

Energiekonzept 2020

Langfassung

Energie für Berlin

Effizient – Erneuerbar – Zukunftsfähig



i | ö | w

INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG



Energiekonzept 2020

Auftraggeber:

Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Frauen
Martin-Luther-Straße 105
10825 Berlin

Auftragnehmer:

Berliner Energieagentur GmbH (BEA)
Französische Straße 23
D - 10117 Berlin
Tel.: +49 – 30 – 29 333 0 – 0
Fax: +49 – 30 – 29 333 0 – 99
Email: office@berliner-e-agentur.de
www.berliner-e-agentur.de

Dr. André Suck
Anton Wetzel
Beate Lüdecke
Dr. Annett Weiland-Wascher
Dr. Lutz Dittmann

Erstellung der Teilstudie „Potentiale erneuerbarer Energien in Berlin 2020 – Quantifizierung und Maßnahmengenerierung zur Erreichung ambitionierter Ausbauziele“:

Institut für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH (IÖW)
Potsdamer Str. 105
D – 10785 Berlin
Tel.: +49 – 30 – 88 45 94 – 0
Fax: +49 – 30 – 88 25 439 – 99
Email: mailbox@ioew.de
www.ioew.de

Dr. Astrid Aretz
Elisa Dunkelberg
Dr. Bernd Hirschl
Anna Neumann
Dr. Julika Weiß

Berlin, 05.04.2011

Copyright:

Dem Land Berlin steht das ausschließliche Nutzungsrecht hinsichtlich aller Verwertungsrechte und Urheberrechte zu. Das Energiekonzept oder Teile davon dürfen nur mit vorheriger schriftlicher Zustimmung Berlins veröffentlicht werden.

Inhalt

1	Aufgabenstellung und Zielsetzung	1
2	Zusammenfassung.....	5
3	Gesetze, Konzepte und Programme für Berlin	13
3.1	Berliner Energiespargesetz	13
3.2	Instrumente und Aktivitäten.....	14
4	Das Handlungskonzept	16
4.1	Akteure	16
4.1.1	Akteure der Berliner Verwaltung	16
4.1.2	Organisationen der Berliner Wirtschaft	17
4.1.3	Internationale Organisationen	18
4.2	Arbeitsplan zur Umsetzung des Energiekonzepts 2020	19
4.3	Kurzfristige und übergeordnete Maßnahmen	21
5	Methodik.....	24
5.1	Vorgehensweise	24
5.2	Allgemeine Annahmen	27
5.2.1	Demografische Entwicklung.....	27
5.2.2	Wirtschaftliche Entwicklung.....	28
5.2.3	Energiepolitische Rahmenbedingungen.....	28
5.3	Energie- und CO ₂ -Bilanzierung	29
5.3.1	Energiebilanzierung.....	29
5.3.2	CO ₂ -Bilanzierung.....	32
5.4	Szenarienentwicklung.....	39
6	Energiewirtschaft	41
6.1	Fernwärme.....	41
6.2	Erneuerbare Energien.....	47
6.2.1	Stand der Nutzung Erneuerbarer Energien 2005 bis 2008	48
6.2.2	Szenarien für den Ausbau Erneuerbarer Energien bis 2020	52
6.2.3	Szenarien für den Ausbau Erneuerbarer Energien bei gebäudebezogenen Heizungssystemen.....	53
6.2.3.1	Methoden und Annahmen	53
6.2.3.2	Technologiespezifische Annahmen und Entwicklungen	57
6.2.3.3	Ausbaupotentiale für Erneuerbare Energien für die gebäudebezogene Wärmebereitstellung	58
6.2.4	Größere Biomasse-Heizkraftwerke	61

6.2.5	Stromerzeugung	63
6.2.5.1	Photovoltaik – Stadtgebiet und Stadtgüter	63
6.2.5.2	Windenergie – Stadtgebiet und Stadtgüter	65
6.2.5.3	Wasserkraft	66
6.2.6	Gesamtschau	66
6.2.7	Maßnahmen zur Erschließung der Potentiale bis 2020	74
6.2.7.1	Kurzfristige Maßnahmen	75
6.2.7.2	Mittelfristige Maßnahmen.....	77
6.3	Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung	78
6.3.1	Ausgangssituation und Stand der Nutzung	78
6.3.2	Ausbaupotentiale für die dezentrale KWK in Berlin	80
6.3.3	Maßnahmen zur Realisierung des Ausbaupotentials	86
6.4	Energiedienstleistungen	86
6.4.1	Ausgangssituation.....	86
6.4.2	Potentiale und Maßnahmen	87
7	Handlungsfeld „Private Haushalte und Gebäude“	90
7.1	Ausgangssituation	90
7.1.1	Der Berliner Wohngebäudebestand	90
7.1.2	Entwicklungen bis 2020	91
7.2	Energieverbrauch – Referenzjahr	92
7.3	Energieszenarien bis 2020.....	93
7.3.1	Referenzszenario 2020	93
7.3.2	Zielszenario 2020.....	94
7.3.3	Zusammenfassung der Energieszenarien.....	99
7.4	Herausforderungen zur Erschließung der Einsparpotentiale für den Berliner Wohnbestand	100
7.5	Maßnahmenkatalog.....	103
7.5.1	Kurzfristige Maßnahmen.....	103
7.5.2	Mittelfristige Maßnahmen	105
8	Vorbetrachtung zum Sektor „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“	107
9	Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“	110
9.1	Ausgangssituation	110
9.1.1	Der öffentliche Gebäudebestand	110
9.1.2	Bisherige Energieeffizienzpolitik im öffentlichen Sektor	113
9.1.2.1	Landesverwaltung.....	114
9.1.2.2	Bezirke	115
9.1.2.3	Öffentliche Unternehmen.....	116

9.1.3	Entwicklungen bis 2020	117
9.2	Energieverbrauch - Referenzjahr.....	118
9.3	Energieszenarien bis 2020.....	119
9.3.1	Referenzszenario	119
9.3.2	Zielszenario.....	120
9.3.3	Zusammenfassung der Energieszenarien.....	121
9.4	Maßnahmenkatalog.....	122
9.4.1	Kurzfristige Maßnahmen.....	122
9.4.2	Mittelfristige Maßnahmen	125
10	Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“.....	127
10.1	Ausgangssituation	127
10.2	Energieverbrauch – Referenzjahr	129
10.3	Energieszenarien bis 2020.....	131
10.3.1	Referenzszenario	131
10.3.2	Zielszenario.....	132
10.3.3	Zusammenfassung der Energieszenarien.....	133
10.4	Maßnahmenkatalog.....	134
10.4.1	Kurzfristige Maßnahmen.....	134
10.4.2	Mittelfristige Maßnahmen	135
11	Handlungsfeld „Gewerbe“.....	137
11.1	Ausgangssituation	137
11.2	Energieverbrauch – Referenzjahr	137
11.3	Energieszenarien bis 2020.....	138
11.3.1	Referenzszenario	138
11.3.2	Zielszenario.....	139
11.3.3	Zusammenfassung der Energieszenarien.....	140
11.4	Maßnahmenkatalog.....	140
11.4.1	Kurzfristige Maßnahmen.....	140
11.4.2	Mittelfristige Maßnahmen	141
12	Handlungsfeld „Handel“.....	142
12.1	Ausgangssituation	142
12.2	Energieverbrauch – Referenzjahr	143
12.3	Energieszenarien bis 2020.....	145
12.3.1	Referenzszenario	145
12.3.2	Zielszenario.....	146
12.3.3	Zusammenfassung der Energieszenarien.....	147

12.4	Maßnahmenkatalog.....	147
12.4.1	Kurzfristige Maßnahmen.....	147
12.4.2	Mittelfristige Maßnahmen	148
13	Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“	149
13.1	Ausgangssituation	149
13.2	Energieverbrauch – Referenzjahr	149
13.3	Energieszenarien bis 2020.....	150
13.3.1	Referenzszenario	150
13.3.2	Zielszenario.....	151
13.3.3	Zusammenfassung der Energieszenarien.....	153
13.4	Maßnahmenkatalog.....	153
13.4.1	Kurzfristige Maßnahmen.....	153
13.4.2	Mittelfristige Maßnahmen	155
14	Handlungsfeld „Verkehr“.....	156
14.1	Ausgangssituation	156
14.2	Energieverbrauch – Referenzjahr	157
14.3	Energieszenarien bis 2020.....	159
14.3.1	Referenzszenario	159
14.3.2	Zielszenario.....	162
14.3.3	Zusammenfassung der Abschätzungen	163
14.4	Maßnahmenkatalog.....	164
15	Planungsfeld „Stadtentwicklung“	166
15.1	Ausgangssituation	166
15.2	Ist-Zustand	166
15.2.1	Mitigation.....	166
15.2.2	Adaption	167
15.3	Maßnahmenkatalog.....	169
16	Aktionsfeld „Energietechnologie und -forschung“	171
16.1	Ausgangssituation	171
16.2	Herausforderungen	172
16.2.1	Kompetenzfeld Energietechnik	174
16.2.2	Integrative Energieforschung	175
16.3	Maßnahmenkatalog.....	176
	Literaturverzeichnis	178
	Abkürzungsverzeichnis.....	187
	Glossar.....	190

Verzeichnis der Anlagen	194
Sensitivitätsanalysen für den Flugverkehr.....	202
Definitionen und methodische Vorgehensweise	202
Szenarienentwicklung.....	203
Grundszenarien.....	204
Szenarien „Untererfassung“	204
Konservative Szenarien (mit angepasstem Zielszenario)	205
Szenarien mit erweiterter Emissionsbewertung	205
Worst-Case-Szenario	206
Gesamtschau und Ergebnisse der Szenarien.....	206

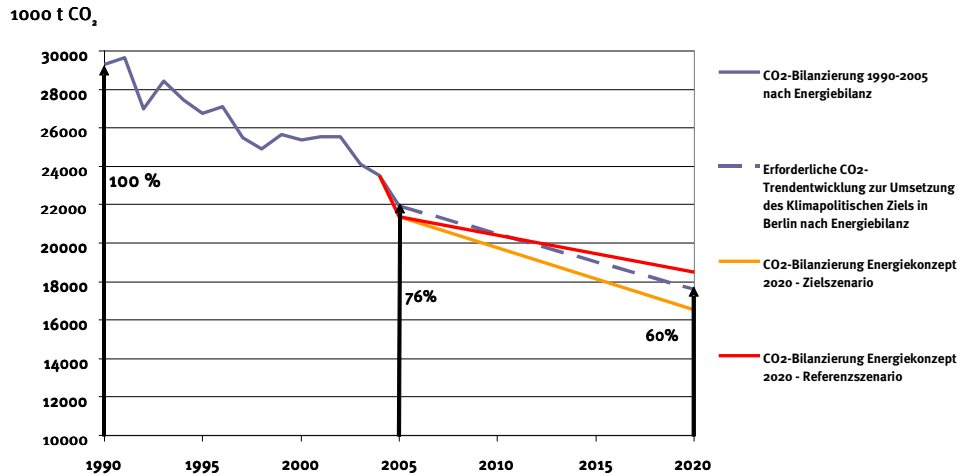
1 Aufgabenstellung und Zielsetzung

Das Energiekonzept 2020 entwickelt für das Land Berlin eine Zukunftsstrategie für die Energieversorgung, die sich an den Grundsätzen der Versorgungssicherheit, der Wirtschaftlichkeit sowie der Umwelt- und Sozialverträglichkeit orientiert. Dabei spielt der Klimaschutz eine zentrale Rolle. Berlin hat bereits im Rahmen des Energiekonzeptes 2010 eine Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 25 % bis 2010 gegenüber 1990 beschlossen. Dieses Ziel wurde bereits im Jahr 2005 erreicht.

Im Klimapolitischen Arbeitsprogramm vom Juli 2008 hat sich das Land Berlin weitergehend dazu verpflichtet, die CO₂-Emissionen bis zum Jahr 2020 sogar um mehr als 40 % gegenüber dem Jahr 1990 zu reduzieren [Senatsverwaltung für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Berlin 2008]. Während im Zeitraum von 1990 bis 2005 nach der Verursacherbilanzierung bereits eine Reduzierung der CO₂-Emissionen von 29,3 auf 21,9 Mio. t/a verwirklicht wurde (25,3 %), ist für eine Umsetzung des 40 %-Ziels bis zum Jahr 2020 ein weiterer Rückgang der CO₂-Emissionen von 21,9 auf 17,6 Mio. t/a, das heißt eine Minderung um 4,3 Mio. t/a erforderlich [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2008].

Abbildung 1 stellt die bisherige Zielerreichung des Landes Berlin zur Umsetzung dieses klimapolitischen Gesamtziels zwischen 1990 und 2005 dar. Zusätzlich wird veranschaulicht, welche weiteren Anstrengungen bis zum Zieljahr 2020 zu unternehmen sind, um das klimapolitische Gesamtziel der 40 %-Minderung bis 2020 gegenüber dem Ausgangsjahr 1990 zu realisieren. In der Abbildung wird außerdem die Zielumsetzung dargestellt, wenn bis zum Jahr 2020 das im Energiekonzept 2020 empfohlene Zielszenario mit dem hierzu entwickelten Maßnahmenkatalog umgesetzt wird (gelbe Linie). Es zeigt sich, dass im Zielszenario sogar eine Übererfüllung des klimapolitischen Gesamtziels unter Berücksichtigung des Gebots der Umsetzung ausschließlich wirtschaftlicher Maßnahmen möglich ist. Schließlich wird auch eine Referenzentwicklung der CO₂-Emissionen illustriert, also eine konservative Fortschreibung der bisherigen Klimaschutzpolitik in Berlin bis 2020, ohne ambitionierte Initiativen zur Umsetzung betreffender Maßnahmen.

Abbildung 1: Zeitlicher Verlauf der jährlichen CO₂-Gesamtemissionen in Berlin von 1990 bis 2005 (Verursacherbilanz)



Quelle: Berliner Energieagentur

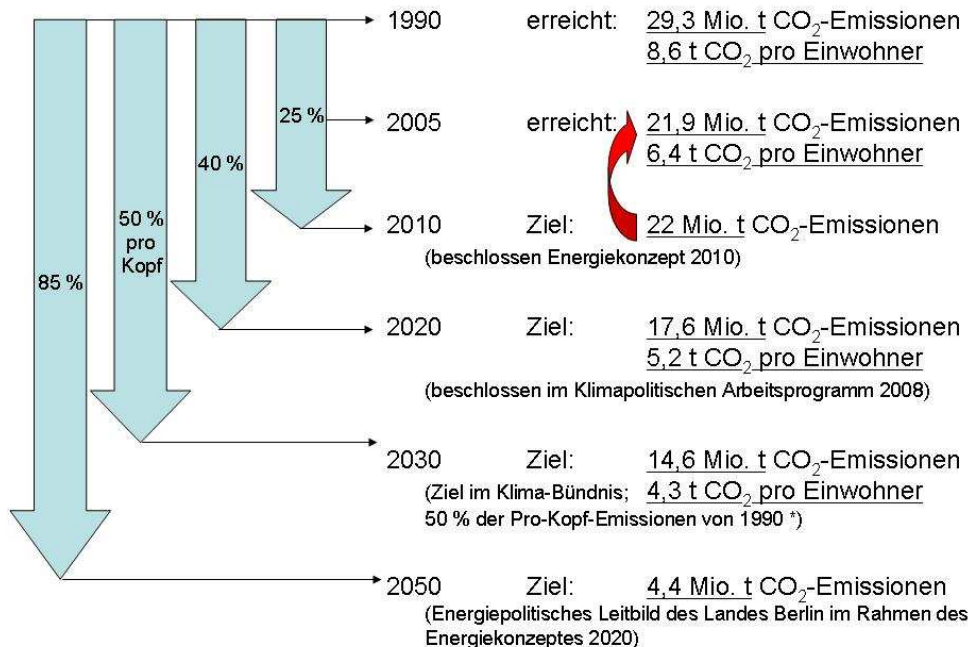
Vor diesem Hintergrund wird das Energiekonzept 2020 eine Handlungsstrategie aufzeigen, wie das Klimaschutzziel 40 % zu erreichen ist. Dabei werden für verschiedene Verbrauchssektoren (private Haushalte; Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD); Industrie und verarbeitendes Gewerbe; Verkehr) Szenarien zu Energieverbrauch und CO₂-Minderungspotentialen entwickelt und auf dieser Basis Maßnahmen unter Einbeziehung von Politik, Wirtschaft und anderer wichtiger Akteure vorgeschlagen. Die Maßnahmen sind hinsichtlich Ihrer inhaltlichen Ausgestaltung und Weiterentwicklung als „offen“ zu verstehen, um auf zukünftige nichtvorhersehbare Entwicklungen und Änderungen der Rahmenbedingungen Einfluss nehmen zu können.

Neben einer Beschreibung von Szenarien und Maßnahmen zur Realisierung der vergleichsweise kurzfristigen Klimaschutzziele des Landes Berlin sind die mittel- bis langfristigen Ziele einer Reduktion von Treibhausgasemissionen zu berücksichtigen. Das Land Berlin ist Mitglied im europäischen Städtenetzwerk „Klima-Bündnis“ (auch „Climate Alliance“). Die Mitglieder des KlimaBündnisses haben sich die folgenden Ziele gesetzt:

- Reduktion der Pro-Kopf-Emissionen bis zum Jahr 2030 gegenüber 1990 um 50 %
- Minderung der CO₂-Ausstoß alle fünf Jahre um zehn Prozent
- Verminderung der Treibhausgasemissionen auf ein nachhaltiges Niveau von 2,5 Tonnen CO₂-Äquivalent pro Einwohner und Jahr

Abbildung 2 stellt die mittel- bis langfristigen spezifischen CO₂-Minderungsziele pro Einwohner in Berlin dar. Die Abbildung bezieht sich auf die Daten der Energiebilanzen zwischen 1990 und 2005 des Amtes für Statistik des Landes Berlin-Brandenburg sowie auf eine Bevölkerungsprognose der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung aus dem Jahr 2008.

Abbildung 2: Zeitliche Einordnung der CO₂-Minderungsziele in Berlin



*Hochrechnung der Pro-Kopf-Emissionen auf Gesamtemissionen entsprechend der Bevölkerungsprognose für das Land Berlin für das Jahr 2030: 3.475.900 Einwohner; Quelle: „Bevölkerungsprognose für Berlin und die Bezirke 2007 bis 2030“, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Dezember 2008

Quelle: Berliner Energieagentur

Das Energiepolitische Leitbild des Landes Berlin vom September 2009 legt fest, dass Berlin bis zum Jahr 2050 gegenüber 1990 eine Einsparung der CO₂-Emissionen um 85 % erzielen wird [Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Frauen 2009].

Das von der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Frauen im Februar 2009 in Auftrag gegebene Energiekonzept 2020 für Berlin trägt in diesem Kontext dazu bei, die Energieversorgung unter Berücksichtigung von Umwelt- und Klimaschutz auch in Zukunft sicher und für alle Bevölkerungskreise bezahlbar zu machen. Ob im Verkehr, der Industrie und dem Gewerbe, bei den privaten Haushalten oder öffentlichen Einrichtungen – auf allen Feldern braucht Berlin innovative und effiziente Lösungen für die Energieversorgung von morgen.

Eine moderne Energieversorgung hat die Aufgabe, Umwelt- und Klimaschutz, Wachstum, Beschäftigung und Energiesicherheit in einem sinnvollen Gesamtkonzept miteinander zu verbinden.

Das vorgelegte Energiekonzept 2020 für Berlin zeigt den Energieverbrauch (Status Quo) und in Szenarien für das Jahr 2020 den Verbrauch an Energie (Strom, Wärme, Kraftstoffe für Mobilität) in den Handlungsfeldern Private Haushalte, Öffentliche und Private Dienstleistungen, Gewerbe und Handel, Industrie und Verarbeitendes Gewerbe und Verkehr auf. Dies erfolgt unter der Annahme, dass verschiedene handlungsfeldbezogene Effizienzmaßnahmen zur Vermeidung und Reduzierung des Strom- und Wärmeverbrauchs (z. B. Gebäudedämmung im Handlungsfeld Private Haushalte) ergriffen und Erneuerbare Energien (z. B. Wärmepumpen, Biomasse, etc.) verstärkt eingesetzt werden.

Für den prognostizierten Energieverbrauch im Jahr 2020, für den im Zielszenario die wirtschaftlichen Effizienzpotentiale zur Energieeinsparung berücksichtigt wurden

den, wird ein Konzept für eine klimafreundliche Energieerzeugung entwickelt. Das Energiekonzept 2020 legt somit konkrete Ziele fest und empfiehlt Maßnahmen zu ihrer Umsetzung.

Zur Realisierung der anspruchsvollen energiepolitischen Ziele Berlins ist ein Bündel an Maßnahmen auf Landesebene und die Mitarbeit aller relevanten Akteurinnen und Akteure in der Stadt erforderlich: Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Umwelt- und Verbraucherverbände und die privaten Haushalte. Zur Strukturierung dieser umfangreichen Aufgaben und zur Einbindung aller relevanten Akteure unterbreitet das Energiekonzept 2020 konkrete Vorschläge.

Als Metropole im Herzen Europas will das Land Berlin mit gutem Beispiel vorangehen. Durch den verstärkten Einsatz Erneuerbarer Energien, durch Effizienzsteigerungen bei der Energieerzeugung und auch beim Energiesparen sollen für eine nachhaltige Energiepolitik Maßstäbe gesetzt werden. Das Energiekonzept 2020 weist deshalb nicht nur im Hinblick auf das Jahr 2020 eine Reihe von energie- und umweltpolitischen Maßnahmen aus. Es werden auch Visionen für eine langfristig nachhaltige Politik entwickelt.

2 Zusammenfassung

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse des Energiekonzepts 2020 im Hinblick auf die Szenarienbetrachtungen zusammengefasst. Der Fokus liegt auf einer Zusammenfassung des empfohlenen Zielszenarios im Vergleich zum Ist-Zustand der Energieverbrauchs- und der CO₂-Bilanzierung, für den im Energiekonzept das Jahr 2005 gewählt wurde. Die Vorgehensweise und Methodik zur Ableitung der Ergebnisse werden in einem nachfolgenden Kapitel erläutert.

Bei der Erstellung des Energiekonzepts 2020 wurde das Jahr 2005 mit folgender Begründung als Referenzjahr gewählt: Zum einen bildet das Jahr 2005 für den Betrachtungszeitraum von 1990 bis 2020 den „Halbzeitwert“. Das Jahr 2005 stellt eine wichtige Zwischenetappe des Berliner Senats zur Umsetzung der klimapolitischen Ziele (s. Abbildung 2) dar. Zum anderen wurde im Jahr 2003 mit dem Inkrafttreten des Energiestatistikgesetzes (EnStatG) die Erhebungsmethodik und Erfassung von Energieverbrauchswerten in der amtlichen Statistik erheblich verfeinert. Dies zeigt sich an einer größeren Detailliertheit der erhobenen Daten und der zunehmenden Berücksichtigung dezentraler Erzeugungsformen in der Bilanz. Die im Zeitraum vor 2003 erhobenen Energieverbrauchsdaten sind demgegenüber mit größeren statistischen Unsicherheiten belastet und lassen sich zudem nicht teilsektorscharf abbilden,¹ wie es im Energiekonzept 2020 erfolgen soll. Vor diesem Hintergrund erscheint ein Bezug auf das Referenzjahr 2005 als validere statistische Grundlage gegenüber der Energiestatistik des Jahres 1990, um Energieverbrauchszenarien für das Zieljahr 2020 abzuleiten.

Im Energiekonzept werden zwei Szenarien für das Jahr 2020 betrachtet: Das Referenzszenario stellt dar, welche Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotentiale ohne besondere Maßnahmen bis zum Jahr 2020 erreicht werden können. Im Zielszenario wird hingegen davon ausgegangen, dass die Politik weitergehende Maßnahmen ergreift, um die Energieeffizienz und den Einsatz Erneuerbarer Energien im Land Berlin voranzubringen und wirtschaftliche Effizienzpotentiale zu erschließen (s. Kapitel zu den handlungsfeldübergreifenden Maßnahmen).

Das Klimaschutzpolitische Ziel der CO₂-Reduktion um 4,3 Mio. t pro Jahr im Zieljahr 2020 gegenüber dem Referenzjahr 2005 wird mit dem Zielszenario erreicht. Werden die Zielwerte in den einzelnen Handlungsfeldern erreicht, so ist mit einer Reduktion von 4,8 Mio. t pro Jahr zu rechnen (ohne die Berücksichtigung von Gutschriften für Stromerzeugung aus BHKW).² Wird zusätzlich eine CO₂-Gutschrift in

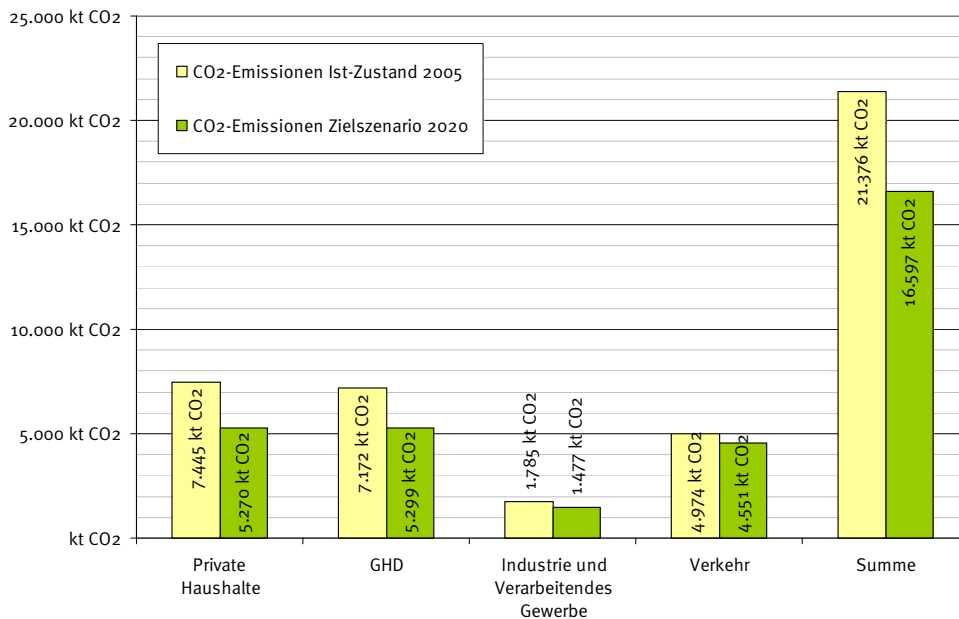
¹ Die Energiebilanzen des Landes Berlin weisen im Zeitraum vor 2003 z. B. bei der Bilanzierung des Endenergieverbrauchs nach Energieträgern empirisch teilweise nicht nachvollziehbare Wertsprünge auf [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2008]. Z. B. reduziert sich innerhalb eines Jahres zwischen 1994 bis 1995 der Endenergieverbrauch von Steinkohle um 71 % und der von Braunkohle um 41 %. In gleicher Weise auffällig ist der Anstieg des Endenergieverbrauchs für Fernwärme zwischen 2002 und 2003 um über 21 %. Im Jahr 2003 hat sich mit dem Inkrafttreten des Energiestatistikgesetzes auch die organisatorische Zuständigkeit für die Energiebilanzierung im Land Berlin geändert. Seitdem erfüllt das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg als zentraler Dienstleister die bundesgesetzlichen Vorgaben zur Erstellung der Energiebilanzen für das Land Berlin und das Land Brandenburg.

² Es wird davon ausgegangen, dass der von BHKW erzeugte Strom herkömmlichen Strom substituiert. Da der BHKW-Strom mit einem deutlich geringeren CO₂-Faktor gegenüber dem herkömmlichen Strom bewertet wird, entstehen für die BHKW-Stromerzeugung

Höhe von 279 kt/a für die Stromerzeugung aus BHKW angesetzt, beträgt die Gesamtmin­derung an CO₂-Emissionen im Zielszenario gut 5 Mio. t pro Jahr gegen­über dem Referenzjahr 2005. Zur jährlichen CO₂-Minderung tragen die privaten Haushalte mit 2.339 kt CO₂/a den größten Anteil bei. Der GHD-Sektor liefert mit einer Einsparung von insgesamt 1.912 kt CO₂/a auch einen erheblichen Anteil, während das Handlungsfeld Industrie und Verarbeitendes Gewerbe, entsprechend seinem relativ geringen Anteil an den Emissionen im Referenzjahr, mit rund 384 kt CO₂/a einen vergleichsweise niedrigen Beitrag leistet. Aufgrund der Entwicklungen im Flugverkehr können trotz großer Minderung des Energieverbrauchs auf Seiten des Straßenverkehrs nur geringe Reduzierungen in den Gesamtemissionen des Verkehrs bewirkt werden. Insgesamt sinken die CO₂-Emissionen im Handlungsfeld Verkehr im Zielszenario gegenüber dem Referenzjahr um 423 kt pro Jahr.

Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt für das Referenzjahr 2005 und für das Zielszenario 2020 die Verteilung der energiebedingten CO₂-Emissionen auf die einzelnen Handlungsfelder.

Abbildung 3: Handlungsfeldbezogene energiebedingte CO₂-Emissionen im Referenzjahr 2005 (Gesamtemissionen: 21.376 kt/a) und im Zielszenario 2020 (Gesamtemissionen: 16.597 kt/a)



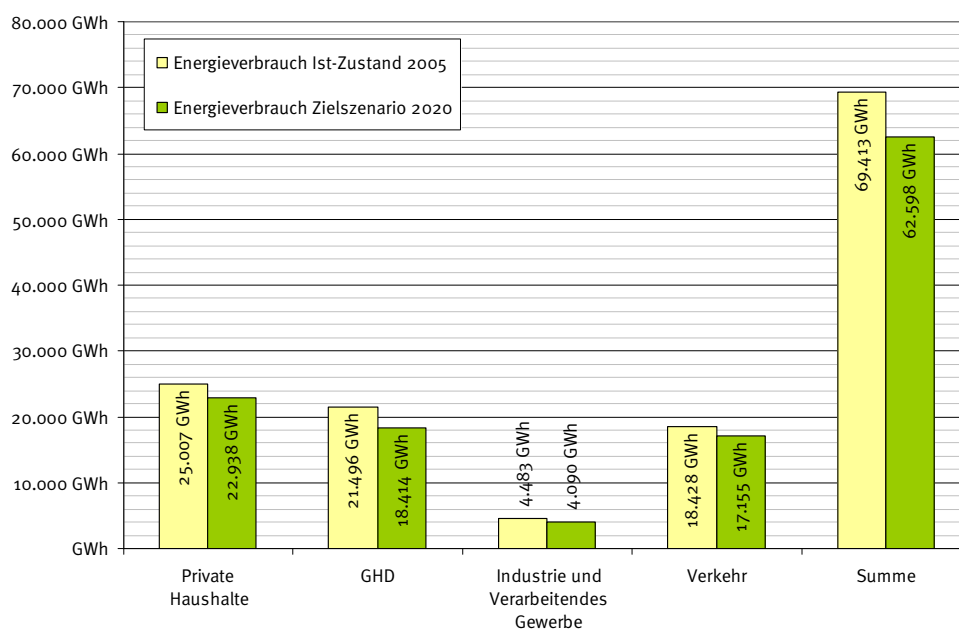
Quelle: Berliner Energieagentur

CO₂-Gutschriften. Bei der reinen Verursacherbilanzierung wird für die CO₂-Bilanzierung jedoch der Generalfaktor des Bundes zugrunde gelegt. Die Gutschrift für den BHKW-Strom stellt also genau genommen eine zusätzliche Minderung der CO₂-Emissionen dar, die in der Verursacherbilanz eigentlich nicht dargestellt wird.

Abbildung 4 fasst den Endenergieverbrauch nach den einzelnen Handlungsfeldern bzw. Verbrauchersektoren für das Jahr 2005 und für das Zielszenario zusammen. Im Referenzjahr machen die privaten Haushalte mit gut 36 % einen Großteil des gesamten Energieverbrauchs der Stadt Berlin aus. Der GHD-Sektor liegt mit knapp 31 % als zweitstärkster Verbrauchersektor knapp über dem Verbrauch des Verkehrssektors, während die Industrie und das Verarbeitende Gewerbe einen relativ geringen Anteil des Endenergieverbrauchs ausmachen.³

Das Zielszenario ist so aufgebaut, dass alle Sektoren entsprechend ihres Energieverbrauchs im Jahr 2005 Effizienzsteigerungen erreichen müssen. Insgesamt ändern sich die Anteile der dargestellten Verbrauchssektoren untereinander nur geringfügig. Der nur leichte Rückgang beim Verkehr beruht auf der zu erwartenden deutlichen Zunahme des Energieverbrauchs im Flugverkehr. Auch im Industriesektor sinkt der Endenergieverbrauch nur geringfügig, da hier der zunehmende Einsatz der dezentralen KWK in der Energiebilanz zu einem höheren Brennstoffverbrauch führt.

Abbildung 4: Handlungsfeldbezogener Endenergieverbrauch im Referenzjahr 2005 (Gesamtenergieverbrauch: 69.414 GWh/a) und im Zielszenario 2020 (Gesamtenergieverbrauch: 62.598 GWh/a)



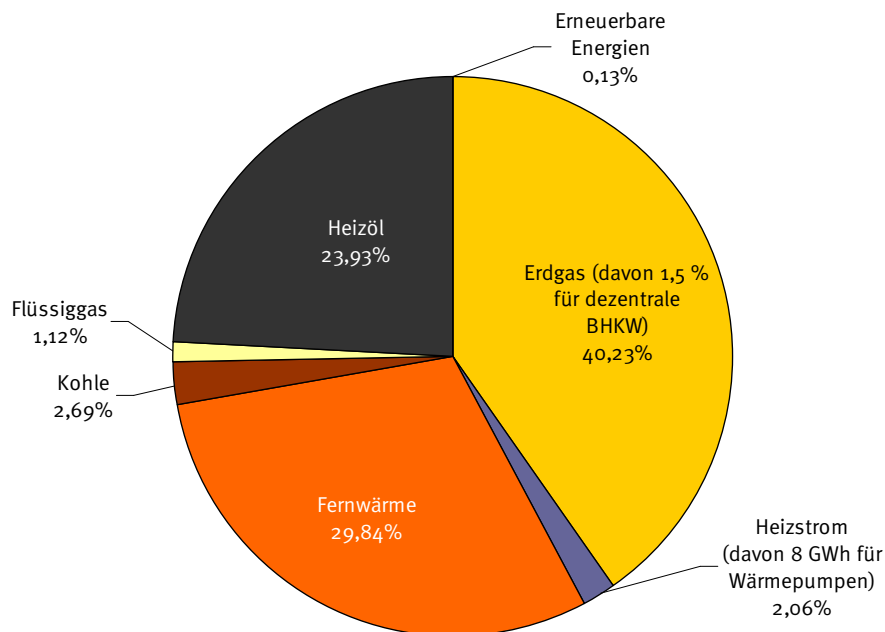
Quelle: Berliner Energieagentur

Die prozentuale Verteilung des Endenergieverbrauchs weicht aufgrund des unterschiedlichen Primärenergieträgereinsatzes zur Wärmebereitstellung geringfügig von der Verteilung der CO₂-Emissionen ab.

³ Gegenüber der amtlichen Energiebilanz des Statistischen Landesamtes Berlin-Brandenburg gibt es geringfügige Abweichungen. Diese werden in der Langfassung des Energiekonzeptes erläutert.

Im Zielszenario 2020 (ohne dem Handlungsfeld Verkehr) liegt der Großteil der CO₂-Einsparpotentiale auf der Wärmeseite (Anteil von gut 69 %), während stromseitig ein geringeres Potential zu verzeichnen ist (knapp 31 %). Aufgrund der großen Bedeutung des Wärmemarktes am Energieverbrauch wird dieser im Folgenden genauer betrachtet. Die prozentualen Angaben zu den Anteilen beziehen sich dabei durchgehend auf die Anteile des jeweiligen Energieträgers an der Wärmebereitstellung im betreffenden Bezugsjahr (z. B. GWh/a).

Abbildung 5: Handlungsfeldbezogener Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr 2005 (bezogen auf den Endenergieverbrauch, Gesamtwärmeverbrauch: 40.166 GWh/a)

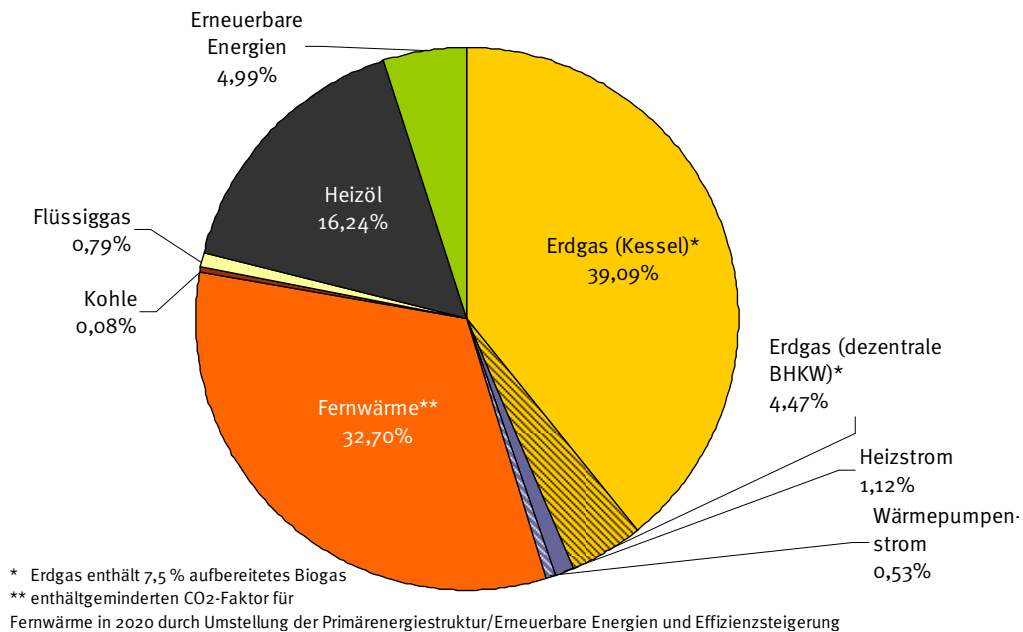


Quelle: Berliner Energieagentur

Im Referenzjahr 2005 wurde der Wärmeverbrauch Berlins zu rund 40 % aus Erdgas, 30 % aus Fernwärme, 24 % Heizöl und einen geringen Anteil aus Kohle, Heizstrom, Flüssiggas sowie Erneuerbaren Energien gedeckt.

Für das Zielszenario im Jahr 2020 empfiehlt das Energiekonzept 2020 im Wärmesektor den in Abbildung 6 dargestellten Energiemix.

Abbildung 6: Handlungsfeldbezogener Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 (bezogen auf Endenergieverbrauch, Gesamtwärmeverbrauch: 35.986 GWh/a)

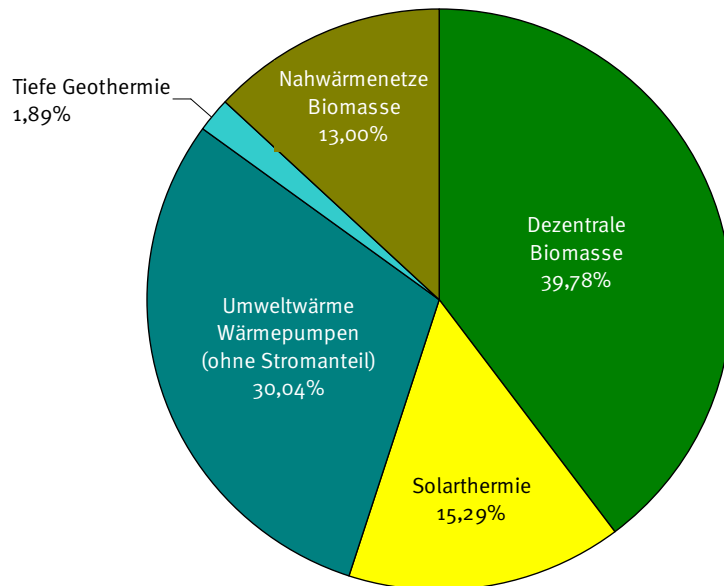


Quelle: Berliner Energieagentur

Das Energiekonzept 2020 sieht für das Zielszenario 2020 besondere wirtschaftliche Ausbaupotentiale bei den dezentralen Effizienztechnologien, also den Erneuerbaren Energien und der dezentralen KWK. Eine vertiefende Darstellung der Ausbaupotentiale folgt in den untergeordneten Kapiteln⁴. Abbildung 7 stellt die Verteilung der Potentiale für einen Ausbau Erneuerbarer Energien dar.

⁴ Die Ausbaupotentiale der Erneuerbaren Energien werden im Kapitel 6.2 und die der dezentralen KWK in Kapitel 6.3 eingehender dargestellt.

Abbildung 7: Verteilung der Potentiale Erneuerbarer Energien im Zielszenario 2020 (Gesamtpotential: 1.797 GWh/a, nicht beinhaltet: Potentiale Erneuerbarer Energien in der zentralen Fernwärme)⁵



Quelle: Berliner Energieagentur/IÖW 2010

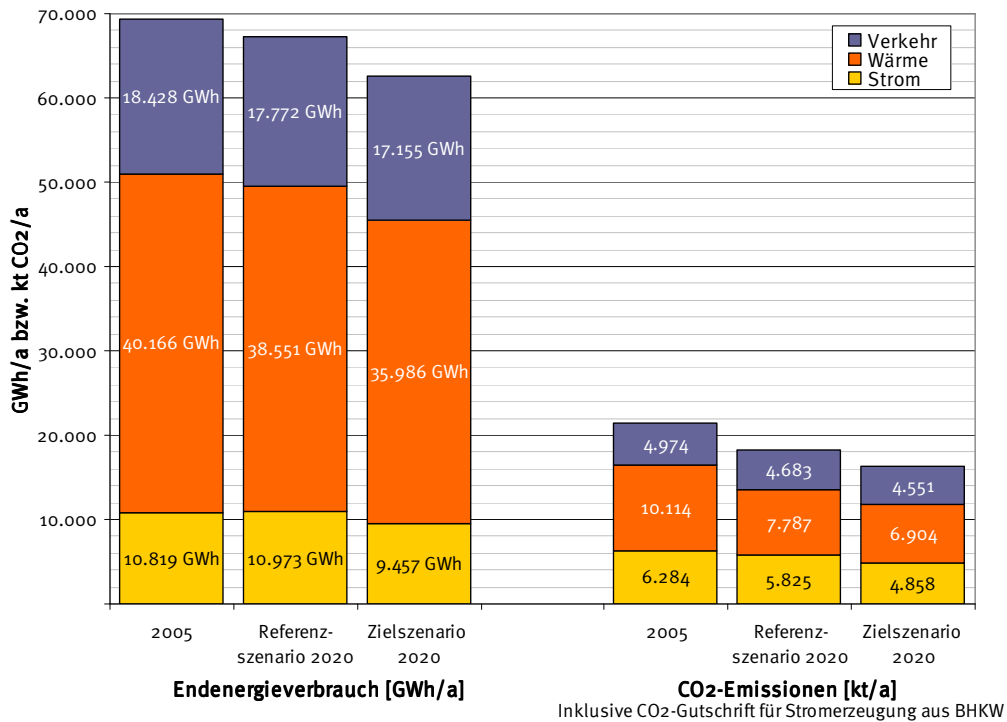
Im dezentralen Bereich werden die größten Ausbaupotentiale bei der festen Biomasse (z. B. Holzhackschnitzel, Holzpellets) gesehen. Zusammen mit einem geringen Ausbaupotential für Nahwärmenetze kann der Anteil dieser Erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2020 über 50 % betragen. An zweiter Stelle rangiert die Umweltwärme (Wärmepumpen) und an Dritter die Solarthermie. Außerdem wird ein Potential für tiefengeothermische Projekte in Berlin gesehen.⁶

⁵ Die Abbildung enthält nicht die Einsatzpotentiale für Erneuerbare Energien in den Großkraftwerken Berlins, deren Wärmearbeit in die zentralen Fernwärmenetze eingespeist wird. Eine Betrachtung dieser Potentiale erfolgt im Teilkapitel zu den Erneuerbaren Energien.

⁶ Wärmepumpen nutzen als Wärmequellen die oberflächennahe Geothermie (Erdreich, Wasser) oder Umweltwärme (Luft).

Abbildung 8 gibt einen Überblick über das Gesamtergebnis der Szenarienberechnungen.

Abbildung 8: Handlungsfeldübergreifende Ergebnisse der Szenarien



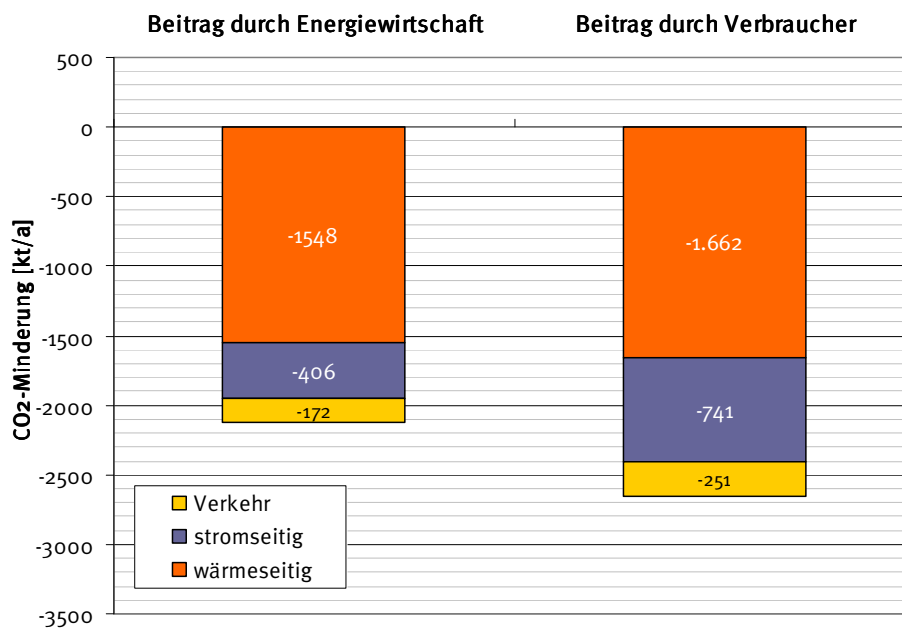
Quelle: Berliner Energieagentur

Neben den Gesamtwerten zum Endenergieverbrauch sowie den daraus resultierenden CO₂-Emissionen werden gegenüber dem Referenzjahr die großen Minderungspotentiale beim Strom- und Wärmeverbrauch deutlich. Die geringsten Einsparpotentiale bestehen im Handlungsfeld Verkehr. Der Grund hierfür liegt in der deutlichen Zunahme im Flugverkehr um 45 % gegenüber dem Jahr 2005. Wegen den großen Unsicherheiten bezüglich der Bilanzierung des Flugverkehrs wird an dieser Stelle auf die Sensitivitätsanalysen im Anhang hingewiesen.

Zur Umsetzung des klimapolitischen Ziels der CO₂-Minderung leisten sowohl der Erzeuger-/Umwandlungssektor wie auch die Verbraucherseite einen entscheidenden Beitrag. Die Energiewirtschaft trägt über einen verbesserten Primärenergieträgereinsatz in der Fernwärmeerzeugung (z. B. Energiekonzept Vattenfall Europe AG) und Effizienzsteigerungen in der Anlagentechnik sowie über die Nutzung klimafreundlicher Energieträger (z. B. GASAG-Programm „Berlin verpflichtet“, Bioerdgas-Beimischung zum Erdgas, Biokraftstoffe bei den Kraftstoffen) zu den Klimaschutzzielen des Landes bei. Die Einsparungen durch die Energiewirtschaft auf der Stromseite und im Verkehr enthalten neben den oben genannten Unternehmen auch die Reduzierung des Primärenergieträgereinsatzes im deutschen Kraftwerkspark und die weitere bundesweite Beimischung von Biokraftstoffen bis 2020. Gleichzeitig verbessert sich auf der Endverbraucherseite die CO₂-Bilanz aufgrund von Maßnahmen zur Energieeinsparung, aber auch durch den zunehmenden Einsatz dezentraler Energieeffizienztechnologien zur Strom- und Wärmebereitstellung (z. B. Erneuerbare Energien, Mini-KWK).

Abbildung 9 stellt dar, welchen CO₂-Minderungsbeitrag der Erzeugungs- und Umwandlungssektor für die Realisierung des Zielszenarios im Energiekonzept 2020 im Vergleich zum Verbrauchssektor an dem CO₂-Minderungsziel von 4,3 Mio. t/a bis 2020 beiträgt.

Abbildung 9: Verteilung der CO₂-Minderung im Zielszenario auf Energiewirtschaft und Handlungsfelder (Verbrauchersektoren)



Quelle: Berliner Energieagentur

Nach der obigen Darstellung entfallen auf den Erzeugungs- und Umwandlungsbereich ca. 44,5 % des dargestellten wirtschaftlichen Minderungspotentials (ca. 2.126 kt CO₂/a). Der Anteil der Endverbrauchersektoren an dem CO₂-Gesamtziel liegt bei ca. 55,5 % (ca. 2.654 kt CO₂/a).

3 Gesetze, Konzepte und Programme für Berlin

3.1 Berliner Energiespargesetz

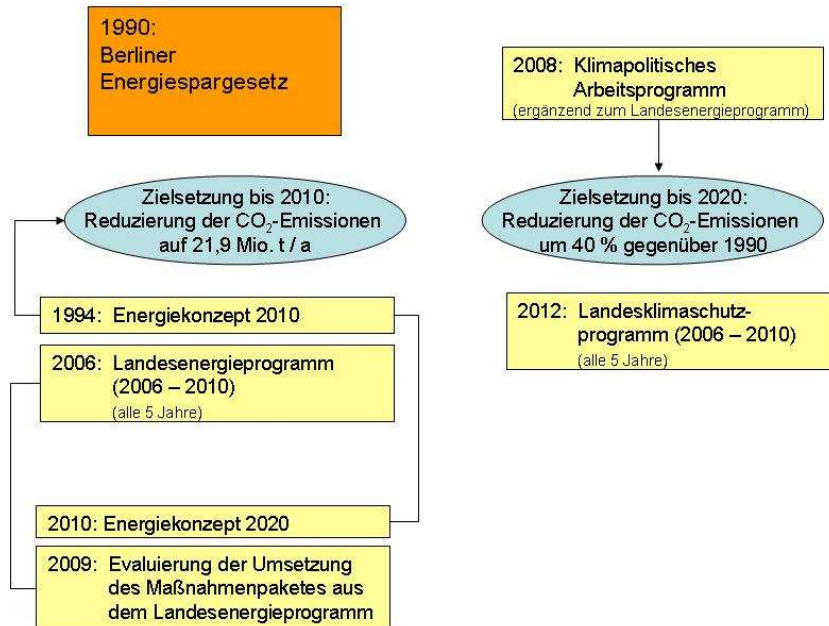
Das derzeit noch geltende Berliner Energiespargesetz (BEnSpG) aus dem Jahr 1990 hat das Ziel, eine möglichst „sparsame, rationelle, sozial- und umweltverträgliche, ressourcenschonende, risikoarme und gesamtwirtschaftlich kostengünstige Erzeugung und Verwendung von Energie zu fördern und dadurch zugleich die Versorgung mit Energie zum Wohle der Bürgerinnen und Bürger des Landes Berlin langfristig zu sichern“ [§1 BEnSpG].

Das BEnSpG enthält als Instrument die Erstellung von Energiekonzepten, mit denen die Entwicklung der Energieversorgung in Berlin perspektivisch aufgezeigt werden soll. Im Energiekonzept von 1994 sind klima- und energiepolitische Ziele für den Zeitraum bis 2010 festgeschrieben [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz 1994].

Aufbauend auf dem Energiekonzept stellt der Senat „alle vier Jahre ein Landesenergieprogramm auf, das Ziele und Maßnahmen zur Einsparung von Energie, zur Entwicklung des Energieverbrauchs, zur Umweltbelastung und zur Entwicklung bei den Energieträgern enthält“. Das Landesenergieprogramm legt die klimapolitischen Ziele und Instrumente für den entsprechenden Zeitraum fest.

Das aktuelle Klimapolitische Arbeitsprogramm aus dem Jahr 2008 ergänzt das Landesenergieprogramm [Senatsverwaltung für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz 2008]. Berlin verpflichtet sich, die CO₂-Emissionen bis 2010 um 25 % (im Vergleich zu 1990) zu reduzieren. Das Ziel wurde bereits im Jahr 2005 erreicht. Wegen der erreichten Zielumsetzung wird nunmehr eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um 40 % bis zum Jahr 2020 angestrebt.

Abbildung 10: Rechtlicher und programmbezogener Rahmen der Energie- und Klimapolitik in Berlin



Quelle: Berliner Energieagentur

Erneuerbare Energien werden überwiegend durch Instrumente auf Bundesebene gefördert z. B. EEG, Marktanzreizprogramm, EEWärmeG. Im Fall des EEWärmeG hat der Gesetzgeber den Ländern ermöglicht, weitergehende Anforderungen zu formulieren, die den Gebäudebestand adressieren und damit gerade im urbanen Raum eine größere Hebelwirkung zum Einsatz der Erneuerbarer Energien und von Energieeffizienz ermöglichen. Vor diesem Hintergrund wird es für sinnvoll erachtet, das Berliner Energiespargesetz zu überarbeiten, um den Einsatz Erneuerbarer Energien und die Energieeffizienz im Gebäudebestand zu forcieren.

3.2 Instrumente und Aktivitäten

Zur Verminderung der Treibhausgasemissionen, zur Förderung des rationellen Umgangs mit Energie und zur Anpassung an den Klimawandel nutzt das Land Berlin verschiedene Programme und Instrumente zur Information und als Anreizprogramme für die Wirtschaft und die Bevölkerung.

Der erste Bericht zum Klimawandel in Berlin wurde von der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz im Juli 2009 veröffentlicht und zeigt bisherige Auswirkungen des Klimawandels auf die Region Berlin-Brandenburg, sowie Prognosen für die zukünftige Entwicklung auf und beinhaltet Handlungsempfehlungen [Senatsverwaltung für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz 2009].

Das Landschaftsprogramm Berlin liegt im Zuständigkeitsbereich der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und zeichnet sogenannte Vorranggebiete für den Klimaschutz aus, die eine klimatische Entlastungsfunktion erfüllen sollen.

Das Umweltentlastungsprogramm (UEP) wird aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und des Landes Berlin ermöglicht. Hierbei werden Projekte aus den Bereichen Gewässer-, Klima- und Naturschutz gefördert. Als Hauptziele gelten die Verbesserung der Berliner Umweltsituation, die Steigerung des umweltverträglichen Wachstums der Berliner Wirtschaft und eine Stabilisierung der nachhaltigen Beschäftigung. Die Förderschwerpunkte des Programms liegen unter anderem in Untersuchungen zu den Folgen des Klimawandels und der Bekämpfung des Klimawandels durch den Einsatz Erneuerbarer Energien und eine Verbesserung der Energieeffizienz.

Beim Verkauf der Landesanteile der Bewag und GASAG im Jahr 1997 wurde mit den Käufern vereinbart, den „Berliner Energiefonds“ zur Förderung von Projekten im Bereich innovativer Technologien und Erneuerbarer Energien einzurichten.

Die Investitionsbank Berlin (IBB) bietet zahlreiche weitere Förderangebote – unter anderem im Bereich Erneuerbare Energien, Energieeffizienz und Klimaschutz. Neben Programmen zur Wirtschaftsförderung werden Förderungen im Bereich der energetischen Gebäudesanierung für private Investoren oder Wohnungsunternehmen bzw. -genossenschaften angeboten.

Zusammen mit der Berliner Energieagentur hat das Land Berlin das Modell der Energiesparpartnerschaft entwickelt. Das Modell ermöglicht, auch bei knapper Haushaltslage klima- und energiepolitische Ziele zu erreichen und Energiekosten einzusparen. Der Vertrag zwischen dem Land Berlin und einem Energiedienstleister garantiert, dass über einen bestimmten Zeitraum eine gewisse Menge an Energie eingespart wird. Der Dienstleister übernimmt Planung, Durchführung und Betreuung der Maßnahmen und kann aus den eingesparten Energiekosten seine Investitionen refinanzieren. Die verbleibenden Einsparungen werden zwischen Land und Dienstleister aufgeteilt.

Die zentrale Kommunikationsplattform der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz im Bereich Energieeffizienz ist das Programm ImpulsE. Der Schwerpunkt der Aktivitäten des Programms liegt auf der Mobilisierung von Energiesparpotentialen im Gebäudebestand. Neben Veranstaltungen wie Workshops, Tagungen und den jährlich stattfindenden Berliner Energietagen bietet das Programm grundsätzliche Möglichkeiten zum Informationsaustausch.

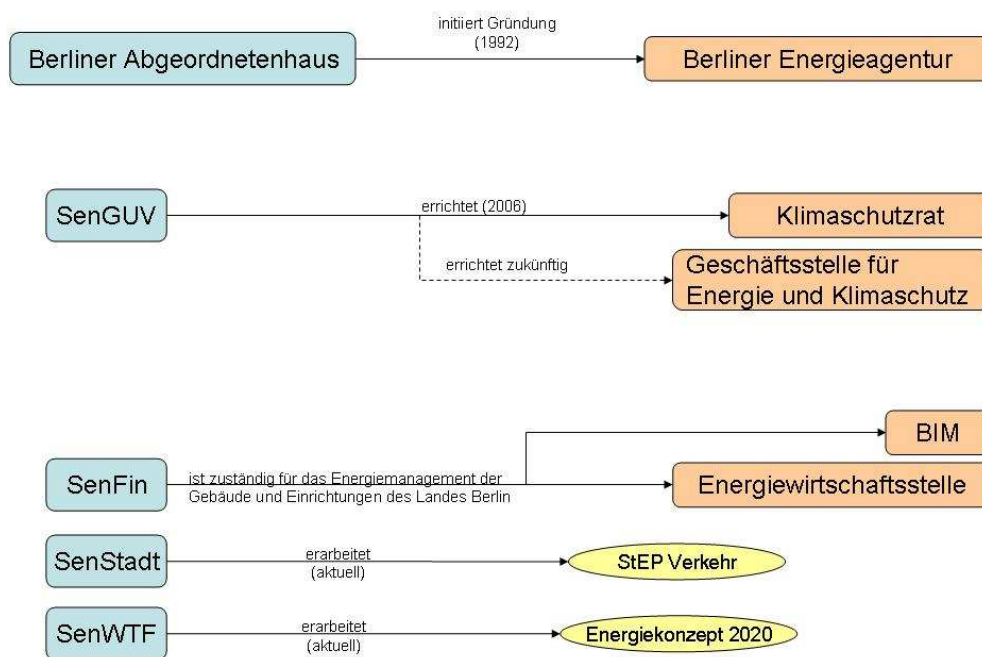
Auch durch das am 13. August 2010 vom Senat beschlossene Abfallwirtschaftskonzept für das Land Berlin zeigt auf, dass durch die dort genannten abfallwirtschaftlichen Maßnahmen zur hochwertigen Verwertung von biogenen Stoffen relevante Einsparungen an Klimagasen (CO₂-Äquivalente) in der Größenordnung von über 200.000 t pro Jahr bis 2020 realisiert werden sollen.

4 Das Handlungskonzept

4.1 Akteure

Als wesentliche Akteure der Berliner Energie- und Klimaschutzpolitik gelten neben den involvierten Senatsverwaltungen, die von Abgeordnetenhaus und Senat ernannten beratenden Stellen sowie regionale und internationale Initiativen zum Klimaschutz mit konkreten Zielvorstellungen. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die energie- und klimapolitischen Zuständigkeiten zwischen dem Berliner Abgeordnetenhaus und dem Berliner Senat sowie den ihnen zugeordneten klimaschutzrelevanten Organisationen und Instrumenten.

Abbildung 11: Übersicht über energie- und klimapolitische Zuständigkeiten und Aktivitäten des Berliner Senats



Quelle: Berliner Energieagentur

4.1.1 Akteure der Berliner Verwaltung

Der Klimaschutzrat wurde im Jahr 2006 gegründet und besteht aus 16 Fachleuten aus Wissenschaft und Energiewirtschaft. Als unabhängiges Beratungsgremium steht der Klimaschutzrat dem Senat bei allen grundsätzlich klimaschutzpolitischen Fragen zur Seite, so z. B. bei der Umsetzung und Fortschreibung des Landesenergieprogramms, bei der Erstellung des Energiekonzepts, der Novellierung des Berliner Energiespargesetzes sowie der Klimafolgenforschung und -anpassung.

Die Berliner Energieagentur wurde 1992 auf Initiative des Berliner Abgeordnetenhauses gegründet und ist ein privatwirtschaftliches Energiedienstleistungsunter-

nehmen. Wesentliche Aufgaben sind die Beratung zu rationeller Energienutzung einschließlich der Vorbereitung und Umsetzung von Ausschreibungen im Hinblick auf Energiespar-Contracting bzw. Energiesparpartnerschaften. Die Berliner Energieagentur unterstützt die Übertragung erfolgreicher Modelle zur rationellen Energienutzung und zum Einsatz Erneuerbarer Energien in neue Märkte. Außerdem betreibt die Agentur eigene Anlagen als Contractor.

Laut BEnSpG sind in den Bezirken Energiebeauftragte zu bestellen. Aufgabe der Energiebeauftragten ist es, die bezirklichen Gebäude und Anlagen energetisch zu bewerten, Möglichkeiten zur Energieeinsparung aufzuweisen, entsprechende Maßnahmen vorzuschlagen und deren Wirksamkeit zu überwachen. Die Energiebeauftragten der Bezirke leisten einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Ziele und Grundsätze des BEnSpG.

Als 100%ige Tochtergesellschaft des Landes Berlin wurde die Berliner Immobilienmanagement GmbH (BIM) im Jahre 2003 gegründet. Die BIM GmbH ist für das gesamte Energiemanagement der Gebäude des SILB zuständig (nicht für sämtliche Gebäude des Landes Berlin). Sie verwaltet außerdem die Dienstgebäude der Berliner Hauptverwaltung sowie Finanzämter, Gerichtsgebäude, berufsbildende Schulen, die Immobilien der Berliner Polizei und Feuerwehr. Insgesamt betreut die BIM ca. 1.300 Gebäude. Ein Schwerpunkt der BIM liegt in der energieeffizienten Gebäudebewirtschaftung durch entsprechende Investitionen.

Die Energiewirtschaftsstelle des Landes Berlin ist schließlich für die Beschaffung von leitungsgebundenen Energien zuständig (z. B. Strom, Gas und Fernwärme). Ihr obliegt im Auftrag der Senatsverwaltung für Finanzen das Management der Strom-, Gas- und Fernwärmebezüge der Landesliegenschaften und der sonstigen öffentlichen Einrichtungen, nicht jedoch das Controlling für die Grundstücke des SILB.

4.1.2 Organisationen der Berliner Wirtschaft

Neben den Akteuren der Berliner Verwaltung und sonstiger öffentlicher Einrichtungen engagiert sich die Berliner Wirtschaft in verschiedenen Initiativen für den Klimaschutz.

Die Industrie- und Handelskammer, die Handwerkskammer, der Deutsche Gewerkschaftsbund und der Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland sind Partner des Stadtvertrages Klimaschutz. Das Ziel der Kampagne ist es, durch eine gezielte Mobilisierung der beteiligten Zielgruppen der Organisationen die Energieeinsparung und den Einsatz Erneuerbarer Energien voranzubringen. Konkrete Schwerpunkte der Kampagne liegen zum einen im Abschluss von klimaschutzbezogenen Selbstverpflichtungen der Berlinerinnen und Berliner und zum anderen in der Bekanntmachung bestehender Klimaschutzprojekte als Best-Practice-Beispiele.

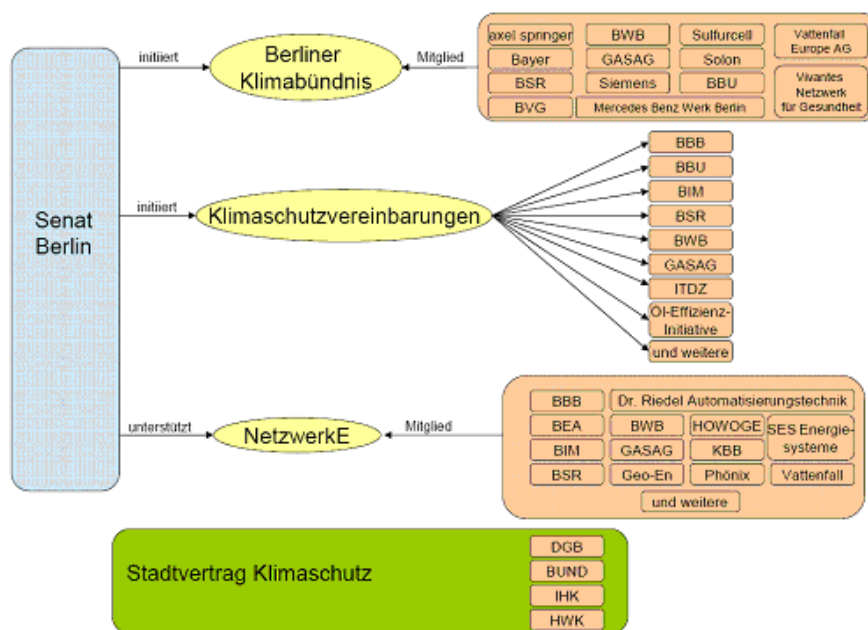
Das Berliner KlimaBündnis ist eine gemeinsame Initiative der Berliner Wirtschaft und des Senats. Mit der Unterzeichnung einer Selbstverpflichtung werden die Unternehmen Partner im Bündnis und verpflichten sich, über konkrete Projekte zu einer CO₂-Minderung in Berlin beizutragen. Partner sind einige der größten privaten Emittenten der Stadt.

Mit der Unterzeichnung von Klimaschutzvereinbarungen zwischen dem Land Berlin und einzelnen Berliner Unternehmen und Verbände werden gegenseitige Ver-

pflichtungen im Bereich Klimaschutz festgehalten. Die Unternehmen verpflichten sich dabei, mittels konkreter Aktivitäten zu einer CO₂-Reduzierung beizutragen.⁷

Das Berliner NetzwerkE setzt sich zusammen aus Berliner Energiedienstleistern, Technologieunternehmen und Großanwendern von Energie sowie Einrichtungen der Wissenschaft. Das NetzwerkE hat zum Ziel, Berliner Unternehmen der Energieeffizienz- und Erneuerbare-Energien-Branche zu stärken und konkrete Projekte in den Bereichen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien umzusetzen.

Abbildung 12: Initiativen der Berliner Unternehmen im Bereich Klimaschutz



Quelle: Berliner Energieagentur

4.1.3 Internationale Organisationen

Auf internationaler Ebene ist Berlin vielfältig vernetzt.

Berlin ist Mitglied im internationalen KlimaBündnis. Das KlimaBündnis wurde im Jahr 1990 als Verein mit dem Ziel gegründet, die klimaschädlichen Treibhausgase zu reduzieren. Mittlerweile haben sich weltweit etwa 1.500 Städte und Gemeinden

⁷ Mit den folgenden neun Unternehmen bzw. Initiativen hat die Senatsverwaltung bisher Klimaschutzvereinbarungen unterzeichnet: Berliner Bäder-Betriebe (AöR) / BBB Infrastruktur GmbH Co.&KG (BBB), Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e.V. (BBU), Berliner Immobilienmanagement GmbH (BIM), Berliner Stadtreinigungsbetriebe (BSR), Berliner Wasserbetriebe (BWB), Gasag (Berliner Gaswerke Aktiengesellschaft), Vattenfall Europe AG, IT-Dienstleistungszentrum Berlin und Öl-Effizienz-Initiative.

dem KlimaBündnis angeschlossen. Die Mitglieder des Vereins verpflichten sich zu einer kontinuierlichen Verminderung ihrer Treibhausgasemissionen. Konkrete Ziele für Berlin sind bis zum Jahr 2030 (siehe Abbildung 2):

- die Reduzierung der Pro-Kopf-Emissionen um 50 % (Basisjahr 1990) bzw. auf 14,6 Mio. t CO₂-Emissionen insgesamt (bei zugrundeliegender Bevölkerungsprognose von 3.475.900 Einwohnern für das Jahr 2030)
- Minderung der spezifischen Treibhausgasemissionen auf 4,3 t CO₂-Äquivalent pro Einwohner/in und Jahr

Weitere Ziele des Vereins sind der Erhalt der Regenwälder, sowie die Unterstützung der indigenen Völker.

Des Weiteren ist Berlin als Mitglied im International Council for Local Environmental Initiatives (ICLEI) vertreten, in dem mehr als 1.000 lokale Regierungen weltweit teilnehmen. Auch bei „C40 cities“, einer Organisation der weltgrößten Städte zur Verminderung des Klimawandels, arbeitet Berlin aktiv mit.

4.2 Arbeitsplan zur Umsetzung des Energiekonzepts 2020

Berlin hat mit dem Ziel einer 40%igen CO₂-Minderung im Jahr 2020 gegenüber 1990 anspruchsvolle Klimaschutzziele. Diese Zielsetzung wurde vom Berliner Senat verabschiedet [Senatsverwaltung für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz 2008].

Aus den Darstellungen im vorherigen Abschnitt wird ersichtlich, dass die Akteure aus Politik und Wirtschaft bisher nur lose an einer gemeinsamen energetischen Vision für Berlin arbeiten. Zur Erreichung der ambitionierten Klimaziele ist es erforderlich, dass die bisherigen Einzelaktivitäten und -maßnahmen stärker vernetzt und integriert bearbeitet werden. Existierende Verknüpfungen zwischen Verwaltung und Wirtschaft sind in der Regel derzeit noch ohne Pflichten und Rechte verortet, wie z. B. das Berliner Klimabündnis, bzw. nur einseitig mit Verpflichtungen versehen, wie z. B. die Klimaschutzvereinbarungen. Die verschiedenen Aktivitäten von Verwaltung und Wirtschaft sind nur begrenzt miteinander vernetzt. Dies betrifft sowohl die einzelnen Aktivitäten von Politik und Wirtschaft untereinander als auch die Rückkopplung der Akteure in Verwaltung und Wirtschaft.

Vor dem Hintergrund

- der sehr anspruchsvollen Klimaschutzziele Berlins,
- der begrenzten finanziellen Mittel,
- der mit den urbanen Strukturen einhergehenden begrenzten Option des Einsatzes Erneuerbarer Energien und
- der vielfältigen Akteure im Bereich Energie und Klimaschutz,
- der erforderlichen sektorübergreifenden Maßnahmen zur Erreichung der Ziele,
- der Notwendigkeit der Integration von Energie- und Klimaschutzbelangen in alle gesellschaftlichen Bereiche,

benötigt Berlin

1. einen klaren Arbeitsplan zur Umsetzung der Maßnahmen aus dem Energiekonzept 2020 mit einem klaren Fokus auf Maßnahmen mit den größten Klimaschutzeffekten,⁸
2. einen Beschluss des Arbeitsplans durch den Senat.

Bei der Erarbeitung des Arbeitsplans ist die Einhaltung der folgenden Prämissen erforderlich:

- Konzentration der vorhandenen Finanzmittel auf gezielte Förderschwerpunkte (Vermeidung des „Gießkannenprinzips“),
- die Konzeption innovativer Finanzierungsmodelle (z. B. Effizienzfonds),
- die Integration aller wichtigen Akteure der Stadt in die Umsetzung und
- die Etablierung einer koordinierenden und vernetzenden Stelle im Sinne einer Geschäftsstelle für Energie und Klimaschutz mit entsprechenden Rechten und Pflichten (z. B. regelmäßiges und transparentes Monitoring der erzielten Energieeinsparungen und Emissionsminderungen).

Folgender Zeitplan für die Erstellung des Arbeitsplans ist vorgesehen:

Tabelle 1: Zeitplan zur Erstellung des Arbeitsplans zur Maßnahmenumsetzung im Energiekonzept 2020

	März 2011	April 2011	Mai 2011	Juni 2011	Juli 2011	Aug. 2011	Sept. 2011
Veröffentlichung des Energiekon- zeptes 2020	→						
Erstellung des Arbeitsplans zur Umsetzung der Maßnahmen (Verantwortlich- keiten, Zeit- und Finanzierungs- plan)		→					
Verabschiedung des Arbeits- plans im Senat						→	

Quelle: Berliner Energieagentur

Im Energiekonzept 2020 wird zwischen kurz- und mittelfristigen Maßnahmen unterschieden. Kurzfristige Maßnahmen sollten zeitnah, innerhalb von zwei Jahren umgesetzt werden. Mittelfristige Maßnahmen haben einen größeren Zeiträumen.

⁸ Der Arbeitsplan sollte die folgenden Elemente umfassen: Festlegung eines Zeit- und Finanzierungsplan, Definition von Verantwortlichkeiten zur Umsetzung des Maßnahmenkatalogs.

Der zu erarbeitende Arbeitsplan (Verantwortlichkeiten, Zuständigkeiten, Finanzierung) zur Umsetzung der Maßnahmen sollte sich vorerst auf die empfohlenen kurzfristigen Maßnahmen beziehen.

Um eine kontinuierliche Umsetzung des Energiekonzeptes 2020 zu gewährleisten, müssen der Maßnahmenkatalog bzw. Arbeitsplan fortgeschrieben werden.

Tabelle 2: Empfehlung zur Priorisierung von Maßnahmen

Energiekonzept 2020 für Berlin	
Vorschläge für kurzfristige Maßnahmen	Vorschläge für mittelfristige Maßnahmen
≤ 2 Jahre	≥ 2 Jahre
↓ Berliner Senat	
↓	
Etablierung und Koordinierung akteursübergreifender Netzwerke zur Umsetzung der Maßnahmen	Fortschreibung des Maßnahmenkatalogs des Energiekonzeptes 2020

Quelle: Berliner Energieagentur

4.3 Kurzfristige und übergeordnete Maßnahmen

Aufgrund der Heterogenität der Maßnahmen, der Komplexität der Wirkungszusammenhänge und der verteilten Verantwortlichkeiten in verschiedenen Senatsverwaltungen ist ein Monitoring der Umsetzung des Energiekonzeptes 2020 über wenige ausgewählte Leitindikatoren nicht ausreichend. Das Monitoring sollte daher alle zwei Jahre in einer so genannten Bottom-up-Vorgehensweise erfolgen, bei der die Wirkungen von Einzelmaßnahmen bzw. Maßnahmenpaketen zur CO₂-Reduzierung abgeschätzt werden. Zusätzlich ist ein Top-Down-Abgleich auf Basis der statistischen Energie-/CO₂-Bilanz notwendig.

In Abständen von zwei Jahren sollte die Berliner Verwaltung gegenüber dem Abgeordnetenhaus und der Öffentlichkeit über die Umsetzung der beschlossenen Maßnahmen und deren Entlastungseffekte im Sinne des o. g. Monitorings berichten. Hierzu sollte verpflichtend ein Sachstandsbericht erstellt werden. Für die Berichterstattung wäre die Geschäftsstelle für Energie und Klimaschutz zuständig. Im Zuge der Berichterstattung sollten der Maßnahmenkatalog und auch der Arbeitsplan aktualisiert bzw. fortgeschrieben werden.

Die damit verbundene Kommunikation ist als ein Anstoß für Lernprozesse und die Verbesserung der Maßnahmen zu verstehen.

Darüber hinaus sind für eine erfolgreiche Umsetzung des Energiekonzeptes 2020 kurzfristig weitere wichtige inhaltliche Grundlagen zu etablieren.

Im Rahmen der Arbeiten am Energiekonzept 2020 für Berlin wurde die Notwendigkeit deutlich, bei der Energie- und CO₂-Bilanzierung eindeutige Konventionen festzulegen und damit für alle energieverbrauchenden Akteure in Berlin eine einheitliche Berechnungsgrundlage für Energieverbrauch und CO₂-Emissionen zu schaffen. Dies betrifft z. B. Konventionen für die Berücksichtigung der CO₂-

Emissionen des Flughafens Berlin-Brandenburg, für die Bilanzierung von Ökostrom bzw. -wärme und das Monitoring für Importströme von Biomasse. Zur Festlegung dieser Konventionen sollte kurzfristig eine Arbeitsgruppe mit Vertretern aus dem Statistischen Landesamt Berlin-Brandenburg, des Klimaschutzrates und der Berliner Energieversorger eingerichtet werden.

Das freiwillige Instrument der Klimaschutzvereinbarungen hat sich in Berlin als fester Bestandteil der Klimaschutzpolitik etabliert. In den Vereinbarungen werden definierte Reduktionsziele für CO₂- und Luftschadstoff-Emissionen, das geplante Investitionsvolumen sowie ein spezifischer Maßnahmenkatalog zur Umsetzung der Ziele vertraglich festgeschrieben. Um eine bessere Vergleichbarkeit der Inhalte und Zielsetzungen der Vereinbarungen untereinander und eine bessere Übereinstimmung mit der Bilanzierungsmethodik der Energiebilanz von Berlin zu erzielen, sollte das Instrument der Klimaschutzvereinbarungen methodisch weiter entwickelt werden. Wünschenswert wäre die Erarbeitung eines „Leitfadens Berliner Klimaschutzvereinbarungen“ im Sinne einer standardisierten CO₂-Bilanzierung (Lastschrift und Gutschriften aller relevanten Klimagase gegenüber der Ist-Situation) und der Einführung einer Checkliste für mögliche Maßnahmen im Rahmen der Vereinbarung (z. B. ESP-Check in öffentlichen Gebäuden oder Einsatz Erneuerbarer Energien). Außerdem wird empfohlen, die Erfolge der klimaschutzverpflichteten Unternehmen noch besser in der Öffentlichkeit sichtbar zu machen, z. B. durch Einführung eines Labels. Hierdurch könnten die Anreize für weitere Unternehmen zum Abschluss einer Klimaschutzvereinbarung verbessert werden.

Für eine robuste Zielerreichung scheint es sinnvoll, ordnungspolitische Maßnahmen für den Gebäudebestand zu entwickeln, bestehende bundesrechtliche Regelungen zum Ausbau der Erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz im Wärmemarkt zu ergänzen und deren Vollzug sicher zu stellen. Diese Maßnahmen sind mit zusätzlichen landesspezifischen Anreizen zu verbinden. Als Anknüpfungspunkt bietet sich die Novellierung des Berliner Energiespargesetzes an.

Abbildung 13: Kurzfristige übergeordnete Maßnahmen

1. Erstellung eines Arbeitsplans zur Umsetzung der Maßnahmen des Energiekonzeptes 2020 für Berlin
2. Etablierung einer Geschäftsstelle für Energie und Klimaschutz mit folgenden Aufgaben:
 - Sachstandberichte zur Umsetzung der Maßnahmen zum Klimaschutz einschließlich Erfolgskontrolle im zweijährigen Turnus,
 - Monitoring der Maßnahmen und Plausibilitätsprüfung anhand der Berliner Energie-/CO₂-Bilanz,
 - Anpassung und Weiterentwicklung des Arbeitsplans bzw. Maßnahmenkatalogs,
 - Etablierung und Koordination der notwendigen akteursübergreifenden Netzwerke zur Umsetzung der Maßnahmen,
 - zeitnahe und laufende Information aller relevanten Akteure über Durchführung und Stand der Umsetzung
 - zentrale Bündelung aller Informationen auf einer Internetseite im Sinne eines Wissensbrokers

Die Geschäftsstelle für Energie und Klimaschutz sollte fachlich durch einen Beirat unterstützt werden.
3. Erstellung von Konventionen zur CO₂-Bilanzierung für den Flughafen Berlin-Brandenburg, für Ökostrom bzw. -wärme und für die Importströme von Biomasse
4. Ausbau der Klimaschutzvereinbarungen
 - Vereinheitlichung der Methodik und des Monitorings für die Klimaschutzvereinbarungen und Erstellung einer Checkliste für Maßnahmen zur CO₂-Minderung in Form eines „Leitfadens für Berliner Klimaschutzvereinbarungen“
 - Etablierung eines Labelings für Unternehmen/Institute mit einer Berliner Klimaschutzvereinbarung

5 Methodik

Die Vorgehensweise zur Erstellung von Energieverbrauchsszenarien sowie die Ableitung geeigneter Maßnahmen zur Umsetzung der klimapolitischen Ziele des Landes Berlin hängt entscheidend von verschiedenen methodischen und bilanzierungsbezogenen Annahmen ab, die im folgenden Abschnitt erläutert werden.

In einem ersten Teil wird zunächst die allgemeine Vorgehensweise zur Erstellung des Energiekonzepts 2020 beschrieben. Hierzu wird ein Überblick über die einzelnen Elemente des Konzepts gegeben. Im zweiten Teil werden die methodischen Annahmen des Energiekonzepts vorgestellt. Die Methode der CO₂-Bilanzierung wird begründet (Verursacherbilanzierung) und auf die Besonderheiten der Berechnungen im Vergleich zum Verfahren der amtlichen Statistik eingegangen.

5.1 Vorgehensweise

Die Entwicklung einer energie- und klimapolitischen Strategie für das Land Berlin zu einer Reduzierung der jährlichen CO₂-Emissionen um weitere 4,3 Mio. t bis zum Jahr 2020 gegenüber 2005 setzt eine Bestandsaufnahme der zugrunde liegenden Verbrauchsstrukturen in verschiedenen Handlungsfeldern voraus. Die Handlungsfelder für eine Energieverbrauchsanalyse werden analog zu den energiestatistischen Kategorien gebildet. Für das Energiekonzept 2020 definieren sich damit folgende Handlungsfelder:

- Private Haushalte und Gebäude
- Private und öffentliche Dienstleistungen
- Gewerbe und Handel
- Industrie und Verarbeitendes Gewerbe
- Verkehr

Von entscheidender Bedeutung für die Energie- und CO₂-Bilanzierung ist eine trennscharfe Abgrenzung der Akteure und Organisationen zwischen den Handlungsfeldern, insbesondere um Doppelbilanzierungen zu vermeiden. Die akteursbezogene Zuordnung von Verbrauch und Emissionen in die Handlungsfelder erfolgt auf der Grundlage der Konventionen der amtlichen Energiestatistik [Statistisches Bundesamt 2003].⁹

Ein erster grundlegender Schritt zur Erstellung des Energiekonzepts 2020 ist eine umfassende Energieverbrauchs- und -verbrauchsanalyse in den genannten Handlungsfeldern. Hierzu wird zunächst eine vertiefende Betrachtung des Energieverbrauchs des Referenzjahres 2005 getroffen. Die handlungsfeldbezogene Abschätzung des Energieverbrauchs erfolgt in Abstimmung mit zentralen Akteuren des Landes Berlin (Senatsverwaltungen, Unternehmen, Verbände).¹⁰ Für die Ab-

⁹ Wegen des Referenzjahres 2005 im Energiekonzept 2020 erfolgte eine Orientierung an der Klassifikation des Statistischen Bundesamtes aus dem Jahr 2003.

¹⁰ Seitens der Berliner Senatsverwaltung wurden v. a. die folgenden Behörden in die Erstellung des Energiekonzepts 2020 fachlich eingebunden: Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Frauen (Auftraggeber), Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung.

schätzungen werden die amtlichen Energiebilanzen der vergangenen Jahre und ergänzend Marktstudien (z. B. zur Entwicklung des Wärmemarktes in Berlin) verwendet. Begleitend werden sogenannte „Fachgespräche“ sowie ergänzende Experteninterviews durchgeführt.¹¹

In diesem Kontext ist darauf hinzuweisen, dass die Energiestatistiken des Landes Berlin über die Jahre betrachtet große Schwankungen aufweisen, die ein Indiz für bestehende Unsicherheiten in den statistischen Erhebungen sind. Insbesondere zeigt sich, dass die amtlichen Energiebilanzen bei der Bilanzierung von Endenergie teilweise stark aggregiert sind,¹² um für einzelne Branchen und Sektoren die entscheidenden Energieverbraucher und damit Adressaten für weitere Maßnahmen der Energieeffizienz zu identifizieren. Um zu einer genaueren Schätzung von Verbrauchswerten bei einzelnen Teilsektoren zu gelangen, wird deshalb besondere Sorgfalt auf die Ableitung von plausiblen Werten gelegt. Zur Sicherung der Plausibilität ist vor allem der Vergleich mit bestehenden Studien von großer Bedeutung (z. B. Marktanalysen).

Neben der Identifizierung des Energieverbrauchs in den einzelnen Handlungsfeldern ist für das Energiekonzept 2020 das Aktionsfeld Energiewirtschaft von zentraler Bedeutung. Unter Berücksichtigung der effizienzbezogenen Unternehmensstrategien der dominierenden konventionellen Energiewirtschaft ist für das Energiekonzept zielführend,¹³ auch die Potentiale einer dezentralen Energieversorgung aus Erneuerbaren Energien und Kraft-Wärme-Kopplung bis zum Jahr 2020 darzustellen.

Zur Bestimmung des CO₂-Minderungsbeitrags des Erzeugungs- und Umwandlungssektors werden im Energiekonzept 2020 deshalb folgende Elemente berücksichtigt:

- Zentrale Kraft-Wärme-Kopplung: Beitrag der zentralen Heizkraftwerke im Land Berlin zur einer CO₂-Minderung (z. B. durch Ausbau der Fernwärmeversorgung, Umstellung des Primärenergieeinsatzes, Effizienzsteigerung im Anlagenbetrieb etc.)¹⁴
- Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung: Beitrag zur CO₂-Minderung durch eine verstärkte dezentrale Versorgung von geeigneten Objekten und den Aus-

¹¹ In den Fachgesprächen wurden Zwischenergebnisse zu den Erhebungen und empfohlenen Maßnahmen mit Vertretern der Senatsverwaltung, betroffenen Unternehmen und Verbänden vertiefend erörtert.

¹² Die amtliche Energiebilanz weist z. B. den Sektor „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ nur in seiner Gesamtheit aus, ohne zwischen den einzelnen Teilsektoren und im Dienstleistungsbereich zwischen dem öffentlichen und dem privaten Dienstleistungssektor zu differenzieren. Hier sind bestehende Marktanalysen z. B. zum Wärmemarkt von Berlin wesentlich genauer.

¹³ So hat Vattenfall Europe bereits im Frühjahr 2009 sein Energiekonzept für das Land Berlin vorgelegt [Vattenfall Europe 2009], dessen Ausrichtung bei der Erstellung des Energiekonzeptes 2020 berücksichtigt werden muss. Ebenso ist die Unternehmensstrategie der Gasag mit dem Titel „Berlin verpflichtet“ von wichtiger Bedeutung [Gasag 2007].

¹⁴ Hier findet das Energiekonzept der Vattenfall Europe AG vertiefende Berücksichtigung [Vattenfall Europe 2009].

bau von Objektnetzen;¹⁵ für das Zielszenario werden hierzu die wirtschaftlichen Ausbaupotentiale bis 400 kW installierter elektrischer Leistung untersucht.

- Erneuerbare Energien: Bestimmung der Ausbaupotentiale für die im urbanen Raum Berlin besonders geeigneten Technologien zur Nutzung von Biomasse (besonders regionale Nutzungspotentiale aus dem Land Brandenburg), Solarenergie (Solarthermie und Photovoltaik) und oberflächennahe Geothermie (Wärmepumpen).¹⁶

Vattenfall Europe hat bereits im Frühjahr 2009 sein Energiekonzept 2020 für das Land Berlin vorgelegt [Vattenfall Europe 2009]. Die Inhalte dieses Konzeptes sind bei der Erstellung des Energiekonzeptes 2020 ebenso berücksichtigt worden wie die Unternehmensstrategie „Berlin verpflichtet“ der Gasag, die vor allem den Ausbau der Erzeugung und Nutzung von Biogas forciert [Gasag 2007]. Das Energiekonzept 2020 geht in seinen Berechnungen davon aus, dass das Energiekonzept von Vattenfall in der vorgelegten Form umgesetzt wird (inklusive der Kraftwerkplanungen zu Klingenberg).¹⁷ Ebenso werden die Potentiale der Einspeisung von aufbereitetem Biogas einbezogen (s. Kapitel zur CO₂-Bilanzierung).¹⁸

Da die Gestaltung einer nachhaltigen und effizienten städtischen Infrastruktur für das Land Berlin (Energie und Verkehr) maßgeblich planerische Aspekte der Stadtentwicklung berührt, wird auch dem Planungsfeld Stadtentwicklung im Energiekonzept 2020 eine wichtige Bedeutung eingeräumt. Mit diesem Planungsfeld wurde die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung in die Diskussionen zum Energiekonzept eingebunden (s. Kapitel 15). Im Hinblick auf die Entwicklungs- und Ausbaupotentiale von Energieeffizienztechnologien zielt das Energiekonzept außerdem darauf ab, einen Beitrag zur Stärkung des Energie- und Dienstleistungsstandorts Berlin zu leisten. Hierzu werden in dem Aktionsfeld „Energietechnologie und -forschung“ die Ergebnisse der Potentialanalysen mit Handlungsempfehlungen zur Entwicklung des Technologiestandorts Berlin zurückgekoppelt (s. Kapitel 16).

Die folgende Abbildung stellt die Vorgehensweise und Elemente des Energiekonzepts 2020 im Überblick dar.

¹⁵ Die wirtschaftlichen Ausbaupotentiale der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung werden durch die Berliner Energieagentur berechnet.

¹⁶ Die Ausbaupotentiale von Erneuerbaren Energien in Berlin werden in einer gesonderten Studie des Instituts für Ökologische Wirtschaftsforschung berechnet, die im Rahmen des Energiekonzepts 2020 als Unterauftrag vergeben wurde. Außerdem finden hier die Planungen der Gasag im Rahmen ihrer Klimastrategie Berücksichtigung [Gasag 2007].

¹⁷ Entgegen der Annahme im Vattenfall-Konzept und unter Berücksichtigung der Annahmen zur Wärmeverbrauchsentwicklung im Gebäudebestand geht das Energiekonzept 2020 nicht von einem gleichbleibenden Fernwärmeabsatz bis zum Zieljahr 2020 aus, sondern von einem geringfügigen Rückgang in einer Größenordnung von – 3,5 %.

¹⁸ Das Energiekonzept 2020 nimmt bis zum Zieljahr 2020 einen Anteil von 7,5 % Biogas am in Berlin insgesamt abgesetzten Erdgasvolumen an. Der gesamte Erdgasbedarf reduziert sich gegenüber dem Jahr 2005 geringfügig um – 1,2 %.

Abbildung 14: Energiekonzept 2020 - Vorgehensweise



Quelle: Berliner Energieagentur

5.2 Allgemeine Annahmen

Der Ableitung der handlungsfeldbezogenen Energieeffizienzstrategie für das Land Berlin und der Empfehlung eines hierfür erforderlichen Maßnahmenkatalogs liegen folgende Annahmen zu den künftigen demografischen, wirtschaftlichen und energiepolitischen Rahmenbedingungen zugrunde.

5.2.1 Demografische Entwicklung

Von wesentlicher Bedeutung sind die Annahmen zur demografischen Entwicklung im Land Berlin, da diese maßgeblich für den prognostizierten Endenergieverbrauch der Bevölkerung bis zum Jahr 2020 sind. Ausgehend von einem Bevölkerungsstand im Referenzjahr 2005 von 3,395 Mio. Einwohnern [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2007a], liegt dem Energiekonzept 2020 für die Bevölkerungsprognose bis 2020 eine Studie der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung zugrunde. Nach einer dort enthaltenen mittleren „Basisprognose“ ist bis zum Jahr 2020 mit einem geringfügigen Bevölkerungsanstieg um ca. 70.000 Einwohner auf dann ca. 3,48 Mio. Einwohnern zu rechnen [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2009]. Nach dieser Prognose bleibt die Einwohnerzahl dann bis 2030 nahezu konstant. Auf der Grundlage dieser Prognose wird sich die Zahl der privaten Haushalte im Untersuchungszeitraum von ca. 1,90 Mio. auf 1,93 Mio. geringfügig erhöhen.¹⁹

In der genannten Basis-Variante geht die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung von folgenden Annahmen aus:

- Die wirtschaftliche Entwicklungsdynamik ist positiv; die industriell-gewerbliche Basis ist gefestigt.
- Unternehmensansiedlungen erfolgen insbesondere in überregionalen Dienstleistungen (Medien, Kultur, Tourismus).

¹⁹ Es wird angenommen, dass die Größe der Haushalte mit 1,8 Personen je Haushalt ungefähr gleich bleibt.

- Der Umzug nachfolgender Bundesinstitutionen bringt weitere Impulse.
- Die EU-Osterweiterung bringt ausgehend von einem relativ geringen Niveau zunehmende Impulse für Berlin.
- Der Wohnungsneubau in Stadt und Umland konsolidiert sich auf niedrigem Niveau; die Abwanderungen in das Umland gehen weiter zurück [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2009].

Der Alterungsprozess der Berliner Bevölkerung setzt sich in diesem Szenario fort. Das Durchschnittsalter der Berliner erhöht sich im Prognosezeitraum von 42,5 auf 45,3 Jahre. Insgesamt verringert sich die Zahl der unter 45-jährigen, während die Zahl der älteren Bürger wächst.

5.2.2 Wirtschaftliche Entwicklung

Für die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen im Land Berlin wird zwischen 2005 und 2020 von einem jahresdurchschnittlichen Wachstum des Bruttoinlandsprodukts von 1,7 % ausgegangen. Insgesamt hat sich die Wirtschaftsentwicklung im Land Berlin trotz der Finanz- und Wirtschaftskrise als erstaunlich robust erwiesen. So erhöhte sich das Bruttoinlandsprodukt in Berlin im Jahr 2008 gegenüber dem Vorjahr preisbereinigt um 1,6 %. Deutschlands Wirtschaft wuchs in diesem Zeitraum preisbereinigt nur um 1,3 % [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2009b].

Die Folgen der Finanz- und Wirtschaftskrise sind jüngst stärker spürbar: Im September 2009 teilte das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg mit, dass die reale Wirtschaftsentwicklung im ersten Halbjahr 2009 gegenüber dem ersten Halbjahr 2008 um 2,3 % zurückgegangen sei. Deutschlands Bruttoinlandsprodukt sank im Vergleichszeitraum preisbereinigt um 6,8 %. [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2009c].

Die vergleichsweise große Robustheit der Berliner Wirtschaft kann mit dem sehr hohen Anteil der Dienstleistungsbranche begründet werden. Diese macht etwa 80 % der Berliner Wirtschaft aus. Der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes an der Gesamtwirtschaft liegt in Berlin bei rund 13 % [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2009c]. Insgesamt wird für das Land Berlin besonders für das Handlungsfeld der privaten Dienstleistungen mit einem weiteren Bedeutungszuwachs und einem Anstieg der Beschäftigten gerechnet (s. Kapitel zum Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“).

Das Energiekonzept 2020 berücksichtigt die jüngere Entwicklung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen soweit wie möglich. So hat die Banken- und Finanzkrise der Jahre 2008 und 2009 bei der öffentlichen Hand zur Verabschiedung eines Konjunkturprogramms geführt, mit dem v. a. Maßnahmen zur Verbesserung der öffentlichen Bildungs- und sonstigen Infrastruktur gefördert werden. Durch das Konjunkturprogramm werden energetische Sanierungen in besonderem Umfang unterstützt. Der über das Konjunkturprogramm im Bereich der Gebäudesanierung ausgelöste kurzfristige Investitionsschub wird in seinen Auswirkungen auf die Energie- und CO₂-Einsparungen besonders im öffentlichen Dienstleistungssektor bei der Ableitung des Ziel- und Referenzszenarios bis Ende 2009 berücksichtigt.

5.2.3 Energiepolitische Rahmenbedingungen

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor für das Berliner Energiekonzept ist die Entwicklung der allgemeinen energiepolitischen Rahmenbedingungen. Im Hinblick auf die künftige Wettbewerbsfähigkeit dezentraler Energieeffizienztechnologien (z. B. dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung, Erneuerbare Energien) sind insbesondere die Annahmen zur Entwicklung der fossilen Rohstoffpreise von Bedeutung. Das

Energiekonzept 2020 legt hier die Annahmen aus der BMU-Leitstudie zum Ausbau der Erneuerbaren Energien zugrunde [Nitsch 2007].

In der zitierten Studie werden in unterschiedlichen Varianten Annahmen zur zukünftigen Entwicklung der Kosten für Öl, Erdgas und Strom getroffen. Das Energiekonzept 2020 übernimmt aus der zitierten Studie die Annahmen der Variante B, in der von einem gemäßigten Energiepreisanstieg ausgegangen wird. Zwischen 2005 und 2020 werden dabei für die einzelnen Energieträger folgende reale jährliche Preissteigerungen angenommen:

- Strom: 1,82 % p. a.,
- Rohöl: 2,09 % p. a.,
- Erdgas: 3,07 % p. a.

Diese Preisdaten werden auch der Potential- und damit verbundenen Wirtschaftlichkeitsanalyse für einen Ausbau von Erneuerbaren Energien und der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung zugrunde gelegt.²⁰

Die Berechnung der Ausbaupotentiale der erwähnten Energieeffizienztechnologien bis 2020 erfolgt unter Annahme der in der ersten Jahreshälfte 2009 bestehenden förderpolitischen Rahmenbedingungen für Erneuerbare Energien und die dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung.²¹ Hierzu werden entsprechende Wirtschaftlichkeitsberechnungen durchgeführt.

Der Ausbau der genannten Technologien hängt neben den politischen Förderprogrammen in viel stärkerem Maße von den allgemeinen energiepolitischen und wettbewerbsbezogenen Entwicklungen ab (z. B. bundesgesetzliche Regelungen, Energiepreisentwicklung, Kostendegression von Effizienztechnologien, etc.). Diese bilden im Energiekonzept 2020 für Berlin den Hintergrund der Wirtschaftlichkeitsannahmen für die Ausbaupotentiale dezentraler Effizienztechnologien (Erneuerbare Energien, Mini-KWK).

5.3 Energie- und CO₂-Bilanzierung

5.3.1 Energiebilanzierung

Das Ziel des Energiekonzeptes 2020 ist es, ausgehend vom Endenergieverbrauch des Landes Berlin im Referenzjahr 2005 über die Entwicklung von Energieszenarien Bewertungen zum künftigen Energieträgermix in Berlin vorzunehmen und in diesem Kontext vorhandene Energie- und CO₂-Einsparpotentiale zu identifizieren. Zur Umsetzung der Effizienz- und Einsparpotentiale wird ein Maßnahmenkatalog für die einzelnen Handlungsfelder empfohlen.

²⁰ Weitere Annahmen zur Wirtschaftlichkeitsberechnung der Erneuerbaren Energien, wie z. B. zur angenommenen Kostendegression der einzelnen Technologien, finden sich in der ausführlichen Fassung der Teilstudie zu den Ausbaupotentialen für Erneuerbare Energien.

²¹ Die zentralen gesetzlichen und förderpolitischen Rahmenbedingungen sind für die Erneuerbaren Energien das Erneuerbaren-Energien-Gesetz (2009) und das Marktanreizprogramm zur Förderung Erneuerbarer Energien (Stand Juni 2009). Für die Förderung der dezentralen KWK sind das „Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung“ (kurz: „Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz“) maßgebend.

Um valide Einsparpotentiale für die einzelnen Verbrauchssektoren bzw. Handlungsfelder zu identifizieren, ist es erforderlich, für das Referenzjahr 2005 die genaue Struktur des Endenergieverbrauchs zu bestimmen (z. B. Anteil von Primär- und Sekundärenergieträgern, Identifikation der verbraucherintensiven Akteure etc.). Die amtlichen Energiestatistiken können hier nur begrenzt herangezogen werden, weil die darin enthaltenen Daten in der Regel zu stark aggregiert sind und nicht zwischen den bestehenden Teilsektoren differenzieren.²²

Dies erschwert die Bilanzierung des Endenergieverbrauchs für das Referenzjahr 2005 und die Aufschlüsselung der Daten zwischen den Handlungsfeldern. Der über die amtlichen Energiebilanzdaten erforderliche Erhebungsbedarf wird an den folgenden Elementen einer begrenzten Aussagekraft der öffentlichen Energiebilanzdaten deutlich:

- Zur Energieerzeugung aus dezentralen Effizienztechnologien, wie z. B. Erneuerbare Energien oder Mini-KWK, werden durch die Ämter für Statistik bisher nur Schätzungen auf der Grundlage von Befragungen (z. B. Branchen, Verbände) vorgenommen. Aufgrund der gesetzlichen Vorgaben des Energiestatistikgesetzes werden in den amtlichen Erhebungen nur Anlagen mit einer installierten Leistung größer als 1 MW_{el} per Erhebung erfasst. Die Erzeugung aus Anlagen im Leistungsbereich unter diesem Grenzwert basiert lediglich auf Branchenauswertungen und Befragungen. Aufgrund der damit verbundenen potentiellen Erhebungslücke wurde für die Erstellung des Energiekonzepts 2020 das Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung damit beauftragt, die derzeitige Nutzung Erneuerbarer Energien im Land Berlin zu bewerten und die mittel- und langfristigen Potentiale ihres Ausbaus bis zum Jahr 2020 einzuschätzen. Mit den Ergebnissen des Gutachtens wird ein aktueller Überblick zum dynamischen Ausbau der Erneuerbaren Energien in den vergangenen Jahren gegeben.
- Die verschiedenen Erneuerbaren Energien werden in den amtlichen Energiebilanzen bisher vergleichsweise unsystematisch erfasst, z. B. fallen Windkraft und Photovoltaik in der Energiebilanz des Landes Berlin unter eine Rubrik und werden nicht getrennt bilanziert. Bei den oberflächennahen Wärmepumpen, die unter „Sonstige“ gelistet werden, ist unklar, ob der Stromverbrauch zur Erzeugung aus diesen Pumpen in die Statistik einfließt.
- Der Kategorisierung der Energieträger in den Energie- und CO₂-Bilanzen liegen Konventionen zugrunde, die eine akteurs- und handlungsfeldgenaue Zuordnung erschweren. So wird z. B. der Hausmüll nach einer Konvention der Länderarbeitsgemeinschaft Energiebilanzen bundesweit zu 60 % als erneuerbar bilanziert (biogene Fraktion des Hausmülls gilt als CO₂-neutral) und die restlichen 40 % als nicht erneuerbar bewertet (erscheinen als „Andere“), unabhängig von der tatsächlichen energetischen Erzeugung vor Ort.

Die exakte Zuordnung von Endenergieverbräuchen und damit verbundenen CO₂-Emissionen wird in den amtlichen Energiebilanzen aus folgenden weiteren Grün-

²² Erschwerend kommt hinzu, dass die Energiebilanzen der vergangenen Jahre nur bedingt miteinander vergleichbar sind. So wurde mit der Einführung des Energiestatistikgesetzes im Jahr 2003 die Erhebungsmethodik verändert, so dass erhobene Daten vor diesem Jahr nur begrenzt mit den Daten ab 2003 vergleichbar sind.

den erschwert. Die AG Energiebilanzen weist darauf hin, dass auch in den amtlichen Energiestatistiken des Bundes und der Länder die Aufschlüsselung des Endenergieverbrauchs nach bestimmten Verbrauchergruppen und Wirtschaftszweigen auf unterschiedlichen Quellen beruht [AG Energiebilanzen 2008]. So stehen für die Handlungsfelder „Private Haushalte“ und „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ (GHD) Verbrauchsdaten nur aufgrund „abgeleiteter“ statistischer Ermittlungen zur Verfügung (z. B. Branchenbefragungen, Schätzungen und Hochrechnungen aufgrund von Marktforschungsergebnissen). Besonders die amtlichen Daten zu den Endenergieverbräuchen des GHD-Sektors sind mit statistischen Unsicherheiten verbunden. Dies liegt daran, dass der Endenergieverbrauch im GHD-Sektor i. d. R. als Differenz zwischen dem Saldo des Gesamtverbrauchs über alle Sektoren abzüglich des Verbrauchs der Sektoren Industrie (Verarbeitendes Gewerbe), Verkehr und Haushalte – sozusagen als Restsumme – abgeleitet wird.²³ Auf die damit verbundenen statistischen Unsicherheiten weist auch eine aktuelle Studie zum Endenergieverbrauch des GHD-Handlungsfeldes hin [Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung 2009].²⁴ Die aktuellen Berechnungen dieser Studie ergaben Abweichungen von 5 bis 10 % beim Gesamtverbrauch in den GHD-Bereichen.

Für das Energiekonzept 2020 ist jedoch besonders der GHD-Sektor von besonderer Relevanz, weil dieser mit rund 1,39 Mio. Erwerbstätigen der herausragende Bereich des Berliner Arbeitsmarktes und somit auch energiestatistisch von besonderer Bedeutung ist. Deshalb waren für die Erstellung des Energiekonzepts 2020 ergänzende Abschätzungen und Hochrechnungen zu den Energieverbräuchen in den Teilsektoren des GHD-Sektors erforderlich (z. B. zu öffentlichen und privaten Dienstleistungen, Handel und Gewerbe).

Diese Abschätzungen und Hochrechnungen gestalteten sich aufgrund der Heterogenität dieser Handlungsfelder als außerordentlich schwierig und aufwändig.²⁵ Für eine valide Abschätzung der Energiedaten in den Teilsektoren wurden z. B. die in der GHD-Studie des Fraunhofer-Instituts errechneten spezifischen Energieverbräuche von Teilbranchen mit den entsprechenden Erwerbstätigenzahlen Berlins hoch gerechnet, um zu differenzierteren Abschätzungen zu kommen. Ähnliche Restriktionen stellten sich in den Handlungsfeldern „Öffentliche und Private Dienstleistungen“ und von „Industrie und Verarbeitenden Gewerbe“.

²³ Der in dieser Weise berechnete Endenergieverbrauch wird entsprechend erst seit 1995 zwischen den Handlungsfeldern „Private Haushalte“ und „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ differenziert dargestellt und veröffentlicht.

²⁴ Nach dieser Studie „schleifen sich alle bei der Ermittlung von Haushalts-, Industrie- und Verkehrsverbrauch entstandenen Fehler [...] bis zum GHD-Bereich durch“ und werden in diesem Handlungsfeld kumuliert.

²⁵ Das Handlungsfeld GHD erfasst u. a. folgende Wirtschaftsbereiche: Gewerbebetriebe mit im Allgemeinen weniger als 20 Beschäftigten soweit sie nicht im Produzierenden Gewerbe erfasst werden, Geschäftsgebäude und Räume gewerblicher Art, Landwirtschaft, Handelsunternehmen sowie private und öffentliche Dienstleistungsunternehmen (z. B. Banken, Versicherungen, Wäschereien, Krankenhäuser, Behörden, Deutsche Post) [AG Energiebilanzen 2008]. Wegen der statistischen Erhebungsschwierigkeiten konzentriert sich das Energiekonzept 2020 auf die verbrauchsintensiven Bereiche des GHD-Sektors im Land Berlin, d. h. die Handelsunternehmen sowie die privaten und öffentlichen Dienstleistungsunternehmen.

Für eine genauere Ableitung der Verbrauchswerte werden deshalb ergänzend zu den Energie- und CO₂-Bilanzen des Amtes für Statistik Berlin-Brandenburg, des Statistischen Bundesamtes und des Länderarbeitskreises Energiebilanzen vorhandene Markterhebungen zum Berliner Wärmemarkt hinzugezogen [DIW econ 2009, Prognos 2008]. Hierdurch gelingt eine detailliertere Aufschlüsselung der Primär- und Sekundärenergiestruktur der Wärmeversorgung auf einzelne Teilsektoren.

Abbildung 15: Definitionen des Energieeinsatzes

Primärenergie

Als Primärenergie bezeichnet man die Energie, die mit den natürlich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung steht, etwa als Kohle, Gas oder Wind. Der Primärenergieverbrauch setzt sich aus dem Endenergieverbrauch und den Verlusten zusammen, die bei Brennstoffgewinnung und -aufbereitung, der Energieumwandlung und beim Transport zum Endverbraucher auftreten. Energiestatistisch bestimmt der Primärenergieverbrauch – und nicht der Endenergieverbrauch – maßgeblich die CO₂-Bilanz einer Gebietskörperschaft: z. B. beträgt der Anteil des Stromverbrauchs der Berliner Privathaushalte am Endenergieverbrauch zwar nur 5,14 %, der Anteilswert an den CO₂-Emissionen liegt aber bei 11,1 %.

Endenergie

Als Endenergie bezeichnet man denjenigen Teil der Primärenergie, welcher dem Verbraucher nach Abzug von Transport- und Umwandlungsverlusten zur Verfügung steht. Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt somit die Energiemenge dar, die dem Verbraucher geliefert und mit ihm abgerechnet wird. Der Endenergieverbrauch ist deshalb eine für den Verbraucher besonders wichtige Angabe. Die Endenergie umfasst die Nutzenergie und die Anlagenverluste.

Nutzenergie

Die Nutzenergie bezeichnet die Energiemenge, welche für den Endnutzungszweck, also die Erfüllung der eigentlichen Energiedienstleistung, benötigt wird. So beträgt die Nutzenergie für das in den Wohnungen abgenommene Warmwasser nur etwa 18 kWh/(m²*a), während die im Gebäude für die zentrale Warmwasserbereitung verbrauchte Endenergie bis zu 40 kWh/(m²*a) beträgt. Ganz extrem ist das Verhältnis bei herkömmlichen Glühlampen: Während bei einer 100-W-Glühlampe nur 15 W als Lichtenergie genutzt werden (Nutzenergie), werden 85 W als ungewollte Wärme abgestrahlt.

Quelle: Berliner Energieagentur

5.3.2 CO₂-Bilanzierung

Für die CO₂-Bilanzierung des Endenergieverbrauchs gibt es grundsätzlich zwei Ansätze, die Quellen- und die Verursacherbilanzierung. Die Vorgehensweise im Energiekonzept 2020 orientiert sich im Wesentlichen am Prinzip der Verursacherbilanzierung. Gleichwohl werden für eine genauere Darstellung auch Elemente einer Quellenbilanzierung umgesetzt.

Die folgende Abbildung fasst die zentralen Unterschiede zwischen den beiden Bilanzierungsmethoden zusammen.

Abbildung 16: Definition von Quellen- und Verursacherbilanz

Quellenbilanz

Bei der Quellenbilanz handelt es sich um eine auf den Primärenergieverbrauch einer Gebietskörperschaft bezogene Darstellung von Emissionen. Bei den Bilanzierungen der Statistischen Ämter wird diese unterteilt nach den Emissionsquellen „Umwandlungsbereich“ und „Endenergieverbrauch“. Unberücksichtigt bleiben dabei die mit dem Importstrom zusammenhängenden Emissionen, dagegen werden wegen der strikten Einhaltung des Territorialprinzips die Emissionen, die auf die Erzeugung des exportierten Stroms oder den ortsbezogenen Verkauf fossiler Energieträger (z.B. Kraftstoffe) zurückzuführen sind, in vollem Umfang nachgewiesen. Die Quellenbilanz ermöglicht Aussagen über die Gesamtmenge des innerhalb einer Gebietskörperschaft emittierten Kohlendioxids. Wegen der strikten Berücksichtigung des Territorialprinzips (Stromexports-/Stromaußenhandelsproblematik, örtlicher Kraftstoffverkauf) sind keine direkten Rückschlüsse auf den tatsächlichen Endenergieverbrauch der Verbrauchersektoren und den dadurch induzierten CO₂-Emissionen der Gebietskörperschaft möglich. Bei der Quellenbilanzierung werden die Emissionen des Strom- und Fernwärmeverbrauchs in den Verbrauchssektoren als CO₂-neutral angesetzt, da diese bereits bei der Bilanzierung des Umwandlungssektors berücksichtigt wurden.

Verursacherbilanz

Die Verursacherbilanz ist eine auf den Endenergieverbrauch einer Gebietskörperschaft bezogene Darstellung von Emissionen. Im Unterschied zur Quellenbilanz werden die Emissionen des Energieumwandlungsbereichs nicht als solche ausgewiesen, sondern nach dem Verursacherprinzip den sie verursachenden Endverbrauchergruppen zugeordnet [Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein 2008]. Erst die Verursacherbilanz ermöglicht Aussagen über das Verbrauchsverhalten der Endverbraucher und die dadurch innerhalb einer Gebietskörperschaft verursachten CO₂-Emissionen. Beim Energieträger Strom erfolgt die Anrechnung der dem Endverbrauch zuzurechnenden Emissionsmenge in der Regel auf Grundlage des Brennstoffverbrauchs aller Stromerzeugungsanlagen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Der hierzu benötigte Faktor (Generalfaktor) ergibt sich als Quotient der Summe der Emissionen aller deutschen Stromerzeugungsanlagen, soweit sie für den inländischen Verbrauch produzieren, und der Summe des inländischen Stromendverbrauchs.

Quelle: Berliner Energieagentur

Zur Berechnung der CO₂-Emissionen wird im Energiekonzept 2020 vorrangig die Methodik der Verursacherbilanzierung gewählt. Die Entscheidung für eine Verursacherbilanzierung wird wie folgt begründet:

- Die Verursacherbilanz berücksichtigt gegenüber der Quellenbilanz, dass die bei der Strom- und Fernwärmeerzeugung entstehenden Emissionen auch den Strom und Fernwärmeverbrauchern auf der Endenergiestufe zugerechnet werden können. Dies geschieht dadurch, dass die Emissionen des Umwandlungsbereichs auf die Endverbraucher über spezifische Emissionswerte „umgelegt“ werden [Institut für ZukunftsEnergieSysteme 2008].²⁶ Bei der Verursacherbilanzierung wird der Stromverbrauch mit

²⁶ Die Festlegung spezifischer Emissionswerte bedeutet, dass vereinfachende Annahmen getroffen werden, da es nicht möglich ist, einzelnen Endverbrauchern spezifische Kraftwerke mit ihrer je unterschiedlichen Energieträgerbasis und damit unterschiedlichen Emissionen zuzuordnen.

dem sog. Generalfaktor des Bundes als CO₂-Emissionsfaktor bilanziert,²⁷ in den die bundesweite Nutzung regenerativer Energieträger repräsentativ berücksichtigt wird.

- Bei der Quellenbilanzierung (nach dem Standortprinzip) werden Emissionen ihrem direkten Verursacher und nicht dem Endverbraucher zugeordnet. So wird der Strom- und Fernwärmeverbrauch dem Umwandlungssektor angelastet, der Verbrauch innerhalb der Verbrauchssektoren ist emissionsfrei. Die Quellenbilanzierung lässt kaum Rückschlüsse auf das Verbrauchsverhalten der Handlungsfelder zu.
- Die Quellenbilanzierung bildet die Effekte verbraucherbezogener Maßnahmen zur Energieeinsparung nicht ab, die gerade im Energiekonzept 2020 von zentraler Bedeutung sind.
- Der Berliner Senat hat seine klimapolitischen Zielsetzungen verursacherbezogen definiert.

Weil sich mit der Methodik der Verursacherbilanzierung die Auswirkungen von Energiesparmaßnahmen auf der Verbraucherseite und der Nutzung von Energieeffizienztechnologien (z. B. Erneuerbare Energien, Kraft-Wärme-Kopplung) in geeigneter Weise darstellen lassen, wird für das Energiekonzept 2020 diese Bilanzierungsmethodik gewählt.

Allerdings beinhaltet auch die Verursacherbilanzierung spezifische methodische Nachteile und Grenzen, die im Energiekonzept 2020 durch ergänzende quellenbilanzbezogene Betrachtungen bereinigt werden. Wie bereits in den Definitionen dargelegt, erfolgt in den amtlichen Energie- und CO₂-Bilanzen beim Energieträger Strom die Anrechnung der dem Endverbrauch zuzurechnenden Emissionsmenge auf Grundlage des Brennstoffverbrauchs aller Stromerzeugungsanlagen auf dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland, dem sog. „Generalfaktor Strom“ [Institut für ZukunftsEnergieSysteme 2008]. Eine derartige CO₂-Bilanzierung des Stromverbrauchs im Land Berlin stellt die spezifischen Anstrengungen der hiesigen Energiewirtschaft für einen Ausbau der zentralen KWK und der Erneuerbaren Energien nur unzureichend dar.

Für eine Verursacherbilanzierung der Endenergieverbräuche im Zieljahr 2020 ist weiter eine valide Abschätzung der Entwicklung bestimmter CO₂-Emissionsfaktoren von zentraler Bedeutung. Mit diesen Faktoren werden im Energiekonzept 2020 die Endenergieverbräuche in den einzelnen Handlungsfeldern im Jahr 2020 bewertet. Während für einige Primärenergieträger bis zum Jahr 2020 keine Verminderung der CO₂-Emissionsfaktoren zu erwarten ist, trifft dies für die Energieträger Strom, Fernwärme und Erdgas nicht zu. Die voraussichtliche Entwicklung der CO₂-Emissionsfaktoren bei den genannten Energieträgern wurde in den Projekttreffen intensiv mit den Energieversorgern des Landes Berlin analysiert.

Einen Schwerpunkt stellte die Bestimmung der künftigen Entwicklung des CO₂-Emissionsfaktors für Fernwärme dar. In den Diskussionen waren vor allem zwei Fragen von Bedeutung. Zum einen musste die grundlegende Frage des zu wählenden Berechnungsverfahrens geklärt werden. Hier existieren in der Praxis zwei Verfahren, die sich in der emissionsseitigen Bewertung des KWK-Einsatzes sehr

²⁷ Der Generalfaktor ergibt sich als Quotient der Summe der Emissionen aller deutschen Stromerzeugungsanlagen, soweit sie für den inländischen Verbrauch produzieren.

voneinander unterscheiden. Zum anderen war schließlich zu prognostizieren, wie sich die CO₂-Emissionen mit dem gewählten Berechnungsverfahren bis zum Jahr 2020 entwickeln würden.

Die Schwierigkeit einer CO₂-Bilanzierung der Fernwärme ist die emissionsseitige Bewertung der Kraft-Wärme-Kopplung mit den Koppelprodukten Strom und Wärme. Grundsätzlich ist die Bilanzierung der Koppelprodukte über eine Aufteilung der benötigten Brennstoffe nicht eindeutig möglich. Angewendet werden im Wesentlichen zwei verschiedene Bewertungsmodelle.

Zum einen handelt es sich um eine von den Statistischen Landesämtern verwendete sehr vereinfachte Methode (Finnische Methode), zum anderen um die physikalisch besser begründbare Arbeitswertmethode (VDI 4660 Blatt 2). Die Anwendung der Finnischen Methode für die CO₂-Bilanzierung der Fernwärme im Energiekonzept 2020 wird damit begründet, dass diese Bilanzierungsmethodik im Rahmen der amtlichen CO₂-Bilanzierung von den Statistischen Landesämtern verwendet wird. Nur unter Verwendung dieser Methodik kann eine Vergleichbarkeit mit den amtlichen CO₂-Statistiken gesichert werden. Bei der Finnischen Methode wird der Einsatz von Brennstoffen für die Strom- und Wärmeerzeugung zunächst mit Referenzwirkungsgraden der getrennten Erzeugung ermittelt. Anschließend erfolgt eine Aufteilung der Brennstoffeinsparung der gekoppelten Erzeugung gegenüber der getrennten Erzeugung proportional im Verhältnis der über die Referenzwirkungsgrade ermittelten Brennstoffeinsätze für Strom und Wärme. Damit geschieht eine Entkopplung der KWK vom eigentlichen physikalischen Prozess da die physikalisch nachvollziehbaren energetischen Relationen verzerrt werden. Was die Arbeitsfähigkeit der Wärme betrifft, erfolgt bei der Finnischen Methode eine überproportionale Zuteilung des Brennstoffeinsatzes auf die Wärme gegenüber der Stromerzeugung. Dadurch wird der Wärme im KWK-Prozess (BHKW-Wärme und Fernwärme) eine relativ hohe CO₂-Emission zugeteilt, was physikalisch eigentlich nicht korrekt ist.

Physikalisch richtiger (2. Hauptsatz der Thermodynamik) und aussagefähiger ist die Arbeitswertmethode. Diese ist für die physikalische Bewertung der CO₂-Emissionen der Fernwärme die allgemein anerkannte Methodik der Wahl (z.B. AGFW, BDEW, etc.) und wird bereits seit langem für die Stromkennzeichnung deutschlandweit angewendet. Nach dieser Methodik wird die Arbeitsfähigkeit der Heizwärme mit dem Stromverlust bewertet, der durch ihre Auskopplung entsteht. Bei den im Fernwärmebereich genutzten Warmwassertemperaturen ergeben sich ein relativ geringer Stromverlust und damit ein wesentlich geringerer der KWK-Wärme zugeteilter Brennstoffanteil und CO₂-Anteil.

In der deutschlandweiten Energie- und CO₂-Bilanz resultieren beide Methoden im gleichen CO₂-Ergebnis. Im Vergleich zur Arbeitswertmethode weist die Finnische Methode für die Kraft-Wärme-Kopplung für das Koppelprodukt Strom niedrigere CO₂-Emissionen und das Koppelprodukt Wärme höhere CO₂-Emissionen aus. Auf der Ebene der Bundesländer ergeben sich in der Gesamtbilanz an dieser Stelle Unterschiede, da bei der Verursacherbilanzierung wärmeseitig die höheren regionalen CO₂-Emissionswerte angesetzt werden und bei der CO₂-Bewertung des Stroms der Generalfaktor des Bundes verwendet wird.

Bei der Fernwärme prognostizieren Berechnungen der Vattenfall Europe AG unter Zugrundelegung der Maßnahmen des eigenen Energiekonzeptes nach der Finnischen Methode eine Verringerung der CO₂-Emissionen im Bilanzzeitraum 2005-2020 von 272 auf 180 kg/MWh (66 %) [siehe nachfolgende Abbildung; vgl. Energiekonzept der Vattenfall Europe AG]. Setzt man darüber hinaus einen zunehmenden Anteil von 7,5 % Biogas an, der bis zum Jahr 2020 dem normalen Erdgas

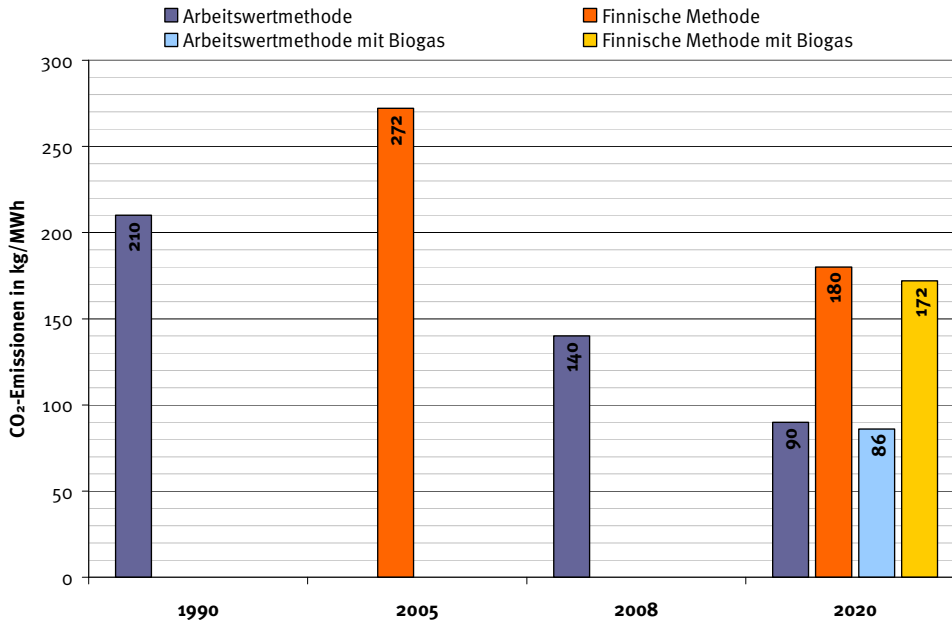
beigemischt wird (s. u.), reduziert sich der CO₂-Emissionswert für die Fernwärme sogar auf 172 kg/MWh.

Auch wenn die CO₂-Bilanzierung der Fernwärme nach der Finnischen Methode für das Referenzjahr 2005 einen höheren Emissionsfaktor ergibt, der für das genannte Jahr irreführender Weise z. B. höher als der von Heizöl ist, kann bis zum Jahr 2020 durch die beschriebene umfassende Verbesserung des CO₂-Emissionswertes über den geplanten Ausbau der Fernwärme ein substantieller Beitrag zu den CO₂-Minderungszielen des Landes Berlin geleistet werden. Im Kontext der geplanten Umbaumaßnahmen entsprechend dem Energiekonzept der Vattenfall Europe AG liegt der genannte CO₂-Emissionsfaktor für Fernwärme im Bereich des Möglichen und wird deshalb für die weiteren Berechnungen des Energiekonzepts 2020 zugrunde gelegt. Es wird im Weiteren davon ausgegangen, dass sich die Fernwärme-Kennzahlen für Berlin im Jahr 2020 im Mittel auf dem von Vattenfall Europe für das zentrale Fernwärmenetz prognostizierten Niveau bewegen werden. Das spiegelt einerseits den bevorstehenden Ausbau des Vattenfall-Fernwärmenetzes und andererseits einen Mix von kleineren Anbietern mit hoher Effizienz (z. B. BTB) und Anbietern mit einer ungekoppelten Fernwärmeversorgung wider.

Auf der Grundlage des im Energiekonzept 2020 abgeleiteten Zielszenarios mit einem um 3,5 % reduzierten Fernwärmeverbrauch bis 2020 ergibt sich durch die Verbesserung des CO₂-Faktors für Fernwärme nach der Finnischen Methode gegenüber dem Referenzjahr 2005 eine CO₂-Minderung von 1,27 Mio. t/a.

Die folgende Abbildung fasst die Werte der verschiedenen Berechnungsmethoden zusammen. Für die Berechnungen des Energiekonzepts 2020 werden für das Jahr 2005 der mit dem orangefarbenen Balken markierte Werte der „Finnischen Methode“ und für das Jahr 2020 der mit dem gelb markierten Balken hinterlegte Wert (Fernwärme unter Berücksichtigung des Anteils von Biogas) zugrunde gelegt. Für Einzelentscheidungen wie z. B. den Heizkesslersatz durch Fernwärme oder durch ein BHKW sollten ergänzend allerdings immer die Werte der Arbeitswertmethode angesetzt werden, um physikalisch korrekte Werte zur CO₂-Minderung zu ermitteln. Dies gilt z. B. auch im Zusammenhang mit der Erstellung von Klimaschutzvereinbarungen zwischen dem Senat und Unternehmen / Verbänden.

Abbildung 17: CO₂-Emissionsentwicklung der Fernwärme der Vattenfall Europe AG



Quelle: Vattenfall Europe AG, 2009

Bei der Emissionsbewertung für Erdgas im Jahr 2020 geht es um eine Einschätzung der künftigen Bedeutung von Biogas als Beimischung. Wie bereits beschrieben, geht das Energiekonzept 2020 bis zum Zieljahr davon aus, dass dem herkömmlichen Erdgas ein Anteil von 7,5 % Biogas beigemischt werden kann. Unter Berücksichtigung der vom Statistischen Amt genutzten spezifischen CO₂-Emissionen von Erdgas von 201,6 kg/MWh und der Annahme, dass im Jahr 2020 7,5 % CO₂-neutrales Biogas in das Gasnetz der GASAG eingespeist wird, resultiert ein CO₂-Faktor für Erdgas von 186,5 kg/MWh.

Da die Berechnungen der CO₂-Einsparungen im Rahmen des Energiekonzepts 2020 sehr sensitiv auf Änderungen dieses Wertes reagieren, ist es wichtig, die Einhaltung der in Aussicht gestellten Zielvorgaben der Vattenfall Europe AG und der Gasag AG durch die Auswertung der Jahreswerte zu verfolgen.

Für den Energieträger Strom ist zu berücksichtigen, dass sich der Generalfaktor des Bundes aufgrund der sich bis 2020 ändernden Primärenergieeinsätze weiter reduzieren wird. Hier wurde zur Ermittlung des zu erwartenden CO₂-Emissionsfaktors auf bundesweite Prognosen zurückgegriffen [Quelle: E-WI/Prognos 2005]. Damit reduziert sich der spezifische CO₂-Emissionsfaktor für Strom (Bund) ohne energetische Vorkette von 581,3 auf 543,8 kg/MWh.

Eine Änderung ist ebenso bei den Kraftstoffen zu erwarten. Das im Jahr 2007 in Kraft getretene Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) reguliert die Beimischung von Biokraftstoffen in Deutschland. Bis zum Jahr 2014 gibt es Beimischungsquoten für Diesel- und Ottokraftstoffe vor, während für das Jahr 2020 in § 37a II-Ia BImSchG eine Reduzierung des Treibhausgasanteils durch Beimischung von Biokraftstoffen um 7 % vorgeschrieben wird. Für das Energiekonzept 2020 wird mit einer Faktorverbesserung für Dieselmotorkraftstoff von 266,5 auf 247,8 kg/MWh und für Ottomotorkraftstoff von 259,2 auf 241,1 kg/MWh in 2020 gerechnet. Entsprechend muss ein erhöhter Anteil Biokraftstoffe beigemischt werden. Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe schätzt diesen Anteil auf 10 – 12 %.

In der nachfolgenden Tabelle werden die dem Energiekonzept 2020 zugrunde gelegten CO₂-Emissionsfaktoren für die Berechnungsjahre 2005 und 2020 im Überblick dargestellt.

Tabelle 3: CO₂-Emissionsfaktoren des Energiekonzepts 2020
(Angaben in kg CO₂/MWh)

Energieträger	2005	2020	Absolute Änderung
Braunkohlenbrikett	349,2	349,2	0
Ottokraftstoff	259,2	241,1	- 18,1
Dieselmkraftstoff	266,4	247,8	- 18,7
Flugbenzin	266,4	266,4	0
Heizöl leicht	266,4	266,4	0
Flüssiggas	234,0	234,0	0
Erdgas	201,6	186,5	- 15,1
Stromimporte (Generalfaktor)	581,3	543,8	- 37,5
Fernwärme (Landesdurchschnitt)	278,1	172,0	- 106,1
Erneuerbare Energien ²⁸	0	0	0

Quelle: Berliner Energieagentur

Der klimaneutralen Bilanzierung einer energetischen Nutzung Erneuerbarer Energien liegt die amtliche Bilanzierungskonvention zugrunde, wie sie bisher auch durch die Länderarbeitsgemeinschaft Energiebilanzen vorgenommen wird. Analog zur Bundesbilanz und in Angleichung an internationale Konventionen wird danach die Wirkungsgradmethode angewandt, nach der die Wasser- und Windkraft sowie die Solarenergie und die Geothermie in ihrem Wirkungsgrad mit 100 % bewertet werden. In Übereinstimmung mit den Regeln der Energiebilanzierung, wird auch im Energiekonzept dieser Konvention gefolgt. Unter Berücksichtigung, dass z. B. der Nutzungsdruck auf verschiedene Biomasseträger zunimmt und diese aus weiter entfernten Regionen zum Ort der energetischen Verwertung transportiert werden müssen, ist jedoch die begrenzte Aussagekraft der gewählten Bilanzierung hervorzuheben.

Weiter ist für die nachfolgenden Darstellungen von grundlegender Bedeutung, dass bei der Erhebung der Potentiale der Erneuerbaren Energien begrifflich zwischen den Potentialen in zentralen Anlagen und in dezentralen Anlagen unterschieden wird. Mit zentralen Anlagen sind die Wärme- und Heizkraftwerke der zentralen und netzgebundenen Fernwärmeversorgung gemeint. Hier spiegelt sich

²⁸ Unter die Kategorie der Erneuerbaren Energien fallen folgende regenerative Energieträger: Gruben- und Klärgas, Wasserkraft, Windkraft, Photovoltaik, Solarthermie, feste Biomasse (Brennholz).

der zunehmende Einsatz Erneuerbarer Energien in dem verbesserten CO₂-Emissionsfaktor für Fernwärme und Erdgas wider. Unter den Potentialen in dezentralen Anlagen werden demgegenüber gebäude- bzw. objektspezifische Versorgungspotentiale zusammengefasst, die nicht an die zentrale Wärmeversorgung angeschlossen sind.

Wenn in den handlungsfeldbezogenen Kapiteln die Potentiale für einen Ausbau der Erneuerbaren Energien ausgewiesen werden, so betrifft dies nur die Potentiale, die nicht bereits in den verbesserten CO₂-Emissionswerten für die zentrale Fernwärme und dem Erdgas erfasst sind. Eine genauere Darstellung zu den im Energiekonzept ausgewiesenen Erneuerbaren-Energien-Potentialen folgt im Kapitel zu den Erneuerbaren Energien.

Für die Darstellung der Energie- und CO₂-Bilanzierung ist ferner von Bedeutung, dass in diesem und in den nachfolgenden Handlungsfeldern der Stromverbrauch für Heizzwecke (Heiz- und Wärmepumpenstrom) auf der Wärmeseite bilanziert wird. Das heißt, dass auf der Stromseite der Stromverbrauch ohne den Heiz- und Wärmepumpenstrom darge stellt wird.

Aufgrund der nichtausreichenden Datenlage wird auf die Darstellung der CO₂-äquivalenten Emissionen verzichtet. Hierunter sind insbesondere Methan- und Lachgasemissionen zu verstehen.

Schließlich ist auf den Aspekt der CO₂-Bilanzierung der Mini-KWK-Anlagen hinzuweisen. Die in der Gesamtschau dargestellten CO₂-Bilanzen berücksichtigen den Umstand, dass durch die Stromerzeugung in dezentralen Blockheizkraftwerken konventioneller Strom verdrängt wird. Die damit verbundenen positiven CO₂-Minderungseffekte werden an der jeweiligen Stelle ergänzend quantifiziert, fließen jedoch in das dargestellte Gesamtminderungspotential von 4,8 Mio. t/a bis 2020 gegenüber 2005 nicht ein.

5.4 Szenarienentwicklung

Für eine Prognose des Endenergieverbrauchs in den Handlungsfeldern und den damit verbundenen Energie- und CO₂-Einsparpotentialen werden im Energiekonzept 2020 Szenarien entwickelt. Für die einzelnen Handlungsfelder werden jeweils ein Ziel- und ein Referenzszenario dargestellt, mit denen die verbrauchsbezogenen Entwicklungen bis zum Jahr 2020 prognostiziert werden. In den Szenarien wird dabei zwischen dem Strom- und Wärmeverbrauch unterschieden. Der prognostizierte Endenergieverbrauch der einzelnen Handlungsfelder, dem z. B. bei der Wärme eine spezifische Primärenergiestruktur für das Zieljahr 2020 zugrunde liegt, wird anschließend mit den oben genannten spezifischen CO₂-Emissionsfaktoren bewertet, um die handlungsfeldbezogene CO₂-Bilanz zu errechnen. Die Summe der sektoralen Teilbilanzen zum Strom- und Wärmemarkt ergibt die CO₂-Gesamtbilanz für das Land Berlin.

Die Ableitung von Effizienzzielen für die handlungsfeldbezogenen Referenz- und Zielszenarien orientiert sich an bereits vorhandenen Analysen und Studien zu Effizienzpotentialen. In diesen Studien wird analog zum Energiekonzept 2020 zwischen den energiestatistischen Verursachersektoren bzw. Handlungsfeldern unterschieden (z. B. „Private Haushalte“, „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“, „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“). Diese Studien haben i. d. R. einen nationalen Fokus und beziehen sich auf die gesamte Bundesrepublik. Damit gehen spezifische regionale Besonderheiten – z. B. bezogen auf die regionale Wirtschaftsstruktur und die unternehmensbezogene Zusammensetzung der einzelnen Teilsektoren – nicht in die Prognosen ein. Die Ableitung des Referenz- und

Zielszenarios erfolgte für die einzelnen Handlungsfelder in Orientierung an den folgenden Studien:

- Private Haushalte und Gebäude: Energietechnische Gesellschaft im VDE 2008 (Strom), Prognos 2008 (Wärme), Prognos/EWI 2007
- Öffentliche und private Dienstleistungen, Gewerbe und Handel: Prognos/EWI 2007
- Industrie und Verarbeitendes Gewerbe: Energietechnische Gesellschaft im VDE 2008 (Strom), Enquete-Kommission 2002, Prognos/EWI 2007, Prognos 2008 (Wärme), Prognos 2009b

Aus den genannten Studien wurden für die einzelnen Handlungsfelder die Energieverbrauchsszenarien bis 2020 abgeleitet und auf die Berliner Ausgangssituation bezogen. Besonderen Einfluss haben dabei die Beschäftigtenstruktur und damit die Bedeutung von Teilbranchen in Bezug auf den Berliner Gesamtverbrauch.

Konkret werden für die einzelnen Handlungsfelder somit jeweils ein Ziel- und ein Referenzszenario entwickelt. In den Szenarien wird dabei zwischen dem Strom- und Wärmeverbrauch differenziert.

Das Referenzszenario stellt eine Prognose der Entwicklung dar, welche sich ohne zusätzliche politische Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz und zum verstärkten Einsatz Erneuerbarer Energien ergibt. Das Szenario orientiert sich zum einen am Trend der Jahre 1990 bis 2005 und zum anderen an Abschätzungen zu ohnehin stattfindenden Effizienzverbesserungen bis zum Jahr 2020.

Das Zielszenario stellt dar, welche Entwicklung bei Umsetzung verstärkter Maßnahmen von Seiten der Politik und den im Katalog empfohlenen Maßnahmen möglich ist. Durch gezielte informatorische, rechtliche und organisatorische Anreize sollen die Akteure dazu veranlasst werden, wirtschaftliche Effizienzpotentiale in höherem Maße auszuschöpfen und gegenüber dem Referenzszenario eine erhöhte Reduzierung des Energieverbrauchs und der CO₂-Emissionen zu realisieren.

Eine detaillierte Erläuterung zur Ableitung des Referenz- und Zielszenarios folgt in den Beschreibungen zu den einzelnen Handlungsfeldern.

6 Energiewirtschaft

6.1 Fernwärme

KWK-basierte Fernwärme hat in Berlin eine lange Tradition. Aufgrund der weitgehenden Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung erreicht die Berliner Fernwärme einen sehr niedrigen Primärenergiefaktor von 0,567 und trägt entscheidend zur guten primärenergetischen Bilanz der Berliner Wärmeversorgung bei. Das Berliner Fernwärmenetz der Vattenfall Europe AG (VE) zählt mit beinahe 1.600 km Leitungslänge und über 15.400 Kundenanlagen zu den größten Europas [www.vattenfall.de].²⁹ Daneben sind in Berlin noch andere kleine Unternehmen auf dem Fernwärme-markt mit eigenen Netzen aktiv, beispielsweise die Fernheizwerk Märkisches Viertel GmbH (FHMV), das Fernheizwerk Neukölln AG oder die Blockheizkraftwerk Träger- und Betreibergesellschaft Berlin GmbH (BTB).

Wegen des großen Anteils der Vattenfall Europe AG an der Fernwärme in Berlin liegt das Hauptaugenmerk im Kontext des Energiekonzepts 2020 auf dem System der VE. Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die Ausdehnung des Netzes (orange gekennzeichnet) und die Erzeugungsanlagen.

²⁹ Rund 27 % aller Gebäude in Berlin werden mit Fernwärme beheizt [Karch 2009].

Abbildung 18: Fernwärmenetz der Vattenfall Europe AG in Berlin



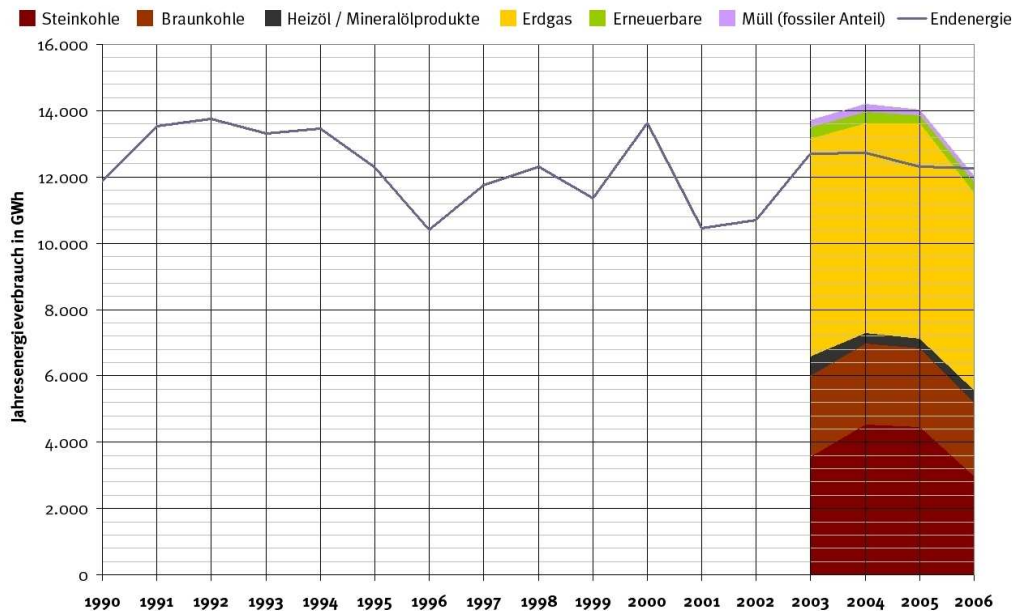
Quelle: Vattenfall Europe AG 2009

Die erzeugte Wärme wird im Westteil Berlins über ein Drei-Leiter-System an etwa 606.500 Wohnungsäquivalente mit einer maximalen Wärmeleistung von ca. 2.400 MW verteilt. Im Ostteil werden über ein Zwei-Leiter-System etwa 683.000 Wohnungsäquivalente mit einer maximalen Wärmeleistung von etwa 2.700 MW versorgt [Information VE 2008]. Die Vernetzung der verschiedenen Kraftwerke untereinander garantiert auch für den Fall eines kompletten Ausfalls von Anlagen eine gute Versorgungssicherheit.

Leider geben die Veröffentlichungen des Amtes für Statistik erst seit dem Jahr 2003 Aufschluss über den brennstoffbezogenen Primärenergieverbrauch der Fernwärmeerzeugung. Zur Veranschaulichung der Entwicklung sind in den folgenden Abbildungen die Energiemengen des Umwandlungseinsatzes und -ausstoßes der Strom- und Wärmeerzeugung (gekoppelt und ungekoppelt) zusammengestellt.

Die folgende Abbildung stellt die Entwicklung des Primärenergieeinsatzes zur Fernwärmeerzeugung seit 1990 dar.

Abbildung 19: Primär- und Endenergieeinsatz zur Fernwärmeerzeugung in Berlin (witterungsbereinigt)

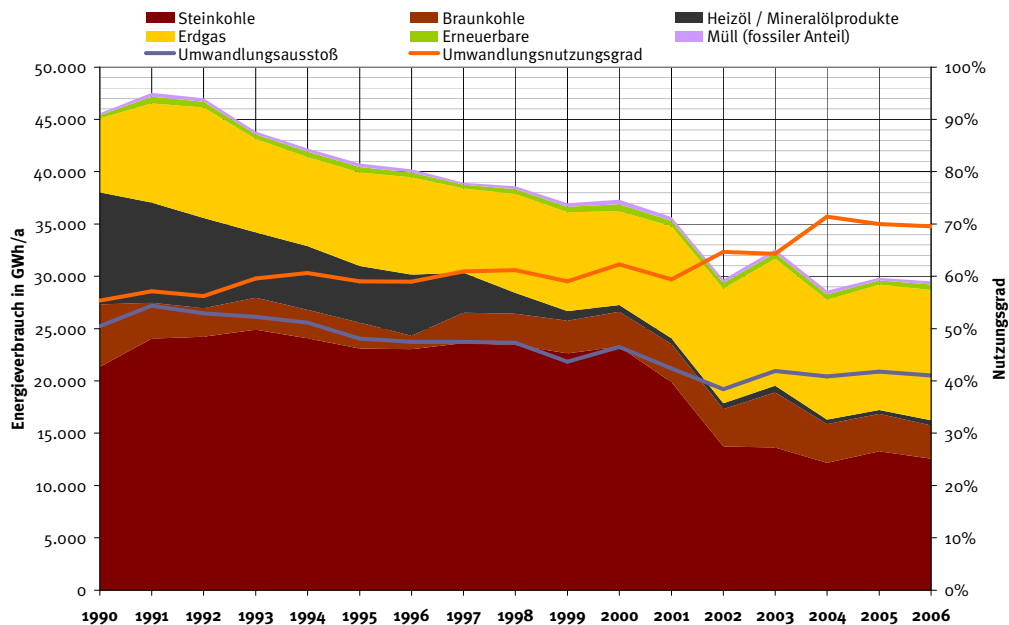


Quelle: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 1994-2009;
<http://klimadaten.ages-gmbh.de>

Wie deutlich zu erkennen ist, blieb der Gesamtverbrauch an Endenergie über die letzten 15 Jahre aufgrund der deutlichen Reduzierung des gebäudespezifischen Wärmeverbrauchs und der Effizienzsteigerungen der Erzeugungsanlagen annähernd konstant.

Die Abbildung 20 veranschaulicht die Entwicklung des Primärenergieeinsatzes zur Strom- und Wärmeerzeugung in den Berliner Kraftwerken.

Abbildung 20: Umwandlungseinsatz und -ausstoß zur Erzeugung von Strom und Wärme in Berlin



Quelle: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 1994-2009

Die Abbildung verdeutlicht die kontinuierlich zunehmende Bedeutung von Erdgas als Primärenergieträger und die besonders seit der Jahrtausendwende zurückgehende Relevanz des Steinkohleeinsatzes in den Berliner Kraftwerken. Gleichzeitig zeigt sich im Verlauf der 1990er Jahre ein steter Rückgang des Primärenergieträgers Öl bei der Energieerzeugung.

Ferner ist für den betrachteten Zeitraum ein starker Anstieg des Umwandlungsnutzungsgrads zu konstatieren,³⁰ der im Bilanzrahmen von 55 auf 70 % anstieg (vgl. Abbildung 20). Dies ist vor allem auf die Modernisierung der Erzeugungsanlagen zurückzuführen.³¹

Folgende Stilllegungen und Brennstoffumstellungen wurden im Berliner Kraftwerkspark seit 1994 realisiert.

³⁰ Der Umwandlungsnutzungsgrad beschreibt das Verhältnis von Umwandlungsausstoß und -einsatz.

³¹ Das größte Vorhaben war in diesem Zeitraum der Neubau des Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerks am Standort des alten Heizkraftwerks Mitte, das 1997 ans Netz ging.

Tabelle 4: Stilllegungen im Fernwärmegebiet der Vattenfall Europe AG

Werk	Jahr	Thermische Leistung	Brennstoff
HKW Reuter, Kessel 1 und 2	2001	394 MW	Steinkohle
HKW Charlottenburg Kessel 1	2000	167 MW	Steinkohle
Kessel 2	1999	171 MW	
Kessel 3	2002	212 MW	
KW Oberhavel	2002	469 MW	Steinkohle
HKW Rudow	2005	423 MW	Steinkohle
HW Treptow	2004	48 MW	Heizöl EL / Erdgas

Quelle: Vattenfall Europe AG 2009

Tabelle 5: Brennstoffumstellungen im Fernwärmegebiet der Vattenfall Europe AG

Werk	Jahr	Brennstoff		Thermische Leistung	
		alt	neu	alt	neu
HKW Klingenberg, Dampferzeuger 1 - 4	1994	Heizöl S und Erdgas	Heizöl EL und Erdgas	4 x 250 t/h Frischdampf	4 x 275 t/h Frischdampf
HW Scharnhorststraße	1994	Heizöl S und Erdgas	Heizöl EL und Erdgas	189 MW	163 MW
HW Blankenburger Straße I (Stilllegung) und II (Neubau)	1994/1997	Braunkohle	Heizöl EL und Braunkohlenstaub-Kalkgemisch	36 MW	31 MW
HKW Mitte, Neubau	1996/1997	Heizöl S und Erdgas	Heizöl EL und Erdgas	652 MW	1.210 MW

Quelle: Vattenfall Europe AG 2009

Die dargestellten Kraftwerksstilllegungen und Brennstoffumstellungen resultieren in einer signifikanten Reduzierung der CO₂-Emissionen der zentralen KWK Berlins (siehe Tabelle 3).

Bis zum Zieljahr dieses Energiekonzepts, dem Jahr 2020, plant die Vattenfall Europe AG weitere, effizienzsteigernde Umbaumaßnahmen im Fernwärmenetz Berlins. So wird im westlichen Netzabschnitt das Steinkohle-Heizkraftwerk Reuter C stillgelegt. Das über 40 Jahre alte Kraftwerk in Lichterfelde soll durch eine hochmoderne Gas- und Dampfturbinenanlage (GuD) ersetzt werden, welche maximale

Leistungen von etwa 300 MW elektrisch und 230 MW thermisch erreichen soll. Im östlichen Teilabschnitt verzichtet Vattenfall auf den Neubau eines 800-MW-Steinkohlekraftwerks am Standort Klingenberg und beabsichtigt, stattdessen zwei Biomasse-Kraftwerke mit einer thermischen Leistung von etwa 150 MW und eine oder mehrere GuD-Anlagen zu errichten. Diese Maßnahmen sollten zu einer deutlichen Absenkung des Primärenergiefaktors und der spezifischen CO₂-Emissionen führen.³²

In Berlin existieren, wie schon angesprochen, weitere kleinere Fernwärmeversorger. Exemplarisch sei die Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin genannt, eine Tochter der RWE AG. Diese versorgt unter anderem über ein ca. 70 km langes Fernwärmenetz mehr als 30.000 Wohnungen, Gewerbeimmobilien und öffentliche Einrichtungen mit Wärme. Die Hauptwärmeerzeuger sind einerseits das Heizkraftwerk Adlershof mit einer thermischen Leistung von 96 MW und einer elektrischen Leistung von 14 MW. Die Energieerzeugung erfolgt mit dem Brennstoff Erdgas in einer Gasturbine, fünf Gasmotoren und vier Spitzenkesseln. Zum Zweiten wird das Heizkraftwerk Schöneweide, eine mit Spitzenkesseln versehene kohlebefeuerte Gegendruck-Dampfturbine mit einer thermischen Leistung von 36 MW und einer elektrischen Leistung von 9,6 MW genutzt. Durch den hohen Anteil an Kraft-Wärme-Kopplung (97,8 % an der erzeugten Fernwärme) und die modernen Energieerzeuger wird ein sehr niedriger Primärenergiefaktor von 0,312 erreicht.³³ Aufgrund der in den letzten Jahren getätigten Investitionen in die Erneuerung der Erzeugungsanlagen der Blockheizkraftwerks-Träger- und Betreibergesellschaft mbH Berlin sind bis 2020 keine Neuinvestitionen in größerem Rahmen zu erwarten.

Auch im Berliner Strommarkt kommt der zentralen Kraft-Wärme-Kopplung große Bedeutung für eine ressourcenschonende Energieerzeugung zu. Im Referenzjahr 2005 wurden in Berlin laut der offiziellen Energiebilanz 13.173 GWh Strom verbraucht (inklusive des Eigenverbrauchs der Erzeuger und der Leitungsverluste). Davon wurden in Berlin 9.246 GWh (70,2 %) erzeugt. Der Anteil der KWK betrug 5.017 GWh (38,1 %). [Amt für Statistik Berlin Brandenburg 2008].³⁴

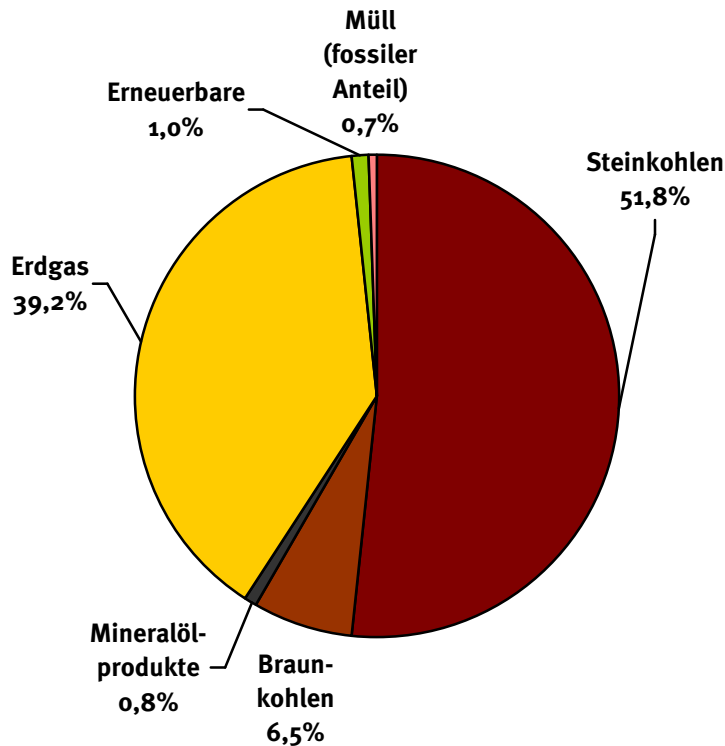
Abbildung 21 fasst den Primärenergieeinsatz für die inländische, also auf Berlin bezogene Stromerzeugung für das Jahr 2006 zusammen.

³² Der Primärenergiefaktor für Heizwärme und Warmwasser gibt den Primärenergieaufwand für die Bereitstellung des Energieträgers wider (kWh Primärenergie / kWh Endenergie). Er berücksichtigt sowohl den Energieinhalt des Rohstoffs als auch die zu seinem Transport und die Weiterverarbeitung (vorgelagerte Prozessketten) bis zur Lieferung an den Verbraucher aufgewendete Energie.

³³ Die Werte beziehen sich auf das Jahr 2008. Nach der Restwertmethode wird ein CO₂-Faktor von 51,4 g/kWh erreicht. Durch die andersartige Berechnungsmethodik, bei der der Wärmeproduktion die durch die Stromerzeugung vermiedenen CO₂-Emissionen des deutschen Kraftwerksparks „gutgeschrieben“ werden, ist der Wert nicht unmittelbar mit den Angaben von Vattenfall Europe Fernwärme AG vergleichbar. Der Wert kann jedoch als Kennzeichen einer sehr effizienten Energieumwandlung gelesen werden.

³⁴ Aufgrund der gewählten Verursacherbilanzierung, der bei der CO₂-Bilanzierung immer der Generalfaktor des Bundes zugrunde liegt, wirken sich die regionalen Primärenergieeinsätze nicht auf die CO₂-Bilanzierung aus.

Abbildung 21: Brennstoffeinsatz zur inländischen Stromerzeugung in 2006



Quelle: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 1994-2009

In Anbetracht der Marginalität der regenerativen Brennstoffe kommt der Kraft-Wärme-Kopplung für das Ziel einer Reduzierung des CO₂-Ausstoßes in Berlin eine große Bedeutung zu.

6.2 Erneuerbare Energien

Die Erneuerbaren Energien spielen eine zentrale Bedeutung für die Berliner Energieversorgung der Zukunft. Ihre gegenwärtige Nutzung entwickelt sich in einzelnen Bereichen dynamisch, wenngleich dies auf einem im Vergleich zum Bundesdurchschnitt und zu Flächenstaaten deutlich niedrigeren Niveau erfolgt.

Als Metropole steht Berlin hier vor einigen grundsätzlichen aber auch spezifischen Herausforderungen, wie z. B.

- die begrenzte Fläche in urbanen Räumen und die damit verbundenen Auswirkungen auf den Anbau von Biomasse, Nutzung von Windkraft, etc.,
- die städtebauliche, soziale und industrielle Struktur,
- die geologischen und klimatischen Bedingungen,
- und die geographische Lage.

Auch die Tatsache, dass Berlin - im Unterschied zu München oder Hamburg - über keinen eigenen kommunalen Energieversorger verfügt, hat Einfluss auf den kommunalen Gestaltungsspielraum bzw. die Art der möglichen Maßnahmen zum Ausbau Erneuerbarer Energien.

Als Untersuchungsgebiet wurde die Stadt Berlin inklusive der Berliner Stadtgüter im Land Brandenburg vereinbart. 16.000 ha in Brandenburg gelegener Flächen (Berliner Stadtgüter) befinden sich laut eines Urteils des Verwaltungsgerichtshofes

fes aus dem Jahr 2007 offiziell im Besitz des Landes Berlin (Tagesspiegel 2008). Verwaltet werden sie von der landeseigenen „Berliner Stadtgüter GmbH“, die landwirtschaftliche Flächen an Agrarbetriebe verpachtet, sowie Rieselfelder bewirtschaftet und Ausgleichsflächen vermarktet.³⁵

Die Analyse der Erneuerbaren-Energien-Potentiale umfasst neben dem Bereich der Biomasse und ihren verschiedenen energetischen Biomassekonversionspfaden die Technologien Solarthermie und Photovoltaik, die oberflächennahe Geothermie bzw. Wärmepumpen sowie die tiefe Geothermie, Windenergie und Wasserkraft. Im Vordergrund stehen die Strom- und die Wärmeerzeugung in Berlin. Die Nutzung von Biokraftstoffen wurde ausgeklammert, da hierzu wesentliche Daten zur zukünftigen Entwicklung des Verkehrssektors aus der Senatsverwaltung noch nicht vorliegen. Die Nutzung von Abwärme sowie die Energiegewinnung aus (nicht-biogenen) Abfällen gehören ebenfalls nicht zum Untersuchungsspektrum dieser Studie, da sie nicht im engeren Sinne zu den Erneuerbaren Energien zählen. Eine verstärkte Energie- und Rohstoffversorgung durch das Umland wurde im Rahmen dieser Studie für den Bereich der Biomasse berücksichtigt, eine weitergehende Energieversorgung z. B. durch Ökostromimporte jedoch nicht betrachtet.³⁶

Nachfolgend werden die zentralen Ergebnisse der Gesamtstudie des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) zusammengefasst, die zwischen April und Dezember 2009 erarbeitet wurden.³⁷ Im ersten Teil wird der Stand der Nutzung Erneuerbarer Energien in Berlin technologiespezifisch für das Referenzjahr 2005 und die darauf folgenden Jahre bis 2008 angegeben. Im zweiten Teil werden die Ergebnisse der Szenarien „Referenz“ und „Ziel“ vorgestellt. Die vom IÖW errechneten Ausbaupotentiale der Erneuerbaren Energien-Potentiale werden von der Berliner Energieagentur in die Zielszenarien der handlungsfeldbezogenen Betrachtungen einbezogen (Kapitel 7 bis 14). Im dritten Teil werden schließlich Maßnahmen empfohlen, die aus Sicht der Autoren zur Erreichung der Zielwerte des Zielszenarios notwendig sind. Auf die Darstellung der langfristigen, theoretisch-technischen Nutzungspotentiale der Erneuerbaren Energien, die im Rahmen dieser Teilstudie für das Berliner Energiekonzept ebenfalls erstellt wurden, wird an dieser Stelle verzichtet und auf die Langfassung im Anhang verwiesen.

6.2.1 *Stand der Nutzung Erneuerbarer Energien 2005 bis 2008*

Die Ermittlung der Ausbaupotentiale für Erneuerbare Energien in Berlin basiert auf einer Erhebung des Ist-Zustandes in 2005 und 2008. Eine Erhebung der gegen-

³⁵ Ausführlichere Angaben zu den getroffenen Annahmen im Untersuchungsgebiet können der Langfassung der IÖW-Studie entnommen werden.

³⁶ Aufgrund der verursacherbezogenen CO₂-Bilanzierung ergeben sich insbesondere im Wärmebereich wegen des Ausbaus der Erneuerbaren Energien Auswirkungen auf die Bilanz. Weil nach der Verursacherbilanzierung der Stromverbrauch mit dem bundesweiten Generalfaktor bilanziert wird, ist die Primärenergiestruktur zur Stromerzeugung kein vertiefter Gegenstand der Analysen in den einzelnen Handlungsfeldern. Im Zentrum der handlungsfeldbezogenen Teilbetrachtungen steht für das Zielszenario gleichwohl die Definition eines Stromeffizienzziels.

³⁷ Die Analyse der Potentiale Erneuerbarer Energien sowie die Ableitung von Maßnahmen zur Erschließung dieser Potentiale wurden vom Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW, Berlin) durchgeführt. Der vollständige Bericht dieser Untersuchung liegt in der Langfassung im Anhang vor.

wärtigen Nutzung Erneuerbarer Energien in Berlin war erforderlich, da sich der Markt und damit die Rahmenbedingungen für Erneuerbare Energien gerade in den letzten Jahren stark verändert haben. Hinzu kam, dass die verfügbaren statistischen Daten des Amtes für Statistik Berlin-Brandenburg erfassungsbedingt in der Regel ungefähr zwei bis drei Jahre alt. Zudem lagen die Daten (Stand Mitte 2009) in derart aggregierter Form vor, dass es nicht möglich war, eine genaue Differenzierung von z. B. elektrischer und thermischer Energieerzeugung (Strom, Wärme) vorzunehmen oder die Anteile der einzelnen Erneuerbaren Energien zu unterscheiden. Dies war für die hier gewählte Methode der (technologiescharfen) Potentialermittlung jedoch erforderlich. Daher wurden in allen Bereichen der Erneuerbaren Energien gezielte Recherchen und Analysen zum Anlagenbestand durchgeführt und diese mit den vorhandenen statischen und quasi-statistischen Daten aus den zuständigen Bundes- und Landes-Verwaltungen, aber auch von Verbänden und Vereinen, Unternehmen und Experten angereichert.

In der nachfolgenden Tabelle wird der Anteil der verschiedenen Erneuerbaren Energien an der Strom- und Wärmeerzeugung für die Jahre 2005 bis 2008 dargestellt. Ergänzend finden sich Angaben zum Anteil der Erneuerbaren Energien am Berliner Gesamtstrom- und -wärmeverbrauch.

Der Anteil der Erneuerbaren Energien am Gesamtenergieverbrauch weicht in der nachfolgenden Tabelle von den Werten in Tabelle 7 ab, weil der Einsatz der Biomasse in zentralen Kraftwerken berücksichtigt wird.

Tabelle 6: Gesamtschau der Nutzung Erneuerbarer Energien in Berlin 2005-2008³⁸

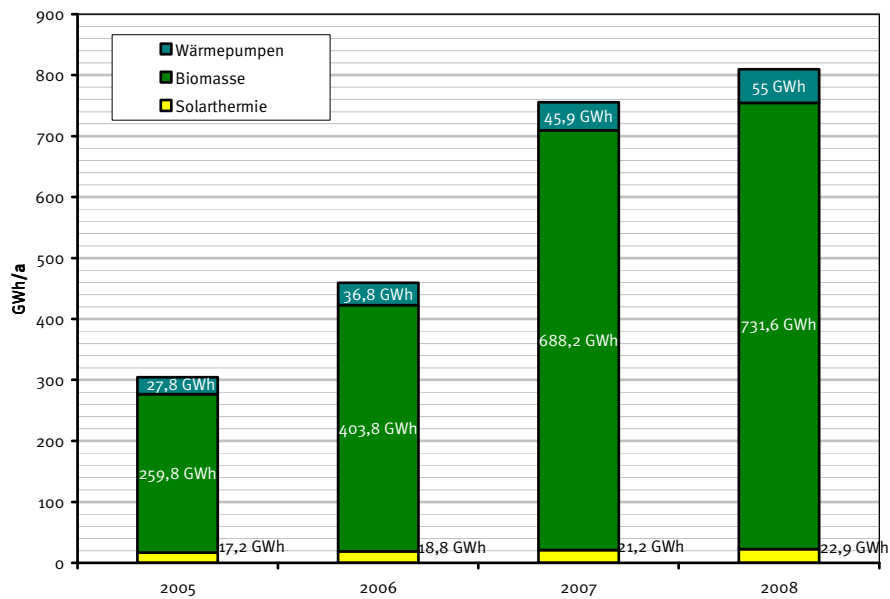
	Einheit	2005	2006	2007	2008
EE-Stromerzeugung gesamt	GWh_{el}	125,3	170,7	262,8	279,1
EE-Anteil	%	1,16%	1,58%	2,43%	2,58%
Biomasse	GWh _{el}	121	165,5	256,6	268,5
PV	GWh _{el}	4,3	5,2	6,2	8,2
Wind	GWh _{el}	0	0	0	2,4
<i>EE-Stromerzeugung abzüglich Strom für Wärmepumpen</i>	<i>GWh_{el}</i>	<i>112,9</i>	<i>154,3</i>	<i>242,3</i>	<i>254,6</i>
EE-Wärmeerzeugung gesamt	GWh_{th}	304,8	459,4	755,3	809,5
EE-Anteil	%	0,76%	1,14%	1,88%	2,02%
Biomasse	GWh _{th}	259,8	403,8	688,2	731,6
Solarthermie	GWh _{th}	17,2	18,8	21,2	22,9
Wärmepumpen	GWh _{th}	27,8	36,8	45,9	55
EE-Energieerzeugung gesamt	GWh	430,1	630,1	1.018,1	1.088,6
EE-Anteil am Energieverbrauch	%	0,8%	1,2%	2,0%	2,1%

Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010 (ausführliche Quellenangaben siehe Langfassung)

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Entwicklung der Strom- und Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Berlin zwischen 2005 und 2008. In beiden Bereichen konnte seit 2005 die Energieerzeugung deutlich mehr als verdoppelt werden. Mit großem Abstand dominiert in beiden Bereichen die Biomasse, bei der Wärmeerzeugung gefolgt von den Wärmepumpen und der (quantitativ) noch nahezu bedeutungslosen Solarthermie. Im Strombereich folgen an zweiter Stelle die Photovoltaik und die Stromerzeugung aus einer Windkraftanlage im Berliner Stadtgebiet. Zu berücksichtigen ist, dass die folgenden Abbildungen auch die Biomasse-Mitverbrennung in zentralen Fernwärme Kraftwerken enthält, da aufgrund der schlechten Datenlage eine differenzierte Betrachtung für die Jahre 2005 bis 2008 nicht möglich ist.

³⁸ Die Werte beziehen sich auf den Nutzenergiebedarf.

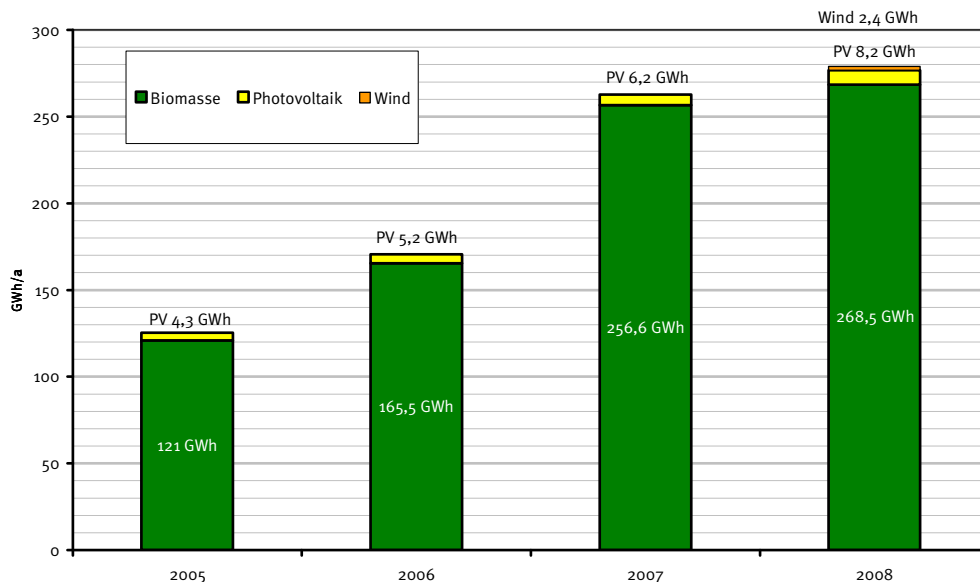
Abbildung 22: Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2005 bis 2008



Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

Bei der Stromerzeugung stellt sich die Situation wie folgt dar.

Abbildung 23: Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2005 bis 2008



Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

6.2.2 Szenarien für den Ausbau Erneuerbarer Energien bis 2020

Aufbauend auf dem ermittelten Ist-Zustand einer Nutzung der Erneuerbaren Energien in Berlin werden die Potentiale für das Jahr 2020 ermittelt.³⁹ Unter Berücksichtigung der bestehenden technischen Potentiale sowie der rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen werden die wirtschaftlichen Ausbaupotentiale der einzelnen Technologien zur Nutzung Erneuerbarer Energien identifiziert.⁴⁰

Als Vergleichswerte für die für 2020 ermittelten Potentiale der Erneuerbaren Energien dienen von der Berliner Energieagentur festgelegte Strom- und Wärmeverbräuche im Referenz- und Zielszenario (Stand Dezember 2009). Nachfolgend werden die Potentiale Erneuerbarer Energien in den Bereichen der gebäudebezogene (dezentralen) Wärmeerzeugung und große Biomasseanlagen sowie der Stromerzeugung behandelt.

³⁹ Die Langfassung der IÖW-Studie umfasst zudem auch die Ermittlung der langfristigen, theoretisch-technischen Potentiale bis zum Zeithorizont 2050. Dieser Studie sind auch detaillierte Angaben zu Annahmen und Berechnungen zu entnehmen.

⁴⁰ Für die Ermittlung von Potentialen im Bereich der Erneuerbaren Energien existiert keine standardisierte Methode. Dies hat zur Folge, dass in den mittlerweile stark zunehmenden Potentialstudien in Kommunen, Regionen und Städten sehr verschiedene Methoden angewendet werden, die zu wenig vergleichbaren Ergebnissen führen. Bei den meisten „Methoden“ handelt es sich eher um einfache Abschätzungen oder Hochrechnungen auf der Basis von z. B. politischen Zielwerten, bei anderen werden z. B. energetische oder gebäudebezogene Kenngrößen verwendet. Ein Screening der vorhandenen Methoden zur Potentialermittlung enthält die Langfassung der IÖW-Studie.

6.2.3 Szenarien für den Ausbau Erneuerbarer Energien bei gebäudebezogenen Heizungssystemen

6.2.3.1 Methoden und Annahmen

Im Bereich der gebäudebezogenen Heizungssysteme wurden die erschließbaren Nutzungspotentiale für Erneuerbare Energien bis zum Jahr 2020 mit einer Methodik bestimmt, die es ermöglicht, die Nutzungskonkurrenzen zwischen den Systemen zu berücksichtigen. Zunächst erfolgte für jede der relevanten Technologien – Solarthermieranlagen, Wärmepumpen zur Nutzung oberflächennaher Geothermie und kleine Biomasseheizkessel – eine Trendfortschreibung der bisherigen Zubauraten.

Für die Berechnung des Referenzszenarios wurden zusätzlich ein Wirtschaftlichkeitsvergleich sowie das seit Anfang 2009 geltende EEWärmeG (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz) berücksichtigt. Der Vergleich der Wirtschaftlichkeit der Technologien zur Nutzung Erneuerbaren Energien erfolgte gegenüber Gas- oder Öl-Brennwertkesseln als Referenzsystemen.⁴¹ Folgende Parameter sind für die Berechnung der Ausbaupotentiale des Referenzszenarios bei den Bestandsgebäuden von zentraler Bedeutung: In Bezug auf die Gesamtzahl der Heizungsanlagen jährlich ausgetauschter Anlagenbestand (Jahresaustauschrate in Prozent), Gesamtzahl der Anlagen (bei Wohngebäuden entsprechend der Gebäudezahl), der zu deckende Wärmeverbrauch (aus dem Gesamtwert für EFH und MFH ermittelt, vgl. Daten der BEA) sowie der Deckungsgrad der jeweiligen Anlage.

Der Deckungsgrad wird für Biomasse und Wärmepumpen bei den Wohngebäuden mit jeweils 100 % angenommen, für Solarthermieranlagen in Neubauten mit 15 % und im Bestand mit 10 %⁴².

Im Bereich der Nichtwohngebäude kann diese differenzierte Herangehensweise nicht gewählt werden, da keine Informationen zur Anzahl der Gebäude vorliegen. Deshalb wurde der Anteil Erneuerbarer Energien direkt über den Wärmeverbrauch abgeschätzt. Es wird auch hier für die solare Deckung von den oben genannten Werten sowie für Wärmepumpen von einem Deckungsgrad von 50 % ausgegangen⁴³.

⁴¹ Genauere Angaben zur Untersuchungsmethodik, den ausgewählten Referenzanlagen und den konkreten Einzelergebnissen finden sich in der Langfassung der Studie [Institut für ökologische Wirtschaftsforschung 2010]. Darin sind auch die abgeschätzten Potentiale der einzelnen Technologien für die jeweiligen Handlungsfelder enthalten.

⁴² Zwar werden in einigen Anwendungsbeispielen Spitzenlastkessel eingesetzt, so dass die durchschnittliche Deckungsrate ggf. etwas niedriger liegt. Ein Einsatz von Wärmepumpen und die Nutzung von Biomasse in Mehrfamilienhäusern mit einem Deckungsgrad von 100 % ist technisch jedoch möglich und wird sich zukünftig verbreiten. Aufgrund der insgesamt geringen Anzahl an Wärmepumpen in Mehrfamilienhäusern hat die Höhe dieses Deckungsgrades lediglich geringfügige Auswirkungen auf die Gesamtwärmebereitstellung durch Wärmepumpen.

⁴³ In Nicht-Wohngebäuden ist ein Einsatz von Wärmepumpen insbesondere im Bereich Industrie und produzierendes Gewerbe aufgrund des niedrigen Temperaturniveaus nur sehr begrenzt möglich. Experten schätzen die erreichbaren Deckungsgrade auf etwa 30 % (Lambauer et al. 2008). Für Bürogebäude können höhere Deckungsanteile erzielt werden, reale Deckungsanteile schwanken in diesem Bereich jedoch stark und liegen Feldversuchen zufolge zwischen 1 und 100 % (Hoffmann und Voss 2006). Aus diesen

Die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung für den Bereich der Wohngebäude (Einfamilien- und Mehrfamilienhäuser) ergeben jeweils für Neubau und Bestand ein differenziertes Bild. Im Einfamilienhausbereich sind z. B. bereits heute Luft-Wärmepumpensysteme in vielen Fällen wirtschaftlich einsetzbar, im Bestand gilt dies auch für Holzpelletkessel, die jedoch noch deutlich teurer sind. Sole-Wärmepumpen werden im Bestand ab 2012 bzw. 2015 gegenüber Öl- bzw. Gasheizungen rentabel. Solarthermieanlagen werden hier nur in Kombination mit Holzpelletanlagen bis 2020 wirtschaftlich, bis dahin sinken die Kosten dieser Anlagen auch auf das Niveau der bis dahin günstigsten Luft-Wärmepumpen. Deutlich anders sieht die Situation im Mehrfamilienhausbereich aus; hier rechnen sich bereits heute Solarthermieanlagen und Holzpelletkessel im Neubau und im Bestand, wobei die Kombination von beiden am günstigsten ist. Sole-Wärmepumpen können - im Vergleich zu den fossilen Referenzsystemen - ab 2013 bzw. 2015 wirtschaftlich betrieben werden, bleiben aber bis 2020 deutlich teurer als die anderen Erneuerbare-Energien-Heizungssysteme. Im Bestand ist außerdem die Nutzung einer Sole-Wärmepumpe rentabler als die fossilen Referenzsysteme⁴⁴ und ab 2010 bzw. 2013 ebenfalls günstiger als die Kombination von Solarthermie mit den fossilen Heizkesseln.

Die Wirtschaftlichkeit ist aber nur ein Faktor, der die Nachfrage nach EE-Anlagen beeinflusst. Das Marktwachstum wird darüber hinaus von einer Reihe von zielgruppen- und technologiespezifischen Erfolgsfaktoren und Hemmnissen gesteuert. Obwohl der Wirtschaftlichkeitsvergleich zeigt, dass bereits heute EE-Anlagen wirtschaftlich betrieben werden können, wird auch in naher Zukunft noch eine Vielzahl von fossilen Heizungssystemen installiert. Deshalb geht das IÖW im Referenzszenario trotz der berechneten Wirtschaftlichkeit nicht von einem sprunghaften Marktwachstum aus. Zu den Hemmnissen zählen insbesondere bauliche Hemmnisse (beispielsweise Gasetagenheizungen in zahlreichen Berliner Mehrfamilienhäusern) oder eine verzögerte Anpassungsgeschwindigkeit in den überwiegend kleinen und mittelständischen Unternehmen. Zudem ist zu berücksichtigen, dass gerade private Nutzer oftmals eine andere „Wirtschaftlichkeitsbetrachtung“ anstellen, die eher von den im Vergleich höheren Investitionskosten der EE-Anlagen geprägt ist. Im Bereich der Mehrfamilienhäuser kommt das so genannte Investor-Nutzer-Dilemma hinzu (siehe auch Kapitel 7.4).

Im Bereich der Nichtwohngebäude, in dem EE-Anlagen bisher nur eine geringe Bedeutung haben, wurde im Referenzszenario lediglich bei den öffentlichen Gebäuden für den Bestand ein Zubau von EE-Anlagen angenommen. Diese Annahme wird mit den klimapolitischen Ziele des Landes, der Vorbildfunktion des öffentlichen Sektors und der Klimaschutzvereinbarung zwischen dem Land Berlin und der Berliner Immobilienmanagement GmbH begründet [Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz o. J.].⁴⁵

Gründen wurde in der Studie ein durchschnittlicher Deckungsanteil von 50 % für Nicht-Wohngebäude angenommen.

⁴⁴ Hierbei sind jedoch bestimmte Rahmenbedingungen als konstant anzusetzen, wie z. B. ein besonderer Stromtarif zum Betrieb der Wärmepumpen.

⁴⁵ Bis zum Zieljahr 2020 wird ein Anstieg bis auf 5 % der neu installierten Anlagen angenommen.

Die Auswirkungen des EEWärmeG auf den Neubau werden anhand von Literaturwerten eingeschätzt und eine Verteilung auf die drei Technologien sowie auf die Ersatzmaßnahmen (Übererfüllung EnEV, Fernwärme, KWK) vorgenommen. Bei der Verteilung der Technologien Erneuerbarer Energien werden die bisherigen Installationszahlen bei Neubauten, die Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsvergleiche sowie spezifische Erfolgsfaktoren und Hemmnisse in den verschiedenen Einsatzbereichen berücksichtigt. Die quantitative Entwicklung der Neubauten sowie der Wärmeverbrauch von neuen Wohngebäuden werden von der BEA übernommen, für die Nichtwohngebäude wurden Daten des BMVBS herangezogen [Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2009].

Für das Zielszenario wird ebenfalls von einer Jahresaustauschrate bei den Heizungsanlagen von 5 % ausgegangen. Die Aufteilung wird vor dem Hintergrund der bisher installierten Anlagen, der Wirtschaftlichkeit und der Eignung der Heizungssysteme für die jeweilige Nutzung (EFH/ZFH und MFH) getroffen. Zudem wird eine höhere solare Deckung in Wohn- und Nichtwohngebäuden durch technologisch ausgereifte Systeme und den verstärkten Zubau von Systemen zur Heizungsunterstützung angesetzt.⁴⁶ Zusätzlich wird in Mehrfamilienhäusern der Stadtraumtypen, die nach solarem Rahmenplan besonders gut für Solarthermie geeignet sind [Everding et al. 2006], eine höhere Quote an installierten Solarthermieanlagen mit einer etwas höheren solaren Deckung angenommen.

Bei den Nichtwohngebäuden wird im Zielszenario aufgrund der derzeit noch sehr geringen Anlagenzahlen für Biomasse und Wärmepumpen davon ausgegangen, dass die damit verbundenen Heizungstechnologien erst im Jahr 2011 einen Anteil von 0,1 % der neu installierten Anlagen im Bestand erreichen, bei Solarthermieanlagen wird der Wert im Jahr 2013 erreicht. Nach Überschreiten dieses Schwellenwerts, der für eine Pilot- und Markteinführungsphase steht, nimmt das IÖW einen deutlichen Marktzuwachs um jährlich 30 % an. Für den Bereich öffentlicher Dienstleistungen wird analog zum Referenzszenario ein stärkerer Ausbau der Solarthermie angesetzt, der bis 2020 auf einen Anteil von 15 % an den neu installierten Anlagen anwächst.

⁴⁶ Im Neubau wird bis 2020 ein Anstieg auf 20 % und im Bestand auf 15 % angenommen.

Abbildung 24: Annahmen Referenz- und Zielszenario für Erneuerbare Energien

Referenzszenario	Zielszenario
Jahresauschrate der Heizungsanlagen von 5 %	Jahresauschrate der Heizungsanlagen von 5 %
Wohngebäude	Wohngebäude
Neubau - EFH/ZFH: Anteil von Heizungsanlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien: 75 % - MFH: Anteil von Heizungsanlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien: 50 % Bestand - EFH/ZFH: Anstieg des Anteils an neu installierten Heizungsanlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien bis 2020 auf 25 % (10 % Biomasse, 5 % Solarthermie, 10 % Geothermie) - MFH: Anstieg des Anteils an neu installierten Heizungsanlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien bis 2020 auf 12,5 % (2,5 % Biomasse, 5 % Solarthermie, 5 % Geothermie)	Neubau (wie Referenzszenario) Bestand - Bis 2020 Anteil von 40 % der jährlich neu installierten Heizungsanlagen auf der Basis Erneuerbarer Energien - Ausnahme: MFH in Stadtraumtypen, die sich nach Solarem Rahmenplan besonders gut für Solarthermie eignen, dort ab 2011 Anteil EE an neu installierten Heizungsanlagen 70%
Nichtwohngebäude	Nichtwohngebäude
Neubau - In 40 % Heizungsanlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien Bestand - Im Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“ bis 2020 Anstieg des Anteils solarthermischer Anlagen an den insgesamt installierten Heizungsanlagen auf 5 %	Neubau (wie Referenzszenario) Bestand - Im Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“ bis 2020 Anstieg des Anteils solarthermischer Anlagen an insgesamt installierten Heizungsanlagen auf 15 % - Bis 2011 Anteil von 0,1 % an neu installierten Biomasseanlagen und Wärmepumpen - Bis 2013 Anteil von 0,1 % an neu installierten solarthermischen Anlagen - Ab 2011/2013 deutlicher Marktzuwachs in den genannten Technologien um jährlich 30 %

6.2.3.2 Technologiespezifische Annahmen und Entwicklungen

Im Bereich der Biomasse werden die Nutzungspotentiale für Wärme zu den folgenden Technologien und Leistungsgrößen genauer untersucht:

- Pelletanlagen und Scheitholzvergaserkessel in Ein- und Zweifamilienhäusern,
- Hackschnitzelanlagen $< 100 \text{ kW}_{\text{th}}$ in Mehrfamilienhäusern,
- Hackschnitzelanlagen $> 100 \text{ kW}_{\text{th}}$ in Nichtwohngebäuden.

Bei den genannten Technologien wird ein Zubau erwartet, der u. A. durch das EE-WärmeG im Neubau und im Bestand aufgrund von Wirtschaftlichkeitserwägungen erfolgt. Im Bereich der Einzelfeuerstätten (Kamine, Öfen oder Küchenherde etc.) wird davon ausgegangen, dass sie auch in Zukunft in einer etwa gleichbleibenden Größenordnung eingesetzt werden.

Für das Referenzszenario wird bis 2020 im Neubau bei den Wohngebäuden eine Zubauquote in Höhe von 10 % und im Nichtwohngebäudebereich von 17,5 % angesetzt. Im Bestand wird angenommen, dass 10 % der im Ein- und Zweifamilienhausbereich ausgetauschten Kessel durch Biomasseanlagen ersetzt werden, bei den MFH wird eine Quote von 2,5 % unterstellt. Im Bestand der Nichtwohngebäude wird aufgrund der bisher stagnierenden Entwicklung kein weiterer Zubau angesetzt. Zur Berechnung des Brennstoffverbrauchs der Anlagen wird angenommen, dass es sich bei 10 % der Anlagen um Kombianlagen handelt, bei denen die Solarthermie mit der Biomassenutzung kombiniert wird. Zudem werden die erforderlichen Mengen an Pellets und Scheitholz/Hackschnitzeln ermittelt.

Das Zielszenario erfolgt gemäß der oben skizzierten Annahmen (bzgl. des höheren Anteils Erneuerbarer Energien an der Heizungs austauschrate etc.). Im Ergebnis erzielt die Biomasse im Wohnbereich 2020 einen Anteil am Gesamtwärmeverbrauch von 2,3 % (520 GWh). Im Nichtwohnbereich wird im Gegensatz zum Referenzszenario ein Ausbau angenommen, der sich bis 2020 auf einen Anteil von 0,8 % (120 GWh) beläuft.

Während der Einsatz von Solarthermieanlagen in Wohngebäuden und als Schwimmbadabsorber eine vielfach angewandte und erprobte Technologie ist, befindet sich diese Technologie in anderen Bereichen derzeit noch überwiegend im Stadium von Pilot- und Demonstrationsvorhaben. Dies gilt für die Bereiche der solaren Kühlung, der Prozesswärmenutzung und der Einspeisung von Solarwärme in Wärmenetze. In Berlin ist außerdem eine breitere Nutzung von Solarwärme zur Warmwasser- und Raumwärmebereitung in Nichtwohngebäuden vorstellbar. Entsprechend fokussiert die Ermittlung der erschließbaren Potentiale in Berlin bis 2020 vorrangig auf Wohngebäude. In den übrigen Bereichen wird die Förderung von Modellprojekten als Möglichkeit gesehen, die Technologie ab 2020 breiter zum Einsatz zu bringen.

Für das Referenzszenario werden die Trendentwicklung, die Wirkungen des EE-WärmeG, die (spät einsetzende) Wirtschaftlichkeit sowie ein zunehmender Einsatz bei öffentlichen Gebäuden berücksichtigt. Damit werden bis 2020 0,2 % des gesamten Wärmeverbrauchs der Wohngebäude in Berlin mittels Solarthermie gedeckt.

Im Zielszenario geht das IÖW gemäß der oben beschriebenen Annahmen von einem höheren Ausbau im EFH/ZFH-, MFH- und Nichtwohngebäudebereich sowie höheren solaren Deckungsraten aus. Solarthermische Anlagen können gemäß dieser Annahmen im Wohnbereich bis 2020 1,1 % des Berliner Wärmeverbrauchs

im Wohnbereich decken. Zusammen mit dem Nichtwohnbereich wird ein Anteil von 0,8 % am gesamten Wärmeverbrauch 2020 erreicht.

Auch bei den Wärmepumpen basiert die Potentialermittlung auf einer Auswertung des Ist-Zustands einer Nutzung dieser Technologie,⁴⁷ der u. A. eine Auswertung von Neubaugenehmigungen und Wärmepumpen zugrunde liegt [vgl. GASAG 2009].

Das Referenzszenario beruht auf einer Trendfortschreibung der letzten Jahre und einer künftig angenommenen Verteilung der neu installierten Wärmepumpen (Sole/Wasser, Luft, Wasser/Wasser) auf Neubau und Bestand. In den Berechnungen wurde ebenfalls die Wirkung des EEWärmeG für den Neubau sowie die Wirtschaftlichkeit für den Bestand berücksichtigt. Bzgl. der Wirtschaftlichkeit wurden weitere Fördermaßnahmen wie der Wärmepumpen-Stromsondertarif von Vattenfall einbezogen, aber auch spezifische Hemmnisse in der Verbreitung von Wärmepumpen berücksichtigt, z. B. Probleme in der Nachrüstung von Fußboden- oder Wandheizungen. Zudem wird davon ausgegangen, dass perspektivisch aufgrund der vergleichsweise geringen Jahresarbeitszahlen keine (wesentliche) Förderung von Luft-Wärmepumpen stattfindet (bzw. stattfinden sollte). Trotz vergleichsweise guter Wirtschaftlichkeit (gerade der Luft-Wärmepumpensysteme) wird in Summe nur von einem moderaten Wachstum ausgegangen.

Für das Zielszenario wurden die o. g. ambitionierteren Wachstumsbedingungen angesetzt. Diese führen zu einer Erzeugung von 730 GWh bzw. einem Anteil von 2 % am Gesamtwärmeverbrauch im Jahr 2020. Zur Nutzung der oberflächennahen Geothermie und Umweltwärme kommen hier zudem erste Berliner Tiefengeothermieranlagen dazu. Auf der Basis der gegenwärtigen Aktivitäten insbesondere der GASAG wird bis zum Jahr 2020 von der Inbetriebnahme von zwei Anlagen mit einer Wärmearbeit von 35 GWh pro Jahr ausgegangen. Nicht zu vernachlässigen ist der für die Wärmepumpentechnik erforderliche Stromverbrauch, der für alle Szenarien einkalkuliert und in der Gesamtschau jeweils ausgewiesen wird.

6.2.3.3 Ausbaupotentiale für Erneuerbare Energien für die gebäudebezogene Wärmebereitstellung

Die Ergebnisse des Ausbaus der untersuchten Technologien werden für die gebäudebezogene Wärmebereitstellung für das Referenz- und Zielszenario in den nachfolgenden Abbildungen jahresbezogen dargestellt.⁴⁸ Im Zielszenario wird bis 2020 gegenüber dem Referenzszenario etwa doppelt so viel Wärme durch Solarthermie-, Biomasse- und Geothermie- bzw. Umweltwärmeanlagen bereitgestellt.

⁴⁷ Die Potentiale für die Tiefengeothermie, für die im Zielszenario ein Ausbau möglich erscheint, sowie die Potentiale für den Einsatz Erneuerbarer Energien in Nahwärmenetzen bleiben zunächst unberücksichtigt.

⁴⁸ Nicht berücksichtigt sind in dieser Analyse die EE-Anteile in der Fernwärme, die an anderer Stelle ausgewiesen werden.

Tabelle 7: Referenzszenario: Wärmebereitstellung durch gebäudebezogene Erneuerbare Energien (GWh/a)

	Solarthermie	Biomasse¹ (Heizungen)	Wärme- pumpen²	Summe
2008	19	10	49	77
2009	20	10	60	90
2010	23	25	83	130
2011	26	42	109	177
2012	29	62	139	230
2013	32	84	173	289
2014	36	109	209	355
2015	40	137	249	426
2016	44	167	292	504
2017	49	199	338	587
2018	54	234	388	675
2019	59	270	440	769
2020	65	309	495	869

¹ Die angegebenen Werte beziehen sich bei der Biomasse auf den gebäudebezogenen Nutzenergieverbrauch. Deshalb weichen die Zahlen von den in der Gesamtbetrachtung dargestellten Werten ab, die sich auf die Endenergie beziehen (Abbildung 30, Tabelle 13).

² Die dargestellten Werte enthalten den benötigten Wärmepumpenstrom, der in der Gesamtbilanz jedoch als Strom, nicht als Erneuerbare Energie dargestellt wird.

Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

Tabelle 8: Zielszenario: Wärmebereitstellung (Nutzenergie) durch gebäudebezogene Erneuerbare Energien (GWh/a)

	Solarthermie	Biomasse¹ (Heizungen)	Wärmepumpen²	Summe
2008	19	9	49	78
2009	21	10	60	90
2010	24	32	88	143
2011	46	59	121	226
2012	68	95	162	325
2013	91	138	210	440
2014	115	189	265	569
2015	140	247	327	714
2016	165	313	395	873
2017	191	386	469	1046
2018	218	465	550	1234
2019	246	553	637	1436
2020	275	647	730	1652

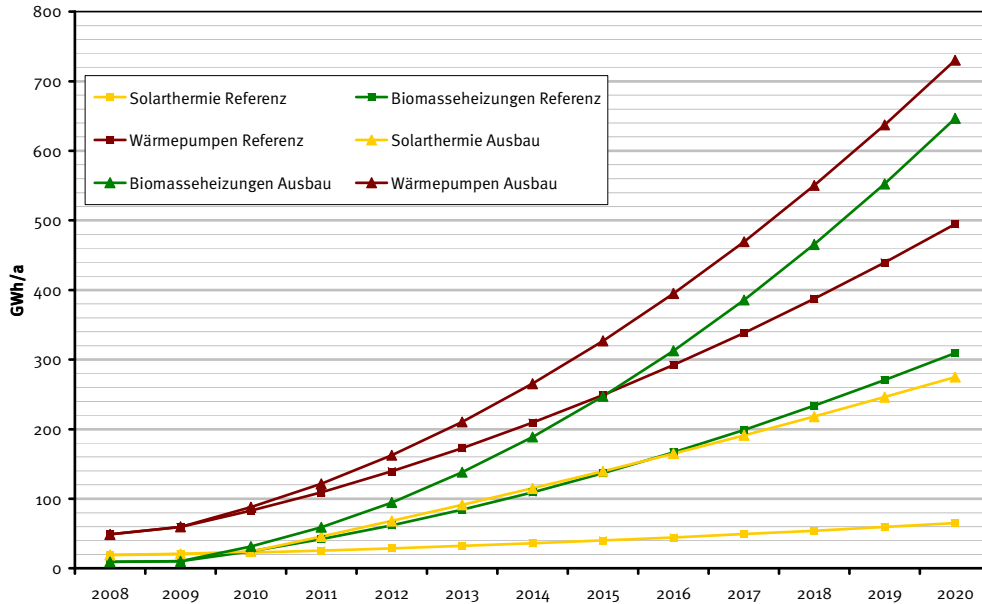
¹ Die angegebenen Werte beziehen sich bei der Biomasse auf den gebäudebezogenen Nutzenergieverbrauch. Deshalb weichen die Zahlen von den in der Gesamtbetrachtung dargestellten Werten ab, die sich auf die Endenergie beziehen (Abbildung 30, Tabelle 13).

² Die dargestellten Werte enthalten den benötigten Wärmepumpenstrom, der in der Gesamtbilanz jedoch als Strom, nicht als Erneuerbare Energie dargestellt wird.

Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

Abbildung 25 stellt die schrittweise Erschließung der technologiespezifischen Potentiale im Referenz- und im Zielszenario dar.

Abbildung 25: Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien im Gebäudebereich – Ergebnisse des Referenz- und Zielszenarios



Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

6.2.4 Größere Biomasse-Heizkraftwerke

Bei den größeren Biomasse-Anlagen, die nicht eine gebäudebezogene, sondern eine objektbezogene Versorgung im Sinne der Nahwärme oder die Fernwärmeinspeisung zum Ziel haben, wird bis 2020 von einem weiteren Zubau ausgegangen. Ebenso wird angenommen, dass bei den Bestandsanlagen eine Erhöhung des Einsatzpotentials von Biomasse gegeben ist. Insgesamt werden die Biomasse-Importe für Berlin ansteigen, aber auch das Biomassepotential in Berlin und insbesondere das biogene Abfallpotential muss energetisch konsequenter genutzt werden. Für die beiden Szenarien werden die unterschiedlichen Planungen verschiedener Akteure berücksichtigt. Grundlage für die Entwicklung der Szenarien ist die bis 2009 angefertigte Studie über das biogene Reststoffpotential Berlins [ICU / Witzenhausen-Institut 2009]. Darin wurde bis 2020 von einem gleich bleibenden Mengenaufkommen biogener Abfallstoffe ausgegangen, welches jedoch zukünftig energetisch effizienter genutzt werden sollte. Die Untersuchung weist darauf hin, dass es bei den geplanten Vergärungsanlagen zwingend notwendig ist, die bei diesen Anlagen festgestellten hohen Emissionen an Klimagasen (z. B. Methan) um mindestens 80 % zu senken. Nur dadurch kann eine klimaschonende Verwertung gewährleistet werden (ebda.). Berücksichtigt wurden u. A. Planungen der Unternehmen BSR sowie BRAL, die jeweils Vergärungsanlagen planen. Im Heizkraftwerk Reuter (Vattenfall) wird holzige Biomasse mit verbrannt. Zu berücksichtigen ist außerdem das Biomasse-Heizkraftwerk Rudow der RWE Innogy mit einer installierten Leistung von 20 MW_{el} und 60 MW_{th}. In diesem Heizkraftwerk werden jährlich ca. 200.000 t Altholz energetisch verwertet.

Die deutlich größte Biomassenachfrage würde durch die von Vattenfall geplanten zwei Biomasseheizkraftwerke mit einer elektrischen Leistung von 40 MW und einer thermischen Leistung von 150 MW entstehen, die teilweise das Heizkraftwerk Klingenberg ersetzen sollen [Vattenfall Europe 2009]. Der jährliche Brennstoffbedarf dieser beiden Anlagen wird auf 350.000 t geschätzt. Daneben plant

die Fernheizwerk Märkisches Viertel GmbH, ein Tochterunternehmen der Vattenfall Europe Wärme AG, den Bau eines Heizkraftwerks im Märkischen Viertel.

Die Pläne der Vattenfall Europe AG sehen in den nächsten Jahren für den Berliner Kraftwerkspark folgenden Biomasse-Einsatz vor [Vattenfall Europe New Energy GmbH 2010].

- Mitverbrennung in den HKW Klingenberg, Reuter C, Reuter West, Moabit
- Biomasse-HKW Märkisches Viertel mit einer Holzmenge von ca. 65.000 t/a (geplante Inbetriebnahme 2011)
- Biomasse-HKW Klingenberg I+II mit einer Holzmenge von bis zu 350.000 t/a je Kraftwerk (geplante Inbetriebnahme 2017/2019)⁴⁹

Der überwiegende Teil der Biomasse wird importiert werden müssen. In diesem Zusammenhang sollte abgeklärt werden, welche Potentiale auf brachliegenden Flächen, insbesondere in den neuen Bundesländern, zum Anbau von Kurzumtriebsplantagen mittel- und langfristig erschlossen werden können.

Um aufzuzeigen, welche Wirkung vom Bau des Biomasse-HKW am Standort Klingenberg ausgeht, ist sowohl das Referenz- als auch das Zielszenario mit und ohne das HKW Klingenberg berechnet worden. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass es auch einen Zubau an kleineren KWK-Anlagen auf Biomassebasis geben wird. Bisher sind in Berlin neben dem Heizkraftwerk Rudow acht solcher Anlagen installiert [Vattenfall Europe Transmission o. J.]. Der Zubau wird mit jährlich 500 kW_{el} angesetzt, deren Wärme in ein Nahwärmenetz eingespeist oder von Großverbrauchern abgenommen wird. Die Ergebnisse sind in der nachfolgenden Gesamtschau integriert (s. Kapitel 6.2.6), vertiefende Details können der Langfassung entnommen werden [Institut für ökologische Wirtschaftsforschung 2010].

Im Zielszenario wird die biogene Abfallverwertung für die energetische Nutzung weiter optimiert und ausgeschöpft (u. A. durch Erhöhung der Bioabfallerfassung in den Außenbezirken, erhöhte Vergärung von Grünabfällen, erhöhte thermische Nutzung von Straßenkehrschutt etc.). In der Variante ohne das Biomasse-HKW Klingenberg wird zudem davon ausgegangen, dass ca. 175.000 t des Biomasse-Imports für das HKW Klingenberg in anderen KWK-Anlagen eingesetzt wird. Bei den Vergärungsanlagen wird weitestgehend von einer Wärmeeinspeisung in Nahwärmenetze, bei den festen und flüssigen Brennstoffen von Einspeisungen in Nah- und Fernwärmenetzen ausgegangen. Bei der in Nahwärmenetzen genutzten Wärme aus Biomasse wird angenommen, dass davon 75 % in Wohngebäuden genutzt werden.

Entsprechend den Ausführungen des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU) sollten die biogenen Abfälle grundsätzlich mit höchster Energieeffizienz verwertet werden, um die höchsten Klimagutschriften zu erzielen. Zudem sollten vor allem die sortenreinen biogenen Abfallstoffe vorrangig im Land Berlin als CO₂-neutraler Energieträger eingesetzt werden.

⁴⁹ Hierbei handelt es sich um die aktuellen Zahlen. Zum Zeitpunkt der Fertigstellung der IÖW-Studie Anfang 2010 lagen noch andere Planungsdaten vor. Bei den Berechnungen des IÖW wurde für das Heizkraftwerk-Klingenberg von einem Biomasse-Brennstoffeinsatz in Höhe von 400.000 und für das Märkische Viertel von 76.000 t/a ausgegangen.

Neben der importierten Biomasse für die Heizkraftwerke wird auch Biogas bzw. Biomethan nach Berlin importiert. Die Gasag plant laut Pressemeldungen, bis 2015 ca. 15 Biogasanlagen in Brandenburg zu errichten [Wetzel 2007]. Die erste Anlage in Rathenow ist bereits in Betrieb gegangen. Potentialanalysen haben gezeigt, dass Bioerdgas bis 2030 einen Anteil am bundesweiten Erdgasabsatz von 10 % erzielen kann [Lechtenböhrer et al. 2009]. Daher wurde für das Jahr 2020 die Annahme getroffen, dass der Biogasanteil im Erdgasnetz 7,5 % beträgt (siehe Kapitel 5.3.2). Der Import von Biokraftstoffen wurde im Rahmen dieser Studie nicht behandelt, da zum Thema Verkehrsentwicklung gegenwärtig eine separate Untersuchung in der Berliner Senatsverwaltung läuft, deren Ergebnisse zum Abschluss der vorliegenden Studie noch nicht vorlagen.

6.2.5 Stromerzeugung

6.2.5.1 Photovoltaik – Stadtgebiet und Stadtgüter

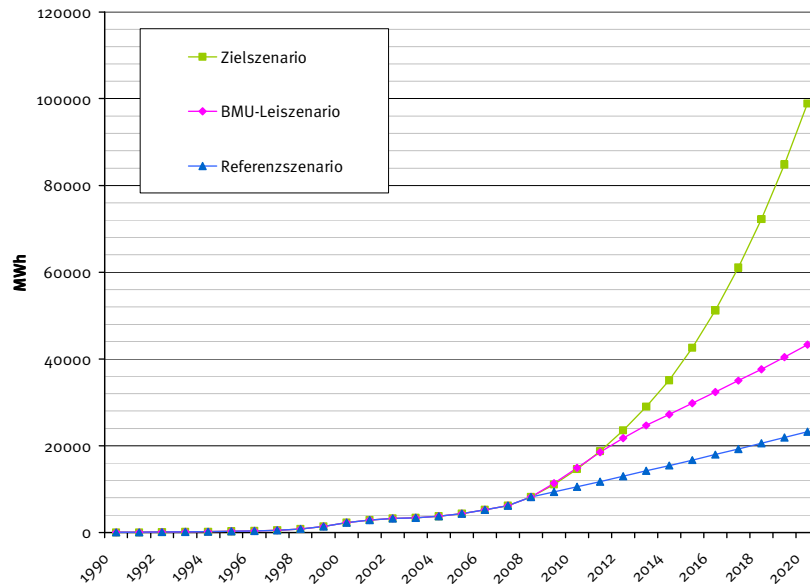
Für den Zeithorizont bis zum Jahr 2020 wird davon ausgegangen, dass das EEG (oder ein vergleichbares Instrument) an geeigneten Standorten weiterhin einen wirtschaftlichen Betrieb von Photovoltaik-Anlagen garantiert. Die langfristigen technischen Potentiale der Photovoltaik in Berlin werden über die im solaren Rahmenplan [Everding et al. 2006] abgeschätzten Dach- und Fassadenflächen berechnet (siehe Langfassung der Studie). Die individuelle Entscheidung zum Bau einer PV-Anlage hängt jedoch nicht nur von der Wirtschaftlichkeit und dem vorhandenen Flächenpotential ab, sondern in hohem Maße von weiteren Faktoren wie z. B. den Eigentumsverhältnissen, den baulichen Gegebenheiten, grundsätzlichen individuellen Einstellungen, finanziellen Möglichkeiten, etc. ab. Vor diesem Hintergrund wird das bis zum Jahr 2020 erreichbare PV-Potential über szenario-basierte Wachstumspfade hochgerechnet, die spezifische Restriktionen der Photovoltaik berücksichtigen. Grundlegende Annahmen dafür sind z. B. ein Anstieg der Volllaststunden in Höhe von 750 h/a in 2009 auf 850 h/a bis 2020.

Es wurden drei verschiedene Szenarien erstellt:

1. Im Referenzszenario wird bis 2020 jährlich der mittlere Zubau der Jahre 2004-2008 (1.563 kW_p/a) angenommen. Es erfolgen keine weiteren Maßnahmen.
2. Das Zielszenario geht gegenüber dem Referenzszenario von einer größeren Wachstumsentwicklung aus. Als Annahme liegt hier eine lineare Trendfortschreibung der Zubauraten des Zeitraums 2004-2008 zugrunde. Zusätzlich wird von einem weiteren Wachstumsimpuls ab 2015 durch das Erreichen der so genannten Netzparität ausgegangen. Um diesen Wachstumspfad zu realisieren, sind unterstützende Maßnahmen erforderlich (vgl. nächstes Kapitel)
3. Zum Vergleich wurde ein drittes Berliner PV-Szenario erstellt, dessen Wachstumsentwicklung auf der des BMU-Leitszenarios basiert.

Die nachfolgende Abbildung zeigt deutlich, dass im Zielszenario das mit Abstand größte Wachstum entsteht. Demgegenüber erzielt nicht nur das Referenzszenario, sondern auch das BMU-Leitszenario einen deutlich geringeren Zubau.

Abbildung 26: Entwicklung der Stromerzeugung [MWh] durch Photovoltaik in den verschiedenen Trendszenarien für Berlin bis 2020



Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

In Bezug auf den insgesamt für Berlin bis zum Jahr 2020 prognostizierten Stromverbrauch wird der Deckungsanteil aus der Photovoltaik gering bleiben. Die nachfolgende Tabelle zeigt, dass im Zielszenario trotz der Wachstumszunahmen im Jahr 2020 lediglich knapp 1 % des prognostizierten Stromverbrauchs durch PV-Anlagen gedeckt würde. Berücksichtigt man die Flächenpotentiale auf den Berliner Stadtgütern und zieht hierzu eine Potentialstudie [Umweltplan 2008] sowie konkrete Planungen heran, dann erhöht sich der Anteil im Zielszenario auf 1,8 %. Im Referenzszenario werden nur leichte Steigerungen über die bisherigen konkreten Planungen angenommen. In der Summe wird inklusive einer Betrachtung der Stadtgüter ein Anteil von 0,5 % erzielt.

Tabelle 9: Stromerzeugung durch PV-Anlagen im Jahr 2020 im Stadtgebiet und auf Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH

	Berlin ohne Stadtgüter		Berlin mit Stadtgütern	
	Stromerzeugung	Anteil am Verbrauch	Stromerzeugung	Anteil am Verbrauch
	[MWh]	[%]	[MWh]	[%]
Referenz-szenario 2020	23.213,8	0,21%	60.456	0,55%
Zielszenario 2020	98.915,6	1,05%	173.400	1,83%
Vergleich: 2008	8.203		8.203	

Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010; Stromverbrauche der Szenarien von BEA

Im Vergleich zum Bundesdurchschnitt erreicht das Land Berlin vergleichsweise spät einen Erzeugungsanteil von 1 % am regionalen Stromverbrauch. Bundesweit wurde die 1 %-Marke jüngst überschritten. Die Ursache liegt in dem deutlich niedrigeren Ausgangsniveau an Installationen in Berlin. Um die skizzierte Wachstumsentwicklung nachhaltig zu erschließen, ist eine Reihe von Hemmnissen zu beseitigen. Weitere Zielgruppen müssen als Investoren erschlossen werden. Der regionale Solarmarkt ist anbieter-, betreiber- und installateursseitig aktiv weiter zu entwickeln.

6.2.5.2 Windenergie – Stadtgebiet und Stadtgüter

Das größte Potential für die Windenergienutzung liegt auf den Flächen der Stadtgüter GmbH; diese befinden sich gegenwärtig zum weitaus größten Teil außerhalb der in Brandenburg ausgewiesenen Windeignungsflächen. Durch eine Änderung/Ausweitung dieser Flächen oder den Übergang zu Einzelfallprüfungen könnte in Zukunft auch auf den Flächen der Berliner Stadtgüter eine weitere Nutzung der Windenergie möglich werden. Die hierfür erforderliche Änderung der Rahmenbedingungen wird als Kriterium für die Unterscheidung in Referenz- und Zielszenario verwendet. Ohne eine solche Änderung wird neben den bereits errichteten Anlagen keine weitere hinzukommen (Annahmen Referenzszenario). Die Potentiale für den Bau von Großwindkraftanlagen sind in Berlin begrenzt. Ein größeres Potential hat die Kleinwindkraft, die im Rahmen des geltenden EEG-Rahmens noch unwirtschaftlich ist und technisch noch verbessert werden muss.

Für die große Windkraft wird im Stadtgebiet im Referenzszenario von keiner Errichtung neuer Anlagen ausgegangen, auch die Kleinwindkraft bleibt bis 2020 vernachlässigbar.

Im Zielszenario wird auf der Basis von Experteneinschätzungen für das Stadtgebiet Berlin ein Zubau von 5 neuen WEA mit einer Leistung von jeweils 3 MW unterstellt. Außerdem wird angenommen, dass bis zum Jahr 2020 bis zu 50 % der für die Flächen der Berliner Stadtgüter ermittelten Ausbaupotentiale ausgeschöpft

werden können (nach Umweltplan 2008).⁵⁰ Hierfür müssen allerdings entscheidende Rahmenbedingungen in Brandenburg geändert werden, die Gegenstand der Abstimmung der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung Berlin-Brandenburg sein sollten. Zusätzlich wird eine frühe Marktentwicklung im Bereich der Kleinwindkraft angenommen, die ihren Start mit den gegenwärtig geplanten ersten Testreihen nimmt und bis 2020 zu einer Anzahl von 300 Kleinwindanlagen führt.

In der Summe zeigt die nachfolgende Tabelle, dass die Berliner Stadtgüter für die Nutzung der Windenergie eine entscheidende Rolle spielen können. Auf dem Gebiet des Landes Berlin selbst erreicht der Anteil im Zielszenario bis 2020 0,43 % (inkl. Kleinwind). Berücksichtigt man die Stadtgüterflächen, kann das Potential auf einen Anteil von bis zu 3 % erweitert werden.

Tabelle 10: Stromerzeugung durch Windenergieanlagen im Jahr 2020 im Stadtgebiet und auf Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH

	Berlin ohne Stadtgüter			Berlin mit Stadtgütern	
	Stromerzeugung [MWh]	davon durch KWEA [MWh]	Anteil am Verbrauch [%]	Stromerzeugung [MWh]	Anteil am Verbrauch [%]
Referenzszenario 2020	5.100	0	0,05%	80.100	0,73%
Zielszenario 2020	43.350	2.250	0,46%	283.212	2,99%
Vergleich: 2009	5.100	0		75.000	

Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010; Stromverbrauche nach Szenarien der BEA

6.2.5.3 Wasserkraft

Gegenwärtig findet in Berlin keine Wasserkraftnutzung mehr statt. Es ist davon auszugehen, dass angesichts der geringen Fallhöhen unter den gegenwärtigen Förderbedingungen des EEG kein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist. Allerdings hat sich die Anlagentechnik in den letzten Jahren deutlich weiterentwickelt, so dass auch für weniger optimale Standorte Technologien verfügbar sind. Perspektivisch könnte es für Berlin interessant sein, in Kooperation mit interessierten Herstellern neue Technologien für urbane Standorte mit geringen Fallhöhen zu entwickeln. Berlin könnte damit seine (geringen) Wasserkraftpotentiale an ausgewählten Standorten erschließen und so zur Verbreitung moderner Technologie beitragen. Eine solche Perspektive wurde im Rahmen der Langfristbetrachtung mit einbezogen (vgl. Langfassung der Studie), spielt jedoch bis 2020 keine Rolle.

6.2.6 Gesamtschau

Die nachfolgenden Tabellen fassen die Potentiale der Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien sowie ihre Anteile am gesamten Strom- und Wärme-

⁵⁰ Als Basis dient der in der Studie ausgewiesene Potentialwert (75% des Gesamtpotentials), der auch Naturschutzaspekte etc. berücksichtigt.

verbrauch Berlins für das Referenz- und Zielszenario zusammen. Die betreffenden Daten werden sowohl mit als auch ohne das von Vattenfall geplante Biomasse-HKW Klingenberg angegeben.

Die dargestellten Werte beinhalten die gesamte Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien, also sowohl für dezentrale Anwendungen als auch für die Einspeisung in Nah- und Fernwärmenetze. Deshalb weichen die Werte von den in der Gesamtbilanz (siehe Kapitel 2) ausgewiesenen Werten und Anteilen Erneuerbaren Energien ab.

Tabelle 11: Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2020 in Berlin - Referenzszenario (mit und ohne Biomasse-HKW Klingenberg)⁵¹

	Ein- heit	Energieerzeu- gung 2020 mit Klingenberg	Energieerzeu- gung 2020 ohne Klingenberg
Summe Stromerzeugung gesamt	GWh	1.324	873
EE-Anteil (inkl. Wärmepumpen- strom) am Stromverbrauch 2020	%	12,07%	7,96%
<i>Summe abzgl. Strom für Wärme- pumpen</i>	GWh	1.195	744
<i>EE-Anteil (ohne Wärmepumpen- strom) am Stromverbrauch 2020</i>	%	10,89%	6,78%
Photovoltaik	GWh	60	60
Biomasse	GWh	1.184	732
Wind	GWh	80	80
Summe Wärmeerzeugung gesamt	GWh	3.699	2.345
EE-Anteil am Wärmeverbrauch 2020	%	9,62%	6,10%
Solarthermie	GWh	65	65
Biomasse mit Klingenberg	GWh	3.140	1.785
Wärmepumpen ¹	GWh	495	495
Tiefengeothermie	GWh	0	0
Summe Strom und Wärme	GWh	5.023	3.217
EE-Anteil am Energieverbrauch	%	10,16%	6,51%
<i>Summe abzgl. Strom für Wärme- pumpen</i>	GWh	4.894	3.088
<i>Summe abzgl. Strom für Wärme- pumpen</i>	%	9,90%	6,25%

¹ Die dargestellten Werte enthalten den benötigten Wärmepumpenstrom, welche jedoch in der Gesamtbilanz als Strom, nicht als Erneuerbare Energie dargestellt wird.

Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

⁵¹ Die Biokraftstoffe sowie ins Erdgasnetz eingespeistes Biogas sind in dieser Aufstellung nicht enthalten.

Tabelle 12: Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2020 in Berlin - Zielszenario (mit und ohne Biomasse-HKW Klingenberg)⁵²

	Einheit	Energieerzeugung 2020 mit Klingenberg	Energieerzeugung 2020 ohne Klingenberg
Summe Stromerzeugung gesamt	GWh	1.677	1.377
EE-Anteil (inkl. Wärmepumpenstrom) am Stromverbrauch 2020	%	17,73%	14,56%
<i>Summe abzgl. Strom für Wärmepumpen</i>	<i>GWh</i>	<i>1.486</i>	<i>1.185</i>
<i>EE-Anteil (ohne Wärmepumpenstrom) am Stromverbrauch 2020</i>	<i>%</i>	<i>15,71%</i>	<i>12,53%</i>
Photovoltaik	GWh	173	173
Biomasse	GWh	1.221	920
Wind	GWh	283	283
Summe Wärmeerzeugung gesamt	GWh	4.770	3.986
EE-Anteil (inkl. Wärmepumpenstrom) am Wärmeverbrauch 2020	%	13,26%	11,08%
Solarthermie	GWh	275	275
Biomasse	GWh	3.730	2.946
Wärmepumpen ¹	GWh	730	730
Tiefengeothermie	GWh	35	35
Summe Strom und Wärme	GWh	6.448	5.363
EE-Anteil am Energieverbrauch (inkl. Wärmepumpenstrom)	%	14,19%	11,80%
<i>Summe abzgl. Strom für WP/Tiefengeothermie</i>	<i>GWh</i>	<i>6.256</i>	<i>5.171</i>
<i>EE-Anteil am Energieverbrauch (abzgl. Wärmepumpenstrom)</i>	<i>%</i>	<i>13,77%</i>	<i>11,38%</i>

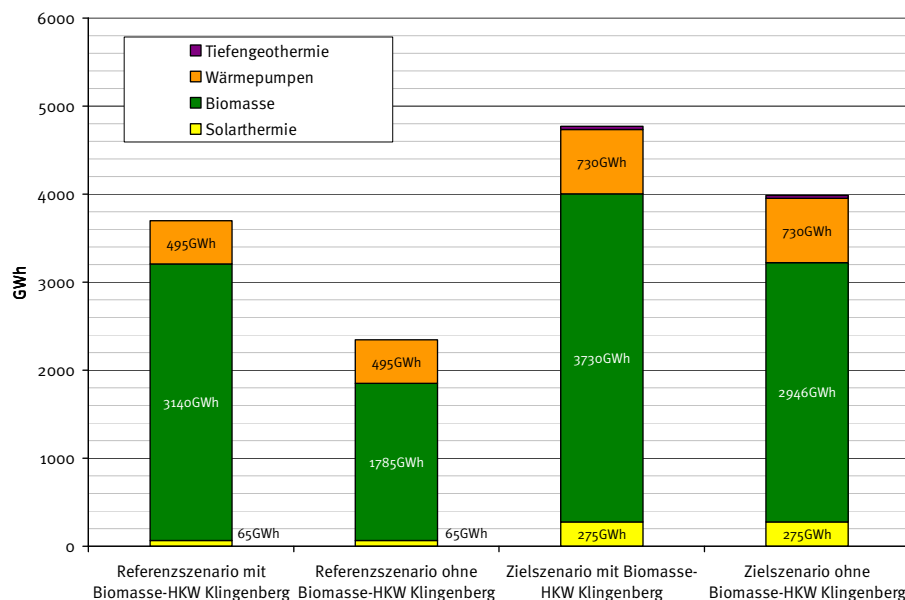
¹ Die Werte enthalten die mit den Wärmepumpen erschließbare Umweltwärme. Der für den Betrieb der Wärmepumpe erforderliche Strom wird nicht berücksichtigt.

Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

⁵² Die Biokraftstoffe sowie ins Erdgasnetz eingespeistes Biogas sind in dieser Aufstellung nicht enthalten.

Die Ergebnisse zeigen, dass ein nennenswerter Ausbau Erneuerbarer Energien in Berlin möglich ist. Zwar wird das politische 20 %-Ziel eines Anteils Erneuerbarer Energien nicht erreicht, dies liegt aber vor allem an dem sehr niedrigen gegenwärtigen Ausbauniveau sowie an den typischen Ausbauproblemen in urbanen Räumen. Die größten Erzeugungspotentiale bietet bis 2020 die Biomasse. Hier würde das von Vattenfall geplante HKW in Klingenberg einen deutlichen Anteil haben. Ohne Klingenberg wird im Zielszenario ein EE-Anteil am Berliner Strom- und Wärmeverbrauch in Höhe von knapp 11 %, mit Klingenberg von knapp 13 % erreicht. Wegen der erforderlichen Zunahme an Biomasseimporten muss auf eine nachhaltige Bereitstellung geachtet werden.

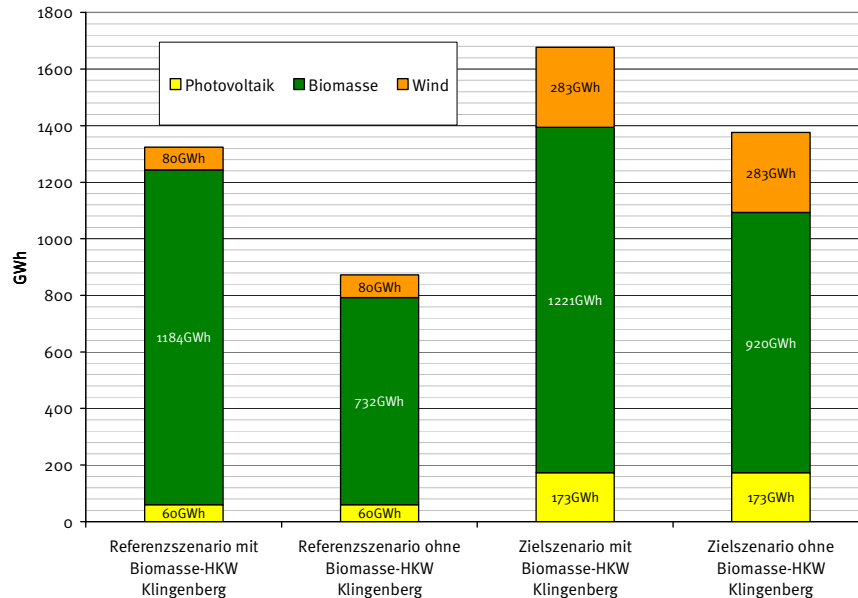
Abbildung 27: Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Referenz- und Zielszenario (dezentrale und zentrale Nutzung)¹



¹Die dargestellten Werte für die Biomasse enthalten neben den Potentialen für die Fern- und Nahwärme auch die dezentrale, objektbezogene Versorgung (z. B. Pelletkessel)

Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

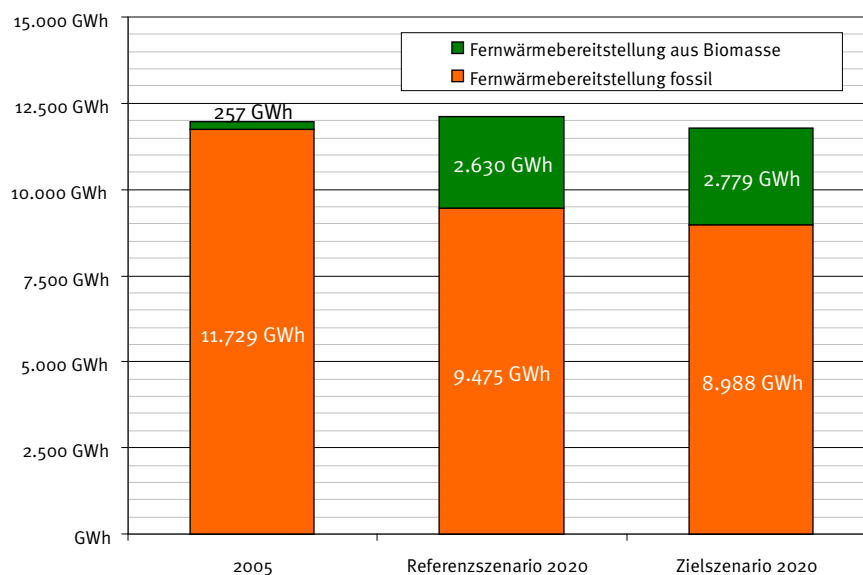
Abbildung 28: Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien im Referenz- und Zielszenario (dezentrale und zentrale Nutzung Erneuerbarer Energien)



Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

Abbildung 29 stellt für das Referenz- und das Zielszenario Abschätzungen zum Anteil Erneuerbarer Energien an der Fernwärmeerzeugung dar.

Abbildung 29: Beitrag Erneuerbarer Energien zur Fernwärmeerzeugung im Zielszenario

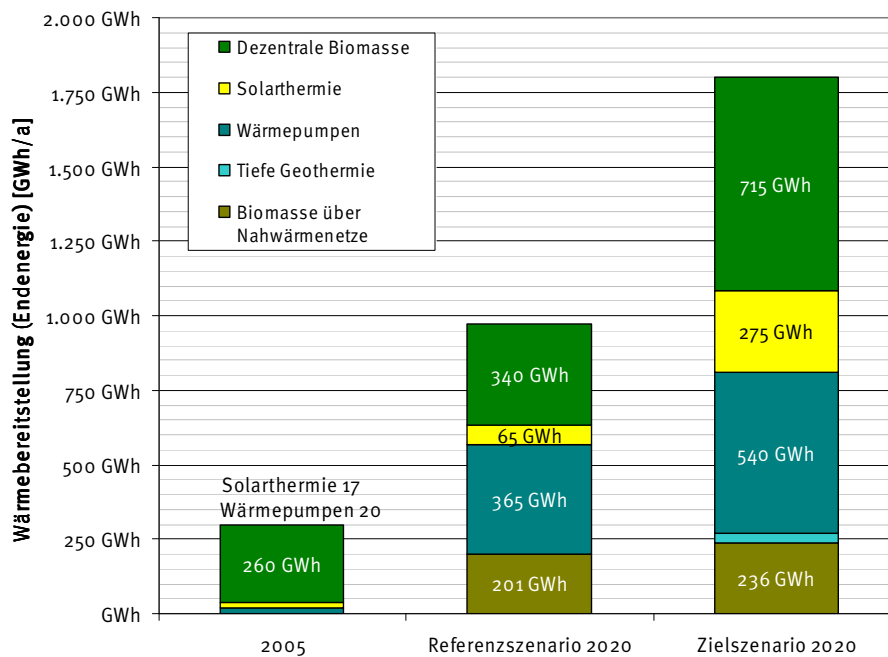


Quelle: Berliner Energieagentur / Institut für ökologische Wirtschaftsforschung 2010

In Abbildung 30 werden die einzelnen technologiespezifischen Potentiale für die dezentrale Wärmebereitstellung in gebäudebezogenen Heizungssystemen und der Nahwärme, also nicht durch fernwärmegebundene zentrale Kraftwerke, gesondert dargestellt. In den dezentralen Heizungssystemen wird im Zielszenario

ein Ausbaupotential für Erneuerbare Energien in der Größenordnung von etwa 1.800 GWh/a gesehen. Im Referenzszenario ergibt sich ein Potential von ca. 970 GWh/a.

Abbildung 30: Wärmebereitstellung aus dezentralen Erneuerbaren Energien im Referenz- und Zielszenario (gebäude- und nahwärmebezogen)⁵³



Quelle: Berliner Energieagentur / Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

Tabelle 13 stellt die im Zielszenario ermittelten Potentiale für die Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien im Detail dar.

⁵³ Aufgrund der schwierigen Datenlage ist für das Jahr 2005 nicht konkretisierbar, welche Anteile der Biomasse dezentral bzw. zentral genutzt werden. Enthalten ist in dem Wert unter anderem der hohe Biomasse-Anteil für die Mitverbrennung in der MVA Ruhleben.

Tabelle 13: Wärmebereitstellung durch dezentrale Erneuerbare Energien im Zielszenario 2020 (gebäude- u. nahwärmebezogen)

Technologie	Wärmebereitstellung 2020 [GWh]	Anteil an der Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien	Anteil am Wärmeverbrauch des Landes Berlin
Dezentrale Biomasse ⁵⁴	715	39,70 %	1,99%
Biomasse über Nahwärmenetze	236	13,10 %	0,66%
Solarthermie	275	15,27 %	0,76%
Wärmepumpen ⁵⁵	540	29,98 %	1,50%
Tiefe Geothermie	35	1,94 %	0,10%
GESAMT	1.801	100 %	5,00%

Quelle: Berliner Energieagentur / Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

Der im Zielszenario für das Land Berlin berechnete Wärmeverbrauch liegt bei 35.809 GWh (Endenergie). Mit den dargelegten Potentialen für die Nutzung Erneuerbarer Energien für die Wärmebereitstellung können 5 % dieses Bedarfs gedeckt werden.

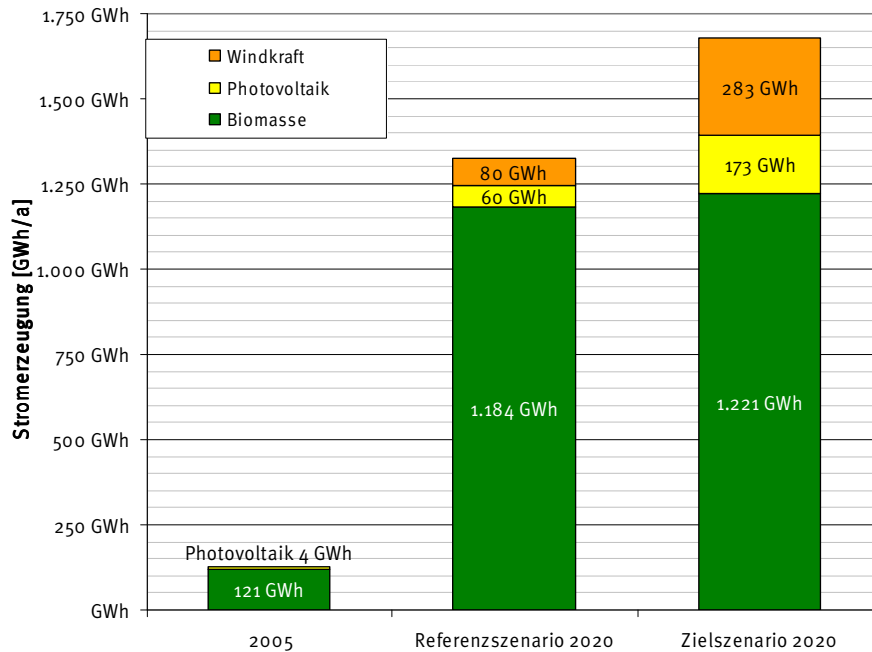
Zusätzlich zu den in Tabelle 13 dargestellten Potentialen, werden Erneuerbare Energien für die Erzeugung von Fernwärme genutzt. Auch Biokraftstoffe sowie ins Erdgasnetz eingespeistes aufbereitetes Biogas sind in der Aufstellung nicht enthalten und werden in den Szenarien jeweils über eine Verbesserung der CO₂-Faktoren berücksichtigt (s. Kapitel 4.4).

Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien für den Ist-Zustand und die berechneten Szenarien sind in Abbildung 31 dargestellt. Darin sind die Potentiale von dezentralen Anlagen und der zentralen Erzeugung (z. B. Klingenberg) enthalten. Eine beachtliche Steigerung des Anteils Erneuerbarer Energien ist möglich. In der Bilanzierung der Szenarien wird jedoch aufgrund der Methodik der Verursacherbilanzierung für die Bewertung des Stromverbrauchs der nationale CO₂-Faktor angesetzt.

⁵⁴ Die Werte für die dezentrale Nutzung von Biomasse (z. B. Pelletkessel) sind Angaben in Endenergie. Dabei wird ein Wirkungsgrad von 90 % zugrunde gelegt. Für die anderen Erneuerbaren Energieträger wird entsprechend der Wirkungsgradmethode (vgl. [Statistisches Landesamt Berlin Brandenburg 2005]) ein Wirkungsgrad von 100 % angenommen, d. h. die Angaben zur Nutzenergie entsprechen den als Endenergie angegebenen Werten.

⁵⁵ Die Tabelle stellt im Gegensatz zu den bisherigen Darstellungen die Wärmebereitstellung durch Wärmepumpen nur anteilig dar. Entsprechend der Nutzung unterschiedlicher Wärmepumpenarten und der zugrunde gelegten Jahresarbeitszahlen ist ein Wärmepumpenstrom von 190 GWh erforderlich, um die Wärmepumpen zu betreiben. Da nicht davon ausgegangen werden kann, dass dieser aus Erneuerbaren Energien gewonnen wird, ist in der obigen Tabelle nur der Wärmeanteil berücksichtigt, welcher aus Umweltwärme gewonnen wird.

Abbildung 31: Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien im Referenz- und Zielszenario



Quelle: Berliner Energieagentur / Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

Zusammenfassend zeigt Tabelle 14 die Potentiale Erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung in Berlin im Zielszenario bis zum Jahr 2020.

Tabelle 14: Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien im Zielszenario

Technologie	Stromerzeugung 2020 [GWh]	Anteil am Strom aus Erneuerbaren Energien	Anteil am Stromverbrauch des Landes Berlin
Dezentrale Biomasse	1.221 (mit Klingenberg)	72,8 %	12,91 %
Photovoltaik	173	10,3 %	1,83 %
Windkraft	283	16,9 %	2,99 %
GESAMT	1.677	100 %	17,74 %

Quelle: Berliner Energieagentur / Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

Der für das Jahr 2020 im Zielszenario ermittelte Stromverbrauch für das Land Berlin liegt bei 9.457 GWh. Die Stromerzeugung durch Nutzung Erneuerbarer Energien kann im Zielszenario somit 17,74 % des Stromverbrauchs decken.

6.2.7 Maßnahmen zur Erschließung der Potentiale bis 2020

Zur Erschließung der aufgezeigten Potentiale Erneuerbarer Energien des Zielszenarios empfehlen das Institut für ökologische Wirtschaftsforschung und die Berliner Energieagentur neben den bereits auf Bundesebene ergriffenen Maßnahmen ergänzende Aktivitäten. Dabei ist auf die besondere Situation in Berlin zu achten,

die durch eine Reihe von spezifischen Merkmalen geprägt ist. Nachfolgend werden zum einen Maßnahmen empfohlen, die auf bestehende Instrumente aufsetzen,⁵⁶ zum anderen werden neue Ansätze vorgeschlagen. Explizit steht hier die Erschließung des Potentials Erneuerbarer Energien in Berlin einschließlich der Stadtgüter im Vordergrund. Die ergänzend notwendige Versorgung aus dem nahen und fernen Umland sowie ein diesbezüglich mögliches Portfolio Erneuerbarer Energien werden nur am Rande betrachtet. Der Ausbau der Erneuerbaren Energien muss eng mit einer übergreifenden Effizienz- und Energieversorgungsstrategie der Stadt gekoppelt sein. Eine Reduzierung des Energieverbrauchs führt automatisch zu höheren Anteilen der Erneuerbaren Energien.

Nachfolgend werden zunächst die Maßnahmen aufgeführt, die aus Sicht der Berliner Energieagentur und des Instituts für Ökologische Wirtschaftsforschung prioritär erscheinen, d.h. die eine Umsetzungsfrist binnen zwei Jahre haben. Darüber hinaus werden spezifische technologiebezogene Maßnahmenempfehlungen gegeben, die das Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung entwickelt hat. Abschließend werden weitere Maßnahmen mit mittel- bis längerfristiger Dringlichkeit genannt. Es werden überwiegend niedriginvestive Maßnahmen empfohlen. Eine ausführlichere Beschreibung der Maßnahmen und zum jeweiligen Kontext findet sich in der Langfassung der Potentialstudie Erneuerbarer Energien des IÖW.

6.2.7.1 Kurzfristige Maßnahmen

Nachfolgend werden die kurzfristigen Maßnahmenempfehlungen dargestellt, wie sie von der Berliner Energieagentur und dem Institut für ökologische Wirtschaftsforschung favorisiert werden.

⁵⁶ Als Ausgangsbasis der Maßnahmenempfehlungen werden die bisher durchgeführten bzw. begonnenen Maßnahmen des Berliner Landesenergieprogramms (LEP) und in diesem Kontext ergänzend durchgeführte Aktivitäten zugrunde gelegt.

Abbildung 32: Kurzfristige Maßnahmen für den Bereich Erneuerbare Energien⁵⁷

Übergreifende Maßnahmen zur Förderung Erneuerbarer Energien

- „innovative“ Pilot- und Demonstrationsprojekte mit Schwerpunkt in öffentlichen Gebäuden
- Ökonomische Wirkungsanalyse und Detaillierung der vorgeschlagenen Maßnahmen
- Aus- und Weiterbildungsinitiativen (v. a. Solarenergie und Wärmepumpen)

Übergreifende Maßnahmen im Bereich Solarenergie

- Fortführung Solaranlagenkataster und Solarliga
- Berliner Solarportal (berlinspezifisches Solar-Internetportal)
- Koordinierungsstelle Solarenergie mit Unterstützung der Solarwirtschaft

Photovoltaik

- Eigenrealisierung von PV-Projekten durch die Stadt Berlin
- Stärkung Solardachbörse
- Förderung von Bürgersolaranlagen

Solarthermie

- Umsetzung des Solaren Rahmenplans
- Einrichtung eines unabhängigen Beratungsangebots für private Eigentümer (z. B. in Verbindung mit dem Forum „Energieeffizientes Bauen und Wohnen“)

⁵⁷ Weitere Maßnahmen zum Ausbau der erneuerbaren Energien, die das IÖW in seiner umfassenden Studie zum Ausbau Erneuerbarer Energien in Berlin empfiehlt, sind in den anderen Handlungs- und Aktionsfeldern des Energiekonzepts 2020 enthalten (Förderung von F&E und Innovationsnetzwerken und gezielte Ansiedlung von EE-Unternehmen → Aktionsfeld „Energietechnologie und –forschung“; Bezug von Ökostrom, Biogas und Ökowärme und Initiierung von Pilotanlagen für Die Nutzung von Biomasse bzw. Wärmepumpen in Nicht-Wohngebäuden → allgemeine übergeordnete Maßnahmen und Handlungsfeld „öffentliche Dienstleistungen“; Einbeziehung Erneuerbarer Energien-Anlagen in den Berliner Mietspiegel → Handlungsfeld „private Haushalte“).

Windenergie

- Ermittlung geeigneter Standorte für Großwindanlagen
- Förderung von Pilot- und Demonstrationsvorhaben im Bereich der Kleinwindanlagen mit wissenschaftlicher Begleitung
- Unterstützende Maßnahmen zur Erschließung der Potentiale im Gebiet der Berliner Stadtgüter

Geothermie und Wärmepumpen

- Standorterkundungen für tiefe Geothermie
- Wärmepumpenkampagne inklusive Verbreitung einer Wärmepumpencheckliste mit Schwerpunkt Qualitätssicherung
- Wärmepumpenförderung für Nichtwohngebäude inkl. Beratung und Machbarkeitsstudie

Bioenergie

- Ausbau der geplanten Vergärungs- und Biomasseanlagen mit entsprechender technischen Ausstattung zur Minimierung treibhausrelevanter Gase, insbesondere Methan
- Einhaltung von Nachhaltigkeitsanforderungen für die Beschaffung von Holz für die Berliner Heizkraftwerke für Importmengen in Anlehnung an die Nachhaltigkeitsanforderungen für Biokraftstoffe
- Regelmäßige öffentliche Dokumentation (Monitoring der Importströme)
- Untersuchung und verbesserte Erschließung des endogenen Biomassepotentials (z. B. Berliner Stadtgüter und brachliegende Flächen zum Anbau von KUP)

Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

6.2.7.2 Mittelfristige Maßnahmen

Als mittelfristige Maßnahmen werden vom IÖW die folgenden Schwerpunktsetzungen empfohlen.

Abbildung 33: Mittelfristige Maßnahmenempfehlungen für Erneuerbare Energien

Allgemeine übergreifende Maßnahmen

- Studie zur Steigerung des überregionalen EE-Angebots durch Beteiligungen der Stadt und/oder Berliner Energieversorgungsunternehmen
- Studie zur Wirtschaftlichkeit von dezentraler Energieversorgung versus zentraler, leitungsgebundener Versorgung bei längerfristig deutlich sinkendem Wärmebedarf unter besonderer Berücksichtigung von Fernkälte

Übergreifende Maßnahmen Solarenergie

- Ausweitung des Solaratlas
- Konzept und Kampagne „Solarhauptstadt Berlin“

Geothermie und Wärmepumpen

- Überprüfung / Anpassung der wasserrechtlichen Rahmenbedingungen
- Öffnung der Fernwärmenetze

Windenergie

- Schaffung von Investitionsanreizen zur Marktentwicklung von Kleinwindanlagen

Wasserkraft

- Standortgutachten Wasserkraft
- Pilotanlagen urbane Wasserkraft

Quelle: Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung 2010

6.3 Dezentrale Kraft-Wärme-Kopplung

6.3.1 Ausgangssituation und Stand der Nutzung

Zentrale Voraussetzung für den effektiven Einsatz einer KWK-Anlage ist die Nutzung des Grundprinzips der KWK – der gleichzeitigen Erzeugung und Nutzung von Wärme und Strom. Da die Wärme im Unterschied zur Elektroenergie nur lokal genutzt werden kann, muss für den wirtschaftlichen Betrieb einer KWK-Anlage ein entsprechender Wärmeabsatz vorhanden sein. Während bei größeren KWK-Anlagen der Wärmeabsatz über ein Fernwärmenetz realisiert werden kann, muss bei kleinen Anlagen (<1 MW thermischer Leistung) aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Wärmeabsatz im Objekt oder in kleineren Nahwärmenetzen erfolgen. Die Energieversorgung im genannten niedrigen Leistungsbereich bezeichnet man als dezentrale KWK.

Der wirtschaftliche Betrieb eines BHKW ist bei einer Volllaststundenzahl von 6.000 h/a vorrangig von folgenden Faktoren abhängig:

- effizienter und störungsfreier BHKW-Einsatz über die angestrebte Nutzungsdauer hinweg (Vollwartungsvertrag),
- Verkauf bzw. Verbrauch der Elektroenergie möglichst im Objekt,

- Höhe der erzielbaren Preise für die produzierte elektrische bzw. thermische Energie,
- auf die Entwicklung der Betriebskosten abgestimmte Preisleitung.

Folgende Definitionen werden für KWK-Anlagen verschiedener Leistungsklassen verwendet. Für den Einsatz in Mehrfamilienhäusern sind vorrangig KWK-Anlagen im Leistungsbereich bis zu 50 kW elektrischer Leistung vorzusehen.⁵⁸

Tabelle 15: Definitionen dezentraler KWK

Obere Leistungsgrenze in kW _{el}	Bezeichnung
15	Mikro-KWK ⁵⁹
50	Mini-KWK ⁶⁰
500	Kleinst-KWK ⁶¹
2.000	Klein-KWK

Quelle: Berliner Energieagentur

Momentan ist der Anteil der KWK in Deutschland vor allem außerhalb von Ballungszentren und größeren Städten noch gering. Insgesamt werden nur rund 12 % der deutschen Stromproduktion durch KWK-Anlagen gedeckt. Zur Erreichung der auf dem Energiegipfel 2007 in Meseberg durch die Bundesregierung formulierten Ausbauziele des KWK-Stromanteils am deutschen Strommix auf 25 % wird vor allem der Fernwärme Priorität eingeräumt [Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2007]. Doch auch im dezentralen Bereich sind erhebliche Potentiale erschließbar. Die Fördermaßnahmen der Bundesregierung zielten vor diesem Hintergrund in hohem Maße auf eine Steigerung des Einsatzes von Mini-KWK-Anlagen.

In Berlin stellt sich die Ausgangssituation einer Nutzung der dezentralen KWK im Hinblick auf ihr großes Einsatzpotential bisher relativ bescheiden dar. Im Jahr 2008 waren rund 260 dezentrale BHKW im Leistungsbereich bis 2 MW_{el} und einer Gesamtleistung von rund 15 MW_{el} installiert. Die Initiative der Bundesregierung, durch ein Marktanreizprogramm einen Aufschwung der dezentralen BHKW im Leistungsbereich bis 50 kW_{el} zu initiieren, sorgte für eine deutliche Belebung des bundesweiten Marktes. In Berlin konnten allein im Jahr 2009 rund 90 Anlagen bis 50 kW_{el} mit einer elektrischen Leistung von ca. 3 MW_{el} installiert werden.

Die jährliche Gesamtstromerzeugung aus dezentralen KWK-Anlagen wird auf zwischen 90 und 126 GWh pro Jahr geschätzt.

⁵⁸ Als Definitionskriterium von Mini-KWK-Anlagen wird üblicherweise die elektrische Leistung genutzt.

⁵⁹ Die Definition erfolgt nach Pehnt (2006).

⁶⁰ Die Definition erfolgt nach den Richtlinien zur Förderung von Mini-KWK-Anlagen des BMU.

⁶¹ Die Definition folgt der Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004.

6.3.2 Ausbaupotentiale für die dezentrale KWK in Berlin

Zur Bestimmung der wirtschaftlichen Ausbaupotentiale der dezentralen KWK wurden sowohl die Mini-KWK im Leistungsbereich unter 50 kW installierter elektrischer Leistung als auch etwas größere Anlagen bis zu 400 kW betrachtet.

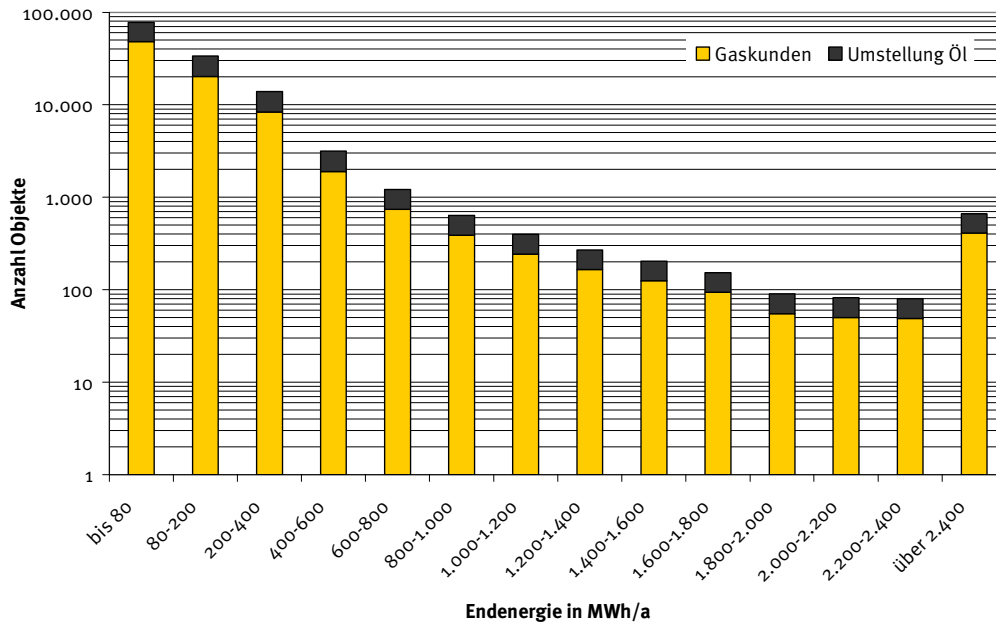
Zu einer Bestimmung der technischen Ausbaupotentiale ist es zunächst erforderlich, die Zahl der Gebäudeobjekte zu schätzen, die über das Gasnetz für einen entsprechenden Anlagenbetrieb erreichbar sind. Insgesamt ist für Berlin von 133.000 Objekten auszugehen, die über eine solche Grundvoraussetzung verfügen. Zusätzlich zu diesen Anschlüssen existieren etwa 200.000 gasbetriebene Etagenheizungen in etwa 34.000 Objekten. Es wird davon ausgegangen, dass sich in diesen 34.000 Objekten etwa 20 % der Etagenheizungen im Besitz der Mieter befinden. Deshalb können sie nicht ohne Weiteres durch eine größere zentrale Wärmeversorgung erschlossen, sondern nur durch ein Mikro-BHKW ersetzt werden.

Für die nachfolgenden Potentialabschätzungen wird weiter angenommen, dass aufgrund eines fehlenden Wärmeverbrauchs in den Sommermonaten in 20 % der Objekte im privaten Haushaltssektor kein wirtschaftlicher Mini-KWK-Betrieb möglich ist.⁶² Aufgrund der Struktur des Wärmeabsatzes ist dieser Wert im Gewerbebereich (60 %) und im industriellen Sektor (90 %) deutlich höher.

Einen Überblick über das Anschlusspotential für dezentrale KWK-Anlagen gibt Abbildung 34.

⁶² Eine signifikante Absenkung des Nutzenergiebedarfs hat einen großen Einfluss auf das wirtschaftlich einsetzbare BHKW-Volumen. In die Potentialerhebung fließt deshalb auch die Annahme ein, dass im Handlungsfeld „Private Haushalte und Gebäude“ der Nutzenergiebedarf für Heizwärme bis 2020 um 3,7 % gemindert wird (s. a. Kapitel zum Handlungsfeld „Private Haushalte und Gebäude“).

Abbildung 34: Clusterung von Objekten mit aktuellem oder durch Brennstoffwechsel erschließbarem Gasanschluss

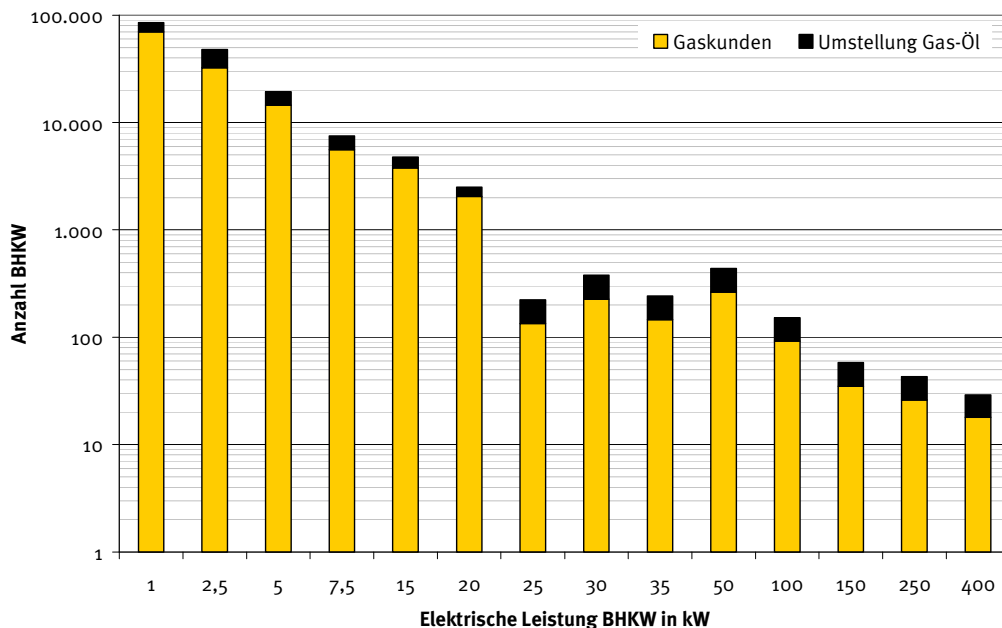


Quelle: GASAG 2004

Bei einer angestrebten Volllaststundenzahl einer dezentralen KWK-Anlage von 6.000 h/a lässt sich für jeden Anschluss eine sinnvoll anzuschließende BHKW-Größe definieren. Für die in Mieterbesitz befindlichen Etagenheizungen wird der Einsatz eines Mikro-BHKW mit einer elektrischen Leistung von 1 kW unterstellt. Für die Anlagenpotentiale in den anderen Verbrauchssektoren wird eine Zentralisierung der Wärmeversorgung durch Einsatz eines BHKW angenommen, das mit seiner Anschlussleistung das gesamte Objekt versorgt.

Abbildung 35 illustriert auf der Grundlage der gemachten Annahmen das technische Potential an einsetzbaren Anlagen für Berlin.

Abbildung 35: Technisches Potential für BHKW-Einsatz in Berlin



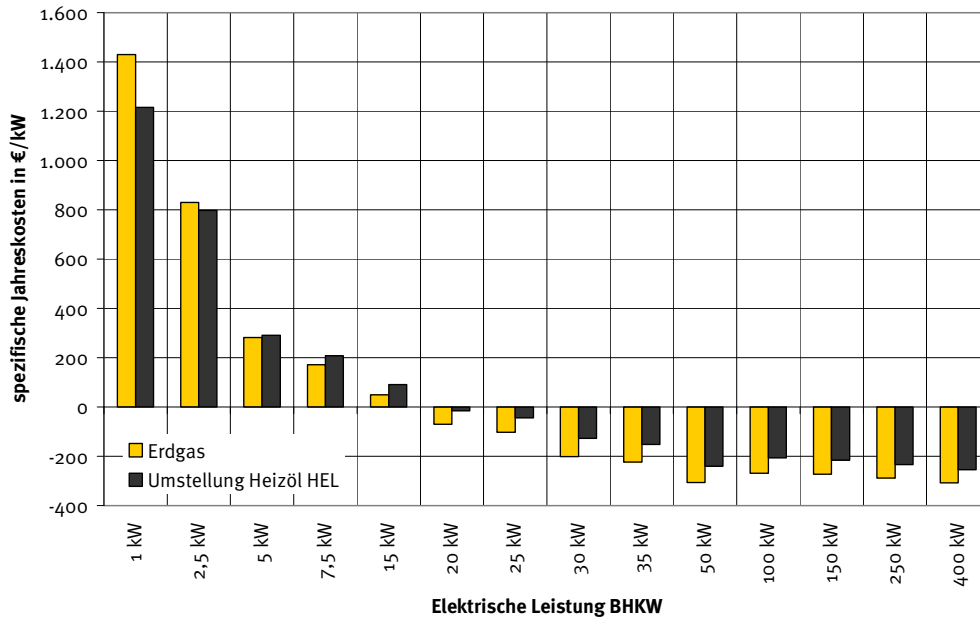
Quelle: Berliner Energieagentur

Unter den aktuellen Rahmenbedingungen sind theoretisch insgesamt ca. 169.000 Anlagen einsetzbar. Dabei entfällt das Gros der Anlagen auf den Leistungsbereich bis 5 kW elektrischer Leistung (90 %). Allein 50 % der Anlagen entfallen auf die Leistungsklasse mit 1 kW elektrischer Leistung.

Inwiefern sich diese großen Potentiale auch in der Praxis umsetzen lassen, hängt maßgeblich von der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes der Anlagen im Vergleich zu herkömmlichen Kesselanlagen ab. Zur Bewertung dieses Aspekts wird eine statische Differenzkostenbetrachtung unter der Verwendung der aktuellen Investitionskosten für Heizkesselanlagen durchgeführt.⁶³ Die genannte Kostenbetrachtung ergibt bei einem BHKW-Einsatz im Vergleich zum Einsatz von Heizkesseln folgende Differenzen der Jahreskosten.

⁶³ Der Differenzkostenbetrachtung liegen die folgenden wirtschaftlichen und technologischen Annahmen zugrunde: Mischpreis Erdgas: 5,5 Cent/kWh; Mischpreis Heizöl HEL: 5,5 Cent/kWh; Kesselnutzungsgrad Erdgas: 85 %; Kesselnutzungsgrad Heizöl HEL: 80 %; Mischpreis Strom netto: 12,0 Cent/kWh; Zins: 5 %; Nutzungsdauer Altanlage: 20 Jahre.

Abbildung 36: Jahreskostendifferenz bei BHKW-Einsatz



Quelle: Berliner Energieagentur

Es wird deutlich, dass sich erst ab einer elektrischen Leistung von 20 kW Kostenersparnisse ergeben. Der höchste spezifische Kostenanreiz besteht bei den betrachteten Leistungsgrößen bei der 400-kW-Anlage [erkennbar an den größten „negativen“ Jahreskosten (also Gewinnen) in Abbildung 36]. Es wird davon ausgegangen, dass sich diese Anlagen zu 100 % umsetzen lassen. Für die anderen Leistungskategorien wird ein dem spezifischen Kostenvorteil entsprechend geringeres Umstellungspotential angenommen. Im kleinen Leistungsbereich besteht trotz der bestehenden Mehrkosten ein Einsatzpotenzial, das vor allem aus den ökologischen Potenzialen der Anlagen resultiert und das – ausgehend von der Entwicklung der letzten Jahre – bei etwa 75 Anlagen unter 20 kW_{el} pro Jahr liegt mit einer leicht steigenden Tendenz bis 2020.

Weiterhin wird angenommen, dass der Einbau eines BHKW nach Ablauf der Nutzungsdauer der Altanlage erfolgt. Da eine homogene Altersstruktur der Heizungen unterstellt wird, ergibt sich ein jährliches Anschlusspotential von 5 % der maximal installierbaren Anlagenzahl.

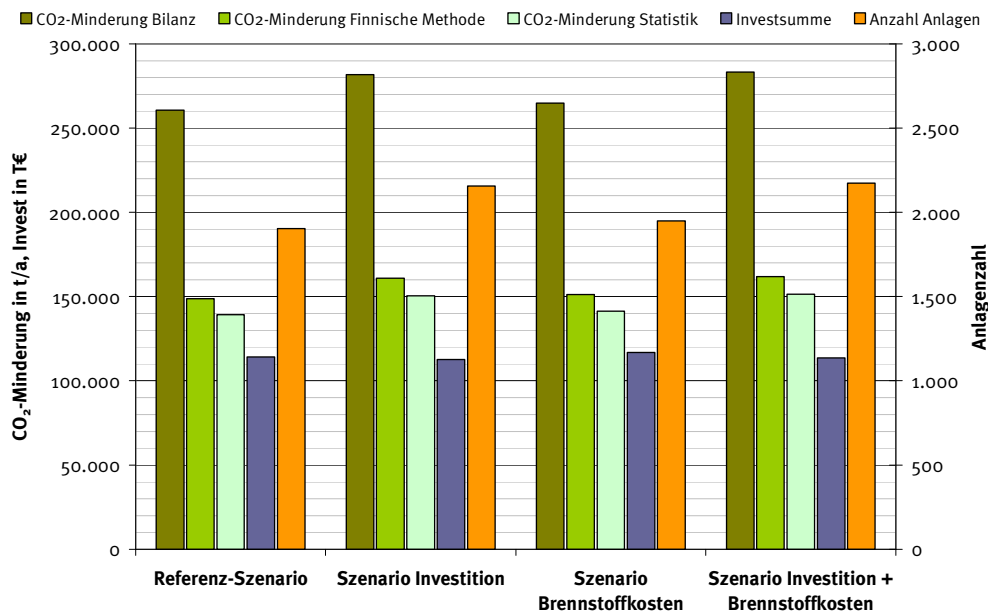
Für eine Bewertung der wirtschaftlich erzielbaren CO₂-Minderungspotentiale werden nachfolgend vier Szenarien betrachtet. Da anzunehmen ist, dass kleine dezentrale BHKW vom Statistischen Landesamt nicht umfänglich als KWK-Anlagen erfasst werden, wird die CO₂-Bilanzierung über Strom- und Brennstoffbilanzen der einzelnen Verbraucher ohne Aufteilungsverfahren geregelt.

Ausgehend vom Ist-Zustand wird die Auswirkung einer durch die politische Förderung der Markteinführung⁶⁴ induzierten leichten Absenkung der Investitionskosten und eines Anstiegs der Brennstoffkosten betrachtet. Die Ableitung der wirtschaft-

⁶⁴ Bei der Betrachtung der politischen Förderung wird im Gegensatz zum bisherigen Impulsprogramm für Mini-KWK-Anlagen von einer deutlichen Reduzierung der Fördersätze ausgegangen.

lichen Ausbaupotentiale erfolgt separiert sowohl für den Fall, dass die Wirtschaftlichkeit der Investition nur durch die politische Förderung oder steigende Brennstoffpreise unterstützt wird, als auch für den Fall einer Kombination beider Effekte. Unter Berücksichtigung der angestrebten Nutzenenergieeinsparungen für Heizwärme von 3,7 % im privaten Haushaltsbereich ergeben sich geringfügig niedrigere Potentiale.

Abbildung 37: Wirtschaftlich erreichbare CO₂-Einsparungen mit BHKW-Ausbau

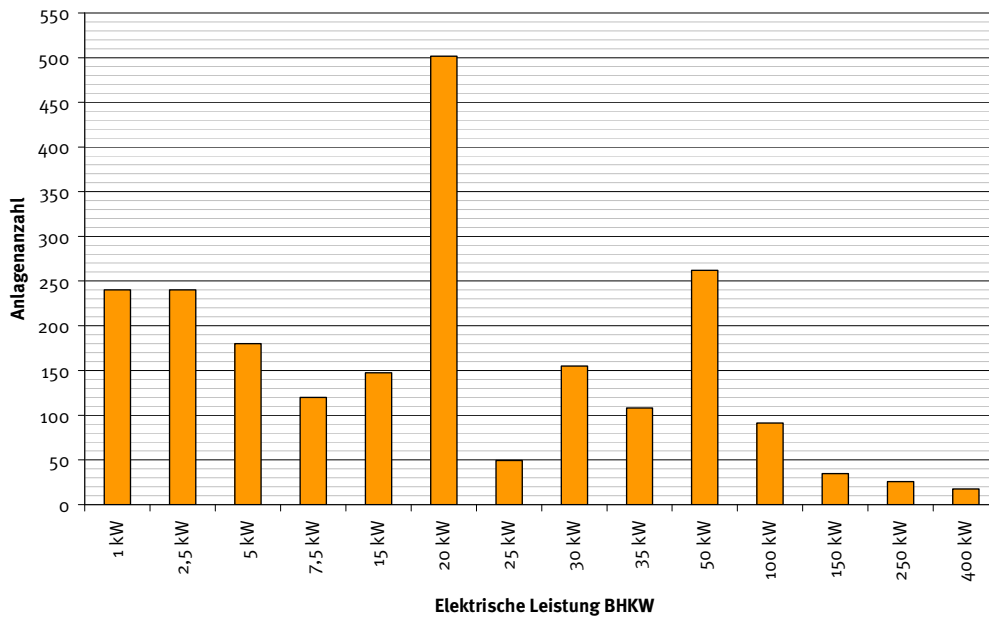


Quelle: Berliner Energieagentur

Geht man bis 2020 von der oben genannten Nutzenenergieeinsparung im Handlungsfeld „Private Haushalte“ und von einer gleichzeitigen Investitionskostenreduzierung und Brennstoffteuerung aus, ergeben sich bei einem Einsatz von ca. 2.175 Anlagen CO₂-Minderungspotentiale von etwa 280.000 t/a. Im Referenz-Szenario wird sich die Anzahl der BHKW lediglich auf rund 1.900 Anlagen erhöhen, was zu CO₂-Einsparungen in Höhe von ca. 260.000 t/a führen wird.

In der nachfolgenden Abbildung werden die bis zum Jahr 2020 wirtschaftlich installierbaren BHKW-Anlagenzahlen über die verschiedenen Leistungsklassen dargestellt. Die Abbildung verdeutlicht die bestehenden Ausbaupotentiale insbesondere im Bereich der Mikro- und Mini-KWK.

Abbildung 38: Installierbare BHKW bis 2020



Quelle: Berliner Energieagentur

Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht das Ausbaupotential für die Mini-KWK, das im Energiekonzept für die verschiedenen Handlungsfelder bis zum Jahr 2020 für das Zielszenario angenommen wird.

Tabelle 16: Wirtschaftliche Ausbaupotentiale für BHKW-Ausbau in Berlin bis 2020

Verbrauchssektor	Geschätzte Anlagenzahl 2020	Anteil an Gesamtzahl	Geschätzte Wärmebereitstellung (Nutzenergie) 2020 (in GWh/a)	Geschätzte installierte el. Leistung 2020 in MW
Private Haushalte	1.930	ca. 89 %	621	51,8
Öffentliche Dienstleistungen	150	ca. 7 %	116	9,6
Gewerbe und Handel	95	ca. 4 %	28	2,3
Gesamt	2.175	100 %	765	63,7

Quelle: Berliner Energieagentur

Die überwiegenden Potentiale ergeben sich im Handlungsfeld der privaten Haushalte, ein geringerer Restanteil in den Sektoren Gewerbe, Handel und Dienstleistungen.

Eine detaillierte Potentialbetrachtung für den Sektor Industrie und verarbeitendes Gewerbe ist aufgrund fehlender Daten nicht möglich. Es wird angenommen, dass im Zielszenario Anlagen mit einer elektrischen Leistung in Höhe von 20 MW errichtet werden, während im Referenzszenario die installierte elektrische Leistung lediglich 10 MW beträgt.

6.3.3 Maßnahmen zur Realisierung des Ausbaupotentials

Um die wirtschaftlichen Nutzungspotentiale der dezentralen KWK in Berlin erschließen zu können, ist eine politische Unterstützung notwendig. Für den Bereich der Informationsverbreitung besteht mit der Initiative „KWK Modellstadt Berlin“ bereits eine erfolgreiche Plattform, um potentiellen Investoren Informationen rund um das Thema anzubieten.

Vor diesem Hintergrund kann für die Informationsverbreitung eine Fortentwicklung der bestehenden Kampagne empfohlen werden, z. B. indem die bestehenden zentralen und dezentralen KWK-Anlagen in der Öffentlichkeit noch besser und im Überblick vergleichend dargestellt und aktuell geplante Vorhaben bekannt gemacht werden.

Der Einsatz von dezentraler KWK kann in den Handlungsfeldern „Gewerbe und Handel“ und den „Öffentlichen Dienstleistungen“ darüber hinaus insofern gestärkt werden, dass die Senatsverwaltung die Durchführung von Machbarkeitsstudien zum Gegenstand zu den Verhandlungen von Klimaschutzvereinbarungen mit öffentlichen und privaten Unternehmen macht.

In der Frage der Finanzierung von dezentralen KWK-Anlagen stehen dem Land darüber hinaus kaum zusätzliche eigene Handlungsspielräume zur Verfügung. Eine Realisierung der genannten Ausbaupotentiale ist jedoch ganz erheblich von einer Fortführung der förderpolitischen Rahmenbedingungen für Mini-KWK-Anlagen abhängig.

6.4 Energiedienstleistungen

6.4.1 Ausgangssituation

Die Marktentwicklung für Energiedienstleistungen ist ein wichtiger Bestandteil zur Erreichung der Ziele des Energiekonzepts 2020. Dabei geht es vor allem um die Frage, wie der Energiedienstleistungsstandort Berlin gestärkt werden kann. Aufgrund der großen Breite möglicher Definitionen von Energiedienstleistungen konzentriert sich der folgende Abschnitt auf das Contracting als einer der wichtigsten Energiedienstleistungen.⁶⁵

Contracting ist allgemein ein Organisationsmodell zur Energieversorgung, das hinsichtlich der Einhaltung der Wirtschaftlichkeits- und Umweltziele einen entscheidenden Vorteil aufweist: Der Contractor selbst hat ein wirtschaftliches Interesse daran, die von ihm zu liefernde Energie möglichst sparsam zu erzeugen. Darüber hinaus wird der Nutzer von allen Aufgaben entlastet, die mit der Bereitstellung der von ihm benötigten Energie zusammenhängen.⁶⁶

Eine besondere Bedeutung zur Steigerung der Energieeffizienz in öffentlichen Gebäuden kommt dem Energiespar-Contracting (ESC) zu, welches in Berlin als

⁶⁵ Eine Energiedienstleistung wird als Nutzwert oder Vorteil definiert, der sich aus dem Einsatz energieeffizienter Technologien und/oder Maßnahmen ergibt, die darauf ausgerichtet sind, Primärenergie einzusparen oder effizienter zu nutzen. Eine Energiedienstleistung wird auf Basis eines Vertrages erbracht und ist überprüfbar.

⁶⁶ Grundsätzlich wird zwischen Betriebsführungs-, Energieliefer- und Energiespar-Contracting unterschieden. Daneben gibt es verschiedene Mischformen und Varianten, die jedoch alle auf die drei Grundarten zurückgeführt werden können.

Energiesparpartnerschaft (ESP) bezeichnet wird. Seit 1996 wurden hier insgesamt 24 Energiesparpartnerschaften für den öffentlichen Gebäudebestand sowie weitere ESC-Projekte im Bereich privater oder gemeinnütziger Unternehmen und Krankenhäuser abgeschlossen. Allein in den öffentlichen Liegenschaften konnten folgende Ergebnisse erzielt werden:

Abbildung 39: Kennwerte der Berliner Energiesparpartnerschaften

Anzahl der Liegenschaften:	518
Baseline-Kosten (Energieverbrauch):	44.078 T€/a (netto)
Baseline-Energieverbrauch (Wärme und Strom):	827.101 MWh/a
Gesamtinvestitionen:	49.191 T€ (netto)
Garantierte Energiekosteneinsparung:	25,73 %
Landesanteil Einspargarantie (Haushaltsentlastung):	2.682 T€/a (netto)
CO ₂ -Einsparungen:	67.874 t CO ₂ /a

Quelle: Berliner Energieagentur; Stand: Dezember 2009

6.4.2 Potentiale und Maßnahmen

Die Umsetzung von ESP auf der Ebene der Bezirke erfolgt in Berlin sehr unterschiedlich. Während in Steglitz-Zehlendorf z. B. bereits drei Gebäudepools energetisch optimiert wurden, nutzen andere Bezirke dieses Instrument kaum oder gar nicht. Gleichzeitig wirken die Maßnahmen des Konjunkturpaketes II im Bereich der energetischen Gebäudesanierung, wobei hauptsächlich der Wärmeschutz verbessert wird (Außendämmung, Fenster, Kellerdecke usw.).⁶⁷

Eine genaue Abschätzung des erschließbaren Potentials für ESP in Berlin ist nicht möglich. Allgemein sind ESP-Projekte ab einer Energiekosten-Baseline von 300.000 bis 400.000 Euro wirtschaftlich umsetzbar.⁶⁸ Die Wirtschaftlichkeit hängt davon ab, wie komplex die Gebäudestruktur und die Umsetzung der Maßnahmen sind. Für Einzelobjekte kann die Wirtschaftlichkeit niedriger liegen, üblicherweise werden aber mehrere Gebäude zu Gebäudepools zusammengefasst.

Vor dem Hintergrund der in Zukunft zu erwartenden angespannten Haushaltssituation der öffentlichen Hand wird dem Ausbau der Energiesparpartnerschaften auch weiterhin eine große Bedeutung zur Erschließung von Energieeinsparungen im öffentlichen Gebäudebestand beigemessen. Zu einer weiteren Verbreitung des bestehenden Erfolgsmodells der Berliner Energiesparpartnerschaft werden die Förderung von ESP-Checks (Untersuchung, ob Gebäude für ESP grundsätzlich geeignet sind) und die Prüfung einer Durchführung von ESP-Checks in Zusammenhang mit der Entwicklung und Umsetzung von Klimaschutzvereinbarungen bzw. mit der Erstellung von Energieausweisen für öffentliche Gebäude empfohlen.

⁶⁷ Siehe hierzu auch die Maßnahmenempfehlungen im Kapitel zum Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“ (s. Kapitel 9).

⁶⁸ Die Energiekosten-Baseline ist die Summe aller Energiekosten zum Referenzzeitpunkt. Die vertraglich garantierte Energieeinsparung bezieht sich in der Regel auf die Energiekosten-Baseline.

Neben der Umsetzung von klassischen Energiesparpartnerschaften kann durch die seit geraumer Zeit vom Abgeordnetenhaus geforderte Verknüpfung von ESP und baulichen Sanierungsmaßnahmen (ESPplus) eine deutliche Steigerung der (garantierten) Einsparungen erzielt werden.⁶⁹ Zudem können so die Synergieeffekte einer integrierten Sanierung genutzt werden. Ein entsprechendes Ausschreibungs- und Vertragsmodell liegt der Berliner Energieagentur bereits vor. Es wurden zudem bereits Projekte entwickelt, die bislang jedoch nicht zur Ausschreibung kamen. Die Umsetzung scheiterte bisher an der Zuweisung von Mitteln für den erforderlichen Baukostenzuschuss.⁷⁰ Dabei wird jedoch nicht dem Umstand Rechnung getragen, dass der Baukostenzuschuss nur einen Teil der Gesamtinvestitionssumme ausmacht und ein nicht unerheblicher Teil analog zum klassischen ESP vom Contractor über die Einsparungen refinanziert wird. Somit wird der Investitionshaushalt geringer belastet, als bei einer Eigenvornahme. Daher wird die Schaffung der haushaltsrechtlichen Rahmenbedingungen für die Bereitstellung von Baukostenzuschüssen und die Umsetzung von entsprechenden ESPplus-Projekten empfohlen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Umgang mit auslaufenden ESP-Verträgen. Hier ist eine effiziente Fortführung des Energiemanagements, wie es während der ESP-Vertragslaufzeit erfolgt, sicherzustellen. Alternativ bieten sich einerseits Folgeausschreibungen an (sofern die Liegenschaften noch geeignet sind), andererseits werden aktuell alternative Modelle entwickelt (z.B. ESP light), durch die ein effizienter Gebäudebetrieb gewährleistet werden kann. Eine Prüfung, welches das jeweils am besten geeignete Folgemodell ist, sollte spätestens ein Jahr vor Ablauf einer Energiesparpartnerschaft erfolgen, um die Ausschreibung für einen entsprechenden Folgevertrag rechtzeitig durchführen zu können.

Die Abbildung 40 fasst die empfohlenen kurzfristigen Maßnahmen für den Bereich der Energiedienstleistungen im Überblick zusammen.

⁶⁹ Das Berliner Abgeordnetenhaus hat am 09.02.2005 angekündigt: „Der Senat stellt für alle neu abzuschließenden Energiesparpartnerschaften sicher, dass künftig die privaten Contractingpartner nicht nur die Wärmeerzeugungsanlagen (...) modernisieren, sondern möglichst auch eine Wärmeschutzsanierung durchführen. Ziel ist es, schrittweise alle öffentlichen Gebäude auf einen Niedrigenergiestandard zu bringen.“

⁷⁰ Aufgrund der Amortisationszeiträume für bauliche Sanierungsmaßnahmen, die die ESP-Vertragslaufzeiten übersteigen, ist die Refinanzierung nicht allein aus den Einsparungen möglich. Deshalb ist ein anteiliger Investitionszuschuss notwendig (einmalig oder als jährlich Zuzahlung).

Abbildung 40: Kurzfristige Maßnahmen für den Bereich Energiedienstleistungen

Ausbau der Berliner Energiesparpartnerschaften

- Förderung von ESP-Checks
- Prüfung einer verpflichtenden Durchführung von ESP-Checks in Zusammenhang mit der Entwicklung und Umsetzung von Klimaschutzvereinbarungen / Energieausweisen für öffentliche Gebäude
- Prüfung auf Umsetzung von Folgemodellen ein Jahr vor Ablauf einer Energiesparpartnerschaft

Entwicklung und Nutzung innovativer Finanzierungsinstrumente im Bereich des Energiespar-Contracting

- Schaffung der haushaltsrechtlichen Rahmenbedingungen für die Bereitstellung von Baukostenzuschüssen zur Umsetzung von ESPplus-Projekten im Land Berlin

Bei der Realisierung von Energieliefer-Contracting (ELC) in Form von Wärmeliefer-Contracting gilt als Untergrenze eine zu versorgende Gesamtfläche von 1.000 bis 2.000 m². Das entspricht einer installierten thermischen Leistung von 150 bis 200 kW. Während die Berliner Energiesparpartnerschaft als ESC-Modell hauptsächlich in der öffentlichen Verwaltung sowie in öffentlichen Unternehmen umgesetzt wird, findet ELC auch in der Wohnungswirtschaft, im Dienstleistungsbereich sowie in Industrie und Gewerbe Anwendung. Häufig bestehen hierbei noch unzureichende rechtliche Regelungen. Aus diesem Grund sollte das Land Berlin Initiativen im Bundesrat zur rechtlichen Legitimation von Energieliefer-Contracting (v. a. Wärmeliefer-Contracting) im BGB unterstützen.

7 Handlungsfeld „Private Haushalte und Gebäude“

7.1 Ausgangssituation

7.1.1 Der Berliner Wohngebäudebestand

Im Land Berlin gab es im Jahr 2003 rund 1,86 Mio. Wohnungseinheiten [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2007b].⁷¹ Die Gesamtzahl der Wohnungsgebäude betrug ca. 303.000. Der Anteil von Wohneinheiten (WE) in Ein- bzw. Zweifamilienhäusern lag bei 9,7 % (ca. 181.000 WE). Der überwiegende Teil befand sich mit 90,3 % in Mehrfamilienhäusern (ca. 1,7 Mio. WE) [Prognos 2003].⁷² Berlin ist eine ausgesprochene Mieterstadt: Der Anteil der Mietwohnungen am Gesamtwohnungsbestand betrug 86 % [Timm 2008].⁷³

Die folgende Tabelle fasst die Daten zur Gebäudestruktur Berlins für die privaten Haushalte zusammen.⁷⁴

Tabelle 17: Gebäudestruktur Berlin – Private Haushalte (1,86 Mio. WE in 2003)

	Anzahl	WE	Fläche/m ²	Fläche/WE
Einfamilienhäuser	139.622	139.622	15,3 Mio.	109,4
Zweifamilienhäuser	21.170	42.340	3,7 Mio.	88,1
Mehrfamilienhäuser	142.077	1.677.637	110,6 Mio.	65,9
Gesamt	302.869	1.859.599	129,6 Mio.	69,7

Quelle: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2007b

In Berlin besteht bei den Wohngebäuden ein hoher Altbaubestand. So befinden sich in Mehrfamilienhäusern über 80 % aller Wohneinheiten in Gebäuden, die vor 1978 errichtet wurden (1,35 Mio. WE von insgesamt 1,86 Mio. WE). Ähnlich hoch ist der Anteil von Altbauwohnungen in Ein- bzw. Zweifamilienhäusern. In dieser Gebäudegruppe befinden sich knapp 59 % der Wohneinheiten in Häusern mit

⁷¹ Wegen der empirischen Datenlage wird für die Berechnung der Endenergieverbräuche und Einsparpotentiale im Handlungsfeld „Private Haushalte und Gebäude“ der Gebäudebestand und die Gebäudestruktur des Jahres 2003 zugrunde gelegt. Nur für dieses Jahr lag dem Auftragnehmer eine detaillierte Heizungsverteilungsstatistik der Berliner Wohngebäude, unterteilt in Gebäudealtersklassen, vor.

⁷² Statistisch liegt der Zuordnung somit die Anzahl der Wohnungen in einem Gebäude zugrunde, also Einfamilienhaus – eine Wohnung, Zweifamilienhaus – zwei Wohnungen, Mehrfamilienhaus – drei oder mehr Wohnungen.

⁷³ Berlin weist im Bundesvergleich den größten Anteil an Mietwohnungen aus, gefolgt von der Freien und Hansestadt Hamburg (80 %). Zwischen 2002 und 2006 hat sich die Eigentümerquote im Berliner Wohnungsbestand von 13 auf 14 % erhöht [Timm 2008].

⁷⁴ Der Verweis auf die Gebäudestruktur des Jahres 2003 hat methodische Gründe. Den Auftragnehmern der Studie lag zur Verteilung der Heizungsanlagen im Berliner Wohnbestand nur eine Erfassung zum Jahr 2003 vor, auf deren Basis Szenarien zu den Endenergieverbräuchen und Einsparpotentialen für das Zieljahr 2020 errechnet wurden [Prognos 2003].

einem Baujahr älter als 1949 (106.000 von 181.000 WE). Der große Altbaubestand lässt entsprechende Sanierungs- und Energieeinsparpotentiale vermuten, die nachfolgend genauer untersucht werden.

7.1.2 Entwicklungen bis 2020

Für die Ableitung der Szenarien bis zum Jahr 2020 sind Annahmen zu den Neubauaktivitäten und zum Sanierungszustand der Berliner Wohngebäude zu treffen.

Seit 1998 sind die Neubauaktivitäten im Bereich der Wohngebäude eindeutig rückläufig. Seit 2003 hat sich die jährlich neu errichtete Wohnfläche auf Werte zwischen 400 und 500 T m² eingependelt (Wohn- und Nutzfläche). Die weitere Entwicklung bei der Errichtung von Wohngebäuden bis 2020 ist schwierig prognostizierbar, dürfte aber wohl kaum über den genannten jährlichen Schwankungsbereich hinaus steigen (400 bis 500 T m²).

Ähnlich schwierig gestaltet sich eine Abschätzung des Sanierungszustands der Berliner Wohngebäude und der damit verbundenen jährlichen Sanierungsraten im Bestand.⁷⁵ Hier kann aufgrund der Auswertung der Förderung von Wohngebäude-sanierungen durch die KfW eine Grundeinschätzung zur jährlichen Sanierungsrate gemacht werden. Zusätzlich enthält die Darstellung auch eine Abschätzung der Sanierungsrate, die unter Berücksichtigung der jüngsten KfW-Auswertungen im Jahr 2009 erreicht wird [KfW 2008; Deutscher Bundestag 2009b]. Danach steigt die KfW-basierte Sanierungsrate in Berlin bis Ende 2009 auf knapp 0,5 %. Unter der Annahme, dass mit der KfW-Förderung alle relevanten Bausanierungsvorhaben für eine Vollsanierung im Bestand erfasst werden, werden folgende Sanierungsraten abgeschätzt.

Tabelle 18: Schätzung der Sanierungsrate für Berlin

KfW-CO₂ Gebäudesanierung- Programm (Kredit) [geförderte Gebäude]	KfW-CO₂ Gebäude- sanierungs- programm (Zuschuss) [geförderte Gebäude]	Wohnraum- modernisie- rung Öko-Plus [geförderte Gebäude]	Summe geförderter Gebäude	Sanierungsra- te bezogen auf KfW- Förderung
2008				
908	24	273	1.205	0,40 %
2009				
1.117	30	336	1.482	0,49%

Quelle: Darstellung Berliner Energieagentur nach KfW, 2008 und Deutscher Bundestag, 2009 a, b

Neben den durch die KfW-Förderung induzierten Sanierungen, die 0,4 % der jährlichen Sanierungsrate ausmachen, ist zusätzlich von KfW-unabhängigen Sanie-

⁷⁵ In der nachfolgenden Untersuchung beschreibt die Sanierungsrate, wie in den meisten Untersuchungen üblich, den Anteil der jährlich sanierten Gebäude in Bezug auf den Gesamtbestand.

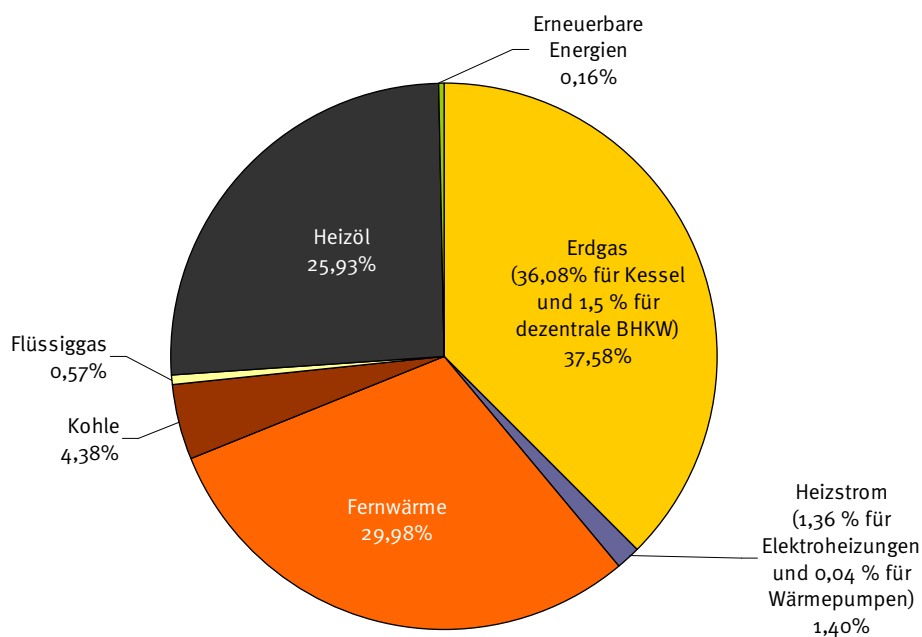
rungen in einer Größenordnung von 0,3 % auszugehen, so dass die jährliche Sanierungsrate in Berlin auf insgesamt 0,7 % geschätzt wird.

7.2 Energieverbrauch – Referenzjahr

In Deutschland verursacht die Wärmebereitstellung für Raumwärme und Trink-Warmwasser in Gebäuden rund 40 % des gesamten Endenergieverbrauchs. Davon sind zwei Drittel auf den Wohnungsbestand zurückzuführen. Der CO₂-Gebäudereport der Bundesregierung geht davon aus, dass in privaten Haushalten rund 85 % des Wärmeverbrauchs auf Raumwärme entfällt und ca. 15 % für Warmwasser [CO₂online gGmbH 2007].

Der gesamte Wärmeverbrauch der Berliner Haushalte (Raumwärme und Warmwasser) wird für das Jahr 2005 auf ca. 21.604 GWh (inklusive Strom für Wärmepumpen und Heizung) geschätzt. Die Verteilung der Energieträger zur Wärmebereitstellung in dieser Größenordnung wird in der folgenden Abbildung veranschaulicht.

Abbildung 41: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld „Private Haushalte“ (Gesamtwärmeverbrauch: 21.604 GWh)



Quelle: DIW econ 2009, Prognos 2008, eigene Berechnung Berliner Energieagentur / Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

Die Abbildung verdeutlicht den großen Anteil fossiler Energieträger – ob als Fernwärme oder dezentrale Erzeugung – an der bisherigen Wärmeversorgung privater Haushalte. Die Erneuerbaren Energien sind demgegenüber noch nicht von Bedeutung.

Der Stromverbrauch der privaten Haushalte lag im Land Berlin gemäß Energiebilanz im Jahr 2005 bei 3.704 GWh [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2008]. Darin eingeschlossen ist der Stromverbrauch für elektrische Durchlauferhitzer,

Elektroherde und Nachstromspeicherheizungen.⁷⁶ Für eine genauere Darstellung wird nachfolgend der Stromverbrauch für Heiz- und Wärmestrom auf der Wärme-seite bilanziert. Für das Jahr 2005 wird der Stromverbrauch ohne den Heiz- und Wärmepumpenstrom auf 3.402 GWh geschätzt. Ohne Berücksichtigung des Heiz- und Wärmepumpenstroms lag der spezifische Pro-Kopf-Verbrauch für Strom in 2005 bei 998 kWh/EW (Einwohner), mit dem Strom für Wärmezwecke bei 1.091 kWh/a je Berliner. Der Anteil des Heizstroms am Gesamtstromverbrauch wird im Jahr 2005 auf ca. 8 % geschätzt (ca. 302 GWh).

Der Strombereich ist innerhalb des Gesamtkonzepts aufgrund der folgenden zwei Entwicklungstrends nicht zu vernachlässigen: Während der Endenergieverbrauch zur Erzeugung von Wärme in den Privathaushalten seit 1997 kontinuierlich sinkt [CO₂online gGmbH 2007], ist der Stromverbrauch zwischen 1996 und 2006 bundesweit um 20 % gestiegen.⁷⁷ Damit positive Effekte der Energieeinsparung für die Raumwärmeerzeugung und -nutzung in den privaten Haushalten nicht durch gegenläufige Stromverbräuche bis zum Jahr 2020 teilweise kompensiert werden, sind für das Handlungsfeld „Private Haushalte“ Maßnahmen für einen sinkenden Elektrizitätsverbrauch von nicht zu vernachlässigender Bedeutung.

Trotz des statistisch geringen Pro-Kopf-Stromverbrauchs im Land Berlin ist deshalb zu betrachten, welche weiteren Einsparpotentiale möglich sind.⁷⁸ Der Anteil des Stromverbrauchs der privaten Haushalte am Endenergieverbrauch liegt zwar bei nur ca. 5 %, der Anteilswert an den CO₂-Emissionen ist aber aufgrund des CO₂-Emissionsfaktors verhältnismäßig höher. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass Pro-Kopf-Stromverbräuche zwischen 700 und 800 kWh/EW als erstrebenswerte Zielwerte erachtet werden [Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen 2006].

7.3 Energieszenarien bis 2020

Für die Darstellung der Energie- und CO₂-Bilanzierung ist von Bedeutung, dass in diesem und in den nachfolgenden Handlungsfeldern die Stromseite immer ohne den Heiz- und Wärmepumpenstrom bilanziert wird.

7.3.1 Referenzszenario 2020

Im folgenden Abschnitt werden die Energie- und CO₂-Einsparungen dargestellt, die bis zum Jahr 2020 im Verbrauchssektor „Private Haushalte und Gebäude“ zu erwarten wären, ohne dass besondere Anstrengungen in Richtung einer verbesserten Energieeffizienz unternommen würden. Dies bedeutet in erster Linie eine

⁷⁶ Die Zahl der Nachtspeicheröfen in Berlin beträgt ca. 26.000 [Angabe Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2009].

⁷⁷ Diese Entwicklung wird durch jüngste Auswertungen des Statistischen Bundesamtes bestätigt [Statistisches Bundesamt Berlin 2009]. Danach wurden im Jahr 2007 z. B. für Kochen und Bügeln gegenüber dem Jahr 2000 19,2 % und für elektrische Haushalts- und Kommunikationsgeräte 12 % mehr Energie benötigt. Dieser Mehrverbrauch ist auf eine gestiegene Zahl von Haushaltsgeräten je Haushalt zurückzuführen.

⁷⁸ Eine Studie der Siemens AG in Kooperation mit dem Wuppertal Institut geht für die Stadt München davon aus, dass Effizienzmaßnahmen zur Verwirklichung von Strom-einsparungen den drittgrößten Beitrag zur Zielerreichung einer CO₂-Neutralität bis zum Jahr 2058 leisten werden. Der wichtigste Bereich betrifft Maßnahmen zur Wärmedämmung und Heizeffizienz, gefolgt von Maßnahmen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien [Lechtenböhrer et al. 2009].

gleichbleibende Sanierungsrate zur Vollsanierung im Bestand von gegenwärtig 0,7 % pro Jahr.

Im Referenzszenario ergibt sich in der Gesamtbetrachtung für den Strom- und Wärmemarkt der privaten Haushalte ein Rückgang des Gesamtenergieverbrauchs um ca. 3,6 %. Bereits im Referenzszenario wird eine Reduzierung der CO₂-Emissionen von ca. 19 %, und zwar von ca. 7.441 kt/a auf 6.032 kt/a erreicht.

Für die Entwicklung des Wärmeverbrauchs wird bis zum Jahr 2020 angenommen, dass dieser auch ohne intensivierten Anstrengungen in energieeffiziente Maßnahmen im Haushaltsbereich um ca. 4,6 % reduziert würde. Damit würde der Endenergieverbrauch für Wärme von 21.604 GWh auf 20.614 GWh abnehmen. Die Reduzierung des Endenergieverbrauchs für die Wärmebereitstellung um 990 GWh/a inklusive der Annahme zur Umstellung der Energieträger bedeutet für die CO₂-Bilanzierung einen Rückgang der Emissionen von ca. 1.335 kt/a.⁷⁹ Gegenüber 2005 ist dies eine Minderung um 24,3 %.

Als Annahme liegt dem Referenzszenario zugrunde, dass der Stromverbrauch der privaten Haushalte (ohne Wärme- und Heizstrom) bis zum Jahr 2020 um 2,7 % zunimmt. Dies resultiert im Jahr 2020 in einem jährlichen Stromverbrauch von 3.494 GWh/a (2005: 3.402 GWh/a). Weil sich der CO₂-Emissionsfaktor für Strom von 581 kg/MWh in 2005 bis 2020 auf 544 kg/MWh reduzieren wird, ist der leicht steigende Stromverbrauch der privaten Haushalte dennoch mit einem geringfügigen Rückgang der CO₂-Emissionen von 1.978 kt im Jahr 2005 auf 1.900 kt im Jahr 2020 verbunden (um 78 kt).

7.3.2 Zielszenario 2020

Die größten Potentiale zur Energie- und CO₂-Einsparung im Wohngebäudebestand liegen auf der Wärmeseite. Zentrale Stellschrauben für eine effizientere Wärmeversorgung und klimafreundlichere Energieversorgung im Berliner Wohnungsbestand sind:

- Reduzierung des Endenergieverbrauchs für die Wärmebereitstellung privater Haushalte bis 2020 um 7,5 %, die u.a. über eine schrittweise Verbesserung der jährlichen Sanierungsrate bis 2020 auf 2 % p. a. zu realisieren ist
- Umfassende Umstellung der Energieträger und Erneuerung der Heizungsanlagen auf eine effiziente und CO₂-freundliche Erzeugung

Für das Energiekonzept 2020 wird im Zielszenario angenommen, dass im Land Berlin bis zum Jahr 2020 eine sukzessive Steigerung der Sanierungsrate auf 2 % p. a. erreicht wird.⁸⁰ Diese bedeutet, dass im Jahr 2020 statt jährlich ca. 2.200 Wohngebäude (2005) ca. 7.000 Wohngebäude in Berlin saniert werden müssten. Der Hauptanteil zur Erschließung von Energieeffizienzpotentialen liegt in den Altersklassen der bis zum Inkrafttreten der ersten Wärmeschutzverordnung im Bundesgebiet errichteten Wohngebäude, also dem Jahr 1979. Bezogen auf den Gesamtwohnbestand beträgt das Einsparpotential in diesen Altersklassen knapp

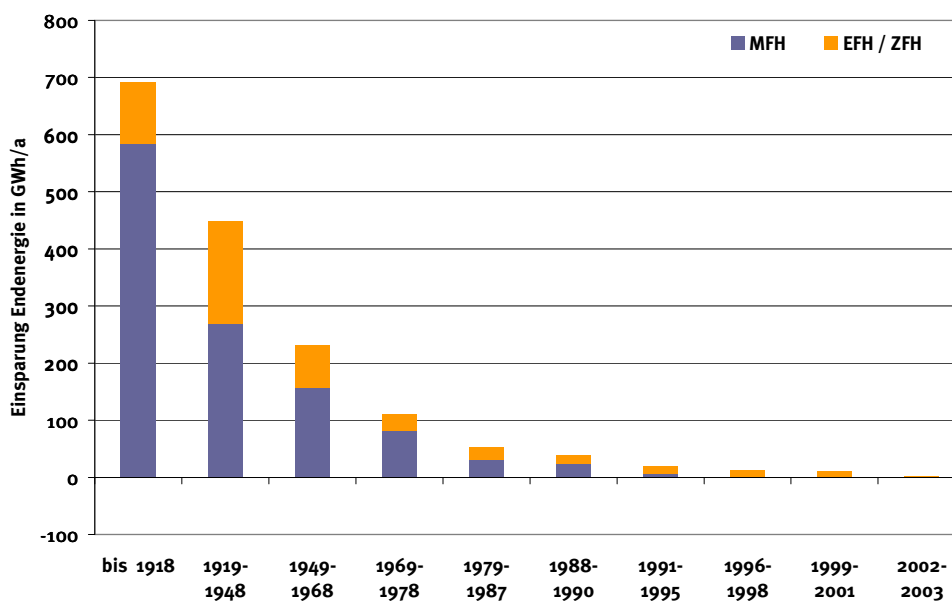
⁷⁹ Bei den CO₂-Emissionsfaktoren wird im Referenzszenario angenommen, dass diese außer dem Emissionsfaktor für Strom gegenüber 2005 konstant verbleiben. Es werden also die Emissionsfaktoren des Jahres 2005 verwendet.

⁸⁰ Eine derartige Steigerung erfordert umfassende politische Fördermaßnahmen, auf die im Maßnahmenkatalog detaillierter eingegangen wird.

92 %. Vorrangig sind Maßnahmen zu einer verbesserten Wärmeeffizienz im unsanierten Wohnungsbestand mit einem Baujahr vor 1948 zu realisieren. Der zweite Schwerpunkt sind die unsanierten Nachkriegsbauten in der Baualtersklasse 1948 bis 1978.

Für eine Fokussierung der Zielakteure zur Realisierung möglichst effizienter Sanierungsmaßnahmen veranschaulicht die folgende Abbildung die bestehenden Energieeinsparpotentiale des Zielszenarios über die verschiedenen Altersklassen von Berliner Wohngebäuden.

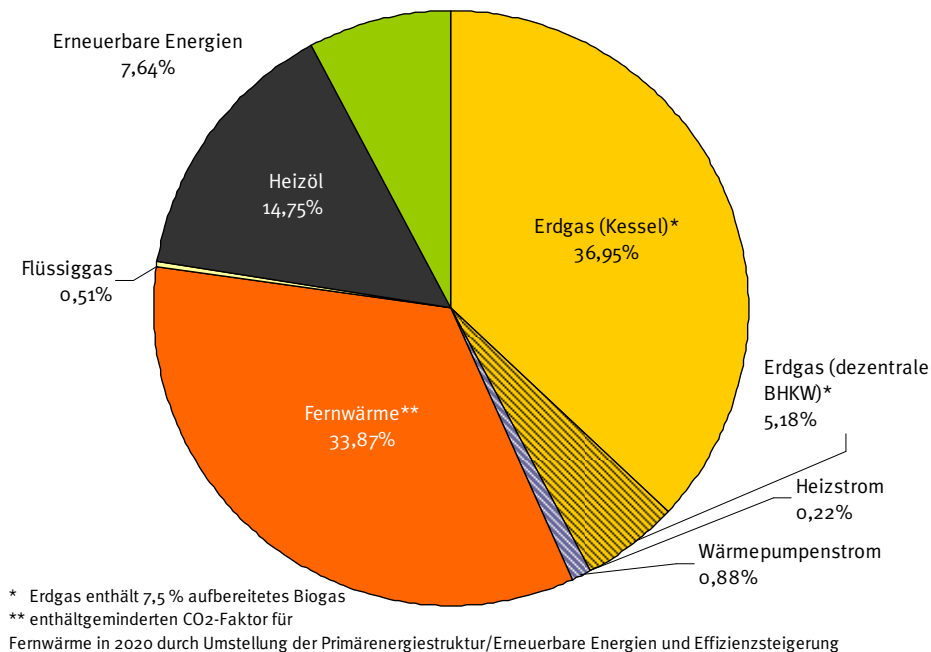
Abbildung 42: Einsparpotentiale für Endenergie-Wärme über die verschiedenen Gebäudealtersklassen - Zielszenario



Quelle: Berliner Energieagentur

Das empfohlene Zielszenario hat für den Wärmeverbrauch der privaten Haushalte folgende Energieträgerstruktur.

Abbildung 43: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario im Handlungsfeld Private Haushalte (Gesamtwärmeverbrauch: 19.982 GWh)



Quelle: Berliner Energieagentur

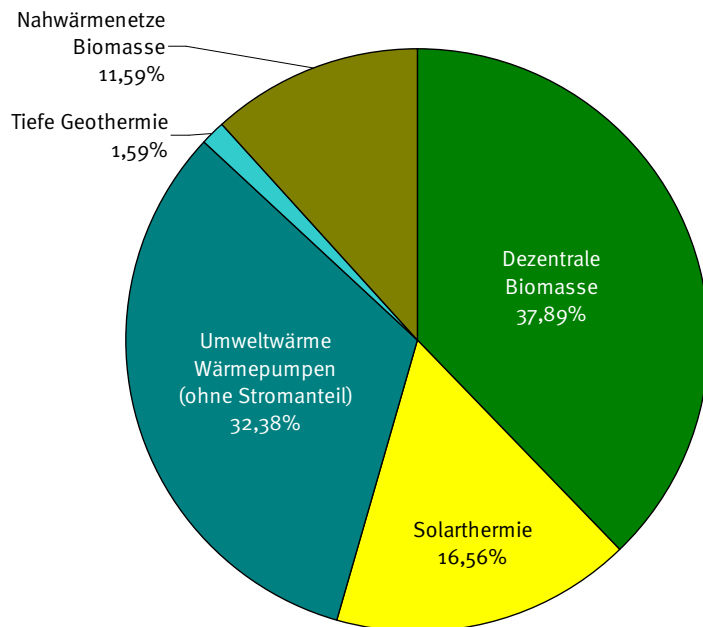
Die obige Abbildung verdeutlicht, dass der Anteil der Fernwärme im privaten Haushaltsbereich gegenüber dem Jahr 2005 um knapp 4 % ausgebaut wird. Der Anteil des Erdgases am Wärmemarkt steigt gegenüber 2005 um knapp 3,7 %. Die Zunahme des Erdgasverbrauchs ist neben Energieträgerumstellungen auf die Erschließung der Ausbaupotentiale für kleine BHKW (1.930 Anlagen) zurückzuführen⁸¹.

Außerdem ist in den nächsten zehn Jahren ein umfassender Ausbau der Erneuerbaren Energien möglich. Neben einem steigenden Anteil von Erneuerbaren Energien bei der Strom- und Wärmeerzeugung in den zentralen Fernwärmekraftwerken werden besonders im gebäudebezogenen und nahwärmerelevanten Bereich Ausbaupotentiale gesehen. Insgesamt steigt der Anteil der Erneuerbaren Energien im Handlungsfeld private Haushalte von einem marginalen Anteil von 0,2 % in 2005 bis auf 7,6 % in 2020.

Abbildung 44 zeigt, wie sich der Anteil von 7,6 % aus den Erneuerbaren Energien an der Wärmebereitstellung zusammensetzt.

⁸¹ Aufgrund der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme ist der thermische Nutzungsgrad von BHKW deutlich niedriger als in Anlagen zur reinen Wärmeerzeugung. Eine Zunahme der KWK-Anlagen führt bei einer wärmeseitigen Brennstoffbilanzierung zu einem höheren Energieverbrauch. Der erzeugte Strom wird als „Gutschrift“ bilanziert.

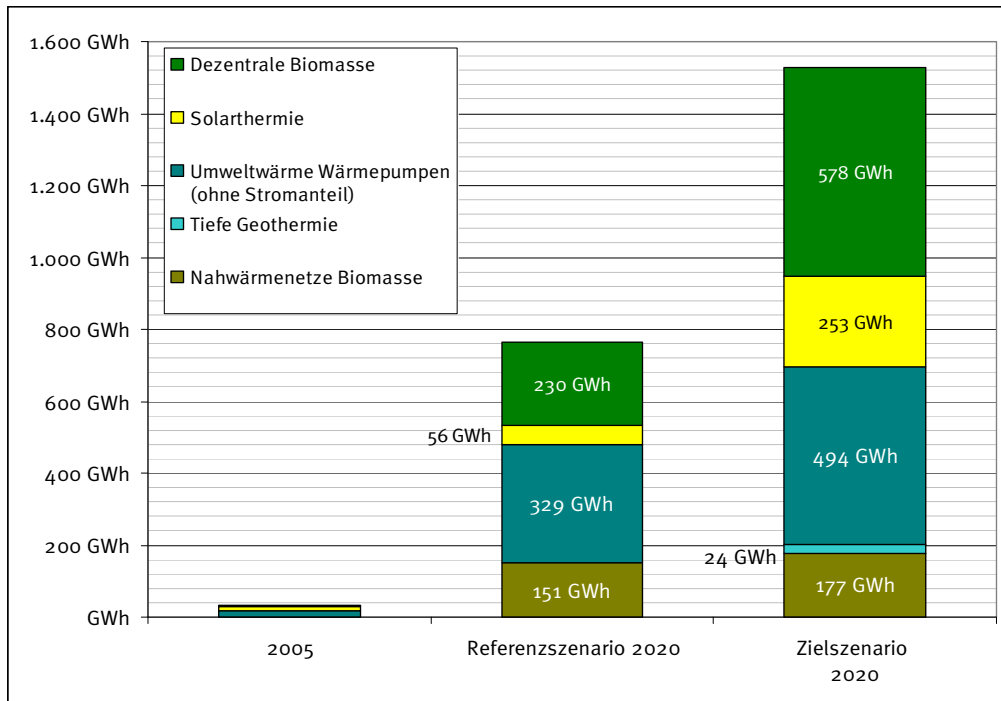
Abbildung 44: Aufteilung der Erneuerbaren Energien zur gebäudebezogenen Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld private Haushalte (Gesamtpotential: 1.526 GWh)



Quelle: Berliner Energieagentur / Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

Die wichtigsten Ausbaupotentiale werden hier in dezentralen Anlagen zur Nutzung fester Biomasse (Holzhackschnitzel, Holzpellets), auch in Verbindung mit dem Ausbau von Nahwärmenetzen gesehen [Institut für ökologische Wirtschaftsforschung 2010]. Auch für Wärmepumpen besteht in den privaten Haushalten ein erhebliches Potential. Abbildung 44 enthält dabei nur den Anteil der bereitgestellten Wärme, welcher abzüglich des benötigten Stroms durch Umweltwärme zur Verfügung gestellt werden kann. Der erforderliche Wärmepumpenstrom wird anteilig in Abbildung 43 dargestellt. Das drittgrößte Wärmepotential wurde für die Solarthermie errechnet. Schließlich wird für das Zielszenario auch bei der Tiefengeothermie von geringfügigen Potentialen zur Warmegewinnung ausgegangen. Bis zum Jahr 2020 wird die Erschließung tiefergeothermischer Energievorkommen für zwei Anlagen als möglich erachtet [Institut für ökologische Wirtschaftsforschung 2010].

Abbildung 45: Ausbaupotentiale der gebäudebezogenen Erneuerbaren Energien im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld Private Haushalte



Quelle: Berliner Energieagentur

Abbildung 45 verdeutlicht, dass bei den privaten Haushalten im Zielszenario wärmeseitig das größte Ausbaupotential bei der dezentralen festen Biomasse (Holzhackschnitzel, Pelletheizungen) gesehen wird, gefolgt von den oberflächennahen Wärmepumpen, der Solarthermie und der Tiefengeothermie. Weitere 11,6 % des Anteils an Erneuerbaren Energien werden über Nahwärmenetze bereitgestellt.⁸²

Für den Wärmeverbrauch der privaten Haushalte ist im Zielszenario gegenüber dem Jahr 2005 eine Reduzierung um 7,5 % angesetzt. Über die Minderung des Wärmeenergieverbrauchs und die zusätzliche Umstellung der Primärenergiestruktur ist im Wärmebereich gegenüber dem Jahr 2005 eine Einsparung von 1.806 kt CO₂ möglich. Dies entspricht einer Reduzierung der CO₂-Emissionen von 33 %.

Für den Stromverbrauch wird im Zielszenario ein Einsparziel von 13,1 % empfohlen (unberücksichtigt ist der Heiz- und Wärmepumpenstrom, der auf der Wärme-seite bilanziert wird). Gegenüber einem Ist-Verbrauch in 2005 in einer geschätzten Größenordnung von 3.402 GWh bedeutet dieses Minderungsziel für das Jahr 2020 einen Zielwert von 2.957 GWh. Bei einer Realisierung dieser Zielwerte würde sich der spezifische Pro-Kopf-Verbrauch von 998 kWh/EW in 2005 bis 2020 auf 850 kWh/EW reduzieren. Über diese Energieeinsparung und die Verbesserung des

⁸² Unter Nahwärme versteht man die örtliche (vor Ort) Wärmeversorgung direkt mit einer KWK- oder Heizungsanlage, die direkt im zu versorgenden Gebäude installiert ist oder wenn kleine Wohngebäude, Gebäudeteile auch unterirdisch mit erdverlegten Rohrsystem miteinander verbunden sind. Manchmal werden auch Querverbindungen quer durch die zum Beispiel Einfamilienhäuser verlegt, wobei jedes Gebäude mittels Wärmemengenzähler angeschlossen wird.

nationalen CO₂-Faktors für die Stromerzeugung ließe sich stromseitig bis zum Jahr 2020 eine CO₂-Minderung von 370 kt/a erzielen. Eine zusätzliche CO₂-Minderung wird durch den Einsatz von BHKW zur Stromerzeugung bewirkt. In den privaten Haushalten werden im Zielszenario rund 700 GWh/a Strom durch BHKW bereitgestellt. Es wird davon ausgegangen, dass mit diesem Strom herkömmlich erzeugter Strom ersetzt wird, so dass eine Minderung der CO₂-Emissionen um 375 kt/a angesetzt werden kann. Insgesamt können also die stromseitigen CO₂-Emissionen in den privaten Haushalten gegenüber dem Jahr 2005 um 745 kt/a reduziert werden.

Die Zielsetzung einer Minderung des Stromverbrauchs bei den privaten Haushalten stellt im Hinblick auf den derzeit allgemein zunehmenden Stromverbrauch in diesem Verbrauchssektor eine Herausforderung dar. Wesentliche Einsparpotentiale im Haushaltsbereich werden vor allem in zwei Bereichen gesehen [Umweltbundesamt 2008b]:

- Ausweitung von Mindesteffizienzstandards auf weitere Produktgruppen bei großen elektrischen Haushaltsgeräten
- Reduzierung des Stand-by-Verbrauchs von Geräten aus der Unterhaltungselektronik und Bürogeräten

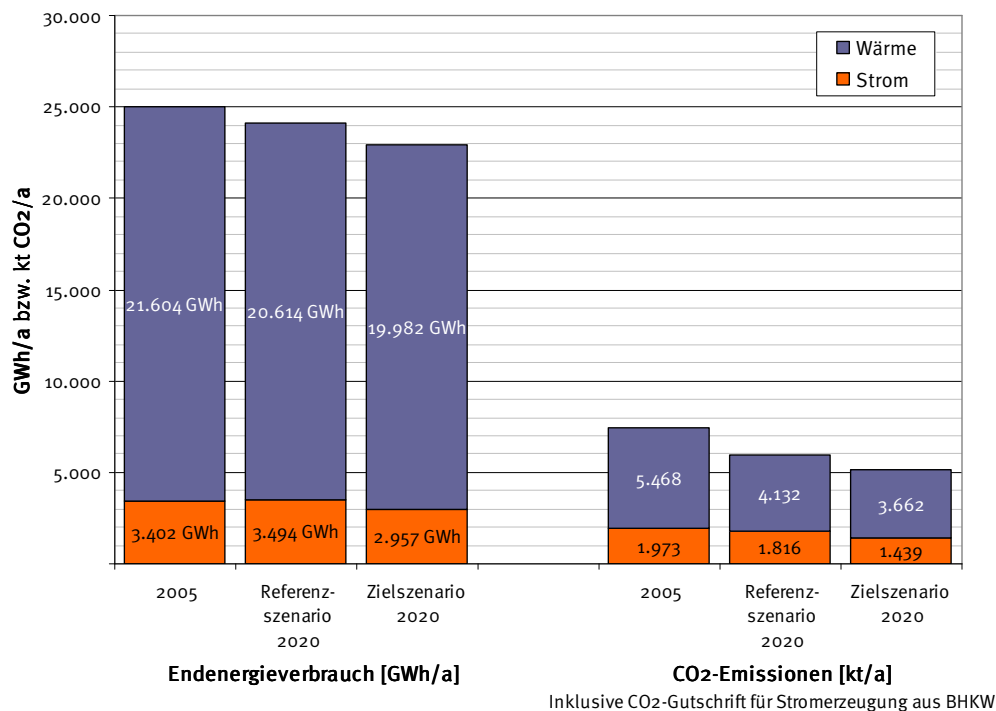
Der erstgenannte Punkt verdeutlicht, dass ordnungspolitische Maßnahmen einen wichtigen Beitrag für eine verbesserte Stromeffizienz bei den privaten Haushalten leisten müssen. Für das landespolitische Energiekonzept 2020 kommen solche Vorgaben aufgrund wettbewerbspolitischer Gründe weniger in Betracht. Ein Schwerpunkt der Maßnahmen sollte vielmehr in den folgenden Bereichen liegen:

- Aufklärung der Verbraucher über den haushaltsbezogenen Stromverbrauch, ergänzt um
- Angebote von Anreizen zu strom- und energiesparendem Verhalten, z. B. durch Ausbau des Smart Metering.

7.3.3 Zusammenfassung der Energieszenarien

In der nachfolgenden Abbildung werden die betrachteten Energie- und CO₂-Szenarien im Überblick dargestellt.

Abbildung 46: Ergebnisse der Szenarien im Handlungsfeld „Private Haushalte“



Quelle: Berliner Energieagentur

Deutlich wird, dass die größten CO₂-Einsparpotentiale im Handlungsfeld „Private Haushalte“ beim Wärmeverbrauch liegen. Die hierzu empfohlenen Maßnahmen werden in Kapitel 7.5 dargestellt. Nachfolgend wird zunächst auf die besonderen Herausforderungen zur Erschließung der Einsparpotentiale im Berliner Wohnungsbestand vertiefend eingegangen, da sich hieraus die Umsetzungsstrategie mit den damit verbundenen Maßnahmen ableitet.

7.4 Herausforderungen zur Erschließung der Einsparpotentiale für den Berliner Wohnbestand

Für eine Realisierung des Zielszenarios ist beim Gebäudetyp der Mehrfamilienhäuser im Zeitraum von 2005 bis 2020 eine Reduzierung der spezifischen Endenergieverbräuche für Wärme um 20 bis 35 % und bei den Ein- und Zweifamilienhäusern um 35 bis 45 % erforderlich. Diese Werte verdeutlichen das Ausmaß der erforderlichen Anstrengungen, um wärmeseitig zur Umsetzung des Zielszenarios beizutragen.

Um die empfohlenen Energieeffizienz- und CO₂-Minderungsziele im Wohnungsbestand zu erschließen, sind Strategien erforderlich, welche die relevanten Investitionskalküle der verschiedenen Eigentümergruppen angemessen berücksichtigen. Im Jahr 2006 betrug die Gesamtzahl der Wohneinheiten im Land Berlin ca. 1,867 Mio. [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2007b].

Danach besteht in Berlin folgende Eigentümerstruktur:

- 695.000 Wohneinheiten (ca. 37 % aller Wohneinheiten in Berlin) sind organisiert im Verband der Berlin-Brandenburgischen Wohnungsunternehmen e. V., darunter auch die sechs städtischen Wohnungsbaugesellschaften

ten; ca. 11 % des Berliner Wohnungsbestandes gehören Genossenschaften,

- Ein- und Zweifamilienhäuser mit ca. 189.000 Wohneinheiten (ca. 10 % aller Wohneinheiten, vermutlich vorwiegend in Eigenbewirtschaftung), teilweise organisiert im Verband „Haus und Grund“.

Damit verbleiben ca. 983.000 Wohneinheiten, die u. a. auf folgende Eigentümergruppen verteilt sind:

- Eigentumswohnungen und Wohnungen in Eigentümergemeinschaften (Zahl der Wohneinheiten unbekannt),⁸³
- Fondsbewirtschaftete Wohneinheiten (Zahl der Wohneinheiten unbekannt),
- sonstiges privat bewirtschaftetes Wohneigentum.

Innerhalb jeder der genannten Kategorien bestehen unterschiedliche Investitionskalküle und Renditeerwartungen. Damit sind in jeder Kategorie auch bestimmte Hemmnisse vorhanden, energetische Modernisierungen tatsächlich umzusetzen.

So ist der energetische Zustand der Wohnungen im Bestand der städtischen Wohnungsbaugenossenschaften bereits als vergleichsweise vorbildlich einzuschätzen. Die Wohnungsbaugenossenschaften haben seit Ende der 1980er Jahre mit dem Berliner Modernisierungs- und Instandhaltungs-Förderprogramm günstige Investitionsbedingungen nutzen können, um umfassende Sanierungen in ihrem Bestand vorzunehmen.

Mit den am 13.01.2009 mit den städtischen Wohnungsbaugenossenschaften geschlossenen Klimaschutzvereinbarungen wurde der Stand der energetischen Sanierung und die erreichten energetischen Kennwerte der 268.000 Wohneinheiten in städtischem Besitz erfasst und dokumentiert. Die Mehrheit der Genossenschaften liegt mit ihren Werten z. T. weit unter dem Berlin-Durchschnitt, so dass Berlin mit seinem eigenen Bestand seiner Vorbildrolle entspricht.⁸⁴

Für die übrigen Mitgliedsunternehmen des Verbands Berlin-Brandenburger Wohnungsunternehmen e. V. (BBU) ist in Planung, ebenfalls Klimaschutzvereinbarungen abzuschließen und den erreichten energetischen Zustand des Bestands zu dokumentieren. In der Rahmenvereinbarung vom 10.12.2007 verpflichtete sich der BBU, dass die Mitgliedsunternehmen ihre jährlichen CO₂-Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 2010 um 737.000 t reduzieren. Mit dem vereinbarten Monitoring wird die weitere Umsetzung der Klimaschutzvereinbarung dokumentiert.

Zu den hierunter fallenden rund 695.000 Wohnungen liegen vergleichsweise gute Daten vor. Eine parlamentarische Anfrage zum energetischen Zustand der Woh-

⁸³ Für Deutschland wird die Gesamtzahl auf 5 Mio. Wohneinheiten geschätzt.

⁸⁴ Die Vorbildrolle des Landes Berlin bei der Gebäudesanierung wurde jüngst auch in einer vergleichenden Bewertung der klimapolitischen Anstrengungen von europäischen Metropolen, dem sog. European Green City Index, gewürdigt [Economist Intelligence Unit 2010].

nungen des BBU wurde im März 2008 dahingehend beantwortet, dass der Anteil der energetisch nicht modernisierten Wohnungen 44 %, der energetisch nur teilmodernisierten Wohnungen 17 % und der energetisch umfassend modernisierten Wohnungen 39 % betrug [Abgeordnetenhaus Berlin 2008a]. Bei dieser Akteursgruppe sind der weitere Handlungsbedarf und der damit zu realisierende Beitrag zu den Klimaschutzzielen des Landes somit vergleichsweise einfach quantifizierbar.

Während so für den Bestand der Mitgliedsunternehmen der Beitrag des BBU zu den Zielen des Energiekonzepts 2020 gut quantifizierbar ist, stellt sich die Datenlage für den übrigen Wohnungsbestand ungleich schwieriger dar. Hier ist zu vermuten, dass bisher wesentlich weniger Maßnahmen zur energetischen Gebäudesanierung durchgeführt wurden. Für den übrigen Gebäudebestand ist deshalb von vergleichsweise hohen Energie- und CO₂-Einsparpotentialen und damit von einem großen Nachholbedarf bei der energetischen Modernisierung auszugehen.

Deshalb wird es als zentrale Aufgabe gesehen, für diesen kritischen Gebäudebestand und die dahinter liegenden Eigentümergruppen angepasste Strategien und Lösungsansätze zu entwickeln, mit denen die erforderlichen Modernisierungsinvestitionen zur Erreichung des Gesamtziels ausgelöst werden. Neben dem unsanierten Wohnungsbestand der städtischen Wohnungsunternehmen ist in diesem Kontext als kritischer Bestand zu identifizieren:

- Bestand mit gering oder nicht in einem Verband organisierten Eigentümern, vor allem bei den Ein- und Zweifamilienhauseigentümern,⁸⁵
- Wohnungseigentümergeinschaften mit überwiegend sehr großem energetischen Modernisierungsbedarf,
- Denkmalgeschützter Wohnbestand mit Einschränkungen zur Wohnraummodernisierung,
- Private Kleineigentümer-Altbaubestände,
- Fondsobjekte, die aufgrund ihrer Bewirtschaftungsstruktur keine Investitionen in eine energetische Modernisierung ermöglichen.

Bei Mietwohnbeständen ist die Überwindung des „Investor-Nutzer-Dilemmas“ eine zentrale Herausforderung, die gerade in einer Mieterstadt wie Berlin umfassende Gebäudesanierung erschwert. Das Investor-Nutzer-Dilemma beschreibt den Umstand, dass sinnvolle Investitionen in die Energieeffizienz unterbleiben, da der Investor langfristig keinen Ertrag aus seiner Investition ziehen kann, dagegen der

⁸⁵ Durch die fehlende Organisation der betreffenden Eigentümer ist auch die Information und Beratung der relevanten Akteure zur Durchführung energetischer Sanierungsmaßnahmen ein Modernisierungshemmnis. Besonders bei den Wohnungseigentümergeinschaften stellt sich als weiteres Hemmnis dar, dass diese bisher nur unzureichend von KfW-Förderprogrammen profitieren können. Hier besteht das Problem, dass Wohnungseigentümergeinschaften in der Regel nicht die als Fördervoraussetzung erforderliche Grundbuchsicherung gewährleisten können. Hier versucht das Land Schleswig-Holstein einen neuen Weg zu gehen, indem versuchsweise KfW-Darlehen auch ohne Grundbuchsicherung ausgereicht werden.

Nutzer nicht den Vorteil zu zahlen hat.⁸⁶ Daher muss es das Ziel sein, zur Umsetzung des Energiekonzeptes 2020 differenzierte und damit zielgruppenangepasste Lösungen zur Überwindung des Investor-Nutzer-Dilemmas zu entwickeln.

Abbildung 47: Investor-Nutzer-Dilemma

Interessenkonflikte

Das Investor-Nutzer-Dilemma beschreibt, dass sinnvolle energetische Modernisierungen unterbleiben, weil ihr finanzieller Nutzen nicht eindeutig dem Eigentümer/Vermieter oder Mieter zugeordnet werden kann (in Gestalt der Einsparung von Brennstoffkosten) [Umweltbundesamt 2009].

In der Mieterstadt Berlin verfügen viele Mieterinnen und Mieter zudem nur über begrenzte Einkommensspielräume. Trotz hoher Priorität für den Klimaschutz muss die Sozialverträglichkeit besonders berücksichtigt werden.

Unter Anrechnung aller notwendigen Begleitmaßnahmen und Nebenkosten stellt es sich als Problem dar, dass energiesparende Maßnahmen häufig deutlich mehr kosten als die in absehbarer Zeit erreichbaren Heizkostensparnisse. Der erforderlichen Umlage der Modernisierungskosten auf den Mieter (§ 559 BGB) sind faktische (im Hinblick auf die erzielbare und durchsetzbare ortsübliche Miete) und rechtliche Grenzen gesetzt, so dass sinnvolle Investitionen verhindert werden.

Wo ein Eigentümer deshalb energiesparende Maßnahmen nicht mit Umlagen, welche bei den Mietern auf Akzeptanz treffen, finanzieren kann oder will, werden im Ergebnis keine energiesparenden Maßnahmen durchgeführt. Kalkül des Eigentümers ist dann: Ich als Eigentümer kann mit höheren Heizkosten leben, weil sie voll auf die Wohnungsnutzer umgelegt werden können.

7.5 Maßnahmenkatalog

Für eine Verwirklichung des empfohlenen Zielszenarios bei den privaten Haushalten wird nachfolgend zwischen kurzfristigen und mittelfristigen Maßnahmen unterschieden. Die kurzfristigen Maßnahmen stellen prioritäre Maßnahmen dar, welche die Grundlage zu einer Umsetzung des Zielszenarios sind und daher innerhalb von zwei Jahren nach Beschluss des Energiekonzeptes 2020 umgesetzt werden sollten.

7.5.1 Kurzfristige Maßnahmen

Für eine Umsetzung der erforderlichen energetischen Sanierungsinvestitionen im dargestellten kritischen Wohnungsbestand ist die Entwicklung zielgruppenspezifischer Strategien notwendig, mit denen die Investitionskalküle der jeweiligen

⁸⁶ Die Annahme des Vorliegens eines Investor-Nutzer-Dilemmas erfordert im konkreten Fall jedoch eine differenzierte Betrachtung und ist nicht generell als Modernisierungshemmnis anzusehen. Nur unter bestimmten Ausgangsbedingungen kann sich für die Vermieterseite bei energetischen Sanierungsmaßnahmen kein wirtschaftlicher Mehrertrag gegenüber einem Verzicht auf die Investition einstellen. Dies gilt v. a. dann, wenn die Erhöhungsmargen der örtlichen Vergleichsmiete bereits ausgeschöpft sind oder sich bei einer erhöhten Miete trotz verbesserter energetischer Qualität keine Mieter finden (z. B. Abwanderungsregionen) [Umweltbundesamt 2009].

Eigentümergruppen adressiert werden.⁸⁷ Besonders im Hinblick auf die bisher für Modernisierungsaktivitäten nur schwer erreichbaren Eigentümer (z. B. nicht in einem Verband organisierte Eigentümer, vor allem von Ein- und Zweifamilienhäusern, Wohnungseigentümergeinschaften und weitere) erscheint es erforderlich, einen Umsetzungs- und Begleitprozess zu institutionalisieren. Hierfür wird als kurzfristige Maßnahme die Einrichtung und Etablierung eines Forums „Energieeffizientes Bauen und Wohnen“ empfohlen.

Das Forum hat die Aufgabe, Teilkonzepte und -maßnahmen zu entwickeln, um die Gebäudesanierung im kritischen Gebäude- und Wohnungsbestand zu fördern. An den Aktivitäten eines solchen Forums wären die folgenden Akteure zu beteiligen:

- Senatsverwaltung,
- Banken (KfW, IBB, Hausbanken),
- Multiplikatoren der Bau- und Wohnungswirtschaft (z. B. Wohnungsunternehmen und -genossenschaften),
- Hausverwaltungen,
- Mieterverbände und -vereinigungen.

Das Forum „Energieeffizientes Bauen und Wohnen“ ist in die bestehenden Verwaltungsstrukturen der Querschnittsaufgabe „Klimaschutz“ des Landes einzubinden. So wäre vorstellbar, dass die einzurichtende Geschäftsstelle für Energie- und Klimaschutz des Landes die Aktivitäten dieses Forums koordiniert und als Schnittstelle zu Politik und Verwaltung fungiert.

Das Forum sollte unter Einbindung von Kreditinstituten eine Informations- und Motivationsstrategie zur Erschließung des kritischen Modernisierungsbestandes entwickeln.

Entscheidend für die Erreichung der kritischen Eigentümergruppen wird es darüber hinaus sein, praktikable Finanzierungswege aufzuzeigen. Grundlage wird dabei weiterhin die Bundesförderung der KfW- Programme und die BAFA-Förderung für Erneuerbare Energien sein.

Neben der Etablierung des dargestellten Forums werden als zweiter wichtiger Maßnahmen Schwerpunkt die Entwicklung und das Angebot von Finanzierungsinstrumenten für den kritischen Wohnungsbestand empfohlen. Die Weiterentwicklung der Finanzangebote sollte unter Auswertung der Erfahrungen aus dem Forum „Energieeffizientes Bauen und Wohnen“ erfolgen.

Schließlich werden als weitere kurzfristige Maßnahme die Fortschreibung bzw. der Neuabschluss von Klimaschutzvereinbarungen mit Wohnungsunternehmen empfohlen. Das Instrument sollte nach den Standards der für das Land zu entwickelnden Leitfäden erfolgen, um zwischen den Klimaschutzvereinbarungen eine größere Vergleichbarkeit und damit auch Integrierbarkeit in die Energie- und Klimaschutzstrategie des Landes Berlin zu erreichen.

⁸⁷ Die IBB hat dazu kürzlich ein Gutachten in Auftrag gegeben, dass das Investitionskalkül der Energieverbrauchergruppen gegenüber Energieeffizienzmaßnahmen analysieren soll.

Abbildung 48: Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Private Haushalte“

Etablierung eines Forums „Energieeffizientes Bauen und Wohnen“ zur Koordination der handlungsfeldbezogenen Effizienzstrategie

- Erarbeitung einer Beratungs- und Motivationsstrategie zur Erschließung des kritischen Modernisierungsbestands unter Einbindung von Banken / Finanzierungsinstituten, mögliche Elemente:
 - o Finanzierung von Gebäude-Energiechecks/Erstanalysen als Kundenbindungsstrategie der Banken,
 - o Förderung der Erstellung und Auswertung von Energieausweisen
- Zielgruppenspezifische Identifikation von Effizienzmaßnahmen mit geringen CO₂-Minderungskosten
- Festlegung von Prioritätsgebieten und Bestimmung relevanter Akteursgruppen für die energetische Modernisierung im Wohnungsbestand

Entwicklung und Angebot geeigneter Finanzierungsinstrumente zur Steigerung der Sanierungsraten im kritischen Wohnungsbestand

- Entwicklung einer auf die kritischen Eigentümersegmente orientierten Technik- und Finanzierungsberatung
- Optimierung des Einsatzes von KfW-Fördermitteln

Klimaschutzvereinbarungen mit Wohnungsunternehmen

- Ausweitung / Neu-Abschlüsse von Klimaschutzvereinbarungen mit Wohnungsunternehmen
- Fortschreibung bestehender Klimaschutzvereinbarungen mit den städtischen Wohnungsunternehmen

7.5.2 Mittelfristige Maßnahmen

Bei den mittelfristigen Maßnahmen sollte ein Schwerpunkt auf der Auswertung der Erfahrungen mit den bisherigen Energieausweisen im Hinblick auf ihre Informations- und damit Praxistauglichkeit liegen. Z. B. sind die Nutzflächen in den Bedarfsausweisen (=EnEV-Nutzflächen) etwa 10 % größer als die tatsächlichen Wohnflächen in den Mietverträgen. Dadurch und durch andere theoretische Annahmen nach EnEV weichen die tatsächlichen Energieverbräuche von den Bedarfswerten – auch bei sparsamen Verhalten – leicht ab. Dies resultiert für die Eigentümerseite gegenüber den Mietern in besonderem Erklärungsbedarf zur Aussagekraft der Ausweise, der von den Eigentümern kaum geleistet werden kann. In der Praxis sind bisher die Mieter deshalb mehr an den tatsächlichen Heizkosten als an den theoretischen Werten des Energieausweises interessiert.

Als weiche Maßnahme zur Förderung des Ausbaus Erneuerbarer Energien im Wohnungsbestand wird außerdem empfohlen, dass zur Bewertung und Qualifizierung der Wohnqualität neben allgemeinen Kennzahlen zum energetischen Zustand des Gebäudes auch der Einsatz Erneuerbarer Energien gesondert berücksich-

sichtigt wird. In diesem Sinne wird empfohlen, den Berliner Mietspiegel zu ergänzen.

Ferner sollte im Land Berlin über die bestehenden Pilotprojekte zur Einführung eines Smart Metering hinaus eine großräumigere Ausstattung von Wohnungen mit intelligenten Zählern erfolgen. Hierdurch können für die Mieter und Wohnungseigentümer die Transparenz ihres Stromverbrauchs verbessert und zusätzliche Anreize für stromsparendes Verhalten gesetzt werden.

Als weitere Maßnahme wird mittelfristig vorgeschlagen, die bereits bewährte Kampagne „Stromspar-Check“ auszuweiten, bei der einkommensschwache Haushalte von sozialen Trägern, Energieagenturen und Jobcentern eine kostenlose Beratung zur Verbesserung der Stromeffizienz in den Haushalten erhalten. Hier wäre sicherzustellen, dass Stromsparthelfer in sämtlichen Berliner Bezirken tätig werden können.

Schließlich wird zur Prüfung empfohlen, ob im Land Berlin ein Pilotprojekt „CO₂-neutrales Wohngebiet/Quartier“ (z. B. nach Passivhausstandard oder alternativ mit dem Einsatz einer innovativen Nahwärmeversorgung wie Geothermie) realisiert werden kann.

Abbildung 49: Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld private Haushalte

Auswertung der Erfahrungen mit den bisherigen Energieausweisen im Hinblick auf Informations- und Praxistauglichkeit für Mieter und Vermieter

- Unterstützende Informationsangebote für die Vermieterseite zur Erläuterung der Energieausweise gegenüber Mietern
- Steigerung der Attraktivität von Energieausweisen als Qualitätskriterium für Wohnraum

Berücksichtigung von Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer Energien im Berliner Mietspiegel

- Bei Bewertung und Qualifizierung der Wohnungsqualität sollten neben dem energetischen Zustand auch der Einsatz Erneuerbarer Energien berücksichtigt werden.

Umsetzung von großräumigen Smart-Metering-Projekten im Wohnungsbestand

- Verbesserung der Transparenz von haushaltsbezogenen Stromverbräuchen und Anreize zu stromeffizienten Verbraucherverhalten

Ausweitung Stromsparchecks in Haushalten

- Sicherstellung eines landesweiten Einsatzes von Stromsparthelfern/-innen

Öffentlichkeitswirksames Pilotprojekt zur Umsetzung eines CO₂-neutralen Wohngebiets / Quartiers

- Prüfung von Umsetzungspotentialen im Land Berlin (z. B. Quartierneubau nach Passivhauskonzept)

8 Vorbetrachtung zum Sektor „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“

Der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) ist mit rund 1,39 Mio. Erwerbstätigen der herausragende Bereich des Berliner Arbeitsmarktes. Bevor auf die Struktur dieses komplexen Verbrauchssektors eingegangen wird, ist zunächst eine akteursgenaue Abgrenzung der Teilsektoren erforderlich. Zu diesem Zweck werden die Teilsektoren wie folgt definiert.

Abbildung 50: Definitionen zum Sektor „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“

Gewerbe

Unter Gewerbe sind diejenigen Betriebe des verarbeitenden Gewerbes zu verstehen, die weniger als 20 Beschäftigte haben und nicht dem Bereich Industrie und verarbeitendes Gewerbe zugeordnet sind [Destatis 2003]. Diese werden auch als industrielle Kleinbetriebe bezeichnet. Wie in der Energiebilanz [vgl. AG Energiebilanzen 2008] und in der Studie zum Energieverbrauch des GHD-Sektors [Fraunhofer ISI et al. 2009] sind das Baugewerbe und landwirtschaftliche Betriebe (inklusive Gartenbau) ebenfalls dem GHD-Sektor zugeordnet und werden deshalb, unabhängig von ihrer Mitarbeiterzahl, im Sektor Gewerbe mitbetrachtet.

Handel

Der Bereich Handel umfasst den Groß- und Einzelhandel (Verkauf ohne Weiterverarbeitung) mit jeder Art von Waren und die Erbringung von Dienstleistungen beim Verkauf von Handelswaren. Zu diesem Bereich zählen ferner die Reparatur von Kraftfahrzeugen sowie Gebrauchsgütern. Ein weiterer Bestandteil sind Handelsvertretungen.

Dienstleistungen

Wegen der großen wirtschaftlichen und damit auch energetischen Bedeutung des Dienstleistungssektors unterscheidet das Energiekonzept zwischen dem öffentlichen und dem privaten Dienstleistungssektor. Als Zuordnungskriterium wird vereinfachend angenommen, dass gemischtwirtschaftliche Betrieben dem öffentlichen Dienstleistungssektor zugerechnet werden, wenn der Anteil der öffentlichen Hand an dem Unternehmen mindestens 50 % beträgt [Senatsverwaltung für Finanzen 2008]. Eine genauere Definition des öffentlichen Dienstleistungssektors erfolgt im betreffenden Teilkapitel. Die privaten Dienstleistungen umfassen größtenteils büroähnliche Berufe, wie z. B. Unternehmen der Steuer-, Rechts- und Unternehmensberatung, des Grundstücks- und Wohnungswesen, Interessensverbände, Call-Center usw.

Quelle: Berliner Energieagentur

Wegen der besonderen Bedeutung des GHD-Sektors für die Berliner Wirtschaft ist es im Rahmen der Arbeiten zum Energiekonzept 2020 ein zentrales Ziel, genauere Daten zum Energieverbrauch besonders im öffentlichen und privaten Dienstleistungssektor abzuleiten. Hierbei wirkt erschwerend, dass in der amtlichen Energiebilanz der GHD-Sektor wegen seiner Komplexität lediglich als Saldo des gesamten Endenergieverbrauchs aller Sektoren abzüglich der Sektoren Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe, Verkehr und Haushalte ausgewiesen wird. Hierdurch ergeben sich für die erforderliche Identifikation der energieintensiven Teilbranchen des GHD-Sektors und damit zur Entwicklung einer weiteren Energie- und CO₂-Minderungsstrategie nur sehr ungenaue Anhaltspunkte.

Um eine genauere Abschätzung des Energieverbrauchs der Teilsektoren des GHD-Sektors zu erhalten, werden deshalb Kennzahlen zu spezifischen Energieverbrauchswerten, welche das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsfor-

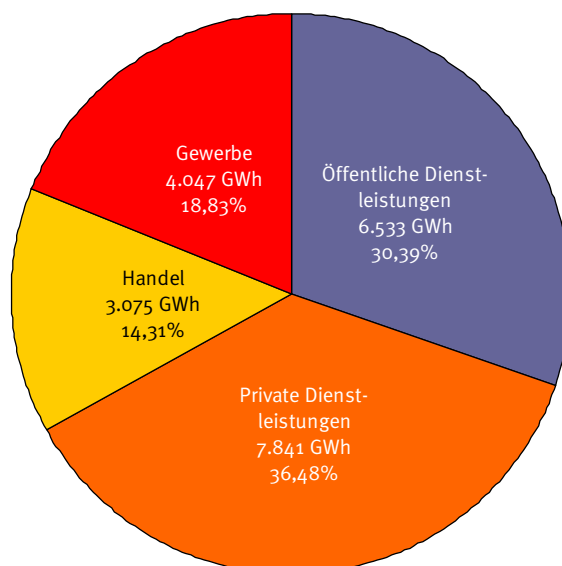
schung für einzelne Branchen des GHD-Sektors erarbeitet hat (Fraunhofer ISI et al., 2004 und 2009), mit den Beschäftigtenzahlen des Jahres 2005 hochgerechnet. Die Hochrechnungen ergeben eine große Übereinstimmung mit den Verbrauchswerten der amtlichen Energiebilanz für 2005.

Als Schwerpunkte des Endenergieverbrauchs sind mit der Hochrechnung im GHD-Sektor folgende Teilbranchen zu nennen (beginnend mit der Teilbranche, die den größten Energieverbrauch aufweist):

- Gaststätten und Beherbergungsgewerbe,
- Einzel- und Großhandel,
- Gebietskörperschaften und Sozialversicherungen,
- Sonstige öffentliche und private Dienstleistungen: Polizei, Feuerwehr, Reinigung von Gebäuden, Inventar und Verkehrsmitteln, Kunst und Unterhaltung, Verbände und Vereinigungen, Parteien, Datenverarbeitung und -banken,
- Gesundheits- und Veterinärwesen,
- Liegenschaften des Verkehrs (z. B. DB, BVG, etc.) und
- Erziehung und Unterricht (Kindertagesstätten, Schulen und Universitäten).

Auf der Grundlage der Daten der Energiebilanz und unter der Verwendung der Ergebnisse weiterer vertiefender Studien zum Berliner Wärmemarkt [DIWecon 2009, Prognos 2008] wurde in einem nächsten Schritt eine genauere Beschreibung des Strom- und Wärmemarkts im GHD-Sektor Berlins erarbeitet. Die Ergebnisse werden in Abbildung 51 zusammengefasst.

Abbildung 51: Struktur des Endenergieverbrauchs im GHD-Sektor im Referenzjahr (Gesamtenergieverbrauch: 21.496 GWh)



Quelle: Berliner Energieagentur 2010

Die Abbildung verdeutlicht, dass im GHD-Sektor Berlins der Teilsektor der „Privaten Dienstleistungen“ mit 36 % den Hauptanteil am Endenergieverbrauch trägt,

gefolgt vom „Öffentlichen Dienstleistungssektor“ mit 30 %. Von untergeordneter Bedeutung erscheinen das kleinteilige Gewerbe (19 %) und der Handel (14 %).

9 Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“

9.1 Ausgangssituation

Berlin ist eine Dienstleistungsmetropole. Ein Großteil des Energieverbrauchs wird im Dienstleistungssektor verursacht. Um eine möglichst differenzierte Ableitung der Energieeinspar- und CO₂-Minderungspotentiale dieses Sektors zu erhalten, unterscheidet das Energiekonzept zwischen den Handlungsfeldern private und öffentliche Dienstleistungen. Die Heterogenität des öffentlichen Dienstleistungssektors verdeutlicht Abbildung 52.

Abbildung 52: Teilsektoren des öffentlichen Dienstleistungssektors

- Verkehr und Nachrichtenübermittlung (Personen- und Güterbeförderung per Straße, Schiene, Luft, Post, Kurier und Fernmeldewesen),
- Vermietung beweglicher Sachen (z. B. Büchereien, Bibliotheken),
- Datenverarbeitung und -banken (z. B. ITDZ, Rechenzentren der Universitäten),
- Staatliche Forschungs- und Entwicklungsinstitute,
- Allgemeine öffentliche Verwaltung (Senatsverwaltung, Bezirksverwaltung),
- Rechtspflege (Verwaltungs-, Zivil-, Strafgerichte, Justizwesen),
- Öffentliche Sicherheit und Ordnung (Polizei, Feuerwehr),
- Sozialversicherung und Arbeitsförderung (z. B. Gesetzliche Renten-, Kranken und Unfallversicherung),
- Erziehung und Unterricht (Kindergärten und -tagesstätten, Schulen, Universitäten, Fachhochschulen, Berufliche Erwachsenenbildung,
- Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen (z. B. Krankenhäuser, Hochschulkliniken, Arztpraxen, Jugend-, Erziehungs-, Altenwohn- und -pflegeheime, Jugendzentren),
- Erbringung von sonstigen öffentlichen und privaten Dienstleistungen (z. B. Abfall- und Abwasserbeseitigung (z. B. BSR), öffentlich-rechtlicher Rundfunkveranstalter, mehrheitlich staatlich geförderte Theater und Opernhäuser, Museen, Zoologische Gärten, Betrieb von Sportanlagen (z. B. BBB).

Quelle: Berliner Energieagentur unter Verwendung Statistisches Bundesamt 2003

9.1.1 Der öffentliche Gebäudebestand

Die folgende Abbildung fasst in Bezug auf die energetische Relevanz des öffentlichen Gebäudebestands die zentralen Akteure des Handlungsfelds „Öffentliche Dienstleistungen“ im Überblick zusammen.

Abbildung 53: Zentrale Akteure des Handlungsfeldes „Öffentliche Dienstleistungen“



¹ Öffentliche Unternehmen: Anteil der öffentlichen Hand $\geq 50\%$

Quelle: Berliner Energieagentur

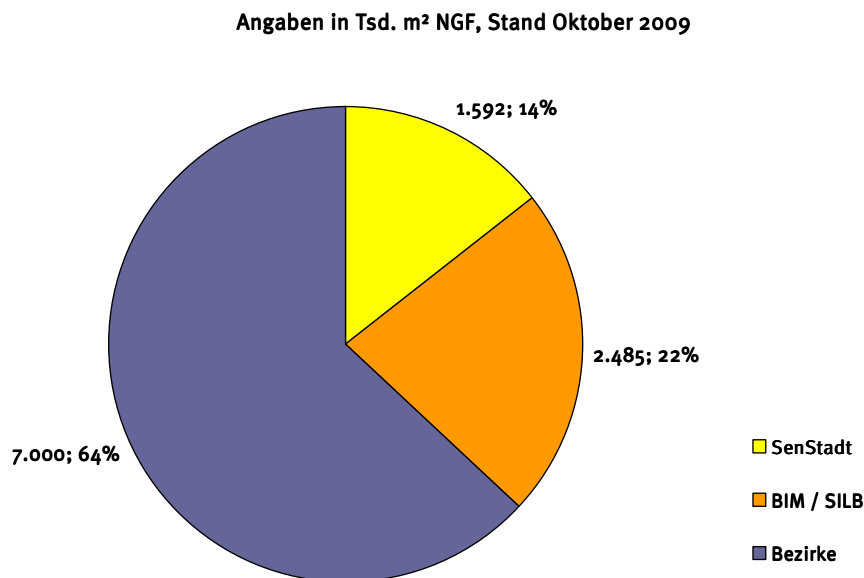
Für eine Einschätzung der Energieeinsparpotentiale sind zunächst Daten zu den Liegenschaften der einzelnen Akteure von grundlegender Bedeutung (Liegenschaftsmanagement). Das Land Berlin verfügt bislang über keine einheitliche Datenbasis für seine zahlreichen Grundstücke und Immobilien. Deshalb hat der Berliner Senat im Sommer 2007 die Schaffung eines zentralen Bestandsverzeichnisses für alle Liegenschaften des Landes beschlossen. Das Bestandsverzeichnis wird in einem dreijährigen Vorhaben bis 2010 durch die BIM im Auftrag der Senatsverwaltung für Finanzen umgesetzt und einen umfassenden Überblick über die Flächendaten der Berliner Liegenschaften geben.⁸⁸

Der Gesamtumfang des Bestandsverzeichnisses wird voraussichtlich über 10 Mio. m² Nettogrundfläche betragen. Zum Endstand des Projekts werden etwa 6.000 Gebäude erfasst sein. Hierbei ist allerdings hervorzuheben, dass in dem Bestandsverzeichnis nur die Flächen der Haupt- und Bezirksverwaltungen berücksichtigt und die Universitäten, Krankenhäuser und öffentlichen Unternehmen des Landes nicht enthalten sind, obwohl hier mitunter hohe Energieeinzerverbraucher bestehen (z.B. Vivantes). Darüber hinaus ist zu betonen, dass das Bestandsverzeichnis nur sehr bedingt die für eine qualitative und quantitative energetische Erfassung der Gebäude benötigten Angaben enthalten wird [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010a]. Die Weiterentwicklung des Bestandsverzeichnisses zur Einbindung von energetischen Kenndaten ist für die Umsetzung der Ziele des Energiekonzepts 2020 deshalb eine zentrale Grundlage.

Die folgende Abbildung fasst die vorläufigen Flächendaten der erfassten Akteure zusammen.

⁸⁸ Zu diesem Ziel haben alle Bezirke, die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und die BIM GmbH (SILB) eine Vereinbarung abgeschlossen und der BIM GmbH entsprechende Gebäudedaten mitgeteilt.

Abbildung 54: Flächendaten der öffentlichen Liegenschaften des Landes Berlin (Gesamtfläche: 11.077 m², ohne öffentliche Unternehmen, Universitäten und Krankenhäuser)



Quelle: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010a

Abbildung 54 verdeutlicht, dass der Hauptanteil der öffentlich bewirtschafteten Gebäudefläche den Bezirken untergeordnet ist.

Der Liegenschaftsbestand der BIM umfasst über 1.000 Gebäude. Die bewirtschaftete Bruttogrundfläche liegt bei rund 4 Mio. m². Die bisher durch die BIM vermessene Bruttogrundfläche beträgt ca. 3 Mio. m² und betrifft überwiegend die Flächen des Sondervermögens. Nach Abschluss der Arbeiten zur Durchführung der Aufmaße für die Polizei und Feuerwehr, deren Immobilienbestand bereits rund 1 Mio. m² ausmacht, ist die gesamte Fläche des Sondervermögens mittlerweile vermessen [Berliner Immobilienmanagement 2008].⁸⁹

Für das Sondervermögen hat sich die BIM im Rahmen einer Klimaschutzvereinbarung verpflichtet, die CO₂-Emissionen bis 2015 gegenüber dem Jahr 2007 um insgesamt 21 % zu reduzieren. Ab dem Jahr 2009 ist bis 2015 eine kontinuierliche jährliche CO₂-Reduzierung von 3 % zu erreichen [Berliner Immobilienmanagement, SenGUV 2009].

Darüber hinaus liegen noch Flächenangaben zu den Liegenschaften der Bezirke vor. Die Nettogeschossfläche der Bezirksverwaltungen wird auf 7 Mio. m² geschätzt. Davon entfallen auf die Schulen und Sportstätten knapp 5 Mio. m² [Abgeordnetenhaus Berlin 2009, Berliner Immobilienmanagement 2007, 2008].

Neben den Liegenschaften der öffentlichen Unternehmen, der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung/BIM und der Bezirke spielen im öffentlichen Dienstleis-

⁸⁹ Die Notwendigkeit einer Verbesserung der Datengrundlage zu den Berliner Liegenschaften wird auch daran deutlich, dass die Durchführung der Ausmaße im SILB-Vermögen ergeben hat, dass in den vermessenen Gebäuden 17 % mehr Fläche besteht als in den Altdaten vermerkt war [Berliner Immobilienmanagement 2008].

tungssektor Berlins die Liegenschaften des Bundes eine besondere Rolle. Zu einer Abschätzung der Liegenschaftsflächen dieses Akteurs wurde durch das Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung mitgeteilt, dass in einer Datenbank der Deutschen Energieagentur die Bruttogeschossfläche der Bundesbauten in Berlin auf ca. 3,8 Mio. m² geschätzt wird.⁹⁰ Zwischen 25 und 30 % der gesamten öffentlichen Liegenschaftsfläche des Landes Berlin wären somit Flächen des Bundes. Dies verdeutlicht, dass aufgrund der Verursacherbilanzierung auch der Bund als Akteur zur Realisierung der Klimaschutzziele Berlins berücksichtigt werden muss.⁹¹

9.1.2 Bisherige Energieeffizienzpolitik im öffentlichen Sektor

Der öffentliche Dienstleistungssektor soll bei der Energieeffizienz eine politische und gesellschaftliche Vorreiterrolle einnehmen. So legt die EU-Richtlinie über Energieeffizienz und Energiedienstleistungen fest [Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2006], dass in den EU-Mitgliedstaaten dem öffentlichen Sektor eine besondere Vorbildfunktion zukommt (Art. 5 EU-RL EDL). Der öffentliche Sektor soll Pilotprojekte initiieren, energieeffizientes Verhalten der Bediensteten fördern und gegenüber der Öffentlichkeit eine Multiplikatorenrolle wahrnehmen. Eine besondere Rolle spielt die energieeffiziente öffentliche Beschaffung.

Die landespolitische Umsetzung dieser Zielsetzung spiegelt sich in verschiedenen Programmen und Gesetzen. Beispielhaft ist an dieser Stelle auf das Landesenergieprogramm 2006 - 2010 und das Klimapolitische Arbeitsprogramm des Berliner Senats zu verweisen [Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz 2005, 2008a].

Das Klimapolitische Arbeitsprogramm hebt die besondere Bedeutung der ökologischen Sanierung öffentlicher Gebäude hervor [Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz 2008a]. Das Klimapolitische Arbeitsprogramm des Senats beschreibt im Abschnitt „Gebäudesanierung ausbauen“ drei Bausteine:

1. Gesamtkonzept CO₂-Sanierung

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ein wesentlicher Schlüssel zur Verbesserung der Berliner Klimabilanz und zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit insbesondere des Bestandes öffentlicher Liegenschaften (s.a. Beschluss des Abgeordnetenhauses von Berlin, Drs. 16/0706). Die ökologische Sanierung öffentlicher Gebäude ist daher von besonderer Bedeutung. In der Zuständigkeit einzelner Fachverwaltungen gibt es hierzu einige vielversprechende Initiativen (Investitionspakt SenStadt, UEP I und UEP II SenGUV, Energiesparcontracting SenGUV etc.), es fehlt jedoch ein Konzept, das die entsprechenden Finanzierungsmöglichkeiten und die heterogene Eigentümerstruktur der landes- und bezirkseigenen Liegenschaften berücksichtigt.

⁹⁰ Allerdings wurde einschränkend angemerkt, dass zur Vollständigkeit der erfassten Daten der Berliner Bundesliegenschaften keine Auskunft gegeben werden kann.

⁹¹ Aggregierte Informationen zum Energieverbrauch (Strom und Wärme) und den CO₂-Emissionen im Jahr 2005 konnten vom Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung nicht zur Verfügung gestellt werden. Auch genauere Informationen zur Entwicklung des Energiebedarfs der Bundesliegenschaften in Berlin bis zum Jahr 2020 liegen der Berliner Energieagentur nicht vor.

Die Senatsverwaltung für Finanzen wird deshalb, in Abstimmung mit den einzelnen Fachressorts, die Finanzierungsmöglichkeiten mit der Möglichkeit der Nutzung von Drittmitteln darstellen. Für das Sondervermögen Immobilien des Landes Berlin (SILB) übernimmt im Auftrag der Senatsverwaltung für Finanzen die BIM GmbH diese Aufgabe. Die Ergebnisse sind durch die Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz in einem Gesamtkonzept zusammenzuführen.

2. Maßnahmenkatalog öffentliche Gebäude und Wohngebäude

Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung hat eine Untersuchung des energetischen Zustandes der Gebäude in ihrem Portfolio und der sich daraus ergebenden Einsparungspotentiale beauftragt. Als Ergebnis soll ein Maßnahmenkatalog mit einer Kostenschätzung und Prioritätensetzung vorliegen, mit dem der Rahmen für eine Umsetzung bestimmt werden kann. Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung wird gebeten, über die dann vorliegenden Resultate bis zum 30.11.2008 zu berichten. Weitergehendes Ziel ist es, im Einvernehmen mit dem Senat und den Bezirken eine Selbstverpflichtung für alle landeseigenen Liegenschaften zu erreichen. (...)

3. Berliner Energiestandard

Die Senatsverwaltungen für Stadtentwicklung und für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz werden beauftragt, bis zum 30.11.2008 einen „Berliner Energiestandard“ zu entwickeln, der Grundlage für die energetische Sanierung öffentlicher Gebäude sein kann. Bei Neubauten wird eine Unterschreitung der geltenden Vorgaben der Energieeinsparverordnung (EnEV) um mindestens 30 % schon jetzt vorgegeben. Dabei soll der Anteil der Erneuerbaren Energien erhöht werden. Diese Ziele werden auch für umfassende Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand angestrebt. (...)

Hierzu ergänzend besteht eine Arbeitsgruppe unter der Federführung der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung mit Beteiligung der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz und der Senatsverwaltung für Finanzen, zur Erarbeitung einer einheitlichen Methodik für die Erfassung und Bewertung der energetischen Qualitäten des öffentlichen Gebäudebestandes.

9.1.2.1 Landesverwaltung

Für das Energiekonzept 2020 ist die Umsetzung einer einheitlichen Energieeffizienzpolitik für den Gebäudebestand ein zentraler Hebel zur Verwirklichung der Energie- und CO₂-Einsparziele. Hier betont das aktuelle Landesenergieprogramm, dass das Land Berlin seine ehrgeizigen Klimaschutzziele nur erreichen kann, wenn der CO₂-Ausstoss der öffentlichen Gebäude zwischen 1990 und 2010 um 30 % sinkt [Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz 2005].

Zu der Umsetzung der oben genannten Elemente des Klimapolitischen Arbeitsprogramms ist folgender Sachstand zu verzeichnen.

Zu 1. und 2. des Klimapolitischen Arbeitsprogramms

Für die energetische Erfassung und Bewertung der Gebäude ist im Hinblick auf die heterogene Liegenschaftsstruktur (Bezirksämter, SenStadt, SILB, Hochschulen, Krankenhäuser) hervorzuheben, dass diese Aufgaben in der Eigenverantwortung der jeweiligen Stellen liegen. Deshalb weisen die Bewertungen derzeit einen sehr unterschiedlichen Stand auf. Allerdings besteht für die öffentlichen Liegenschaf-

ten im Land Berlin das strategische Ziel, eine energetische Bewertung des Berlinweiten Gebäudebestands nach einem einheitlichen Standard zu erzielen.

Bisher wurden für das Gebäude-Portfolio der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und des SILB umfassende energetische Bewertungen vorgenommen und Maßnahmenkataloge erarbeitet.

Derzeit besteht die landespolitische Zielvorgabe darin, die bisherigen Ergebnisse und das methodische Vorgehen in diesem Bereich mit den anderen liegenschaftsverwaltenden Stellen des Landes abzustimmen und unter Berücksichtigung spezifischer Besonderheiten einzelner Gebäudetypen in ein Gesamtkonzept zur energetischen Gebäudesanierung zu überführen und es damit auf weitere Teilportfolien des Landes zu übertragen. Dabei sollen als Orientierungsmaßstab möglichst einheitliche Parameter für die Erfassung, die Bewertung und den Untersuchungsumfang vereinheitlicht werden [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2010a]. Die landesweite Umsetzung dieser Standards ist eine zentrale Grundlage für das angestrebte stadtweite strategische Energiemanagement.

Zu 3. des Klimapolitischen Arbeitsprogramms

Um einen einheitlichen Effizienzstandard bei den öffentlichen Gebäuden zu erreichen, wurde im Januar 2010 die Einführung eines Berliner Energiestandards bei Baumaßnahmen vom Senat als Empfehlung zur Kenntnis genommen und im Zuständigkeitsbereich der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung bei Neubauten und Komplettsanierungen als verbindlich eingeführt.

Danach werden für alle Neubauten und umfassenden Sanierungsmaßnahmen im Zuständigkeitsbereich der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung bestimmte energetische Vorgaben als verbindliches Planungsziel festgelegt, die über die gesetzlichen Anforderungen der EnEV 2009 hinausgehen.

9.1.2.2 Bezirke

Während die Grundlagen für eine standardisierte Energieeffizienzstrategie für die Gebäude der Landesverwaltung somit auf den Weg gebracht sind, besteht bei den Bezirken nicht zuletzt aufgrund des anteilig großen Flächenbestands (s. Abbildung 54) über das Jahr 2011 hinaus bis zum Zieljahr 2020 dringender Handlungsbedarf. Für einen Übergangszeitraum bis Ende 2011 profitieren die Bezirke dabei im Bereich der energetischen Gebäudesanierung noch von der Förderung durch das Konjunkturprogramm II der Bundesregierung. Es wird geschätzt, dass auf die Bezirke ein Anteil von 30 % der Fördermittel aus dem Konjunkturprogramm II im Schwerpunkt energetische Sanierung entfällt.

Über diesen kurzfristigen Investitionsschub hinaus ist für die Gebäudesanierung aber auf die langfristigen Modernisierungserfordernisse zu verweisen. Im Hinblick auf die anstehenden Herausforderungen im Zeitraum bis 2020 ist zu erwägen, wie das bezirkliche Energiemanagement trotz der schwierigen Haushaltssituation gestärkt werden kann.

Im Hinblick auf diese Herausforderung fallen zunächst die ungleichen personellen und finanziellen Ausgangsbedingungen für das bezirkliche Energiemanagement auf. So existierten nach einer Auswertung von 2009 nur in acht der zwölf Berliner Bezirke eigene Energiewirtschaftsstellen, die zumeist im Bereich Bau- und Facility-Management eingerichtet ist. Auch verfügten in jenem Jahr nur sieben der zwölf Bezirke über den gesetzlich vorgeschriebenen Energiebeauftragten [B.&S.U., Ecologic 2009].

Gleichzeitig bestehen in kommunalen Liegenschaften jedoch Energie-Einsparmöglichkeiten in einer Größenordnung von 25-30 %. Beispielsweise empfiehlt das Baden-Württembergische Wirtschaftsministerium bei einer Kommune mit 50 bis 100.000 Einwohnern zwischen zwei und fünf Mitarbeiter in einem eigenen Energiemanagement [Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg 2004]. Bei Kommunen mit mehr als 100.000 Einwohnern ist die Zahl der Mitarbeiter vom Gebäudebestand abhängig. Die Einrichtung einer eigenständigen Energiewirtschaftsabteilung wird z. B. für die Stadt Stuttgart als vorbildhaft beschrieben. Die betreffenden Stellen sollten mit Personal unterschiedlicher Qualifikationen besetzt sein.⁹²

Wegen der zwischen den Berliner Bezirken sehr heterogenen Verwaltungsstruktur und der unterschiedlichen Zuordnung von Bau- und Gebäudemanagementaufgaben erscheint zunächst eine Bestandsanalyse der Verwaltungsstrukturen, -verantwortlichkeiten und -kapazitäten erforderlich, bevor weitere Maßnahmen zur Stärkung des Energiemanagements der Bezirke gegeben werden können. In diese Richtung zielen auch die für eine Stärkung des bezirksbezogenen Energiemanagements entwickelten Empfehlungen (Kapitel 9.4.1, Abbildung 58).

9.1.2.3 Öffentliche Unternehmen

Die öffentlichen Unternehmen Berlins haben sich in den vergangenen Jahren ebenfalls besonders für die Verwirklichung der Klimaschutzziele engagiert. Im Mittelpunkt stehen hier zahlreiche Klimaschutzvereinbarungen, die zwischen dem Land Berlin und den einzelnen Unternehmen abgeschlossen wurden. Zusammenfassend sind folgende Vereinbarungen mit den folgenden Unternehmen zu nennen:

- Berlin-Brandenburgische Wohnungsunternehmen e.V., unterteilt in Einzelvereinbarungen mit den sechs städtischen Wohnungsbaugesellschaften DEGEWO, GESOBAU AG, GEWOBAG, HOWOGE, Stadt und Land und WBM (Laufzeit: bis 31. Dezember 2010)⁹³
- Berliner Immobilienmanagement GmbH (Laufzeit: bis 31. Dezember 2015)
- Berliner Stadtreinigungsbetriebe (Laufzeit: 01. Januar 2006 bis 31. Dezember 2010)
- Berliner Wasserbetriebe (Laufzeit: 01. Januar 2008 bis 31. Dezember 2010)
- Berliner Bäder-Betriebe (Laufzeit: 01. Januar 2008 bis 31. Dezember 2012)
- IT-Dienstleistungszentrum Berlin (Laufzeit: 01. Januar 2010 bis 31. Dezember 2015)

Bei einer Gesamtschau auf die Klimaschutzvereinbarungen ist festzustellen, dass sich diese inhaltlich sehr voneinander unterscheiden. So gibt es Unterschiede in Bezug auf die Verpflichtungszeiträume, die Detailliertheit der zugrunde gelegten Energieverbrauchsdaten und in der Methodik der CO₂-Bilanzierung. Bisher existiert für dieses zweifelsohne sehr sinnvolle klimaschutzpolitische Instrument au-

⁹² Es wird die Besetzung mit Planern, Ingenieuren, Technikern und Verwaltungskräften empfohlen.

⁹³ Auf die Bedeutung einer Fortschreibung der genannten Klimaschutzvereinbarung wurde bereits im Kapitel zum Handlungsfeld „Private Haushalte und Gebäude“ verwiesen (siehe Kapitel 7.4).

ßerdem kein einheitliches Verfahren zum Monitoring der Vereinbarungen. Deshalb bleibt bei der bisherigen Aufbereitung der Zielerreichung der Vereinbarungen auch unklar, welchen Beitrag die Vereinbarungen zur Verwirklichung der energie- und klimapolitischen Ziele des Landes leisten. Besonders im Hinblick auf die Umsetzung der Energie- und CO₂-Einsparziele kann vorläufig empfohlen werden, bei den Klimaschutzvereinbarungen für eine größere Transparenz und Vergleichbarkeit zu sorgen, um die Anstrengungen und Erfolge der öffentlichen Unternehmen für den Klimaschutz in Berlin besser zu veranschaulichen. Dieses Ziel kann in erster Linie über den in Kapitel 4.3 (Kurzfristige und übergeordneten Maßnahmen) genannten Ausbau der Klimaschutzvereinbarungen erreicht werden (s. Abbildung 13).

Neben den planerischen Vorgaben ist eine langfristige Sicherung der Finanzierung von Gebäudesanierungsmaßnahmen in den Landesgebäuden von wichtiger Bedeutung. Bis Ende 2011 ist die Finanzierungssituation durch den besonderen Fall einer umfassenden Förderung aus dem Konjunkturprogramm II der Bundesregierung und anteilig der Landesregierungen geprägt. Dabei steht dem Land Berlin bei einem 25%igen Eigenanteil ein Gesamtprogrammvolume von ca. 632 Mio. € zur Verfügung, um Investitionen in den Schwerpunkten Bildungsinfrastruktur und sonstige Infrastruktur zu fördern.

Parallel zur Senatsverwaltung für Stadtentwicklung ist die BIM GmbH für die Umsetzung von Maßnahmen aus dem Konjunkturpaket II im Bestand des SILB zuständig. Hierfür stehen ihr 51 Mio. € zur Verfügung, so dass nach dem Zukunftsinvestitionsgesetz insgesamt 104 Mio. € für die Sanierung von Gebäuden der sonstigen öffentlichen Infrastruktur aufgewendet werden.

Im Hinblick auf die nachfolgende Szenarienerstellung ist zu beachten, dass sowohl das Referenz- als auch das Zielszenario die durch das Konjunkturprogramm-II-Paket ausgelösten Effizienzbeiträge berücksichtigt.

9.1.3 Entwicklungen bis 2020

Die Entwicklung des Energieverbrauchs im öffentlichen Dienstleistungssektor hängt von zahlreichen Faktoren ab und ist deshalb schwierig zu prognostizieren. Generell ist für die Verwaltung des Berliner Landes und der Bezirke zunächst von einem Rückgang der Zahl der Beschäftigten auszugehen.

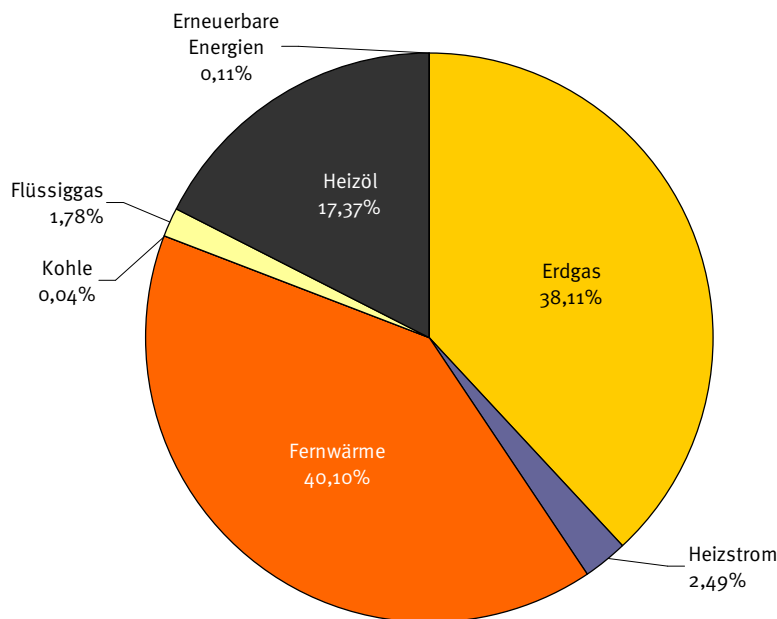
Der Senat hat sich bei der Personalplanung der Landesbeschäftigten im Rahmen der Finanzplanung 2009 bis 2013 auf eine Zielzahl von 100.000 Vollzeitäquivalenten (VZÄ) festgelegt, die nach den gegenwärtigen Prognosen etwa 2013 erreicht wird. Unter Berücksichtigung der Teilzeitbeschäftigungsverhältnisse entspricht diese VZÄ-Ausstattung einer Beschäftigtenzahl von rd. 108.000 Beschäftigten, die auch den Personalüberhang beinhaltet. Insgesamt ist zwischen 2005 und 2014 mit einem Rückgang der Beschäftigtenzahl um rund 20 % auszugehen.

Die Auswirkungen auf den Energieverbrauch sind aus dieser Entwicklung aber nicht direkt ableitbar, da im Dienstleistungssektor der Hauptanteil des Energieverbrauchs nicht durch die „Produktion am Arbeitsplatz“, sondern überwiegend durch die zeitliche Inanspruchnahme der Dienstleistung durch Kunden entsteht (z. B. Öffnungszeiten von Bibliotheken, Nutzungszeiten von Schulgebäuden, Sporthallen, etc.).

9.2 Energieverbrauch - Referenzjahr

Der Wärmeverbrauch des öffentlichen Dienstleistungssektors wird für das Referenzjahr 2005 auf 5.245 GWh geschätzt. Er verteilt sich auf die folgenden Energieträger.

Abbildung 55: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld Öffentlichen Dienstleistungen (Gesamtwärmeverbrauch: 5.245 GWh)



Quelle: DIW econ 2009, Prognos 2008, eigene Berechnung Berliner Energieagentur / Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

Mit einem Anteil von über 40 % trägt die Fernwärme für die Wärmeversorgung des öffentlichen Dienstleistungsbereichs den Hauptanteil. Der zweitwichtigste Energieträger ist das Erdgas (38 %), gefolgt vom Heizöl (17 %).

Der Stromverbrauch unterteilt sich im Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“ in folgende drei Bereiche:

- Öffentliche Akteure, die unter die Stromausschreibung des Landes Berlin fallen (sog. „Stadtvertrag“),
- Öffentliche Akteure des Landes Berlin außerhalb der Stromausschreibung (z. B. BSR, BBB, etc.),
- Stromverbrauch der Liegenschaften des Bundes.

Unter Verwendung der Daten der Energiebilanz 2005 und weiterer Ableitungen wird der Stromverbrauch des öffentlichen Dienstleistungssektors im Jahr 2005 auf ca. 1.288 GWh (ohne Heizstrom) geschätzt. Der Heizstrom in Höhe von 130 GWh wird wärmeseitig bilanziert.

Die Verteilung des Stromverbrauchs auf die verschiedenen Akteursgruppen wird in Tabelle 19 dargestellt.

Tabelle 19: Stromverbrauch der öffentlichen Akteure im Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“ in 2005

Teilsektor	Verbrauch in GWh/a	Anteil in %
Kliniken, Datenverarbeitung	252	27,4 %
Universitäten, Hochschulen	146	15,9 %
Schule, Verwaltung	142	15,4 %
Kultur, Sport	110	11,9 %
Innenverwaltung, Wohnheime	83	9,0 %
Standardlastprofile, Wärmestrom	94	10,2 %
Öffentliche Beleuchtung	74	8,0 %
Lichtsignalanlagen	19	2,1 %
Summe	918	100,0 %

Quelle: SenWTF 2009

Der Bereich der Kliniken und Datenverarbeitung hat den größten Stromverbrauch (Anteil über 27 %). Es folgt der Bildungsbereich (Schulen, teilw. Universitäten) sowie die Gebäude der Senatsverwaltung (aggregierter Anteil von über 30 %).

Neben dem Stromverbrauch des Landes Berlin im engeren Begriffsverständnis (Stromausschreibung) entfällt eine weitere bedeutende Stromverbrauchsmenge auf die übrigen öffentlichen Dienstleistungsakteure des Landes Berlin, die nicht an der Stromausschreibung beteiligt sind. Hierunter fallen zu einem großen Teil die öffentlichen Unternehmen des Landes als Anstalten des öffentlichen Rechts (z. B. BSR, BBB, etc.), zum anderen alle weiteren Akteure, z. B. aus den Bereichen Bildung und Kultur. Schließlich ist auf die besondere Bedeutung der Bundesliegenschaften als dritter Akteursgruppe hinzuweisen. Allerdings können für die genannten Akteursgruppen aufgrund der schwierigen Datenlage keine genaueren Schätzungen zum Stromverbrauch vorgenommen werden.

9.3 Energieszenarien bis 2020

9.3.1 Referenzszenario

Im Referenzszenario werden für das Handlungsfeld öffentliche Dienstleistungen die Auswirkungen auf den Endenergieverbrauch und die CO₂-Emissionen bis zum Zieljahr 2020 beschrieben, wenn keine zusätzlichen Anstrengungen für eine verbesserte Energieeffizienz und einen klimafreundlicheren Primärenergieeinsatz unternommen werden. In diesem Szenario werden die Entwicklungen der vergangenen Jahre im Trend fortgeschrieben. Allerdings werden die Investitionen zur energetischen Gebäudesanierung berücksichtigt, wie sie mit dem Konjunkturprogramm II der Bundesregierung initiiert wurden.

Im Referenzszenario ergibt sich in der Gesamtbetrachtung für den Strom- und Wärmemarkt ein Rückgang des Gesamtenergieverbrauchs um ca. 3,7 %. Bereits im Referenzszenario resultiert diese Minderung unter Berücksichtigung einer konservativen Umstellung der Primärenergiestruktur auf nachhaltige Energieträger in

einer Reduzierung der CO₂-Emissionen von ca. 19,8 %, und zwar von ca. 2.077 kt/a auf 1.665 kt/a.

Für die Entwicklung des Wärmeverbrauchs wird bis zum Jahr 2020 angenommen, dass sich dieser auch ohne intensivierte Anstrengungen in energieeffiziente Maßnahmen im öffentlichen Dienstleistungssektor um ca. 5 % reduzieren würde. Die Reduzierung des Endenergieverbrauchs für die Wärmebereitstellung um 262 GWh/a bedeutet für die CO₂-Bilanzierung einen Rückgang der Emissionen von ca. 370 kt.

Beim Stromverbrauch (ohne Heiz- und Wärmepumpenstrom) wird für das Referenzszenario angenommen, dass dieser um 3 % geringfügig zunimmt. Der Anstieg des Stromverbrauchs resultiert in der CO₂-Bilanzierung dennoch in einer Reduzierung der CO₂-Emissionen: Wegen des anzusetzenden Generalfaktors Strom (Bund) gehen die CO₂-Emissionen um 5,6 % (ca. 42 kt) zurück.

9.3.2 Zielszenario

Im Zielszenario wird für den Strom- und Wärmemarkt des öffentlichen Dienstleistungssektors eine Minderung des Gesamtenergieverbrauchs um 20 % empfohlen. Die gegenüber den anderen Handlungsfeldern ehrgeizigere Zielsetzung wird neben den tatsächlich vorhandenen Potentialen mit der besonderen Vorbildfunktion begründet, die dem öffentlichen Sektor in der EU-Richtlinie über Energieeffizienz und Energiedienstleistungen zugewiesen wird [Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2006]. In der CO₂-Bilanzierung ergibt sich unter Berücksichtigung der handlungsfeldbezogenen Zielsetzungen für einen Umbau der Primärenergiestruktur zugunsten eines verstärkten Einsatzes von Erneuerbaren Energien und dezentraler Kraft-Wärme-Kopplung eine Reduzierung der CO₂-Emissionen von ca. 37 %, wobei wärmeseitig sogar 41 % der CO₂-Emissionen eingespart werden.

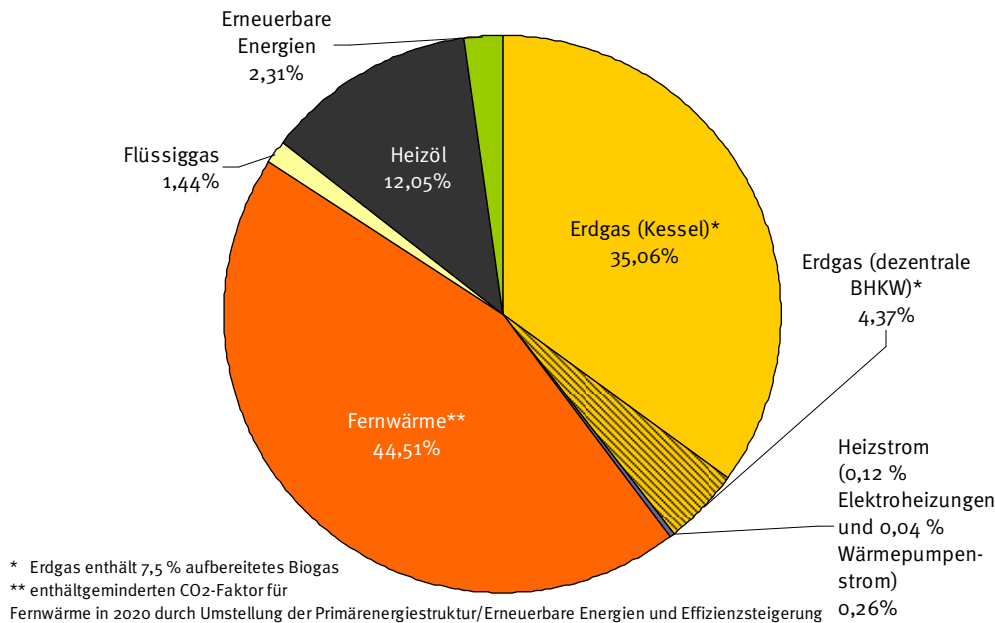
Für den Wärmemarkt wird empfohlen, gegenüber dem Referenzjahr 2005 ebenfalls eine Endenergieeinsparung von 20 % als Ziel zu definieren. Entsprechend würde sich der Endenergieverbrauch für Wärme von geschätzten 5.245 GWh/a auf 4.196 GWh/a reduzieren. Ein Wärmeeinsparziel von 20 % erscheint im Vergleich zu den anderen Handlungsfeldern zwar als verhältnismäßig ambitioniert, im Abgleich mit aktuellen Potentialstudien ist ein solches Ziel aber als realistisch einzuschätzen.⁹⁴ Neben dem Ziel einer Energieeinsparung durch Gebäudesanierung wird für das Zielszenario ein Ausbau der Erneuerbaren Energien und der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung empfohlen.

Im Zielszenario für das Jahr 2020 soll der Anteil der Fernwärme an der Wärmebereitstellung im öffentlichen Dienstleistungssektor um 4,4 % ausgebaut werden. Der Ausbau sollte auf die gekoppelte Fernwärmeerzeugung fokussieren. Der Einsatz von Erdgas kann durch rund 150 neue dezentrale BHKW in seiner Effizienz verbessert werden. Der Anteil des Heizöls am Wärmemarkt reduziert sich um mehr als 5 %. Schließlich wird ein umfassendes Ausbaupotential bei den Erneuerbaren Energien gesehen (Steigerung von einem geschätzten Wert zwischen 0 und 0,5 % auf über 2 %). Die wichtigsten Technologien sind hier dezentrale Anlagen zur Nut-

⁹⁴ Prognos/EWI gehen bundesweit für den Zeitraum 2005 bis 2020 für die Sektoren „Unterrichtswesen“, „Öffentliche Verwaltung und Sozialversicherung“ von einem Einsparpotential in Höhe von knapp 27 % aus (Szenario KV). Im gesamten GHD-Sektor geht der Raumwärmebedarf im Zeitraum 2005 bis 2020 um 28 % zurück [Prognos/EWI 2007].

zung fester Biomasse (Holzhackschnitzel, Holzpellets), auch in Verbindung mit dem Ausbau von Nahwärmenetzen. Die nachfolgende Abbildung skizziert die empfohlene Struktur zur Wärmebereitstellung im öffentlichen Sektor für das Jahr 2020.

Abbildung 56: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld Öffentlichen Dienstleistungen (Gesamtwärmeverbrauch: 4.196 GWh)



Quelle: Berliner Energieagentur

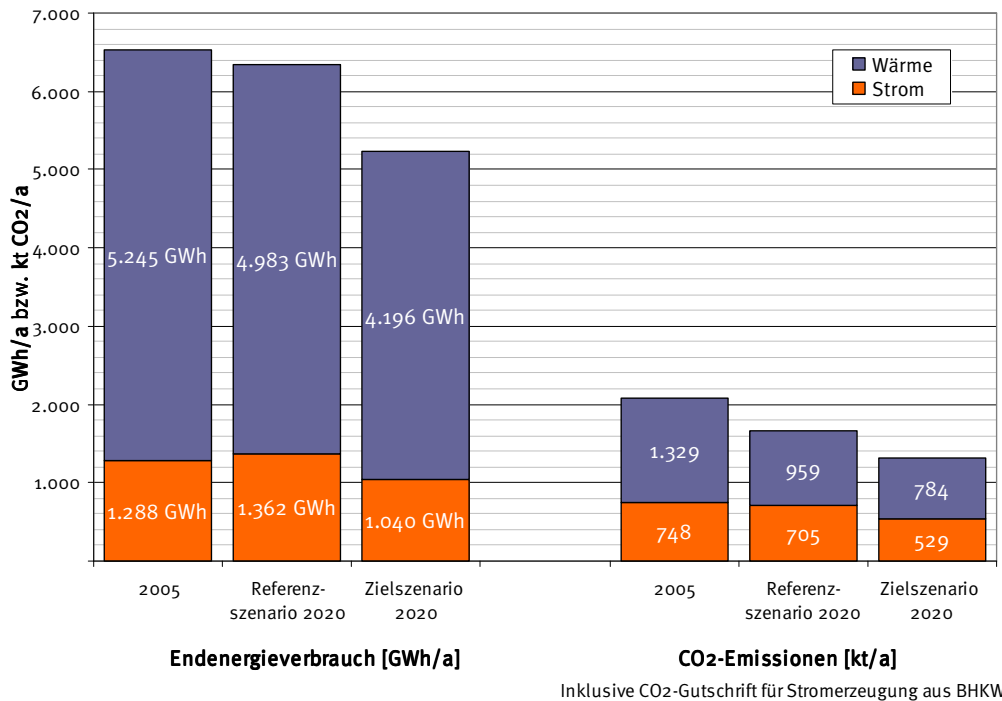
Insgesamt wird durch wärmeseitige Maßnahmen des öffentlichen Dienstleistungssektors (Primärenergieträgerumstellung, Gebäudesanierung) ein Anteil von 71 % an der insgesamt in diesem Handlungsfeld angestrebten CO₂-Minderung erbracht (545 von insgesamt 765 kt/a).

Für den Stromverbrauch sollte für den öffentlichen Dienstleistungssektor ebenfalls ein Einsparziel von 20 % definiert werden. Gegenüber dem Stromverbrauch in 2005 in einer geschätzten Größenordnung von 1.288 GWh bedeutet dieses Minderungsziel für das Jahr 2020 einen Zielwert von 1.040 GWh. Über diese Energieeinsparung ließe sich stromseitig bis zum Jahr 2020 eine CO₂-Minderung von 188 kt/a erzielen. Unter Berücksichtigung der zusätzlichen CO₂-Minderung durch die Strom-Gutschrift der BHKW-Erzeugung liegt das gesamte stromseitige CO₂-Minderungspotential bei knapp 219 kt/a.

9.3.3 Zusammenfassung der Energieszenarien

Abbildung 57 fasst die Szenarienbetrachtungen für den Wärme und Strombereich im Überblick zusammen.

Abbildung 57: Ergebnisse zu den Szenarien im Handlungsfeld Öffentliche Dienstleistungen



Quelle: Berliner Energieagentur

9.4 Maßnahmenkatalog

9.4.1 Kurzfristige Maßnahmen

Als kurzfristige Maßnahmen werden zur Umsetzung des Zielszenarios im Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“ folgende Ansätze empfohlen.

Ein kurzfristiger Schwerpunkt sollte im Aufbau eines landesweiten Energiemanagements bestehen. Der Fokus sollte besonders auf einer Stärkung der Bezirke für ihr Energiemanagement liegen. Dabei wird im Zeitraum bis 2020 die besondere Herausforderung darin gesehen, auf der bezirklichen Ebene vergleichbare Organisationsstrukturen und -verfahren für ein effizienteres Energiemanagement zu schaffen. Vor diesem Hintergrund wird dem Senat empfohlen, für das Land Berlin einen Reformprozess zu initiieren, um das bezirksbezogene Energiemanagement zu stärken. In einem ersten Schritt wird es als erforderlich erachtet, die gegenwärtige personelle und organisatorische Situation des bezirksbezogenen Energiemanagements im Hinblick auf bestehenden Entwicklungsverbrauch zu erheben. Hierzu wird die Beauftragung einer Kurz-Studie empfohlen. Anknüpfungspunkte sind die Diskussionen zu einer weiteren Reform der Bezirke, aber auch eine Definition von Mindestkriterien des bezirklichen Energiemanagements im Berliner Klimaschutzgesetz.

Auf der Grundlage der Ergebnisse der Kurzstudie sollte im Land Berlin ein Folge-Konzept mit der Prüfung folgender Elemente entwickelt werden:

- Möglichkeit einer landesweiten Vereinheitlichung der Organisationsstrukturen für ein bezirkliches Energiemanagement mit vergleichbarem Aufgabenzuschnitt (im Rahmen der laufenden Verwaltungsmodernisierung)

- Definition einer personellen und finanziellen Mindestausstattung der Bezirksämter zur Wahrnehmung von Energiemanagementaufgaben
- Standardisierung von Verfahren des Energiemanagements zwischen den Bezirken (z. B. Koordination des Energieberichtswesens über Geschäftsstelle für Energie und Klimaschutz, Stärkung des energetischen Qualitätsmanagements im Bauverfahren)

Darüber hinaus ist zu erwägen, das bereits bestehende Flächenmanagement für die Liegenschaften der Landesverwaltung, das im Auftrag der BIM umgesetzt wird, um ein Energietool zu erweitern und auszubauen. Die Daten des gegenwärtig in Aufbau befindlichen Bestandsverzeichnisses werden in der CAFM-Software „conjectFM“ erfasst. Im Rahmen der in den landeseigenen Gebäuden erfolgenden Aufmaße werden die im Vorgriff mit allen Projektteilnehmern abgestimmten Parameter aus dem sog. „Pflichtenheft für die Bauwerksdokumentation“ ermittelt und nach einer anschließenden Qualitätskontrolle im CAFM-System erfasst. Die Erfassung energierelevanter Daten ist nicht Teil des Projektes. Ein Modul „Energiemanagement“ ist bisher weder Gegenstand des Projektes „Bestandsverzeichnis“, noch liegen die Finanzierungsvoraussetzungen einer etwaigen flächendeckenden Einführung eines solchen Moduls vor. Erst nach der Klärung weiterer Fragen kann eingeschätzt werden, ob eine technische Kopplung des Gesamtthemas „Energetische Gebäudeerfassung“ zum Gebäudebestandsverzeichnis sinnvoll ist oder sogar das gleiche System genutzt werden kann.

Neben einem Abschluss der Flächenerhebungen ist in den nächsten Jahren vor diesem Hintergrund genau zu prüfen, ob eine Standardisierung der Qualität der energetischen Kenndaten in den erhobenen Liegenschaften erreicht werden kann. In diesem Kontext ist darauf hinzuweisen, dass im bisherigen Bestandsverzeichnis zu den flächenbezogenen Liegenschaftsdaten die Universitäten, Krankenhäuser und öffentlichen Unternehmen des Landes nicht enthalten sind, obwohl hier mitunter hohe Energieeinzerverbraucher bestehen. Hier wird empfohlen, entsprechende Flächenerhebungen durchzuführen und um eine energetische Erfassung gemäß dem bestehenden Standard zu ergänzen. Das Ziel sollte es somit sein, die energetische Erfassung auf andere Berliner Liegenschaften auszuweiten (z. B. Hochschulen, Krankenhäuser, Bäderbetriebe, etc.).

Zu erwägen ist in diesem Zusammenhang auch z. B. eine der allgemeinen Öffentlichkeit zugängliche, internetbasierte Veröffentlichung des energetischen Zustands öffentlicher Gebäude, kategorisiert nach Nutzungstypen (z. B. Schulen, Kindertagesstätten). Die Darstellung kann mit der Verbreitung von musterhaften Sanierungsobjekten gekoppelt werden. Hierzu sind bereits mit dem FIS-Broker, über den die Sanierungsprojekte im Rahmen der Umsetzung des Konjunkturprogramms II der Bundesregierung im Internet aufbereitet werden, die Grundlagen gelegt und sollten in der dargestellten Richtung vertieft und fortgesetzt werden. Sinnvoll erscheint eine öffentlich zugängliche Datenbank zu den Energieverbrauchskennzahlen bestimmter Gebäudetypen mit öffentlicher Nutzungsrelevanz (z. B. Schulen, Kindergärten, Verwaltungsgebäude mit Publikumsverkehr, etc.). Die BIM/SenStadt sollte die Veröffentlichung im Internet nutzen, um über die Fortschritte der energetischen Sanierung zu informieren und Best-Practice-Beispiele publik zu machen. Im Sinne einer öffentlichen Vorbildwirkung ist eine Strategie zur Veröffentlichung der energetischen Qualität des öffentlichen Gebäudebestands notwendig, die über die bisherigen Verpflichtungen hinausgeht (z. B. EnEV 2009).

Als weitere Handlungspriorität wird die ökologische Beschaffung gesehen, bei der mit § 7 des neuen Berliner Ausschreibungs- und Vergabegesetzes eine Ermächti-

gungsgrundlage geschaffen werden soll, um eine Ausführungsvorschrift mit konkreten Anforderungen bezüglich Umweltkriterien in öffentlichen Ausschreibungen zu verabschieden. Eine solche Ausführungsvorschrift für eine umweltverträgliche Beschaffung von Liefer-, Bau- und Dienstleistungen soll Anfang 2011 vom Senat beschlossen werden. In diesem Zusammenhang sollen verbindliche ökologische Mindestkriterien u.a. für Büroausstattung, Energiebeschaffung, Fahrzeuge sowie für Neubau und Sanierung von öffentlichen Gebäuden vorgegeben werden. Bei der Beschaffung soll auch geregelt werden, die Lebenszykluskosten als Zuschlagskriterium heranzuziehen und nicht ausschließlich den Angebotspreis (Anschaffungskosten). Auch bei größeren öffentlichen Neubauten sollen entsprechende Lebenszykluskostenberechnungen verbindlich vorgegeben werden.

Des Weiteren sollen auch verbindliche ökologische Kriterien für die Beschaffung von Ökostrom für alle öffentliche Dienststellen vorgegeben werden. Dabei soll grundsätzlich das Ziel verfolgt werden, einen Anreiz zum Ausbau von regenerativen Kapazitäten zu schaffen und somit zu einer realen CO₂-Entlastung zu kommen. So könnte zukünftig die Vorlage einer dezidierten Klimabilanz bei öffentlichen Stromausschreibungen verlangt werden, die dokumentiert, wie eine reale CO₂-Einsparung erreicht wird. Ohne eine derartige Regelung würde kein direkter Umweltnutzen – Reduzierung von CO₂ – entstehen, da der ohnehin produzierte Ökostrom lediglich umverteilt werden würde.

Die Ausführungsvorschrift soll im Laufe des Jahres 2010 noch um den VOB-Bereich (Verdingungsordnung Bau) ergänzt werden. Hier besteht die Möglichkeit, den Berliner Energiestandard für alle öffentlichen Gebäude in Berlin verpflichtend vorzuschreiben.

Außerdem sollten im Bereich der öffentlichen Beschaffung die Kriterien der Vorschriften regelmäßig aktualisiert werden. In dem Vergabegesetz soll festgelegt werden, dass die Verwaltungsvorschrift spätestens nach fünf Jahren fortgeschrieben werden soll. Bei einigen Produktgruppen kann eine Anpassung jedoch schon früher sinnvoll sein, beispielsweise bei Bürogeräten. Dort ist der technische Fortschritt recht schnell. Damit diese Vorschrift auch umgesetzt wird, wird die Erstellung eines Konzepts für ein Monitoring des Beschaffungswesens in Berlin empfohlen.

Abbildung 58: Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Öffentlichen Dienstleistungen“

Stärkung des Energiemanagements auf Bezirksebene über Erstellung einer Kurzstudie

- Vereinheitlichung von Organisationsstrukturen des Energiemanagements
- Definition von organisatorischen und personellen Mindeststandards
- Vereinheitlichung von Verfahren (z. B. Berliner Energiestandard, Energieberichterwesen, Koordination über Geschäftsstelle für Energie und Klimaschutz)

Erweiterung und Ausbau des Energiemanagements in Landesverwaltung/BIM

- Verbesserung der Datenqualität zu den energetischen Kenndaten der Liegenschaften
- Veröffentlichung von energetischen Kenndaten im Internet (z. B. BIM-Bestand), Kategorisierung nach Gebäudetypen
- Verbreitung von Best Practices der öffentlichen Gebäudesanierung (Auswertung KP II, FIS-Broker)

Öffentliche Beschaffung

- Aktualisierung der Beschaffungsrichtlinien im Sinne von Energieeffizienzstandards, z. B. Mindestkriterien für Ökostrom,
- Prüfung der Möglichkeit, die Eigenerzeugung von öffentlichen Liegenschaften im Rahmen der Stromausschreibung zu berücksichtigen

9.4.2 Mittelfristige Maßnahmen

Die mittelfristigen Maßnahmenempfehlungen knüpfen an den kurzfristigen Maßnahmenkatalog an.

Zum einen steht eine Verbesserung der Energie- und CO₂-Bilanzierung der Liegenschaften des Bundes im Vordergrund. Bisher existieren keine validen Angaben zu den Liegenschaftsverbräuchen des Bundes in Berlin. Gleichzeitig wird der Anteil der Liegenschaftsflächen des Bundes an den öffentlichen Liegenschaftsflächen auf 25-30 % geschätzt. Hier sollte die künftige Geschäftsstelle Energie und Klimaschutz eine vertiefte Kooperation mit der Liegenschaftsverwaltung des Bundes aufbauen (z. B. Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung), um die Datentransparenz zu erhöhen.

Außerdem sind mittelfristig die bestehenden Informationskampagnen und Netzwerkaktivitäten des Landes Berlin zu verstärken. Z. B. wären Informations- und Veranstaltungsreihen zu einer verstärkten Nutzung Erneuerbarer Energien oder der Mini-KWK im öffentlichen Liegenschaftsbereich vorstellbar.

Schließlich sollten die öffentlichen Einrichtungen des Landes Berlin ihre Vorbildfunktion bei der Anwendung von innovativen Energieeffizienztechnologien stärken. Im Bereich des Ausbaus Erneuerbarer Energien sollte ein Schwerpunkt auf Demonstrations- und Pilotprojekten für eine gebäudebezogene Wärmeversorgung aus fester Biomasse (z. B. Holzhackschnitzel, Holzpellets) und den Wärmepumpen liegen (siehe auch entsprechende Empfehlungen in Institut für ökologische Wirtschaftsforschung 2010). Von weiterer Bedeutung ist die Forcierung von Mini-KWK-Anlagen. Um eine sinnvolle Verknüpfung mit den Erneuerbaren Energien

herzustellen, sind Demonstrationsvorhaben von Mini-KWK-Anlagen auf der Basis von Biogas sinnvoll. Schließlich sollte geprüft werden, ob weitere Potentiale für Energiesparpartnerschaften dadurch erschlossen werden können, dass sich die öffentlichen Unternehmen in Klimaschutzvereinbarungen zur Durchführung von ESP-Checks bzw. der Durchführung von Machbarkeitsstudien zum Einsatz der Mini-KWK verpflichten (siehe auch Kapitel 6.4). In diesem Kontext ist im Hinblick auf die ESP-Checks auch ein Modellvorhaben zur Integration von Wärmedämmmaßnahmen (Maßnahmen an der Gebäudehülle) zu erwägen (ESPplus).

Abbildung 59: Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“

Energie- und CO₂-Bilanzierung der Bundesliegenschaften

- Bereitstellung der Flächendaten zu den Bundesliegenschaften in Berlin inkl. einer Bewertung des energetischen Zustands des Gebäudebestands
- Verbesserung der Transparenz zu den Energieverbrauchsdaten der Bundesliegenschaften in Berlin (Energieberichtswesen und Veröffentlichung)

Öffentliche Beschaffung

- Konzeption eines verwaltungsinternen Monitorings zur Einhaltung der Beschaffungsvorschriften

Weiterführung und Ausbau von Informationskampagnen und Netzwerkaktivitäten

- ImpulsE oder NetzwerkE: Informations- und Veranstaltungsreihe zur Nutzung Erneuerbarer Energien in öffentlichen Liegenschaften, Fokus auf Ausbautechnologien des Zielszenarios

Demonstrations- und Pilotvorhaben im Bereich Erneuerbare Energien, Mini-KWK und Energiedienstleistungen

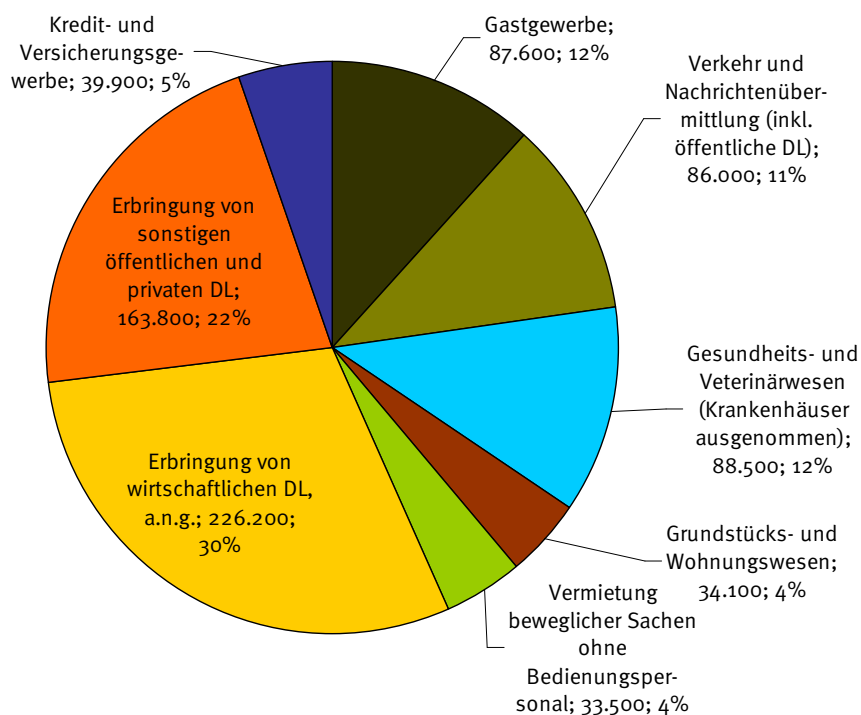
- Prüfung und Durchführung von Demonstrationsprojekten zur Nutzung von fester Biomasse/Wärmepumpen in öffentlichen Gebäuden
- 2-3 Demonstrationsvorhaben zum Betrieb von Mini-KWK-Anlagen mit aufbereitetem Bioerdgas
- Identifikation von Einsatzpotentialen der Mini-KWK in der öffentlichen Liegenschaftsverwaltung in Kooperation in Kooperation mit BIM und anderen (z. B. Energieanalysen, Gebäudechecks)
- Einführung von ESP-Checks bzw. Machbarkeitsstudien für Mini-KWK in Verbindung mit dem Abschluss von Klimaschutzvereinbarungen, Modellvorhaben zur Durchführung von ESPplus

10 Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“

10.1 Ausgangssituation

Der Sektor „Private Dienstleistungen“ ist hinter den „Privaten Haushalten“ und dem „Verkehr“ der drittgrößte Energieverbraucher und damit CO₂-Verursacher in Berlin. Er rangiert damit noch vor dem Handlungsfeld des „Öffentlichen Dienstleistungssektors“ und dem Sektor „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“ (siehe auch Abbildung 51). Etwa die Hälfte aller Erwerbstätigen in der Hauptstadt ist in diesem Sektor beschäftigt. Der Sektor ist sehr heterogen strukturiert. Ein Großteil der kategorisierten Dienstleistungen umfasst büroähnliche Berufe, wie z. B. Steuer-, Rechts- und Unternehmensberatungen, Grundstücks- und Wohnungswesen, Interessenverbände, Call-Center usw. Abbildung 60 gibt einen Überblick zu den Beschäftigtenzahlen und ihrer Verteilung auf die einzelnen Kategorien des Sektors „Private Dienstleistungen“.

Abbildung 60: Anzahl und Verteilung der Beschäftigten im privaten Dienstleistungssektor in Berlin 2005



Quelle: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2009a

Mit rund 30 % entfällt der größte Anteil der Beschäftigten auf die Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen. Einen Überblick zu den größten Teilbranchen dieser Kategorie nach Beschäftigtenzahlen gibt Tabelle 20.

Tabelle 20: Größte Teilsektoren nach Beschäftigtenzahlen innerhalb der Kategorie „Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen“ (2005)

Teilsektor	Beschäftigtenzahl	Anteil in %
Reinigung von Gebäuden, Inventar und Verkehrsmitteln	66.500	29,4%
Architektur- und Ingenieurbüros	31.800	14,1%
Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen DL, a. n. g. (Call Center, Copyshops, Messe und Kongressveranstalter usw.)	28.900	12,8%
Wirtschaftsprüfung und Steuerberatung	26.700	11,8%
Personal, Stellenvermittlung, Überlassung von Arbeitskräften	19.600	8,7%
Rechtsberatung	17.100	7,6%
Sonstige Unternehmensdienstleistungen ¹	35.600	15,6 %
Summe aller wirtschaftlichen DL	226.200	100,0%

¹ Unter die sonstigen Unternehmensdienstleistungen entfallen z. B. Wach- und Sicherheitsdienste, Unternehmens- und PR-Beratung sowie die Werbebranche.

Quelle: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2009a

Die nach der Beschäftigtenzahl zweitwichtigste Kategorie „Erbringung von sonstigen privaten und öffentlichen Dienstleistungen“ ist in ihrer Struktur sehr fragmentiert. Die Beschäftigten dieser Kategorie machen einen Anteil von 22 % der Beschäftigten des Dienstleistungssektors aus (164.000 Beschäftigte).

Der Anteil des Gesundheits- und Veterinärwesens als drittwichtigstem Sektor beträgt mit rund 88.500 Beschäftigten ca. 12 %.⁹⁵ Unter den Bereich Gesundheitswesen fallen hauptsächlich Arztpraxen und Rehabilitationszentren. Angaben zum Energieverbrauch liegen nicht vor. Dies gilt ebenso für den Bereich des Gastgewerbes, in dem eine ähnlich große Zahl an Beschäftigten in Berlin tätig ist.

Innerhalb der Kategorie Vermietung beweglicher Sachen ohne Bedienungspersonal ist der Bereich Datenverarbeitung und Datenbanken mit rund 20.000 Beschäftigten von großer Bedeutung. In dieser Zahl sind die Beschäftigten in Unternehmen, die z. B. eigene Server betreiben, nicht enthalten. Eine Abschätzung des Energieverbrauchs dieses Sektors ist ebenfalls nicht möglich.

Etwa 12 % aller Beschäftigten des Dienstleistungssektors entfallen auf das Gastgewerbe (Beherbergungsgewerbe: 26.300 Beschäftigte; Gaststättengewerbe: 61.300). Das Hotel- und Gaststättengewerbe ist aufgrund der nachfolgenden Ar-

⁹⁵ In der Darstellung sind die Beschäftigten der Krankenhäuser nicht enthalten. Insgesamt waren im Jahr 2005 42.282 Menschen in Krankenhäusern beschäftigt [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2009]. Die Beschäftigtenzahl im Sozialwesen lag im Jahr 2007 laut IHK bei 50.430 [IHK 2008].

gumente ein Schwerpunkt der Maßnahmenempfehlungen des Energiekonzepts 2020 im Handlungsfeld der „Privaten Dienstleistungen“.

Zum einen ist das Hotel- und Gaststättengewerbe gegenüber den anderen Teilsektoren im Hinblick auf die damit verbundenen Unternehmen vergleichsweise gut in Verbänden organisiert. Zum anderen stellt das Gaststätten- und Beherbergungsgewerbe eine tragende Säule der Berliner Wirtschaft dar.⁹⁶ Die durch den Tourismus generierten Bruttoumsätze in der Stadt lagen im Jahr 2006 bei ca. 8,41 Mrd. Euro [Berlin Tourismus Marketing GmbH, 2007]. Insbesondere im Hinblick auf die zu erwartende Zunahme der Übernachtungszahlen bis 2020 wird eine Fokussierung der Maßnahmen des Energiekonzepts 2020 auf diese Branche als sinnvoll erachtet. Offizielle Daten zum Gesamtenergieverbrauch des Hotel- und Gaststättengewerbes sind nicht verfügbar. Dies liegt u. A. daran, dass ca. 81 % der gastronomischen Betriebe dem Kleingewerbe zuzuordnen sind. Im Bereich der Hotels trifft dies nur auf ca. ein Drittel zu [IHK, 2009].

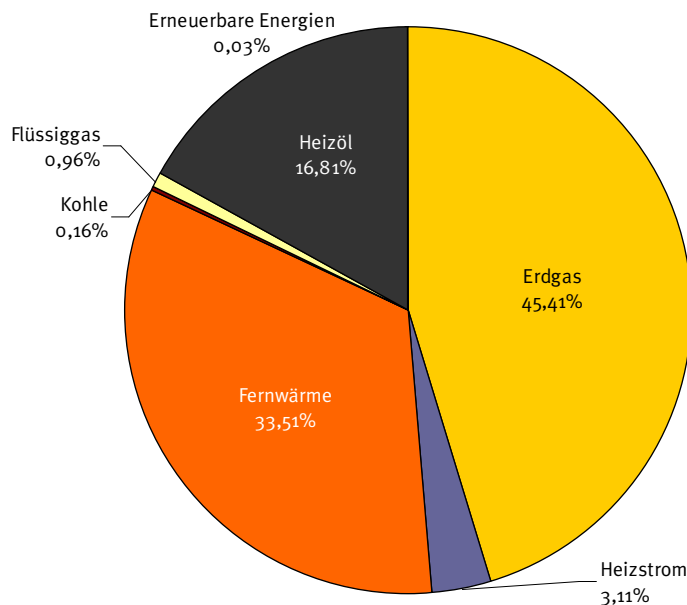
Ein weiterer wichtiger Teilsektor ist das Kredit- und Versicherungsgewerbe. In diesem Gewerbe sind die Beschäftigtenzahlen seit 1991 rückläufig. Eine Stabilisierung ist zum derzeitigen Zeitpunkt nicht zu erkennen.

10.2 Energieverbrauch – Referenzjahr

Der Hauptenergieträger zur Wärmeversorgung im Sektor private Dienstleistungen ist das Erdgas mit einem Anteil von 45 %, gefolgt von der Fernwärme mit 34 % und Heizöl mit 17 %. Der Anteil von Strom, Flüssiggas und Erneuerbaren Energien ist mit nur 4 % des Endenergieverbrauchs für Wärme vergleichsweise unbedeutend. Für eine genaue Diversifikation dieser sonstigen Energieträger liegen keine Daten vor. Aus diesem Grund wird die Verteilung für die Berechnung der Szenarien geschätzt. Es wird davon ausgegangen, dass etwa 190 GWh Strom für die Bereitstellung von Wärme verwendet werden.

⁹⁶ Als Wirtschaftsfaktor schafft und sichert diese Dienstleistungsbranche eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Arbeitsplätze in Berlin. Auch hinsichtlich des Energieverbrauchs nimmt das Gaststätten- und Beherbergungsgewerbe eine besondere Stellung ein [vgl. Fraunhofer ISI et al. 2009; ECOTRANS e. V., IER 2006]. Mit einem Hotelprojektvolumen in Höhe von 1,78 Mrd. Euro bis Ende 2013 weist die deutsche Hauptstadt das mit Abstand höchste Investitionsvolumen aller deutschen Großstädte in diesem Sektor auf [BulwienGesa AG, 2009].

Abbildung 61: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“ (Gesamtwärmeverbrauch: 6.230 GWh)



Quelle: DIW econ 2009, Prognos 2008, eigene Berechnung Berliner Energieagentur / Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

Der Stromverbrauch des privaten Dienstleistungssektors liegt im Referenzjahr 2005 bei 1.611 GWh (ohne Heizstrom). Am Endenergieverbrauch des Sektors beträgt der Anteil des Stroms ca. 20,5 %, der Großteil des Endenergieverbrauchs entfällt auf die Wärme.

Innerhalb des Sektors „Private Dienstleistungen“ machen das Gaststätten- und das Beherbergungsgewerbe einen relativ hohen Anteil des Strom- und Wärmeverbrauchs aus.⁹⁷ Im Wärmebereich hat der Teilsektor einen geschätzten Anteil von ca. 26 % und stromseitig 38 %.

Die folgende Tabelle stellt die Ergebnisse einer Abschätzung der Berliner Energieagentur zum Energieverbrauch für die Wärmebereitstellung der wichtigsten Branchen innerhalb des Sektors „Private Dienstleistungen“ dar.⁹⁸

⁹⁷ Bezogen auf den Anteil des gesamten GHD-Wärmeverbrauchs beträgt der Anteil des Hotel- und Gaststättengewerbes knapp 10 %.

⁹⁸ Um den Energiebedarf der einzelnen Branchen im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“ abzuschätzen, wurden spezielle Energiebedarfskennzahlen, welche das Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung für einzelne Wirtschaftszweige des GHD-Sektors erarbeitet hat [Fraunhofer ISI et al., 2004 und 2009], mit den Beschäftigtenzahlen des Jahres 2005 hochgerechnet.

Tabelle 21: Geschätzter Wärmeverbrauch ausgewählter Wirtschaftszweige des privaten Dienstleistungssektors

Teilsektor	Verbrauch in GWh/a	Anteil in %
Beherbergungs- und Gaststättengewerbe	1.610	25,8 %
Gesundheits- und Veterinärwesen (ohne Sozialwesen und Krankenhäuser)	598	9,6 %
Kredit- und Versicherungsgewerbe	273	4,4 %
Übrige Teilsektoren ¹	3.749	60,2 %
Private Dienstleistungen gesamt	6230	100,0 %

¹ Die in der Kategorie „Übrige Teilsektoren“ zusammengefassten Branchen erscheinen für eine zielgerichtete Maßnahmengenerierung im Rahmen des Energiekonzepts 2020 zu fragmentiert und kleinteilig. Deshalb wird eine Fokussierung auf die drei genannten Teilsektoren empfohlen.

Quelle: Berechnungen Berliner Energieagentur auf Grundlage Fraunhofer ISI et al. 2004, 2009; DIW econ 2009

Das Beherbergungs- und Gaststättengewerbe hat mit ca. 26 % den größten Anteil am Wärmeverbrauch im Sektor „Private Dienstleistungen“. Aufgrund des besonders hohen Energieverbrauchs in diesem Bereich sind Maßnahmen zur Energieeinsparung erforderlich. An zweiter Stelle rangiert das Gesundheitswesen mit einem Anteil in Höhe von rund 10 %.⁹⁹ Ein Großteil davon entfällt auf Arztpraxen und Rehabilitationszentren.

10.3 Energieszenarien bis 2020

10.3.1 Referenzszenario

Das Referenzszenario stellt die Entwicklung des Energieverbrauchs für Wärme und Strom dar, wenn keine besonderen Anstrengungen zur Verbesserung der Energieeffizienz unternommen werden. Unter den getroffenen Annahmen zur wirtschaftlichen Entwicklung ist im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“ bis zum Zieljahr 2020 mit einem etwa gleichbleibenden Energieverbrauch zu rechnen. Die über Effizienzsteigerungen erzielbaren Energieeinsparungen werden durch den zunehmenden Raumbedarf zur Erbringung der Dienstleistungen und der damit verbundenen Zunahme des Energieverbrauchs kompensiert.

Insgesamt reduziert sich in diesem Szenario der Endenergieverbrauch für die Bereitstellung von Strom und Wärme um rund 0,9 % von etwa 7.841 auf 7.768 GWh/a. Daraus folgt eine Minderung der CO₂-Emissionen bis 2020 um ca. 343 kt/a.

Für den Wärmeenergieverbrauch (inkl. Heizstrom) wird bis zum Jahr 2020 eine geringfügige Reduzierung um 1,8 % angenommen. Im Referenzszenario wird lediglich von einem altersbedingten Austausch von Heizkesseln ausgegangen. Darüber hinaus verschwinden die letzten Kohleöfen. Der Einsatz Erneuerbarer Energien

⁹⁹ Allerdings werden die Krankenhäuser im Sektor „Öffentliche Dienstleistungen“ erfasst.

bleibt im einstelligen GWh-Bereich. Die Reduzierung des Wärmeenergieverbrauchs um ca. 112 GWh bedeutet einen Rückgang der CO₂-Emissionen von ca. 304 kt/a.

Beim Stromverbrauch (ohne Heizstrom) wird von einer Zunahme in Höhe von 2,4 % ausgegangen. Der Verbrauch würde damit bis 2020 um rund 39 GWh/a auf 1.650 GWh/a steigen. Trotz dieser Zunahme sinken die CO₂-Emissionen. Diese Entwicklung lässt sich damit erklären, dass sich der Effekt der Verbesserung des CO₂-Emissionsfaktors zwischen 2005 und 2020 stärker auswirkt als die negativen Auswirkungen des Verbrauchsanstiegs. Die CO₂-Emissionen für den Stromverbrauch reduzieren sich bis 2020 um ca. 39 kt/a.

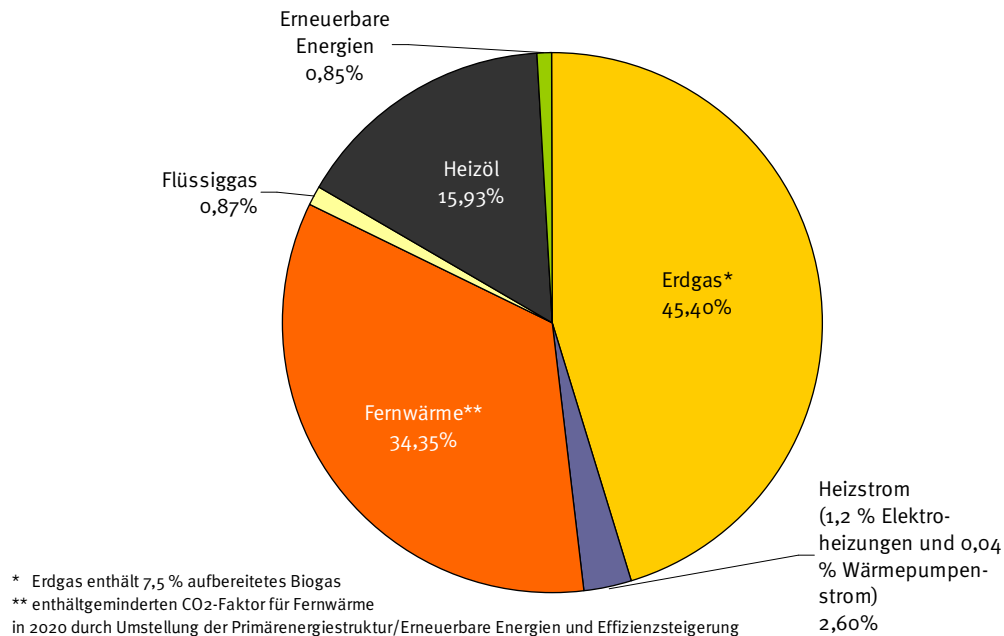
10.3.2 Zielszenario

Das Zielszenario 2020 für den Sektor „Private Dienstleistungen“ empfiehlt eine Reduzierung des Endenergieverbrauchs um knapp 10 % von 7.841 auf 7.089 GWh/a.¹⁰⁰ Die Summe der daraus resultierenden CO₂-Einsparung beträgt rund 552 kt/a (inklusive der CO₂-Gutschrift für Stromerzeugung aus BHKW).

Im Zielszenario wird gegenüber dem Referenzjahr 2005 eine Reduktion des Wärmeenergieverbrauchs um 10 % avisiert. Der Energieverbrauch sinkt von 6.230 GWh/a in 2005 auf 5.607 GWh/a in 2020. Die daraus resultierenden CO₂-Einsparungen betragen ca. 422 kt/a.

¹⁰⁰ Im Vergleich dazu beträgt die Reduzierung des Endenergieverbrauchs gegenüber dem Referenzjahr 2005 nach EWI/Prognos für den Bereich Kredit- und Versicherungsgewerbe 10 %, Verkehr und Nachrichtenübermittlung 14 % und sonstige private Dienstleistungen 6 % [Prognos/EWI 2007]. DIW econ (2009) schätzt die Reduzierung des Endenergieverbrauchs im Bereich private Dienstleistungen in Berlin auf 6,3 %. Prognos (2008) geht von einer Reduzierung um 7,5 % bis zum Jahr 2020 aus.

Abbildung 62: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“ (Gesamtwärmeverbrauch: 5.607 GWh)



Quelle: Berliner Energieagentur

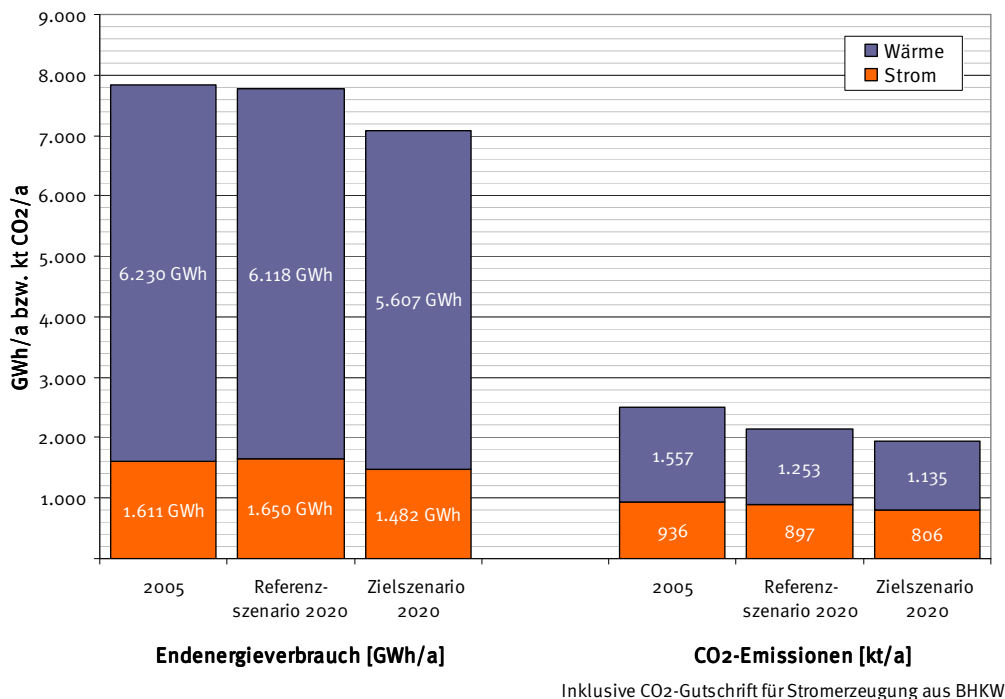
Die Minderung des Energieverbrauchs soll hauptsächlich durch die verstärkte Sanierung des Gebäudebestandes sowie der Erneuerung der Heizungsanlagen erreicht werden. Der Anteil der Erneuerbaren Energien zur Deckung des Wärmeverbrauchs steigt auf knapp 1 % (ohne Berücksichtigung der Umstellung der Energieträger im Bereich zentrale KWK bzw. Fernwärme). Weitere Änderungen der Primärenergieverteilung gegenüber 2005 werden durch die Reduzierung des Energieverbrauchs für Heizstrom (-28 %), für Flüssiggas(-19 %) sowie für Heizöl (-15 %) verursacht.

Im Zielszenario soll der Stromverbrauch (ohne Heizstrom) um 8 % gegenüber 2005 reduziert werden (von 1.611 auf 1.482 GWh/a). Dadurch können bis 2020 insgesamt knapp 131 kt/a CO₂ eingespart werden.

10.3.3 Zusammenfassung der Energieszenarien

In der nachfolgenden Abbildung werden die betrachteten Energie- und CO₂-Szenarien im Überblick dargestellt.

Abbildung 63: Ergebnisse der Szenarien im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“



Quelle: Berliner Energieagentur

10.4 Maßnahmenkatalog

10.4.1 Kurzfristige Maßnahmen

Im Sektor „Private Dienstleistungen“ werden zunächst die folgenden kurzfristigen Maßnahmen zur Umsetzung empfohlen.

Als Branche mit einem hohen Energieverbrauch wird für das Gaststätten- und Beherbergungsgewerbe empfohlen, Klimaschutzvereinbarungen abzuschließen. Eine Klimaschutzvereinbarung mit dem Hotelgewerbe wäre für Berlin die erste im Sektor der privaten Dienstleistungen. Der erfolgreiche Abschluss einer solchen Vereinbarung hätte somit Pilotcharakter. Aufgrund seiner guten Organisationsstruktur bietet sich als Verhandlungsakteur für die Umsetzung der Deutsche Hotel- und Gaststättenverband Berlin e. V. (DEHOGA Berlin) an. Unternehmen und Betriebe, die eine Klimaschutzvereinbarung abschließen, sollen ein gesondertes Qualitätslabel z. B. als „klimafreundliches Hotel“ erhalten. Das Labeling für diese Klimaschutzvereinbarungen sollte nach einem einheitlichen Standard erarbeitet und die Umsetzung der darin genannten Ziele übergreifend überprüft werden. Ein solches „Labeling“ könnte eine große Wirkung als Marketinginstrument entfalten und wäre ein Anreiz zur Teilnahme.

Begleitend zur Umsetzung der Klimaschutzvereinbarungen bietet es sich an, einen Branchendialog zu initiieren. Innerhalb dieses Branchendialogs sollten sich die an den Klimaschutzvereinbarungen beteiligten Akteure zusammenschließen, um einen Erfahrungsaustausch zum Thema Energieeffizienz in Gang zu bringen und das gegenseitige Know-how zum Thema Energieeffizienz zu vertiefen.

Hierbei sollten folgende Maßnahmen im Mittelpunkt stehen:

- Organisation themenspezifischer Workshops und Fachvorträge,
- Identifizierung branchenspezifischer CO₂-Vermeidungskosten von Energiesparmaßnahmen,
- Projektentwicklung und Umsetzung konkreter Maßnahmen (Initiierung von Pilotprojekten in Berlin)

Die Netzwerkaktivitäten für das Hotelgewerbe müssen initiiert und fachlich begleitet werden. Eine Umsetzung des Branchendialogs könnte auf Grundlage bereits bestehender Netzwerke erfolgen (z. B. Berliner NetzwerkE), die ihre Aktivitäten auf spezielle Anwendungen im Gastgewerbe ausbauen. Hierfür scheint eine Kooperation mit der bundesweiten „Energiekampagne Gastgewerbe“ sinnvoll.¹⁰¹

Außerdem sollte das Energieeffizienz-Coaching-Programm auf Unternehmen ausgeweitet werden.

Abbildung 64: Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“

Klimaschutzvereinbarungen mit dem Hotelgewerbe

- Prüfung der Umsetzbarkeit für die Erstellung von Klimaschutzvereinbarungen für das Hotelgewerbe (Pilotprojekt für den privaten Dienstleistungssektor)
- Organisation eines Umsetzungs- und Begleitprozesses für die Erstellung von Klimaschutzvereinbarungen über Unternehmensnetzwerke (Branchendialog)
- Vergabe eines Labelings als Marketinginstrument von Hotelbetrieben

Entwicklung eines Branchendialogs

- Informationsverbreitung in Kleinunternehmen
- Ausbau einer zielgruppenangepassten Schulung der Unternehmen, Förderberatung (IHK-Energieeffizienz-Coaching, Verbände)

10.4.2 Mittelfristige Maßnahmen

Auch in anderen Bereichen des Sektors „Private Dienstleistungen“ sollten Klimaschutzvereinbarungen realisiert werden. Als weitere Branchen, die für den Einsatz dieses Instruments geeignet erscheinen, sind das Gesundheitswesen und das Kredit- und Versicherungsgewerbe zu nennen. Außerdem sollte geprüft werden, ob die Ärztekammer Berlin an einer solchen Vereinbarung beteiligt werden kann.¹⁰² Die nachfolgende Abbildung stellt mögliche Akteure und Sektoren im Überblick dar.

¹⁰¹ Die „Energiekampagne Gastgewerbe“ wird vom Deutschen Hotel- und Gaststättenverband (DEHOGA Bundesverband), den DEHOGA-Landesverbänden und dem Hotelverband Deutschland (IHA) durchgeführt und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit begleitet. Das Ziel der Kampagne ist es, Betriebe in Hotellerie und Gastronomie zu unterstützen, die Energiekosten zu senken.

¹⁰² In der Ärztekammer Berlin sind 26.000 Berliner Ärztinnen und Ärzte organisiert.

Abbildung 65: Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“

Ausweitung der Klimaschutzvereinbarungen auf andere Branchen

- Gesundheitswesen (Ärztammer Berlin)
- Kredit- und Versicherungsgewerbe (Unternehmen)
- Weitere private Dienstleistungsunternehmen

11 Handlungsfeld „Gewerbe“

11.1 Ausgangssituation

Im Handlungsfeld Gewerbe ist die Datengrundlage im Vergleich mit den anderen Bereichen am unsichersten. Insbesondere besteht keine hinreichende Datenlage zu den Energieverbräuchen für Betriebe mit weniger als 20 Beschäftigten (industrielle Kleinbetriebe). Der zentrale Bestandteil des Gewerbesektors in Berlin ist das industrielle Kleingewerbe und die Bauwirtschaft.¹⁰³ Die Beschäftigtenzahl im Baugewerbe lag im Jahr 2005 bei rund 73.400 [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2009a].¹⁰⁴

11.2 Energieverbrauch – Referenzjahr

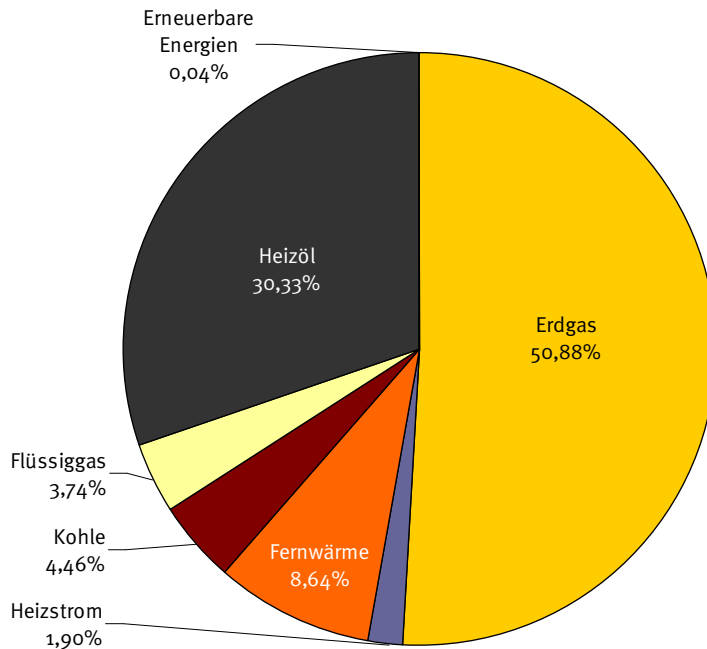
Der Endenergieverbrauch des Handlungsfeldes Gewerbe wird für das Referenzjahr 2005 auf rund 4.050 GWh geschätzt. Knapp 63 % davon entfielen auf die Bereitstellung von Wärme und ca. 37 % auf Strom. Die CO₂-Emissionen des Gewerbes betrugen rund 1.500 kt.

Der Wärmeverbrauch des Sektors Gewerbe (inkl. Heizstrom) lag bei ca. 2.550 GWh. Die nachfolgende Abbildung stellt den Energiemix zur Wärmebereitstellung des Gewerbesektors im Referenzjahr 2005 dar.

¹⁰³ Das industrielle Kleingewerbe hat mit geschätzten 1.300 GWh den größten Anteil am Wärmebedarf in Berlin (ca. 51 %).

¹⁰⁴ Es wird davon ausgegangen, dass die Beschäftigtenzahl in diesem Bereich bis 2020 in etwa konstant bleibt. Auf der Bundesebene wird bis zum Jahr 2020 ebenfalls von einer weitgehend konstanten Beschäftigtenzahl ausgegangen [Prognos/EWI 2007].

Abbildung 66: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld „Gewerbe“ (Gesamtwärmeverbrauch: 2.545 GWh)



Quelle: DIW econ 2009, Prognos 2008, eigene Berechnung Berliner Energieagentur / Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

Zum Stromverbrauch (ohne Heizstrom) liegen im Gewerbebereich keine Daten vor [Prognos 2008, DIW econ 2009]. Insgesamt wird der Stromverbrauch (ohne Heizstrom) in industriellen Kleinbetrieben, Baugewerbe, Landwirtschaft und Gartenbau für das Referenzjahr 2005 auf ca. 1.500 GWh geschätzt.¹⁰⁵ Ähnlich wie beim Wärmeverbrauch entfällt ein Großteil des Stromverbrauchs auf industrielle Kleinbetriebe (ca. 93 %). Im Vergleich mit den anderen Handlungsfeldern ist der Stromverbrauch des Baugewerbes, des Gartenbaus und der Landwirtschaft von relativ geringer Bedeutung.

11.3 Energieszenarien bis 2020

11.3.1 Referenzszenario

Das Referenzszenario geht gegenüber dem Referenzjahr 2005 von einer Reduzierung des Endenergieverbrauchs um 4,3 % aus. Damit verringern sich die CO₂-Emissionen um knapp 213 kt/a.

Altersbedingte Erneuerungen von Heizanlagen und die Schließung bzw. Verlagerung einiger Betriebe werden im Vergleich zu anderen Sektoren zu einem stärkeren Rückgang des Wärmeverbrauchs führen. Bis zum Jahr 2020 wird von einer Reduzierung um 6,2 % gegenüber 2005 ausgegangen. Dadurch werden CO₂-Einsparungen in einer Höhe von knapp 153 kt/a erzielt.

¹⁰⁵ Diese Zahl entspricht dem Wert aus der Energiebilanz 2005 abzüglich des Stromverbrauchs der anderen Sektoren.

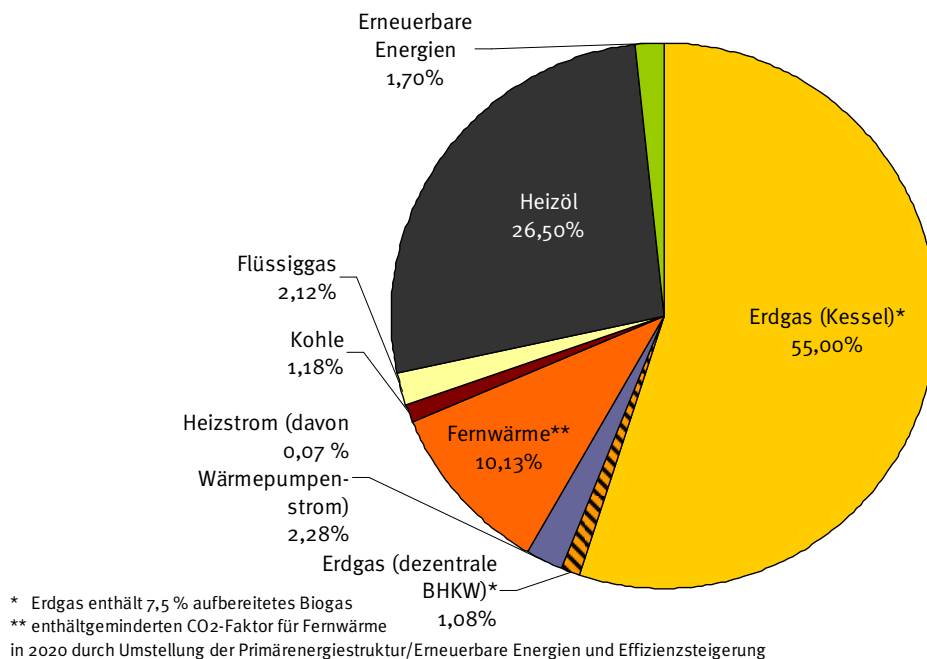
Der Stromverbrauch (ohne Heizstrom) verringert sich um 1,2 % von ca. 1.502 auf rund 1.484 GWh/a. Insgesamt werden damit bis 2020 etwa 66 kt/a eingespart.

11.3.2 Zielszenario

Für das Zielszenario wird eine Reduzierung des gesamten Endenergieverbrauchs um 13,9 % empfohlen.¹⁰⁶ Zusammen mit der in Abbildung 67 für das Zielszenario empfohlenen Primärenergieträgerumstellung kann eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um 311 kt/a erreicht werden.

Für den Wärmeverbrauch wird im Zielszenario von einer wirtschaftlich realisierbaren Reduzierung des Endenergieverbrauchs um 15 % gegenüber dem Wert von 2005 ausgegangen. Hinsichtlich der Energieträgerverteilung für die Wärmebereitstellung wird der Anteil an Kohle, Flüssiggas und Öl zurückgehen. Für Fernwärme und Erdgas wird anteilig eine leichte Zunahme zu verzeichnen sein, ebenso für den Stromverbrauch. Über Effizienzgewinne und die zusätzliche Umstellung der Primärenergieträgerstruktur lassen sich im Zielszenario wärmeseitig rund 153 kt CO₂/a einsparen.

Abbildung 67: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld „Gewerbe“ (Gesamtwärmeverbrauch: 2.163 GWh)



Quelle: Berliner Energieagentur

Die Verbrauchsreduzierung im Strombereich fällt aufgrund der anhaltenden Mechanisierung und Automatisierung der Produktionsprozesse vergleichsweise gering aus. Im Zielszenario wird von einer Reduzierung um 12 % ausgegangen. Die

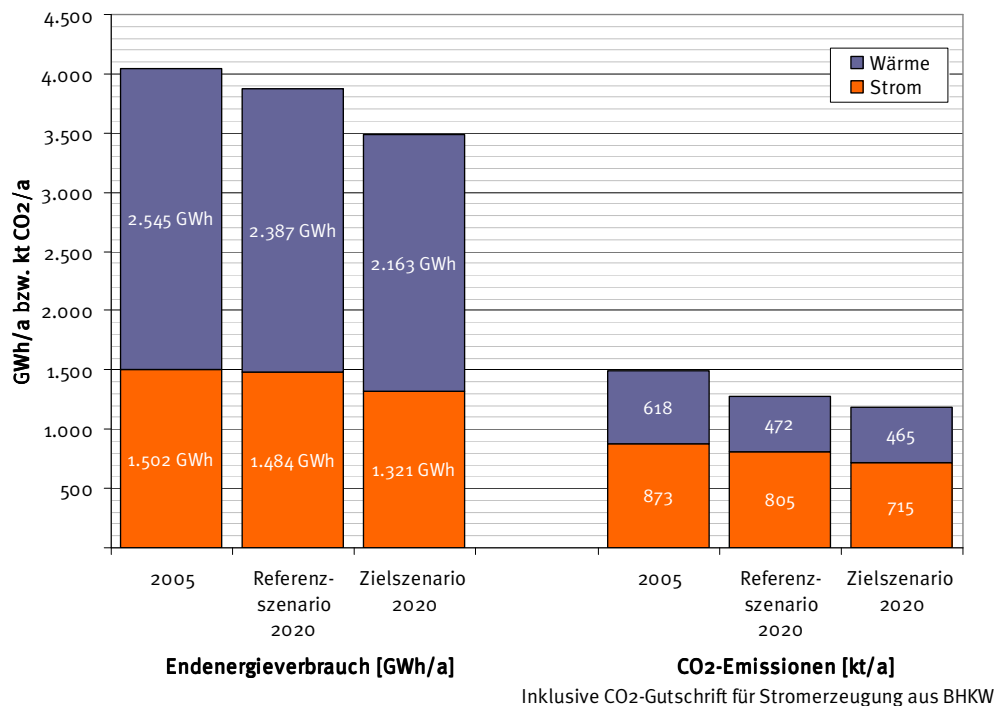
¹⁰⁶ Die avisierte Reduzierung des Endenergiebedarfs liegt damit unter den Szenarien von Prognos/ EWI, die im Szenario KV von einer Reduzierung um 22,5 % ausgehen [Prognos/EWI 2007]. In einer anderen Studie wird von einer Reduzierung des Endenergiebedarfs im Gewerbe in Berlin um 14,3 % ausgegangen [Prognos 2008]. DIW econ bezieht die Einsparpotentiale im Berliner Gewerbe auf 15,5 % [DIW econ 2009].

CO₂-Minderung beträgt für die Stromversorgung im Gewerbe ca. 158 kt/a (161 kt/a mit BHKW-Stromgutschrift).

11.3.3 Zusammenfassung der Energieszenarien

Abbildung 68 stellt die Ergebnisse der Szenarien für den Gewerbesektor im Überblick dar. Insbesondere im Wärmebereich sind hohe Einsparpotentiale gegenüber dem Referenzjahr zu erkennen.

Abbildung 68: Ergebnisse der Szenarien im Handlungsfeld „Gewerbe“



Quelle: Berliner Energieagentur

11.4 Maßnahmenkatalog

11.4.1 Kurzfristige Maßnahmen

Im Handlungsfeld „Gewerbe“ ähneln die Maßnahmenempfehlungen denen des Handlungsfeldes „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“. Besonders hohe Potentiale werden in den Industrie- und Gewerbegebieten gesehen, in denen z. B. durch Nutzung von Abwärme (Nahwärmenetze) hohe Synergien und damit Effizienzsteigerungen erzielt werden können. Die räumliche Nähe der Betriebe in solchen Gebieten bewirkt, dass Synergieeffekte genutzt und gemeinsame Projekte in Gang gesetzt werden können. Der Fokus des Maßnahmenpaketes liegt deshalb auf der Initiierung von Pilotprojekten zur Entwicklung von integrierten Energiekonzepten für Industrie- und Gewerbegebiete. In diesem Kontext ist auch eine geeignete Förderstrategie zur späteren Umsetzung der Konzepte zu entwickeln. Die Veröffentlichung von umgesetzten Gute-Praxis-Beispielen kann im Rahmen einer Marketing-Strategie zudem die Breitenwirkung der Maßnahmen verbessern.

Abbildung 69: Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Gewerbe“

Integrierte Energiekonzepte für Gewerbegebiete

- Initiierung von Pilotprojekten zur Entwicklung von integrierten Energiekonzepten für Gewerbegebiete
- Entwicklung einer Förderstrategie zur Umsetzung der Energiekonzepte

11.4.2 Mittelfristige Maßnahmen

Mittelfristig sollte angestrebt werden, insbesondere Installationsbetriebe zur verstärkten Teilnahme an Weiterbildungsangeboten zu den Themen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien zu motivieren. Die Betriebe müssen auf eine zunehmende Nachfrage von Dienstleistungen bei der Installation, der Wartung und dem Betrieb von energieeffizienten und innovativen Technologien vorbereitet werden.

Zur Steigerung des Bewusstseins für Energieeffizienz und der Nachfrage nach entsprechenden Dienstleistungsangeboten sollen ergänzend Förderangebote wie z. B. Kurz-Checks zur Analyse von Einsparpotentialen (z. B. Serverraum-Check, Beleuchtungs-Check, Lüftungs-Check, Kälte-Check, KWK-Check, Solar-Check, etc.) oder die Installation von Messgeräten zur Erfassung des Verbrauchs von Betriebsstoffen (Stromverbrauch, Druckluft, CO₂, etc.) entwickelt werden.

Abbildung 70: Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Gewerbe“

Aus- und Weiterbildungsinitiativen

- Zielgruppen: Handwerk (Qualitätssicherung), Architekten, Planer
- Zieltechnologien: Solarthermie, Wärmepumpen
- Sonstige Inhalte
 - o Informationsangebote zum Einfluss des Nutzerverhaltens auf Energieverbrauch und Einsparpotentiale durch Handwerker
 - o Kurz-Checks zu Einsparpotentialen und Betriebsverbrauch

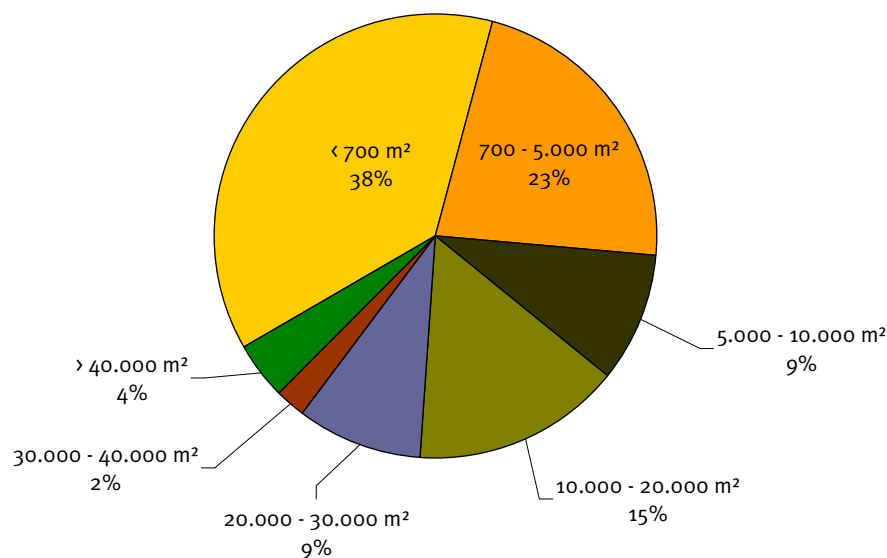
12 Handlungsfeld „Handel“

12.1 Ausgangssituation

Für die Realisierung der Ziele des Energiekonzepts ist der Handelssektor innerhalb des GHD-Sektors ein wichtiger Teilsektor. Zum einen beträgt der Anteil des Endenergieverbrauchs (Strom und Wärme) des Handels im gesamten GHD-Sektor im Referenzjahr 2005 ca. 14 %. Besonders in den Bereichen Beleuchtung, Klimatisierung und Kühlung besteht ein hoher Energieverbrauch mit entsprechenden Effizienzpotentialen. Gleichzeitig ist im großflächigen Einzelhandel von erheblichen Umstellungspotentialen beim Primärenergieeinsatz auszugehen.¹⁰⁷ Zum anderen ist für die Zukunft von einem leichten Wachstum der Handelsflächen in Berlin auszugehen (s. u.).

Insgesamt betrug die Verkaufsfläche des Einzelhandels in Berlin im Jahr 2005 rund 4,3 Mio. m² [FfH, BBE 2006]. Rund 1,6 Mio. m² Verkaufsfläche entfallen auf den Einzelhandel, mit weniger als 700 m² Verkaufsfläche. Mit 62 % entfällt der Großteil der Verkaufsfläche auf den großflächigen Einzelhandel mit mehr als 700 m². In der folgenden Abbildung wird der Berliner Einzelhandel nach der Verkaufsfläche in sieben Größenklassen kategorisiert.

Abbildung 71: Einteilung des Berliner Einzelhandels nach Verkaufsfläche



Quelle: FfH, BBE 2006

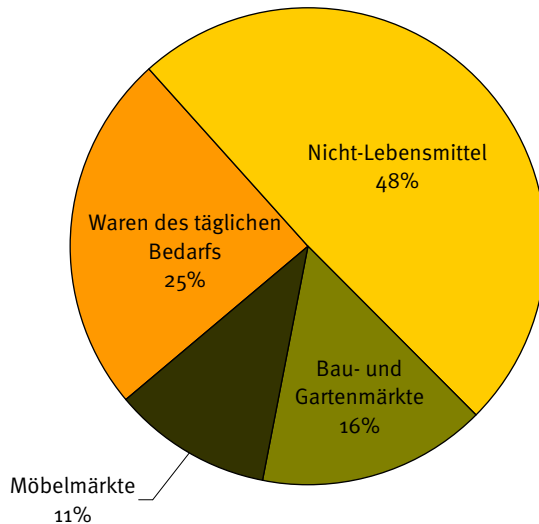
Der Lebensmittel-Einzelhandel hat im Gegensatz zum Nichteinzelhandel einen sehr hohen Energieverbrauch für Kühlung.¹⁰⁸ In der energeti-

¹⁰⁷ Darüber hinaus hat in den vergangenen Jahren die energetische Relevanz dieses Handlungsfeldes mit der Liberalisierung der Ladensöffnungszeiten weiter zugenommen.

¹⁰⁸ Der Lebensmittel-Einzelhandel wird unter der Rubrik „Waren des täglichen Bedarfs“ kategorisiert.

schen Betrachtung des Einzelhandels ist daher eine Differenzierung notwendig. Rund die Hälfte des großflächigen Einzelhandels entfällt auf den Bereich Nicht-Lebensmittel, weitere 27 % auf Möbel-, Bau- und Gartenmärkte und 25 % auf den Lebensmittel-Einzelhandel [FfH, BBE 2006].

Abbildung 72: Großflächiger Einzelhandel (> 700 m²) nach Branchen



Quelle: FfH, BBE 2006

Die Anzahl der Shoppingcenter lag in Berlin im Jahr 2008 bei 57 [IHK 2009]. Ein Blick auf die Entwicklung der Einkaufszentren lässt in Zukunft auf eine weitere Zunahme schließen. Innerhalb von nur sieben Jahren stieg ihre Anzahl deutschlandweit um 34,7 % – von 8.454 im Jahr 1998 auf 11.385 im Jahr 2005. Eine Abnahme der Wachstumsraten ist noch nicht erkennbar. Allein im Bereich des Lebensmitteleinzelhandels stiegen die Verkaufsflächen deutschlandweit von 23,73 Mio. m² im Jahr 1995 auf 28,57 Mio. m² im Jahr 2005 um rund 17 % [KPMG 2006].

Insgesamt waren im Jahr 2005 rund 184.200 Menschen im Handel tätig [Landesamt für Statistik Berlin-Brandenburg 2006]. Wegen des leichten Bevölkerungswachstums bis zum Jahr 2020 und einer Zunahme an Berlin-Besuchern ist bei den Verkaufsflächen zukünftig weiter mit einer leichten Zunahme zu rechnen.

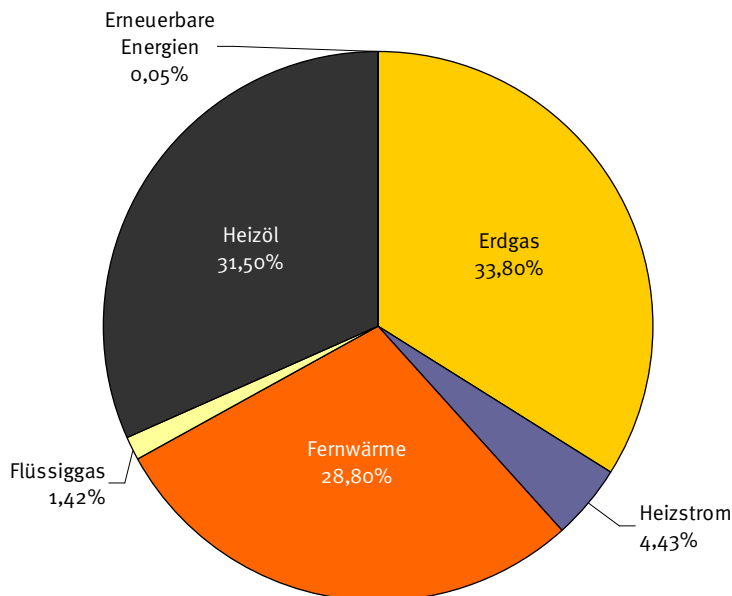
12.2 Energieverbrauch – Referenzjahr

Der Anteil des Handels am Gesamtenergieverbrauch in Berlin beträgt geschätzte 4,4 % (ca. 3.075 GWh/a). Davon werden für die Bereitstellung von Wärme rund zwei Drittel verwendet, ein Drittel entfällt auf elektrische Energie. . Insgesamt wird für die Bereitstellung von Wärme (inkl. Heizstrom) Endenergie in Höhe von rund 2.115 GWh/a benötigt. Die Bereitstellung von Wärme erfolgt hauptsächlich durch fossile Energieträger, nämlich durch Erdgas (34 %), Heizöl (31 %) und Fernwärme (29 %). Der Anteil des Stroms zur Bereitstellung von Wärme wird auf etwas mehr als 4 % geschätzt (ca. 90 GWh/a).

Im Vergleich zu den anderen Handlungsfeldern spielt das Heizöl mit einem Anteil von rund 32 % eine wesentlich größere Rolle für die Wärmeversorgung. Durch eine

Umstellung auf andere Energieträger wie Erdgas, Fernwärme oder Erneuerbare Energien können somit größere Mengen an CO₂ eingespart werden.

Abbildung 73: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld „Handel“ (Gesamtwärmeverbrauch: 2.155 GWh)



Quelle: DIW econ 2009, Prognos 2008, eigene Berechnung Berliner Energieagentur / Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

Mit rund 80 % entfällt der größte Teil des Wärmeverbrauchs auf den Einzelhandel, etwa 14 % auf den Großhandel und rund 6 % auf Handelsvertretungen [eigene Berechnungen auf Grundlage von Fraunhofer ISI 2009, 2004 und Statistisches Landesamt 2006]. Kfz-Werkstätten und andere Reparaturbetriebe sind im Einzelhandel erfasst. Genauere Daten für eine Unterteilung des Wärmeverbrauchs des Einzelhandels liegen nicht vor.

Der Stromverbrauch lag im Referenzjahr 2005 bei 960 GWh (ohne Heizstrom). Davon entfallen ca. 77 % auf den Einzelhandel, rund 16 % auf den Großhandel und weitere 7 % auf Handelsvertretungen. Die nachfolgende Tabelle stellt die Verteilung des Stromverbrauchs im Handel auf verschiedene Verwendungszwecke dar.

Tabelle 22: Verteilung des Stromverbrauchs im Handel

Teilsektor	Anteil in %
Beleuchtung	55,5 %
Kraft	7,6 %
Prozesswärme	3,1 %
Prozesskälte	14,6 %
Klimakälte	1,5 %
Kommunikation	8,0 %
Raumheizung	9,8 %
Gesamt	100 %

Quelle: Fraunhofer ISI et al. 2009

Generell ist der Stromverbrauch im Handel durch einen sehr hohen Anteil der Beleuchtung gekennzeichnet. Hier betragen die Einsparpotentiale im Durchschnitt 30 bis 50 %. Darüber hinaus entfallen etwa 10 % des Stromverbrauchs auf die Erzeugung von Raumwärme. Hier lassen sich ebenfalls große Einsparungen realisieren [Fraunhofer ISI et al. 2009].

Der Lebensmittel-Einzelhandel, der bei den Verkaufsflächen einen Anteil von rund einem Viertel an denen des gesamten Handels hat, ist im Vergleich durch einen deutlich höheren Stromverbrauch gekennzeichnet. Die Verteilung entfällt zu

- 48 % auf Kühlung,
- 26 % auf Beleuchtung,
- 11 % für Bürogeräte,
- 9 % für elektrische Kleingeräte sowie
- 6 % auf mechanische Energie [Bremer Energie-Konsens 2005].

Hier liegen die größten Einsparpotentiale neben der Beleuchtung im Bereich Kühlung.

12.3 Energieszenarien bis 2020

12.3.1 Referenzszenario

Trotz einer leicht zunehmenden Verkaufsfläche im Handel bis zum Jahr 2020 wird im Referenzszenario insgesamt von einem leicht rückläufigen Energieverbrauch ausgegangen. Der Endenergieverbrauch für die Bereitstellung von Strom und Wärme reduziert sich um rund 1,2 % (von geschätzten 3.075 GWh/a auf 3.038 GWh/a). Aufgrund der geringeren CO₂-Emissionsfaktoren für Fernwärme, Erdgas und Strom in 2020 erfolgt eine Reduzierung der CO₂-Emissionen um ca. 126 kt/a.

Auch der Wärmeverbrauch (inkl. Heizstrom) geht leicht zurück und reduziert sich um knapp 3 %. Ein Grund für die Entwicklung ist die Erneuerung alter ölbefuerter Heizungskesselanlagen durch effizientere Brennwerttechnik auf Erdgasbasis. Der Beitrag Erneuerbarer Energien zur Wärme Gewinnung liegt unter 0,2 %.

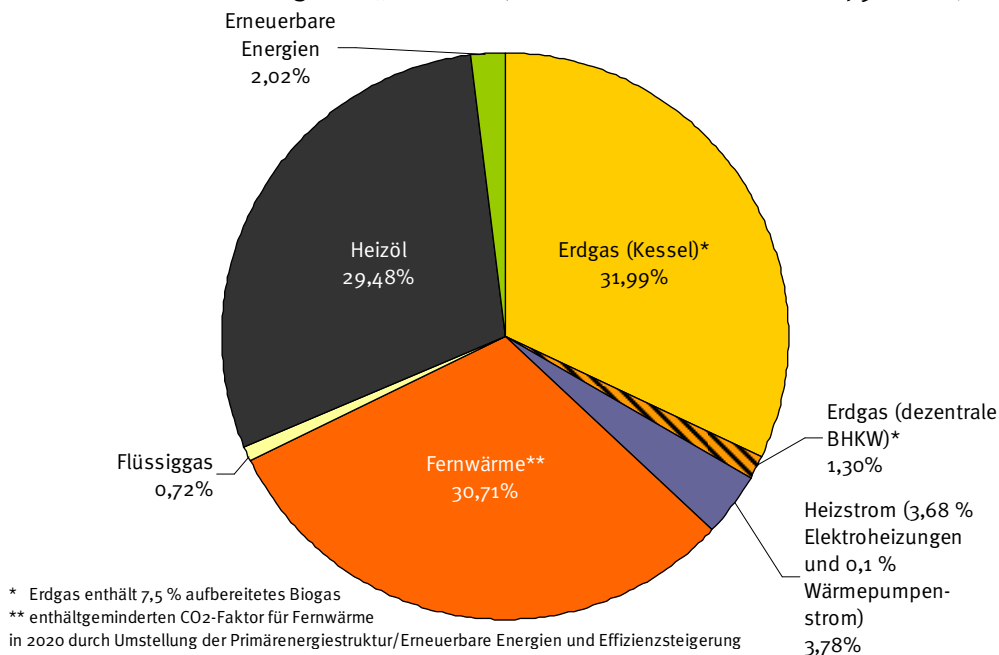
Beim Stromverbrauch (ohne Heizstrom) wird von einer Steigerung um 2,5 % ausgegangen. Die Gründe hierfür sind der zunehmende Einsatz von Kühlung, Lüftung und Beleuchtung der zusätzlichen Verkaufsflächen. Trotz der Zunahme des Stromverbrauchs reduzieren sich im Referenzszenario die CO₂-Emissionen um ca. 27 kt/a.

12.3.2 Zielszenario

Im Zielszenario wird für das Handlungsfeld Handel eine Reduzierung des Gesamtenergieverbrauchs gegenüber dem Referenzjahr 2005 um 15 % empfohlen (von geschätzten 3.075 GWh auf rund 2.614 GWh).¹⁰⁹ Mit einer Umsetzung der empfohlenen Primärenergieträgerumstellung resultieren daraus CO₂-Einsparungen in einer Größenordnung von rund 279 kt/a. Weitere 4 kt/a können durch die Gutschrift für die Stromerzeugung durch BHKW eingespart werden.

Beim Wärmeverbrauch (inkl. Heizstrom) wird von einer Reduzierung um 15 % gegenüber 2005 ausgegangen (von geschätzten 2.120 GWh auf rund 1.800 GWh). Die daraus resultierenden CO₂-Einsparungen betragen ca. 165 kt/a.

Abbildung 74: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld „Handel“ (Gesamtwärmeverbrauch: 1.798 GWh)



Quelle: Berliner Energieagentur

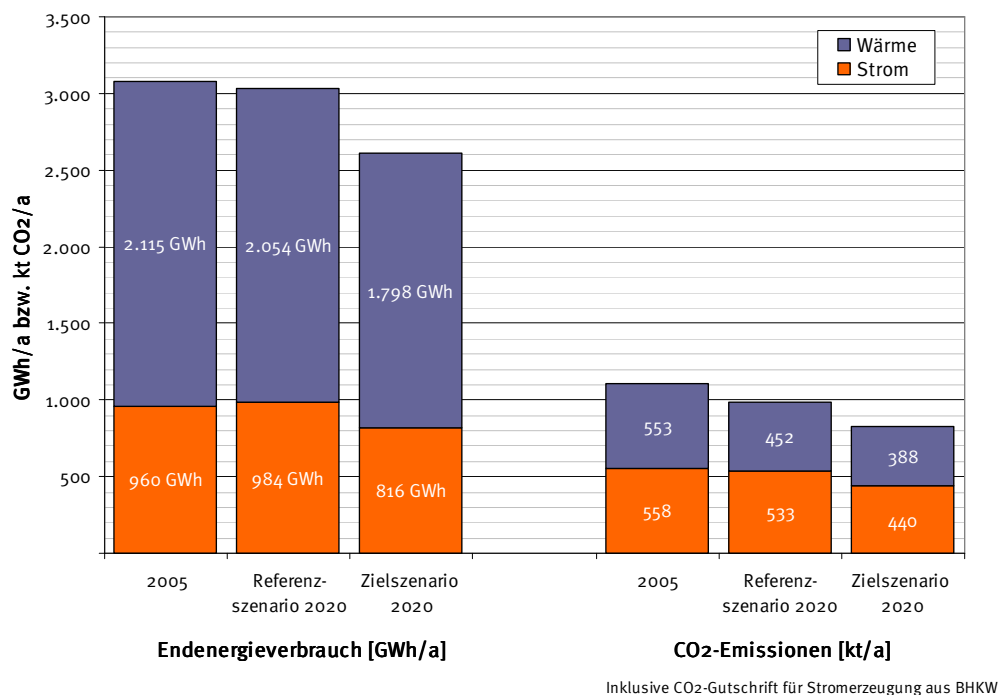
Der Stromverbrauch (ohne Heizstrom) reduziert sich im Zielszenario gegenüber dem Referenzjahr 2005 ebenfalls um rund 15 % (von geschätzten 960 GWh auf 816 GWh). Das entspricht einer CO₂-Einsparung in Höhe von 114 kt/a gegenüber 2005. Werden die CO₂-Gutschriften aus der BHKW-Erzeugung in einer Höhe von ca. 9 kt/a hinzu addiert, ergibt sich eine Gesamteinsparung in Höhe von 123 kt CO₂ pro Jahr. Die Minderung beträgt rund 26 %.

¹⁰⁹ Prognos (2008) geht in der Studie zum Berliner Wärmemarkt von einer Reduzierung des Endenergiebedarfs im Handel in Berlin um 13,6 % aus [Prognos 2008]. DIW econ (2009) beziffert die Einsparpotentiale im Handel in Berlin auf 20,2 % [DIW econ 2009].

12.3.3 Zusammenfassung der Energieszenarien

In der nachfolgenden Abbildung werden die Ergebnisse der Szenarien für das Handlungsfeld Handel im Überblick dargestellt.

Abbildung 75: Ergebnisse der Szenarien im Handlungsfeld „Handel“



Quelle: Berliner Energieagentur

12.4 Maßnahmenkatalog

12.4.1 Kurzfristige Maßnahmen

Zur Umsetzung des Zielszenarios ist zu prüfen, ob Klimaschutzvereinbarungen mit dem Handelsverband Berlin-Brandenburg e. V., mit einzelnen großen Einzelhandelsunternehmen oder Immobilien- bzw. Projektentwicklungsgesellschaften geschlossen werden können. Über die dauerhafte Organisation eines Umsetzungs- und Begleitprozesses für die Klimaschutzvereinbarungen besteht die Option, auf das Thema Energieeffizienz bezogene Unternehmensnetzwerke zu bilden (im Sinne eines Branchendialogs). Über den Branchendialog sollten sich die an den Klimaschutzvereinbarungen beteiligten Akteure zu einem Erfahrungsaustausch zum Thema Energieeffizienz zusammenfinden.

Mögliche Aktivitäten im Rahmen des Branchendialogs sind:

- Organisation und Angebot themenspezifischer Workshops und Fachvorträge,
- Identifizierung branchenspezifischer CO₂-Vermeidungskosten von Energiesparmaßnahmen,
- Projektentwicklung und Umsetzung konkreter Maßnahmen (Initiierung von Pilotprojekten in Berlin).

Für Kleinunternehmen muss außerdem der Zugang zu allgemeinen Beratungsinstrumenten verbessert werden. Es ist nach Möglichkeiten zu suchen, wie diese Unternehmen bei der Inanspruchnahme von Initialberatungen oder beim Ausfüllen von Förderanträgen (z. B. KfW Sonderfond KMU) unterstützt werden können. Der Einbeziehung der übergeordneten Verbände kommt hierbei eine wichtige Rolle zu. Ein weiteres wichtiges Element zur Umsetzung des Zielszenarios wird im Ausbau des Energieeffizienz-Coachings der IHK gesehen.

Abbildung 76: Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Handel“

Klimaschutzvereinbarungen mit dem Handel

- Prüfung der Umsetzbarkeit für die Erstellung von Klimaschutzvereinbarungen mit Handelsketten sowie Immobiliengesellschaften (z. B. Shopping Malls)
- Organisation eines Umsetzungs- und Begleitprozesses für die Erstellung von Klimaschutzvereinbarungen über Unternehmensnetzwerke (Branchendialog)

Ausbau von Beratungsangeboten für kleine Unternehmen, Förderberatung

- IHK-Energieeffizienz-Coaching
- Einbindung der Fachverbände

12.4.2 Mittelfristige Maßnahmen

Für die mittelfristigen Maßnahmen wird ferner empfohlen, über die Spezifizierung von Forschungsbedarf effizienzbezogene Pilotprojekte zu initiieren. Umsetzungsbedarf für Pilotprojekte im Verbrauchersektor Handel werden z. B. in den Bereichen Wärmespeichertechnologien und solare Kühlung gesehen. Durch das Bekanntmachen von Leuchtturmprojekten werden Anreize gegeben, sich verstärkt dem Thema Energieeffizienz zuzuwenden.

Abbildung 77: Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Handel“

Aufbau von Netzwerkaktivitäten im Handel

- Initiierung von Pilotprojekten (z. B. Solare Kühlung, Wärmespeichertechnologien)
- Verbreitung von Best-Practice-Beispielen

13 Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“

13.1 Ausgangssituation

Der Anteil des Verarbeitenden Gewerbes an der Bruttowertschöpfung (ohne Baugewerbe) ist im Land Berlin vergleichsweise niedrig.¹¹⁰ Während dieser Anteil im Jahr 2005 bundesweit 25,2 % betrug, lag er in Berlin bei lediglich 15,1 % [Regionaldatenbank Deutschland, 2008]. Die vergleichsweise untergeordnete Rolle der Industrie in Berlin kommt auch in der verhältnismäßig geringen Zahl der industriell Beschäftigten zum Ausdruck. Ihr Anteil lag im Jahr 2007 nur bei 9 %.

Im Jahr 2005 waren in Berlin in den 824 ansässigen Betrieben der Industrie und des Verarbeitenden Gewerbes ca. 98.976 Beschäftigte tätig. [Statistisches Landesamt Berlin 2006]. Insgesamt ist das Handlungsfeld durch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mit einem sehr breiten Branchenspektrum geprägt. Über 90 % der Betriebe in Industrie und Verarbeitendem Gewerbe sind als KMUs zu bezeichnen. Neben dem Ernährungsgewerbe haben in Berlin die Chemie- und Kunststoffindustrie sowie die metallverarbeitende Industrie einen vergleichsweise großen Anteil am Gesamtenergieverbrauch.¹¹¹

Die Industrie und das Verarbeitende Gewerbe stellen einen sehr heterogenen Sektor mit großen Unterschieden des spezifischen Energieverbrauchs dar. Während z. B. die Stahlerzeugung sehr energieintensiv ist, fallen im Maschinenbau deutlich geringere spezifische Energieverbräuche an. Im Land Berlin sind jedoch kaum energieintensive Produktionen angesiedelt. Es wird davon ausgegangen, dass sich dies bis zum Jahr 2020 nicht wesentlich ändert.

13.2 Energieverbrauch – Referenzjahr

Die Industrie und das Verarbeitende Gewerbe haben am Berliner Energieverbrauch einen Gesamtanteil von rund 6 %. Im Vergleich dazu beträgt der bundesweite Anteil des Verarbeitenden Gewerbes ca. 28 % [AG Energiebilanzen 2005].

Der Gesamtenergieverbrauch des Sektors wird für das Referenzjahr 2005 auf rund 4.480 GWh geschätzt. Ein verhältnismäßig großer Anteil von knapp 46 % entfällt auf den Stromverbrauch (2.056 GWh), der Wärmeverbrauch macht über 54 % (2.427 GWh) aus.

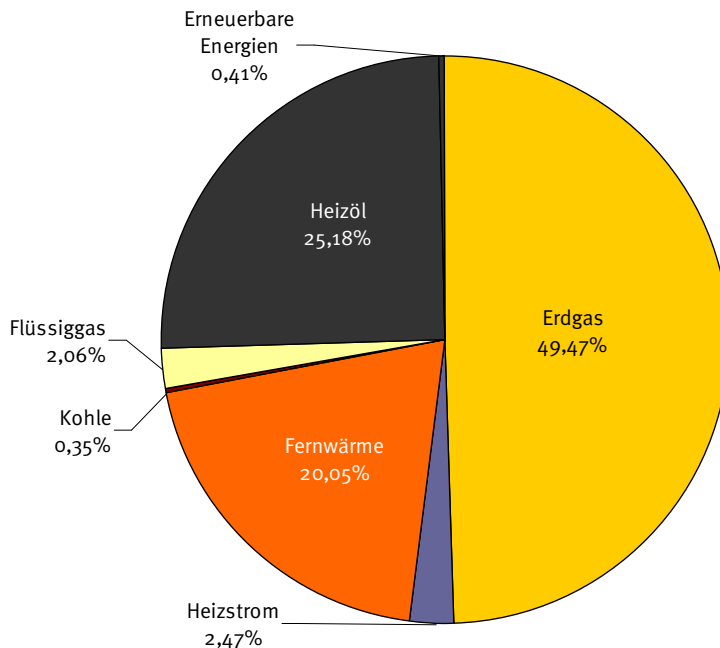
Der Hauptenergieträger zur Wärmeversorgung im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“ ist das Erdgas mit einem Anteil von ca. 49 %, gefolgt vom Heizöl mit ca. 25 % und der Fernwärme mit ca. 20 %. Der Anteil von Strom,

¹¹⁰ Im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“ werden nachfolgend Gewerbebetriebe mit mehr als 19 Mitarbeitern und Industriebetriebe betrachtet.

¹¹¹ Die besondere Bedeutung des Ernährungsgewerbes zeigt sich auch am hohen Anteil dieser Branche am industriellen Gesamtumsatz in Berlin [Senatsverwaltung für Wirtschaft, Arbeit und Frauen 2003]. Als wichtige Markenhersteller sind hier z. B. Nestlé, Kraft, Stollwerck und Bahlsen zu nennen. In Berlin sind außerdem einige Brauereien, Spirituosenhersteller, Fleisch verarbeitende Betriebe und Unternehmen der Backwarenindustrie ansässig.

Flüssiggas und Erneuerbaren Energien ist mit knapp 5 % des Energieverbrauchs für Wärme vergleichsweise unbedeutend.

Abbildung 78: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“ (Gesamtwärmeverbrauch: 2.427 GWh)



Quelle: DIW econ 2009, Prognos 2008, Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2007, eigene Berechnung Berliner Energieagentur / Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

Der Stromverbrauch des privaten Dienstleistungssektors liegt im Referenzjahr 2005 bei geschätzten 2.056 GWh (ohne Heizstrom). Am Endenergieverbrauch des Sektors beträgt der Anteil des Stroms knapp 46 %.

Für die Erzeugung von Strom- und Wärme werden im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“ in Berlin entsprechend dem ermittelten Verbrauch im Jahr 2005 rund 1.785 kt CO₂ emittiert.

13.3 Energieszenarien bis 2020

13.3.1 Referenzszenario

Im Referenzszenario wird davon ausgegangen, dass bis zum Zieljahr 2020 keine verstärkten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz oder zur Verbesserung des Energiemixes getroffen werden. Insgesamt wird im Referenzszenario angenommen, dass sich der Endenergieverbrauch für die Bereitstellung von Strom und Wärme um rund 1,2 % reduziert (von geschätzten 4.483 GWh auf ca. 4.431 GWh). Es kann dadurch eine Minderung der CO₂-Emissionen um ca. 197 kt pro Jahr erreicht werden.

Aufgrund von steigenden Energiepreisen gewinnt die Energieeffizienz bei Investitionsentscheidungen auch ohne zusätzliche politische Anstrengungen an Bedeutung.¹¹² So wird davon ausgegangen, dass der Wärmeverbrauch der Berliner Industrie im Zeitraum 2005 bis 2020 geringfügig um 5 % sinkt. Gleichzeitig wird angenommen, dass bis 2020 ca. 10 MW elektrischer Leistung in industriellen KWK installiert werden¹¹³.

Hinsichtlich des Energiemixes wird im Referenzszenario davon ausgegangen, dass Heizöl, Flüssiggas und Kohle anteilig deutlich zurückgehen. Auch der Bedarf an Erdgas und Fernwärme wird abnehmen. Weil in einigen Prozessen Brennstoffe durch Strom substituiert werden, ist mit einer Zunahme des Heizstroms in der Industrie zu rechnen. Gleichzeitig werden die Erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung ausgebaut.

Insgesamt ergeben sich unter Zugrundelegung dieser Annahmen für den Wärmeverbrauch der Industrie im Referenzszenario im Jahr 2020 CO₂-Emissionen von rund 519 kt/a. Gegenüber dem Referenzjahr 2005 wird eine geringfügige Reduzierung von knapp 107 kt/a erzielt.

Trotz gegenläufiger bundesweiter Tendenzen wird angenommen, dass der Stromverbrauch (ohne Heizstrom) der Berliner Industrie über den Zeitraum 2005 bis 2020 insgesamt geringfügig um 1 % abnimmt. Durch die bundesweit vermehrte Nutzung von Erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung und dem dadurch verbesserten Generalfaktor Strom werden sich die CO₂-Emissionen gegenüber 2005 um knapp 16 % auf ca. 1.107 kt/a reduzieren.

13.3.2 Zielszenario

Im Zielszenario wird grundsätzlich die Ausschöpfung des wirtschaftlichen Einsparpotentials angestrebt. Ohne Berücksichtigung des höheren Brennstoffverbrauchs in industriellen KWK-Anlagen liegt das damit verbundene Minderungspotential beim gesamten Endenergieverbrauch gegenüber dem Referenzjahr 2005 bei ca. 12,7 % (8,8 % unter Berücksichtigung von KWK-Anlagen). Die im Zeitraum 2005 bis 2020 realisierbaren CO₂-Minderungen der Industrie betragen unter den getroffenen Annahmen 308 kt/a und somit 17,2 % (mit CO₂-Stromgutschrift: 384 kt/a bzw. 21,5 %).

Für das Handlungsfeld Industrie und Verarbeitendes Gewerbe ist somit eine deutliche Reduzierung der energiebedingten CO₂-Emissionen über die Umsetzung folgender Zielsetzungen möglich:

- Umstellung von (Produktions-)Prozessen (z. B. Kleben statt Schweißen),
- Produktmodifikationen (z. B. Substitution von Metallprodukten durch Kunststoffherzeugnisse),
- Einsatz von innovativen und energieeffizienten Technologien (z. B. optimierte Steuer- und Regelungstechnik, Hocheffizienzmotoren, etc.),

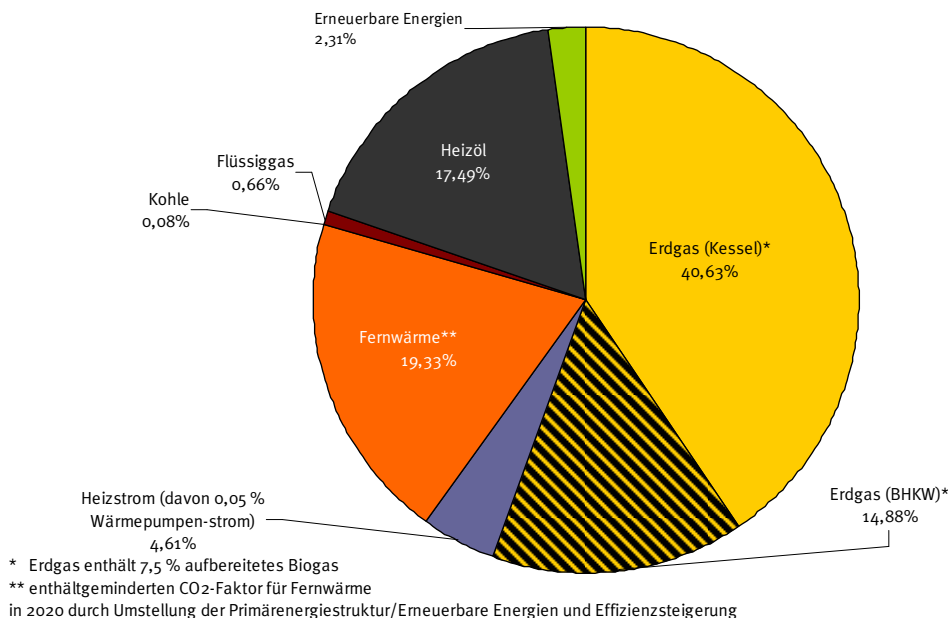
¹¹² Prognos/EWI gehen von einer Minderung des Wärmeenergiebedarfs um rund 13 % aus [Prognos/EWI 2007]. Dieser Wert wird für das Referenzszenario als deutlich zu ambitioniert erachtet.

¹¹³ Unter Berücksichtigung des Mehrverbrauchs an Erdgas in KWK-Anlagen werden 2020 gegenüber 2005 rund 1,3 % weniger für den Endenergieverbrauch für Wärme bilanziert.

- Nutzung von Synergieeffekten (z. B. Abwärmenutzung über Nahwärmenetze, gemeinsame Nutzung von Server-Zentren, etc.)
- Umstellung des Energiemixes,
- Einführung von Energiedienstleistungen (z. B. Contracting),
- Erzeugung von Prozesswärme in industriellen KWK-Anlagen
- Optimierung von logistischen Prozessen,
- Sanierung des Gebäudebestandes zur Reduzierung des Raumwärmeverbrauchs.

Gegenüber dem Referenzjahr zeigt sich im Energiemix für die Wärmebereitstellung des Zielszenarios ein fast gleich bleibender Anteil von Erdgas und Fernwärme. Einen spürbaren Rückgang verzeichnet der Energieträger Erdöl auf Kosten eines zunehmenden Anteils der Erneuerbaren Energien und des Heizstroms.

Abbildung 79: Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“ (Gesamtwärmeverbrauch: 2.240 GWh)



Quelle: Berliner Energieagentur

Basierend auf den Annahmen aus vergleichbaren Studien zur Entwicklung des Wärmeverbrauchs [vgl. DIWecon 2009], wird für den Sektor „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“ ein Effizienzpotential gegenüber dem Referenzjahr 2005 um 15 % angesetzt. Der Zubau von KWK-Anlagen mit einer installierten elektrischen Gesamtleistung von rund 20 MW erhöht jedoch den Brennstoffbedarf zur Wärmebereitstellung deutlich. Insgesamt entfallen im Sektor Industrie- und verarbeitendes Gewerbe rund 15 % des Endenergieverbrauchs auf KWK-Anlagen. Der bereinigte Wärmeverbrauch liegt bei 7,7 %. Aufgrund der getroffenen Annahmen können im Zielszenario die CO₂-Emissionen der Wärmeversorgung für Industrie und Verarbeitendes Gewerbe um 119 kt/a reduziert werden.

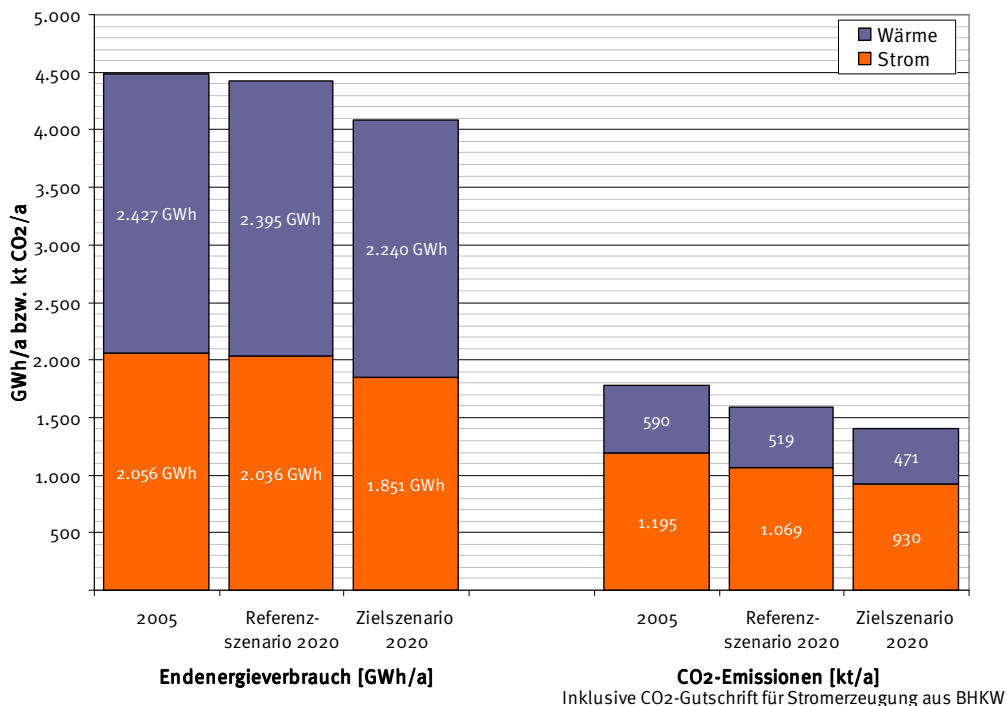
Beim Stromverbrauch wird im Zielszenario bis 2020 eine Minderung um 10 % gegenüber dem Referenzjahr 2005 empfohlen. Damit wird im betrachteten Fünf-

zehn-Jahreszeitraum der jährliche Stromverbrauch um knapp 210 GWh reduziert. Hierdurch können im Zielszenario gegenüber dem Referenzjahr 2005 rund 189 kt CO₂ pro Jahr eingespart werden.

13.3.3 Zusammenfassung der Energieszenarien

In der nachfolgenden Abbildung werden die Ergebnisse der Szenarien für das Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“ im Überblick dargestellt.

Abbildung 80: Ergebnisse der Szenarien im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“



Quelle: Berliner Energieagentur

13.4 Maßnahmenkatalog

13.4.1 Kurzfristige Maßnahmen

Als zentrale Elemente zur Umsetzung des Zielszenarios sind neben der Dämmung von Außenwänden zur Reduzierung des Raumwärmeverbrauchs auch die Umstellung von Produktionsprozessen sowie Produktmodifikationen zu nennen. Zusätzlich zur Steigerung der Energieeffizienz wird die Umstellung der Primärenergie-Strukturen angestrebt. Dies betrifft auch den Ausbau der Erneuerbaren Energien bzw. innovativer Anlagen zur dezentralen Energieerzeugung (z. B. Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung), soweit dieser in der Industrie wirtschaftlich und technisch sinnvoll ist. Die Voraussetzungen sind insbesondere für KW(K)K-Anlagen häufig günstig, da in vielen Produktionsprozessen ganzjährig Prozesswärme benötigt wird.

Zur Umsetzung des Zielszenarios wird in kurzfristiger Perspektive empfohlen, mit Unternehmen der Industrie und des Verarbeitenden Gewerbes Klimaschutzvereinbarungen zu schließen. Die Unternehmen können über dieses Instrument Effi-

zierungspotentiale identifizieren und erschließen. Zusätzlich kann ein positiver Imagegewinn erzielt werden. Besonders für kleine Unternehmen sollten Anreize gesetzt werden, um solche Vereinbarungen mit dem Senat abzuschließen. Um den Bearbeitungs- und Verwaltungsaufwand zur Entwicklung und Umsetzung von Klimaschutzvereinbarungen mit dieser Akteursgruppe möglichst gering zu halten, sollten sich gleichartige Unternehmen zu einem Netzwerk zusammenschließen, um gebündelte Klimaschutzvereinbarungen zu implementieren. In diesem Kontext sollte - ähnlich wie in den anderen dienstleistungsbezogenen Klimaschutzvereinbarungen - ein Label eingeführt werden.

Da innerhalb von Industrie- und Gewerbegebieten besonders hohe Potentiale zur Verbesserung der Energieeffizienz bestehen, sollte ein weiterer Fokus von Aktivitäten auf kurzfristigen energie- und klimaschutzbezogenen Maßnahmen in Industrie- und Gewerbegebieten liegen. Zur Umsetzung des beschriebenen Zielszenarios wird der Senatsverwaltung empfohlen, möglichst bald in Kooperation mit den Unternehmen für zwei bis drei Industrie- und Gewerbegebiete integrierte Energie- und Klimaschutzkonzepte zu entwickeln. Gleichzeitig ist eine Förderstrategie zur Umsetzung der Energie- und Klimaschutzkonzepte zu erarbeiten, die mittelfristig zur Anwendung gelangen kann. Aufbauend auf den Pilotprojekten sollen weitere Unternehmen und Gebiete zur Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen motiviert werden.

Um das Thema Energieeffizienz und Erneuerbare Energien in den Unternehmen voranzubringen wird außerdem empfohlen, die Ansprechpartner für die Wirtschaftsförderung in den Bezirken zu schulen und ihr Aufgabengebiet um dieses Thema zu erweitern. Checklisten oder Informationsmaterial können im Rahmen eines solchen Gesprächs als erster Einstieg gelten. Zur weiteren Beratung sollte von der Wirtschaftsförderung auf die entsprechenden Akteure verwiesen werden.

Um das Thema Energieeffizienz und Erneuerbare Energien in den Unternehmen anzusprechen und voranzubringen wird empfohlen, die Ansprechpartner für die Wirtschaftsförderung in den Bezirken zu schulen und ihr Aufgabengebiet um dieses Thema zu erweitern. Checklisten oder Informationsmaterial können im Rahmen eines solchen Gesprächs als erster Einstieg gelten. Zur weiteren Beratung sollte von der Wirtschaftsförderung auf die entsprechenden Akteure verwiesen werden.

Abbildung 81: Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“

Klimaschutzvereinbarungen in Verbindung mit einem Labeling

- Abschluss von Klimaschutzvereinbarungen mit größeren Industrieunternehmen von mehr als 100 Mitarbeitern und mit Gewerbegebieten bzw. Zusammenschlüssen von Unternehmen in Anlehnung an einen vorher erarbeiteten Standard für Klimaschutzvereinbarungen
- Entwicklung eines geeigneten Labelings (vgl. handlungsfeldübergreifende Maßnahmen)

Integrierte Energiekonzepte für Gewerbegebiete

- Initiierung von Pilotprojekten zur Entwicklung von integrierten Energiekonzepten für Gewerbegebiete zur Identifizierung von Einsparpotentialen über die Nutzung von Synergieeffekten, Nutzung von Abwärme, etc.
- Entwicklung einer Förderstrategie zur Umsetzung der Energiekonzepte

Schulungen für Energiemanager/-innen und Wirtschaftsförderer/-innen

- Gezielte Schulung von Energiemanagern/-innen in den Unternehmen
- Schulungen zum Thema Energieeffizienz für die Ansprechpartner der Wirtschaftsförderung in den Bezirken

13.4.2 Mittelfristige Maßnahmen

Als mittelfristige Maßnahme wird empfohlen, den Einsatz von Energiemanagern besonders in Gewerbegebieten und mittelgroßen Unternehmen zu fördern. Hierzu sind die Entwicklung und die Verabschiedung einer eigenen Förderstrategie notwendig.

Abbildung 82: Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“

Energiemanager/-innen in Gewerbegebieten und Unternehmen

- Entwicklung einer Förderstrategie für Energiemanager/innen in Gewerbegebieten und größeren Unternehmen
- Finanzielle Förderung von Energiemanagern

14 Handlungsfeld „Verkehr“

14.1 Ausgangssituation

In Berlin sind die Voraussetzungen für eine energieeffiziente und klimaschonende Gestaltung des Verkehrs überdurchschnittlich günstig: Durch die für Metropolen typische geringe Motorisierung - 42% der Haushalte verfügen über kein eigenes Kraftfahrzeug - werden rund zwei Drittel der Wege in der Stadt zu Fuß, mit dem Rad oder dem öffentlichen Nahverkehr zurückgelegt. Der Radverkehr hat seit Ende der 1990er Jahre um über 50% zugenommen.

Die Raumstruktur des Metropolenraums bildet eine ebenso günstige Voraussetzung: Der entfernungs- und energieintensive Stadt-Umlandverkehr nimmt durch eine – gemessen an der Zahl der Arbeitsplätze in Berlin und im Vergleich mit anderen europäischen Metropolenräumen – sehr geringe Zahl an Arbeitspendlern nur einen eher unbedeutenden Teil des Verkehrsaufkommens ein.

Dem Verkehrssektor werden nach der Methode des Länderarbeitskreises Energiebilanzen im Referenzjahr 2005 rund 27% des Endenergieverbrauchs und 23% der CO₂-Emissionen in Berlin zugerechnet. Seine CO₂-Emissionen in 2005 lagen auf dem Niveau von 1990. Der Verkehrssektor hat somit im Gegensatz zu den übrigen Energieverbrauchssektoren nur einen marginalen Beitrag zum Erreichen des klimapolitischen Ziels des Landes Berlin geleistet.

Zwar dominiert der Kraftfahrzeugverkehr den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen des Verkehrssektors, innerhalb dieses Sektors finden jedoch gegenläufige Entwicklungen statt: die seit dem Jahr 2000 ausgewiesenen kontinuierlichen Rückgänge im Kfz-Verkehr werden durch die stetigen Zuwächse des Flugverkehrs ausgeglichen. Dem Flugverkehr wird im Jahr 2005 der 3,5-fache Endenergieverbrauch des Schienenverkehrs zugerechnet, obwohl er nur einen geringen Beitrag zur Alltagsmobilität leistet.

Der rückläufige Trend des Energieverbrauchs im Kfz-Verkehr steht in Übereinstimmung mit den Zählraten der Verkehrsmanagementzentrale Berlin. Diese erfasst die Kraftfahrzeugverkehre an zahlreichen Stellen des Hauptverkehrsstraßennetzes mit Hilfe von Detektoren, kontinuierlich und differenziert nach Pkw und Nutzfahrzeugen. Die Auswertung dieser Zählraten zeigt einen kontinuierlichen Rückgang der Straßenbelegung in einer Spannweite von 7,9% bis 10,4% im 7-Jahres-Zeitraum 2002 bis 2008, sowohl für den Pkw- wie für den Nutzfahrzeugverkehr und die Teilräume innerhalb und außerhalb des inneren S-Bahn-Ringes.

Die nahezu vollständige Abhängigkeit des Kraftfahrzeug-, Flug- und Schiffsverkehrs von Mineralölprodukten und deren Import aus politisch instabilen Regionen birgt erhebliche und künftig weiter steigende volks- und betriebswirtschaftliche Risiken. Signifikante Energiepreissteigerungen und Lieferengpässe können kurzfristig deutliche volkswirtschaftliche Belastungen verursachen. Diese Risiken betreffen auch den Landeshaushalt, da die Energiekostenrisiken des öffentlichen Verkehrs vom Besteller getragen werden. Erforderlich sind daher wirksame Schritte, um die Energieeffizienz des Verkehrssystems erheblich zu steigern, die Abhängigkeiten vom Mineralöl zu reduzieren und den Übergang auf ein postfossiles Verkehrssystem zu beschleunigen, zumal die Anpassungs- und Übergangszeiträume Jahrzehnte betragen.

Die konzeptionellen Grundlagen der Verkehrspolitik in Berlin sind im Stadtentwicklungsplan Verkehr (StEP Verkehr) festgelegt. Dieser berücksichtigt neben den

ökonomischen und sozialen Aspekten auch die ökologische Zieldimension [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung 2003]. Der StEP Verkehr 2003 enthielt hierzu Minderungsziele für den verkehrsbedingten Endenergieverbrauch und die damit verbundenen Klimagasemissionen. Als Handlungsziel für den Zeitraum 2000 bis 2015 wurde eine Begrenzung des verkehrsbedingten Energieverbrauchs auf das Niveau im Jahr 2000 für das Stadtgebiet und den engeren Verflechtungsraum und eine Minderung der CO₂-Emissionen um 25% formuliert. Die Wirkungsabschätzungen aus dem Jahr 2002 zeigten jedoch einen Zuwachs der CO₂-Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs, der je nach Szenario 8 bis 12% betrug. Der Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen der übrigen Verkehre wurden nicht quantifiziert. Der StEP Verkehr kam daher zu dem Ergebnis, dass die Qualitätsziele „unter den angenommenen unveränderten verkehrspolitischen Rahmenbedingungen nicht erreicht werden“.

Die Ursachen für die tatsächlichen erheblichen Abweichungen von den seinerzeit im StEP Verkehr erarbeiteten Szenarien und den realen Entwicklungen sind vielfältig und im Einzelnen nicht quantifizierbar. Beispielsweise wuchs der Radverkehr stärker als erwartet, der deutliche Rückgang des Kraftfahrzeugverkehrs deutet auf die vom StEP Verkehr angestrebte, aber nicht quantifizierbare Entkopplung von Wirtschafts- und Verkehrsentwicklung hin. Die Kraftstoff- und Energiepreisentwicklung lag – zumindest in einigen Zeitabschnitten – deutlich über den Annahmen.

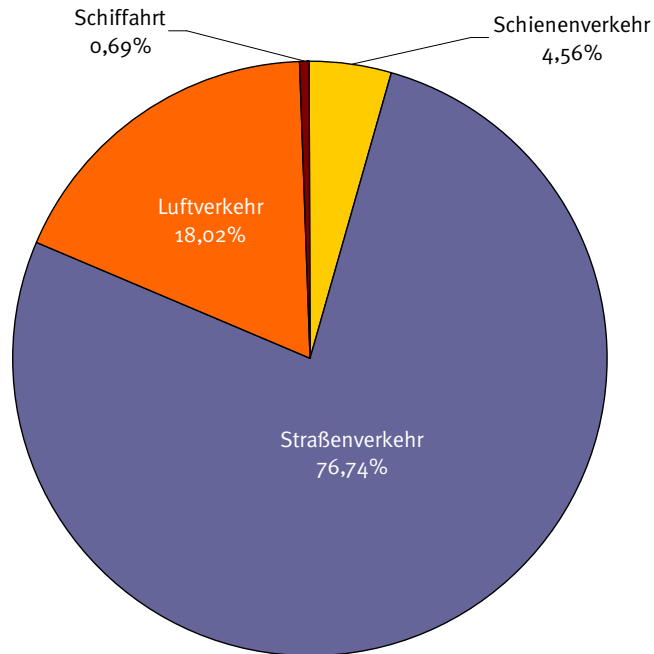
14.2 Energieverbrauch – Referenzjahr

Im Handlungsfeld Verkehr wird ausschließlich der Energieverbrauch des Verkehrs zur Erbringung von Fahrleistungen betrachtet. In die amtliche Energiebilanz gehen für den Verkehrsbereich laut Glossar des Länderarbeitskreises Energiebilanz nur die Absatzzahlen der in der betreffenden Gebietskörperschaft abgesetzten Kraftstoffe ein [Länderarbeitskreis Energiebilanzen 2007]. Die energetischen Aufwendungen für den Betrieb der Verkehrsinfrastruktur (Beheizung und Beleuchtung der Bahnhöfe und Haltestellen, Weichenheizung, Ampeln, Straßenbeleuchtung und -reinigung, Schneeräumung, Streudienst u.a.) werden in der Energiebilanz dem Sektor Private Haushalte, GHD und sonstige Verbraucher zugeordnet. Im dem vorliegenden Energiekonzept ist dieser Anteil im Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen,“ bilanziert.

Die Energiebilanz liefert für den Verkehr eine Quellenbilanz, welche keinen direkten Zusammenhang zum Mobilitätsverhalten innerhalb von Berlin aufweist. Die Daten der Energiebilanz ermöglichen somit keine valide Darstellung des Ist-Zustandes des Energieverbrauchs aufgrund des Verkehrsaufkommens in Berlin. Die zum Jahresende 2010 vorliegende Fortschreibung des StEP Verkehr wird für das Jahr 2025 detaillierte Analysen und Szenarien zur Entwicklung des Fuß-, Rad- und Kraftfahrzeugverkehrs im sog. Hauptnetz sowie des öffentlichen Nahverkehrs enthalten. Nicht beschrieben sind Szenarien für den Flug-, Schiffs- und Eisenbahnfernverkehr sowie des Straßenverkehrs im Nebennetz.

Das Handlungsfeld wird für die vier Verkehrsträger Schiene, Straße, Luftverkehr und Schifffahrt gegliedert dargestellt. Die nachfolgende Abbildung stellt eine Abschätzung der Verteilung des Energieverbrauchs auf die vier untersuchten Verkehrsträger für das Referenzjahr 2005 dar.

Abbildung 83: Verteilung des Energieverbrauchs im Referenzjahr im Handlungsfeld „Verkehr“ (Gesamtenergieverbrauch: 18.428 GWh)



Quelle: Amt für Statistik Berlin Brandenburg 2005

Für die CO₂-Bilanzierung werden die CO₂-Emissionsfaktoren aus der Berliner Energiebilanz verwendet. Auch die Verteilung der Verkehrsarten auf die verschiedenen Primärenergieträger wird gemäß der Energiebilanz angenommen.

Nach dieser Zuordnungsmethode verbraucht der Schienenverkehr in Berlin mit unter 5 % einen vergleichsweise geringen Anteil der Energie im Verkehrssektor. Eine Unterscheidung des Energiebedarfs zwischen dem Schienennah- und -fernverkehr sowie zwischen Personen- und Güterverkehr ist aufgrund der vorliegenden Daten nicht möglich [Amt für Statistik Berlin Brandenburg 2010].

Nach der Energiebilanz entfiel im Jahr 2005 mit knapp 77 % ein Großteil des Energieverbrauchs auf den Straßenverkehr. Der Personenverkehr schließt neben dem motorisierten Individualverkehr auch Busse des straßengebundenen öffentlichen Nahverkehrs, Taxen und Mietwagen sowie Busse des Gelegenheitsverkehrs ein. Des Weiteren trägt der Güterverkehr zum Verkehrsaufkommen des Straßenverkehrs bei. Der Energieverbrauch des Straßenverkehrs wird zu gut 53 % durch Ottokraftstoffe und 46,5 % durch Dieselkraftstoffe gedeckt. Geringe Anteile liefern Erdgas, Flüssiggas und „Biodiesel“ sowie Ethanol und Pflanzenöle. Es gibt in Berlin sieben Tankstellen für Ethanol und drei für Pflanzenöle. Die Zahl der Betriebs-tankstellen ist nicht bekannt.

Der Flugverkehr ist im Jahr 2005 mit 18 % der zweitgrößte Energieverbraucher im Handlungsfeld Verkehr. Die Zuordnung der an den Berliner Flughäfen abgesetzten Flugkraftstoffe zur Energiebilanz des Landes Berlin bzw. zu der anderer Länder ist gerade wegen dieses hohen Anteils problematisch. Aufgrund der methodischen Inkompatibilitäten der Energiedaten für den Flugverkehr wird im Anhang mittels einer Sensitivitätsanalyse dargestellt, welche Auswirkungen verschiedene Entwicklungen und Bilanzierungsmethoden (z. B. Einbezug der Brandenburger Flug-

verkehrsemissionen) für die Emissionen im Flugverkehr sowie für die Gesamtbilanz haben.

Auf Grund fehlender Alternativen wird nachfolgend der vollständige in der Energiebilanz 2005 ausgewiesene Energiebedarf mit den jeweiligen CO₂-Emissionen angesetzt. Im Jahr 2005 waren auf dem Territorium des Landes Berlin die Flughäfen Tegel und Tempelhof in Betrieb. Der Flughafen Schönefeld liegt im Land Brandenburg und wird bisher in der Energiebilanz des Landes Berlin nicht berücksichtigt. Um ein einheitliches Vorgehen mit der Energiebilanz zu gewährleisten, wird zur Berechnung der CO₂-Emissionen der Emissionsfaktor für Flugbenzin von 266,4 t CO₂/GWh (74 t CO₂ / Tj) verwendet.

Der Schiffsverkehr verbraucht nach der Berliner Energiebilanz den geringsten Anteil des im Verkehrsbereich quantifizierten Energiebedarfs. Grundsätzlich besteht auch hier eine Zuordnungsproblematik.

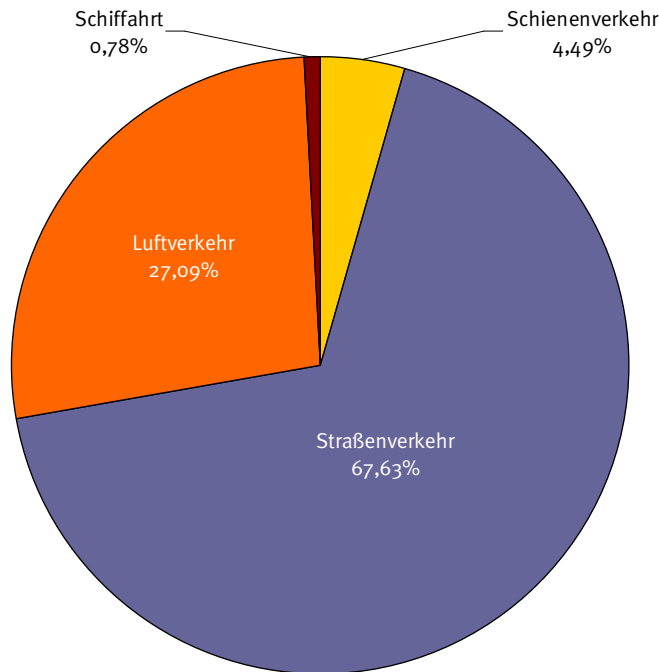
Insgesamt betrug der Energieverbrauch des Handlungsfeldes Verkehr laut der Berliner Energiebilanz im Jahr 2005 18.428 GWh. Daraus resultieren CO₂-Emissionen in Höhe von 4.974 kt.

14.3 Energieszenarien bis 2020

14.3.1 Referenzszenario

Im Folgenden werden aufbauend auf der Energiebilanz aus dem Jahr 2005 und den Szenarien des StEP Verkehr, welcher Anfang 2011 vom Senat beschlossen wurde, einen Zeithorizont bis 2025 hat und Abschätzungen zur Verkehrsentwicklung bis zum Jahr 2020 enthält.

Abbildung 84: Verteilung des Energieverbrauchs im Handlungsfeld „Verkehr“ für Referenzabschätzung 2020 (Gesamtenergieverbrauch: 17.772 GWh)



Quelle: Berliner Energieagentur

Für die Abschätzung einer Referenzentwicklung bis zum Jahr 2020 wird für den Schienenverkehr eine konstante bis leicht rückläufige Verkehrsleistung angenommen, da die Leistungen des öffentlichen Nahverkehrs für diesen Zeitraum vertraglich weitgehend festgelegt sind. Für den Energieverbrauch wird ein Rückgang um 5 % angenommen. Dieser geht auf effizienzsteigernde Maßnahmen der Verkehrsunternehmen (Fahrerschulung, Energieverbrauchsmonitoring, Management der Wagnervorheizung, usw.) zurück und wird durch steigende Energiepreise sowie künftige Korrekturen in den Verkehrsverträgen ausgelöst. Der Anteil der Dieseltraktion wird voraussichtlich um ca. 20% zunehmen, da die dieselbetriebenen Strecken mit dem Ziel einer besseren Verknüpfung weiter an die Umsteige- und Aufkommensschwerpunkte in das innerstädtische Schienennetz herangeführt werden sollen. Beim elektrisch betriebenen Schienenverkehr (Tram, U-Bahn, S-Bahn, Regional- und Fernverkehr) wird der verbrauchte Strom nach den Konventionen der AG Energiebilanzen sowie der Länderarbeitskreise mit dem bundesdeutschen Strommix bewertet. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, dass der bezogene Strom der Berliner Verkehre von den bundesdeutschen Verhältnissen deutlich abweicht. Es ist davon auszugehen, dass entsprechend den regionalen Erzeugungsstrukturen überwiegend fossil erzeugter Strom eingesetzt wird. Differenzierte Daten hierzu sind jedoch nicht öffentlich zugänglich.

Für den Straßenverkehr weist die gemeinsame Gesamtverkehrsprognose der Länder Berlin und Brandenburg für den Zeitraum 2006 bis 2025 unter den im sog. Berlin-Brandenburg-Szenario getroffenen Annahmen einen deutlichen Rückgang des motorisierten Individualverkehrs sowie des Personenwirtschafts- und Güterverkehrs in Berlin aus.

Der Entwurf für den StEP Verkehr 2025 basiert auf den Annahmen und Maßnahmen der gemeinsamen Verkehrsprognose der Länder Berlin und Brandenburg. Der

Entwurf für den Maßnahmenkatalog des StEP-Verkehr enthält eine Vielzahl an infrastrukturseitigen, ordnungsrechtlichen, verkehrsorganisatorischen und kommunikationsorientierten Maßnahmen, die auf Verhaltensänderungen abzielen. Die verkehrlichen, energie- und emissionsseitigen Effekte dieser Maßnahmen beruhen meist auf dem Zusammenwirken dieser Maßnahmen. Auf der Grundlage von Expertenschätzungen kann für die beiden Teilbereiche motorisierter Individualverkehr und straßengebundener Wirtschaftsverkehr von einer Minderung des Energiebedarfs um 15% ausgegangen werden.

Der Rückgang der CO₂-Emissionen wird darüber hinaus von der künftigen Zusammensetzung des Pkw-, Kraftrad- sowie des Nutzfahrzeugbestands und den jeweiligen Nutzungsprofilen bestimmt, die von den heutigen abweichen werden. Ebenso fließen die Entwicklung des Kraftstoffmarktes, beispielsweise die Anteile von Kraftstoffen und Strom aus erneuerbaren Energieträgern sowie die Entwicklung der CO₂-Emissionen bei Herstellung, Umwandlung und Transport der Kraftstoffe und Energieträger in die CO₂-Emissionsszenarien ein. Diese komplexen Untersuchungen wurden wegen des großen Aufwands nicht durchgeführt. Auf der Grundlage von Schätzungen von Experten aus der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung wird für beide Teilbereiche motorisierter Individualverkehr und Wirtschaftsverkehr von einer Minderung des Energiebedarfs um 15% ausgegangen.

Fahrzeuge mit alternativen Antrieben und Kraftstoffen (Erdgas-, Biogas-, „Biodiesel-“, Elektro- und Wasserstofffahrzeuge) werden bis zum Jahr 2020 lediglich Nischenmärkte erreichen; ihr Bestandsanteil wird auf insgesamt 3% geschätzt, der Fahrleistungs- und damit Energieverbrauchsanteil wird darunter liegen. Der Anteil des Erdgases, dem ein Biogasanteil von 20% beigemischt ist, am Energieverbrauch des Straßenverkehrs wird im Jahr 2020 auf rund 1 % geschätzt. Der Energieverbrauch von Elektro-Pkw und Elektro-Nutzfahrzeugen (ohne Plug-in-Hybride und Elektrofahräder und -roller) wird für das Jahr 2020 als zu gering erachtet, um diese im Referenzszenario zu berücksichtigen. Weiterhin wird angenommen, dass sich der übrige PKW-Verkehr zu gleichen Anteilen auf Diesel- und Ottokraftstoffe verteilt.

Für den Flugverkehr ist die Schließung des Flughafens Berlin-Tempelhof im Herbst 2008 relevant. Innerhalb der Landesgrenzen von Berlin ist seither nur noch der Flughafen Berlin-Tegel in Betrieb. Voraussichtlich Mitte des Jahres 2012 wird der Flughafen Berlin-Brandenburg International (BBI) in Betrieb gehen. Der Flughafen Berlin-Tegel ist gemäß dem Konsensbeschluss der Länder mit dem Bund innerhalb des folgenden halben Jahres zu schließen. Entsprechend der bisher angewandten Quellenbilanzierung wird somit ab dem Jahr 2013 kein Flugverkehr mehr in der Energie- und CO₂-Bilanz des Landes Berlin berücksichtigt.

In Folge der Bündelung des gesamten Flugverkehrs der Region am Flughafen BBI wird dort zu großen Teilen Passagier- und Luftfrachtverkehr mit Ausgangspunkt oder Ziel Berlin abgewickelt. Entsprechend dem Verursacherprinzip ist eine anteilmäßige Berücksichtigung des Energieverbrauchs sowie der CO₂-Emissionen in der Energie- und CO₂-Bilanz des Landes Berlin angemessen. Hierzu ist eine Zurechnungsmethode zu entwickeln und mit dem Land Brandenburg zu vereinbaren.

Für den Flugverkehr wird in der Referenz- und Zielabschätzung eine übereinstimmende Entwicklung angenommen. Diese ist durch die im Planfeststellungsverfahren festgelegte Kapazitätsgrenze des Flughafens BBI vorgegeben. Ausgehend von den Passagierzahlen im Jahr 2005 an allen drei Flughäfen in Höhe von 17 Mio. Fluggästen ergibt sich hieraus eine Zunahme um ca. 59 % bis zum Jahr 2020, wo mit einem Passagieraufkommen von 27,1 Mio. gerechnet wird [Planfeststellungs-

beschluss Ausbau Verkehrsflughafen Berlin-Schönefeld 44/1-6441/1/101]. Für den Zeitraum 2005 bis 2020 wird auf dieser Grundlage und in Verbindung mit Effizienzsteigerungen der Fluggesellschaften, konstanter Auslastung der Flugzeuge und dem verstärkten Einsatz größerer Flugzeuge eine Steigerung des Energieverbrauchs um 45% angenommen.

Für den Schiffsverkehr wird die Annahme getroffen, dass der Energieverbrauch bis 2020 um 10% steigt. Darin sind Aufkommenszuwächse durch Biomassetransporte und die Belieferung z.B. des Kraftwerks Klingenberg ebenso berücksichtigt, wie Effizienzsteigerungen durch den Einsatz leistungsfähigerer Schiffe, wie sie u.a. durch den Neubau des Schiffshebewerks Niederfinow möglich werden.

Insgesamt wird der verkehrsbedingte Energieverbrauch im Referenzszenario um rund 4 % sinken, die CO₂-Emissionen um rund 6 %.

14.3.2 Zielszenario

Über die im StEP Verkehr formulierten Schritte hinausgehende Maßnahmen setzen insbesondere weitergehende europa- und bundespolitische Rahmenbedingungen voraus. Zudem ist das Zusammenwirken zahlreicher planerischer, marktwirtschaftlicher, ordnungsrechtlicher, investiver und kommunikativer Maßnahmen zu intensivieren.

Im Personenverkehr zielen diese Maßnahmen auf eine rationalere Kaufentscheidung der Autokäufer (verbrauchs- bzw. CO₂-abhängige Abgaben beim Kauf und für das Halten, wirksame CO₂-begrenzende Regelungen für Neufahrzeuge) sowie eine rationalere Verkehrsmittel- und Zielwahl (u.a. Korrekturen der „Pendler-Pauschale“, der Rechtsgrundlagen für die Parkraumbewirtschaftung und den Stellplatzbau, Angleichung der Mehrwertsteuersätze im Flug- und Eisenbahnfernverkehr sowie Geschwindigkeitsbegrenzungen im Kfz-Verkehr) ab. Diese können verkehrsvermeidende Wohnort- und Standortentscheidungen unterstützen, dämpfend auf das Verkehrsaufkommen auswirken, den Markt und die Nutzung technisch anspruchsvoller und energieeffizienterer Fahrzeuge und klimaschonender Energieträger stärken sowie die Verschiebung der Verkehrsmittelwahl zu Gunsten des nichtmotorisierten und des energieeffizienten öffentlichen Verkehrs unterstützen. Alternative Kraftstoffe und Kraftfahrzeugantriebe werden trotz beschleunigter Einführung bis zum Jahr 2020 keine nennenswerten Marktanteile erreichen.

Die Standortentscheidungen von Industrie, Gewerbe und des Handels können durch zahlreiche Einzelmaßnahmen zu einer Dämpfung des Verkehrsaufkommens im Güterverkehr sowie zur energie- bzw. emissionsorientierten Optimierung der Logistikprozesse beitragen (u.a. verursachergerechte Anlastung der externen Kosten in die „Lkw-Maut“, gezielter und beschleunigter Ausbau der Schienennetzes für den Güterfernverkehr).

Für das Zielszenario wird davon ausgegangen, dass der Energieverbrauch für den Straßenverkehr gegenüber dem Referenzszenario um weitere 5 % sinkt, was einer Reduzierung von 20 % gegenüber 2005 gleichkommt. Damit verbunden ist eine Verlagerung zu anderen Verkehrsträgern: der Energieverbrauch für den Schienenverkehr steigt gegenüber dem Referenzszenario um 10 % (Steigerung um 5 % gegenüber 2005) und für den Schiffverkehr um 5 % (Steigerung um 15 % gegenüber 2005).

Im Schienenverkehr können in Folge unterstützender abgabenseitiger und ordnungsrechtlicher Anforderungen sowie Vertragsgestaltungen steigende Anteile erneuerbarer Energien eingesetzt werden, die Energieeffizienz der Fahrzeuge und

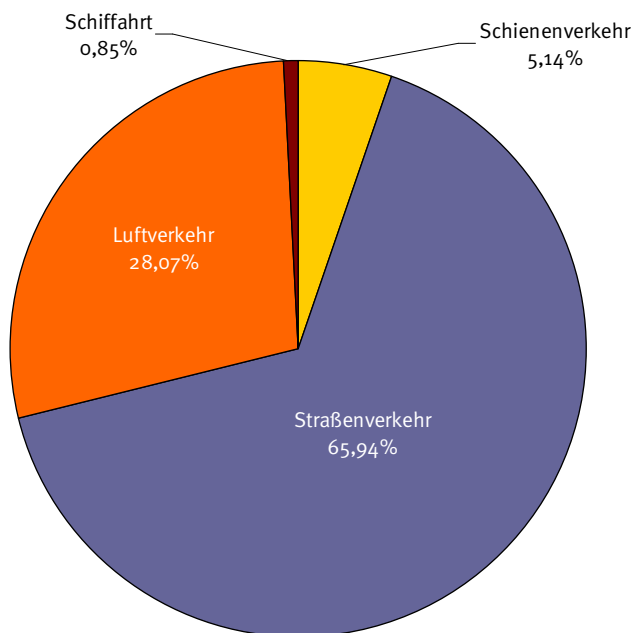
deren Betrieb beschleunigt gesteigert sowie die Effizienzpotentiale im Betrieb stärker ausgeschöpft werden.

Die Realisierung der vorgenannten Maßnahmen setzt jedoch politische Entscheidungen voraus. . Die bisherige, voneinander weitgehend unabhängige Entwicklung der Wirtschaftsleistung und des Verkehrsaufkommens in Berlin lässt Nachteile für die Wirtschaftsentwicklung nicht erkennen. Vielmehr sind Wettbewerbsvorteile denkbar, da die volks- und betriebswirtschaftlichen Risiken der Abhängigkeit von Mineralölimporten und –preisen gesenkt sowie neue Märkte für innovative Unternehmen mit Produkten und Dienstleistungen zur Verbesserung der Energieeffizienz entstehen werden.

Insgesamt wird in dem Zielszenario der Energieverbrauch des Verkehrs für das Jahr 2020 auf 17.155 GWh geschätzt. Der Energieverbrauch verringert sich um 6,9 %. Die verkehrsbedingten CO₂-Emissionen sinken um rund 8,5 % gegenüber 2005. Dabei wird insbesondere für die Zielabschätzungen des Flugverkehrs bzw. das gesamte Zielszenario des Energiekonzeptes 2020 auf die Sensitivitätsanalysen zum Flugverkehr im Anhang verwiesen.

Beispielhaft wird im Folgenden eine mögliche Entwicklung aufgezeigt.

Abbildung 85: Verteilung des Energieverbrauchs im Handlungsfeld „Verkehr“ für Zielabschätzung 2020 (Gesamtenergieverbrauch: 17.155 GWh)

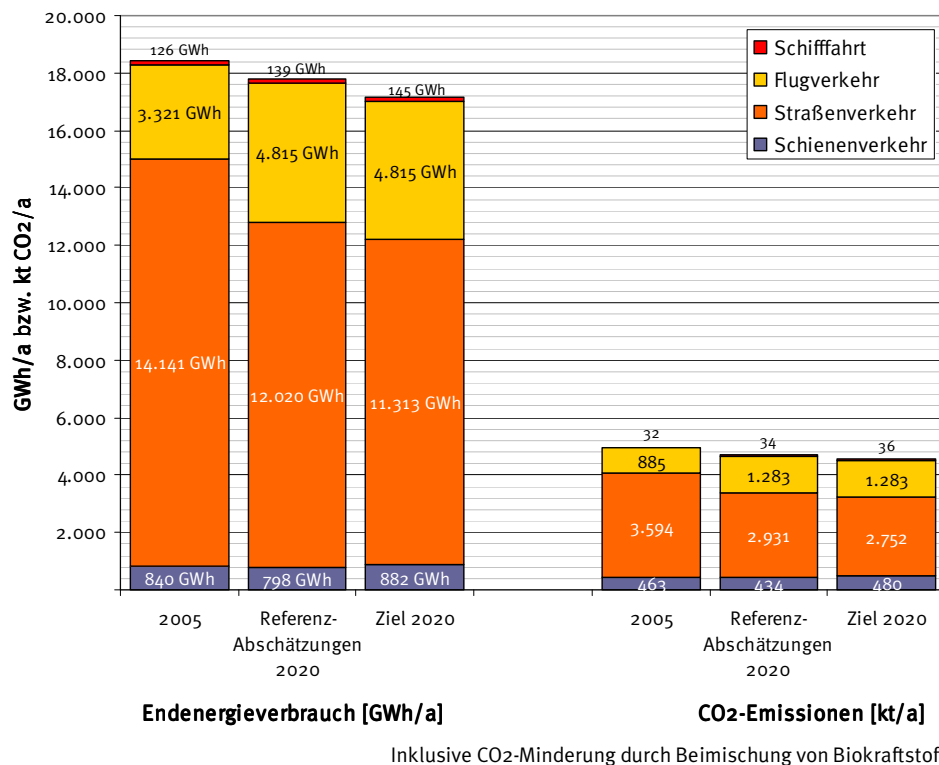


Quelle: Berliner Energieagentur

14.3.3 Zusammenfassung der Abschätzungen

Abbildung 86 fasst die Ergebnisse der Abschätzungen für das Handlungsfeld „Verkehr“ zusammen. Die Unterschiede zwischen Ziel- und Referenzszenario resultieren hauptsächlich aus der deutlichen Abnahme des Straßenverkehrs. Der Energieverbrauch durch den Flugverkehr bleibt hingegen in beiden Szenarien gleichhoch.

Abbildung 86: Ergebnisse der Abschätzungen im Handlungsfeld „Verkehr“



Quelle: Berliner Energieagentur

Aufgrund der großen Unsicherheiten bezüglich der Bilanzierung des Flugverkehrs wird auf die Sensitivitätsanalysen im Anhang verwiesen. Hierbei werden insgesamt 13 Szenarien für die Bilanzierung des Flugverkehrs untersucht und deren Auswirkungen auf die Erreichung des Gesamtziels, die Reduzierung der CO₂-Emissionen um 40% gegenüber 1990 dargestellt.

14.4 Maßnahmenkatalog

Das Handlungsfeld Verkehr ist nur über komplexe Zusammenhänge darstellbar. Die Daten der amtlichen Energiebilanz bilden als reine Absatzzahlen und somit als Quellenbilanz nicht den Energieverbrauch ab, der durch das tatsächliche Verkehrsaufkommen im Land Berlin verursacht wird. Für eine entsprechend detaillierte Analyse ist auf den Stadtentwicklungsplan Verkehr zu verweisen, der jedoch wiederum nicht die Verkehrsträger Flugverkehr, Schienengüterverkehr und Schifffahrt berücksichtigt. Ergänzende Betrachtungen zu diesen Verkehrsträgern sollten deshalb im Land Berlin bzw. in Abstimmung und Kooperation mit dem Land Brandenburg erarbeitet und in die Wirkungsabschätzung integriert werden. Auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Arbeiten wird im nächsten Schritt eine Anpassung des Energiekonzeptes empfohlen.

Die für eine Umsetzung der Zielabschätzung neben der genannten Wirkungsabschätzung erforderlichen Maßnahmen werden in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

Abbildung 87: Maßnahmen im Handlungsfeld „Verkehr“

StEP Verkehr 2025

- Förderung des CO₂-freien nichtmotorisierten Verkehrs, u. a. durch Fortschreibung und Umsetzung der Radverkehrsstrategie (Kapazitätserweiterungen auf nachfragestarken Radverkehrs-Relationen, Planungen für ein stadtweites Nebenroutennetzes, Ausbau von Abstellanlagen) und die Umsetzung der Fußverkehrsstrategie u. a. mit Modellprojekten zu teilräumlichen Fußverkehrsnetze, Maßnahmen zur Barrierefreiheit etc.)
- Weitere Stärkung des öffentlichen Nahverkehrs, u. a. durch Beschleunigung der Oberflächenverkehre (Bus und Straßenbahn), Verbesserung der Verknüpfung des ÖPNV mit dem Radverkehr (Ausbau B+R, öffentliches Leihradsystem) und einzelne Netzergänzungen im ÖPNV auf nachfragestarke Relationen (u. a. S 21, Straßenbahnstrecken vom Nordbahnhof zum Hauptbahnhof und vom Alexanderplatz zum Kulturforum, Lückenschluss bei der U5 vom Hauptbahnhof zum Alexanderplatz)
- Steuernde Maßnahmen zur Begrenzung bzw. verträglicheren Abwicklung des Kfz-Verkehrs (z. B. Erstellung eines „Masterplan Parken“ als Grundlage für eine Weiterentwicklung der Parkraumbewirtschaftung, Weiterentwicklung der Tempo 30-Konzeption)
- Maßnahmen im Bereich Verkehrsmanagement (zur effizienteren und dadurch umweltverträglicheren Abwicklung des Verkehrs in den bestehenden Netzen) und im Mobilitätsmanagement (zur Förderung von Mobilitätsentscheidungen zugunsten der Verkehrsträger des Umweltverbunds)

Planungsinstrumente für Flugverkehr, Schienengüterverkehr und Schifffahrt

- Für die im StEP Verkehr 2025 nicht berücksichtigten Verkehrsmittel sind geeignete Planungsinstrumente mit entsprechenden Zielsetzungen und Maßnahmenkatalogen in die Wirkungsabschätzungen für Berlin zu integrieren
- Aktualisierung des Handlungsfeldes „Verkehr“ auf Grundlage der Ergebnisse des StEP Verkehr und der Wirkungsabschätzungen für Flug-, Schienengüterverkehr und Schifffahrt
- Vereinbarung zwischen Berlin und Brandenburg zur Zuordnung der Flugverkehrsemissionen.

Abschluss von Klimaschutzvereinbarungen mit Verkehrsunternehmen

Um die notwendigen Effizienzziele im Bereich Schienen- und Straßenverkehr zu ermöglichen, sollten Klimaschutzvereinbarungen mit den relevanten Unternehmen (z. B. BVG, Berliner S-Bahn) getroffen werden. Es wird empfohlen, den Schwerpunkt der Vereinbarungen auf Maßnahmen und Pilotprojekten zur Verbesserung der Energieeffizienz zu legen. Neben dem Einsatz alternativer Antriebe ist beim Schienenverkehr z. B. auch der Bezug von Ökostrom zu erwägen.

15 Planungsfeld „Stadtentwicklung“

15.1 Ausgangssituation

Das Planungsfeld der „Stadtentwicklung“ beinhaltet die Gesamtentwicklung der Stadt unter gesellschaftlichen, wirtschaftlichen, kulturellen und ökologischen Gesichtspunkten. Stadtentwicklung verlangt somit eine interdisziplinäre, integrierte und zukunftsgerichtete Herangehensweise und findet sich damit zwangsläufig in allen Handlungsfeldern des Berliner Energiekonzeptes 2020 wieder. Die wesentlichen Herausforderungen entstehen durch gesellschaftliche Tendenzen wie z. B. dem demografischen Wandel, der Pluralisierung der Lebensstile oder die Globalisierung.

Im Rahmen der Globalisierung hat sich der internationale Standortwettbewerb der Städte und Regionen verschärft. Neben klassischen ökonomischen Standortfaktoren gewinnen immer mehr Faktoren wie Wissen, Innovationsfähigkeit, kulturelle Attraktivität und die Größe des städtischen kreativen Potentials an Bedeutung.

Gleichzeitig hat Berlin, wie alle Städte, eine entscheidende Rolle beim Klimawandel. So sind urbane Ballungsräume die größten räumlichen CO₂-Quellen, denn dort wird ca. 80 % der Energie verbraucht. Die klimabedingte Verwundbarkeit der Städte zeigt sich an den Auswirkungen von Hitzewellen und Extremwetterereignissen.

Bis 2050 ist in Berlin mit einem deutlichen Temperaturanstieg von durchschnittlich 2,5°C zu rechnen. Im Winter steigen die Temperaturen deutlicher als im Sommer. Die durchschnittliche Niederschlagssumme von ca. 540 mm wird im Zuge des Klimawandels einer ausgeprägten jahreszeitlichen Verschiebung unterliegen. Während die Niederschläge im Sommerhalbjahr um zum Teil mehr als 15 % zurückgehen, werden die Winterhalbjahre deutlich feuchter. Die Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen nimmt zu. Starkregenereignisse treten vermehrt im Winter auf, in denen Kälteextreme seltener werden. Die Anzahl der Frosttage kann um bis zu 50 % zurückgehen. Im Sommer hingegen nehmen die Wärmeextreme zu. Es ist vermehrt mit langen Hitzeperioden, tropischen Nächten und Hitzetagen zu rechnen [PIK/agripol/z. l. f. 2009].

Damit die Stadt diesem Klimawandel nachhaltig begegnen kann und ihre Funktionalität als klimagerechte Stadt gewahrt bleibt, bedarf es eines integrierten Strategieansatzes, der sowohl auf Maßnahmen zur Abminderung (Mitigation) als auch Maßnahmen der Anpassung an den Klimawandel (Adaption) baut.

15.2 Ist-Zustand

15.2.1 Mitigation

Bei Maßnahmen der Stadtentwicklung soll Klimaschutz von Anfang an als wichtiger Aspekt berücksichtigt werden. Im Europarechtsanpassungsgesetz Bau (EAG Bau) von 2004 ist der Klimaschutz in den Zielkatalog für die Bauleitplanung aufgenommen worden [Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz 2008b]. Mit der Aufnahme in das Baugesetzbuch (BauGB) wurde diese Anforderung in die wichtigste Rechtsquelle des Städtebaurechts integriert.

In Berlin besteht ein umfangreiches Potential zur Energie- und CO₂-Einsparung im Gebäudebestand. Als wesentliche Strategien zur Umsetzung dieser Einsparpoten-

tiale sind die Gebäudesanierung und der Ausbau von Energieeffizienztechnologien (z. B. Erneuerbare Energien, BHKW) identifiziert worden.

Bei städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen werden Maßnahmen zur Behebung städtebaulicher Missstände im öffentlichen Interesse durchgeführt. Gemäß Baugesetzbuch besteht Handlungsbedarf, wenn die vorhandene Bebauung in einem Quartier nicht oder nicht mehr den Anforderungen des allgemeinen Klimaschutzes genügt. Dies ist der Fall, wenn die überwiegende Zahl an Bestandsgebäuden in einem Quartier beispielsweise im Hinblick auf die Wärmedämmung nicht den energetischen Anforderungen an den Klimaschutz entspricht. Handlungsbedarf im Sinne des Klimaschutzes ergibt sich auch, wenn ein Quartier über keine klimaverträgliche Infrastruktur verfügt. Weil das Baugesetzbuch keine Anforderungen an eine solche Infrastruktur definiert, sollte bei städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen der Ausbau der Erneuerbaren Energien und die Steigerung der Energieeffizienz Eingang in die Sanierungsziele finden. Quartierbezogene Lösungen sollten Vorrang vor gebäudebezogenen Ansätzen haben. In den Sanierungsgebieten werden Gebietsbeauftragte in Form von Sanierungsbeauftragten eingesetzt. Diese stehen den Eigentümern für eine umfassende Beratung zur Verfügung und koordinieren die Sanierung entsprechend den Sanierungszielen. Im Interesse einer energiebewussten Sanierung ist daher eine qualifizierte energetische Beratung der Eigentümer stärker zu gewichten. Neben dem Sanierungsrecht stellt der Stadtumbau ein wesentliches Element des Klimaschutzes in der Stadterneuerung dar. Die Herstellung nachhaltiger städtebaulicher Strukturen ist das Steuerungsziel von Stadtumbaumaßnahmen. Stadtumbaugebiete sind geprägt durch einen erheblichen städtebaulichen Funktionsverlust.¹¹⁴

Zur Umsetzung des städtebaulichen Entwicklungskonzeptes besteht die Möglichkeit, auf der Grundlage von städtebaulichen Verträgen mit den beteiligten Eigentümern spezielle klimarelevante Maßnahmen vertraglich umzusetzen. Die Nutzung von Netzen und Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung sowie von Solaranlagen für die Wärme-, Kälte- und Elektrizitätsversorgung kann Gegenstand eines städtebaulichen Vertrages sein.

15.2.2 *Adaption*

Das Potsdamer Institut für Klimafolgenforschung erstellte im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und der Gemeinsamen Landesplanung Berlin-Brandenburg eine Studie über die Auswirkungen des „Klimawandels auf die Kulturlandschaft Berlins“ [PIK, ZALF, agripol 2009].

Mit Hilfe der Studie werden diejenigen Handlungsfelder der Stadtentwicklung identifiziert, die von den Auswirkungen des Klimawandels wesentlich betroffen sein werden. Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Studie müssen nunmehr in die gesamtstädtische räumliche Planung einbezogen werden, um geeignete Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel zu erarbeiten.

Die Ergebnisse der Studie lassen erhebliche Belastungen für die Kulturlandschaft Berlins erwarten. Besondere Konsequenzen ergeben sich infolge der temperaturbedingten Verstärkung der städtischen Wärmeinseln. Daher muss die Erholungsfunktion von Landschaften gestärkt werden. Die Freihaltung von Kaltluftschnei-

¹¹⁴ Funktionsverluste liegen insbesondere vor, wenn ein dauerhaftes Überangebot an baulichen Anlagen für bestimmte Nutzungen – insbesondere Wohnzwecke – besteht oder erwartet wird.

sen, die Mehrung von Kaltluftentstehungsgebieten und die Vernetzung kleiner und mittlerer Grünflächen zur Durchlüftung der Stadtquartiere sind für den Erhalt städtischer Lebensqualität entscheidend. Zugleich dient die Vernetzung von Freiräumen dem Austausch der Arten zur Förderung der Biodiversität. Sowohl neue Überlegungen zur Bewässerung von Grünanlagen als auch Schutzmaßnahmen vor Starkregen werden künftig in die Planung einfließen

Des Weiteren ließ die Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz vom Klimaschutzrat im Jahr 2008 den „Ersten Bericht zum Klimawandel in Berlin – Auswirkungen und Anpassung“ erstellen [SenGUV 2009].

Der Bericht greift bisher wenig diskutierte Themen auf, wie Auswirkungen des Klimawandels auf das Gesundheitswesen und die Wasserwirtschaft. Für die Qualität der Berliner Oberflächengewässer und für die Trinkwasserversorgung hat der Klimawandel weitreichende Konsequenzen. Darüber hinaus steht das Berliner Gesundheitswesen vor neuen Herausforderungen. Es muss mit einem hitzebedingten Anstieg der Erkrankungsfälle und der Sterblichkeit bei Atemwegs- und Herz-Kreislauferkrankungen gerechnet werden. Auch endemische und reiseassoziierte Infektionskrankheiten können vermehrt auftreten, ebenso Allergien und Hauterkrankungen infolge verstärkter UV-Belastung.

Die Wirkungen des Klimawandels sind komplex und werden einschneidende Folgen für die Lebensqualität der Berlinerinnen und Berliner, aber auch für die Versorgungsstrukturen der Stadt haben. Um dem zu begegnen braucht Berlin eine umfassende Anpassungsstrategie mit einem integrierten Klimafolgenmanagement, das eine frühzeitige und umfassende Einbeziehung aller betroffenen Handlungsfelder gewährleistet.

Mit dem ersten Bericht zum Klimawandel in Berlin wurde ein erster Schritt für die Erarbeitung einer Berliner Anpassungsstrategie geleistet. Aufbauend auf den ersten Bericht zum Klimawandel erarbeitet die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung als einen ersten Baustein zu einer Klimaanpassungsstrategie einen Stadtentwicklungsplan Klima (StEP Klima). Die konkreten Arbeiten hierzu laufen seit Mitte 2009.

Der StEP Klima soll für die gesamtstädtische räumliche Planung einen strategisch-planerischen Orientierungsrahmen zur Bewältigung der Herausforderungen der Mitigation und Adaption liefern. Er wird für das Thema „gesamtstädtische räumliche Planung“ sensibilisieren, Prüfungsaufträge zum Einsatz der Planungsinstrumente liefern sowie räumliche und zeitliche Maßnahmenschwerpunkte benennen. Damit wird dieses Instrument die Klimaschutzaktivitäten des Senats um einen wichtigen Baustein ergänzen.

Der StEP Klima setzt auf Grundlage des ersten Berichts zum Klimawandel insbesondere auf die klimabedingten Herausforderungen im urbanen Raum wie „Urban Heat Islands“, Wasser- und Gewässerhaushalt und Extremwetterereignisse auf.

Wesentliche Inhalte des StEP Klima sind:

- Darstellung der stadträumlichen und stadtklimatischen Rahmenbedingungen,
- Problemanalyse unter Konkretisierung teilsräumlicher Klimafolgen inklusive der demografischen Entwicklung,
- Erarbeitung von Maßnahmen für die hochverdichteten Innenstadtgebiete (insbesondere Auswirkungen von Urban Heat),

- Vorschläge für Modellgebiete in der Stadt, z. B. dicht bebaute Innenstadtquartiere.

Der Zeithorizont des StEP Klima ist 2030 / 2050.

Ein Defizit des zitierten Berichts besteht darin, dass Bereiche vernachlässigt werden, in denen ebenfalls klimapolitischer Anpassungsbedarf gesehen wird. Hierzu gehören die Bereiche Energiewirtschaft und Verkehr. Diese Handlungsfelder sind über die bestehenden Felder hinaus zügig in das Berliner Klimafolgenmanagement zu implementieren [SenGUV 2009].

15.3 Maßnahmenkatalog

Für die Planung einer zukunftsfähigen Stadt ist Voraussetzung, dass die Anforderungen des Klimawandels bei städtebaulichen Sanierungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Bei allen Programmen der Städtebauförderung (Stadtumbau, Sanierung, Soziale Stadt, Städtebaulicher Denkmalschutz) muss die Energieeffizienz als Querschnittsziel Eingang finden. Hierzu werden als kurzfristige Maßnahme die Erarbeitung von Leitlinien für eine energiebewusste Bauleitplanung und ihre Integration in die Entscheidungshilfen der Berliner Bauaufsicht als erforderlich erachtet. Neben einem Vorrang von quartiersbezogenen Lösungen, die in der Bauleitplanung festgeschrieben werden sollte, wird eine Erweiterung des Leistungsbilds des Gebietsbeauftragten um die Kompetenzen einer qualifizierten Energieberatung empfohlen. Darüber hinaus sollten energetische Sanierungsziele festgelegt werden.

Mit dem Bericht zum Klimawandel wurde in Berlin ein erster Schritt für die Erarbeitung einer Berliner Anpassungsstrategie geleistet. Weiterer Konkretisierungsbedarf wird darüber hinaus in den Schwerpunkten Energiewirtschaft und Verkehr gesehen. Zu diesen Bereichen sollte ebenfalls eine Anpassungsstrategie entwickelt werden, die in einem zweiten Bericht zum Klimawandel resultiert. Entsprechende Empfehlungen zu diesen Handlungsfeldern sind zügig in das Berliner Klimafolgenmanagement zu implementieren [SenGUV 2009].

Abbildung 88: Kurzfristige Maßnahmen für die Stadtentwicklung

Erarbeitung von Leitlinien für eine energiebewusste Bauleitplanung und Integration in die Entscheidungshilfen der Berliner Bauaufsicht

- Vorrang quartierbezogener energetischer Lösungen
- Erweiterung des Leistungsbilds des Gebietsbeauftragten um die Komponente der Energieberatung
- Festlegung energetischer Sanierungsziele

Erstellung eines zweiten Berichts zum Klimawandel in Berlin

- Schwerpunkte „Energiewirtschaft“ und „Verkehr“
- Präzisierung bekannter und Identifizierung weiterer Handlungsbedarfe
- Entwicklung von Anpassungsstrategien und Maßnahmen für die beiden Handlungsfelder

Aufbauend auf den ersten Bericht zum Klimawandel arbeitet die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung derzeit an einem Stadtentwicklungsplan Klima (StEP

Klima) als erstem Baustein zu einer Klimaanpassungsstrategie. Folgerichtig sollte der StEP Klima auf der Grundlage der Ergebnisse des empfohlenen zweiten Berichtes zum Klimawandel mit den Schwerpunkten „Energiewirtschaft“ und „Verkehr“ konkretisiert werden.

Abbildung 89: Mittelfristige Maßnahmen für die Stadtentwicklung

StEP Klima

- Konkretisierung des StEP Klima auf Grundlage der Ergebnisse des 2. Berichts zum Klimawandel mit den Schwerpunkten „Energiewirtschaft“ und „Verkehr“

16 Aktionsfeld „Energietechnologie und -forschung“

16.1 Ausgangssituation

Im Spannungsfeld von Klimaschutz, Versorgungssicherheit und Ökonomie muss das Aktionsfeld „Energietechnologie und -forschung“ Optionen für eine zukunftsfähige Energieversorgung bereitstellen. Energietechnologie und -forschung tragen damit zur Stärkung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Berlin bei. Die Herausforderungen der Zukunft sind in diesem Aktionsfeld vielfältig und umfangreich: Zu nennen sind beispielhaft der Forschungsbedarf in den Bereichen regenerative und innovative Technologien der Energiebereitstellung, hoch entwickelte Netzsteuerungen, fortgeschrittene Speichertechnologien, elektrische Antriebe etc.

Berlin ist in Forschung und Entwicklung insgesamt gut aufgestellt und erfüllt die Vorgaben der Lissabon-Strategie, wonach u. a. bis 2010 die FuE-Ausgaben der Mitgliedstaaten 3 % des Bruttoinlandsprodukts (BIP) betragen sollen. Mit einem Anteil am BIP von 3,4 % hat Berlin diese Zielmarke 2007, wie auch in den vergangenen Jahren, deutlich überschritten. Im bundesdeutschen Vergleich nimmt Berlin zusammen mit Baden-Württemberg (4,4 %) einen Spitzenplatz ein. Unübersehbar sind aber auch ab 2001 einsetzende rückläufige Trends bei der Entwicklung des FuE-Personals und der FuE-Gesamtausgaben in Berlin [TSB 2009].

In Berlin waren 2008 mehr als 350 Unternehmen mit mindestens 29.000 Beschäftigten in energierelevanten Geschäftszweigen tätig. Davon entfallen 22.000 auf das verarbeitende Gewerbe, 6.000 auf die Energieversorgung und ca. 1.000 auf Dienstleistungsfirmen. Energiebezogene Forschung findet in zahlreichen Einrichtungen wie kleinen und mittelständischen Unternehmen sowie den Berliner Großunternehmen statt. Außerdem befassen sich 18 wissenschaftliche Einrichtungen mit ca. 500 Fachkräften mit energiebezogener Forschung und Lehre. Industrielle Forschungszentralen sind nicht vorhanden [Vogel 2008].¹¹⁵

Die Region Berlin-Brandenburg verfügt somit zwar über breit gefächerte Kompetenzen im Bereich Energietechnik, kann aber nicht zu den führenden Zentren der Energieforschung in Deutschland gezählt werden. Aufgrund der fachlichen Heterogenität der Energieforschung und zur Stärkung der vorhandenen Potentiale und der Wachstumschancen muss die Energieforschung in Berlin strategisch gestärkt werden. Ein wichtiger Schritt in diese Richtung ist das Innovationszentrum Energie (IZE) an der Technischen Universität, mit dem die Aktivitäten der TU Berlin im Bereich der Energieforschung zentral gebündelt und zusammengeführt werden.

¹¹⁵ Insgesamt besitzt Berlin als eine der größten und vielfältigsten Wissenschaftsregionen in Europa für eine integrierte Energieforschung hervorragende Voraussetzungen. An vier Universitäten, sieben Fachhochschulen, drei Kunsthochschulen, sechzehn staatlich anerkannten privaten Hochschulen sowie über 70 außeruniversitären Forschungsstätten lehren, forschen, arbeiten und studieren rund 200.000 Menschen aus aller Welt. In den Hochschulbereich investiert Berlin im Jahr rund 1,35 Milliarden Euro. Die Veröffentlichung von Sebastian Vogel zum Technologiefeld Energie in Berlin-Brandenburg beinhaltet in diesem Kontext eine sehr gute Bestandsaufnahme der energiebezogenen Forschung in Berlin [Vogel 2008].

Insgesamt besitzt Berlin als eine der größten und vielfältigsten Wissenschaftsregionen in Europa hervorragende Voraussetzungen für eine integrierte Energieforschung.

16.2 Herausforderungen

Die Herausforderungen der Zukunft sind im Bereich der Energietechnologie und -forschung vielfältig und umfangreich.

Eine zukünftige Energieversorgung muss Effizienzpotentiale konsequent ausschöpfen. Dies gilt entlang der gesamten Prozesskette – von der Bereitstellung der Energieträger, die Erzeugung, den Transport und die Speicherung von Energie bis zu ihrer tatsächlichen Anwendung und Abrechnung. Besondere Chancen liegen in urbanen Ballungsräumen in einer vernetzten Energieoptimierung unter Einbeziehung von stadt- und verkehrsplanerischen sowie raumordnerischen Aspekten. Für die Umsetzung sind geeignete Technologien zur intelligenten Wärme- und Strombereitstellung anzuwenden.

Dabei wird der Ausbau von Erneuerbaren Energien und anderen innovativen Technologien, wie z. B. der dezentralen Kraft-Wärme-Kopplung, immer wichtiger. Diesem Umstand wird in Berlin im Rahmen der Innovationsstrategie Berlin-Brandenburg mit dem Handlungsfeld Photovoltaik in besonderer Weise Rechnung getragen. Ein wichtiger Akteur ist in diesem Bereich das Kompetenzzentrum Dünnschicht- und Nanotechnologie für Photovoltaik Berlin.

In Zukunft wird sich die Erzeugungs- und Versorgungsstruktur im Energiesektor weiter zwischen zentralen und dezentralen Anlagentechnologien diversifizieren. Für das komplexe Zusammenspiel der Technologien ist eine intelligente Netzsteuerung erforderlich, mit der bei einem zunehmenden Anteil Erneuerbarer Energien flexibel auf Schwankungen in Erzeugung und Nachfrage reagiert werden kann. Die intelligente Netzsteuerung ist mit modernen Speichertechnologien zu kombinieren.

Weitere Herausforderungen ergeben sich damit aus der zunehmenden Bedeutung von intelligenten Netzen, bei denen den zunehmenden Anforderungen einer Netzeinspeisung aus dezentralen Erzeugungsanlagen Rechnung zu tragen ist. Wichtig ist in diesem Zusammenhang die technologische Entwicklungsdynamik im Bereich des Zähl- und Messwesens, z. B. der Digitalisierung der Zähler und den neuen Kommunikationsmöglichkeiten zwischen Verbraucher und Netzinfrastuktur bzw. Erzeugung. Das elektrische Stromnetz wird durch die Einführung bidirektionaler Kommunikationsstrukturen wesentlich intelligenter. Die Bedeutung der Peripherie der Netzinfrastuktur wird in den kommenden Jahren wachsen. Es sind – nicht zuletzt durch die Liberalisierung des Zähl- und Messwesens – immense Investitionen zu erwarten. Der Technologiewettbewerb wird im Zähl- und Messwesen zunehmen.

Gleichzeitig ist Berlin die Stadt mit der höchsten Dichte an Zählerplätzen. Für Berlin wird es darauf ankommen, nicht nur als Pilotmarkt zu dienen, sondern auch mit eigenen Wertschöpfungsanteilen an diesem entstehenden Markt zu partizipieren. Den genannten Herausforderungen begegnet Berlin gemeinsam mit Brandenburg im Rahmen der gemeinsamen Innovationsstrategie mit dem erwähnten Kompetenzfeld Energietechnik. Hier wird mit dem Forschungsfokus Intelligente Netze ein eigener Schwerpunkt gesetzt.

Im Bereich des Straßenverkehrs ist langfristig eine sukzessive Durchdringung mit elektrischen Antrieben zu erwarten. Neben batteriebetriebenen Fahrzeugen mit

beschränktem Einsatzradius werden abgestufte Varianten von hybriden Antrieben bis Brennstoffzellen unterschiedliche Anforderungsprofile bedienen. Damit ist eine schrittweise Abkehr vom Leitbild des Universalfahrzeugs verbunden. In der Folge werden sich – besonders im Individualverkehr – neue Nutzungsformen und Mobilitätskonzepte bilden. Hierin ist ein weiterer wichtiger Wissenschaftsschwerpunkt für die Region zu sehen.

Die genannten Entwicklungen stehen im Mittelpunkt des Programms „Modellregionen Elektromobilität“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Die Zielsetzung des Programms ist die Entwicklung und Erprobung neuer Mobilitätsangebote im Zusammenhang mit Elektroantrieben sowie das Zusammenspiel von Netzinfrastruktur und Fahrzeugen. Seit Mitte 2009 ist die Region Berlin-Potsdam eine der bundesweit acht Modellregionen. Die Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und die Stadt Potsdam sind für die Einbindung der Modellregionsaktivitäten in die Stadtentwicklungsstrategien zuständig, während der TSB-Forschungs- und Anwendungsverband Verkehrssystemtechnik für diesen Schwerpunkt als regionale Projektleitstelle fungiert.

Wichtiges Ziel der Innovationsstrategie Berlin-Brandenburg ist es, mit den genannten Aktivitäten die industrielle Wertschöpfung in der Region Berlin-Brandenburg zu stärken. Inhaltliche Schwerpunkte sind die technologischen Herausforderungen in der Batterietechnik, ihrer Fahrzeugintegration inklusive Energiemanagement sowie die Einbindung von Elektrofahrzeugen in die Netzinfrastruktur. Das Leitprojekt eSolCar zielt mit seiner Forschung zur Nutzung elektrischer Fahrzeuge als Lastfaktor für intelligente Stromnetze auf einen besonders wichtigen Aspekt der Elektromobilität.¹¹⁶

In der Konkurrenz der Regionen um zukunftssträchtige Wissenschafts-Cluster (z. B. Technologiefeld Energie) sollte die Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg noch stärker als bisher als ein Standort wahrgenommen werden. Eine gemeinsame Innovationspolitik der Länder Berlin und Brandenburg ist beschlossen und wird gegenwärtig konzeptionell untersetzt.

In der Perspektive müssen Berlin und Brandenburg ihre gemeinsame Zukunftsfeldstrategie auch in der Energietechnik ausbauen. Auf der Basis der erfolgten inhaltlichen Abstimmung und den bisher ausgewählten gemeinsamen Aktivitäten werden künftig gemeinsame Instrumente und organisatorisch-strukturelle Veränderungen erfolgen.

Teilziele einer wissensbasierten gemeinsamen Innovationspolitik in den genannten Schwerpunkten sind:

- Profilierung des Innovationsstandort Berlin-Brandenburg,
- Stärkung der regionalen Innovationstätigkeit durch Vernetzung der Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft,
- Förderung der Internationalisierung von FuE-Aktivitäten durch die Beteiligung an EU-Forschungsplattformen,

¹¹⁶ Die bestehenden Kompetenzen der Region im Engineering-Sektor sind stärker für die Entwicklung zukunftsfähiger Antriebstechnik zu nutzen. Hierzu ist eine weitere Bündelung der Kräfte erforderlich (z. B. von Wissenschaft mit Engineering-Dienstleistern und Automobilzulieferern). Deshalb wurde im Jahr 2009 der Verein „Innovative Fahrzeugantriebe Berlin-Brandenburg e. V.“ gegründet.

- Verbesserung der nationalen und internationalen Wahrnehmung der Region Berlin-Brandenburg,
- Erhöhung der Investitionstätigkeit in Forschung und Wirtschaft,
- Unterstützung für eine schnellere wirtschaftliche Verwertung von Innovationen und Produktideen

Interessante institutionelle Anknüpfungspunkte für eine Umsetzung dieser Innovationspolitik sind die folgenden beiden Einrichtungen. Zum einen bieten die Stadt für Wissenschaft, Wirtschaft und Medien Adlershof und rund 20 weitere innerstädtische Technologieparks und Gründerzentren gelungene Voraussetzungen für eine systemische Perspektive der Energieforschung und die Umsetzung in marktfähige Produkte.

Darüber hinaus ist das Netzwerke zu nennen, dessen Aktivitäten darauf zielen, Berliner Unternehmen der Energieeffizienz- und Erneuerbaren-Energien-Branche zu stärken. Ziele des Netzwerkes sind die Identifizierung, Entwicklung und Bekanntmachung von Berliner Konzepten, Produkten und Dienstleistungen im genannten Bereich. Es werden Leuchtturmprojekte initiiert, Energieeffizienzpotentiale bei Unternehmen identifiziert und mit geeigneten Maßnahmen gehoben. Die technologischen Themenschwerpunkten des Berliner Netzwerkes gehören sind die Photovoltaik, Solarthermie, Biomasse, kleine Windenergieanlagen und Abwärmenutzung [Netzwerke 2009].

16.2.1 Kompetenzfeld Energietechnik

Im Rahmen der Vereinbarung zur Entwicklung einer gemeinsamen Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg wurde beschlossen, das Zukunftsfeld Energietechnik zu strukturieren und voranzubringen. Auf dem Innovationsgipfel 2008 wurde die gemeinsame Strategie für das Zukunftsfeld mit Politik, Wirtschaft und Wissenschaft diskutiert und abgestimmt. Aufbauend auf dieser Strategie konzentriert sich die Arbeit der Länder Berlin und Brandenburg seither auf die folgenden fünf thematischen Handlungsfelder:

- Photovoltaik,
- Elektrische Übertragungs- und Verteilernetze und Energiespeicherung, virtuelles Kraftwerk, Management Energiemix,
- Turbomaschinen, Kraftwerksturbinen, Kraftwerkstechnik,
- Energieeffizienztechnologien (in Gebäuden, in Industrie und Gewerbe, in Mobilität und Verkehr),
- Erneuerbare Energien (Windkraft, Biomasse, Biogas, Geothermie).

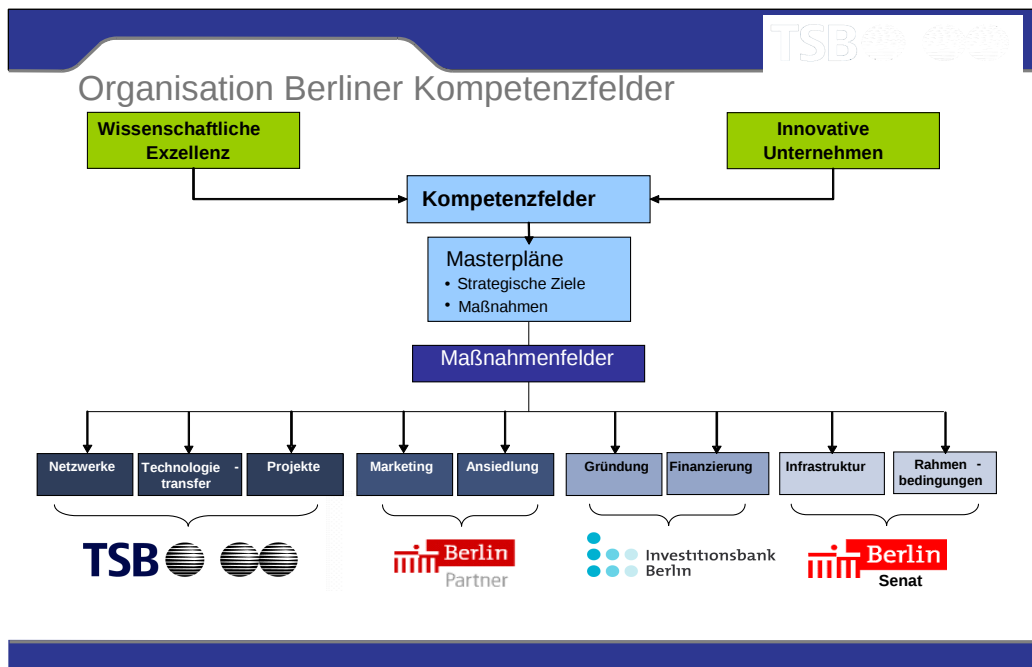
Darüber hinaus bestehen in Berlin besondere Potentiale z. B. in den Bereichen Antriebe, Lichttechnik, Solarthermie, Abwärmenutzung und solares Kühlen.

Im Kontext der genannten Innovationsstrategie ist die von der Hans-Böckler-Stiftung angemahnte beschleunigte Zusammenführung der Innovationsprogramme von Berlin und Brandenburg – auch im Bereich der Energieforschung – auf gutem Wege [Hans-Böckler-Stiftung 2009]. Neben der bereits genannten gemeinsamen Zukunftsfeldstrategie umfasst diese beispielsweise die Modellregion Elektromobilität Berlin und Potsdam. Auch wurde das Projekt PVcomB länderübergreifend ausgerichtet. Die Innovationskonzepte beider Länder werden gegenwärtig mit dem Ziel einer Vereinheitlichung überarbeitet.

Ein weiterer wichtiger Hintergrund sind in diesem Kontext die Ergebnisse des Forschungsprojekts „Strategien für mehr Beschäftigung in Berlin – Bestandsaufnahme und Vorschläge“. Die von der Hans-Böckler-Stiftung erarbeitete Studie kommt zu dem Schluss, dass eine Lücke zwischen dem Wissenschaftspotential Berlins und den Partnern aus der Industrie besteht. Innovationsförderung im Bereich Energietechnik wirkt, kann aber die Entwicklungsrückstände gegenüber konkurrierenden Standorten mit einer dynamischen Wirtschaft allein nicht beseitigen [Hans-Böckler-Stiftung 2009].

Der Senat von Berlin hat hierzu bereits Ende der neunziger Jahre mehrere technologieorientierte Kompetenzfelder (z.B. Biotechnologie, Medizintechnik) definiert, die aufgrund der spezifischen Standortgegebenheit als zukunftssträftig anzusehen sind.

Abbildung 90: Kompetenzfelder [im Rahmen der Berliner Innovationsstrategie]



Quelle: TSB

Für die Umsetzung der technologieorientierten Kompetenzfelder werden spezielle Masterpläne entwickelt, die vom Senat, der IBB, Berlin Partner, Industrie- und Handelskammer und der TSB gemeinsam formuliert und umgesetzt werden. Mit der Koordinierung der Arbeiten ist die TSB Technologiestiftung Berlin beauftragt. Mit dem Masterplan Industrie werden derzeit Empfehlungen zur Entwicklung der regionalen Industrie und der Nachfrage industrieller Forschung erarbeitet. Weiter wird auch der Masterplan Energietechnik im Rahmen der Innovationsstrategie Berlin-Brandenburg dazu Anregungen beisteuern. Den hieraus zu erwartenden Empfehlungen und Maßnahmen kann das Energiekonzept 2020 nicht vorgreifen.

16.2.2 Integrative Energieforschung

In einigen Kernfeldern sind in Berlin bereits heute herausragende Kompetenzen in Wirtschaft und Wissenschaft vorhanden. Dies gilt vor allem für Turbomaschinen und für die Photovoltaik. Mehrere Forschungseinrichtungen sowie größere Fertigungsstätten sind auch in den Bereichen Antriebe, elektrische Netze und Lichttechnik vorhanden. Schließlich gibt es Tätigkeitsfelder mit derzeit noch wenigen,

jedoch leistungsstarken und entwicklungsfähigen Akteuren. Dazu zählen die Solarthermie, die Automatisierungstechnik für energieoptimierte Gebäude sowie die Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie [Vogel 2008].

Das Forschungsprojekt „Strategien für mehr Beschäftigung in Berlin – Bestandsaufnahme und Vorschläge“ im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung gelangt zu dem Schluss, dass eine große Lücke zwischen dem Wissenschaftspotential Berlins und den fehlenden industriellen Netzwerkpartnern besteht. Die bestehende Innovationsförderung im Bereich Energietechnik wirkt, kann aber die Entwicklungsrückstände gegenüber konkurrierenden Standorten mit mehr Wirtschaftspotential allein nicht beseitigen [Hans-Böckler-Stiftung 2009].

Diesem Umstand versucht die Berliner Technologiepolitik durch folgende zusätzliche Maßnahmen entgegenzuwirken:

- verstärkte internationale industrielle Vernetzung,
- stärkere Einbindung kleiner und mittlerer Unternehmen in Forschungsprojekte bzw. den Technologietransfer,
- effektive Netzwerkbildung zur Initiierung von innovativen Leitprojekten im Sinne von themenspezifischen Verbünden bzw. interdisziplinären Kompetenzzentren einschließlich Unterstützung bei der Fördermittelakquise und
- offensives Marketing des Standorts Berlin-Brandenburg zur gezielten Ansiedlung von Unternehmen bzw. Forschungsabteilungen.

Gute Beispiele für regionenübergreifende Projekte stellen das Fraunhofer-Innovationscluster „Maintenance, Repair and Overhaul (MRO)“ in den Bereichen Energie und Verkehr und das Kompetenzzentrum Dünnschicht- und Nanotechnologie für Photovoltaik Berlin (PVcomB) dar.

16.3 Maßnahmenkatalog

Energieforschung wird in Berlin in diversen wissenschaftlichen Einrichtungen und der Industrie durchgeführt. Die bestehende Pluralität an energiebezogenen Forschungseinrichtungen ist grundsätzlich positiv zu beurteilen. Um die Forschungsanstrengungen in der Region Berlin-Brandenburg effizienter umzusetzen und den Technologietransfer in die Praxis zu verstärken, sollten jedoch vorhandene Koordinationsstrukturen ausgebaut werden. Vor diesem Hintergrund werden die folgenden kurzfristigen Maßnahmen für eine Umsetzung des Energiekonzeptes 2020 empfohlen.

Abbildung 91: Kurzfristige Maßnahmen für das Aktionsfeld „Energietechnologie und -forschung“

Forcierung des Kompetenzfeldes „Energietechnik“ im Rahmen der Innovationsstrategie Berlin-Brandenburg

- Erstellung und Umsetzung des Masterplans „Energietechnik“
- Erarbeitung einer integrierten Gesamtstrategie für die Energieforschung unter Berücksichtigung des geforderten Technologietransfers zwischen Wissenschaft und Industrie in den fünf festgelegten Handlungsfelder
- Fachliche Konkretisierung und Ausgestaltung der Handlungsfelder einschließlich der Initiierung und Umsetzung von Leitprojekten im Sinne themenspezifischer Verbünde und interdisziplinärer Kompetenzzentren

Marketing für Berlin als Standort innovativer Lösungen

- Erarbeitung und Umsetzung einer Strategie für ein offensiveres Marketing
- Gezielte Ansiedlung von Unternehmen bzw. Forschungsabteilungen

Weiterführung bzw. Ausbau von Innovationsnetzwerken

Literaturverzeichnis

- Abgeordnetenhaus Berlin (2008a): Kleine Anfrage des Abgeordneten Klaus-Peter von Lüdeke (FDP) vom 15. Januar 2008 und Antwort - Welchen Vorteil bringt die energetische Sanierung und was tut der Senat? - Drucksache 16/11611
- Abgeordnetenhaus Berlin (2009): Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs der öffentlichen Berliner Gebäude und Einrichtungen mit Landesbeteiligung (Berliner Initiative für Klima- und Umweltschutz (VI): Energieverbrauch der öffentlichen Berliner Gebäude und Einrichtungen mit Landesbeteiligung senken) – Schlussbericht – Drucksache 16/2416, 15.05.2009.
- AG Energiebilanzen (2005): Energiebilanz der Bundesrepublik Deutschland Jahr 2005; <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=63> ; abgerufen am 12.11.2009
- AG Energiebilanzen (2008): Vorwort zu den Energiebilanzen für die Bundesrepublik Deutschland. Online unter: www.ag-energiebilanzen.de
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2007a): Tabelle: Erhebung über die Energieverwendung der Betriebe des verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden in Berlin- Energieverbrauch in GJ (einschl. Nichtenergetischer Verbrauch) im Jahr 2006
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2007b): Statistischer Bericht F I 1 - j/07. Wohngebäude und Wohnungen in Berlin. 31. Dezember 2007.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2008): Energie und CO₂-Bilanz in Berlin 2005. Statistischer Bericht E IV 4 - j/05. Berlin.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2009a): Statisches Jahrbuch 2009; http://www.statistik-berlin-brandenburg.de/Produkte/jahrbuch/jb2009/BE_Jahrbuch_2009.pdf
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2009b): Wirtschaftsentwicklung in Berlin und Brandenburg im Jahr 2008. Pressemitteilung vom 26.03.2009 - Nr. 103.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2009c): Auswirkungen der weltweiten Wirtschaftskrise im 1. Halbjahr 2009 auf die Länder Berlin und Brandenburg moderat. Pressemitteilung vom 24.09.2009 - Nr. 303.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2010): Persönliche Mitteilung von Herrn Techen, Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Referat 31 B
- B.&S.U., Ecologic (2009): Evaluierung Landesenergieprogramm Berlin 2006-2010 (unveröffentlichtes Dokument).
- BBE Unternehmensberatung GmbH; FfH Institut für Markt- und Wirtschaftsforschung GmbH (2006): Bestandserfassung und Kundenstromanalyse im Einzelhandel in Berlin und Brandenburg.- Online unter: http://gl.berlin-brandenburg.de/imperia/md/content/bb-gl/landesentwicklungsplanung/grossflaechiger_einzelhandel_b_b.pdf
- Berlin Tourismus Marketing GmbH (2007): Berlin-Tourismus lässt die Kassen klingeln.-

Berliner Energieagentur (2010):	Pflichtenheft für die Erreichung eines vorbildlichen energetischen Standards für Baumaßnahmen im Zuständigkeitsbereich der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. Unter Mitarbeit von Achim Neuhäuser, Jürgen Zipf, Dr. Uwe Römmling, unveröffentlichtes Dokument: Berlin, 08. Februar 2010.
Berliner Flughäfen 2009:	Passagierprognosen für den Hauptstadt-Airport BBI: http://www.berlin-airport.de/DE/BBI/DasProjekt/Prognosen/index.html Abgerufen am 03.02.2010
Berliner Immobilienmanagement GmbH (2007):	Geschäftsbericht 2007. Berlin.
Berliner Immobilienmanagement GmbH (2008):	Geschäftsbericht 2008. Berlin. Online unter: http://www.bim-berlin.de/fileadmin/images/Presse/Downloads/BIM_GB_2008.pdf
Berliner Immobilienmanagement, Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (2009):	Klimaschutzvereinbarung im Rahmen der Landesenergieprogramme Berlin 2006 bis 2010. Berlin: 30. Januar 2009. Online unter: http://www.berlin.de/sen/umwelt/klimaschutz/aktiv/vereinbarung/bim/index.shtml
Bremer Energie-Konsens GmbH (2005):	Ein praktischer Leitfaden für die effiziente Nutzung von Kühlmöbeln.- Bremen
Bulwiengesa AG (2009):	Der Markt für Projektentwicklungen in Berlin. http://www.bulwiengesa.de/fileadmin/user_upload/images/PE-Studie/PEHotel.pdf
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2009):	Neues Denken – Neue Energie. Roadmap Energiepolitik 2020. Berlin: Januar 2009.
Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2009):	Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte und der Vergleichswerte im Nichtwohnbestand. 30. Juli 2009.
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (2007):	Eckpunkte für ein integriertes Energie- und Klimaprogramm. Berlin: 24. August 2007. Online unter: http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/eckpunkt-fuer-ein-integriertes-energie-und-klimaprogramm,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf
Bundesregierung (2005):	"Gemeinsam für Deutschland - Mut und Menschlichkeit", Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, 11.11.2005
CO ₂ online gGmbH, Fraunhofer Institut Bauphysik (2007):	CO ₂ -Gebäudereport 2007. Herausgegeben von Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) Bundesministerium für Verkehr.

- Destatis (2005): Energieverbrauch des Verarbeitenden Gewerbes nach ausgewählten Wirtschaftszweigen 2005; <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Energie/Tabellen/Content100/EnergieverwendungBeschaeftigte05,templateId=renderPrint.psml> ; abgerufen am 12.11.2009
- Deutscher Bundestag (2009a): Unterrichtung durch die Bundesregierung - Bericht über die Wohnungs- und Immobilienwirtschaft in Deutschland, Drs. 16/13325.
- Deutscher Bundestag (2009b): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Patrick Döring, Horst Friedrich (Bayreuth), Joachim Günther (Plauen), weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP – Drucksache 16/13721) – Umsetzung der Konjunkturpakete im Bereich des Bauministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Drs. 16/13805.
- DIW Berlin (2009): Strategien für mehr Beschäftigung in Berlin - Bestandsaufnahme und Vorschläge, Forschungsprojekt im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Berlin: März 2009
- DIW econ (2009): Der Berliner Wärmemarkt - Heute und Morgen. Eine Szenarienanalyse für die GASAG Berliner Gaswerke AG. Unter Mitarbeit von Ferdinand Pavel. Herausgegeben von DIW econ.
- Economist Intelligence Unit (2010): European Green City Index. Assessing the environmental impact of Europe's major cities. A research project conducted by the Economist Intelligence Unit, sponsored by Siemens. Online unter: <http://www.siemens.com/press/de/events/corporate/2009-12-Cop15.php>
- ECOTRANS e.V., IER (2006): Umweltleistungen europäischer Tourismusbetriebe. Instrumente, Kennzahlen und Praxisbeispiele. Ein Beitrag zur nachhaltigen Tourismusentwicklung in Europa. Unter Mitarbeit von Herbert Hamele, Ecotrans e.V. und Sven Eckardt, IER.
- Energietechnische Gesellschaft im VDE (2008): Effizienz- und Einsparpotentiale elektrischer Energie in Deutschland. Perspektive bis 2025 und Handlungsbedarf. Verband der Elektrotechnik, Elektronik Informationstechnik e.V., Frankfurt/Main: Mai 2008.
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2006): Richtlinie 2006/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 05. April 2006 über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen und zur Aufhebung der Richtlinie 93/76/EWG des Rates
- Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union (2008): Richtlinie 2008/101/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG zwecks Einbeziehung des Luftverkehrs in das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft
- Everding, Dagmar / Karl, Christian et al. (2006): Solarer Rahmenplan Berlin. Erstellt durch Ecofys GmbH. Nürnberg.
- EWI/PROGNOS (2005): EWI (Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln) / PROGNOS AG 2005: Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030 - Energiewirtschaftliche Referenzprognose -

	Energiebericht IV; i. A. des Bundesministers für Wirtschaft, Köln/Basel
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2009):	Biokraftstoffe - Basisdaten Deutschland, Stand: Oktober 2009. Online unter: http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_174-basisdaten_biokraftstoff.pdf
Fraunhofer ISI et al. (2004):	Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung.-
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik TU München, GfK Marketing Services GmbH & Co. KG et al. (2009):	Energieverbrauch der privaten Haushalte und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistung.- Abschlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Karlsruhe, München, Nürnberg: Mai 2009.
Gasag (2007):	Berlin verpflichtet: Dezentrale Energieversorgung als Chance.
Gasag (2009):	Entwicklung der Baugenehmigungen in Berlin seit 2006.
Hans-Böckler-Stiftung (2009)	Forschungsprojekt: „Strategien für mehr Beschäftigung in Berlin – Bestandsaufnahme und Vorschläge“ im Auftrag der Hans-Böckler-Stiftung, Berlin 2009
Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (2002):	Leitfaden für praxisnahe Verfahren zur Begründung von Energiespar-Contracting-Fällen in öffentlichen Liegenschaften im Bundesland Hessen. Erstellt von der Berliner Energieagentur GmbH, Anwaltskanzlei Schlawien Naab Partnerschaft, unter Mitarbeit von Friedrich Seefeldt, Vollrad Kuhn, Wolfgang Trautner und Jan-Hendrik Wetters.
ICU / Witzenhausen-Institut (2009):	Nutzung von Biomasse in Berlin: Endbericht - Kurzfassung, Online unter: http://www.berlin.de
IHK (2008):	Berliner Wirtschaft in Zahlen
IHK (2009):	Branche Tourismus und Gastgewerbe in Zahlen
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (2010):	Potentiale erneuerbarer Energien in Berlin 2020 und langfristig – Quantifizierung und Maßnahmengenerierung zur Erreichung ambitionierter Ausbauziele (Langfassung der Studie)
Institut für Zukunfts-EnergieSysteme (2008):	Basisdaten zur CO ₂ -Minderung im Land Bremen. Studie im Auftrag der Freien Hansestadt Bremen, Senator für Umwelt, Verkehr, Bau und Europa. Unter Mitarbeit von Prof. Dr. Uwe Leprich, Dr. Uwe Klann, Dr. Hans-Joachim Ziesing. Saarbrücken, Berlin: 14. August 2008. Online unter: http://www.umwelt.bremen.de/sixcms/media.php/13/IZES%20Bremengutachten%20August%202008.pdf
IPPC (1999):	Aviation and the Global Atmosphere, Cambridge University Press, UK, pp 373. Chapter

- Karch, Philipp (2009): Der Abschied von der Kohle. Vattenfall baut KWK aus und stellt auf Gas und Biomasse um. In: Energie-Impulse. Zeitschrift des Berliner Impulse-Programms. Ausgabe 01.09, S. 10.
- KfW (2008): Zusagen in den wohnwirtschaftlichen Programmen, 01.01.2008-31.12.2008.
- KPMG (2006): Consumer Markets & Retail: Status Quo und Perspektiven im deutschen Lebensmitteleinzelhandel.- Online unter: https://www.kpmg.de/docs/status_quo_und_perspektiven_im_deutschen_Lebensmitteleinzelhandel_2006_de.pdf
- Länderarbeitskreis Energiebilanzen (2007): Glossar zu den Energiebilanzen der Länder. Online unter: <http://www.lak-energiebilanzen.de/sixcms/media.php/4/1.3%20Glossar.pdf>
- Lechtenböhmer, Stefan; Seifried, Dieter; Kristof, Kora (2009): Sustainable Urban Infrastructure. Ausgabe München - Wege in eine CO₂-freie Zukunft. Unter Mitarbeit von Daniel Müller. Herausgegeben von Siemens AG.
- Matthes, Felix Christian/Ziesing, Hans-Joachim (2008): Entwicklung des deutschen Kraftwerksparks und die Deckung des Stromverbrauchs. Kurzexpertise für den Rat für Nachhaltige Entwicklung. Texte Nr. 26. Rat für Nachhaltige Entwicklung. Online unter: <http://www.nachhaltigkeitsrat.de/de/veroeffentlichungen/studien/?size=rwexlpgpalt>
- Netzwerk (2009) www.berliner-netzwerk-e.de
- Nitsch, Joachim (2007): Leitstudie 2007 "Ausbaustrategie Erneuerbarer Energien". Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050. Untersuchung im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Februar 2007. Online unter: <http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2007.pdf>
- Pehnt, Martin et al.: Micro Cogeneration. Springer-Verlag, Berlin, 2005
- PIK / ZALF / agripol (2009): Klimawandel und Kulturlandschaft in Berlin, Bericht im Auftrag: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Abteilung 1, Gemeinsame Landesplanung Berlin-Brandenburg, Berliner Forsten, Berliner Stadtgüter GmbH. Unter Mitarbeit von: Hermann Lotze-Campen, Lars Claussen, Axel Dosch, Steffen Noleppa, Joachim Rock, Johannes Schula, Götz Uckert. Online unter: http://www.pik-potsdam.de/aktuelles/nachrichten/dateien/klimawandel_kulturlandschaft_endbericht.pdf
- Prognos (2003): Berliner Wohnungsmodell. Herausgegeben von Prognos AG.
- Prognos (2008): Ist-Analyse des Wärmemarktes Berlin 2004 bis 2006 und Prognose bis 2030. Unter Mitarbeit von Matthias Deutsch, Marcus Koepp, Stefan Mellahn, Frank Peter. Berlin: Dezember 2008.

Prognos/EWI (2007):	Endbericht - Energieszenarien für den Energiegipfel 2007. Inklusive Anhang 2%-Variante. Herausgegeben von Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie. Basel/Köln.
Prognos (2009a):	Begleittext zur Studie "Energietrends 2020 für Haushalte". Online unter: http://www.prognos.com/fileadmin/pdf/aktuelles/Prognos_Trendstudie_2020_Begleittext.pdf (02.12.2009)
Prognos (2009b):	Energieeffizienz in der Industrie. Eine makroskopische Analyse der Effizienzentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Rolle des Maschinen- und Anlagenbaus. Im Auftrag des VDMA Forums Energie. Unter Mitarbeit von Friedrich Seefeldt, Jan Berewinkel und Christoph Lubetzki, Berlin: 15. Oktober 2009. Online unter: http://www.prognos.com/Publikationsdatenbank.28+M55ee15dceof.o.html?&tx_atwpubdb_pi1[showUid]=224 (02.12.2009)
ptv 2009	Gesamtverkehrsprognose 2025 für die Länder Berlin und Brandenburg, November 2009
Regionaldatenbank Deutschland (2008):	Daten der Statistischen Ämter, Tabelle 426-51-2 Bruttoinlandsprodukt/Bruttowertschöpfung - Jahressumme - regionale Tiefe: Bundesländer
Senatsverwaltung für Finanzen (2008):	Beteiligungsbericht 2008 – Geschäftsbericht 2007. Band 1. Online unter: http://www.berlin.de/imperia/md/content/senatsverwaltung/en/finanzen/vermoegen/beteiligungsbericht_2008_band_1.pdf
Senatsverwaltung für Finanzen (2009):	Laufende Vorhaben nach dem Zukunftsinvestitionsgesetz per 15.11.2009. Online unter: http://www.berlin.de/sen/finanzen/haushalt/konjunkturpaket_2.html
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (o. J.):	Klimaschutzvereinbarung im Rahmen des Landesenergieprogramms Berlin 2006 bis 2010. http://www.berlin.de/
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (2005):	Landesenergieprogramm Berlin 2006-2010. Online unter: http://www.berlin.de/sen/umwelt/klimaschutz/landesenergieprogramm/index.shtml
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin (2008a):	Klimapolitisches Arbeitsprogramm des Senats von Berlin, Neufassung der Anlage zur SV S-1344/2008, unveröffentlichtes Dokument, Berlin: 07. Juli 2008
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin (2008b):	Klimaschutz in Berlin, Informationsblatt zum Klimaschutz, 1. Ausgabe, Juli 2008
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin (2009):	Erster Bericht zum Klimawandel in Berlin – Auswirkungen und Anpassungen, Online unter: http://www.berlin.de/sen/umwelt/klimaschutz/klimawandel/download/klimawandel_bericht.pdf

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2003)	mobil2010 - Stadtentwicklungsplan Verkehr Berlin, Projektgruppe StEP Verkehr, Juli 2003
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2007):	Digitaler Umweltatlas Berlin, 07.01 Verkehrsmengen (Ausgabe 2007). Online unter: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e_text/kb701.pdf Abgerufen am 17.02.2010
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2009):	Bevölkerungsprognose für Berlin und die Bezirke 2007-2030, Kurzfassung einer Studie der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Ref. I A – Stadtentwicklungsplanung in Zusammenarbeit mit dem Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Berlin: Januar 2009.
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2010a):	Arbeitsanweisung - Einführung des Berliner Energiestandards bei Baumaßnahmen im Zuständigkeitsbereich der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, unveröffentlichtes Dokument, Berlin: 06. Januar 2010.
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2010b):	Konjunkturpaket II. Mittelverteilung - Maßnahmen der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung. Online unter: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/bauen/konjunkturpaket/de/mittelverteilung.shtml
Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz (1994):	Energiekonzept Berlin. In: Materialien zur Energiepolitik in Berlin, Heft 14.
Senatsverwaltung für Wirtschaft, Arbeit und Frauen des Landes Berlin (2003):	Wirtschaftsstandort Berlin - Kompetent für die Industrie des 21. Jahrhunderts, 2. Auflage, 2003
Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (2008):	Statistik informiert II / 2008. Kohlendioxid (CO ₂)-Emissionen in Hamburg und Schleswig-Holstein 2005. CO ₂ -Emissionen sinken weiter. Große Unterschiede zwischen Quellen- und Verursacherbilanz. Hamburg: 30. Mai 2008. Online unter: http://www.statistik-nord.de/uploads/tx_standdocuments/SI_S_II_080530_F_01.pdf
Statistisches Bundesamt (2003):	Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen – Ausgabe 2003.- Wiesbaden: April 2003.
Statistisches Bundesamt (2008):	Klassifikation der Wirtschaftszweige mit Erläuterungen – Ausgabe 2008.- Wiesbaden: Dezember 2008.
Statistisches Bundesamt Berlin (2009):	Rückläufiger Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wohnen. Pressemitteilung Nr. 055 vom 18.02.2009. Berlin.
Statistisches Landesamt Berlin (2006)	Statistisches Jahrbuch Berlin 2005
Timm, Ulrike (2008):	Wohnsituation in Deutschland 2006. Ergebnisse der Mikrozensus-Zusatzerhebung. Stand April 2008. In: Wirtschaft und Statistik, Jg. 2008, H. 4, S. 312–321.
Umweltbundesamt (2007):	Der Markt des Energiespar-Contracting in Deutschland - Status quo, Potenziale und Trends. - Dessau 2007
Umweltbundesamt (2008a):	Atomausstieg und Versorgungssicherheit. Unter Mitarbeit von Charlotte Loreck, Berlin: März 2008.

Umweltbundesamt (2008b):	Politiksznarien für den Klimaschutz IV. Szenarien bis 2030. Herausgegeben von Umweltbundesamt.
Umweltbundesamt (2009):	Rechtskonzepte zur Beseitigung des Staus energetischer Sanierungen im Gebäudebestand. Unter Mitarbeit von Stefan Klinski, Veit Bürger und Michael Nast. Dessau-Roßlau: Oktober 2009.
Umweltplan (2008):	Nutzungspotenziale für Windenergie und Freiflächen-Photovoltaik auf Eigentumsflächen der Berliner Stadtgüter GmbH. Erstellt durch die umweltplan projekt GmbH.
Vattenfall Europe (2009):	Strom und Fernwärme für Berlin: Energiekonzept von Vattenfall. Präsentation von Werner Süß, Klaus Pitschke, Andreas Breitsprecher. Berlin: 12. März 2009.
Vattenfall Europe New Energy GmbH (2010):	Kurzumtriebsplantagen mit Vattenfall. Ein Kooperationsmodell zwischen Erzeuger und Verwerter, Vortrag von Tobias Ehm, Agrarholz Symposium 2010, Berlin: 18.-19.05.2010
Vattenfall Europe Transmission (o. J.)	EEG Jahresabrechnung. http://vattenfall.de (01.10.2009)
Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e.V., Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (2009):	Kooperationsvereinbarung zum Klimaschutz im Rahmen des Landesenergieprogramms Berlin 2006 bis 2010. Online unter: http://www.berlin.de/sen/umwelt/klimaschutz/aktiv/vereinbarung/bbu/index.shtml
Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen (2006):	99 Wege Strom zu sparen. Für einen sanften Umgang mit Energie. Unter Mitarbeit von Peter Blenkers, Brigitte Roth und Johannes Spruth. Herausgegeben von Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen e. V.
Vereinigung der Unternehmensverbände in Berlin und Brandenburg e.V. et al. (2005):	Berlin 2004-2014 - Eine Wachstumsinitiative, Wirtschaft und Politik für Tourismus in der Hauptstadtregion Berlin.
Wetzel, Daniel (2007):	Zehn Prozent Biogas für Berlin. Der Berliner Energieversorger Gasag will in großem Stil Biogas in sein Berliner Leitungsnetz einspeisen. Berliner Morgenpost online 11.11.2007, http://morgenpost.de (02.07.2009)
Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg (2004):	Kommunales Energie-Management. Ein Leitfaden für Städte und Gemeinden, Stuttgart: Dezember 2004.
Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie (2008):	Luftverkehrsstudie 2007: Im Steigflug in die Klimakatastrophe. Endbericht. Im Auftrag von: BUND e.V., Bund Naturschutz in Bayern e.V., Landtagsfraktion Bündnis 90 / Die Grünen in Bayern. Unter Mitarbeit von Karl Otto Schallaböck, Clemens Schneider. Online unter: http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/ver

kehr/20080409_verkehr_luftverkehr_2007_wuppertal_studie.pdf

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
a	Jahr
Abs.	Absatz
AGFW	AGFW – Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BBU	Verband Berlin-Brandenburgischer Wohnungsunternehmen e.V.
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft
BEA	Berliner Energieagentur
BEnSpG	Berliner Energiespargesetz
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch
BHKW	Blockheizkraftwerk
BioKraftQuG	Biokraftstoffquotengesetz
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BSR	Berliner Stadtreinigung
BSW	Bundesverband für Solarwirtschaft
CO ₂	Kohlendioxid
ct	Cent
DGB	Deutscher Gewerkschaftsbund
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
ebda.	ebenda
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz
EFH	Einfamilienhaus
ELC	Energieliefer-Contracting
EnStatG	Gesetz über Energiestatistik
ESC	Energiespar-Contracting
ESP-Check	Energiesparpartnerschaft Check
EU-RL	Europäische Richtlinie
EWI	Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln
FIS	Fachübergreifendes Informationssystem
FuE	Forschung und Entwicklung

g	Gramm
GASAG	Berliner Gaswerke Aktiengesellschaft
GuD	Gas- und Dampfturbinenanlage
ggf.	gegebenenfalls
ggü.	gegenüber
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
GWh	Gigawattstunden
HKW	Heizkraftwerk
HWK	Handwerkskammer
i. d. R.	in der Regel
inkl.	inklusive
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IZE	Innovationszentrum Energie
IHK	Industrie- und Handelskammer
JVA	Justizvollzugsanstalt
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
Kfz	Kraftfahrzeug
KMU	Kleinere und Mittlere Unternehmen
KP II	Konjunkturpaket II
kW	Kilowatt
kW _p	Kilowatt Peak
KWEA	Kleine Windenergieanlage (gebäudeintegriert)
kWh	Kilowattstunden
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
m	Meter
m ²	Quadratmeter
m ³	Kubikmeter
MFH	Mehrfamilienhaus
MWh	Megawattstunden
NGF	Nettogrundfläche
NWG	Nichtwohngebäude
o. g.	oben genannt
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
p. a.	pro Jahr
PIK	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
PkW	Personenkraftwagen

PJ	Petajoule
rd.	rund
RFI	Radiation Forcing Index
s.	siehe
s. S.	siehe Seite
s. o.	siehe oben
SenGUV	Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz
SILB	Sondervermögen Immobilien des Landes Berlin
StEP	Stadtentwicklungsplan
t	Tonnen
T m ²	Tausend Quadratmeter
TWh	Terrawattstunden
vgl.	vergleiche
VZÄ	Vollzeitäquivalente
WE	Wohneinheiten
WEA	Windenergie-Anlage
ZALF	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung
z. Z.	zur Zeit
ZFH	Zweifamilienhaus

Glossar

Bio-Erdgas	Als Bio-Erdgas wird in diesem Bericht eine Mischung aus Erdgas und aufbereitetem Biogas bezeichnet. Dabei wird entsprechend der erläuterten Annahmen von einem Anteil von 7,5 % aufbereitetem Biogas ausgegangen. Im Vergleich zum herkömmlichen Erdgas bietet Bioerdgas den Vorteil der anteiligen (für den Anteil Biogas) CO ₂ -Neutralität und somit eines insgesamt geringeren CO ₂ -Faktors.
Biogas	Biogas ist ein brennbares Gas, das durch Vergärung von Biomasse in Biogasanlagen hergestellt und zur Gewinnung von Energie verwendet wird. Biogas enthält als Hauptkomponente das brennbare Gas Methan.
Biomasse	Regenerativer Energieträger, bei dem Energie (Elektrizität, Wärme) aus Verbrennungs- und Vergasungsprozessen von organischen Substanzen gewonnen wird.
Blockheizkraftwerk (BHKW)	In Blockheizkraftwerken (BHKW) wird die eingesetzte Energie in mechanische und thermische Energie umgewandelt. BHKW basieren also auf dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung. Der höhere Gesamtnutzungsgrad gegenüber der herkömmlichen Kombination von lokaler Heizung und zentralem Kraftwerk resultiert aus der Nutzung der Abwärme der Stromerzeugung direkt am Ort der Entstehung. Das Leistungsspektrum von BHKW reicht von fünf Kilowatt bis fünf Megawatt. Entsprechend der Leistung werden die Module in Gruppen unterteilt. Unter 50 kW spricht man auch von Mini-Kraft-Wärme-Kopplung (Mini-KWK), unter 15 kW von Mikro-KWK.
CO₂-Emissionsfaktoren	Mittels CO ₂ -Emissionfaktoren wird die Klimawirksamkeit der Verbrennung verschiedener Energieträger dargestellt.
Deckungsanteil	Beschreibt das Verhältnis von dem durch die Anlage erzeugten Wärmeertrag zum Gesamtwärmeverbrauch einer Versorgungseinheit
Endenergie	Endenergie ist diejenige Energie, welche vom Verbraucher bezogen wird (z. B. das Heizöl im Tank).
Energieverbrauch	Unter Energieverbrauch versteht man die auf der Grundlage von Berechnungen benötigte Energie (z. B. eines Gebäudes).

Fernwärme (-> Nahwärme)	Fernwärme bezeichnet Wärmelieferungen für ein Gebäude zu Heizzwecken und zur Warmwasserproduktion. Der Transport der thermischen Energie erfolgt mittels eines wärmegeprägten Rohrsystems vom zentralen Erzeuger oder der Sammelstelle zum Verbraucher. Die Rohre sind überwiegend unter der Erde verlegt, teilweise werden jedoch auch Freileitungen verwendet.
Gewerbe	Gewerbe- und Handwerksbetriebe mit weniger als 20 Beschäftigten, soweit sie nicht in der Gewinnung von Steinen und Erden, im Bergbau und im Verarbeitenden Gewerbe erfasst sind
Heizstrom	Der Heizstrom umfasst den Stromverbrauch bzw. –verbrauch für die Wärmebereitstellung. Hierunter fällt der Verbrauch für die Warmwasserbereitung, die Bereitstellung von Raumwärme (Antriebsenergie für Wärmepumpen, Nachtspeicherheizungen) und Kochen.
Holzpellets	Holzpellets sind genormte, zylindrische Presslinge aus getrocknetem, naturbelassenem Restholz (Sägemehl, Hobelspäne etc) mit einem Durchmesser von ca. 4 - 10 mm. Sie werden mit Zugabe von nichtchemischen Bindemitteln hergestellt und haben einen Heizwert von ca. 5 kWh/kg. Die Herstellung der Holzpellets erfolgt meist nahe der Rohstoffquelle.
Industrie und Verarbeitendes Gewerbe	Maßgebend für die Abgrenzung ist die Klassifikation der Wirtschaftszweige des Statistischen Bundesamtes. Danach umfasst das Verarbeitende Gewerbe die mechanische, physikalische oder chemische Umwandlung von Stoffen oder Teilen in Waren. Die hierunter fallenden Betriebe haben mindestens 20 Beschäftigte.
Jahresarbeitszahl	Die Jahresarbeitszahl stellt (bei Wärmepumpen) das Verhältnis zwischen der abgegebenen Wärmeleistung zur aufgenommenen Leistung (Strom im Verlauf eines Jahres dar.
Kapitalwertmethode	Die Kapitalwertmethode ist eine dynamische Methode bei der die Investitionskosten von den zu erwartenden Rückflüssen und Liquidationserlösen abgezogen werden. Dabei werden die Ein- und Auszahlungen durch Abzinsung auf einen Zeitpunkt (in der Regel auf den Beginn des Betrachtungszeitraumes) bezogen und somit vergleichbar gemacht. Der Kapitalwert drückt dementsprechend aus, welchen Wert die Ein- und Auszahlungen innerhalb des Betrachtungszeitraums im Vergleich zu einer Geldanlage mit dem veranschlagten Kalkulationszinssatz besitzen. Ein positiver Kapitalwert zeigt die Wirtschaftlichkeit einer Investition an.

Kohlendioxid (CO₂)	Ist eine chemische Verbindung aus Kohlenstoff und Sauerstoff mit der Summenformel CO ₂ . Kohlenstoffdioxid ist ein saures, unbrennbares, farb- und geruchloses Gas. Kohlenstoffdioxid, ein wichtiges Treibhausgas, ist ein natürlicher Bestandteil der Luft, wo es in einer mittleren Konzentration von 0,038 % vorkommt.
Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)	Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) bezeichnet die parallele Gewinnung von mechanischer Energie, die unmittelbar in elektrischen Strom umgewandelt wird, und nutzbarer Wärme für Heizzwecke oder Produktionsprozesse (Prozesswärme) in einem Heizkraftwerk. Durch die gekoppelte Erzeugung werden hohe Wirkungsgrade erreicht und der Primärenergieverbrauch somit reduziert.
Modernisierungskosten	Als Modernisierungskosten werden bauliche Maßnahmen zur Erhöhung des Wohn- oder Nutzwertes eines bestehenden Gebäudes bezeichnet. Modernisierungskosten im Sinne des § 559 BGB sind dabei zum Beispiel nicht Zinsen für Kredite, Verwaltungskosten, Instandhaltungskosten, etc.
Nahwärme (-> Fernwärme)	Unter Nahwärme versteht man die örtliche (vor Ort) Wärmeversorgung direkt mit einer KWK- oder Heizungsanlage, die direkt im zu versorgenden Gebäude installiert ist oder wenn kleine Wohngebäude, Gebäudeteile auch unterirdisch mit erdverlegten Rohrsystem miteinander verbunden sind. Manchmal werden auch Querverbindungen quer durch die zum Beispiel Einfamilienhäuser verlegt, wobei jedes Gebäude mittels Wärmemengenzähler angeschlossen wird.
Nutzenergie	Als Nutzenergie bezeichnet man, vereinfacht ausgedrückt, die Energiemenge, die Energie, die dem Endnutzer / Verbraucher zur Verfügung steht. Sie unterscheidet sich von der Endenergie, aus der sie durch Umwandlung entsteht, durch die anfallenden Umwandlungsverluste.
Primärenergie	Als Primärenergie bezeichnet man in der Energiewirtschaft die Energie, die mit den natürlich vorkommenden Energieformen oder Energiequellen zur Verfügung steht, etwa als Kohle, Gas oder Wind. Im Gegensatz dazu spricht man von Sekundärenergie oder Energieträgern, wenn diese erst durch einen (mit Verlusten behafteten) Umwandlungsprozess aus der Primärenergie gewandelt werden.
Primärenergie-träger	In der Natur vorkommende Energiequellen, die in erneuerbare und nicht erneuerbare Energieträger unterteilt werden.
Quellenbilanz	Ist eine auf den Primärenergieverbrauch einer Konsumeinheit bezogene Darstellung der Emissionen, unterteilt nach den Emissionsquellen Umwandlungsbereich und Endenergieverbrauch.

thermische Leistung	Ist die pro Zeiteinheit freigesetzte Wärmemenge und stellt eine charakteristische Größe einer wärmeerzeugenden Anlage dar.
Verursacherbilanz	Ist eine auf den Endenergieverbrauch einer Konsumeinheit bezogene Darstellung der Emissionen. Im Unterschied zu einer Quellbilanz werden ausschließlich die Emissionen der Endverbrauchersektoren gewichtet.
Warmmietenneutralität	Eine Warmmietenneutralität ergibt sich dann, wenn die zu zahlende Warmmiete nach Umlage der Modernisierungskosten maximal so hoch ist, wie die Warmmiete vor der Modernisierung. Dies bedeutet, dass die erzielten Energiekosteneinsparungen zumindest die Erhöhung der Kaltmiete durch die Modernisierungsumlage ausgleichen.

Verzeichnis der Anlagen

Anlage 1:	Abbildungsverzeichnis
Anlage 2:	Tabellenverzeichnis
Anlage 3:	Sensitivitätsanalyse für den Flugverkehr
Anlage 4:	Vergleich von Finnischer und Arbeitswertmethode
Anlage 5:	Energetische Kennzahlen und Umrechnungsfaktoren
Anlage 6:	Potentiale Erneuerbarer Energien in Berlin 2020 und langfristig – Quantifizierung und Maßnahmengenerierung zur Erreichung ambitionierter Ausbauziele*

* Die Studie des IÖW wird aufgrund des Seitenumfangs separat dokumentiert und veröffentlicht.

Anlage 1: Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Zeitlicher Verlauf der jährlichen CO ₂ -Gesamtemissionen in Berlin von 1990 bis 2005 (Verursacherbilanz) _____	2
Abbildung 2:	Zeitliche Einordnung der CO ₂ -Minderungsziele in Berlin ____	3
Abbildung 3:	Handlungsfeldbezogene energiebedingte CO ₂ -Emissionen im Referenzjahr 2005 (Gesamtemissionen: 21.376 kt/a) und im Zielszenario 2020 (Gesamtemissionen: 16.597 kt/a) _____	6
Abbildung 4:	Handlungsfeldbezogener Endenergieverbrauch im Referenzjahr 2005 (Gesamtenergieverbrauch: 69.414 GWh/a) und im Zielszenario 2020 (Gesamtenergieverbrauch: 62.598 GWh/a) _____	7
Abbildung 5:	Handlungsfeldbezogener Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr 2005 (bezogen auf den Endenergieverbrauch, Gesamtwärmeverbrauch: 40.166 GWh/a) _____	8
Abbildung 6:	Handlungsfeldbezogener Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 (bezogen auf Endenergieverbrauch, Gesamtwärmeverbrauch: 35.986 GWh/a) _____	9
Abbildung 7:	Verteilung der Potentiale Erneuerbarer Energien im Zielszenario 2020 (Gesamtpotential: 1.797 GWh/a, nicht beinhaltet: Potentiale Erneuerbarer Energien in der zentralen Fernwärme) _____	10
Abbildung 8:	Handlungsfeldübergreifende Ergebnisse der Szenarien ____	11
Abbildung 9:	Verteilung der CO ₂ -Minderung im Zielszenario auf Energiewirtschaft und Handlungsfelder (Verbrauchersektoren) _____	12
Abbildung 10:	Rechtlicher und programmbezogener Rahmen der Energie- und Klimapolitik in Berlin _____	14
Abbildung 11:	Übersicht über energie- und klimapolitische Zuständigkeiten und Aktivitäten des Berliner Senats _____	16
Abbildung 12:	Initiativen der Berliner Unternehmen im Bereich Klimaschutz _____	18
Abbildung 13:	Kurzfristige übergeordnete Maßnahmen _____	23
Abbildung 14:	Energiekonzept 2020 - Vorgehensweise _____	27
Abbildung 15:	Definitionen des Energieeinsatzes _____	32
Abbildung 16:	Definition von Quellen- und Verursacherbilanz _____	33
Abbildung 17:	CO ₂ -Emissionsentwicklung der Fernwärme der Vattenfall Europe AG _____	37
Abbildung 18:	Fernwärmenetz der Vattenfall Europe AG in Berlin _____	42

Abbildung 19:	Primär- und Endenergieeinsatz zur Fernwärmeerzeugung in Berlin (witterungsbereinigt) _____	43
Abbildung 20:	Umwandlungseinsatz und -ausstoß zur Erzeugung von Strom und Wärme in Berlin _____	44
Abbildung 21:	Brennstoffeinsatz zur inländischen Stromerzeugung in 2006 _____	47
Abbildung 22:	Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2005 bis 2008 _____	51
Abbildung 23:	Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2005 bis 2008 _	52
Abbildung 24:	Annahmen Referenz- und Zielszenario für Erneuerbare Energien _____	56
Abbildung 25:	Wärmebereitstellung aus Erneuerbaren Energien im Gebäudebereich – Ergebnisse des Referenz- und Zielszenarios _____	61
Abbildung 26:	Entwicklung der Stromerzeugung [MWh] durch Photovoltaik in den verschiedenen Trendszenarien für Berlin bis 2020 _	64
Abbildung 27:	Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien in Referenz- und Zielszenario (dezentrale und zentrale Nutzung)1 _____	70
Abbildung 28:	Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien im Referenz- und Zielszenario (dezentrale und zentrale Nutzung Erneuerbarer Energien) _____	71
Abbildung 29:	Beitrag Erneuerbarer Energien zur Fernwärmeerzeugung im Zielszenario _____	71
Abbildung 30:	Wärmebereitstellung aus dezentralen Erneuerbaren Energien im Referenz- und Zielszenario (gebäude- und nahwärmebezogen) _____	72
Abbildung 31:	Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien im Referenz- und Zielszenario _____	74
Abbildung 32:	Kurzfristige Maßnahmen für den Bereich Erneuerbare Energien _____	76
Abbildung 33:	Mittelfristige Maßnahmenempfehlungen für Erneuerbare Energien _____	78
Abbildung 34:	Clusterung von Objekten mit aktuellem oder durch Brennstoffwechsel erschließbarem Gasanschluss _____	81
Abbildung 35:	Technisches Potential für BHKW-Einsatz in Berlin _____	82
Abbildung 36:	Jahreskostendifferenz bei BHKW-Einsatz _____	83
Abbildung 37:	Wirtschaftlich erreichbare CO ₂ -Einsparungen mit BHKW-Ausbau _____	84
Abbildung 38:	Installierbare BHKW bis 2020 _____	85
Abbildung 39:	Kennwerte der Berliner Energiesparpartnerschaften _____	87
Abbildung 40:	Kurzfristige Maßnahmen für den Bereich Energiedienstleistungen _____	89

Abbildung 41:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld „Private Haushalte“ (Gesamtwärmeverbrauch: 21.604 GWh)_____	92
Abbildung 42:	Einsparpotentiale für Endenergie-Wärme über die verschiedenen Gebäudealtersklassen - Zielszenario _____	95
Abbildung 43:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario im Handlungsfeld Private Haushalte (Gesamtwärmeverbrauch: 19.982 GWh) _____	96
Abbildung 44:	Aufteilung der Erneuerbaren Energien zur gebäudebezogenen Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld private Haushalte (Gesamtpotential: 1.526 GWh) _____	97
Abbildung 45:	Ausbaupotentiale der gebäudebezogenen Erneuerbaren Energien im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld Private Haushalte _____	98
Abbildung 46:	Ergebnisse der Szenarien im Handlungsfeld „Private Haushalte“ _____	100
Abbildung 47:	Investor-Nutzer-Dilemma _____	103
Abbildung 48:	Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Private Haushalte“ _____	105
Abbildung 49:	Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld private Haushalte _____	106
Abbildung 50:	Definitionen zum Sektor „Gewerbe, Handel und Dienstleistungen“ _____	107
Abbildung 51:	Struktur des Endenergieverbrauchs im GHD-Sektor im Referenzjahr (Gesamtenergieverbrauch: 21.496 GWh) ____	108
Abbildung 52:	Teilsektoren des öffentlichen Dienstleistungssektors _____	110
Abbildung 53:	Zentrale Akteure des Handlungsfeldes „Öffentliche Dienstleistungen“ _____	111
Abbildung 54:	Flächendaten der öffentlichen Liegenschaften des Landes Berlin (Gesamtfläche: 11.077 m², ohne öffentliche Unternehmen, Universitäten und Krankenhäuser) _____	112
Abbildung 55:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld Öffentlichen Dienstleistungen (Gesamtwärmeverbrauch: 5.245 GWh)_____	118
Abbildung 56:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld Öffentlichen Dienstleistungen (Gesamtwärmeverbrauch: 4.196 GWh)_____	121
Abbildung 57:	Ergebnisse zu den Szenarien im Handlungsfeld Öffentliche Dienstleistungen _____	122
Abbildung 58:	Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Öffentlichen Dienstleistungen“ _____	125
Abbildung 59:	Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“ _____	126

Abbildung 60:	Anzahl und Verteilung der Beschäftigten im privaten Dienstleistungssektor in Berlin 2005	127
Abbildung 61:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“ (Gesamtwärmeverbrauch: 6.230 GWh)	130
Abbildung 62:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“ (Gesamtwärmeverbrauch: 5.607 GWh)	133
Abbildung 63:	Ergebnisse der Szenarien im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“	134
Abbildung 64:	Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“	135
Abbildung 65:	Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Private Dienstleistungen“	136
Abbildung 66:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld „Gewerbe“ (Gesamtwärmeverbrauch: 2.545 GWh)	138
Abbildung 67:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld „Gewerbe“ (Gesamtwärmeverbrauch: 2.163 GWh)	139
Abbildung 68:	Ergebnisse der Szenarien im Handlungsfeld „Gewerbe“	140
Abbildung 69:	Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Gewerbe“	141
Abbildung 70:	Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Gewerbe“	141
Abbildung 71:	Einteilung des Berliner Einzelhandels nach Verkaufsfläche	142
Abbildung 72:	Großflächiger Einzelhandel (> 700 m ²) nach Branchen	143
Abbildung 73:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld „Handel“ (Gesamtwärmeverbrauch: 2.155 GWh)	144
Abbildung 74:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld „Handel“ (Gesamtwärmeverbrauch: 1.798 GWh)	146
Abbildung 75:	Ergebnisse der Szenarien im Handlungsfeld „Handel“	147
Abbildung 76:	Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Handel“	148
Abbildung 77:	Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Handel“	148
Abbildung 78:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Referenzjahr im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“ (Gesamtwärmeverbrauch: 2.427 GWh)	150
Abbildung 79:	Energiemix zur Wärmebereitstellung im Zielszenario 2020 im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“ (Gesamtwärmeverbrauch: 2.240 GWh)	152
Abbildung 80:	Ergebnisse der Szenarien im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“	153

Abbildung 81:	Kurzfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“	155
Abbildung 82:	Mittelfristige Maßnahmen im Handlungsfeld „Industrie und Verarbeitendes Gewerbe“	155
Abbildung 83:	Verteilung des Energieverbrauchs im Referenzjahr im Handlungsfeld „Verkehr“ (Gesamtenergieverbrauch: 18.428 GWh)	158
Abbildung 84:	Verteilung des Energieverbrauchs im Handlungsfeld „Verkehr“ für Referenzabschätzung 2020 (Gesamtenergieverbrauch: 17.772 GWh)	160
Abbildung 85:	Verteilung des Energieverbrauchs im Handlungsfeld „Verkehr“ für Zielabschätzung 2020 (Gesamtenergieverbrauch: 17.155 GWh)	163
Abbildung 86:	Ergebnisse der Abschätzungen im Handlungsfeld „Verkehr“	164
Abbildung 87:	Maßnahmen im Handlungsfeld „Verkehr“	165
Abbildung 88:	Kurzfristige Maßnahmen für die Stadtentwicklung	169
Abbildung 89:	Mittelfristige Maßnahmen für die Stadtentwicklung	170
Abbildung 90:	Kompetenzfelder [im Rahmen der Berliner Innovationsstrategie]	175
Abbildung 91:	Kurzfristige Maßnahmen für das Aktionsfeld „Energietechnologie und -forschung“	177

Anlage 2: Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zeitplan zur Erstellung des Arbeitsplans zur Maßnahmenumsetzung im Energiekonzept 2020 _____	20
Tabelle 2:	Empfehlung zur Priorisierung von Maßnahmen _____	21
Tabelle 3:	CO ₂ -Emissionsfaktoren des Energiekonzepts 2020 (Angaben in kg CO ₂ /MWh) _____	38
Tabelle 4:	Stilllegungen im Fernwärmegebiet der Vattenfall Europe AG _____	45
Tabelle 5:	Brennstoffumstellungen im Fernwärmegebiet der Vattenfall Europe AG _____	45
Tabelle 6:	Gesamtschau der Nutzung Erneuerbarer Energien in Berlin 2005-2008 _____	50
Tabelle 7:	Referenzszenario: Wärmebereitstellung durch gebäudebezogene Erneuerbare Energien (GWh/a) _____	59
Tabelle 8:	Zielszenario: Wärmebereitstellung (Nutzenergie) durch gebäudebezogene Erneuerbare Energien (GWh/a) _____	60
Tabelle 9:	Stromerzeugung durch PV-Anlagen im Jahr 2020 im Stadtgebiet und auf Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH _____	65
Tabelle 10:	Stromerzeugung durch Windenergieanlagen im Jahr 2020 im Stadtgebiet und auf Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH _____	66
Tabelle 11:	Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2020 in Berlin - Referenzszenario (mit und ohne Biomasse-HKW Klingenberg) _____	68
Tabelle 12:	Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien 2020 in Berlin - Zielszenario (mit und ohne Biomasse-HKW Klingenberg) _____	69
Tabelle 13:	Wärmebereitstellung durch dezentrale Erneuerbare Energien im Zielszenario 2020 (gebäude- u. nahwärmebezogen) _____	73
Tabelle 14:	Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien im Zielszenario _____	74
Tabelle 15:	Definitionen dezentraler KWK _____	79
Tabelle 16:	Wirtschaftliche Ausbaupotentiale für BHKW-Ausbau in Berlin bis 2020 _____	85
Tabelle 17:	Gebäudestruktur Berlin – Private Haushalte (1,86 Mio. WE in 2003) _____	90
Tabelle 18:	Schätzung der Sanierungsrate für Berlin _____	91
Tabelle 19:	Stromverbrauch der öffentlichen Akteure im Handlungsfeld „Öffentliche Dienstleistungen“ in 2005 _____	119
Tabelle 20:	Größte Teilsektoren nach Beschäftigtenzahlen innerhalb der Kategorie „Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen“ (2005) _____	128

<i>Tabelle 21:</i>	<i>Geschätzter Wärmeverbrauch ausgewählter Wirtschaftszweige des privaten Dienstleistungssektors</i>	<i>__131</i>
<i>Tabelle 22:</i>	<i>Verteilung des Stromverbrauchs im Handel</i>	<i>_____145</i>
<i>Tabelle 23:</i>	<i>Werte der Szenarien für das Jahr 1990</i>	<i>_____208</i>
<i>Tabelle 24:</i>	<i>Werte der Szenarien für das Jahr 2005</i>	<i>_____209</i>
<i>Tabelle 25:</i>	<i>Werte der Szenarien für das Jahr 2020 im Zielszenario</i>	<i>__210</i>

Anlage 3: Sensitivitätsanalyse für den Flugverkehr

Sensitivitätsanalysen für den Flugverkehr

Definitionen und methodische Vorgehensweise

Zur Definition der Bilanzierungsgrenzen sind beim Flugverkehr verschiedene Zuordnungsprinzipien möglich. Bei allen genannten Methoden geschieht eine Zuordnung ohne Berücksichtigung der Nationalität der Reisenden:

- a) **International vereinbarte Abgrenzung gemäß Kyoto-Protokoll (IPCC-Referenzmethode):** Nur innerdeutsche Flüge werden bilanziert. Das Prinzip gewährt dem wachsenden Anteil grenzüberschreitenden Verkehrs keine Berücksichtigung.
- b) **Territorialprinzip:** Es wird der Flugverkehr über Deutschland bilanziert. Grenzüberschreitende Flüge mit Start oder Landung in Deutschland werden bis zur Grenze berücksichtigt. Flüge ohne (Zwischen-)Landung in Deutschland bleiben unberücksichtigt.
- c) **Erweitertes Territorialprinzip:** Entsprechend dem Territorialprinzip wird der Flugverkehr über Deutschland bilanziert, wobei zusätzlich auch der Überflugverkehr berücksichtigt wird.
- d) **Standortprinzip:** Der abgehende Flugverkehr wird bis zum Ziel dem Startflughafen zugeordnet. Ankommender Verkehr wird entsprechend dem Herkunftsland des jeweiligen Fluges zugewiesen.
- e) **Berührprinzip:** Alle in Deutschland startenden und landenden Flüge werden berücksichtigt.

Zur Umsetzung der **IPCC-Referenzmethode (a)** wird eine pauschale Aufteilung des Treibstoffverbrauchs zwischen Inlands- und Auslandsflügen entsprechend 20/80 % vorgenommen [Umweltbundesamt 2007b]. Verschiedene Studien ergaben eine hohe Plausibilität dieser Aufteilung. Eine Pauschalisierung für einzelne Flughäfen in Deutschland ist jedoch nicht möglich. Die IPCC-Referenzmethode eignet sich nicht für die Verwendung im Rahmen des Energiekonzeptes 2020 für das Land Berlin, da nur ein Bruchteil der tatsächlich anfallenden Emissionen berücksichtigt wird.¹¹⁷

Die beiden **Territorialprinzipien (b) und c))** können nur angewendet werden, wenn eine hinreichende Datengrundlage vorliegt. Für das Land Berlin ist nicht bekannt, in welcher Höhe Treibstoffe für Starts, Landungen und Überflüge anfallen. Eine Aufteilung ist zudem nicht ratsam, da Berlin mit seiner relativ geringen Fläche nur marginale Werte zugerechnet bekäme, während Flächenländer aufgrund ihrer Größe höhere Werte für den Überflugverkehr angelastet bekämen.

Das **Standortprinzip (d)** gleicht einer Quellenbilanzierung der Kraftstoffe am Startflughafen. In den deutschen Energiebilanzen ist es üblich, eine Quellenbilanz entsprechend der Mineralölstatistik durchzuführen. Das bedeutet, dass die in-

¹¹⁷ Zum Vergleich: Die Flughäfen Tempelhof, Tegel und Schönefeld hatten im Jahr 2005 insgesamt 1.243.851 Linien-Fluggäste. Davon entfielen 564.055 Fluggäste auf Inlandsflüge und 679.796 Fluggäste auf Auslandsflüge.

nerdeutschen Absätze an Flugbenzin erfasst werden. Wird vernachlässigt, dass bei Zwischenlandungen nachgetankt und aufgrund von unterschiedlichen Kraftstoffpreisen teilweise übertankt wird,¹¹⁸ so kann diese Herangehensweise dem Standortprinzip gleichgesetzt werden. Die in Deutschland getankten Kraftstoffmengen werden bei dieser Methodik dem Kraftstoffverbrauch des abgehenden Flugverkehrs gleichgesetzt.

Das **Berührprinzip (e)** stellt keine gängige Definitionsmethode der CO₂-Emissionen im Flugverkehr dar. Im Falle einer konsequenten Bilanzierung aller Länder ergäbe sich nach diesem Prinzip eine Doppelbilanzierung der Emissionen, da sowohl der Start-, als auch der Zielflughafen die Werte erfasst.

Szenarienentwicklung

Im Land Berlin besteht für die Zuordnung des Flugverkehrs eine besondere Situation. Im Jahr 2005 waren auf dem Territorium des Landes Berlin die Flughäfen Tegel und Tempelhof in Betrieb. Der dort anfallende Endenergieabsatz wurde im Rahmen der Energiebilanz dem Land Berlin zugerechnet. Weil der Flughafen Schönefeld im Land Brandenburg liegt, findet dieser in der Brandenburger Energiebilanz Berücksichtigung. Da ab dem Jahr 2012 Schönefeld der einzige Flughafen in der Region Berlin-Brandenburg sein wird, stellt sich die Frage der Zuordnung des Endenergieverbrauchs und der CO₂-Emissionen zu den beiden Bundesländern nach dem Prinzip der Verursacherbilanzierung.

In der nachfolgenden Sensitivitätsanalyse wird dargestellt, welche Ergebnisse sich für die CO₂-Bilanzierung im Energiekonzept 2020 ergeben, wenn die Emissionen des Flughafen Schönefelds unter unterschiedlichen Annahmen Berlin zugerechnet werden. Hierzu werden die folgenden vier übergeordneten Kategorien von Szenarien entwickelt:

- **Grundszenarien (1-3)**, bei denen für die Berechnung der Energieverbräuche und der CO₂-Emissionen ausschließlich die Daten der amtlichen Energiebilanz der Jahre 1990 und 2005 sowie den Annahmen für das Zielszenario 2020 zugrunde gelegt werden,
- **Szenarien Untererfassung (4-6)**, mittels denen die zu vermutende Untererfassung des Energieverbrauchs im Flugverkehrs in einer Größenordnung von 6 % korrigiert wird¹¹⁹,
- **Konservative Zielszenarien (7-9)**, bei denen in einer etwas konservativeren Erwartung für das Jahr 2020 davon ausgegangen wird, dass sich der Energieverbrauch des Flugverkehrs um 70 % anstelle von 45 % gegenüber 2005 erhöht,
- **Szenarien mit erweiterter Emissionsbewertung (10-12)**, bei denen eine umfassendere Bewertung der schädlichen Wirkungen verschiedener Flugverkehrsemissionen (z.B. CO₂, H₂O, Stickoxide, etc.) auf der Basis der Anwendung des Radiation Forcing Index (RFI-Faktor) vorgenommen wird.

¹¹⁸ Man spricht von Übertankung, wenn aufgrund höherer Kraftstoffpreise am Zielflughafen mehr getankt wird, als für den Hinflug erforderlich ist.

¹¹⁹ Danach liegt der über Passagier- und Frachtverkehr ermittelte Flugkraftstoffverbrauch um ca. 6 % höher als die in der Mineralölstatistik erhobenen Lieferungen an die Luftfahrt, die als Datengrundlage für die Flugverkehrsbilanzierung in der amtlichen Energiebilanz dient.

Für jede der vier genannten Oberkategorien werden analog drei Teilszenarien entwickelt. Das erste Teilszenario bilanziert die Endenergieverbräuche und CO₂-Emissionen des Flugverkehrs nur in Bezug auf die amtlichen Energiebilanzdaten des Landes Berlin, das zweite Szenario nimmt eine Bilanzierung zusammen mit den Daten des Landes Brandenburg vor. Im dritten Szenario werden für das Ziel- bzw. Referenzszenario 2020 schließlich die Prognosen zur Verkehrsentwicklung für den Flughafen Schönefeld angesetzt und anteilmäßig auf Berlin und Brandenburg aufgeteilt. Hierbei werden als Verteilungsschlüssel die Einwohnerzahlen 3,4 Mio. für Berlin und 2,5 Mio. für Brandenburg angenommen.

Die konkreten Annahmen der vier übergeordneten Kategorien von Szenarien werden nachfolgend erläutert.

Grundszenarien

In den deutschen Energiebilanzen ist es üblich, eine Quellenbilanz entsprechend der Mineralölstatistik durchzuführen. Für das Jahr 2005 werden die Flughäfen Tegel und Tempelhof dem Land Berlin zugerechnet. Der Flughafen Schönefeld wird dem Land Brandenburg zugeordnet.

Aufgrund der Werte in der jeweiligen Energiebilanz für das Jahr 2005 und unter der Annahme, dass diese Werte den tatsächlichen Kraftstoffverbrauch für an den jeweiligen Flughäfen startende Flüge wiedergeben, werden die folgenden drei Grundszenarien entwickelt:

1. **Grundszenario – Berlin:** Die Daten der Berliner Energiebilanz aus dem Jahr 2005 werden angesetzt.
2. **Grundszenario – Berlin und Brandenburg:** Zusätzlich zu den Daten der Berliner Energiebilanz wird die Brandenburger Energiebilanz (der Flughafen Schönefeld) komplett in die Szenarien des Energiekonzepts einbezogen. Für das Szenario 2020 des Energiekonzepts wird der Flughafen Schönefeld komplett dem Berliner Energiekonzept zugerechnet.
3. **Grundszenario – Aufteilung Berlin und Brandenburg:** Für die Jahre 1990 und 2005 werden zusätzlich zur Berliner Energiebilanz die Werte der Brandenburger Energiebilanz für den Flughafen Schönefeld entsprechend der Einwohnerzahlen der beiden Bundesländer anteilmäßig berücksichtigt. Weil im Jahr 2020 im Land Berlin kein Flughafen mehr bestehen wird, werden für das Ziel- bzw. Referenzszenario 2020 die Prognosen für den Flughafen Schönefeld angesetzt und nach dem obigen Schlüssel anteilmäßig auf Berlin und Brandenburg aufgeteilt.

Szenarien „Untererfassung“

Es kann im Rahmen des Energiekonzeptes 2020 nicht abgeschätzt werden, ob in den amtlichen Energiebilanzen die Daten zum Kraftstoffverbrauch des Flugverkehrs unter- oder übererfasst sind.

Einen Anhaltspunkt zur groben Abschätzung bieten die Ausführungen des BMVBW im Rahmen der Verkehrsprognose 2015 [BMVBW 2001]. Gründe für die Abweichung können zum einen Nachtanken bei Zwischenlandungen und Übertanken sein.

In Übernahme der Annahme, dass auch in den Ländern Berlin und Brandenburg eine Untererfassung von 6 % vorliegt, werden die folgenden drei Teilszenarien entwickelt:

4. **Szenario Untererfassung – Berlin:** Die Daten der Berliner Energiebilanz aus dem Jahr 2005 werden um 6 % erhöht angesetzt.
5. **Szenario Untererfassung – Berlin und Brandenburg:** Zusätzlich zu den Daten der Berliner Energiebilanz wird die Brandenburger Energiebilanz (der Flughafen Schönefeld) komplett in die Szenarien des Energiekonzepts einbezogen. Dabei wird auf die Werte beider Bilanzen ein Aufschlag von 6 % vorgenommen. Darauf aufbauend werden die Szenarien im Energiekonzept auf dem um 6 % erhöhten Ist-Wert für das Jahr 2005 berechnet.
6. **Szenario Untererfassung – Aufteilung Berlin und Brandenburg:** Für die Jahre 1990 und 2005 werden zusätzlich zu der Berliner Energiebilanz die Werte der Brandenburger Energiebilanz für den Flughafen Schönefeld anteilmäßig entsprechend der Einwohnerzahlen der beiden Bundesländer berücksichtigt. Die Szenarien im Energiekonzept werden aufbauend auf dem um 6 % erhöhten Ist-Wert für das Jahr 2005 berechnet. Weil bis 2020 im Land Berlin kein Flughafen mehr liegen wird, werden für das Ziel- bzw. Referenzszenario die Prognosen für den Flughafen Schönefeld angesetzt und gemäß den genannten Einwohneranteilen auf Berlin und Brandenburg aufgeteilt.

Konservative Szenarien (mit angepasstem Zielszenario)

Das bisher im Energiekonzept 2020 angenommene Zielszenario geht für den Flugverkehr von einer Steigerung des Energieverbrauchs um 45 % im Zeitraum von 2005 bis 2020 aus. Um darzustellen, welche Konsequenzen ein verstärkter Anstieg hätte, wird nachfolgend davon ausgegangen, dass sich der Energieverbrauch des Flugverkehrs im Zielszenario um 70 % erhöht.

Entsprechend werden auch hier drei Teilszenarien gebildet:

7. **Konservatives Zielszenario – Berlin:** Es werden die Daten der Berliner Energiebilanz aus dem Jahr 2005 angesetzt. Für das Zielszenario 2020 wird gegenüber dem Jahr 2005 mit einem Anstieg des Energieverbrauchs für den Flugverkehr um 70 % gerechnet.
8. **Konservatives Zielszenario – Berlin und Brandenburg:** Zusätzlich zu den Daten der Berliner Energiebilanz wird die Brandenburger Energiebilanz (der Flughafen Schönefeld) komplett in die Szenarien des Energiekonzepts einbezogen. Für die Szenarien wird der Flughafen Schönefeld komplett Berlin angerechnet. Für das Zielszenario wird mit einem Anstieg des Energieverbrauchs für den Flugverkehr um 70 % gerechnet.
9. **Konservatives Zielszenario – Aufteilung Berlin und Brandenburg:** Für die Jahre 1990 und 2005 werden zusätzlich zu der Berliner Energiebilanz die Werte der Brandenburger Energiebilanz für den Flughafen Schönefeld gemäß den Anteilen der Einwohnerzahlen berücksichtigt. Weil bis 2020 im Land Berlin kein Flughafen mehr liegen wird, werden für das Ziel- bzw. Referenzszenario die Prognosen für den Flughafen Schönefeld angesetzt und anteilmäßig auf Berlin und Brandenburg aufgeteilt. Für das Zielszenario des Energiekonzeptes wird mit einem Anstieg des Energieverbrauchs für den Flugverkehr um 70 % gerechnet.

Szenarien mit erweiterter Emissionsbewertung

Zur Bewertung der Treibhausgasemissionen aus dem Flugverkehr bestehen verschiedene Ansätze. Der in der Berliner Energiebilanz verwendete CO₂-Faktor be-

trägt 266,4 t CO₂ pro GWh (bzw. 74.000 kg CO₂ / Tj). Zusätzlich zu den direkten CO₂-Emissionen, welche bei der Verbrennung von Kerosin entstehen, fallen jedoch weitere Emissionen in Form von H₂O, Stickoxiden und weiteren Partikeln an. Des Weiteren haben Treibhausgase, welche in besonderen Höhen emittiert werden, einen erhöhten Effekt.

Der Radiation Forcing Index (RFI-Faktor) wird verwendet, um den erhöhten Treibhauseffekt von Flugzeugemissionen in großen Höhen zu berücksichtigen. Insbesondere geht es dabei um die Berücksichtigung von CO₂, H₂O und Stickoxiden. Der Faktor beschreibt die Menge an CO₂, welche emittiert werden müsste, um den gleichen Effekt zu erzeugen, wie das tatsächliche Schadstoffgemisch des Flugverkehrs erzeugt [IPCC 1999].

Abschließend werden deshalb drei Teilszenarien aufgeführt, welche aufbauend auf den Grundszenarien den erhöhten Treibhauseffekt berücksichtigen:

10. **RFI-Szenario – Berlin:** Es werden die Daten der Berliner Energiebilanz aus dem Jahr 2005 angesetzt. Die Emissionsbewertung findet unter Einbezug des RFI-Faktors statt.
11. **RFI-Szenario – Berlin und Brandenburg:** Zusätzlich zu den Daten der Berliner Energiebilanz wird die Brandenburger Energiebilanz (der Flughafen Schönefeld) komplett in die Szenarien des Energiekonzepts einbezogen. Für die Szenarien im Energiekonzept für das Jahr 2020 wird der Flughafen Schönefeld komplett dem Berliner Energiekonzept zugerechnet. Die Emissionsbewertung findet unter Einbezug des RFI-Faktors statt.
12. **RFI-Szenario – Aufteilung Berlin und Brandenburg:** Für die Jahre 1990 und 2005 werden zusätzlich zu der Berliner Energiebilanz die Werte der Brandenburger Energiebilanz für den Flughafen Schönefeld gemäß den Anteilen der Einwohnerzahlen berücksichtigt. Weil bis 2020 im Land Berlin kein Flughafen mehr liegen wird, werden für das Ziel- bzw. Referenzszenario die Prognosen für den Flughafen Schönefeld angesetzt und anteilmäßig auf Berlin und Brandenburg aufgeteilt. Die Emissionsbewertung berücksichtigt den RFI-Faktor.

Worst-Case-Szenario

Um darzustellen, welches Ergebnis die Gesamtbilanz des Energiekonzeptes 2020 erwartet, wenn sich der Flugverkehr den ungünstigsten Annahmen gemäß entwickeln wird und zudem die für die Klimaschutzziele ungünstigste methodische Herangehensweise gewählt wird, zeigt dieses Szenario eine Kombination aus den Szenarien „RFI-Szenario – Berlin und Brandenburg“, sowie den konservativen Einschätzungen des Zielszenarios. In diesem Szenario werden die ungünstigsten Annahmen kombiniert:

13. **Worst-Case-Szenario:** Das Szenario schreibt die Emissionen des Luftverkehrs der Länder Berlin und Brandenburg vollständig Berlin zu. Zudem wird der RFI-Faktor als umfassende Bewertung des Treibhausgaseffektes angesetzt. Für die Entwicklung bis zum Jahr 2020 wird zudem angenommen, dass der Energieverbrauch des Flugverkehrs bis 2020 um 70 %, wie in den konservativen Zielszenarien (7-9) berechnet, ansteigt.

Gesamtschau und Ergebnisse der Szenarien

Die folgenden drei Tabellen zeigen die Ergebnisse der entwickelten Szenarien. Es werden jeweils die Ausgangswerte in den Jahren 1990 und 2005 sowie die Szena-

rienwerte für das Jahr 2020 dargestellt. Zum Beispiel werden für eine Berücksichtigung der Emissionen der Länder Berlin und Brandenburg auch im Jahr 1990 beide Bilanzen berücksichtigt.

Um die Szenarien vergleichen zu können, werden in einer Gesamtübersicht jeweils:

- die gesamten CO₂-Emissionen (über alle Handlungsfelder des Energiekonzeptes mit den Flugemissionen des entsprechenden Szenarios) in den Jahren 1990, 2005 und 2020 (Zielszenario),
- die Änderung der gesamten CO₂-Emissionen (über alle Handlungsfelder des Energiekonzeptes mit den Flugemissionen des entsprechenden Szenarios) in den Jahren 2005 und 2020 gegenüber 1990,
- der Energieverbrauch des Flugverkehrs in den Jahren 1990, 2005 und 2020 und
- die CO₂-Emissionen aus dem Flugverkehr der Jahre 1990, 2005 und 2020

dargestellt.

Die Werte im Jahr 1990 sind gemäß den im Szenario getroffenen Annahmen von einander abweichend, da in Bezug auf die Datengrundlage im Jahr 1990 die Annahmen ebenso wie für die Szenarien umgesetzt werden. Die Szenarien, in denen der z. B. RFI-Faktor den höheren Treibhausgaseffekt der Emissionen aus dem Luftverkehr berücksichtigt, weisen im Jahr 1990 entsprechend höhere Gesamtemissionen auf.

Tabelle 23 macht deutlich, dass die Verwendung des RFI-Faktors, der die höheren Treibhausgaseffekte des Flugverkehrs berücksichtigt, deutlichere Auswirkungen auf die Bilanzergebnisse des Flugverkehrs im Basisjahr 1990 hat als die Berücksichtigung der Emissionen Brandenburgs im Grundszenario bzw. die Berücksichtigung einer eventuellen Untererfassung. Die angepassten Zielszenarien zeigen in der Aufstellung der Bilanz für das Jahr 1990 keinen Unterschied gegenüber den Grundszenarien, da in diesen Szenarien ausschließlich die Entwicklung für das Jahr 2020 gegenüber dem Grundszenario angepasst wird.

Tabelle 23: Werte der Szenarien für das Jahr 1990¹²⁰

Szenario	1990 CO ₂ - Gesamt [1.000 t]	1990 Energieverbrauch Flugverkehr [GWh]	1990 CO ₂ Flug- verkehr [1.000 t]	CO ₂ -Mehr- emission Flugverkehr ggü. Grund- szenario Berlin [1.000 t]
Grundszenario – BE	29.300,00	1.375,83	366,52	--
Grundszenario – BE und BB	29.702,56	2.886,94	769,52	403,00
Grundszenario – Aufteilung BE und BB	29.531,98	8.126,33	601,61	235,08
Szenario Unterer- fassung – BE	29.321,99	1.458,38	388,51	21,99
Szenario Unterer- fassung – BE und BB	29.748,70	3.060,16	815,69	449,17
Szenario Unterer- fassung – Auftei- lung BE und BB	29.403,27	8.480,94	637,70	271,18
Konservatives Zielszenario – BE	29.300,00	1.375,83	366,52	--
Konservatives Zielszenario – BE und BB	29.702,56	2.886,94	769,52	403,00
Konservatives Zielszenario – Aufteilung BE und BB	29.531,98	8.126,33	601,61	235,08
RFI-Szenario – BE	29.923,90	1.375,83	989,61	623,09
RFI-Szenario – BE und BB	31.010,81	2.886,94	2.077,71	1.711,19
RFI-Szenario – Aufteilung BE und BB	29.507,03	8.126,33	1.624,33	1.257,81
Worst-Case- Szenario	31.010,81	2.886,94	2.077,71	1.711,19

Quelle: Berliner Energieagentur GmbH

Tabelle 24 stellt die Werte für die Bilanz im Jahr 2005 dar, das im Energiekonzept als Referenzjahr dient. Auch hier zeigt sich die deutliche Erhöhung der Ausgangswerte in den RFI-Szenarien. Auch die Berücksichtigung des Brandenburger Flug-

¹²⁰ Für das Ausgangsjahr 1990 werden für das konservative Zielszenario 2020 die gleichen Ausgangswerte angenommen, wie für die drei Grundszenarien.

verkehrs bewirkt erhöhte Werte, während die Werte für die konservativ gerechneten Zielszenarien im Basisjahr mit denen der Grundszenarien übereinstimmen.

Tabelle 24: Werte der Szenarien für das Jahr 2005

Szenario	2005 CO₂- Gesamt [1.000 t]	Änderung CO₂ zu 1990 [%]	2005 Energieverbrauch Flugverkehr [GWh]	2005 CO₂ Flugverkehr [1.000 t]
Grundszenario – BE	21.371,23	-27,06%	3.320,60	884,61
Grundszenario – BE und BB	21.705,41	-26,92%	4.575,04	1.218,79
Grundszenario – Aufteilung BE und BB	21.563,81	-26,98%	4.043,50	1.077,19
Szenario Untererfassung – BE	21.424,30	-26,93%	3.519,84	937,68
Szenario Untererfassung – BE und BB	21.778,54	-26,79%	4.849,55	1.291,92
Szenario Untererfassung – Aufteilung BE	21.231,11	-27,79%	2.794,65	744,50
Konservatives Zielszenario – BE	21.371,23	-27,06%	3.320,60	884,61
Konservatives Zielszenario – BE und BB	21.705,41	-26,92%	4.575,04	1.218,79
Konservatives Zielszenario – Aufteilung BE und BB	21.563,81	-26,98%	4.043,50	1.077,19
RFI-Szenario – BE	22.875,06	-23,56%	3.320,60	2.388,44
RFI-Szenario – BE und BB	23.777,36	-23,33%	4.575,04	3.290,74
RFI-Szenario – Aufteilung BE und BB	22.382,98	-24,14%	2.636,47	1.896,36
Worst-Case-Szenario	23.777,36	-23,33%	4.575,04	3.290,74

Quelle: Berliner Energieagentur GmbH

Tabelle 25 zeigt die relevanten Bilanzwerte des Berliner Energiekonzeptes 2020 über alle Handlungsfelder für das Jahr 2020 in den unterschiedlichen Szenarien im Flugverkehr. Die prozentualen Werte in der Tabelle oben verdeutlichen den Einfluss der Methodik zur Bilanzierung des Flugverkehrs auf die Ergebnisse der Bilanzierung.

Tabelle 25: Werte der Szenarien für das Jahr 2020 im Zielszenario

Szenario	2020 CO₂ Gesamt [1.000 t]	Änderung CO₂ zu 1990 [%]	2020 Energieverbrauch Flugverkehr [GWh]	2020 CO₂ Flugver- kehr [1.000 t]
Grundszenario – BE	16.312,85	44,32%	4.814,87	1.282,68
Grundszenario – BE und BB	16.797,42	43,45%	6.633,81	1.767,25
Grundszenario – Auf- teilung BE und BB	16.048,58	45,66%	3.822,88	1.018,41
Szenario Untererfas- sung – BE	16.389,81	44,10%	5.103,76	1.359,64
Szenario Untererfas- sung – BE	16.903,45	43,18%	7.031,84	1.873,28
Szenario Untererfas- sung – Aufteilung BE und BB	16.109,69	45,21%	4.052,25	1.079,52
Konservatives Zielsze- nario – BE	16.534,00	43,57%	5.645,02	1.503,83
Konservatives Zielsze- nario – BE und BB	17.102,12	42,42%	7.777,58	2.071,95
Konservatives Zielsze- nario – Aufteilung BE und BB	16.224,17	45,06%	4.481,99	1.194,00
RFI-Szenario – BE	18.493,41	38,20%	4.814,87	3.463,24
RFI-Szenario – BE und BB	19.801,74	36,15%	6.633,81	4.771,57
RFI-Szenario – Auftei- lung BE und BB	17.779,89	39,74%	3.822,88	2.749,72
Worst-Case-Szenario	20.624,42	33,49%	7.777,58	5.594,25

Quelle: Berliner Energieagentur GmbH

Die Gesamt-CO₂-Emissionen enthalten bereits Gutschriften für die Stromerzeugung aus BHKW, sowie alle übrigen in den anderen Handlungsfeldern vorgesehenen Annahmen des Zielszenarios.

Deutlich zu erkennen ist, dass weder die Berücksichtigung der Emissionen des Landes Brandenburg, noch die Annahme der Untererfassung oder eine konservative Zieleinschätzung das klimapolitische Ziel der Emissionsreduktion um 40 % unter den getroffenen Annahmen gefährden.

Die Änderung der Methodik hingegen, sprich die Berücksichtigung der stärkeren Klimabelastung des Flugverkehrs durch den RFI-Faktor kann eine gravierende Verfehlung der Klimaziele bewirken. In diesem Fall müssten zur Erreichung der Ziele in den anderen Handlungsfeldern bzw. im Straßenverkehr verstärkte Anstrengungen gegenüber den im Energiekonzept 2020 dargestellten Maßnahmen vorgenommen werden. Deutlich wird hier, wie wichtig eine konsequente Umsetzung der in den Handlungsfeldern empfohlenen Maßnahmen und die Nutzung der Potentiale zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Installation von Erneuerbaren

Energien und Kraft-Wärme-Kopplung für eine Realisierung der Gesamtziele des Konzeptes ist.

Anlage 4: Vergleich von Finnischer und Arbeitswertmethode

Für die CO₂-Bilanzierung von KWK-Anlagen werden zwei Methoden verwendet, die Finnische- und die Arbeitswertmethode. Die Statistischen Landesämter verwenden die Finnische Methode. Diese Methode wird auch dem Energiekonzept 2020 zugrunde gelegt. Die Brennstoffe werden durch Referenzwirkungsgrade der getrennten Erzeugung von Strom bzw. Wärme den Koppelprodukten wie folgt zugeordnet.

$$\alpha_{el,F} = \frac{Q_{Br,el,Ref}}{Q_{Br,el,Ref} + Q_{Br,th,Ref}} = \frac{\frac{W_{KWK}}{\zeta_{el,Ref}}}{\frac{W_{KWK}}{\zeta_{el,Ref}} + \frac{Q_{th,KWK}}{\zeta_{th,Ref}}} \quad \alpha_{th,F} = 1 - \alpha_{el,F}$$

Physikalisch besser begründbar ist die sogenannte Arbeitswertmethode, bei der die Arbeitsfähigkeit der Heizwärme mit dem Stromverlust bewertet wird, der durch ihre Auskopplung entsteht.

$$\alpha_{el,A} = \frac{W_{KWK}}{W_{KWK} + \Delta W_{th}} = \frac{W_{KWK}}{W_{KWK} + Q_{th,KWK} \cdot \eta_c \cdot \zeta_{Prozess}} = \frac{W_{KWK}}{W_{KWK} + Q_{th,KWK} \cdot s}$$

$$\alpha_{th,A} = 1 - \alpha_{el,A}$$

Setzt man eine gleiche Strom- und Wärmeproduktion eines KWK-Prozesses voraus, kann man die beiden Verfahren in Abhängigkeit von den Referenzwirkungsgraden einerseits und der Stromverlustkennziffer andererseits vergleichen. Da die Statistischen Ämter Pauschalwerte von $\zeta_{el,Ref} = 0,4$ und $\zeta_{th,Ref} = 0,8$ verwenden, empfiehlt sich die Variation der Stromverlustkennziffer. Diese ist vom Carnotfaktor der Wärmeauskopplung und dem Prozessgütegrad abhängig und wird sich bei realen Anlagen zwischen 0,1 und 0,2 bewegen. In der folgenden Abbildung ist zu erkennen, dass die dem Strom durch die Arbeitswertmethode zugeteilten Brennstoffmengen (und damit Emissionen) deutlich über denen der Finnischen Methode liegen. Erst bei einer Auskopplungstemperatur der Wärme oberhalb 400 °C würden sich ähnliche Werte ergeben – dies ist jedoch bei der Fernwärmeversorgung nicht relevant.

Anlage 5: Energetische Kennzahlen

Die primärenergetische Effizienz eines Prozesses kann mit dem Primärenergiefaktor f_p (nach FW 309-1) wie folgt berechnet werden.

$$f_p = \frac{Q_p}{Q_E} = \frac{\sum_j Q_{E,j} \cdot f_{p,Br,j} + (W_{el,WV} - W_{el,KWK}) \cdot f_{p,verdr}}{Q_{th}}$$

Die für die energetische Bewertung eines Gebäudes wichtige Anlagenaufwandszahl e_p lässt sich bei Kenntnis der thermischen Verluste bei der Wärmeverteilung entsprechend ermitteln.

$$e_p = \frac{Q_p}{Q_N} = f_p \cdot \frac{Q_E}{Q_N} = \frac{f_p}{\zeta_{WV}}$$

Zur Ermittlung der spezifischen CO₂-Emissionen ist eine Erweiterung auf die Strombilanz des Gebäudes unumgänglich, da eine unterschiedliche Bewertung des aus dem Netz bezogenen und des durch das KWK-Modul eingespeisten

Stroms erfolgt. Letzterer verdrängt aufgrund der Abnahmeverpflichtung regenerativ erzeugten Stroms durch die Netzbetreiber nur fossilen Strom und besitzt deshalb ein höheres CO₂-Minderungspotential. Die Formel ergibt sich zu

$$e_{\text{CO}_2} = \frac{E_{\text{CO}_2}}{Q_{\text{N}}} = \frac{\sum_j Q_{\text{E},j} \cdot e_{\text{CO}_2,\text{E},j} + W_{\text{el},\text{zu}} \cdot e_{\text{CO}_2,\text{el}} - W_{\text{el},\text{KWK}} \cdot e_{\text{CO}_2,\text{el},\text{KWK}}}{Q_{\text{th}} + W_{\text{el}}}$$

Anlage 5: Energetische Kennzahlen und Umrechnungsfaktoren

Vorsatzzeichen:

Bezeichnung:	Faktor:	Bezeichnung:	Faktor:
Nano (n)	10^{-9}	Mega (M)	10^6
Micro (μ)	10^{-6}	Giga (G)	10^9
Milli (m)	10^{-3}	Tera (T)	10^{12}
Kilo (k)	10^3	Peta (P)	10^{15}

Energieeinheiten:

Von: \ Zu:	J	TJ	kWh
J	1	1×10^{-12}	0.2778×10^{-6}
TJ	1×10^{12}	1	0.2778×10^6
kWh	3.6×10^6	3.6×10^{-6}	1
GWh	3.6×10^{12}	3.6	1×10^6