

Potenzialstudie der Energieeffizienztechnologien

in Berlin-Brandenburg



Potenzialstudie der Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg

Endfassung

23. September 2016

Im Auftrag von:

Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg

ZukunftsAgentur Brandenburg GmbH

Steinstraße 104 - 106
14480 Potsdam

Durchgeführt von:

Prognos AG
Goethestraße 85
10623 Berlin

Bearbeitung von:

Kathleen Freitag, Friedrich Seefeldt, Carolin Karg, Friedemann Koll, Jannis Lambert, Karsten Weinert

Inhaltsverzeichnis

1. Zielstellung und methodisches Vorgehen	10
1.1. Hintergrund und Zielstellung.....	10
1.2. Methodisches Vorgehen auf Anbieterseite von Energieeffizienztechnologien .	10
1.2.1. Literatur- und Desk-Research-Analyse	11
1.2.2. Abgrenzung und Quantifizierung der Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg auf Basis des statistischen Abgrenzungsmodells	12
1.2.3. Auswertung des Förderdatenkataloges des Bundes	16
1.2.4. Patentdatenanalyse	17
1.2.5. Unternehmensbefragung	18
1.3. Methodisches Vorgehen auf Nachfrageseite von Energieeffizienztechnologien	19
1.3.1. Analyse des Energieverbrauchs	19
1.3.2. Technische und organisatorische Effizienzmaßnahmen	20
1.3.3. Unternehmensbefragung	22
1.3.4. Zusammenführung und Bewertung der Ergebnisse	23
2. Marktumfeld und -dynamik der Energieeffizienztechnologien	24
2.1. Bedeutung der Energieeffizienztechnologien in Deutschland	24
2.2. Aktuelle Innovationsthemen in den Segmenten energieeffiziente Gebäude und energieeffiziente Produktion	27
2.2.1. Forschungsförderung des Bundes in den Bereichen energieeffiziente Gebäude und energieeffiziente Produktion.....	27
2.2.2. Innovationstreiber Digitalisierung	29
2.2.3. Innovationsthemen im Segment energieeffiziente Gebäude	31
2.2.4. Innovationsthemen im Segment energieeffiziente Produktion	37
2.2.5. Innovationstreiber Sektorkopplung	40
2.3. Anreize und regulatorische Vorgaben für Energieeffizienztechnologien	42
2.3.1. Ordnungsrechtliche Vorgaben	42
2.3.2. Energieeffizienzanforderungen als Zugangsvoraussetzung zu finanziellen Anreizen	45
2.3.3. Fördern und Beraten	45
2.3.4. KWK-Eigenstromerzeugung	45
3. Nachfrage nach Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg.....	47
3.1. Struktur der Energiekosten in der Industrie	47
3.2. Struktur des Energieverbrauchs im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen	51
3.3. Potenziale durch Energieeffizienzmaßnahmen	53
3.4. Ergebnisse der Unternehmensbefragung.....	56
3.5. Zusammenfassende Einordnung.....	59

4. Anbieter von Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg	61
4.1. Marktstruktur Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg	61
4.1.1. Beschäftigte der Region Berlin-Brandenburg im Bereich Energieeffizienztechnologien.....	61
4.1.2. Umsätze der Unternehmen der Region Berlin-Brandenburg im Bereich Energieeffizienztechnologien.....	63
4.1.3. Außenhandel der Unternehmen der Region Berlin-Brandenburg im Bereich Energieeffizienztechnologien.....	65
4.2. Beteiligung der Akteure aus Berlin und Brandenburg an Bundesförderprogrammen im Bereich Energieeffizienztechnologien	69
4.3. Patentanmeldungen der Akteure aus Berlin und Brandenburg im Bereich Energieeffizienztechnologien	73
4.4. Ergebnisse der Unternehmensbefragung	76
4.4.1. Innovationsthemen der Unternehmen in Berlin-Brandenburg	76
4.4.2. Regionale Kooperationspartner aus Wirtschaft und Wissenschaft.....	79
4.4.3. Handlungs- und Unterstützungsbedarfe der Unternehmen	80
Übergeordnete Rahmenbedingungen.....	82
4.5. Zusammenfassende Einordnung	82
5. Innovationsfelder und Handlungsempfehlungen	84
5.1. Nachfrager von Energieeffizienztechnologie.....	84
5.2. Anbieter von Energieeffizienztechnologien	85
Energie(effizienz)dienstleistungen	89
5.3. Übergreifende Ansatzpunkte.....	90
Getrennte Bearbeitung von Angebot und Nachfrage	90
Integrierte Betrachtung im Energiesystem	91
Interaktion zwischen Angebot und Nachfrage.....	91
Kommunikation zwischen Wirtschaft & Wissenschaft.....	92
Weitere Ansatzpunkte	92
6. Anhang.....	0
6.1. Fördervorhaben im Bereich Energieeffizienztechnologien.....	0
6.2. Studien zum Markt und zu Innovationstrends im Bereich Energieeffizienztechnologien	0
6.3. Studien zu technischen Energieeffizienzmaßnahmen	1
6.4. Statistische Datenquellen.....	3
6.5. Bildnachweise	3

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der steigenden Energiepreise sowie des fortschreitenden Klimawandels ist ein nachhaltiger Umbau der Wirtschafts- und Energiesysteme hin zu einer höheren Klimafreundlichkeit und einem geringeren Ressourcenverbrauch unabdingbar. Innerhalb Deutschlands stehen die einzelnen Regionen vor der Herausforderung wie der Chance, vor allem durch die Entwicklung und den Einsatz energieeffizienterer und umweltschonender Technologien und Verfahren von diesen Wachstumspotenzialen in möglichst hohem Maße zu partizipieren.

Mit dem „Masterplan Energietechnik Berlin-Brandenburg“ hat sich die Hauptstadtregion das Ziel gesetzt, eine der Modellregionen für die Energiewende in Deutschland zu werden. Eine zentrale Rolle spielen dabei zum einen die Entwicklung und Anwendung energieeffizienter Technologien und Verfahren und zum anderen eine optimale Vernetzung und Kooperation der Clusterakteure, insbesondere der Unternehmen sowie Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen.

Im Fokus der vorliegenden Studie steht das Handlungsfeld „Energieeffizienz“. Ziel der Studie ist es, zum einen den Markt für Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg sowohl auf der Nachfrageseite wie auch auf der Angebotsseite näher zu beleuchten und zu quantifizieren. Zum anderen verfolgt die Studie das Ziel, die für die Region Berlin-Brandenburg relevanten Innovationsthemen und potenzielle Innovationsakteure im Bereich der Energieeffizienztechnologien zu identifizieren.

Die systematische Analyse des Energieverbrauchs zeigt, dass sich die gewerbliche Energienachfrage in Berlin und Brandenburg etwa hälftig auf Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) aufteilt. In Brandenburg ist die Industrie stärker vertreten und konzentriert sich auf die Cluster Ernährungswirtschaft und Metall sowie die Bereiche Bau, Steine, Erden, Chemie und Papier. Bezeichnend für den Industriesektor ist eine relative starke Konzentration: wenige Unternehmen stehen für einen Großteil des Energieverbrauchs.

Der GHD-Sektor ist besonders stark in Berlin vertreten. Insbesondere die büroähnlichen Betriebe (vor allem Dienstleistungen, einschließlich Gebietskörperschaften und Sozialversicherungen), der Handel, die soziale Infrastruktur (Krankenhäuser, Kitas, Schulen und Hochschulen) und das Hotel- und Gaststättengewerbe sind bedeutende Energieverbraucher/-konsumenten in diesem Sektor.

In beiden Sektoren lassen sich wirtschaftliche Energieeffizienzpotenziale identifizieren, im GHD tendenziell etwas höhere Potenziale als in der Industrie. Dabei beeinflusst die Energieintensität den Stellenwert, den Energieeffizienz im Unternehmen hat. Energieintensive Unternehmen haben häufig einen höheren Informationsstand, eine systematischere Herangehensweise (etwa in Form eines organisatorisch verankerten Energiemanagements) und teilweise wurden schon zahlreiche Maßnahmen ergriffen, um den Kostendruck auszuweichen. Dennoch lassen sich bei Querschnittssystemen – außerhalb der Kernprozesse – noch weitere wirtschaftliche Einsparmaßnahmen realisieren. Bei weniger energieintensiven Betrieben (überwiegend im GHD Sektor) spielen – bei ansonsten eher geringer Relevanz des Themas Energieverbrauchs – die Gebäude und ihre technische Infrastruktur eine bedeutende Rolle beim Energieverbrauch und vor allem für die Energieeffizienz.

Mit rund 26.000 Beschäftigten und einem Umsatz von mehr als 3,3 Mrd. Euro stellen die Energieeffizienztechnologien in der Hauptstadtregion einen wichtigen Bereich in der Umweltwirtschaft der Region dar. Der Schwerpunkt in Berlin und Brandenburg liegt bei den Anbietern von Energieeffizienz im Marktsegment „energieeffiziente Gebäude“, auf den rund zwei Drittel der Beschäftigten und 57 % der Umsätze entfallen. In beiden Marktsegmenten dominieren die Dienstleistungen (Bau- und Installationsleistungen bzw. Planungs- und Beratungsleistungen). Hersteller von Energieeffizienztechnologien sind im Vergleich zu Deutschland in der Region weniger stark konzentriert. Kennzeichnend für das Querschnittsfeld ist die hohe Dynamik bei Umsatz und Beschäftigung. Dabei erzielte die Region im Zeitraum 2010-2013 in beiden Marktsegmenten ein über dem Bundesniveau liegendes Umsatzwachstum.

Vor dem Hintergrund des vergleichsweise geringen Industriebesatzes in der Hauptstadtregion konnten nur wenige Unternehmen identifiziert werden, die in den letzten 10 Jahren Patente im Bereich Energieeffizienztechnologien angemeldet haben. Inhaltlich liegt ein deutlicher Schwerpunkt der identifizierten Patente auf dem Marktsegment „energieeffiziente Gebäude“.

Auch die Analyse der Fördervorhaben des Bundes zeigt bisher eine eher verhaltene Beteiligung von Wirtschaft und Wissenschaft an den Forschungsvorhaben des Bundes im Bereich Energieeffizienztechnologien. Insbesondere im Bereich der industriellen Produktion sind Forschungsvorhaben im Vergleich zu Deutschland in der Region eher unterrepräsentiert, was ebenfalls auch auf den geringen Industriebesatz zurückzuführen ist. Bei den durchgeführten Forschungsvorhaben kristallisieren sich die Themen Wärmeerzeugung und -verteilung, Wärmespeicher, Energierückumwandlung und digitale Prozess- und intelligente Energiesteuerung als Schwerpunktthemen von Forschung und Entwicklung in der Hauptstadtregion heraus.

Die Ergebnisse der Unternehmensbefragung zeigten eine ähnliche Fokussierung hinsichtlich bedeutender Innovationsthemen. So konnten im Bereich energieeffiziente Gebäude die Themen Wärmeerzeugung, Wärmespeicher und Intelligente Energiesteuerung als zentrale Innovationsthemen herausgearbeitet werden. Im Bereich der energieeffizienten Produktion liegt ein besonderer Schwerpunkt auf den Themen digitale Prozesssteuerung & Industrie 4.0 sowie Energierückumwandlungstechnologien. Kooperationen mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft sind für die Unternehmen von zentraler Bedeutung. Gleichzeitig wiesen die Unternehmen auf die Probleme bei der Kooperationsanbahnung zum einen sowie bei der erfolgreichen Platzierung von Produktinnovationen am Markt zum anderen hin.

Darüber hinaus zeigte sich in den Interviews ein hoher Unterstützungsbedarf bei den Unternehmen. Das Clustermanagement wird von den Unternehmen als wichtiger Akteur bei der Anbahnung von FuE-Kooperationen gesehen. Zugleich sehen die Unternehmen Aktivitäten zur Vernetzung und die Durchführung von Veranstaltungen und Workshops rund um die Innovationsthemen als wichtige Aufgabe des Clustermanagements an.

Im Zwischenfazit kann festgehalten werden, dass die nationalen Rahmenbedingungen für Energieeffizienz grundsätzlich gut sind und sich damit für die Hauptstadtregion ein dynamisches, wirtschaftspolitisches Fenster öffnet. Die energiepolitisch zunehmende Bedeutung der „Energieeffizienz“ sollte jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass es sich um ein Handlungsfeld mit großer Heterogenität, sehr unterschiedlichen Strukturen und hoher Komplexität handelt. Während das Thema für Hersteller und Dienstleister eine zunehmend wichtige Rolle spielt,

steht das Thema für gewerbliche Energieverbraucher häufig eher am Rande. Nur für energieintensive Unternehmen gehört es zu den Kernthemen, für viele andere Unternehmen macht die Energie einen eher geringfügigen Anteil an den Kostenstrukturen aus.

Vor dem Hintergrund der Globalisierung und Spezialisierung muss man realistisch damit umgehen, dass in der Hauptstadtregion kein allein in sich tragfähiger und liquider Binnenmarkt für alle energieeffizienten Ausrüstungen entstehen kann. Auch vor dem Hintergrund des relativ geringen Industriebesatzes ist insofern wenig verwunderlich, dass für energieeffiziente Hauptausrüstungen in den Branchen Metall, Steine und Erden, Chemie und Papier keine Anbieter in der Region identifiziert werden konnten. Das Clustermanagement muss daher auch die Interessen und Möglichkeiten überregionaler Anbieter berücksichtigen.

Vielmehr wird das Clustermanagement das realistische Bild verfolgen müssen, dass für beide Gruppen – Anbieter wie Nachfrager – Energieeffizienz einen unterschiedlichen Stellenwert hat, beide Gruppen im allgemeinen sehr unterschiedliche Probleme haben und beide Gruppen auch an unterschiedlichen Stellen abgeholt werden wollen. In erster Näherung sollte daher die separate Adressierung beider Gruppen angestrebt werden.

Aufgrund des unterschiedlichen Informations- und Wissensstandes bei Anbietern und Nachfragern spielt die Vermittlung durch glaubhafte und vertrauenswürdige Intermediäre eine besonders wichtige Rolle. In vielen Bereichen treffen spezialisierte Anbieter auf mehr oder wenig ungeschulte Nachfrager, die ihre Bedürfnisse nur vage kennen, formulieren und umreißen können. Dies ist im Bereich von Endkunden (B2C) besonders ausgeprägt, in der B2B-Beziehung zumindest differenziert zu sehen. Bei dieser Wissens-Asymmetrie spielt die Vermittlung durch glaubhafte und vertrauenswürdige Intermediäre eine besonders wichtige Rolle. Die Hauptstadtregion kann hier an eine langjährig gereifte Szene von Energiedienstleistern (Energieberater, Energie-Contractoren, Energiemanager, etc.) anknüpfen und aufbauen.

Im Rahmen der Studie wird gezeigt, dass ein besonderer Grund für das eher unterdurchschnittliche Forschungs- und Patentiergeschehen im Bereich Energieeffizienz vor allem der relativ geringe Industriebesatz im Bereich der Branchen „Maschinen- und Anlagenbau“ bzw. „Elektrotechnik“ sein dürfte. Dennoch ergeben sich für die Hauptstadtregion besondere Ansatzpunkte, das Thema Energieeffizienz zu stärken. Einen wichtigen Ansatzpunkt bietet für alle Beteiligten die Transformation der Energiemärkte („Energiewende“), die vermehrt zu dezentralen Strukturen bei Erzeugung und Nachfrage führt. Hieraus resultiert ein Bedarf an flexiblen, intelligenten und vor allem digitalen Lösungen. Dabei ist auch die Zusammenarbeit mit anderen Handlungsfeldern des Clusters Energietechnik erforderlich.

In Berlin und Brandenburg kann auf eine gute Forschungslandschaft in relativ starken technischen Universitäten, Hochschulen und Forschungszentren aufgesetzt werden. Dazu bietet der Hauptstadtstandort eine hohe Attraktivität für Startups und junge Arbeitskräfte: hier sind am ehesten die Ansatzpunkte, dem Thema eine gewisse Strahlkraft zu verleihen. Chancen bietet vor allem das Metathema „Digitalisierung“ rund um neue Produktwelten wie „Smart Meter, Smart Home, Smart Grid, Smart City etc.“. Diese innovativen Themen reichen nicht allein als Anreiz großer Industriepayer zur Ansiedlung in der Region aus. Dennoch sollte nicht unterschätzt werden, dass sich viele überregionale Unternehmen derzeit gezielt an diesen Bereichen orientieren, u. a. auch mit dem Plan, die Innovationskraft von Startups gezielt für sich zu nutzen.

Gerade die Unternehmensbefragung hat gezeigt, wie wichtig Kommunikations- und Vernetzungsaktivitäten sind. So kommen FuE-Kooperationen häufig auch aufgrund der Unkenntnis über geeignete Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft nicht zustande. Die Zahl der Patentanmeldungen verdeutlicht, dass noch ein erheblicher Handlungsbedarf in diesem Bereich besteht. Dementsprechend wichtig ist es, dass das Clustermanagement seine bisherigen Netzwerkaktivitäten auch künftig weiterführt.

Eine weitere Chance für die Region dürfte die – im Vergleich zu anderen Regionen – relativ gute Verfügbarkeit von jungen und gut ausgebildeten Fachkräften bieten. Der Wissenschafts- und Forschungsstandort kann noch mit einer vergleichsweise hohen Zahl junger Akademiker/inn/en werben, idealerweise überregional und international. So könnten die Institute eine stärkere Vernetzung mit überregionalen Industriepartnern nutzen und überregionale Industriepartner wiederum stärker auf den Berliner Standort aufmerksam werden.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass das Themenfeld „Energieeffizienz“ aufgrund seiner Relevanz als Zukunftsthema, aufgrund der politischen Dynamik und der inhärenten Vielfalt nicht nur Herausforderungen, sondern vor allem auch Chancen für die Hauptstadtregion bietet.

Abkürzungsverzeichnis

BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BDI	Bundesverband der Deutschen Industrie
BE / BB	Berlin / Brandenburg
BEK	Berliner Energie-und Klimaschutzprogramm
BENE	Berliner Programm für Nachhaltige Entwicklung
BEV	Batterieelektrische Fahrzeuge
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BVT	beste verfügbare Technik
CPS	cyber-physische Systeme
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DCTI	Deutsches Clean Tech Institut
Dena	Deutsche Energieagentur
DL	Dienstleistung
EA.NRW	Energieagentur des Landes Nordrhein-Westfalen
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz
EnEff: Stadt	Förderinitiative Energieeffiziente Stadt
EnEff: Wärme	Förderinitiative Energieeffiziente Wärmeversorgung
EnEV	Energiesparverordnung
EnOB	Förderinitiative Energieoptimiertes Bauen
EPS	Expandiertes Polystyrol
FCEV	Wasserstoff-Fahrzeuge
FfE	Forschungsstelle für Energiewirtschaft
FhISI	Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
FÖKAT	Förderkatalog des Bundes

FuE	Forschung und Entwicklung
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GWS	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung
HRW	Hochschule Ruhr West
IE	International Energyefficiency Class
IER	Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung
IFEU	Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg
IGHD	Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
ILB	Landesinvestitionsbank des Landes Brandenburg
IND	Industrie
IOS	iphone Operating System
IREES	Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien
IWU	Institut Wohnen und Umwelt
JAZ	Jahresarbeitszahl
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KMU	Klein- und mittelständische Unternehmen
KSI	Klimaschutzinitiative
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattstunde
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWK-G	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
LED	Licht-emittierende Diode
LfU-BW	Bayerisches Landesamt für Umwelt
Los ENER	Produktgruppe in der Ökodesign-Richtlinie, initiiert von der Generaldirektion Energie
Los ENTR	Produktgruppe in der Ökodesign-Richtlinie, initiiert von der Generaldirektion Industrie und Unternehmen
MKULNV NRW	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
MWh/a	Megawattstunde pro Jahr
NE-Metallind.	Nichteisen-Metallindustrie

OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OLED	Organische Leuchtdiode
p.a.	per anno (pro Jahr)
PATSTAT	Patentdatenbank der Europäischen Patentorganisation
RENplus	Landesförderprogramm zu Einsatz erneuerbarer Energien und Erhöhung der Energieeffizienz
PHEV	Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge
RLT	Raumluftechnik
StatBA	Statistisches Bundesamt
TU	Technische Universität
TWh	Terawattstunde
UBA (AT)	Bundesumweltamt Österreich
vbw	Verband der Bayerischen Industrie
VDMA	Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau

1. Zielstellung und methodisches Vorgehen

1.1. Hintergrund und Zielstellung

Vor dem Hintergrund der steigenden Energiepreise sowie des Klimawandels ist ein nachhaltiger Umbau der Wirtschafts- und Energiesysteme hin zu einer höheren Klimafreundlichkeit und Energieeffizienz unabdingbar. Der steigende Druck zu effizienteren und umweltschonenden Techniken und Verfahren (z. B. durch sich verschärfende Umweltauflagen oder Preisanstieg) wird den Wandel Deutschlands hin zur „Green Economy“ befördern und damit hohe Wachstumspotenziale freisetzen. Innerhalb Deutschlands stehen die einzelnen Regionen vor der Herausforderung vor allem durch die Entwicklung und den Einsatz energieeffizienterer und umweltschonender Technologien und Verfahren von diesen Wachstumspotenzialen in möglichst hohem Maße zu partizipieren.

Mit dem Masterplan Energietechnik Berlin-Brandenburg hat sich die Hauptstadtregion das Ziel gesetzt, eine der Leitregionen für die Energiewende in Deutschland zu werden. Damit besteht von Seiten des Clusters Energietechnik Berlin-Brandenburg der Anspruch, die Kompetenzen der Region in diesem Segment zu stärken und sich als innovative und wettbewerbsfähige Energieregion national und international zu profilieren. Eine zentrale Rolle spielen dabei zum einen die Entwicklung und Anwendung energieeffizienter Technologien und Verfahren und zum anderen eine optimale Vernetzung und Kooperation der Clusterakteure, insbesondere der Unternehmen sowie Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen. Vor diesem Hintergrund widmet sich das Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg folgenden vier Handlungsfeldern: (1) Erneuerbare Energien, (2) Turbomaschinen und Kraftwerkstechnik, (3) Energieeffizienztechnologien, (4) Energienetze/-speicher.

Im Fokus dieser Studie steht das Handlungsfeld Energieeffizienztechnologien. Ziel der Studie ist es, zum einen den Markt für Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg sowohl auf der Nachfrageseite wie auch auf der Angebotsseite näher zu beleuchten und zu quantifizieren. Zum anderen verfolgt die Studie das Ziel, die für die Region Berlin-Brandenburg relevanten Innovationsthemen und potenzielle Innovationsakteure im Bereich der Energieeffizienztechnologien zu identifizieren. Dies fungiert als wesentliche Grundlage für das Clustermanagement, die Clusterakteure bei der Initiierung von FuE-Kooperationen aktiv zu unterstützen und so regionale Innovationsprozesse zu befördern.

Der im Dokument verwendete Begriff Energieeffizienztechnologien subsummiert die Energieeffizienzprodukte und -dienstleistungen.

1.2. Methodisches Vorgehen auf Anbieterseite von Energieeffizienztechnologien

Zur Erreichung der zentralen Zielsetzungen der Studie – einen Überblick über den Markt für Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg zu geben sowie relevante Innovationsthemen und potenzielle Innovationsakteure zu identifizieren – kamen auf Anbieterseite verschiedene Methoden zum Einsatz. Diese sind in nachfolgender Abbildung überblicksartig dargestellt und werden anschließend näher erläutert.



Abbildung 1: Methodisches Vorgehen auf Anbieterseite (Quelle: Prognos AG)

1.2.1. Literatur- und Desk-Research-Analyse

Ziel der Literatur- und Desk-Research-Analyse war es, einen Überblick über die Bedeutung der Energieeffizienztechnologien in Deutschland und in der Region Berlin-Brandenburg, über die aktuellen Technologietrends und Innovationsthemen sowie über zentrale regulatorische Rahmenbedingungen zu erlangen.

Dazu wurden zum einen einschlägige Studien wie bspw. „GreenTech made in Germany 4.0“ (BMU, Roland Berger), die „Marktanalyse und Marktbewertung für ausgewählte Produkte und Dienstleistungen im Bereich Energieeffizienz“ (Prognos, IFEU, HRW), „Cleantech Standortgutachten 2013 (DCTI, EuPD), der „Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2015“ (MKULNV NRW) sowie Richtlinien und Gesetze betrachtet. Zum anderen wurden mittels Desk-Research-Analyse relevante Internetseiten ausgewertet.

Darüber hinaus war es Ziel Informationslücken aufzuzeigen. Die Literaturlauswertung zeigt, dass die Studien Auskunft über die Stellung und Entwicklung der Umweltwirtschaft und im Speziellen der Energieeffizienztechnologien in Deutschland geben. Auf regionaler Ebene, bspw. der Bundesländer, liegen jedoch keine belastbaren Kennzahlen vor. Auch geben die Studien keinen Überblick über die spezifischen Kompetenzen und thematischen Schwerpunkte der jeweiligen Bundesländer sowie über die Innovationsthemen, die in den jeweiligen Bundesländern im Bereich der Energieeffizienztechnologien besonders im Fokus stehen.

1.2.2. Abgrenzung und Quantifizierung der Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg auf Basis des statistischen Abgrenzungsmodells

Der Bereich der Energieeffizienztechnologien stellt eine Querschnittsbranche dar. Ihre ökonomische Leistungsfähigkeit und Anbieterstrukturen können prinzipiell über zwei Wege analysiert werden. Ein Weg ist, die Unternehmen der Branche zu befragen. Hierbei wird eine möglichst repräsentative Stichprobe befragt und die dabei ermittelten Ergebnisse auf den Untersuchungsraum hochgerechnet. So können marktnah Ergebnisse gewonnen werden. Der Nachteil liegt allerdings in der strukturellen Verzerrung, die von den befragten Unternehmen ausgeht.

Mit einer datenbasierten Analyse kann demgegenüber auf Basis verfügbarer statistischer Daten ein umfassendes und unabhängiges Bild der Branche ermittelt werden. Die statistischen Daten basieren auf einer Vollerhebung der Wirtschaft. Die Herausforderung liegt in der Abgrenzung der Branche, da die Energieeffizienztechnologien in der statistischen Wirtschaftszweigklassifikation kein definiertes Segment darstellen. Ihre Aktivitäten sind über die bestehenden Wirtschafts- und Güterzweige verteilt. Für die statistische Analyse ist daher ein fundiertes Abgrenzungsmodell erforderlich.

Generell lassen sich einige Anforderungen benennen, denen die statistische Branchenabgrenzung genügen muss, um aussagekräftige Analyseergebnisse erzielen zu können:

- Vollständigkeit des Abbilds der Branche: Darstellung der Marktsegmente der Branche und ihrer Güter mit aussagekräftigen Indikatoren,
- Validität: statistische Datenbasis, keine Hochrechnungen aus Umfragen,
- Konsistenz: klare Qualifizierungskriterien und gesicherte Umsteigeschlüssel zwischen verschiedenen Klassifikationssystemen,
- Anschlussfähigkeit an bestehende Studien: ermöglicht Vergleiche und sichert Vorgehen in der Forschungslandschaft ab,
- Handlungsrelevanz: Die Abgrenzung der Branche orientiert sich an Märkten und Wertschöpfungsstrukturen. Damit wird die Praktikabilität der Ergebnisse aus Marktperspektive für die operative Nutzung in der Unterstützungsarbeit des Clusters Energietechnik sichergestellt.

Abgrenzungsmodell

Die Branche der Energieeffizienztechnologien stellt einen Teilmarkt der Umweltwirtschaft dar, die daneben u. a. die Kreislauf- und Wasserwirtschaft, Erneuerbare Energien oder nachhaltige Mobilitätslösungen umfasst. Um die Branche der Energieeffizienztechnologien anhand zentraler statistischer Kennzahlen wie Umsatz und Beschäftigung beschreiben zu können, wurde das statistische Abgrenzungsmodell der Prognos AG für die Umweltwirtschaft als Ausgangsbasis genutzt. Dieses Abgrenzungsmodell wurde im Rahmen verschiedener Projekte (insbesondere Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2015, Umwelttechnik Baden-Württemberg sowie Branchenbild Kreislaufwirtschaft) erarbeitet, angewendet und kontinuierlich weiterentwickelt.

Das Prognos Abgrenzungsmodell vereint ein funktionales Definitionsmodell der Umweltwirtschaft mit einem sektoralen Abgrenzungsansatz:

- Funktionale bzw. güterbasierte Ansätze identifizieren die für die Analyse relevanten Produkte auf Basis definierter Selektionskriterien. Orientiert an einem von der OECD und Eurostat¹ entwickelten Verfahren wird dazu jede in der Güterklassifikation enthaltene Produktgruppe auf ihren (Haupt-)Zweck hin hinterfragt und es werden so Produkte identifiziert, die einen spezifizierten Umwelt(schutz)-Nutzen erfüllen. Mit diesem funktionalen Ansatz lassen sich relevante Umwelttechnikprodukte äußerst präzise erfassen, da die vorhandene Güterklassifikation (GP2009) sehr feingliedrig differenziert ist. Anschließend können die auf diese Weise identifizierten Güter ihrem Umweltnutzen nach zu Gruppen aggregiert werden [Bottom-Up-Ansatz].
- Des Weiteren kann die Definition der Umweltwirtschaft sektoral auf Basis der Wirtschaftszweigklassifikation erfolgen. Hierzu werden zunächst die relevanten Leitmärkte und Segmente der Branche inhaltlich bestimmt. Anschließend werden die zugehörigen Wirtschaftszweige (WZ) auf Ebene der Wirtschaftszweigabteilungen („Zweistellerebene“) bis zu Wirtschaftszweigunterklassen („Fünfstellerebene“) zugewiesen [Top-Down-Ansatz].



Abbildung 2: Schematisierung des Abgrenzungsansatzes (Quelle: Prognos AG)

Ein kombiniertes Verfahren aus sektoralen und funktionalen Ansätzen erfüllt die oben skizzierten Anforderungen am besten (Abbildung 2). Über die funktionale Abgrenzung ist eine differenzierte und exakte Bestimmung möglich. Der sektorale Zugang ermöglicht die Berücksichtigung von Dienstleistungen, die direkte Verknüpfung relevanter wirtschaftsstatistischer Daten und

¹ OECD/Eurostat (1999): The Environmental Goods & Services Industry. Manual for Data Collection and Analysis, Paris.

eine praxisorientierte Systematisierung. Beide Abgrenzungsmodelle sind über amtliche Zuordnungsschlüssel miteinander verbunden („Matching“), sodass sich ein kohärentes Gesamtbild ergibt.

Das vorliegende Abgrenzungsmodell der Prognos AG wurde im Rahmen dieses Projekts weiterentwickelt und auf den strukturellen Kontext in Berlin-Brandenburg feinjustiert. Aus der feingliedrigen funktionalen Abgrenzung lassen sich Gewichtungsfaktoren für die gröber eingeteilten Wirtschaftszweige ableiten. Diese wurden spezifisch für Berlin und für Brandenburg ermittelt. Zudem können über Gewichtungsfaktoren auch sogenannte Dual-Use-Güter berücksichtigt werden. Dabei handelt es sich um multifunktionelle Produkte, die sowohl zu einem Umweltschutzzweck als auch zu anderen Zwecken eingesetzt werden können. Ihr Anteil wurde auf Basis von Sekundärquellen ermittelt.

Abgrenzung der Energieeffizienztechnologien Berlin-Brandenburg

Auf Basis des Abgrenzungsmodells liegt eine differenzierte Systematisierung der Branche Energieeffizienztechnologien Berlin-Brandenburg vor. Die Branche Energieeffizienztechnologien gliedert sich in zwei zentrale Marktsegmente: die energieeffizienten Gebäude und die energieeffiziente Produktion. Beide Marktsegmente sind wiederum in verschiedene Technologiebereiche unterteilt (vgl. Abbildung 3).

Energieeffiziente Gebäude	Energieeffiziente Produktionsprozesse
<p>Gebäudetechnik, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wärmepumpenbasierte Heizungssysteme • Blockheizkraft • Effiziente Beleuchtung • Warmwasserbereiter mit Druckspeicher • Smart-Meter und Smart -Home-Technologien <p>Baustoffe, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materialien zur Wärmedämmung/-isolierung <p>Bau- und Installationsleistungen, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dämmungsmaßnahmen • Installation von energieeffizienten Heizungs- und Lüftungssystemen • Contracting-Dienstleistungen • Energiemanagementsysteme • Spezifische Architektur- und Ingenieurdienstleistungen 	<p>Prozessleit-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regel- und digitale Vernetzungs-technik für energieeffizientere Produktion (Industrie 4.0) • elektronische Mess-, Kontroll-, Navigations- u. ä. Instrumente • IT-gestützte Prozessoptimierung • Konzeptions- und Designleistungen für energieeffiziente Produkte • Prozess-Beratungsleistungen <p>Abwärmennutzung, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Abwärmennutzung bei Druckluftherzeugung ▪ Wärmepumpen (zur energieeffizienten Erwärmung in Produktionsprozessen) <p>Druckluft- und Hydrauliksysteme, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effiziente Druckluft- und Hydrauliksysteme <p>Planungs- und Beratungsleistungen</p>

Abbildung 3: Überblick über die Marktsegmente im Bereich Energieeffizienztechnologien (Quelle: Prognos AG)

Das Marktsegment energieeffiziente Gebäude umfasst Ansätze zur Optimierung Energieeffizienz der Bausubstanz sowie im Bereich der Haustechnik. Es umfasst folgende drei Technologiebereiche:

- Gebäudetechnik,
- Baustoffe
- sowie Bau- und Installationsleistungen.

Das Marktsegment energieeffiziente Produktion umfasst Produkte und Dienstleistungen, die Energieeffizienzgewinne bei Produktionsprozessen und industrielle Maschinen und Anlagen ermöglichen. Hierzu zählen folgende Technologiebereiche:

- Prozessleit-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik (inklusive digitaler Vernetzungstechnik für Industrie 4.0),
- effiziente Druckluft- und Hydrauliksysteme,
- Abwärmenutzung,
- Planungs- und Beratungsleistungen für eine energieeffizientere Produktion.

Eine Erfassung energieeffizienter Geräte wurde geprüft. Methodisch stellt sich hier die Schwierigkeit, diesen Bereich genau zu bestimmen. Von jedem energieverbrauchenden Produkt gibt es Modelle, die effizienter und weniger effizient sind. Statistisch müsste demnach von jeder Gütergruppe ein gewisser Anteil berücksichtigt werden (sog. Best-in-class Ansatz). Der Blick auf tatsächliche Effizienztechnologien und Dienstleistungen (Enabler) geht dabei verloren. Zudem ergab die Prüfung, dass dieser Bereich in Berlin-Brandenburg nur einen geringen Stellenwert einnimmt. Daher wird dieser Bereich im Rahmen der Analyse nicht berücksichtigt. Gleichwohl finden sich Technologien, die zur Produktion effizienter Produkte eingesetzt werden, in der Abgrenzung im Marktsegment energieeffiziente Produktion wieder.

Datenquellen und Indikatoren

Die Ergebnisse zur Anbieterstruktur der Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg basieren auf validierten wirtschaftsstatistischen Daten, die mit Hilfe des Abgrenzungsmodells für die Analyse herangezogen werden konnten. Dabei handelt es sich insbesondere um bundeslandspezifische Daten aus der Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit sowie der Umsatzsteuerstatistik und der Außenhandelsstatistik des Statistischen Bundesamts Deutschland.

Die ökonomische Einordnung der Energieeffizienztechnologien in der Region Berlin-Brandenburg wird anhand folgender zentraler Kennwerte vorgenommen:

- **Beschäftigte:** Diese umfassen sozialversicherungspflichtig Beschäftigte. Die Daten stammen aus der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit.

- **Umsatz:** Die Umsätze werden anhand der Umsatzsteuerstatistik ermittelt. Erfasst sind die gemeldeten Umsätze aller Unternehmen, die einen jährlichen Gesamtumsatz von mindestens 17.500 Euro erwirtschaften. Unternehmen melden Umsätze in der Regel an ihrem jeweiligen nationalen Hauptsitz.
- **Exportvolumen:** Gesamtwert der Exporte der Energieeffizienzwirtschaft aus Berlin und Brandenburg sowie aus Deutschland insgesamt in ausländische Märkte. Die Exportdaten basieren auf der Außenhandelsstatistik und bilden daher nur Güter und keine Dienstleistungen ab. Der Güterverkehr umfasst ca. 85 % des deutschen Außenhandels.

1.2.3. Auswertung des Förderdatenkataloges des Bundes

Der Förderkatalog des Bundes (FÖKAT) ist eine Datenbank, die Informationen zur Forschungsförderung des Bundes bereitstellt und umfasst Fördermaßnahmen folgender Ministerien:

- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF),
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB),
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi),
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI).

Mit mehr als 110.000 abgeschlossenen und laufenden Vorhaben der Projektförderung des Bundes gibt der FÖKAT Auskunft über Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in Deutschland, die das Gros der direkten Projektförderung auf sich vereinen. Die institutionelle Forschungsförderung des Bundes ist hingegen nicht Gegenstand dieser Datenbank.

Mit der Auswertung des FÖKATs des Bundes wurde das Ziel verfolgt, diejenigen Unternehmen in der Region Berlin-Brandenburg zu identifizieren, die als Anbieter von Energieeffizienztechnologien in den letzten Jahren Forschungsvorhaben durchgeführt haben. Des Weiteren zielte die FÖKAT-Analyse auf die Identifizierung von Innovationsthemen im Bereich der Energieeffizienztechnologien, in denen die Hauptstadtregion bereits aktiv ist und ggf. regionale Schwerpunktthemen herausbilden konnte.

Zur Auswertung des FÖKATs des Bundes wurde eine spezifische Datenbankabfrage zu Energieeffizienztechnologien vorgenommen. Mit Hilfe dieser Datenbankabfrage wurden themenspezifische Fördervorhaben erfasst und nach ausgewählten Kriterien (u. a. Fachressort/Quelle, Zusageempfänger, ausführende Stelle) ausgewertet.

Über den Bewilligungszeitraum vom 01.01.2010 bis zum 01.07.2016 konnten für Deutschland insgesamt rund 8.300 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Bereich der Energieeffizienztechnologien identifiziert werden. Dies entspricht etwa einem Viertel an allen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im genannten Zeitraum.

Zur Abbildung der Positionierung der Hauptstadtregion sowie zur Beurteilung der Innovationsthemen und -akteure in Berlin und Brandenburg wurden die Forschungs- und Entwicklungsvorhaben nach folgenden Kriterien ausgewertet:

- ausführende Stelle,
- Bundesland der ausführenden Stelle,
- Thema und Leistungsplansystematik,
- Laufzeit sowie
- Fördervolumen.

Anschließend erfolgte anhand der Kriterien ausführende Stelle, Bundesland der ausführenden Stelle (Berlin, Brandenburg) sowie Thema des Fördervorhabens eine systematische Aufbereitung der Ergebnisse der Datenbankabfrage. Bezüglich der ausführenden Stelle wurde folgende Klassifizierung vorgenommen: (1) Unternehmen, (2) Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen (3) Gebietskörperschaften und (4) Sonstige (z. B. Verbände, Stiftungen, Ver- und Entsorger).

Im Ergebnis entstand ein umfangreicher Datensatz, der die Basis zur Lokalisierung von branchenspezifischen Forschungs- und Entwicklungsvorhaben innerhalb Deutschlands bildet und zur Ableitung von thematischen Schwerpunktthemen sowie zur Identifizierung von relevanten Akteuren in der Hauptstadtregion beiträgt.

1.2.4. Patentdatenanalyse

Patente liefern detaillierte Beschreibungen der FuE-Tätigkeiten von Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Sie ermöglichen ein einmaliges, hochgradig differenziertes Bild über den Stand, die Art und den technologischen Bereich der Innovation und ihrer Erfinder sowie die geographische Verortung von FuE-Tätigkeiten. So unterscheidet allein die Internationale Patentklassifikation über 70.000 Haupt- und Untergruppen, hinzukommen viele weitere Feinklassifikationen.

Ziel der Patentanalyse war es herauszufinden, welche Unternehmen und weitere Akteure aus der Region Berlin-Brandenburg in den letzten Jahren im Bereich der Energieeffizienztechnologien Patente angemeldet haben und welchen Technologiefeldern diese Patente zuzuordnen sind. Die Informationen dienen der Analyse der relevanten Innovationsthemen in Berlin-Brandenburg und der Identifizierung von relevanten Innovationsakteuren.

Im Rahmen der Analyse wurde die PATSTAT, die weltweite Patentstatistik-Datenbank des Europäischen Patentamtes ausgewertet. Zunächst wurden alle Patente abgefragt, bei denen mindestens ein Anmelder des Patentbesitzers aus Deutschland stammt und das Patent im Zeitraum 2006 bis 2016 angemeldet wurde. In einem zweiten Schritt wurde aus dieser Menge von Patenten,

jene Patente herausgefiltert, die dem Bereich der Energieeffizienztechnologien zugeordnet werden können. Hierzu wurden sowohl Suchbegriffe als auch die Patentklassifikationen verwendet. Die Patente wurden folgenden Themenbereichen zugeordnet:

- Integration von erneuerbarer Energie in Gebäuden,
- energieeffiziente Lichttechnologien,
- energieeffiziente Wärme- und Kältesysteme,
- Informations- und Kommunikationstechnologien, die auf eine Verringerung des eigenen Energieverbrauchs zielen,
- Technologien für ein effizientes Energiemanagement und effizienten Stromverbrauch,
- Architektur- und Konstruktionselemente, welche die thermische Leistung von Gebäuden verbessern,
- Enabling-Technologien oder Technologien mit einem potenziellen oder indirekten Beitrag zur Minimierung von Treibhausgasemissionen.

In einem dritten Arbeitsschritt wurden die Patente für die Region Berlin-Brandenburg anhand der Angaben Adressangaben der Anmelder selektiert.

Im Ergebnis der Analyse liegt eine Liste mit im Zeitraum von 2006 bis 2016 in der Region Berlin-Brandenburg im Bereich der Energieeffizienztechnologien angemeldeten Patenten vor, die zudem Auskunft über den Gegenstand der Patentanmeldung und den Anmelder des jeweiligen Patentes gibt.

1.2.5. Unternehmensbefragung

Ziel der Unternehmensbefragung der Anbieter von Energieeffizienztechnologien war es, die Innovations- und Kooperationsbedarfe sowie interessierende Innovationsthemen und bereits bestehende Projektideen zu eruieren.

Die Unternehmensbefragung wurde telefonisch mit Hilfe eines Interviewleitfadens durchgeführt und fand im Zeitraum Juni 2016 bis Juli 2016 statt. Es wurden insgesamt 103 Unternehmen gebeten, sich an der Befragung zu beteiligen, von denen mit 21 Unternehmen ein Telefoninterview geführt werden konnte. Die Liste mit den zu befragenden Unternehmen speiste sich zum einen aus Unternehmenslisten des Clusters Energietechnik und der Prognos AG mit Zuordnung zum Bereich Energieeffizienz. Zum anderen wurden die aus der Auswertung des Förderkataloges des Bundes identifizierten Zuwendungsempfänger (Unternehmen) sowie die im Rahmen der Patentanalyse ermittelten Patentanmelder aufgenommen.

1.3. Methodisches Vorgehen auf Nachfrageseite von Energieeffizienztechnologien

Die Nachfragesituation im Markt für Energieeffizienzdienstleistungen wurde aus drei Blickwinkeln beleuchtet: 1) der regionalen Struktur des Energieverbrauchs in Berlin und Brandenburg, 2) den (auf Basis nationaler und internationaler Studien abgeleiteten) technischen Effizienzmaßnahmen sowie 3) regionalen Brancheninterviews zur Umfeldanalyse in Berlin und Brandenburg. Nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die durchgeführten Arbeitsschritte, die im Folgenden näher erläutert werden.

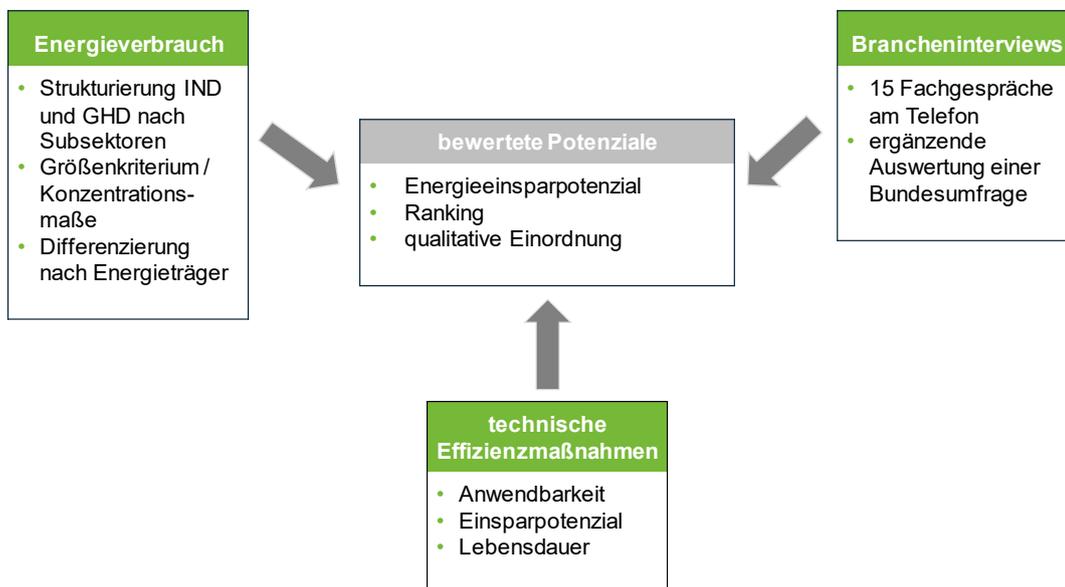


Abbildung 4: Perspektiven zur Untersuchung der Nachfrage nach Energieeffizienztechnologien
(Quelle: Prognos AG)

1.3.1. Analyse des Energieverbrauchs

Im ersten Schritt wurde die Struktur des Energieverbrauchs der Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen vertieft untersucht. Hierzu wurden verfügbare Datenquellen ausgewertet, die im Anhang aufgeführt sind.

Diese Datenquellen wurden miteinander kombiniert, um ein differenziertes Bild über die bestimmenden Energieverbraucher (Branchen) zu zeichnen, und dabei nach den für Anbieter von Effizienztechnologien wichtigen Aspekten Kundenzahl nach Größenklasse (örtliche Einheiten) und Energieträger (Strom, Gas, übrige) zu differenzieren.

1.3.2. Technische und organisatorische Effizienzmaßnahmen

Im zweiten Schritt wurden gerade aus Sicht der Effizienzdienstleister geeignete technische und organisatorische Effizienzmaßnahmen identifiziert und bezüglich Anwendbarkeit, relatives Einsparpotenzial und Lebensdauer bewertet.

Hierzu sind einige methodische Entscheidungen getroffen worden, die nachstehend dargestellt und erläutert werden.

Typen von Potenzialen

In der Literatur sind zahlreiche Typen von Potenzialen zu finden, eine Auswahl wird im Folgenden kursiv dargestellt.

- **Physikalisches bzw. Theoretisches Potenzial:** das physikalische Potenzial gibt eine Abschätzung über die theoretisch mögliche Einsparung unter Berücksichtigung physikalischer Grenzen. Berechnet werden die physikalisch erreichbaren Wandlungsgrade, wie z. B. Carnot-Wirkungsgrad.
- **Technisches Potenzial:** bei der Ermittlung des technischen Potenzials werden derzeitige ingenieurtechnische Beschränkungen bzw. die Möglichkeiten nach dem Stand der besten verfügbaren Technik (BVT) berücksichtigt. Beispielsweise gehen hier Annahmen bzgl. der Mindestgröße einer Anlage ein.
- **Wirtschaftliches Potenzial:** hier werden neben technischen Restriktionen auch wirtschaftliche Überlegungen einbezogen. Diese Überlegungen beruhen auf zusätzlichen Annahmen zur Lebensdauer der Maßnahme, sowie zu den Opportunitätskosten. Mitunter wird in der Literatur unterschieden zwischen dem „wirtschaftlichen Potenzial bezogen auf die technische bzw. übliche Lebensdauer“ und dem „wirtschaftlich attraktiven Potenzial“ unterschieden, bei dem zusätzlich auch übliche einzelunternehmerische Anforderungen an Wirtschaftlichkeit, wie z. B. an Eigenkapitalverzinsung und Amortisationszeiten angenommen werden. Diese bilden jedoch ein subjektives Maß für die Wirtschaftlichkeit und sind daher nicht einheitlich anzuwenden.

In der vorliegenden Untersuchung werden daher wirtschaftliche Potenziale bezogen auf die Lebensdauer abgeschätzt.

Bestimmung des Verbrauchs ohne die Effizienzmaßnahme

Neben der Frage: „Wie entwickelt sich der Verbrauch, bei Ausschöpfung der Potenziale?“ muss auch die Frage methodisch beantwortet werden: „Wie entwickelt sich der Verbrauch ohne die betrachtete Maßnahme?“

Typische Vorgehensweisen sind:

- „frozen efficiency“: hier wird angenommen, dass ab einem festgelegten Basisjahr kein weiterer Energieeffizienzfortschritt stattfindet und die Diffusion der Einsparoptionen auf dem Niveau des Basisjahres stagniert.
- autonomer technischer Fortschritt: hier wird im Gegensatz zur „frozen efficiency“ ein nicht durch Politikmaßnahmen induzierter technischer Fortschritt angenommen.

Die erste Vorgehensweise ist insbesondere für Hersteller von Effizienztechnologien und Anbieter von Effizienzdienstleistungen von Interesse, weil das Potenzial die Gesamtentwicklung beschreibt. Die zweite Vorgehensweise ist für Politik-Akteure interessant, da das Potenzial dann eine Aussage zu dem zusätzlich durch Politikinstrumente erreichbaren Energieeinsparungen und Energieeffizienzsteigerungen enthält.

Da die Studie den Schwerpunkt auf die Anbieter von Effizienztechnologien legt, wird hier als Basisentwicklung die „frozen efficiency“ Annahme verwendet.

Abgrenzung der Untersuchungseinheit

Eine grundsätzliche Entscheidung betrifft die genaue Abgrenzung des Untersuchungsfeldes. Steht eine Technologie im Zentrum, oder eine bestimmte Verbrauchergruppe, oder ist eine Aussage über Potenziale im Energiesystem insgesamt zu treffen? Die Wahl der Untersuchungseinheit beeinflusst wesentlich das methodische Vorgehen.

Ist der Startpunkt der Betrachtung eine bestimmte Effizienztechnologie oder auch organisatorische Maßnahme, wird häufig die Maßnahme ingenieurtechnisch oder mit Hilfe von Pilotprojekten genau auf ihre Wirksamkeit hin untersucht. In zweitem Schritt wird ermittelt, wo die Maßnahme umgesetzt werden kann unter Beachtung zielgruppenspezifischer Rahmenbedingungen.

Ist der Startpunkt der Betrachtung eine bestimmte Verbrauchergruppe, dann kann statt einer bestimmten Effizienzmaßnahme ein ganzes Bündel von Maßnahmen betrachtet werden. Das Potenzial ergibt sich in diesem Fall entweder durch eine Aggregation von Einzelpotenzialen, die durch Betrachtung von einzelnen Technologien (s. o.) hergeleitet werden, oder durch einen Vergleich innerhalb der Verbrauchergruppe (benchmarking). Ein Vergleich mit den „Besten“ der betrachteten Verbrauchergruppe hat den Vorteil, dass sowohl Hemmnisse bei der Umsetzung wie auch emergente Phänomene wie z. B. Effizienzgewinne aufgrund einer systemischen Optimierung in die Potenzialbetrachtung einfließen können, andererseits besteht der Nachteil, dass u. U. relativ wenig über geeignete Maßnahmen herausgefunden wird.

Ist der Startpunkt der Betrachtung das Gesamtsystem, ist eine geeignete Methode der Aggregation der Maßnahmen und Verbrauchergruppen zu finden, die einerseits eine Gesamtaussage ermöglichen, andererseits die wesentlichen Besonderheiten und Strukturen des Energiesys-

tems berücksichtigen. Hier haben sich bottom-up Energiemodelle bewährt, die den Energieverbrauch unter szenarischen Parameterannahmen simulieren und das Potenzial als Differenz zweier Szenarien ermitteln.

Da im Fokus dieser Untersuchung der Markt für Effizienztechnologien steht, wurde der erste, einzeltechnologische Ansatz gewählt und mit szenarischen Elementen ergänzt. Dieser integrierte Ansatz erlaubt u. a. die Fokussierung auf Maßnahmen, die in Form von Dienstleistungen erbracht werden können bei Berücksichtigung der langfristigen Entwicklung der Rahmenbedingungen.

Hierzu wurde die einschlägige Literatur zu Energieeffizienzpotenzialen ausgewertet. Eine Liste der ausgewerteten Studien befindet sich im Anhang.

Diffusionsgeschwindigkeit: Aktivität / Umtauschrate

Die Einsparung / Effizienzsteigerung wird wesentlich davon beeinflusst, wie viele Maßnahmen in dem betrachteten Zeitraum umgesetzt werden.

Eine mögliche Herangehensweise ist die Annahme, dass das Marktvolumen sich proportional zur (noch vorhandenen) Marktkapazität verhält². Die Methode wurde bspw. zur Untersuchung der Nachfrage nach E-Mobilität verwendet³. Nachteil dieser Methode ist, dass sie nicht geeignet ist, mehr als zwei Technologien abzubilden.

Ein weiterer Ansatz ist die Betrachtung des Gesamtbestands und einer durchschnittlichen Nutzungsdauer der Technologie. Dieser Ansatz kann verfeinert werden durch eine bottom-up Modellierung von (Alters-/Technologie-) Kohorten.

In dieser Studie wird die Umsetzungsgeschwindigkeit auf Basis von Gesamtbestand und durchschnittlicher Nutzungsdauer abgeschätzt. Dieser Ansatz vernachlässigt zwar kurzfristige Effekte, die mit einem Kohortenmodell abgebildet werden können (z. B. Sanierungswellen), liefert jedoch auf mittlere und lange Frist realistische Ergebnisse.

1.3.3. Unternehmensbefragung

Im dritten Schritt wurde mit mehreren Unternehmen aus Brandenburg und Berlin gesprochen und deren Einstellung zu Energieeffizienztechnologien und -dienstleistungen erfragt. Die Unternehmen stammen aus teilweise sehr unterschiedlichen Branchen. Vertreten waren u. a. der Fahrzeugbau, die metallverarbeitende Industrie, die Nahrungsmittelindustrie. Hierzu wurde mit dem Auftraggeber eine Liste von Interviewpartnern abgestimmt. Die Fachgespräche wurden telefonisch durchgeführt.

² siehe z. B. J. C. Fisher, R. H. Pry (1971): A simple substitution model of technological change. *Technological Forecasting and social changes*, 3, 75-88

³ Öko-Institut (2011): Marktpotenziale und CO₂ -Bilanz von Elektromobilität

	BE	BB	Gesamt
genannte Unternehmen	19	17	36
Ansprechpartner identifiziert	18	15	33
Interview abgelehnt	6	4	10
nach mehrmaligen Versuchen / Email kein Interview zustande gekommen	7	7	14
durchgeführte Fachgespräche	5	4	9

Tabelle 1: Stichprobenumfang und Rücklaufergebnisse bei der nachfrageseitigen Unternehmensbefragung

Von den 36 genannten Unternehmen konnten für 33 Unternehmen Kontaktdaten recherchiert werden. Insgesamt konnte mit neun Unternehmen (etwa ein Viertel) ein Interview geführt werden.

1.3.4. Zusammenführung und Bewertung der Ergebnisse

Die Erkenntnisse der vorangegangenen Arbeitsschritte wurden abschließend eingeordnet und bilden damit die Basis für die Quantifizierung des wirtschaftlichen Einsparpotenzials.

Dabei werden die betrachteten Effizienzmaßnahmen mit Blick auf ihre Wirtschaftlichkeit und unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus den Unternehmensinterviews und über das regulatorische Umfeld eingeordnet.

2. Marktumfeld und -dynamik der Energieeffizienztechnologien

2.1. Bedeutung der Energieeffizienztechnologien in Deutschland

Im Kontext der Energiewende gewinnt die Umweltwirtschaft als Querschnittsbranche immer mehr an Relevanz. So wurden 2012 in Deutschland 5,7 % aller Umsätze von der Umweltwirtschaft getätigt.⁴ Mit dem Anspruch an eine zunehmende Integration von Erneuerbaren Energien und dem damit notwendigen Umbau der Energiesysteme, dem Einsatz energieeffizienterer Technologien und Verfahren, der Weiterentwicklung der Kreislaufwirtschaft sowie der Wiederherstellung der Ökosysteme und ihrer Leistungsfähigkeit – um nur einige Aspekte zu benennen – ergeben sich hohe Wachstumspotenziale. Viele Unternehmen der Umweltwirtschaft wurden neu gegründet, bestehende Unternehmen haben sich neue Geschäftsfelder erschlossen, so dass die Branche sehr dynamisch wächst.

Entsprechend des Umwelttechnologieatlas des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) wird die Umweltwirtschaft in folgende sechs Leitmärkte eingeteilt:

- Energieeffizienz,
- Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energien,
- Nachhaltige Mobilität,
- Nachhaltige Wasserwirtschaft,
- Rohstoff- und Materialeffizienz,
- Kreislaufwirtschaft.

Die sechs Leitmärkte der deutschen Umweltwirtschaft erzielten 2013 ein Marktvolumen von rund 344 Mrd. Euro. Das Marktvolumen beschreibt den Umsatz mit Produkten und Dienstleistungen der deutschen Umweltwirtschaft am Weltmarkt. Mit einem Anteil von 29 % stellt der Leitmarkt Energieeffizienz den größten Anteil am deutschen Marktvolumen, gefolgt vom Leitmarkt Umweltfreundliche Erzeugung, Speicherung und Verteilung von Energien mit 21 % (vgl. Abbildung 5).

Die äußerst dynamische Entwicklung der Umweltwirtschaft wird sich auch in den nächsten Jahren fortsetzen. So wird ein Anstieg des Marktvolumens der deutschen Umweltwirtschaft bis zum Jahr 2025 auf 740 Mrd. Euro bzw. durchschnittlich 6,6 % p. a. erwartet. Zwar wird für den Leitmarkt Energieeffizienz mit einem Anstieg des Marktvolumens von 4,9 % p. a. ein im Vergleich zu den übrigen Leitmärkten geringeres Wachstum prognostiziert. Dies ist aber auch auf die bereits bestehende Dominanz und Größe des Leitmarktes zurückzuführen. So wird auch im Jahr 2025 der Leitmarkt Energieeffizienz mit einem Marktanteil von 24 % an der deutschen Umweltwirtschaft der größte Leitmarkt sein⁵.

⁴ MKULNV (Hrsg.) (2015): Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2015.

⁵ BMBU (2014): GreenTech made in Germany 4.0.

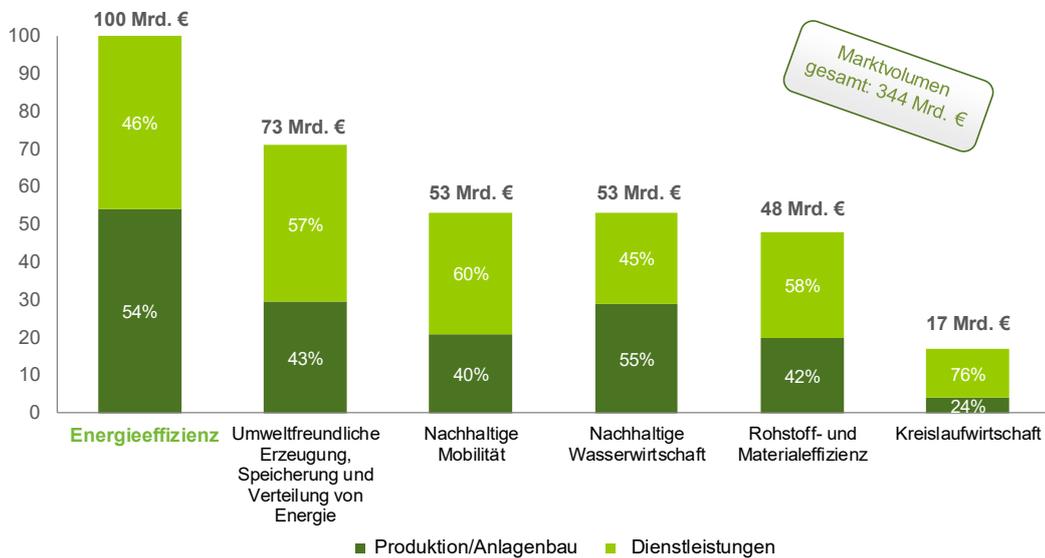


Abbildung 5: Marktvolumen der Leitmärkte der deutschen Umweltwirtschaft 2013 (Quelle: Daten BMUB (2014): GreenTech made in Germany 4.0. Darstellung Prognos AG)

Innerhalb des Leitmarktes Energieeffizienz erzielten die deutschen Unternehmen 2013 einen Weltmarktanteil von 12 % (vgl. Abbildung 6). Über eine äußerst hohe Präsenz auf dem Weltmarkt verfügen die Hersteller von effizienter Heizungs-, Klima- und Lüftungstechnik. Der Marktanteil deutscher Unternehmen am Weltmarkt lag 2013 bei 31 %. Bis 2025 wird sich jedoch aufgrund des Aufholens der ausländischen Konkurrenz der Marktanteil deutscher Unternehmen voraussichtlich verringern. Darüber hinaus erzielen auch die Hersteller energieeffizienter Beleuchtung überdurchschnittliche Weltmarktanteile. Vor dem Hintergrund des wachsenden Preisdrucks wird auch für dieses Segment eine Abnahme des Weltmarktanteils erwartet. Eine besonders dynamische Entwicklung mit steigenden Exportchancen in den nächsten Jahren wird vor allem für die Segmente elektrische Antriebe, Mess-, Steuer-, Regeltechnik und Prozessleittechnik gesehen⁶.

⁶ BMUB (2014): GreenTech made in Germany 4.0.

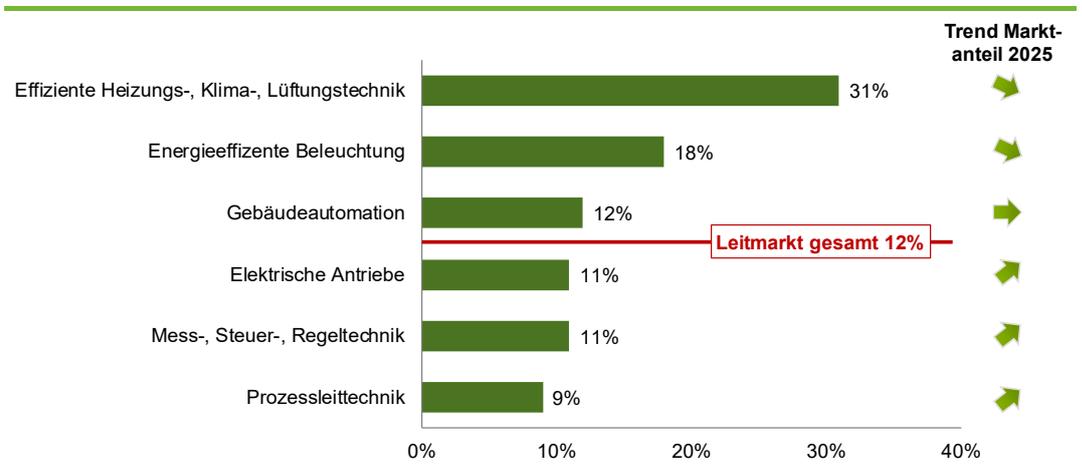


Abbildung 6: Weltmarktanteile Deutschlands ausgewählter Technologielinien im Leitmarkt Energieeffizienz 2013 (Quelle: Daten BMUB (2014): GreenTech made in Germany 4.0. Darstellung Prognos AG)

Auch gemessen an der Beschäftigung ist der Leitmarkt der Energieeffizienz der größte Leitmarkt in Deutschland. So entfallen auf den Leitmarkt Energieeffizienz rund ein Drittel der Arbeitsplätze der deutschen Umweltwirtschaft (vgl. Abbildung 7)⁷.

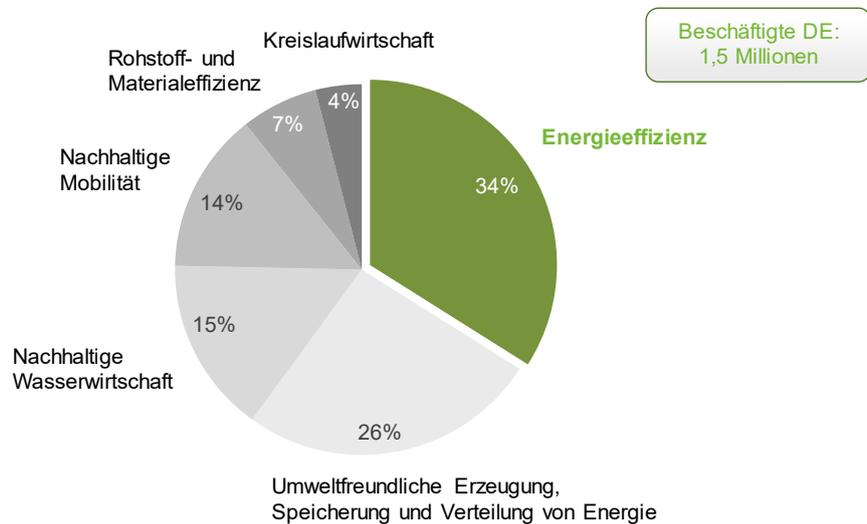


Abbildung 7: Verteilung der Beschäftigten auf die Leitmärkte der Umwelttechnik in Deutschland 2013, Quelle: Daten BMUB (2014): GreenTech made in Germany 4.0. Darstellung Prognos AG.

⁷ BMBU (2014): GreenTech made in Germany 4.0.

2.2. Aktuelle Innovationsthemen in den Segmenten energieeffiziente Gebäude und energieeffiziente Produktion

2.2.1. Forschungsförderung des Bundes in den Bereichen energieeffiziente Gebäude und energieeffiziente Produktion

Das 6. Energieforschungsprogramm des Bundes setzt die Schwerpunkte der Förderpolitik im Bereich innovativer Energietechnologien. Die Förderpolitik setzt dabei gezielt auf Technologien, die den Anforderungen der Energiewende genügen. Zu den vier Hauptsäulen der Energieforschung zählen:

- Energieeinsparung und Energieeffizienz (BMWi)
- Nukleare Sicherheits- und Endlagerforschung (BMWi)
- Erneuerbare Energienforschung (BMUB & BMEL)
- Grundlagenforschung zu Energiefragen (BMBF)

In den Schwerpunktthemen **Energieeffizienz** (und erneuerbare Energien) stehen insbesondere systemische Fragestellungen zur Integration neuer Energietechnologien in der Energieversorgung, neue Netztechnologien und Energiespeicher im Vordergrund der Fördermaßnahmen. Daneben gibt es ressortübergreifende Forschungsschwerpunkte, im Wesentlichen zur Stärkung thematisch übergreifender und systemorientierter Forschungsansätze oder für die Verstärkung der Kooperation mit den europäischen Nachbarn und den Bundesländern.

Zur **Stärkung systemübergreifender** Ansätze hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) im Februar 2015 das Förderprogramm „Schaufenster intelligente Energie - Digitale Agenda für die Energiewende“ (**SINTEG**) gestartet. Ziel ist es, in großflächigen „Schaufensterregionen“ skalierbare Musterlösungen für eine wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung bei hohen Anteilen fluktuierender Stromerzeugung aus Wind- und Sonnenenergie zu entwickeln und zu demonstrieren.

In diesem Kontext wurde in den neuen Bundesländern und Berlin das Schaufensterprojekt „**WindNODE**“ entwickelt, konzipiert und durch das BMWi positiv beschieden. Die Modellregion vereint alle Facetten und Akteure der Energiewende in der ÜNB-Regelzone 2. Bereits heute entspricht die regenerative Stromerzeugung in dieser Region 42 % des Verbrauchs – in den nächsten zwei Jahrzehnten sollen 100 % und mehr erreicht werden.

Vor diesem Hintergrund soll WindNODE die standardisierten Schnittstellen in einem zunehmend dezentralisierten Energiesystem schaffen, Datenschutz und Datensicherheit gewährleisten und als „Schaltstelle der Digitalisierung“ wirken. Im WindNODE-Konzept bildet die IKT-Plattform eine Klammer, die Erzeuger und Nutzer, Stromnetz und Märkte verbindet und Flexibilitäten (z. B. verschiebbare industrielle Lasten, Power-to-Heat und Kühlanlagen, Elektromobilität) koordinieren soll. In neun Arbeitspaketen sollen innovative Anwendungen auf allen Ebenen des vernetzten Energiesystems – Erzeuger, Netze, Speicher, Nutzer/Prosumen – vorgestellt und miteinander vernetzt. Zugleich werden Fragen des Marktdesigns und der Systemarchitektur behandelt.

Im Rahmen des 6. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung wird ferner ein Schwerpunkt der Forschungsförderung auf die **Optimierung der Energieeffizienz im Gebäudebereich** und der industriellen Produktion gelegt⁸.

In Deutschland wird fast 40 % der eingesetzten Primärenergie in privaten und öffentlichen Gebäuden u. a. für Warmwasser, zum Heizen bzw. Kühlen oder für die Beleuchtung verbraucht. Bis zum Jahr 2050 sehen die Ziele der Bundesregierung einen **nahezu klimaneutralen Gebäudebestand** vor. Mit dem Forschungsnetzwerk Energie in Gebäuden und Quartieren und der ressortübergreifenden Förderinitiative „Solares Bauen/Energieeffiziente Stadt“ vom März 2016 haben die bestehenden Förderinitiativen Energieoptimiertes Bauen (EnOB), Energieeffiziente Stadt (EnEff: Stadt), Energieeffiziente Wärmeversorgung (EnEff: Wärme) einschließlich thermische Energiespeicher und Niedertemperatur-Solarthermie ein gemeinsames Dach erhalten⁹. Die Projekte sollen zeigen, wie durch Innovationen und intelligente Vernetzung energetisch hochwertige, lebenswerte Häuser und Quartiere entstehen können. Neben technologischen Aspekten sollen sie insbesondere auch gesellschaftspolitische und sozioökonomische Aspekte berücksichtigen.

Die Bundesregierung hat im Jahr 2015 im Bereich Energieoptimierte Gebäude und Quartiere für laufende Vorhaben knapp 55 Millionen Euro aufgewendet (vgl. Abbildung 8).

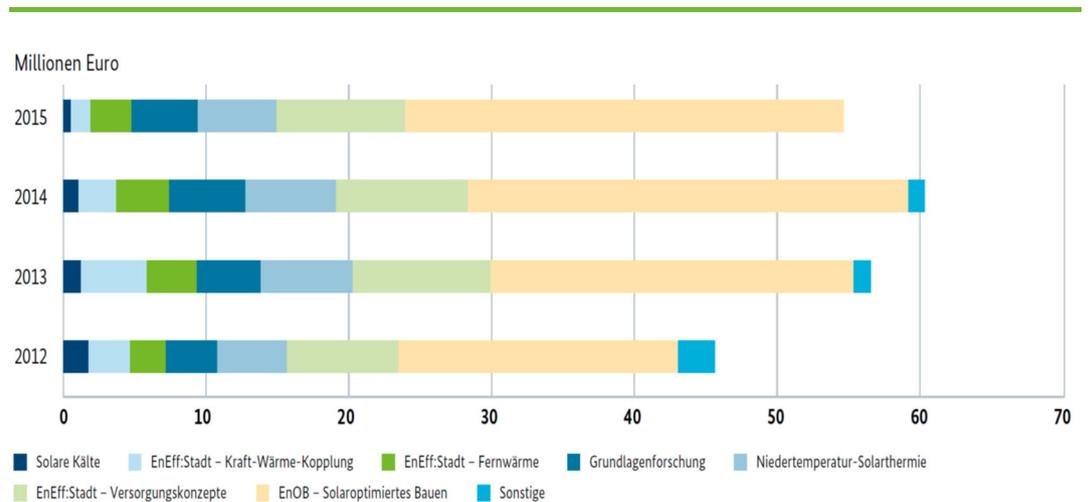


Abbildung 8: Fördermittel für Energieeffizienz in Gebäuden, Quartieren und Städten und Niedertemperatur-Solarthermie (Quelle: BMWi (2016) Bundesbericht Energieforschung 2016, S. 24)

Industrie (IND) sowie **Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD)** gehören ebenfalls zu den großen Energieverbrauchern in Deutschland. Das BMWi fördert daher Forschungsaktivität-

⁸ BMWi (2011): Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. URL: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/6-energieforschungsprogramm-der-bundesregierung,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>. Siehe insbesondere Kapitel 3.1.1 und 3.1.3.

⁹ BMWi (2016): Bundesbericht Energieforschung 2016. Forschungsförderung für die Energiewende. URL: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/bundesbericht-energieforschung-2016,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>

ten, um die Energieeffizienz und den Ressourceneinsatz bestehender Technologien zu optimieren bzw. neue Produkte und Verfahren marktfähig zu machen. Das in Forschung und Entwicklung gewonnene Wissen trägt zudem zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen aus der Branche der Energieeffizienztechnologien bei. Die Forschungsthemen umfassen ein breites thematisches und technologisches Förderspektrum¹⁰. Das BMWi förderte 2015 im Rahmen der Projektförderung zur Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistung laufende Projekte mit mehr als 34 Millionen Euro (vgl. Abbildung 9).

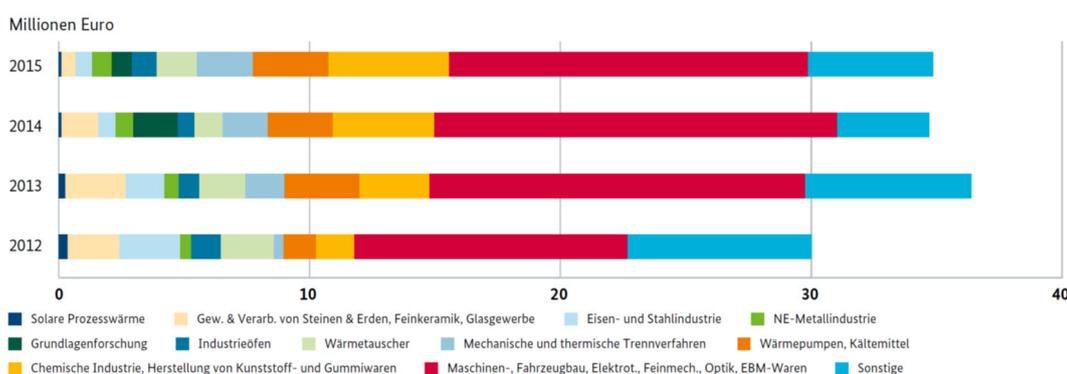


Abbildung 9: Forschungsförderung für Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen in Mio. Euro (Quelle: BMWi (2016) Bundesbericht Energieforschung 2016, S. 25)

Nachfolgend wird zunächst die Rolle der Digitalisierung als Innovationstreiber im Bereich der Energieeffizienztechnologien dargestellt. Anschließend werden die zentralen Innovationsthemen in Deutschland im Bereich der Energieeffizienztechnologien – unterteilt nach den Marktsegmenten „energieeffiziente Gebäude“ und „energieeffiziente Produktion“ – ausgeführt.

2.2.2. Innovationstreiber Digitalisierung

Aktuelle Innovationsentwicklungen im Bereich der Energieeffizienztechnologien sind **entscheidend geprägt von der Digitalisierung**. Im Gebäudebereich setzen smarte Technologien neue Steuerungspotenziale frei, die eine stets bedarfs- und situationsgerechte Bereitstellung von bspw. Wärme, Kälte, Beleuchtung, Luft und weiterer Gebäudefunktionen ermöglicht. Ineffiziente Pauschaleinstellungen sowie aufwändige manuelle Feinjustierungen von Gebäudetechnik werden zunehmend verdrängt. Auch in der industriellen Produktion werden durch eine zunehmende Vernetzung nicht nur Effizienzpotenziale auf Einzelmaschinenebene, sondern auch auf Ebene von Produktionsmodulen oder -linien erschlossen. Auf Basis von Verbrauchsdaten „in Echtzeit“ können Synergieeffekte genutzt und in immer kürzeren Zyklen optimiert werden. Zusätzlich zu einer Vernetzung innerhalb der Produktion findet im Rahmen der Digitalisierung eine zunehmende Vernetzung mit der Produktionsperipherie statt. Allen voran eine Verknüpfung und

¹⁰ BMWi (2016): Innovation durch Forschung. Erneuerbare Energien und Energieeffizienz: Projekte und Ergebnisse der Forschungsförderung 2015. URL: <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/innovation-durch-forschung-2015.property=pdf.bereich=bmwi2012.sprache=de.rwb=true.pdf>

Synchronisierung der industriellen Gebäudetechnik mit Produktionsdaten bietet große Potenziale im Bereich der Energieeffizienz.

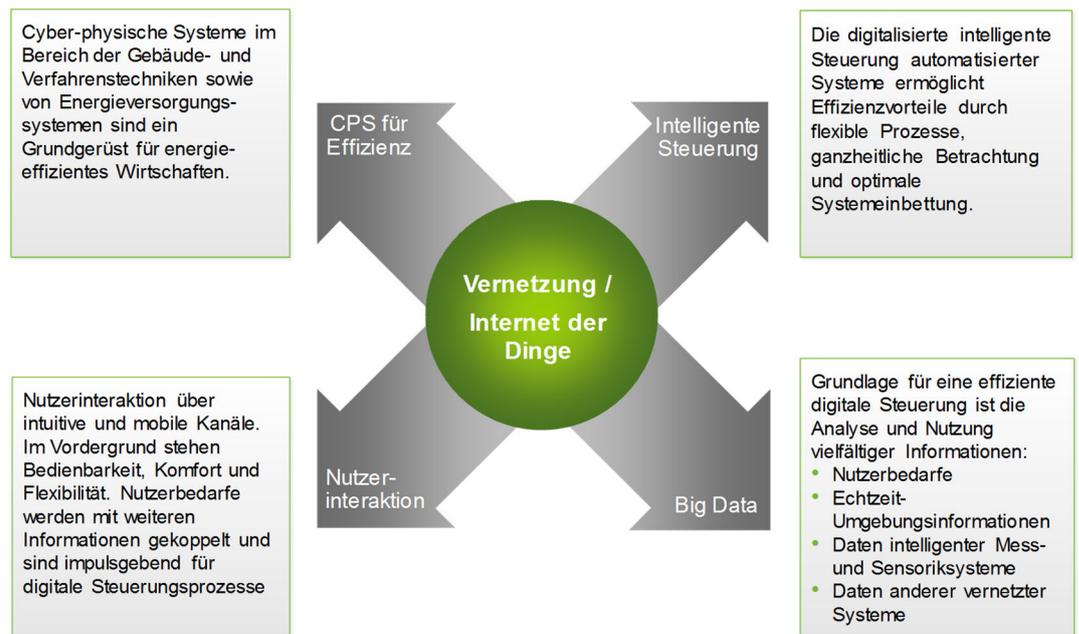


Abbildung 10: Digitalisierung von Energieeffizienztechnologien (Quelle: Prognos AG)

Abbildung 10 stellt die Wirkungsdimensionen der Digitalisierung im Energieeffizienzbereich dar. Grundlage bildet sowohl im Gebäude- als auch im industriellen Bereich die umfassende Vernetzung von Geräten untereinander und deren Kopplung mit informatischen und softwaretechnischen Komponenten (sog. Cyber-physische Systeme). Trotz weitreichender Automatisierungsfunktionen bleiben zentrale Schnittstellen für Nutzer (im Gebäude bzw. Facharbeiter im Industrieprozess) vorhanden, die möglichst flexibel und intuitiv mit dem System interagieren können. Über Big Data Analyseverfahren werden die zusammenlaufenden Informationen (u. a. von Nutzern, Umgebungseinflüssen und Sensoren) ausgewertet und in das Netzwerk eingespeist. Dies bildet die Basis für intelligente Steuerungsprozesse, die das jeweilige System auf eine effiziente Bereitstellung der geforderten Funktionen optimiert.

2.2.3. Innovationsthemen im Segment energieeffiziente Gebäude

Innovationen, die die Energieeffizienz von Gebäuden steigern, haben eine entscheidende Hebelwirkung für das Erreichen von Einsparungszielen, sowohl in privaten Haushalten als auch in der gewerblichen Wirtschaft. Die zentralen Innovationsthemen im Segment energieeffiziente Gebäude lassen sich in sechs Bereiche unterteilen (vgl. Abbildung 11).

- Energiesteuerung und -management,
- Gebäudeautomatisierung,
- Gebäudetechnik,
- Gebäudehülle,
- Wärmeerzeugung,
- Wärmespeicher.

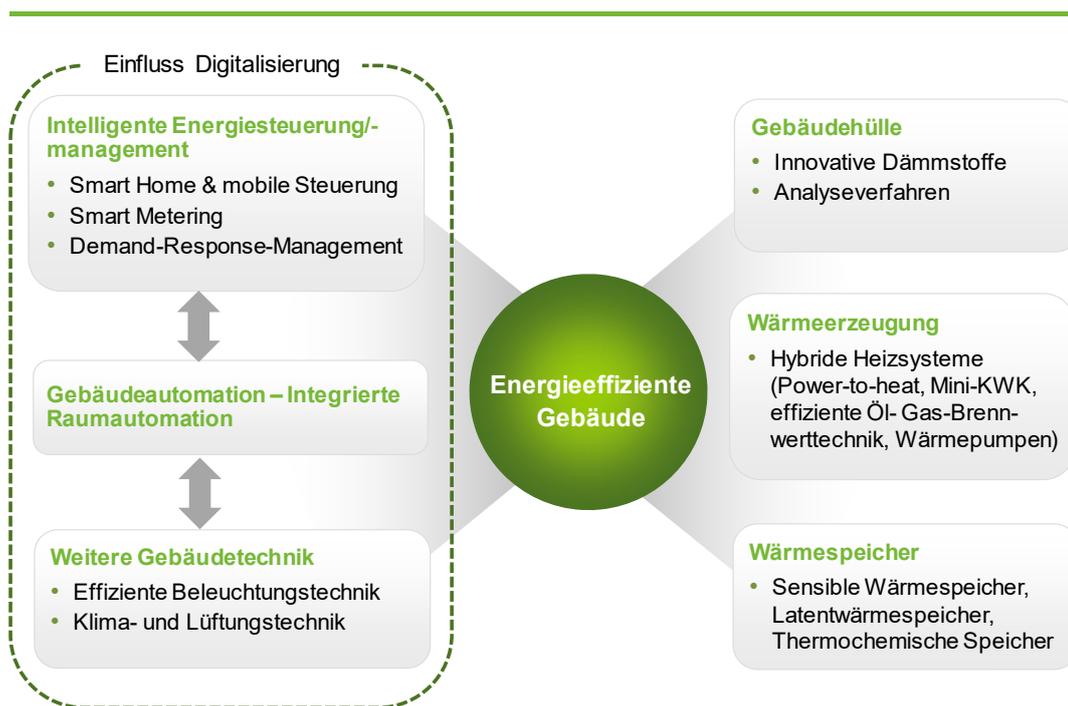


Abbildung 11: Überblick Innovationsthemen im Segment energieeffiziente Gebäude (Quelle: Prognos AG)

Energiesteuerung und -management

Im Bereich Energiesteuerung und -management stehen die Innovationsthemen Smart Home und mobile Steuerung, Smart Metering sowie Demand-Response-Management ganz im Zeichen der Digitalisierung.

Smart Home bezeichnet ein intelligent vernetztes Gebäude, in dem Haustechnik und Haushaltsgeräte mittels Sensoren und Aktoren miteinander verknüpft sind. Die Vernetzung und Steuerung von elektrischen Geräten in Wohngebäuden erfolgt i. d. R. durch App-basierte mobile Monitoring- und Steuerlösungen. Mittlerweile existiert bereits eine Vielzahl anwenderfreundlicher IOS- und Android-Steuerungs-Apps. Im Mittelpunkt der Entwicklungsaktivitäten steht die Erhöhung des Komforts, der Sicherheit, der Wirtschaftlichkeit und der Energieeffizienz. Einen Beitrag zur Energieeinsparung leisten Programme zur Temperatursteuerung einzelner Räume, die sich nach der An- bzw. Abwesenheit der Bewohner richten. So kann beispielsweise durch das bedarfsgerechte An- und Abschalten der Heizung der Energieverbrauch signifikant reduziert werden. Auch temporärer Wärmeschutz durch einzeln ansteuerbare Jalousien je nach Wetterprognose erschließt zusätzliches Einsparpotenzial. Durch individuelle und detaillierte Visualisierungen des eigenen Energieverbrauches (z. B. auf dem Mobiltelefon) werden Nutzer zusätzlich zu energiesparendem Verhalten motiviert.

Smart Metering ist ein „intelligenter Stromzähler“, der den Energieverbrauch und die Nutzungsdauer einzelner Verbrauchsgeräte in Gebäuden in Echtzeit erfasst. In Spitzenbelastungszeiten steigen die Strompreise an, während sie bei Niedriglast fallen. Der Zähler ist mittels Informations- und Kommunikationstechnologien mit den Energieanbietern verknüpft, sodass Verbrauchsdaten und Marktinformationen in Echtzeit ausgetauscht werden. So lässt sich dokumentieren, wann und wo welche Strommenge verbraucht wird. Smart Metering ist Teil eines intelligenten Lastmanagementsystems, was privaten und gewerblichen Gebäudenutzern die Möglichkeit bietet, unterschiedliche Tarife zu nutzen und den Energieverbrauch intelligent zu regeln, um die Wirtschaftlichkeit und die Energieeffizienz zu optimieren. In einem intelligenten Stromnetz sind Erzeugungsanlagen wie beispielsweise eine Solaranlage und Verbrauchseinrichtungen wie Elektroautos, Wärmepumpen und Nachtspeicherheizungen eingebunden mit dem Ziel, Stromangebot und -nachfrage in Einklang zu bringen. Der Einsatz von intelligenten Zählern steigt in Privathaushalten kontinuierlich an. Die Europäische Kommission plant, 80 % der Endverbraucher in Gebäuden mit intelligenten Messsystemen auszustatten¹¹. Im Juli 2016 hat die Bundesregierung ein Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende verabschiedet¹². Intelligente Stromzähler sind das bekannteste Beispiel. Jedoch finden intelligente Zähler zunehmend auch in den Bereichen Gas-, Wasser- und Wärmeverbrauch Einzug.

Demand-Side-Management im Gebäudebereich bezeichnet die intelligente Lastensteuerung der Nachfrage nach Energie oder Wasser. Die zunehmende Volatilität der Energieerzeugung erfordert eine höhere Flexibilität der Netze sowie eine angepasste Steuerung. So gewinnt das Demand-Side-Management durch die Zunahme der dezentralen und fluktuierenden Stromerzeugung an Bedeutung. Durch variable Tarife werden Anwendern finanzielle Anreize geboten,

¹¹ <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/entwurf-eines-gesetzes-zur-digitalisierung-der-energiewende,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>

¹² <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Netze-und-Netzausbau/digitalisierung-der-energiewende,did=737214>

den Strombedarf einzelner Verbraucher (z. B. Wärmepumpen, Kühlschränke, Spülmaschinen) aus Spitzenlastzeiten in Randzeiten zu verlagern. Ziel ist es, durch gezielte An- und Abschaltung von Elektrizität verbrauchenden Geräten die Nachfrage in bestimmten Zeiträumen zu verringern, ohne dabei das Angebot erhöhen zu müssen. Die Anpassung der Nachfrage an das Energieangebot erfolgt auf Basis bidirektionaler Kommunikation zwischen den Versorgern und den Verbrauchern. Die intelligente Lastensteuerung spielt eine zentrale Rolle bei der Stabilisierung der Netze.

Gebäudeautomatisierung

Die Gebäudeautomatisierung ist ein weiteres zentrales Innovationsfeld. Die Gebäudeautomation trägt u. a. zur Energieeinsparung eines Gebäudes bei. Beispielsweise lässt sich die Beleuchtung je nach Helligkeit oder Anwesenheit von Personen im Raum regeln. Auch die Jalousien können nach Sonneneinfall und die Heizung je nach aktueller oder geplanter Nutzung einzelner Räume gesteuert werden. Unter Gebäudeautomation werden alle Einrichtungen zusammengefasst, die gebäudetechnische Anlagen steuern, regeln, erfassen und überwachen. Hierunter fallen u. a. Schaltschränke und Kabelnetze für die Mess-, Steuer- und Regelungstechnik sowie die Informationsübertragung. Ziel ist es, dass sich das System automatisch auf die vorgegebenen Ziele der Nutzer einstellt und im Normalfall manuelle Eingriffe nicht nötig sind. Technische Einrichtungen (Beleuchtung, Heizung/Kühlung, Belüftung, Befeuchtung, Jalousien) sowie äußere Einflussfaktoren (Außentemperatur, Sonneneinstrahlung, Nutzung, Benutzereinwirkung) interagieren dabei wechselseitig und führen so zu deutlichen Energieeinsparungen.

Gebäudetechnik

Der Bereich Gebäudetechnik umfasst die **Innen- und Außenbeleuchtung** sowie die Klima- und Lüftungstechnik von Gebäuden.

Für die **Innen- und Außenbeleuchtung** von Gebäuden ist die LED-Technik (Licht-emittierende Diode) eine wichtige Zukunftstechnologie. Bereits heute gehören LED-Beleuchtungen zu den wirtschaftlichsten Lichtquellen am Markt. Sie verfügen über eine hohe Lebensdauer und Energieeffizienz. Ihr Anteil am Beleuchtungsmarkt wird zukünftig stark wachsen. Im Gebäudebereich existieren aktuell unterschiedliche Konzepte, eine LED-Beleuchtung zu realisieren. Das Spektrum reicht von in Gebäuden integrierter LED-Beleuchtung über LED-Retrofit-Lampen, die in die Fassungen bestehender Leuchten passen, bis hin zu flächigen LED-Leuchten, die z. B. als leuchtende Decke oder Wand in das Gebäude integrierbar sind. Noch ist offen, wie sich der Markt und die damit einhergehende Wertschöpfungsstruktur für die verschiedenen Beleuchtungskonzepte entwickeln wird¹³. Darüber hinaus lassen sich durch den Einsatz von Lichtma-

¹³ Verein Deutscher Ingenieure (2013): LED-Beleuchtungstechnik: Chancen und Herausforderungen durch den Wandel in der Lichterzeugung. URL: https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/gma_dateien/GMA_Thesen_u_Handlungsfelder_LED-Beleuchtungstechnik.pdf

nagementsystemen weitere Energieeffizienzpotenziale heben. So kann die Regelung des Beleuchtungsniveaus in Abhängigkeit von Tageslicht und Nutzerverhalten durch Bewegungsmelder und Sensoren optimiert werden.

Kennzeichnend für den Bereich der **Klima- und Lüftungstechnik** ist eine immer stärkere Integration erneuerbarer Energien. Zentrale Technologien sind hierbei u. a. solare Klimatisierung und Lüftung, geothermische Klimasysteme, Kühlung über Wassersysteme oder Verdunstungskühlung sowie Wärmerückgewinnung. So beinhaltet mittlerweile ein Großteil der neu verkauften raumluftechnischen Anlagen ein System zur Wärmerückgewinnung und Ventilatoren-Technik, die auf einen energietechnisch optimierten Lufttransport ausgerichtet ist. Auch invertergeregelter Klimageräte werden von privaten Verbrauchern verstärkt nachgefragt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Klimaanlage passt sich hier die Leistung des Kompressors dem jeweiligen Kühlbedarf an.

Gebäudehülle

Im Bereich Gebäudehülle sind vor allem innovative Dämmstoffe und Analyseverfahren wichtige Innovationsthemen. Die Gebäudehülle birgt große Einsparpotenziale. Etwa 70 % der Wärme, die beim Heizen von Gebäuden entsteht, wird über die Gebäudehülle abgegeben. Da die durchschnittliche Nutzungsdauer von Bauteilen der Gebäudehülle bei ca. 50 Jahren liegt, sind bei Neubauten die Potenziale der energieeffizienten Technologien in der Gebäudehülle möglichst umfassend auszuschöpfen. Zur Gebäudehülle zählen u. a. die Außenwände, die Bodenplatte, das Dach sowie Fenster und Türen. Mittlerweile werden im Neubau sogenannte Plusenergiehäuser errichtet, die mehr Energie produzieren als für den eigenen Betrieb nötig ist.

Durch **innovative Dämmstoffe** wird die Wärmeregulierung von Gebäuden immer effizienter. Neue Materialien und Technologien zur Wärmedämmung reduzieren zusätzlich den Ressourcenverbrauch. Materialien für dämmende Baustoffe sind vielfältig. Die größten Marktanteile weisen klassische Dämmstoffe aus Mineralwolle und EPS-Hartschaum auf. Seit Einführung der Wärmeschutzverordnung hat sich das Volumen der jährlich verbauten Menge an Dämmstoffen fast verdoppelt. Gleichzeitig ist der Energiebedarf für das Heizen von Neubauten stark gesunken. Aktuell wird sowohl an der Entwicklung neuartiger Dämmmaterialien als auch der Verbesserung bekannter Materialien geforscht. Ein wichtiges Zukunftsthema dabei sind Nanotechnologien. Im Bereich der Wärmedämmung wird beispielsweise an dünnen Dämmplatten geforscht, die aus in Folie eingeschweißten Nanopartikeln bestehen. Eine weitere Anwendung ist eine Kombination aus Steinwolle und Aerogel. Darüber hinaus ist der Einsatz von Dämmmaterialien aus nachwachsenden Rohstoffen ein weiterer Trend. So wird z. B. an Technologien zum Aufschäumen von Holz geforscht. Eine zermahlene Masse aus Holz wird mit Gas aufgeschäumt und anschließend ausgehärtet. Hartschaum aus Milchsäure, welche aus Zucker oder Mais gewonnen wird, ist ein weiterer neuartiger pflanzlicher Dämmstoff. Ein weiteres Zukunftsthema ist die Vakuumdämmung. Hier wird eine Platte aus Kieselsäure oder Hartschaum mit Gas umhüllt und anschließend die Luft abgesaugt. Diese Vakuumpaneele sind bedeutend dünner als herkömmliche Dämmmaterialien. Auch Solarfassaden und die Wärmespeicherung in der Gebäudehülle stellen weitere wichtige Zukunftsthemen dar.

Für die Bestimmung der Energieeffizienz eines Gebäudes werden überwiegend bildgebende **Analyseverfahren** eingesetzt. Verfahren zur Messung und Visualisierung der Oberflächentemperatur von Gebäuden werden als Thermographie bezeichnet. In Altbauten führen insbesondere kleine Risse und Spalten zu hohen Energieverlusten, die bei der Beheizung des Gebäudes entstehen. Das Entweichen der Energie über die Luft lässt sich u. a. durch das Differenzdruckverfahren in Verbindung mit einer Wärmebildkamera messen. Bei dem Verfahren wird Luft aus dem Gebäude gesaugt. Aufgrund des entstehenden Unterdrucks schiebt sich die Außenluft des Gebäudes durch die kleinen Öffnungen in der Gebäudehülle. Diese Bewegung kann mittels Wärmebildtechnik visualisiert werden. Im Rahmen der Digitalisierung wird an der Vernetzung von Gebäude-, Umgebungs- und Nutzungsinformationen sowie intelligenten Diagnosetools gearbeitet mit dem Ziel, den Effizienzgrad der Wärmedämmung der Gebäudehülle weiter zu erhöhen¹⁴.

Wärmeerzeugung

Im Bereich Wärmeerzeugung sind hybride Heizsysteme, Power-to-heat, Mini-KWK, effiziente Öl- und Gas-Brennwerttechnik sowie Wärmepumpen aktuelle Innovationsthemen. Bei der Wärmeerzeugung in Gebäuden spielt die Nutzung erneuerbarer Energien eine zunehmend wichtige Rolle. Zur Wärmeerzeugung werden hier vor allem biogene Brennstoffe, Umweltwärme und Solarthermie eingesetzt.¹⁵

Hybride Heizsysteme gewinnen an Relevanz, um Schwankungen ausgleichen. Sie kombinieren unterschiedliche Energiequellen für die Erzeugung von Strom oder Wärme, i. d. R. werden erneuerbare und fossile Energieträger gemeinsam genutzt (z. B. Solarstrom und Dieselaggregat). Es gibt zwei Arten von Hybridsystemen. Entweder sind sie mit dem öffentlichen Stromnetz verbunden oder sie funktionieren netzunabhängig ohne Kopplung mit dem öffentlichen Netz. In der Heizungstechnik werden unterschiedliche Energieträger eingesetzt, z. B. eine Kombination von Solaranlagen mit einer Gas- und Öl-Brennwertheizung, einer Wärmepumpe oder einer Biomasseheizung.

Power-to-heat ist ein Konzept, um überschüssige Strommengen aus erneuerbaren Energien in Wärme umzuwandeln. Bei starker Sonneneinstrahlung oder hohem Windaufkommen bleibt aktuell ein Teil des produzierten Stroms ungenutzt. Daher wird zu bestimmten Zeiten die Überproduktion an Stromverbraucher im Wärmemarkt weitergereicht. Das Power-to-heat Modell ist besonders effizient über Wärmepumpen und Pufferspeicher realisierbar.

Unter **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)** wird die gleichzeitige Gewinnung von Strom und Wärme in einer Anlage verstanden. Für die Wärmeerzeugung in Gebäuden sind besonders Blockheizkraftwerke und Brennstoffzellen relevant. Bei Blockheizkraftwerken wird über einen Motor ein

¹⁴ BMWi (2015): Von Nano bis nachhaltig: innovative Dämmstoffe. Energiewende direkt, Ausgabe 08/2015. URL: <https://www.bmw-energie-wende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2015/8/Meldung/innovative-daemmstoffe.html> und Bundesverband der Deutschen Industrie (2012): Die BDI-Initiative "Energieeffiziente Gebäude" – Gebäudehülle. URL: http://www.gebaeude-initiative.de/564_566.htm

¹⁵ BMWi, AGEE: Erneuerbare Energien in Deutschland 2015: URL: http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/entwicklung_der_erneuerbaren_energien_in_deutschland_tischvorlage.pdf?__blob=publication-file&v=7

Generator angetrieben, der Strom produziert. Die dabei entstandene Wärme kann durch die Verwendung eines Wärmetauschers zum Heizen genutzt werden. Die Stromproduktion wird durch die Abgabe der Wärme nicht verringert. Besonders umweltfreundlich ist die Verwendung von regenerativen Brennstoffen, z. B. Biogas. Ein gängiges Blockheizkraftwerk kann i. d. R. mehrere Häuser in einem Wohngebiet versorgen. Mini-KWK Blockheizkraftwerke (Geräte bis 50 KW) sind demgegenüber zur Erzeugung von Strom und Wärme in Ein- bis Zweifamilienhäusern ausgelegt. Bei einer Brennstoffzelle wird Strom auf Basis von Wasserstoff erzeugt. Bei der elektrochemischen Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff entsteht Wärme, die ebenfalls zum Heizen verwendet werden kann. Erste marktfähige KWK-Anlagen für die Beheizung von Gebäuden auf Basis von Brennstoffzellen sind mittlerweile verfügbar.

Auch in der klassischen **Öl- und Gas-Brennwerttechnik** zur Beheizung von Wohngebäuden tragen technologische Weiterentwicklungen dazu bei, den Wirkungsgrad bei der Verbrennung von Heizöl oder Erdgas zu erhöhen. Durch verbesserte Brennertechnik und die konsequente Rückgewinnung der Wärme, die im entstehenden Wasserdampf enthalten ist, erzielt die heutige Vollbrennwerttechnik einen Wirkungsgrad von nahezu 100 %.

Als Heizeinrichtungen nutzen **Wärmepumpen** die kostenlos verfügbare Wärme aus der Umwelt. Gespeicherte Wärme wird dem Erdreich, dem Grundwasser oder der Luft entzogen. Diese wird anschließend in Heizwärme umgewandelt. Wärmepumpen funktionieren wie ein klassischer Kühlschrank – mit dem Unterschied, dass sie heizen und nicht kühlen. Zuerst wird ein flüssiges Kältemittel erwärmt. Dabei ändert es seinen Aggregatzustand und verdampft. Anschließend wird das Gas von einem Verdichter angesaugt. Durch den erhöhten Druck steigt die Temperatur des Gases weiter an. Ein Wärmetauscher verflüssigt das Kältemittel im Anschluss wieder. Die dabei abgegebene Wärme kann so in das Heizsystem eingespeist werden. Grundsätzlich werden Kompressionswärmepumpen und Absorptionswärmepumpen unterschieden.

Wärmespeicher

Zentrale Innovationsthemen im Bereich Wärmespeicher sind sensible Wärmespeicher, Latentwärmespeicher sowie thermochemische Speicher. Wärmespeicher dienen dazu, Schwankungen zwischen der Erzeugung und dem Verbrauch von Wärme auszugleichen, z. B. lässt sich regenerativ erzeugte Energie zeitlich versetzt für die Beheizung oder für Warmwasser nutzen. Es werden drei grundlegende Prinzipien unterschieden.

Sensible Wärmespeicher nutzen die Temperaturänderung eines Speichermediums wie Wasser oder Gestein. Bei der Zuführung von Wärme erhöht das Speichermedium seine Temperatur. Beim Entladen wird die Energie wieder abgegeben, die z. B. zum Heizen eines Gebäudes verwendet wird (u. a. Heißwasser- und Dampfspeicher oder Erdsondenwärmespeicher).

Latentwärmespeicher basieren dagegen auf der Veränderung des Phasenzustandes (z. B. von fest zu flüssig). Bei Änderung des Aggregatzustands muss ein Speichermedium Wärme aufnehmen. Damit ist jedoch kein Temperaturanstieg verbunden, daher spricht man von latenter Wärme. Zur Wärmespeicherung werden z. B. Salzhydrate verwendet. Latentwärmespeicher eignen sich für solarthermische Kraftwerke. Die Technologie ist aktuell im Entwicklungsstadium.

Thermodynamische Speicher basieren auf chemischen Reaktionen. Durch Zufuhr von Wärme wird einem Speichermedium (z. B. Zeolith) Dampf entzogen. Anschließend wird der Vorgang in gegengesetzter Richtung wiederholt. Der Dampf lagert sich wieder am Speichermedium ab. Hierbei wird Energie frei und die Luft erwärmt. Da die Wärme in chemischer Form gebunden ist, kann sie unbegrenzt gespeichert werden. Thermodynamische Speicher befinden sich aktuell in der Entwicklungsphase.

2.2.4. Innovationsthemen im Segment energieeffiziente Produktion

Wie eingangs erläutert, stehen aktuelle Innovationsentwicklungen zur Realisierung einer energieeffizienteren Produktion stark im Kontext des übergreifenden Technologietrends Digitalisierung. Darüber hinaus bieten aber auch „analoge“ Effizienzsteigerungen in der Antriebs- und Verfahrenstechnologie oder der Rückumwandlung nicht genutzter Energie Innovationspotenziale.

Im Einzelnen lassen sich für das Segment der energieeffizienten Produktion die zentralen Innovationsthemen in drei Bereiche zusammenfassen:

- Digitale Prozesssteuerung,
- Effiziente Antriebe & Verfahrenstechnologien,
- Energierückumwandlung.

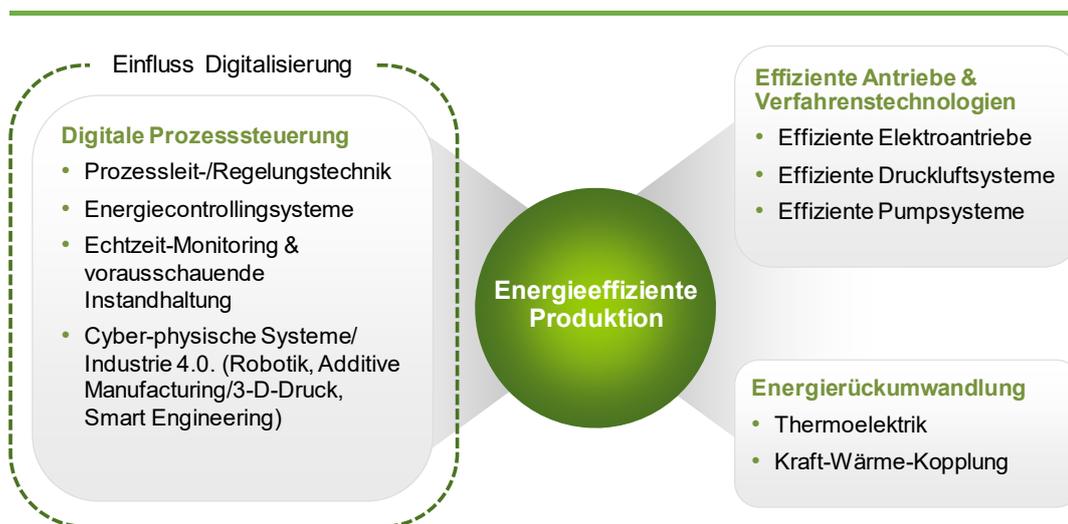


Abbildung 12: Überblick Innovationsthemen im Segment energieeffiziente Produktion (Quelle: Prognos AG)

Digitale Prozesssteuerung

Eine zentrale Stellschraube für effiziente Produktionsprozesse stellt die digitale Prozesssteuerung dar. Im Gegensatz zu analogen bzw. binären Prozesssteuerungssystemen, die auf Basis eines festen Sets an Eingangs- und Ausgangsgrößen operieren, bildet diese einen umfassenderen Steuerungshorizont ab. Die umfangreiche Vernetzung von Produktionsanlagen, Hintergrundprozessen und Fertigungskomponenten, gekoppelt mit intelligenter Prozessleit- und Regelungstechnik bilden die Grundlage für ein möglichst effektives Zusammenspiel entlang der gesamten Prozesskette.

Dabei wird eine **höhere Integration** der einzelnen Prozessschritte angestrebt. Die entstehenden Synergien können den Ressourcenverbrauch reduzieren und Qualitätsverbesserungen erwirken. Anstelle einzelner Fertigungseinheiten wird der Gesamtprozess inklusive Material- und Energieströmen, Lieferketten und Distribution betrachtet. FuE-Prozesse finden hierzu insbesondere im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien statt.

Ein weiteres Ziel ist es, **Automatisierungsgrade** zu erhöhen. Diesbezügliche Innovationen stehen im Zeichen von Industrie 4.0 und dem Aufbau von cyber-physischen Systemen. Darunter wird die umfassende Verknüpfung von mechanischen und elektronischen Komponenten mit informationsverarbeitenden Technologien verstanden. Zwar basieren heutige Automatisierungssysteme auf computergestützten Prozessen, der nächste Entwicklungsschritt besteht nun in der umfassenden Verknüpfung über offene, globale Netze. Die Systeme können beliebig gekoppelt und dynamisch mit externen Informationen gespeist werden. Dies führt zu einer schrittweisen Auflösung der klassischen Automatisierungshierarchie und ihrem Ersatz durch vernetzte, teilweise selbstorganisierende Dienste. Neben der Informationstechnik ist der Maschinenbau zentraler Innovationsakteur in der Robotik und Automatisierungstechnik. Ein weiterer Kernbereich ist die Elektrotechnik, allen voran die Sensorik. Prozessintegration und Automatisierung setzen hohe Potenziale für eine energieeffiziente Produktion frei. Im Zusammenspiel agieren sie als selbstlernende Systeme, die eigenständig Optimierungspotenziale identifizieren und umsetzen.

Eng damit verknüpft sind **Energiecontrollingsysteme**, die ebenfalls ein zentrales Innovationsfeld darstellen. Durch die Echtzeit-Messung der Leistungs- und Verbrauchswerte wird die Datenbasis für eine umfassende Analyse von Optimierungspotenzialen und Frühwarnung vor Prozessfehlern geschaffen. Energieeffizienzpotenziale bestehen bspw. in der optimalen Steuerung von Anlaufzeiten und Shut-Down-Phasen oder dem bedarfsgerechten Timing von Energierückumwandlungsprozessen. Die umfassende Datenerfassung und Vernetzung erlaubt ein Echtzeit-Monitoring der Prozessabläufe. Durch die Verknüpfung von Sensordaten, Zustandsdaten und Informationen von Drittsystemen sind neben einer optimierten Prozesssteuerung auch Effizienzvorteile durch eine vorausschauende Instandhaltung möglich. So melden die Systeme, wann der optimale Wartungszeitpunkt einer Maschine ist.

Neben der Fertigung stehen auch Produktentwicklungsprozesse im Zeichen digitaler Innovationen. Smart-Engineering bezeichnet die **Virtualisierung von Produktentwicklungsprozessen**, die Simulation von Bauteilen, Produktmodellen und Fertigungsprozessen. Ziel ist es, Entwicklungen schneller und zielgerichtet durchzuführen. Virtuelle Modelle verbessern auch die

Möglichkeiten eines interdisziplinären „collaborative engineering“, das Kreativitäts- und Innovationspotenziale in der Produktentwicklung freisetzt.

Effizientere Antriebe & Verfahrenstechnologien

Auch im Zeitalter digitaler Innovationen hat die Entwicklung „analoger“ Effizienztechnologien nach wie vor einen hohen Stellenwert. Ein wesentliches Innovationsfeld liegt im Bereich effizienter Antriebe & Verfahrenstechnologien. Ein Schwerpunkt bildet dabei die Entwicklung **effizienter Pneumatiksysteme**. Druckluft kommt in den meisten Produktionsstätten zum Einsatz (u.a. Werkzeuge, Düsen, Förderanlagen etc.) und verursacht zum Teil über 10 % der Stromkosten in Produktionsprozess. Bestehende Systeme sind häufig nicht optimal ausgerichtet und zeichnen sich durch hohe Energieverluste aus. Die aktuelle Technologieforschung konzentriert sich derzeit u. a. auf die Verringerung von Reibung durch Materialien, Miniaturisierung, Dichtungskonzepte (bspw. intelligente Dichtungen, die sich den verändernden Arbeitsbedingungen anpassen) und Geometrien. Auch durch Sensorik und Diagnostik in den Steuerelementen wird der sparsame Umgang mit dem Medium Druckluft vorangebracht. Durch einen an den jeweiligen Bedarf angepassten, drehzahlvariablen Betrieb und eine optimierte Steuerung sind hohe Effizienzgewinne möglich.

Auch Elektromotoren sind häufig nicht optimal ausgelastet. Wirkungsgrade und Leistungsfaktoren bleiben dabei unter den Möglichkeiten. In der Industrie entfallen mehr als zwei Drittel des Strombedarfs auf elektrische Antriebe. **Effiziente Elektroantriebe** werden kontinuierlich weiterentwickelt und in Effizienzklassen eingeteilt. IE4 stellt den aktuell höchsten Entwicklungsstand dar. Neben den Antrieben selbst bieten (digitale) Prozessteuerungstechnologien Potenziale einer optimalen Ausrichtung und Einstellung von Elektroantrieben. Effizienzpotenziale lassen sich unter anderem auch durch Anlagen zur Blindleistungskompensation verwirklichen. Im Gegensatz zur Wirkleistung, die in mechanische Energie umgewandelt und genutzt wird, tritt Blindleistung als Verlust für den Auf- und Abbau von Magnetfeldern auf. Über Kompensationsanlagen kann dieser vermieden und darüber hinaus auch die erforderliche Wirkleistung gesenkt werden.

Ein weiteres Technologiefeld, in dem Innovationen in erheblichem Maße zu Effizienzfortschritten beitragen, stellen **Pumpsysteme** dar. Nach Schätzungen der Deutschen Energieagentur (Dena) liegt hier das Einsparpotenzial in der Bundesrepublik bei 15 Mrd. kWh¹⁶ pro Jahr. Ein Ansatz besteht ebenfalls in der Optimierung des Gesamtsystems durch variable Drücke und Fördermengen. Integrierte Frequenzumformer beispielsweise erlauben eine angepasste Drehzahlregelung, eine präzise Abstimmung von Laufrad und Pumpengehäuse ermöglicht hohe hydraulische Wirkungsgrade.

¹⁶ http://www.emk-motor.de/content/emz/emz000285/es_rechnet_sich.pdf.

Energierückumwandlung

Noch vordringlicher als im Gebäudebereich bestehen in der industriellen Produktion hohe Energieeinsparpotenziale durch die Energierückumwandlung aus Abwärme. **Kraft-Wärme-Kopplungstechnologien** ermöglichen die kombinierte Gewinnung und Nutzung von elektrischem Strom und Wärme. Das Innovationsfeld wird durch das gesetzlich verankerte Ziel einer Verdopplung des KWK-Anteils bis zum Jahr 2020 weiter vorangetrieben. In vielen Branchen besteht etwa das Potenzial, Prozesswärme zur Dampferzeugung oder Kälteerzeugung zu nutzen. Darüber hinaus ermöglicht die **Thermoelektrik** eine Umwandlung der Abwärme aus Verbrennungsprozessen in elektrische Energie. Forschungsanstrengungen konzentrieren sich aktuell insbesondere auf die Verbesserung der Wirkungsgrade thermoelektrischer Generatoren. In der Mikrosystemtechnik ermöglicht innovative Thermoelektrik darüber hinaus einen autarken, kabellosen Betrieb von Kleinverbrauchern wie Sensoren und Messgeräten.

2.2.5. Innovationstreiber Sektorkopplung

Unter Sektorkopplung wird im Folgenden die zunehmende Verzahnung von Strommarkt, Wärmemarkt (Markt für Brennstoffe und Wärme) sowie dem Kraftstoffmarkt verstanden. Aktuell erhält das Thema neue Relevanz durch die zunehmende bzw. erwartete Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors mit klassischen (Niedertemperatur-Wärmepumpen, Schienenverkehr) und neuen Technologien (Hochtemperatur-Wärmepumpen, Elektromobilität). Ferner wird aufgrund der Erwartung zunehmend günstiger bzw. überschüssiger Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien auch eine stärkere aktive Kopplung durch neue Anwendungen (kurz auch Power-to-X oder PtX) diskutiert.

Mobilität

Elektrofahrzeuge ermöglichen eine Diversifizierung der Energieträger im Verkehrssektor und die Reduktion des Endenergieverbrauchs. Durch die höhere Energieeffizienz von Elektromotoren gegenüber Verbrennungsmotoren und die Möglichkeit der Rückgewinnung von Bremsenergie kann die Elektrifizierung einen wesentlichen Beitrag zur Minderung des Endenergieverbrauchs liefern.

Unter Elektro-Pkw werden sowohl batterieelektrische- (BEV), Plug-in-Hybrid- (PHEV) wie auch Wasserstoff-Fahrzeuge (FCEV) subsumiert. Der Schwerpunkt liegt jedoch auf den BEV und den PHEV. Hybrid-Fahrzeuge (HEV), welche nicht am Netz geladen werden können, zählen nicht zu den Elektrofahrzeugen. Gleichwohl lässt sich durch den Einsatz von Hybridfahrzeugen die Effizienz der Antriebe steigern.

Die Nutzung von Elektrofahrzeugen ist jedoch nicht bei allen Nutzersegmenten gleich attraktiv. Aufgrund der einerseits höheren Investitionskosten und andererseits niedrigeren Kosten im Betrieb amortisieren sich die Fahrzeuge nur bei einer hohen jährlichen Fahrleistung. Gleichzeitig sind die Fahrzeuge aufgrund ihrer Reichweitenbeschränkung eher für urbane Räume mit kurzen Wegedistanzen geeignet. Gewerbliche Flotten bieten dabei z. B. wegen klar definierter Einsatzprofile und oft hohen Fahrleistungen ein Potenzial für die Nutzung von batterieelektrischen

Fahrzeugen. Gleichzeitig spielen Wirtschaftlichkeitsrechnungen bei Flottenfahrzeugen eine größere Rolle als bei privaten Nutzern.

Im **Schieneverkehr** erreichen derzeit verwendete Elektrolokomotiven bereits hohe Wirkungsgrade. Weitere Effizienzsteigerungen sind durch eine vermehrte Rückspeisung von Bremsenergie möglich, die sich durch die Modernisierung der Triebfahrzeuge und eine entsprechende Ausrüstung von Neufahrzeugen erreichen lässt.

Oberleitungs-LKW werden von Hybrid- oder Elektromotoren angetrieben und beziehen den erforderlichen Strom aus einer über der Straße oder dem Gelände gespannten Gleichstrom-Oberleitung. Ihr Einsatz wäre insbesondere auf stark ausgelasteten Autobahnen denkbar.

Da es sich bisher um ein Konzept handelt, können die Systemauswirkungen noch nicht abschließend abgeschätzt werden.

Gebäudetechnik

Auf die Sektorkopplungstechnologien im Bereich Gebäude – hybride Heizsysteme, Power-to-heat (dezentral), Mini-KWK und Wärmepumpen und die damit verbundenen Systemintegrationskomponenten wie Speicher – ist bereits im Abschnitt 2.2.3 eingegangen worden.

Power-to-X

Durch die **Elektrolyse** von Wasser kann mit Hilfe von Strom Wasserstoff erzeugt werden. Der Wasserstoff kann entweder direkt genutzt werden oder nach anschließender Methanisierung dem Erdgasnetz zugeführt werden. Der energetische Wirkungsgrad der Elektrolyse von Wasser liegt bei ca. 80 %. Wird der Elektrolyse eine Methanisierung nachgeschaltet liegt der Gesamtwirkungsgrad in etwa bei 60 %.

Der in der Elektrolyse erzeugte Wasserstoff kann auch als Ausgangsprodukte für die Gewinnung von flüssigen Energieträgern dienen. Hierzu wird zunächst Synthesegas erzeugt, das anschließend in einer Fischer-Tropsch-Synthese zu synthetischen Kraftstoffen umgewandelt werden kann. Der Gesamtwirkungsgrad von Elektrolyse und Fischer-Tropsch-Prozess liegt bei bis zu 70 %.

Der **Elektrodenkessel** erzeugt Warmwasser, Heißwasser oder Dampf durch das Einfahren von Elektroden in einen Elektrolyten (salzhaltiges Wasser). Elektrodenkessel kommen in Wärmenetzen zum Einsatz und werden in Zeiten eingeschaltet, in denen die Wärmeerzeugung durch Strom günstiger ist als der Betrieb der konventionellen Heizwerke und KWK-Anlagen. Darüber hinaus werden sie häufig auch zur Bereitstellung von Regelenergie genutzt. Der Wirkungsgrad liegt in etwa bei 100 %.

Großwärmepumpen eignen sich beispielsweise, um in Raum- und Prozesswärme für Industrie- und Gewerbebetriebe bereitzustellen. Darüber hinaus können sie auch in Wärmenetze integriert werden. Neben den Wärmequellen Luft, Erdreich, Wasser ist insbesondere auch die Nutzung von bei der Produktion eventuell anfallender Abwärme interessant. Im Unterschied zu

den als Raumheizung eingesetzten Wärmepumpen sind bei Großwärmepumpen häufig ein größerer Temperaturhub und eine höhere Endtemperatur gefragt. In Wärmenetzen werden sie in der Regel in der Grundlast eingesetzt um einen möglichst wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen und in Kombination mit KWK und Heizkesseln zur Spitzenlastabdeckung betrieben.

Ein 2010 in der Schweiz durchgeführter Feldtest ergab eine mittlere Jahresarbeitszahl (JAZ) von Großwärmepumpen von 2,5. Im Schnitt liegen die Großwärmepumpen damit 1,35 Punkte unterhalb der JAZ von Wärmepumpen, die zur Beheizung von Einzelobjekten genutzt werden¹⁷. Die Ursachen liegen unter anderem an Wärmenetzverlusten und der oftmals größeren Wärmeleistungen.

2.3. Anreize und regulatorische Vorgaben für Energieeffizienztechnologien

Die Senkung des Energieverbrauchs durch mehr Energieeffizienz ist ein zentraler Bestandteil der Energiewende. Dies spiegelt sich in der ambitionierten Zielsetzung des Bundes, den Primärenergieverbrauch um 20 % bis 2020 (gegenüber 2008) zu senken. Zahlreiche politische Prozesse, wie der Nationale Aktionsplan Energieeffizienz, das Weißbuch Strommarkt, das Grünbuch Energieeffizienz, und politische Instrumente etwa im Bereich der Forschungsförderung, der Förderung der Markteinführung, und Informations- und Bewusstseinskampagnen adressieren dieses Ziel.

Aus Sicht der Anbieter von Technologien und Dienstleistungen rund um Energieeffizienz interessant sind politische Rahmenbedingungen, die Unternehmen Anlass zur Beschäftigung mit und Einkauf von Energieeffizienzprodukten bieten. Dies kann auf verschiedene Weise erfolgen: als „Zwang“, d. h. in Form einer regulatorischen Norm, die den Unternehmen ein bestimmtes Verhalten zwingend vorschreibt (s. Abschnitt 2.3.1), oder als „Gegenleistung“, d. h. in Form einer Zugangsvoraussetzung zu finanziellen Vergünstigungen (Steuererleichterung, teilweise Umlagebefreiung, s. Abschnitt 2.3.2). Darüber hinaus werden Investitionen in bzw. Information und Beratung über mehr Energieeffizienz gefördert (s. Abschnitt 2.3.3).

Eine Sonderrolle hinsichtlich Ordnungsrecht und Förderung spielt die Eigenstromerzeugung. Schätzungsweise über 90 % des Stromeigenverbrauchs in Deutschland wird durch KWK-Anlagen erzeugt¹⁸. Die gekoppelte Erzeugung von Strom- und Wärme spart gegenüber einer ungekoppelten Erzeugung je nach Anlage zwischen 10 und 30 % Brennstoff ein und ist daher als Effizienztechnologie einzuordnen. Sie wird mittels aller drei vorgenannten Instrumentenarten gefördert (2.3.4).

2.3.1. Ordnungsrechtliche Vorgaben

Die ordnungsrechtlichen Vorgaben zur Energieeffizienz sind i. d. R. auf EU-Ebene definiert und in nationales Recht umgesetzt. Die wesentlichen regulatorischen Rahmenbedingungen für

¹⁷ Bundesamt für Energie BFE (2010): Feldmonitoring und Analysen an Grosswärmepumpen. Phase 2

¹⁸ Prognos (2016): Finanzielle Kompensation des Eigenverbrauchsprivilegs durch das KWKG. Adhoc Stellungnahme im Auftrag des BMWi

energieverbrauchende Objekte (Produkte, Gebäude, Anlagen) sind in den folgenden Richtlinien gesetzt:

Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG

Die Ökodesign-Richtlinie schafft den Rahmen für die Festlegung von Anforderungen an eine umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte. Dies umfasst auch Produkte, die im gewerblichen Bereich eine Rolle spielen, wie z. B.

Heizkessel und Kombiboiler (Gas/Öl/elektrisch) (Los ENER 1) und Warmwasserbereiter (Gas/Öl/elektrisch) (Los ENER 2), Klimatechnik, Lüftungstechnik (Los ENTR 6),

- Bürobeleuchtung (Los ENER 8), Enterprise Servers (Los ENTR 9),
- Elektromotoren, Umlaufpumpen, Ventilatoren, Wasserpumpen (Los ENER 11),
- Gewerbliche Kühl- und Tiefkühlgeräte (Los ENER 12), gewerbliche Geschirrspüler, Waschmaschinen und Trockner (Los ENER 24),
- Einzelraumheizgeräte (Los ENER 20), Warmluftzentralheizung (ohne KWK, Los ENER 21),
- Industrie- und Laboröfen (Los ENTR 4), Werkzeugmaschinen (Los ENTR 5).
- Neben Produkten wie die oben genannten, für die bereits Verordnungen rechtskräftig sind oder für die die Vorstudien abgeschlossen sind, gibt es weitere Produkte, die sich noch einer frühen Phase der Regulierung befinden.

Gebäuderichtlinie 2002/91/EC

Die Gebäuderichtlinie setzt den Rahmen für eine Vergleichsmethode zur Berechnung kostenoptimaler Niveaus von Mindestanforderungen an die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden und Gebäudekomponenten. Darüber hinaus werden Regelungen zur Energieausweispflicht und zur Inspektion der Wärmeerzeuger und Klimaanlage getroffen.

In Deutschland ist die Gebäuderichtlinie durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) umgesetzt. Hinzu kommt das Erneuerbare Energiegesetz (EEWärmeG), welches Anforderungen an den Neubau definiert und dabei teilweise Energieeffizienztechnologien als Ersatzmaßnahme zum Einsatz von Erneuerbaren Energien zulässt.

Industrieemissionsrichtlinie 2010/75/EU

Die Industrieemissionsrichtlinie regelt Genehmigung, Betrieb, Überwachung und Stilllegung von insbesondere großen Industrieanlagen in ausgewählten Industriezweigen, wie z. B.:

- Energiewirtschaft, z. B. große Verbrennungsanlagen, Raffinerien,
- Herstellung und Verarbeitung von Eisen und Nichteisenmetallen,
- Mineralverarbeitende Industrie, z. B. Zementwerke, Kalköfen, Glasöfen,

- Chemische Industrie,
- Abfallbehandlungsanlagen,
- Herstellung von Zellstoff, Papier und Pappe,
- Nahrungsmittelproduktion, z. B. Schlachthäuser, Milchverarbeitung,
- Intensivtierhaltung.

Mit Hilfe von Merkblättern zu bestverfügbaren Technologien bei der Anlagengenehmigung werden hierbei in einem integralen Ansatz Energieeffizienzanforderungen und zahlreiche weitere Umweltschutzanforderungen festgelegt.

Energieeffizienz-Richtlinie 2012/27/EU

Mit Blick auf die hier untersuchte Fragestellung der regulatorischen Vorgaben ist auch die Energieeffizienzrichtlinie aufzuführen. Sie verpflichtet Nicht-KMU zu einem Energieaudit entsprechend der Anforderungen der DIN EN 16247-1 mindestens einmal alle vier Jahre. Darüber hinaus enthält sie u. a. Regelungen, die den Energiedienstleistungsmarkt fördern und entwickeln sollen.

Gesetz zur Digitalisierung der Energiewende (GDEW)

Das deutsche Bundesgesetz zur Digitalisierung der Energiewende wurde am 8. Juli 2016 verabschiedet. Es soll die Systemarchitektur und den Rollout intelligenter Messsysteme (iMsys, „Smart Meter“) regeln. Dies sind im Wesentlichen die Anforderungen an Datenschutz, Datensicherheit, Kosten und Nutzen der iMsys sowie an den Datenverkehr. Laut Gesetzesvorhaben müssen intelligente Messsysteme „die zuverlässige Verarbeitung, Übermittlung, Protokollierung, Speicherung und Löschung von Messwerten aus Messeinrichtungen“ leisten können.

Das Gesetz sieht vor, dass ab 2017 Messstellen mit intelligenten Messsystemen und modernen Messeinrichtungen ausgestattet werden, sofern dies technisch möglich und wirtschaftlich vertretbar ist. Dies betrifft zunächst gewerbliche Verbraucher mit mehr als 10 bzw. 6 MWh Stromverbrauch pro Jahr sowie EEG-Anlagen mit mehr als 7 kW Einspeiseleistung.

Es ist absehbar, dass das GDEW mit den klar definierten Rollen und Zuständigkeiten (wer verfügt, wer entscheidet und wer nutzt die Messdaten?) auch eine Rückwirkung auf die Energiedienstleistungsmärkte haben wird. Allerdings stehen diese Entwicklungen noch am Anfang.

2.3.2. Energieeffizianzorderungen als Zugangsvoraussetzung zu finanziellen Anreizen

Neben ordnungsrechtlichen Vorgaben, die Anschaffung und Betrieb von energieverbrauchsrelevanten Produkten und Anlagen betreffen, sehen einige Regelungen Energieeffizienz als Zugangsvoraussetzung für finanzielle Anreize vor. Dies sind z. B.:

Besondere Ausgleichregelung im EEG. Hier sind stromintensive Unternehmen, die unter internationalem Wettbewerbsdruck stehen, von großen Teilen der EEG-Umlage befreit. Voraussetzung ist u. a., dass sie ein zertifiziertes Energiemanagement-System nach DIN EN ISO 50001 in ihrem Unternehmen etablieren.

Spitzenausgleich bei der Energie- und Stromsteuer. Hier werden Unternehmen des produzierenden Gewerbes von einem Großteil der Energie- und Stromsteuer befreit, sofern sie Effizienzgegenleistungen erbringen. Hier ist ebenfalls ein zertifiziertes Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 Zugangsvoraussetzung.

2.3.3. Fördern und Beraten

Zahlreiche Programme der KfW (Energieeffizient Bauen und Sanieren, Energieeffizienzprogramm u. a.), des BAFA (Querschnittstechnologien, Produktionsprozesse, Einführung von Energiemanagementsystemen, Einsparzähler, Marktanreizprogramm zur Förderung Erneuerbarer Energien u. a.) bieten finanzielle Anreize zur Investition in mehr Energieeffizienz. Auf Bundeslandebene sind hier das Berliner Programm für Nachhaltige Entwicklung (BENE) und das RENplus Programm des Landes Brandenburg zu nennen.

Aus Sicht der Anbieter von Energieeffizienzprodukten ist interessant, dass die meisten nationalen Förderprogramme Energiedienstleister als Antragsteller zulassen. Darüber hinaus von Interesse können neue Formate der Förderung sein, wie bspw. das STEPup! Programm des BMWi, wo Energieeffizienzinvestitionen in Form von wettbewerblichen Ausschreibungen gefördert werden.

Außerdem gibt es eine Vielzahl von Beratungsprogrammen, die für Anbieter von Effizienzprodukten unter Umständen als Türöffner dienen können. Zu nennen sind hier die Gebäude-Vor-Ort-Beratung des BAFA, die Energieberatung Mittelstand der KfW, die Abwärmekonzepte im Rahmen des Abwärmeprogramms (KfW) und die Einspar-Contracting-Beratung des BAFA.

2.3.4. KWK-Eigenstromerzeugung

Die Nutzung von selbst erzeugtem Strom bzw. Stromeigenverbrauch wird hinsichtlich verschiedener Strompreisbestandteile anders als der Netzbezug behandelt:

EEG-Umlage: Für den Stromeigenverbrauch von Bestandsanlagen und Neuanlagen unter 10 kW bzw. einer Stromerzeugung unter 10 MWh/a entfällt die EEG-Umlage. Für neu errichtete größere Anlagen gilt ein ermäßigter Satz von aktuell 35 % der EEG-Umlage.

Stromsteuer¹⁹: Der Eigenverbrauch ist von der Stromsteuer befreit bei Nutzung von Anlagen unter 2 MW_{el}.

Netzentgelte: Eigenverbraucher Strom wird nicht aus dem Netz der allgemeinen Versorgung bezogen. Daher sind für diese Strommengen auch keine Netzentgelte zu entrichten. Damit müssen auch die über die Netzentgelte gewälzten Umlagen (KWK und sonstige Umlagen) sowie die Konzessionsabgabe nicht gezahlt werden.

Diese Regelungen tragen dazu bei, dass die Nutzung von eigenverbrauchttem Strom in der Regel günstiger als der Strombezug ist.

Mittels des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWK-G) werden sowohl Errichtung wie auch Betrieb einer KWK-Anlage gefördert. Das Mini-KWK-Programm im Rahmen der Nationalen Klimaschutz-Initiative fördert kleine Anlagen.

¹⁹ Die Energie- und Stromsteuer wird derzeit novelliert. Dabei werden insbesondere Änderungen an der Anlagengröße (zukünftig 1 MW_{el} statt 2 MW_{el}) sowie am Begriff der „räumlichen Nähe“ diskutiert.

3. Nachfrage nach Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg

3.1. Struktur der Energiekosten in der Industrie

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Anzahl der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes in Brandenburg und Berlin, differenziert nach verschiedenen Größenklassen. Üblicherweise werden Betriebe mit mehr als 20 Beschäftigte dem Industrie-Sektor zugeordnet; kleinere Betriebe gelten als Kleingewerbe und werden im Sektor Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (s. nächsten Abschnitt) betrachtet. Neben dieser Anzahl der Industriebetriebe werden zum einen Betriebe mit mehr als 50 Beschäftigten dargestellt. Betriebe dieser Größenordnung haben i.d.R. Energiekosten in einer Höhe, die eine professionelle Auseinandersetzung mit Energieeinspar- und Effizienzsteigerungsmöglichkeiten rechtfertigt. Zum anderen ist die Zahl der sog. Anschlussstellen, die unter die Besondere Ausgleichsregelung (BesAR) gem. § 63ff EEG fallen, dargestellt. Jede Anschlussstelle korrespondiert i. d. R. mit einem Betrieb. Unternehmen, die unter die Besondere Ausgleichsregelung fallen, gelten als stromintensiv und im internationalen Wettbewerb stehend. Sie haben einen Stromverbrauch von mehr als eine GWh pro Jahr.

WZ des Verarbeitenden Gewerbes	Betriebe mit 20+ Beschäftigten			Betriebe mit 50+ Beschäftigten			Abnahmestellen gemäß BesAR		
	BB	BE	Ge-samt	BB	BE	Ge-samt	BB	BE	Ge-samt
10 Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	156	86	242	61	35	96	18	6	24
11 Getränkeherstellung	9	5	14	6	4	10	3	0	3
12 Tabakverarbeitung	k.A.	3	3	1	2	3	0	0	0
13 Herstellung von Textilien	4	5	9		4	4	0	2	2
14 Herstellung von Bekleidung	0	3	3		2	2	0	0	0
15 Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	4	k.A.	4	3		3	0	0	0
16 Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	40	5	45	18	3	21	14	1	15
17 Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	30	10	40	24	6	30	5	1	6
18 Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	17	48	65	6	16	22	0	0	0
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	k.A.	0	0	1		1	0	0	0

WZ des Verarbeitenden Gewerbes	Betriebe mit 20+ Beschäftigten			Betriebe mit 50+ Beschäftigten			Abnahmestellen gemäß BesAR		
	BB	BE	Ge- samt	BB	BE	Ge- samt	BB	BE	Ge- samt
20 Herstellung von chemischen Erzeugnissen	33	20	53	19	17	36	13	2	15
21 Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	k.A.	23	23	4	16	20	0	0	0
22 Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren	73	25	98	39	11	50	10	6	16
23 Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	161	27	188	27	5	32	14	2	16
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	22	15	37	13	9	22	8	6	14
25 Herstellung von Metallerzeugnissen	167	72	239	49	26	75	3	2	5
26 Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektron. und optischen Erzeugnissen	37	93	130	19	43	62	0	1	1
27 Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	36	42	78	19	25	44	0	2	2
28 Maschinenbau	95	58	153	32	33	65	1	1	2
29 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	27	8	35	21	6	27	0	0	0
30 Sonstiger Fahrzeugbau	13	7	20	6	5	11	0	0	0
31 Herstellung von Möbeln	18	8	26	7	2	9	0	0	0
32 Herstellung von sonstigen Waren	50	67	117	8	23	31	0	0	0
33 Reparatur und Instandhaltung von Maschinen und Ausrüstungen	131	70	201	43	32	75	0	0	0
(gesamt)	1.123*	700	1.823	426	325	751	89	32	121

Tabelle 2: Verarbeitendes Gewerbe in BE/BB: Anzahl Betriebe mit 20 und mehr, mit 50 und mehr Beschäftigten (2015) sowie Anschlussstellen (2015), die unter die Besondere Ausgleichsregelung gem. EEG § 63ff fallen. (Quellen: Statistischer Bericht Verarbeitendes Gewerbe E I 2 - m 11 / 15; Jahresbericht für Betriebe des Verarbeitenden Gewerbe, EVAS-Nr. 42271; Statistische Auswertungen zur „Besonderen Ausgleichsregelung“ des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA))

Anmerkungen: * aus Datenschutzgründen nicht publizierte Betriebszahlen sind nicht in der Summe enthalten
BesAR = Besondere Ausgleichsregelung

In Tabelle 3 wurden die Energiekosten der Unternehmen in Berlin und Brandenburg abgeschätzt. Hierzu wurden Ergebnisse der bundesweiten Material- und Wareneingangserhebung 2010 mit regionalen Daten aus der Kostenstrukturerhebung im Verarbeitenden Gewerbe 2010 kombiniert²⁰. Dieses Vorgehen ermöglicht eine erste Einordnung der Größenordnung der jeweiligen Energiekosten, kann jedoch eine vertiefte Untersuchung der Kostenstruktur sowie der regionalen Besonderheiten nicht ersetzen.

Während die absoluten Energiekosten in ihrer Rangfolge in etwa der Betriebsgröße folgen (die Top-5 hinsichtlich der Energiekosten sind auch die Top-5 hinsichtlich der Zahl der Betriebe mit mehr als 50 Mitarbeitern), so sind hinsichtlich des Anteils der Energiekosten am gesamten Wareneingang und mithin der relativen Bedeutung der Energiekosten für die Branche Unterschiede zu beobachten. Die fünf Wirtschaftsabteilungen mit den höchsten Energiekosten-Anteilen sind in Tabelle 3 grau hinterlegt. Es handelt sich um Textil, Papier, Chemie, Glas/ Keramik sowie Metallherzeugung/ -bearbeitung.

Für Anbieter von Effizienztechnologien ist bemerkenswert, dass nicht nur in den energieintensiven Branchen wie etwa den vorgenannten Top-5, sondern auch in den übrigen Branchen nennenswerte Energiekosten anfallen, die Potenziale für Energieeffizienztechnologien und -dienstleistungen bieten.

WZ des Verarbeitenden Gewerbes	Mio. EUR							Anteil Energie am Wareneingang
	Umsatz	festе BS	flüs-sige BS	Gas	Strom	Fern-wärme	Energie-gesamt	
10 Herstellung von Nahrungs-/ Futtermitteln	5.344	2,0	12,9	44,0	65,4	2,0	132,1	3,7 %
11 Getränkeherstellung	742		3,7	5,9	9,8	0,8	20,3	6,9 %
12 Tabakverarbeitung	k. A.							
13 Herstellung von Textilien	110		0,2	1,2	2,6	0,1	4,2	7,0 %
14 Herstellung von Bekleidung	36		0,0	0,1	0,1		0,2	1,1 %
15 Herstellung von Leder, Lederwaren, Schuhen	28		0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	1,6 %
16 Herstellung von Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	1.210		6,1	4,9	29,8	2,4	45,7	6,3 %
17 Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	1.488	0,2	4,0	34,0	50,1	2,7	100,3	10,6 %
18 Herstellung von Druckerzeugnissen; Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild-, Datenträgern	829		1,1	3,5	14,4		19,7	5,8 %

²⁰ Hierzu wird angenommen, dass das Verhältnis Energiekosten zu Umsatz für jede Wirtschaftsabteilung in Berlin/ Brandenburg dem jeweiligen Bundeswert entspricht. Diese Annahme führt eine Unsicherheit in die Ergebnisse ein, nicht zuletzt, weil der Umsatz nicht nur aus eigenen Erzeugnissen und Leistungen, sondern auch aus sonstigen Tätigkeiten (Handel, Dienstleistungen, Transport, Baugewerbe, u. ä.) enthält.

WZ des Verarbeitenden Gewerbes	Mio. EUR							Anteil Energie am Wareneingang
	Umsatz	feste BS	flüssige BS	Gas	Strom	Fernwärme	Energie gesamt	
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	k. A.							
20 Herstellung von chemischen Erzeugnissen	2.181		5,2	40,9	50,8	16,7	116,1	8,0 %
21 Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	5.795		8,3	17,7	33,0	16,4	76,3	3,5 %
22 Herstellung von Gummi-/Kunststoffwaren	1.549	0,1	2,6	5,6	33,0	2,0	43,3	5,1 %
23 Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen/ Erden	1.076	1,2	11,1	27,5	35,9	0,2	83,4	15,3 %
24 Metallerzeugung und -bearbeitung	2.219	45,5	3,9	40,3	63,0	1,2	155,1	10,1 %
25 Herstellung von Metallerzeugnissen	2.227	0,1	4,6	10,8	33,9	0,5	50,2	4,8 %
26 Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen u. optischen Erzeugnissen	3.422	0,0	2,4	2,8	22,2	0,4	28,5	1,9 %
27 Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	2.320		3,4	4,4	18,7	1,6	28,5	1,9 %
28 Maschinenbau	2.465		3,3	4,9	18,0	0,9	27,2	2,0 %
29 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	1.182		1,0	1,3	6,3	0,9	9,6	1,2 %
30 Sonstiger Fahrzeugbau	k. A.							1,7 %
31 Herstellung von Möbeln	182	0,0	0,5	0,2	1,8	0,0	2,5	3,0 %
32 Herstellung von sonstigen Waren	809	0,0	1,1	1,7	6,2	0,0	9,4	2,6 %
33 Reparatur und Instandhaltung von Maschinen und Ausrüstungen	2.064		3,9	2,4	5,8	0,7	12,8	2,1 %
(gesamt ohne WZ 12 und 19)	37.398						975	

Tabelle 3: Abschätzung der Energiekosten in der Industrie nach Wirtschaftsabteilung und Energieträger in Brandenburg/Berlin im Jahr 2010 (Quellen: StatBA, Beschäftigung und Umsatz der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden nach Bundesländern 2010 (FS 4 Reihe 4.1.4); StatBA, Material- und Wareneingangserhebung im Verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden 2010 (FS 4 Reihe 4.2.4))

Anmerkungen: BS = Brennstoffe

3.2. Struktur des Energieverbrauchs im Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Struktur des Energieverbrauchs in ausgewählten Gruppen des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)²¹. Dieser Sektor umfasst neben dem Dienstleistungssektor das Kleingewerbe (d. h. Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes mit weniger als 20 Beschäftigten²²) und die soziale Infrastruktur.

Als Bezugseinheit für die meisten Gruppen dienen die Erwerbstätigenzahlen. Ausnahme ist die soziale Infrastruktur, wo als Bezugseinheit Krankenhausbetten, Vorschulkinder in Kindertagesstätten, Schüler/-innen und Studierende sowie auf Wasserfläche in Hallenbäder verwendet wurden.

Zur Abschätzung des Strom- und Brennstoffverbrauchs (einschl. Fernwärme) wurden Ergebnisse einer empirischen Studie²³ verwendet, die regelmäßig bundesweit durchgeführt wird, zuletzt 2015. Fünf Gruppen mit dem höchsten Energieverbrauch sind grau hinterlegt dargestellt.

Ausdruck der Heterogenität des GHD-Sektors ist die Tatsache, dass die Gruppe mit dem größten Energieverbrauch die „sonstigen betrieblichen Dienstleistungen“ sind. Hierin sind die verschiedensten Wirtschaftsabteilungen des Dienstleistungssektors zusammengefasst.

Die soziale Infrastruktur mit den Gebietskörperschaften, Sozialversicherung, Krankenhäusern, Kitas, Schulen, Hochschulen und Hallenbäder repräsentieren einen – im Vergleich zum Bundesdurchschnitt – hohen Anteil am Energieverbrauch des Sektors. Hierin drückt sich v. a. der Hauptstadt- und Hochschulstandort Berlin aus.

Zwei weitere Gruppen mit deutlichem Anteil am Energieverbrauch sind der Handel und das Gaststättengewerbe. Während insbesondere der Lebensmitteleinzelhandel sich durch stark konzentrierte Unternehmensstrukturen auszeichnet (wenige Unternehmen betreiben einen Großteil der Filialen), ist im Beherbergungs- und Gaststättengewerbe noch ein vergleichsweise hoher (wenn auch rückläufiger) Anteil von Ein-Betrieb-Unternehmen festzustellen.

²¹ Auch wenn eine Kompatibilität mit der in der Energiebilanz verwendeten Abgrenzung des GHD angestrebt wurde, mussten aufgrund der Datenlage (insbesondere: keine Erwerbstätigenzahlen für die meisten Wirtschaftsgruppen, d.h. 3Steller, auf Bundeslandebene) abweichende Abgrenzungen vorgenommen bzw. Gruppen bei der Darstellung unberücksichtigt bleiben.

²² mit einem Jahreswert von min. 17500 EUR steuerbaren Umsatz aus Lieferungen und Leistungen und/oder mindestens einen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (ohne geringfügig Beschäftigte).

²³ IREES, GfK, IfE, FhISI (2015): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013. Hierin findet sich auch eine genaue Abgrenzung des GHD-Sektors.

Gruppe des GHD	Bezugseinheit [Tsd.]			Stromverbrauch [GWh]			Brennstoffverbrauch [GWh]		
	BB	BE	Ge-samt	BB	BE	Ge-samt	BB	BE	Ge-samt
Baugewerbe	63	60	123	100	90	190	280	270	550
Herstellungsbetriebe									
Metallgewerbe	8	9	17	30	40	70	60	70	130
Kfz-Gewerbe	27	23	50	120	100	220	270	240	510
Holzgewerbe	5	0	5	20	0	20	40	0	40
Papier- und Druckgewerbe	1	1	2	10	10	10	10	10	10
Büroähnliche Betriebe									
Kreditinstitute & Versicherungen	19	39	58	40	90	130	100	210	300
Verlagsgewerbe	2	13	15	0	30	40	10	70	80
sonstige betriebliche DL	140	427	567	240	720	960	720	2.190	2.910
Gebietskörperschaften & Sozialversicherung	133	264	397	280	560	850	710	1.400	2.110
Post-, Kurier- und Expressdienste	11	8	19	20	10	40	40	30	70
Rundfunkveranstalter / Telekommunikation	1	4	6	30	110	130	30	110	140
Handel (ohne Kfz-Gewerbe)	116	180	296	530	820	1.350	870	1.350	2.220
Krankenhäuser, Schulen, Bäder									
Krankenhäuser	21	21	41	190	190	370	370	370	740
Kita, Schulen, Hochschulen	420	722	1.142	120	200	320	510	870	1.370
Hallenbäder	19	35	53	10	10	20	10	20	30
Beherbergung, Gaststätten									
Beherbergungsgewerbe	16	29	46	130	230	360	300	540	840
Gaststättengewerbe	40	93	133	210	500	710	420	970	1.380
Nahrungsmittelgewerbe	3	2	5	20	10	40	30	20	50
Landwirtschaft	31	1	31	210	0	210	830	10	850

Tabelle 4: Ausgewählte Gruppen des GHD mit Bezugseinheit sowie abgeschätzten Strom- und Brennstoffverbrauch 2013 in Berlin und Brandenburg (Quellen: Jahresbericht für Betriebe des Verarbeitenden Gewerbe, EVAS-Nr. 42271; Eurostat (Datensätze sbs_r_nuts06_r2, educ_uoe_enra11, hlth_rs_bdsrg); Personal des öffentlichen Dienstes (FS14R6); Erwerbstätigenrechnung des Bundes und der Länder (EVAS-Nr. 13311); Sportstättenstatistik der Länder 2002; IREES, GfK, IfE, FhISI (2015): Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013)

Anmerkungen: Bezugseinheit sind jeweils Erwerbstätige, mit Ausnahme der Krankenhäuser (Planbetten), Kita/Schulen/Hochschulen (Kita-Kinder/Schüler/Studenten) und Hallenbäder (m² Wasserfläche, Bezugsjahr 2002)

Trotz der unterschiedlichen wirtschaftlichen Schwerpunkte lassen sich hinsichtlich der Energieverbraucher teilweise ähnliche Strukturen identifizieren. So ist ein Großteil des GHD in büroähnlichen Betrieben organisiert, die insgesamt den größten Anteil am Energieverbrauch des GHD in Berlin und Brandenburg aufweisen. Diese Betriebe sind vornehmlich Adressaten für Energieeffizienzprodukte, die Gebäudehülle, Gebäudetechnik, IKT und Beleuchtung adressieren.

3.3. Potenziale durch Energieeffizienzmaßnahmen

Ausgehend von der Struktur des Energieverbrauchs aus in den beiden vorhergehenden Abschnitten werden im Folgenden Effizienzmaßnahmen benannt, die prinzipiell kurz- bis mittelfristig die Energieintensität der Nachfrager senken können. Für eine detailliertere Darstellung und Einordnung sei auf die Studie [Prognos/EWI/GWS 2014] verwiesen.

Die **Ernährungs- und Tabakindustrie** weist insgesamt eine geringe Dynamik auf. Möglichkeiten zur weiteren Reduktion des spezifischen Prozesswärmebedarfs in der Zuckerindustrie sind aufgrund der schon heute hohen Standards begrenzt. Optionen bieten z. B. der Einsatz von Niedrigtemperatur-Verdampfern und die konsequente Verwendung von Brüdenkompression²⁴. Bei der Bierherstellung bestehen Einsparpotenziale durch Abwärmenutzung, verstärkte Isolierung und – aufgrund des niedrigen Prozesswärmeniveaus – Solarthermie zur Vorerhitzung. In der Milchverarbeitung lässt sich der spezifische Energieverbrauch durch die Anwendung von Kraft-Wärme-Kopplung verringern. Auch Milcherhitzer mit hoher Wärmeausnutzung oder eine Wärmebehandlung mit UV-Licht bzw. Ultraschall können das Pasteurisieren energetisch optimieren. Daneben ermöglicht die Verbesserung von Kälte- und Kühlsystemen die Absenkung des spezifischen Verbrauchs.

Entscheidend für die zukünftige Entwicklung des spezifischen Energieverbrauchs der **Papierbranche** sind die Veränderungen in der besonders energieintensiven Sparte Papiererzeugung. Zu den speziell für diese Teilbranche relevanten Möglichkeiten zählen neue Verfahren zur effizienteren Dampftrocknung von Papier- und Pappe. Die Trockenpartie ist der größte Einzelverbraucher an Brennstoffen bei der Papierherstellung, jedoch warten verschiedene Ansätze zur Prozessoptimierung (Impulstrocknung, Dampf- und Luftpralltrocknung, Kondensationsbandtrocknung) auch nach vielen Jahren der Testphasen auf ihre Marktreife. Durch den Einsatz von Schuhpressen kann der Trockengehalt nach der Pressenpartie gegenüber Walzenpressen deutlich erhöht werden. Daneben lässt sich thermische Energie durch die Umstellung auf eine kontinuierliche Zellstoffkochung und durch die Integration von Zellstoffherzeugung und Papierherstellung einsparen. Wärmerückgewinnung oder Verstromung der Niedertemperaturabwärme kann in begrenztem Umfang den spezifischen Energieeinsatz reduzieren.

Bei der **Glasherstellung** ist die Glasschmelze der energetisch bedeutendste Prozess mit bis zu 80 % des gesamten Energieeinsatzes. Dort lässt sich durch innovative Brenntechniken,

²⁴ Der Brüden ist mit Wasserdampf gesättigte Luft, die beim Trocknen von Feststoffen entsteht. Die Kondensationswärme des Brüden kann wieder im Prozess genutzt werden. Durch die sog. Brüden-Kompression wird ein höheres Temperaturniveau erreicht. Das Verfahren findet Anwendung u. a. in der Nahrungsmittelindustrie (Milchpulverherstellung, Zuckerherstellung).

Gutvorwärmung und vor allem einen höheren Scherbenanteil Energie einsparen. Bei der **Keramikherstellung** ist das Brennen der energieintensivste Schritt mit rund 70 % des gesamten Energieeinsatzes. Umfassendere Abwärmenutzung und mikrowellenunterstütztes Brennen und Trocknen sind Maßnahmen, den spezifischen Brennstoffverbrauch zu verringern.

Die **Stahlherstellung** benötigt Temperaturen von bis 1.400°C. Ein wichtiger Aspekt der Energieeinsparung liegt bei der Nutzung der entstehenden Abwärme. Diese kann bei einem integrierten Hüttenwerk bis zu 65 % der eingesetzten Energie betragen, wird heute jedoch nur ansatzweise genutzt. Mittels der Kokstrockenkühlung, der Abwärmenutzung der ebenfalls bis zu 1.400°C heißen Hochofenschlacke, der ORC-Abwärmeverstromung aus dem Elektrolichtbogenofen und der Abwärmenutzung der Walzwerke kann eine Einsparung des spezifischen Energieverbrauchs der Stahlherstellung im einstelligen Prozentbereich erreicht werden. Im Betrachtungszeitraum erwarten wir eine schrittweise Einführung dieser in anderen Teilen der Welt bereits etablierten Techniken. Weitere Schlüsseloptionen zur Energieeinsparung in der Branche sind ein Hüttengasverbund zur Reduktion der Fackelverluste, die Gichtgasrückführung in den Hochofenprozess, bei welcher das im Gichtgas enthaltene Kohlenmonoxid einen Teil des Kokses in der Eisenerzreduktion ersetzt und das endabmessungsnahe Gießen, womit eine umfangreiche Wiedererhitzung und Umformung des Stahls vermieden wird.

Zur Verringerung der Energieintensität in der **Nichteisen-Metallindustrie** und bei Gießereien tragen die Lieferung von Flüssigmetall an die **Gießerei**, die Inputerwärmung durch Prozessabwärme, die Steuerung und Erhöhung der Temperatur bei der Herstellung von Primärzink und der Einsatz von Regenerativbrennern und Oxy-Fuel-Brennern in NEM-Halbzeugwerken bei.

Neben anwendungs- und branchenspezifischen Technologien spielen **Querschnittstechnologien** eine bedeutende Rolle, die in vielen Bereichen eingesetzt werden können. Kurzfristig wirken sich vor allem die Entwicklungen der Informations- und Kommunikationstechnik, Vernetzung, Regel- und Steuerungstechnik sowie Miniaturisierungen aus. Mittel- und langfristig werden u. a. neue Werkstoffe, maßgeschneiderte Oberflächen, Bionik und Robotik großen Einfluss haben. Im Bereich der Prozesswärmeerzeugung sind Einsparoptionen die weitere Optimierung von Verbrennungsprozessen durch Brennwertnutzung, flammenlose Oxidation (FLOX) oder der gezielte Einsatz von Wärmerückgewinnung. Eine elektronische Motorregelung und drehzahlvariable oder permanenterregte Elektromotoren können Leistungsbedarf und Energieverbrauch zur Erzeugung von Kraft reduzieren. Die Einsparoptionen bei der Beleuchtung bestehen im Einsatz energieeffizienter Beleuchtungskörper (LED, OLED) sowie bei der Büroausstattung mit Computern und Peripheriegeräten.

Im Bereich der **Gebäude** sind zahlreiche Optionen zur Steigerung der Energieeffizienz bereits im Abschnitt 2.2.3 benannt. Im gewerblichen Bereich ist gegenüber den Wohngebäudebereich aufgrund der kürzeren Renovierungszyklen eine schnellere Durchdringung mit Effizienztechnologien zu erwarten.

Die beiden nachstehenden Tabellen geben für typische Effizienzmaßnahmen die adressierte Anwendung, die Lebensdauer sowie die relative Einsparung am Endenergieverbrauch pro Jahr als Spannbreite an.

	adressierte Anwendung	Lebensdauer [a]	EEV-Einsparung je Maßnahme [% p.a.]
Prozesstechnologien	Prozesswärme	5-15	10-50%
Einsatz best verfügbarer Technik (BVT) Optimierte Betriebsführung Prozessinnovationen Abwärmenutzung			15-50% 5-15% 5-30% 5-40%
Querschnittstechnologien	mech. Energie, Prozesswärme, Beleuchtung, IKT	5-20	5-50%
Einsatz BVT (Druckluft, Beleuchtung, Pumpen, Ventilatoren) Optimierte Betriebsführung			15-50% 5-15%
Energetische Aufwertung Nichtwohngebäude	Raumwärme, Warmwasser	15	3-60%
Heizungssystem / Raumluftechnik Gebäudehülle Optimierung Betrieb			3-60% 15-45% 3-10%

Tabelle 5: Überblick über Energieeffizienzmaßnahmen in der Industrie

Anmerkungen: EEV=Endenergieverbrauch, BVT=bestverfügbare Technologie, RLT=Raumluftechnik

Quellen: s. Abschnitt 6.3, Methodik: s. Abschnitt 1.3.2

In der Industrie ist unter Annahme der in Tabelle 5 genannten Effizienzmaßnahmen und Maßnahmenparameter mittelfristig, d. h. für den Zeitraum bis 2025, eine Einsparung von 2,9 TWh oder 9,3 % ggü. 2015 (kumulierte Einsparung pro Jahr) bzw. von 1,0 % pro Jahr wirtschaftlich darstellbar. Hierbei sind Potenziale aufgrund betrieblicher Gesamtoptimierung (emergente Effekte) nicht berücksichtigt.

Einen Überblick über Effizienzmaßnahmen im Sektor GHD ist in Tabelle 6 dargestellt. Mittelfristig ergibt sich hier eine wirtschaftlich darstellbare Einsparung von 16 % in 2025 ggü. 2016.

Dem entspricht eine Einsparung von 4,6 TWh p.a. in 2025 bzw. eine jährliche Effizienzsteigerung von 1,6 % p.a. Demnach sind GHD höhere wirtschaftliche Potenziale hebbbar als in der Industrie. Dies ist nachvollziehbar und reflektiert, dass in der Industrie insbesondere bei energieintensiven Prozessen Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Breite häufig bereits ergriffen wurden. Hingegen ist der Energieverbrauch im GHD durch die Raumwärme dominiert, wo auch aufgrund der längeren Investitionszyklen weiterhin Potenziale hebbbar sind.

	adressierte Anwendung	Lebensdauer [a]	EEV-Einsparung je Maßnahme [% p.a.]
Energetische Aufwertung Nichtwohngebäude	Raumwärme, Warmwasser	30-50	3-60%
Heizungssystem / RLT			3-60%
Gebäudehülle			15-45%
Optimierung Betrieb			3-10%
IKT	IKT	5	5-10%
Virtualisierung / Cloud Computing			5-10%
Stand-by			2-4%
Green IT / BVT			5-10%
Beleuchtung		15	2-10%
Straßenbeleuchtung / Ampel-LED			33%
Innenbeleuchtung			15%
Prozesse		5-15	10-40%

Tabelle 6: Überblick über Energieeffizienzmaßnahmen im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Anmerkungen: EEV=Endenergieverbrauch

Quellen: s. Abschnitt 6.3, Methodik: s. Abschnitt 1.3.2

3.4. Ergebnisse der Unternehmensbefragung

Fast durchweg sprechen die Interviewpartner/-innen der Unternehmensbefragung der **Energieeffizienz eine wichtige Rolle** zu. Oft erreichen die Energiekosten in absoluten Zahlen eine bedeutende Größe (Energiekosten von mehr als 1 Mio. EUR wurden bei der Befragung mehrfach genannt), was eine systematische Auseinandersetzung mit Einsparoptionen motiviert. Ein Unternehmen gab an, dass andere Fragestellungen wie z. B. Lieferfähigkeit wichtiger sind als Energieeffizienz. Auch künftig wird das Thema auf diesem hohen Niveau bleiben, eher noch zunehmen. Ein Befragter vermutete, dass das Thema eng mit den Energiepreisen zusammenhängt. Er erwartet mittelfristig steigende Preise und dann ein höheres Interesse an Energieeffizienzmaßnahmen.

Hinsichtlich aktuell umgesetzte bzw. fest geplante **Effizienzmaßnahmen** wird ein breites Spektrum sichtbar. Einerseits wurden branchen-/prozessbezogene Maßnahmen genannt (z. B. Umrüstung von Lackierkabinen), andererseits werden Querschnittsmaßnahmen (Beleuchtung, Heizung, Elektromotoren, Druckluft) und Stromeigenerzeugung (KWK, PV) genannt. Besonders häufig genannt war eine Umrüstung der Beleuchtungsanlagen auf LED.

Zentrales **Kriterium bei der Umsetzungsentscheidung** ist die Wirtschaftlichkeit, eine Amortisation von unter drei Jahren ist eine übliche Erwartung. Daneben spielen auch Umweltschutzdenken und rechtliche Anforderungen (Ökodesign, EnEV) eine Rolle. Wichtig bei Prozessinnovationen ist, dass das neue Verfahren bei Kunden anerkannt und akzeptiert wird.

Die Unternehmen wurden hinsichtlich der Energieeffizienzdienstleistungen Energieberatung, Energiecontracting, sowie Energiemanagement/Energiecontrolling befragt.

Mit **Energieberatung** hatten die meisten Unternehmen Kontakt, teils aufgrund der Energieauditpflicht nach EDL-G § 8, teils zur Unterstützung bei der Einführung eines Energiemanagementsystems, teilweise erstreckt sich die Beratungsleistung auch auf Energiebeschaffung, Rechnungsprüfung und Förderprogramme. Die Befragten, die keine Energieberatung in Anspruch nahmen, gaben an, dass das Know-How im Unternehmen vorhanden ist, in einem Fall sogar war das Unternehmen selbst als Energieberater gelistet und bietet zertifizierte Energieaudits nach DIN 16247 an. Das Angebot an Energieberatern wurde durchweg als ausreichend bewertet.

Es wurde kein Interviewpartner gefunden, in dessen Unternehmen **Energieliefer-Contracting** oder Energieeinspar-Contracting durchgeführt wird. Ein Befragter hat bei der Errichtung eines BHKW Contracting-Optionen geprüft und empfand es dabei als zu teuer. Häufig wurde angegeben, dass die Vertragsgestaltung an einer anderen Stelle im Unternehmen (Einkauf, Management) geschieht und Contracting daher nicht direkt in den Aufgabenbereich des Energiebeauftragten fällt.

Einige der befragten Unternehmen verfügen über ein zertifiziertes **Energiemanagementsystem** (EnMS) oder planen fest seine Einführung. In der Regel erfolgt eine Zertifizierung nach ISO 50001, ein Unternehmen nannte EMAS III. Mehrere Unternehmen verfügen bereits über eine andere ISO Managementzertifizierung (Qualitätsmanagement, Umweltmanagement) und empfanden dies bei der Einführung sehr hilfreich, da sich die Normen hinsichtlich des Vorgehens ähneln. Als Motiv werden rechtliche Anforderungen angegeben (Spitzenausgleich bei der Energie- und Stromsteuer, BesAR nach EEG). Ein Unternehmen, ein Befragter aus einem KMU gab jedoch an, dass es im Grunde keinen gesetzlichen Anreiz gab und trotzdem ein EnMS eingeführt wurde. Zwei Unternehmen planen kein EnMS und nannten als Grund den damit verbundenen Aufwand.

Mit der Einführung eines EnMS verbunden ist die Entwicklung eines Messkonzepts. Daher werden i. d. R. Energiecontrolling-Produkte eingeführt. Dies ist nicht immer mit externen Dienstleistern verbunden. Bei allen Befragten, auch denjenigen, die auf ein zertifiziertes EnMS verzichten, ist man sich des Themas Energiecontrolling bewusst und plant einen (weiteren) Ausbau. Dabei geht es nicht nur um Energieverbrauchsmessung, sondern auch um Steuerungstechnik (z. B. bei Kompressoren) und um Rechnungsprüfung. Mit dem Begriff Industrie 4.0 konnten viele Befragte nichts anfangen, ein Befragter ordnete das Thema einer anderen Abteilung zu (IT-Prozesse), ein Befragter sah Energieeffizienz als ein Teil von Industrie 4.0.

Förderprogramme spielen bei den befragten Unternehmen eine eher untergeordnete Rolle. Mitunter wurde das Angebot geprüft (z. B. Energiemanagement-Software durch BAFA, EMobilität, RENplus), jedoch selten genutzt. Ein Unternehmen gab an, dass die Fördergrenzen für die Unternehmensgruppe gelten und daher die Höchstgrenzen der Förderung schnell erreicht sind. Einige Befragte wünschen sich mehr Informationen zum derzeitigen Förderangebot. **Forschungskooperationen** mit Hochschulen in Berlin und Brandenburg gaben zwei Befragte an.

Fallbeispiel 1: Kurz nach Einführung eines Energiemanagement-Systems

Die Interviewpartnerin ist die Energiemanagement-Beauftragte eines mittelständischen Stahlbauunternehmens. Der Energieverbrauch des Unternehmens beträgt 14 GWh Energieverbrauch gesamt, davon 5,4 GWh Strom.

Das Unternehmen hat Ende 2015 ein Energiemanagementsystem nach ISO 50001 eingeführt. Im Zuge dessen wurde ein Energieteam etabliert, welches sich regelmäßig trifft.

Bei der Einführung des Energiemanagementsystems wurden externe Energieberatungsleistungen in Anspruch genommen. Die Energieanalyse am Anfang war aufwändig, ansonsten wurde die Einführung erleichtert dadurch, dass bereits ISO 9001 besteht und somit Erfahrungen vorhanden waren. Ein Messkonzept existiert und wird schrittweise ausgebaut. Zur Identifikation von Effizienzmaßnahmen werden zunächst die Anlagen mit dem größten Energieverbrauch angesehen. Für die möglichen Maßnahmen werden mehrere Angebote eingeholt. Die Amortisationszeit dient als Entscheidungskriterium.

Zuletzt wurden Maßnahmen an den Beleuchtungsanlagen (Umstellung auf LED) und in den Produktionshallen die Verglasung ausgetauscht und die Heizung erneuert. Zudem wurden die Energieverträge neu verhandelt.

Das derzeitige von Energieberatern angebotene Themenspektrum, wird als breit und ausreichend angesehen: Verträge, Vorschriften, BHKW, LED u.a.m. Das Angebot von Energiecontrolling-Produkten reicht für den aktuellen Bedarf im Unternehmen aus.

Förderprogramme gelten für die Gesamtgruppe, da sind die Fördergrenzen schnell erreicht. Für die Maßnahme an der Produktionshalle wurde das RENplus Programm genutzt. Contracting ist derzeit kein Thema.

Fallbeispiel 2: Auslagerung an Energieberater

Der Interviewpartner ist ein leitender Mitarbeiter bei einem metallverarbeitenden Familienunternehmen mit standortübergreifend 770 Mitarbeitern und einem Umsatz von rund 140 Mio. EUR. Der Energieverbrauch liegt bei 2,1 GWh Strom und 4,2 GWh Gas pro Jahr am Standort Berlin.

Für den Befragten stehen die Dienstleistungen nebeneinander: Energieberatung, weil die Komplexität sehr hoch ist, Energiemanagement, weil es eine gesetzliche Auflage ist, Contracting spielt gar keine Rolle.

Die Einführung von ISO 50001 ist geplant bzw. erforderlich. Bisher kümmert sich der (externe) Energieberater um Energiebeschaffung, Rechnungsprüfung und Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen. Er kümmert sich auch um die Förderprogramme.

Zuletzt wurde ein neues Heizsystem in der Feuerverzinkerei sowie ein BHKW installiert. Entscheidungskriterium ist der Return-On-Investment. Ein weiteres Kriterium sind Anforderungen an das Raumklima, z. B. Gebäudedämmung, weil die Halle sonst zu kalt wird.

Energiecontrolling findet schon seit langem statt, zunächst monatlich, jetzt online in Echtzeit. Energiecontrolling rechnet sich: eine neue Steuerungstechnik bei Kompressoren führte zu Energieeinsparungen von 10 %.

Fallbeispiel 3: Effizienzpreisträger

Der Interviewpartner ist Energiebeauftragter bei einem Nahrungsmittelunternehmen. Die Energiekosten des Unternehmens betragen ca. 1 Mio. EUR jährlich. Das KMU befasst sich seit 2010 intensiv mit dem Thema Energieeffizienz und ist seit vielen Jahren Mitglied des Energieeffizientisches Berlin. Für das ganzheitliche Arrangement wurde das Unternehmen in einem der letzten Jahre mit dem Energy Efficiency Award ausgezeichnet. Seit April 2015 ist das Unternehmen nach ISO 50001 zertifiziert.

Das Unternehmen hat sich nach ISO 50001 zertifizieren, obwohl es dazu als KMU nicht verpflichtet war. Die Einführung war vergleichsweise einfach, weil es ähnlich zu anderen Management-Normen (wie Qualitätsmanagement) ist, die bereits vorhanden sind. Anfangs gab es eine Initialberatung zur Aufnahme des Ist-Zustandes durch einen Dienstleister. Ansonsten werden keine Energieberatungsleistungen nachgefragt.

Kürzlich umgesetzte Maßnahmen waren der Austausch von Elektromotoren durch effiziente Motoren. Regelmäßig ist eine Druckluftpolizei auf Leckage-Suche. Kürzlich ist das Unternehmen in die Eigenstromerzeugung durch PV eingestiegen. Als Entscheidungskriterien dient die Wirtschaftlichkeit – eine Amortisation innerhalb 3 Jahren ist sehr gut – sowie Klima- und Umweltschutzaspekte.

Contracting wird nicht durchgeführt; die Entscheidung hierfür wird von der Geschäftsführung getroffen.

Hinsichtlich der Förderprogramme ist Förderung von Energiemanagement-Software durch die BAFA bekannt. Mehr Informationen über Angebote in Berlin und Brandenburg wären jedoch wünschenswert.

3.5. Zusammenfassende Einordnung

Der Energieverbrauch in Berlin und Brandenburg teilt sich etwa hälftig auf Industrie und GHD auf. In Brandenburg ist die Industrie stärker vertreten und konzentriert sich auf die Cluster Ernährungswirtschaft (z. B. Spreewälder Gurke, Werderaner Ketchup, Eberswalder Würstchen, Neuzeller Schwarzbier, Prignitzer Cornflakes und Cottbuser Kekse), Kunststoffe/Chemie (z. B. PCK-Raffinerie Schwedt, BASF Schwarzheide, Atotech Neuruppin, Trevira Guben, die Märkische Faser Premnitz) und Metall (z. B. Kjellberg, Arcelor Mittal Eisenhüttenstadt). Bezeichnend für den Industriesektor ist eine starke Konzentration: wenige Unternehmen stehen für einen Großteil des Energieverbrauchs.

Der GHD-Sektor ist besonders stark in Berlin vertreten. Insbesondere die büroähnlichen Betriebe (einschließlich Gebietskörperschaften und Sozialversicherung), der Handel, die soziale Infrastruktur (Krankenhäuser, Kitas, Schulen und Hochschulen) und das Gaststättengewerbe

sind bedeutende Gruppen in diesem Sektor. Der GHD-Sektor ist in seiner Struktur eher heterogen, wie sich auch am hohen Anteil der Gruppe „sonstige betriebliche Dienstleistungen“ erkennen lässt.

In beiden Sektoren lassen sich auch weiterhin wirtschaftliche Energieeffizienzpotenziale identifizieren, im GHD tendenziell etwas höhere Potenziale als in der Industrie. Die Energieintensität beeinflusst den Stellenwert, den Energieeffizienz im Unternehmen hat. Energieintensive Unternehmen haben häufig einen hohen Informationsgrad und eine systematische Herangehensweise (etwa in Form eines Energiebeauftragten). Zahlreiche Maßnahmen sind in diesen Unternehmen bereits umgesetzt.

4. Anbieter von Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg

4.1. Marktstruktur Energieeffizienztechnologien in Berlin-Brandenburg

Anhand des statistischen Abgrenzungsmodells Energieeffizienztechnologien für Berlin-Brandenburg, welches im Kapitel 1.2.2 beschrieben ist, wird nachfolgend die Marktstruktur der Hauptstadtregion anhand der Kennzahlen Beschäftigte, Umsatz und Außenhandel dargestellt.

4.1.1. Beschäftigte der Region Berlin-Brandenburg im Bereich Energieeffizienztechnologien

Die Energieeffizienztechnologien entfalten in der Hauptstadtregion eine bedeutende Beschäftigungswirkung. Insgesamt sind in den beiden Bundesländern über 26.000 Beschäftigte in diesem Bereich tätig. Die Region Berlin-Brandenburg stellt damit 7 % der deutschen Beschäftigten im Bereich Energieeffizienztechnologien. Mit über 10.700 Beschäftigten ist in Brandenburg die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der Querschnittsbranche (1,4 % aller dortigen Beschäftigten) leicht höher als in Berlin (1,2 % aller dortigen Beschäftigten). Absolut betrachtet sind in Berlin knapp 15.600 Beschäftigte und in Brandenburg über 10.000 Beschäftigte im Querschnittsfeld Energieeffizienztechnologien tätig.

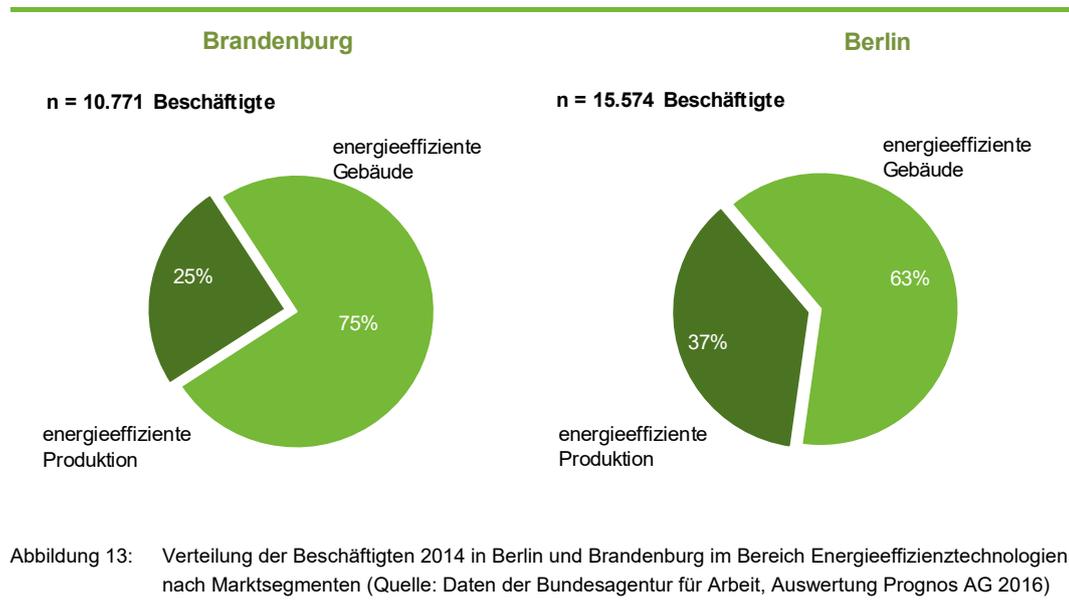
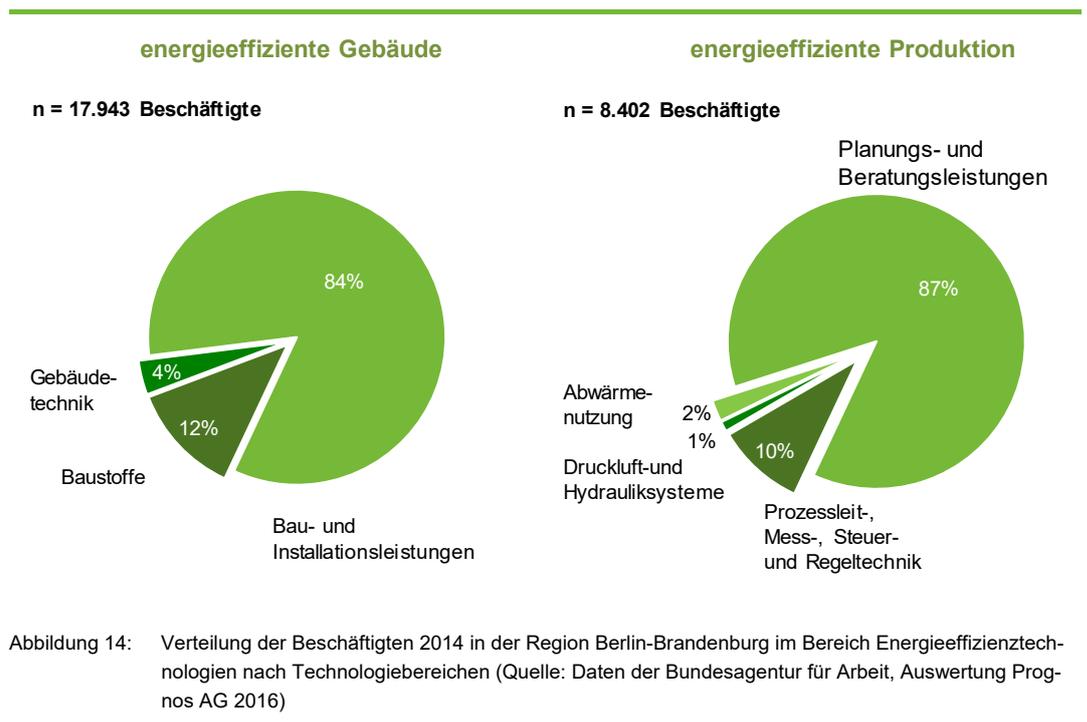


Abbildung 13: Verteilung der Beschäftigten 2014 in Berlin und Brandenburg im Bereich Energieeffizienztechnologien nach Marktsegmenten (Quelle: Daten der Bundesagentur für Arbeit, Auswertung Prognos AG 2016)

In Brandenburg liegt ein deutlicher Schwerpunkt auf dem Marktsegment energieeffiziente Gebäude (vgl. Abbildung 13), in dem drei Viertel der Beschäftigten tätig sind. Ein Viertel der Beschäftigten arbeitet damit im Marktsegment energieeffiziente Produktion. Letzteres nimmt in Berlin einen größeren Stellenwert ein, was insbesondere auf die dort stark ausgeprägten Energieeffizienzdienstleistungen im Produktionsbereich zurückzuführen ist. Somit entfallen in Berlin rund ein Drittel der Beschäftigten auf das Marktsegment energieeffiziente Produktion, gegenüber knapp zwei Dritteln im Marktsegment energieeffiziente Gebäude. Die Relation der beiden Marktsegmente zueinander, die in Berlin vorzufinden ist, entspricht in etwa der bundesweiten

Struktur. In Brandenburg ist demnach der Bereich der Gebäudeeffizienz besonders stark ausgeprägt.

Richtet man den Blick eine Ebene tiefer auf die Technologiebereiche (vgl. Abbildung 14) zeigt sich, dass in der Hauptstadtregion beide Marktsegmente jeweils von einem dominanten Technologie- bzw. Produktangebot geprägt sind.



Im Marktsegment energieeffiziente Gebäude sind 84 % der Beschäftigten im Bereich Bau- und Installationsdienstleistungen tätig. Der Anteil liegt über dem bundesweiten Durchschnitt von 70 %. Lediglich 12 % entfallen auf den Technologiebereich Baustoffe und nur 4 % der Beschäftigten sind der Gebäudetechnik zugeordnet. Die Bedeutung dieser beiden Bereiche ist in der Hauptstadtregion deutlich geringer als in Deutschland insgesamt (16 % und 14 %). Im Marktsegment energieeffiziente Produktion liegt ein deutlicher Schwerpunkt der Hauptstadtregion auf Planungs- und Beratungsdienstleistungen (87 %). Damit ist auch in diesem Marktsegment der Dienstleistungsanteil in der Region Berlin-Brandenburg stärker als in Deutschland (70 %) ausgeprägt. Nur 10 % der Beschäftigten und damit deutlich weniger als in Deutschland (21 %) arbeiten in der Herstellung von Prozessleit- und Mess-, Steuer-, Regeltechnik. Die Bereiche Abwärmernutzung und Druckluft- und Hydraulik nehmen beschäftigungsseitig keinen bedeutenden Stellenwert ein.

Die Energieeffizienztechnologien zeichnen sich in beiden Bundesländern durch ein Beschäftigungswachstum aus. Dabei entwickelten sich die Energieeffizienztechnologien in Berlin mit einem Beschäftigungsanstieg von 3,2 % p. a. im Zeitraum 2010 bis 2014 dynamischer als in Brandenburg (1,9 % p. a.). Hinsichtlich der Marktsegmente zeichnete sich in Brandenburg vor allem die industrielle Produktion mit einem Beschäftigungswachstum von 4,1 % p. a. durch eine

äußerst dynamische Entwicklung aus. In Berlin hingegen wurde ein höheres Beschäftigungswachstum im Marktsegment energieeffiziente Gebäude erreicht, wobei das Wachstumsniveau der beiden Marktsegmente zueinander in Berlin weniger voneinander abwich als in Brandenburg (vgl. Abbildung 15).

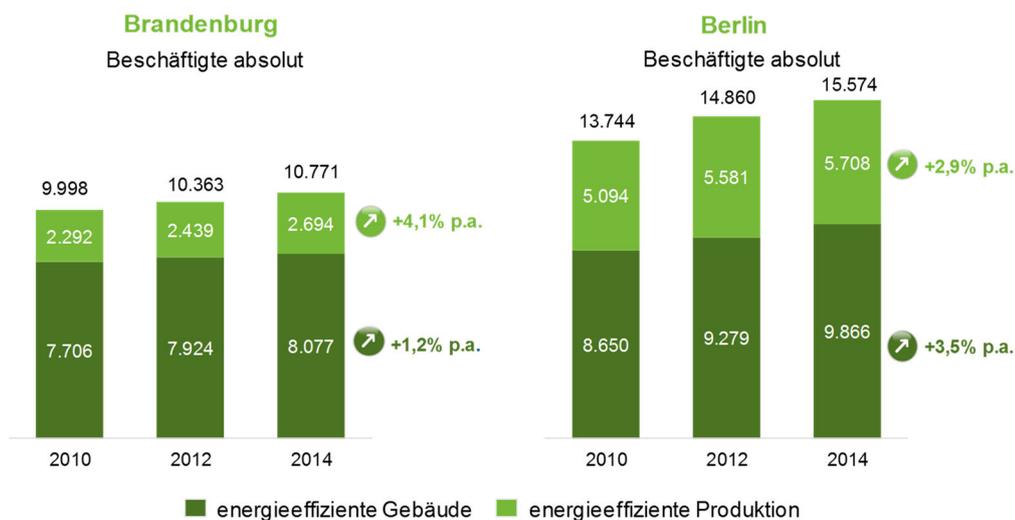
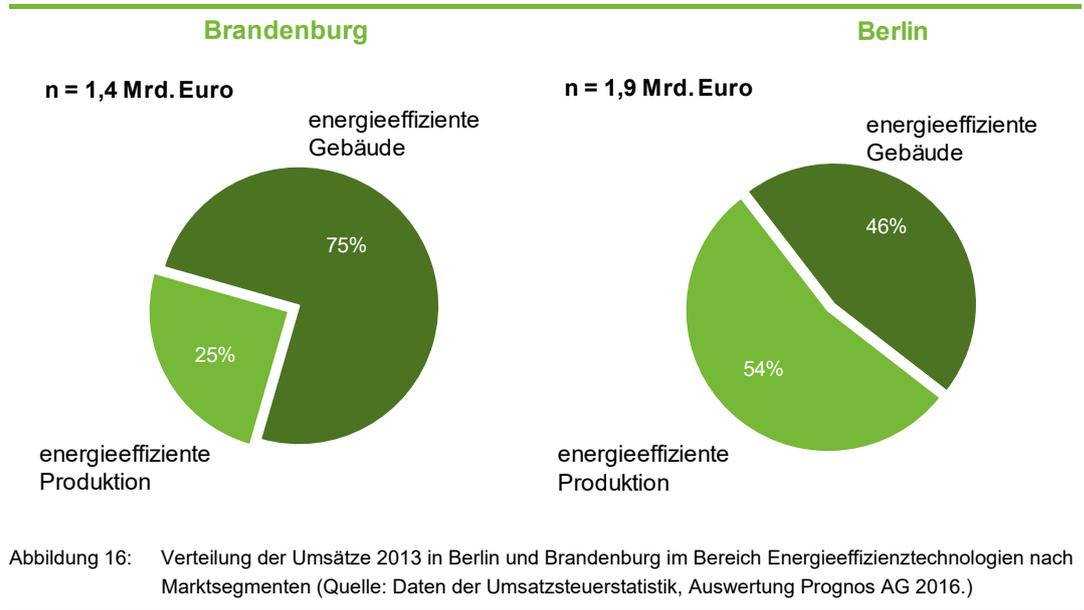


Abbildung 15: Entwicklung der Beschäftigten im Bereich Energieeffizienztechnologien in Berlin und Brandenburg 2010 bis 2014 (Quelle: Daten der Bundesagentur für Arbeit, Auswertung Prognos AG 2016)

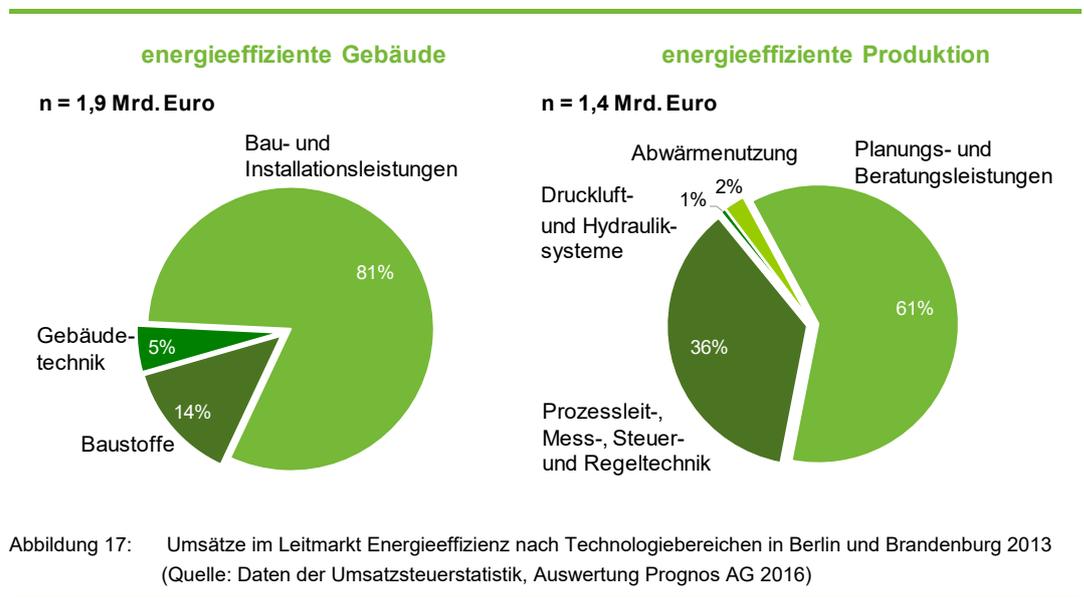
4.1.2. Umsätze der Unternehmen der Region Berlin-Brandenburg im Bereich Energieeffizienztechnologien

2013 betrug der Gesamtumsatz der Energieeffizienztechnologien in der Region Berlin-Brandenburg mehr als 3,3 Mrd. Euro. Mit 1,9 Mrd. Euro erwirtschaftete Berlin einen etwas höheren Anteil (vgl. Abbildung 16). Allerdings liegt der Anteil der in der Energieeffizienzbranche getätigten Umsätze an allen Umsätzen in Brandenburg mit 1,7 % höher als in Berlin mit 0,9 %.

In Brandenburg entspricht das Verhältnis der beiden Marktsegmente bei der Umsatzgenerierung zueinander in etwa dem Verhältnis der Beschäftigung. So entfallen drei Viertel der Umsätze auf das Marktsegment energieeffiziente Gebäude und ein Viertel auf das Marktsegment energieeffiziente Produktion. In Berlin zeigt sich hingegen das Marktsegment energieeffiziente Produktion als deutlich umsatzstärker. Während hier nur 37 % der Beschäftigten tätig sind, werden 53 % der Umsätze erwirtschaftet.



Die Analyse der Umsatzverteilung auf die Technologiebereiche gliedert die energieeffizienzbezogene Wertschöpfung in der Hauptstadtregion inhaltlich noch weiter auf (vgl. Abbildung 17).



Die im Marktsegment energieeffiziente Gebäude tätigen Unternehmen der Hauptstadtregion erwirtschafteten im Jahr 2013 rund 1,9 Mrd. Euro. Ähnlich wie bei der Beschäftigung entfällt der Großteil auf Bau- und Installationsdienstleistungen. Im Marktsegment energieeffiziente Produktion erzielten die Unternehmen im Jahr 2013 einen Gesamtumsatz von rund 1,4 Mrd. Euro. Umsatzschwerpunkte liegen hier in den Bereichen Planungs- und Beratungsleistungen sowie

in der Prozessleit- und Mess-, Steuer-, Regeltechnik. Letzterer Bereich kann trotz einer vergleichsweise geringen Anzahl an Beschäftigten hohe Umsätze erzielen.

Die Entwicklung der Umsätze (vgl. Abbildung 18) fällt noch deutlich dynamischer aus als das Beschäftigungswachstum. Insbesondere das Segment energieeffiziente Produktion wächst sehr stark (in Brandenburg 11,1 % p. a. und in Berlin 10,0 % p. a.) und erreicht ein deutlich über dem Bundesdurchschnitt (2,0 % p. a.) liegendes Wachstumsniveau. Auch das Marktsegment energieeffiziente Gebäude verzeichnet hohe Wachstumsraten (Brandenburg 9,0 % p. a. und Berlin 7,2 % p. a.). In Deutschland fällt das Wachstumsniveau mit 4 % p. a. deutlich niedriger aus. Die Energieeffizienztechnologien zählen damit in der Region Berlin-Brandenburg zu den wachstumsstarken Branchen.

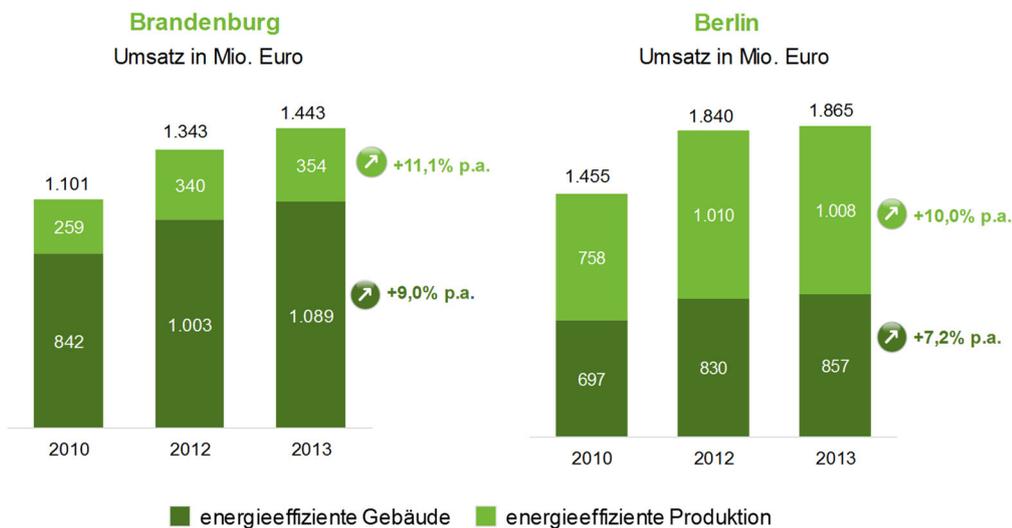


Abbildung 18: Entwicklung der Umsätze im Bereich Energieeffizienztechnologien in Berlin und Brandenburg 2010 bis 2013 (Quelle: Daten der Umsatzsteuerstatistik, Auswertung Prognos AG 2016)

4.1.3. Außenhandel der Unternehmen der Region Berlin-Brandenburg im Bereich Energieeffizienztechnologien

Mit einem Exportvolumen von über 310 Mio. Euro im Jahr 2013 ist der Außenhandel ein wichtiger Absatzkanal für die Anbieter von Energieeffizienztechnologien der Region Berlin Brandenburg. Da die Außenhandelsstatistik **lediglich Güter** und keine Dienstleistungen aufführt, ist die **Gesamtbedeutung der Exporte höher einzuschätzen**. Der Anteil der Energieeffizienztechnologien an den gesamten Warenausfuhren der Region Berlin-Brandenburg liegt bei 1,9 %. Die Energieeffizienztechnologien sind damit weniger stark exportorientiert als andere Branchen, was auch auf das Produktportfolio in der Hauptstadtregion mit einer höheren Bedeutung der Dienstleistungen zurückzuführen ist.

Mit mehr als 200 Mio. Euro ist das Exportvolumen im Bereich der Energieeffizienztechnologien in Berlin doppelt so hoch wie in Brandenburg (vgl. Abbildung 19). In beiden Ländern liegt der Exportschwerpunkt auf dem Marktsegment energieeffiziente Gebäude. Die Ungleichverteilung

der Marktsegmente ist beim Export noch stärker ausgeprägt als bei den Umsätzen. Während in Berlin noch knapp ein Drittel der Exporte auf das Segment energieeffiziente Produktion zurückgehen, ist es in Brandenburg lediglich ein Zehntel. Hier besteht ein deutlicher Unterschied zur Exportleistung von Deutschland, zu der beide Marktsegmente einen ähnlich hohen Beitrag leisten (8,9 Mrd. Euro energieeffiziente Gebäude ggü. 7,9 Mrd. Euro energieeffiziente Produktion). Dies ist unter anderem darin begründet, dass sich das Marktsegment energieeffiziente Produktion in Berlin-Brandenburg insbesondere Beratungsleistungen umfasst, deren Wertschöpfung stärker lokal ausgerichtet ist und in der Außenhandelsbetrachtung nicht berücksichtigt sind.

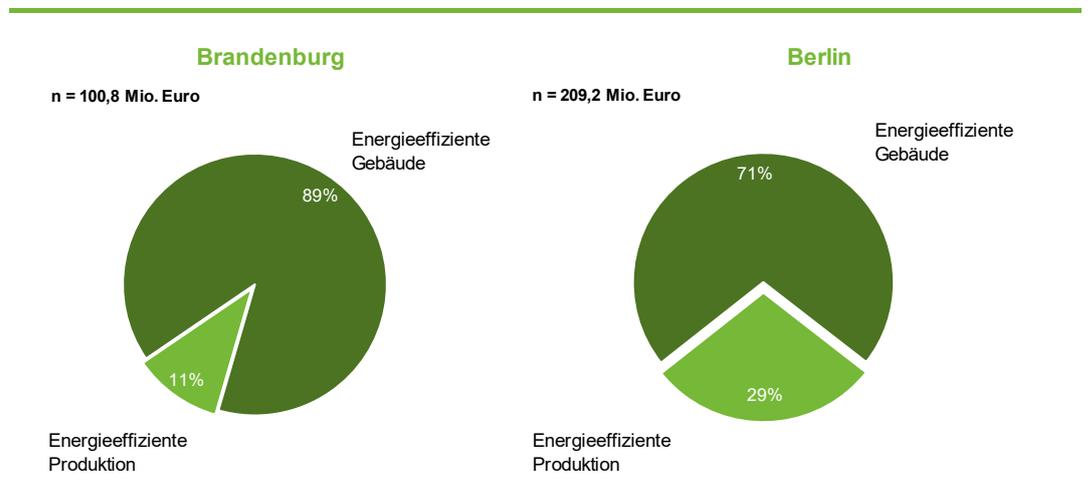


Abbildung 19: Verteilung des Exportvolumens 2013 in Berlin und Brandenburg im Bereich Energieeffizienztechnologien nach Marktsegmenten (Quelle: Daten der Außenhandelsstatistik, Auswertung Prognos AG 2016)

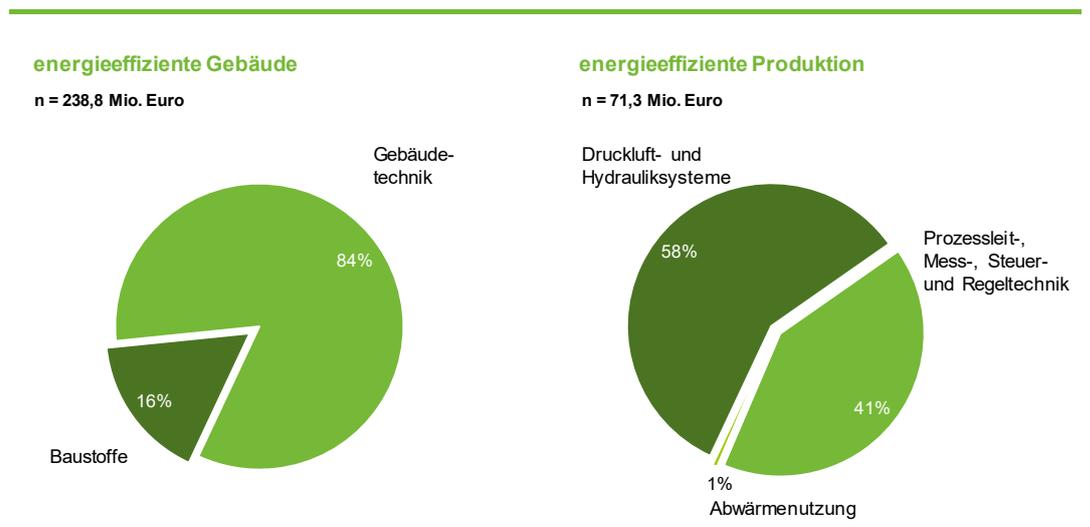


Abbildung 20: Exporte im Leitmarkt Energieeffizienz nach Technologiebereichen 2013 (Quelle: Daten der Außenhandelsstatistik, Auswertung Prognos AG 2016)

Die Auswertung nach Technologiebereichen (vgl. Abbildung 20) zeigt für das Marktsegment energieeffiziente Gebäude eine starke Fokussierung der Exporte auf den Bereich Gebäudetechnik. Die vier bedeutendsten Exportgüter stammen alle aus diesem Bereich (vgl. Tabelle 7). Im Marktsegment energieeffiziente Produktion decken die beiden vordergründigen Technologiebereiche (Druckluft- und Hydrauliksysteme sowie Prozessleit-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik) die Exportleistung ausgeglichener ab. Letzterer hat mit 41 % in der Region einen deutlich höheren Stellenwert als in der Exportleistung Deutschlands insgesamt (16 %), die stark von Druckluft- und Hydrauliksystemen dominiert wird. Der Technologiebereich Abwärmenutzung hat für den Export nur marginale Bedeutung. Tabelle 7 schlüsselt den Export von Energieeffizienztechnologien nach Einzelprodukten auf. Top Außenhandelsprodukt aus Berlin-Brandenburg sind Abluftwärmetauscher, gefolgt mit etwas Abstand von Leuchtdioden und Brennstoffzellen.

	Exportgut	Marktsegment	Technologiebereich	Exportvolumen (2013) in Mio. €			
				Gesamt	in % p.a.	BB	BE
1.	Abluftwärmetauscher	Energieeffiziente Gebäude	Gebäudetechnik	59,2	6,3%	3,2	56,0
2.	Leuchtdioden	Energieeffiziente Gebäude	Gebäudetechnik	46,0	-0,5%	39,4	6,6
3.	Brennstoffzellen	Energieeffiziente Gebäude	Gebäudetechnik	34,1	4,3%	9,5	24,6
4.	Energieeffiziente Pumpsysteme	Energieeffiziente Gebäude	Gebäudetechnik	32,6	-3,2%	0,2	32,4
5.	Hydraulische und pneumatische Komponenten und Systeme	Energieeffiziente Produktion	Druckluft- und Hydrauliksysteme	27,0	9,7%	0,2	26,8
6.	Programmierbare Schalttechnik	Energieeffiziente Produktion	Prozessleit-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik	11,3	-2,0%	6,9	4,4
7.	Energiesteuerungssysteme	Energieeffiziente Produktion	Prozessleit-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik	10,2	34,7%	0,5	9,7
8.	Effiziente Beleuchtungstechnik	Energieeffiziente Gebäude	Gebäudetechnik	9,9	18,1%	0	9,9
9.	Prozesssteuerungssysteme	Energieeffiziente Produktion	Prozessleit-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik	9,0	91,2%	0	9,0
10.	Dämmziegel	Energieeffiziente Gebäude	Baustoffe	8,3	2,2%	8,2	0,1

Tabelle 7: Top 10-Exportgüter der Energieeffizienzwirtschaft (2013) aus Berlin-Brandenburg und Entwicklung im Zeitraum 2010 bis 2013 (Quelle: Daten der Außenhandelsstatistik, Auswertung Prognos AG 2016)

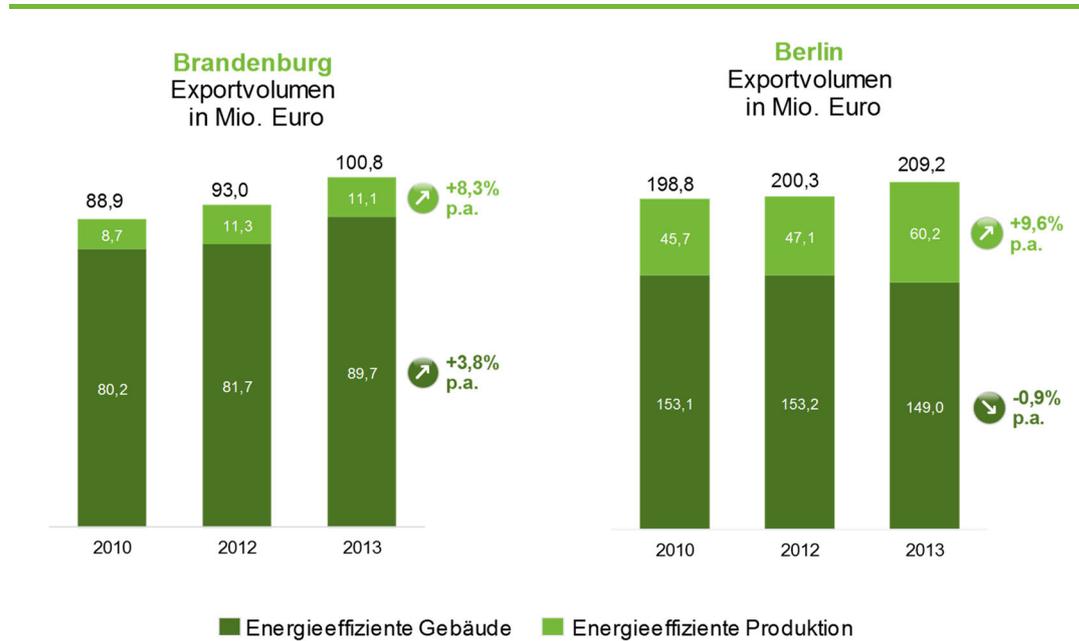


Abbildung 21: Entwicklung der Exporte im Bereich Energieeffizienztechnologien in Berlin und Brandenburg 2010 bis 2013 (Quelle: Daten der Außenhandelsstatistik, Auswertung Prognos AG 2016)

Die Exporte sind im Zeitraum 2010 - 2013 in beiden Bundesländern weniger stark gewachsen als die Umsätze. Dies deutet auf eine stärker werdende Binnennachfrage hin. Während in Brandenburg das Exportvolumen des Gebäudesegments noch um immerhin knapp 4 % pro Jahr angestiegen ist (zum Vergleich: Deutschland +5,4 % p. a.), hat Berlin es in diesem Bereich mit einem leichten Negativwachstum zu tun. Im Marktsegment energieeffiziente Produktion entwickelt sich das Exportwachstum in beiden Bundesländern stärker als in der Bundesrepublik (+7,0 % p. a.).

Zusammenfassend zeigt die Analyse die ökonomische Bedeutung der Energieeffizienzbranche auf. Sowohl mit Blick auf Beschäftigung (26.000 Beschäftigte; 2014) als auch Umsatz (3,3 Mrd. Euro; 2013) haben Anbieter von Energieeffizienztechnologien ein wirtschaftliches Gewicht in der Hauptstadtregion. In Relation zur Wirtschaftskraft hat die Branche in Brandenburg und Berlin einen ähnlich hohen Stellenwert. Die Entwicklungsdynamik ist insgesamt bei den Beschäftigten (+2,6 % p. a., 2010-2014) und besonders bei den Umsätzen (+9,1 % p. a., 2010-2013) hoch. In Bezug auf den Außenhandel zeigen sich Energieeffizienztechnologien aus Berlin-Brandenburg weniger stark exportorientiert als andere Branchen. Dennoch stellen diesbezügliche Güter mit einem Exportvolumen von 310 Mio. Euro im Jahr 2013 1,9 % der Gesamtexporte aus der Region.

4.2. Beteiligung der Akteure aus Berlin und Brandenburg an Bundesförderprogrammen im Bereich Energieeffizienztechnologien

Mit dem Ziel, relevante Anbieter von Energieeffizienztechnologien der Region Berlin-Brandenburg und deren Innovationsschwerpunkte zu identifizieren, wurde anhand der Auswertung des Förderkatalogs (FÖKAT) des Bundes die Beteiligung der regionalen Akteure an den Bundesförderprogrammen im Bereich Energieeffizienztechnologien im Zeitraum 01.01.2010 bis 01.07.2016 untersucht. Ein besonderer Fokus lag dabei auf den Unternehmen sowie Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen. Nähere methodische Ausführungen finden sich im Kapitel 1.2.3.

Im Förderbereich Energieeffizienztechnologien konnten im Bewilligungszeitraum 01.01.2010 bis 01.07.2016 für Deutschland insgesamt 8.254 **Fördervorhaben** mit einem Fördervolumen von 869,7 Mio. Euro identifiziert werden. Es handelt sich dabei ausschließlich um Projekte des BMWi und des BMUB. 320 der 8.254 Vorhaben entfielen auf die Länder Berlin und Brandenburg. Dies entspricht einem Anteil von lediglich 4 % (siehe Abbildung 22). Das Gros an Fördervorhaben konzentriert sich auf starke Industriestandorte Deutschlands. So entfällt allein die Hälfte (ca. 52 %) der Fördervorhaben auf die Länder Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Bayern. Mit Blick auf die Verteilung des **Fördervolumens** nach Regionen, kann die Hauptstadtregion ein Zehntel des gesamten Fördervolumens binden (vgl. Abbildung 22).

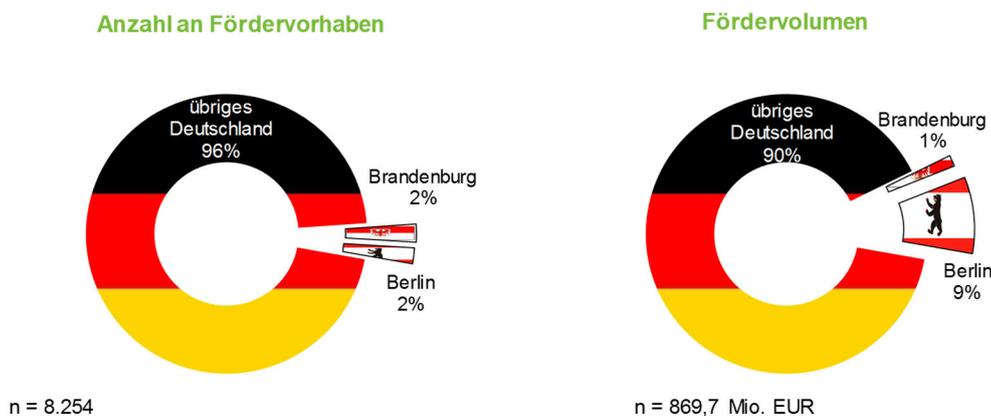


Abbildung 22: Verteilung der Anzahl an Fördervorhaben und des Fördervolumens nach Regionen im Zeitraum 01.01.2010 – 01.07.2016. (Quelle: Förderkatalogs des Bundes, Auswertung Prognos AG 2016)

Innerhalb der **Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg** zeigen sich in Bezug auf die Fördervorhaben von Energieeffizienztechnologien unterschiedliche Strukturen. Obgleich in Brandenburg und in Berlin nahezu gleich viele Fördervorhaben (170 bzw. 150 Vorhaben) bewilligt wurden, lag das Fördervolumen je Vorhaben im Durchschnitt in Berlin mit 0,51 Mio. Euro um ein Wesentliches höher als in Brandenburg mit 0,07 Mio. Euro. Das durchschnittlich höhere Fördervolumen je Vorhaben erklärt sich in Berlin über die Rolle als politisches Entscheidungszentrum. In der Hauptstadt konzentrieren sich viele Dachverbände sowie bundesweite Einrichtungen und Netzwerke (z. B. Bundesverband der Energie- und Klimaschutzagenturen Deutschlands e. V.,

Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, Deutscher Industrie- und Handelskammertag, Deutsche Unternehmensinitiative Energieeffizienz e. V.), die bundesweite Vorhaben begleiten und durchführen. Inhaltlich konzentrieren sich diese Fördervorhaben vornehmlich auf Projekte im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative (KSI). Diese bundesweit ausgerichteten Vorhaben sind finanziell zumeist mit höheren Förderbudgets ausgestattet. Entsprechend hoch ist in Berlin der Anteil des Fördervolumens (6 %), der auf Intermediäre wie Verbände, Netzwerke oder Stiftungen entfällt.

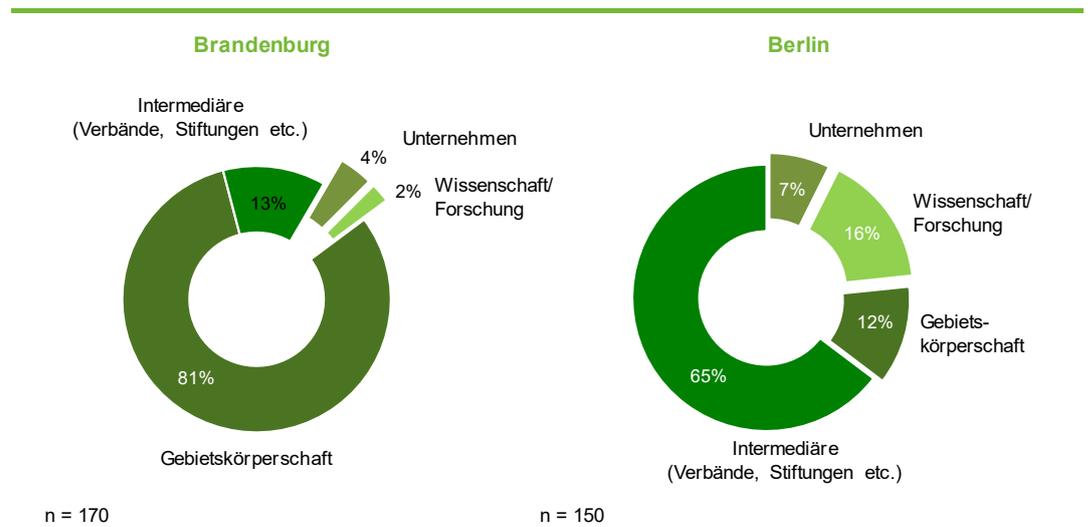


Abbildung 23: Anzahl an Fördervorhaben in Berlin und Brandenburg nach Art der ausführenden Stelle im Zeitraum 01.01.2010 – 01.07.2016. (Quelle: Förderkatalogs des Bundes, Auswertung Prognos AG 2016)

* Sonstige: Verbände, Netzwerke, Stiftungen, Ver- und Entsorger

Die hohe Relevanz der Intermediäre in Berlin zeigt sich auch anhand der Verteilung der Fördervorhaben nach der Art der ausführenden Stelle (vgl. Abbildung 23). So vereinen in Berlin Intermediäre die Mehrzahl der Fördervorhaben (65 %) auf sich. In Brandenburg hingegen entfällt mit 81 % die Mehrheit der Vorhaben auf Gebietskörperschaften. Diese führen im Schwerpunkt Vorhaben im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative durch (z. B. Erarbeitung und Umsetzung von Klimaschutzkonzepten, Klimaschutzmanagement, energetische Sanierungen). Auch in Deutschland nehmen Gebietskörperschaften mit einem Anteil von 78 % an der Anzahl an Fördervorhaben den größten Anteil ein und fokussieren sich im Kern auf Vorhaben innerhalb der nationalen Klimaschutzinitiative.

Von den 320 Fördervorhaben in Brandenburg und Berlin entfielen 18 Vorhaben auf Unternehmen und 28 Vorhaben auf Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen. Berücksichtigt man, dass einzelne Akteure mehrere Fördervorhaben durchgeführt haben, reduziert sich die Anzahl auf insgesamt 16 Unternehmen (vgl. Tabelle 8) und 13 wissenschaftliche Einrichtungen (vgl. Tabelle 9).

Unternehmen der Energieeffizienztechnologien und -dienstleistungen	Bundesland
ADAKOM GmbH Angewandte Daten- und Kommunikationssysteme	Berlin
B & O Gebäudetechnik GmbH & Co. KG	Berlin
Berliner Energieagentur GmbH	Berlin
GEA Refrigeration Germany GmbH	Berlin
Pneumatik Berlin GmbH PTM	Berlin
Rubitherm Technologies GmbH	Berlin
Siemens Aktiengesellschaft	Berlin
Vattenfall Europe Wärme Aktiengesellschaft	Berlin
ZeoSys -Zeolithsysteme - Forschungs- und Vertriebsunternehmen	Berlin
ArcelorMittal Eisenhüttenstadt GmbH	Brandenburg
HPS Home Power Solutions GmbH	Brandenburg
Prefere Resins Germany GmbH	Brandenburg
ReMetall Deutschland AG	Brandenburg
STG Combustion Control GmbH & Co. KG	Brandenburg
TTZ GmbH & Co. KG	Brandenburg
Vectron International GmbH	Brandenburg

Tabelle 8: Übersicht der Unternehmen in Brandenburg und Berlin, die im Betrachtungszeitraum Fördervorhaben im Bereich Energieeffizienztechnologien durchgeführt haben (Quelle: Förderkatalogs des Bundes, Auswertung Prognos AG 2016)

Wissenschaft und Forschungseinrichtungen aus dem Bereich von Energieeffizienztechnologien und -dienstleistungen	Bundesland
Beuth Hochschule für Technik Berlin	Berlin
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)	Berlin
Fraunhofer-Institut für offene Kommunikationssysteme (FOKUS)	Berlin
Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.	Berlin
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW)	Berlin
Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)	Berlin
PI Photovoltaik-Institut Berlin Aktiengesellschaft	Berlin
Technische Universität Berlin	Berlin
Universität der Künste Berlin	Berlin

Wissenschaft und Forschungseinrichtungen aus dem Bereich von Energieeffizienztechnologien und -dienstleistungen	Bundesland
Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg	Brandenburg
Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP)	Brandenburg
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)	Brandenburg
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK)	Brandenburg

Tabelle 9: Übersicht der Wissenschaftseinrichtungen in Brandenburg und Berlin, die im Betrachtungszeitraum Förderprojekte im Bereich Energieeffizienztechnologien durchgeführt haben (Quelle: Förderkatalogs des Bundes, Auswertung Prognos AG 2016)

Auf Basis der beforschten Fördervorhaben von Unternehmen in Brandenburg und Berlin lassen sich vier größere Forschungs- und Entwicklungsthemen identifizieren:

- Wärmeerzeugung und -verteilung,
- Wärmespeicher,
- Energierückumwandlung,
- digitale Prozess- und intelligente Energiesteuerung.

Innovationsschwerpunkt in der Hauptstadtregion bilden insbesondere die Segmente Wärmespeicher, Wärmetauscher, Wärmeerzeugung und -transport. Zentrale Schwerpunkte sind u. a. der Fernwärmehtransport, Hochtemperaturwärmepumpen, Phasenwechselmaterialien bei Hochtemperaturspeichern, Latentwärmespeicher und sorptive Wärmespeicher zur Energieeffizienzsteigerung von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen.

Im Bereich der Energierückumwandlung steht die intelligente Nutzung von Abwärme im Vordergrund auch hier im Zusammenhang mit Kraft-Wärme-Kopplung.

Dem folgt die digitale Prozess- und intelligente Energiesteuerung mit den Schwerpunkten Lastenmanagement von Stromnetzen, Smart Grids, ferngesteuertes Prozessmanagement, mobile Messverfahren zur Wärmeversorgung.

Im Vergleich zu den Fördervorhaben von Unternehmen thematisieren Einrichtungen aus Wissenschaft und Forschung verstärkt auch Innovationsschwerpunkte aus dem Bereich energieeffizienter Gebäude. So bilden neben der digitalen Prozess- und intelligenten Energiesteuerung und der Wärmeerzeugung die Innovationsthemen Gebäudehülle, weitere Gebäudetechnik (effiziente Beleuchtungstechnik, Klima- und Lüftungstechnik, innovative Heizsysteme) zentrale Schwerpunkte innerhalb der Fördervorhaben.

Kooperationen zwischen Unternehmen und Einrichtungen aus Wissenschaft und Forschung im Bereich von Energieeffizienztechnologien beschränken sich in Brandenburg und Berlin auf wenige Fördervorhaben und Themen.

Als Beispiele für Verbundvorhaben zwischen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen lassen sich folgende Themen benennen:

- optimierte Messverfahren zur Verbesserung der Energieeffizienz von Wärmeübertragungssystemen (Adakom, Physikalisch-Technische Bundesanstalt),
- Verbesserung der Energieeffizienz auf Liegenschafts- und Quartiersebene (Siemens AG, Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin, Technische Universität Berlin),
- Maßnahmen zur energetischen Optimierung von Fernwärmenetzen (Vattenfall Europe Wärme Aktiengesellschaft, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, TU Berlin).

Darüber hinaus konnten Kooperationen zwischen Unternehmen (Wärmespeicher zur Energieeffizienzsteigerung von KWK) und innerhalb des wissenschaftlichen Bereichs (dezentrale Energiesysteme in Gebäuden) in Brandenburg und Berlin anhand der Auswertung des Förderkatalogs des Bundes identifiziert werden.

Zusammenfassend lässt sich ableiten, dass bislang ein vergleichsweise geringer Anteil der Fördervorhaben und -mittel auf die Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg entfällt. Dies ist sicherlich auch auf den vergleichsweise geringen Industriebesatz in der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg zurückzuführen. Bisweilen sind Fördervorhaben im Bereich energieeffiziente Produktion in Berlin und Brandenburg im Vergleich zu Deutschland noch unterrepräsentiert. Zudem könnte dies auch in der vergleichsweise geringen Anzahl an Verbundvorhaben begründet sein. Festzuhalten ist, dass Kooperation zwischen Unternehmen und Einrichtungen aus Wissenschaft und Forschung im Bereich Energieeffizienztechnologien noch ausbaufähig sind.

Darüber hinaus werden Innovationen im Bereich der Energieeffizienztechnologien auch durch Förderprogramme auf Ebene der Bundesländer unterstützt. Eine zentrale Rolle spielt dabei die Verankerung der Thematik in den jeweiligen EFRE-Programmen von Berlin und Brandenburg.

4.3. Patentanmeldungen der Akteure aus Berlin und Brandenburg im Bereich Energieeffizienztechnologien

Wie im Kapitel zur Methodik dargestellt, fokussierte sich auch die Patentanalyse auf die Identifikation von Innovationsakteuren aus Berlin und Brandenburg und den spezifischen Innovationsthemen im Bereich der Energieeffizienztechnologien (vgl. 1.2.4). Im Betrachtungszeitraum 2006 bis 2016 konnten für die Region Berlin-Brandenburg 133 Patentanmeldungen im Bereich der Energieeffizienztechnologien identifiziert werden. Diese Patente wurden von 18 Unternehmen und einer Wissenschaftseinrichtung angemeldet. Von den 18 Unternehmen sind im Jahr 2016 noch 15 Unternehmen aktiv am Markt. Diese noch aktiven Patentanmelder sind in Abbildung 24 dargestellt.



Abbildung 24: Anmelder von Patenten aus dem Bereich der Energieeffizienztechnologien 2006-2016 (Quelle: PATSTAT, Auswertungen und Darstellung Prognos AG 2016)

15 der 19 Patentanmelder und damit knapp 80 % der Akteure haben ihren Sitz in Berlin (vgl. Abbildung 25). Allerdings haben die beiden Brandenburger Unternehmen KÖNIG Wärmepumpen GmbH und ZYRUS Beteiligungsgesellschaft mbH & Co. Patente I KG aus Brandenburg überproportional viele Patente angemeldet, so dass insgesamt ein Drittel aller Patente aus Brandenburg stammen. Wichtigster Anmelder im Betrachtungszeitraum war die SOLON SE, die allerdings 2014 aufgelöst wurde.

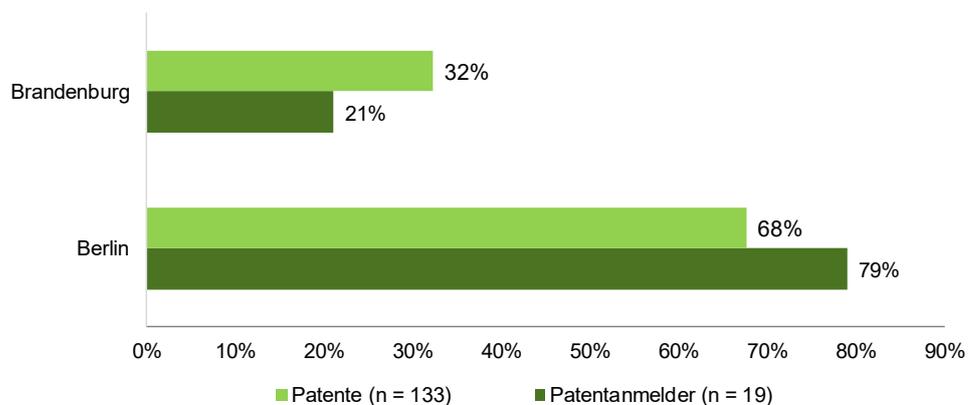


Abbildung 25: Zuordnung der Patente und Patentanmelder nach Sitz des Anmelders 2006 – 2016 (Quelle: PATSTAT, Auswertungen der Prognos AG 2016)

Die Abbildung 26 gibt Auskunft über die Zuordnung der für Berlin und Brandenburg identifizierten Patente nach Themen. Wichtigstes Themenfeld ist die Integration von erneuerbarer Energie in Gebäuden. Knapp zwei Drittel aller erfassten Patente sind diesem Themenfeld zugeordnet. Hier sind die SOLON SE, die ZYRUS Beteiligungsgesellschaft mbH & Co. Patente I KG, ABOS Resources GmbH, Inventux Technologies AG und die KÖNIG Wärmepumpen GmbH stark vertreten. Beispiele für angemeldete Patente sind etwa: „Device for an integrated multifunction parking space“, „Lightweight photovoltaic system in module plate form“ oder „Attachment device for photovoltaic modules on sloped roofs“.

Die Klima- und Lüftungstechnik (energieeffiziente Heizung, Ventilation oder Klimaanlage) ist ebenfalls ein wichtiges Themenfeld im Bereich der Energieeffizienztechnologien, auch wenn hier deutlich weniger Patente angemeldet wurden als im Bereich der Integration von erneuerbaren Energien. So entfallen 14 % der Patentanmeldungen auf dieses Themenfeld. In diesem Themenfeld ist vor allem die KÖNIG Wärmepumpen GmbH aktiv. Ein Beispiel dafür ist „Heat pump assembly for heat recovery from waste water“

Mit einem Anteil von 11 % an den Patentanmeldungen sind Enabling-Technologien oder Technologien mit einem potentiellen oder indirekten Beitrag zur Treibhausgas-Emissionenminderung der drittstärkste Bereich und damit ebenfalls für die Region von Bedeutung. Wichtige Anmelder von Patenten sind die Bundesdruckerei GmbH, Cluster Labs GmbH sowie die ubitricity Gesellschaft für verteilte Energiesysteme mbH. Beispiele von Patenten sind etwa „Method for the anonymisation of measuring values from smart meters“ oder „Device for supplying several appliances with electrical energy and method for operation“. Bei diesen Beispielen wird der indirekte Beitrag zur Treibhausgas-Emissionenminderung deutlich.

Die übrigen Themenfelder können nur vergleichsweise wenige Patente auf sich vereinen.

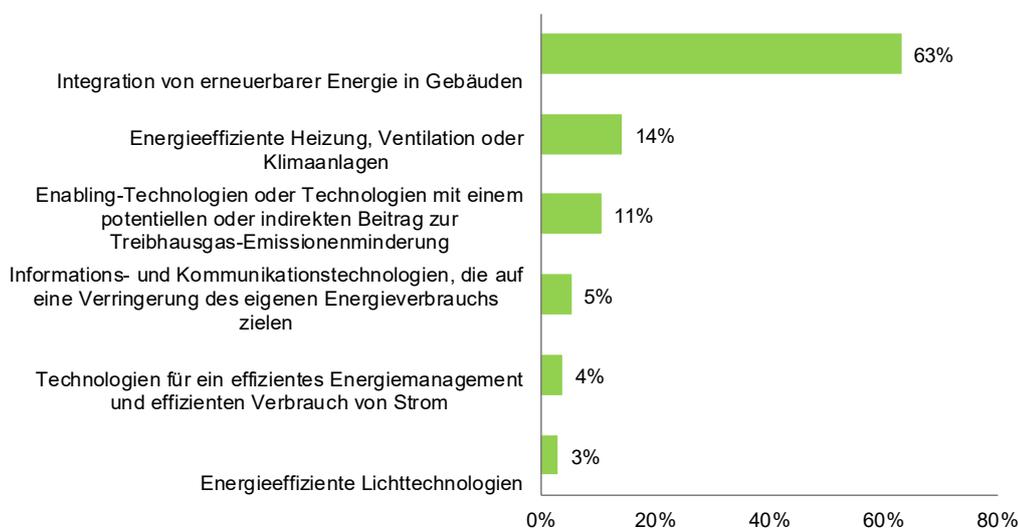


Abbildung 26: Patente* mit einem Bezug zu ausgewählten Bereichen der Energieeffizienztechnologien 2006-2016 (Quelle: PATSTAT, Auswertungen der Prognos AG 2016. * n = 133)

Als Ergebnis der Patentanalyse auf Basis der PATSTAT-Datenbank kann festgehalten werden, dass ein deutlicher Schwerpunkt der Patentanmeldungen der Berliner und Brandenburger Akteure auf dem Marktsegment energieeffiziente Gebäude liegt. Hinsichtlich der regionalen Verteilung hat die Mehrheit der Patentanmelder ihren Sitz in Berlin. Zu beachten ist zudem, dass patentierfreudige Akteure, wie SOLON SE oder die Inventux Technologies AG inzwischen nicht mehr am Markt aktiv sind.

4.4. Ergebnisse der Unternehmensbefragung

Im Rahmen der Studie wurde ein Interviewprogramm mit Anbietern von Energieeffizienztechnologien durchgeführt, um einen möglichst umfassenden Einblick in aktuelle Forschungs- und Innovationsthemen der Unternehmen zu erlangen. Auf Grundlage der vorhergehenden Patent- und Förderdatenanalyse wurden relevante Anbieter von Energieeffizienztechnologien in Berlin und Brandenburg identifiziert und um weitere Unternehmen aus dem Unternehmensregister des Clustermanagements der ZAB ergänzt. Insgesamt wurden **103 innovative Unternehmen** in der Region Berlin-Brandenburg identifiziert und telefonisch für ein Interview angefragt.

Mit insgesamt **21 Unternehmen** (20,1 %) konnten leitfadengestützte Interviews zu aktuellen Innovationsthemen im Bereich der Energieeffizienz geführt werden. Von den befragten Unternehmen haben 14 ihren Geschäftssitz in der Hauptstadt Berlin und sieben im Land Brandenburg. Dem Marktsegment energieeffiziente Gebäude konnte insgesamt etwas mehr als die Hälfte der befragten Unternehmen zugeordnet werden (56 %), während 44 % in das Marktsegment energieeffiziente Produktion eingeordnet wurden (Mehrfachnennung möglich). Themen der **Telefoninterviews** waren u. a. aktuelle Technologietrends, Innovationsthemen und Projektideen für FuE-Vorhaben der Unternehmen, der Unterstützungsbedarf bei zukünftigen FuE-Projekten, die Vernetzung von Wirtschaft und Wissenschaft sowie die Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung.

Die folgenden Ausführungen stellen eine Betrachtung der aktuellen Innovationsprioritäten und der zukünftig geplanten Schwerpunktsetzungen in der Region Berlin-Brandenburg auf Grundlage der Unternehmensbefragung dar. Die Unternehmensbefragung zeigt Perspektiven auf, erhebt aber keinen Anspruch auf Repräsentativität und Generalisierbarkeit.

4.4.1. Innovationsthemen der Unternehmen in Berlin-Brandenburg

Die Befragung gibt Einblick in die vielfältigen Innovationsaktivitäten der Unternehmen der Region. Gefragt wurde sowohl nach aktuellen Innovationsthemen als auch nach zukünftigen Forschungs- und Entwicklungsthemen, die nach Einschätzung der Interviewpartner für ihre Unternehmen relevant werden. Gesprächspartner aus der Industrie berichteten dabei von ihren jeweiligen Schwerpunkten der Produktentwicklung, Gesprächspartner aus dem Dienstleistungsbereich von darauf aufbauenden individuellen und innovativen Lösungsansätzen.

Grundsätzlich zeigt sich, dass sich die Unternehmen mit einer **Vielzahl unterschiedlicher Themen** beschäftigen. Diese bilden weite Teile des Innovationsspektrums der Energieeffizienztechnologien ab (siehe Kap. 2.2.3 und 2.2.4). Dies zeugt von einer dynamischen und vielfältigen

Innovationslandschaft in der Region. Trotz der vielfältigen Ansätze lassen sich mit Blick auf die einzelnen Marktsegmente insgesamt fünf Schwerpunktthemen ausmachen, auf die sich mehrere der befragten Unternehmen fokussieren (vgl. Abbildung 27).

Energieeffiziente Gebäude	Energieeffiziente Produktion
<p>(1) Wärmeerzeugung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wärmepumpen / Hochtemperatur-Wärmepumpen ▪ Power-to-Heat ▪ Hybride Heizsysteme ▪ Mini BHKW / Mini KWK ▪ Kälte-Wärme-Kopplung ▪ Solarthermie 	<p>(1) Digitale Prozesssteuerung & Industrie 4.0</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Energiecontrollingsysteme ▪ Echtzeit-Monitoring & Analyse ▪ Predictive Maintenance ▪ Robotik & (intelligente) Automatisierungstechnik ▪ Cyber-physische Systeme ▪ Datensicherheit ▪ Online Prozessmonitoring ▪ Prozessleit- und Regelungstechnik ▪ additive Fertigung (3D-Druck)
<p>(2) Wärmespeicher</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Latentwärmespeicher ▪ Kältespeicher ▪ Thermochemische Speicher ▪ Hoch/Niedertemperaturspeicher ▪ Abwärmespeicher ▪ Schichtenspeicher / Warmwasserspeicher ▪ Wasserstoff-Energiespeicher mit Brennstoffzelle ▪ Wärmeübertragungssysteme 	<p>(2) Energierückumwandlungstechnologien</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Kraft-Wärme-Kopplung ▪ Abwärmenutzung ▪ Abwasserwärmenutzung
<p>(3) Intelligente Energiesteuerung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Demand-Response Management ▪ Smart Home und mobile Steuerung ▪ Smart Metering 	

Abbildung 27: Innovationsschwerpunkte der befragten Unternehmen*

Erläuterung: * Die fett markierten Themen wurden am häufigsten von den Unternehmen benannt. Die übrigen Themen wurden vereinzelt erwähnt. Quelle: Prognos AG, 2016.

Drei der Schwerpunkte betreffen das Marktsegment **energieeffiziente Gebäude**. Ein Schwerpunkt liegt auf dem Bereich der **Wärmeerzeugung**. Die Hälfte der befragten Unternehmen aus diesem Bereich ist hier aktiv. Unter anderem finden verschiedene Innovationstätigkeiten in Bezug auf Wärmepumpen zur Nutzung geothermischer Wärmequellen oder auch im Hochtemperaturbereich statt. Weitere Innovationsaktivitäten fokussieren auf Power-to-Heat Technologien und deren Einbindung in hybride Heizsysteme, denen insbesondere zukünftig ein hoher Stellenwert beigemessen wird. Des Weiteren finden vereinzelt Aktivitäten zu Mini-Blockheizkraftwerken statt. Ein zweiter, damit zusammenhängender, Innovationsschwerpunkt der Unternehmen sind **Technologien zur Wärmespeicherung**. Dabei wird eine Reihe unterschiedlicher technologischer Ansätze verfolgt. Vermehrte Innovationsaktivitäten konzentrieren sich auf Latentwärmespeicher und Kältespeicher. Der dritte Innovationsschwerpunkt im Gebäudesegment, der sich aus den Unternehmensgesprächen ableiten lässt, liegt im Bereich der **intelligenten Energiesteuerung**. Hier findet eine stärkere Fokussierung auf bestimmte Technologielinien statt. Von hoher Relevanz sind insbesondere digitale Technologien für das Demand-Response-

Management, die zur intelligenten Energiesteuerung auf Abnehmer- und Erzeugerseite eingesetzt werden. Daneben gilt ein Entwicklungsfokus der Vernetzung von energieeffizienten Wärmeerzeugungs- und Speichertechnologien.

Konkrete Projektideen wurden in den Interviews nur ansatzweise ausgeführt. Ein Beispiel ist die Steuerung der Energiespeicherung über Wetterdaten. Bisher ist die Energiespeicherung nicht direkt an Wetterprognosen gekoppelt. So wird teilweise zu viel oder zu wenig Energie gespeichert. Die Regelung des Strom- bzw. Wärmeverbrauchs (z. B. bei Wärmepumpen) kann unter Zuhilfenahme von Wetterdaten optimiert werden. Ein weiterer konkreter Vorschlag ist die Übertragung der Idee des flexiblen Lastmanagements im Strombereich auf den Wasserbereich. Hierbei geht es um die Implementierung von Smart Home Technologien in der Wasserversorgung von Gebäuden und Quartieren, was unter dem Schlagwort Wasser 4.0 diskutiert wird. Bisher steht die Optimierung des Energieverbrauchs in Gebäuden im Vordergrund. Aus Sicht eines Interviewpartners würde die Einbeziehung der Wassernutzung Smart Home Lösungen komplettieren. Denn bisher kennen die Wasserversorger kaum das Nutzerverhalten ihrer Verbraucher, hierfür sind Smart Metering Technologien für Wasserzähler nötig. Wasserversorger könnten ebenfalls neue Akteure im intelligenten Strommarkt werden. Beispielsweise verfügen die Berliner Wasserbetriebe über Notstromaggregate, die ständig vorgehalten werden müssen und in das Netz eingebunden werden können. Zusätzlich produzieren sie eigenen Strom. Eine weitere Idee mit Projektpotenzial ist das sogenannte Cool-Roofing. Hier wird das Dach eines Gebäudes mit energieeffizienter Farbe bestrichen, um die Sonneneinstrahlung stärker zu reflektieren. Um die Energieeffizienzpotenziale in diesem Bereich noch umfassender auszuschöpfen, können Produzenten energieeffizienter Farbe mit Anbietern moderner Heiztechnik und Spezialisten für den Schallschutz zusammengeführt werden.

Im Marktsegment **energieeffiziente Produktion** konnten im Rahmen der Gespräche zwei weitere Innovationsschwerpunkte identifiziert werden. Ein Schwerpunkt liegt im Kontext der Entwicklungen rund um **Industrie 4.0**. Knapp zwei Drittel der befragten Unternehmen aus dem Marktsegment energieeffiziente Produktion beschäftigen sich mit diesem Innovationsfeld. Konkret werden Entwicklungen in der **digitalen Prozesssteuerung** vorangetrieben, die effizientere und optimal aufeinander abgestimmte Produktionsprozesse ermöglichen. Hierbei stehen mehrere Technologielinien im Fokus. Mit Energiecontrollingsystemen und Echtzeitmonitoring stehen aktuell Datenerfassungstechnologien und digitale Analyseansätze im Vordergrund. Eng hiermit verbunden sind Predictive-Maintenance Lösungen, zu denen ebenfalls verschiedene Innovationsaktivitäten stattfinden. Künftig wird es nach Aussage der Unternehmen noch stärker um die Verknüpfung der komplexen Informationssysteme sowie um das Thema Datensicherheit gehen. Des Weiteren finden Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Bezug auf Robotik und Automatisierungstechnik, also auf die Hardware industrieller Produktion, statt. Einen weiteren Schwerpunkt bilden **Energierückgewinnungstechnologien**. Hier konzentrieren sich Innovationsbemühungen insbesondere auf die Weiterentwicklung von Kraft-Wärme-Kopplungstechnologien.

Ein Teil der Innovationsaktivitäten der befragten Unternehmen steht im Kontext der **Digitalisierung**. Zwei der fünf Innovationsschwerpunkte basieren unmittelbar auf Digitalisierungstechnologien, aber auch bei den übrigen Themen gibt es Bezüge. Vor diesem Hintergrund wurden die Unternehmen nach Ihrer Einschätzung zu den spezifischen Chancen und Herausforderungen

für Energieeffizienztechnologien durch die Digitalisierung befragt. Das Ergebnis ist vielschichtig. In der Mehrheit werden die Chancen in den Vordergrund gestellt. Viele Gesprächspartner verbinden mit der Digitalisierung neue Geschäfts- und Innovationspotenziale. Durch die zunehmende Vernetzung von Systemen können Prozesse und Komponenten besser aufeinander abgestimmt werden. Datengestützte Monitoringverfahren und echtzeitliche Auswertung ermöglichen effiziente Wartung und bessere Steuerung. Neben Geschäftsmöglichkeiten werden auch neue Potenziale für die Energieeffizienz hervorgehoben, wie etwa die genaue Leistungsanpassung an den Bedarf und die damit verbundene Vermeidung von Überproduktion.

Neben den Chancen werden mit der Digitalisierung auch Herausforderungen verknüpft. Der Wettbewerbsdruck steigt, zum Teil auch durch neue, branchenfremde Wettbewerber. Es besteht ein hoher Investitionsbedarf. Gleichzeitig fällt einigen Unternehmen auf Grund der Komplexität des Themas die Entscheidungsfindung und Kommunikation darüber schwer. Bei Problemen gestaltet sich die Fehlersuche meist sehr aufwändig. Die Schwierigkeit, geeignete Fachkräfte zu finden, wird weiter verschärft. Nicht zuletzt wird eine wesentliche Herausforderung im Daten- und Informationsschutz gesehen.

Vereinzelt gibt es auch neutrale Haltungen, die der Digitalisierung nur eine geringe Bedeutung beimessen. Hierbei wird betont, dass sich im Wesentlichen nur Kommunikationswege und Darstellungsmöglichkeiten ändern. Auch die Rekrutierung von Fachkräften ist aus Sicht einzelner Unternehmen bislang unproblematisch.

4.4.2. Regionale Kooperationspartner aus Wirtschaft und Wissenschaft

Der überwiegende Teil der Interviewpartner stellt die hohe Bedeutung regionaler Kooperationsbeziehungen mit Forschungs- und Innovationspartnern aus Berlin und Brandenburg heraus.

Aus Sicht der befragten Unternehmen sind **Kooperationen mit Wissenschaftseinrichtungen** eine wichtige Voraussetzung, um die eigene Innovationsfähigkeit zu sichern und auszubauen. Neben Forschungsprojekten sind Praktika und Abschlussarbeiten von Studierenden ebenfalls ein wichtiger Faktor für die Unternehmen, um den Kontakt mit Universitäten und Fachhochschulen auszubauen. Die Unternehmen unterhalten vielfältige und etablierte Forschungsk Kooperationen zu Wissenschaftseinrichtungen in der Region. Dazu zählen u. a. die TU Berlin, HTW Berlin, BTU Cottbus-Senftenberg, TH Wildau oder das Fraunhofer IPK. Einzelne Gesprächspartner betonen jedoch, dass ein Großteil ihrer aktuellen Kooperationspartner **überregional** verortet ist. Als Gründe werden angeführt, dass es an geeigneten Forschungspartnern in der Region Berlin-Brandenburg mangelt bzw. dass mit ansässigen Instituten letztendlich keine Kooperation zustande kam. Gerade Unternehmen, die mit extraregionalen Forschungspartnern zusammenarbeiten, gewinnen über die Kooperation weitere Partner in anderen Bundesländern und orientieren sich so auch in zukünftigen Projekten zunehmend überregional.

Darüber hinaus wird in den Interviews mehrfach der Wunsch geäußert, noch stärker mit anderen **forschenden Unternehmen** der Region in Kontakt zu kommen. Während die Kontaktaufnahme zu Forschungseinrichtungen in der Region als weitestgehend unkompliziert beschrieben wird, ist es oft schwierig mit Unternehmen in Kontakt zu treten, die an zentralen Technologiekomponenten arbeiten.

4.4.3. Handlungs- und Unterstützungsbedarfe der Unternehmen

In den Gesprächen mit Anbietern von Energieeffizienztechnologien aus Berlin und Brandenburg konnten eine Reihe von Hemmnissen identifiziert werden, die einer intensiven und erfolgreichen Innovationstätigkeit aus Unternehmenssicht entgegenstehen. Diese beziehen sich sowohl auf die **allgemeinen Rahmenbedingungen** bei der Entwicklung bzw. Nutzung von Energieeffizienztechnologien wie auch auf **spezifische Hemmnisse in der Region Berlin-Brandenburg**. Ein Teil der identifizierten Handlungsbedarfe geht daher zunächst über das eigentliche Aufgabenportfolio der ZAB und Berlin Partner hinaus und nimmt eine eher gesamtheitliche bzw. überregionale Perspektive ein. Dennoch werden im Folgenden sämtliche von den befragten Unternehmen identifizierten Handlungsbedarfe dargestellt.

Regionale Netzwerkbildung und Innovationsunterstützung

Viele der befragten Unternehmen in Berlin-Brandenburg sind zwar an regionalen Kooperationen interessiert, bemängeln allerdings das **Fehlen geeigneter und innovativer Kooperationspartner**. Zur Umsetzung innovativer und neuartiger Ideen sind Unternehmen oft auf überregionale Kooperationspartner angewiesen sind. Einige gaben sogar an, dass sie bereits ein festes Kooperationsnetzwerk besitzen, allerdings mehrheitlich ohne Partner aus der Region. Des Weiteren haben Unternehmen in Berlin-Brandenburg häufig Schwierigkeiten damit, **Produktinnovationen erfolgreich am Markt zu platzieren**. In diesem Zusammenhang wurden von den Befragten zwei wesentliche Gründe benannt, die letztlich dazu führen, dass sich Innovationen nur schwer am Markt durchsetzen können. Als grundlegendes Hemmnis wurde eine mangelnde Abstimmung zwischen Anbietern und Anwendern innovativer Technologien angeführt. Oft gibt es auf beiden Seiten unterschiedliche Erwartungen zu Produkteigenschaften und Funktionalitäten, die letztlich die Umsetzung von Innovationen erschweren. Darüber hinaus gibt es laut den befragten Unternehmen nur eine vergleichsweise geringe regionale Nachfrage nach innovativen Energieeffizienztechnologien, wodurch die erfolgreiche Platzierung innovativer Technologien abermals erschwert wird.

Handlungsbedarfe sehen die Unternehmen ebenfalls in der **Reduzierung des zeitlichen Mehraufwandes**, der mit den Vernetzungsaktivitäten im Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg verbunden ist. Für viele Unternehmen entsteht bereits ein erheblicher Mehraufwand durch die Durchführung und Abwicklung von Förderprojekten, so dass nur begrenzte Ressourcen für Vernetzungsaktivitäten zur Verfügung stehen. Aus Sicht der befragten Unternehmen sollten daher Workshops, Seminare und Umfragen des Clusters gezielt und fokussiert eingesetzt werden, um die Zusatzbelastung gering zu halten. Ferner gab es Unternehmen, die bereits negative Erfahrungen mit Entwicklungskooperationen in Berlin und Brandenburg gemacht haben. Aus diesem Grund wurde angemerkt, dass bei der Vermittlung von Kooperationen durch die ZAB großer Wert auf verlässliche und engagierte Partner gelegt werden sollte.

Konkrete Unterstützungsbedarfe durch das Cluster Energietechnik

Ein Großteil der befragten Unternehmensvertreter stellt die Bedeutung des Clusters Energietechnik für die Initiierung und Durchführung von Projektkooperationen heraus. Aus Sicht der befragten Unternehmen liegen die zentralen Unterstützungsbedarfe bei der Suche nach geeigneten Kooperationspartnern im Rahmen der Anbahnung von Forschungskooperationen, der Forcierung von Vernetzungsaktivitäten und der Durchführung von Veranstaltungen und Workshops.

So berichten einzelne Gesprächspartner, dass durch die Unterstützung der ZAB bzw. des Clusters Energietechnik Forschungsprojekte mit regionalen Wissenschaftseinrichtungen auf den Weg gebracht wurden. Festzuhalten ist, dass auch Unternehmen, die bereits über etablierte Kooperationsstrukturen verfügen, sich weiter offen für neue Vernetzungsangebote zeigen. Eine Mehrzahl der befragten Unternehmen nimmt bereits regelmäßig an Fachtagungen und Workshops teil. Aus Sicht der Interviewten wird insbesondere die Teilnahme von Unternehmensvertretern an einer Workshop-Reihe als attraktiv erachtet, um die Praxistauglichkeit neuartiger Technologien zu diskutieren und in die Anwendung zu überführen. Darüber hinaus formulieren einzelne Interviewpartner weitere Ideen für Unterstützungsleistungen des Clusters Energietechnik. So ließe sich die interne betriebliche Weiterbildung und die Ausbildung von Fachkräften von mehreren Unternehmen gemeinsam organisieren und durchführen. Neben der Vernetzung mit anderen Akteuren wünscht sich ein Gesprächspartner zusätzlich rechtliche und administrative Beratungsangebote.

Die Art und Häufigkeit der Ansprache der Unternehmen wird im Rahmen der Unternehmensbefragung differenziert bewertet. Der Großteil der Gesprächspartner zeigt sich offen für eine aktive Kontaktaufnahme durch das Cluster Energietechnik. So möchten die Unternehmen durchaus proaktiv durch das Clustermanagement angesprochen und beispielsweise über interessante Veranstaltungen und geplante Forschungs- und Innovationsprojekte informiert werden. Auch Unternehmen, die noch keine Erfahrungen mit dem Cluster Energietechnik haben oder bereits über etablierte Kooperationsstrukturen verfügen, prüfen Angebote und Einladungen jeweils im Einzelfall.

Spezifische Rahmenbedingungen in der Region

Von den befragten Unternehmen wurde angeführt, dass **Rahmenbedingungen** zur Nutzung von Energieeffizienztechnologien in Berlin und Brandenburg verbessert werden könnten, um so auch eine größere regionale Nachfrage zu stimulieren. Es wurde beispielsweise angeregt, Wasser aus Seen und Flüssen für die Nutzung durch Wärmepumpen freizugeben. Der Bodensee sei beispielsweise erst kürzlich für eine solche Nutzung freigegeben worden und könne zukünftig mehr als 300.000 Häuser heizen und mit Warmwasser versorgen. Gemäß den Aussagen der befragten Unternehmen werden in Brandenburg und Berlin bislang solche Genehmigungen sehr restriktiv behandelt und nur in Einzelfällen erteilt, wodurch das Potenzial einer kostengünstigen und umweltfreundlichen Energiequelle nicht vollständig genutzt wird.

Übergeordnete Rahmenbedingungen

Ergänzend zu den bereits genannten Handlungsbedarfen wurden von den befragten Unternehmen auch Hemmnisse benannt, die sich nicht allein auf die Region Berlin und Brandenburg beziehen, sondern von überregionaler Bedeutung sind. Als wesentliches Hemmnis wurde die Belastung mittelständischer Unternehmen durch die **EEG-Umlage** angeführt. Durch die Zusatzkosten je kWh gemäß § 60 des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) fällt es Unternehmen zunehmend schwerer, ein gleichbleibend hohes Investitionsniveau zu halten. Somit fehlen investive Mittel, die für die Entwicklung geeigneter Energieeffizienztechnologien genutzt werden könnten. Weiterhin wird auch eine **fehlende Standardisierung** im Umfeld von Energieeffizienztechnologien von den befragten Unternehmen bemängelt. Dies betrifft u. a. die oft unzureichende Vergleichbarkeit von Energieeffizienztechnologien auf der Grundlage einheitlicher Indikatoren sowie die Interoperabilität verschiedener Systeme. Dadurch entstehen für Unternehmen Unsicherheiten, die letztlich die Implementierung entsprechender Technologien beeinflussen. Schließlich wird auch ein Ungleichgewicht bei der **Priorisierung bestimmter Förderthemen** kritisiert. Derzeitig liegt ein starker Fokus auf Energieeinsparung durch bessere Wärmeisolation (insb. Dämmung). In vielen Fällen wäre jedoch statt zunehmender Dämmung die intelligente Technikverknüpfung (z. B. von Wärmespeicher, Photovoltaik, Solarthermie) sehr viel effizienter und gewinnbringender. Zudem ist es wichtig, Maßnahmen für einen effizienteren Wärmeschutz verstärkt zu fördern, da der sommerliche Energieverbrauch durch Klimaanlagen stetig zunimmt.

4.5. Zusammenfassende Einordnung

Mit rund 26.000 Beschäftigten und einem Umsatz von mehr als 3,3 Mio. Euro stellen die Energieeffizienztechnologien einen wichtigen Bereich in der Region Berlin-Brandenburg innerhalb der Umweltwirtschaft dar. Der Schwerpunkt in der Hauptstadtregion liegt im Marktsegment energieeffiziente Gebäude, auf den rund zwei Drittel der Beschäftigten und 57 % der Umsätze entfallen. In beiden Marktsegmenten dominieren die Dienstleistungen (Bau- und Installationsleistungen bzw. Planungs- und Beratungsleistungen). Hersteller von Energieeffizienztechnologien sind im Vergleich zu Deutschland in der Region weniger stark konzentriert. Kennzeichnend für das Querschnittsfeld ist die hohe Dynamik bei Umsatz und Beschäftigung. Dabei erzielte die Region im Zeitraum 2010-2013 in beiden Marktsegmenten ein über dem Bundesniveau liegendes Umsatzwachstum.

Vor dem Hintergrund des vergleichsweise geringen Industriebesatzes in der Hauptstadtregion, konnten nur wenige Unternehmen identifiziert werden, die in den letzten 10 Jahren Patente im Bereich Energieeffizienztechnologien angemeldet haben. Inhaltlich liegt ein deutlicher Schwerpunkt der identifizierten Patente auf dem Marktsegment energieeffiziente Gebäude.

Auch die Analyse der Fördervorhaben des Bundes zeigt bisher eine eher verhaltene Beteiligung von Wirtschaft und Wissenschaft an den Forschungsvorhaben des Bundes im Bereich Energieeffizienztechnologien. Insbesondere im Bereich der industriellen Produktion sind Forschungsvorhaben in der Region im Vergleich zu Deutschland bisher unterrepräsentiert, was ebenfalls auch auf den geringen Industriebesatz zurückzuführen ist. Betrachtet man die durch-

geführten Forschungsvorhaben kristallisieren sich die Themen Wärmeerzeugung und -verteilung, Wärmespeicher, Energierückumwandlung und digitale Prozess- und intelligente Energiesteuerung als Schwerpunktthemen von Forschung und Entwicklung in der Hauptstadtregion heraus.

Die Ergebnisse der Unternehmensbefragung zeigten ebenfalls eine Fokussierung hinsichtlich bedeutender Innovationsthemen in der Region Berlin-Brandenburg. So konnten im Bereich energieeffiziente Gebäude die Themen Wärmeerzeugung, Wärmespeicher und Intelligente Energiesteuerung als zentrale Innovationsthemen herausgearbeitet werden. Im Bereich der energieeffizienten Produktion liegt ein besonderer Fokus auf den Themen digitale Prozesssteuerung & Industrie 4.0 sowie Energierückumwandlungstechnologien. Kooperationen mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft ist für die Unternehmen von zentraler Bedeutung. Gleichzeitig wiesen die Unternehmen auf die Probleme bei der Kooperationsanbahnung zum einen sowie bei der erfolgreichen Platzierung von Produktinnovationen am Markt zum anderen hin.

Darüber hinaus zeigte sich in den Interviews ein hoher Unterstützungsbedarf bei den Unternehmen. Das Clustermanagement wird von den Unternehmen als wichtiger Akteure bei der Anbahnung von FuE-Kooperationen gesehen. Zugleich sehen die Akteure Aktivitäten zur Vernetzung und die Durchführung von Veranstaltungen und Workshops rund um die Innovationsthemen als wichtige Aufgabe des Clustermanagements an.

5. Innovationsfelder und Handlungsempfehlungen

5.1. Nachfrager von Energieeffizienztechnologie

Der Energieverbrauch in Berlin und Brandenburg verteilt sich etwa je zur Hälfte auf Industrie und GHD auf. In Brandenburg ist die Industrie stärker vertreten und konzentriert sich auf die Cluster Ernährungswirtschaft²⁵, Kunststoffe/Chemie²⁶ und Metall²⁷. Bezeichnend für den Industriesektor ist eine starke Konzentration: wenige Unternehmen stehen für einen Großteil des Energieverbrauchs, gerade in den eher energieintensiven Branchen.

Der GHD-Sektor ist besonders stark in Berlin vertreten. Insbesondere die büroähnlichen Betriebe (einschließlich Gebietskörperschaften und Sozialversicherung), der Handel, die soziale Infrastruktur (Krankenhäuser, KITAS, Schulen und Hochschulen) und das Gaststättengewerbe sind bedeutende Gruppen in diesem Sektor. Der GHD-Sektor ist in seiner Struktur eher heterogen, wie sich auch am hohen Anteil der Gruppe „sonstige betriebliche Dienstleistungen“ erkennen lässt.

In beiden Sektoren lassen sich auch weiterhin wirtschaftliche Energieeffizienzpotenziale identifizieren, im GHD tendenziell etwas höhere Potenziale als in der Industrie. Die eigentliche Herausforderung liegt dabei aber nicht im Bereich der Potenziale, sondern häufig in strukturellen Fragen.

Bei kleineren Unternehmen sind vor allem fehlende personelle Ressourcen ein wichtiges Hemmnis. In der Regel gibt es außerhalb von Energieeinkauf (der eher vom kaufmännischen Bereich durchgeführt wird) keine direkten Verantwortlichkeiten und Kapazitäten, da die Betriebsingenieure ihre Zeit ganz den Erfordernissen der Produktion widmen müssen. In (noch) kleineren Betrieben würde die Umsetzung von Energieeffizienz die wertvolle Ressource des Geschäftsführers binden.

Die Energieintensität beeinflusst den Stellenwert, den Energiekosten und in der Folge die Energieeffizienz im Unternehmen hat. Energieintensive Unternehmen haben häufig einen höheren Informationsgrad, eine systematischere Herangehensweise (etwa in Form eines Energiemanagementsystems, eines professionellen Energiebeauftragten) und häufig zahlreiche Maßnahmen umgesetzt, insbesondere, wenn Kernprozesse betroffen sind. Allerdings schließt auch diese Sensibilisierung gegenüber Energiekosten nicht aus, dass diese Unternehmen bei Maßnahmen, die jenseits der Kernprozesse haben, trotzdem auch blinde Flecken haben, zumal der restliche Energieverbrauch (etwa in Wirtschafts- und Verwaltungsgebäuden) keine nennenswerte Rolle spielt.

Eine weitere Herausforderung, die in der Industrie gerade bei Effizienzinvestitionen außerhalb der Kernprozesse eine Rolle spielt, ist die Erwartungshaltung bzw. sind die Konzernvorgaben bzgl. der Amortisationszeiten. In der Regel wird ein Payback unterhalb von 3 Jahren erwartet, dies ist eine Herausforderung gerade für infrastrukturelle Effizienzmaßnahmen. Bei diesen (an-

²⁵ z. B. Spreewälder Gurke, Werderaner Ketchup, Eberswalder Würstchen, Neuzeller Schwarzbier, Prignitzer Cornflakes und Cottbuser Kekse.

²⁶ z. B. PCK-Raffinerie Schwedt, BASF Schwarzheide, Atotech Neuruppin, Trevira Guben, die Märkische Faser Premnitz.

²⁷ z. B. Kjellberg, Arcelor Mittal Eisenhüttenstadt.

sonsten) schon hochrentablen Maßnahmen ist für Bund oder Land der Einsatz von Fördermitteln nicht mehr zu begründen. Vielmehr müssen für die Unternehmen anderweitige, eher organisatorisch-unterstützende Maßnahmen geschaffen werden.

Bei der Ansprache der Unternehmen können vorhandene Organisationsstrukturen genutzt bzw. weiter ausgebaut werden. In Berlin und Brandenburg sind beispielsweise mit der Energiesparagentur Brandenburg, Berliner Energieagentur und mit dem Energieeffizienztisch+ bereits Informationskanäle geschaffen. Darüber hinaus organisieren Unternehmen sich teilweise firmenintern in standortübergreifenden Arbeitskreisen oder in informellen Netzwerken wie bei den Umweltfachgesprächen, die ursprünglich auf Initiative der Daimler AG vor über einem Jahrzehnt entstanden und bis heute weiterbestehen.

Neue Möglichkeiten zur Ansprache der Unternehmen werden geschaffen durch die Bundesinitiative Energieeffizienz-Netzwerke. In Berlin/Brandenburg haben bereits sechs Netzwerkträger ihren Sitz²⁸. Die Mitgliedsunternehmen in den Netzwerken stammen häufig aus dem gesamten Bundesgebiet und bieten somit eine Möglichkeit eines Regionen übergreifenden Austausches.

5.2. Anbieter von Energieeffizienztechnologien

Aus Anbietersicht bietet die Energiewende, insbesondere im Bereich der Energieeffizienz, zahlreiche neue Herausforderungen und Geschäftsmöglichkeiten, vor allem in Verbindung mit den technologischen Megatrends der Digitalisierung und der Dezentralisierung. Auch bei der weiteren Arbeit des Clusters sollte das Thema Energieeffizienz einer klaren Struktur folgen. Hier bietet es sich an die Struktur der beiden Marktsegmente energieeffiziente Gebäude und energieeffiziente Produktion und ihrer spezifischen Themen aufzugreifen.

Eine zunehmend spannende Schnittstelle bietet sich für beide Bereiche „Gebäude“ und „Produktion“ bei der objektnahen Erzeugung (zunehmender Trend zum „Prosumer“), weshalb geprüft werden sollte, ob die „Energieeffizienz“ um dieses Handlungsfeld erweitert werden sollte:

Objektnahe und dezentrale Erzeugung, insbesondere

- Objektnahe Kraft-Wärme-Kopplung (KWK),
- Objektnahe EE-Anlagen,
- Objektnahe Systemintegration, Flexibilität und Speicherung.

Ferner bildet auch für erfahrene Anbieter die Dynamik und Komplexität der Energiewende eine besondere Herausforderung. Zwei Punkte gewinnen dabei aus Anbietersicht eine zunehmende Bedeutung:

(1) Komplexität des Energiegesamtsystems

- Wie entwickelt sich das Gesamtsystem?

²⁸ WVM plus, Energie-Effizienz-Netzwerk-Verkehr, Kommunales Energienetzwerk Cottbus, bbs effizient, sowie EnBW Netzwerk Energieeffizienz Hannover 3 und Weser-Ems 2.

- Wie verändert sich die Bedeutung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien als die zwei zentralen Säulen des dekarbonisierten Energiesystems?
- Wie entwickelt sich das Verhältnis von zentralen Systemen zu dezentralen Systemen?
- Welche Energieträger sind zukunftsfähig und zu welchen Preisen kann man diese langfristig beziehen?

(2) Dynamik der Regulierung

- Welche groben Linien bestimmen die Entwicklung der Märkte kurz-, mittel- und langfristig?
- Wie entwickeln sich das Marktdesign, die Umlagesysteme und damit verbunden die Preisstruktur für Endkunden?
- Welche ordnungsrechtlichen Vorgaben sind zu erwarten?
- Wie nachhaltig sind die Förderbudgets aus den öffentlichen Haushalten? Lohnt es sich, Geschäftsmodelle auf die Förderung bzw. Begünstigung abzustellen?

Innovationsthemen und Projektideen

Aus der Analyse des Förderkataloges und aus der Unternehmensbefragung lassen sich potenzielle Themencluster in den Segmenten energieeffiziente Gebäude und Produktion ableiten, in denen eine relevante Anzahl forschender Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen in der Region aktiv ist und aus Sicht der Gesprächspartner konkreter Austauschbedarf zu aktuellen Innovationsthemen besteht. Zugleich zeigte sich ein Großteil der befragten Unternehmensvertreter interessiert an Veranstaltungen und Workshops des Clusters Energietechnik zu ausgewählten Themen. Vor diesem Hintergrund empfehlen wir, Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Rahmen von themenspezifischen Workshops zusammenzubringen. Ziel der Workshops ist es zum einen den themenspezifischen Austausch zwischen den Akteuren und das Kennenlernen zu befördern und zum anderen gemeinsam Ideen für mögliche Forschungsvorhaben zu entwickeln.

Abbildung 28 gibt einen Überblick über Innovationsthemen, die sich aus den durchgeführten Analysen als besonders relevant für die Region Berlin-Brandenburg herauskristallisiert haben und in Workshops vertieft werden sollten.

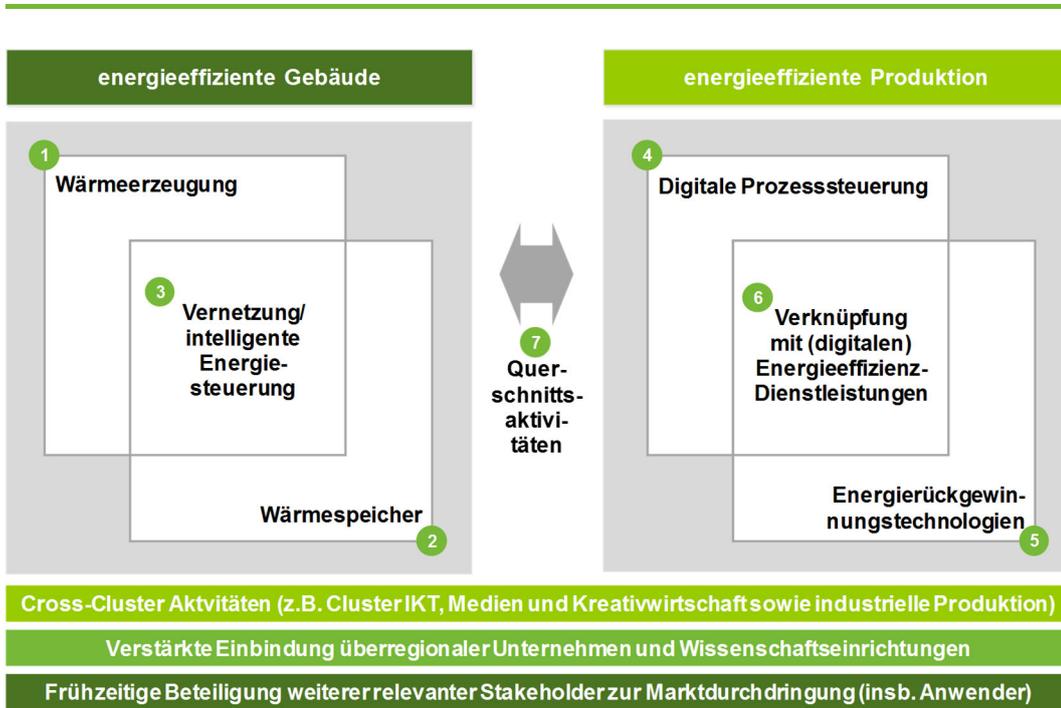


Abbildung 28: Mögliche Workshop-Themen (Quelle: Prognos AG 2016)

Im Bereich **energieeffiziente Gebäude** lassen sich drei Themencluster identifizieren, die potenziell in Form von Workshops näher beleuchtet werden können. Der Schwerpunkt **Wärmeerzeugung** (1) thematisiert insbesondere hybride Systeme und Wärmepumpen. Der Bereich **Wärmespeicher** (2), z. B. Technologien wie Latentwärmespeicher oder thermochemische Speicherung, ist ein weiterer thematischer Schwerpunkt. Ein sehr hohes Workshop-Potenzial ergibt sich zudem im Bereich der **Vernetzung bzw. intelligenten Energiesteuerung** (3). Ein konkreter Vorschlag seitens der Interviewpartner ist die Verbindung von Technologien der Wärmeerzeugung (z. B. Solarenergie oder Wärmepumpen) und Technologien der Wärmespeicherung. Daneben bieten sich die Übertragung von Konzepten der Wärmeerzeugung und -speicherung aus anderen Anwendungsfeldern sowie die umfassende Vernetzung von Energieströmen als Themenfokus an. Auch Smart Home und Smart Metering Technologien zur Darstellung von Energieverbräuchen in Echtzeit und deren intelligente Steuerung fallen in diesen Bereich. Ein weiterer interessanter Aspekt, der in den Interviews genannt wurde und in einem Workshop-Konzept integriert werden sollte, ist die Einbindung und frühzeitige Beteiligung aller relevanten Stakeholder für die Technologie-Implementierung bzw. Marktdurchdringung im Gebäudebereich. Hier sollten neben Anbietern von Energieeffizienztechnologien auch Wohnungsbaugesellschaften, Facility-Manager, Energieversorger sowie IKT-Anbieter einbezogen werden. Beispielsweise agieren Anbieter von Energieeffizienztechnologien i. d. R. in hochdynamischen Märkten mit kurzen Technologiezyklen (z. B. Smart Home Technologien), während große Abnehmer wie Wohnungsbaugesellschaften bei Investitionen im Bestand bedeutend längere Nut-

zungszeiträume ansetzen. Durch die umfassende Beteiligung kann das gegenseitige Verständnis für die jeweils anderen Bedarfe geschärft werden und zukünftige anwendungsorientierte FuE- und Demonstrationsprojekte in der Hauptstadtregion entwickelt werden.

Für den Bereich **energieeffiziente Produktion** lassen sich ebenfalls drei Themencluster herausstellen, die in Workshops weiter vertieft werden können. Ein thematischer Schwerpunkt ist die zunehmende **digitale Prozesssteuerung** (4) im Produktionsbereich, z. B. die energieeffiziente Steuer- und Regelungstechnik für Versorgungs- und Produktionsanlagen. Ein weiterer Schwerpunkt thematisiert **Energierückgewinnungstechnologien** (5) im Produktionsbereich, z. B. Abwärmenutzung oder energieeffiziente Thermoprozesse. Als dritter Schwerpunkt mit sehr hohem Workshop-Potenzial ist die **Verknüpfung mit (digitalen) Energieeffizienz-Dienstleistungen** (6) anzuführen. Die spezifische Branchenstruktur in Berlin-Brandenburg zeichnet sich durch spezialisierte Ingenieur- und Forschungsdienstleister aus. Verstärkte cross-cluster Aktivitäten und engere Schnittstellen, z. B. mit dem Cluster IKT, Medien und Kreativwirtschaft sowie Akteuren aus dem Bereich industrielle Produktion könnten dazu beitragen, dass spezialisierte Energieeffizienzdienstleister frühzeitig die zentralen Kundenprobleme in anderen Branchen identifizieren und gemeinsam Projekte entwickelt werden können. Gerade im Produktionsbereich ist es überlegenswert, die Forschungseinrichtungen, die spezialisierten Technologieanbieter und Dienstleister in der Region Berlin-Brandenburg enger mit Industriepartnern in anderen Regionen zusammenzuführen. Ziel ist es, Kooperationen mit überregionalen Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen auszubauen, um bestehende Lücken in der regionalen Innovationskette zu schließen. Aus diesen Verknüpfungen könnte weiteres Projektpotenzial für die Akteure in der Region entstehen.

Ein weiteres Workshop-Potenzial liegt in **Querschnittsaktivitäten** von Anbietern von Energieeffizienztechnologien sowohl im Gebäude- als auch im Produktionsbereich (7). Als wichtiges Thema wird von den Gesprächspartnern der Aspekt Sicherheit und Analyse von Energieeffizienzdaten genannt. Im Energieeffizienzbereich besteht noch viel Potenzial für die Auswertung und Visualisierung von Sensordaten. Der verstärkte Einsatz von Sensoren generiert in ganz unterschiedlichen Branchen vielfältige Rohdaten, die ausgewertet, visualisiert und interpretiert werden können. Interessant erscheint es, Möglichkeiten und Grenzen der Analyse von Sensordaten in den Bereichen energieeffiziente Gebäude und Produktion (z. B. durch den verstärkten Einsatz von Smart Home Technologien in Gebäuden oder in der Fertigungstechnik) mit den Erfahrungen in anderen Branchen zu koppeln. Denn Techniken, die sich mit Anomalien und Mustererkennung beschäftigen (z. B. im Bereich der Medizintechnik oder im Maschinenbau) sind tendenziell auch auf Energieeffizienzdaten übertragbar. Hierzu sollten neben neuen Energieeffizienz-Startups aus der Hauptstadtregion auch IT-Startups beteiligt werden, die an Auswertungs- und Visualisierungstechnologien für andere Branchen arbeiten.

Generell sollten sowohl im Gebäude- als auch im Produktionsbereich bei der Konkretisierung der Workshops bzw. der Unterstützung der regionalen Akteure bei der Anbahnung von FuE-Kooperationen drei Aspekte berücksichtigt werden:

- **Cross-cluster Aktivitäten** (z. B. mit dem Cluster IKT, Medien und Kreativwirtschaft sowie der Bereich industrielle Produktion) sollten forcieren werden.

- Weitere **relevante Stakeholder für die Marktdurchdringung** sollten frühzeitig beteiligt werden, um die spezifischen Bedarfe der Anwender zu berücksichtigen und so die Marktreife zu beschleunigen.
- Verstärkte Einbindung **überregionale Akteure**, wenn passfähige Kooperationspartner in der Region Berlin-Brandenburg nicht vorzufinden sind.

Energie(effizienz)dienstleistungen

Ein interessantes Handlungsfeld bietet das Zukunftsthema „Energie(effizienz)dienstleistungen“, insbesondere, weil sich auch die klassischen Akteure im Energiemarkt zunehmend von der reinen Lieferung von Commodity-Produkten zur Bereitstellung von Dienstleistungen rund um Energie weiterentwickeln.

Die Region Berlin-Brandenburg verfügt – auch im bundesweiten Vergleich – über eine vergleichsweise lange Tradition im Bereich der Energiedienstleistungen, insbesondere Contracting. In Berlin wurden bereits Anfang der 90er Jahre die ersten Wärmeliefer-Modelle entwickelt, z. T. befördert durch alternative Wohnprojekte, die sich selbst mit KWK Anlagen versorgen wollten. In der Folge hat sich in Berlin eine dynamische Szene von Contractoren entwickelt, die sich mit innovativen Ideen und Konzepten und Versorgungslösungen bemühen und bewerben. Diese Konzepte wurden u. a. nicht nur durch die Töchter der regionalen Energieversorger (GASAG, Vattenfall, etc.), sondern auch durch die in den urbanen Räumen ansässigen großen Wohnungsunternehmen, die sowohl in Berlin wie auch in Brandenburg eine wichtige Rolle spielen, forciert.

Schon sehr frühzeitig wurden Contracting-Modelle mit KWK, Erneuerbaren Energien und objektseitigen Effizienzmaßnahmen verknüpft. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Berliner Energiesparpartnerschaft, bei der unter der Federführung des Senats und der fachlichen Leitung der Berliner Energieagentur große Pools von öffentlichen Liegenschaften gebündelt und für Energiespar-Wettbewerbe ausgeschrieben wurde. Auch diese Projekte haben bundesweit tätige Contractoren und Energieeffizienz-Dienstleister in die Region gelockt, die seitdem mit ihren Niederlassungen in der Hauptstadtregion tätig sind

Auch wenn das Marktumfeld für Contracting und Energiedienstleistungen komplex ist und regulatorische Risiken birgt, ergeben sich gerade durch die Megatrends Dezentralisierung und Digitalisierung Chancen für neue Geschäftsmodelle. Dabei gilt es vermehrt, neue und faire Kooperationsformen zu nutzen, damit die gewachsenen Ressourcen (Knowhow, Erfahrung, Kapitalkraft) etablierter Akteure mit den dynamischen und innovativen Ideen junger Start-ups interagieren und sich idealerweise gegenseitig ergänzen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass dabei häufig eher unterschiedliche Unternehmenskulturen aufeinandertreffen.

5.3. Übergreifende Ansatzpunkte

Vor dem Hintergrund ambitionierter Klimaschutzziele und angesichts des Umbaus unseres Energiesystems gewinnt die Energieeffizienz zunehmend an Bedeutung. Dies zeigen auch die aktuellen Abstimmungs- und Diskussionsprozesse rund um den „Klimaschutzplan“ oder das „Grünbuch für Energieeffizienz“, das die Bundesregierung im August 2016 veröffentlicht hat. Mit dem „Masterplan Energietechnik Berlin-Brandenburg“ kann die Hauptstadtregion die Chance nutzen, diese Dynamik aufzugreifen und die Clusterakteure, insbesondere Unternehmen auf Hersteller und Anwenderseite sowie die Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen in Berlin-Brandenburg weiter zu vernetzen. Damit kann die Entwicklung und Anwendung energieeffizienter Technologien und Verfahren in der Hauptstadtregion weiter gestärkt werden.

Die energiepolitisch zunehmende Bedeutung der Energieeffizienz kann nicht darüber hinweg täuschen, dass es sich um ein Handlungsfeld mit großer Heterogenität, sehr unterschiedlichen Strukturen und Interessen handelt. Energieeffizienz ist in vielen Handlungsbereichen grundsätzlich möglich, machbar und umsetzbar. Während sie jedoch für Anbieter eine zentrale Rolle im eigenen Geschäftsmodell spielt, steht das Thema für gewerbliche Energieverbraucher häufig eher am Rande. Nur für energieintensive Unternehmen stehen Energiekosten und Energieverbrauch in der engeren Beobachtung, für viele andere macht Energie einen eher geringen Anteil in der Kostenstruktur des Unternehmens aus.

Getrennte Bearbeitung von Angebot und Nachfrage

Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden die Ansatzpunkte für mehr Energieeffizienz sowohl für die Hersteller- und Anbieterseite, wie auch für die Energienachfrager beleuchtet.

Diese systematische Trennung hat ein aufschlussreiches Bild für beide Seiten geliefert: Energieeffizienz ist schon lange kein regionaler Markt mehr, für beide Marktseiten dominiert längst die überregionale und (teilweise) globale Perspektive. Während man am ehesten im Bereich der Bauwirtschaft (z. B. personalintensive Handwerkerleistungen oder im Bereich der Baustoffe wie Zement oder Ziegel) noch regionale Märkte findet, sind für alle weiterführenden Produkte (insbesondere Anlagen und Ausrüstungen) die Märkte überregional ausgerichtet. So bleibt realistisch festzustellen, dass für energieeffiziente Hauptausrüstungen in den Branchen Metall, Steine und Erden, Chemie und Papier keine Anbieter in der Region identifiziert werden konnten.

Ein Grund dafür ist der hohe Spezialisierungsgrad, der genau wie in anderen Branchen auch für Anbieter energieeffizienter Ausrüstungen gilt. Insofern wird ein großer Energienachfrager der Region bei einem Energietechnologieanbieter der Region nur in Ausnahmefällen die passgenaue und energieeffiziente Lösung finden. Umgekehrt ist es daher wenig überraschend, wenn die Hersteller von energieeffizienten Ausrüstungen für Neben- und Querschnittsprozesse wiederum die mangelnde Nachfrage beklagen, besonders auch aus regionalen KMU. Gerade angesichts begrenzter personeller und finanzieller Ressourcen sind KMU sehr darauf angewiesen, sich auf die wesentlichen Aspekte ihres Kerngeschäfts zu konzentrieren.

Gleichermaßen ist es (eher) Zufall, wenn ein Anbieter wie auch ein Nachfrager derselben Region ein gemeinsames Forschungsinteresse formulieren. Vielmehr wird das Clustermanagement das realistische Bild akzeptieren müssen, dass für beide Gruppen – Anbieter & Nachfrager – Energieeffizienz einen unterschiedlichen Stellenwert hat, beide Gruppen im allgemeinen sehr unterschiedliche Probleme haben und beide Gruppen auch an unterschiedlichen Stellen abgeholt werden wollen. In erster Näherung sollte die getrennte Bearbeitung beider Gruppen daher der (realistische) Normalfall der Clusterarbeit bleiben.

Integrierte Betrachtung im Energiesystem

In zweiter Näherung lohnt sich jedoch immer ein genauerer Blick. Zum einen betrifft dieser Blick die Energiewende als einen infrastrukturellen Transformationsprozess und zum anderen betrifft dieser Blick die Interaktion zwischen Angebot und Nachfrage.

Die Energiewende als Transformationsprozess führt vermehrt zu dezentralen Strukturen, insbesondere die fluktuierende Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und deren Verbrauch erfolgt überwiegend dezentral. Hier bietet das Thema der „Sektorkopplung“ neue Ansatzpunkte für die integrierte Betrachtung von Angebot & Nachfrage. Ferner erfordert die Energiewende einen zügigen und effizienten Netzausbau, die Modernisierung der Infrastruktur unter Sicherstellung der Versorgungssicherheit und Systemstabilität. Hieraus resultiert ein Bedarf an flexiblen, intelligenten und dezentralen Lösungen.

Die klassischen Wertschöpfungsstufen der Energiewirtschaft (traditionell „Erzeugung/Wandlung – Verteilung – Energieanwendung“) durchdringen sich aufgrund der zunehmend engeren Verzahnung von (dezentraler) Energieerzeugung und der Energienachfrage. Dies bedeutet auch für die Arbeit des Clustermanagements: die Handlungsfelder der Energieeffizienz lassen sich nicht mehr trennscharf von Gesamtsystemfragen, von der Erzeugung oder der Verteilung behandeln. Eine integrierte Betrachtung und Beforschung ist notwendig, wie das bereits im SINTEG Schaufensterprojekt des Nordostens, WindNODE, erfolgt.

Interaktion zwischen Angebot und Nachfrage

Eine Asymmetrie des Knowhows in der Anbieter-Kunden-Beziehung ist beim Effizienzmarkt, wie in den meisten anderen Märkten Normalität, da in den meisten Bereichen spezialisierte Anbieter auf mehr oder wenig ungeschulte Nachfrager treffen, die ihre Bedürfnisse nur vage formulieren und ungenau umreißen können. Dies ist im Bereich von Endkunden (B2C) besonders ausgeprägt, in der B2B-Beziehung zumindest differenziert zu sehen: während ein Werksingenieur die technischen Spezifikationen z. B. eines Aggregats im Kernprozess sehr genau definieren und beschaffen kann, bleibt die Anforderung im Bereich der Energieeffizienz eher vage („Kostensenkung, wir wissen nur nicht genau wo und wieviel?“). In diesen Bereichen der Asymmetrie spielt die Vermittlung durch glaubhafte und vertrauenswürdige Intermediäre eine besonders wichtige Rolle. Dabei ist die Rolle dieser Intermediäre meist nicht klar umrissen, in der Regel handelt es sich um Energieberater, Energieauditor, Netzwerksmanager, Energiemanager, Energie-Contractoren, Ingenieur- und Planungsbüros, zuweilen auch um Unternehmensberater, Steuerberater und Wirtschaftsprüfer. Die meisten Intermediäre verfügen -neben ihrer Rolle als Intermediär- über ein eigenes Vertriebs- und Absatzinteresse, wie es z. B. auch für jedes Reisebüro gilt, dass sich auf bestimmte Marktsegmente spezialisiert hat. Damit können gerade die professionellen Nachfrager im Marktgeschehen auch umgehen, allerdings ist darauf zu achten, dass

eine ausreichend qualifizierte Anzahl von Intermediären im Markt verfügbar sind und dass diese über eine gewisse Mindestqualifikation verfügen. Dies kann etwa durch das Screening und gezielte Förderung von zugelassenen Beratern in einschlägigen bundesweiten oder auch regionalen Förderprogrammen erfolgen. Wünschenswert wäre die Implementierung eines „follow-up“-Prozesses, etwa das Qualitätsmanagement durch einen neutralen Akteur („Wie war die Beratung? Was ist daraus geworden?“)

Kommunikation zwischen Wirtschaft & Wissenschaft

Gerade auch die Unternehmensbefragung zeigt, wie wichtig Kommunikations- und Vernetzungsaktivitäten sind. So kommen FuE-Kooperationen häufig auch aufgrund der Unkenntnis über geeignete Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft nicht zustande. Die Zahl der Patentanmeldungen verdeutlicht, dass noch ein erheblicher Handlungsbedarf in diesem Bereich besteht. Demensprechend wichtig ist es, dass das Clustermanagement seine bisherigen Netzwerkaktivitäten auch künftig weiterführt. Von besonderer Relevanz dabei sind folgende Punkte:

- Durchführung von themenspezifischen Veranstaltungen und Workshops und direkte Ansprache der regionalen Akteure dazu, um den Austausch und das Kennenlernen zwischen den regionalen Akteuren zu befördern. Allerdings ist hier zu berücksichtigen, dass immer eine Asymmetrie zwischen den vertriebsorientierten Anbietern von Effizienztechnologien und den in der Regel nicht primär, bzw. nur wenig an Effizienzthemen interessierten Unternehmen auf der Nachfrageseite besteht. Eher selten nimmt ein Unternehmer an einer Konferenz teil, bei der es „nur“ um Energieeffizienz geht.
- Auf Nachfragerseite sollte gezielt darüber nachgedacht werden, wie man die Akteure den für sie relevanten Themen abholt und dabei auch die Belange der Energieeffizienz adressiert. Idealerweise sollten hierfür die jeweils branchenüblichen Treffs und Workshops genutzt werden.
- Individuelle Unterstützung der Unternehmen bei der Suche nach Kooperationspartnern sowie Moderation des Prozesses der Anbahnung von FuE-Projekten und zielgerichtete Information über bestehende Fördermöglichkeiten.
- Forcierung der Cross-cluster Aktivitäten (z. B. mit dem Cluster IKT, Medien und Kreativwirtschaft sowie der Bereich industrielle Produktion), um das in der Region vorhandene Know How und die Innovationspotenziale umfassend auszuschöpfen.
- Intensivierung der Zusammenarbeit mit Planern und Beratern im Zusammenspiel mit der Anbieter- und Nachfrageseite: Erarbeitung von Weiterbildungsangeboten für Planer/Berater hinsichtlich der Potenziale der Energieeffizienztechnologien und Dienstleistungsangebote der Anbieter aus der Region.

Weitere Ansatzpunkte

Im Rahmen der Studie konnte gezeigt werden, dass ein besonderer Grund für das eher unterdurchschnittliche Forschungs- und Patentiergeschehen im Bereich Energieeffizienz vor allem der relativ geringe Industriebesatz im Bereich der Branchen „Maschinen- und Anlagenbau“ bzw. „Elektrotechnik“ sein dürfte. Dennoch ergeben sich für die Hauptstadtregion besondere Möglichkeiten, das Thema Energieeffizienz zu stärken: dabei kann auf eine gute

Forschungslandschaft in relativ starken technischen Universitäten und Hochschulen aufgesetzt werden. Ferner bietet der Hauptstadtstandort eine hohe Attraktivität, insbesondere für Startups: hier erscheinen am ehesten Chancen, dem Thema eine besondere Strahlkraft zu geben. Ansatzpunkte sind hier vor allem das Metathema „Digitalisierung“ rund um neue Themen „Smart Meter, Smart Home, Smart Grid, Smart City etc.“. Idealerweise kann dies in gemeinschaftlicher Arbeit mit der vergleichsweise starken Szene von Energiedienstleistern in der Hauptstadtregion erfolgen.

Mit diesen neuen Themen wird man große Industrieplayer aus Maschinen- und Anlagenbau oder Elektrotechnik zwar nicht „ad hoc“ zurück in die Region holen. Aber es sollte nicht unterschätzt werden, dass sich viele überregionale Unternehmen aktuell in diesem Themenbereich orientieren, u. a. auch mit dem Plan, die Innovationskraft von Startups gezielt für sich zu nutzen. Insofern sollte man auch gezielt überregionale Partner zu regionalen Konferenzen einladen, wie z. B. zu einer „Startup-Messe zum Thema Energiewende – *made in BB*“.

Eine weitere Chance für die Region könnte die – in Vergleich zu anderen Regionen – relativ gute Verfügbarkeit von jungen und gut ausgebildeten Arbeitskräften bieten. Berlin und Brandenburg verfügen über relative viele Hochschulen. Vor allem nicht alle – industriell orientierten – Absolventen finden im Anschluss an ihre Ausbildung einen Job in der Region. Der Wissenschafts- und Forschungsstandort kann insofern mit einer „relativen“ Überproduktion an jungen Akademiker/inn/en punkten und ggf. Praktikas, Diplomarbeiten, Promotionen, Absolventen, „*made in BB*“ auf einer gemeinsamen Plattform anbieten und vermarkten, idealerweise überregional und international. So können der Ausbildungs- und Forschungsstandort eine stärkere Vernetzung mit überregionalen Industriepartnern erreichen und die Industriepartner wiederum stärker auf den Berliner Standort aufmerksam machen.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass gerade das Themenfeld „Energieeffizienz“ aufgrund seiner Relevanz und Stellung als Zukunftsthema, aufgrund seiner Dynamik und Vielfalt nicht nur Herausforderungen, sondern vor allem auch Chancen für die Hauptstadtregion bietet.

6. Anhang

6.1. Fördervorhaben im Bereich Energieeffizienztechnologien

Wissenschaft und Forschungseinrichtungen aus dem Bereich von Energieeffizienztechnologien und -dienstleistungen	Thema	Bundesland
Beuth Hochschule für Technik Berlin	Untersuchung und Entwicklung innovativer Methoden und Verfahren für Bau und Betrieb von Sondergebäuden mit Fokus auf effiziente Ressourcennutzung durch Einsatz von Klimahüllen, Beispiel: Gebäude in Tier- und Freizeitanlagen - BioClima2015	Berlin
	EnOB/EnBop: InnoHeat - Entwicklung eines innovativen Heizungssystems nach Plug & Play Prinzip mit umfangreichen Adaptionfunktionen	Berlin
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)	KSI: Elektro-Transportfahräder für den klimafreundlichen Einsatz im Kuriermarkt	Berlin
Fraunhofer-Institut für offene Kommunikationssysteme (FOKUS)	Verbundvorhaben: EnEff:Wärme - WaveSave: Planung und Steuerung von dezentralen Energiesystemen in Gebäuden zur effizienten, nachhaltigen, ressourcenschonenden und wirtschaftlichen Strom- und Wärmeversorgung - Schwerpunkte: Koordination, Entwicklung von Optimierungsmethoden	Berlin
Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V.	EnEff: Wärme - Verbundvorhaben - Ganzheitliche Optimierung von Energieversorgungssystemen in der Praxis, Teilvorhaben: Entwicklung des Softwaresystems und Einbindung in die Praxis	Berlin
	Verbundvorhaben: Rechnergestützte Strukturoptimierung von Energieversorgungssystemen (am Beispiel von Industrieparks), Teilvorhaben: Topografie und Simulation	Berlin
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW)	Verbundvorhaben: EnEff: Stadt: Energienetz Berlin Adlershof, Teilvorhaben Energieleitplanung	Berlin
	KSI: Sanierung der Innen- und Hallenbeleuchtung Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin	Berlin
Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)	EnEff: Wärme - Energieeffizienz in der Fernwärme durch Vor-Ort-Kalibrierung von Durchflussmessgeräten - Kopplung von laseroptischen und numerischen Verfahren - Teilvorhaben: Verfahrensrückführung	Berlin
	Verbundvorhaben: EnEff: Wärme - nivEx: Optimierung eines mobilen nicht-invasiven Messverfahrens zur Verbesserung der Energieeffizienz von Wärmeübertragungssystemen - Schwerpunkt: Metrologische Validierung	Berlin
PI Photovoltaik-Institut Berlin Aktiengesellschaft	Verbundvorhaben: EnEff: Wärme - WaveSave: Planung und Steuerung von dezentralen Energiesystemen in Gebäuden zur effizienten, nachhaltigen, ressourcenschonenden und wirtschaftlichen Strom- und Wärmeversorgung - Schwerpunkt: PV-Komponenten	Berlin

Wissenschaft und Forschungseinrichtungen aus dem Bereich von Energieeffizienztechnologien und -dienstleistungen	Thema	Bundesland
Technische Universität Berlin	Verbundvorhaben 'HighTech-LowEx Energieeffizienz Berlin-Adlershof 2020', Teilvorhaben EnEff: Campus - Effizienztechnologien am Wissenschaftscampus	Berlin
	EnEff: Stadt Energienetz Berlin Adlershof', Teilvorhaben: Vernetzung von Energieströmen', im Cluster 'Energiestrategie Berlin Adlershof 2020'	Berlin
	Energieeffiziente Normal- und Tiefkältebereitstellung durch den Einsatz Ionischer Flüssigkeiten in Absorptionsprozessen - E-Norm, Teilvorhaben: 'Simulation der Kältepaare und Validierung der Versuchsergebnisse."	Berlin
	Energetische und ergonomische Optimierung neuer Beleuchtungssysteme für Sanierungen und Neubau, Teilprojekt: CIE-Projekt/ Erfassung von Tageslichtdaten, Systemtechnologie, Fallstudien, IEA-Mitarbeit	Berlin
	EnEff: Wärme - Feldtest Absorptionskältetechnik für KWKK-Systeme, Schwerpunkte: Koordination, Monitoring, Optimierung, Begleitforschung	Berlin
	EnEff: Wärme - Der Beitrag thermischer Speicher zur Steigerung der Energieeffizienz, Flexibilität und Wirtschaftlichkeit der Fernwärme- und Stromerzeugung in KWK-Anlagen	Berlin
	EnEff: Wärme - Energieeffizienz in der Fernwärme durch Vor-Ort-Kalibrierung von Durchflussmessgeräten - Kopplung von laseroptischen und numerischen Verfahren - Teilvorhaben: Experimentelle und numerische Untersuchung gestörter Rohrströmungen	Berlin
	EnEff: Wärme - LowExTra - Niedrig-Exergie-Trassen zum Speichern und Verteilen von Wärme auf verschiedenen Temperaturniveaus - Module Technik und Politik	Berlin
	Verbundvorhaben: EnEff: Wärme P2H@Adlershof: Systemische Bewertung des Einsatzes von Power-to-Heat und Power-to-Gas in Quartierskonzepten in Nordostdeutschland und pilothafte Umsetzung in Berlin Adlershof	Berlin
Technische Universität Berlin	Verbundvorhaben: EnEff: Wärme - nivEx: Optimierung eines mobilen nicht-invasiven Messverfahrens zur Verbesserung der Energieeffizienz von Wärmeüberträgersystemen - Schwerpunkte: Korrekturalgorithmen, Prüfstand	Berlin
	Energieoptimiertes Bauen: Energieeffiziente Beleuchtung in Museen unter besonderer Berücksichtigung der Tageslichtnutzung und unter Einbeziehung konservatorischer Aspekte	Berlin
	Verbundprojekt: KSI: Kinder planen Klima - Entwicklung eines Methodenkoffers zur Beteiligung von Kindern und Jugendlichen an formalen und informellen klimarelevanten Planungsverfahren auf kommunaler Ebene	Berlin

Wissenschaft und Forschungseinrichtungen aus dem Bereich von Energieeffizienztechnologien und -dienstleistungen	Thema	Bundesland
Universität der Künste Berlin	Verbundvorhaben: EnEff: Wärme - WaveSave: Planung und Steuerung von dezentralen Energiesystemen in Gebäuden zur effizienten, nachhaltigen, ressourcenschonenden und wirtschaftlichen Strom- und Wärmeversorgung - Schwerpunkte: Dynamische Modellierung des Energiebedarfs und der Energieproduktion	Berlin
Brandenburgische Technische Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg	Energieoptimiertes Bauen: Energetisches Bewertungsverfahren für Bestandsgebäude mit Holzbalkendecken - Analyse und Sanierungsvorschläge	Brandenburg
Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung (IAP)	Massekautschuk - Energie- und Materialeffizienz durch Prozessintensivierung bei der Herstellung von Synthesekautschuk	Brandenburg
Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)	KSI: Schaffung einer Stelle für Klimaschutzmanagement zur fachlich, inhaltlichen Unterstützung der Umsetzung des integrierten Klimaschutzkonzepts der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde	Brandenburg
Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK)	EnEff: Stadt, EnEff:Campus: Verbundprojekt zur energetischen Optimierung des Campus Wissenschaftspark Albert Einstein auf dem Potsdamer Telegrafenberg, Teilvorhaben: Optimierung des PIK-Neubaus sowie Variantenanalyse zum Campus-Energiekonzept	Brandenburg

Tabelle 10: Übersicht der Unternehmen in Brandenburg und Berlin, die im Betrachtungszeitraum Fördervorhaben im Bereich Energieeffizienztechnologien durchgeführt haben (Quelle: Förderkatalogs des Bundes, Auswertung Prognos AG 2016)

6.2. Studien zum Markt und zu Innovationstrends im Bereich Energieeffizienztechnologien

BMUB (2014): GreenTech made in Germany 4.0. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland.

BMWi (2016): Bundesbericht Energieforschung 2016. Forschungsförderung für die Energiewende.

BMWi (2016): Innovation durch Forschung. Erneuerbare Energien und Energieeffizienz: Projekte und Ergebnisse der Forschungsförderung 2015.

BMWi (2015): Digitalisierung Energiewende: BMWi eröffnet Konsultation zu intelligenten Messsystemen.

BMWi (2015): Von Nano bis nachhaltig: innovative Dämmstoffe. Energiewende direkt, Ausgabe 08/2015

BMWi (2011): Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung.

Bundesverband der Deutschen Industrie (2012): Die BDI-Initiative "Energieeffiziente Gebäude" – Gebäudehülle.

Clustermanagement Energietechnik Berlin-Brandenburg (2014): Die Region voller Energie. Masterplan für das Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg.

KPMG AG, DCTI, EuPD Research (2013): Standortgutachten Cleantech-Standortgutachten 2013. Chancen und Perspektiven für Ostdeutschland.

MKULNV (Hrsg.) (2015): Umweltwirtschaftsbericht Nordrhein-Westfalen 2015.

OECD/Eurostat (1999): The Environmental Goods & Services Industry. Manual for Data Collection and Analysis, Paris.

Prognos AG, Ifeu Institut, Hochschule Ruhr-West (2013): Marktanalyse und Marktbewertung sowie Erstellung eines Konzeptes zur Marktbeobachtung für ausgewählte Dienstleistungen im Bereich Energieeffizienz.

Verein Deutscher Ingenieure (2013): LED-Beleuchtungs-technik: Chancen und Herausforderungen durch den Wandel in der Lichterzeugung.

6.3. Studien zu technischen Energieeffizienzmaßnahmen

AEA Technology, FhISI, Universität von Utrecht (2000): Studie über Energiemanagement und Energieoptimierung in der Industrie – Kurzbericht.

allplan, UBA (AT) (2005): Energieeffiziente Technologien und effizienzsteigernde Maßnahmen.

Bremer Energie Institut (2006): Leitfaden für effiziente Energienutzung im Gewerbe.

BEK (2005): Lebensmittel Einzelhandel aktuell. Energiekosten senken -- Umwelt schonen.

BMU (2006/2009): Energieeffizienz – die intelligente Energiequelle. Tipps für Industrie und Gewerbe.

DBU (2004): Energie effizient. Wie Industrie und Gewerbe Energie sparen können.

EA.NRW (2003): Rationelle Energienutzung in der Textilindustrie.

Eproplan (2008): Energieeffizienz in Industrie und Gewerbe -- von der Erzeugung bis zum Verbraucher. VIK-Mitteilungen 6/2008.

Eproplan (2006): Systematische Ermittlung von Energieeinsparpotenzialen in Papierfabriken.

Eproplan (2004): Beispiele wirtschaftlicher Energiekonzepte in der Zuckerindustrie.

Ernst&Young (2013): Kosten-Nutzen-Analyse für einen flächendeckenden Einsatz intelligenter Zähler.

FhISI (2001): Die gegenwärtige Verbrauchs- und Emissionssituation der deutschen Textilveredelungsindustrie.

FhISI (2001): Systematisierung der Potenziale und Optionen. Endbericht an die Enquête-Kommission "Nachhaltige Energieversorgung unter den Bedingungen der Globalisierung und Liberalisierung" des Deutschen Bundestages.

FhISI, FfE (2003): Möglichkeiten, Potenziale, Hemmnisse und Instrumente zur Senkung des Energieverbrauchs branchenübergreifender Techniken in den Bereichen Industrie und Kleinverbrauch.

FhISI, IREES, TU Berlin (2013): Energieverbrauch und CO₂-Emissionen industrieller Prozesstechnologien – Einsparpotenziale, Hemmnisse und Instrumente.

FhISI, Ökol, ecofys (2012): Kosten-/Nutzen-Analyse der Einführung marktorientierter Instrumente zur Realisierung von Endenergieeinsparungen in Deutschland.

FhISI, TU München (2000): Klimaschutz durch Minderung von Treibhausgasemissionen im Bereich Haushalte und Kleinverbrauch durch klimagerechtes Verhalten. Band 2: Gewerbe, Handel und Dienstleistung.

IER (2008): Industrielle Großwärmepumpen -- Potenziale, Hemmnisse und Best-Practice Beispiele.

ifeu, FhISI, Prognos, GWS (2011): Energieeffizienz: Potenziale, volkswirtschaftliche Effekte und innovative Handlungs- und Förderfelder für die Nationale Klimaschutzinitiative.

ifeu, FhISI, Prognos, GWS (2010): Die Nutzung industrieller Abwärme -- technisch-wirtschaftliche Potenziale und energiepolitische Umsetzung.

ifeu, FhISI, Prognos, GWS (2009): Potenziale und volkswirtschaftliche Effekte einer ambitionierten Energieeffizienzstrategie für Deutschland.

IWU (2015): Möglichkeiten der Wohnungswirtschaft zum Einstieg in die Erzeugung und Vermarktung elektrischer Energie.

Leibniz-Institut (2013): Systematische Datenanalyse im Bereich der Nichtwohngebäude – Erfassung und Quantifizierung von Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotenzialen.

LfU-BW (2004): Leitfaden für effiziente Energienutzung in Industrie und Gewerbe.

Limón (2011): Energieeffizienz in der Produktion im Einklang mit einem Energiemanagement. Vortrag im Rahmen der E-world.

McKinsey (2007/2009): Kosten und Potenziale der Vermeidung von Treibhausgasemissionen in Deutschland.

Prognos (2011): Energiemanagement im Einzelhandel.

Prognos (2009): Energieeffizienz in der Industrie. Im Auftrag des VDMA.

Prognos (2009): Ressourcen-, Energie- und Umwelteffizienz in der Papier- und Druckindustrie.

Prognos (2008): Papierherstellung und -verarbeitung in Deutschland.

Prognos, Ökotech (2012): Energieeffizienz in der Industrie. Im Auftrag des vbw.

Prognos, Progtrans, Basics (2007): Potenziale für Energieeinsparung und Energieeffizienz im Lichte aktueller Preisentwicklungen.

Roland-Berger (2011): Effizienzsteigerung in stromintensiven Industrien. Ausblick und Handlungsstrategien bis 2050.

Roland-Berger (2009): Beitrag des Maschinen- und Anlagenbaus zur Energieeffizienz.

Sattler Energie Consulting (2008): Möglichkeiten der Energieeffizienz in der Industrie durch Anwendung bester verfügbarer Technologien.

Steinmaßl (2014): Steckerfertige Kühlmöbel im LEH. Bestand - Strombedarf – Einsparpotenziale.

VDMA (2005): Druckluft sicher und wirtschaftlich verteilen.

Wuppl (2006): Optionen und Potenziale für Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen.

6.4. Statistische Datenquellen

Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit

Umsatzsteuerstatistik des Amtes für Statistik Berlin-Brandenburg

Außenhandelsstatistik des Statistischen Bundesamts

Kostenstrukturerhebung der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden (Fachserie 4 Reihe 4.1.4).

Material- und Wareneingangserhebung im Verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden (Fachserie 4 Reihe 4.2.4).

Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden.

Energiebilanzen der Länder Brandenburg und Berlin sowie ergänzend die deutsche Energiebilanz

Jahresbericht für Betriebe im Bereich Verarbeitendes Gewerbe, Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden (EVAS-Nummer 421 11).

Strukturelle Unternehmensstatistik (SUS) (Eurostat Code sbs_r_nuts06_r2).

6.5. Bildnachweise

© iStock: Nicolas Loran / sturti / Julien Eichinger

© fotolia.com: schulfoto / Petair, lucadp / PhotoSG / tashka2000 / goritza / Romolo Tavani / Style-Photography / ag visuell / industrieblick / rozkmina / Tuned_In

Wirtschaftsförderung Brandenburg | Energie

**Wirtschaftsförderung
Land Brandenburg GmbH**
Babelsberger Straße 21
14473 Potsdam
www.wfbb.de
www.energietechnik-bb.de

Ansprechpartner:
Jürgen Vogler
Tel +49 331 - 730 61-425
juergen.vogler@wfbb.de



**Berlin Partner für Wirtschaft
und Technologie GmbH**
Fasanenstraße 85
10623 Berlin
www.berlin-partner.de
Twitter: @BerlinPartner

Ansprechpartner:
Wolfgang Korek
Tel +49 30 46302 577
wolfgang.korek@berlin-partner.de



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für
Regionale Entwicklung

Gefördert aus Mitteln der Länder Berlin und Brandenburg und der Investitionsbank Berlin, kofinanziert von der Europäischen Union – Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung.