Qualitätsprotokoll, das neben anderen Qualitätsmerkmalen auch Richtlinien für eine effiziente Installation enthält.

In Abbildung 2-6 sind die Hemmnisse für Planer, Installateure und Handwerker und die wesentlichen Instrumente zu Überwindung dieser Hemmnisse noch einmal zusammengefasst.

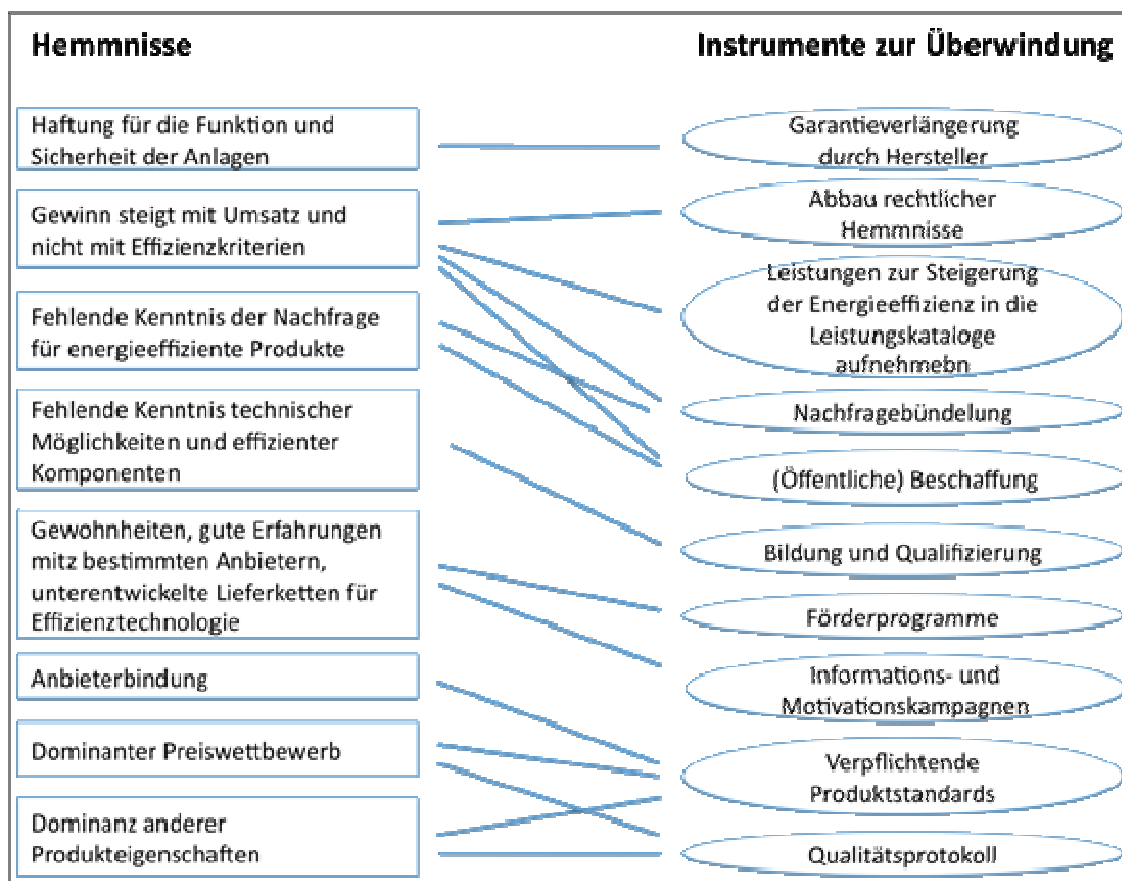


Abbildung 2-6: Hemmnisse für Energieeffizienz bei Planern, Installateuren und Handwerkern und Instrumente zur Überwindung

2.3.4 Wesentliche Hemmnisse für Geschäftseigentümerinnen und -eigentümer, Verkäuferinnen und Verkäufer im Handel

Essenziell für die Kaufentscheidung von Geräten und Anlagen ist der Handel, der neben dem Verkauf auch die Kunden berät. Insofern müssen Kunden dem Handel bei der Empfehlung von Produkten vertrauen. Da Verkäuferinnen und Verkäufer oft nur unzulänglich geschult werden, werden daher häufig gängige Produkte empfohlen, da innovative Produkte eher ein Risiko darstellen können. Im Handel finden sich daher die folgenden typischen Hemmnisse für Energieeffizienz.

Gewinn steigt mit Umsatz und nicht mit Effizienzkriterien, Verkäuferprämien an Umsatz gekoppelt

Je mehr und je teurere Geräte Verkäufer und Verkäuferinnen den Kunden verkaufen, desto höher ist der Umsatz und damit auch der potenzielle Gewinn des Handels. Ein Resultat dieser Überlegung könnte theoretisch sein, effizientere Technik anzubieten, da sie oft etwas teurer ist. In der Regel besteht jedoch die Tendenz größere Geräte anzubieten, die mehr Energie benötigen, oder Geräte mit teurer Ausstattung zu verkaufen.

Dem könnte mit finanziellen Anreizen wie z.B. mit Förderprogrammen für effiziente Geräte und Anlagen begegnet werden.

Fehlende Kenntnis der Nachfrage für energieeffiziente Produkte

Obwohl der Handel in direktem Kundenkontakt steht, fehlt oft das Wissen über die Nachfrage nach der Produkteigenschaft „Energieeffizienz“. Einkäufer ordern deshalb die zu verkaufenden Geräte nach anderen Kriterien wie Preis, Design und Funktionen.

Es zeigt sich, dass der Handel mehr auf energieeffiziente Geräte setzt, sobald es finanzielle Anreize oder andere Förderprogramme dafür gibt. Auch gezielte Einkäuferschulungen haben sich schon als erfolgreich erwiesen⁸.

Fehlende Kenntnis effizienter Geräte

Das Verkaufspersonal im Handel verkauft die Geräte, die vom jeweiligen Händler vorgegeben werden. Fragen nach Effizienz spielen dabei eine untergeordnete Rolle. Welche Geräte energieeffizienter sind und welche Energiekosten die Kunden während der Lebensdauer der Geräte sparen können, können in der Beratung nur unzureichend beantwortet werden. Es ist eine strategische Frage für den Handel, ob sich der Aufwand lohnt, Verkäuferinnen und Verkäufer zu schulen und weiterzubilden.

Im Zuge der allgemeinen Klimadebatte und steigender Energiepreise hat das Thema Energieverbrauch stark an Gewicht gewonnen. Es kann also ein Wettbewerbsvorteil für den Handel darstellen, eine adäquate Produktpalette anzubieten sein Verkaufspersonal entsprechend zu schulen.

Kundenzufriedenheit mit Funktion und Sicherheit des Geräts hat Priorität:

Für den Handel sind zufriedene Kunden überlebenswichtig. Deshalb muss ein effizientes Produkt mindestens die gleiche technische Funktionalität und Sicherheit wie die bisherige Produkte liefern. Das kann zu einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Risikoaversion gegenüber innovativer effizienter Technik führen.

Um gegenzusteuern und Vertrauen in effiziente Produkte zu erhöhen, bieten sich Verkaufspersonalschulungen an, bei denen neben anderen Themen auch speziell die Vorteile von Energieeffizienz hervorgehoben werden, so dass Ängste abgebaut und Vorteile erkannt werden. Nur dann können Verkäuferinnen und Verkäufer ihre Kundschaft auch entsprechend beraten.

Gewohnheiten, gute Erfahrung mit bestimmten Anbietern:

Wenn die effizienteren Produkte nur von einem oder mehreren Anbietern hergestellt werden, den ein Händler nicht standardmäßig in seinem Sortiment führt, stellt sich für den Händler zunächst die Frage, ob sie genauso gut in Funktion und Zuverlässigkeit sind wie die gewohnten und ob sich der Aufwand lohnt, weitere Hersteller ins eigene Sortiment mit aufzunehmen. Eventuell besteht sogar eine exklusive Anbieterbindung, die weitere Hersteller ausschließt.

Dominanter Preiswettbewerb oder Dominanz anderer Produkteigenschaften

Vielfach sind auf dem Markt für ein Produkt der Preis oder andere Produkteigenschaften (z.B. Robustheit, Ausstattung) wichtiger als Energieeffizienz – Kundinnen und Kunden zahlen nicht (viel) für

⁸ Ein gutes Beispiel hierfür sind die vom Bremer Energiekonsens durchgeführten Schulungen.

höhere Energieeffizienz oder kaufen kein innovatives Produkt. Lohnt sich daher für den Handel der Aufwand, die Kundinnen und Kunden davon zu überzeugen, mehr Geld für ein effizienteres Gerät auszugeben?

Wie auch schon bei der Überwindung anderer Hemmnisse lassen sich diese am ehesten mit Labeln, Förderprogrammen und Verkaufspersonalschulungen überwinden.

Hoch disaggregierter Kundenstamm

Kundinnen und Kunden sind sehr unterschiedlich und haben unterschiedliche Motive beim Kauf eines Produkts. Will der Handel also bestimmte Eigenschaften wie die Energieeffizienz, die ja in der Regel keine Kernfunktion eines Produkts darstellt bewerben, sind damit hohe Marketing- und Transaktionskosten verbunden.

Wenn die Nachfrage bereits durch z. B. öffentliche Beschaffungsprogramme gebündelt ist, reduzieren sich die Kosten für das Marketing.

In Abbildung 2-7 sind die Hemmnisse für den Handel und die wesentlichen Instrumente zu Überwindung dieser Hemmnisse im Überblick zusammengefasst.

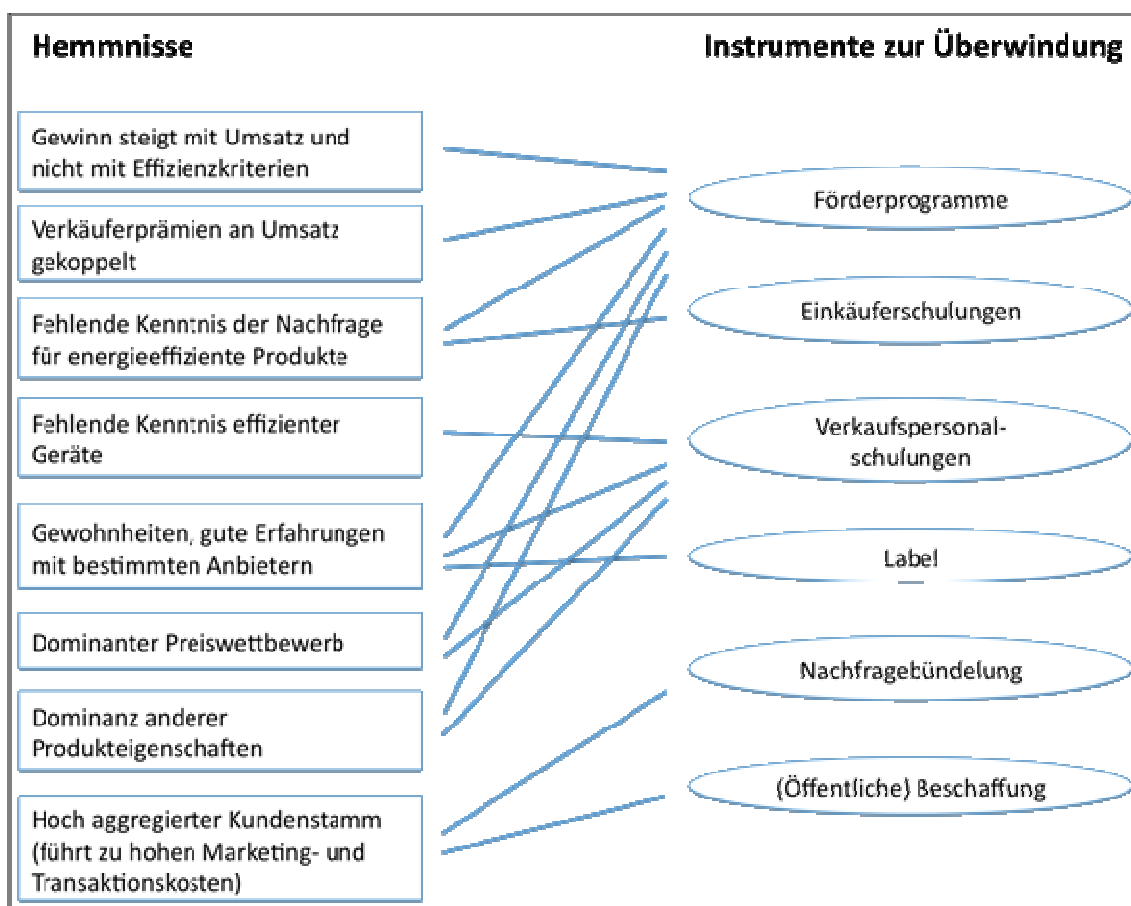


Abbildung 2-7: Hemmnisse für Energieeffizienz im Handel und Instrumente zur Überwindung

2.3.5 Nachfrageseite

Auf der Nachfrageseite von Gebäuden, Geräten und Anlagen können die folgenden Akteursgruppen grob unterschieden werden:

- Investorinnen und Investoren in Energieeffizienz, die gleichzeitig auch Nutzerinnen bzw. Nutzer sind
- Investorinnen und Investoren in Energieeffizienz, die nicht gleichzeitig Nutzerinnen bzw. Nutzer sind (z.B. Vermieterinnen und Vermieter, Projektentwicklungs- oder Leasinggesellschaften)
- Nutzerinnen und Nutzer, die nicht gleichzeitig auch Investorinnen bzw. Investoren in Energieeffizienz sind (z.B. Mieterinnen und Mieter, Käuferinnen und Käufer von fertig gestellten Gebäuden)

Der wesentliche Anreiz für diese Akteurinnen und Akteure, investive oder organisatorische Maßnahmen zur Energieeinsparung zu ergreifen, ist natürlich die Senkung ihrer Energierechnung. Allerdings wirkt dieser Anreiz direkt nur für die eine der drei Akteursgruppen, die auch Nutzer der Anlagen und Geräte ist.

Zwei weitere wichtige Anreize für die Nachfragerinnen und Nachfrager sind, noch mehr als auf der Anbieterseite:

- ein Beitrag zur Umweltentlastung, insbesondere zum Klimaschutz, und zur Ressourcenschonung; dies wird vor allem für Firmen in der Außendarstellung als verantwortlich handelndes Unternehmen zunehmend wichtiger
- soziale Anerkennung für den Beitrag zur Umweltentlastung oder zur Nutzung innovativer Technik oder zur Kostensenkung. Allerdings wird oft konstatiert, dass Energieeffizienz zumindest in der deutschen Öffentlichkeit als weitaus weniger „sexy“ gilt als zum Beispiel die erneuerbaren Energien

Energienachfragerinnen und -nachfrager sehen Energieeffizienz nicht als ihr „Kerngeschäft“ an, sie sind keine Profis im Energiesparen. Dies ist eine entscheidende Asymmetrie zwischen diesen wichtigen Akteurinnen und Akteuren der nachfrageseitigen Energieeffizienz und den Akteuren auf der Angebotsseite von Energie, für die Energieversorgung zu ihrem Kerngeschäft gehört.

2.3.6 Wesentliche Hemmnisse für private Investoren

Geringe Energiekosten/ Geringe erwartete Ersparnis/ Andere wirtschaftliche Prioritäten, Einsparungen nicht unmittelbar sichtbar

Für private Investoren ist es oft nicht einfach zu beurteilen, ob sich der zeitliche und finanzielle Aufwand sich mit Energieeinsparung zu beschäftigen lohnt. Auch ist eine Ersparnis in der Regel nicht unmittelbar sichtbar, da sie zum einen entweder in der Gesamtrechnung untergeht oder mit erst mit der nächsten Abrechnung, also mit zeitlicher Verzögerung, erfahrbar wird. Die erwartete Ersparnis fällt oft auch tatsächlich gering aus im Vergleich zu anderen Sparmaßnahmen, die gar nichts mit Effizienz zu tun haben. Als Folge ist daher bei privaten Investoren häufig eine geringe Motivation zur Investition in Energieeffizienz festzustellen.

Privaten Investoren kann der Schritt zur Investition in Maßnahmen zur Energieeffizienz erleichtert werden, wenn der Aufwand dafür verringert wird und sie bei der Informationsbeschaffung und Umsetzung unterstützt werden. Die wichtigsten Instrumente dafür sind verpflichtende Produktstandards, Netzwerke sowie Informations- und Motivationskampagnen seitens der Hersteller.

Fehlende Kenntnis effizienter Technik

Insbesondere private Eigentümer größerer Objekte wissen nicht, welche Möglichkeiten der Energieeffizienz sich in ihrem Objekt verwirklichen lassen. Es ist ihnen weder bekannt, welche Maßnahme den größten Nutzen hat noch welcher Schritt als erster zu tun ist. Auch die Energiekostensparnis können sie nicht beziffern, weiters mangelt es an einer unabhängigen Anlaufstelle, bei der sie sich informieren können. Auch welchen Anbietern von Effizienztechnologien oder -dienstleistungen sie trauen können, entzieht sich oftmals ihrer Kenntnis.

Anbieter unabhängiger Energieaudits können das notwendige Fachwissen beisteuern und sollten daher verstärkt gefördert werden. Alternativ könnten sich private Investoren größerer Objekte durch die Wahrnehmung von Bildungs- und Qualifizierungsangeboten selber auf den aktuellen Stand effizienter Technik bringen. Diese sollten jedoch herstellerunabhängig sein.

Hohe Such- und Transaktionskosten, da einmalige oder unregelmäßige Investition

Auch bei organisatorischen Fragen wie z.B. der Suche nach dem besten Anbieter oder bei der Frage, was bei der Ausschreibung, Vergabe und Abnahme alles zu beachten ist, entstehen bei privaten Investoren, die nicht täglich mit solchen Fragen befasst sind, hohe Such- und Transaktionskosten.

Hier können Netzwerke wie z.B. Haus- und Grundbesitzervereine, Branchennetzwerke durch ihre ähnlich gelagerten Bedürfnisse und Erfahrungen nützlich sein. In diesen Netzwerken können Beschaffungskriterien festgelegt sein, auch Wissen über kompetente und unabhängige Anbieter von branchenspezifischen Energie-Audits ist hier vorhanden und kann genutzt werden.

Kapitalmangel (tatsächlich oder vermeintlich)

Ganz oft verhindert werden Investitionen in effiziente Technologien dadurch, dass andere Anschaffungen und Investitionen z.B. zur Produktinnovation oder zur Rationalisierung als wichtiger erachtet werden und für Energieeffizienz somit kein Geld zur Verfügung steht. Das hat zur Folge, dass Energieeffizienz-Investitionen unterbleiben oder nur diejenigen mit sehr kurzen Amortisationszeiten von ein bis zwei Jahren realisiert werden.

Diesem Hemmnis begegnet man in der Regel sehr erfolgreich mit Förderprogrammen. Durch die Förderung sinken die Investitionskosten und werden so leichter tragbar. Eine andere Möglichkeit ist, dass Contractingunternehmen die Investition vornehmen und die Investition dann aus den eingesparten Energiekosten refinanzieren.

Falsche oder unsichere Preissignale

Unsicherheiten über die zukünftige Energiepreisentwicklung können Investoren davon abhalten, Effizienzinvestitionen zu tätigen, da die Zeitspanne für die zukünftige Amortisation nicht abgeschätzt werden kann.

Auch hohe fixe Anteile und fehlende Internalisierung „externer“ Kosten können dazu führen, dass die aus Effizienzinvestitionen resultierenden Energiekosteneinsparungen, die nur aufgrund variabler Preisbestandteile herrühren, geringer sind, als sie aufgrund der Gesamtkosten der Energieversorgung sein müssten. In einem solchen Fall ist folglich die Wirtschaftlichkeit für Investoren geringer als aus volkswirtschaftlicher Perspektive betrachtet.

Hier muss die Politik mit Informations- und Motivationskampagnen aufklären und deutlich machen, wie sich die Energiepreise (und die Preise für ein Treibhausgas-Emissionszertifikat bei industriellen

Investoren) in Zukunft entwickeln werden, so dass die geplanten Kosteneinsparungen tatsächlich realisiert werden können.

Risikoaversion (technisch):

Grundsätzlich besteht beim Umstieg auf ein anderes Produkt immer der Vorbehalt, ob eine technische Innovation mindestens die gleiche technische Funktionalität und Sicherheit wie die bisherige Technik bietet.

Um diesem Vorbehalt zu begegnen, hat es sich bewährt, seitens der Hersteller die Garantie über den gesetzlich vorgesehenen Zeitraum hinaus zu verlängern⁹.

Andere funktionale Prioritäten, geringe Wertschätzung von Energieeffizienz

Bei der Entscheidung für ein Produkt spielen nicht nur Effizienzaspekte eine Rolle. Andere funktionale Prioritäten, die die eigentliche Funktion betreffen, aber auch Designaspekte sind für die Kaufentscheidung ebenso wichtig. Dies gilt umso mehr für solche Produkte, bei denen der Energieverbrauch nur ein als ein untergeordnetes Qualitätsmerkmal wahrgenommen wird.

Hier gilt es, seitens der Hersteller oder der Politik auf die Wichtigkeit von Energieeffizienz in allen Produktbereichen mit Informations- und Motivationskampagnen hinzuweisen. Der Wirkung solcher Kampagnen kann mit Förderprogrammen noch deutlich mehr Nachdruck verliehen werden.

Gewohnheiten, gute Erfahrung mit bestimmten Anbietern:

Wenn die effizienteren Produkte nur von einem neuen Anbieter kommen, so stellt sich für die potenziellen Investoren die Frage, ob sie genauso gut in Funktion und Haltbarkeit sind wie die gewohnten und ob sich der Aufwand lohnt, sich zu informieren und eventuell auf ein Produkt eines anderen Anbieters umzusteigen.

Um dieses Hemmnis erst gar nicht aufkommen zu lassen, können seitens der Politik oder durch Selbstverpflichtungen Produktstandards verpflichtend gemacht werden, die den Stand der Effizienztechnik widerspiegeln. Alternativ oder zusätzlich sollten Hersteller Informations- und Motivationskampagnen über die neue Technologie durchführen.

Kein direkter wirtschaftlicher Nutzen von reduzierten Energierechnungen:

Wenn die Energiekosteneinsparnis durch eine Investition in Effizienztechnik hauptsächlich für den Nutzer oder die Nutzerin gilt und der Investor höchstens indirekt profitiert, indem er für sein Gebäude oder sein Produkt eine höhere Miete bzw. einen höheren Preis erhalten kann, so hat der Investor nicht unbedingt ein Interesse am Einbau dieser Effizienztechnik.

Neben der Verpflichtung über Produktstandards, in effiziente Produkte nach dem Stand der Technik zu investieren, würde der Abbau rechtlicher Barrieren zur stärkeren teilweisen Umlage der Mehrkosten zum Hemmnisabbau beitragen.

⁹ Z.B. haben die großen Pumpenhersteller eine fünfjährige Garantie bei der Einführung der effizienten EC-Technologie bei Umwälzpumpen gegeben.

Fehlende Möglichkeit der Investition in Energieeffizienz (z.B. als Mieter)

Insbesondere für Mieter ist es schwierig bis unmöglich, Investitionen vorzunehmen, um beispielsweise den Heizbedarf der von ihnen bewohnten Immobilie zu senken.

Hier müssten neue gesetzliche Regelungen geschaffen werden, die es ermöglichen, Investitionen in Produkte zur Steigerung der Energieeffizienz teilweise auf die Besitzer oder auf die Nachnutzer umzulegen.

In Abbildung 2-8 sind die Hemmnisse für private Investoren und die wesentlichen Instrumente zu Überwindung dieser Hemmnisse noch einmal zusammengefasst.

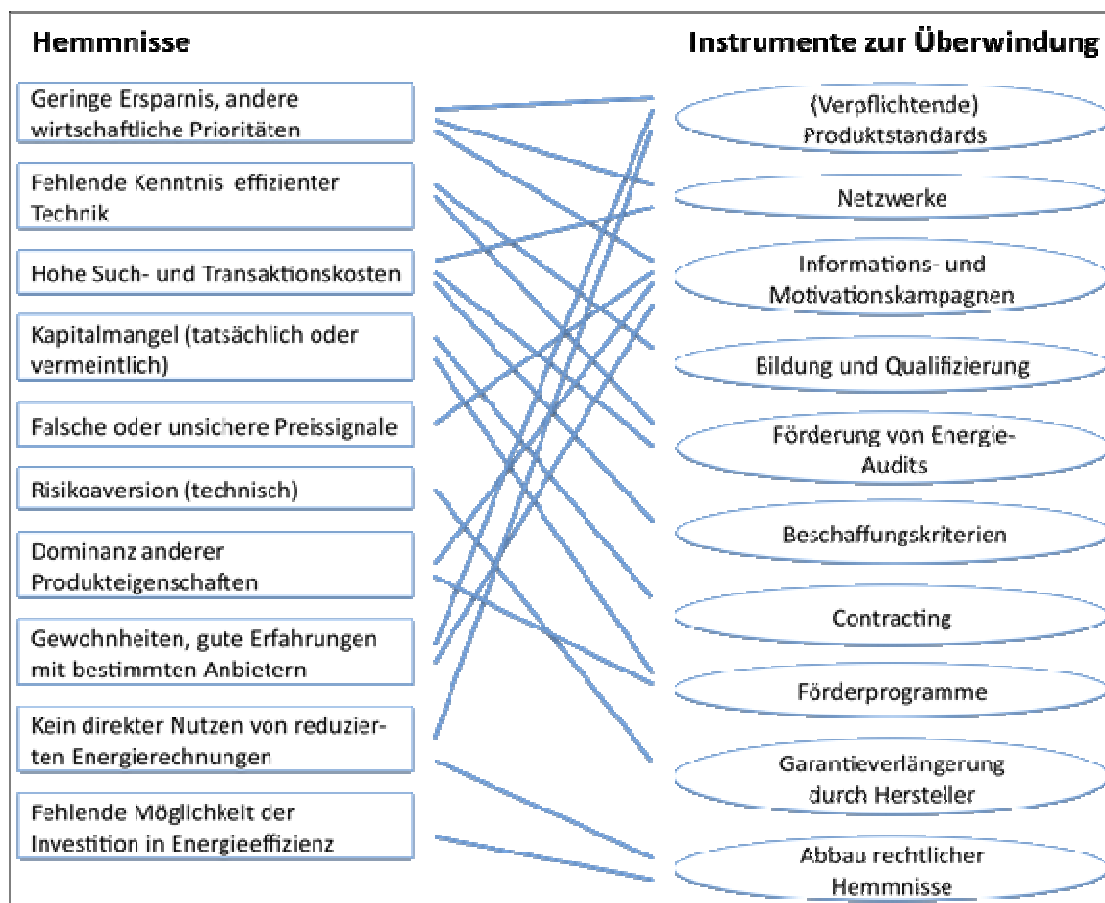


Abbildung 2-8: Hemmnisse für Energieeffizienz für private Investoren und Instrumente zur Überwindung

2.3.7 Zusätzliche Hemmnisse für öffentliche, gewerbliche und industrielle Investoren

Unzureichendes Energiemanagement

Vor allem bei Firmen und Behörden ist unzureichende Kenntnis des Energieverbrauchs nach Kostenstellen und Anwendungen zu beobachten. Es fehlt an Wissen über effiziente Technik und die Nutzung von organisatorischen Energiesparmaßnahmen ist unzureichend. Die Folge dieser fehlenden Kompetenz für die Umsetzung von Investitionen in Energieeffizienz sind hohe Such- und Transaktionskosten, welche wiederum die Investitionen selber deutlich erschweren.

Hilfreich wären hier entweder die Weiterbildung und Qualifizierung der eigenen Mitarbeiter oder die Förderung von Energie-Audits durch externe Anbieter.

Hohe Rentabilitätsanforderungen, Disparität der Rentabilitätskalküle

Hohe Rentabilitätsanforderungen an Investitionen führen dazu, dass viele Investitionen, die Amortisationszeiten von zehn oder mehr Jahren aufweisen, unterbleiben. Während beispielsweise Energieanbieter Amortisationszeiten von zehn oder mehr Jahren akzeptieren, da es sich um ihr Kerngeschäft handelt, unterbleiben viele Investitionen in Energieeinsparung bei ihren gewerblichen und industriellen Kunden.

Hier können Contractinganbieter, die in der Regel mit längeren Amortisationszeiten rechnen, die Investitionen in Energieeffizienz vornehmen und diese Investitionen aus den Erträgen der Energieeinsparung refinanzieren. Aber auch durch finanzielle und steuerliche Anreize kann die vorhandene Disparität der Rentabilitätskalküle aufgeweicht werden.

Unsicherheit über Kontinuität (insbesondere bei gewerblichen und industriellen Investoren)

Gewerbliche und industrielle Investoren haben manchmal nur einen geringen zeitlichen Planungshorizont, da sie nicht wissen, ob sie in möglicherweise nur wenigen Jahren noch im gleichen Geschäft, im selben Gebäude oder am selben Standort tätig sein werden. Sie müssen sich fragen, ob eine Investition mit mehreren Jahren Amortisationszeit überhaupt lohnend ist, wie etwa durch einen erhöhten Wiederverkaufswert.

Auch hier können Contractinganbieter einspringen, indem sie die Investition vornehmen und so die Unsicherheit abfedern. Effizienztechnologie ist in der Regel leicht demontierbar und kann im Falle einer Umnutzung von Gebäuden ausgebaut und woanders eingesetzt werden.

Fehlende Möglichkeit der Investition in Energieeffizienz (z.B. als Käufer von Komplettanlagen, als Mieter von Anlagen):

Im industriellen und gewerblichen Bereich ist es durchaus üblich, Komplettanlagen zu kaufen oder zu mieten. Dies gilt für Produktionsstraßen genauso wie auch für Ladenbesitzer, die bei dem Franchise-Modell auf eine vorgegebene Ladeneinrichtung festgelegt sind. Der Einfluss der Nutzer auf den Energieverbrauch dieser Anlagen ist sehr begrenzt, weil die eigentliche Funktion der Anlagen für die Anbieter im Vordergrund steht, eine nachträgliche Nachrüstung mit effizienten Komponenten ist oft rechtlich nicht möglich, da die Garantie in diesem Fall erlöschen kann.

Diesem letztgenannten Hemmnis kann dadurch begegnet werden, dass rechtliche Barrieren, die die Nachrüstung von ineffizienten Anlagen mit effizienten Komponenten erschweren, seitens der Politik abgebaut werden. Soweit gewerbliche Nutzer ihren Einfluss bei der Beschaffung von Anlagen geltend machen können, wäre es am besten, sie würden verpflichtende Beschaffungskriterien für den Einsatz effizienter Komponenten aufstellen und die Hersteller darauf verpflichten.

In Abbildung 2-9 sind die Hemmnisse für öffentliche, gewerbliche und industrielle Investoren und die wesentlichen Instrumente zu Überwindung dieser Hemmnisse noch einmal zusammengefasst.

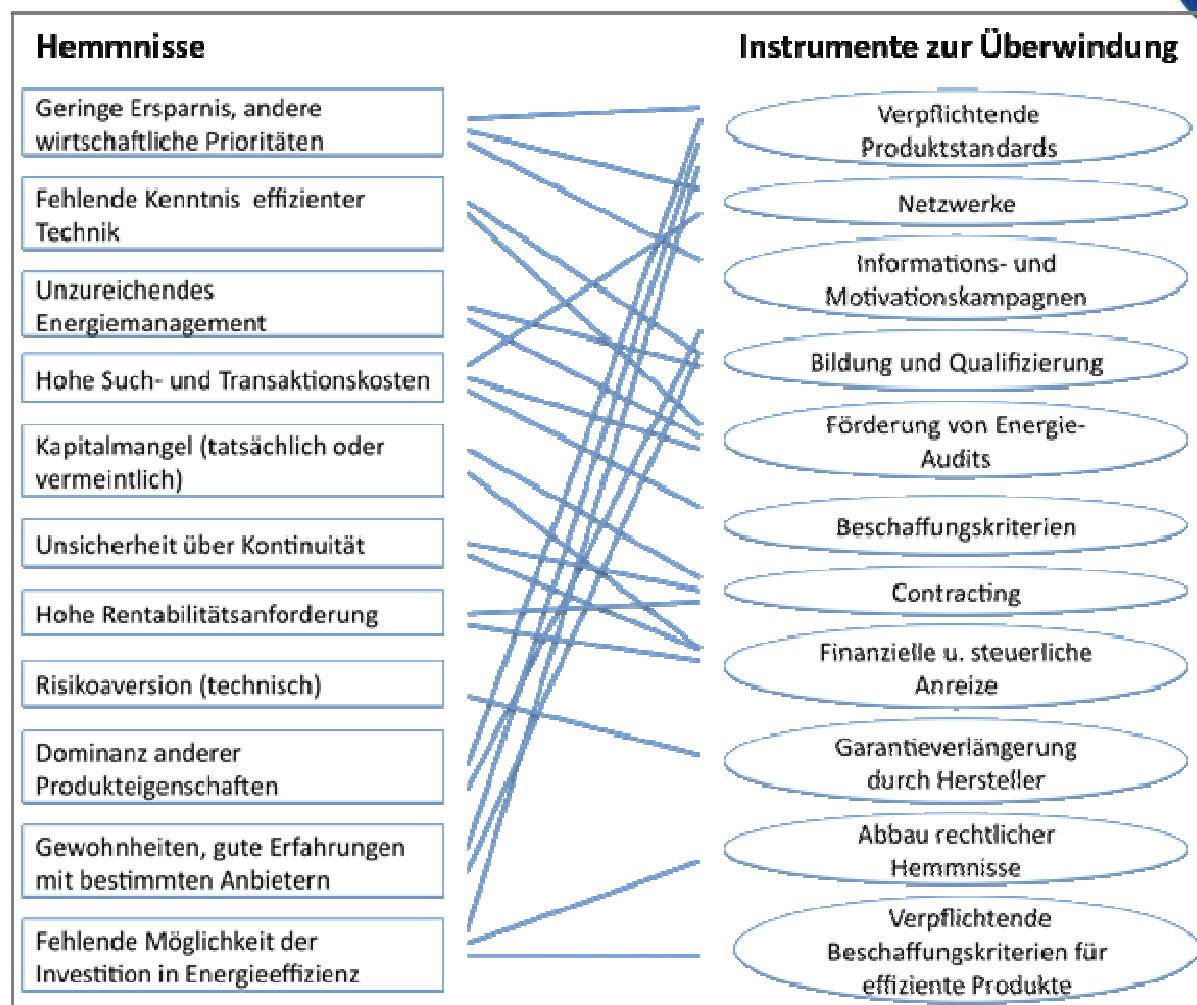


Abbildung 2-9: Hemmnisse für Energieeffizienz für öffentliche, gewerbliche und industrielle Investoren und Instrumente zur Überwindung

3 Überblick international praktisch implementierter energiepolitischer Instrumente zur Förderung der effizienten Stromnutzung

Als Informationsbasis für die Analyse eines für Österreich angemessenen und Erfolg versprechenden Pakets von Politikinstrumenten zur Steigerung der Effizienz in der Stromanwendung werden in Kapitel 3.1 die international praktisch implementierten energiepolitischen Instrumente im Überblick dargestellt. Dabei wird jeweils auch ein Beispiel präsentiert, soweit möglich mit Angaben zum Erfolg (erreichte Einsparung, Wirtschaftlichkeit). In Kapitel 3.2 werden die Einzelinstrumente in einen Gesamtzusammenhang problemadäquater Instrumentenpakete gestellt.

3.1 Überblick über die Politikinstrumente

Abbildung 3-1 stellt die Arten von energiepolitischen Instrumenten, die international zur Förderung der effizienten Endenergienutzung und insbesondere Stromnutzung eingesetzt werden, im Überblick vor. Zudem bindet die Abbildung die Instrumente in einen möglichen Mix bzw. Paket von Politikinstrumenten im Endenergieeffizienz-Bereich ein.

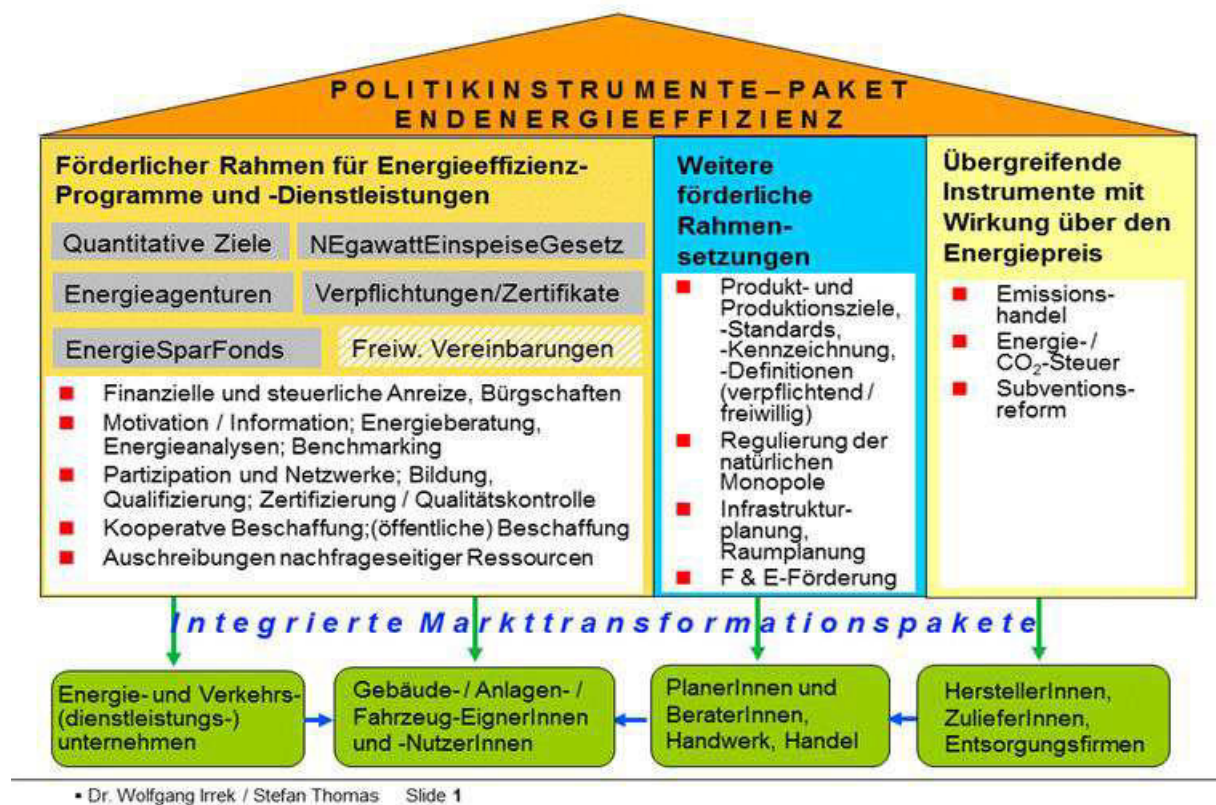


Abbildung 3-1: Idealtypisches Politikinstrumentenpaket zur Steigerung der Endenergieeffizienz, Quelle: Eigene Darstellung des Wuppertal Instituts

Die Abbildung unterscheidet zwischen drei Gruppen von Politikinstrumenten und Maßnahmen:

- Einzelne übergreifende Querschnitts-Politikinstrumente, die ihre Wirkung über die Veränderung von Preisrelationen entfalten (Energie-/CO₂-Steuern, Emissionshandel, nachhaltige Reform der Subventionsvergabe);
- Energieeffizienzprogramme und -dienstleistungen, die gezielt Marktakteure, Anwendungsbereiche oder energieeffiziente Technologien ansprechen (z.B. finanzielle

Anreizprogramme, Informationskampagnen, Bildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen, Energie Audits) und einen förderlichen Rahmen benötigen (z. B. einen Energiesparfonds als eigenständige, unabhängige Organisation, die mit entsprechenden Mitteln ausgestattet wird);

- Weitere einzelne förderliche Rahmensetzungen wie Produkt- oder Produktionsstandards und Produktkennzeichnungen (Label), Regulierung von natürlichen Monopolstellungen, raumplanerische Maßnahmen, Forschungs- und Entwicklungsförderung sowie Bildungsmaßnahmen.

Auf die Instrumente, die einen förderlichen Rahmen für die Umsetzung von Energieeffizienzprogrammen und -dienstleistungen schaffen können, sowie auf die verschiedenen Einzelinstrumente-Typen wird in den folgenden Unterkapiteln näher eingegangen. Tabellarisch werden die wesentlichen Instrumente, typische Einsatzbereiche, Erfolgsmerkmale und Praxisbeispiele zusammengefasst.

Analysen wie die des Projektes „AID-EE“ (Harmelink et al. 2006; Ecofys et al. 2006) zeigen, dass es so etwas wie ein „bestes“ Politikinstrument nicht gibt. Die mit Energiepolitik erreichbaren Effekte beruhen oft mehr auf der Art und Weise der Ausgestaltung des Instrumentes, seiner Verknüpfung mit anderen Politikinstrumenten und Maßnahmen und der Art und Weise seiner Umsetzung als auf dem Instrumententyp selbst. Jedoch sind bestimmte Politikinstrumente für bestimmte Ausgangs- und Problemlagen besser geeignet als andere. Zudem bestimmen unterschiedliche Merkmale den Erfolg eines Instrumentes. Auch hierauf wird in den folgenden Unterkapiteln näher eingegangen.

3.2 Übergreifende Instrumente mit förderlicher Wirkung auf das Angebot von Energieeffizienzprogrammen und –dienstleistungen

3.2.1 Überblick

Mögliche Ausgestaltungen eines direkten oder indirekten finanziellen Förderrahmens für integrierte Markttransformationspakete zur Steigerung der Energieeffizienz und des Energiesparens sind (vgl. auch Thomas 2007 sowie den oberen Teil des linken Blocks in Abbildung 3-1)

- ein System von Verpflichtungen von Energielieferanten wie in Großbritannien und Frankreich, ihren Kunden zu helfen, eine bestimmte Menge an Energie einzusparen; dabei wird die Einpreisung von Nettokosten der Energieeffizienz-Unterstützungsmaßnahmen, die der Energielieferant hierzu den Kunden anbietet bzw. bei ihnen durchführt, kartellrechtlich geduldet;
- ein System von Verpflichtungen von Energie-Verteilnetzbetreibern (wie in Italien, Dänemark und Flandern) das Kunden hilft, eine bestimmte Menge an Energie einzusparen und gleichzeitig die Möglichkeit bietet, Energieeffizienz-Programmkosten bei Kalkulation von Netzentgelten im Rahmen der Regulierung berücksichtigen zu können;
- ein System fester Vergütungssätze für erzielte Energieeinsparungen, ähnlich dem System von Vergütungssätzen des Erneuerbare Energien Gesetzes in Deutschland, oder
- eine direkte finanzielle Förderung, die auf dem Wege einer staatlichen Fördermaßnahme oder durch Ausschreibung an Unternehmen mit viel versprechenden Programmaktivitäten verteilt wird – z. B. über einen Energiesparfonds (Irrek und Thomas 2006).

Diese Instrumente werden im Folgenden näher erläutert.

3.2.2 Gesetzlich verpflichtende Zielvorgaben und Zertifikatslösungen

Gesetzlich verpflichtende Zielvorgaben, festgelegte Energieeinsparmengen bei ihren Kunden in einem bestimmten Zeitraum zu erbringen, werden Energielieferanten oder Energienetzbetreibern (zumeist

der Strom- und Gaswirtschaft, aber zum Teil auch der nicht leitungsgebundenen Energiewirtschaft) auferlegt. Die Allokation eines übergreifenden Einsparziels auf die quotenpflichtigen Unternehmen erfolgt dabei nach den jeweiligen Marktanteilen an den quotenpflichtigen Energieträgern. Solche Verpflichtungen gibt es in Großbritannien und Frankreich für die Energielieferanten und in Italien, Dänemark und Flandern (Belgien) für die Netzbetreiber. In allen Ländern sind nicht nur die Elektrizitätsunternehmen zum Stromsparen verpflichtet, sondern auch Elektrizitäts- und Gasunternehmen, sowie teilweise auch Fernwärme- und Heizölunternehmen. Zudem dürfen die Unternehmen die Einsparungen bei allen Energieträgern erbringen.

Solche Verpflichtungen werden in manchen EU-Ländern darüber hinaus mit so genannten „Weiße Zertifikate“-Systemen (Systemen mit Energieeffizienz-Zertifikaten) verknüpft. Die bei den Kunden erzielte Energieeinsparung durch Energiesparprogramme, -projekte und -dienstleistungen wird dann zertifiziert; die Zertifikate dienen dem Nachweis der Erfüllung der Verpflichtungen und werden handelbar gemacht (vgl. www.eurowhitecert.org). Als Instrument, das auf diese Art und Weise die Such- und Optimierungsfunktion des Marktes nutzt, können derartige Zertifikate prinzipiell zur Öffnung und Entwicklung eines Marktes für Energieeffizienz-Programme und -Dienstleistungen beitragen und das Erreichen des Einsparziels verbilligen. Ob eine solche Verpflichtung sinnvoll oder auch politisch gewünscht ist, hängt jedoch von den Bedingungen in den einzelnen Mitgliedsstaaten ab (vgl. Pehnt et al. 2009).

Prinzipiell können verpflichtende Einsparzielvorgaben auch mit der Möglichkeit verknüpft werden, eine etwaige Nichterreichung der Zielvorgabe durch Zahlungen z. B. in einen Energiesparfonds zu kompensieren. Notwendig ist in jedem Fall die Sanktionierung bei Nichterfüllung vorgegebener Ziele.

Eine Alternative zu verpflichtenden Vorgaben wären freiwillige bzw. verhandelte Vereinbarungen mit der Energiewirtschaft zur Erbringung von Energieeffizienzsteigerungen bzw. Energieeinsparungen bei Kunden. Diese sind im Gegensatz zu verpflichtenden Vorgaben in der Regel jedoch weniger geeignet, den notwendigen förderlichen Rahmen für das Angebot von Energieeffizienzprogrammen und -dienstleistungen zu schaffen (zur generellen Problematik freiwilliger Vereinbarungen vgl. Kapitel 3.3.2). Je größer die Zahl und Heterogenität der Energieunternehmen ist, desto schwieriger ist es, wirksame freiwillige Vereinbarungen mit der Energiewirtschaft über Energieeinsparungen bei Kunden zu gestalten und umzusetzen.

Instrumententyp	Typischer Einsatzbereich	Erfolgsmerkmale (Zielerreichung, Kosteneffizienz)	Beispiele
Gesetzlich verbindliche Ziele / handelbare Zertifikate	Wenn die Zielgruppen sehr groß und schlecht zu erreichen sind. Wenn Hemmnisse (Wissen, Finanzierung, Institutionalisierung) eine Rolle spielen.	Geht das Ziel über business-as-usual hinaus? Sind die Ziele kosteneffizient zu erreichen und nachzuweisen? Ist die Weitergabe von Kosten an Endkunden offen und transparent? Gibt es Regelungen für die Nichterreichung von Zielen? Ist der Zertifikatemarkt transparent, verlässlich und ausreichend liquide? Gibt es ungewollte Überschneidungen mit anderen Instrumenten?	Energy Efficiency Commitments (UK) Weiße Zertifikate in Frankreich und Italien Verpflichtung von Energieunternehmen in Dänemark

Tabelle 3-1: Gesetzlich verpflichtende Zielvorgaben und Zertifikatslösungen (Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006)

Beispielbox 3.1: EEC bzw. CERT in Großbritannien	
In einem liberalisierten Markt mit zunehmender Eingriffstiefe beim „Unbundling“ ist zu hinterfragen, inwieweit Netzbetreiber überhaupt noch über relevante Daten und Kontakte zu Kundinnen und Kunden verfügen, um selbst Aktivitäten zur Steigerung der Endenergieeffizienz durchführen zu können. Zudem hat ein Lieferant die Möglichkeit, Energielieferung und Energieeffizienz-Dienstleistungsgeschäft miteinander zu verknüpfen. In Großbritannien hat die Regierung daher im Rahmen des „Energy Efficiency Commitment (EEC)“, seit 2008 in das „Carbon Emission Reduction Target (CERT)“ überführt, entschieden, nicht die Verteilnetzbetreiber, sondern die Energielieferanten zu verpflichten, eine bestimmte Menge an Endenergie bei ihren Kundinnen und Kunden einzusparen. Ziel der zweiten Verpflichtungsperiode des EEC für die Jahre 2005 bis 2008 war es, 130,2 TWh so genannter „fuel-standardised“ Energie über die Lebensdauer der Energieeinsparmaßnahmen einzusparen. Die Allokation des Gesamtziels auf die zwölf existierenden Strom- und Gaslieferanten erfolgte entsprechend ihrer Absatzvolumina. Die Verpflichtungen der Energielieferanten waren in beschränktem Ausmaß untereinander handelbar. Adressaten der Maßnahmen waren Haushalte und Kleinverbrauch, wobei 50% der Einsparungen bei Beziehern niedriger Einkommen erzielt werden sollten.	Die Evaluation hat ergeben, dass das Gesamtziel um 44% übertroffen und eine jährliche Endenergieeinsparung in Höhe von 3,5 TWh/a bzw. 0,69%/a des Verbrauchs bzw. eine jährliche Primärenergieeinsparung in Höhe von 0,47 Mtoe/a erreicht wurden (Eyre et al. 2009). Zwei Drittel der Zielgruppe nahmen an den Programmen teil und profitierten insbesondere von 16 Maßnahmen, die für 99% der Zielerreichung verantwortlich waren (Lees 2008). Hierzu gehörten Programme zu Energiesparlampen und brauner und weißer Ware. Nicht zuletzt durch die Installation von 45.000 neuen Heizungs-systemen und 41.000 Wärmedämmma- ßnahmen sowie die Verbesserung des Energiestandards von 400.000 Sozial-wohnungen konnte ein bedeutender Beitrag zur Reduktion von „Energiearmut“ geleistet werden. Nicht zu vernachlässigen sind erzielte Markttransformationseffekte. Die Kontrolle des EEC obliegt der Regulierungsbehörde OFGEM, die für Monitoring und Evaluation der Maßnahmen Standard-Energieeinsparwerte für ver-schiedene Energieeffizienzlösungen ex ante festlegt. Sanktionen bei Nichterfüllung der Einsparziele können bis zu 10% des Umsatzes der Energieunternehmen betragen. Für die nächste Verpflichtungsperiode, jetzt unter dem CERT, wurden die Energieeinsparziele in etwa verdoppelt, wobei die Übererfüllung aus der Vorperiode mit auf die Zielerreichung angerechnet werden darf (Eyre et al. 2009).

Tabelle 3-2 stellt vier gut dokumentierte Verpflichtungsmodelle aus EU-Ländern im Vergleich dar. Präsentiert werden sowohl die Rahmenbedingungen als auch die Ergebnisse und Auswirkungen.

Im Hinblick auf Stromsparmaßnahmen in privaten Haushalten sind Energiesparlampen (CFLs) und effiziente Hausgeräte bisher in drei der vier Länder wichtige Gegenstände der Programme, die die verpflichteten Energieunternehmen umgesetzt haben. Hinzu kommen teilweise Einsparungen durch Wärmedämmung und Heizungsumstellung – obwohl hier die größeren Einsparungen bei Brennstoffen und nicht bei Strom erreicht wurden – sowie durch sparsame Duschköpfe und Armaturen.

Nur in Dänemark und Italien wurden bisher auch im Bereich der Industrie und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen nennenswerte Stromeinsparungen erreicht, vor allem durch Frequenzumrichter (Italien) sowie bei Beleuchtung, Lüftung, Kälteerzeugung, Umwälzpumpen in Dänemark.

	UK (CERT)	Italien	Frankreich	Dänemark
Rahmenbedingun-				

	UK (CERT)	Italien	Frankreich	Dänemark
gen des Systems				
Ziel (Einheit und Umfang)	Kohlenstoff: 185 MtCO ₂ über Lebensdauer bis 2011	Primärenergie: 6 Mtoe in 2012, 22,4 Mtoe kumuliert bis 2012	Endenergie: 54 TWh cumac (kumuliert und lebenszeitdiskontier t) in 2006 bis 2009 ¹⁰	Endenergie: 2,95 PJ/a; ab 2010: 5,4 PJ/a
Einsparziel pro Jahr (in % des Energieverbrauchs der betroffenen Sektoren)	0,69% (2005-2008) > 1% (2008-2011) <i>alle</i> Einsparungen (Inkl. 25 bis 30 % Mitnahmeeffekte)	Ca. 0,1 % (2005 bis 2007) ca. 0,5 % (2008 bis 2012) <i>zusätzliche</i> Einsparungen	0,15% (2006-2009) ca. 0,75% (2009- 2012) <i>alle</i> Einsparungen (Inkl. unbekannte Mitnahmeeffekte)	0,7% (bis 2009) 1,25% (ab 2010) <i>alle</i> Einsparungen (Inkl. bis zu 50 % Mitnahmeeffekte)
Verpflichtete Akteure	Gas- und Stromlieferunterneh men mit mehr als 50.000 Kunden	Verteilnetzbetreiber (Strom und Gas) mit mehr als 50.000 Kunden	Lieferunternehmen für Strom, Gas, Flüssiggas, Öl, Wärme und Kälte ¹¹	Verteilnetzbetreiber (Gas, Strom, Fernwärme, Öl)
Betroffene Sektoren	Nur Haushalte	Alle Endver brauchssektoren	Alle Endverbraucher außerhalb EU ETS	Alle Sektoren außer Verkehr
Zertifizierung und Handelbarkeit	Keine Zertifizierung; Bilateraler Handel möglich, aber kaum genutzt	Ja; Handel als wichtiges Element (Spotmarkt und 'Over the counter' (OTC))	Ja; Nur OTC- Handel, entweder direkt bilateral oder über das nationale Zertifikatregister "Emmy"	Keine Zertifizierung, Unternehmen übernehmen Doku mentation selbst; Handel zulässig, aber kaum genutzt
Kostenerstattung/- überwälzung	Keine Kostenerstattung; volle Überwälzung auf Haushaltskunden möglich	Kostenerstattung über regulierte Netzentgelte (100 €/toe)	Überwälzung nicht möglich wegen regulierter Endkundenpreise; Bisher keine Kostenerstattung gewährt	Kostenerstattung über regulierte Netzentgelte
Ergebnisse/Aus wirkungen				
Jährliche Endenergieeinspar ung pro Jahr Laufzeit	3,5 TWh/a (EEC2) > 5 TWh/a (CERT)	4,5 TWh/a (2005 bis 2007)	1,3 TWh/a (bisher)	0,82 TWh/a (1,5TWh/a ab 2010)
Zielerreichung	Übererfüllt: 187 TWh erreichte Einsparungen im EEC2 (2005-2008), d.h. 144% des Ziels	Übererfüllung um 64% in 2005-2007 => Verschärfung der Ziele für die Folgeperioden	Übererfüllt: im Mai 2009 waren bereits Einsparungen von 60 TWh cumac zertifiziert	In 2006-2008 haben alle Unternehmen bis auf einzelne FernwärmeverSORger ihre Ziele erreicht
Wichtigste umgesetzte Maßnahmen	Wärmedämmung, CFLs, Hausgeräte, Heizkessel	CFLs, Hausgeräte, solares Warmwas ser, wassersparen de Duschköpfe/Armatu ren, Frequenz umrichter, Fernwärme	Heizung (Brennwertkessel, Wärmepumpen)	Informationskam pagnen, Energie beratung, Audits, Hausgeräte, CFLs, Brennstoffwechsel, div. Industrieprojekte
Anteil der verschiedenen Energieträger an den erreichten Einsparungen	64% Gas, 27% Strom, 5% Kohle, 3% Öl (EEC2)	78% Strom, 18% Gas, 4% andere Brennstoffe (2005- 2007)	Keine genauen Angaben, aber Großteil Gas	34% Gas, 27% Strom, 20% Öl, 19% Fernwärme (2006-Juni 2008)
Dominante Sektoren	Haushalte	Haushalte	Haushalte	Industrie/GHD

¹⁰ Erweiterung auf 100 TWh/a für Folgeperiode angekündigt

¹¹ Verpflichtet sind alle Unternehmen, die eine Absatzschwelle von 0,1 TWh/Jahr für Flüssiggas und 0,4 TWh/Jahr für alle anderen Energieträger überschreiten (Ausnahme ist Heizöl, das keiner Schwelle unterliegt).

	UK (CERT)	Italien	Frankreich	Dänemark
Kosten pro eingesparter Energieeinheit (Eurocent)	0,65 c/kWh Gas 2,20 c/kWh Strom ¹² 0,53c/kWh ¹³	0,26 c/kWh Gas 0,27 c/kWh Strom ¹⁴	1 c/kWh Gas 1 c/kWh Strom ¹⁵	1,65 c/kWh Strom ¹⁶

Tabelle 3-2: Beispiele für gesetzlich verpflichtende Zielvorgaben und Zertifikatslösungen

3.2.3 „Einspeisetarife“ für Energieeinsparungen

Eine grundsätzliche Alternative zu verpflichtenden Zielvorgaben (Quotenregelungen, Mengensteuerung), bei denen eine Einsparmenge festgelegt wird und sich der Preis für die Einsparung im Markt ergibt, stellen übergreifende Preissteuerungsmechanismen dar. Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) ist ein solches, in Deutschland bewährtes Instrument zur Förderung erneuerbarer Energien, bei dem die Steuerung über den Preis erfolgt. Der Vergütungs- und Umwälzungsmechanismus des EEG ist prinzipiell rechtlich und praktisch auch auf den Endenergieeinsparbereich übertragbar. Analog zum EEG wäre ein entsprechendes Politikinstrument als NEEG (NEgawatt-Einspeise-Gesetz) zu bezeichnen. Ein solches NEEG könnte Endenergieeinsparungen z. B. mittels Innovations- und Markttransformationsprämien für Hersteller und Importeure energieeffizienter Technologien oder pauschaler Vergütungen für Anbieter von Energiesparprogrammen induzieren. In jedem Fall bedarf es einer Ergänzung eines NEEG um sektor- oder / und technologiespezifische Programme, die identifizierte Umsetzungshemmnisse gezielt adressieren und über die Förderung von Standardmaßnahmen bzw. Einzeltechnologien hinaus auf Systemoptimierungen abzielen (Pehnt et al. 2009).

Wie bei den Verpflichtungsmodellen für Energieunternehmen müssen hier Methoden für den Nachweis der erreichten Energieeinsparungen festgelegt werden. In der Praxis ist noch kein NEEG-Modell installiert.

Instrumententyp	Typischer Einsatzbereich	Erfolgsmerkmale (Zielerreichung, Kosteneffizienz)	Beispiele
Einspeisevergütungen für Energieeinsparungen	Wenn Investitionsanreize fehlen und Planungssicherheit für Investoren oder Programmanbieter geschaffen werden soll (insbesondere hinsichtlich des Einsatzes energieeffizienter Querschnittstechnologien)	Ist die Höhe der Vergütung ausreichend, um Investitionen anzuregen, aber niedrig genug, um Überförderung und Ineffizienzen zu vermeiden? Ist das Vergütungssystem so angelegt, dass es z. B. über degressive Gestaltung der Vergütungssätze zu Weiterentwicklung und Innovation bzw. Kostendegressionseffekten anreizt? Ist festgelegt, wie der Nachweis der Einspeisung vollbracht werden kann? Ist eine zeitliche Anpassung an	In Diskussion befindliches NEEG (Negawatt Einspeise Gesetz) nach dem Vorbild des EEG (Erneuerbare Energien Gesetz) (Pehnt et al. 2009)

¹² Kosten für alle Akteure aus gesamtwirtschaftlicher Perspektive; Wechselkurs vom 28.09.09 (1 GBP = 1,08 EUR).

¹³ Durchschnittliche (Strom und Gas) Kosten pro eingesparter kWh für Energieunternehmen.

¹⁴ Basierend auf Marktpreisen der Weißen Zertifikate

¹⁵ Ex-ante Schätzwert für durchschnittliche Kosten (Strom und Gas)

¹⁶ Perspektive der Netzbetreiber (vgl. Thomas 2007, S.334).

		technologischen Fortschritt und Markttransformationen vorgesehen?	
--	--	---	--

Tabelle 3-3: „Einspeisetarife“ für Energieeinsparungen. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006

3.2.4 Energiesparfonds

Anstelle einer Verpflichtung der Energiewirtschaft oder eines Vergütungsmodells kann auch ein staatlicher Energiesparfonds der zentrale Koordinator und Finanzier für Stromsparprogramme sein.

Warum und wann sind zentral koordinierte Stromsparprogramme erforderlich? Die dezentrale, privatwirtschaftliche Finanzierung kleinteiliger Energieeinsparmaßnahmen wie z.B. der Installation einer hocheffizienten Heizungsumwälzpumpe in einem Ein- oder Zweifamilienhaus ist im Contracting aufgrund der entstehenden Transaktionskosten schwierig bzw. wird kaum in der Breite gelingen. Um die bestehenden Hemmnisse und dadurch insbesondere die relativ hohen Transaktionskosten im Verhältnis zum Nutzen der Energieeinsparungen überwinden zu können und so die Markttransformation zu erleichtern, ist eine zentrale Anschubfinanzierung in vielen Fällen erforderlich. Sie hat vor allem auch Signalfunktion, signalisiert den Wert zusätzlicher Energieeffizienzmaßnahmen. Sie erfolgt am sinnvollsten bundesweit bzw. bundesweit koordiniert durch einen „EnergieSparFonds“ (Irrek und Thomas 2006),

- um einen höheren Breitereffekt zu erzielen und bundesweite strategische Energiesparziele zu erreichen
- die Wirkung bestehender dezentraler Ansätze in diese Richtung zu verstärken und
- keine unterschiedliche Wettbewerbssituation in unterschiedlichen Regionen zu verursachen.

Für die Durchführung des nackten Förderinstrumentariums – in unserem Beispiel die direkten Zuschüsse zu der hocheffizienten Heizungsumwälzpumpe – scheint eine neue, eigenständige Organisationseinheit „EnergieSparFonds“ nicht zwingend notwendig. Die direkten Zuschüsse könnten auch in bestehende Fördermaßnahmen integriert werden.

Jedoch reichen die klassischen „nackten“ Förderprogramme bei Weitem nicht aus, um das volle Potenzial der energieeffizienten Technologie zu erschließen. Der finanzielle Anreiz muss in der Regel gekoppelt werden mit den folgenden darauf abgestimmten Instrumenten:

- eine Informations- und Motivationskampagne, die über die Vorteile der energieeffizienten Technik und über das Förderprogramm mit seinen Beratungs- und Finanzierungsangeboten informiert;
- Internetbasierte Informationsangebote, z.B. Datenbanken effizienter Geräte und Anlagen, nach Möglichkeit mit einer Berechnung der Energiekosteneinsparung oder der Lebenszykluskosten (Anschaffung plus Betriebskosten);
- eine Kennzeichnung des Energieverbrauchs von Geräten und Anlagen, möglichst auf EU-Ebene
- nach Möglichkeit eine individuelle Beratung für Interessierte;
- eine Einbindung der AnbieterInnen der effizienten Technik, d.h. HerstellerInnen, Handel, Handwerk, PlanerInnen, damit diese aktiv die effiziente Technik anbieten und auf die Fördermöglichkeit hinweisen;
- das Angebot von Verkaufshilfen sowie Weiterbildung für diese Marktakteure, möglichst in Kooperation mit deren Verbänden;

- ggf. eine Nachfragebündelung, bei der für interessierte NachfragerInnen eine Großbeschaffung zu günstigen Preisen organisiert und damit den AnbieterInnen ein erster größerer Markt geboten wird.

Der koordinierende „EnergieSparFonds“ ist daher wesentlich mehr als nur ein Förderinstrument. Durch seine Koordinierungs- und Steuerungsfunktion bewirkt er Synergien und setzt Innovationsprozesse in Gang. Seine Konzeption als eigenständige Organisationseinheit auf Bundesebene mit finanzieller und organisatorischer Unabhängigkeit von Einzelinteressen garantiert die Umsetzung der anspruchsvollen Ziele.

Beispielbox 3.2: Der dänische Stromsparfonds (Elsparfondsen)

Der dänische Stromsparfonds existiert seit 1997 als unabhängige Institution unter der Schirmherrschaft des Ministeriums für Klima und Energie. Seine Aktivitäten zielen ausschließlich auf Stromeinsparung in den anvisierten Zielgruppen private und öffentliche Haushalte ab. Ziel war, durch Projekte des Fonds innerhalb von zehn Jahren (1998-2007) eine Stromeinsparung von 750-800 GWh pro Jahr zu erreichen. Dies entspricht einer Einsparung von 5% gegenüber dem Trend. Aufbauend auf einer Anschubfinanzierung aus Steuermitteln, finanziert sich der Fonds seit 1998 durch eine Abgabe in Höhe von 0,08 Cent/kWh, die private Haushalte und der öffentliche Sektor auf ihren Stromverbrauch zu leisten haben. Hierdurch ergibt sich ein jährliches Budget von ca. 12 Mio. Euro (Thomas 2007).

Eine unabhängige Evaluation der Aktivitäten des Stromsparfonds in 2004 ergab, dass die anvisierten Ziele mit einer tatsächlichen jährlichen Stromeinsparung von 1000 GWh in 2007 deutlich übertroffen wurden. Auch im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit aus Sicht der Verbraucher ist das Ergebnis sehr positiv: die erreichte Einsparung beträgt ca. das 10-fache der aufgewendeten Mittel (Ramboll Management 2004).

Es ist ein erklärtes Ziel des Fonds, eine Plattform zu bieten, um innovative Ansätze entwickeln und testen zu können, auch wenn ggf. deren konkrete Einsparwirkung nur schwer messbar ist.

Zu Beginn förderte der Fonds vor allem die Umstellung von Elektroheizungen auf Fernwärme, Gas und erneuerbare Energien, aber auch Prämienprogramme für Energiesparlampen, Kühlschränke und Umwälzpumpen, mit dem Ziel einen Marktwandel für diese Technologien zu initiieren.

Ein besonderer Fokus der Aktivitäten liegt auf der Zusammenarbeit mit und Vernetzung von

Somit wird eine Strategie verfolgt, bei der Nachfrage und Angebot auf Energieeffizienzmärkten beeinflusst werden.

Zu den neueren Initiativen des Fonds zählen freiwillige (jedoch verbindliche) Vereinbarungen, die zwischen dem Fonds und größeren Stromverbrauchern (z.B. Kommunen, Ministerien, Krankenhäuser, Schulen) geschlossen werden. Das Angebot findet großen Anklang; innerhalb von 2 Jahren haben sich knapp 100 Institutionen zu Einsparungen von über 30 GWh/a verpflichtet.

Zudem wurde mit dem Internetportal My Home ein individualisiertes, interaktives Tool geschaffen, das alle für Haushalte relevanten Informationen, Produktempfehlungen etc. bündelt und mit Feedbackmöglichkeiten über den tatsächlichen Stromverbrauch zu einem effektiven Instrument verknüpft.

Persönliche bzw. Vor-Ort-Beratung gehört hingegen nicht zum Portfolio des dänischen Fonds; es wird hingegen darauf gesetzt, dass – mittels der Fondsaktivitäten auf der Anbieterseite – Händler, Handwerker und andere Multiplikatoren aktiviert werden, und die Verbraucher somit im Rahmen ihrer normalen Aktivitäten quasi auf natürlichem Weg beraten werden.

Für den Zeitraum 2007-2009 wurde das Ziel verdoppelt, es wird nun eine jährliche zusätzliche Einsparung von 150 GWh/a angestrebt, was 1% des Verbrauchs der Zielgruppen entspricht. Diese Zielverschärfung geht einher mit einer Änderung der Strategie: statt der Fokussierung auf einzelne Handlungsfelder und auf finanzielle Förderung wird ein umfassenderer Ansatz gewählt, der verstärkt auf massive Kommunikations- und Marketinginitiativen setzt. Diese veränderte Schwerpunktsetzung zeigt sich auch deutlich in der Budgetverteilung, die mehr als ein Drittel

relevanten Marktakteuren wie Herstellern, Installateuren und Energieunternehmen.	Händlern, und der Gesamtmittel für Kampagnen in den Massenmedien, den Ausbau der Internetauftritte ¹⁷ , PR u.ä. vorsieht.
--	--

3.3 Einzelinstrumente

Die folgenden Einzelinstrumente können teilweise durch den Staat, teilweise durch andere Akteure wie die Energiewirtschaft umgesetzt werden. Insbesondere die anderen Akteure benötigen dafür einen förderlichen Ordnungsrahmen, wie er mit den in Kapitel 3.2 dargestellten Instrumenten geschaffen werden kann. Aus dem in Abbildung 3-1 dargestellten Gesamtpaket sind darin sowohl Typen von Energieeffizienz-Programmen (linker Block in Abbildung 3-1) als auch weitere förderliche Rahmensetzungen (mittlerer Block in Abbildung 3-1) und übergreifende Instrumente mit Wirkung über den Energiepreis (rechter Block in Abbildung 3-1) enthalten. Mit der letzteren Gruppe beginnt die Übersicht.

3.3.1 Energiebesteuerung, Abbau von Energiesubventionen und weitere allgemeine Rahmenbedingungen der Energie(effizienz)wirtschaft

Allgemeine staatliche Rahmenbedingungen können so gestaltet werden, dass sie für die Umsetzung von Energieeffizienzsteigerungen und das Erreichen absoluter Energieeinsparungen vorteilhaft sind. Hierzu gehören finanzpolitische Instrumente wie z. B. Steuern oder der Abbau kontraproduktiver Subventionen fossiler und atomarer Energieträger (Lechtenböhrer et al. 2004, Diekmann et al. 2007, Meyer et al. 2009) als auch Veränderungen der Finanzmärkte, die so erfolgen sollten, dass die wachstumstreibende Kraft des Zinses gemildert wird.

Instrumententyp	Typischer Einsatzbereich	Erfolgsmerkmale (Zielerreichung, Kosteneffizienz)	Beispiele
Energiesteuer	Wenn eine große Zielgruppe angesprochen werden soll. Wenn die Internalisierung externer Kosten vorgenommen werden soll. Wenn die Preiselastizitäten ausreichend hoch sind.	Ist die Zielgruppe ausreichend über Existenz und zukünftige Entwicklung des Instruments informiert? Ist die Verwendung des Steueraufkommens genau begründet (z. B. für sektor- und technologiespezifische Instrumente zur Steigerung der Energieeffizienz)? Inwieweit werden europäische und globale Wettbewerbsaspekte berücksichtigt? Inwieweit dienen etwaige Energiesteuerbefreiungen von Zielgruppen als Anreiz für die Einführung von Energieeffizienzmaßnahmen?	Ökosteuer / Stromsteuer in vielen Ländern weltweit, z. B. schrittweise Erhöhung von Mineralölsteuer und Stromsteuer in Deutschland bei gleichzeitiger Entlastung der Kosten des Faktors Arbeit In Österreich wird leitungsgebundene Energie seit 1996, Kohle seit 2004 besteuert. Allerdings wird kritisiert, dass durch die gleichzeitig eingeführte weitreichende Abgabenvergütung für Unternehmen (Industrie und GHD) die ökologische Lenkungsfunction der Steuer unzureichend ist.

¹⁷ www.elsparefondens.dk bzw. www.savingtrust.dk.

Tabelle 3-4: Energiebesteuerung. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006

Dass Energiesteuern auf Strom wirksam sein können, weil die Energienachfrage tatsächlich **langfristig** sehr preiselastisch ist, zeigen exemplarisch neuere Untersuchungen von Verbruggen und Couder (2003). Sie verglichen die Strompreise und die Stromintensität in den OECD-Staaten im Jahr 1995. Diese Staaten sind ökonomisch relativ gut vergleichbar. Auch die Stromnachfrage ist im Wesentlichen durch vergleichbare Anwendungen bestimmt. Zudem zeigte ein Vergleich mit der Energieintensität des Bruttoinlandsprodukts (BIP) *ohne* den Stromverbrauch, dass hohe Stromintensitäten mit hohen Nicht-Strom-Energieintensitäten korrelieren und umgekehrt (Verbruggen und Couder 2003, 9). Auch unterschiedliche Industriestrukturen können die Unterschiede nur zum kleinen Teil erklären (Verbruggen und Couder 2003, 14). Inwieweit sich das Bild verschieben würde, wenn das BIP und die Strompreise mit Kaufkraftparitäten anstelle von Wechselkursen umgerechnet würden, wäre noch zu untersuchen. Dennoch zeigen die Ergebnisse mit einer Preiselastizität der Stromnachfrage von annähernd $-1,0$ (vgl. Abbildung 3-2) eindrucksvoll die langfristige Wirkung einer Erhöhung der Energiepreise, sei es durch eine Energiesteuer oder andere Effekte. Offenbar tolerieren ökonomisch entwickelte Gesellschaften ein bestimmtes Niveau an **Energierrechnungen** (Energiepreis mal Verbrauch, als Prozentsatz des BIP), denn im Effekt ist dieser Prozentsatz in allen OECD-Staaten nahezu identisch.

Dennoch bedeuten die Ergebnisse von Verbruggen und Couder nicht, dass die Energiesteuer das einzige Instrument zur Verbesserung der Energieeffizienz sein sollte, denn sie wirkt offenbar nur sehr langfristig. Diese Wirkung kann durch Kombination mit anderen Instrumenten erheblich beschleunigt werden.

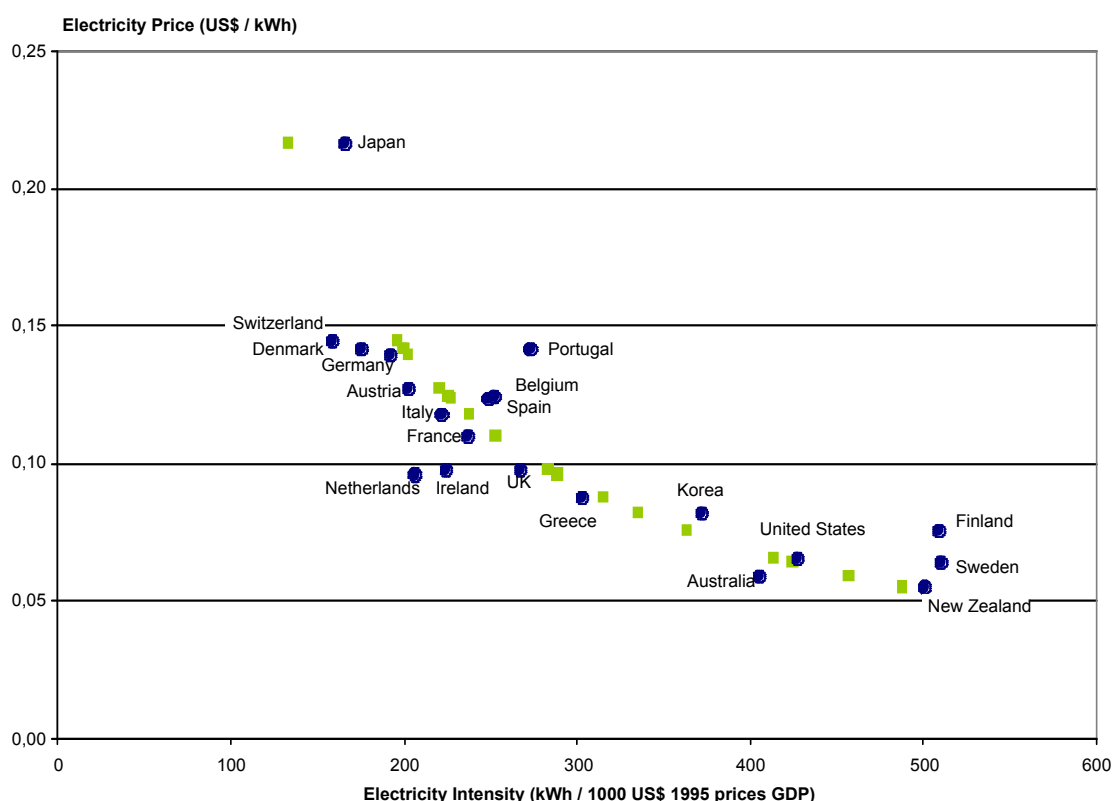


Abbildung 3-2: Die Nachfragekurve der Stromintensität 1995 (OECD-Staaten). Quelle: Verbruggen und Couder 2003, 10

Erläuterung zur Grafik: dunkle Punkte = reale Daten; helle Quadrate = Ausgleichskurve

3.3.2 Freiwillige Selbstverpflichtungen und verhandelte Vereinbarungen

Freiwillige Vereinbarungen mit Herstellern von energieverbrauchenden Geräten und Anlagen können der Einführung von Höchstverbrauchsnormen als Alternative zu gesetzlich festgelegten Standards dienen. Entsprechende Selbstverpflichtungslösungen von Herstellern sind beispielsweise im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie als Alternative zu Durchführungsmaßnahmen der Europäischen Kommission möglich.

Allen freiwilligen Selbstverpflichtungen und ausgehandelten Vereinbarungen gemeinsam ist, dass sie marktgestaltende Instrumente sind, die auf der Solidarität der Teilnehmer gründen und so zu neuen Formen der Kommunikation und Kooperation in den entsprechenden Branchen führen. Ihre ökologische Effektivität hängt von der Vereinbarung und Realisierung konkreter und ehrgeiziger Minderungsziele, präzisen und unabhängigen Evaluierungsprozessen und effektiven Sanktionen im Fall der Nichteinhaltung der Ziele ab (Dalkmann et al. 2005).

Instrumententyp	Typischer Einsatzbereich	Erfolgsmerkmale (Zielerreichung, Kosteneffizienz)	Beispiele
Freiwillige bzw. verhandelte Verpflichtungen zur Energieeinsparung oder Energieeffizienzsteigerung	Wenn die Zielgruppe überschaubar ist und Verhandlungen mit einem straff organisierten Sektor möglich sind. Wenn ausreichend Potenzial zur Zielerreichung vorhanden ist.	Ist die Zielgruppe zur Teilnahme motiviert? Geht das Ziel über business-as-usual hinaus? Gibt es verbindliche Regelungen für den Fall der Nichteinhaltung? Gibt es ein gutes Monitoring System? Liegen unterstützende Instrumente vor?	LTA (Long Term Agreements) in den Niederlanden Individuelle Vereinbarungen mit Industrieunternehmen zur Umsetzung von Energiesparmaßnahmen in Dänemark, Schweden, Finnland und dem Vereinigten Königreich Freiwillige Vereinbarungen für komplexe Set-Top-Boxen im Rahmen der EcoDesign-Richtlinie

Tabelle 3-5: Freiwillige Vereinbarungen. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006

Beispielbox 3.3: Freiwillige Vereinbarungen mit Industrieunternehmen, GHD-Unternehmen und Kommunen in Finnland

Finnland verfügt über langjährige Erfahrungen mit freiwilligen Energieeffizienz-Vereinbarungen und Energieaudit-Programmen, die bereits Anfang der 1990er Jahre mit einzelnen Initiativen begannen. Im Zeitraum 1997-2007 wurden dann erstmals flächendeckend freiwillige Rahmenvereinbarungen zur Energieeinsparung zwischen Branchenverbänden oder einzelnen Unternehmen aus den Sektoren Industrie, Energie- und Gebäudewirtschaft sowie Kommunen einerseits und dem Staat auf der anderen Seite geschlossen.

Im Rahmen der Vereinbarungen verpflichten sich die

Als Ergebnis der Abkommen konnten im Jahr 2007 jährliche Einsparungen von 9 TWh/a und 3 MtCO₂ erzielt werden, was 2% des finnischen Energieverbrauchs und 3,5% der Treibhausgasemissionen entspricht (www.motiva.fi).

Die Evaluation ergab außerdem, dass die beteiligten Akteure die Vereinbarungen sehr positiv bewerten: den größten Nutzen sehen sie in der Identifizierung von Einsparpotenzialen, in der Entwicklung eigener Aktivitäten, sowie in den erhaltenen Zuschüssen. Zusätzlich wird die positive Wirkung auf die Außendarstellung (Image) betont. Unter dem Dach

Unternehmen/Kommunen, Energieaudits durchführen zu lassen, einen Energiesparplan zu entwickeln und wirtschaftliche Energieeffizienzmaßnahmen durchzuführen. Der Staat bezuschusst im Gegenzug die durchgeführten Energieaudits und fördert z.T. auch Investitionen in Effizienztechnologie (sofern bestimmte Kriterien erfüllt sind). Für die Subventionsvergabe sind das Handels- und Industrieministerium (für Industrie und GHD-Sektor) bzw. das Umweltministerium (für Wohngebäude) zuständig. Verwaltet und überwacht wird das System durch Motiva Oy, die finnische Energieagentur. Im Zeitraum 1998-2005 wurden die Audits mit 12,1 Mio. Euro und direkte Investitionen mit 16,5 Mio. subventioniert. Insgesamt wurden hierdurch Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen in Höhe von 350 Mio. Euro ausgelöst, eine beachtliche Hebelwirkung (Ministry of Trade and Industry/Motiva 2006).	der freiwilligen Vereinbarungen haben sich auch zunehmend Netzwerke und gemeinsame Aktivitäten der Akteure entwickelt, von denen alle Seiten profitieren. Die Beteiligung an dem System ist besonders hoch im Industrie- und im Energiesektor (80-90%), aber auch im kommunalen Bereich (58%), so dass insgesamt rund 60% des gesamten finnischen Energieverbrauchs (exkl. Verkehr) von den Vereinbarungen abgedeckt werden. Das System wird nun für die Periode 2008-2016 in weiterentwickelter Form weitergeführt.
---	---

3.3.3 Standards für Produkte, Prozesse, Gebäude

Höchstverbrauchsnormen können zumindest die energetisch ineffizientesten Produkte, Planungs- und Baupraktiken vom Markt nehmen, zuweilen auch ehrgeizigere Ziele verfolgen. Auch Höchstverbrauchsnormen können sowohl durch Gesetz verpflichtend eingeführt als auch auf freiwilliger Basis (siehe vorheriges Kapitel) geschaffen werden. Voraussetzung für Höchstverbrauchsnormen ist, dass eine rechtsfeste Messnorm für den Energieverbrauch bzw. die Energieeffizienz existiert bzw. geschaffen wird.

Instrumententyp	Typischer Einsatzbereich	Erfolgsmerkmale (Zielerreichung, Kosteneffizienz)	Beispiele
Energiestandards im Gebäudebereich, Fahrzeuge, Haushaltsgeräte	Wenn die Zielgruppe nicht handelt oder schwierig zu fassen ist (Mieter-Vermieter Problematik) Wenn die Einsparung pro Gerät etc. klein ist, aber deren Zahl groß ist Wenn die schlechtesten Produkte / Dienstleistungen vom Markt genommen werden sollen.	Ist der Standard ausreichend begründet? Ist die Zielgruppe in der Lage, den Standard umzusetzen? Ist die Umsetzung des Standards gesichert? Gibt es ausreichende Regelungen für die Nichtumsetzung? Wird die richtige Umsetzung vor und nach der Fertigstellung überwacht? Ist der Standard an die Technologieentwicklung angepasst?	Minergie-Standard (Gebäude, Schweiz) Top Runner (Haushaltsgeräte, Fahrzeuge, Japan) (Wuppertal Institut / CSCP 2007) Standards in vielen Ländern weltweit In Durchführungsmaßnahmen der EU-Ökodesignrichtlinie derzeit festgelegte Standards für Energie verbrauchende Produkte

Tabelle 3-6: Höchstverbrauchs- bzw. Mindestenergieeffizienzstandards. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006

Beispielbox 3.4: EU-Ökodesign-Richtlinie

Im Zuge der Umsetzung der Energie betriebene-Produkte-Richtlinie (EbP-RL; Ökodesign-RL; 2005/32/EG; bzw. neue, ab 20.11.2009 gültige Fassung 2009/125/EG, Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Richtlinie) findet auf EU-Ebene eine Festsetzung von Mindeststandards für eine große

Am bekanntesten ist sicherlich die Verordnung zu nicht-gerichteten Lampen für den Haushaltsgebrauch, die letztlich schrittweise zu einem Verkaufsverbot einer großen Anzahl von Glühbirnen führt.

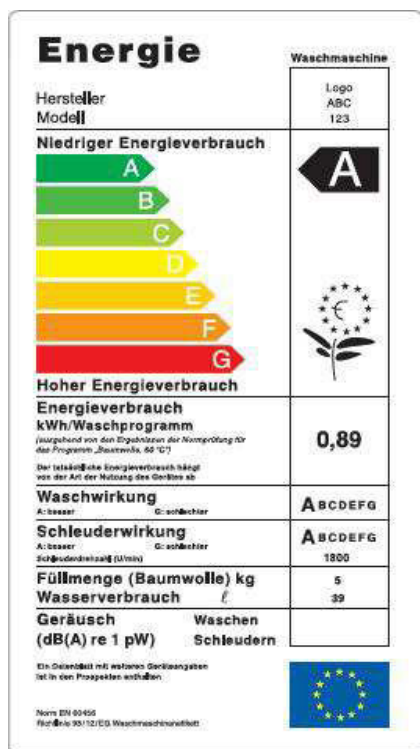
Anzahl Energie betriebener Produkte statt. Die Vorgaben sind teilweise auch verbunden mit Empfehlungen zur Energieverbrauchskennzeichnung sowie mit weiter gehenden Vorschriften zum Schutz von Umwelt und VerbraucherInnen. Bis September 2009 wurden entsprechende Verordnungen zu Leerlauf- und Bereitschafts- inkl. Schein-Aus-Verlusten von Geräten, zu externen Stromversorgungseinheiten, Fernsehgeräten, einfachen Settop-Boxen, Haushaltskühl- und -gefriergeräten, Elektromotoren und Umwälzpumpen sowie zur Haushalts-, Büro- und Straßenbeleuchtung beschlossen. Weitere sind in der Vorbereitung.	Bezüglich der Einsparwirkung der beschlossenen Durchführungsmaßnahmen, ergab die Folgenabschätzung der Kommission, dass die erwartete Einsparung lediglich den bis 2020 ohne Maßnahmen zu erwartenden Verbrauchsanstieg beim Strom teilweise kompensieren würde. Somit führen die beschlossenen Maßnahmen höchstens zu einer Stagnation statt zu der gewünschten absoluten Senkung des Energieverbrauchs in den betroffenen Produktgruppen (Umweltbundesamt 2009) insgesamt. Allerdings wird beim Strom gegenüber dem Trend bis 2020 nach Einschätzung der Kommission in den betroffenen Produktgruppen immerhin etwa 16 % eingespart.
--	---

Im Gebäudebereich schreibt die EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden den Mitgliedsstaaten den Erlass von Höchstverbrauchsstandards für Neubauten sowie bei grundlegender Renovierung auch für Bestandsgebäude vor. Insbesondere bei Nichtwohngebäuden wird dabei auch der Stromverbrauch für Lüftung, Klimatisierung, Heizung (Pumpen und andere Hilfsenergie) sowie Beleuchtung erfasst. Aber auch der Einsatz von elektrischen Heizanlagen wird im Vergleich zu anderen Optionen hinsichtlich seiner Energieeffizienz bewertet.

3.3.4 Energiekennzeichnung

Energielabel informieren die Konsumenten über die Energieeffizienz von Gebäuden, Geräten und Anlagen im Vergleich zu anderen Produkten mit gleicher Funktion. Sie erhöhen so die Markttransparenz und dadurch die Nachfrage nach energieeffizienten Produkten und Lösungen. Energielabel können sowohl durch Gesetz verpflichtend eingeführt (z. B. EU Energiekennzeichnung und ihre Ergänzung und Veränderung im Rahmen der EU-Ökodesign-Richtlinie) als auch auf freiwilliger Basis geschaffen werden (z. B. „Blauer Engel“). Energielabel können klassifizierend sein (vgl. die Energieklassen des EU-Labels für Hausgeräte) oder nur die energieeffizientesten Geräte und Gebäude hervorheben (vgl. das GED-Label für sparsame Geräte der Unterhaltungs-, Informations- und Kommunikationselektronik). Energielabel sind auch eine gute Grundlage für Prämienprogramme und verstärken sich mit diesen wechselseitig in ihrer Wirkung (vgl. Kapitel 3.3.5).

Im Gebäudebereich schreibt die EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden die Ausstellung von Energieausweisen für Neubauten sowie bei Verkauf und Vermietung auch für Bestandsgebäude vor. Insbesondere bei Nichtwohngebäuden wird dabei auch der Stromverbrauch für Lüftung, Klimatisierung, Heizung (Pumpen und andere Hilfsenergie) sowie Beleuchtung erfasst. Aber auch der Einsatz von elektrischen Heizanlagen wird im Vergleich zu anderen Optionen hinsichtlich seiner Energieeffizienz bewertet.



Gerätekategorien, für die das EU-Label Pflicht ist:

- Kühl- und Gefriergeräte sowie entsprechende Kombinationsgeräte
- Waschmaschinen, Wäschetrockner sowie entsprechende Kombinationsgeräte
- Geschirrspüler
- Backöfen
- Warmwasserbereiter und Warmwasserspeichergeräte
- Lichtquellen
- Klimageräte

Abbildung 3-3: das EU-Label für Waschmaschinen

Zumindest auch für die gesetzlich verpflichtende Energiekennzeichnung ist Voraussetzung, dass eine rechtsfeste Messnorm für den Energieverbrauch bzw. die Energieeffizienz existiert bzw. geschaffen wird.

Instrumententyp	Typischer Einsatzbereich	Erfolgsmerkmale (Zielerreichung, Kosteneffizienz)	Beispiele
Labelling	Wenn ein Wissens- / Informationshemmnis vorliegt. Wenn die Zielgruppe (Konsumenten, Dienstleistungsbereich) sehr groß ist. Wenn es um ähnliche Produkte geht	Ist eine zeitliche Anpassung an technologischen Fortschritt und Markttransformationen vorgesehen? Wird die Zielgruppe (einschließlich der Angebotsseite der Produkte) frühzeitig und ausreichend informiert? Ist das Label klar und transparent? Gibt es ergänzende Instrumente?	EU-Energie-Label EnergyStar Blauer Engel (Umweltbundesamt, Deutschland) EU-Energieausweis für Gebäude

Tabelle 3-7: Energiekennzeichnung. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006

Beispielbox 3.5: Wirkung EU-Weiße-Ware-Label (nach ADEME 2002)

Die EU-Rahmenrichtlinie zur Energieverbrauchskennzeichnung von Haushaltsgeräten (Labelling-Richtlinie 92/75/EG) ist bereits seit 15 Jahren in Kraft.

Der Erfolg des EU-Labels zeigt sich in dem stark gestiegenen Marktanteil von Geräten der Energieeffizienzklasse A (bzw. A+/++ bei Kühl-

So stieg der Anteil der A-Klasse Waschmaschinen in Westeuropa von knapp 35% in 2000 auf über 90% in 2007. In Mittel- und Osteuropa verlief der Anstieg sogar noch schneller und steiler (von 14,5% auf 94,5%).

Bei Kühl- und Gefriergeräten konnten die hocheffizienten A+ Geräte ihren Marktanteil innerhalb von nur 7 Jahren von deutlich unter

und Gefriergeräten).

1% auf ca. 20% steigern (Eckl 2008).

3.3.5 Finanzielle Anreize

Finanzielle Anreize über fiskalische Maßnahmen oder über – z. B. im Rahmen eines „EnergieSparFonds“ gebündelte – Förderprogramme gehören zu den klassischen Instrumenten, um bestimmten Energieeffizienz-Technologien oder -Dienstleistungen zum Durchbruch zu verhelfen. Ihr Ziel ist es, den Marktanteil energieeffizienter Technologie zu erhöhen bzw. den Gebäude- und Anlagenbestand beschleunigt auf den Stand dieser Technik nachzurüsten.

Anstelle direkter Zuschüsse oder Kredite können energieeffiziente Technologien und Dienstleistungen auch über Steuernachlässe oder einen ermäßigten Satz der Mehrwertsteuer gefördert werden. Im Sinne von „feebates“ könnten andererseits Geräte oder Anlagen mit einem hohen Energieverbrauch mit einem erhöhten Steuersatz belegt werden, wie es z.B. von der Enquetekommission des Deutschen Bundestages für PKW vorgeschlagen wurde (Enquete 2002).

In Frankreich wurde Anfang 2008 eine Umweltsteuer mit einem so genannten Bonus-Malus-System beim Kauf von Neuwagen eingeführt. Hier erhalten die Käufer in Abhängigkeit vom CO₂-Ausstoß des PKW entweder eine Prämie (Umwelt-Bonus) in Höhe von 200 bis 5.000 € (bei weniger als 130g CO₂/km) oder müssen eine Strafe (Umwelt-Malus) von 200 bis 2.600 € zahlen (bei mehr als 160g CO₂/km). Die Prämien werden hierbei aus den Strafzahlungen finanziert, und somit werden die externen Umwelteffekte gemäß dem Verursacherprinzip internalisiert. Gleichzeitig werden wirksame Anreize bei Herstellern und Käufern gesetzt, die eine Markttransformation hin zu umweltverträglicheren PKW beschleunigen.

In Österreich gibt es, als Beispiel aus einem anderen Bereich, ein Bonus-Malus-System für den Einbau von Rußpartikelfiltern bei Diesel-PKW, das sich als sehr effektiv erwiesen hat.

Instrumententyp	Typischer Einsatzbereich	Erfolgsmerkmale (Zielerreichung, Kosteneffizienz)	Beispiele
Finanzielle / fiskalische Instrumente wie Zuschüsse, gestützte Kredite, Freibeträge, Nachlässe	Wenn ein finanzielles Hemmnis vorliegt. Wenn über einen finanziellen Anreiz eine Signalwirkung und damit ein Anstoß zur Umsetzung erreicht werden soll.	Ist die Zielgruppe über die Existenz des Instruments informiert? Ist das Prozedere einfach und verständlich? Ist der finanzielle Anreiz ausreichend? Ist das jährliche Budget des Instruments mit dem Ziel gekoppelt? Ist klar dargelegt, welche Technologien gefördert werden? Wird diese Liste regelmäßig auf den neuesten Stand gebracht um den Energieeffizienz-Fortschritt zu berücksichtigen? Ist das Instrument langfristig angelegt um Planungssicherheit für die Investoren zu gewährleisten?	Förderprogramme der Energielieferanten für energieeffiziente Kühlschränke im Rahmen des CERT (vgl. Kap. 4.1.2.1) (Großbritannien) Staatliches Förderprogramm für energieeffiziente Kühlschränke (Italien) Förderprogramm für energieeffiziente Umwälzpumpen (Land Oberösterreich) Steuergutschriften für EnergyStar-Häuser, -Produkte (USA)

Tabelle 3-8: Finanzielle Anreize. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006

Beispielbox 3.6: „Aktion Helles NRW“

Unter dem gemeinsamen Motto „Aktion Helles NRW“ führten insgesamt 79

Hiervon hätte etwa ein Fünftel die Energiesparlampen im Aktionszeitraum oder

Energieunternehmen in Nordrhein-Westfalen (NRW) von Oktober 1996 bis März 1997 verschiedene Förderprogramme zur beschleunigten Markteinführung von Energiesparlampen in privaten Haushalten durch. Die Aktion wurde vom Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr des Landes NRW initiiert und finanziell unterstützt. Als Projektträger fungierte die Verbraucherzentrale NRW. Insgesamt wurden von den Energieunternehmen etwa 498.000 Energiesparlampen verschenkt oder durch Zuschüsse gefördert, d. h. etwa 9% der Haushalte im Aktionsgebiet nahmen an der Aktion teil.	beim nächsten Lampenersatz ohnehin gekauft (Mitnahme- und Vorzieheffekte), weitere 10% haben die Lampe zu Hause nicht eingesetzt. Die von der Aktion insgesamt ausgehenden Impulse führten aber auch zu zusätzlichen Energiesparlampenverkäufen an Nicht-TeilnehmerInnen. Diese verdreifachten den direkten Einspareffekt der „Aktion Helles NRW“. Insgesamt erzielte die „Aktion Helles NRW“ eine Einsparung an elektrischer Arbeit von etwa 553 GWh in neun Jahren. Damit verbunden war eine CO₂-Reduktion in Höhe von etwa 408.000 t. Quelle: MWMTV NRW 1998
---	---

3.3.6 Planerische Instrumente

Zur Steigerung der Energieeffizienz können im Rahmen öffentlich-rechtlicher Planungsverfahren beispielsweise

- Quartiersentwicklungen gezielt energetische Sanierungen mit berücksichtigen,
- Langfristige Wärmepläne mit Leitlinien für die zukünftige Wärmeversorgung von Kommunen bzw. Stadtteilen erarbeitet werden, um Gebäudesanierungs-, Neubau- und Wärmeversorgungsaktivitäten aufeinander abstimmen und so Energie- und CO₂-Einsparmaßnahmen effizienter und effektiver gestalten zu können und ineffiziente Elektroheizungen zu vermeiden, und
- Vorranggebiete für die Nah- und Fernwärmeversorgung festgelegt werden.

3.3.7 Energieberatung, Energie-Audit

Energieberatung und Energieanalysen wie auch Vor-Ort-Messung, individuelle Energiesparberatung über das Internet, Planungsunterstützung, verbesserte Information zur Energierechnung und ähnliche Angebote helfen den Energieabnehmern, mögliche Energieeffizienzmaßnahmen zu erkennen und zu entwickeln.

Instrumententyp	Typischer Einsatzbereich	Erfolgsmerkmale (Zielerreichung, Kosteneffizienz)	Beispiele
Energieberatung Energie-Audit (Grobanalyse, ggf. Feinanalyse)	Wenn ein Informationsdefizit bezüglich Energieverbrauch und/oder Energieeinsparpotenzialen im Gebäude- oder Produktionsbereich vorliegt.	Ist die Zielgruppe über die Existenz sowie Nutzen und Kosten des Instruments informiert? Bezieht das Instrument alle relevanten Endenergieverbräuche ein? Führt das Instrument zu einer Abschätzung von Energie(kosten)einsparungen und notwendigen Investitionen? Ist das Instrument an Dienstleistungsangebote oder Politiken und Maßnahmen zur Umsetzungsunterstützung angebunden?	Finnisches Energie Audit Programm (EAP) der Energieagentur MOTIVA mit geschickter Verknüpfung von freiwilligen Vereinbarungen, Energieberatung, Energieanalyse und Umsetzung im Contracting (vgl. Beispielbox 3.7); Internationale Beispiele z. B. aus Indonesien, Indien, China

Tabelle 3-9: Energieberatung, Energie-Audit. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006

Beispielbox 3.7: Stromsparberatung der dänischen Netzbetreiber für Industrie und GHD-Sektor

Bereits seit 1995 waren die dänischen Energieversorger gesetzlich verpflichtet, nachfrageseitige Energiesparmaßnahmen (sog. Demand-Side-Management- bzw. DSM-Aktivitäten) bei allen Endverbrauchern zu planen und durchzuführen. Mit der Entflechtung der Versorger im Zuge der Liberalisierung ging die Verpflichtung auf die nicht-kommerziellen Netzgesellschaften über. Zunächst waren nur Stromverteiler verpflichtet, seit 2001 gilt die Vorgabe auch für andere Energieträger. Die Umsetzung der Verpflichtung wird durch den Branchenverband der Stromversorger ELFOR koordiniert. Erst seit 2006 werden vom Staat konkrete jährliche Einsparziele festgelegt, während zuvor der Planungsprozess von ELFOR den Umfang der Aktivitäten bestimmte.

Es wird explizit verfügt, dass sowohl allgemeine Information als auch individuelle Beratung angeboten werden müssen. Hauptzielgruppe der Beratungsaktivitäten zur Stromeinsparung sind Industrie- und andere private Unternehmen. Die Netzgesellschaften sind verpflichtet, jährlich bei mindestens 10% ihrer Geschäftskunden mit einem Stromverbrauch von mehr als 20.000 kWh/a eine Energieanalyse (Initialberatung zur Identifizierung der individuellen Einsparpotenziale und -optionen) durchzuführen (Thomas 2007).

So wurden im Jahr 2006 zwei Drittel der Einsparung

der Stromnetzbetreiber in Industrie und Handel erreicht (Togeby et al. 2007).

Um eine effiziente Umsetzung anzustoßen und um die Wirkungen besser evaluieren zu können, sind die Netzbetreiber verpflichtet, relevante Informationen zu Energieverbrauch, Einsparteknik, durchgeführten Programmen und Beratungen und Prämienauszahlungen in Datenbanken zu erfassen.

Finanziert werden die Energieanalysen als gemeinwirtschaftliche Verpflichtung über die Netzentgelte, d.h. die Kosten tragen letztlich alle Endverbraucher. Detailberatungen hingegen, etwa zum Einsatz bestimmter Technologien, werden i.d.R. von den betroffenen Endkunden selbst bezahlt (Thomas 2007).

Im Jahr 2005 haben die dänischen Stromnetzgesellschaften rund 22 Millionen Euro für DSM-Aktivitäten ausgegeben (dies entspricht 6,7€/abgesetzter MWh). Der Großteil dieser Summe wurde für individuelle Beratung verwendet, z.B. für Energieaudits in Industrieunternehmen und im GHD-Sektor. Der Verband der Energieunternehmen (Dansk Energi) schätzt, dass durch die Programme der Stromverbrauch um 3,7% verringert werden konnte (Togeby et al. 2007).

3.3.8 Information und Kommunikation, Motivationskampagnen

Kampagnen zur Motivation und Information können eine wichtige Rolle bei der Bewusstseinsbildung für die Potenziale und Möglichkeiten der Energieeffizienz spielen. Es ist allerdings darauf zu achten, dass mit den Kampagnen auch tatsächlich Möglichkeiten zum Handeln bereitgestellt werden, z.B. durch Einbindung von Marktpartnern wie Handel und Handwerk und durch Verwendung von aussagekräftigen Energielabels und informativen Datenbanken bzw. Produktlisten. Andernfalls besteht die Gefahr, dass solche Kampagnen Ratlosigkeit und Enttäuschung bei ihren Zielgruppen erzeugen.

Motivations- und Informationskampagnen können sowohl von staatlichen Stellen, Energieagenturen, Umwelt- und Verbraucherverbänden als auch von Energieunternehmen realisiert werden, oft auch in Kooperation solcher Partner.

Instrumententyp	Typischer Einsatzbereich	Erfolgsmerkmale (Zielerreichung, Kosteneffizienz)	Beispiele
Information, Motivation	Wenn ein Informations- oder Wissensdefizit vorliegt. Wenn die Motivation zur Energieeinsparung gesteigert werden soll.	Ist die Information für die jeweilige Zielgruppe spezifisch aufbereitet? Bestehen klare Verknüpfungen zu anderen Instrumenten?	Informationskampagnen von und Beratungen durch Energieagenturen, Verbraucherzentralen, Programmakteuren wie z. B. „CO2online“ (www.co2online.de) und weiteren Nichtregierungsorganisationen Informationsaktivitäten von Ländern, Kommunen, Handwerk, Handel, Energieunternehmen und weiteren Industrieunternehmen

Tabelle 3-10: Information und Kommunikation, Motivationskampagnen. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006

Beispielbox 3.8: co2online

Die co2online GmbH ist eine gemeinnützige Beratungsgesellschaft, die sich seit 2003 für den Klimaschutz engagiert. Ziel ist es, den von privaten Haushalten verursachten Heizenergie- und Stromverbrauch zu senken und die damit verbundenen CO₂-Emissionen zu reduzieren. Hierfür stehen den Verbrauchern verschiedene, in Zusammenarbeit mit dem Partner SENERCON GmbH entwickelte Energiespar-Ratgeber zur Verfügung – das Beratungsangebot reicht von der wärmetechnischen Modernisierung von Gebäuden bis hin zum Stromsparen im Alltag. Die Teilnehmer erhalten online Empfehlungen für Maßnahmen mit einer Abschätzung der Einsparung und Wirtschaftlichkeit, wodurch sie zusätzlich von den eingesparten Energiekosten profitieren.¹⁸

Die Angebote von co2online werden vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit finanziell gefördert.

Vom 1. Juli 2004 bis zum 23. Oktober 2009 gab es mehr als 1,05 Mio. Ratgeber-Nutzungen. Die Kampagne trug so zur Umsetzung von Einsparhandlungen der Nutzerinnen und Nutzer bei. Allein von dieser Kampagne wurden etwa ein Viertel der Handlungen angestoßen, die folgende Ergebnisse brachten (Stand 23. Oktober 2009): 3,114 Mio. t CO₂-Minderung (über 20 Jahre Nutzungsdauer), 1,062 Mrd. € Umsatz für Industrie und Handwerk, 15.175 Personenjahre Beschäftigung und 248.813 modernisierte Wohneinheiten.¹⁹

¹⁸ <http://www.co2online.de/ueber-co2online/index.html>

¹⁹ <http://www.co2online.de/service/zahlen-und-fakten/index.html>

3.3.9 Partizipation, Kooperation und Vernetzung

Vernetzende Kommunikation, Kooperation und Partizipation sind Ansatzpunkte, über die Möglichkeit der Mitgestaltung und auch über die Nebeneffekte der Aktivitäten (z. B. Mitbestimmung in Planungsprozessen, kennen lernen anderer Menschen, usw.) Akteure für die Mitwirkung an Prozessen zur Steigerung der Energieeffizienz und zum Energiesparen zu interessieren. Drei wesentliche Parameter sind bei der Gestaltung derartiger vernetzender Kooperations- und Partizipationsprozesse zu beachten (Böde und Gruber 2000):

- Erstens die Art und Weise, wie die Akteure miteinander kommunizieren und interagieren,
- zweitens welche Vereinbarungen explizit und implizit für den Prozess getroffen sind und
- drittens auf welche internen und externen Ressourcen dabei zurückgegriffen werden kann.

Für einen nachhaltigen Erfolg derartiger Prozesse ist es zentral, die Vernetzung durch adäquate Institutionen zu fördern.

Beispielbox 3.9: Modell Hohenlohe

Mit dem Energiemodell Hohenlohe wurden im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg die in der Schweiz gewonnenen positiven Erfahrungen eines lokalen lernenden Netzwerkes im Bereich Energieeffizienz in Form eines Demonstrationsvorhabens zunächst auf eine Region in Baden-Württemberg übertragen. An dem von 2002 bis 2004 laufenden Projekt nahmen 17 kleine und mittlere Unternehmen (KMU) aus mehreren Branchen teil. Das gemeinsam definierte Ziel war es, durch Erfahrungsaustausch unter den Teilnehmern sowie durch externe technische Unterstützung die Nutzung bisher brachliegender Energieeffizienz-Potenziale zu fördern und eine CO₂-Minderung als Beitrag zur Erreichung der weltweiten Klimaziele zu leisten.

Zu Beginn des Projekts erfolgte eine energietechnische Bestandsaufnahme der Betriebe mit Betriebsbegehungen, Initialberatungen und einer schriftlichen Empfehlung möglicher Effizienzmaßnahmen. Der Erfahrungsaustausch erfolgte in regelmäßigen Treffen der beteiligten Firmen, welche von einem energietechnischen Experten moderiert wurden. Als Gesamtziel wurde eine Verbesserung der Energieeffizienz für die 20 Betriebe um 7% und eine CO₂-Minderung um 8% binnen vier Jahren bis 2005 im Vergleich zum Basisjahr 2001 formuliert.

Erste Erfolge des Energiemodells zeigten sich bereits in den Zwischenergebnissen zwei Jahre nach Projektstart. Während sich der Gesamtenergiebedarf – nach Temperaturbereinigung der Heizenergie – um 8,1 GWh (oder 4,0%) in den zwei Jahren erhöhte, stagnierte der Strombedarf auf dem Niveau von 140 GWh. Die CO₂-Emissionen stagnierten aufgrund der hohen spezifischen Stromesparungen in 2002 bei gut 95.000t CO₂ und nahmen in 2003 lediglich um 1.600 t CO₂ zu (oder rund 1,7% bei gut 4% Umsatzwachstum). Die Energieeffizienz, d.h. der spezifische Energiebedarf der beteiligten Betriebe, verbesserte sich in den zwei beobachteten Jahren um jeweils 1,4% und somit pro Jahr etwa doppelt so schnell wie im Durchschnitt der Industrie in den letzten 10 Jahren.

Da die Gesamtzielsetzung zur Verbesserung der Energieeffizienz über den Bewilligungszeitraum hinausreichte, können auf der Basis von 9 Unternehmen auch Daten zur Energieeinsparung im Modell Hohenlohe bis 2007 genannt werden: Im Jahr 2007 liegt die realisierte Energieeinsparung im Vergleich zum Bezugsjahr 2001 bei 20,1%, geplant waren lediglich 10,1%. Die CO₂-Reduktion beträgt ab 2007 ca. 17.000t pro Jahr, die Energiekostenreduktion beläuft sich ab 2007 auf ca. 120.000€ pro Jahr und der Gewinn pro reduzierter Tonne CO₂ liegt bei 10 bis 20€ (Bradke 2009).

3.3.10 Öffentliche Beschaffung / Kooperative Beschaffung

Dieses Instrument betrifft einerseits öffentliche Verwaltungen und Einrichtungen, andererseits aber auch größere private Unternehmen. Neben den eigenen Energie- und Kosteneinsparungen kann insbesondere die öffentliche Hand dieses Instrument auch nutzen, um mit der eigenen Marktmacht das Angebot an Produkten und Baupraktiken für den allgemeinen Markt in Richtung mehr Energieeffizienz zu bewegen (vgl. Borg et al. 2003).

Denn die Entwicklung und Markteinführung neuer, noch energieeffizienterer Produkte und technischer Lösungen und die Verbreitung der besten verfügbaren Technik auf dem Markt kann sehr gut von der Nachfrageseite her stimuliert werden („demand pull“ gegenüber dem klassischen „supply push“ der finanziellen Förderung von Forschung, Entwicklung, Demonstration). Ein solcher Nachfragesog kann neben der energieeffizienten öffentlichen Beschaffung auch durch Bündelung der Nachfrage verschiedener Unternehmen und Behörden ausgelöst werden. Die Methode der Nachfragebündelung wurde besonders in Schweden, aber auch auf europäischer Ebene erfolgreich erprobt (vgl. z. B. das Projekt Energy+ im Auftrag der Europäischen Kommission). Sie erfordert jedenfalls einen unabhängigen Moderator und Koordinator.

Eine weitere Form freiwilliger Kooperation sind Partnerschaften für energieeffizientere Technik, z.B. Herstellerkonsortien oder Partnerschaften zwischen Regierungen und Herstellerinnen sowie Herstellern. Ein Beispiel ist das Consortium for Energy Efficiency (CEE) in den USA.

Instrumententyp	Typischer Einsatzbereich	Erfolgsmerkmale (Zielerreichung, Kosteneffizienz)	Beispiele
Kooperative Beschaffung, öffentliche Beschaffung, „Technology Procurement“	Wenn ausreichende Möglichkeiten zur Bündelung von Nachfrage zur Einflussnahme auf das Angebot von Energieeffizienz-Technologien oder -Dienstleistungen bestehen.	Wird das Beschaffungsprogramm qualifiziert und engagiert gemanagt? Können Käufer- und Anbietergruppen motiviert werden? Können Entwicklungen hin zu neuen energieeffizienteren Technologien oder neuen Energieeffizienz-Dienstleistungen angestoßen werden?	Energy+

Tabelle 3-11: Öffentliche Beschaffung / Kooperative Beschaffung, Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006

Beispielbox 3.10: Federal Energy Management Program (FEMP) der USA

Das FEMP des US-amerikanischen Energieministeriums (USDOE) unterstützt seit 1973 US-amerikanische Bundesbehörden darin, ihren Energieverbrauch zu reduzieren und Energiekosten und Emissionen in öffentlichen Gebäuden zu senken. Die Bundesbehörden müssen in Bezug auf Energieeffizienz und Wassereinsparungen sowie den Verbrauch von erneuerbaren Energien bestimmte Anforderungen erfüllen. Um die Behörden bei ihrer Zielerreichung zu unterstützen, koordiniert das USDOE/FEMP die staatlichen Energierichtlinien, stellt technische Unterstützung zur Verfügung, fördert die Umsetzung und Finanzierung im Rahmen von Einspar-Contracting, misst und erstellt Berichte über die erreichten Ziele und vergibt jährlich Auszeichnungen. Zudem nimmt die Behörde im Rahmen des FEMP unabhängige Verifizierungen der erreichten Energieeinsparungen vor und führt Programme zur Bewusstseinsbildung der Angestellten	Durch die regierungsweite Anwendung übernimmt das FEMP-Programm eine Vorreiterrolle für andere Gebäudeeigentümer und ermöglicht den Markteintritt für neue Technologien und Energieanbieter. Durch das Programm sank der Energieverbrauch in den Regierungsgebäuden von 1985 bis 2004 um 25,6%. Der Verbrauch von erneuerbarer Energie stieg von 0,05% auf mehr als 2,5% (2005) an und die Kohlenstoffemissionen konnten um 19% vermindert werden. Insgesamt wurden seit 1985 6,8 Mrd. Dollar in die Energieeffizienzverbesserung investiert, wodurch jährlich 1,4 Mrd. Dollar an Energiekosten eingespart werden konnten. Das heißt, jeder investierte Dollar brachte letztendlich vier Dollar ein (Harris und Shearer 2006).
---	--

durch.

3.3.11 Bildung und Qualifizierung

Das Einbeziehen von Energieeffizienz-Themen in der Schule wie in der Berufsausbildung und Weiterbildung insbesondere von Handwerkern, Architekten sowie Ingenieuren (z.B. hinsichtlich der Methoden der integralen Planung zur Energieverbrauchsminimierung) ist von großer Bedeutung für die Verbreitung von Energieeffizienz-Technologien und -Dienstleistungen sowie für den Aufbau von Know how zur Entwicklung von Energieeffizienz-Innovationen.

Beispielbox 3.11: Das RAVEL-Programm in der Schweiz

Das Impulsprogramm RAVEL - Rationelle Verwendung von Elektrizität war Teil des schweizerischen Aktionsprogramms „Bau und Energie“, das von 1990 bis 1995 in enger Kooperation von Wirtschaft, Schulen und Politik durchgeführt wurde. Im Zentrum des Programms steht die berufsbegleitende Information und Weiterbildung von Fachleuten.

Im Rahmen von RAVEL wurden zunächst zahlreiche Forschungs- und Untersuchungsprojekte über Möglichkeiten der rationellen Stromverwendung in Industrie, Dienstleistung und Haushalt initiiert, um die Wissensbasis zu diesem Themenkomplex zu verbreitern.

Die in diesen Projekten gewonnenen Erkenntnisse dienten dann als Basis für die Entwicklung von allgemeinen Informations- und insbesondere Aus- und Weiterbildungsmaterialien.

Die Wissensvermittlung erfolgte in erster Linie durch Publikationen, Weiterbildungskurse und Informationsveranstaltungen (z.B. jährlich eine groß angelegte Tagung zu einem bestimmten Thema) und legte besonderen Wert auf die praxisgerechte Aufarbeitung des Wissens und folglich die direkte Anwendbarkeit in der täglichen Praxis.

Ziel war es, mit relativ geringem Mitteleinsatz (ca. 25 Mio. CHF) eine große Wirkung zu erzielen, indem der Impuls über den Weg der beruflichen Weiterbildung gesetzt wurde (Nipkow 1997).

Auch wenn eine Quantifizierung der durch RAVEL ausgelösten Stromeinsparungen nicht möglich war, konnte im fünften Jahr des Programms dennoch eine positive Bilanz gezogen werden: 300 Ideenträger haben als Projektleiter und Referenten zur Verbreitung und Aufbereitung des Wissens beigetragen, über 4.000 Fachleute wurden animiert, sich in mehr als 10.000 Kurstagen eine neue Kompetenzgrundlage zu erarbeiten, mehr als 100.000 RAVEL-Fachbücher fanden interessierte Käufer. Dadurch konnten in verschiedenen, für den Energieverbrauch relevanten Branchen Kerngruppen aktiviert werden, die groß genug sind, um in ihrem Umfeld eine eigendynamische Wissensverbreitung auszulösen.

Als weiterführendes Ziel wurde 1995 festgelegt, dass RAVEL in die Erstausbildung in allen Stufen der Fach- und Berufsschulen integriert werden soll.

3.3.12 Forschung und Innovation

Die finanzielle Förderung von Forschung, Entwicklung und Demonstration hat letztlich drei Ziele:

- (Weiter-) Entwicklung innovativer Energieeffizienz-Technologien und –Dienstleistungen;
- Erforschung von Umsetzungsbedingungen und Umsetzungsprozessen;
- Verknüpfung von Entwicklungs-, Umsetzungs- und Umsetzungsbegleitforschung.

3.3.13 Abbau rechtlicher Hemmnisse

Produkt- und Produktionsstandards werden auch durch Rahmenregelungen geschaffen, die auf den ersten Blick nichts mit Energieeffizienz zu tun haben. Hierzu gehören in Deutschland z.B. die Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) und die Handwerksordnungen.

In der HOAI existiert zwar mittlerweile die Möglichkeit, für besondere Beratungsleistungen zum Energiesparen ein gesondertes Honorar zu vereinbaren und so einen Anreiz für die Planerinnen und Planer zur Minimierung des Energiebedarfs zu setzen. Allerdings ist dies nur eine Kann-Leistung, inwieweit sie genutzt wird, entzieht der Kenntnis des Verfassers. Das Honorar für die „normalen“ Leistungen ist jedoch immer noch an die Investitionssumme gekoppelt. Damit besteht weiter ein Anreiz, möglichst viel Technik einzubauen. Viel Technik verbraucht jedoch oft auch viel Energie.

Die Handwerksordnung verhindert z. T. immer noch Angebote aus einer Hand, so dass mehrere Firmen koordiniert werden müssen. Dies ist ein Transaktionshemmnis für Energieeffizienzmaßnahmen in Gebäuden und Anlagen.

Hier ist offensichtlich der Gesetzgeber gefordert, die Anreize für Planer und Handwerk kompatibler mit mehr Energieeffizienz zu machen.

4 Instrumentenpakete der Energieeffizienzpolitik

4.1 Zielsetzung und Politikplanung

Am Anfang der Gestaltung von Politik sollte ein Ziel stehen. Das Ziel muss messbar sein, braucht also Erfolgsindikatoren. Das Ziel muss erreichbar sein, es bedarf demnach Information über die Potenziale. Anschließend müssen die Politikpakete zielgruppenspezifisch auf die Marktakteure zugeschnitten werden. Ihre Wirkung muss ex ante abgeschätzt und ex post gemessen werden. Eventuell müssen einige dieser Schritte mehrfach wiederholt werden. Die Politikinstrumente müssen umgesetzt und von Zeit zu Zeit revidiert werden. Wie alle diese Schritte in einem idealen Prozess zusammenwirken, zeigt Abbildung 4-1.

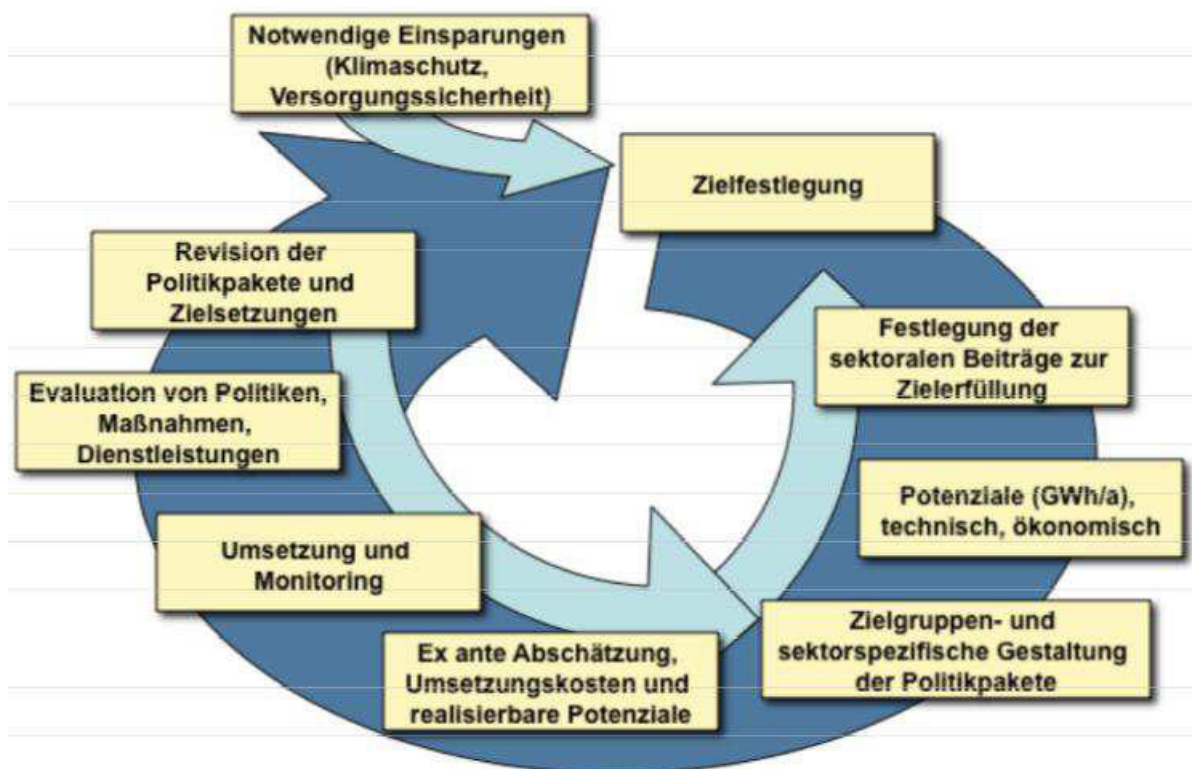


Abbildung 4-1: Wechselseitiger Lernprozess von Zielsetzung, Analysen, Politikgestaltung, Umsetzung, Monitoring und Evaluation. Quelle: Wuppertal Institut und Ecofys 2009

Grundsätzlich wird folgende Vorgehensweise bei der Gestaltung neuer oder der Überarbeitung bestehender Politikinstrumente empfohlen (vgl. Abbildung 4-1 sowie den Leitfaden des AID-EE-Projektes zur Politiktheorie-basierten Evaluation und Politikgestaltung: Ecofys et al. 2006):

- Analyse der Wertschöpfungskette im Teilmarkt für Energieeffizienz: welche Hersteller, PlanerInnen, HandwerkerInnen, HändlerInnen, VerkäuferInnen, ProjektentwicklerInnen, EigentümerInnen und NutzerInnen müssen was tun, um die Energieeffizienz zu steigern?
- Welche Hemmnisse und Anreize haben sie, das zu tun, was sie tun müssten?
- Welche Instrumente bestehen bereits, die Einfluss auf Akteure und ihre Hemmnisse und Anreize haben?
- Erarbeitung einer adäquaten, realitätsnahen Vorstellung von der Wirkungsweise des Instruments auf Basis aller vorliegenden Erkenntnisse (z. B. auch auf Basis von Evaluationen zu Vorgängerinstrumenten oder ähnlichen Instrumenten in anderen Ländern).

- Organisation von Stakeholder-Workshops, um das Instrument und seine Wirkungsweise mit den Marktakteuren, relevanten Programmakteuren und politisch-administrativen Entscheidungsträgern zu diskutieren.
- Identifizierung der Hemmnisse und Barrieren, die der Einführung des Politikinstrumentes gegenüberstehen.
- Einordnung des Politikinstrumentes in den Politik-Mix bzw. Verknüpfung von Politikinstrumenten zu geeigneten Paketen von Politiken und Maßnahmen unter Berücksichtigung aller wesentlichen Interaktionen zwischen den Instrumenten der Energieeffizienzpolitik sowie zwischen diesen und weiteren Politikinstrumenten in Politikfeldern außerhalb der Energieeffizienz- bzw. Energiepolitik.
- Bestimmung der Grenzen und vorläufigen Ziele des Instruments und erste grobe ex ante Abschätzung der Effekte und Effizienz.
- Klare Zielsetzung nach dem SMART-Prinzip. SMART steht für (i) Spezifisch: so konkret wie möglich: was sollte mit dem Instrument erreicht werden? (II) Messbar: die Ziele sollten quantifiziert werden; qualitative Ziele können später nicht mehr gemessen werden; (iii) Ambitioniert: übertrifft das Ziel das Business-as-usual? (iv) Realistisch und akzeptabel: Ist das Ziel in dem vorgegebenen Zeitrahmen mit dem verfügbaren Budget erreichbar? Wird das Ziel von der Zielgruppe akzeptiert? (v) Terminliche Begrenzung: Werden die Ziele für ein bestimmtes Jahr festgelegt? Werden Zwischenziele festgelegt, um den Zielfindungsprozess zu überwachen?
- Festlegung von Monitoring und Evaluation.
- Nutzung von Erfahrungen mit ähnlichen Politikinstrumenten im In- und Ausland.

4.2 Instrumentenpakete als Antwort auf die Vielfalt der Akteure, Hemmnisse und Anreize

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die vielfältigen Hemmnisse die der Energieeffizienz entgegenstehen nur durch die gezielte Kombination verschiedener Instrumente (Politikpakete) überwunden werden können. Einzelne Politikinstrumente alleine – seien es Vorschriften, Informations- und Beratungsangebote oder Zuschüsse – reichen in der Regel nicht aus. Auch die Internalisierung externer Kosten in die Energiepreise stellt zwar eine notwendige Grundlage dar, ist aber bei weitem nicht hinreichend zur vollständigen Erschließung des Potenzials. Viele Hemmnisse sind nämlich nicht allein mit Hilfe des Preismechanismus zu überwinden – insbesondere dann nicht, wenn die Preisentwicklung kontinuierlich in kleinen Schritten erfolgt.

Durch Mindesteffizienzvorschriften wiederum kann auch nur ein Teil der vorhandenen Einsparmöglichkeiten realisiert werden, da Standards nur den Technikaspekt von Energieeffizienz bei standardisierbaren Produkten oder Komponenten erfassen können, wohingegen durch Systemoptimierung zu erreichende Einsparungen außen vor bleiben. Zudem werden durch Standards generell nur die ineffizientesten Technologien und Praktiken vom Markt ausgeschlossen, nicht aber die effizientesten (BAT) gefördert. Es kommt daher darauf an, die Marktdurchdringung von BAT zu fördern, um die Standards dynamisch zu machen.

Somit verspricht letztlich ein Politikpaket bestehend aus einer Vielzahl – oder sogar allen - der in Kapitel 3.3 untersuchten Politikinstrumente den größten Erfolg. Zur Veranschaulichung sei daher erneut auf die grafische Darstellung des idealtypischen Instrumentenmix in Abbildung 3-1 verwiesen.

Hier wird deutlich, dass für eine optimale Förderung der Stromeffizienz zielgerichtete und koordinierte Instrumentenpakete entwickelt werden sollten, die unter dem Dach eines übergeordneten förderlichen Rahmens auf alle Ebenen der Marktkette Einfluss nehmen. Für alle beteiligten Marktakteure müssen deren Hemmnisse gegen energieeffizientes Handeln überwunden und deren Anreize für

energieeffizientes Handeln gestärkt werden. Nur dann kann die energieeffizienteste Lösung sich wirklich im Markt durchsetzen und zur Norm werden.

Für ein solches Bündel von Politikinstrumenten und Maßnahmen muss in der Regel eine Vielzahl von Akteuren eingebunden werden, die gemeinsam an unterschiedlichen Punkten ansetzen und erst damit die verschiedenen Zielgruppen adäquat erreichen können.

4.3 Übergreifende Instrumente und Infrastruktur für Stromeffizienz

Für die wirkungsvolle Implementierung von Politikpaketen für Stromeffizienz in bestimmten Anwendungsfeldern ist ein förderlicher Gesamtrahmen erforderlich, der die Koordination, Finanzierung und Umsetzung der einzelnen Instrumente gewährleistet (Jollands und Ellis 2009 sprechen in diesem Zusammenhang von „energy efficiency governance“). Nur mit einem solchen Rahmen kann gewährleistet werden, dass die Ziele, die im Bereich Stromeffizienz gesetzt wurden (vgl. Kap. 4.1), auch erreicht werden.

Zu diesem Rahmen gehören einerseits übergreifende Instrumente mit förderlicher Wirkung auf das Angebot von Energieeffizienzprogrammen und -dienstleistungen, wie sie in Kapitel 3.2 dargestellt wurden. D.h. es empfiehlt sich, einen Energieeffizienzfonds oder eine Verpflichtung der Energiewirtschaft zu schaffen und mit einem quantifizierten Ziel zum Erreichen bestimmter Stromeinsparungen (z.B. 1 % pro Jahr) zu versehen und das Erreichen der Ziele zeitnah zu evaluieren. Möglich ist auch eine Kombination beider Instrumente, wie in Dänemark und Großbritannien. Hinsichtlich der Koordination und Kontinuität der Implementierung von (einzelnen oder integrierten) Beratungs-, Förder- und sonstigen Programmen zeigen sich solche Instrumente herkömmlichen aus dem Staatshaushalt finanzierten und von staatlichen Einrichtungen umgesetzten einzelnen Programmen potenziell überlegen. Dies belegen empirisch die Einsparungen, die Dänemark und Großbritannien im Vergleich z.B. zu Deutschland erreichen (vgl. Tabelle 3-1).

Zweitens gehören zu diesem Rahmen Energieagenturen auf nationaler und regionaler, ggf. auch kommunaler Ebene als koordinierender Akteur für die Politikberatung und die Umsetzung. Sie können MarktakteurInnen zusammenbringen und landesweite Informations-, Beratungs- und Weiterbildungsprogramme nahe an den MarktakteurInnen umsetzen. Sie bilden daher die Infrastruktur für Stromeffizienz, ggf. gemeinsam mit verpflichteten Energieunternehmen und jedenfalls gemeinsam mit gezielt weitergebildeten ArchitektInnen, PlanerInnen, HandwerkerInnen und anderen MarktakteurInnen.

Schließlich gehört es zu diesem Rahmen, dass die Energiepreise externe Effekte der Energienutzung korrekt abbilden, d.h. durch Instrumente wie Energiesteuer, Emissionshandel und Subventionsreform, vgl. Abbildung 3-1.

4.4 Beispiele für effektive Politikpakete

Hinsichtlich der Marktstrukturen und Hemmnisse/Anreize der beteiligten Marktakteure, und daher auch hinsichtlich der Elemente des jeweiligen Politikpakets für Stromeffizienz, kann grob zwischen standardisierten Produkten, z.B. Haushaltsgroßgeräten und gebäudeintegrierten Systemen (Haustechnik), also insbesondere Heizungsanlagen mit Pumpen, Lüftungs- und Klimaanlage und Beleuchtungsanlagen speziell in Nichtwohngebäuden, sowie Produktionsanlagen unterschieden werden. Für die ersten beiden Bereiche sollen im Folgenden beispielhaft Erfolg versprechende Politikpakete vorgestellt und diskutiert werden.

4.4.1 Haushaltsgeräte

Am weitesten fortgeschritten ist die Diskussion diesbezüglich sicher im Bereich der elektrischen Haushaltsgroßgeräte (vgl. z.B. ECU 1997, 9 ff.; OECD/IEA 2003, 147 f.). Das Politikpaket, das sich aus dieser Diskussion herauskristallisiert hat, kombiniert Information, Motivation und Weiterbildung, ökonomische Anreize, Regulierung und Unterstützung für die MarktteilnehmerInnen. Es enthält die folgenden Instrumente, deren Zusammenwirken in Abbildung 4-2 verdeutlicht wird:

Die Information, die von einem Energielabel bereitgestellt wird (z.B. dem EU-Label für Hausgeräte mit den Klassen A bis G oder dem GEA-Label für Unterhaltungs-, Informations- und Kommunikationselektronik), unterstützt die VerbraucherInnen bei der Auswahl energieeffizienter Geräte und kann somit eine erste Veränderung des Markts in Richtung mehr Energieeffizienz bewirken (vgl. schematische Kurve „nach Labelling“ in Abbildung 4-2). Ein Label mit Klassen wie A bis G ist dabei für Gerätearten angemessen, bei denen es auf dem Markt große Verbrauchsunterschiede zwischen Modellen gleicher Leistungsfähigkeit gibt. Dazu gehören neben den Haushaltsgeräten z.B. auch Fernseher. Dagegen braucht der Standby-Verbrauch nicht mehr durch ein Energielabel transparent gemacht zu werden, weil er in der EU durch entsprechende Durchführungsmaßnahmen der Ökodesign-Richtlinie minimiert wird.

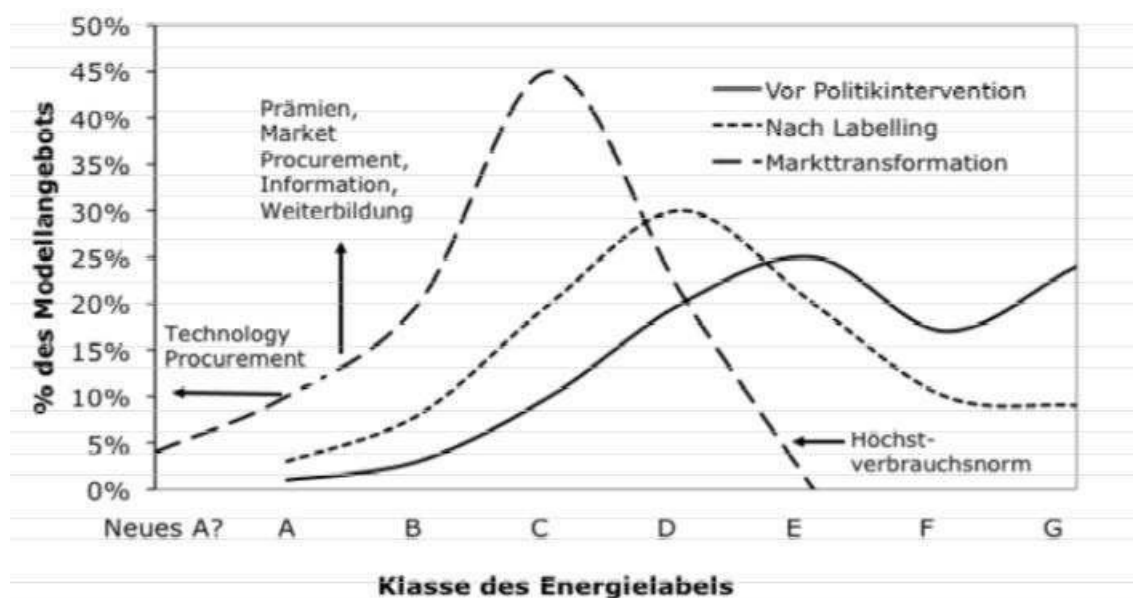


Abbildung 4-2: Die Bedeutung von Energielabels, Höchstverbrauchsnormen, Prämien und Nachfragebündelung für die Markttransformation bei elektrischen Haushaltgeräten, Quelle: Eigene Übersetzung und Aktualisierung nach ECU 1997, 10

Regierungen, Energieunternehmen, Verbraucherverbände und andere können diesen Effekt durch Informations- und Weiterbildungsprogramme – für KonsumentInnen sowie VerkäuferInnen im Einzelhandel – verstärken. Dabei geht es darum, die Kenntnis des Labels zu erhöhen und die ökonomischen Vorteile des Kaufs und Verkaufs sparsamerer Geräte herauszustellen.

Ein Prämienprogramm von Regierung oder Energieunternehmen kann die Aufmerksamkeit der KundInnen noch stärker auf die wirtschaftlichen Vorteile der sparsamsten Geräte lenken, so dass sie sich auch im Geschäft während der Kaufentscheidung daran erinnern. Ein gutes Beispiel ist das von 2000 bis 2003 von der niederländischen Regierung realisierte Förderprogramm für Geräte mit dem EU-Label Klasse A, ab 2003 bei Kühl- und Gefriergeräten nur noch A+ und A++. Eine solche Prämie wirkt bei weitem nicht nur als einfacher finanzieller Anreiz, sondern erheblich stärker als zusätzliches „Gütezeichen“ für die Kundinnen und Kunden (Wuppertal Institut/BEM 1995, 48). Ein Prämienprogramm sollte auf einem Energielabel aufsetzen, um die Kriterien einfach zu vermitteln, und Informations- und Weiterbildungskampagnen umfassen. Auch ein Prämienprogramm sollte nur dort

eingesetzt werden, wo es auf dem Markt große Verbrauchsunterschiede zwischen Modellen gleicher Leistungsfähigkeit gibt, denn die Prämie sollte in einem angemessenen Bezug zu den möglichen Einsparungen stehen. Hierzu gehören gegenwärtig nur Kühl- und Gefriergeräte, Wäschetrockner und Fernsehgeräte.

Umweltfreundliche bzw. nachhaltige Beschaffung durch die öffentliche Hand und durch private Unternehmen kann ebenfalls den Marktanteil der sparsamsten Modelle – möglicherweise erheblich – ausweiten. Das Federal Energy Management Program (FEMP) der Bundesregierung der USA zeigt, wie die Politik die dezentralen Beschaffungsstellen dabei unterstützen kann, energieeffiziente Lösungen auszuwählen (Borg 2003, 43 und Beispielbox 4.10).

Eine gesetzlich verordnete oder freiwillig vereinbarte Höchstverbrauchsnorm wird ebenfalls den Effekt eines Energielabels verstärken. In der EU war es aufgrund der politischen Prozesse der Aushandlung von Richtlinien oder freiwilligen Vereinbarungen vor Verabschiedung der Ökodesign-Richtlinie in der Regel nur möglich, mittels Höchstverbrauchsnormen die energieineffizientesten Produkte vom Markt zu nehmen. Es gibt aber auch Beispiele für ehrgeizigere Ziele, die mit Höchstverbrauchsnormen erreicht wurden, z. B. die Top Runner Standards in Japan, die sich an den zum Zeitpunkt der Formulierung effizientesten Modellen orientieren (OECD/IEA 2000, 157 ff), oder die US-amerikanische Höchstverbrauchsnorm für Kühl- und Gefriergeräte von 2001 (OECD/IEA 2003, 81; 89 f.). Mit den Durchführungsmaßnahmen der Ökodesign-Richtlinie kann es der EU gelingen, die Höchstverbrauchsnormen für Haushaltsgeräte stärker in Richtung einer Minimierung der Lebenszykluskosten aus Verbrauchersicht zu verschieben und somit ein ähnliches oder sogar niedrigeres Energieverbrauchsniveau zu erreichen als der Top Runner Standard in Japan. Positive Beispiele in dieser Hinsicht sind das „Glühlampenverbot“ und die Regulierung bei Umwälzpumpen, wo ab 2013/17 nur noch hocheffiziente Pumpen zugelassen sein werden. Dagegen vollzieht die Durchführungsmaßnahme bei Kühl- und Gefriergeräten z.B. für Deutschland kaum mehr als den Trend nach.

Schließlich kann die Politik die Entwicklung neuer, noch effizienterer Geräte fördern. Neben der klassischen Forschungs- und Entwicklungsförderung („Supply push“) bewirkt oft die Unterstützung für die Markteinführung durch Nachfragebündelung (co-operative procurement, entweder als market procurement bezogen auf die besten bereits auf dem Markt verfügbaren Modelle oder als technology procurement bezogen auf neue, noch effizientere Geräte) bessere Erfolge. Erfolgreiche Beispiele sind das europäische Energy+ Projekt (Energy+ 2005) und das Projekt des US-amerikanischen Energieministeriums zu kurzen Energiesparlampen (Sub-CFLs; Holloman 2002, 6.129 ff.).

Abbildung 4-2 zeigt schematisch am Beispiel des europäischen Hausgerätemarkts, wie eine solche Kombination von Politikinstrumenten den Markt zu den energieeffizientesten Modellen verschiebt, die zum Zeitpunkt der Einführung des Energielabels verfügbar waren (Energieklasse A), und sogar darüber hinaus zu noch besserer Energieeffizienz (A+ und A++ bei Kühl-Gefriergeräten, „neues A?“ in der Grafik). Energielabel und Höchstverbrauchsnorm können (und sollten) nach einigen Jahren angepasst werden, um den erreichten Fortschritt zu berücksichtigen und weitere Entwicklung zu ermöglichen.

4.4.2 Haustechnik in Gebäuden (GHD-Sektor)

Unter der vielfältigen Haustechnik für Bürogebäude sollen hier schwerpunktmäßig die Bereiche Lüftungs- und Klimaanlage, Beleuchtungsanlagen sowie Umwälzpumpen in Heizungsanlagen – inklusive der jeweiligen Steuerungs- bzw. Regelungsanlagen – betrachtet werden.

Während es bei Beleuchtung und Umwälzpumpen noch eine Reihe von standardisierten Energieeffizienztechniken gibt, zeigt sich bei den komplexeren Lüftungs- und Klimaanlage deutlich: ohne eine gute Energieanalyse der bestehenden oder neu geplanter Anlagen ist keine Aussage über eine technisch und wirtschaftlich optimierte Auslegung möglich. Trotz der Existenz standardisierter

Energieeffizienztechniken gilt die besondere Relevanz der Systemoptimierung aber genauso für Beleuchtungs- und Pumpenanlagen.

Generell müssen bei Maßnahmen zu energieeffizienter Haustechnik immer auch die Wechselwirkungen mit der Gebäudehülle, z.B. für Wärme- und Kälte­dämmung, Tageslichtnutzung und Wärmeeintrag mit in Betracht gezogen werden.

Welche Elemente sollte nun ein Erfolg versprechendes Politikpaket beinhalten, um sowohl die effizientesten Technologielösungen als auch die zur vollen Potenzialerschließung notwendige Systemoptimierung zu fördern?

Verbindliche Höchstverbrauchsnormen im Bereich Haustechnik existieren in der EU durch die bisher im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie (2009/125/EG) erlassenen Durchführungsmaßnahmen für Bürobeleuchtung, Leerlaufverluste von Bürogeräten, Umwälzpumpen und elektrische Antriebe und zudem für Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen (Richtlinie 2000/55/EG).

Außerdem sind die Mitgliedsstaaten durch die EU-Gebäuderichtlinie (2002/91/EG) verpflichtet, bei Bürogebäuden auch die Beleuchtung, Umwälzpumpen, Lüftung und Klimatisierung in ihren nationalen Verordnungen zur Gebäudeenergieeffizienz mit zu berücksichtigen.

An Instrumenten zur Produktinformation bestehen im Bereich der Haustechnik von Bürogebäuden das verbindliche EU-Energielabel für Lampen und Klimageräte sowie freiwillige Label der Herstellerverbände für Elektromotoren und Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen. Durch die EU-Gebäuderichtlinie ist auch für Nichtwohngebäude ein Gebäude-Energiepass bei Vermietung und Verkauf vorgeschrieben.

Diese ordnungsrechtlichen Instrumente, die in Zukunft auch auf die bisher nicht abgedeckten Bereiche der Haustechnik ausgeweitet werden sollten, soweit Komponenten oder Teilsysteme mit standardisierbaren Energieverbrauchsdaten definiert werden können, stellen eine wichtige Basis dar, sind aber allein nicht ausreichend um die erheblichen Einsparpotentiale bei der Gebäudetechnik zu erschließen. Sie betreffen eben vor allem standardisierbare Komponenten oder Teilsysteme (Ökodesign-Höchstverbrauchsnormen und Energielabel) bzw. Neubauten und Bestandgebäude, die ohnehin grundlegend saniert werden (Anforderungen an Gesamtenergieeffizienz und Energiepass). Sie können aber nicht bewirken, dass eine (energieeffiziente) Sanierung überhaupt stattfindet. Das Politikpaket muss daher erweitert werden.

Zunächst ist die Sicherstellung des Angebots und ggf. die Subventionierung von Energieanalysen ein höchst relevantes Instrument im Bereich der Haustechnik. Aufgrund der Notwendigkeit der Systemoptimierung ist eine individuelle Energieanalyse zumeist notwendig, um die möglichen Einsparhandlungen und die Größe und Wirtschaftlichkeit der damit möglichen Energieeinsparung den potenziellen InvestorInnen aufzuzeigen.

Mit Investitionsförderprogrammen für Umweltschutzmaßnahmen bzw. zur CO₂-Minderung in Gebäuden und zur Gebäudesanierung (wie den zinsverbilligten Krediten der KfW in Deutschland) können auch Stromsparmaßnahmen im Bereich der Haustechnik (ko-)finanziert werden. So können finanzielle und psychologische Hemmnisse gegen die Umsetzung der in Energieanalysen identifizierten Handlungsoptionen überwunden werden. Jedoch ist es wichtig, hierzu gleichzeitig mehr Informationen (insbesondere zu Anbietern für die Planung und Umsetzung der Einsparhandlungen; diese Anbieter sollten weitergebildet und könnten ggf. zertifiziert werden) und gute Beispiele bereitzustellen, damit die Angebote auch entsprechend angenommen werden.

Sinnvoll erscheint angesichts bestehender Hemmnisse bei Planern und Architekten zudem die Einführung eines Förderprogramms für die Mehrkosten integraler Planung bei Neubauten oder größeren Renovierungen.

Eine Kombination von Finanzierung und organisatorischer Unterstützung bietet das Energiespar- oder Einspar-Contracting, das auch als (Energy) Performance Contracting bezeichnet wird. Es richtet sich in vielen Fällen auf die Optimierung der Haustechnik. Viele Leitfäden zum Energiespar-Contracting liegen mittlerweile vor (z.B. Kristof und Lechtenböhmer 1999; Umweltbundesamt 2000). Nichtsdestotrotz sind die bestehenden Angebote für Einspar-Contracting in der Regel (noch) zu gering, was unter anderem daran liegt, dass hohe Transaktionskosten solche Angebote erst ab einer bestimmten Mindestgröße (des Betriebs oder Gebäudes) rentabel werden lassen. Daher sollte die Politik die Entwicklung dieses Marktes unterstützen, indem sie z.B. standardisierte Verfahren zur Evaluierung der Einsparungen sowie standardisierte Contracting-Modelle und Verträge entwickelt. Zudem wären die Einrichtung eines Garantiefonds zur Absicherung der Investitionen und die Vergabe von Qualitäts-Zertifikaten für Contracting-Anbieter förderlich, um auf beiden Marktseiten das Risiko zu verringern.

Darüber hinaus sollte ein möglichst flächendeckendes Angebot kostenloser Initialberatung – z.B. durch (regionale) Energieagenturen, Verbraucherzentralen oder Kommunen – sichergestellt werden. Diese Erstberatungen werden idealerweise gekoppelt mit Zuschüssen für Detailberatung durch Ingenieurbüros sowie für die Investitionskosten bestimmter Technologien und einer offensiven Werbung für diese Angebote. Die Investitionszuschüsse sollten sich dabei insbesondere auf Maßnahmen richten, deren Investitionen für Energiespar-Contracting zu niedrig liegen und die nicht bereits durch andere Programme adressiert werden.

Um insbesondere die durch Systemoptimierung zu erreichenden Einsparungen zu realisieren und um der wichtigen Rolle von Multiplikatoren im Bereich der Gebäudetechnik Rechnung zu tragen, sollte darüber hinaus die integrale, energieoptimierte Planung von Gebäuden und Haustechnik zu einem wichtigen Bestandteil der Aus- und Weiterbildungsangebote für Architekten, Planer, Installateure und Handwerker gemacht werden.

Ein erhebliches Hemmnis für Energieeffizienz in Gebäuden liegt zudem in Deutschland in der Ausgestaltung der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI). Diese setzt durch die Kopplung des Honorars an die Investitionskosten starke Anreize zum Einbau von mehr und teurerer Technik. Eine grundlegende Änderung, so dass das Honorar an das Einhalten von Komfort- und Energiekennzahlen anstatt an die Investitionssumme gekoppelt würde, sollte geprüft werden. Denkbar wäre auch eine Vorschrift, mindestens zwei Varianten zu planen – gesetzlicher Mindeststandard und optimierte Variante – und auf Basis der Lebenszykluskosten zu vergleichen.

In diesem Zusammenhang steht auch die Propagierung von niedrigen Energiekennzahlen für Beleuchtung, Lüftung, Klimatisierung, Umwälzpumpen sowie der Lebenszykluskostenmethode für die Erarbeitung von Ausschreibungsunterlagen und für die Auswahl der Gebote.

Schließlich kann auch auf den Märkten für energieeffiziente Haustechnik-Komponenten sowie für energieeffizientes Planen und Bauen die öffentliche Hand durch ihre Nachfrage die Markteinführung neuer Planungsmethoden, Systeme oder Komponenten ermöglichen oder beschleunigen. In den letzten Jahren entstanden in Deutschland einige sehr energieeffiziente Neubauten des Bundes, insbesondere in Berlin (z.B. Kanzleramt, Reichstag, Abgeordnetenbüros), aber auch der Neubau der Ostarkade bei der KfW in Frankfurt am Main. Ein vom Bundesverkehrsministerium (BMVBS) herausgegebener Leitfaden zum nachhaltigen Bauen trägt dazu bei, die dabei verwendeten Methoden und gewonnenen Erkenntnisse in die Breite zu tragen.

Flankierend zu den genannten Instrumenten sollte zudem durch verschiedenste Akteure (Staat, Energieagenturen, Energieunternehmen, NGOs, etc.) weitere Informationsbereitstellung erfolgen (in Form von Kampagnen, Broschüren, Internetportalen u.ä.), um das Wissen über Einsparmöglichkeiten und deren wirtschaftliche Vorteile bei den relevanten Marktakteuren zu erhöhen und diese damit zu motivieren, konkrete Maßnahmen durchzuführen.

4.5 Gesamtpaket einer nationalen Stromeffizienzpolitik

Abschließend stellt Tabelle 4-1 einen Überblick über das mögliche Gesamtpaket einer nationalen Stromeffizienzpolitik dar.

Politiksteuerung				
Zielsetzungen für Stromeffizienzpolitik formulieren und politisch verabschieden				
Politikpaket verabschieden				
Monitoring und Steuerung der Stromeffizienzpolitik sowie Evaluation der Instrumente				
Umsetzung und Weiterentwicklung EU-Richtlinien Gebäudeeffizienz, EuP/Labeling und EEE/EDL unterstützen				
Querschnittsinstrumente				
Institutionen	Energieeffizienzfonds und/oder Energiesparverpflichtung der Energiewirtschaft			
	Nationale Energieagentur			
	Unterstützung regionaler Energieagenturen			
	Energieeffizienz-Marketing			
	Kontinuierliches Energiepreissignal			
	Impulsprogramm Fortbildung (vgl. „RAVEL“, Kap. 4.1)			
Zielgruppenspezifische Instrumente				
Hauptzielgruppe	Multiplikatoren (Planer, Handel, Handwerk, Energieunternehmen, Hersteller, Berater, EDL-Anbieter etc.)	Private Haushalte	Gewerbe/ Handel/ Dienstleistung/ Industrie	Öffentliche Einrichtungen (Bund, Land, Kommune)
	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) optimieren	Informativere Stromrechnung	Energieberatungs- und Coachingförderung	Optimierung und Harmonisierung der Beschaffung
	Veränderte Netzpreisregulierung für Energieunternehmen	Aktive Strom-effizienzberatung (v.a. für einkommensschwache Haushalte)	Betriebliche Investitions-Förderprogramme	Energiemanagement einrichten / stärken
Technikbezogene Instrumentenpakete				
Hauptanwendungssektor	Private Haushalte	Gewerbe/Handel/ Dienstleistung/ Industrie	Öffentliche Einrichtungen (Bund, Land, Kommune)	
Querschnittstechniken	Beleuchtung			
	Kühlgeräte / Weiße Ware			
	Bürogeräte			
	Heizungsumwälzpumpen und hydraulischer Abgleich			
	Umstellung elektrischer Direkt- oder Speicherheizung und Warmwasserbereitung auf erneuerbare Energien, Fernwärme, Erdgas oder Wärmepumpen			
	Leerlaufverluste			
Spezifische Techniken		Klima und Lüftung	Klima und Lüftung	
	Unterhaltungselektronik			
		Motoren, Pumpen, Kompressoren, gewerbliche Kälte		
		Elektro-Prozesswärme		

Tabelle 4-1: nationales Gesamtpaket Stromeffizienzpolitik

5 Überblick über implementierte österreichische Energieeffizienzpolitiken für strombasierte Energiedienstleistungen

Das Ziel dieses Berichts ist eine Vorstellung der Stromeffizienzpolitiken in Österreich – sowohl der historisch bzw. aktuell implementierten Politiken, als auch der geplanten Maßnahmen bis 2020. Das Dokument baut auf den Analysen zu Task 4.1. (Übersicht über international praktisch implementierte Instrumente sowie Empfehlungen zum Instrumentenmix, Wuppertal Report) und Task 4.2 (Bewertung des Instrumentenmixes basierend auf Task 4.2; Suna et al. 2011) auf. Gemeinsam mit den zwei genannten Berichten soll eine abschließende Bewertung bzw. Empfehlung für die Anwendbarkeit in Österreich erfolgen.

Die Übersicht implementierter Politiken sowie zukünftig geplanter Maßnahmen basiert auf Jellinek (2009)²⁰ und BMfLuFUuW und BMfWfJ (2010)²¹.

5.1 Implementierte Energieeffizienzpolitiken im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen und Ziele

Die Palette der österreichischen Politiken im Effizienzbereich umfasst regulatorische Maßnahmen (z.B. Standards, Steuern), Forschung und Entwicklung, Förderung der Marktdurchdringung, Informationsprogramme und Subventionen für die Installation von energiesparenden Maßnahmen. Die Programme unterscheiden sich durch die Implementierung auf der staatlichen, regionalen (Länder) bzw. Unternehmensebene. Im Rahmen der Richtlinie 2006/32/EC über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen soll Österreich bis 2016 seinen Endenergieverbrauch um 9% senken (indikatives Richtziel, im Vergleich zum Durchschnittsverbrauch der Jahre 2001 bis 2005). Im Rahmen der Energiestrategie 2020 soll der Endenergieverbrauch im Jahr 2020 das Niveau des Jahres 2005 (1100 PJ) erreichen (Jellinek 2009).

Abbildung 5-1 zeigt die Entwicklung des Stromendenergieverbrauchs für die einzelnen Sektoren sowie die technologische Aufschlüsselung. In den letzten zehn Jahren verzeichneten die privaten Haushalte und die Sachgüterproduktion die größten Wachstumsraten. Die stärkere Verbreitung von Standmotoren zeichnet hauptsächlich für diese Entwicklung verantwortlich. In diesen Sektoren bzw. Hauptanwendungen ist daher die Implementierung effektiver Effizienzpolitiken von höchster Bedeutung.

²⁰ Jellinek, R., 2009. Energy Efficiency Policies and Measures in Austria. Austrian Energy Agency, Vienna.

²¹ BMLFUW und BMWFJ, 2010. EnergieStrategie Österreich, Wien.

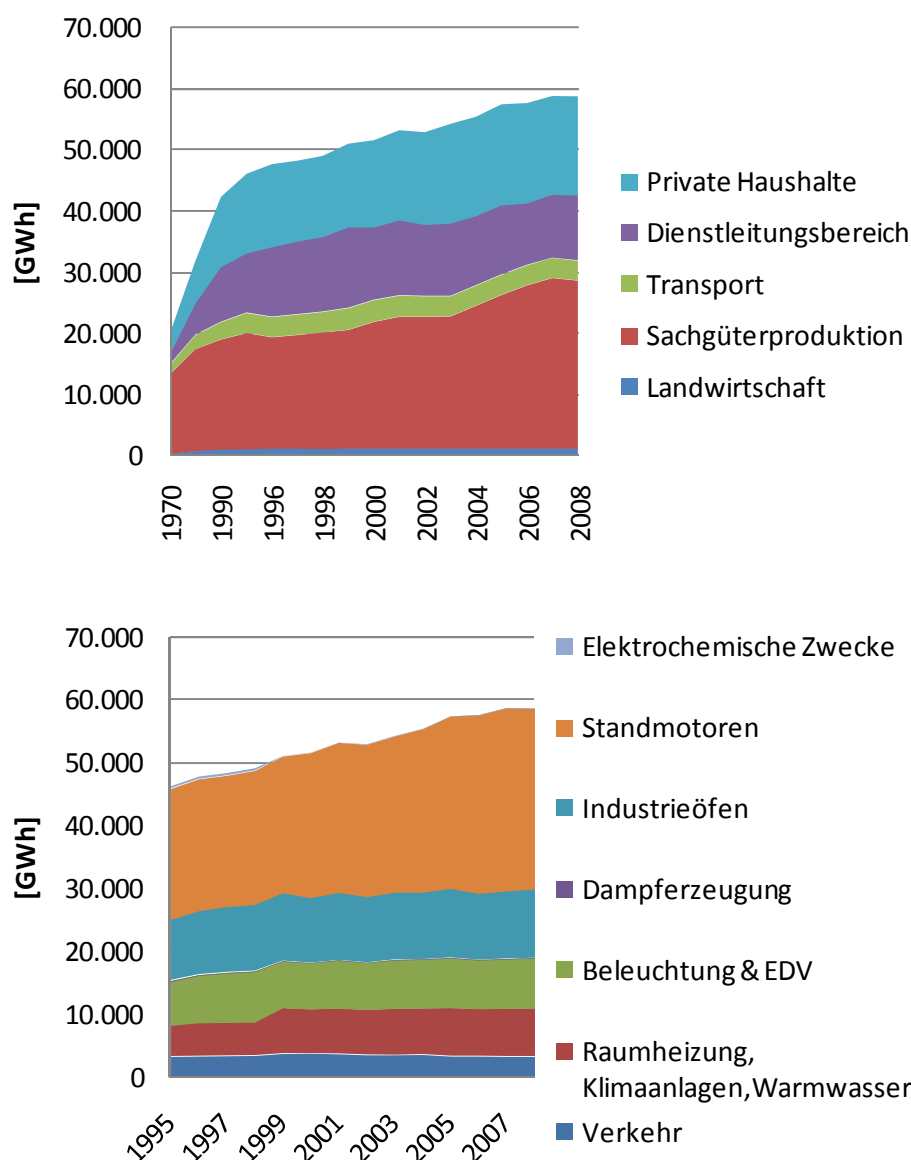


Abbildung 5-1: Entwicklung des sektoralen Stromverbrauchs von 1970 bis 2008 (oben) sowie entsprechende Hauptanwendungskategorien (unten). Quelle: Statistik Austria (2010)

Ausgewählte Politikmaßnahmen im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen umfassen freiwillige Vereinbarungen der Industrie und KMUs im Rahmen des klima:aktiv Programms, Förderungen zur Beschaffung effizienter elektrischer Geräte für Haushalte (und des öffentlichen Sektors – Novelle des Bundesvergabegesetzes), öffentliche Forschungsbudgets für Energieeffizienz, Strom- und Umsatzsteuer (mit Deckelung für Unternehmen), sowie Informationskampagnen für Haushalte (Jellinek 2009), unter anderem im Rahmen von ersten Durchführungsverordnungen zur EU ErP-Richtlinie (Ökodesign-Richtlinie).

Tabelle 5-1 zeigt die implementierten Politiken und Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienz.

Tabelle 5-2 fasst die Politiken im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen zusammen.

Tabelle 5-1: Politiken und Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienz in Österreich im Jahr 2007.
Rot umrandete Zeilen stellen Maßnahmen im Bereich strombasierter Anwendungen dar. Quelle: Jellinek (2009)

Sector	Code	Title	Status	Type	Starting Year	Ending Year	Somequantitative Impact
Households	AU1	Domestic appliances labelling	Ongoing	Legislative/Informative	1994		Medium
Households	AU4	Personal Income Tax-Deduction for Energy Saving Investments	Ongoing	Fiscal/Tariffs	1999		Medium
Households	AU5	Minimum thermal standards for buildings	Ongoing	Legislative/Normative			High
Households	AU6	Heating system design standards, maximum exhaust gas losses	Ongoing	Legislative/Normative	1999		High
Households	AU7	Housing support scheme – refurbishment of buildings	Ongoing	Financial	1999		High
Households	AU8	Heating cost settlement for common thermal facilities	Ongoing	Legislative/Normative	1992		Medium
Households	AU9	Comparison Table and Information Service for Efficient Electric Domestic Appliances	Ongoing	Information/Education	2001		Low
Households	AU10	Grants for renewable energy (thermal solar, heat pumps, biomass heating, ...)	Ongoing	Financial	1992		High
Households	AU11	Compulsory district heating connection in Styria	Ongoing	Legislative/Normative	1995		Low
Households	AU12	Energy Taxes	Ongoing	Cross-cutting with sector-specific characteristics	1995		Medium
Households	AU13	Housing support scheme – new buildings	Ongoing	Financial	1999		High
Households	AU14	Chimney sweepers as climate ambassadors	Ongoing	Information/Education	2005		Low
Households	AU17	Top products – Platform for energy-efficient appliances	Ongoing	Information/Education	2005		Low
Households	AU18	Klima aktiv haus – new standards for efficient new houses	Ongoing	Information/Education	2005		High
Households	AU19	“Wohnmodern” – support for building developers in the extensive renovation of large apartment buildings	Ongoing	Information/Education	2006		Medium
Households	AU21	Energy Certificates for Buildings (Energieausweis für Gebäude)	Ongoing	Legislative/Informative	2008		High
Transport	AU1	Annual Technical Inspection of Cars	Ongoing	Legislative/Normative	1997		Low
Transport	AU4	Toll on Motorways and Expressways (Road Pricing and Toll by Vignette [Sticker]and	Ongoing	Financial	1997		Low
Transport	AU9	Consumer information on fuel consumption of passenger cars	Ongoing	Legislative/Informative	2001		Low
Transport	AU10	Car-Sharing Programme and Evaluation	Ongoing	Social/Planning/Organisational	1992		Low
Transport	AU12	Waste oil recycled to biodiesel	Ongoing	Co-operative Measures	1999		Low
Transport	AU13	Vienna City bikes	Ongoing	Information/Education/Training	AU12		Low
Transport	AU16	Mobility management in public administration	Ongoing	Co-operative Measures , Information/Education/Training , Infrastructure, Social/Planning/Organisational	2006		Low
Transport	AU19	Mobility management in tourism and leisure time traffic	Ongoing	Co-operative Measures , Information/Education/Training , Infrastructure, Social/Planning/Organisational	2006		Low
Transport	AU20	Mobility management for builders, real estate developers and investors	Completed	Information/Education/Training , Infrastructure, Social/Planning/Organisational	2007		Low
Transport	AU23	Subsidies for natural gas vehicles	Ongoing	Financial			Low
Transport	AU24	Subsidy for the scrapping of old cars	Ongoing	Financial	2009	2009	Low
Industry	AU1	Branch Concepts for Industry and Trade	Ongoing	Information/Education/Training	1994		Low
Industry	AU3	Cleaner Production Programme ECO-PROFIT	Ongoing	Information/Education/Training	1991		Medium
Industry	AU4	Energy Research Society of the Austrian Utilities (Energieforschungsgemeinschaft, EFG)	Ongoing	Financial	1991		Medium
Industry	AU6	“Environmental Support” managed on behalf of the Austrian Ministry of the Environment	Ongoing	Financial	1990		High
Industry	AU7	Austrian J/CDM Programme	Ongoing	New Market-based Instruments	2003		High
Industry	AU8	Emission Trading scheme	Ongoing	New Market-based Instruments	2005		High
Industry	AU9	Energy efficient companies	Ongoing	Information/Education/Training	2005		Medium
Tertiary	AU3	Calculation method for Public Buildings and Governmental Offices	Ongoing	Legislative/Informative	1982		Medium
Tertiary	AU4	Tax on Electricity, Natural Gas and Heating Oil	Ongoing	Cross-cutting with sector-specific characteristics	1995		Medium
Tertiary	AU5	Austrian Climate-Competition for Communes and Cities	Completed	Information/Education/Training	1996	2002	Low
Tertiary	AU6	Special Energy commissioners of the Federal Government	Ongoing	Information/Education/Training	1979		High
Tertiary	AU7	Building shell insulation	Ongoing	Legislative/Normative	1995		High
Tertiary	AU8	Heating system design standards, maximum exhaust gas losses	Ongoing	Legislative/Normative	1982		High
Tertiary	AU9	Heating cost and sanitary hot water cost settlement for collective heating equipment	Ongoing	Information/Education/Training	1992		Medium
Tertiary	AU11	Comprehensive Municipal Climate Protection Guide	Completed	Information/Education/Training	1994	1995	Low
Tertiary	AU12	Bundesgebäude Contracting – Energy saving programme for federal buildings	Ongoing	Co-operative Measures	2001		High
Tertiary	AU13	Municipal Energy Concept of Austrian Cities (KEK)	Ongoing	Co-operative Measures	1996		Low
Tertiary	AU15	The Austrian Green-Light Programme	Ongoing	Co-operative Measures	2004		Medium
Tertiary	AU16	Austrian Climate-Competition for Communes and Cities	Completed	Information/Education/Training	1996	2002	Low
Tertiary	AU18	ecofacility – renovation of private service buildings	Ongoing	Co-operative Measures	2004		Medium
Tertiary	AU21	Heat pumps programme	Ongoing	Information/Education/Training	2005		Low
Tertiary	AU23	“solarwarme” – solar energy for water and space heating	Ongoing	Information/Education/Training	2004		Medium
Tertiary	AU24	Klima aktiv programme biogas	Ongoing	Information/Education/Training	2005		Medium
Tertiary	AU25	Klima aktiv programme “holzwärme” – increasing the share of biomass heating	Ongoing	Information/Education/Training	2005		Medium
Tertiary	AU27	Energy efficient appliances for companies	Ongoing	Information/Education/Training	2006		Low
Cross-cutting	AU2	“Klima aktiv” National programme for climate protection	Ongoing	Cross-cutting with sector-specific characteristics / Climate Change / Renewable Programmes	2005		High
Cross-cutting	AU3	Agreement between Federal and provincial government concerning energy conservation	Ongoing	Legislative/Normative Measures	dfl		Medium
Cross-cutting	AU4	Austrian Climate Strategy	Ongoing	General Energy Efficiency / Climate Change / Renewable Programmes	2002		High

Tabelle 5-2: Politiken und Maßnahmen im Bereich der strombasierten Energieeffizienz in Österreich.
Quelle: Jellinek (2009), IEA (2010)

Sector	Title	Type	Starting year	Semiquantitative impact
Cross cutting	Federal Environment Fund	Education and outreach/financial/policy process/Rd&D	2001	
Cross cutting	Austrian Climate Strategy	General energy efficiency/climate change/renewable	2002	High
Cross cutting	klima:aktiv Programme	Education and outreach/Incentives/Subsidies	2004	
Cross cutting	Climate and Energy Fund	RD&D	2007	
Cross cutting	Energy Efficiency Action Plan	Policy process	2007	
Households	Domestic appliance labelling	Legislative/informative	1994	Medium
Households	Energy taxes	Cross-cutting with sector specific characteristics	1996	Medium
Households	Comparison table and information service for efficient electric domestic appliances	Information/education	2001	Low
Households	Top products – Platform for energy efficient appliances	Information/education	2005	Low
Households	Quick-Check Online Household Energy Efficiency Calculator	Education and outreach	2006	
Industry	Energy Research Society of the Austrian utilities	Financial	1991	Medium
Industry	Energy efficient companies	Information/education/training	2005	Medium
Tertiary	Tax on electricity, natural gas and heating oil	Cross-cutting with sector specific characteristics	1995	Medium
Tertiary	The Austrian Green-Light Programme	Co-operative measures	2004	Medium
Tertiary	Energy efficient appliances for companies	Information/education/training	2006	Low

5.2 Geplante Maßnahmen und Energieeffizienzpolitiken im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen und Ziele im Rahmen der EnergieStrategie 2020

Das zentrale Ziel der österreichischen Energiestrategie ist die Stabilisierung des Endenergieverbrauchs bis 2020 auf dem Niveau von 2005 (1100PJ). Ab 2010 beginnen die Konzeption und Verhandlungen entsprechender Maßnahmen. Im Rahmen der Energiestrategie diskutierte mögliche Maßnahmen für strombasierte Energiedienstleistungen werden im Folgenden kurz vorgestellt und zusammengefasst.

5.2.1 Übergreifende Maßnahmen:

Im Rahmen eines **Energieeffizienzpaketes** sollen ordnungsrechtliche Maßnahmen gesetzt werden. Ein Monitoring-Prozess soll die Umsetzung begleiten und somit den Erfolg der Instrumente unterstützen.

- Mögliche Verpflichtung der Energiehändler bzw. der Verteilnetzbetreiber zur Einsparung bei ihren Kunden, wobei zunächst freiwillige Vereinbarungen geprüft werden sollen.
- Verpflichtung zur Vorbildfunktion der öffentlichen Hand
- Energiemanagementsysteme

- Energieberatung als Voraussetzung für Förderungen

Eine **ökologische Steuerreform** soll positive volkswirtschaftliche Effekte zeitigen (Rückverteilung über Entlastung des Faktors Arbeit).

- Steigerung der Energieeffizienz durch steuerliche Anreize
- Einnahmen aus der Versteigerung von Emissionszertifikaten

Initiativen für **Forschung, Technologie und Innovation** sollen eine Prioritätensetzung für den Einsatz öffentlicher Forschungsmittel ermöglichen.

- Effizienzsteigerung im Bereich des Verbrauches von elektrischer Energie
- IKT-Anwendungen zur besseren Steuerung und Regelung von Energiesystemen
- Green ICT
- Motoren
- Beleuchtung
- Smart Metering

Durch **Bewusstseinsbildung, Bildung und Aufbau von Humankapital** soll das Bewusstsein und entsprechendes Handeln für effiziente Energienutzung gefördert werden (Informationskampagnen, Lehrpläne, Berufs-Ausbildung).

Produktion und Dienstleistungen in Industrie und Gewerbe und Kleinverbrauch:

Für Industrie- und Gewerbekunden sollen durch **Energiemanagementsysteme und Energiebeauftragte** die Kenntnis über Einsparungspotenziale verbessert werden. **Ausschreibungen der öffentlichen Hand** sollten das Total Cost of Ownership Prinzip beinhalten. **Freiwillige Verpflichtungen**, **ordnungsrechtliche** und **steuerliche Maßnahmen** und fokussierte **Anreizsysteme** sollten die Basis der Instrumente bilden.

Im Haushaltsbereich soll der Schwerpunkt auf den **Stromverbrauch von Haushaltsgeräten** sowie die **Beleuchtung** gelegt werden. Relevante Instrumente dafür sind **Bewusstseinsbildung** und **Anreizsysteme**, wodurch der natürliche Austausch gesteigert werden soll..

5.3 Vergleich der implementierten bzw. geplanten Instrumente zur Steigerung der Energieeffizienz im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen im Vergleich zu empfohlenen Instrumentenpaketen

Thomas et al. (2010) betonen, dass bestehende Hemmnisse zur Hebung von Energieeffizienzpotenzialen nur durch einen gezielten und breiten Instrumentenmix überwunden werden können. Die **Internalisierung externer Kosten** stellt dabei eine Grundvoraussetzung dar. Zu einer weiteren Realisierung des Potenzials können **Standards**, die die ineffizientesten Technologien vom Markt drängen, beitragen. Um die Durchdringung der effizientesten Geräte am Markt zu erreichen müssen wiederum **Förderungen** vorhanden sein sowie die **Standards dynamisch** angepasst werden. All dies muss durch bewusstseinsbildende **Informationsoffensiven** und die **Vorbildfunktion der öffentlichen Hand** begleitet werden. Zusätzlich empfiehlt sich die Festlegung eines **quantitativen Zieles** (z.B. über einen Energieeffizienzfonds und/oder eine Verpflichtung der Energiewirtschaft) Wichtig ist ein **Monitoringprozess** um die Umsetzung der Instrumente überwachen und gegebenenfalls anpassen zu können. Das Politikpaket vereinbart also Information, Motivation,

ökonomische Anreize, Regulierung und Unterstützung. Wichtig ist nicht nur ein Augenmerk auf Einzelanwendungen, sondern auch auf Systemoptimierung zu legen (Thomas et al., 2010).

Vergleicht man diese Empfehlung mit den im Rahmen der österreichischen Energiestrategie 2020 geplanten Instrumenten, so zeigt sich eine gute Übereinstimmung. Eine endgültige Bewertung der zu implementierenden Instrumente kann allerdings erst in den nächsten Jahren erfolgen, da die Konzeption der Politikinstrumente und die zugehörigen Verhandlungen im Rahmen des Strategieprozesses erst jetzt begonnen haben.

6 Analyse des Strombedarfs der Anwendungstechnologien nach Sektoren und Energiedienstleistungen in Österreich

6.1 Strombedarf der Haushalte

In Österreich wurden im Jahr 2005 knapp 56,5 TWh Strom benötigt. Die privaten Haushalte sind mit ca. 26% vom Gesamtstrombedarf der zweitwichtigste Verbraucher (vgl. Abbildung 6-1).

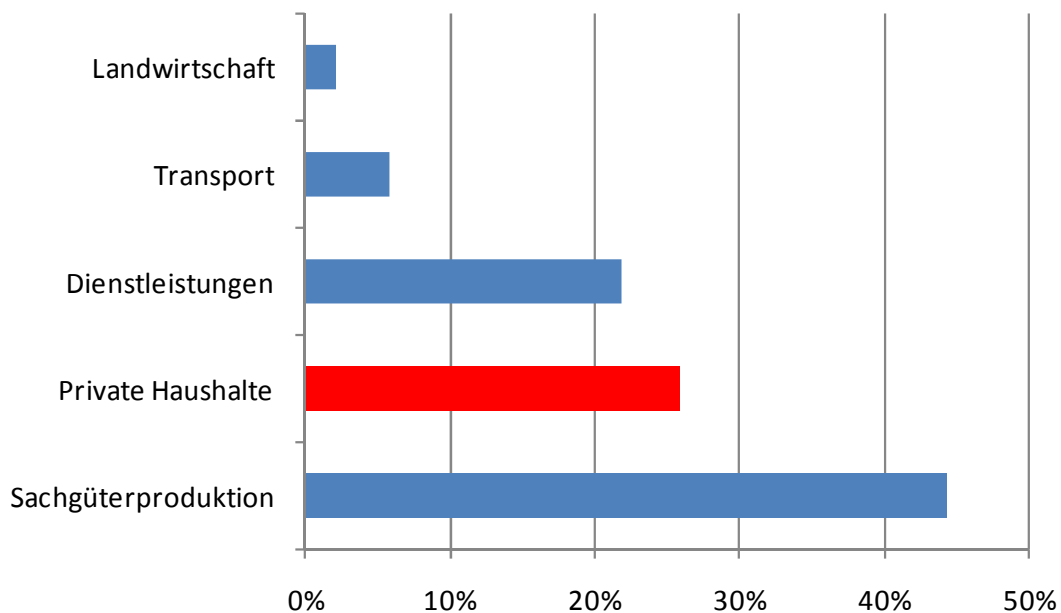


Abbildung 6-1: Verteilung des Strombedarfs auf die Verbrauchssektoren in Österreich im Jahr 2005.
Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria (2008)

6.1.1 Aufschlüsselung des Stromeinsatzes in den Haushalten

Um die Energieeffizienz- und Einsparpotentiale im Bereich der Haushalte zu erarbeiten, wird auf Basis vorhergehender Untersuchungen und Statistiken eine Aufschlüsselung des Strombedarfs in den Haushalten auf verschiedene Anwendungskategorien durchgeführt. Die wesentlichen Studien sind:

- Strom- und Gastagebuch 2008 (Statistik Austria 2009)
- ErP-Rahmenrichtlinie (2009/125/EC)
- Systematisierung der Potenziale und Optionen (Cremer et al. 2001)
- Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch (Schmid et al. 2003)
- Energieszenarien bis 2020: Wärmebedarf der Kleinverbraucher (Haas et al. 2009)
- MURE / Odyssee Datenbank
- Als Residuum wurde die Differenz gegenüber den Daten der Energiebilanz 2011 bzw. 2009 definiert.

Der gesamte Strombedarf des Sektors wird auf folgende Anwendungen aufgeteilt:

- Heizen, Umwälzpumpe, Warmwasser, Klimatisierung;

- E-Herd, Geschirrspüler, Wäschetrockner, Waschmaschine, Gefriergeräte, Kühlgeräte
- Beleuchtung, Kleingeräte, sonstige Verbraucher (Sauna, Schwimmbad, Wasserbett, Aquarium),
- IKT, Fernseher, Residuum (Differenz zwischen Top-Down und Bottom-Up Ermittlung)

6.1.2 Verteilung des Strombedarfs der Haushalte auf Anwendungen

Abbildung 6-2 zeigt die historische Entwicklung des Stromverbrauches der österreichischen Haushalte von 1990 bis 2009 aufgeschlüsselt nach den genannten Anwendungen.

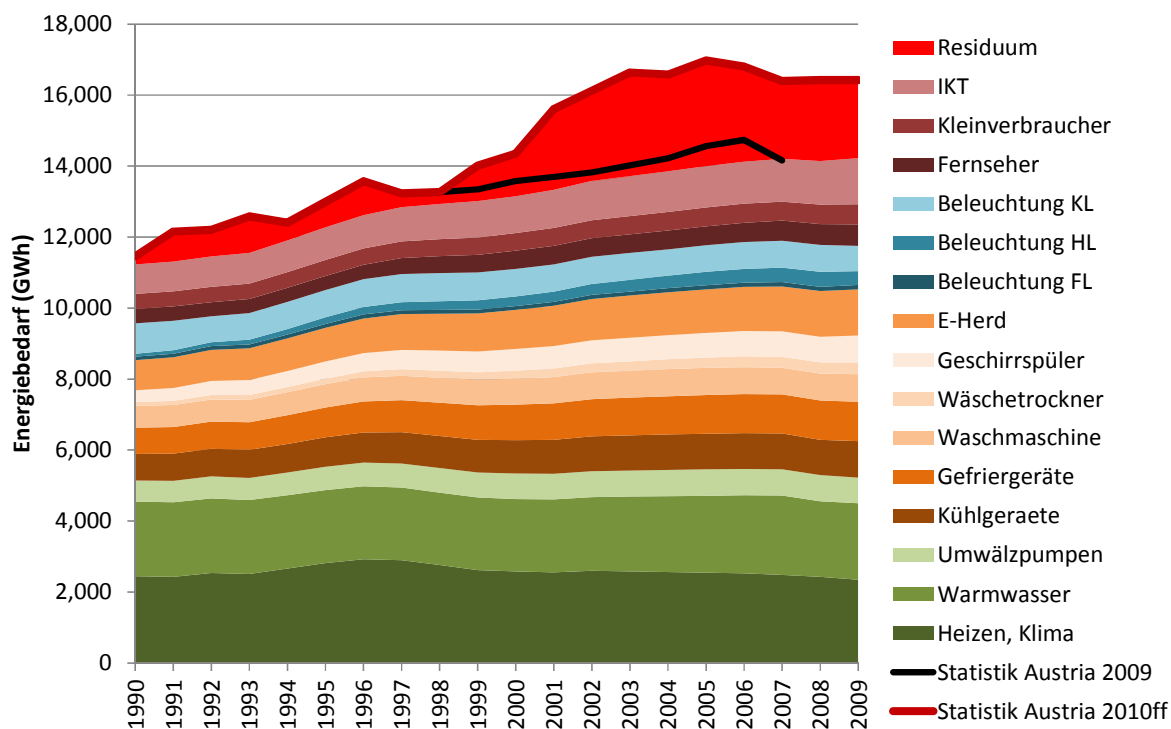


Abbildung 6-2: Entwicklung des Strombedarfs in den österreichischen Haushalten zwischen 1990 und 2007. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2009), Statistik Austria (2011), EC (2009), Cremer et al. (2001), Schmid et al. (2003), Haas et al. (2009)

Die wichtigsten Anwendungen im Jahr 2007 war Heizen und Warmwasser, die gemeinsam für ca. 27% des Stromverbrauches verantwortlich zeichneten. IKT, Beleuchtung, E-Herde sowie Kühl- und Gefriergeräte weisen jeweils einen Anteil von ca. 7% bis 9% am Stromverbrauch auf. Abbildung 6-3 zeigt die detaillierte Aufschlüsselung für das Jahr 2007.

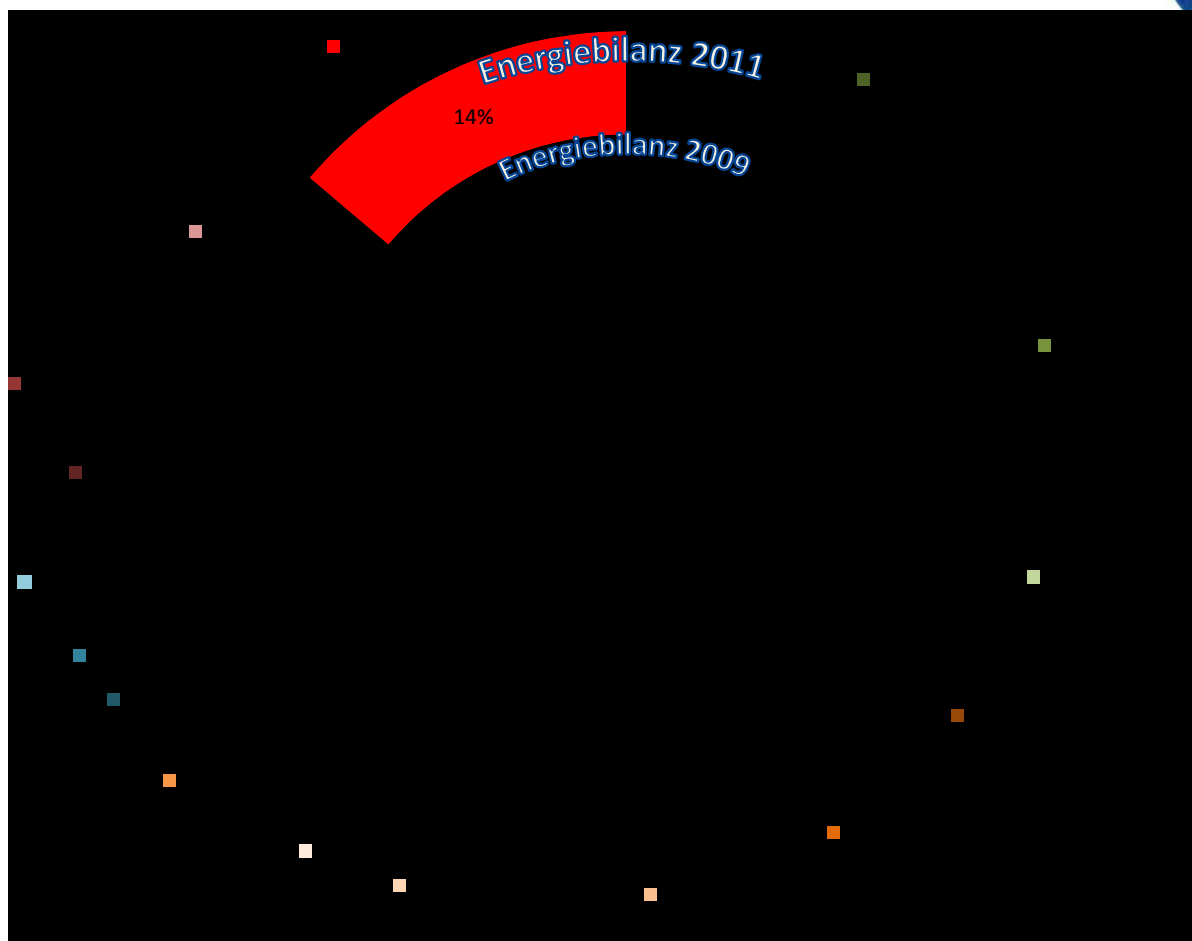


Abbildung 6-3: Verteilung des Strombedarfs auf unterschiedliche Anwendungen in den Haushalten im Jahr 2007. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2009), Statistik Austria (2011), EC (2009), Cremer et al. (2001), Schmid et al. (2003), Haas et al. (2009)

Insgesamt ist der Strombedarf in den Haushalten in den Jahren zwischen 1990 und 2009 um über 43% angestiegen. Relativ verzeichneten die Anwendungen Klimatisierung (Wachstum 600%), Wäschetrockner (180%), sowie Fernseher und Gefriergeräte (jeweils 50%) die größten Zuwächse. In absoluten Zahlen zeichneten Gefriergeräte (440 GWh), Beleuchtung und E-Herde (jeweils 400GWh), Geschirrspüler (370 GWh), IKT (320 GWh) und Kühlgeräte (280 GWh) für die größten Verbrauchszuwächse verantwortlich. Lediglich für Anwendungen zur Warmwasserbereitung und Umwälzpumpen konnten Verbrauchsrückgänge verzeichnet werden. Hinzu kommt der enorme Anstieg des residualen Stromverbrauches wie er sich aus der Energiebilanz 2011 ab dem Jahr 2000 ergibt. Dieser Zuwachs ergibt sich aus einer offensichtlichen Änderung der Stromverbrauchs-zuordnung in der nationalen Statistik im Jahre 2010 und konnte bislang noch nicht auf Basis von Verkaufszahlen elektrische Großgeräte oder anderer, thematisch ähnliche Publikationen zugeordnet werden.

6.1.3 Detaillierte Analyse innerhalb einzelner Anwendungen

- Beleuchtung: Innerhalb der Kategorie Beleuchtung wurden die Technologien Glühlampen, Leuchtstofflampen, kompakte Leuchtstofflampen (Energiesparlampen) sowie Halogenleuchtstofflampen getrennt erfasst. Abbildung 6-4 zeigt die historische Entwicklung des Stromverbrauches für diese Technologien.

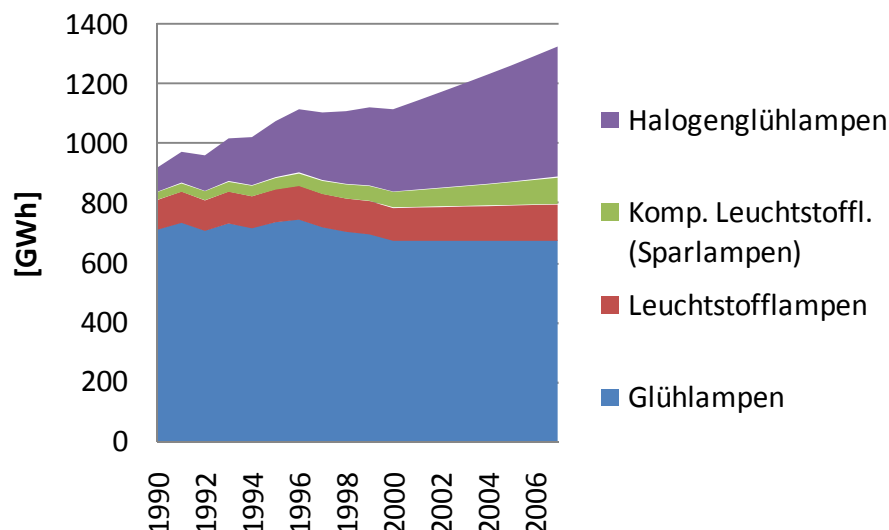


Abbildung 6-4: Aufschlüsselung der Stromverbrauchsentwicklung für die Anwendung Beleuchtung.
Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2009) und Sagbauer (2008)

- Kleingeräte: Innerhalb der Kategorie Kleingeräte wurden die Anwendungstechnologien Mikrowelle, Dunstabzug, Motoren (für Kleinstromverbraucher) sowie ein Residuum getrennt erfasst. Abbildung 6-5 zeigt die historische Entwicklung des Stromverbrauches für diese Technologien.

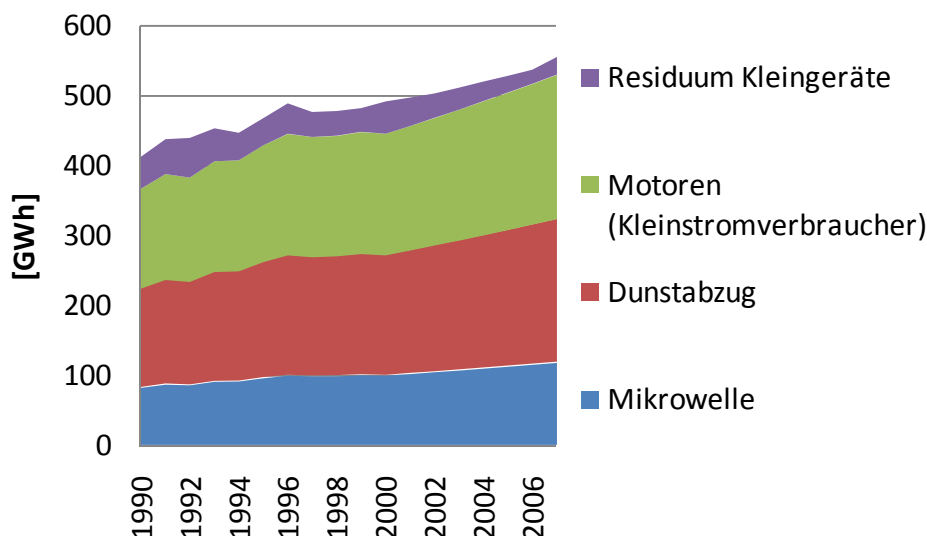


Abbildung 6-5: Aufschlüsselung der Stromverbrauchsentwicklung für die Anwendung Beleuchtung.
Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2009), Cremer et al. (2001) und Schmied et al. (2003)

- IKT: Innerhalb der Kategorie IKT wurden die Anwendungstechnologien DVD Player/Recorder, PC, Laptop, Audiosysteme, Telefonie (fest und mobil) sowie ein Residuum (SAT Komponenten, Portable Systeme, LAN, Modem, WLAN) getrennt erfasst. Abbildung 6 zeigt die historische Entwicklung des Stromverbrauches für diese Technologien.

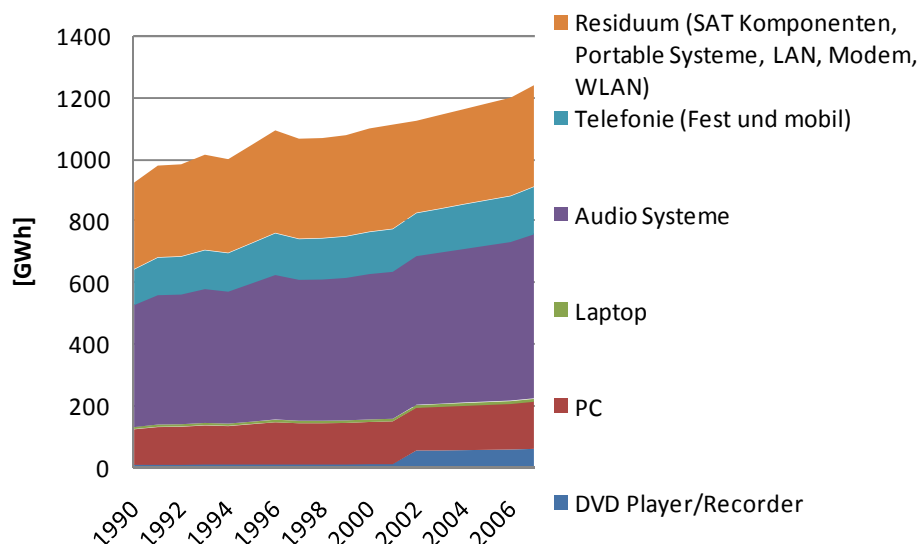


Abbildung 6-6: Aufschlüsselung der Stromverbrauchsentwicklung für IKT-Anwendungen. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2009), Cremer et al. (2001) und Schmied et al. (2003)

6.2 Strombedarf im Dienstleistungssektor in Österreich

6.2.1 Strombedarf im Dienstleistungssektor – Relevanz in Österreich

In Österreich wurden im Jahr 2005 knapp 56,5 TWh Strom benötigt. Der Dienstleistungssektor zählt mit etwa 22% vom Gesamtstrombedarf neben der Sachgüterproduktion und den privaten Haushalten zum dritten wichtigen Verbrauchssektor (vgl. Abbildung 6-7).

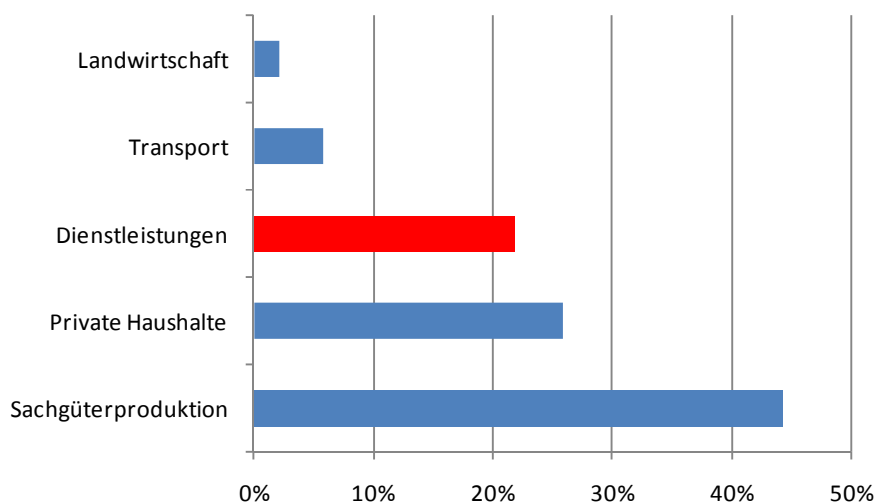


Abbildung 6-7: Verteilung des Strombedarfs auf die Verbrauchssektoren in Österreich im Jahr 2005. Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria 2008

Welche Bedeutung der Energieträger Strom im Dienstleistungssektor hat, zeigt sich, vergleicht man die Einsätze verschiedener Energieträger in diesem Sektor (vgl. Abbildung 6-8).

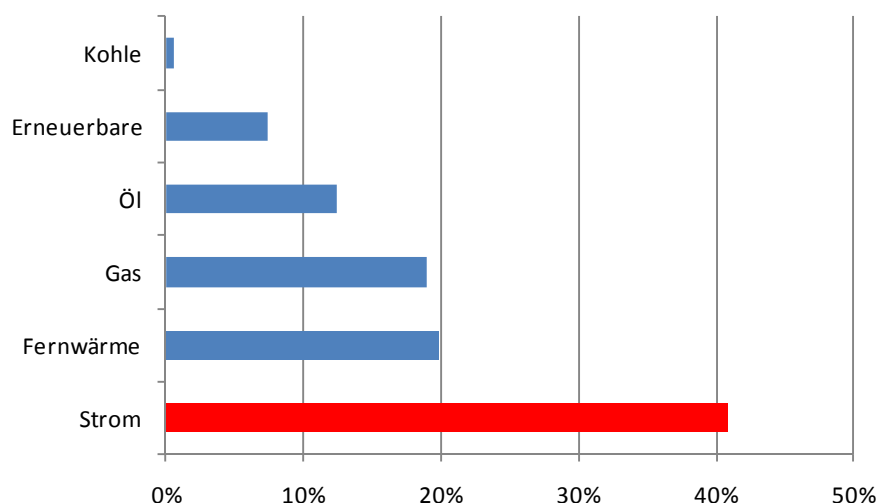


Abbildung 6-8: Anteile eingesetzter Energieträger(gruppen) am gesamten Energiebedarf des Dienstleistungssektors in Österreich 2005. Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria 2008

Elektrische Energie ist mit etwa 41% Anteil am Gesamtenergiebedarf im Dienstleistungssektor der mit Abstand wichtigste Energieträger in diesem Sektor. Fernwärme und Gas sind ebenfalls wichtige Energieträger mit Anteilen von 20 bzw. 19% am Gesamtbedarf. Der Anteil erneuerbarer Energieträger im Dienstleistungssektor betrug im Jahr 2005 gut 7%, was vor allem biogenen Brenn- und Treibstoffen sowie Umgebungswärme und Solarthermie zuzurechnen ist.

6.2.2 Aufteilung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor nach den verschiedenen Subbranchen – Bottom-up Hochrechnung

In den Jahren 2004 und 2009 wurden vom Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fh-ISI) in Karlsruhe Erhebungen zum Energiebedarf des deutschen Dienstleistungsbereichs durchgeführt. Dabei wurden spezifische Energiebedarfswerte für die einzelnen Subsektoren mit unterschiedlichen Bezugsgrößen (meist Beschäftigte) erhoben und auf den deutschlandweiten Gesamtbedarf hochgerechnet. Mit Hilfe dieser spezifischen Werte und der österreichischen Bezugsgrößen wird der österreichische Strombedarf im Dienstleistungssektor Bottom-up für die Jahre 1991 und 2001 hochgerechnet. Dabei werden die deutschen Erhebungen zu den spezifischen Energiebedarfswerten aus den Jahren 2004 und 2006 und die daraus folgenden jeweiligen Gesamtstrombedarfe mit den Werten der nationalen Statistik verglichen. Neben Erkenntnissen über diese spezifischen Bedarfswerte liefert die Untersuchung auch eine Vorstellung über die Verteilung des gesamten Strombedarfs auf die verschiedenen Subbereiche im Dienstleistungssektor.

Zum deutschen GHD²²-Bereich werden in den Studien von Fh-ISI die folgenden Wirtschaftszweige gezählt, die in Österreich nicht in den Dienstleistungssektor fallen: Baugewerbe, Herstellungsbetriebe aus dem Metall-, KFZ-, Holz- und Papier- und Druckgewerbe, das Nahrungsmittelgewerbe und die Herstellung von Bekleidung. Diese werden in der österreichischen Energiebilanz zur Sachgüterproduktion gezählt, eine Aufteilung des Energiebedarfs nach industriellem bzw. handwerklichem Gewerbe erfolgt in der nationalen Energiebilanz nicht. Die angeführten Branchen werden daher für die Hochrechnung des Stromeinsatzes im österreichischen Dienstleistungsbereich nicht berücksichtigt.

²² GHD ... Gewerbe, Handel, Dienstleistung

In den beiden Studien vom Fh-ISI wurde der GHD-Sektor in Subbereiche unterteilt, die aus Sicht einer charakteristischen Energiebedarfsstruktur sinnvoll erschienen (vgl. Schlomann et al. 2004, Schlomann et al. 2009). Für diese Bedarfsbereiche wurden spezifische Strombedarfswerte über Befragungen erhoben, wobei als Bezugsgröße in den meisten Bereichen die Anzahl der Beschäftigten herangezogen wurde. Eine Ausnahme bilden Krankenhäuser, Schulen und Flughäfen, für die die Anzahl der Planbetten, der Schüler bzw. der beförderten Personen und Fracht eine bessere Bezugsgröße darstellte. Die den österreichischen Dienstleistungssektor betreffenden Subbereiche und die in den deutschen Studien erhobenen entsprechenden spezifischen Bedarfswerte sind in Tabelle 6-1 aufgeführt.

Tabelle 6-1: Spezifischer jährlicher Strombedarf in den verschiedenen Bereichen des Dienstleistungssektors. Quelle: Schlomann et al. 2009

spezifischer jährlicher Strombedarf [kWh/Bezugseinheit]	Bezugsjahr		Bezugseinheit
	2004	2006	
Büroähnliche Betriebe	2.566	2.419	Anzahl Beschäftigte
Einzelhandel	6.572	4.958	Anzahl Beschäftigte
Grosshandel	4.942	6.070	Anzahl Beschäftigte
Krankenhäuser	7.051	10.278	Anzahl Planbetten
Schulen	226	264	Anzahl Schüler
Beherbergungsgewerbe	7.791	8.072	Anzahl Beschäftigte
Gaststättengewerbe	7.512	6.277	Anzahl Beschäftigte
Org. ohne Erwerbszweck & Heime	2.773	2.373	Anzahl Beschäftigte
Wäschereien	8.878	9.064	Anzahl Beschäftigte
Entsorgung	7.315	7.859	Anzahl Beschäftigte
Flughäfen	7	7	Anz. Personen/100 kg Fracht
Spedit., Lagerei, etc.	925	844	Anzahl Beschäftigte

Für eine Hochrechnung des Strombedarfs im österreichischen Dienstleistungsbereich werden neben spezifischen Bedarfswerten andererseits auch die jeweiligen nationalen Bezugsgrößen benötigt. Dabei handelt es sich wie dargestellt in erster Linie um Beschäftigtendaten in den verschiedenen Dienstleistungsbranchen. Als Quelle dient hier die Arbeitsstättenzählung von Statistik Austria aus dem Jahr 2001 (Statistik Austria 2001). Tabelle 6-2 zeigt einen Auszug aus der Arbeitsstättenzählung, in dem die Anzahl der Arbeitsstätten, die insgesamt Beschäftigten und die unselbständig Beschäftigten für NACE-2-Steller ausgewiesen sind.

Tabelle 6-2: Arbeitsstätten und Beschäftigte in den Dienstleistungsbranchen. Quelle: Statistik Austria 2001

Subbranche nach ÖNACE 1995		Arbeits- stätten	Insgesamt Beschäftigte	Unselbst- ständig Beschäftigte
50	KfzHandel	11,125	91,478	81,546
51	Handelsvermittlung u.GH (o.Handel m.Kfz)	27,736	202,688	182,134
52	EH (o.Kfz, o.Tankst.)	63,236	32,201	275,264
55	Beherbergungs u.Gaststättenwesen	50,355	224,483	168,968
60	Landverkehr	12,547	144,998	134,772
61	Schifffahrt	90	490	438
62	Flugverkehr	210	7,852	779
63	Hilfsu.Nebentät.f.d.Verkehr	4,872	43,349	41,279
64	Nachrichtenübermittlung	366	61,311	61,003
65	Kreditwesen	5,736	79,202	79,194
66	Versicherungswesen	1,676	3,095	3,095
67	Mit dem Kredit u.Vers.w.verbund.Tätigk.	5,852	13,574	8,022
70	Realitätenwesen	6,703	32,154	27,353
71	Vermietung bewegl. Sachen o.Bed.personal	2,263	9,024	7,532
72	Datenverarbeitung und Datenbanken	10,969	4,688	36,476
73	Forschung und Entwicklung	729	8,329	7,896
74	Erbring.v.unternehmensbezogenen Dienstl.	45,363	237,103	194,825
75	Öffentl. Verwaltung, Sozialversicherung	7,204	208,808	208,808
80	Unterrichtswesen	1,498	223,624	221,326
85	Gesundheits, Veterinär u. Sozialwesen	27,531	283,627	261,578
90	Abwasseru.Abfallbeseit.u.sonst.Entsorg.	1,712	17,106	16,549
91	Interessenvertretungen, Vereine	4,923	34,169	34,169
92	Kultur, Sport und Unterhaltung	1,226	53,697	43,895
93	Erbringung v.sonstigen Dienstleistungen	13,543	5,432	4,266
	Summe Dienstleistungsbereich	307,465	2,022,482	2,101,167
	Alle Sektoren in AT	396,268	3,420,788	3,111,743
	Anteil Dienstleistungen	78%	59%	68%

Die Tabelle zeigt, dass mit Abstand die meisten Arbeitsstätten zum Dienstleistungsbereich zu zählen sind. Aber auch knapp 60% aller Beschäftigten in Österreich, gut zwei Millionen Menschen, arbeiten in Dienstleistungen. Wichtige Dienstleistungen bilden dabei der Handel, das Beherbergungs- und Gaststättenwesen, unternehmensbezogene Dienstleistungen sowie Verwaltung, Unterrichtswesen und das Gesundheitssystem.

Neben den Beschäftigtenzahlen für Österreich werden für die Bottom-up Hochrechnung noch weitere Daten benötigt. Die Anzahl der Schüler und Studenten ist auf der Homepage von Statistik Austria verfügbar ("STATISTIK AUSTRIA - Schüler, Studenten", 2010), zugrunde liegende Quelle ist hier die Volkszählung aus dem Jahr 2001. Die Anzahl der Krankenhausbetten in Österreich ist aus einer Studie zu Energieeffizienzoptionen für Krankenhäuser entnommen (Benke et al. 2009). Die Anzahl der Flugpassagiere und Mengen jährlich transportierter Flugfracht wurden vom österreichischen Luftfahrtmagazin veröffentlicht ("Zahl der Flugpassagiere in Österreich 2008 gestiegen | Austrian Wings", 2011). Die in den deutschen Studien für Bäder gewählte Bezugsgröße ist die beheizte Wasserfläche. Da es dafür in Österreich keine Zahlen gibt, wird angenommen, dass der Anteil des Stromeinsatzes in Bädern am gesamten Stromeinsatz im Dienstleistungsbereich der gleiche ist, wie in Deutschland.

Die verfügbaren Beschäftigtenzahlen erlauben eine Hochrechnung des Strombedarfs im Bereich Dienstleistungen für das Jahr 2001. Zu Vergleichszwecken soll auch der Strombedarf für das Jahr 1991 hochgerechnet werden. Dafür werden die entsprechenden Beschäftigtenzahlen benötigt, für die

es allerdings keine Erhebungen gibt. Aus diesem Grund wurden über die Entwicklung der Wirtschaftsleistung der entsprechenden Subbranchen im Zeitraum zwischen 1991 und 2001 die Beschäftigten zurückgerechnet. Auch für die spezifischen Bedarfswerte gilt, dass für das Jahr 1991 keine erhobenen Daten existieren. Für die Hochrechnung des Jahres 1991 werden daher die gleichen spezifischen Strombedarfswerte herangezogen, wie für das Jahr 2001. Einzig in der Anwendungskategorie Kommunikation wurde angenommen, dass der Bedarf im entsprechenden Zeitraum um knapp 50% gestiegen ist. Abbildung 6-9 zeigt die Ergebnisse der Bottom-up Hochrechnung des Strombedarfs im Dienstleistungsbereich.

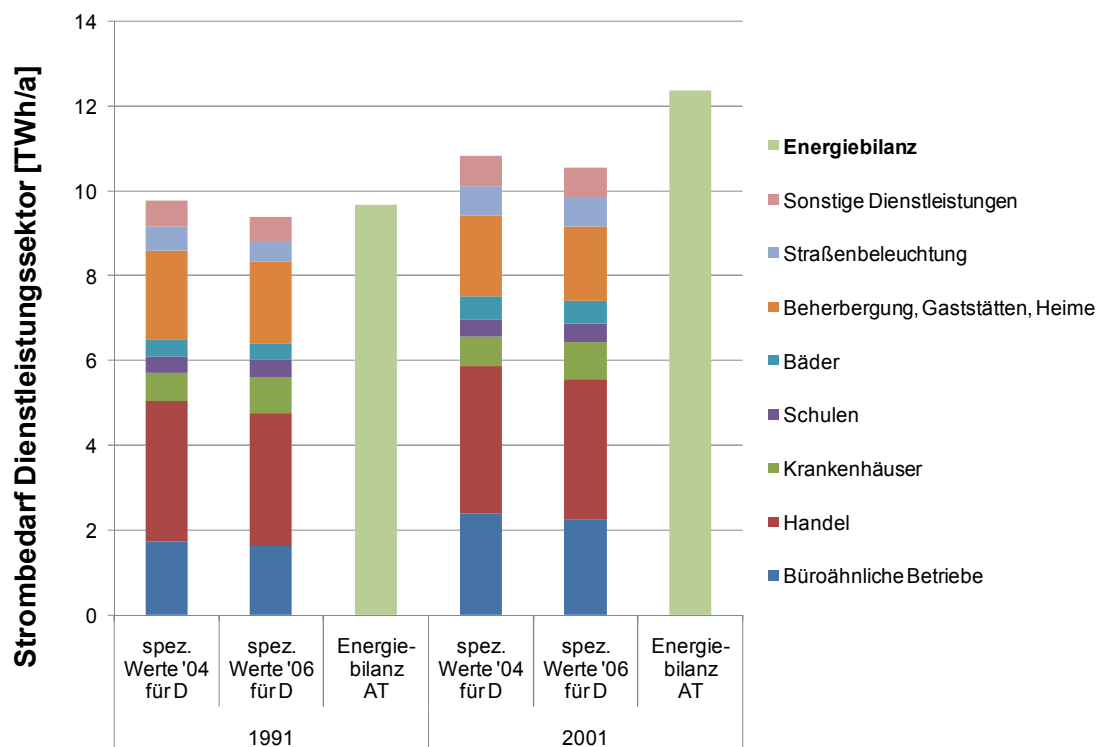


Abbildung 6-9: Vergleich der Bottom-up Berechnungen des Strombedarfs im Dienstleistungssektor mit der nationalen Energiebilanz. Quelle: eigene Berechnungen v.a. auf Basis Schlomann et al. 2009 und Statistik Austria 2001

In Abbildung 6-9 ist zu erkennen, dass die Bottom-up Hochrechnung für das Jahr 1991 eine bessere Übereinstimmung mit der nationalen Energiebilanz bringt, als für das Jahr 2001. Dies erscheint verwunderlich, da einerseits die Bezugsdaten fast vollständig für das Jahr 2001 vorliegen, während sie für 1991 nur abgeschätzt wurden. Auch wurden die spezifischen Bedarfswerte in den Jahren 2004 bzw. 2006 erhoben, was eine höhere Aktualität der Daten für das Jahr 2001 bescheinigt. Dem gegenüber steht eine hohe Unsicherheit der Daten aus der nationalen Energiebilanz, da es sich hierbei um eine Restgröße der Hochrechnung der anderen Energiebedarfssektoren handelt (siehe nächster Unterpunkt).

Die folgende Abbildung 6-10 zeigt die Aufteilung des Stromeinsatzes im österreichischen Dienstleistungssektor, die sich aus der Bottom-up-Hochrechnung ergibt, in Form eines Tortendiagrammes.

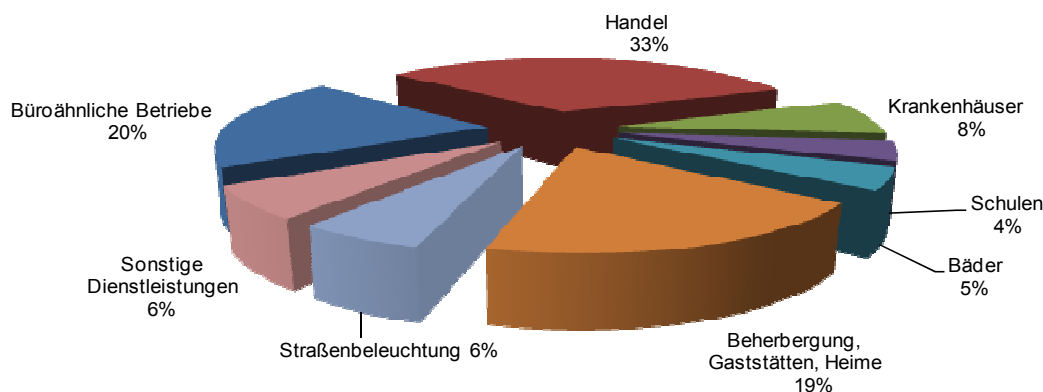


Abbildung 6-10: Verteilung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor auf die relevanten Dienstleistungen. Quelle: eigene Berechnungen

Der meiste Strom wird mit Abstand im Bereich Handel benötigt, knapp 33% des gesamten Stromes werden dort eingesetzt. Büroähnliche Betriebe und das Beherbergungsgewerbe bilden ebenfalls wichtige Bedarfsbereiche mit jeweils circa einem Fünftel des gesamten Bedarfs. Aber auch Krankenhäuser und die Straßenbeleuchtung zeichnen sich immerhin für etwa 8% bzw. 6% des gesamten Stromeinsatzes im Dienstleistungsbereich verantwortlich.

6.2.3 Aufteilung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor nach Nutzenergiekategorien – Vergleich der Ergebnisse unterschiedlicher Studien

Betrachtet man historische Entwicklungen statistischer Daten zum Energiebedarf des Dienstleistungssektors in Österreich, so zeigen sich starke Schwankungen sowohl den Gesamtbedarf betreffend, als auch die einzelnen Energieträger (vgl. Statistik Austria 2008). Der Grund dafür ist, dass der Dienstleistungsbereich in der nationalen Energiebilanz eine Restgröße darstellt, die sich nach Hochrechnung des Bedarfs der anderen Sektoren ergibt. Dies kann dadurch erklärt werden, dass bis heute kaum statistische Erhebungen zur Energiebedarfsstruktur des österreichischen Dienstleistungssektors durchgeführt wurden. Auch zeichnet sich der Dienstleistungsbereich durch eine Vielzahl verschiedener Tätigkeiten mit einhergehender großer Heterogenität in den entsprechenden Energiebedarfsstrukturen aus. Dieser Umstand erschwert die Erhebung brauchbarer und extrapolierbarer Daten.

Wie beschrieben ist die nationale Energiestatistik im Dienstleistungsbereich generell mit Unsicherheiten behaftet, und hier vor allem die Aufteilung des Gesamtbedarfs auf die unterschiedlichen Nutzenergieformen, da es sich auch hier um Restwerte handelt. Für eine Zuordnung des gesamten Stromeinsatzes zu den verschiedenen Nutzenergiekategorien (NEK) werden Daten verschiedener deutscher Studien, die jeweils auf Österreich umgerechnet wurden, mit Daten der nationalen Statistik (Nutzenergieanalyse) verglichen. Die realistisch erscheinenden Verteilungen werden gemittelt und dienen als Basis für die weitere Aufteilung des Stromeinsatzes auf verschiedene Technologien.

Daten für diesen Vergleich liefern einerseits die Studien des deutschen Fh-ISI aus den Jahren 2004 und 2009, die auch für die Bottom-up-Hochrechnung herangezogen wurden und in denen auch Daten über die Verteilung des Energieträgereinsatzes auf die verschiedenen Nutzformen erhoben wurden. Andererseits werden Erkenntnisse einer Studie des Wuppertals Instituts aus dem Jahr 2006 verwendet, die eine Aufteilung des deutschen Energiebedarfs in allen Sektoren auf die unterschiedlichen Nutzenergieformen erarbeiteten. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, dass die aus Wuppertal stammende Studie (Barthel et al. 2006) mit der deutschen Energiebilanz abgestimmt ist, die beiden Bottom-up-Hochrechnungen aus Karlsruhe hingegen nicht.

In den beiden Studien zum Energieeinsatz im deutschen GHD-Bereich des Fh-ISI wurden neben den spezifischen Strom- und Brennstoffbedarfswerten auch die Verteilungen der Energieträgereinsätze auf die unterschiedlichen Nutzformen für die verschiedenen Branchen und Subbranchen erhoben. Diese Verteilungen auf die Nutzkategorien unterscheiden sich zwischen den beiden zeitlich auseinander liegenden Studien. Für die hier durchgeführten Untersuchungen zum österreichischen Dienstleistungssektor wurden die Ergebnisse aus der vorangegangenen Bottom-up-Berechnung über die Branchen mit den beiden unterschiedlichen Verteilungen verschnitten und miteinander verglichen (vgl. Abbildung 6-11:).

In der Studie des deutschen Wuppertal-Institutes zum Energieeinsatz und möglicher Effizienzoptionen wird die Verteilung des Energieträgereinsatzes über unterschiedliche Quellen ermittelt und mit der deutschen Energiebilanz abgestimmt (Barthel et al., 2006). Das Ergebnis ist eine Verteilung des Stromeinsatzes im GHD-Bereich auf die verschiedenen Nutzenergiearten. Für eine Umrechnung auf Österreich ist es erforderlich, die Sektoren, die in den deutschen GHD-Bereich fallen, nicht jedoch in den österreichischen Dienstleistungsbereich, aus dem Ergebnis heraus zu rechnen. Dabei handelt es sich wie schon erwähnt um das Baugewerbe, Herstellungsbetriebe aus dem Metall-, KFZ-, Holz- und Papier- und Druckgewerbe, das Nahrungsmittelgewerbe und die Herstellung von Bekleidung. Für die Subtraktion der entsprechenden Energiebedarfe werden die spezifischen Bedarfsaufteilungen nach Subbranchen aus den Erhebungen des Fh-ISI verwendet.

Um die Ergebnisse der Umrechnungen der deutschen Studien auf die österreichische Situation mit der nationalen Nutzenergieanalyse zu vergleichen, werden die in den deutschen Studien gewählten detaillierteren Nutzenergieaufteilungen zu den in der österreichischen Statistik relevanten Kategorien zusammengefasst. Abbildung 6-11 zeigt die Ergebnisse der Berechnungen sowie die Aufteilung aus der nationalen Nutzenergieanalyse.

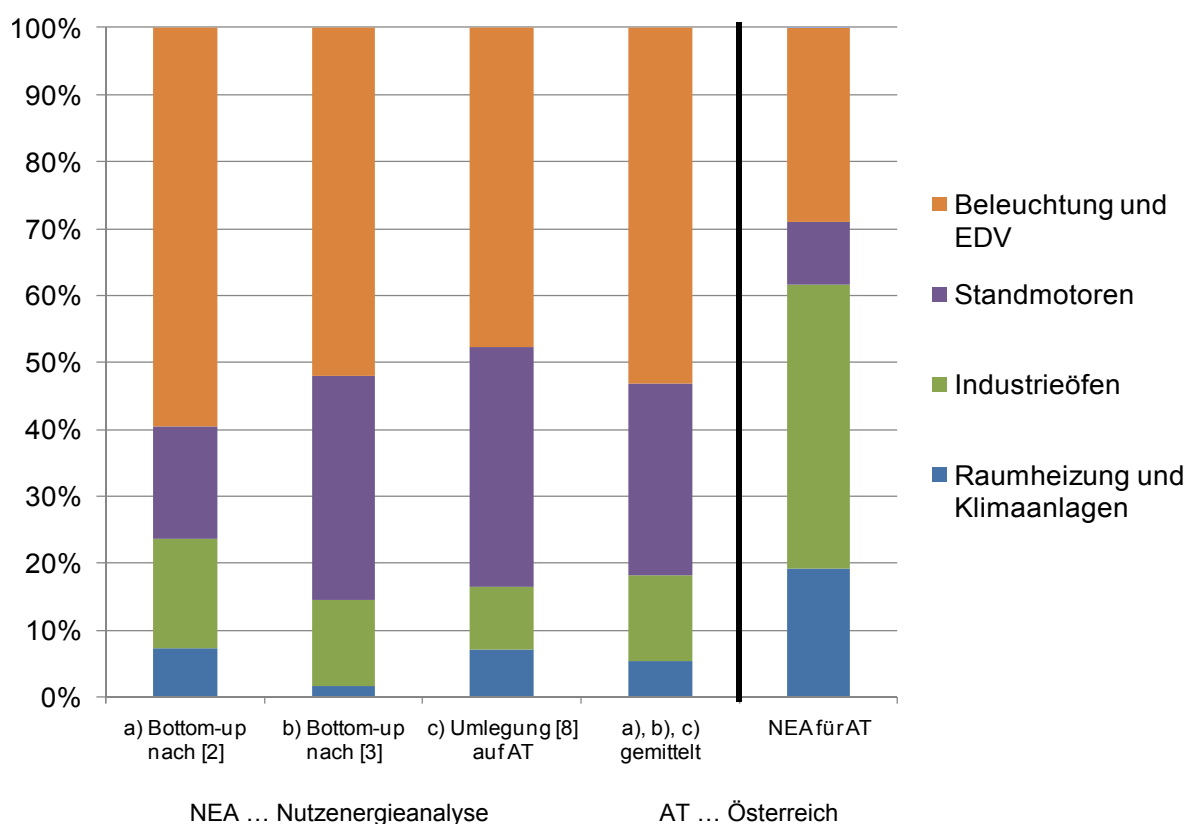


Abbildung 6-11: Verteilung des Stromeinsatzes im Dienstleistungssektor auf die relevanten Nutzenergiekategorien, Vergleich verschiedener Ansätze und Quellen. Quelle: eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria 2008, Schlomann et al. 2004, Schlomann et al. 2009 und Barthel et al., 2006

In der Abbildung ist zu erkennen, dass sich die Umlegungen der verschiedenen deutschen Erhebungen auf den österreichischen Dienstleistungsbereich deutlich von der nationalen Statistik unterscheiden. Gleichzeitig sind die Ergebnisse der Umrechnungen der unterschiedlichen Erhebungen relativ ähnlich, was deren Glaubwürdigkeit unterstreicht. Für die weitere Aufteilung des Stromeinsatzes im Dienstleistungsbereich werden daher die Ergebnisse der umgelegten Erhebungen gemittelt.

Über die Hälfte des Stromes im Dienstleistungssektor wird für Beleuchtung und EDV aufgewendet. Hierfür sind vor allem die großen Anteile der büroähnlichen Betriebe und des Handels am gesamten Stromeinsatz in diesem Sektor ausschlaggebend, sowie die nicht zu unterschätzenden Strommengen zur Straßenbeleuchtung. Die zweite wichtige Nutzenergiekategorie im Bereich der Dienstleistungen sind Standmotoren, eingesetzt v.a. in Beherbergungsbetrieben, Bädern, Krankenhäusern und im Handel. Etwa 20% des Stromes werden in Industrieöfen bzw. zur Raumklimatisierung eingesetzt.

6.2.4 Verteilung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor auf Anwendungen und Technologien

Anhand der Studien von Fh-ISI und vom Wuppertal-Institut kann der Stromeinsatz auf die folgenden Nutzenergiekategorien aufgeteilt werden: Beleuchtung, Kraft, Prozesswärme, Prozesskälte, Klimakälte, Kommunikation und Raumheizung. Die vom Fh-ISI durchgeführten Erhebungen (v.a. (Schloman et al. 2009) ermöglichen in manchen Bereichen eine weitere Aufteilung der Nutzenergiekategorien auf verschiedene Technologiegruppen. Zur weitergehenden Aufteilung des Stromeinsatzes für Kommunikation sowie für Motoren werden zusätzliche Quellen eingesetzt.

Die bisherigen Untersuchungen haben schon gezeigt, dass Beleuchtung ein wichtiger Einsatzbereich von Strom im Dienstleistungssektor ist. In den Erhebungen des Fh-ISI aus dem Jahr 2009 (Schloman et al. 2009) wurden die Anteile verschiedener Lampentypen in den unterschiedlichen Branchen des GHD-Bereiches erhoben. Unter Zuhilfenahme dieser Daten werden die Anteile von Leuchtstoff-, Halogen- und Glühlampen in Österreich abgeschätzt, der Anteil der Straßenbeleuchtung wurde bereits in der Bottom-up-Hochrechnung erarbeitet. In der gleichen Studie finden sich auch Daten zu den Anteilen der Warmwasserbereitstellung am Stromeinsatz im Prozesswärmebereich. Diese Daten sind notwendig, da in der Studie der Stromeinsatz für Warmwasser der Prozesswärme zugerechnet wird.

Eine detaillierte Untersuchung des Einsatzes verschiedener Gerätetypen und -qualitäten in der Informations- und Kommunikationstechnik, geleitet ebenfalls vom deutschen Fh-ISI, wurde 2003 veröffentlicht (Cremer et al. 2003). Mit Hilfe der darin enthaltenen Daten wird der Strombedarf für Kommunikation auf Monitore, Desk Top PCs, Laptops, Server und sonstige EDV aufgeteilt. Den Einsatz von Motoren im Dienstleistungssektor sowie in verschiedenen Industriebranchen untersuchte eine europaweite Studie aus dem Jahr 2000 (De Almeida et al. 2000). In der Studie wurde mittels Erhebungen aus Deutschland der Einsatz von Motoren für unterschiedliche Anwendungen im Dienstleistungssektor erarbeitet. Dabei erfolgte eine Unterscheidung von Motoren für folgende Anwendungen: Kühlgeräte, Klimatisierung, Ventilatoren, Pumpen, Förderbänder sowie sonstige Motoren. Die den hier durchgeführten Berechnungen zugrunde liegende Kategorisierung nach Nutzungen entsprechend der Studien von Fh-ISI und Wuppertal-Institut unterscheidet den Einsatz von Motoren in den folgenden Bereichen: Kraft, Klimakälte und Prozesskälte. Der Bereich Kraft wird mittels (De Almeida et al. 2000) weiter aufgeteilt, die Differenzen bei Klima- und Prozesskälte zwischen den unterschiedlichen Quellen werden als Residuum mitgeführt. Abbildung 6-12 zeigt das Ergebnis der Untersuchung als Tortendiagramm.

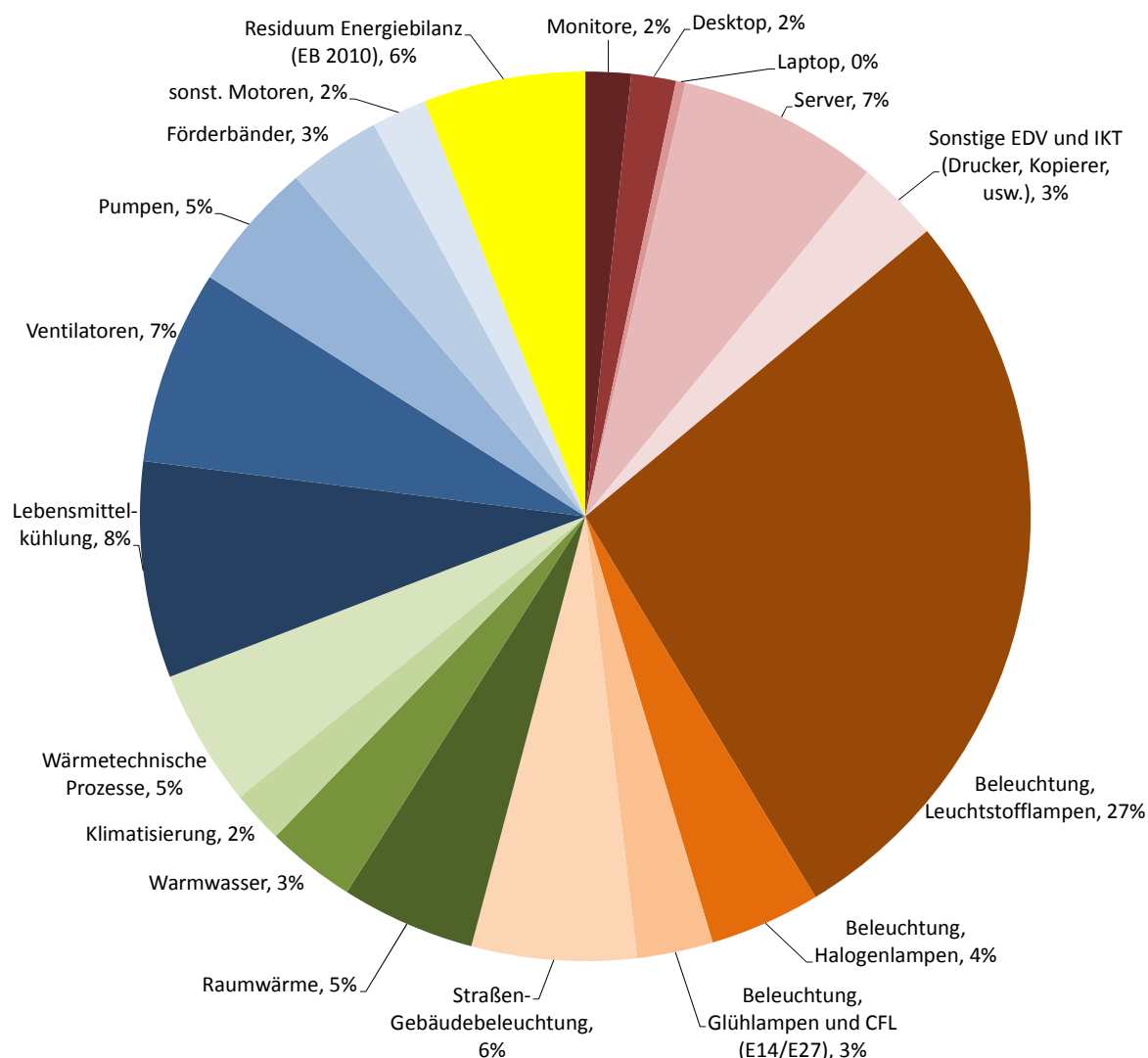


Abbildung 6-12: Aufteilung des Stromeinsatzes im Sektor Dienstleistungen auf Nutzenergieformen und Technologien. Quelle: eigene Berechnungen

In der Abbildung sind die wichtigsten strombetriebenen Technologien im Dienstleistungssektor in Österreich zu erkennen. Herausstechend ist der Anteil der Leuchtstofflampen am gesamten Bedarf, entsprechend höher am Stromeinsatz rein für Beleuchtungszwecke. Weitere nennenswerte Strommengen werden derzeit für die Lebensmittelskühlung, für Ventilatoren, für Server sowie für die Straßenbeleuchtung eingesetzt.

6.2.5 Entwicklung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor (Zeitreihe)

Die zeitliche Entwicklung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor in Österreich wird in der nationalen Energiebilanz festgehalten. Um eine Zeitreihe des Stromeinsatzes für die zuvor dargestellte Anwendungen zu erhalten, werden die gesamten branchenspezifischen Stromeinsätze auf die entsprechenden Verbraucher in den zuvor dargelegten Verhältnissen aufgeteilt. Aus Mangel an entsprechenden Daten werden die Aufteilungsverhältnisse zeitlich nicht exogen variiert. Eine gewisse Variation kommt dadurch zustande, dass einerseits im Modell die Außerbetriebnahmen von Geräten auf Basis der Gerätelebensdauern erfolgen. Andererseits entwickelt sich die Neuinstallation von Geräten entsprechend der Entwicklung der Wertschöpfung des Sektors (Abbildung 6-13).

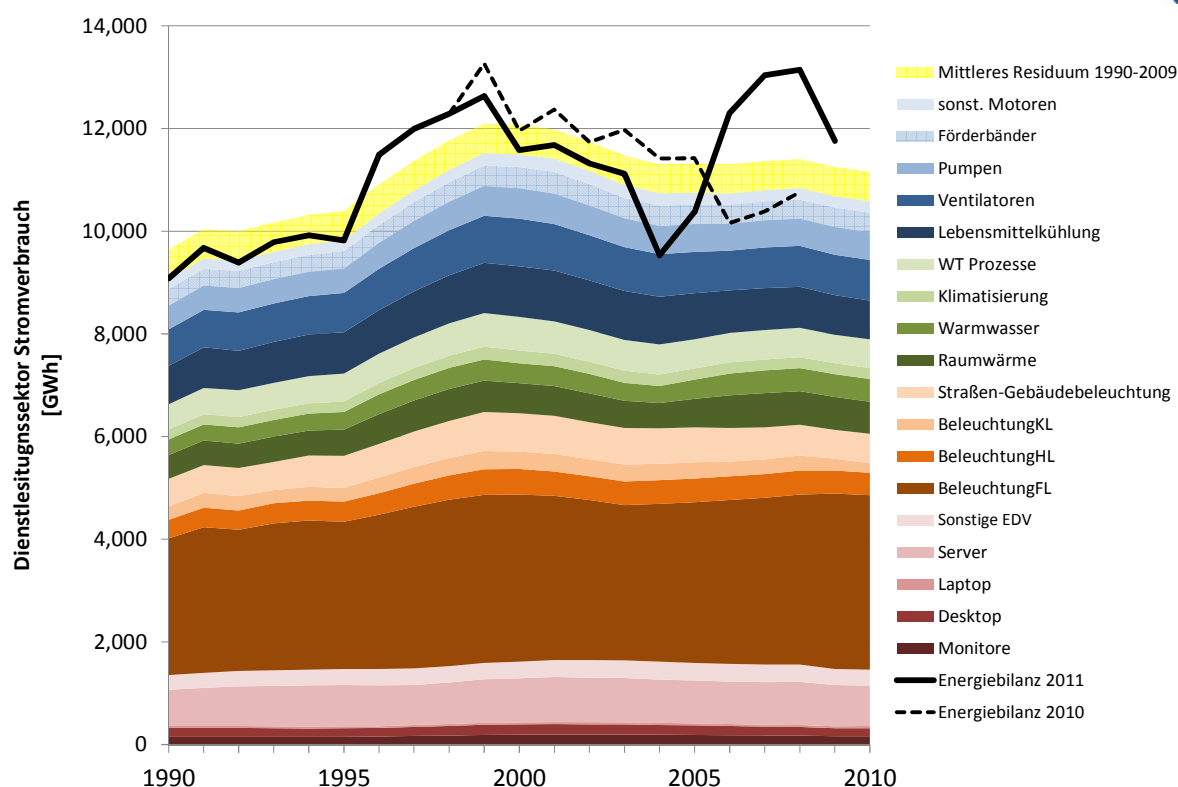


Abbildung 6-13: Entwicklung des Stromeinsatzes im Dienstleistungsbereich zwischen 1990 und 2008.
Quelle: eigene Darstellung

Den Angaben der nationalen Statistik zufolge ist der Strombedarf des Dienstleistungsbereiches in den Jahren zwischen 1990 und 2008 um rund 20% gestiegen.

6.3 Strombedarf der Sachgüterproduktion in Österreich, derzeit/historisch

6.3.1 Strombedarf der Industrie – Relevanz in Österreich

In Österreich wurden im Jahr 2005 knapp 56,5 TWh Strom benötigt. Die Industrie ist mit etwa 44% vom Gesamtstrombedarf mit Abstand der wichtigste Verbraucher (vgl. Abbildung 6-14).

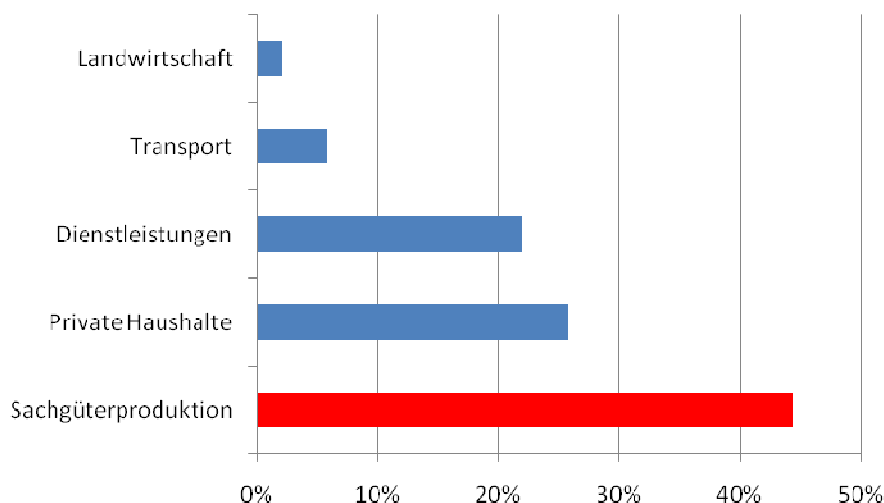


Abbildung 6-14: Verteilung des Strombedarfs auf die Verbrauchssektoren in Österreich im Jahr 2005.
Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria, 2008

Welche Bedeutung der Energieträger Strom im produzierenden Bereich hat, zeigt sich, vergleicht man die Einsätze verschiedener Energieträger in diesem Sektor (vgl. Abbildung 6-15).

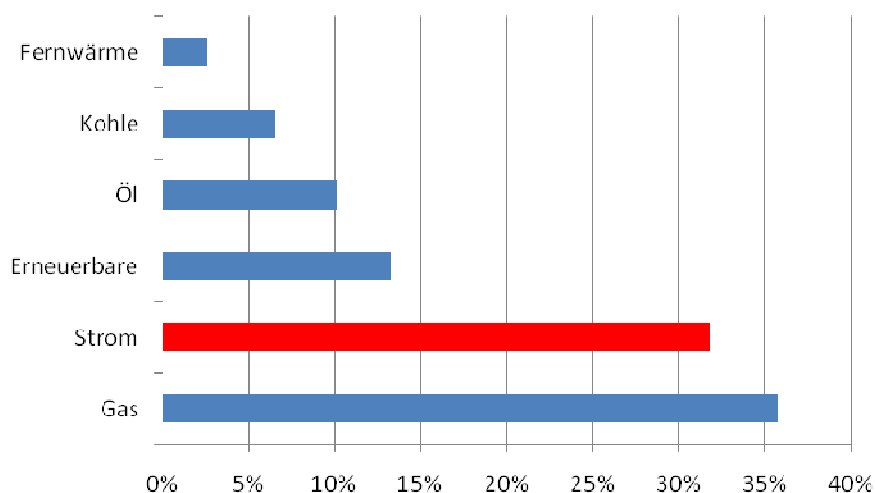


Abbildung 6-15: Anteile eingesetzter Energieträger(gruppen) am gesamten Energiebedarf der Sachgüterproduktion in Österreich 2005. Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria, 2008

Elektrische Energie ist mit etwa 32% Anteil am Gesamtenergiebedarf der Sachgüterproduktion der zweitwichtigste Energieträger in diesem Sektor. Nur Erdgas ist mit einem Anteil von über 35% noch wichtiger. Dahinter folgen erneuerbare Energieträger, allen voran biogene Brenn- und Treibstoffe zur Dampferzeugung in der Papierherstellung und Holzverarbeitung (vgl. Statistik Austria, 2008).

6.3.2 Aufschlüsselung des Stromeinsatzes in der Sachgüterproduktion

Um die Energieeffizienz- und Einsparpotentiale im Bereich der Sachgüterproduktion zu erarbeiten, wird auf Basis zweier vorhergehender Untersuchungen eine Aufschlüsselung des Strombedarfs in der Industrie auf verschiedene Anwendungskategorien durchgeführt. In einem ersten Schritt wird für das Jahr 2005 die Nutzenergieanalyse der Statistik Austria (Statistik Austria 2008) herangezogen, um den gesamten Strombedarf des Sektors auf folgende Anwendungen aufzuteilen: Prozesswärme (aufgeschlüsselt nach Industrieöfen, Trockner und Dampferzeuger), Beleuchtung/EDV und Standmotoren. Der verbleibende Anteil, der sich auf Raumheizung, Kfz und sonstige Anwendungen verteilt (knapp 6% des gesamten Strombedarfs der Industrie), wird zusammengefasst als Residuum gerechnet.

In einem weiteren Schritt wird der für Motoren eingesetzte Anteil des Strombedarfs mit Daten einer europaweiten Studie zum Einsatz von Motoren in der Industrie (De Almeida et al. 2000) auf sechs verschiedene Motorentypen aufgeteilt: Pumpen, Ventilatoren, Druckluft, Klimatisierung, Förderbänder und sonstige Motoren.

6.3.3 Harmonisierung der Branchenaufschlüsselung der verwendeten Datenquellen

In der nationalen Energiebilanz, wie auch in der österreichischen Nutzenergieanalyse, werden die Daten der für Österreich wichtigen Branchen der Sachgüterproduktion getrennt voneinander ausgewiesen. In der europaweiten Studie zum Einsatz von Motoren in der Sachgüterproduktion (De Almeida et al. 2000) werden ebenfalls repräsentative Branchen detailliert bearbeitet, alle anderen Branchen werden, wie auch in der nationalen Energiebilanz, zu einem Block „Sonstige Industrie“ zusammengefasst. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die von Statistik Austria in der nationalen Energiebilanz angewandte Brancheneinteilung detaillierter ist, als die der europaweiten Studie. Darüber hinaus werden alle in jener Studie angeführten Branchen in der nationalen Energiebilanz separat ausgewiesen. Dadurch ist es möglich, die nationalen Energiebedarfsdaten in der in jener

Studie angewandten Branchenstruktur darzustellen. Eine Zusammenführung der Daten aus den beiden Quellen (Statistik Austria 2008) und (De Almeida et al. 2000)) erfolgt unter Beachtung der nachstehend angeführten Eigenheiten:

In der europaweiten Studie zu industriellen Motoren ist die NACE²³-Abteilung für die entsprechenden Industriesektoren zwar angeführt, stimmt jedoch teilweise nicht mit der Benennung der Sektoren überein (De Almeida et al. 2000). So wird beispielsweise für den Bereich Papier und Druck (Paper, Pulp and Print) die NACE-Abteilung 21 angeführt. Diese beinhaltet aber nur den Bereich Papier- und Zellstoffherzeugung, während der Druck in die NACE-Abteilung 22 fällt. Ähnliches gilt für den Bereich Nahrungs- und Genussmittel, Tabak. Im Bereich der Eisen- und Stahlerzeugung wird in der Studie auf die NACE-Abteilung 27 verwiesen. Diese beinhaltet neben der Eisen- und Stahlerzeugung aber ebenfalls die Erzeugung von Nicht-Eisen-Metallen, die in der nationalen Energiebilanz separat ausgewiesen ist. In den genannten Fällen erfolgt eine Zusammenführung der Daten über die Benennung der verschiedenen Industriebranchen, da diese in den beiden Quellen übereinstimmt.

In den beiden Quellen unterschiedlich zugeordnet werden die Bereiche Maschinenbau und Herstellung von Metallerzeugnissen. Während in der nationalen Energiebilanz der Maschinenbau alleine angeführt wird und die Herstellung von Metallerzeugnissen unter die sonstigen Industrien fällt, werden in der europaweiten Studie zu industriellen Motoren diese beiden Bereiche gemeinsam betrachtet. Eine Zusammenführung der beiden Quellen erfolgt derart, dass die Aufschlüsselung auf die verschiedenen Motorentypen aus den gemeinsam betrachteten Bereichen in der europaweiten Studie auf den Maschinenbau in Österreich angewendet wird. Es wird davon ausgegangen, dass der daraus entstehende Fehler aufgrund der energetischen Dominanz des Maschinenbaus gegenüber der Herstellung von Metallerzeugnissen nicht relevant ist.

6.3.4 Verteilung des Strombedarfs der Industrie auf Branchen und Anwendungen

Die Energiebedarfsdaten für elektrische Energie aus der nationalen Energiebilanz im Bereich Sachgüterproduktion werden entsprechend der oben angeführten Systematik auf die in weiterer Folge betrachteten Branchen aufgeteilt. Abbildung 6-16 zeigt die Verteilung des Stromeinsatzes in der Sachgüterproduktion auf die unterschiedlichen Branchen im Jahr 2005.

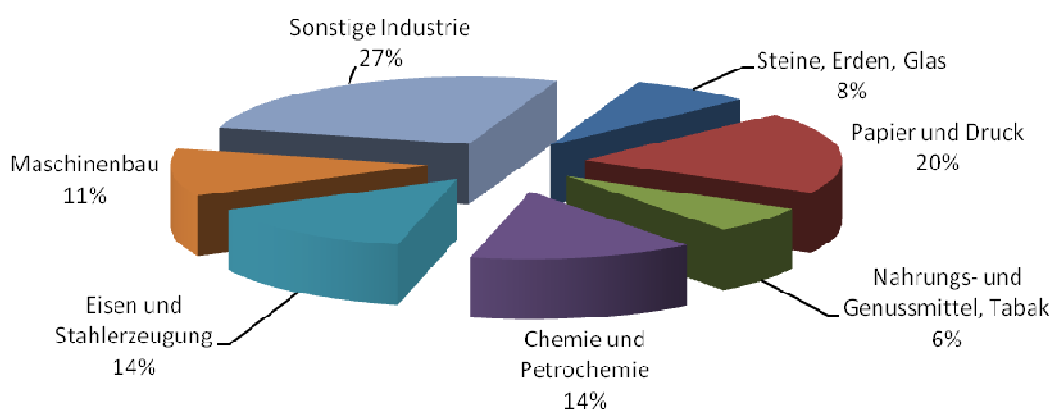


Abbildung 6-16: Anteile verschiedener Industriezweige am gesamten Strombedarf der Industrie in Österreich im Jahr 2005. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria 2008

Es ist zu erkennen, dass der größte Anteil am Strombedarf in den verschiedenen Branchen der zur sonstigen Industrie zusammengefassten Bereiche auftritt. Von Bedeutung als allein stehende

²³ Nomenclature of economic activities

Branchen sind in jedem Fall die Bereiche Papier und Druck, sowie Eisen- und Stahlerzeugung und Chemie und Petrochemie zu sehen.

Festzuhalten ist in diesem Zusammenhang, dass die Verteilungen des Stromeinsatzes auf die unterschiedlichen Branchen in Österreich und in der EU sehr ähnlich sind. Nennenswerte Unterschiede zeigen sich hier lediglich in den Branchen Papier und Druck, die in Österreich etwas stärker vertreten ist als im europaweiten Schnitt, sowie in der Chemie und Petrochemie, die europaweit leicht bedeutender ist als in Österreich (Vgl. (De Almeida et al. 2000)). Durch die angesprochene Ähnlichkeit der österreichischen und der europäischen Industrie in Bezug auf die Strombedarfsverteilung wird davon ausgegangen, dass die Ergebnisse der europaweiten Studie zu industriellen Motoren gut auf die österreichische Industrie anwendbar sind.

In einem weiteren Schritt wird nun der gesamte Strombedarf in den verschiedenen Industriezweigen auf unterschiedliche Anwendungen aufgeteilt. Dies geschieht im ersten Schritt mit Hilfe der 2005 speziell für den industriellen Bereich neu erhobenen Nutzenergieanalyse der Statistik Austria (Vgl. Statistik Austria 2009). Abbildung 6-17 zeigt in den verschiedenen Branchen die Verteilung auf die grundsätzlich zu unterscheidenden Anwendungen Motoren, Prozesswärme und Beleuchtung/EDV. Die restlichen Anwendungsbereiche sind als Residuum zusammengefasst.

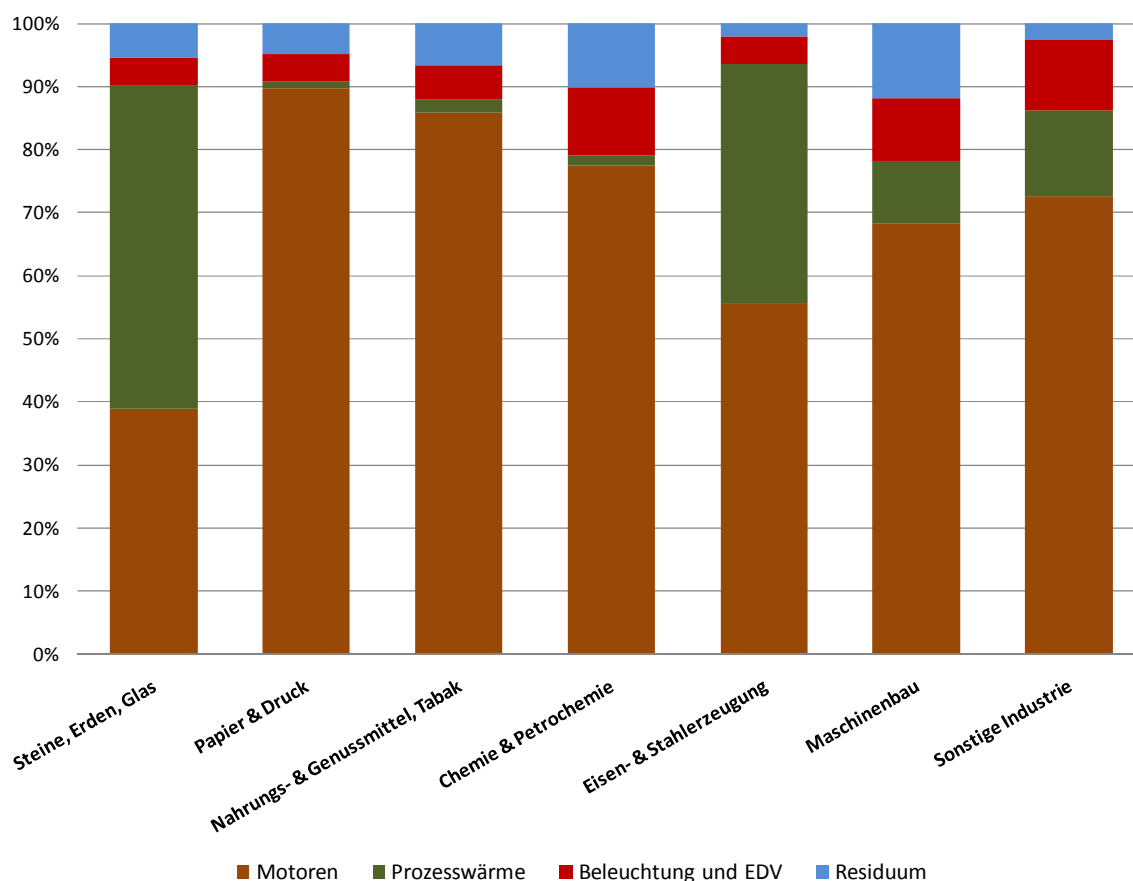


Abbildung 6-17: Bedeutung unterschiedlicher Anwendungen elektrischer Energie in verschiedenen Branchen der Sachgüterproduktion in Österreich. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria 2008

Es ist zu erkennen, dass mit Ausnahme von Steinen, Erden, Glas in allen Branchen Motoren mit über 50% Anteil die wichtigsten Stromanwendungen darstellen. Am stärksten werden Motoren im Bereich Papier und Druck eingesetzt, hier haben Motoren einen Anteil von 90% am gesamten Stromeinsatz der Branche. Elektrisch bereitgestellte Prozesswärme ist in den Bereichen Steine, Erden, Glas und in der Stahl- und Eisenerzeugung über elektrisch betriebene Schmelzöfen von Bedeutung. Der Anteil von Beleuchtung und EDV am Stromeinsatz ist in den Branchen relativ einheitlich und bewegt sich

zwischen 4 und 11%. Zu erkennen ist weiters ein relativ hohes Residuum in den Bereichen Chemie und Petrochemie und im Maschinenbau. Hierbei handelt es sich Großteils um elektrisch bereitgestelltes Warmwasser, welches in diesen beiden Branchen mit etwa 8% am gesamten Stromeinsatz relativ hoch ausfällt (Vgl. Statistik Austria 2008).

6.3.5 Detaillierte Betrachtung des Stromeinsatzes für Motoren

Im Folgenden werden die branchenspezifischen Stromeinsätze für Motoren mit Hilfe des Aufteilungsschlüssels aus der europaweiten Studie zu industriellen Motorenanwendungen (De Almeida et al. 2000) auf die folgenden sechs verschiedene Motorentypengruppen aufgeteilt: Pumpen, Ventilatoren, Druckluft, Klimatisierung, Förderbänder und sonstige Motoren.

Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang, dass sich die branchenspezifischen Anteile der für Motoren eingesetzten elektrischen Energie in den beiden in dieser Untersuchung verwendeten Quellen (Statistik Austria 2008 und De Almeida et al. 2000) außer in drei Branchen(gruppen) sehr gut decken. Große Abweichungen zeigen sich im Bereich Steine, Erden, Glas. Hier weist die europaweite Studie einen Anteil von Motorenanwendungen am gesamten Stromeinsatz von gut 90% aus, während in der österreichischen Nutzenergieanalyse ein Anteil von knapp 40% dargestellt ist. Es wird von folgendem Grund für die große Diskrepanz ausgegangen: die Daten der europaweiten Studie im Bereich Steine, Erden, Glas stammen aus einer heterogenen Mischung verschiedener Anlagen dieser Branche (vgl. De Almeida et al. 2000), die Wahrscheinlichkeit ist groß, dass sich diese Mischung deutlich von der österreichischen Branchenzusammensetzung unterscheidet. Abweichungen der Anteile an Motoren im Stromeinsatz im Bereich von etwa 10% sind in den Bereichen Papier und Druck sowie in den sonstigen Industrien zu erwähnen. Diese werden ebenfalls auf nationale Unterschiede in den angesprochenen Branchen zurückgeführt und in weiterer Folge in der Anwendung des Aufteilungsschlüssels vernachlässigt.

Die Aufteilung der für Motoren eingesetzten elektrischen Energie auf die verschiedenen Motorentypen erfolgte nach der in Tabelle 6-3 dargestellten Verteilung.

Tabelle 6-3: Verteilung des Stromeinsatzes für verschiedene Motoren in der Sachgüterproduktion.
Quelle: De Almeida et al. 2000

Angaben in %	Pumpen	Ventilatoren	Druckluft	Klimatisierung	Förderbänder	Andere
Steine, Erden, Glas	6.8	21.4	16.8	0.0	6.2	48.8
Papier & Druck	56.9	21.7	13.2	0.4	0.9	6.9
Nahrungs- & Genussmittel, Tabak	9.8	11.5	8.7	30.3	0.0	39.7
Chemie & Petrochemie	26.4	10.6	28.1	5.7	2.6	26.6
Eisen- & Stahlerzeugung	8.5	15.0	14.1	0.0	5.3	57.1
Maschinenbau	1.4	18.3	17.2	0.0	0.0	63.1
Sonstige Industrie	27.5	16.8	16.7	4.5	2.0	32.4

Die folgende Abbildung 6-18 zeigt die Verteilung des gesamten Stromeinsatzes in den Branchen der Sachgüterproduktion auf die verschiedenen Anwendungen in der in dieser Untersuchung angewendeten Detailtiefe.

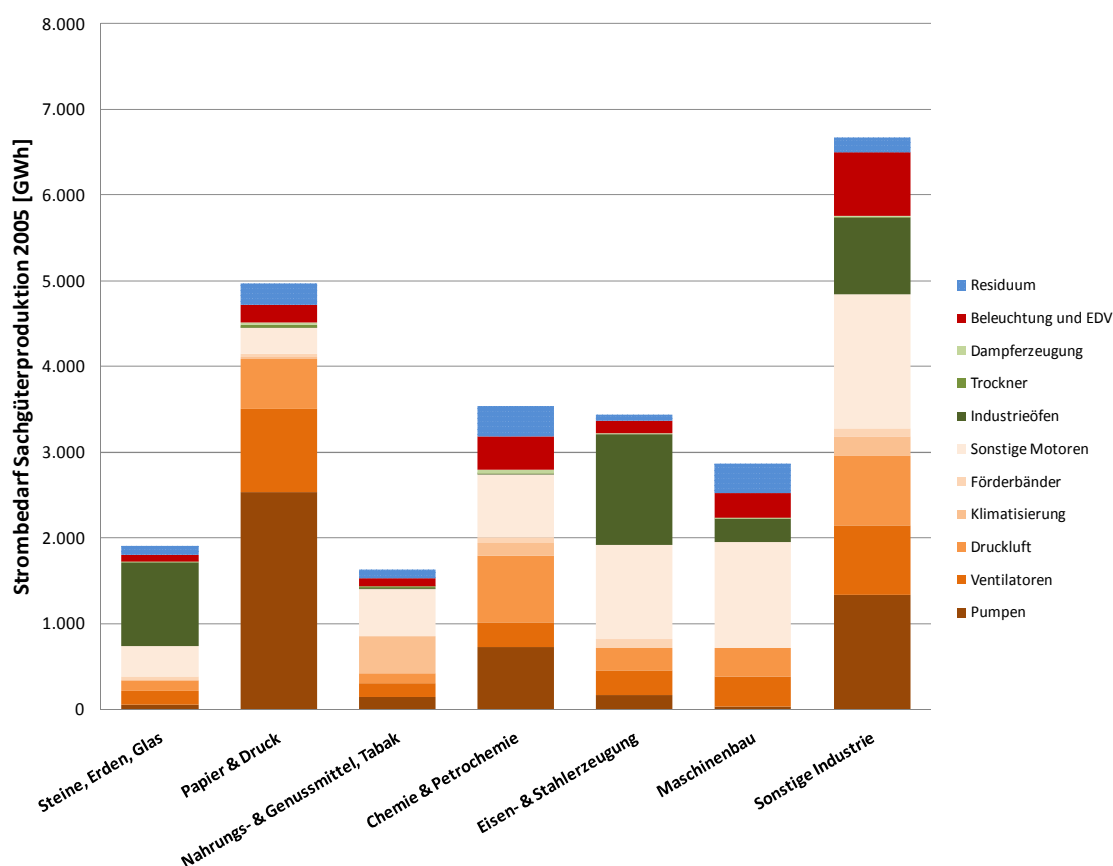


Abbildung 6-18: Verteilung des Strombedarfs auf unterschiedliche Anwendungen in den Branchen der Sachgüterproduktion im Jahr 2005. Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistik Austria 2008 und De Almeida et al. 2000

Zu erkennen ist, wie schon in Abbildung 6-17, die Dominanz von Motoren im Bereich der industriellen Stromanwendungen. Die Bedeutung der verschiedenen Motoren unterscheidet sich dabei deutlich in den verschiedenen Branchen. Im Bereich Papier und Druck beispielsweise dominieren Pumpen und Ventilatoren, während in der Nahrungsmittelbranche Motoren zur Klimatisierung eine große Rolle spielen. Erkennbar ist weiters, dass im Bereich der elektrischen Prozesswärmebereitstellung lediglich strombetriebene Öfen von Bedeutung sind, Trockner und Dampferzeuger spielen eine untergeordnete Rolle.

6.3.6 Entwicklung des Strombedarfs in der Sachgüterproduktion (Zeitreihe)

Die zeitliche Entwicklung des industriellen Strombedarfs in Österreich wird in der nationalen Energiebilanz festgehalten. Um eine Zeitreihe des Stromeinsatzes für die zuvor dargestellte Anwendungen zu erhalten, werden die gesamten branchenspezifischen Stromeinsätze auf die entsprechenden Verbraucher in den zuvor dargelegten Verhältnissen aufgeteilt. Aus Mangel an entsprechenden Daten werden die Aufteilungsverhältnisse zeitlich nicht variiert.

Abbildung 6-19 zeigt die Entwicklung des Strombedarfs in der Sachgüterproduktion (alle Branchen sind zusammengefasst) in den Jahren zwischen 1990 und 2007.

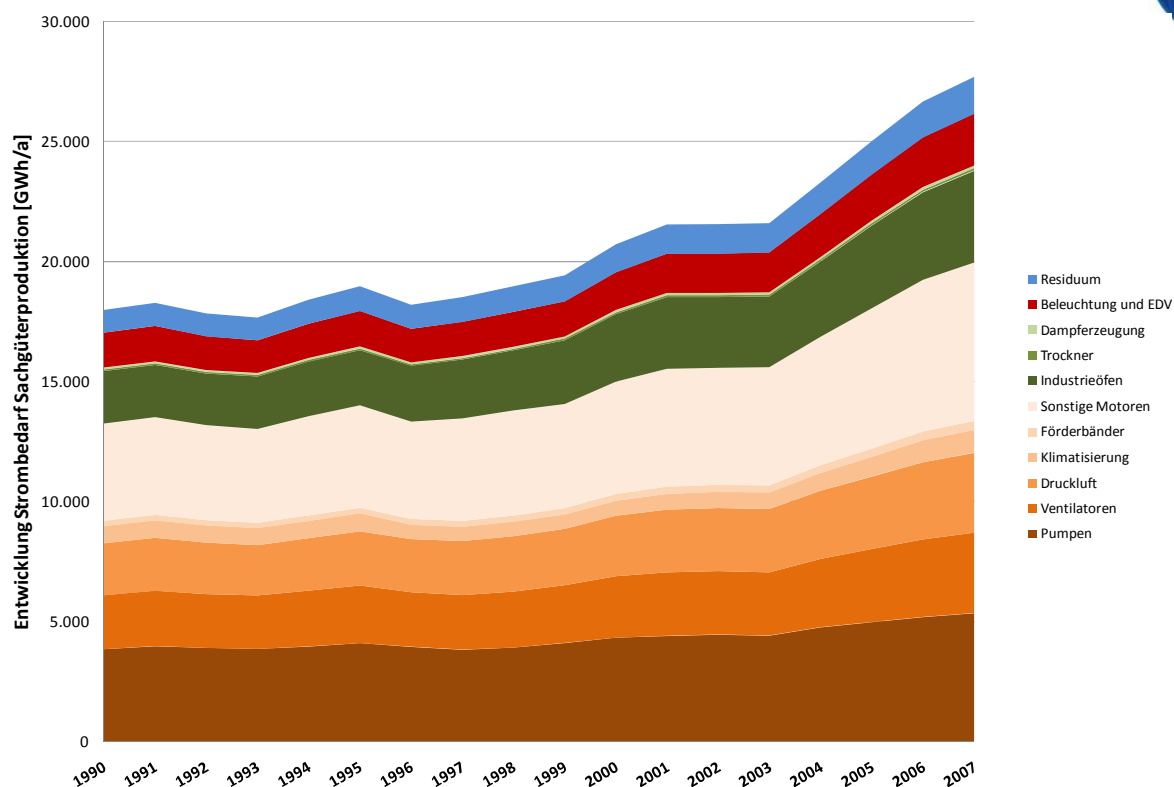


Abbildung 6-19: Entwicklung des Strombedarfs in der österreichischen Sachgüterproduktion zwischen 1990 und 2007. Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistik Austria 2008 und De Almeida et al. 2000

Insgesamt ist der Strombedarf in der Sachgüterproduktion in den Jahren zwischen 1990 und 2007 um über 50% angestiegen. Hauptsächlich ist diese Bedarfszunahme auf den Bereich Eisen- und Stahlerzeugung zurückzuführen, der in diesem Zeitraum eine Steigerung von über 200% verzeichnete. Ebenfalls starke Bedarfssteigerungen erlebten die Branchen Maschinenbau und Chemie und Petrochemie mit etwa 100% Bedarfszunahme.

7 Analyse der best-practice Technologien

Ziel dieser Analyse ist die Ermittlung der „best practice“ Technologien in den Sektoren „Privathaushalte“, „Dienstleistungen“ und „Industrie“ für relevante Technologien und Energiedienstleistungen.

In direkter Abstimmung zwischen den Projektpartnern EEG-TU Wien und der AEA wurde eine Definition einer „best-practice-Technologiematrix“ entwickelt. Diese Matrix enthält alle für die Modellierung relevanten Technologie-Bereiche, die im Folgenden in einer Übersicht dargestellt wird (detaillierte Technologiedatenbank siehe Anhang):

7.1.1 Sektor „Haushalt“:

- Haushaltsgeräte (Kühl-/Gefriergeräte, Waschmaschinen, Geschirrspüler, etc.)
- Unterhaltungselektronik (Fernseher, Settop-Boxen, Audioanlagen, etc.)
- Beleuchtung (Glühlampen, Halogen, Energiesparlampen, LED, etc.)
- Heizung & Warmwasser (Umwälzpumpe, Wärmepumpe, Warmwasserbereiter, etc.)
- Informations- und Kommunikationstechnik (PC, Monitor, Modem, etc.)

7.1.2 Sektor „Dienstleistung“

- Informations- und Kommunikationstechnik (PC, Monitor, Drucker, Server, etc.)
- Beleuchtung (Leuchtstofflampen, Halogen, Energiesparlampen, LED, etc.)
- Kühlung und Klimatisierung (Raumklimatisierung, Lebensmittelkühlung, Ventilation, etc.)

7.1.3 Sektor „Industrie“

- Öfen und Prozesswärme
- Motoren (Ventilation, Pumpanwendungen, etc.)

Für die definierten Technologien wurden zur Beschreibung der „best practice (best available technology – BAT)“ Technologie sowie der „best not available“-Technologie (BNAT) die bestimmenden Parameter auf der Basis einer Referenzanwendung bzw. eines Referenzgerätes recherchiert. Als „best practice“-Technologien (BAT) im Sinne der Projektfragestellung liegen jene Lösungen im Fokus, die bereits jetzt Marktreife erlangt haben und am Markt ausreichend verfügbar sind. Bei der Identifizierung von BNAT-Technologien werden jene potentiellen Weiterentwicklungen und Effizienzverbesserungen berücksichtigt, die eine weitere Senkung der Gesamtlebenszyklus-Kosten versprechen.

Grosso modo konnten die Technologien im Haushaltsbereich auf Ebene des Einzelgerätes, jene im Bereich „Industrie“ nur auf System-Level beschrieben werden. Im Dienstleistungssektor war die Anwendung dieser Ansätze von Fall zu Fall verschieden.

Die Parameter für BAT konnten in jenen Fällen sehr exakt evaluiert werden, wenn Produktdaten auf der Basis von standardisierten Bewertungskonzepten vorlagen, dies betrifft insbesondere den Haushaltsbereich und ausgewählte Bürogeräte.

Eine zentrale Quelle für die vorliegende Bewertung von „best practice“-Technologien stellten die sog. Vorbereitenden Studien dar, die im Rahmen der Umsetzung der Ecodesign-Richtlinie der EU die Basis für die Erarbeitung von Durchführungsmaßnahmen bilden.

Sofern weder Produktdaten auf Basis standardisierter Bewertungsmaßstäbe noch Vorbereitende Studien herangezogen werden konnten, wurde darüber hinaus verfügbare Literatur und publizierte Herstellerangaben evaluiert.

7.2 Methodik

Für die definierten Technologien wurden zur Beschreibung der „best practice (best available technology – BAT)“ Technologie sowie der „best not available“-Technologie (BNAT) die bestimmenden Parameter auf der Basis einer Referenzanwendung bzw. eines Referenzgerätes recherchiert, entsprechend der Input-Parameter des in weiterer Folge verwendeten Modells.

Als „best practice“-Technologien (BAT) liegen jene Lösungen im Fokus, die bereits jetzt Marktreife erlangt haben und am Markt ausreichend verfügbar sind. Bei der Identifizierung von BNAT-Technologien werden jene potentiellen Weiterentwicklungen und Effizienzverbesserungen berücksichtigt, die eine weitere Senkung der Gesamtlebenszyklus-Kosten versprechen. Damit werden jene innovativen Konzepte exkludiert, die zwar eine grundsätzlich bessere Energieeffizienz im Vergleich zu BAT aufweisen, jedoch aus Gesamtkosten-Perspektive sehr unattraktiv erscheinen. Mit dieser Einschränkung wird sichergestellt, dass der Grad der Wahrscheinlichkeit einer zukünftigen Marktverfügbarkeit hinreichend hoch ist, um in der weiteren Modellierung sinnvolle und plausible Technologiepfade abbilden zu können.

Wichtiges zusätzliches Kriterium für die Beurteilung der Relevanz von BNAT-Technologien stellt die Verfügbarkeit jener Marktinstrumente dar, die die Energieeffizienz eines Gerätes für KonsumentInnen transparent und vergleichbar darstellen, wie etwa Produktlabelling und Kennzeichnungsprogramme. Dieser Aspekt ist vor allem jene Produkte maßgeblich, die von PrivatkonsumentInnen gekauft werden. In einzelnen Marktsegmenten stellt die Implementierung eines verpflichtenden Energieeffizienz-Labelling erst die notwendige Voraussetzung für weitere technologische Entwicklung im Hinblick auf BNAT dar. Als Beispiel sei das Produktsegment Haushaltsgeräte genannt, in dem dieser Effekt deutlich evident wird.

Das Template zur Darstellung der BAT und BNAT-Parameter für jede relevante Technologie findet sich im Anhang.

7.3 Referenzgerät

Um Technologie-Parameter eindeutig beschreiben und um eine Vergleichbarkeit im Hinblick auf die Standard-Technologie bzw. auf marktübliche konventionelle Lösungen gewährleisten zu können, wurde für jede Kategorie ein Referenzgerät als Standard vorgegeben. Sofern dies nicht zweckmäßig definiert werden konnte, weil bspw. die Bandbreite an möglichen Produkttypen, Größen und Anwendungen zu groß sind bzw. die Technologie nur auf Systemebene sinnvoll evaluiert werden kann, wurden die Technologie-Daten in diesem Fall mit relativen (%) Werten angegeben.

Grosso modo konnten die Technologien im Haushaltsbereich auf Ebene des Einzelgerätes, jene im Bereich „Industrie“ nur auf System-Level beschrieben werden. Im Dienstleistungssektor war die Anwendung dieser Ansätze von Fall zu Fall verschieden.

7.4 Datenquellen

Die Parameter für BAT konnten in jenen Fällen sehr exakt evaluiert werden, wenn Produktdaten auf der Basis von standardisierten Bewertungskonzepten vorlagen. Insbesondere im Haushaltsbereich und für ausgewählte Bürogeräte wirken im Markt Instrumente wie Effizienzlabelling und Produktkennzeichnungen. Gemeinsame Merkmale dieser Kennzeichnungen sind klar spezifizierte

Testmethoden, die sich vielfach auf internationale bzw. europäischen Normen beziehen sowie transparente und öffentlich verfügbare Produktdokumentationen.

In vielen Kategorien fehlen jedoch standardisierte Bewertungsmaßstäbe. Die Konsequenz daraus ist, dass sich Effizienzpotentiale nur mit einer größeren Unschärfe angeben lassen und Quellen sehr kritisch geprüft werden müssen, um belastbare Daten angeben zu können. Eine zentrale Quelle für die vorliegende Bewertung von „best practice“-Technologien stellten die sog. Vorbereitenden Studien dar, die im Rahmen der Umsetzung der Ecodesign-Richtlinie²⁴ der EU die Basis für die Erarbeitung von Durchführungsmaßnahmen bilden. Diese sehr umfassenden Studien, die für einen Teil der betrachteten Technologie-Bereiche vorlagen, wurden eingehend geprüft, um Daten zu BAT und BNAT ableiten zu können.

Sofern weder Produktdaten auf Basis standardisierter Bewertungsmaßstäbe noch Vorbereitende Studien herangezogen werden konnten, wurde darüber hinaus verfügbare Literatur und publizierte Herstellerangaben evaluiert.

7.5 Technologiebeispiel - Geschirrspüler

Referenz: Standardgerät Breite 60 cm

Tabelle 7.1: Kennwerte BAT

Kategorie	Wert	Quelle
Jährl. Energieverbrauch [kWh/a]	232,4	berechnet
Energieverbrauch/Cycle [kWh/cycle]	0,83	Top-Listen auf Topprodukte.at ²⁵
Nutzungshäufigkeit [Cycle/a]	280	Wert für Standardhäufigkeit entsprechend EU-Richtlinie 97/17/EG ²⁶
Einsparpotential [%]	20	Berechnet auf Basis eines marktüblichen Standard-Produktes ²⁷
Typische Lebensdauer [a]	12	Harmonisierter EU-Wert ²⁸
Kosten [Euro]	1600	s.o.
Kostenverhältnis BAT/Standard [%]	213	Berechnet auf Basis Topprodukt im Vergleich zu Standardprodukt
Graue Energie (Phase: Produktion, bezogen auf Standard-Gerät) [MJ]	3945	EuP Vorbereitende Studie ²⁹
Graue Energie (Phase:	595	EuP Vorbereitende Studie ³⁰

²⁴ RICHTLINIE 2009/125/EG zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:285:0010:0035:DE:PDF>

²⁵ Produkt Miele G 5830 SCi, Preis € 1600; Juli 2010

²⁶ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31997L0017:DE:HTML>

²⁷ Produkt AEG-Electrolux Favorit ÖKO Plus i-m; 1,05 kWh/Cycle, Preis € 750; Juli 2010

²⁸ entsprechend „Saving lifetimes of Energy EfficiencyImprovement Measures in bottom-up calculations – Final CWA draft (CENWS 27)“, 2007

²⁹ <http://www.ecowet-domestic.org/>

Distribution, bezogen auf Standard-Gerät) [MJ]		
Graue Energie (Phase: Entsorgung, bezogen auf Standard-Gerät) [MJ]	-291	EuP Vorbereitende Studie ³¹

Tabelle 7.2: Kennwerte BNAT

Kategorie	Wert	Quelle
Energieverbrauch/Cycle [kWh/cycle]	0,7	Verbesserungsoption entsprechend EuP Vorbereitender Studie: ³²
weitere Verbesserung gegenüber BAT [%]	15,67	berechnet

Kommentar:

Das mit Ende 2011 verpflichtende neue EU-Energieeffizienzlabel sieht zusätzlich die Energieeffizienzklassen A+, A++ und A+++ vor. Das bestehende Effizienzlabel beinhaltet eine A – G-Klassifizierung. Das Marktangebot in dieser Produktkategorie ist aktuell fast ausschließlich mit Klasse A deklariert. Die somit wieder geschaffene Möglichkeit für Hersteller, höhere Effizienzen am Markt auch transparent darzustellen und als Vermarktungsargument zu nutzen, wird eine Dynamik für weitere Produktentwicklung schaffen, nachdem nun über einige Jahre keine Entwicklung evident war.

Die komplette Technologiedatenbank mit allen analysierten Technologien befindet sich in einem Zusatzbericht zu diesem Endbericht.

³⁰ebd.

³¹ebd.

³²Option „hot rinse at 55°C“(bis jetzt noch nicht eingesetzt, da ein Re-design der Trocknungsphase nötig wäre. Kritische Anwendung.)

8 Dynamisches Modell

Zur Berechnung der nachfolgenden Szenarien wurde im Rahmen des Projektes ein Modell erstellt, mit dem sich, aufbauend auf historischen Daten, zukünftige Entwicklungen ableiten lassen. Ausgehend von einem Business-as-usual (BAU) Szenario, können die Wirkungen unterschiedlicher politischer Maßnahmen analysiert werden. Die Modellergebnisse sind nicht als Prognosen für den zukünftigen Stromverbrauch zu sehen. Angesichts des betrachteten Zeitraums sind die Ungewissheiten hinsichtlich zukünftiger Entwicklungen – gesellschaftlicher Normen und Lebensstile wie auch technologische Möglichkeiten – nicht vorhersehbar. Vielmehr geht es um das Aufzeigen von Optionen, wie sich die im BAU Szenario dargestellte Entwicklung durch aktive Maßnahmen.

8.1 Modellbeschreibung

Die wesentlichen Entscheidungsgrößen im Modell sind einerseits die Kosten, andererseits nicht monetäre Konsumentenpräferenzen, die eine bestimmte Qualität von Produkten bevorzugen. Bei dem entwickelten Modell handelt sich um ein Kohortenmodell, das den Bestand an Geräten $N_{Tech,t}$ einer bestimmten Grundtechnologie oder Energiedienstleistung zum Zeitpunkt t durch die Anzahl der Geräte aufgeschlüsselt nach untergeordneten Gerätetypen und Installationszeitpunkten definiert. Die Simulationsschrittweite beträgt ein Jahr.

$$N_{Tech,t} = \sum_a^{\text{Installationszeitpunkt}} \sum_g^{\text{Gerätetyp}} n_{a,g} \quad (6)$$

Ausgangspunkt ist ein für jeden Simulationszeitpunkt exogen definierter Gesamtbestand einer Technologie (z.B.: Anzahl der Haushalte x Marktdurchdringung der Technologie oder Wertschöpfung Dienstleistungsbereich x Anzahl Bildschirme pro Wertschöpfung im Dienstleistungsbereich). Dieser Gesamtbestand wurde auf Basis von Literatur und Verkaufszahlen von GfK für die historischen Perioden 1990-2008 ermittelt. Sofern es die Datenlage erlaubte wurden die zukünftigen Marktdurchdringungen aus den historischen Zahlen extrapoliert oder der Literatur entnommen. War dies nicht möglich, wurden die Werte als konstant definiert. Von einer Endogenisierung der Marktdurchdringungen, z.B.: in Abhängigkeit der Wertschöpfungsentwicklung oder Energiepreise, wurde aufgrund der fehlenden Kalibrierbarkeit und der zunehmenden Komplexität der Zusammenhänge und Interpretation der Ergebnisse abgesehen. An dieser Stelle gilt es zu betonen, dass ein solcher Zusammenhang in der Realität sehr wohl beobachtet werden kann und Raum zukünftiger Fragestellungen sein sollte. Für die Bezugsgröße, Anzahl der Haushalte, Wertschöpfung von Sektoren, wurden Szenarien aufbauend auf ÖROK (2005) und WIFO (2011) herangezogen.

Zu welchem Zeitpunkt installierte Geräte (auf natürliche Weise) aus dem Bestand genommen werden, wird durch deren Lebensdauerverteilung definiert. Die Ausfallswahrscheinlichkeit ist im Modell durch eine Weibull-Verteilung abgebildet. Für diese wird neben der mittleren Lebensdauer durch einen zweiten Parameter auch die Form („Breite“) der Verteilung definiert. Kalibriert wurden diese Parameter auf Basis historischer Verkaufs- und Bestandszahlen bzw. aus der Literatur entnommenen Werte.

Die Anteil $s_{\text{demolition}}$ der Geräte aus einem Installationszeitpunkt $T_{\text{installation}}$ die in einem bestimmten Zeitpunkt t ohne Berücksichtigung von energiepolitischen Maßnahmen –die auf die Austauschzyklus einwirken – aus dem Bestand fallen, ist damit wie folgt definiert:

$$S_{\text{demolition}} = 1 - \frac{e^{-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^k}}{e^{-\left(\frac{t-1}{\lambda}\right)^k}}$$

λ ...Größenfaktor (~mittlere Lebensdauer)

k ...Formfaktor (~Breite der Verteilung)

t ...Alter des Gerätes

(7)

In jedem Simulationszeitpunkt t wird vom Modell überprüft, ob der exogen definierte Gesamtbestand einer Technologie (z.B.: Anzahl der Haushalte $\times$ Marktdurchdringung der Technologie oder Wertschöpfung Dienstleistungsbereich $\times$ Anzahl Bildschirme pro Wertschöpfung im Dienstleistungsbereich) gedeckt wird. Liegt eine Unterdeckung vor, werden vom Modell auf Basis des Entscheidungsalgorithmus, neue Geräte installiert. Überschreitet der Bestand den definierten Gesamtbestand, werden keine Maßnahmen durchgeführt.

Der Entscheidungsalgorithmus unterscheidet zwei Kriterien: Qualität und Kosten. Als Kosten einer Technologie werden die jährlichen Gesamtkosten bestehend aus Annuität der Investitionskosten und den laufenden Energiekosten berechnet. Zur Berechnung der Annuität werden Technologie (abhängig von der Lebensdauer) und Investor (Haushalte, Unternehmen) spezifische Abschreibungsdauern und Zinssätze verwendet. Beim kostenbasierten Ansatz bevorzugen Investoren Geräte mit niedrigen Gesamtkosten. Bei der Definition der Qualität eines Produktes wurde eine Kopplung an den spezifischen Energieverbrauch pro Vergleichsgröße unterstellt. Das heißt, es gilt die Annahme, dass sich höherwertige Produkte, neben anderen Merkmalen, auch durch einen geringen durchschnittlichen Energieverbrauch von deren Konkurrenz unterscheiden. Die Summe der Investoren wird nun über einer Verteilung (Standardverteilung) abgebildet. Eine Mehrzahl der Investoren wünscht sich ein Produkt der mittleren Qualitätsklasse, bezogen auf die historischen Verkaufsanteile. Ein geringer Anteil fragt höherwertige Produkte nach (Oberschicht), ebenso gibt es einen entsprechenden Anteil der kostengünstigere Modelle nachfragt (Hier durch eine symmetrische Verteilung abgebildet). In einem weiteren Schritt werden die am Markt verfügbaren Produkte mit den eigenen Präferenzen verglichen. Die Produkte die die größte Übereinstimmung mit den jeweiligen eigenen Präferenzen aufweisen, erhalten die höchsten Anteile. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen illustrativ das Konzept und die Ergebnisse für ein fiktives Rechenbeispiel mit 5 Gerätetypen einer Qualität 3, 5, 15, 17, 25.

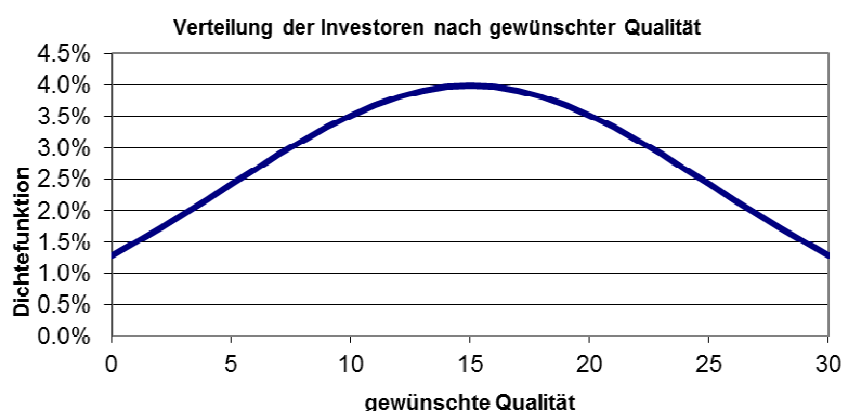


Abbildung 8-1: Verteilung der Konsumentenpräferenzen

Die Gegenüberstellung der verfügbaren Produkte mit den eigenen Präferenzen führt zur Zuteilung der Produkte je Investor.

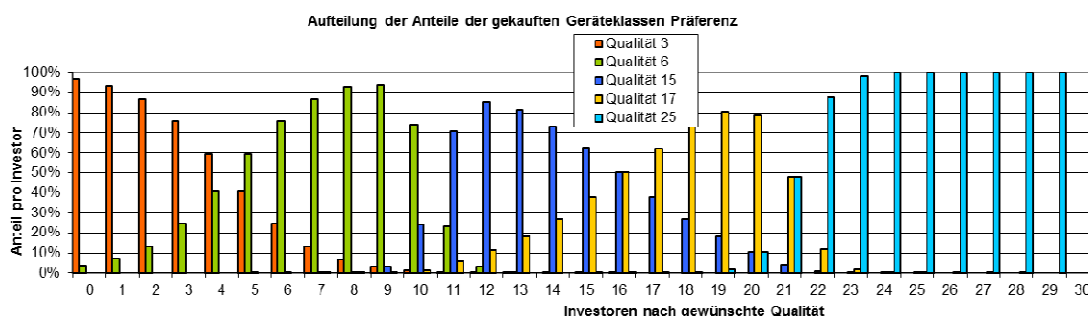


Abbildung 8-2: Marktanteil von Gerätetypen nach Investoren.

Über die Anteile der jeweiligen Investoren können die Anteile am Gesamtmarkt ermittelt werden.

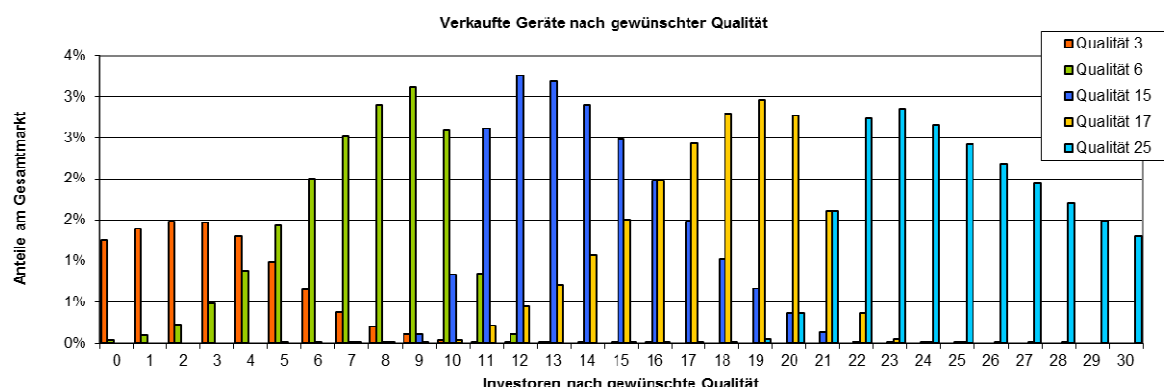


Abbildung 8-3: Anteil von Gerätetypen am Gesamtmarkt nach Investoren.

Durch Summation werden die folgenden Verkaufsanteile ermittelt.

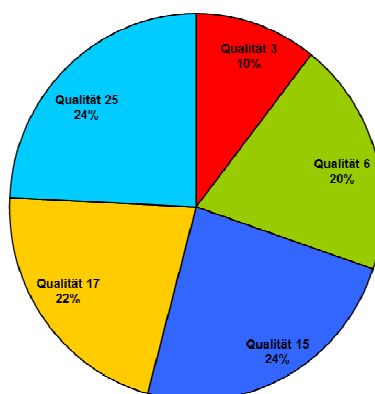


Abbildung 8-4: Verkaufsanteile nach Gerätetypen.

Die Gewichtung des kostenbasierten Ansatzes und qualitätsbasierten Ansatz wurde auf Basis der Energiekosten an den Gesamtkosten durchgeführt. Je niedriger der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten für eine bestimmte Energiedienstleistung ist, desto geringer ist die Gewichtung des kostenbasierten Anteils. Die Breite der Verteilung wurde auf Basis der historischen Marktanteile der unterschiedlichen Gerätetypen geschätzt. Machen die Energiekosten einen geringen Anteil an den Gesamtkosten aus, wird aus der damit einhergehenden geringen Bedeutung von Energieeinsparungen, eine zunehmende Unschärfe (Verbreiterung) der Qualitäts-Präferenzverteilung unterstellt. Zusätzlich gilt hier, dass nach zunehmenden Grad der Professionalität der Investoren (Unternehmen) und Umfang der Anschaffungen eine zunehmend geringere Verteilungsbreite unterstellt wurde. D.h. es wird zunehmend nach Kosteneffizienz investiert.

8.2 Berechnung von Kosten und Umfang der Energieeinsparung

Zur korrekten Berechnung der Kosten und energetischen Einsparungspotenziale ist es essentiell eine Referenzentwicklung zu definieren. Damit lässt sich definieren, worauf sich bestimmte Kosten und Energieeinsparungen beziehen, ist beispielsweise der Ist-Stand oder das kostengünstigste Gerät gemeint. Werden zusätzlich noch vorzeitige Außerbetriebnahmen berücksichtigt, kommt es zu einer zeitlichen Verschiebung von zukünftigen Investitionsentscheidungen. Eine solche zeitliche Verschiebung bewirkt aber auch, dass sich genau genommen die zukünftig gekauften Geräte gegenüber der Referenzentwicklung ändern. Dadurch kann es zur Situation kommen, dass sich durch einen vorzeitigen Ersatz eines Gerätes durch ein besseres eine unmittelbare energetische Einsparung ergibt, in weiterer Folge sich aber zukünftige Zeitperioden mit einem Mehrverbrauch gegenüber der Referenzentwicklung ergeben.

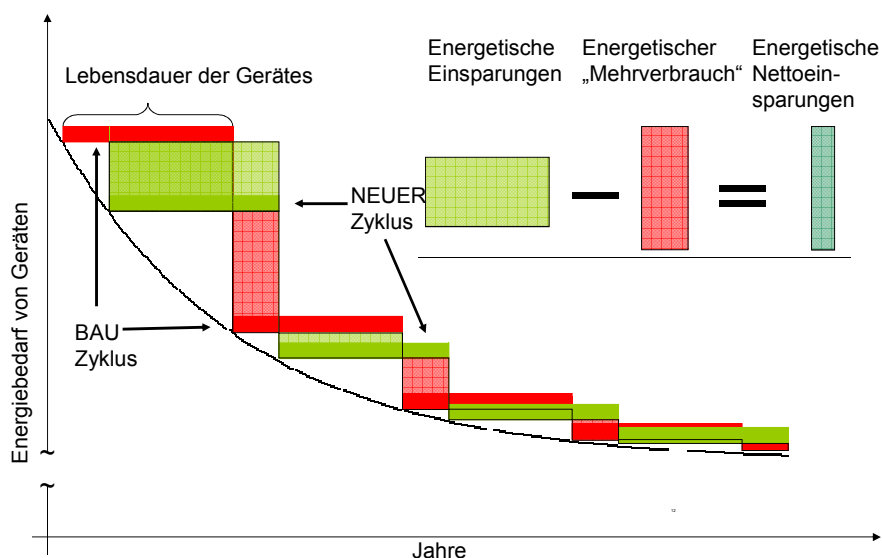


Abbildung 8-5: Schematische Abbildung der langfristigen energetischen Einsparungen durch vorzeitigen Ersatz von Geräten unter Berücksichtigung der geänderten zeitlichen Investitionsentscheidungen.

Ein ähnliches Bild ergibt sich für die Zahlungsströme: Eine vorzeitiger Ersatz führt dazu, dass ein späterer Investitionszahlungsstrom nicht getätigt werden muss.

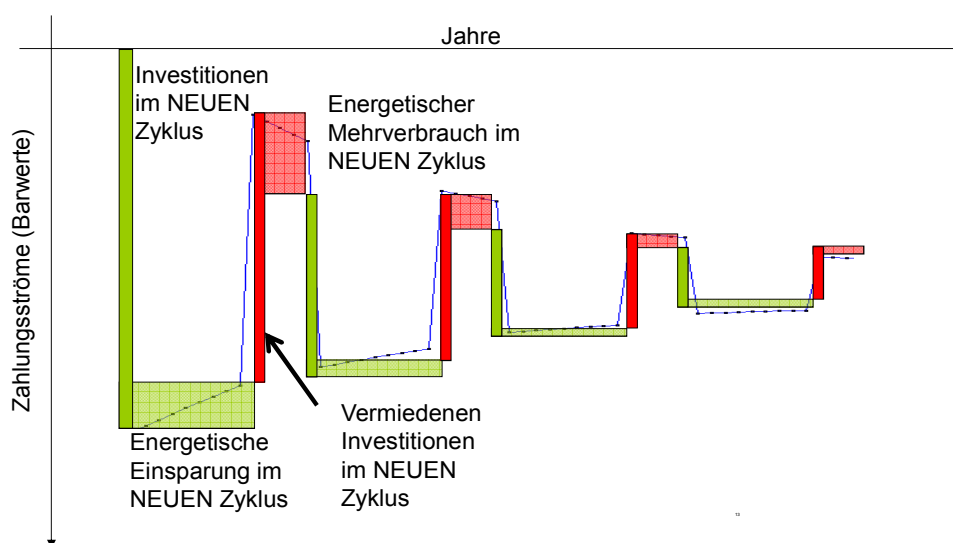


Abbildung 8-6: Schematische Abbildung der geänderten Zahlungsströme durch vorzeitigen Ersatz von Geräten.

Dies führt dazu, dass zukünftige Geräte mit ihren Eigenschaften einen erheblichen Einfluss auf die sich ergebenden langfristigen energetischen Einsparungen und Kosten durch vorzeitige Ersatzmaßnahmen haben. Zusätzlich lässt sich daraus der unmittelbare Effekt nicht ableiten.

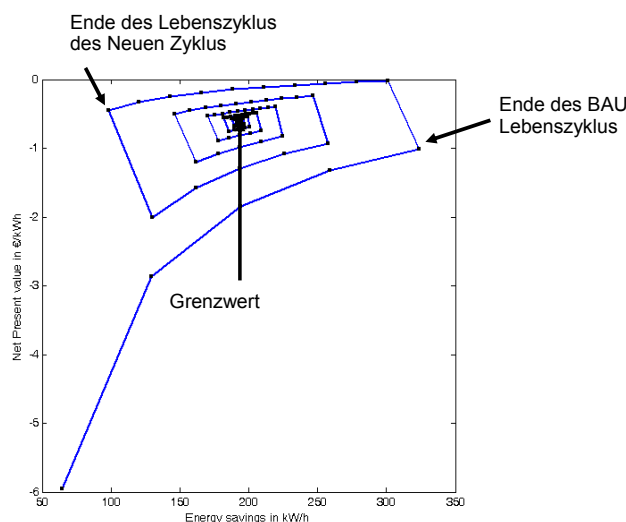


Abbildung 8-7: Schematische Abbildung der langfristigen energetischen Einsparungen und Kosten durch vorzeitige Ersatzmaßnahmen.

Als Vereinfachung wird daher im Rahmen von diesem Projekt bei der Berechnung der Kosten und energetischen Einsparungen von Maßnahmen diese immer mit einer Ersatzinvestition verglichen. Dadurch wird das Problem der Verschiebung von Investitionsentscheidungen umgangen. Gleichzeitig kommt der Definition der Ersatzinvestition eine höhere Bedeutung zu. Für diese werden hier folgende Fälle unterschieden:

- Es werden erneut die gleichen Geräte gekauft, die bereits installiert sind. Dadurch erhält man die Kosten-Einsparpotenzial-Kurven (KPK) gegenüber den bestehenden Systemen. Unter der Annahme, dass bestehende Geräte eine schlechtere Effizienz als neue Geräte aufweisen, zeigt diese Betrachtungsweise zumeist die höchsten Einsparpotenziale auf. Gleichzeitig gilt es zu beachten, dass der Markt einen gewissen Anteil dieser Potenziale selbst ausschöpft.
- Es wird das kostengünstigste Gerät gekauft. Dadurch erhält man die KPK für den Fall eines kostenoptimalen Investors, der sich zu jedem Zeitpunkt überlegt, ob die Kostenvorteile des günstigsten neuen Gerätes den Restwert des installierten bestehenden Systems überschreiten oder nicht.
- Es wird das durchschnittliche Geräte der entsprechenden Simulationsperiode gekauft. Im Gegensatz zur 2. Methoden werden in diesem Fall die durchschnittlichen Kosten und Energieverbräuche der in dieser Periode installierten Geräte unterstellt. Damit wird berücksichtigt, dass Investoren vielfach nicht streng anhand der Kostenoptimalität entscheiden. Diese Methode zeigt die Potenziale derjenigen Kosten auf, die nicht vom Markt erschlossen werden und daher auf energiepolitische Interventionen angewiesen sind.

Die Berechnung der Kosten und energetischen Einsparungen sowie der korrespondierenden Kosten-Potenzial-Kurve von Stromeffizienz in Österreich basiert auf den nachfolgenden Formeln (8). Die Kostenkomponenten enthalten die annualisierten Investitionskosten des neuen (effizienten) Gerätes $I_{\text{new,policy}}$ abzüglich der Investitionskosten des alternativen BAU Gerätes $I_{\text{new,base}}$. Sollten Geräte vor dem Erreichen ihrer technischen Lebensdauer aus dem Betrieb genommen werden, kommt der annualisierte Restwert des bestehenden Gerätes $V_{\text{Remain,old}}$ hinzu. Dieser wird einerseits aus den

Wiederbeschaffungskosten des bestehenden Gerätes und andererseits aus der Lebensdauerverteilung abgeleitet.

$$\Delta \text{costs} = \left(I_{\text{new, policy}} - I_{\text{new, base}} + V_{\text{remain, old}} \right) \frac{\alpha}{t_{\text{use, year}}} + c_{\text{energy}} \cdot (e_{\text{spec, new, policy}} - e_{\text{spec, new, base}})$$

$$V_{\text{remain, old}} = I_{\text{old}} \cdot \frac{T \cdot e^{-\left(\frac{T}{\lambda}\right)^k}}{T \cdot e^{-\left(\frac{T}{\lambda}\right)^k} + \int_{t=T}^{\infty} e^{-\left(\frac{t}{\lambda}\right)^k}}$$
(8)

Dabei wird das Verhältnis der bereits eingesetzten Betriebsstunden bezogen auf die erwarteten Gesamtbetriebsstunden zum Zeitpunkt t herangezogen.

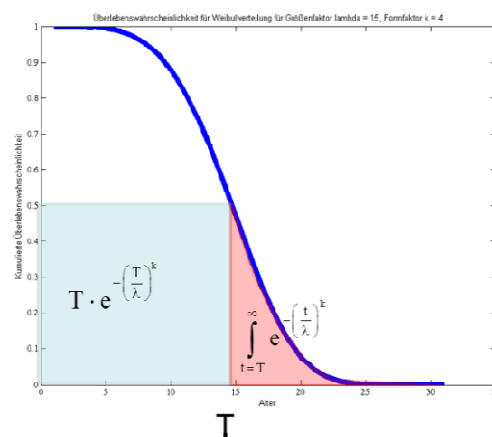


Abbildung 8-8: Eingesetzte Betriebsstunden und erwartet Restbetriebsstunden zum Zeitpunkt T

Weiters werden die jährlichen Energiekosten berücksichtigt. Auch hier wird die Differenz zwischen einem neuen effizienten Gerät und einem alternativen BAU (Business as usual) Gerätes als Größe genommen.

Die jährlichen spezifischen energetischen Einsparungen belaufen sich auf:

$$\Delta \text{energy} = e_{\text{spec, new, policy}} - e_{\text{spec, new, base}}$$
(9)

Die Abschreibedauer und der korrespondierende kalkulatorische Zinssatz nehmen wie bei jeder Berechnung Einfluss auf die Energieeinsparkosten.

8.2.1 Kosten-Potenzial-Kurve und Grenzkostenkurve der Energieeinsparung

Außer dem Konzept der Kosten-Potenzial-Kurven gibt es noch die Grenzkostenkurve der Energieeinsparung. In Analogie zur Grenzkostenkurve der Stromerzeugung, zeigt sie die auftretenden Mindestgrenzkosten, die mit einem bestimmten Einsparziel verbundenen sind. Diese Kurve berücksichtigt alle möglichen Technologieoptionen und ist vom Einsparziel unabhängig. Im Gegensatz dazu werden bei der Kosten-Potenzialkurve jeweils gerade die Technologieoptionen mit den geringsten Einsparkosten berücksichtigt, die notwendig sind um ein bestimmtes Einsparziel zu erreichen. Daher stellt das Integral über die Kosten-Potenzial-Kurve die Gesamtkosten für ein bestimmtes Energieeinsparziel dar.

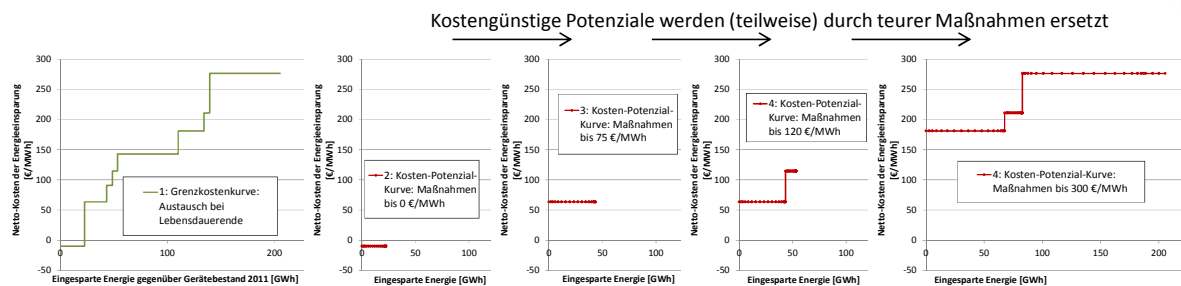


Abbildung 8-9: Gegenüberstellung von Grenzkostenkurve (linke Grafik) und Kostenpotenzialkurven für die Umsetzung von Maßnahmen mit Grenzkosten von maximal 0 €/MWh, 75 €/MWh, 120 €/MWh und 300 €/MWh.

9 Szenarien der dynamischen Stromsparerpotenziale in Österreich

9.1 Sektor Haushalte

9.1.1 Kalibrierung der Parameter

Die Referenzgröße für den Strombedarf der Haushalte stellt die Anzahl der Haushalte in Österreich dar. Für deren Entwicklung bis 2030 wurde auf die Prognose der österreichischen Raumordnungskommission (Windisch 2005) zurückgegriffen. Entsprechend dieser Datengrundlage steigt die Anzahl der Hauptwohnsitze in Österreich von 2006 bis 2030 um etwa 13% (Tabelle 9.1)

Tabelle 9.1: Entwicklung der Hauptwohnsitze in Österreich bis 2030. Quelle: eigene Berechnung auf Basis von Windisch 2005

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Anzahl der Hauptwohnsitze (1000 WE)	3.368	3.544	3.694	3.759	3.800	3.840

Für die zukünftige Entwicklung des Stromverbrauches werden die in Kapitel 6.1 dargestellten Technologien analysiert. Für jede dieser Technologien wurden die zukünftigen Durchdringungsraten bezogen auf die Anzahl der Haushalte durch eine Expertenabschätzung auf Basis der historischen Entwicklung sowie Literaturquellen, allen voran die vorbereitenden Studien zur Ökodesignrichtlinie sowie Cremer et al. (2003) bestimmt.

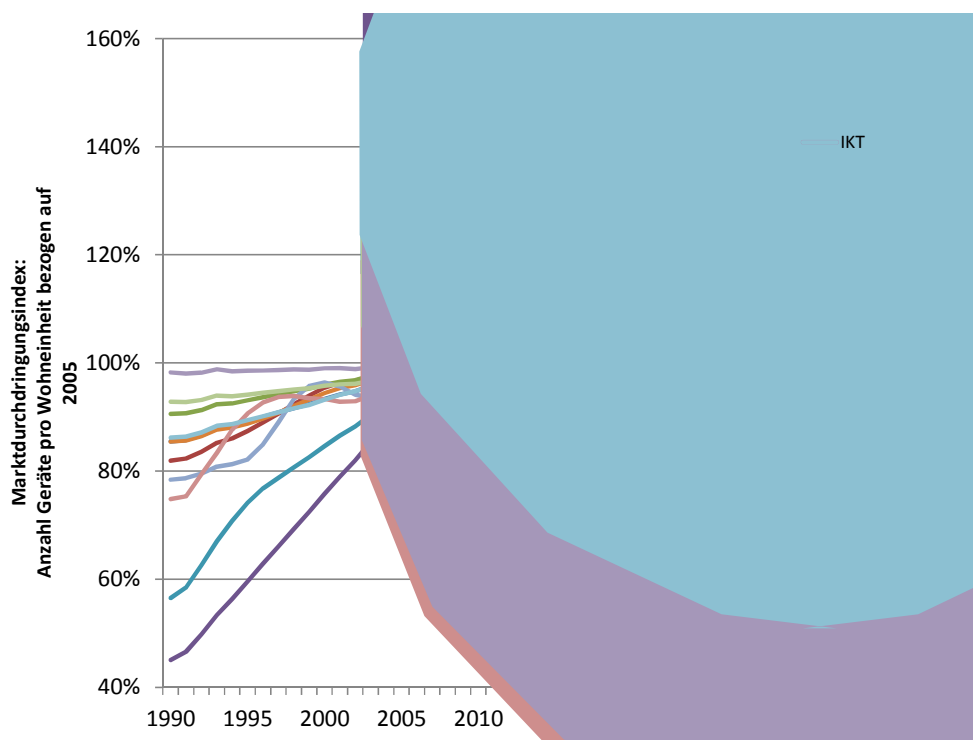


Abbildung 9-1: Indexentwicklung der Marktdurchdringung von Geräten in Haushalten (Geräte pro Haushalt)

Das Residuum sowie zukünftige neue Anwendungen werden nicht betrachtet. Wie die Abbildung 6-2 zeigt, nahm insbesondere in den vergangenen 10 Jahren der nicht zuordenbare, diffuse Stromverbrauch stark zu und verursachte im Jahr 2009 etwa 15% des Haushaltsverbrauches. Das bedeutet, der in den nachfolgenden Szenarien dargestellte Stromverbrauch beinhaltet nicht alle

Anwendungskomponenten und stellt schon alleine deshalb keine Prognose des zukünftigen Stromverbrauches dar.

Der für die Berechnungen herangezogene Zinssatz beträgt 8%. Die Abschreibedauern betragen für Heizung und Warmwasser 10 Jahre und 3 Jahre für IKT. Für alle anderen Gerätegruppen wurde eine Abschreibedauer von 5 Jahre angenommen. Als Alternative dazu wird ein ZSAD Szenario betrachtet. Dabei wird ein Zinssatz von 4% (als Zinssatz der gesamten Gesellschaft) angenommen und die Abschreibung erfolgt über die gesamte Lebensdauer des Technologiesystems. Durch diese Parameter gibt das ZSAD Szenario die Kosten wieder, die unter Annahme eines ausreichenden Zugangs zum Kapitalmarkt gerechtfertigt wären.

Für die Entwicklung der Strompreise wurden folgende Annahmen (Abbildung 9-2) getroffen:

- Ausgehend von einem Haushaltsbruttostrompreis von 200 €/MWh steigt dieser im BAU Szenario jährlich um 1%.
- Im Hochpreisszenario ist der derzeitige Haushaltsstrompreis an dänische Verhältnisse angelehnt. Ausgehend von 267 €/MWh in 2010 steigen diese um 2,3%p.a.

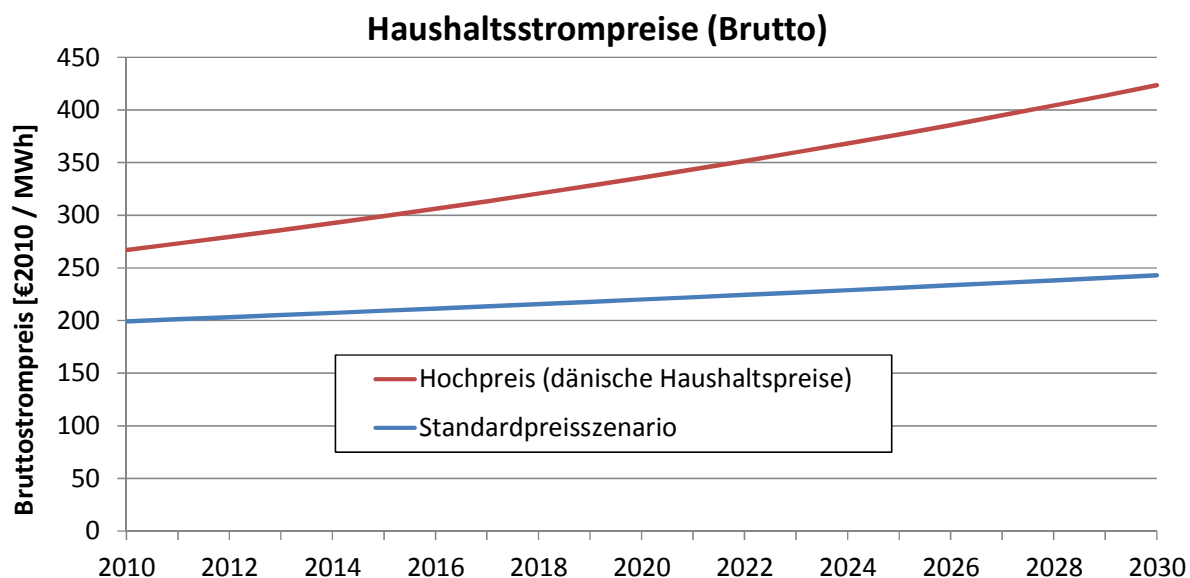


Abbildung 9-2: Annahmen zur Entwicklung des Haushaltsstrompreises

9.1.2 BAU-Szenario für den Sektor Haushalte (Referenzszenario)

Das Business-As-Usual-Szenario (BAU) stellt das Referenzszenario für alle weiteren Fälle im Sektor Haushalte dar. Es handelt sich um ein Szenario in dem die im Haushaltssektor anzunehmenden natürlichen Effizienzsteigerungen berücksichtigt wurden. Gegenüber einem Szenario in welchem die heutige Gerätebestandsstruktur konstant gelassen wurde (FTRS = Frozen Technology Reference Szenario), ergibt das BAU-Szenario bis 2030 eine Verbesserung der Energieeffizienz von jährlich 4300 GWh bzw. 24%.

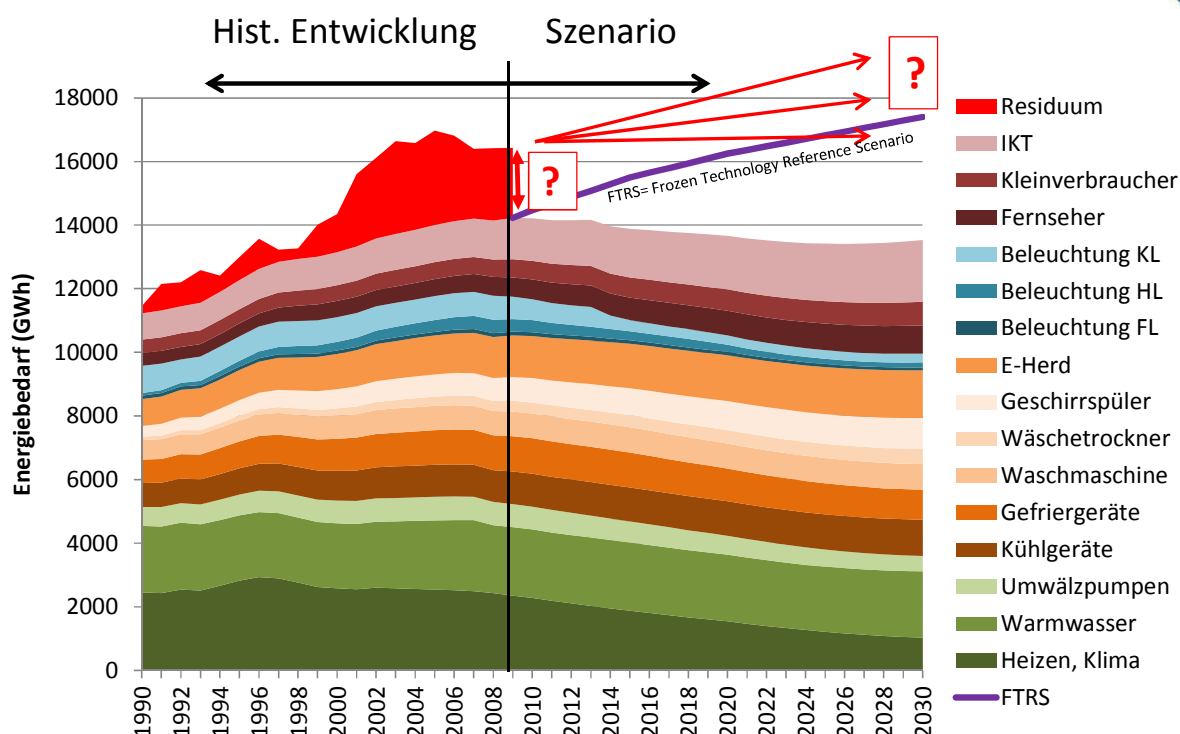


Abbildung 9-3: Strombedarfsentwicklung im BAU Szenario, 1990 bis 2030

In Abbildung 9-3 ist der Strombedarf der Haushalte im Business-As-Usual Szenario für den Zeitraum 1990 bis 2030 dargestellt. Die Berechnungen für den Zeitraum von 1990 bis 2009 orientiert sich hierbei an den historischen Werten, ab dem Jahr 2009 werden Simulationswerte aufgeführt, das Residuum wird nicht berücksichtigt. Der Anstieg des Strombedarfs vieler Gerätegruppen stagniert in den nächsten Jahren, da einerseits Marktsättigung und andererseits Effizienzsteigerungen auftreten. Einen deutlichen Rückgang kann man im Bereich der konventionellen Beleuchtung, diese umfasst Glühlampen, Energiesparlampen und LED-Leuchtmittel zum Nachrüsten in konventionelle Leuchten, erkennen. Diese Entwicklung entsteht aufgrund des stufenweisen Inkrafttretens von Verkaufsverbieten für konventionelle Glühlampen im Rahmen der Energy-Using-Products Richtlinie der EU. Längerfristig kommt es auch beim Stromverbrauch für Heizen und Klimatisierung zu einem deutlichen Rückgang. Dabei werden die Trends zu mehr Klimatisierung und Wärmepumpenanwendungen durch den starken Rückgang der direkten Stromheizungen (Widerstandsheizungen) sowie der sinkenden Heizenergieverbräuche überkompensiert.

Die möglichen energetischen Einsparungen im Haushaltssektor (Strombedarf ohne Warmwasser und Heizung) – bezogen auf den derzeitigen Gerätebestand – und die damit einhergehenden Kosten zeigt die Abbildung 9-4. Dargestellt werden die Ergebnisse für zwei spezifische ökonomische Kriterien:

- Wirtschaftlichkeitsberechnung aus Akteurssicht (linke Grafik) mit einem Zinssatz von 8% und einer Abschreibungsdauer von maximal 3 bis 5 Jahren.
- Wirtschaftlichkeitsberechnung aus Sicht der Gesellschaft (rechte Grafik) mit einem Zinssatz von 4% und einer Abschreibung auf Lebensdauer.

Des Weiteren sind jeweils vier Szenarien unterschieden:

- Szenario 1 (rote strichlierte Linie) unterstellt den Austausch aller bestehenden Geräte im Jahr 2011. Da damit ein vorzeitiger Geräteaustausch verbunden ist, wird in diesem Szenario der Restwert der sich im Bestand befindlichen Geräte berücksichtigt werden. Daher kommt es in diesem Szenario zu den höchsten Kosten.

- Szenario 2 (grüne durchgezogene Linie) berechnet den Austausch aller im Bestand befindlichen Geräte am Ende der Lebensdauer durch die energieeffizientesten Geräte aus dem Jahr 2011 (mit Kosten aus 2011). Da es hier zu keinem vorzeitigen Gerätetausch kommt, weisen die ausgetauschten Geräte keinen Restwert auf.
- Szenario 3 (grüne strichlierte Linie) basiert auf dem Szenario 2 und unterstellt, dass die neuen Geräten keine höheren Nutzungsniveaus als die sich im Bestand befindlichen Geräte aufweisen. Dadurch zeigt dieses Szenario die möglichen energetischen Einsparungen die man erzielen könnte, wenn es zu keinem Rebound Effekt kommen würde.
- Szenario 4 (blau durchgezogene Linie) zeigt schließlich die energetischen Einsparungen und einhergehenden Kosten für die Geräte, die bis 2020 aufgrund des Endes ihrer Lebensdauer aus dem Bestand genommen werden und durch die energieeffizientesten Geräte im jeweiligen Jahr ersetzt werden. Hier wird berücksichtigt, dass einerseits effizientere die Geräte in den nächsten 10 Jahren auf den Markt kommen werden, andererseits auch die Kosten von energieeffizienten Geräten, bezogen auf heutige Standardgeräte, sinken werden.

Die Ergebnisse dieser Analyse zeigen, dass sich im Bereich der Haushalte – ohne Warmwasser und Raumwärmebereitstellung zu betrachten – durch unmittelbares Umsetzen (Szenario 1) von kosteneffizienten Maßnahmen und unter Berücksichtigung der Restwerte der Geräte, ein jährliches Stromeinsparpotenzial von 380 GWh bzw. 1280 GWh bei dem Wirtschaftlichkeitskriterium aus Sicht der Gesellschaft ergibt. Wird ein vorzeitiger Gerätetausch außer Acht gelassen, ließen sich durch den Austausch aller Geräte am Ende ihrer Lebensdauer mit dem energieeffizientesten Gerät in 2011 1670 GWh (bzw. 1870 GWh) einsparen. Von diesem kosteneffizienten Einsparpotenzial könnten ohne Berücksichtigung von vorzeitigem Gerätetausch bis 2020 780 GWh (bzw. 1520 GWh) gehoben werden. Möglich werden diese Werte unter anderem durch sinkende Kosten und steigende Effizienzen in den kommenden zehn Jahren. Ein vollständiges Umsetzen der Potenziale ist auf Grund der zum Teil erheblichen Lebensdauern ohne vorzeitigen Gerätetausch nicht möglich.

Betrachtet man alle Maßnahmen mit Netto-Einsparkosten von unter 600 €/MWh eingesparter Energie ergeben sich Einsparpotenziale von 2030 GWh (bzw. 2100 GWh). Hier wird auch der Effekt des, soweit in dieser Studie betrachteten, Rebound-Effektes deutlich. Blicke das Nutzungsniveau pro Gerät (Bildschirmdiagonalen, Kühlvolumen, Rechenleistung,...) über die Zeit konstant, würde sich das Einsparpotenzial um etwa 1100 GWh erhöhen.

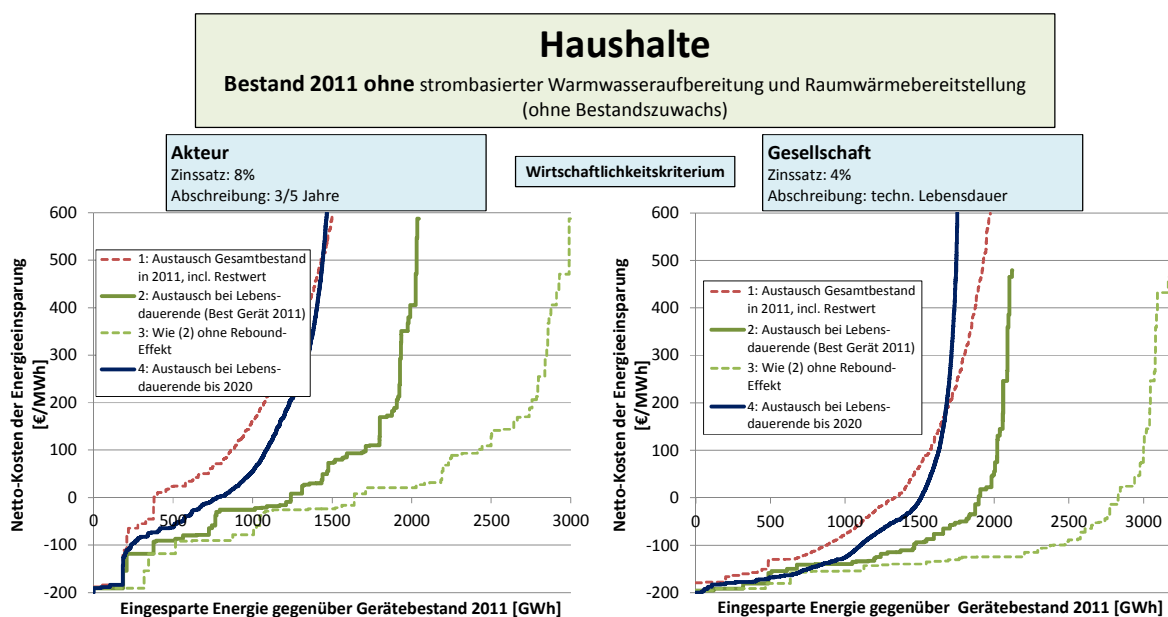


Abbildung 9-4: Grenzkostenkurve der Energieeinsparung für den Sektor Haushalte (ohne Warmwasser, Heizen und Raumklimatisierung): mögliche Stromeinsparungen berechnet bezogen auf den derzeitigen Bestand.

Ein Teil dieses hier aufgezeigten Einspar-Potenzials ist bereits inhärent im BAU-Szenario integriert. Kommt es zu einem Gerätetausch, wird in der Regel nicht das gleiche Gerät installiert, da sich der Produktstandard über die Jahre erhöht. Ein alter, zum vergangenen Zeitpunkt durchschnittlicher Kühlschrank verbraucht mehr Strom als ein durchschnittlicher Kühlschrank im Jahr t , der das ältere Modell ersetzt. Dies wird in Abbildung 9-5 dargestellt. Die durchgezogenen Linien (2) und (5) in der rechten Grafik zeigen die im BAU Szenario integrierten Effizienzverbesserungen für die Jahre 2011 und 2020. Die strichpunktierten Kurven (3) und (6) stellen die Kosten-Potenzial-Kurven für den Fall dar, dass jeweils das kosteneffizienteste Gerät installiert werden würde. Die Kosten-Potenzial-Kurven in der rechten Grafik, zeigen nun die Kosten-Potenzial-Kurven der möglichen zusätzlichen Maßnahmen auf.

So beläuft sich das Einsparpotenzial gegenüber dem Bestand über alle Geräte bis Zusatzkosten von unter 600 €/MWh die im Jahr 2011 aufgrund ihres Alters ausgetauscht werden auf 330 GWh, davon könnten 300 GWh kosteneffizient eingespart werden (Abbildung 9-5, linke Grafik, Szenario 1). Die Energieeffizienz der im Jahr 2011 installierten Geräte ist höher als die der getauschten. Dadurch werden in diesem BAU-Szenario bereits 100 GWh gegenüber dem Bestand im Jahr 2011 eingespart (rechte Grafik, Szenario 2). Das zusätzliche Einsparpotenzial das durch energiepolitische Maßnahmen zu heben wäre, reduziert sich in diesem Fall auf etwa 200 GWh. Kämen hingegen ausschließlich alle einem perfekten Marktes entsprechenden kosteneffizienten Maßnahmen zur Umsetzung, verbliebe im Jahr 2011 ein, durch entsprechende energiepolitische Maßnahmen zu hebendes, Restpotenzial von etwa 30 GWh. Ähnliches gilt für den Zeitpunkt 2020. Jedoch sind hier die möglichen Einsparpotenziale aufgrund des bereits verbesserten Gerätebestandes geringer.

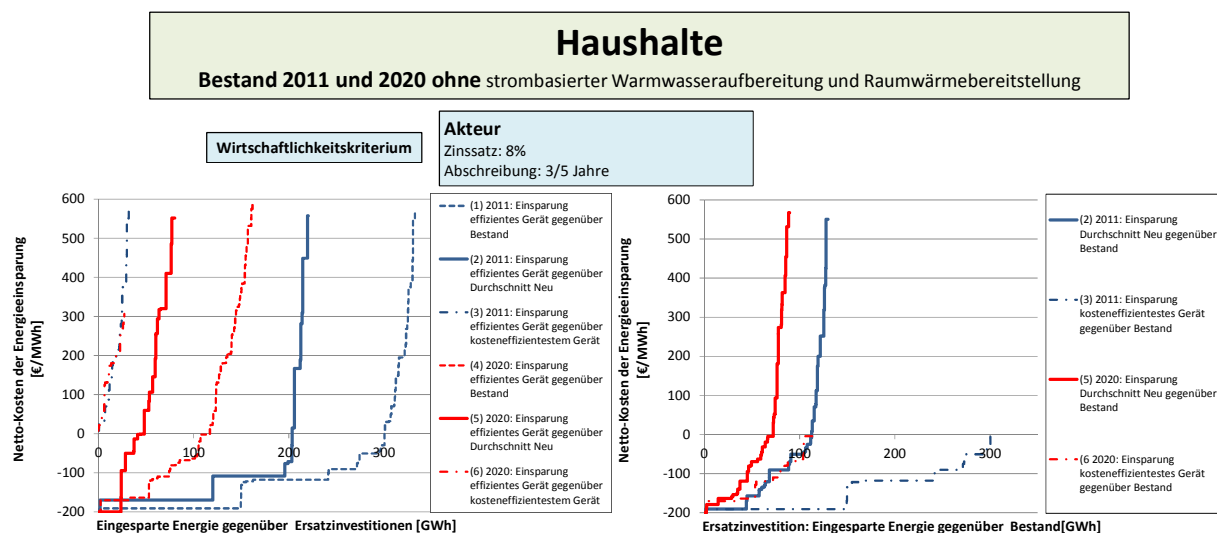


Abbildung 9-5: Kosten-Potenzial-Kurven, Linke Grafik: Einsparungen durch effiziente Geräte gegen Ersatzinvestition; Rechte Grafik: Einsparung der Ersatzinvestition gegenüber Bestand für alle Geräte die in den Jahren 2011 bzw. 2020 im BAU Szenario Haushalte ohne Warmwasser und Heizung ausgetauscht werden.

Eine Aufschlüsselung der Grenzkostenkurve nach Technologiegruppen zeigt Abbildung 9-6: Dargestellt sind wiederum die zwei unterschiedlichen Kriterien der Wirtschaftlichkeitsbewertung. Weiters werden für jede der vier Technologiegruppen: Beleuchtung, Weiße Ware (Kühlschränke, Gefriergeräte, Waschmaschine, Wäschetrockner, Geschirrspüler sowie Herde und Backrohre) die Energieeinspar-Potenzialkurven für die Fälle berechnet:

- Alle Geräte werden durch die jeweils energieeffizienteren Geräte in 2011 am Ende ihrer Lebensdauer ausgetauscht.
- Alle Geräte, die im Zeitraum von 2011 bis 2020 aufgrund ihres Alters aus dem Bestand fallen, werden durch die jeweilig energieeffizienteren Geräte ersetzt.

Aus dieser Analyse geht hervor, dass der Bereich der Beleuchtung und weißer Ware (Großgeräte: Kühlschränke, Gefriergeräte, Waschmaschine, Wäschetrockner, Geschirrspüler sowie Herde und Backrohre) den größten Teil des betrachteten Einsparpotenzials aufweisen. Im Falle der Beleuchtung ließen sich beim Gesamtaustausch aller Leuchtkörper durch das effizientere Geräte in 2011 zwischen 490 GWh und 590 GWh, abhängig von angesetztem Zinssatz und Abschreibungszeitraum, wirtschaftlich einsparen. Das gesamte wirtschaftliche Einsparpotenzial bis 2020 deckt sich recht genau mit diesen Werten. Ermöglicht wird dies durch die vergleichsweise geringe Lebensdauer herkömmlicher Leuchtkörper. In der Gruppe der Großgeräte könnten bei einem vollständigen Austausch des heutigen Bestandes durch die besten heute verfügbaren Technologien zwischen 740 GWh und 870 GWh wirtschaftlich eingespart werden. Davon können bis 2020, ohne einen vorzeitigen Gerätetausch zu berücksichtigen, 510 GWh bis 620 GWh umgesetzt werden. In diesem Fall führen niedrigere zusätzliche Effizienzpotenziale und längere Gerätelebensdauer zu einer geringeren Dynamik in der Umsetzung. Lässt man den Rebound Effekt außer Acht, ergibt sich bis 2020 ein wirtschaftliches Einsparpotenzial von 580 GWh bis 860 GWh. Das heißt, es werden etwa ein Drittel der Einsparungen durch erhöhten Konsum aufgezehrt.

Das Stromeinsparpotenzial von Umwälzpumpen in Österreich liegt bei etwa 410 GWh. In der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit den gesellschaftlichen Parametern ist dieses Potenzial vollständig wirtschaftlich umsetzbar, unter Akteurssicht lassen sich davon 210 GWh wirtschaftlich darstellen. Auf Basis der Bestandsaustauschdynamik können hier etwa 250 GWh bis 2020 ausgeschöpft werden. Innerhalb dieses Zeitraums kann jedenfalls ohne Forcierung eines erhöhten Bestandsaustausches kein vollständiger Austausch aller Pumpen erzielt werden, die steigende Qualität von neuen Geräten kompensiert diesen Effekt jedoch. Die vierte Technologiegruppe beinhaltet die verbleibenden Technologien wie Fernseher, IKT, Kleinverbraucher (Mikrowellen, Dunstabzug, Aquarien, usw.) u.ä. Auf Basis der analysierten Daten würde sich für diesen Bereich ohne Berücksichtigung des Rebound-Effektes ein Einsparpotenzial von etwa 500 GWh mit Umsetzungskosten von bis 600 €/MWh ergeben. Tatsächlich zeigt der Trend der vergangenen Jahre, dass die Nutzungsniveaus von Neuanschaffungen in diesem Bereich zumeist über denen der Vorgängersysteme liegen. Zurückzuführen ist dies unter anderem auf größere Geräte (Fernseher), leistungsstärkere Systeme (FLOPs bei Computer), zusätzliche Funktionen (HiFi mit HDD) und ähnliches. Die Einsparpotenziale durch effiziente Neuanschaffungen liegen damit in der Praxis wesentlich niedriger. Gleichzeitig ergeben sich dafür häufig höhere Energieeinsparkosten, denn der durchschnittliche jährliche Strombedarf dieser Technologien ist vielfach geringer. Zusätzlich dominieren nicht-energierelevante Kriterien die Kaufentscheidung (Design, Ausstattung u.a.m.) und die Auswahl an effizienten Geräten am Markt – die zumeist von etablierten Herstellern von hochwertigen (teuren) Produkten stammen – ist deutlich eingeschränkt.

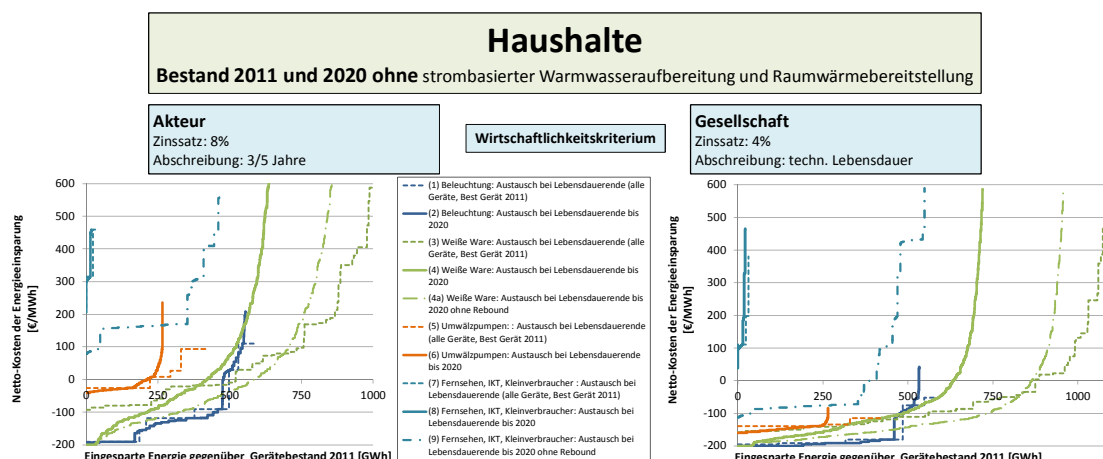


Abbildung 9-6: Grenzkostenkurve für den Bestand 2011 nach Technologiegruppen für den Bereich der Haushalte ohne Berücksichtigung von Warmwasseraufbereitung und Raumwärmebereitstellung

9.1.3 Best-Szenario für den Sektor Haushalte

Dieses Szenario zeichnet sich dadurch aus, dass im Fall einer Neuanschaffung ab 2011 ausschließlich die energieeffizientesten Geräte installiert werden. Dieses Szenario repräsentiert somit, auf Basis der verfügbaren Daten und hinterlegten Expertenannahmen, die mögliche langfristige Untergrenze für den Stromverbrauch. Im Gegensatz zu den zuvor gezeigten Einsparpotenzialkurven wird hier nicht nur der Bestand von 2011 bzw. dessen Ersatz berücksichtigt, sondern auch die variierenden Marktdurchdringungsraten der einzelnen Technologien und die steigenden Bezugsgrößen – im Falle der Haushalte die Anzahl der Hauptwohnsitze – auf welche sich die Marktdurchdringungsraten beziehen. Abbildung 9-7 stellt die Ergebnisse des BEST-Szenarios dem BAU-Szenario gegenüber.

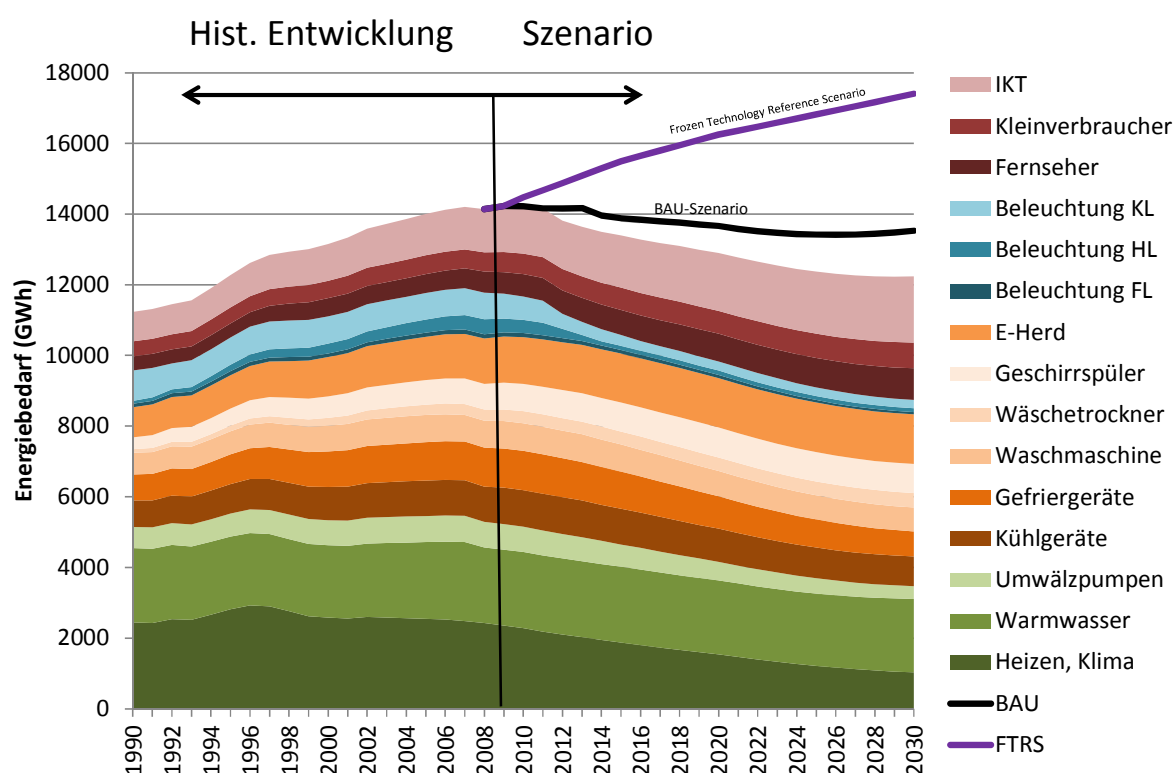


Abbildung 9-7: Szenario der Strombedarfsentwicklung der Haushalte im BEST Szenario; Gegenüberstellung mit BAU Szenario.

Im hier dargestellten Best Szenario lassen sich im Bereich der Haushalte bis 2030 gegenüber dem BAU-Szenario jährlich 1030 GWh bzw. 8% Strom einsparen. Gegenüber der Gerätestruktur 2011 (FTRS) ergeben sich in diesem Szenario eine jährliche Stromeinsparung von 5160 GWh (30%).

9.1.4 Politikszenarios für den Sektor Haushalte

Um die Effekte möglicher politischer Eingriffe auf das System zu untersuchen, werden im nachfolgendem die Ergebnisse der folgenden Politikszenarios dargestellt und diskutiert (Abbildung 9-8):

- Hochpreisszenario: angelehnt an dänische Haushaltspreise für das Jahr 2011 steigt der Strompreis jährlich um 2,3%.
- Dynamischer Technologiestandards: Es dürfen ausschließlich die jeweils zwei besten Technologien installiert werden.
- Technologieförderung: Durch Förderung von Forschung und Entwicklung kommen BNAT Technologien um vier Jahre früher auf den Markt (2015 anstatt 2019).
- Austauschprogramm: Geräte die älter als deren halbe durchschnittliche Lebensdauer sind und einen Energieverbrauch aufweisen, der das 67% Perzentil des Bestandes überschreitet werden von einem fünfjährigen Austauschprogramm erfasst. Dabei wird unterstellt, dass jährlich 20% der im Bestand verbliebenen Geräte auf die dieses Kriterium zutrifft, tatsächlich ersetzt werden.

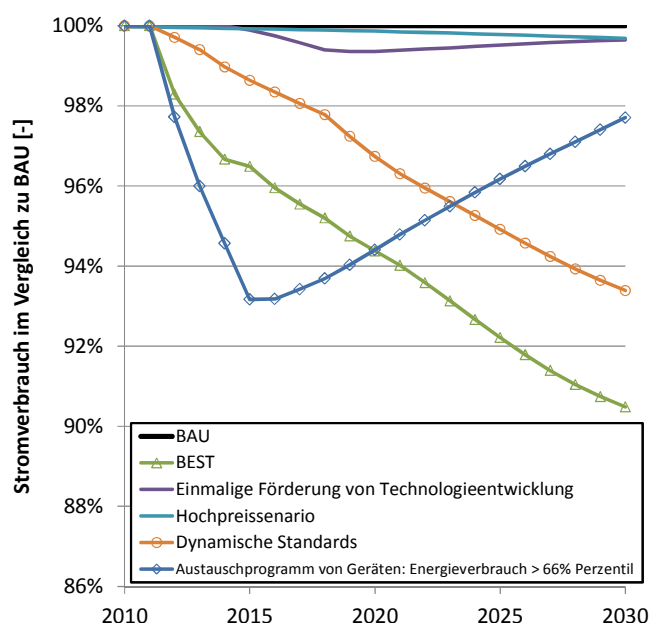


Abbildung 9-8: Vergleich von Szenarien mit verschiedenen energiepolitische Eingriffe.

Wie bereits zuvor dargestellt, ergibt sich bis 2030 in einem Szenario, in welchem nur die besten Geräte installiert werden dürfen, ein Stromverbrauch im Bereich der Haushalte, der etwa um 10% unter jenem des BAU-Szenarios liegt. Das Szenario mit den dynamischen Standards zeigt ein ähnliches Verhalten wie das BEST-Szenario, jedoch mit geringeren Reduktionen. Bis 2030 kann in diesem Szenario der Stromverbrauch um etwa 7% gegenüber dem BAU-Szenario verringert werden. Das Szenario mit dem Austauschprogramm zeigt ein grundsätzlich anderes Verhalten. Durch den Austausch der schlechten Geräte kommt es zu einer raschen Reduktion des Energieverbrauches. Nach Ablauf des fünfjährigen Austauschprogrammes in 2015, liegt der Energieverbrauch bereits um etwa 7% unter dem BAU-Szenario. Weil dieses Politikinstrument aber nur eine geringe langfristige Wirkung erzielt, nähert sich der Energieverbrauch wieder der Verbrauchskurve des BAU-Szenarios an. In 2030 ergibt sich ein Stromverbrauch der gegenüber dem BAU-Szenario um 2% reduziert ist. Das Szenario, das eine einmalige Förderung von Technologieentwicklung untersucht, zeigt eine

lediglich geringe Veränderung gegenüber dem BAU Szenario. Der diesem Szenario zugrunde liegende Vorzieheffekt von 5 Jahren für die BNAT (Best Not Available Technologie) reicht aufgrund der vielfach langsamen Marktdiffusion von neuen Geräten nicht aus, um einen substantiellen Beitrag zur Reduktion des Stromverbrauches zu leisten. Hier wird aber angemerkt, dass eine ständige Förderung von Technologieentwicklung laufend verbesserte Modelle auf den Markt bringt und somit nicht bloß einen einmaligen Effekt bewirkt – ein Umstand der hier nicht abgebildet wurde. Das hier abgebildete Hochpreisszenario zeigt aufgrund der dieser Arbeit zugrunde liegenden Einschränkung nur Effekte hinsichtlich der Investitionsentscheidung, nicht aber des Betriebes von Geräten. Dieser Umstand ist zum großen Teil darin begründet, dass vielfach die auf jährliche Kosten umgelegten Investitionen (Annuitäten) erheblich sind größer als die jährlichen Energiekosten. Exemplarisch sind in der nachfolgenden Abbildung 9-9 die jährlichen Kosten für drei Technologien (Kühlschränke, Waschmaschinen und Fernseher) für jeweils drei Szenarien abgebildet. Szenario 1: BAU zeigt die Kosten für den Fall der Wirtschaftlichkeitsberechnung gemäß der Akteurskriterien bei Standardentwicklung der Strompreise an. Das zweite Szenario unterstellt eine Entwicklung mit stark steigenden Strompreisen, das Szenario drei zeigt die Kostenverhältnisse auf, wenn bei Wirtschaftlichkeitsberechnung die Kriterien gemäß der Gesamtgesellschaft angewendet werden.

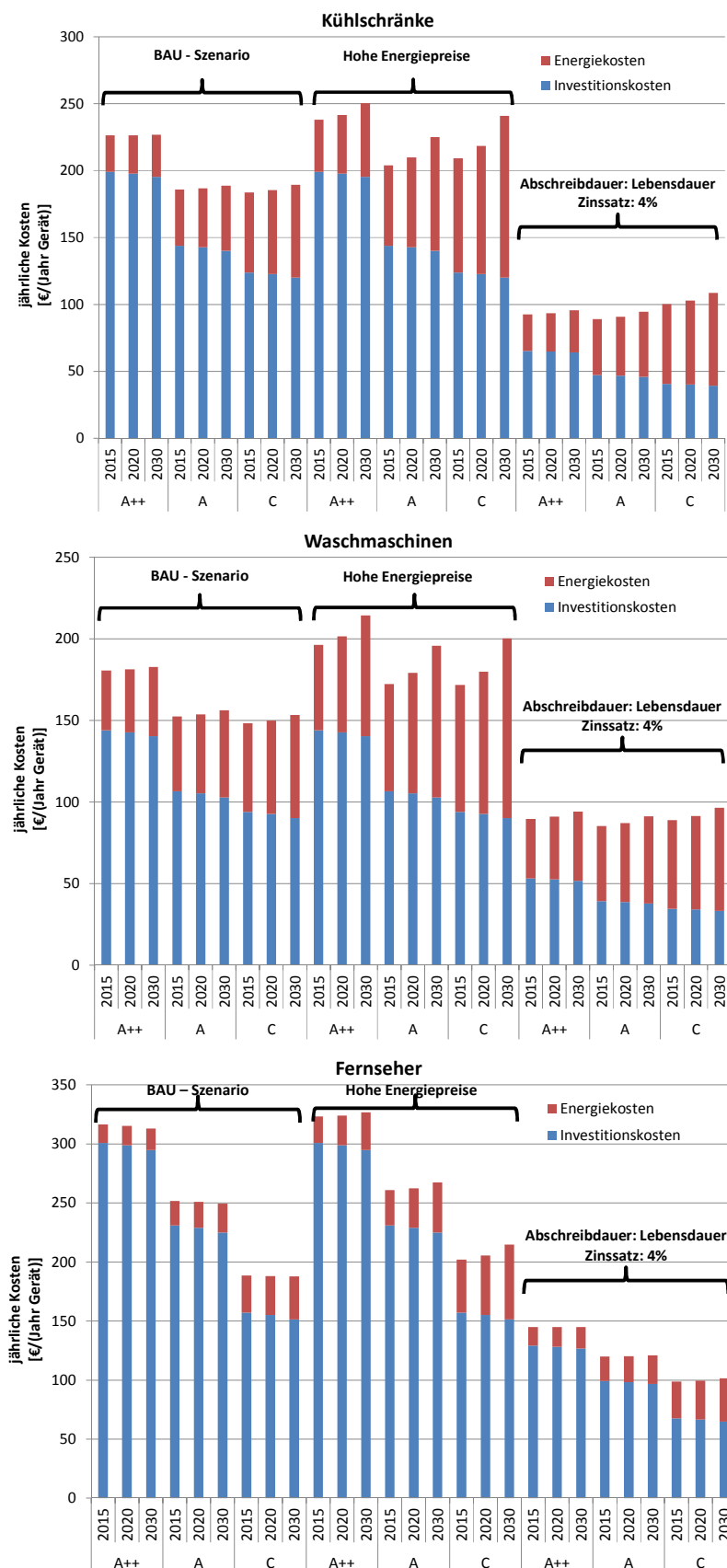


Abbildung 9-9: Jährliche Kosten von Kühlschränken, Waschmaschinen und Fernsehern.

9.2 Sektor Dienstleistung

9.2.1 Beschreibung der Kalibrierung für DL

Die Entwicklung des Strombedarfs der Dienstleistung orientiert sich an der Entwicklung der Wertschöpfung der gesamten, dem Dienstleistungsbereich zugeordneten Sektoren. Als Grundlage für diese Entwicklung wurde Kratena (2011) mit einer Wachstumsrate von 1,93 % p.a. als Standardentwicklung mit einer Sensitivitätsentwicklung von 1,4 %p.a. herangezogen.

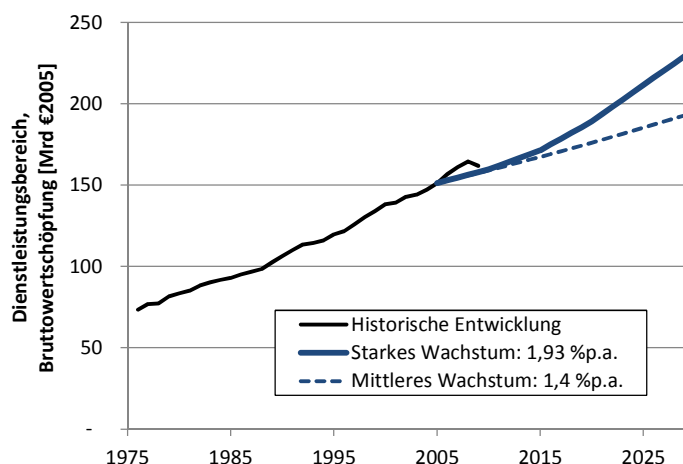


Abbildung 9-10: Entwicklung der Bruttowertschöpfung des Sektors öffentliche und private Dienstleistungen in den Szenarien: hohes und mittleres Wachstum.

Als Referenzenergiepreis für den Dienstleistungssektor wurden die Haushaltsstrompreise herangezogen (Abbildung 9-3).

Das Niveau der Energiedienstleistung (Anzahl der Geräte, Lumen,...) pro Wertschöpfung wurde im Dienstleistungssektor konstant belassen. Das bedeutet, die Gerätebestände (bei gleicher Lebensdauer) steigen mit der Entwicklung der Wertschöpfung. Der damit einhergehende Stromeinsatz ist über die Geräteeffizienz an diese gekoppelt. Von dieser Annahme ausgenommen ist der Strombedarf für Heizen und Warmwasser. Für diesen wurde die Entwicklung aus Kranzl et al. (2011) übernommen. Abbildung 9-11 zeigt den Indikator für die historischen Jahre 1976 – 2009 und stellt diesen Modellergebnisse für die Zeitperiode von 1990 - 2030 gegenüber. Dabei diente der Zeitraum von 1990 - 2009 der Modellkalibrierung. Die Ergebnisse von 2010 - 2030 entstammen der Simulation des BAU-Szenarios.

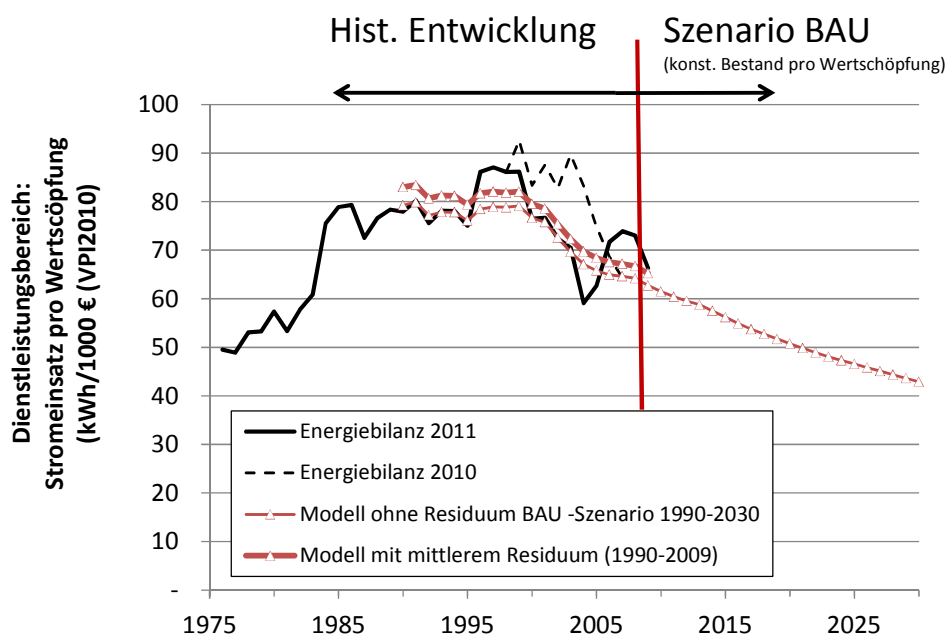


Abbildung 9-11: Entwicklung der Stromintensität pro Wertschöpfung im österreichischen Dienstleistungssektor.

Historisch betrachtet, stieg dieser Indikator im Zeitraum von 1976 bis 1985 von 50 Wh/€ auf 80 Wh/€ an. Nach einer Phase der Stagnation (bis 2000) kam es zu einem Rückgang auf etwa 65 Wh/€ in 2009. Aus der Modellkalibrierung kommt es im BAU-Szenario unter der Annahme eines konstanten Gerätebestandes pro Wertschöpfung durch weitere Energieeffizienzmaßnahmen zu einem Absinken des Indikators auf 43 Wh/€ in 2030 (Abbildung 9-11).

9.2.2 BAU-Szenario für den Sektor Dienstleistung (Referenzszenario)

Diese Szenario ergibt, dass die dem Projekt zugrunde liegenden Effizienzmaßnahmen den Wertschöpfungsanstieg im Dienstleistungssektor im BAU-Szenario kompensieren können und der Strombedarf des Dienstleistungssektors annähernd konstant auf dem Niveau von 10900 GWh bleibt (Abbildung 9-12). Aus der Differenz zum „Frozen Technology Reference Scenario“ (FTRS), in welchem die Zusammensetzung des Bestandes nicht geändert wurde, lässt sich die im BAU-Szenario integrierte gesamte Energieeffizienzsteigerung von 28% ablesen (wie auch aus Abbildung 9-11). Wird ein mittleres Wirtschaftswachstum unterstellt (Abbildung 9-10), sinkt im BAU-Szenario der Strombedarf des Dienstleistungssektors auf 9980 GWh.

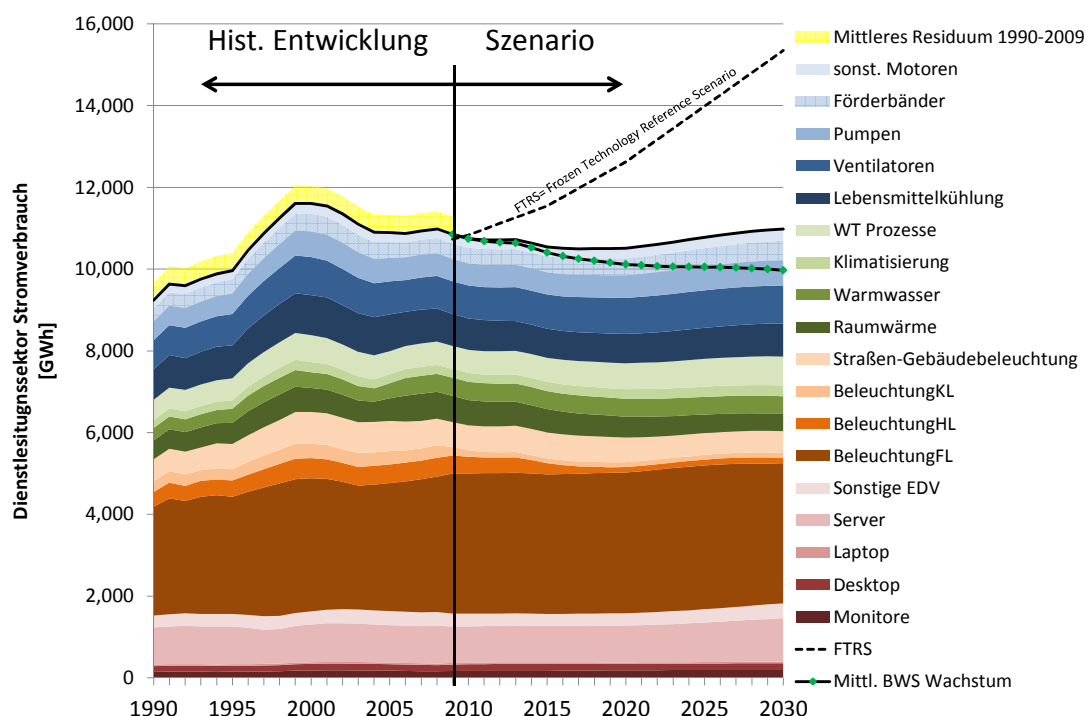


Abbildung 9-12: Strombedarfsentwicklung im Dienstleistungsbereich im BAU Szenario für den Zeitraum von 1990 bis 2030.

Die Analyse der Kosten, die mit Energieeffizienzmaßnahmen einhergehen, wurde wiederum unter den zwei Wirtschaftlichkeitskriterien Akteur und Gesellschaft durchgeführt. Dabei zeigt sich, dass unter Berücksichtigung der Akteurskriterien ein wirtschaftliches Einsparpotenzial von 920 GWh gegeben ist. Weitere 870 GWh sind mit Zusatzkosten von unter 10 €/MWh ebenfalls als kostenneutral einzustufen (Szenario 2). Werden die geringeren Kapitalertragsanforderungen der Gesellschaft gestellt, erhöht sich dieses Potenzial auf 2270 GWh. Durch unmittelbares Umsetzen – also unter Berücksichtigung des Geräterestwertes – ergibt sich auf Basis der Akteurskriterien ein lediglich geringes wirtschaftliches Potenzial von 260 GWh (Szenario 1). Bei Analyse unter den Kriterien der Gesellschaft könnte ein Potenzial von 1780 GWh unmittelbar wirtschaftlich umsetzbar sein. Dieser Vergleich verdeutlicht die Schwierigkeiten die mit der Umsetzung von ambitionierten Energieeffizienzmaßnahmen einhergehen: Maßnahmen, die über die Lebensdauer betrachtet zu monetären Einsparungen führen, werden aufgrund der übermäßig hohen Kapitalertragserwartungen von privaten Investoren nicht durchgeführt. Das bis 2020 unter Berücksichtigung der Lebensdauer von Geräten im Dienstleistungsbereich wirtschaftlich umsetzbare Stromeinsparpotenzial (Szenario 4) deckt sich mit den Werten aus Szenario 2. Auch kommt hier hinzu, dass die zukünftig neuen, effizienteren Geräte den Geräteaustausch nicht vollständig kompensieren können. Der Rebound-Effekt ist im Dienstleistungsbereich mit 15% deutlich geringer als im Fall der Haushalte.

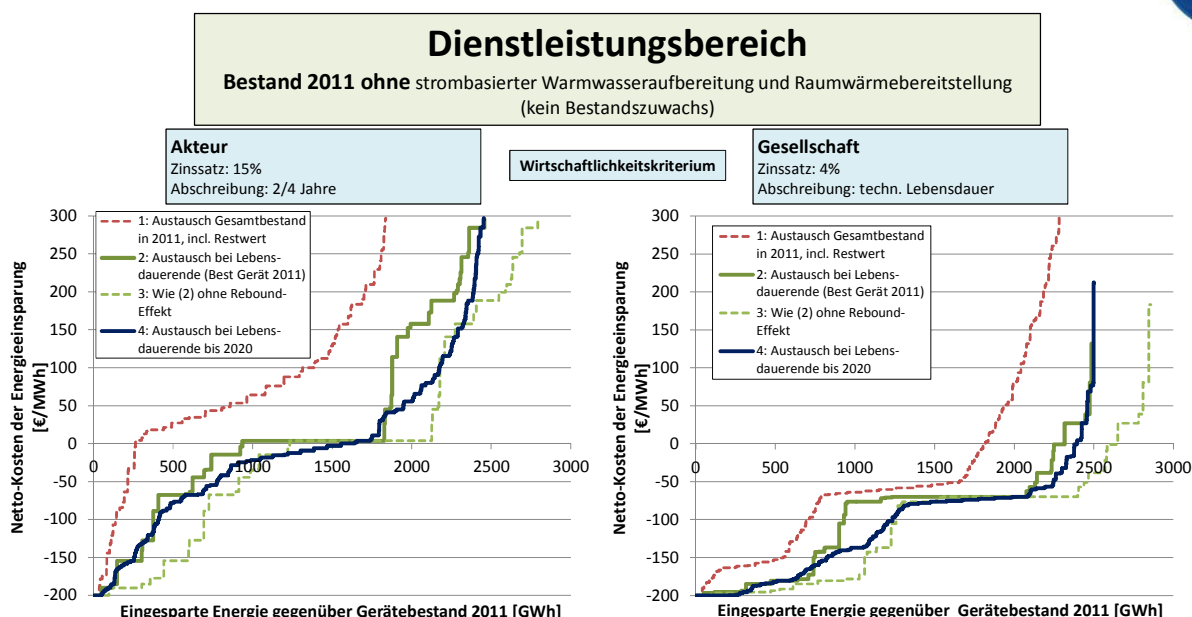


Abbildung 9-13: Grenzkostenkurve der Energieeinsparung für den Dienstleistungssektor (ohne Warmwasser und Heizen): mögliche Stromeinsparungen berechnet bezogen auf den derzeitigen Bestand.

Der größte Anteil der Energieeinsparungen im Dienstleistungsbereich entfällt auf die Kategorie Beleuchtung. Dies ist auch nicht weiter verwunderlich, ist Beleuchtung doch im Dienstleistungsbereich für etwa 40% des Stromverbrauches verantwortlich. Gleichzeitig sind im Bereich der Beleuchtung einerseits erhebliche Effizienzsteigerungen möglich, andererseits ermöglichen die, verglichen mit anderen Anwendungskategorien, relativ kurzen Lebensdauern einen raschen Bestandsaustausch. Das wirtschaftliche bzw. nahezu kostenneutrale Einsparpotenzial für diese Anwendungskategorie liegt bei etwa 1250 GWh. Bis 2020 ohne erhebliche Mehrkosten umsetzbar sind, abhängig von den Parametern zur Berechnung der Wirtschaftlichkeit 1000-1500 GWh (Abbildung 9-14). Motorische Anwendungen zeichnen für 25% des Stromverbrauchs im Dienstleistungsbereich. Deren Einsparpotenzial beträgt etwa 600 GWh. Im Gegensatz zur Beleuchtung sind diese vielfach mit erheblichen Investitionskosten verbunden. Dies reduziert die Wirtschaftlichkeit von Energieeffizienzmaßnahmen bei höheren Verzinsungsansprüchen. Unter Akteurskriterien sind davon etwa 350 GWh wirtschaftlich.

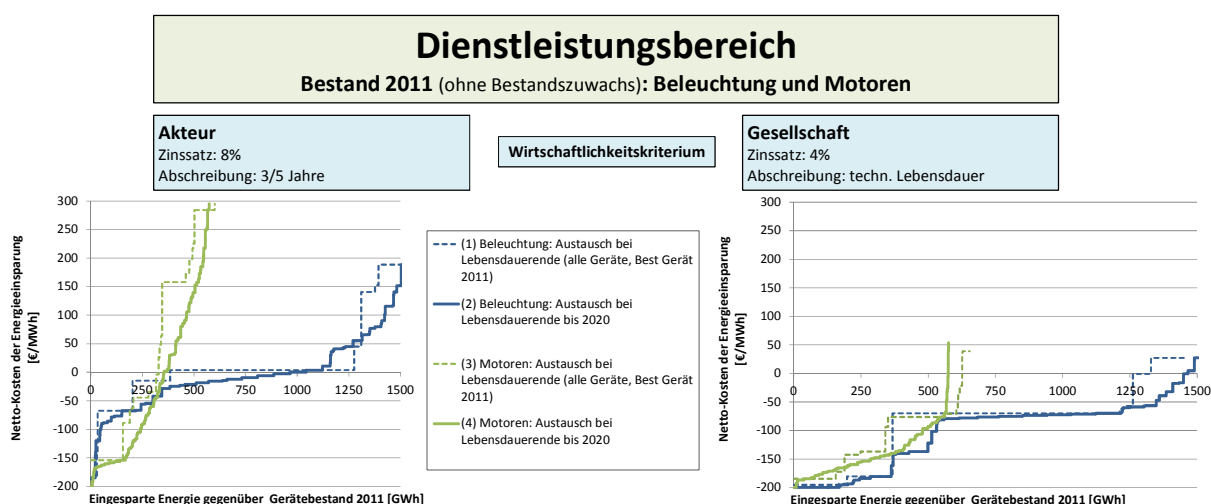


Abbildung 9-14: Grenzkostenkurve der Energieeinsparung für die Anwendungskategorien Beleuchtung und Motoren im Dienstleistungssektor: mögliche Stromeinsparungen berechnet bezogen auf den derzeitigen Bestand.

9.2.3 Best-Szenario für den Sektor Dienstleistungen

Im Gegensatz zum BAU-Szenario dürfen in diesem Szenario bei Neuanschaffungen nur die jeweils besten, verfügbaren Technologien installiert werden. Im Dienstleistungsbereich ergeben sich in diesem Szenario, gegenüber dem BAU-Szenario erhebliche Energieeinsparungen (Abbildung 9-15). Ausgehend von einem Verbrauch von 11980 GWh in 2008 (ohne Residuum) sinkt dieser im Zeitraum 2008 bis 2015 auf etwa 9000 GWh und bleibt dann auf einem konstanten Niveau. Gegenüber dem BAU-Szenario ergeben sich somit Einsparungen von etwa 15%. Im Szenario, das ein mittleres Wirtschaftswachstum unterstellt (Abbildung 9-10), ergibt sich bis 2030 ein um 10% reduzierter Stromverbrauch.

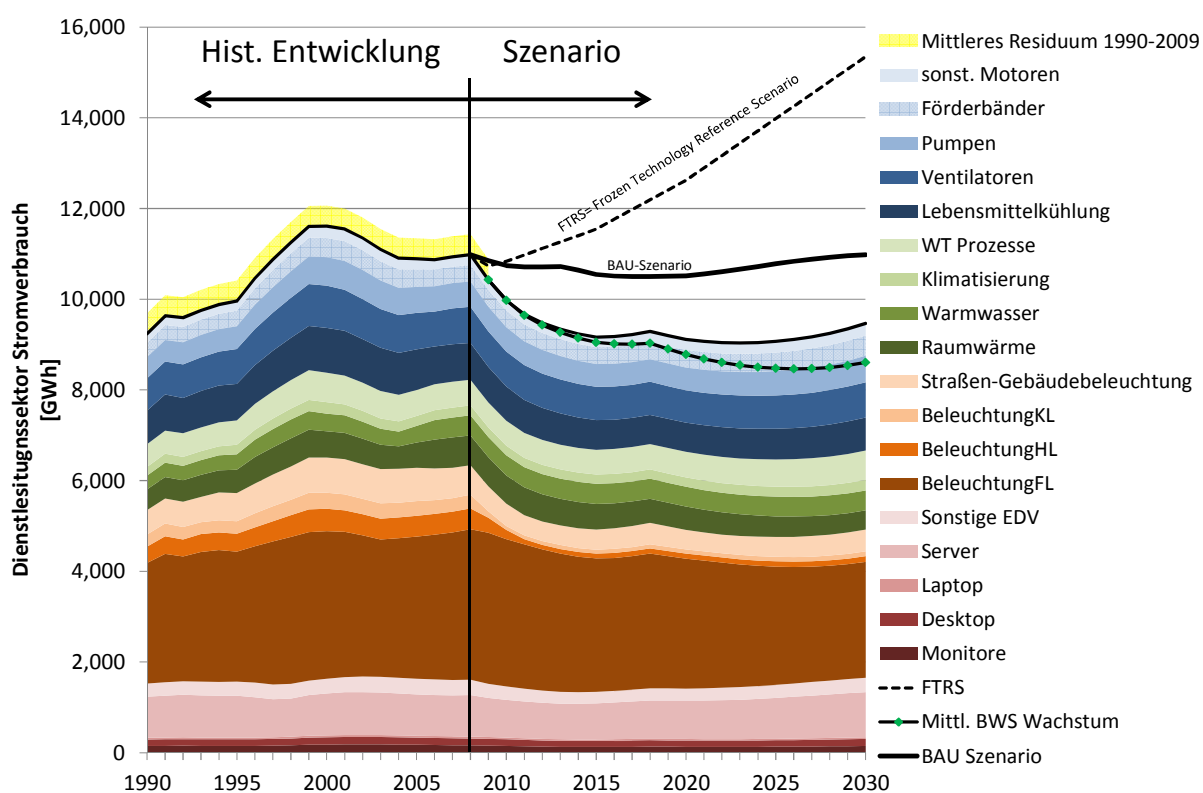


Abbildung 9-15: Strombedarfsentwicklung im Dienstleistungsbereich im BEST-Szenario für den Zeitraum 1990 bis 2030.

9.3 Sektor Industrie

9.3.1 Kalibrierung der Parameter für den Sektor Industrie

Die historische Wertschöpfung dient dem Modell für den Industriesektor als Grundlage für die jährlichen Geräteinstallationen, da hierfür keine dem Projekt zugänglichen Daten (z.B. Stückzahlen der installierten/erneuerten Druckluftsysteme pro Jahr) existieren. Abbildung 9-16 zeigt die Entwicklung der Stromintensität (Strombedarf pro Wertschöpfung) der Sektoren des produzierenden Bereiches für den Zeitraum 1979 - 2009. In den Sektoren Holzverarbeitung, Textil- und Lederverarbeitung sowie im Bergbau kommt es innerhalb dieses Zeitraumes zu einem erheblichen Anstieg dieser Kenngröße. Insbesondere in den Bereichen Eisen- und Stahlerzeugung und Herstellung von Nicht-Eisen Metallen, der Chemie und Petrochemie kam es zu einem starken

Rückgang. Über den gesamten produzierenden Bereich (ohne Bau und Bergbau) summiert, nahm die Stromintensität im Zeitraum 1976 - 1990 um etwa 30% auf das heutige Niveau ab. Nach einem geringen Rückgang in den 90er Jahren, stieg diese zwischen 2000 und 2005 erneut an.

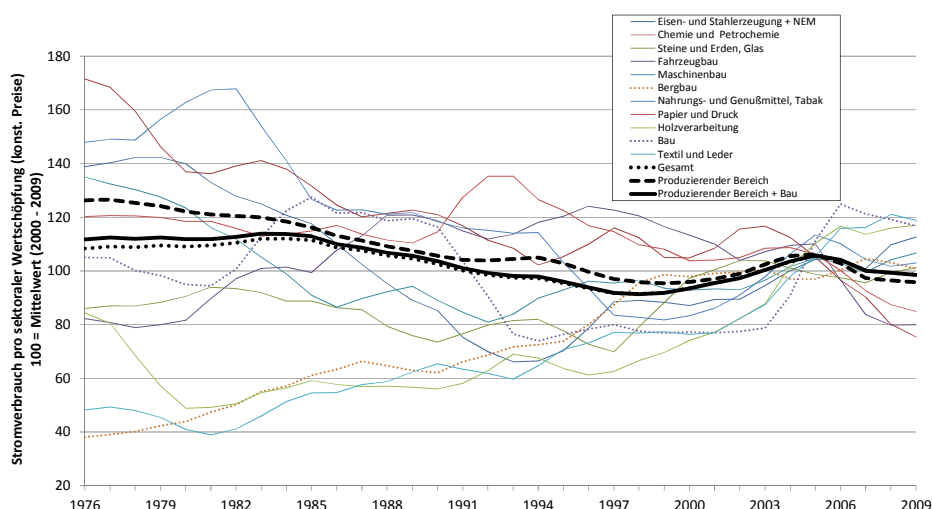


Abbildung 9-16: Entwicklung der Stromintensität (Strombedarf pro Wertschöpfung) der Sektoren des produzierenden Bereiches. Der Index 100 entspricht dem Durchschnitt der Jahre 2000-2009.

Modellparameter und Verknüpfungsfaktoren stellen den Bezug zwischen Geräteinstallationen der Jahre 1990 bis 2008 und der sektoralen Wertschöpfung her. Die historische Entwicklung des Strombedarfs der Industrie wurde so im Modell nachgebildet, das Modell somit für Szenarien der Jahre 2009 bis 2030 kalibriert (Abbildung 9-17). Das Residuum wurde nicht mitberücksichtigt.

Hinsichtlich der Annahmen zur Entwicklung des Gerätebestandes pro Wertschöpfung wurde die historische Entwicklung im Zeitraum 1990 – 2009 extrapoliert.

Tabelle 9.2: Entwicklung der Geräteanzahl pro Wertschöpfung im Zeitraum 2010 bis 2030

	2010-2030
Pumpen	+12%
Ventilatoren	+11%
Sonstige Motoren	+14%
Druckluft	+13%
Industrielle Klimatisierung und Kühlung	+10%
Industrieöfen	+15%
EDV und IKT	+25%
Beleuchtung	+20%

Abbildung 9-17 stellt die daraus folgende Entwicklung des Stromeinsatzes pro Wertschöpfung für das BAU-Szenario der historischen Entwicklung gegenüber. In diesem Szenario sinkt – unter Berücksichtigung der zukünftigen Effizienzgewinne des BAU-Szenarios – der Stromeinsatz pro Wertschöpfung von 409 Wh/€ Bruttowertschöpfung (BWS) im Jahr 2009 auf 396 Wh/€ BWS. Zusätzlich wird die Entwicklung gezeigt, die sich unter der Annahme eines konstanten Gerätebestandes pro Wertschöpfung ergeben würde. In diesem Szenario fällt der Stromeinsatz im Zeitraum 2009 - 2030, wiederum ausgehend von 409 Wh/€ BWS auf 350 Wh/€ ab. Dieser Rückgang um 14 % ergibt sich aus den Effizienzsteigerungen, die aus dem BAU-Szenario innerhalb der kommenden 20 Jahre resultieren.

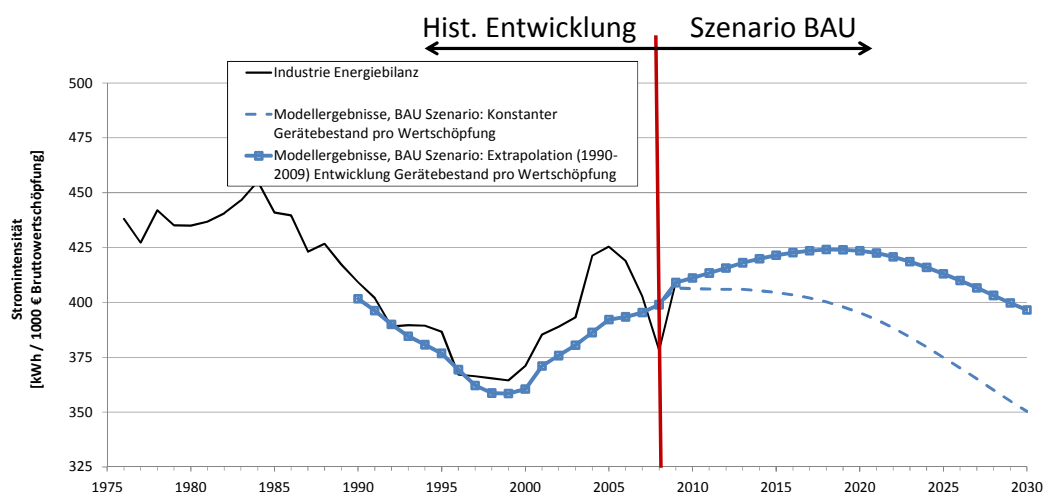


Abbildung 9-17: Entwicklung der Stromintensität (Strombedarf pro Wertschöpfung) der Sektoren des produzierenden Bereiches. Der Index 100 entspricht dem Durchschnitt der Jahre 2000-2009.

Sieht man vom Einbruch durch die Weltwirtschaftskrise in 2008 ab, lässt Abbildung erkennen, dass die Entwicklung der Stromintensität die historische Entwicklung im Zeitraum von 1990 - 2006 zufrieden stellend abbildet. Die Entwicklung des Stromverbrauches unter der Annahme eines konstanten Gerätebestandes entspricht demgegenüber eher der langfristigen historischen Entwicklung.

Der für die Berechnungen hergezugene Zinssatz beträgt 15% und die Abschreibedauern betragen zwei Jahre für die Kategorie Beleuchtung & EDV und vier Jahre für die anderen Technologiesysteme. Alternative Werte werden – wie bereits bei den vorherigen Sektoren – in den ZSAD Szenarien betrachtet: Auch hier beträgt der Zinssatz 4% (Zinssatz der Gesellschaft) und die Abschreibung erfolgt über die Lebensdauer des Technologiesystems.

Die Entwicklung des Bestandes an elektrischen Anwendungen der Industrie orientiert sich an der Entwicklung der Wertschöpfung. Hier wurde auf Kratena et al. (2011) zurückgegriffen. Dargestellt werden wie im Dienstleistungssektor zwei Szenarien der Wertschöpfungsentwicklung. Auch hier gilt das Szenario mit hohen Wachstumsraten als Basisszenario.

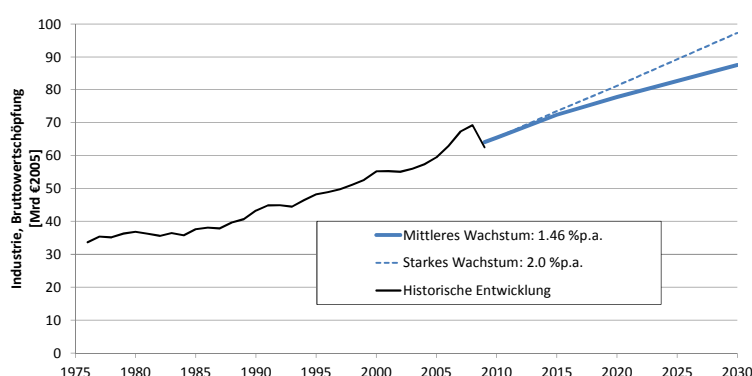


Abbildung 9-18: Entwicklung der Bruttowertschöpfung des Sektors Industrie in den Szenarien: hohes und mittleres Wachstum.

Auch für den Sektor Industrie werden zwei Strompreise unterschieden. Das Energiepreisszenario 1 unterstellt einen jährlichen Preisanstieg um 1 % p.a., im Hochpreisszenario beträgt dieser 2,3 % p.a. Dadurch ergibt sich in 2030 – ausgehend von 110 €/MWh in 2010 – ein Strompreis von 133 €/MWh bzw. 177 €/MWh.

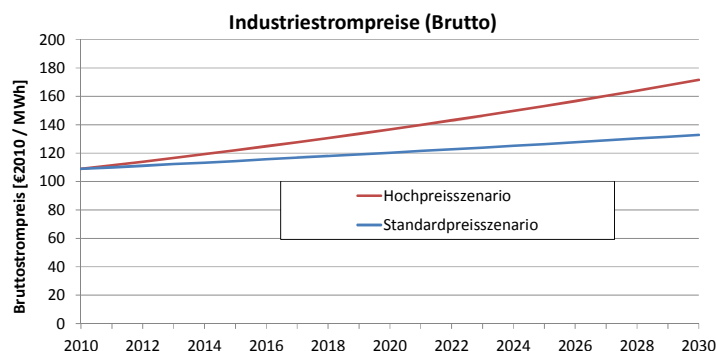


Abbildung 9-19: Annahmen zur Entwicklung des Industriestrompreises

9.3.2 BAU-Szenario für den Sektor Industrie (Referenzszenario)

Im Gegensatz zu den Sektoren Haushalte und Dienstleistungen wird der Strombedarf in der Industrie durch motorische Anwendungen dominiert. Diese sind zumeist in langlebigen Fertigungsanlagen integriert und dadurch für Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz nicht so leicht zugänglich. Des Weiteren wurde hier der Umstand berücksichtigt, dass die Anzahl der Geräte pro Wertschöpfung steigt, also eine zunehmende Elektrifizierung stattfindet. Dadurch kommt es im BAU-Szenario der Industrie zu einem erheblichen Anstieg des Stromverbrauches. Ausgehend von einem Bedarf von 25000 GWh in 2009 steigt dieser im BAU-Szenario um 48% auf knapp 37000 GWh (Abbildung 9-20). Werden zukünftige Effizienzsteigerung nicht berücksichtigt (FTRS) steigt der Bedarf um 71% auf 43000 GWh. Für den Verbrauchszuwachs ist das Wirtschaftswachstum zu 71% verantwortlich, die ansteigende Geräteanzahl pro Wertschöpfung für die verbleibenden 29%. Wird ein moderates Wirtschaftswachstum unterstellt, reduziert dies im BAU-Szenario den Stromverbrauch um 19%.

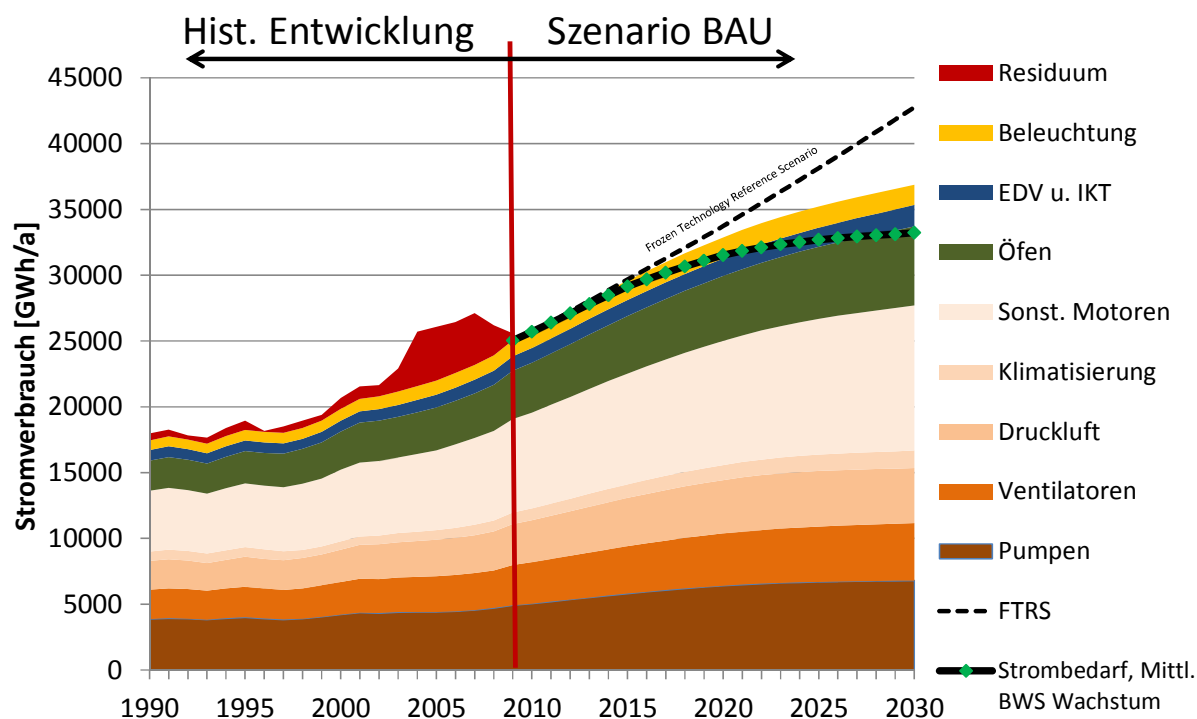


Abbildung 9-20: Szenario der Strombedarfsentwicklung BAU Übersicht 1990 bis 2030

Die großen Einsparpotenziale liegen im Industriesektor bei den Motoren. Auf Basis der heute zur Verfügung stehenden Technologien lassen sich unter Berücksichtigung der Akteurssichtweise mit den entsprechend hohen Erwartungshaltungen an die Kapitalrendite etwa 1000 GWh wirtschaftlich umsetzen (Abbildung 9-21). Bis 2020 könnte dieses Potenzial unter Berücksichtigung der

Lebensdauererwartung des Bestandes umgesetzt werden. Das Potenzial einer, aus Energieeffizienzgründen, vorzeitigen Außerbetriebnahme von Geräten ist unter diesen Bedingungen kaum vorhanden. Setzt man die moderaten Kapitalertragserwartungen der Gesellschaft an so zeigt sich, dass das wirtschaftlich umsetzbare Potenzial sich mit 4000 GWh praktisch verdoppelt (2,5 fache Steigerung bezogen auf das Potenzial, das aus Akteurssichtweise mit geringen Zusatzkosten umgesetzt werden kann). Von diesen 4000 GWh könnten, aus der Bestandsdynamik, bis 2020 3000 GWh eingespart werden.

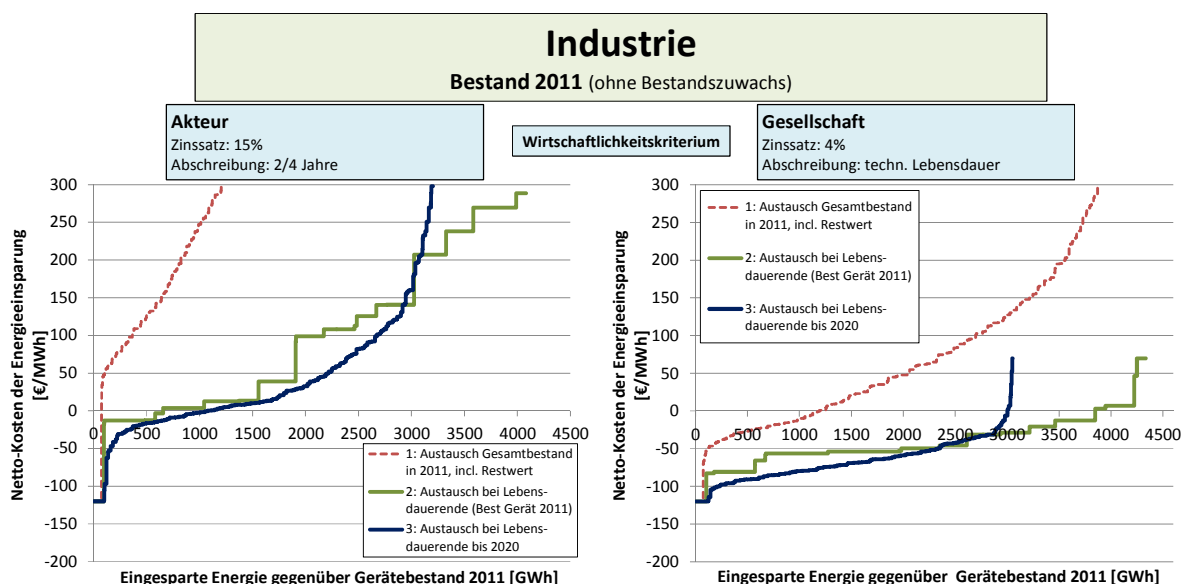


Abbildung 9-21: Grenzkostenkurve der Energieeinsparung für den Sektor Industrie: mögliche Stromeinsparungen berechnet bezogen auf den derzeitigen Bestand.

Abbildung 9-22 zeigt die Kosten-Potenzial-Kurve für Energieeffizienzmaßnahmen bei Motoren die zu keinen Mehrkosten führen. Daraus geht hervor, dass Einsparungen bis 2020 – je nach Sichtweise – von 880 bis 2590 GWh umsetzbar sind. Die durchschnittlichen Kostenersparnisse belaufen sich für das Akteurskriterium auf 20 €/MWh. In Summe ergibt das jährliche monetäre Einsparungen von 17,6 Millionen € (0,5-1% der jährlichen Ausgaben für Strom im Industriesektor). Aus Gesellschaftssicht betrachtet, liegen die durchschnittlichen Kosteneinsparungen bei 38 €/MWh. Mit dem Einsparpotenzial von 2590 GWh, ergeben sich unter Berücksichtigung der Mehrinvestitionen in effizientere Technologien jährliche Kostenreduktionen von etwa 100 Million €.

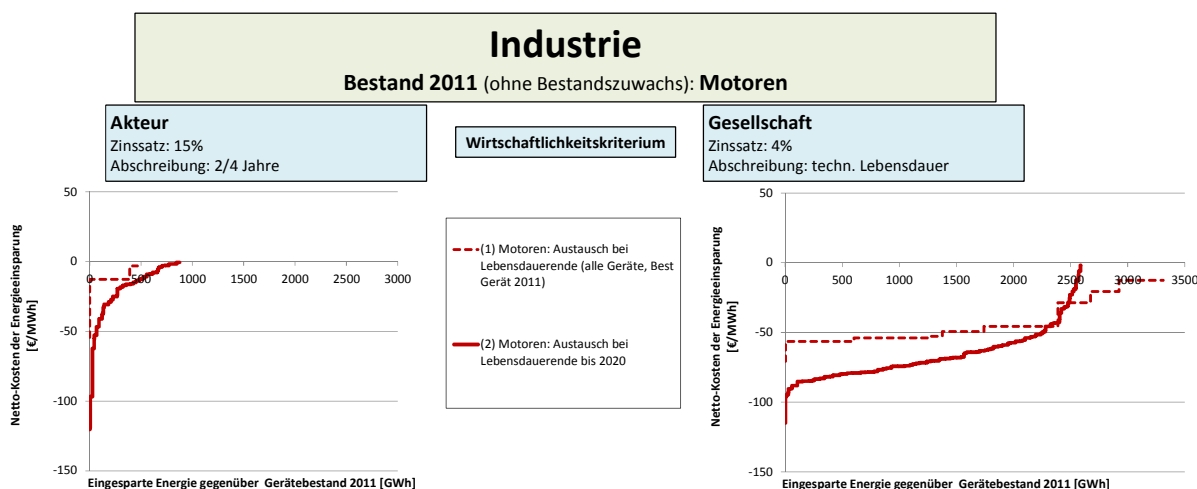


Abbildung 9-22: Kostenpotenzialkurve für Motoren im Industriebereich mit monetären Nettoeinsparungen.

9.3.3 Best-Szenario für den Sektor Haushalte

Im nachfolgenden Szenario dürfen nur die jeweils besten, zur Verfügung stehenden Technologien neu installiert werden. Damit stellt auch dieses Szenario eine Untergrenze für den zukünftigen Stromverbrauch (auf Basis der zugrunde liegenden Effizienzpotenziale) dar. Dieses Szenario resultiert in einem Stromverbrauch der im Szenario mit hohem Wirtschaftswachstum von 25 TWh auf 33,6 TWh ansteigt (Abbildung 9-23). Gegenüber dem BAU Szenario reduziert sich die Stromnachfrage in 2030 um 3300 GWh (10%).

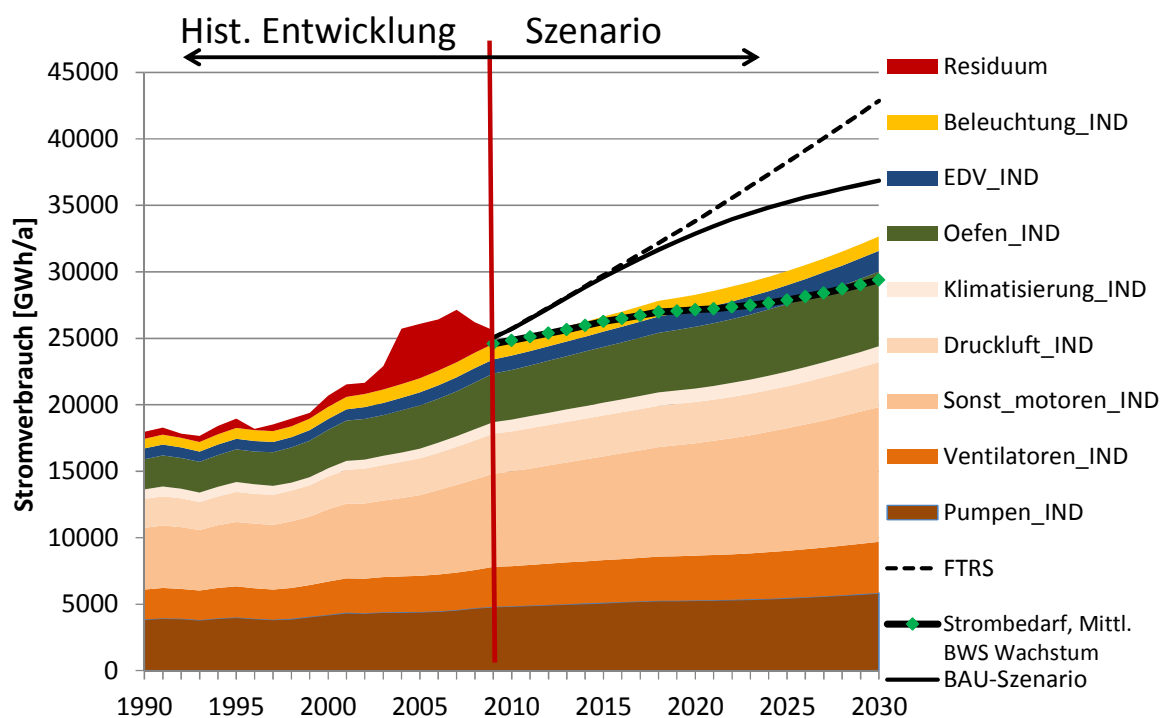


Abbildung 9-23: Szenario der Strombedarfsentwicklung der Industrie im BEST Szenario; Gegenüberstellung mit BAU Szenario.

9.3.4 Politikszzenarien für den Sektor Industrie

Um die Effekte möglicher politischer Eingriffe auf das System zu untersuchen werden im nachfolgendem die Ergebnisse der folgenden Politikszzenarien dargestellt und diskutiert (Abbildung 9-24):

- Hochpreisszenario: Industriestrompreise steigen jährlich um 2,3%
- Austauschprogramm: Geräte die älter als deren halbe durchschnittliche Lebensdauer sind und einen Energieverbrauch aufweisen, der das 67% Perzentil des Bestandes überschreitet werden von einem fünfjährigen Austauschprogramm erfasst. Dabei wird unterstellt, dass jährlich 20% der im Bestand verbliebenen Geräte auf die dieses Kriterium zutrifft, getauscht werden.
- Umfassendes Contractingprogramm: Investitionen werden mit einem höheren Zinssatz (8%) und längeren Abschreibedauern kalkuliert (IKT und Beleuchtung: 5 Jahre, Motorische Anwendungskategorien 10; jedoch nie längere Lebensdauer)

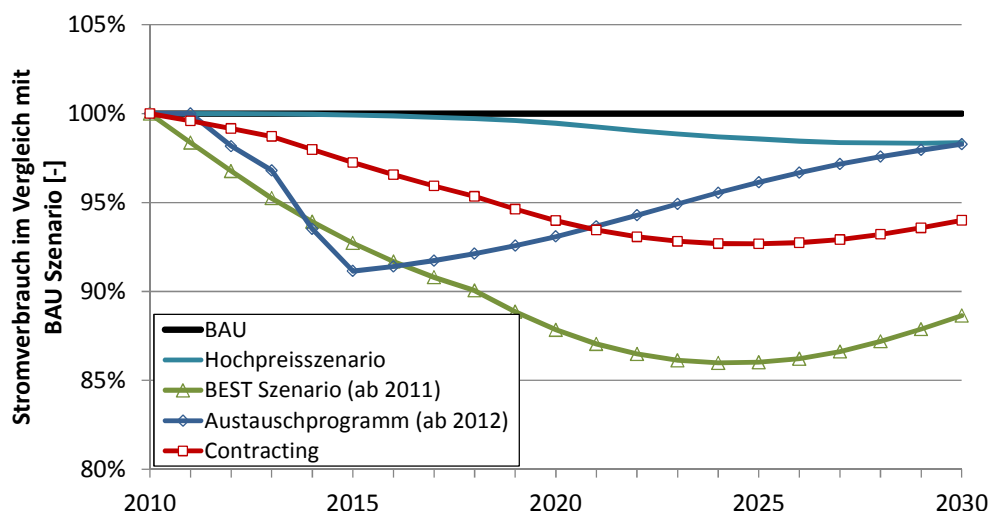


Abbildung 9-24: Vergleich von Szenarien mit verschiedenen energiepolitische Eingriffe.

Die Ergebnisse der untersuchten Politiksznarien zeigt ein ähnliches Bild wie für den Bereich der Haushalte:

Die effektivste Methode der Energieeffizienzsteigerung stellen regulative Instrumente dar, die einen hohen Standard einfordern. Austauschprogramme wirken kurzfristig, haben aber einen lediglich geringen langfristigen Effekt. Eine grundlegende Barriere bei der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in der Industrie stellen die übermäßig hohen Anforderungen der Kapitalrendite dar. Können diese durch z.B. Contracting-Lösungen gelockert werden, könnten etwa die Hälfte der über das BAU-Szenario hinausgehenden Effizienzmaßnahmen umgesetzt werden.

9.4 Gesamtentwicklung

Durch die Addition der Ergebnisse aus den drei Bereichen: Haushalte, Dienstleistungen und Industrie können die möglichen Entwicklungen für die großen nationalen Verbrauchergruppen abgeschätzt werden. Im BAU-Szenario steigt der Stromverbrauch der betrachteten Kategorien im Zeitraum 2010-2030 um 22% (1% p.a). Diese Entwicklung integriert bereits Effizienzsteigerungen gegenüber dem derzeitigen Gerätebestand um 17% (Abbildung 9-25). Der Stromverbrauch von Haushalten und Dienstleistungssektor bleibt annähernd konstant, die Industrie fragt den großen zusätzlichen Bedarf nach. Gleichzeitig kann man aus dem Zeitraum 2000-2007 auch den stark steigenden residualen Stromverbrauch erkennen, der unmittelbar aufzeigt, dass nicht alle Arten von Stromverbrauch in die Analyse mit aufgenommen wurden. Dessen Zuordnung ist derzeit aufgrund von fehlenden Daten noch nicht möglich, zukünftige Projekte in den nächsten Jahren sollten hier zur Klärung beitragen.

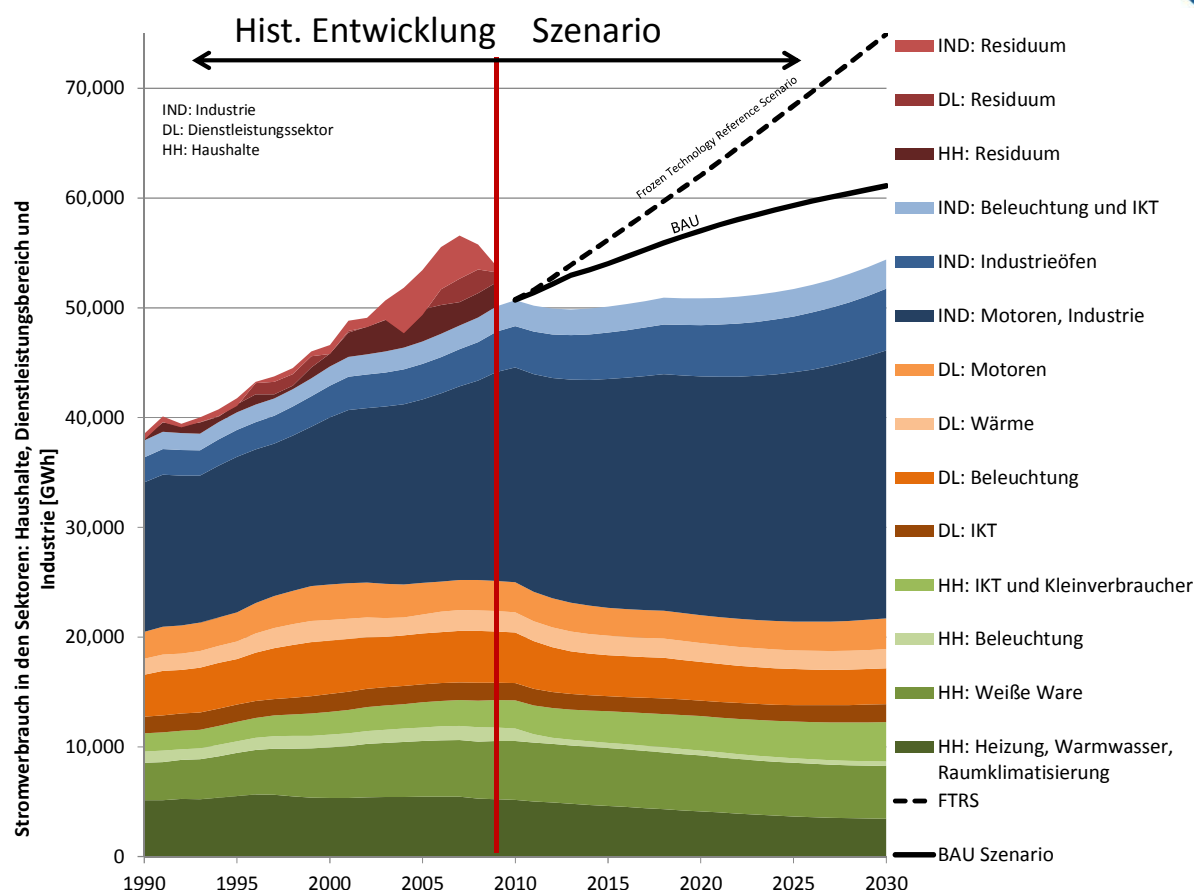


Abbildung 9-25: Strombedarfsentwicklung der Sektoren: Haushalte, Dienstleistungsbereich und Industrie im BAU Szenario.

Die gegenüber dem BAU-Szenario möglichen stromspezifischen Energieeinsparungen zeigt die Abbildung 9-26. In einer solchen Entwicklung kann der Stromverbrauch der betrachteten Kategorien in 2030 um 7 TWh von 61 TWh auf 54 TWh reduziert werden. Gegenüber dem heutigen Technologiepark entspricht dies einer Steigerung der Energieeffizienz um 30%.

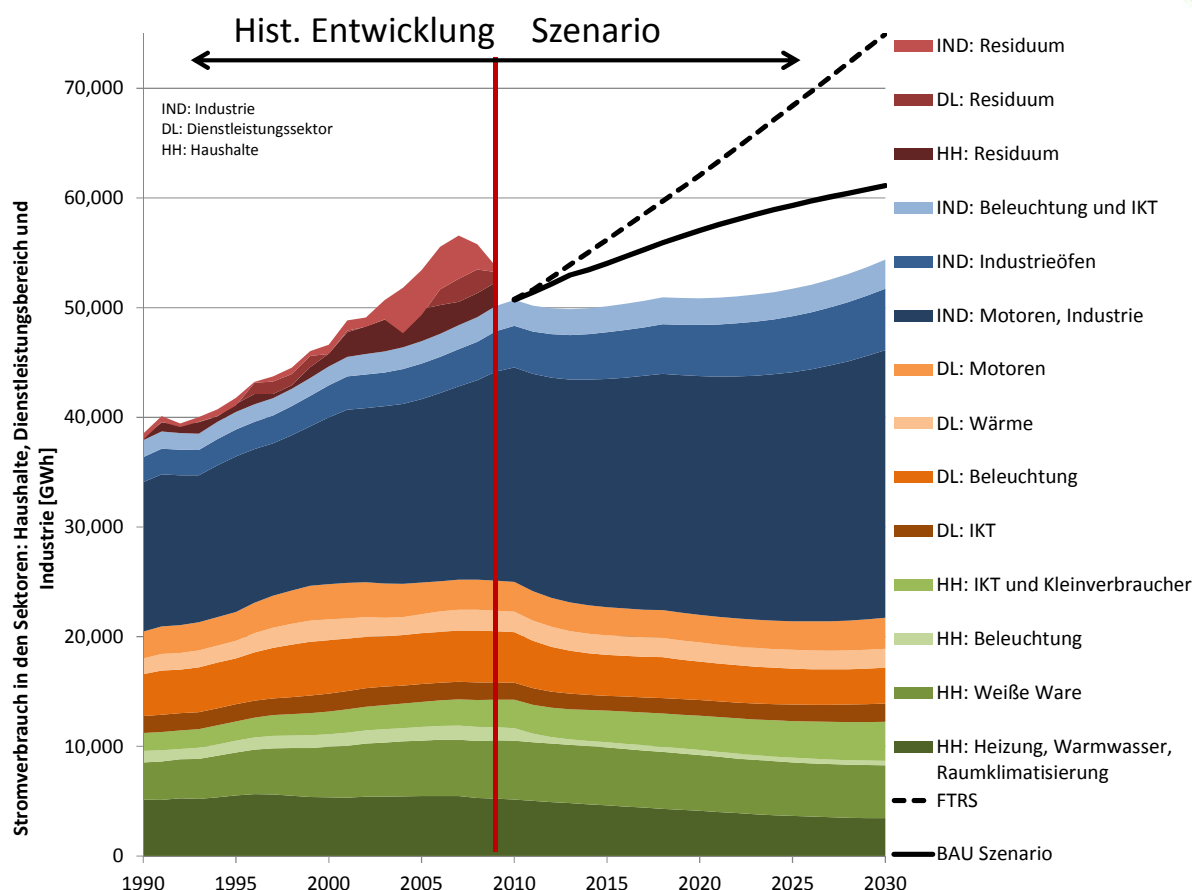


Abbildung 9-26: Strombedarfsentwicklung der Sektoren: Haushalte, Dienstleistungsbereich und Industrie im BEST Szenario.

Die Kosten zu denen die zusätzlichen Energieeffizienzsteigerungen zur Verfügung stehen sind in Abbildung 9-27 dargestellt. Unter dem Gesichtspunkt der Akteurserwartungen, können bis 2020 etwa 4000 GWh kosteneffizient eingespart werden. Zusätzliche Maßnahmen mit Nettokosten von nicht mehr als 50 €/MWh erhöhen das Potenzial auf ca. 5300-5500 GWh. Dabei ist bereits berücksichtigt, dass durch effizientere Technologien Nutzer die Dienstleistung in einem erhöhten Maße nachfragen. In dem hier dargestellten Fall umfasst der Reboundeffekt 1100 GWh und zehrt 20% der eigentlichen Effizienzmaßnahmen auf.

Werden die Wirtschaftlichkeitskriterien einer Gesellschaft zugrunde gelegt, könnten durch unmittelbare Umsetzung von Maßnahmen mit vorzeitigem Gerätetausch unter Berücksichtigung des Restwertes von Geräten etwa 4000 GWh kosteneffizient eingespart werden. Wird ein solcher vorzeitiger Gerätetausch außer Acht gelassen, lassen sich 8000 GWh kosteneffizient einsparen. Davon könnten bis 2020 7000 GWh umgesetzt werden.

Haushalte, Dienstleistungssektor und Industrie

Bestand 2011 (ohne Bestandszuwachs)

Akteur: Haushalte – DL und Industrie
Zinssatz: 8% – 15%
Abschreibung: 3/5 – 2/4 Jahre

Wirtschaftlichkeitskriterium

Gesellschaft
Zinssatz: 4%
Abschreibung: techn. Lebensdauer

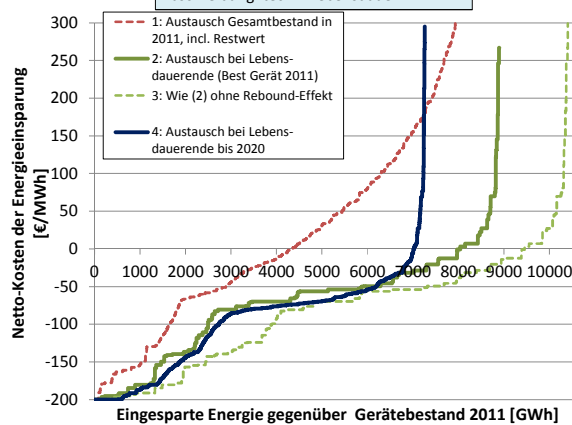
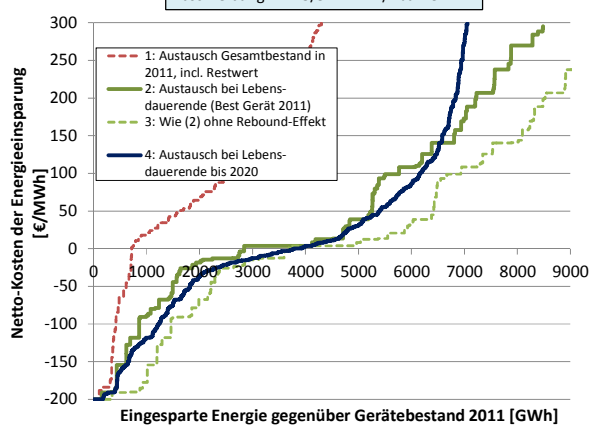


Abbildung 9-27: Grenzkostenkurven der Stromeinsparung für die Sektoren: Haushalte, Dienstleistungen und Industrie.

10 Dynamischer Aktionsplan und Ausblick

10.1 Dynamischer Aktionsplan und Prioritätenliste

Wie die beschriebenen Analysen zeigen, gibt es so etwas wie ein „bestes“ Politikinstrument nicht. Nur ein umfassendes Portfolio an Maßnahmen ist zielführend.

Die mit Energiepolitik erreichbaren Effekte beruhen auch oft mehr auf der Art und Weise der Ausgestaltung der Instrumente, ihrer Verknüpfung mit anderen Politikinstrumenten und Maßnahmen und der Art und Weise ihrer Umsetzung als nur auf dem jeweiligen Instrumententyp selbst. Jedoch sind bestimmte Politikinstrumente für bestimmte Ausgangs- und Problemlagen besser geeignet als andere. So kann man zum einen Instrumente auf unterschiedlichen Ebenen unterscheiden, zum anderen entfaltet oft nur das Zusammenspiel von verschiedenen Instrumenten in Politikpaketen die gewünschte Wirkung.

Nichtsdestotrotz können auch einzelne Maßnahmen alleine schon zu einer Marktveränderung hin zu effizienteren Geräten beitragen. Insbesondere Instrumente, die einen förderlichen Rahmen setzen, sind in diesem Zusammenhang zu sehen. Allgemeine staatliche Rahmenbedingungen können so gestaltet werden, dass sie für die Umsetzung von Energieeffizienzsteigerungen und das Erreichen absoluter Energieeinsparungen vorteilhaft sind.

In diesem dynamischen Aktionsplan leiten wir aus den Analysen in den vorigen Kapiteln die wichtigsten, in den einzelnen energiepolitischen Kategorien zu implementierenden Maßnahmen ab. Diese wichtigsten Kategorien dieser energiepolitischen Instrumente sind:

- Stromsteuer
- Subventionen und monetäre Anreize
- Technische Standards
- Legistische Maßnahmen (Verbote sowie Informations- und Auszeichnungspflicht)
- Reduktion der Transaktionskosten für Info-Beschaffung, Info-Austausch physisch (Netzwerke)
- Forschung und Entwicklung
- Personal allowances / Quotas für erlaubte CO₂-Emissionen
- Quoten / Obligationen für erlaubte CO₂-Emissionen und Energieverbrauch

10.1.1 Kurzfristige Maßnahmen

Die wichtigsten umgehend zu implementierenden Maßnahmen sind:

Einführung einer stromspezifischen Steuer

Die Einführung dieser Steuer schlagen wir kurzfristig aus folgenden Gründen und in folgender Form vor:

- Strompreise spiegeln nicht die vollen Kosten der Stromerzeugung wider, vor allem auch wegen „sunk costs“. D.h., die für die Stromerzeugung notwendigen Investitionskosten werden nicht von den Preisen reflektiert.
- Darüber hinaus haben Steuern einen langfristigen Stromspareffekt. Obwohl die Ergebnisse aus rein länderspezifischen ökonometrischen Analysen oft nur auf relativ niedrige Preiselastizitäten hinweisen, ist es evident, dass sie praktisch eine signifikante Einsparung bewirken.
- Diese Steuer sollte in weiterer Folge wie folgt verwendet werden:
 - Zweckwidmung eines bestimmten Teils der Steuer für andere stromsparende Maßnahmen und für die Bereiche „Subventionen“ und „F&E“
 - Sozialer Ausgleich: Entlastung der Energiedienstleistungskosten sozial schwächerer Haushalte
 - Die danach verbleibenden Steuereinnahmen sollten zu einer Entlastung anderer Steuern wie Lohnnebenkosten eingesetzt werden

Implementierung finanzieller Anreizsysteme

In Ergänzung zur Stromsteuer sind ebenfalls kurzfristig die folgenden positiven finanziellen Anreizsystems („Subventionen“) zu implementieren:

- Investitionsanreize für schlechte existierende Großgeräte mit langer verbleibender Lebensdauer: vor allem im industriellen Bereich, in dem Investitionen nur getätigt werden, wenn sie sich in einer sehr kurzen Abschreibungszeit „rechnen“, können gezielte finanzielle Anreize dazu beitragen, dass die schlechtesten Geräte durch die effizientesten neu verfügbaren ersetzt werden
- Zeitlich begrenzte Abwrackprämien für alte funktionierende Geräte: NICHT der Kauf neuer Geräte sondern NUR die Rückgabe alter funktionierender Geräte soll mit Prämien gefördert werden!!! Das führt vor allem dazu, dass alte Geräte nicht mehr als Zweitgeräte verwendet werden womit diese Maßnahme zu einem eindeutigen Stromspareffekt führt

Implementieren von Standards:

Neben Steuern und finanziellen Anreizen sind die folgenden legislatorischen Standards von zentraler Bedeutung:

- Implementierung von dynamischen Höchstverbrauchsstandards für Großgeräte;
- Auszeichnungspflicht für den Stromverbrauch und die „Stand-by-Leistung“ von ALLEN Geräten;
- Bei Kleinverbrauchern: Rigorose technische Neustandardisierung mit den besten verfügbaren Technologien (z.B. Netzteile);

Legistische Maßnahmen

- Die Labeling-Kriterien für größere Geräte sind zu verschärfen

Einrichten von Energieeffizienz- bzw. Energiesparförderpools

Ein „EnergieSparFörderPool“ als eigenständige, unabhängige Organisation, der verschiedenste Programme auflegen und Maßnahmen bündelt, koordiniert und evaluiert, kann der zentrale Koordinator und Finanzier für Stromsparprogramme sein.

Dieser Vorschlag geht zurück auf die Erfahrung, dass die klassischen Förderprogramme nicht ausreichen, um das volle Potential von Energieeffizienz zu erschließen. Wie die Erfahrung in einigen Ländern bereits zeigt, sind mehrere aufeinander abgestimmte Instrumente deutlich erfolgreicher als eine Summe unabgestimmter Einzelinstrumente.

Ein koordinierender „EnergieSparFörderPool“ ist daher wesentlich mehr als nur ein Förderinstrument. Durch seine Koordinierungs- und Steuerungsfunktion bewirkt er Synergien und setzt Innovationsprozesse in Gang. Seine Konzeption als eigenständige Organisationseinheit auf Bundesebene mit finanzieller und organisatorischer Unabhängigkeit von Einzelinteressen garantiert die Umsetzung anspruchsvoller Ziele.

Energiespar-Netzwerke

Diese sind vor allem im Industrie- und Gewerbebereich von zentraler Bedeutung. Branchennetzwerke können durch ihre ähnlich gelagerten Anforderungen und Erfahrungen nützlich sein zum Abbau von Transaktionskosten der Info-Beschaffung. In diesen Netzwerken können Beschaffungskriterien festgelegt sein, auch Wissen über kompetente und unabhängige Anbieter von branchenspezifischen Energie-Audits ist hier vorhanden und kann genutzt werden.

Strom wird im Sektor Industrie vorwiegend für den Betrieb von Querschnittstechnologien eingesetzt, also Technologien, die in verschiedenen Branchen gleichermaßen verbreitet sind. Maßnahmen oder Technologien zur Steigerung der Stromeffizienz in Industriebetrieben unterschiedlicher Branchen sind daher meist ähnlich oder sogar die gleichen. Darüber hinaus stehen sich verschiedene Unternehmen gleicher Branchen meist konkurrierend gegenüber, was eine tiefgehende Zusammenarbeit in Richtung Energieeffizienzsteigerung schwierig gestaltet, da die Unternehmen davor zurückschrecken ihre Produktionsprozesse gemeinsam zu diskutieren. Im Gegensatz dazu führt eine Zusammenarbeit zwischen Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen zu äußerst positiven Ergebnissen, wie die Erfahrungen mit sogenannten Energieeffizienznetzwerken in der Schweiz und in Deutschland gezeigt haben (Jochem and Gruber, 2007).

Durch einen geleiteten Erfahrungsaustausch zwischen den Unternehmen in Kombination mit der Integration externen Wissens können die Transaktionskosten, die mit der Durchführung einer Effizienzmaßnahme einhergehen, entscheidend gesenkt werden. Gleichzeitig wird auch das Management der Unternehmen für das Thema Energie sensibilisiert, denn durch vergleichsweise niedrige Energiekostenanteile in den Unternehmen erhält Energieeffizienz normalerweise wenig Beachtung bei Investitionsentscheidungen.

Wichtige Komponenten der Energieeffizienznetzwerke sind eine Initialberatung für alle beteiligten Unternehmen durch erfahrene Ingenieure, die Einigung auf ein gemeinsames Effizienzziel, regelmäßige Treffen, die jährliche Überprüfung der Ziele sowie eine kontinuierliche wissenschaftliche Beobachtung und Evaluierung (vgl. Jochem and Gruber, 2007).

Die Kosten für die Installation und Durchführung derartiger Energieeffizienznetzwerke könnten über aus Steuern finanzierte Energieeffizienzpools gedeckt werden.

Information und Qualifizierung

Kampagnen zur Motivation und Information spielen eine wichtige Rolle bei der Bewusstseinsbildung für die Potenziale und Möglichkeiten der Energieeffizienz. Es ist allerdings darauf zu achten, dass mit den Kampagnen auch tatsächlich Möglichkeiten zum Handeln bereitgestellt werden.

Deshalb sollten Datenbanken effizienter Geräte, Angebote zur Energieberatung, Bildungs- und Qualifizierungsmaßnahmendeutlich aufgewertet und ausgebaut werden. Für gewerbliche Akteure sollten Energieanalysen mit Maßnahmen wie Vor-Ort-Messungen und Planungsunterstützung verstärkt angeboten werden. Sie lassen mögliche Energieeffizienzmaßnahmen erkennen und führen häufig zu Investitionen in Energieeffizienztechnik.

Auch im Bildungssystem sollte das Thema stärker verankert werden. Das Einbeziehen von Energieeffizienz-Themen in der Schule wie in der Berufsausbildung und Weiterbildung insbesondere von Handwerkern, Architekten sowie Ingenieuren ist essentiell für den Erfolg und die Marktveränderung in Richtung Energieeffizienz.

10.1.2 Mittelfristige Maßnahmen

NEEG (NEgawatt-Einspeise-Gesetz)

Ein NEEG könnte Endenergieeinsparungen z. B. mittels Innovations- und Markttransformationsprämien für Hersteller und Importeure energieeffizienter Technologien oder pauschaler Vergütungen für Anbieter von Energiesparprogrammen induzieren. Dabei dient der Vergütungs- und Umwälzungsmechanismus des deutschen EEG als Vorbild, der prinzipiell rechtlich wie praktisch auch auf den Endenergieeinsparbereich übertragbar wäre.

Legistische Maßnahmen

Alle schlechten neuen Geräte sind – beginnend bei den größeren Geräten – schlicht und einfach zu verbieten.

10.1.3 Langfristige Maßnahmen

Diese konzentrieren sich im Wesentlichen auf Technologien, die den Stromverbrauch überwachen, und auf F&E-Aktivitäten. Im Einzelnen:

- Sukzessiver Übergang auf Energie-/Strommanagementsysteme statt Steckdosen;
- Neues „Smart Metering“ das neben der reinen buchhalterischen Funktion auch eine Stromverbrauchsmanagement-Funktion ausübt;
- Auch im Strombereich: Kauf von Energiedienstleistungen statt Strom und Großgerät;

Des Weiteren sind langfristig personenbezogene CO₂-Allowances anzustreben.



Abbildung 10-1: Handlungsempfehlungen und Schlussfolgerungen

10.2 Ausblick 2030+

Wenn aus heutiger Sicht einzuschätzen versuchen wird, welche Änderungen sich nach 2030 bis 2050 und darüber hinaus in Bezug auf die Bereitstellung strombasierter Energiedienstleistungen ergeben werden, dann sind dazu zu nächst die Szenarien spezifischen Rahmenbedingungen definieren. Im Gegensatz zu anderen, energiewirtschaftlich relevanten Anwendungsbereiche wie der zentralen Energieumwandlung oder dem Gebäudebestand, handelt es sich bei strombasierten

Energiedienstleistungen um ein sehr dynamisches Feld mit vielfach kurzlebigen Applikationen. Daher ist die zukünftige Situation inhärent ungewiss und noch nicht definiert, sodass dieser Fragestellung nur im Rahmen von Szenarien mit entsprechend Storylines nachgegangen werden kann.

Welche Bedingungen haben nun einen Einfluss ob es zu einer fundamentalen Effizienzsteigerung bei der Bereitstellung von Energiedienstleistungen mit korrespondierender Stromeinsparung – nicht nur bezogen auf das Bereitstellungsniveau, sondern auch in absoluten Größen – nach 2030 kommen kann:

1. Als die – nach Sicht der Autoren – wichtigste Variable ist das Niveau auf welchem sich der Strompreis befinden wird, gesehen. Aus historischen Daten kann eine hohe langfristige Preiselastizität festgestellt werden. Voraussetzung dafür ist ein Preisniveau, so dass die Energieausgaben für strombasierte Dienstleistungen im (Haushalts)-Budget einen relevanten Anteil einnehmen.
2. Ob es bis dahin zu substanziellen Steigerungen der Energieeffizienz – vor allem auch der Komponenten – Netzteile, Motoren, Steuerungen – und der Strommanagementsysteme in Gebäuden, die die individuelle Nutzung weitgehend ersetzt haben werden, die nicht nur die Effizienz verbessert haben, sondern auch zu umfassenden Stromverbrauchsreduktionen geführt hat, gekommen ist.
3. Einen weiteren Einfluss wird die aus den zwei oben genannten Entwicklungen ergebende Art und Weise, wie Energiedienstleistungen bereitgestellt werden haben. Wird es wie bisher zwei unterschiedliche Märkte: den Markt für stromverbrauchende Geräte und den Strommarkt geben, oder werden diese für den Endkonsumenten durch entsprechende Anbieter von Energiedienstleistungen zu einem Markt verschmolzen sein. Aus Sicht der Autoren ermöglicht erst dieser Schritt einen ökonomisch effizienten Umgang mit Energie und ersetzt die derzeitige IST-Situation, bei der Informationsdefizite es einerseits den Haushalte verunmöglichen einen intertemporären ökonomischen Trade-off zu bestimmen. Andererseits Wirtschaftstreibenden dazu veranlasst, bei Energieeffizienzmaßnahmen zu hohe Kapitalrenditen zu fordern und sie dadurch ebenfalls zu ökonomisch ineffizienten Entscheidungen zwingt.

Ad 1) Wodurch kann das Strompreisniveau nach 2030 dominiert werden?

Unter der Rahmenbedingung, dass die Gefahren einer ungebremsten Klimaänderung konsequent wahr- und ernstgenommen werden, wird der globalen Gesellschaft ein Übergang hin zu einer CO₂-armen später eventuell einer CO₂-freien Energieversorgung bevorstehen. Da in diesem Fall nach 2030 die Erneuerbaren Energieressourcen Wind und Wasserkraft zumindest in Österreich weitgehend ausgebaut sein werden und des Weiteren nicht mit extrem billigen Erdgas gerechnet werden kann, bzw. dieses durch entsprechend hohe CO₂-Abgaben keine Wirtschaftlichkeitsvorteile bieten, scheint es plausibel, dass sich dann die Strompreise an den Erzeugungskosten aus PV orientieren werden. D.h. die Strompreise werden sich aus den Stromerzeugungskosten der PV (als teuerste Grenztechnologie), Speicherkosten, Netzkosten und – sofern das Handelsschema der Grenzkosten nicht geändert werden wird – CO₂-Kosten zusammensetzen.

In Ergänzung dazu ist die Frage von Interesse, wie sich die Preise der heute dominierenden (im wesentlichen fossilen) Energieträger, die wir heute für Heizen und Mobilität einsetzen, entwickeln werden. Davon – vom Verhältnis des Strompreises zum Preis konventioneller Energieträger – wird es abhängig sein, in welchem Ausmaß Strom auch für die Dienstleistung Wärme und Mobilität – bei letzterem auch in welcher Form (Stichwort E-Mobilität) – eingesetzt wird.

Je nach CO₂-Politik bzw. Steigerung der Verknappung von Erdöl und Erdgas – und damit verbundener signifikanter Preissteigerungen dieser Energieträger – wird Strom im Bereich der Mobilität eine mehr

oder weniger dominierende Rolle spielen. In Bezug auf dezentral verfügbare PV-Kapazitäten wird es dann zu einem Wettbewerb mit Strom für stationäre Anwendungen kommen, der aber über den Preismechanismus und der parallelen „ η - Revolution“ zu einem Gleichgewicht, dass sich an den Prioritäten, nach denen die Energiedienstleistungen nachgefragt werden, führen wird.

Zu 2.: Für die Realisierung des Szenarios „Effizienzrevolution“ („ η - Revolution“) sind drei Bedingungen zu realisieren:

- radikale technische Bottom-Up Effizienzsteigerung auf der Verbraucherseite, die auch zu einer merklichen Intensitätsverringern führt;
- signifikante Weiterentwicklung der Effizienz aller Techniken zur Stromerzeugung, auch jener, die auf dem Einsatz von festen (Biomasse), flüssigen (Biofuels), gasförmigen (Biogas, SNG) ETERN, geothermischer Energie sowie dem Einsatz anderer EET basieren.
- Implementierung hocheffizienter, von den Benutzern weitgehend unabhängiger Strommanagementsysteme bei denen die Stromversorgung soweit wie möglich von den Nutzern der Energiedienstleistung entkoppelt ist.

Wird diese letzte Bedingung nicht erfüllt, existiert immer das Problem („Gespenst“) des Reboundeffekts – d.h., dass es aufgrund billigerer Energiedienstleistungen zu einem Anstieg der Nachfrage nach diesen kommt – im Hintergrund.

Zu 3.) Die Entwicklung von Preisen und Effizienzen wird nach 2030 – vor allem in Mehrfamilien- und Bürogebäude sowie bei der Elektro-mobilität (individuell und kollektiv) – den sukzessiven Übergang zur Bereitstellung der Energiedienstleistungen durch entsprechende Anbieter führen.

11 Schlußfolgerungen

Obwohl im Bereich strombasierter Energiedienstleistungen in Österreich ein **beträchtliches Energieeinsparpotenzial** existiert, bedarf es großer Anstrengungen dieses zu heben. Dabei existiert kein singulär anwendbares Instrument sondern es ist ein – sich über die Zeit änderndes – Portfolio an Maßnahmen zu implementieren, das in diesem Bericht detailliert dokumentiert wird.

Langfristig können diese Energiespar- und Energieeffizienzsteigerungspotenziale im Bereich nachfrageseitiger Technologien zur Bereitstellung von strombasierten Energiedienstleistungen nur dann umfassend und nachhaltig mobilisiert werden, wenn die folgenden **zentralen Bedingungen** erfüllt werden:

- ein höheres Strompreisniveau gemessen am verfügbaren Budget (Haushaltseinkommen bzw. Wertschöpfung der Unternehmen)
- eine technologische Effizienzrevolution
- Übergang vor allem bei Großverbrauchern auf „Contracting“

Ein **höherer Strompreis** kann durch CO₂-Besteuerung, eine Energiesteuer oder einfach durch Stromknappheit auf dem Markt bewirkt werden. Dabei würden die beiden ersten Varianten einen gesellschaftlichen Nutzen bringen, die Variante höherer Strompreise durch Knappheit würde vor allem den Unternehmen nützen.

Eine **technologische Effizienzrevolution** ist nur durch eine Kombination von intensiver Forschung und Entwicklung und legislatischen Maßnahmen zu realisieren. Darüber hinaus werden diese vor allem auch von einer Abkopplung der Stromverbraucher von der Steckdose begleitet werden, vor allem um den Rebound-Effekt, der eine Steigerung der Nachfrage nach Energiedienstleistungen dadurch bewirken würde, dass diese billiger werden würden.

Drittens führt die **professionelle Bereitstellung von Energiedienstleistungen** durch entsprechende Unternehmen dazu, dass eben die Bereitstellung des gesamten Services kostenminimiert wird und nicht Strom und Technologie separat.

Ergänzend dazu können **Anreiz- und Informations-Systeme** dazu beitragen, dass in den nächsten Jahren die schlechtesten Geräte aus dem Bestand eliminiert werden und somit den Übergang auf ein nachhaltiges System beschleunigen.

Literaturverzeichnis

- Barker, T., Bashmakov, I., Bernstein, L., Bogner, J. E., Bosch, P. R., Dave, R., et al. (2007). Technical summary. Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In R. D. B. Metz, P. R. Bosch, R. Dave, & L. A. Meyer (eds). Cambridge: Cambridge University Press.
- Barthel, C., Bunse, M., Irrek, W., Thomas, S., 2006. Optionen und Potentiale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen. Wuppertal.
- Beillan, Véronique; Cayre, Emmanuelle; Goater, Aurélie; Laborgne, Pia; Huber, Andreas; Trotignon, Régine; Rochard, Ulrich; Pouget, André; Novakov, Dusan: Socio-economic barriers and success factors in the development of low energy consumption housing. A comparative study in three European countries. In: Broussous, Christel (Hrsg.): Act! Innovate! Deliver! Reducing energy demand sustainability : ECEEE 2009 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2009, Paper 1117
- Benke, G., Leutgöb, K., Varga, M., Kolpek, M., Greisberger, H., 2009. Das energieeffiziente Krankenhaus (No. 22/2009), Berichte aus der Energie- und Umweltforschung. e7 Energie Markt Analyse GmbH, Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik - ÖGUT, Wien.
- Bertoldi, Paolo; Rezessy, Silvia; Oikonomou, Vlas; Boza-Kiss, Benigna: Breaking down the barriers to efficiency improvements in the rental housing market: a comparison of two utility approaches. In: Broussous, Christel (Hrsg.): Act! Innovate! Deliver! Reducing energy demand sustainability : ECEEE 2009 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2009, Paper 1253
- Böde, U.; Gruber, E. (Hrsg.)(2000): Klimaschutz als sozialer Prozess. Erfolgsfaktoren für die Umsetzung auf kommunaler Ebene. Band 44 der Schriftenreihe "Technik, Wirtschaft und Politik" des Fraunhofer-Instituts für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI). Heidelberg
- Boerakker, Y.H.A.; Daniëls, B.W.: Achieving energy savings in the residential and service sector: A challenging case study of the potential and costs for the Netherlands. In: Attali, Sophie (Hrsg.): Saving energy - just do it! : ECEEE 2007 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2007, Paper 2150
- Borg, N.; et al. (2003): Harnessing the power of the public purse, Final report from the European PROST study on energy efficiency in the public sector, Report within the European Commission's SAVE programme, Stockholm
- Bradke, H. (2009): Energie- und Kosteneinsparung in der Produktion, Vortrag beim Energiekongress Ruhr, 3. September 2009
- Bredenkamp, B.G.; Legodi, M.G.: Balancing the Need for and the Hurdles Associated with Implementing 'Energy Efficient Appliance Labelling' in the SouthAfrican Context. In: Bertoldi, Paolo (Hrsg.): Energy efficiency in domestic appliances and lighting :proceedings of the 4th international conference EEDAL, London, United Kingdom ; Office for Official Publications of the Europ. Communities, Luxembourg 2006
- Bruel, Renée: BEHAVE. Meta-evaluation of communicative programmes aimed at consumers. In: Attali, Sophie (Hrsg.): Saving energy - just do it! : ECEEE 2007 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2007, Paper 90

- Coito, Fred; Allen, Daisy: Why industrial customers don't implement cost-effective energy efficiency opportunities: A closer look at California's cement industry. In: Attali, Sophie (Hrsg.): Saving energy - just do it! : ECEEE 2007 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2007, Paper 7303
- Cooremans, Catherine: Strategic fit of energy efficiency (Strategic and cultural dimensions of energy-efficiency investments). In: Attali, Sophie (Hrsg.): Saving energy - just do it! : ECEEE 2007 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2007, Paper 1177
- Cremer, C., Böde, U., Bradke, H., Walz, R., Behnke, L., Kleemann, M., Birnbaum, U., Heckler, R., Kolb, G., Markewitz, P., Leubner, K., 2001. Systematisierung der Potenziale und Optionen; Endbericht an die Enquête-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und der Liberalisierung“ des Deutschen Bundestages, Karlsruhe/Jülich.
- Cremer, C., Eichhammer, W., Freidewald, M., Georgieff, P., Rieth-Hoerst, S., Schlomann, B., Zoche, P., Aebischer, B., Huser, A., 2003. Der Einfluss moderner Gerätegenerationen der Informations- und Kommunikationstechnik auf den Energieverbrauch in Deutschland bis zum Jahr 2010 - Möglichkeiten zur Erhöhung der Energieeffizienz und zur Energieeinsparung in diesen Bereichen. Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Centre for Energy Policy and Economics (CEPE), Karlsruhe/Zürich.
- Dalkmann, H. u.a. (2005): Review of Voluntary Approaches in the European Union, Final Report, Wuppertal
- De Almeida, A., Guisse, F., Previ, A., 2000. Improving the penetration of Energy-Efficient Motors and Drives.
- Diekmann, J.; Horn, M. (2007): Abschlussbericht zum Vorhaben „Fachgespräch zur Bestandsaufnahme und methodischen Bewertung vorliegender Ansätze zur Quantifizierung der Förderung erneuerbarer Energien im Vergleich zur Förderung der Atomenergie in Deutschland“ im Auftrag des BMU. Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Berlin
- den Elzen, Michel, Meinshausen, Malte, van Vuuren, Detlef. (2007): Multi-gas emission envelopes to meet greenhouse gas concentration targets: Costs versus certainty of limiting temperature increase, Global Environmental Change
- Deutscher Bundestag (Enquete-Kommission „Schutz der Erdatmosphäre“, Hrsg.) 1994: Mehr Zukunft für die Erde, Nachhaltige Energiepolitik für dauerhaften Klimaschutz, Bonn
- Dünnhoff Elke; Duscha, Markus; Ivanov, Martin: The Art of Consultancy: Comparison of Different Types of Electricity Saving Consultancy Programs for Private Households. In: Bertoldi, Paolo (Hrsg.): Energy efficiency in domestic appliances and lighting : proceedings of the 4th international conference EEDAL, London, United Kingdom ; Office for Official Publications of the Europ. Communities, Luxembourg 2006
- EC, 2009. ErP-Rahmenrichtlinie 2009/125/EC
- Eckl, A. (2008): Global Key Trends for Domestic Appliances, Presentation held on 29 January 2008 at Sustainable Energy Week
- Ecofys et al. (2006): Guidelines for the monitoring, evaluation and design of energy efficiency policies - How policy theory can guide monitoring & evaluation efforts and support the design of SMART policies, Bericht des Projektes AID-EE im Rahmen des Intelligent Energy Europe-Programms, Utrecht
- ECU [Energy and Environment Programme, Environmental Change Unit, University of Oxford] (1997): DECADE, Transforming the UK Cold Market, 1997, Brenda Boardman et al., Oxford

- Egger, Christiane; Öhlinger, Christine: A successful strategy for energy efficient public buildings. In: Attali, Sophie (Hrsg.): Saving energy - just do it! : ECEEE 2007 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2007, Paper 3076
- Ellis, Mark; Barnsley, Ingrid; Holt, Shane: Barriers to maximising compliance with energy efficiency policy . In: Broussous, Christel (Hrsg.): Act! Innovate! Deliver! Reducing energy demand sustainability : ECEEE 2009 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2009, Paper 2072
- Ellis, Mark: Pro-poor Standard and Labelling programmes? Results of a survey on S&L for domestic appliances in Southern Mediterranean countries. In: Deutsch Energie Agentur (dena); 5th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL'09), Berlin 2009, (Paper 004)
- Enquete [Enquete-Kommission „Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung“ des Deutschen Bundestages](Hrsg.) (2002): Endbericht, Bundestagsdrucksache 14/9400, Berlin
- European Commission (2006): World Energy Technology Outlook - WETO H2. Luxembourg.
- Eyre, N.; Pavan, M.; Bodineau, L. (2009): Energy company obligations to save energy in Italy, the UK and France: what have we learnt? 2009 ECEEE Summer Study Proceedings, 429-439, La Colle sur Loup/Stockholm
- Federal Environment Agency (Umweltbundesamt) (2009): Role and Potential of Renewable Energy and Energy Efficiency for GHglobal energy Supply, Dessau-Roßlau.
- Fuller, Merrian: Enabling investments in energy efficiency: a study of residential energy efficiency financing programs in North America.In: Broussous, Christel (Hrsg.): Act! Innovate! Deliver! Reducing energy demand sustainability : ECEEE 2009 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2009, Paper 2146
- Gaffney, Kathleen; Canseco, Jennifer E.; Chase, Nicolas: Multiple Solutions to a Complex Problem: Effective Strategies forIncreasing Energy Efficiency in the Multi-Family Sector. In: Bertoldi, Paolo (Hrsg.): Energy efficiency in domestic appliances and lighting :proceedings of the 4th international conference EEDAL, London, United Kingdom ; Office for Official Publications of the Europ. Communities, Luxembourg 2006
- Greenpeace International/European Renewable Energy Council (2008): Energy [R]evolution].
- Grugeon, Jo; Ollivier, Rachel; Olsen, Lara: Household Energy Efficiency – always the bridesmaid?In: Deutsche Energie Agentur (dena); 5th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL'09), Berlin 2009, (Paper 215)
- Haas, R., Müller, A., Kranzl, L. Energieszenarien bis 2020: Wärmebedarf der Kleinverbraucher. Endbericht, Wien.
- Harris, J.; Shearer, E. (2006): Evaluation of the market-transforming effects of the US Federal Energy Management Program, Within the framework of the AID-EE project
- Heimdal, Sverre I.; Bjørnstad, Even: A policy model for diffusion of electricity saving technologies.In: Broussous, Christel (Hrsg.): Act! Innovate! Deliver! Reducing energy demand sustainability : ECEEE 2009 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2009, Paper 2205

- Herring, Horace; Caird, Sally; Roy, Robin: Can consumers save energy? Results from surveys of consumer adoption and use of low and zero carbon technologies. In: Attali, Sophie (Hrsg.): Saving energy - just do it! : ECEEE 2007 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2007, Paper 9146
- Holloman, Brad et al. 2002: Seven Years Since SERP: Successes and Setbacks in Technology Procurement, in: ACEEE 2002 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Proceedings, Washington D.C., S. 6.125 – 6.138
- IEA (International Energy Agency) / OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 2000: Experience Curves for Energy Technology Policy, Paris
- IEA (2007): World Energy Outlook 2007. International Energy Agency. Paris, France
- Irrek W.; Thomas S. (2006) Der EnergieSparFonds für Deutschland. edition der Hans Böckler Stiftung 169, Düsseldorf
- Jense, Jesper Ole: Sustainable Building Operation – Experiences from Danish Housing Estates. In: Deutsche Energie Agentur (dena); 5th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL'09), Berlin 2009, (Paper 120)
- Jochem, E., Gruber, E., 2007. Local learning-networks on energy efficiency in industry - Successful initiative in Germany. Applied Energy 84, 806-816.
- Joosen, S.; Harmelink, M. (2006): Guidelines for the ex-post evaluation of 20 energy efficiency instruments applied across Europe, Bericht des Projektes AID-EE im Rahmen des Intelligent Energy Europe-Programms, Utrecht
- Jollands, N.; Ellis, M. (2009): Energy efficiency governance – an emerging priority. 2009 ECEEE Summer Study Proceedings, 91-100, La Colle sur Loup/Stockholm
- Kranzl, L., Müller A., Hummel M., Haas R.: Energieszenarien bis 2030: Wärmebedarf der Kleinverbraucher, Projektbericht im Rahmen der Erstellung von energiewirtschaftlichen Inputparametern und Szenarien zur Erfüllung der Berichtspflichten des Monitoring Mechanisms, Energy Economics Group, Wien, 2011
- Kristof, Kora und Stefan Lechtenböhmer 1999: Einspar-Contracting für Fortgeschrittene, Düsseldorf
- Latetia, Venter; van der Walt, Mari-Louise: Market Transformation in South Africa: are we Cutting it? In: Bertoldi, Paolo (Hrsg.): Energy efficiency in domestic appliances and lighting ; proceedings of the 4th international conference EEDAL, London, United Kingdom ; Office for Official Publications of the Europ. Communities, Luxembourg 2006
- Lechtenböhmer, S.; Kristof, K.; Irrek, W. (2004): Braunkohle - ein subventionsfreier Energieträger? Studie im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 363 01 080. Wuppertal Institut. Wuppertal
- Lees, E.W. (2008): Evaluation of the Energy Efficiency Commitment 2005 – 2008, Report to DECC, Oxon
- Levine, M., Ürge-Vorsatz, D., Blok, K., Geng, L., Harvey, D., Lang, S., et al. (2007). Residential and commercial buildings. Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In O. R. D. B. Metz, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (Eds). Cambridge: Cambridge University Press.
- Markl, Lioba; Koch, Andreas; Huber, Andreas: Neighbourhood cooperation for energy solutions: removing barriers – first results of an applied research project . In: Broussous, Christel (Hrsg.): Act! Innovate!

- Deliver! Reducing energy demand sustainability : ECEEE 2009 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2009, Paper 4218
- McKinsey (2009): Pathways to a Low-Carbon Economy, version 2 of the Global Greenhouse Gas Abatement Cost Curve
- Meyer, B.; Schmidt, S.; Eidems, V. (2009): Staatliche Förderungen der Atomenergie, Studie des FÖS [Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft] im Auftrag von Greenpeace, Hamburg
- MWMTV NRW [Ministerium für Wirtschaft und Mittelstand, Technologie und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen](1998): Evaluation der „Aktion Helles NRW“, Düsseldorf
- Nilsson, Hans, and Clas-Otto Wene 2002: Best Practices in Technology Deployment Policies, in: ACEEE 2002 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Proceedings, Washington D.C., S. 9.267-9.279
- Nipkow, J. (1997): Rationelle Verwendung von Elektrizität-Sparpotentiale und Perspektiven, in: e&i Elektrotechnik und Informationstechnik, Vol. 114, Nr. 10, S. 591-596
- OECD [Organisation for Economic Co-operation and Development] / IEA [International Energy Agency] (2003): Cool Appliances, Policy Strategies for Energy-Efficient Homes, Paris
- OECD [Organisation for Economic Co-operation and Development] / IEA [International Energy Agency] (2000): Energy Labels and Standards, Paris
- Passey, Robert; Betz, Regina; MacGill, Iain: An energy efficiency policy model that addresses the influences of the ‘infrastructures of provision’. In: Broussous, Christel (Hrsg.): Act! Innovate! Deliver! Reducing energy demand sustainability : ECEEE 2009 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2009, Paper 1166
- Pehnt, M.; et al. (2009): Energiebalance – Optimale Systemlösungen für erneuerbare Energien und Energieeffizienz, Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, FKZ 0327614, ifeu Institut und Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, Heidelberg und Wuppertal (im Erscheinen)
- Pistochini, Patrizia: Be aware of CFLs: our experience in the implementation of the energy saving lamps’ use. In: Deutsch Energie Agentur (dena); 5th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL ’09), Berlin 2009, (Paper 206)
- Rasmussen, Tami; Goepfrich, Valy; Horkitz, Karen: Drivers of CFL Purchase Behavior and Satisfaction: What Makes a Consumer Buy and Keep Buying? In: Bertoldi, Paolo (Hrsg.): Energy efficiency in domestic appliances and lighting : proceedings of the 4th international conference EEDAL, London, United Kingdom ; Office for Official Publications of the Europ. Communities, Luxembourg 2006
- Rasmussen, Tami; Canseco, Jennifer; Rubin, Rob; Teja, Anu.: Are we done yet? An assessment of the remaining barriers to increasing compact fluorescent lamp installations and recommended program strategies for reducing them. In: Attali, Sophie (Hrsg.): Saving energy - just do it! : ECEEE 2007 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2007, Paper 9301
- Sadeghi, Mozhon Z.; Lüthi, Sonja: Overcoming barriers to energy efficiency in household mobility: a Swiss survey among key players of politics, economy and NGOs. In: Broussous, Christel (Hrsg.): Act! Innovate! Deliver! Reducing energy demand sustainability : ECEEE 2009 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2009, Paper 6339

- Sagbauer, N., 2008. Analyse der wirtschaftlichen und technischen Perspektiven für effizienteren Energieeinsatz bei der Beleuchtung. Diplomarbeit, TU Wien.
- Sattler, Peter; Sampl, Martin; Fuchsberger, Karin.; klima:aktiv energieeffiziente betriebe” (climate:active energy efficient companies)– the Austrian climate change program for industry. In: Attali, Sophie (Hrsg.): Saving energy - just do it! : ECEEE 2007 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2007, Paper 3195
- Schmid, C., Brakhage, A., Radgen, P., Layer, G., Arndt, U., Carter, J., Duschl, A., Lilleike, J., Nebelung, O., 2003. Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch. Karlsruhe/München.
- Schlomann, B., Gruber, E., Geiger, B., Kleeberger, H., Wehmhörner, U., Herzog, T., Konopka, D.-M., 2009. Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006. Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE) TU München, GfK Marketing Services, Karlsruhe, München, Nürnberg.
- Schlomann, B., Ziesing, H.-J., Herzog, T., Broeske, U., Kaltschmitt, M., Geiger, B., 2004. Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD). Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin), Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE) TU München, GfK Marketing Services, Institut für Energetik und Umwelt, Karlsruhe, Berlin, Nürnberg, Leipzig, München.
- Stadt Wien (2007a): Technologieleitfaden Umwälzpumpen, Broschüre, Wien
- Stadt Wien (2007b): Wie Sie bei der Heizung Strom sparen können, Umwälzpumpe: Der unbekannte Stromfresser im Keller, Faltblatt, Wien
- Statistik Austria, 2001. Arbeitsstättenzählung 2001
- Statistik Austria, 2008. Nutzenergieanalyse 2005
- Statistik Austria, 2009. Standard-Dokumentation Metainformation zur Nutzenergieanalyse 2005.
- Statistik Austria, 2009-I. Strom- und Gastagebuch 2008.
- Stiftung Warentest (2007): Sparen beim Pumpen, test Sonderdruck Nr. 9 (September), Berlin
- Sudhakara Reddy, B.: Barriers and Drivers to Energy Efficiency – A New Taxonomical Approach. In: Bertoldi, Paolo (Hrsg.): Energy efficiency in domestic appliances and lighting :proceedings of the 4th international conference EEDAL, London, United Kingdom ; Office for Official Publications of the Europ. Communities, Luxembourg 2006
- Thomas, S. (2007): Aktivitäten der Energiewirtschaft zur Förderung der Energieeffizienz auf der Nachfrageseite in liberalisierten Strom- und Gasmärkten europäischer Staaten: Kriteriengestützter Vergleich der politischen Rahmenbedingungen, Kommunalwirtschaftliche Forschung und Praxis 13, Frankfurt a. M.
- Togebly, M.; Dyhr-Mikkelsen, K.; James-Smith, E. (2007): Design of White Certificates. Comparing UK, Italy, France and Denmark, Copenhagen
- Ürge-Vorsatz, D., & Novikova, A., Köppel, S., Boza-Kiss, B. (2009): Bottom-up assessment of potentials and costs of CO2 emission mitigation in the buildings sector: insight into the missing elements. Energy efficiency, Springer Science + Business Media B. V. 2009

- Umweltbundesamt (Hrsg.) (2009): Umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte. Der Beitrag der Ökodesign-Richtlinie zu den Energieeffizienzzielen der EU, von Ines Oehme u.a., Texte 21/2009, Dessau-Roßlau
- Umweltbundesamt (Hrsg.) 2000: Energiespar-Contracting als Beitrag zu Klimaschutz und Kostensenkung, Ratgeber für Energiespar-Contracting in öffentlichen Liegenschaften, Berlin
- Van Aerschot, Constant; Glachant, Dominique: Energy efficiency in buildings: the road to a real market transformation. In: Broussous, Christel (Hrsg.): Act! Innovate! Deliver! Reducing energy demand sustainability : ECEEE 2009 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2009, Paper 1413
- Verbruggen, Aviel, and Johan Couder 2003: Demand Curves for Electricity Efficiency in OECD countries, First version of a paper for the 26th IAEE Annual Conference, Prague, June 4-7, 2003, Antwerp
- Wilhite, Harold: Will efficient technologies save the world? A call for new thinking on the ways that enduse technologies affect energy using practices. In: Attali, Sophie (Hrsg.): Saving energy - just do it! : ECEEE 2007 Summer Study ; conference proceedings ; La Colle sur Loup, France; Europ. Council for an Energy Efficient Economy, Stockholm 2007, Paper 1043
- Wuppertal Institut [Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH]; Ecofys [Ecofys Germany GmbH] (2009): Energy Efficiency Watch (EEW) Final Report on the Evaluation of National Energy Efficiency Action Plans (NEEAPs), bearbeitet von R. Schüle et al., koordiniert von EUFORES im Rahmen des Intelligent Energy Europe-Programms, Wuppertal, Köln, Berlin
- Wuppertal Institut [Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH]; BEM [Beratungsgruppe Energie + Marketing] (1995): Evaluierung des KesS-Programms der RWE Energie AG, Wuppertal/Icking
- Zissis, Georges: Transforming the Market for Efficient Lighting, Russia. In: Deutsche Energie Agentur (dena); 5th International Conference on Energy Efficiency in Domestic Appliances and Lighting (EEDAL'09), Berlin 2009, (Paper 140)

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Globale CO ₂ -Emissionsvermeidungspotenziale bei Gebäuden im Jahr 2020.....	24
Tabelle 2-2: Beispielhafte Effizienzpotenziale bei Stromanwendungen im [R]evolution Szenario. Quelle: Greenpeace 2008	25
Tabelle 2-3: Vorläufige Zusammenstellung der mit Hilfe der Öko-Design-Richtlinie zu erschließenden Effizienzpotenziale bei Stromanwendungen in der EU 27. Quelle: Wuppertal Institut.....	27
Tabelle 3-1: Gesetzlich verpflichtende Zielvorgaben und Zertifikatslösungen (Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006)	47
Tabelle 3-2: Beispiele für gesetzlich verpflichtende Zielvorgaben und Zertifikatslösungen.....	49
Tabelle 3-3: „Einspeisetarife“ für Energieeinsparungen. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006.....	50
Tabelle 3-4: Energiebesteuerung. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006.....	53
Tabelle 3-5: Freiwillige Vereinbarungen. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006	54
Tabelle 3-6: Höchstverbrauchs- bzw. Mindestenergieeffizienzstandards. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006	55
Tabelle 3-7: Energiekennzeichnung. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006.....	57
Tabelle 3-8: Finanzielle Anreize. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006.....	58
Tabelle 3-9: Energieberatung, Energie-Audit. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006.....	59
Tabelle 3-10: Information und Kommunikation, Motivationskampagnen. Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006	61
Tabelle 3-11: Öffentliche Beschaffung / Kooperative Beschaffung, Quelle: Wuppertal Institut, nach Ecofys et al. 2006	63
Tabelle 4-1: nationales Gesamtpaket Stromeffizienzpolitik	74
Tabelle 5-1: Politiken und Maßnahmen im Bereich der Energieeffizienz in Österreich im Jahr 2007. Rot umrandete Zeilen stellen Maßnahmen im Bereich strombasierter Anwendungen dar. Quelle: Jellinek (2009)	77
Tabelle 5-2: Politiken und Maßnahmen im Bereich der strombasierten Energieeffizienz in Österreich. Quelle: Jellinek (2009), IEA (2010)	77
Tabelle 6-1: Spezifischer jährlicher Strombedarf in den verschiedenen Bereichen des Dienstleistungssektors. Quelle: Schlomann et al. 2009	87
Tabelle 6-2: Arbeitsstätten und Beschäftigte in den Dienstleistungsbranchen. Quelle: Statistik Austria 2001	87
Tabelle 6-3: Verteilung des Stromeinsatzes für verschiedene Motoren in der Sachgüterproduktion. Quelle: De Almeida et al. 2000.....	98

Tabelle 7.1: Kennwerte BAT	103
Tabelle 7.2: Kennwerte BNAT	104
Tabelle 9.1: Entwicklung der Hauptwohnsitze in Österreich bis 2030. Quelle: eigene Berechnung auf Basis von Windisch 2005	112
Tabelle 9.2: Entwicklung der Geräteanzahl pro Wertschöpfung im Zeitraum 2010 bis 2030	127

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1. Szenarienspezifische Entwicklung der Effizienzsteigerung	16
Abbildung 1-2. Entwicklung der Effizienzsteigerung	17
Abbildung 1-3. Graphische Darstellung - Blockbild - des Aufbaus des Modells.	17
Abbildung 1-4. Statische Kosten-Potenzial-Kurve der Energieeinsparung und Einfluss von energiepolitischen Instrumenten.....	19
Abbildung 2-1. Weltweite CO ₂ -Emissionen im Referenzszenario und der mögliche Beitrag verschiedener Strategien zu ihrer Minderung. Quelle: McKinsey 2009	22
Abbildung 2-2. Globale CO ₂ -Vermeidungs-Kostenpotentialkurve 2030 gegenüber Trend. Quelle: McKinsey 2009	23
Abbildung 2-3: Globaler Primärenergiebedarf und Endenergiebedarf im Referenz- im Effizienzscenario für die Jahre 2020, 2030 und 2050. Quelle: Federal Environment Agency 2009	26
Abbildung 2-4: Marktteilnehmerinnen und Marktteilnehmer in Technismärkten. Quelle: Nilsson 1996, zitiert nach Nilsson und Wene 2002	29
Abbildung 2-5: Hemmnisse für Energieeffizienz bei Herstellern und Instrumente zur Überwindung ...	32
Abbildung 2-6: Hemmnisse für Energieeffizienz bei Planern, Installateuren und Handwerkern und Instrumente zur Überwindung	35
Abbildung 2-7: Hemmnisse für Energieeffizienz im Handel und Instrumente zur Überwindung	37
Abbildung 2-8: Hemmnisse für Energieeffizienz für private Investoren und Instrumente zur Überwindung.....	41
Abbildung 2-9: Hemmnisse für Energieeffizienz für öffentliche, gewerbliche und industrielle Investoren und Instrumente zur Überwindung	43
Abbildung 3-1: Idealtypisches Politikinstrumentenpaket zur Steigerung der Endenergieeffizienz, Quelle: Eigene Darstellung des Wuppertal Instituts	44
Abbildung 3-2: Die Nachfragekurve der Stromintensität 1995 (OECD-Staaten). Quelle: Verbruggen und Couder 2003, 10	53
Abbildung 3-3: das EU-Label für Waschmaschinen.....	57
Abbildung 4-1: Wechselseitiger Lernprozess von Zielsetzung, Analysen, Politikgestaltung, Umsetzung, Monitoring und Evaluation. Quelle: Wuppertal Institut und Ecofys 2009	66
Abbildung 4-2: Die Bedeutung von Energielabels, Höchstverbrauchsnormen, Prämien und Nachfragebündelung für die Markttransformation bei elektrischen Haushaltgeräten, Quelle: Eigene Übersetzung und Aktualisierung nach ECU 1997, 10	69
Abbildung 5-1: Entwicklung des sektoralen Stromverbrauchs von 1970 bis 2008 (oben) sowie entsprechende Hauptanwendungskategorien (unten). Quelle: Statistik Austria (2010)	76

Abbildung 6-1: Verteilung des Strombedarfs auf die Verbrauchssektoren in Österreich im Jahr 2005. Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria (2008)	81
Abbildung 6-2: Entwicklung des Strombedarfs in den österreichischen Haushalten zwischen 1990 und 2007. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2009), Statistik Austria (2011), EC (2009), Cremer et al. (2001), Schmid et al. (2003), Haas et al. (2009).....	82
Abbildung 6-3: Verteilung des Strombedarfs auf unterschiedliche Anwendungen in den Haushalten im Jahr 2007. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2009), Statistik Austria (2011), EC (2009), Cremer et al. (2001), Schmid et al. (2003), Haas et al. (2009).....	83
Abbildung 6-4: Aufschlüsselung der Stromverbrauchsentwicklung für die Anwendung Beleuchtung. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2009) und Sagbauer (2008).....	84
Abbildung 6-5: Aufschlüsselung der Stromverbrauchsentwicklung für die Anwendung Beleuchtung. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2009), Cremer et al. (2001) und Schmied et al. (2003).....	84
Abbildung 6-6: Aufschlüsselung der Stromverbrauchsentwicklung für IKT-Anwendungen. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria (2009), Cremer et al. (2001) und Schmied et al. (2003)	85
Abbildung 6-7: Verteilung des Strombedarfs auf die Verbrauchssektoren in Österreich im Jahr 2005. Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria 2008.....	85
Abbildung 6-8: Anteile eingesetzter Energieträger(gruppen) am gesamten Energiebedarf des Dienstleistungssektors in Österreich 2005. Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria 2008.....	86
Abbildung 6-9: Vergleich der Bottom-up Berechnungen des Strombedarfs im Dienstleistungssektor mit der nationalen Energiebilanz. Quelle: eigene Berechnungen v.a. auf Basis Schlomann et al. 2009 und Statistik Austria 2001	89
Abbildung 6-10: Verteilung des Strombedarfs im Dienstleistungssektor auf die relevanten Dienstleistungen. Quelle: eigene Berechnungen	90
Abbildung 6-11: Verteilung des Stromeinsatzes im Dienstleistungssektor auf die relevanten Nutzenergiekategorien, Vergleich verschiedener Ansätze und Quellen. Quelle: eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria 2008, Schlomann et al. 2004, Schlomann et al. 2009 und Barthel et al., 2006.....	91
Abbildung 6-12: Aufteilung des Stromeinsatzes im Sektor Dienstleistungen auf Nutzenergieformen und Technologien. Quelle: eigene Berechnungen	93
Abbildung 6-13: Entwicklung des Stromeinsatzes im Dienstleistungsbereich zwischen 1990 und 2008. Quelle: eigene Darstellung	94
Abbildung 6-14: Verteilung des Strombedarfs auf die Verbrauchssektoren in Österreich im Jahr 2005. Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria, 2008.....	94
Abbildung 6-15: Anteile eingesetzter Energieträger(gruppen) am gesamten Energiebedarf der Sachgüterproduktion in Österreich 2005. Quelle: eigene Darstellung mit Daten aus Statistik Austria, 2008.....	95

Abbildung 6-16: Anteile verschiedener Industriezweige am gesamten Strombedarf der Industrie in Österreich im Jahr 2005. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria 2008.....	96
Abbildung 6-17: Bedeutung unterschiedlicher Anwendungen elektrischer Energie in verschiedenen Branchen der Sachgüterproduktion in Österreich. Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Statistik Austria 2008.....	97
Abbildung 6-18: Verteilung des Strombedarfs auf unterschiedliche Anwendungen in den Branchen der Sachgüterproduktion im Jahr 2005. Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistik Austria 2008 und De Almeida et al. 2000	99
Abbildung 6-19: Entwicklung des Strombedarfs in der österreichischen Sachgüterproduktion zwischen 1990 und 2007. Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Statistik Austria 2008 und De Almeida et al. 2000	100
Abbildung 8-1: Verteilung der Konsumentenpräferenzen	106
Abbildung 8-2: Marktanteil von Gerätetypen nach Investoren.	107
Abbildung 8-3: Anteil von Gerätetypen am Gesamtmarkt nach Investoren.	107
Abbildung 8-4: Verkaufsanteile nach Gerätetypen.....	107
Abbildung 8-5: Schematische Abbildung der langfristigen energetischen Einsparungen durch vorzeitigen Ersatz von Geräten unter Berücksichtigung der geänderten zeitlichen Investitionsentscheidungen.	108
Abbildung 8-6: Schematische Abbildung der geänderten Zahlungsströme durch vorzeitigen Ersatz von Geräten.....	109
Abbildung 8-7: Schematische Abbildung der langfristigen energetischen Einsparungen und Kosten durch vorzeitige Ersatzmaßnahmen.....	109
Abbildung 8-8: Eingesetzte Betriebsstunden und erwartet Restbetriebsstunden zum Zeitpunkt T	110
Abbildung 8-9: Gegenüberstellung von Grenzkostenkurve (linke Grafik) und Kostenpotenzialkurven für die Umsetzung von Maßnahmen mit Grenzkosten von maximal 0 €/MWh, 75 €/MWh, 120 €/MWh und 300 €/MWh.	111
Abbildung 9-1: Indexentwicklung der Marktdurchdringung von Geräten in Haushalten (Geräte pro Haushalt)	112
Abbildung 9-2: Annahmen zur Entwicklung des Haushaltsstrompreises	113
Abbildung 9-3: Strombedarfsentwicklung im BAU Szenario, 1990 bis 2030	114
Abbildung 9-4: Grenzkostenkurve der Energieeinsparung für den Sektor Haushalte (ohne Warmwasser, Heizen und Raumklimatisierung): mögliche Stromeinsparungen berechnet bezogen auf den derzeitigen Bestand.....	116
Abbildung 9-5: Kosten-Potenzial-Kurven, Linke Grafik: Einsparungen durch effiziente Geräte gegen Ersatzinvestition; Rechte Grafik: Einsparung der Ersatzinvestition gegenüber Bestand für alle Geräte die in den Jahren 2011 bzw. 2020 im BAU Szenario Haushalte ohne Warmwasser und Heizung ausgetauscht werden.	116

Abbildung 9-6: Grenzkostenkurve für den Bestand 2011 nach Technologiegruppen für den Bereich der Haushalte ohne Berücksichtigung von Warmwasseraufbereitung und Raumwärmebereitstellung....	118
Abbildung 9-7: Szenario der Strombedarfsentwicklung der Haushalte im BEST Szenario; Gegenüberstellung mit BAU Szenario.....	118
Abbildung 9-8: Vergleich von Szenarien mit verschiedenen energiepolitische Eingriffe.	119
Abbildung 9-9: Jährliche Kosten von Kühlschränken, Waschmaschinen und Fernsehern.....	121
Abbildung 9-10: Entwicklung der Bruttowertschöpfung des Sektors öffentliche und private Dienstleistungen in den Szenarien: hohes und mittleres Wachstum.	122
Abbildung 9-11: Entwicklung der Stromintensität pro Wertschöpfung im österreichischen Dienstleistungssektor.	123
Abbildung 9-12: Strombedarfsentwicklung im Dienstleistungsbereich im BAU Szenario für den Zeitraum von 1990 bis 2030.	124
Abbildung 9-13: Grenzkostenkurve der Energieeinsparung für den Dienstleistungssektor (ohne Warmwasser und Heizen): mögliche Stromeinsparungen berechnet bezogen auf den derzeitigen Bestand.....	125
Abbildung 9-14: Grenzkostenkurve der Energieeinsparung für die Anwendungskategorien Beleuchtung und Motoren im Dienstleistungssektor: mögliche Stromeinsparungen berechnet bezogen auf den derzeitigen Bestand.....	126
Abbildung 9-15: Strombedarfsentwicklung im Dienstleistungsbereich im BEST-Szenario für den Zeitraum 1990 bis 2030.....	126
Abbildung 9-16: Entwicklung der Stromintensität (Strombedarf pro Wertschöpfung) der Sektoren des produzierenden Bereiches. Der Index 100 entspricht dem Durchschnitt der Jahre 2000-2009.	127
Abbildung 9-17: Entwicklung der Stromintensität (Strombedarf pro Wertschöpfung) der Sektoren des produzierenden Bereiches. Der Index 100 entspricht dem Durchschnitt der Jahre 2000-2009.	128
Abbildung 9-18: Entwicklung der Bruttowertschöpfung des Sektors Industrie in den Szenarien: hohes und mittleres Wachstum.	128
Abbildung 9-19: Annahmen zur Entwicklung des Industriestrompreises	129
Abbildung 9-20: Szenario der Strombedarfsentwicklung BAU Übersicht 1990 bis 2030.....	129
Abbildung 9-21: Grenzkostenkurve der Energieeinsparung für den Sektor Industrie: mögliche Stromeinsparungen berechnet bezogen auf den derzeitigen Bestand.	130
Abbildung 9-22: Kostenpotenzialkurve für Motoren im Industriebereich mit monetären Nettoeinsparungen.	130
Abbildung 9-23: Szenario der Strombedarfsentwicklung der Industrie im BEST Szenario; Gegenüberstellung mit BAU Szenario.....	131
Abbildung 9-24: Vergleich von Szenarien mit verschiedenen energiepolitische Eingriffe.	132

Abbildung 9-25: Strombedarfsentwicklung der Sektoren: Haushalte, Dienstleistungsbereich und Industrie im BAU Szenario.	133
Abbildung 9-26: Strombedarfsentwicklung der Sektoren: Haushalte, Dienstleistungsbereich und Industrie im BEST Szenario.	134
Abbildung 9-27: Grenzkostenkurven der Stromeinsparung für die Sektoren: Haushalte, Dienstleistungen und Industrie.	135
Abbildung 11-1: Handlungsempfehlungen und Schlussfolgerungen	140

IMPRESSUM

Verfasser

Technische Universität Wien Institut für
Energiesysteme und Elektrische Antriebe

Gußhausstraße 25/370-1, 1040 Wien

Telefon: +43 (0)1 58801 370101

E-Mail: sabine.gam@tuwien.ac.at

Haas Reinhard

Marcus Hummel, Andreas Müller,

Christian Redl, Nanna Sagbauer, Demet

Suna

Wuppertal Institut für Klima und Umwelt

Claus Barthel, Stefan Thomas

Austrian Energy Agency

Thomas Bogner

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds

Gumpendorfer Straße 5/22

1060 Wien

office@klimafonds.gv.at

www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige
Verantwortung für den Inhalt dieses
Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise
die Meinung des Klima- und Energiefonds
wider.

Der Klima- und Energiefonds ist nicht für die
Weiternutzung der hier enthaltenen
Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH