

Machbarkeitsstudie Klimaneutrales Berlin

2050

Anhang

Potsdam und Berlin
März 2014

Bearbeitung

Reusswig, Fritz (PIK)/ Hirschl, Bernd (IÖW)/ Lass, Wiebke (PIK)/ Becker, Carlo (bgmr Landschaftsarchitekten)/ Bölling, Lars (UmbauStadt)/ Clausen, Wulf (HFK Rechtsanwälte)/ Haag, Leilah (LUP)/ Hahmann, Henrike (bgmr)/ Heiduk, Philipp (UmbauStadt)/ Hendzlik, Manuel (InnoZ)/ Henze, Anna (HFK Rechtsanwälte)/ Hollandt, Frank (BLS Energieplan)/ Hunsicker, Frank (InnoZ)/ Lange, Christoph (BLS Energieplan)/ Meyer-Ohlendorf, Lutz (PIK)/ Neumann, Anna (IÖW)/ Rupp, Johannes (IÖW)/ Schiefelbein, Sebastian (InnoZ)/ Schwarz, Uwe (BLS Energieplan)/ Weyer, Gregor (LUP)/ Wieler, Ulrich (UmbauStadt)

unter Mitarbeit von Eichenauer, Eva (PIK), Kühne, Verena (UmbauStadt), Maharens, Sönke (PIK), Prahl, Andreas (IÖW) und Schröder, André (IÖW)

Potsdam und Berlin, 17. März 2014

Projekt Klimaneutrales Berlin 2050



Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) e.V.
Telegraphenberg A 31, 14473 Potsdam



Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) GmbH
Potsdamer Str. 105, 10785 Berlin



BLS Energieplan GmbH
Torgauer Str. 12-15, 10829 Berlin



Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ) GmbH
Torgauer Str. 12-15, 10829 Berlin



UmbauStadt - Urbane Konzepte. Stadtplanung. Architektur
Eislebener Str. 6, 10789 Berlin



LUP – Luftbild Umwelt Planung GmbH
Große Weinmeisterstr. 3a, 14469 Potsdam



HFK Rechtsanwälte LLP
Knesebeckstr. 1, 10623 Berlin



bgmr Landschaftsarchitekten
Prager Platz 6, 10779 Berlin

Auftraggeber



Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt
Württembergische Str. 6, 10707 Berlin

Senatsverwaltung
für Stadtentwicklung
und Umwelt

Inhaltsübersicht

Anhang A: Maßnahmenblätter	230
Anhang B: Hintergrundmaterial.....	312
B.1. Methodik und Ergebnisse der Gebäudemodellierung (I): Stadtstrukturbezogene Flächeninanspruchnahme.....	313
B.2. Methodik und Ergebnisse der Gebäudemodellierung (II): GIS-technische Auswertung.....	320
B.3. Methodik und Ergebnisse der Gebäudemodellierung (III): Berechnung von Nutzenergie- und Endenergiebedarfen	335
B.4. CO ₂ -Senken.....	351
B.5. Ausgewählte regionalwirtschaftliche Effekte	363
B.6. Rechtliche Rahmenbedingungen	382
B.7. Methodisches Vorgehen im Handlungsfeld Verkehr	401
B.8. Methodische Erläuterungen zur Szenarienbildung im Handlungsfeld Energie	418
Zusätzliche Literatur Hintergrundmaterial.....	431

Anhang A: Maßnahmenblätter

Im Folgenden werden die zur Erreichung des Klimaneutralitäts-Ziels vorgeschlagenen Maßnahmen in Kurzform charakterisiert. Ausführungen zum Kontext und zur Gesamtschau der Maßnahmen finden sich im Haupttext im Abschnitt 4.4. Leitprojekte wurden dort in Abschnitt 4.3. vorgestellt.

Die Bezeichnungen im Feld oben rechts auf jedem Maßnahmenblatt enthalten die Angabe des Handlungsfeldes, dem eine bestimmte Maßnahme primär zuzurechnen ist und außerdem eine laufende Nummerierung.

Es bedeuten:

E	=	Energieversorgung
GS	=	Gebäude und Stadtentwicklung,
W	=	Wirtschaft,
PHK	=	Private Haushalte und Konsum,
V	=	Verkehr

Die Abschätzung insbesondere des CO₂-Minderungspotenzials sowie der Kosten der Maßnahmen erfolgte qualitativ und ist angesichts des Zeithorizonts oder der Natur der Maßnahme (z.B. Informationskampagne) mit Unsicherheiten behaftet. Dennoch wurden qualitative Größenordnungen (z.B. „hoch“ oder „mittel“) angegeben, damit die Maßnahmen untereinander auch verglichen werden können. Weitere Charakterisierungen betreffen den Akteursbezug, den gesetzlichen und administrativen Rahmen sowie eventuell notwendige Erläuterungen und Kommentare.

Strom/Wärme: Solare Potenziale heben, Masterplan „Solarhauptstadt“ (Leitprojekt)	E - 1
<p>Kurzbeschreibung Die zentrale EE-Technologie für eine Großstadt wie Berlin wird, wie die Szenarien zeigen, die großteils „unsichtbar“ (auf Dächern) im Stadtbild integrierbare Solarenergie sein. Vor dem Hintergrund des gegenwärtig niedrigen Ausbaustandes und noch bestehender Hemmnisse sollte die Stadt demzufolge einen Masterplan zur Erschließung der Potenziale erstellen und wichtige Bausteine eines solchen Plans zeitnah umsetzen. Zu den Einzelmaßnahmen eines Masterplans „Solarenergiehauptstadt Berlin“ gehören eine Reihe etablierter Instrumente, die ausgebaut oder vernetzt werden sollten, sowie einige neue Einzelmaßnahmen. Nähere Ausführungen siehe unter dem entsprechenden Leitprojekt.</p>	
<p>Szenarienbezug beide Zielszenarien, insbesondere 2</p>	
<p>Akteursbezug Land Berlin, Bezirke/ Forschung, Handwerkskammer und IHK/ Wohnungsbaugesellschaften, Hochschulen</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Die Maßnahme ist nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig.</p>	
<p>Fristigkeit kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial Mittel bis hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand mittel (z.B. für Demonstrationsprojekte ggf. (Co-) Finanzierungen, für Informations- und Vernetzungsaktivitäten)</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) hohe lokale Wertschöpfungseffekte; Entwicklung vieler übertragbarer Konzepte; Nutzung der gegebenen Netzkapazitäten in Berlin (die gut geeignet sind für die Aufnahme von PV)</p>	

Schaffung von Finanzierungsoptionen für Effizienzmaßnahmen	E - 2
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die oft hohen Investitionskosten von Energieeffizienzmaßnahmen rechnen sich häufig erst nach längerer Zeit durch die eingesparten Betriebskosten. Um eine Umsetzung notwendiger Effizienzmaßnahmen zu befördern, könnten z. B. revolving Effizienzfonds implementiert werden. Dadurch werden erste Energieeffizienzmaßnahmen angeschoben und eingesparte Energiekosten (anteilig) wiederum in neue Maßnahmen investiert. Aber auch andere Möglichkeiten, wie z. B. Crowdfunding, die Nutzung von Kautionskapital o. Ä. sollten geprüft werden. Hierzu sind entsprechende Konzepte zu entwickeln (vgl. hierzu ausführlicher unter Abschnitt 4.2. Innovative Finanzierungsmodelle für die lokale Energiewende)</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>alle</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>SenStadtUm, Energieversorger, Multiplikatoren</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Für die Finanzierung eines Fonds werden verschiedene Optionen erörtert wie z.B. eine Finanzierung aus Steuermitteln, Umlagemechanismen, private Stiftungen oder Public-Private-Partnership-Modelle. Bei Einrichtung eines Fonds als Sondervermögen des Landes unter den Voraussetzungen des § 113 LHO sind Zuführungen aus dem Berliner Haushalt rechtlich möglich. Vgl. auch die Maßnahme Wi -10 zu Energieeffizienzmaßnahmen an öffentlichen Gebäuden. Zuwendungen und Zuschüsse an Private aus Fondsmitteln können notifizierungspflichtige staatliche Beihilfen darstellen, Art. 108 Abs. 3AEUV.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>schwer bezifferbar, indirekte mittlere bis hohe Effekte über die dadurch finanzierbaren Vorhaben</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Mitnahmeeffekte sollten durch die Förderbedingungen weitgehend gering gehalten werden</p>	

Wärme: Verdichtung und Erweiterung der Wärmenetze	E - 3
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Bei der Sanierung der Heizungstechnik von Siedlungsgebieten ohne Fernwärmeanschluss (Quartieren) mit hoher Wärmedichte sollte geprüft werden, ob ein Anschluss an das nächstgelegene Wärmenetz möglich ist (Beispiel Falkenhagener Feld).</p> <p>Bei allen kommunal beeinflussbaren Gebäuden, die im Einzugsbereich einer bestehenden Fernwärmetrasse liegen, sollte spätestens bei der grundlegenden Sanierung/ Erneuerung der Heiztechnik ein Anschluss an das Fernwärmenetz geprüft werden.</p> <p>Ergeben die Prüfungen einen langfristig abgesicherten ökologischen Vorteil, ist der Anschluss an das Fernwärmenetz anzustreben. Die Bewertungsmethodik zum ökologischen Vorteil ist einheitlich für Berlin zu bestimmen und regelmäßig zu überprüfen.</p>	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug Wohnungsbaugesellschaften, FW-Betreiber, Bezirke, kommunale Unternehmen, Senatsverwaltung</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Regelung eines entsprechenden Anschluss- und Benutzzwangs für Fernwärme und -kälte aus Gründen des Klima- und Ressourcenschutzes ist nach § 16 EEWärmeG i.V.m. Landesrecht möglich. Für Berlin ist die Ermächtigung zur Regelung eines Anschluss- und Benutzungszwangs durch Rechtsverordnung in § 23 BEnSpG enthalten.</p>	
<p>Fristigkeit kurzfristig bis langfristig, je nach Sanierungszeitpunkt</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial schwer bezifferbar</p>	
<p>Finanzieller Aufwand nicht/ schwer bezifferbar</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	

Strom: Flexi-Kläranlagen (Leitprojekt)	E - 4
<p>Kurzbeschreibung Berliner Kläranlagen werden zu Standorten ausgebaut, die Überschussstrom verwerten können (Elektrolyse mit H₂- und O₂-Produktion und Nutzung bei Klärschlammbelebungs-, Faulgaskonditionierung) unter Nutzung von Speichermöglichkeiten (z. B. Abwärme, Elektrolyse, P2H für Klärschlammbeheizung, Gasspeicher und CO₂-Nutzung für Methanisierung des H₂, ggf. auch Methanolherstellung) und bei Bedarf auch Strom erzeugen. In einem ersten Schritt kann die Flexibilität ausgenutzt werden, um Bilanzkreise glattzustellen. (Siehe auch Beschreibung Leitprojekt)</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug Senatsverwaltung und Senat, BWB, ggf. weitere Unternehmen</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Soweit die Verwertung über den Eigenverbrauch hinausgeht, hängt die Wirtschaftlichkeit u.a. von den Stromnebenkosten für Durchleitung und Speicherung von Überschussstrom ab. Dies erfordert beispielsweise die Schaffung von Umlage- und Netzentgeltbefreiungstabeständen auf bundesrechtlicher Ebene, die über die befristete Regelung des § 118 Abs. 6 EnWG hinausgehen.</p>	
<p>Fristigkeit kurzfristig bei Waßmannsdorf als Pilotprojekt, mittelfristig bei anderen Standorten</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial unter optimalen Voraussetzungen bis mittlere Größenordnung; hoher Systemnutzen</p>	
<p>Finanzieller Aufwand nicht/ schwer bezifferbar</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	

Strom: Fossilen Reststrom CO₂-effizient erzeugen	E - 5
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Eine zentrale Voraussetzung für das Erreichen der Berliner Klimaschutzziele ist, wie im Haupttext beschrieben (siehe insbesondere Kap. 4.2), die Einhaltung der entsprechenden Bundesziele. Dies gilt maßgeblich für den Strombereich, da dieser deutlich an Bedeutung gewinnen wird. Daher müssen auch – wie angestrebt – 80 % des Stroms aus erneuerbaren Energien und nur noch 20 % fossil erzeugt werden. Für diesen fossilen Reststromanteil muss zudem gelten, dass dieser so effizient wie möglich erzeugt wird. Das impliziert eine möglichst umfassende Nutzung des Abwärmepotentials und einen flexiblen Einsatz von P2H – sowie anteilige saisonale Wärmespeicherung. Berlin hat mit seinen Wärmenetzen hier ein deutschlandweit relevantes Flexibilitätspotenzial, weshalb Erhalt und Nutzung dieser Netze auch in 2050 noch eine bedeutende Rolle spielen werden. Aus diesem Grund sollte Berlin sich auch für Flexibilitätsmechanismen einsetzen, welche die KWK und Wärmenetze als Flexibilitätsoptionen hinreichend berücksichtigen.</p> <p>Berlin sollte sich weiterhin auf Bundesebene dafür einsetzen, dass der Bau und die Planung weiterer Grundlast-Kohlekraftwerke eingestellt wird, da jedes heute neu in Betrieb genommene Kohlekraftwerk 2050 voraussichtlich noch in Betrieb sein wird und mit dem nicht regelbarem Anteil in der Grundlast dem gewünschten EE-Anteil von 80 % entgegenwirkt. Dabei kann auf der Basis heutiger technischer Entwürfe und Simulationen davon ausgegangen werden, dass auch mit diesem EE-Anteil das Energiesystem versorgungssicher betrieben werden kann. Mit bestehenden Kohlekraftwerken in 2050 können gemäß der Szenarien dieser Studie die angestrebten Berliner Klimaschutzziele nicht mehr eingehalten werden bzw. es müssten entsprechend noch höhere Einsparungen in den Verbrauchssektoren erfolgen.</p>	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug Bund, Berlin (Senat)</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Hierfür ist politischer Einsatz auf Bundesebene (bspw. im Bundesrat und in den Fachministerkonferenzen Wirtschaft und Umwelt) zur Schaffung bundesweiter verbindlicher Regelungen notwendig. Die Regelung eines Anspruchs auf vereinfachten oder vorrangigen Zugang der Abwärme zu den Fernwärmenetzen kann in Erwägung gezogen werden, sollte dem angestrebten Zielwert i.H.v. 80 % erneuerbaren Energien nicht zuwiderlaufen. Vgl. auch §§ 4 Abs. 1 und 5a Abs. 1 S. 2 KWKG.</p>	
<p>Fristigkeit Kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial sehr hoch, gesamte fossile Stromerzeugung in KWK (60 statt 80 g/kWh) würde 440.000 t jährliche Einsparung für Berlin bedeuten.</p>	
<p>Finanzieller Aufwand keine/ geringe (politische Priorisierung des Themas, Folgekosten wie z.B. F&E)</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	

EEWärmeG auf Bestand erweitern, PV integrieren	E - 6
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Das Erneuerbaren-Energien-Wärmegesetz soll mit einer angemessenen Frist auch auf die Anwendbarkeit für Bestandsgebäude erweitert werden. Hierzu sind vorab die bisherigen Erfahrungen und Analysen anderer Bundesländer zu berücksichtigen.</p> <p>Durch die Anrechenbarkeit von PV als Ersatzmaßnahme wird die Umsetzung im Bestand praktikabler. Die Kombination von PV mit Wärmepumpe / Kältemaschine sollte als Option für eine Ersatzmaßnahme im EEWärmeG generell integriert werden. Zudem ist sicherzustellen, dass mit Fernwärme versorgte Gebäude nicht pauschal ausgenommen werden, sondern in angemessenem Umfang insbesondere PV-Anlagen installieren sollten.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>alle, insbesondere Szenario 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Bund, SenStadtUm, Hauseigentümer</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Erweiterung der Nutzungspflicht auf den Bestand über § 5a EEWärmeG hinaus ist in § 3 Abs. 4 Nr. 2 EEWärmG vorgesehen, vgl. auch Art. 13 Abs. 4 der Richtlinie 2009/28/EG.</p> <p>Die Anrechenbarkeit von PV als Ersatzmaßnahme für die Nutzungspflichten des § 3 EEWärmeG vgl. auch das EWärmeG Baden-Württemberg, welches Nutzungspflichten für Bestands(wohn)gebäude regelt und die Ersatzweise Erfüllung der Pflichten durch Nutzung von PV, § 5 Abs. 2 Nr. 3 EWärmeG Baden-Württemberg.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>Kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>mittel bis hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>nicht/ schwer bezifferbar</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	

Wärme/Strom: Pilot- und Demonstrationsvorhaben – Wärmespeicher für Netze	E - 7
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Es sollten die Wärmeerzeugung und der Wärmeverbrauch durch große Wärmespeicher entkoppelt werden (Wochenspeicher, ggf. Latentsalzspeicher), um flexibler auf das schwankende Angebot und schwankende Strompreise reagieren zu können.</p> <p>Derzeit wird rund ein Drittel der Abwärme aus der Berliner Stromerzeugung nicht genutzt. Ungenutzte KWK-Abwärme und zukünftig Wärme aus P2H-Überschussstrom sollten via Fernwärmenetz in unterirdischen Aquiferspeichern saisonal gespeichert werden, um sie in peripheren Niedertemperatur-Wärmenetzen nutzen zu können. Als Beispielfall mit ersten Vorarbeiten unter vergleichbaren geologischen Bedingungen können hier die bisherigen Aktivitäten der Stadtwerke Potsdam (EWP) gelten.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Netzbetreiber Fernwärme</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Neu- und Ausbau von Wärmespeichern werden durch das KWKG gefördert. Die Förderung von Wärmespeichern ist ebenfalls durch § 11 Abs.2 Nr. 2 BEnSpG gedeckt.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>Aquifer-Planung kurzfristig, Umsetzung mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>Je nach Größe und Anzahl bis mittlere Größenordnung</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Untersuchungen / Planungen: mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Hohe Systemrelevanz</p>	

EE: Eigenrealisierung von EE-Projekten durch Stadt Berlin bzw. Stadtwerk	E - 8
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Stadt Berlin sollte selbst - z. B. durch ihr eigenes Stadtwerk oder andere geeignete kommunale Unternehmen - den EE-Ausbau in Berlin sowie im Umland vorantreiben. Dies betrifft in Berlin vor allem den Solarenergieausbau. Zudem könnten auf den Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH Windenergieanlagen entstehen, hierzu ist eine Abstimmung im Rahmen der gemeinsamen Landesplanung Berlin-Brandenburg erforderlich. Durch die Maßnahme kann das ökologische Profil des Stadtwerks gestärkt, der Kundenkreis erweitert und zusätzliche Einnahmen für die Stadt generiert werden. An der Umsetzung derartiger Projekte sollten sich Bürger in Standortnähe sowie in der Stadt beteiligen können, siehe Maßnahme E-13.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, Stadtwerk</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Der Bau von EE - Erzeugungsanlagen in Berlin und im Umland ist von § 3 Abs. 5 Nr. 3 BerlBG gedeckt, soweit der Tatbestand der Selbstproduktion örtlich nicht beschränkt ist. Vgl. auch Ziffer 6.8 Abs. 2 und Ziffer 6.9 im LEP B-B. Die Beteiligung Dritter an dem Berliner Stadtwerk als selbstständiger Tochter der BWB gemäß § 3 Abs. 5 Nr. 3 BerlBG ist derzeit gesetzlich in den BerlBG (Betriebe-Gesetz) nicht geregelt. Hierfür müsste es eine Öffnung bzw. Ermächtigung ähnlich dem § 2 Abs. 1 BerlBG für die Berliner Wasserbetriebe auch für das Stadtwerk geben oder eine entsprechende Regelung in der Satzung der Berliner Stadtwerke nach § 3 Abs. 7 BerlBG.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>hängt vom Umfang des Engagements ab; bis mittlere Größenordnung</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>hohe Investkosten, jedoch auch hohe Gewinne möglich. Durch finanzielle Einbeziehung von Bürgern können Investkosten des Landes reduziert werden</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Bürgerbeteiligung, Akzeptanz, gesamtgesellschaftlicher Nutzen</p>	

Informationskampagnen „Energiewende“ und „Berlin auf dem Weg zur Klimaneutralität“	E - 9
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Berlin sollte durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit und ggf. geeignete Kampagnen Aufklärung zu relevanten Aspekten des zunehmend komplexer werdenden Themas Energiewende und zukünftig zu den geplanten Maßnahmen und deren Ergebnissen leisten. Zum ersten Themenkomplex zählt gegenwärtig z.B. der falsch vermittelte Zusammenhang zwischen EEG-Umlage und Kosten für die Energiewende bzw. für den Ausbau von EE-Anlagen. Demgegenüber kommen Nutzenaspekte deutlich zu kurz bzw. werden weniger vermittelt. Der zweite Themenkomplex umfasst eine geeignete Visualisierung und ein Transparentmachen der Wirkung von Maßnahmen und z.B. der CO₂-Entwicklung in Berlin. Hierfür sind geeignete Indikatoren und ggf. Visualisierungen zu entwickeln. Geeignete Plattformen und einzelne Multiplikatoren sind hierfür z.T. vorhanden und können genutzt werden - ebenso wie vorhandene Informationen und Kampagnen auf Bundesebene z.T. auf die regionale Ebene adaptiert werden können.</p>	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug SenStadtUm, Multiplikatoren</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Die Maßnahme ist nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig.</p>	
<p>Fristigkeit kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial schwer bezifferbar, indirekte Effekte durch Verhaltensänderungen</p>	
<p>Finanzieller Aufwand mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	

Strom/Wärme: Baugrundstücke für Anlagen bestimmen / vorhalten	E - 10
<p>Kurzbeschreibung Zentrale Wärmespeicher sowie P2H und P2G-Anlagen sind stadtplanerisch zu berücksichtigen. Potenziell geeignete Standorte als Knotenpunkte von Gashochdruckleitungen, Stromhochspannungsleitungen mit Fernwärmenetzanbindungen sind zu bestimmen.</p>	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug SenStadtUm; Stadtentwicklungspolitik</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Die stadtplanerische Berücksichtigung ist in der Flächennutzungsplanung nach § 5 Abs. 2 Nr. 2b BauGB möglich sowie in der Bauleitplanung nach § 9 Abs. 1 Nr. 12 und 13 BauGB.</p>	
<p>Fristigkeit Kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial nicht direkt gegeben; indirekt (Effekte der Anlagen) mittel bis hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand keiner (Verwaltungshandeln), gering bis mittel bei unterstützenden Gutachten/ Studien</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) Fördert die Integration von Stadtplanung, Infrastrukturplanung und lokaler Energiepolitik</p>	

EE: Förderung urbaner Energiewende-Innovationen	E - 11
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Bei den erneuerbaren Energien sind noch eine Reihe von Innovationen und Inventionen zu erwarten, ebenso bei einer Vielzahl Energiewende-relevanter Dienstleistungen und Technologien. Dies gilt auch für spezifische urbane Technologien, Anwendungen und Dienstleistungen. Dies kann sich von der Kleinwindnutzung bis hin zur Biomasseproduktion und -verwendung, Speicherentwicklung oder Energiemanagementlösung erstrecken. In vielen Bereichen stehen die Entwicklungen erst am Anfang, und weitere kreative Ideen rund um die Energiegewinnung (z.B. Micro-Energy-Harvesting) oder Einsparungen sind zu erwarten. In einer kreativen Stadt wie Berlin sollte auch eine kreative Förderung von (urbanen) Energieinnovationen stattfinden, ihnen eine Plattform geboten werden sowie ggf. ein spezifischer Förderrahmen auch für unkonventionelle und experimentelle Projekte, aber auch innovative Vernetzungsformen (z.B. zwischen Energie- und Kreativwirtschaft, IT, Architektur und gestalterischen Branchen) geschaffen werden.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Beide Zielszenarien</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, Unternehmen, Forschungseinrichtungen, TSB (Pilotvorhaben), IBB (Rollout)</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Berlin hat landesrechtlich in § 12 BEnSpG die Grundlage zur Förderung von Pilot- und Demonstrationsanlagen geschaffen. Neben dieser finanziellen Förderung hat die Bundesregierung von der Ermächtigung in § 21i Abs. 1 Nr. 6 EnWG zu Schaffung von Sonderregelungen für Pilotprojekte kaum Gebrauch gemacht.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>schwer bezifferbar; voraussichtlich geringe bis mittlere Größenordnung</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>mittel (ggf. kombinierbar mit Bundes- oder EU-Förderung)</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Förderung des Forschungsstandortes Berlin</p>	

Strom: EE-Durchleitung im smarten Verteilnetz begünstigen	E - 12
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Im smarten Verteilnetz könnte die Durchleitung von EE-Strom innerhalb Berlins kostenfrei bereitgestellt werden, um den Eigenverbrauch auch für Erzeugeranlagen außerhalb der Liegenschaften des Verbrauchers geltend zu machen. Private Investitionen in EE (z.B. PV) und Eigenstromnutzung würden so innerhalb von Berlin ohne direktem Bezug zur eigenen Dachfläche genutzt und aktiviert, der Umzug ohne Mitnahme der Investition und ggf. der Weiterverkauf der Anlage ermöglicht. Das Modell stützt auch private Batteriespeicher, smarte dezentrale Wärmespeicher (P2H), smarte Wärmepumpen und private Flexibilisierung in Gruppen von privaten Gemeinschaften. Batteriespeicher könnten als „Cloudspeicher“ im Berliner Verteilnetz genutzt und gewartet werden.</p> <p>Mit dem Vorschlag wird es einer größeren Gruppe von Bürgerinnen und Bürgern ermöglicht, an den Vorteilen einer Eigenversorgung zu partizipieren. Er wirkt der im Rahmen der Novellierung des EEG diskutierten „Entsolidarisierung“ entgegen. Für die Umverteilung der Kosten müssen langfristig geeignete Modelle gefunden werden, z.B. die Umverteilung auf die unflexible Nutzung des Stromnetzes. Gegenwärtig bis mittelfristig ist der Anteil so gering, dass eine Befreiung von Netzentgelten zur Förderung dieses Modells gut finanzierbar erscheint.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und insbesondere 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Bund, Berlin, Netzbetreiber Strom, Bundesnetzagentur</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Regulierung des Netzbetriebs muss zugunsten lokaler EE-Fördermaßnahmen Ausnahmetatbestände schaffen. Hierfür ist die Änderung der StromNEV oder Privilegierung des Eigenverbrauchs hinsichtlich der Netzentgelte erforderlich. Ansätze sind in den §§ 18 und 19 StromNEV sowie § 118 Abs. 6 EnWG enthalten. Eine Beschränkung des Netzbetreibers kann durch den Klimaschutz als vernünftiges Gemeinwohlinteresse gerechtfertigt werden, wenn Maßnahmen zur Wahrung der Verhältnismäßigkeit ergriffen werden.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>Mittel bis hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>keiner/ gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Hebel durch Aktivierung privaten Kapitals; Folgewirkung Frage der gerechten Verteilung der Netzgebühren</p>	

EE: Bürgerbeteiligung am EE-Ausbau ermöglichen	E - 13
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Aufgrund des hohen Mieteranteils in Berlin ist es für viele Bürgerinnen und Bürger schwierig, sich direkt aktiv am EE-Ausbau in der Stadt zu beteiligen. Eine solche Beteiligung könnte beispielsweise in Form von Bürgersolaranlagen, die von Energieversorgern, einem Stadtwerk o. Ä. initiiert werden, oder durch eine direkte Beteiligungsmöglichkeit von Mieterinnen und Mietern an auf ihrem Gebäude installierten EE-Anlagen erfolgen. Dadurch könnte nicht nur ein erhöhtes Bewusstsein für den EE-Ausbau geschaffen werden, sondern auch die hierfür (bei privaten wie auch öffentlichen Akteuren anfallenden) notwendigen Investitionsmittel leichter generiert werden. Handlungsspielräume für Berlin ergeben sich etwa durch die Förderung entsprechender Aktivitäten durch ein eigenes Stadtwerk und die Unterstützung von Initiativen zur Schaffung eines geeigneten Rechtsrahmens.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>alle</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>SenStadtUm, Multiplikatoren, evtl. Stadtwerk</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Durch entsprechende Regelung im Berliner Betriebe-Gesetz können die Berliner Stadtwerke eine Bürgerbeteiligung ermöglichen, vgl. Maßnahme Wi-5. Die öffentliche Hand kann Anreiz-, Förder- und Beratungsmaßnahmen gegenüber Vermietern, Investoren und Mietern zur vertraglichen Vereinbarung und Regelung von Investitionsmaßnahmen an Mietgebäuden prüfen und regeln. .</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>Kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>schwer bezifferbar; bei erfolgreicher Beteiligung und dadurch erhöhtem Ausbau bis mittlere Größenordnung</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Niedrig bis mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	

Strom: Netznutzungsgebühr als Steuerungsanreiz für flexible Optionen	E - 14
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Berlin soll sich dafür einsetzen, dass die Netznutzungsgebühren als Steuerungsanreiz für flexible Optionen</p> <p>a) bereits heute maximal genutzt werden (Ausnutzen des geltenden Rechtsrahmens) und</p> <p>b) die Möglichkeiten dafür erhöht werden (Einflussnahme auf Netzregulierung)</p> <p>Beispielhaft für Haushaltskunden könnte folgendes Modell umgesetzt werden:</p> <p>Die Preise für die Netznutzung werden auch für Haushaltskunden nach Leistungsanspruchnahme modelliert und zwar differenziert nach unflexibler Direktstrom- und flexibler Überschussstromnutzung. Durch den Preisvorteil für gleichmäßige Nutzung (z.B. Privathaushalte mit Anschlussleistungen von 300-1.000 W) werden diese motiviert, in dezentrale Speicher- und Flexibilitätsoptionen zu investieren, wie z.B. Batteriespeicher zur Nutzung von Überschussstrom, P2H, DSM etc. Grundsätzlich erfolgt damit eine Gleichstellung der Behandlung von privaten Haushalten zu industriellen Großverbrauchern mit dem einzigen Unterschied, dass die Nutzung des Verteilnetzes mit bezahlt werden muss. Überschussstromnutzung (z.B. dezentrales P2H) und Engpasseinspeisung sollten im Rahmen der technischen Verfügbarkeit ohne zusätzliche Netznutzungsgebühren möglich sein.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>alle</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Senat und Verwaltung, Bund, Stromhändler, Stromnetzbetreiber, Bundesnetzagentur</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Derzeitige Regelungen in § 118 Abs. 6 EnWG und § 19 StromNEV schaffen nicht im erforderlichen Umfang den Anreiz zur Verbrauchsflexibilisierung privater Haushalte. Die Maßnahme erfordert insb. die Änderung der §§ 17 und 19 StromNEV auf Bundesebene.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>schwer bezifferbar, voraussichtlich mittlere Größenordnung</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>keiner/ gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Systemnutzen</p>	

Strom: Förderung virtueller Kraftwerke und intelligenter Netze (durch Vergütungen und Tarife)	E - 15
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Bei der Entwicklung des Energiemarktes soll den kleineren Erzeugerleistungen (dezentrale BHKW sowie Batterien von PV-Anlagen und aus dem Mobilitätsbereich) ein Geschäftsmodell eröffnet werden, von bereitgestellter Leistung auf Abruf profitieren zu können. Auf diese Weise wird die Entwicklung des dezentralen smarten Energiemarktes unterstützt.</p> <p>Für eine bessere Steuerung der Stromnachfrage nach dem fluktuierenden erneuerbaren Angebot aus Wind- und Sonnenstrom sollen zudem Endverbraucher geeignete Aggregate/ Einheiten (z.B. Waschmaschinen, Kühlgeräte, in speziellen Fällen auch Pumpen, Fahrtreppen, Beleuchtungssteuerungen etc.), aber auch Stromspeicher (z. B. Elektrofahrzeuge, Batterien) für eine zentrale Laststeuerung zugänglich machen.</p> <p>Beides – die Steuerung der Erzeuger- wie auch der Nachfrageseite - kann durch geeignete Stromvergütungsmodelle und Verbrauchstarife (z. B. über ein eigenes Stadtwerk oder Bedingungen bei der Vergabe der Konzession) ermöglicht werden.</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug Bund, SenStadtUm, Stadtwerk, Endverbraucher</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Adressat des Konzessionierungsverfahrens ist der Netzbetreiber. Die Vorlage eines Konzepts zur Entwicklung des Netzes zu einem intelligenten Netz unter Gewinnung privater Haushalte kann zum Gewichtungskriterium der Konzessionsvergabe gemacht werden.</p>	
<p>Fristigkeit mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial schwer bezifferbar</p>	
<p>Finanzieller Aufwand nicht/ schwer bezifferbar</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) Stärkeres Bewusstsein für Energieverbrauch</p>	

Strom/Wärme: Pilot- und Demonstrationsvorhaben: P2H für Wärmenetze	E - 16
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Es sollten Elektrokessel (P2H) zur Nutzung von Überschussstrom in Wärmenetzen und zur Bereitstellung negativer Regelenergie integriert werden. Dafür sind geeignete Pilot- und Demonstrationsanlagen zu errichten, um die Technologie auch in Berlin zu etablieren. Mit einer einzigen 25 MW-Anlage (evtl. auch verteilt auf mehrere Standorte) kann aktuell ein von der Größenordnung her ähnlicher Effekt erzielt werden wie durch die smarte Nutzung aller 2010 bestehenden Wärmepumpen Berlins. Da in der Machbarkeitsstudie davon ausgegangen wird, dass sich bis 2050 der Anteil der Wärmepumpen je nach Szenario rund verzweifzigfacht, steigt parallel dazu auch die Bedeutung smarter Steuerungen für Wärmepumpen.</p> <p>Gleichzeitig ist für eine breitere Einführung von P2H abseits von Demonstrationsvorhaben regulatorisch auf geeignete Weise sicherzustellen, dass diese Anlagen nicht zur Auslastung von fossilem Stromerzeugungsanlagen, d.h. zum Weiterbetrieb der Grundlastkraftwerke (Braunkohle) zu Zeiten von ausreichender Stromerzeugung durch Wind und Sonne genutzt werden können, da der CO₂-Einspareffekt damit verloren ginge.</p>	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug SenStadtUm und Bundesministerien (Forschungs- und Pilotförderung); Netzbetreiber Fernwärme, Netzbetreiber Strom</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Die beschriebenen Pilot- und Demonstrationsvorhaben werden durch § 12 BEnSpG gefördert. Vgl. auch § 22 EnWG i.V.m. §§ 6 ff. StromNZV zur Beschaffung von Ausgleichsleistungen.</p>	
<p>Fristigkeit mittelfristig (gegenwärtig noch zu geringe EE-Überschüsse)</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial nur bei konsequentem EE-Überschussbetrieb gegeben, unter dieser Voraussetzung mittlere Größenordnung</p>	
<p>Finanzieller Aufwand gering (unter Verwendung vorhandener Etats) bis mittel (bei zusätzlichen Mitteln)</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) Hohe Systemrelevanz</p>	

Wärme/Strom: Pilot-und Demonstrationsvorhaben – Smarte Wärmeabnahme in Netzen	E - 17
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Gebäude können durch die Betriebsweise der Anlagen als dezentrale Wärmespeicher genutzt werden, um die flexibilisierte Abnahme von Wärme an die Verfügbarkeit von Wärme aus dem KWK- bzw. aus dem P2H-Prozess anzupassen. In einem Pilotprojekt soll - als alternativer Ansatz zur zentralen Wärmespeicherung - untersucht werden, wie im Bereich von Stunden bis maximal 1-2 Tagen eine flexible Abnahme im Gebäude ggf. kostengünstiger realisiert werden kann als eine zentrale Speicherung der Wärme. Eine Voraussetzung für die spätere Umsetzung sind intelligente Wärmemengenzähler, durch die sich der zusätzliche Aufwand für die flexibilisierte Abnahme durch die intelligente Gestaltung der Abnahmetarife refinanzieren kann. Im einfachsten Fall erfolgt nur eine verschobene morgendliche Ladung der Warmwasserspeicher, ein vorgezogenes Ende der Nachtabsenkung z.B. auch am Wochenende bei Schulen oder eine flexibilisierte Akzeptanzgrenze für die Raumtemperaturen beim Heizen und Kühlen.</p> <p>Es gilt, Flexibilisierungsoptionen zu entwickeln, zu testen und wirtschaftliche Umsetzungsmodelle zu prüfen. Als letzter Schritt vom Pilotprojekt zum Multiplikator sind generalisierbare Abrechnungsmethoden und -modelle zu entwickeln, mit deren Hilfe der wirtschaftliche Vorteil der flexibilisierten Wärmeerzeugung vom Erzeuger an den Verbraucher weitergegeben werden kann. Insbesondere die Abrechnung nach Lastgängen ist auch ein wichtiger Teilaspekt bei der Öffnung der Fernwärmenetze mit akzeptierter oder zumindest geduldeter Durchleitung von Wärme. Die Kommune kann mit dem FW-Betreiber die flexible Wärmeabnahme und deren Abrechnung entwickeln. Im günstigsten Fall ist die gemeinsame Motivation eine Kosten- oder Energieersparnis, ggf. müssen aber auch Festlegungen an anderer Stelle getroffen werden, damit die flexibilisierte Abnahme zum allgemeinen Geschäftsmodell entwickelt werden kann.</p>	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug SenStadtUm, FW-Betreiber</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Die Förderung ist gemäß § 12 BEnSpG möglich.</p>	
<p>Fristigkeit mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial schwer bezifferbar, vermutlich geringe bis mittlere Größenordnung</p>	
<p>Finanzieller Aufwand geringe Kosten (ggf. für unterstützende Gutachten/Studien zur Konzeptentwicklung)</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	

Wärme: Abwasser-Wärmepotentiale heben	E - 18
<p>Kurzbeschreibung An zentralen Pumpstationen der Stadt sollen die Abwasserströme als Wärmequelle für Wärmepumpen genutzt werden. Dieser Ansatz setzt niedrige Heizkreistemperaturen voraus und kann entweder dezentral Quartiere versorgen oder zukünftig in einer längerfristigen Perspektive bei abgesenkten Fernwärmemetemperaturen auch den Rücklauf der FW anheben. Es wird empfohlen, die lokalen Potenziale zu kartieren und der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Durch die verschiedenen Dimensionen – Neubaugebiete mit potenziell niedrigen Vorlauftemperaturen, Zeitachse der Entwicklung, langfristige Perspektive der Abwasserentsorgung, langfristige Möglichkeiten zur Absenkung der Fernwärmenetztemperaturen – bedarf es hier weitergehender Untersuchungen.</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug Zuständige städt. Unternehmen (Verbraucher und Infrastrukturbetreiber)</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Die Maßnahme ist von den derzeitigen gesetzlichen Vorgaben gedeckt bzw. von keinen besonderen gesetzlichen Vorgaben abhängig.</p>	
<p>Fristigkeit Mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial geringe bis mittlere Größenordnung</p>	
<p>Finanzieller Aufwand keiner (Verwaltungshandeln), gering bis mittel bei unterstützenden Gutachten/ Studien/ Dienstleistungen</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p>	

EE: Monitoring von Biomasseströmen und Nachhaltigkeitsanforderungen	E - 19
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Zur Sicherstellung der optimalen und ökologischen Verwertung endogener Biomassepotenziale sowie der Nachhaltigkeit importierter Biomassen sollte ein zentrales, öffentliches Monitoring relevanter Biomasseströme erfolgen (Stoffstrommanagement). Es sollte auf ein einheitliches Verständnis nachhaltiger Biomasse insbesondere bei großen Verbrauchern und Händlern hingewirkt werden. Von der verantwortlichen Stelle könnten in Zusammenarbeit mit geeigneten Forschungspartnern / Hochschulen Biomasse-Leitprojekte angestoßen und durchgeführt werden, die für die urbane Nutzung von Relevanz sein können, z. B. zur Verwertung von Reststoffen in einer HTC-Anlage. Im Zuge der Einbindung von Forschungspartnern sollte dabei auch explizit auf Fragen der Klimawirksamkeit und Bilanzierung von Biomassenutzung eingegangen werden.</p>	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug Land Berlin</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Steuerung nachhaltiger Biomasseimporte mit den derzeitigen Mechanismen der BioSt-NachV ist für das Maßnahmeziel ungenügend. Die bunderechtliche Erweiterung der Nachweispflichten sowie landesrechtliche Erweiterung der Nachhaltigkeitsvereinbarungen erscheinen notwendig. Die für die Sammlung und Bewertung von Daten und Informationen zu Biomasseströmen notwendige rechtliche Grundlage ist in den §§ 66 und 70 ff. BioSt-NachV enthalten. Die Entwicklung und Umsetzung von Konzepten zur gezielten Beeinflussung von Biomasseströmen sowie die Vernetzung der handelnden öffentlich-rechtlichen und privaten Akteure mit dem Ziel der Identifikation und der Nutzung von Stoffstrompotentialen auf örtlicher und überörtlicher Ebene zur Schonung der natürlichen Ressourcen ist grundsätzlich rechtlich umsetzbar.</p>	
<p>Fristigkeit mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial schwer bezifferbar</p>	
<p>Finanzieller Aufwand gering bis mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) höhere Akzeptanz, Sicherstellung der Nachhaltigkeit</p>	

Strom: Förderung von Stromspeichern	E - 20
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Speicher spielen mittel- bis langfristig eine wichtige Rolle. Daher sollten sie a) verstärkt in virtuellen Kraftwerken eingesetzt werden und b) zur Steigerung des Eigenverbrauchs unter der Voraussetzung eines netzdienlichen Betriebs (d.h. gesicherte Absenkung der Leistung) eingesetzt werden.</p> <p>Dafür sollte Berlin mit geeigneten Maßnahmen für eine stärkere Inanspruchnahme des KfW-Förderprogramms (d.h. mehr installierte Speicher in Berlin) sorgen (etwa durch Kampagnen, ggf. geringfügige Komplementärförderung), und gemeinsam mit dem Berliner Netzbetreiber an systemverträglichen Pilotprojekten, Bedingungen und Umsetzungen in der Breite arbeiten. Diese Maßnahme ist insbesondere so lange relevant, bis geeignete Rahmenbedingungen und Tarifmodelle gegeben sind, durch welche der Speicherbetrieb wirtschaftlich wird.</p>	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug Bund, Land, Netzbetreiber</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Ein kostendeckender Betrieb von Speichereinrichtungen mit innovativen Konzepten ist oft nicht gesichert, da Stromkosten doppelt anfallen können. Die derzeitigen Befreiungstatbestände in § 118 Abs. 6 EnWG, § 37 EEG und §§ 9 f. StromStG sind nicht weitreichend genug. Ob die Befreiung von netzbezogenen Stromnebenkosten von § 118 Abs. 6 EnWG gedeckt ist, ist rechtlich umstritten. Der Bundesgesetzgeber müsste Ausnahmetatbestände für Stromspeicher zur Kostenbefreiung formulieren bzw. klarstellen. Darüber hinaus könnte eine Befreiung von der EEG-Umlage ohne das Erfordernis einer Wiederverstromung angedacht werden, um bestimmte innovative und für ein zukünftiges integriertes Energieversorgungssystem zu fördern (vgl. Thomas/Altrock 2013: 579 ff.; von Oppen 2014: 9 ff.).</p>	
<p>Fristigkeit mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial gering bis mittel</p>	
<p>Finanzieller Aufwand mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) Zukunftsfähigkeit des Berliner Stromsystems und Netzes, Kompetenzaufbau des Netzbetreibers, Begrenzung des Netzerweiterungsbedarfs</p>	

EnEV - Nachhaltigkeit der FW-Primärenergie-faktoren	GeS - 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Das derzeitige Verfahren der EnEV-Bewertung mit deutlich, aber in der Sache nicht nachhaltig verringerten Primärenergiefaktoren für die meisten Fernwärmenetze führt zu einer verringerten Sanierungstiefe fernwärmeversorgter Gebäude, die auf Grund der langen Investitionszyklen bis 2050 nicht mehr aufgeholt werden kann. Eine neue EnEV-Bewertung mit erhöhten Anforderungen für mit FW versorgte Gebäude kann hier Abhilfe schaffen. Berlin als wichtigster Standort der Fernwärmenetze in Deutschland sollte sich aus diesem Grund für erhöhte Anforderungen bei der EnEV für fernwärmeversorgte Gebäude einsetzen.</p> <p>Begründung:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Der Maßstab der EnEV ist der Primärenergieverbrauch, der bei Fernwärmenetzen maßgeblich durch den Primärenergiefaktor des Netzes beschrieben wird. Dieser Faktor beruht auf dem Verdrängungsstrommix, d.h. der Primärenergieeinsparung durch die Verdrängung ungekoppelter (Braunkohle-) Stromerzeugung durch den Vorrang von EE- und KWK-Einspeisungen. Da mit zunehmenden KWK- und EE-Anteilen im Strommix die Grundlastkraftwerke aus wirtschaftlichen Erwägungen und auf Grund ihrer Trägheit nicht mehr in ausreichendem Maß abgeregelt werden können, „verdrängt“ die mit dem Fernwärmenetz gekoppelte Stromerzeugung zunehmend nicht mehr ausschließlich die Grundlastkraftwerke ohne KWK, sondern auch die fluktuierenden EE-Einspeiser wie Wind- und Sonnenstrom, die dann abgeregelt werden müssen, um die Netzstabilität nicht zu gefährden. Die Primärenergieersparnis durch die "Verdrängung" im Strommix fällt mit steigendem Anteil der EE-Energien immer geringer aus. Der Primärenergiefaktor ist damit keine nachhaltige Konstante, sondern steigt mit der Zeit und damit auch die dem Gebäudebetrieb zurechenbaren CO₂-Emissionen. 2. Bei Erdgas als Energieträger ist der Effekt genau umgekehrt: Der Primärenergiefaktor 1,1 für Erdgas bewirkt eine hohe Sanierungstiefe in der Fassade. Mit steigendem EE-Anteil im Erdgas werden diese Gebäude zukünftig bezüglich ihres fossilen primärenergetischen Anteils und damit auch bezüglich der verursachten CO₂-Emissionen günstiger darstehen. 	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug Bund, Berlin</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Dies erfordert eine Änderung des EnEV- Bewertungsstandards. Eine Erhöhung der Anforderungen ist mit der Richtlinie 2010/31/EU welche Mindestanforderungen formuliert grundsätzlich vereinbar, vgl. Art. 1 Abs. 3 der Richtlinie, soweit die Anforderung im Sinne des § 5 Abs. 1 EnEG nach dem Stand der Technik erfüllbar und für Gebäude gleicher Art und Nutzung wirtschaftlich vertretbar ist.</p>	
<p>Fristigkeit mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial Mittel (schwer bezifferbar)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand nicht/ schwer bezifferbar</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Die in Zukunft schlechtere energetische Bewertung (Energiepass, Neubewertung alle 10 Jahre) fernwärmeversorgter Gebäude führt auch zu einem Wertverlust der Immobilie, da die Werthaltigkeit sich zunehmend auch an energetischen Kenngrößen orientiert.</p>	

Erläuterungen/ Kommentare

Der Maßstab der EnEV ist der Primärenergieverbrauch. Für fernwärmeversorgte Gebäude ist der Primärenergiefaktor der Fernwärme maßgeblich. Er beruht auf dem Verdrängungsstrommix, der durch die KWK- und die EE-Stromerzeugung durch das EE-Vorranggesetz verdrängt wird. Durch den weiteren Anstieg des Erneuerbaren Energien Anteils im Stromnetz sowie eines erhöhten KWK-Anteils an der Stromerzeugung steigt der KWK- und EE-Anteil in den nächsten Jahren theoretisch zumindest temporär auf 100 %, d.h. KWK und EE-Strom (Wind- und PV) könnten den gesamten Strombedarf decken. Praktisch jedoch bleibt aus technischen Gründen eine Grundlast der Stromerzeugung aus derzeit noch Kernenergie, Braun- und Steinkohle bestehen und EE- und KWK-Strom wird abgeregelt. Daher wird auch der Primärenergiefaktor für den Verdrängungsstrommix mittelfristig fallen, da zusätzliche KWK zunehmend nicht nur Grundlaststrom sondern auch fluktuierenden EE-Strom verdrängt. In der Konsequenz wird der Primärenergiefaktor der Fernwärme ohne Gegenmaßnahme mittelfristig steigen. Die nach EnEV bewerteten mit Fernwärme versorgten Immobilien verlieren dadurch langfristig an Wert, der spezifische CO₂-Ausstoß steigt, sofern der Primärenergiefaktor der FW nicht durch einen erhöhten EE-Anteil in der Fernwärmeproduktion stabilisiert wird.

Vollzugsmonitoring EEWärmeG	GeS - 2
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Mit der im Mai 2014 inkrafttretenden EnEV wird ein Vollzugsmonitoring für die EnEV eingeführt, nach dem stichprobenartig die Einhaltung der Vorgaben durch die landesrechtlich bestimmten Kontrollstellen überprüft werden sollen. Der Vollzug des EEWärmeG sollte bereits mit der Einführung des Berliner Klimaschutzgesetzes festgelegt werden. Der Senat sollte nun auf die zeitnahe Regelung des Verfahrens zur Durchführung des EEWärmeG hinwirken. Es wird vorgeschlagen, bereits vor Regelung des Vollzugs kurzfristig eine Arbeitsgruppe einzurichten, die stichprobenartig mit hoher Öffentlichkeitswirksamkeit bei entsprechender Ausstattung mit Kompetenzen und Befugnissen auch die Einhaltung des EEWärmeG prüft.</p> <p>Wenn die Rahmenbedingungen des EEWärmeG-Vollzuges später detailliert festgelegt werden, kann die vorgezogene Einrichtung dieser Arbeitsgruppe weiter im neuen Kontext genutzt werden und ist frühzeitig einsatzbereit. Gleichzeitig kann diese Gruppe ggf. Erfahrungen und Kompetenz in die Ausgestaltung des Vollzugs zum KlimaG Berlin einbringen und die Vollzugsprüfung des seit 2009 gültigen EEWärmeG kann ohne Verzögerungen beginnen. Es wird empfohlen, diese Gruppe personell mit den Kontrollstellen der EnEV zu verflechten, die für das Land Berlin zuständig sind, um Synergien bei der Prüfung von Unterlagen und bei Ortsbegehungen herzustellen. Daher ist es empfehlenswert, das Vollzugsmonitoring zum EEWärmeG auf Landesebene parallel zum Vollzugsmonitoring der EnEV auf Bundesebene einzurichten, solange Spielregeln und Aufgaben noch im Fluss sind.</p>	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug Senarsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Es bedarf insbesondere einer – den Vollzug des EEWärmeG – konkretisierenden Rechtsverordnung gemäß § 1 EEWärmeG-DG Bln.</p>	
<p>Fristigkeit kurzfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial Mittel (schwer bezifferbar)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand nicht/ schwer bezifferbar</p>	

EnEV bei Baudenkmalen und erhaltenswerter Bausubstanz	GeS - 3
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Behutsame energetische Optimierung des Berliner Bestands an Baudenkmalen und erhaltenswerten Bausubstanz. Über folgende Bausteine kann die Maßnahmenumsetzung erfolgen:</p> <p>a) ENEC-Energiepass für Denkmale: Denkmalgeschützte Gebäude brauchen den EnEV-Standard nach derzeitigem Recht nicht einzuhalten. Es wird empfohlen, die Ausstellung und Aufhängung eines Energiepasses für denkmalgeschützte Gebäude unabhängig davon in Berlin zur Pflicht zu erklären, damit ein Bewußtsein und eine Diskussion zum Thema Energieverbrauch in denkmalgeschützten Gebäuden in Gang kommt.</p> <p>b) ENEC - Einheitliche Ausnahmen für „erhaltenswerte Bausubstanz“ (§ 24): Der nach EnEV genehmigungsfreie und unbestimmte Tatbestand des § 24 EnEV erfordert einen einheitlichen Vollzug durch die Behörden Berlins (insbesondere Bauaufsicht- und Denkmalschutzbehörden). Der Tatbestand des § 24 EnEV ist durch Anwendungsrichtlinien dahingehend zu konkretisieren, dass deutlich wird, für welche „sonstige erhaltenswerte Bausubstanz“ dieser gelten soll und ab wann eine „Beeinträchtigung“ der Substanz oder des Erscheinungsbildes des Gebäudes durch Sanierungsmaßnahmen im Regelfall anzunehmen sind. Zukünftig sollten daher die Kriterien für die Ausnahmen in einem berlinweiten, öffentlich einsehbarem gebäudescharfen Kataster für den gesamten Bestand einheitlich formuliert werden. Auf diese Weise lässt sich der Mehrverbrauch denkmalgeschützter Gebäude kontrollieren und die Vereinbarkeit zwischen Klima- und Denkmalschutz durch einheitlichen behördlichen Vollzug umsetzen.</p>	
<p>Szenarienbezug</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>a) SenStadtUm, Landesdenkmalschutzamt; b) Bezirksämter</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>§ 16 Abs. 4 S. 2 EnEV (§ 16 Abs. 5 S. 2 EnEV 2014), regelt die Ausnahme von der Verpflichtung zur Ausstellung und Verwendung von Energieausweisen für Baudenkmäler. Die Ausnahme erfasst nicht die sonstige besonders erhaltenswerte Bausubstanz im Sinne des § 24 Abs. 1 EnEV (bspw. i.Vm. § 172 BauGB). Die Regelung eines Energiepasses für denkmalgeschützte Gebäude kann neben der Bundesregelung auf landesrechtliche Ebene erfolgen, da insoweit die landesrechtlichen Anforderungen des Denkmalschutzes sowie die städtebaulichen Anforderungen an den Erhaltungsschutz nicht in die Regelungskompetenz des Bundes fällt und diese Kompetenzordnung in der EnEV mit der Regelung von Ausnahmen lediglich zum Ausdruck gebracht wird.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>a) kurzfristig; b) mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>Mittel (schwer bezifferbar)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>nicht/ schwer bezifferbar</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Minderung von bezirklicher Verwaltungsarbeit, ohne kostenintensive Arbeitsschritte kurzfristig umsetzbar</p>	

EnEV 2014 – Energiepass	GeS - 4
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Mit der neuen EnEV 2014 wird der Energiepass praktisch für alle Mietobjekte Pflicht. Es wird vorgeschlagen, bei der Ausstellung des Energiepasses für Berliner Gebäude die Abgabe einer elektronischen Version zur Datenerfassung in einem Datenbanksystem zur Pflicht zu machen und hierbei auch das Einverständnis zur Weiterverarbeitung der Daten einzuholen. Dies geschieht derzeit auf freiwilliger Basis über die Dena. Um die bestehende Infrastruktur für eine vollständige Erfassung der Berliner Energiepässe nutzen zu können, bedarf es insbesondere einer gesetzlichen Regelung. Auf diese Weise lassen sich genauere Angaben zum Baualter von Gebäude und zur Energieanlagenstruktur in Erfahrung bringen und die Entwicklung des Sanierungsstandes der Gebäude kann überwacht werden. Bei einer gesicherten Verarbeitung im Sinne des Datenschutzgesetzes und einer anonymisierten Auswertung auf der Ebene der statistischen Blöcke bleibt der Datenschutz gewährleistet. Es sollte geprüft werden, ob der Prozess über das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg abgewickelt werden kann, da hier der Datenschutz auf Grund von Erfahrungen mit dem Zensus leichter gewährleistet werden kann und in der Auswertung andere dort vorhandene Datenquellen ebenfalls einbezogen werden können.</p>	
<p>Szenarienbezug alle</p>	
<p>Akteursbezug SenStadtUm, Denkmalschutz</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Voraussetzungen des § 6 und § 11 Abs. 2 Bln DSG sind einzuhalten. Baualter, Energieanlagenstruktur und Sanierungsstand eines Gebäudes sind keine personenbezogenen Daten, daher können diese in einem zentralen Datenerfassungssystem erfasst werden. Siehe auch § 26e der EnEV 2014.</p>	
<p>Fristigkeit kurzfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial Mittel (schwer bezifferbar)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand nicht/ schwer bezifferbar</p>	

Angebote zur flexiblen, angepassten Wohnflächennutzung schaffen	GeS - 5
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Den Wohnflächenbedarf zu reduzieren, mit dem Ziel den insgesamt notwendigen Wohnflächenbedarf als gewonnene (d.h. nicht bebaute) Bodenfläche zu verbuchen, sollte als Programm betrieben werden (im Gegensatz zu einer Reduzierung durch Boden-/ Mietpreise). Dazu sollte vor allem das in Aussicht stehende Berliner Wohnungsbauprogramm beitragen. Grundrisse sollten dahingehend angepasst sein („smarter“ werden), z.B. Nebenflächen reduzieren. Angesichts der vom Land Berlin beabsichtigten Wohnungsbauförderung sind für diese geförderten Wohnungen Anforderungen formulierbar, die eine optimierte Grundrissgestaltung als Förderbedingung voraussetzen. Modellprojekte mit reduzierten Wohnflächen könnten hier eine Vorreiterfunktion einnehmen.</p> <p>Weitere Maßnahmenrichtungen können sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensivierte Wohnungstausch-Möglichkeiten in städtischen und privaten Wohnungsunternehmen (Fehlbelegung senken). Konzepte, Strategien und Regelungen zur Übertragung von Wohnungstausch-Möglichkeiten auch für das private Mietrecht vordenken (Pilotprojekte/ -studien), um langfristig eventuell eine bundesrechtliche Regelung anzustreben. - Konzept „smarte Wohnung“ (Grundriss und Versorgungsstränge so konzipieren, dass Verkleinerung der Wohneinheit ohne Umzug möglich ist). - Aufruf, Initiative zur besseren Belegung von Wohnfläche (Anreizkampagne zur Untervermietung, z.B. an Studierende). <p>Die Maßnahme besteht hauptsächlich aus festzulegenden Vorgaben, die im Rahmen von Studien als Handbuch und Kampagnen erstellt werden.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>a) Land Berlin als Fördergeber, Kooperation mit BBU b) private Haushalte</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Eine Formulierung der Anforderung ist neben dem Wohnungsbauprogramm beispielsweise durch Anpassung der Bestimmung zur Wohnraumgröße gemäß § 10 und § 19 WoFG bei Wohnungsbau möglich. Mietrechtliche Regelungen zum erleichterten Wohnungstausch erfordern eine Änderung des BGB auf Bundesebene. Hier kann beispielsweise auf die Regelung von Zustimmungspflichten des Vermieters bei Fehlbelegung hingewirkt werden, wenn Gründe in der Person des (neuen) Mieters nicht entgegenstehen. Regelungen zur Vertragsübernahme sind in § 566 BGB (hinsichtlich Wechsel des Vermieters) und § 563 BGB (Eintrittsrecht von Familienangehörigen) im Ansatz bereits vorhanden, Zustimmungspflichten des Vermieters werden ebenfalls in § 540 und § 553 BGB geregelt. Eine mietrechtliche Erleichterung des Wohnungstauschs erscheint insofern rechtlich nicht ausgeschlossen, soweit das Ziel der Reduzierung des Wohnflächenverbrauchs geeignet ist die Vertragsfreiheit insoweit einzuschränken.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurzfristig (Bezug herstellen zum aktuell vorbereiteten Wohnungsbauprogramm)</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial - niedrig</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Positiv: macht Wohnungen auch im Mietpreis erschwinglicher; Positiv: macht Whg. auch bei Betriebskosten erschwinglicher, sollte mit Aufwertung von Frei- und Gemeinschaftsflächen/-bereichen einhergehen</p>	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p>	

Beispiele: SMART-Wohnbauprogramm – Wien; Wohnungstauschprogramm der ProPotsdam

Quartierskonzepte entwickeln	GeS - 6
<p>Kurzbeschreibung Fokussierung auf Quartiere als Ausführungsebene von energetischen Sanierungskonzepten, angepasst und orientiert an den vorhandenen Strukturen. Aus den Erfahrungen mit pilotartigen Quartierskonzepten (s.u.) sollte ein Instrumentenkasten (Infrastrukturmaßnahmen, Sanierungspläne/-pfade, Kommunikationsbausteine, Finanzierungsmodelle und Kostenanalysen) entwickelt werden, aus dem programmartig Schwerpunktthemen als Rahmen für Standardsituationen entnommen werden können.</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug a) SenStadtUm b) Bezirksämter (StaPla), Baugemeinschaften, Baugruppen, Wohnungsunternehmen, Einzeleigentümer, Betreiber sozialer und kultureller Infrastruktur</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Die Schaffung des Rahmens zur weiteren verbindlichen Umsetzung entsprechender Konzepte kann durch Aufnahme des Fokus Quartiere in die StEPs und in das künftige integrierte Energie- und Klimaschutzkonzept Berlins erfolgen. Zur Vorbereitung der verbindlichen Umsetzung empfehlen sich frühzeitige umfassende Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahren, welche ggf. über die Anforderungen der § 3 Abs. 1 BauGB bzw. § 25 Abs. 3 VwVfG hinausgehen.</p>	
<p>Fristigkeit kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial mittel</p>	
<p>Finanzieller Aufwand Kosten Konzept: mittel Kosten Sanierung: hoch, förderungsabhängige Kostenminderung</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) Anknüpfungspunkte zum HF1 und HF5, integriertes Handeln</p>	
<p>Erläuterungen/ Kommentare Beispiele: Berliner KfW-Gebiete, StEK Green Moabit Studie zum Thema: Quartiersbezogene Energiekonzepte und –bilanzen. Kurzstudie im Rahmen der Vorbereitung der IBA Berlin 2020, SenStadt 2012)</p>	

Bauleitplanung - Klimaschutzrelevante Festsetzungen	GeS - 7
<p>Kurzbeschreibung Einführung von Klimaschutz-/ CO₂-Einsparungsfestsetzungen in die gängige Praxis der Berliner Bauleitplanung, z.B. über Grünvolumina, Entsiegelungsgebote und energetische Festsetzungen (Einsatz Erneuerbarer Energien).</p> <p>Als konkret in Berlin umzusetzenden Maßnahmen werden hiermit vorgeschlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Einführung des Biotopflächenfaktors (BFF) in die verbindliche Bauleitplanung – Festsetzung der Bepflanzung des Grundstücks, zum einen zur Verbesserung des Mikroklimas aber auch zur Verschattungsvermeidung bei intensiver Solaranlagenutzung. – Bedarfsorientierte Anwendung von Städtebaulichen Verträgen zur verpflichtenden Nutzung von bestimmten Energieversorgungssystemen (Solaranlagen, KWK-Anlagen etc.) nach § 11 Abs. 1 Nr. 2 BauaGB – Einbezug von Energiekonzepten in die verbindliche Bauleitplanung 	
<p>Szenarienbezug 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug SenStadtUm, Bezirksämter (StaPla)</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Festsetzungen zum Biotopflächenfaktor in der Landschaftsplanung können nach § 9 Abs. 6 BauGB in die Bebauungspläne nachrichtlich übernommen werden. In diesem Zusammenhang ist die Möglichkeit der Länder nach § 9 Abs. 4 BauGB zu beachten. Es kann danach durch Rechtsvorschrift (bspw. AGBauGB) bestimmt werden, dass der Biotopflächenfaktor in den Bebauungsplan als Festsetzung aufgenommen wird. Klimaschutzfördernde Festsetzungen sind im Rahmen des § 9 Abs. 1 Nr. 12 und 23b für Energieerzeugungsanlagen möglich. Die Vorgaben für den Umfang der Einbeziehung von Energiekonzepten in die verbindliche Bauleitplanung sollten im AGBauGB geregelt werden.</p>	
<p>Fristigkeit mittel- bis langfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial Mittel (schwer bezifferbar)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand nicht/ schwer bezifferbar</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) Negativ: Hoher Verwaltungsaufwand, aufwendiger Impelmentierungsprozess Positiv: Verbindliche Regelungen im Bereich von Energieversorgung und Stadtgrün für Baugebiete, Konversionsgebiete, Quartiere</p>	
<p>Erläuterungen/ Kommentare Um die Maßnahme effektiv umsetzen zu können ist ein personeller Mehraufwand besonders im Bereich der bezirklichen Bauleitplanung und Baugenehmigung nötig.</p>	

Bestrebung zur Erhöhung der Sanierungsrate	GeS - 8
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Ziel der Maßnahme ist die Erhöhung der Sanierungsraten in den ausgewählten Gebieten mit Bedarf an energetischer Ertüchtigung:</p> <p>a) Ausweitung von bestehenden Sanierungsgebieten, bzw. Neuausweisung von Sanierungsgebieten in städtischen Bereichen mit hohem Bedarf in der energetischen Gebäudeertüchtigung. Hierzu sind regionalökonomische Analysen durchzuführen, die die positiven Effekte durch die Sanierungsaktivitäten den steuerlichen Ausfällen gegenüberstellen.</p> <p>b) Erhöhung der Sanierungsrate durch Ausbau des Bundes-Fördervolumens (KfW) sowie Gewährung geeigneter steuerlicher Begünstigungen bei verpflichtender Beratung bei Inanspruchnahme solcher Förderungsleistungen, d. h. Unterstützung der diesbzgl. Vorschläge im Bundesrat. Hierfür ist als Argumentationshilfe eine Berechnung der Vorteile einer solchen Regelung auch für Berlin im Rahmen einer Studie vorzunehmen, welche die regionalökonomischen Effekte ermittelt und gleichzeitig Vorschläge entwickelt, wie für Sanierungszielgruppen, die nur wenig/gar nicht von Steuervorteilen profitieren (primär Ein- und Zweifamilien-Hausbesitzer) zusätzliche Anreize geschaffen werden können.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und besonders 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>a) SenStadtUm b) Bezirksamter, Bund</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Energetische Sanierungsmaßnahmen sind städtebaulich im Rahmen des § 136 Abs. 3 Nr. 1h) BauGB möglich. Steuerliche Vorteile sind derzeit nur im Rahmen der § 7h und § 10f EStG möglich und damit von der städtebaulichen Festsetzung von Sanierungsgebieten und Entwicklungsbereichen abhängig. Entsprechende steuergesetzliche Vorschläge (vgl. BT-Drs. 17/6251) sind bislang an den damit einhergehenden Steuermindereinnahmen gescheitert.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>Mittel (schwer bezifferbar)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>debbare höhere volkswirtschaftliche Benefits aufgrund der gesteigerten Bautätigkeit (muss in Studie spezifiziert werden)</p>	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <p>Betrifft größtenteils Bereiche der Städtebauförderung</p>	

Fensterstandard erhöhen	GeS - 9
<p>Kurzbeschreibung Alle von Berlin zu verantwortenden Zuschüsse, Fördermassnahmen oder Ausnahmegenehmigungen sollten die Forderung nach einem besseren Fensterstandard anführen (z.B. U-Fenster $\leq 0,95 \text{ W/m}^2\text{K}$, i.d.R.Dreifachverglasung), auch für Altbauten (z.B. Doppelkassenfenster mit 2+1 Scheibe), sofern sich eine thematische Verbindung zur Fassadensanierung herstellen lässt. Hierdurch wird die Sanierungstiefe positiv beeinflusst. Ggf. lässt sich die Forderungsgrenze im Sinne des EU-Toprunner-Programmes auch dynamisieren.</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug Senatsverwaltungen; Beschaffungswesen; Denkmalschutz</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Je nach Einzelfall ist zu erwägen, inwieweit sich die Forderung als Nebenbestimmung i.S.d. § 1 Abs. 1 Bln VwVfG i.V.m. § 36 VwVfG durchsetzen lässt (vgl. § 9 Abs. 1 BEnSpG). Ggf. ist auf eine Anpassung der Normung für Fenster hinzuwirken (bspw. Wärmedurchgangskoeffizient).</p>	
<p>Fristigkeit kurzfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial Mittel (schwer bezifferbar)</p>	

Niedrigstenergie-Standard für öffentliche Gebäude und Solar (Dach-) Sanierung kommunaler Gebäude	GeS - 10
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die öffentliche Hand sollte seiner Vorreiter-Rolle in der Erreichung von Klimaneutralität bis 2050 auch im Bereich des eigenen Gebäudebestands gerecht werden. Berlin sollte eine solche Position wie andere Deutsche Großstädte, z.B. Frankfurt a. Main, offensiv vertreten.</p> <p>Alle öffentlichen Neubauten sind im Niedrigstenergiegebäudestandard zu errichten sowie Bestandsbauten im Lauf kommender Sanierungen auf Niedrigenergiehaus-Standard zu bringen, z.B. durch intensive Nutzung der KfW-Förderprogramme (Wissenstransfer, Antragsunterstützung innerhalb der Verwaltung nützlich).</p> <p>Die Maßnahme sollte in Bezug auf die energetische Sanierung von öffentlichen Gebäuden nur angewendet werden, wenn eine Bestandssicherheit besteht (z.B. bei Schulen und Kintertagesstätten). Hierzu muss der Lebenszyklus betrachtet werden und darauf basierend die Entscheidung zur energetischen Sanierung getroffen werden.</p> <p>Bei (Dach-) Sanierungen öffentlicher / kommunaler Gebäude wird die konzeptionelle Berücksichtigung von solarer Nutzung der Dachfläche Pflicht, d.h. bei jeder Baumaßnahme (auch außerhalb des Dachbereiches) muß die Frage beantwortet werden, wie eine solare Nutzung integriert werden kann, um eine kostengünstige Integration mit Synergieeffekten bei Sowiemaßnahmen zum optimalen Zeitpunkt nutzen zu können. Hierzu zählt die Prüfung/ Vorplanung von PV- und Solarthermienutzung mit Festlegung von potentiellen Aufstellorten und Vordimensionierung sowie der Aufstellung von Maßnahmen, die bei der Umsetzung berücksichtigt werden sollten.</p> <p>Kommunale Wohnungsbaugesellschaften können bei der Sanierung Vorreiter sein, ihre Mieter an einer gemeinschaftlichen PV-Anlage beteiligen, den Eigenverbrauch stützen und eine erhöhte Mieterbindung und Mieteridentifikation mit dem / an das Mietobjekt erzeugen.</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>a) SenStadtUm, Bezirke b) gesamte öffentliche Hand/ Berliner Verwaltung c) kommunale Unternehmen</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Berlin sollte vor der Umsetzungsfrist des § 2a I EnEG den Standard für öffentliche Neubauten gemäß § 1 Abs. 3 EnEG umsetzen. Eine entsprechende Regelung kann in § 6 BEnSpG erfolgen bzw. im künftigen Energiewendegesetz.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>Kurzfristig, bzw. kurz-, mittel und langfristig je nach Sanierungstermin</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>mittel</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>hoch</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Negativ: hoher finanzieller Aufwand für öffentl. Hand Positiv: sinkende Energiekosten durch energetische Ertüchtigung refinanzieren wenigstens einen Teil der Investitionskosten Positiv: Vorreiter-Rolle kann als Impulssetzung in bestimmten Quartieren oder Baublöcken zur Initiierung von Gemeinschaftskonzepten zur energetischen Ertüchtigung beitragen</p>	

Erläuterungen/ Kommentare

Berliner Beispiele: „Haus 2019“ (UBA), Passivhausschule GS am Teutoburger Platz
Frankfurt am Main hat sich eine ähnlich Selbstverpflichtung auferlegt und baut alle öffentlichen Gebäude in der Regel nach Passivhausstandard, bzw. bei Modernisierungen von kommunalen Bauten gelten umfassende Standards deren Qualitätssicherung durch die kommunale Abteilung Energiemanagement sichergestellt wird. (Vgl. Stadt Frankfurt am Main, Klimaschutzbericht 2007)

Schatten in der Stadt vermehren, Albedo erhöhen	GeS - 11
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Mit dem Stadtgrün hat der Klimaschutz viele Berührungspunkte, hier werden die Dimensionen Klimaanpassung und Verschattung von solarer Nutzung betrachtet: Da besonnte, versiegelte und dunkle Flächen sich extrem aufheizen, wird die Erhöhung des Schattens durch Bäume angestrebt. Durch die vermehrte Berücksichtigung des Albedoeffektes (erhöhte Rückstrahlung von hellen Materialien) wird das Aufheizen von Gebäuden und Flächen reduziert. Damit wird der Energieaufwand für Klimatisierung anteilig gemindert, das Leben in der Stadt trotz Zunahme der Hitzebelastung verträglicher gestaltet.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mehr Schatten durch Pflanzung von Bäumen in der Stadt ist ein Ziel der Klimaanpassung zur Vermeidung von Urban Heat Effekten. Vor allem in Straßenräumen und auf Stellplatzanlagen spendet das Baumdach im Sommer Schatten. Schatten ist ein wichtiges Teilziel der Klimanpassung. Durch die Erhöhung des Albedoeffektes kann eine weitere Aufwärmung nicht verschatteter Flächen verhindert werden. Im Rahmen der Strategie Stadtlandschaft wurde ein 10.000 Bäume-Programm entwickelt. Der Stadtentwicklungsplan Klima fordert ebenfalls die vermehrte Pflanzung von Straßenbäumen sowie die erhöhte Ausnutzung des Albedoeffektes. 2. Bei der Grünpflege und Neupflanzungen von Bäumen sollte die (spätere) Beeinflussung der solaren Erträge an geeigneten Standorten berücksichtigt und ggf. auf niedriger wachsende Baumarten oder andere Standorte ausgewichen werden, sofern die Traufhöhe von solartechnisch nutzbaren Dachflächen im ausgewachsenem Zustand maßgeblich überschreiten wird. Denkbar ist die einfache Stellungnahme eines solartechnisch sachkundigen Bearbeiters, der Stadtbild, Klimaanpassung durch Erhöhung des Grünvolumens und Ertragseinbußen durch Verschattungen gegeneinander abwägt und bewertet. 	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt (Strategie Stadtlandschaft, Stadtentwicklungsplan Klima), Grünflächen- und Tiefbauämter, Immobilienwirtschaft, Wohnungsbaugesellschaften</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Umsetzung ist im derzeitigen rechtlichen Rahmen möglich. Auf privaten Flächen kann neben der kooperativen oder vertraglichen Umsetzung die planerische Festsetzung von Flächen gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 25 BauGB erwogen werden.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurzfristig umsetzbar, CO₂-Minderungspotential erst langfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>1) gering</p> <p>2) sehr hoch: bei 12.000 GWh/a Ertrag und 80 g/kWh Stromemission werden im Szenario 2 jährlich durch PV 960.000 t CO₂ eingespart, über die Lebensdauer einer Anlage von 30 Jahren entsprechend x 30.</p> <p>Wenn durch Verschattungsvermeidung durch Bäume nur 1 % der Anlagen beeinflusst und deren Erträge um 20 % vermindert werden, ergibt dies 57.600 t CO₂ über 30 Jahre bzw. 1.920 t/a.</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>in Abhängigkeit zum Maßnahmeumfang, z.T. No-Regret Maßnahme, da bereits im 10.000 Bäume-Programm von SenStadtUm abgedeckt.</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Steigerung der Lebensqualität in der Stadt (Schatten in den erhitzten Straßenräumen)</p>	

Klimaanpassung, Klimaschutz und Lebensqualität - Freiraumqualität erhöhen	GeS - 12
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Mit dem Klimawandel werden die Wetterextreme zunehmen (Hitze, Starkregenereignisse). Mit Maßnahmen der Klimaanpassung (Produktion von Kälte über Evapotranspiration, also Verdunstung von Wasser über Vegetation und Boden) wird das Wohlfühlen in der Stadt gesteigert. Dafür müssen in den Stadtquartieren qualitätsvolle Grün- und Freiflächen mit hoher Aufenthaltsqualität angeboten werden.</p> <p>Für extreme Starkregenereignisse können die Kanalnetze der Stadt nicht ausgelegt werden, denn damit würden erhebliche infrastrukturelle Aufwendungen mit entsprechenden Kosten und Energieverbräuchen entstehen. Die Oberfläche der Stadt (begrünte Dächer, begrünte Straßen und Grün- und Freiflächen dienen der dezentralen Rückhaltung und Verdunstung von Wasser. Das Konzept der Stadt der kurzen Wege erfordert auch wohnungs- und siedlungsnahen Grün- und Freiflächen, die für die tägliche Erholung genutzt werden können. Freiraumqualitätserhöhung trägt zur Vermeidung von Energieverbräuchen und Verkehr bei. Energie für Kühlzwecke (Klimaanlagen) können gemindert werden. Eine Freiraumqualitätssteigerung verknüpft mit einer nachhaltigen Pflege des städtischen Grüns stellt damit einen wichtigen Beitrag zur CO₂-Vermeidung dar und ist ein zentraler Baustein, damit die energetisch gewünschte Verdichtung der Stadt verträglich gestaltet und akzeptiert wird.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Senatsverwaltung, Grünflächenamt, Bürgerbeteiligung</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die planungsrechtlichen Instrumente ermöglichen eine qualitativ höhere Freiraumsicherung. Die rechtlichen Grundlagen finden sich in § 2 Abs. 2 Nr. 2 ROG, § 6 LEPro 2007 und Kapitel 5 des LEP B-B für die Raumordnung, § 5 und § 9 Abs. 1 Nr. 10, 15, 20 und 25 BauGB für die Bauleitplanung.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz-, mittel- bis langfristig, sukzessive Umsetzung,</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>niedrig</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>mittel-hoch, in Abhängigkeit zum Maßnahmenumfang</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Umfassender Beitrag zur Steigerung der Lebensqualität in der Stadt, begleitende Akzeptanzstrategie für die energetisch gewünschte Verdichtung der Stadt.</p>	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <p>Die Maßnahme fügt sich ein in die derzeit laufenden Strategien zur gesamtstädtischen Entwicklung und stellt damit ein Bindeglied zur Stadtentwicklung dar.</p>	

Senkenbildung: Schutz, Pflege und Renaturierung der Moorstandorte	GeS - 13
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Intakte Moore sind Kohlenstoff- und Nährstoffspeicher, bieten zahlreichen seltenen und bedrohten Tier- und Pflanzenarten Lebensraum und haben Einfluss auf das lokale Klima.</p> <p>Die Moorfläche Berlins beträgt insgesamt rd. 831 ha. Eine nach der BTK moortypische Vegetation aus Großseggenrieden, Röhrichten, Torfmoos-Seggen-Wollgrasrieden oder Moorwäldern sind nur auf rd. 150 ha zu finden. Die Nutzung der Moore erfolgt größtenteils als Feuchtwiesen oder Großseggenwiesen. Für die Berechnung der CO₂-Emissionen konnten 487 ha der Moorfläche den Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen (GEST, nach Couwenberg et al. 2008) zugeordnet werden. Bei der derzeitigen vorherrschenden Vegetation, Nutzung und den aktuellen Wasserständen sind Emissionen von mindestens 4.200 bis 8.100 t CO_{2eq} pro Jahr aus entwässerten Mooren zu erwarten, die zusätzlich zu den anthropogenen CO₂-Emissionen in Berlin emittiert werden.</p> <p>Im Zuge einer Restaurierung der Berliner Moorstandorte, d. h. einer dauerhaften Sicherung der Moore durch Anhebung der Grundwasserstände und einer standortgerechten Nutzung stellen die Moore CO₂-Senken dar und dienen somit dem Klimaschutz.</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>A) Senatsverwaltung, Naturschutzbehörden B) Naturschutzbehörden</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Sicherung der Moore durch Erklärung zum Landschafts-/Naturschutzgebiet nach §§ 1 Abs. 3 Nr. 4, 22 BNatSchG i.V.m. § 21 NatSchG Bln mit der Regelung der hierfür notwendigen Ge- und Verbote.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>Beginn der Umsetzung möglichst schnell, langfristige Auswirkung</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>Hoch (derzeitige Emission von 4.200 bis 8.100 t CO_{2eq} pro Jahr in der Berliner Energiebilanz nicht enthalten)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>derzeit nicht ermittelbar</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Kohlenstoff- und Nährstoffspeicher, Lebensraum für zahlreiche seltene und bedrohte Tier- und Pflanzenarten, positiver Einfluss auf das lokale Klima, Alleinstellungsmerkmal von Berlin, wenn Senkenfunktion und Adaption im Energiewendegesetz</p>	
<p>Akzeptanzbewertung</p> <p>Akzeptanz in der Verwaltung: hoch</p>	
<p>Priorität</p> <p>hoch</p>	

Erläuterungen/ Kommentare

Die oben genannten Zahlen sind Ergebnisse einer Auswertung der Biotoptypen- und Nutzungskartierung der Senatsverwaltung von 2012 sowie der Preußisch Geologischen Karte und der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung. Mit Hilfe des Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen-Modells (GEST; Couwenberg et al. 2008) werden hiermit über die Nutzung, Vegetation und Wasserstufen Treibhausgasemissionen abgeleitet. Üblicherweise werden für diese Untersuchung aufwendige Vorort-Messungen durchgeführt, die im Rahmen der Machbarkeitsstudie nicht zu leisten waren, es handelt sich dabei um eine grobe Abschätzung.

Detaillierte Untersuchungen der Berliner Moore finden derzeit in einem UEP II-Forschungsprojekt der HU Berlin (Zeit & Klingenuß; Laufzeit: 09/2011 – 01/2015) mit dem Titel „Berliner Moorböden im Klimawandel – Entwicklung einer Anpassungsstrategie zur Sicherung ihrer Ökosystemdienstleistungen“ statt. Ergebnisse liegen noch nicht vor.

Lebensqualität und Senkenbildung: Sicherung, Pflege und Entwicklung der Berliner Wälder	GeS - 14
<p>Kurzbeschreibung 18,5 % der Berliner Landesfläche sind mit Wald bedeckt (16.000 ha, davon 13.500 ha Holzbodenfläche). Weitere 12.500 ha landeseigene Wälder grenzen im Brandenburgischen Umland an (11.500 Holzbodenfläche). Es besteht derzeit ein jährlicher Zuwachs von durchschnittlich 6 fm/ha. Davon verbleibt ein Teil des Holzbestands als Vorrat von 2 fm/ha im Wald, 4 fm/ha werden genutzt (Bauholz, Möbel und Zellstoff). Ziel dieser Maßnahme ist die Sicherung, Pflege und Entwicklung der bestehenden Berliner Waldflächen zur Erhaltung und Verbesserung der Lebensqualität der Menschen, Verbesserung des Wasserhaushaltes, Sicherung der Trinkwassergewinnung der Metropole, Optimierung der CO₂-Senkenfunktion, Gestaltung der Stadt und der sie prägenden Kulturlandschaft, Erhaltung der biologischen Vielfalt, Erholung, Umweltbildung, Erhaltung des Landschaftsbildes, Erhaltung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes sowie der Schutz des Bodens, der Luftreinhaltung und der klimatischen Funktion. Im Vordergrund der Maßnahme steht die weitere Förderung bzw. der Ausbau des Mischwaldprogramms zum Umbau der instabilen Kiefernreinbestände zu stabilen und vitalen Mischwaldbeständen. Durch den Waldumbau besteht ein verbesserter Wasserhaushalt, da unter Laubbäumen mehr Niederschlag als Grundwasserspende versickern kann als unter Nadelbäumen. So werden die oben genannten Effekte noch begünstigt.</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug a) Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt; b) Berliner Forsten</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Entsprechende Berücksichtigung und Weiterentwicklung im LWaldG und der Waldbaurichtlinie für die Berliner Forsten als Handlungsanweisung für eine naturgemäße Waldwirtschaft in den Berliner Forsten.</p>	
<p>Fristigkeit Beginn der Umsetzung möglichst schnell, langfristige Auswirkung</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial Mittel. Jährliche Zunahme Waldspeicher: 100.000 t CO₂ * a, davon fallen je die Hälfte auf die ober- und unterirdische Biomasse, es besteht jedoch derzeit keine Berücksichtigung in der Berliner Energiebilanz</p>	
<p>Finanzieller Aufwand Mischwaldprogramm: derzeit 1 Mio. € pro Jahr, notwendig wären wahrscheinlich 2 Mio. € pro Jahr</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) Anpassung an den Klimawandel, s. o.; Alleinstellungsmerkmal von Berlin, wenn Senkenfunktion und Adaption im Energiewendegesetz; zusätzliche CO₂-Bindung im Zuge der Nutzung von Holzmöbeln; zusätzliche CO₂-Substitution durch Holzprodukte, die Stoffe wie Eisen, Aluminium usw. substituieren</p>	
<p>Erläuterungen/ Kommentare Es wird vorgeschlagen, die derzeitigen Immissionen und Emissionen der CO₂-Senken zu bilanzieren und neben die anthropogenen Emissionen zu stellen. Dies wäre in Deutschland einmalig und würde die klimatischen Funktionen der Moore und Wälder hervorheben.</p>	

Verwaltungsvorschrift „Öffentliche Beschaffung und Umwelt“ mit Kriterien zur Klimaneutralität untersetzen	Wi - 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Das Land Berlin sollte die Verwaltungsvorschrift für die Anwendung von Umweltschutzanforderungen bei der Beschaffung von Liefer-, Bau- und Dienstleistungen (Verwaltungsvorschrift Beschaffung und Umwelt – VwVBU) vom 23. Oktober 2012 mit Kriterien zur Klimaneutralität untersetzen (u.a. auch zur Förderung von Innovationen). Beispielbereiche wären die Realisierung ambitionierter Gebäudestandards (etwa Plusenergie-Haus), der Einsatz von Elektrofahrzeugen im öffentlichen Fuhrpark, eine Förderung der kurzen Wege/ regionale Beschaffung, der Bezug von grünem Strom, die Durchführung klimaneutraler Veranstaltungen bei Senat und Bezirken, die Durchsetzung eines flächendeckenden Energiemanagements bei Dienstleistern etc. Das Land kann dadurch seiner Vorbildfunktion gerecht werden. Durch entsprechende Kommunikation und Vermarktung bekommt der Klimaschutz ein „Gesicht“ und die öffentliche Hand agiert als „Schaufenster“. Denkbar wäre auch die Einführung einer Arbeitsgruppe „Klimaneutrale Beschaffung“ für eine Verbesserung der Abstimmung und Kooperation zwischen den Senatsverwaltungen, Bezirksämtern und landeseigenen Unternehmen. Sie sollte auch prüfen, ob durch eine effizientere zentrale Vergabepaxis Kosteneinsparungen erzielbar sind, die beispielsweise zur Finanzierung von Effizienzverbesserungen (etwa beim öffentlichen Gebäudebestand) herangezogen werden könnten. Auf den Prüfstand gehören dabei auch die Untergrenzen für die Geltung der Vorschrift sowie die Frage, ob auch Dritte durch sie gebunden werden könnten – im Sinne des Berliner Ausschreibungs- und Vergabegesetzes.</p>	
<p>Szenarienbezug Zielszenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug Land Berlin, Senatsverwaltungen, Bezirksämter, landeseigene Unternehmen</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Ermächtigung zur Konkretisierung klimarelevanter Kriterien in der VwVBU folgt aus § 7 Abs. 3 BerlAVG. Der Geltungsbereich der VwVBU ist derzeit auf die Vergabe von Liefer-, Bau- und Dienstleistungsaufträgen durch die Landesverwaltung ab einem Auftragswert von 10.000 Euro beschränkt. Die Beschaffung unterhalb des Schwellenwerts ist derzeit nicht erfasst. § 7 Abs. 1 S. 2 BerlAVG ist neben den „umweltfreundlichen und energieeffizienten Produkten, Materialien und Verfahren“ auch um den Vorzug „klimaneutraler Produkte, Materialien und Verfahren“ zu ergänzen, um somit ein breiteres Spektrum klimarelevanter Beschaffungsfälle zu erfassen.</p>	
<p>Fristigkeit kurz</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial gering (bis hoch, je nach Durchdringung)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ);</p> <ul style="list-style-type: none"> – Aktive Wertebildung in der öffentlichen Verwaltung, landeseigenen Unternehmen – Stärkung der Glaubwürdigkeit politischer Ziele/ Vorgaben 	

Erläuterungen/ Kommentare

Das Land Berlin beschafft Güter und Dienstleistungen (incl. Errichtung und Sanierung von Gebäuden) im Wert von 3-4 Mrd. Euro pro Jahr. Die Beschaffung erfolgt dabei weitgehend dezentral. Erfahrungen aus anderen Bundesländern zeigen, dass sich durch Umstellung von dezentraler auf zentrale Beschaffung Kosten in Höhe von 10-30 % einsparen lassen, im Berliner Fall also zwischen 300 Mio. und 1,2 Mrd. Euro jährlich. Dies entspricht von der Größenordnung her den jährlichen Haushaltseinnahmen für die Gewerbesteuer oder durch den Bundeszuschuss, stellt also für das Land ein erhebliches Finanzvolumen dar, das z.B. für eine verbesserte energetische Sanierung der öffentlichen Gebäude genutzt werden könnte.

- Rat für Nachhaltige Entwicklung: Nachhaltige öffentliche Beschaffung, Vorbilder und Verweigerer: <http://www.nachhaltigkeitsrat.de/news-nachhaltigkeit/2011/2011-09-22/nachhaltige-oeffentliche-beschaffung-vorbilder-und-verweigerer>
- Berliner Energieagentur et al.: Beschaffung und Klimaschutz: <http://www.buy-smart.info/gruene-beschaffung/oeffentliche-beschaffung/oeffentliche-beschaffung2>
- Öko-Institut: Online-Tool zur öffentlichen Beschaffung: http://tool.smart-spp.eu/smartspp-tool/registration/login_de.php.

Runder Tisch „Klimaneutrales Berlin 2050“	Wi - 2
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Runde Tische haben den Zweck, dass sich zentrale Akteure unterschiedlicher Institutionen mit einem gemeinsamen thematischen Bezug regelmäßig treffen, sich austauschen und Projekte voranbringen. In vielen Fällen sind sie Teil der Umsetzung eines integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes in der Wirtschaft bzw. an der Schnittstelle Kommune – Wirtschaft (z.B. bei Fragen der Energieversorgung, der Abwärmenutzung, der gemeinsamen Nutzung erneuerbarer Energien).</p> <p>Ein Rollenmodell könnte der „EnergieEffizienz-Tisch Berlin“ sein. Dieser setzte sich zunächst aus einem Netzwerk von 12 Unternehmen aus verschiedenen Branchen zusammen, mit dem Ziel innerhalb des Zeitraums 2010-2013 die eigene Energieeffizienz um 6 Prozent zu verbessern und die CO₂-Emissionen um 5 % zu reduzieren. In diesem Prozess wurden die Unternehmen extern beraten und unterstützt. Am Ende konnten nicht nur fünf, sondern 27 % an CO₂-Einsparungen erreicht werden – sowie eine Neuauflage des EnergieEffizienz-Tisch mit einer zweiten Runde.</p> <p>Diese erfolgreichen Aktivitäten sollten in Berlin, durch das Land und die IHK auf- und weiter ausgebaut werden, entweder ausschließlich auf die Berliner Wirtschaft bezogen und die Akquirierung weiterer Unternehmen oder auch bezogen auf Akteure anderer Bereiche. Dadurch könnte das Ziel der Klimaneutralität in die Breite getragen bzw. über konkrete Vereinbarungen der Verbrauch an Endenergie und die CO₂-Emissionen erheblich reduziert werden.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Schwerpunktmäßig Zielszenario 2, in Teilen aber auch Zielszenario 1</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, IHK, KMUs, evtl. weitere Sektoren als übergreifende Maßnahme</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Maßnahme ist nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>gering (bis hoch, je nach Umsetzung konkreter Projekte)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Transparenz – Verbesserung des Informationsgehalts und der Datenbasis – Verbesserung der Kooperation und Kommunikation – Positive Außen-/ Multiplikatorenwirkung 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <ul style="list-style-type: none"> – Stadt Eisenach: Runder Tisch Klimaschutz: http://www.eisenach.de/Runder-Tisch-Klimaschutz.2247.0.html – Modell Hohenlohe: EnergieEffizienz Tisch Berlin 2010-2013: http://www.modell-hohenlohe.de/effizienztsche/energieeffizienz/_EnergieEffizienz-Tisch-Berlin_59.html – Modell Hohenlohe: EnergieEffizienz Tisch Berlin plus 2013-2016: http://www.modell-hohenlohe.de/effizienztsche/energieeffizienz/_EnergieEffizienz-Tisch-Berlin-plus_309.html 	

Fortführung und Ausweitung von Klimaschutzvereinbarungen	Wi - 3
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Klimaschutzvereinbarungen zwischen dem Land Berlin und großen Berliner (Landes-) Unternehmen und Verbänden wie BSR, BWB, BBB, FU Berlin bzw. Vattenfall, GASAG, Vivantes oder dem Verband Berlin-Brandenburgischen Wohnungsunternehmen (BBU) sind ein bewährtes und wichtiges Element der Berliner Klimaschutzpolitik. Die BSR beispielsweise hat zwischen 2005 und 2010 jährlich 124.500 t CO₂ eingespart und somit in einem erheblichen Maße zur Zielerreichung des Landesenergieprogramms beigetragen. In einer Neuauflage plant die BSR für den Zeitraum 2011 bis 2015 weitere innerbetriebliche Maßnahmen mit entsprechenden CO₂-Einsparpotenzialen, etwa den Aufbau einer Biogasanlage zur Versorgung der Fahrzeugflotte, Oberflächenverdichtung/ verbesserte Absaugsysteme an einzelnen Deponien, Optimierung der Kesseltechnik im Müllheizkraftwerk Ruhleben, Aufbau eines integrierten Energiemanagementsystems bzw. Einführung von Green-IT Systemlösungen.</p> <p>Die 142 Mitgliedsunternehmen des BBU in Berlin, die im Jahr 2010 rund 658.000 Wohnungen in Berlin bewirtschafteten, haben durch Umstellung der Energieträger, Verringerung des Energieverbrauchs und Steigerung der Energieeffizienz die CO₂-Emissionen für Raumheizung, Warmwasser und Hausstrom seit 1990 um 860.000 Tonnen gesenkt, das sind rund 40 Prozent (SenGUV et al. 2011: 3).</p> <p>Diese Vereinbarungen sollten fortgeführt und perspektivisch auf das Klimaneutralitätsziel 2050 hin weiterentwickelt werden. Im Rahmen eines zu entwickelnden Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes für Berlin könnte dies in Abstimmung mit den Unternehmen geschehen. Außerdem wäre eine Ausweitung dieses Instruments auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bzw. Landesliegenschaften zu prüfen. Die Ausweitung auf KMUs und Landesliegenschaften kann wesentlich zur Mobilisierung zusätzlicher sehr hoher Energie-/ CO₂-Einsparpotenziale beitragen und dabei eine breite Öffentlichkeitswirkung erreichen, beispielsweise durch das Erschließen gegebener erneuerbarer Energie- und Energieeffizienzpotenziale. Hierzu bietet sich u.a. auch eine Neuauflage des Klima-Bündnisses mit Berliner Wirtschaftsunternehmen an.</p> <p>Um KMUs zu mobilisieren wäre eine Initialberatung und wo sinnvoll eine Anschubfinanzierung notwendig, bspw. mit einer (Ko-) Förderung durch das Land Berlin.</p>	
<p>Szenarienbezug Zielszenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug Land Berlin, Senatsverwaltungen, Bezirksämter, bisher beteiligte (Landes-) Unternehmen, plus gezielt KMUs</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>In den Klimaschutzvereinbarungen (bspw. Vattenfall) sind regelmäßige Monitorings über die vereinbarte Zielerreichung vertraglich festgehalten. Der Senat kann die Einhaltung dieser Zusagen über die Monitoringberichte der Vertragspartner prüfen. Konsequenzen bei Nichterreichung der vertraglich-partnerschaftlich vereinbarten Ziele sind derzeit in den Klimaschutzvereinbarungen nicht vorgesehen.</p>	
<p>Fristigkeit kurz/ mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial hoch bis sehr hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand gering (bzw. mittel bei (Ko-) Förderung Anschubfinanzierung)</p>	

Nebeneffekte (positiv + negativ)

- Aktive Wertebildung in der öffentlichen Verwaltung, landeseigenen Unternehmen
- Stärkung der Glaubwürdigkeit politischer Ziele/ Vorgaben
- Stärkung der Kooperation und Kommunikation
- Stärkung der Wertschöpfung/ Beschäftigung

Erläuterungen/ Kommentare

- SenStadtUm: Informationen zu Klimaschutzschutzvereinbarungen des Landes Berlin:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klimaschutz/aktiv/vereinbarung/index.shtml>

Einrichtung eines Null-Emissionen-Gewerbeparks als Schaufenster für eine klimaneutrale Berliner Wirtschaft	Wi - 4
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Idee von Null-Emissionen-Gewerbeparks bzw. -Fabriken („Zero-Emission“) tritt im Zuge der nachhaltigen Entwicklung von Gewerbe- und Industriegebieten zunehmend ins öffentliche Interesse. In einem F&E-Projekt des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) mit Pilotstandorten in Bremen, Bottrop und Kaiserslautern umfasst dieses Konzept die Optimierung des Flächenmanagements, der Gebäudebewirtschaftung, der betrieblichen Produktion, der Arbeitsleistung, des Transports und die Einbindung in die Stadtkultur (http://www.zeroemissionpark.de/).</p> <p>Auf dem Weg zu einem klimaneutralen Berlin wäre die Einrichtung eines Null-Emissionen-Gewerbeparks und somit das Aufzeigen vielfältiger Handlungsmöglichkeiten, bspw. an einem der Berliner Zukunftsorte (TSB 2012), ein Leuchtturm mit überregionaler Bedeutung. Hierzu bedürfte es der entsprechenden Kooperation/ Abstimmung zwischen Land und Wirtschaft, sowie einer gewissen Initialförderung, u.a. auch ergänzt durch den Bund.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Zielszenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, Wirtschaft, Bund</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Diese Maßnahme ist zunächst nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz/ mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>mittel bis sehr hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Anbahnung gering, Umsetzung hoch</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Verbesserung der Kommunikation und Kooperation zwischen Unternehmen sowie mit Land Berlin – Multiplikatoren-/ Vorbildfunktion (über Berlin hinaus) – Langfristige Kosteneinsparung 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <ul style="list-style-type: none"> – TSB - Technologiestiftung Berlin (2012): Berliner Zukunftsorte - Wo aus Wissen Arbeit wird: http://www.berlin.de/projektzukunft/fileadmin/user_upload/pdf/studien/20121122_Webversion_Studie_Zukunft_orte.pdf – Information zur Null-Emissions-Fabrik des Solarheizsystem-Hersteller Solvis in Braunschweig: http://www.solvis.de/allgemeines/solvis/nullemissionsfabrik.html bzw. Stadtwerke Bielefeld (2008): Gewerbeimmobilien können Energie besser nutzen. Effizienz in Gebäuden. In: enervision. Information für Geschäftskunden der Stadtwerke Bielefeld. Ausgabe 02/2008; S. 3 	

Stärkung neuer Kooperationsformen (Stichwort Bürgerbeteiligung) am energiewirtschaftlichen Handeln	Wi - 5
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die bisherige Akteurslandschaft in der Berliner Energiewirtschaft sollte um neue Kooperationsformen erweitert werden und eine breite gesellschaftliche Teilhabe ermöglichen.</p> <p>Kooperation beispielsweise zwischen Politik und Verwaltung, BürgerInnen, Energieerzeuger/ Stadtwerk, Wohnungsbaugesellschaften und Banken sollten über die Finanzierung und Betrieb von Bürgersolaranlagen hinausgehen und größere Vorhaben in den Bereichen erneuerbare Energieerzeugung, Energieeffizienz und Energieinfrastrukturen (Netze/ Speicher) in den Blick nehmen.</p> <p>Dies ermöglicht nicht nur das Einbringen zusätzlicher finanzieller Mittel, sondern auch das Schaffen von Akzeptanz sowie die Bereitstellung von Know-how bzw. die Verstärkung von Kontakten und Netzwerken. Gegenwärtig zunehmend praktizierte Ansätze in vielen deutschen Städten sind die Gründung von eigenen Gesellschaften/ Genossenschaften und das Auflegen von Energie-/ Klimafonds über größtenteils ortsansässige Banken. Exemplarisch zu nennen sind u.a. die BürgerEnergie Jena eG (www.buergerenergie-jena.de) und die BürgerEnergieGenossenschaft Wolfhagen eG (www.beg-wolfhagen.de). Diese Genossenschaften sind jeweils an den lokalen Stadtwerken beteiligt bzw. im Fall von Wolfhagen auch an der Einrichtung eines Energieeffizienzfonds. Zwar gibt es in Berlin ähnliche Bestrebungen und aktive Akteursgruppen, die derartige Ziele verfolgen, wie zum Beispiel die BürgerEnergie Berlin eG und den Berliner Energietisch. Momentan agieren diese aber noch losgelöst von Verwaltung und Politik bzw. realisieren keine konkreten erneuerbare Energie- oder Energieeffizienzprojekte. Eine engere Kooperation, unter anderem auch mit den neu gegründeten Stadtwerken, könnte in Anlehnung an deutschlandweit verbreitete ‚Good-Practice‘ Beispiele ein guter Ausgangspunkt für gemeinsame, breit angelegte Energievorhaben sein.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Schwerpunktmäßig Zielszenario 2, in Teilen aber auch Zielszenario 1</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, Stadtwerk, BürgerEnergie Berlin eG, Energietisch, Wohnungsbaugesellschaften, Banken</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Beteiligung Dritter an dem Berliner Stadtwerk als selbstständiger Tochter der BWB gemäß § 3 Abs. 5 Nr. 3 BerlBG ist derzeit gesetzlich in den BerlBG (Betriebe-Gesetz) nicht geregelt. Hierfür müsste es eine Öffnung bzw. Ermächtigung ähnlich dem § 2 Abs. 1 BerlBG für die Berliner Wasserbetriebe auch für das Stadtwerk geben oder eine entsprechende Regelung in der Satzung der Berliner Stadtwerke nach § 3 Abs. 7 BerlBG.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz/ mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>mittel (bis hoch, je nach Umsetzung konkreter Projekte)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Stärkung der Kooperation und Kommunikation in der Berliner Energiewirtschaft – Verbesserung der Transparenz/ Mitsprache 	

Erstellung/ Förderung integrierter Energie- und Klimaschutzkonzepte für bestehende Gewerbegebiete	Wi - 6
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Integrierte Energie- und Klimaschutzkonzepte in Gewerbegebieten bieten die Möglichkeit der Bündelung von Ressourcen und der Ausschöpfung von Synergien zwischen Gewerbetreibenden und Nutzern einer Fläche. Dies betrifft sowohl die Bereitstellung von finanziellen Mitteln, Kompetenzen und Know-how als auch den vereinfachten Zugang zu Kontakten/ Netzwerken. Dies hat zur Folge, dass sich nicht nur gemeinsame Energie-/ Klimaschutzprojekte leichter realisieren lassen, sondern auch vorhandene Potenziale leichter zu erschließen sind.</p> <p>Momentan gibt es in Berlin bereits einige Gewerbegebiete, in denen gemeinschaftliche Aktivitäten verfolgt werden, wie das i) Projekt „Null Emission Motzener Straße“ (NEMo) des Unternehmensnetzwerk Motzener Straße e.V., mit dem Ziel durch betriebliche Einzelmaßnahmen und nachbarschaftliche Kooperationsprojekte 40 % seiner CO₂-Emissionen bis 2020 bzw. zu 100 % bis 2030 zu reduzieren (bei Gesamtemissionen im Jahr 2012 von 110.000 t CO₂) (http://motzenerstrasse.de/) bzw. das ii) Projekt „HighTech-LowEx: Energieeffizienz Berlin-Adlershof 2020“. In diesem Projekt wird am Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Adlershof das Ziel verfolgt mit einem flächendeckenden „innovativen“ Energiekonzept, u.a. über die energetische Verbesserung und Vernetzung von Gebäuden und Anlagen, Nutzung von Abwärme, offene Wärme- und intelligente Stromnetze sowie Erneuerbare Energien 30 % des Primärenergieverbrauchs bis 2020 zu reduzieren (pro Jahr sind das 248 GWh) (http://www.hightech-lowex.de).</p> <p>Entsprechende Ansätze könnten in weiteren bestehenden Gewerbegebieten durch die Förderung über Bund und Land forciert werden, beispielsweise über zielgruppenspezifische Beratung/ Information, finanzielle Förderung der Konzepterstellung und Umsetzung (zusätzlich zu bereits bestehenden Möglichkeiten) bzw. öffentlichkeitswirksame Kommunikation (Auszeichnungen).</p> <p>Die Berliner Energieagentur führt gegenwärtig zum Thema "Energieeffizienz in Gewerbegebieten" das über das europäische Programm „Intelligent Energy for Europe“ gefördertes Projekt „Go ECO“ durch (http://go-eco.info/de/).</p> <p>Gleichzeitig bestehen auf übergeordneter Ebene Synergien mit der Stadtentwicklung, unter anderem bezogen auf die landeseigenen Immobilien beim Liegenschaftsfonds und die Konzeptvergabe/ Bauleitplanung.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Schwerpunktmäßig Zielszenario 2, in Teilen aber auch Zielszenario 1</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>KMUs, IHK, HWK, Senatsverwaltungen, Energiedienstleister, Berliner Energie-Agentur, Bund</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Schaffung der rechtlichen Grundlagen für die verpflichtende Erstellung eines integrierten Energie- und Klimaschutzkonzeptes für Berlin und auf Bezirksebene im Entwurf des Energiewendegesetzes vorgesehen (derzeit im Abschnitt 2 des Entwurfes Stand 21.10.2013), unter Berücksichtigung des Potenzials von Gewerbegebieten</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz/ mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>gering (bis sehr hoch, je nach Umsetzung konkreter Projekte)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering bis mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Verbesserung der Kommunikation und Kooperation zwischen Unternehmen – Multiplikatoren-/ Vorbildfunktion – Langfristige Kosteneinsparung 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <ul style="list-style-type: none"> – Betker, Frank (2013) Nachhaltigkeit institutionalisieren: ein neuer Gesellschaftsvertrag für städtische Gewerbegebiete; In (Hrsg.): GAIA 22/3 (2013): 178-186 – Stock, Lothar: Ein Energiewendegesetz für Berlin – Darstellung des Sachstandes und ausgewählter Regelungsinhalt. 21.10.2013: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/klimaschutz_energie/download/aktuelles/20131021_Vortrag_EnergiewendeG_barrierefrei.pdf, Zugriff am 14.02.2014. 	

Flächendeckende Einführung von Energiemanagementsystemen	Wi - 7
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Einführung von Energiemanagementsystemen in Industrie und Gewerbe (bspw. nach DIN EN ISO 50001, EMAS, DIN EN 16247-1) über breitenwirksame Anreizsysteme oder einen stärkeren regulativen Rahmen kann zu massiven Energie-/ CO₂-Einsparungen in den beteiligten Unternehmen führen. Im Fall von Optimierungen am Energiesystem und größeren Maßnahmen können bis zu 50 % an Einsparungen erzielt werden (FFG 2011). Zuletzt waren Energiemanagementsysteme Voraussetzung für die Befreiung besonders energieintensiver Unternehmen von der EEG-Umlage und seit 01.01.2013 gemäß der Spitzenausgleich-Effizienzverordnung (Spa-EfV) auch Grundlage für die Entlastung von der Strom- und Energiesteuer. Im Fall von KMUs bietet diese Verordnung auch die Möglichkeit (vereinfachte) alternative Systeme zur Verbesserung der Energieeffizienz zu betreiben.</p> <p>Das Thema Energiemanagement ist somit aus Klimaneutralitäts- und steuerlichen Gesichtspunkten interessant, um zusätzliche Berliner Unternehmen dafür zu mobilisieren, beispielsweise über zusätzliche Anreize wie die Bereitstellung von Information/ Beratung und Tools bzw. über eine geförderte Anschubfinanzierung/ Rückvergütungen bei der Umsetzung von Energie-/ CO₂-Einsparungen durch entsprechende Maßnahmen.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Zielszenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, IHK, Energiedienstleister</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Regelungen von Energiemanagementsystemen finden sich in § 41 Abs. 1 Nr. 2 i.V.m. Abs. 2 S. 3 EEG für energieintensive Unternehmen und § 1 Spa-EfV für KMU. Die Bundesförderung erfolgt nach der Richtlinie für die Förderung von Energiemanagementsystemen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie vom 22. Juli 2013.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz/ mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>gering (bis hoch, je nach Durchdringung)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Sensibilisierung/ Bewusstseinsbildung der KMUs – Steuerlicher Nutzen/ Kostenersparnis – tlw. Überforderung/ Überbeanspruchung v.a. kleiner KMUs (Ressourcen Defizite) – Wertschöpfung/ Beschäftigungspotenziale für Energiedienstleister/ lokales Handwerk 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <ul style="list-style-type: none"> – BMWi: Erläuterung zur Verordnung über Systeme zur Verbesserung der Energieeffizienz im Zusammenhang mit der Entlastung von der Energie- und der Stromsteuer in Sonderfällen (Spitzenausgleich-Effizienzsystemverordnung – Spa-EfV): http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/erlaeuterung-spitzenausgleich.property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf – Iken, Jörn (2013): Energiesparen mit Zertifikat; In: Sonne, Wind & Wärme 09/2013: 30-32. – FFG – Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft (2011): E-effiziente KMU – Intelligente Energiemanagementsysteme für Klein- und Mittelbetriebe mit bestehender Infrastruktur: http://www.klimafonds.gv.at/assets/Uploads/Energieeffizienz-in-Industrie-und-Gewerbe-2011.pdf 	

Klimaneutrale Events	Wi - 8
<p>Kurzbeschreibung Die energieeffiziente/ klimafreundliche Durchführung öffentlicher Veranstaltungen durch das Land Berlin sollte als eine öffentlichkeitswirksame Maßnahme forciert werden, um das Thema Klimaneutralität breit zu streuen. Gegenwärtig findet eine Vielzahl von Großveranstaltungen in Berlin statt, wie beispielsweise der Berlin Marathon, der Karneval der Kulturen sowie unzählige Messen und Festivals. Diese sind gegenwärtig teilweise mit einem enormen Energie- und Ressourcenverbrauch verbunden. Maßnahmen wie der Einsatz von Ökostrom bzw. energieeffizienter Veranstaltungs- und Bewirtungstechnik oder Aktivitäten zur CO₂-Kompensation können beitragen die Energieverbräuche/ CO₂-Emissionen drastisch zu reduzieren. Voraussetzung dafür ist die Festlegung von Kriterien und Standards sowie der Abschluss von Vereinbarungen durch die öffentliche Hand und Veranstaltungsunternehmen.</p>	
<p>Szenarienbezug Zielszenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug Land Berlin, Senatsverwaltungen, Bezirksämter, landeseigene Unternehmen und Partnerunternehmen, Veranstalter</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Eine Verpflichtung der Behörden des Landes Berlin zur klimafreundlichen Durchführung öffentlicher Beschaffungen im Zusammenhang mit der Durchführung öffentlicher Veranstaltungen kann aus § 23 Krw-/AbfG Bln, der AVUm VOL und § 8 BEnSpG abgeleitet werden. Bislang genügen die rechtlichen Grundlagen nicht, um Private im oben genannten Umfang hoheitlich zur klimaneutralen Umsetzung ihres Events zu verpflichten. Private können bei Durchführung solcher Veranstaltungen ggf. durch Auflagen bei Erteilung von Sondernutzungserlaubnissen oder durch Nebenbestimmungen nach § 36 VwVfG verpflichtet werden (vgl. auch § 2 Abs. 3 VerpackV).</p>	
<p>Fristigkeit kurz/ mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial gering</p>	
<p>Finanzieller Aufwand gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisierung/ Bewusstseinsbildung in der Bevölkerung/ bei anderen Veranstaltern - Multiplikatoren-/ Vorbildfunktion 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare Erste Schritte hat der Karneval der Kulturen mit seiner „KDK Goes Green“-Initiative unternommen: http://www.karneval-berlin.de/de/tour.11.html. Ein weiteres prominentestes Beispiel für eine klimaneutrale Großveranstaltung ist die Fußballweltmeisterschaft 2006 in Deutschland. Diese ist im FIFA "Green Goal - Legacy Report" dokumentiert: http://www.oeko.de/oekodoc/292/2006-011-en.pdf</p>	

Energieeffizienz-/ Klimaschutz-Wettbewerbe mit dem Label „Klimaneutrales Berlin“	Wi - 9
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Durchführung von Energieeffizienz-/ Klimaschutz-Wettbewerben bietet eine Vielzahl von Anreizen für die adressierten Unternehmen: Neben der Bekanntmachung und Öffentlichkeitswirksamkeit der ausgelobten Projekte und Unternehmen, helfen Wettbewerbe innovative Ansätze in die breite Anwendung zu bringen, Unternehmen und Mitarbeiter anzuspornen und zu motivieren aktiv zu werden, sowie einzelne im Konzeptstatus befindliche Maßnahmen - vorausgesetzt einer bereitgestellten Förderung - zu finanzieren. Initiatoren sind neben Bund und Länder, oftmals Energieagenturen, Stadtwerke bzw. mit Blick auf Verbesserungen eigener Strukturen/ Betriebsabläufe teilweise auch Unternehmen. Beispiele sind der „Energieeffizienz-Preis“ der Stadtwerke Bonn und die Initiative „Energie.NRW“ der Energieagentur Nordrhein-Westfalen.</p> <p>Diese Vielfalt könnte für verschiedene Berliner Akteure/ Multiplikatoren Ansporn sein, selbst Wettbewerbe auszuloben bzw. ansprechende Anreize zu schaffen, wie beispielsweise das Land, evtl. in Kooperation mit IHK/ HWK oder einzelne Unternehmen. Denkbar auf Unternehmensebene wäre auch die Verknüpfung von Bonus-/ Prämienzahlungen/ Sachprämien mit dem Erreichen gesteckter Ziele, sowohl auf Mitarbeiter- als auch auf Vorstands-/ Geschäftsführer-Ebene.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Zielszenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, IHK, HWK, KMUs</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Maßnahme ist nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurz/ mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>gering</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sensibilisierung/ Bewusstseinsbildung in KMUs bzw. darüber hinaus in der Bevölkerung - Stärkung der Identifizierung mit dem Unternehmen - Multiplikatoren-/ Vorbildfunktion - Öffentlichkeitswirksamkeit/ Aktives Marketing 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <ul style="list-style-type: none"> - „Energieeffizienz-Preis“ der Stadtwerke Bonn: http://www.energynet.de/2013/11/12/stadtwerke-bonn-suchen-vorbilder-sachen-energieeffizienz/ - Initiative „Energie.NRW“ der Energieagentur Nordrhein-Westfalen: http://www.ziel2.nrw.de/2_Wettbewerbe_und_weitere_Foerdermoeglichkeiten/1_Wettbewerbe_2010/Energie_NRW_3/Energie_3_Wettbewerbsaufruf.pdf - Der Potsdamer Klimapreis wird 2014 zum dritten Mal vergeben. Neben der Kategorie „Schulen“ können sich in der Kategorie „Bürger“ auch Unternehmen beteiligen: http://www.potsdam.de/cms/beitrag/10101427/26696/ 	

Einführung innovativer Einspar-Contracting-Modelle, Beispiel internes Contracting (Intracting)	Wi - 10
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>In Zeiten knapper Kassen gewinnen Contracting-Lösungen in öffentlichen Verwaltungen als Mittel der Finanzierung von Energie-/ CO₂-Einsparmaßnahmen zunehmend an Bedeutung.</p> <p>Das Einspar-Contracting zur Optimierung der Landesliegenschaften wurde zuletzt in Baden-Württemberg, Bayern und Hessen forciert. In Baden-Württemberg wird dies zusätzlich unterstützt durch eine Contracting-Offensive zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für Einspar-Contracting-Modelle für öffentliche und private Gebäudebetreiber (VfW 2013).</p> <p>In Berlin wurde in der Vergangenheit eine Vielzahl an Contracting-Projekten durch die Berliner Energieagentur in Kooperation mit dem Land Berlin im Rahmen der gemeinsam entwickelten Energiesparpartnerschaft umgesetzt. Darunter fielen Einsparmaßnahmen in Schulen, Schwimmbädern, Kindertagesstätten und Verwaltungs- und Dienstleistungsgebäuden.</p> <p>Ein spezifischer Ansatz, der über die herkömmlichen Contracting-Modelle hinausgeht, ist das interne Contracting (Intracting), aufgesetzt als revolvingender Fonds. Energie-/ CO₂-Einsparmaßnahmen werden hier ausschließlich über städtische Haushaltsmittel finanziert, gespeist über eingesparte Energiekosten vorangegangener Aktivitäten. Praktiziert wird dieser Ansatz u.a. im Umweltamt der Stadt Stuttgart, welches Investitionen aus einem eigenen Haushaltstitel finanziert, in den später auch die eingesparten Energiekosten zurückfließen (Stadt Stuttgart 2002). Ein ähnlicher Ansatz wäre auch für die Finanzierung von weiteren Einsparmaßnahmen der Senatsverwaltungen, der Bezirksämter und der landeseigenen Unternehmen denkbar.</p>	
<p>Szenarienbezug Zielszenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug Land Berlin, Senatsverwaltungen, Bezirksämter, landeseigene Unternehmen</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Für die haushaltsrechtlich wirksame Umsetzung des Intracting müssten entsprechende Haushaltsposten für energiesparende Maßnahmen in den Einzelplänen der öffentlichen Einrichtungen als Anschubfinanzierung geschaffen werden oder Investitionszuschüsse aus Fördermitteln erwogen werden. Die Energiekosteneinsparung kann in einen dafür eingerichteten Fonds fließen. Diese Mittelübertragung muss haushaltsrechtlich gewährleistet werden. Die Energiekosten der Haushaltsstelle, bei der die Energiesparmaßnahmen durchgeführt werden, bleiben auf dem Niveau vor Durchführung der Maßnahmen, bis die Investition getilgt ist. Die Einsparung kann jährlich auf das Energiesparbudget umgebucht werden, danach wird sie bei der betroffenen Stelle haushaltswirksam (Kristof et al. 1998).</p>	
<p>Fristigkeit mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial hoch (bis sehr hoch, je nach Umsetzung konkreter Projekte)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Ressortübergreifende Aktivität bei gleichzeitiger Entlastung der Budgets – Wertschöpfung/ Beschäftigung für lokales Handwerk – Vorbildfunktion der öffentlichen Hand wird gestärkt 	

Erläuterungen/ Kommentare

- Kristof, Kora/ Nanning, Sabine/ Merten Frank (1998): Pilotprojekte Einspar-Contracting und Intracting in NRW. Projektteil B: Handlungsoptionen des Landes Nordrhein-Westfalen zur Verbreitung der Umsetzung von Intracting auf kommunaler und Landesebene
- VFW - Verband für Wärmelieferung e.V (2013): Energiewende konkret: Bundesländer setzen auf Einspar-Contracting für nachhaltige energetische Gebäudemodernisierung und Klimaschutz: <http://www.energiecontracting.de/0-presse/pressemitteilungen-text.php?id=383>
- Stadt Stuttgart (2002): Vorstellung des Intracting- (Stadtinternes Contracting-) Ansatzes: http://www.energy-cities.eu/db/stuttgart_136_de.pdf

Bereitstellung eines „Berliner Gewerbeenergiepass“	Wi - 11
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Gegenwärtig gibt es vielfältige Beratungs- und Qualifizierungsangebote sowie Dienstleistungen für Unternehmen zum Thema Energieeffizienz und Klimaschutz. Vor allem die für Berlin so bedeutenden KMUs sind von dieser Fülle an Angeboten oftmals überfordert. In der Folge vernachlässigen sie das Thema teilweise ganz. Auf der anderen Seite äußert sich aber auch eine zunehmende Anzahl an Akteuren, mit dem Wunsch nach Bündelung und Koordinierung dieser Angebote zu einem sichtbaren Angebot. Forciert werden sollte dieser Prozess durch die Bereitstellung eines Berliner Gewerbeenergiepass, vergleichbar dem Ansatz der Sächsischen Energieagentur (SAENA) mit dem Sächsischen Gewerbeenergiepass für Industrie, Gewerbe und Handwerk.</p> <p>Koordiniert werden sollte diese Aktivitäten durch übergeordnete und glaubwürdige Institutionen/ Interessensvertretungen. In Berlin könnte diese Aufgabe das Land in Kooperation mit IHK und HWK übernehmen.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Zielszenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, IHK/ HWK, Energieberater/ -dienstleister</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Bündelung und Koordinierung des Angebots zu Energieberatungsleistungen ist nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig. Die Förderung von Energieberatung durch das Land Berlin erfolgt derzeit nach § 13 BEnSpG.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>gering (bis sehr hoch, je nach Umsetzung konkreter Projekte)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Transparenz – Erhöhung/ Harmonisierung der Qualitätsstandards (mögliche Anwendung von Benchmarks) – Positive Außen-/ Multiplikatorenwirkung 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <p>Der Sächsische Gewerbeenergiepass, als mittlerweile über die Grenzen Sachsens hinaus bekanntes Angebot, basiert auf einer standardisierten Detailberatung für kleine und mittlere Unternehmen in Form einer vergleichbaren und hochwertig qualifizierten Energieberatung. Die Beratung ermittelt den energetischen Ist-Zustand des Unternehmens (Verbrauchs- und Strukturanalyse), identifiziert Einsparpotenziale (Prüfung und Bewertung) und erarbeitet Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz (Abschlussbericht und Empfehlungen). Bezogen auf 14 mittelständische Unternehmen wird hier von Einsparpotenzialen im Strom- und Wärmebereich von 15 bis 20 % ausgegangen sowie finanziellen Einsparpotenzialen von jährlich 1 Mio. Euro. Siehe auch: www.gewerbeenergiepass.de</p>	

Einführung einer regionalen (Eigen-) Strommarke	Wi - 12
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Inanspruchnahme bestehender erneuerbarer Energieerzeugungspotenziale bietet diverse Handlungsspielräume, dass sich unterschiedliche Akteure in zukünftige energie- und klimarelevante Vorhaben wirtschaftliche einbringen. Eine Möglichkeit ist die Schaffung einer regionalen Strommarke, entweder über eine offene Vermarktung oder als Produkt der Eigenstromnutzung einer bestimmten Akteursgruppe. Die Kreativwirtschaft beispielsweise, stets aktiv im Hervorbringen von innovativen Akteuren und Ansätzen, könnte sich die Schaffung einer Eigen-Strommarke („Kreativstrom“) auf die Agenda schreiben. Selbiges wäre auch für Unternehmensnetzwerke bzw. Quartiere/ Bezirke denkbar.</p> <p>Einzelne Beispiele für regionale Strommarken bestehen bereits, siehe auch: www.bund-regionalstrom.de bzw. http://www.unser-landstrom.de.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Schwerpunktmäßig Zielszenario 2, in Teilen aber auch Zielszenario 1</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, Stadtwerk, Energiedienstleister, Branchen-/ Unternehmensnetzwerke</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Maßnahme ist nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>gering (bis hoch, je nach Durchdringung)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Hohe Identifizierung mit der lokalen Energieerzeugung (Sensibilisierung/ Bewusstseinsbildung) 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p>	

Aktive Förderung branchenspezifischer Benchmarks	Wi - 13
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Zur weiteren Förderung von Energieeffizienz/ Klimaschutz in Berlin könnte sich die Senatsverwaltungen in Kooperation mit IHK/ HWK über eine aktive Öffentlichkeits- und Informationsarbeit stark für branchenspezifische Benchmarks machen. Diese bieten den Unternehmen Orientierung hinsichtlich einer energieeffizienten und klimafreundlichen Betriebsführung (gemäß dem Prinzip „Best-Practice“). Sie dienen der externen Marktorientierung und dem direkten Vergleich mit anderen leistungsfähigen Wettbewerbern und motivieren zum Handeln. In Kombination mit "Branchenenergiekonzepten" lassen sich auch spezifische Einsparpotenziale aufzeigen. Kosten für Benchmarks und Branchenenergiekonzepte sind relativ gering, umfassend dagegen in vielen Fällen sind die gegebenen Einsparpotenziale. Eine breite Anwendung finden Benchmarks u.a. in Österreich, beispielsweise in Form von Energieeffizienz-Kennwerte für KMUs. Ein konkrete Initiative im Bereich Benchmarks ist die „Green IT Allianz“, die sich um die Schaffung einheitlicher Bewertungsgrundlagen und Effizienzziele für Unternehmen der IT Branche bemüht.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Zielszenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Senatsverwaltungen (insbesondere Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Forschung), IHK, HWK</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Maßnahme ist nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittel</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>gering (jedoch hohe Initialwirkung)</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Transparenz – Verbesserung des Informationsgehalts und der Datenbasis 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <ul style="list-style-type: none"> – Energieagentur Nordrhein-Westfalen: Branchenenergiekonzepte: http://www.energieagentur.nrw.de/unternehmen/branchenenergiekonzepte-13566.asp – Österreichisches Energieinstitut: Energieeffizienz-Kennwerte für KMUs: http://www.energieinstitut.net/portal/page/portal/EIW_HOME/PROJEKTE/kmu_Initiative/KMU-Initiative%20Kennwerte – BITKOM: "Green IT Allianz": http://www.bitkom.org/files/documents/BMWi_IT10_GreenIT_Potenzial_Realisierung_29_11.pdf 	

Ausweitung erneuerbarer Prozessenergie	Wi - 14
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Energiebedarfe im Bereich der Prozessenergie lassen sich vor allem im Niedrigtemperaturbereich (bis 100 °C) zunehmend durch erneuerbare Energieträger (wie Solar, Biomasse und Geothermie) decken. Der Bundesverband Solarwirtschaft (BSW) geht beispielsweise davon aus, dass sich bis 2030 bis zu 10 % des industriellen Niedertemperaturwärmebedarfs durch solare Prozesswärme decken lässt (BSW 2012). Ein Beispiel für eine erfolgreiche Anwendung ist die Hofmühl-Brauerei in Eichstätt, die 50 % ihres Prozesswärmebedarfs über eine solarthermische Anlage deckt (BINE 2010).</p> <p>Fördermöglichkeiten im Bereich der solaren Prozesswärme bestehen gegenwärtig über das Marktanreizprogramm des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA).</p> <p>Das Land Berlin könnte hier eine Ko-Förderung leisten sowie Beratung anbieten. Für eine verbesserte Verortung und Beurteilung der einzelnen Projekte könnte zusätzlich die Erstellung einer Potenzialstudie vergeben werden, u.a. über eine mögliche Einbindung des Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Schwerpunktmäßig Zielszenario 2, in Teilen aber auch Zielszenario 1</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, KMUs mit Betriebsprozessen bis 100°C (z.B. Nahrungsmittel-/ Textilbereich)</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Förderungsmaßnahmen sind unter Berücksichtigung der §§ 23, 44 LHO umsetzbar, unter Beachtung der Vorgaben des derzeit gültigen Sanierungsprogramms 2012-2016 für den Berliner Haushalt. Je nach Förderungssumme sind Notifizierungspflichten gegenüber der EU-Kommission zu beachten.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittel/ lang</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>hoch bis sehr hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>mittel bis hoch</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Möglichkeit der Eigenenergieerzeugung/ in Teilen Energieautarkie – Wertschöpfung und Beschäftigung – Bewusstseinsbildung/ Sensibilisierung für neue Technologien 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <ul style="list-style-type: none"> – Informationen zur Förderung über das Marktanreizprogramm des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): http://www.bafa.de/bafa/de/presse/pressemitteilungen/2013/29_map.html – BINE Informationsdienst (2010): Mit solarer Wärme Bier brauen. Projektinfo Ausgabe 13/10 – BSW - Bundesverband Solarwirtschaft (2012): Fahrplan Solarwärme: Strategie und Maßnahmen der Solarwärme-Branche für ein beschleunigtes Marktwachstum bis 2030: http://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/media/pdf/120854_bsw_studie_st_kurz.pdf – Broer, Guido (2013): Solare Prozesswärme: Die große Unbekannte; In (Hrsg.): Solarthemen 402, 20. Juni 2013, Seite 8 f. – Ulrich, Sven (2013): Solarthermie in Deutschland. Prozesswärme auf dem Vormarsch; In (Hrsg.): Erneuerbare Energien. Das Magazin, 21.08.2013: http://www.erneuerbareenergien.de/prozesswaerme-auf-dem-vormarsch/150/406/72170 	

Steigerung der gewerblichen Abwärmenutzung	Wi - 15
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Nutzung der gewerblichen Abwärme trägt zur Steigerung der Verknüpfung von Wärmequellen und -senken bei und ist zukünftig auch als ein wichtiger Bereich zur Deckung steigender Klimatisierungsbedarfe zu sehen. Das Land Berlin könnte an dieser Stelle diese Nutzung beratend und (ko-) fördernd unterstützen, u.a. auch über die Vergabe einer Potenzialstudie und eine mögliche Einbindung des Clusters Energietechnik Berlin-Brandenburg. Momentan bestehen bereits erste realisierte Projektbeispiele zur Nutzung von Abwasser aus Abwasserkanälen, finanziert aus landeseigenen EFRE- und UEP II-Mitteln.</p> <p>Übergeordnet betrachtend dürften vor allem Projekte der gewerblichen Abwärmenutzung für Quartierskonzepte und für Anwender mit einem Wärmebedarf von mindestens 300 kW wie Wohngebäude, Büros, Hallenbäder, Gewerbe- und Industriebauten, Heime, Schulen und Sportanlagen (Energie-ImpulsE 2012) zunehmend von Interesse sein. Alternativ zur Wärmenutzung bietet sich aber auch die Erzeugung von Strom über ORC-Anlagen an (BINE 2011). Da sich die Abwärme im Gewerbe häufig auf einem niedrigen Temperaturniveau bewegen, ist die Einspeisung in das Fernwärmenetz oder in ORC-Anlagen allerdings weniger sinnvoll. Vielmehr bieten sich Insellösungen zur Eigennutzung an. Diese werden beispielweise im Technologiepark Adlershof angestrebt, da dort jährliche Niedertemperatur-Abwärmepotenziale von bis zu 13,1 MW vermutet werden.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Schwerpunktmäßig Zielszenario 2, in Teilen aber auch Zielszenario 1</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, Cluster Energietechnik Berlin-Brandenburg, Gewerbetreibende mit Quellen-/ Senkenpotenzial, Quartiere (sektorenübergreifend)</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Eine entsprechende Finanzierungsförderung ist von den Ziffern 2.2. und 2.4 der Förderrichtlinie für die Gewährung von Förderungen im Rahmen des Umweltentlastungsprogramms II in Berlin vom 02.10.2012 gedeckt, soweit es sich um kleinere und mittlere Unternehmen handelt.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittel/ lang</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>mittel bis hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Imageverbesserung für Abwärme-/ Abwassernutzung 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <ul style="list-style-type: none"> – Berliner Netzwerke: Information zur Abwärmenutzung aus Kanalwasser: http://www.berliner-netzwerke.de/service/pressemitteilungen/kanalwaerme-zu-warmwasser – BINE Informationsdienst (2011): Abwärme zu Strom veredeln: http://www.bine.info/fileadmin/content/Presse/Projektinfos_2011/Projektinfo_1311/ProjektInfo_1311_internetx.pdf – Energie-ImpulsE (2012): Hier ist die Energie schon Realität: Heizwärme aus dem Abwasserkanal. Ausgabe 04.12; Seite 9.- Ulrich, Sven (2013): Solarthermie in Deutschland. Prozesswärme auf dem Vormarsch; In (Hrsg.): Erneuerbare Energien. Das Magazin, 21.08.2013: http://www.erneuerbareenergien.de/prozesswaerme-auf-dem-vormarsch/150/406/72170 	

Ausweitung von Grünen IKT-Lösungen („GreenIT“)	Wi - 16
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Zunahme an Informations- und Kommunikations-Technologien ist vor allem in Berlin aufgrund des hohen Anteils an digitalen Anwendungen mit einem Anstieg von Energieverbräuchen verbunden. Nach Abschätzung von Fraunhofer IZM/ ISI lag der Stromverbrauch der gesamten IKT im Jahr 2007 deutschlandweit bereits bei rund 55,4 TWh (wovon 33,0 TWh auf Privathaushalte entfallen). Das entspricht einem Anteil von 10,5 % am gesamten Stromverbrauch (Fraunhofer IZM/ISI, 2009, 13; In: Bundestag 2012). Effizienzgewinne im Bereich der Bürogeräte und innovative Systemlösungen (bspw. über zentrale Server) sind notwendig um hier entgegenzusteuern. Dieses Gegensteuern könnte das Land Berlin in Kooperation mit der Digitalwirtschaft bzw. mit dem Branchenverband BITKOM beratend und mit (Ko-) Förderung unterstützen.</p> <p>Laut einer Studie der dena sind mittels Grüner IKT kurzfristig über geringe investive Maßnahmen 20 % an Endenergieeinsparungen möglich (bspw. über die effiziente Einstellung des Betriebssystems, Nutzung energieeffizienter EDV-Geräte) und langfristig über strategische Maßnahmen bis zu 75 % (bspw. durch Änderung der IT-Architektur, Nutzung von Rechenzentren, Virtualisierung, Cloud-Computing etc.) (dena 2012).</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Zielszenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Land Berlin, Digitalwirtschaft, BITKOM, KMUs mit hohem IKT Anteil</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Eine entsprechende Finanzierungsförderung ist von den Ziffern 2.4.2 und 2.5 der Förderrichtlinie für die Gewährung von Förderungen im Rahmen des Umweltentlastungsprogramms II in Berlin vom 02.10.2012 gedeckt.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittel/ lang</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>mittel</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Multiplikatorenwirkung/ Öffentliche Wahrnehmung auch in der Bevölkerung – Stärkung der Vorbildfunktion der Öffentlichen Verwaltung – Förderung von Innovationen („Smart Office“) 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bundestag (2012): Gutachten zum Thema „Green IT - Nachhaltigkeit“ für die Enquete-Kommission „Internet und digitale Gesellschaft“ des Deutschen Bundestages: http://www.bundestag.de/internetenquete/dokumentation/Sitzungen/20121126/18_Sitzung_2012-11-26_A-Drs_17_24_058_PGWAG_Gutachten_Green_IT-Nachhaltigkeit.pdf – dena (2012): Leistung steigern, Kosten senken: Energieeffizienz im Rechenzentrum. Ein Leitfaden für Geschäftsführer und IT-Verantwortliche: http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Publikationen/Energiedienstleistungen/Dokumente/DL_Broschuere_RZ.pdf 	

„Abwrackprämie“ für ineffiziente Haushaltsgeräte	PHK - 1
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Berliner Haushalte erhalten vom Handel einen Zuschuss (z.B. in Form von Rabatten) zum Ersatz eines ineffizienten Haushaltsgroßgeräts durch ein vergleichbares Gerät der aktuell besten Effizienzklasse. Um Reboundeffekte zu vermeiden, sollte der Stromverbrauch der Neugeräte deutlich (z.B. um mindestens 50 %) unter dem der Altgeräte liegen (Nachweis im Falle von Inzahlungnahme), und es muss Funktionalitätsäquivalenz vorliegen. Es kann also z.B. keine neue Stereoanlage einen alten Kühlschrank ersetzen.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Szenario 1 (Szenario 2)</p>	
<p>Akteursbezug</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Handel (Verbrauchermärkte, Fachmärkte, Einzelhandel etc.) als Träger und Abfall-/Recycling wirtschaft für Compliance 2. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, SR KE (Initiator, Dialogpartner) 	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Soweit es eine freiwillige Maßnahme des Handels angesprochen ist, ist diese nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig. Die Entsorgung der Altgeräte hat nach den Vorgaben des ElektroG zu erfolgen.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>kurzfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Popularisierung des Klimaneutralitäts-Ziels in breiten Bevölkerungsschichten (+) – Modernisierung des Geräteparks im Sinne steuerbarer Lasten (+) – Gefahr von Mitnahmeeffekten (-) – Gefahr der Nichtadressierung von Reboundeffekten (-) 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <p>Hintergrund der Maßnahme ist der relativ hohe Anteil alter, ineffizienter stromverbrauchender Haushaltsgeräte bei den Privaten, der durch dieses Anreizprogramm beschleunigt durch effiziente Neugeräte ersetzt werden soll. Der Fokus der Maßnahme liegt auf Geräten, deren THG-Emissionen schwerpunktmäßig in der Nutzungsphase, nicht in der Herstellungsphase liegen. Dies ist etwa bei der „Weißen Ware“ (z.B. Kühl- und Gefriergeräte) der Fall, nicht aber bei Computern und Notebooks, die daher aus dem Programm ausgeschlossen werden sollten.</p>	

Energieeffizienzmaßnahmen auf Bundesebene unterstützen	PHK - 2
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Das Land Berlin sollte sich über den Bundesrat und die Fachministerkonferenzen für die bundesweite Verstärkung von Energieeffizienzmaßnahmen einsetzen, die neben der Wirtschaft auch auf die privaten Haushalte zielt. Dazu soll vorab die Option eines Energieeffizienzfonds nach dem Vorbild anderer europäischer Länder ebenso geprüft werden wie die Erweiterung und Verbesserung des bestehenden Instrumentariums. Unabhängig von der konkreten Ausgestaltung sollte der Bund aus Berliner Sicht insbesondere die kostenlose Energieberatung für Haushalte mit niedrigen Einkommen ausbauen und die Investitionen in energiesparende Haushaltgeräte erleichtern.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Szenario 1 (Szenario 2)</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>1. Senatsverwaltungen für Stadtentwicklung und Umwelt und für Wirtschaft, Technologie und Forschung</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Als Initiative über Bundesrat und Fachministerkonferenzen von keinen besonderen rechtlichen Vorgaben abhängig. Im Falle der Einrichtung eines Energiesparfonds sind verschiedene Optionen zu erörtern (z.B. eine Finanzierung aus Steuermitteln, Umlagemechanismen, private Stiftungen, Anstalten oder Public-Private-Partnership-Modelle). Bei Einrichtung eines Fonds als Sondervermögen des Landes unter den Voraussetzungen des § 113 LHO sind Zuführungen aus dem Berliner Haushalt rechtlich möglich. Entsprechendes gilt auf Bundesebene, § 113 BHO.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>Kurzfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>Schwer zu quantifizieren/niedrig</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Gering</p>	

Erläuterungen/ Kommentare

Angesichts bestehender Fördermaßnahmen stellt der Gerätepark der privaten Haushalte eine Effizienz- und Förderlücke dar, die es zu schließen gilt. Berlin mit seinem hohen Anteil an Mieterhaushalten im mittleren bis unteren Einkommenssegment hat dabei ein besonders hohes Potenzial für Energieeffizienz, aber auch besonders hohe Hürden für eine rein private Finanzierung der entsprechenden Investitionen. Parallel zur Stimulierung eines eigenen Anreizprogramms seitens des Handels (siehe PHK 1) sollte das Land Berlin daher beim Bund auf die Ausweitung bestehender bzw. die Einrichtung neuer Förderinstrumente mit dem Fokus auf private Haushalte (speziell einkommensschwache) hinwirken. Im Idealfall kann ein Bundesprogramm ein spezielles Berliner Programm (PHK 1) auch ersetzen bzw. ergänzen. Als Grundlage einer Prüfung der Kosten und Nutzen verschiedener Modelle kann die BMWi-Studie von Fraunhofer ISI (2012) dienen.

Derzeit führen die Berliner Energieagentur und der Caritasverband Berlin eine Energiesparberatung für einkommensschwache Haushalte durch, die staatliche Transferleistungen beziehen (Aktion Stromsparcheck; [http://www.stromspar-check.de/stromspar-check/standorte/standort-liste/?tx_clcompanydatabase_pi1\[showUid\]\[showUID\]=43&tx_clcompanydatabase_pi1\[showUid\]\[backPID\]=23&cHash=28276c3081](http://www.stromspar-check.de/stromspar-check/standorte/standort-liste/?tx_clcompanydatabase_pi1[showUid][showUID]=43&tx_clcompanydatabase_pi1[showUid][backPID]=23&cHash=28276c3081)).

Dabei werden niedriginvestive Geräte (z.B. abschaltbare Steckerleisten, Durchflussbegrenzer) neben Energiespartipps kostenfrei abgegeben. Ein Teil der Bundesmittel für diese Maßnahme könnte gezielt als Abwrackprämie für einkommensschwache Haushalte im Rahmen einer Energiesparberatung verwandt werden. Zusätzlich zum jetzigen Procedere (2 Hausbesuche) wäre dann ein dritter Haushaltsbesuch zur Erfolgskontrolle sinnvoll (Mitteilung Caritasverband auf Stakeholderworkshop). Die Kombination aus Vor-Ort-Beratung und Investitionszuschuss für den Gerätetausch kann als kostenintensiv, aber auch besonders effizient gelten (Tews 2013).

Informative Energieabrechnungen (Strom, Heizung, Warmwasser)	PHK - 3
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Alle Berliner Haushalte erhalten eine monatliche Energieabrechnung (Strom, Heizung, Warmwasser), die die Endkunden 1. in verständlicher und transparenter Form (z.B. durch geeignete Grafiken) über ihren Energieverbrauch, die monetären Kosten sowie die damit verbundenen CO₂-Emissionen informiert. Die Abrechnung enthält 2. immer auch Informationen über die relative Position des eigenen Energieverbrauchs im Vgl. zu anderen Haushalten (z.B. der gleichen Haushaltsgröße). Weitere Vergleichswerte können die individuellen Verbrauchswerte im Vorjahresmonat o.ä. sein. Das Land Berlin soll auf eine Öffnung des Rechtsrahmens für informative Energieabrechnungen auf Bundesebene hinwirken und bei landeseigenen Energieunternehmen (Stadtwerke und Berlin als Vermieter) das Abrechnungssystem bereits frühzeitig einführen.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Szenario 1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Senatsverwaltungen (Wirtschaft, Stadtentwicklung und Umwelt) (Initiative) 2. Energieversorger (Träger) 	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>§ 40 Abs. 2EnWG verpflichtet Energielieferanten für Strom und Gas Mindestanforderungen bei der Abrechnung umzusetzen. Dieser Katalog müsste bundesrechtlich erweitert werden. Derzeit haben Energielieferanten die Wahl, ob sie monatlich oder in anderen Zeitabschnitten abrechnen; hier könnte bspw. diese Wahlmöglichkeit entfallen. Soweit der Verbrauch von Warmwasser und Wärme Bestandteil von Betriebskostenabrechnungen in Mietverhältnissen sind, ist auf eine Anpassung der Betriebskostenverordnung hinzuwirken und rechtliche Maßnahmen zur Umsetzung einer Abrechnungsverpflichtung der Vermieter zu untersuchen.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>niedrig</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Bewusstseinssteigerung der privaten Haushalte 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <p>Die Rolle von Feedback-Informationen zur Änderung des persönlichen energiebezogenen Verhaltens wird durch die umweltspsychologische und umweltsoziologische Forschung immer wieder bestätigt. Verschiedene Studien zeigen, dass allein ein regelmäßiges Feedback über den eigenen Energieverbrauch bereits zu Energieeinsparungen von 10-30 % führen kann (Abrahamse et al. 2005, Peters et al. 2013, Vine/Morris 2013). Die bestehenden Energieabrechnungen tragen diesen Erkenntnissen noch nicht hinreichend Rechnung und müssen daher geändert werden. Zusätzlich zum Feedback über die eigenen Verbräuche spielt das Element des sozialen Vergleichs (mit geeigneten Benchmarks) eine wichtige, bestärkende Rolle.</p>	

Bonuskarte für nachhaltigen Konsum (Grüne Sparkarte Berlin, Berlin Green Card)	PHK - 4
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Zur Beschleunigung der Ausbreitung nachhaltiger Konsummuster wird eine elektronische Bonuskarte eingeführt, mittels derer Berliner Bürgerinnen und Bürger Punkte für nachhaltiges (Konsum-)Verhalten sammeln und gezielt dafür auch wieder verwenden können. Kernbereich der Karte sind klimafreundliche Produkt- und Verhaltensalternativen, aber es bietet sich an, auch weitere nachhaltige Produkte und Dienstleistungen einzubeziehen (z.B. Blaue Engel-Produkte, energieeffiziente Geräte, Bioprodukte, ausgewählte regionale Produkte und Reiseangebote). Neben kommerziellen Partnern, die solche Produkte und Dienstleistungen anbieten, werden auch nicht-kommerzielle Aktivitäten bepunktet, z.B. Recycling, Reparieren lassen statt wegwerfen, Verleihen. Auch nachhaltige Mobilitätsoptionen wie Fahrradverleih oder die Nutzung des ÖPNV werden in die Karte einbezogen. Zur Einführung und der operativen Betreuung der Karte kooperieren Senat, ausgewählte private und öffentliche Unternehmen, eine Bank und eine glaubwürdige Beratungsfirma.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Szenario 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Senatsverwaltung insgesamt (insbesondere Stadtentwicklung und Umwelt; Wirtschaft, Technologie und Forschung; Gesundheit und Soziales; Finanzen; Justiz und Verbraucherschutz) 2. private und öffentliche Firmen im Bereich nachhaltige Produkte und Dienstleistungen 3. Bank (z.B. aus dem genossenschaftlichen Spektrum) 4. Glaubwürdige Beratungsfirma 	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Maßnahme ist nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>niedrig</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Niedrig/mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>– Bewusstseinssteigerung der privaten Haushalte</p>	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <p>Nachhaltige Konsummuster sollen sich schneller ausbreiten als bisher, und sie können dies besser durch ein Anreizsystem als durch reine Information oder gar durch Ordnungsrecht. Ein Bonussystem für klimafreundliche und nachhaltige Produkte und Dienstleistungen, wie es auch im klassischen kommerziellen Bereich bekannt ist (z.B. Treuepunkte, Kundenkarten, Miles-and-more etc.), liefert das Vorbild für die <i>Berlin Green Card</i>. Um die Akzeptanz und die lokale Identitätsverankerung zu stärken wird dabei der Begriff der Nachhaltigkeit weit gefasst, so dass auch regionale Produkte darunter fallen können. Durch den Einbezug von Tausch- und Reparaturaktivitäten wird auch die lokale <i>community</i> gestärkt. Eine breite Teilnahme und aktive Bewerbung (z.B. in öffentlichen Verkehrsmitteln) sind wichtig. In einer ca. zweijährigen Pilotphase könnten Erfahrungen gesammelt werden, bevor die <i>Berlin Green Card</i> großflächig „ans Netz“ geht. Muster für die <i>Berlin Card</i> könnte der <i>NU Spaarpas</i> der Stadt Rotterdam sein (van Sambeek/ Kampers 2004). Dadurch wird die Ausbreitung nachhaltiger Konsummuster beschleunigt, entsprechende Marktsignale an Handel und Hersteller gesendet, und das Engagement des Senats im Verein mit Teilen der Berliner Wirtschaft gestärkt. Zielgruppe ist nicht in erster Linie der „engagierte Klimatyp“, sondern eher die „unbewussten Klimafreunde“, die „Sparsamen“ und die „Unbeteiligten“ (vgl. Prognos 2010), zusammen rd. 65 % der Bevölkerung. Für sie bietet die Karte einen direkten Nutzen und appelliert zugleich an Sparsamkeitsmotive.</p>	

Effizienzkampagne	PHK - 5
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Zur unterstützenden Flankierung von PHK-1 (Abwrackprämie) und zur Reduktion möglicher Reboundeffekte (u.a. im Rahmen der Durchführung von PHK-1) führt der Senat eine Kampagne für mehr Energieeffizienz in der Stadt durch, die neben der Wirtschaft und den Gebäudeeigentümern auch auf die privaten Haushalte zielt.</p> <p>(1) Öffentliche multimediale Kampagne zum sparsamen Umgang mit Energie durch Effizienz. (2) Koordinierung und Unterstützung von Energieeffizienzberatungsangeboten verschiedener Träger (Verbraucherberatung, Energieversorger, Bewag, Energiesparcheck etc.). (3) Jährlicher öffentlicher Wettbewerb „Berlins effizientester Haushalt 2020“. (4) Ausweitung zielgruppenspezifischer aufsuchender Beratungsangebote (Transfereinkommensbezieher, Rentner, Migranten, Vielverbraucher). (5) Verstärkung der Energieeffizienzbemühungen Berliner Schulen und anderer Bildungseinrichtungen.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>Szenario 1</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Senatsverwaltung (verschiedene Fachverwaltungen; Federführung SR KE)</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Maßnahme ist nicht von gesetzlichen Vorgaben abhängig. Soweit hierfür Mittel aus dem öffentlichen Haushalt erforderlich sind, sind die Vorgaben der LHO zu beachten.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>Mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>mittel</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Stärkung des (lokalen) Marktes für Energieeffizienz-Dienstleistungen (+) – Begrenzung des Rebound-Effekts von PHK-1 (+) 	
<p>Erläuterungen/ Kommentare</p> <p>Energieeffizienz ist das bisweilen unterschätzte zweite Standbein der Energiewende – neben dem Ausbau erneuerbarer Energiesystem. Gerade in einer Großstadt sollten die vorhandenen Dichteeffekte genutzt werden, um die Energieeffizienz zu steigern. Die hier vorgeschlagene Kampagne begleitet, unterstützt und verbreitert die Wirkungen der Abwrackprämie (PHK-1). Die öffentliche massenmediale Kampagne zur Energieeffizienz ist sinnvoll, um Aufmerksamkeit zu erzeugen, städtisches Commitment zu signalisieren und die stadtweite Nachfrage nach Beratungsangeboten zu erhöhen. Angesichts der Vielzahl von Beratungsangeboten zum effizienten Umgang mit Energie erscheint es sinnvoll, diese im Sinne des Klimaneutralitätsziels zu koordinieren bzw. mit den Beteiligten über Synergien und Benchmarks zu diskutieren. Zielgruppenspezifische Angebote und Beratungsformen sind zu finden (z.B. für einkommensschwache Haushalte oberhalb des Transferbezugs, Rentner, junge Singlehaushalte, Vielverbraucher). Erfolgreiche professionelle kommunale Beratungsangebote (z.B. das EnergieSparProjekt (ESP) Nürnberg http://www.nuernberg.de/imperia/md/esp/dokumente/infolyer_energiesparprojekt.pdf) können als Benchmark dienen. Strom, Wasser und Wärme sollten abgedeckt werden. Auch Erfahrungen aus Beratungsinitiativen der Berliner Wohnungswirtschaft (z.B. <i>clevererKiez</i> (http://www.cleverer-kiez.de/)) sollten einbezogen werden. Das Element des Wettbewerbs der Berliner Haushalte dient als Ansporn und der Publicity, eventuell können die Haushalte im Rahmen der Verleihung des Berliner Energiepreises geehrt werden. Bestehende Schulprojekte (z.B. http://www.fifty-fifty.eu/) sollten weiter ausgebaut werden, um auch die nachwachsenden Generationen praktisch zu sensibilisieren.</p>	

Suffizienzkampagne	PHK - 6
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Der Senat unterstützt die Entwicklung klimafreundlicher und nachhaltiger Konsummuster und Lebensstile durch Information, eigene Initiativen und die Schaffung von sozialen Räumen und Gelegenheitsstrukturen. Ziel ist es, Einstellungs- und Verhaltensmuster der Bürgerinnen und Bürger im Sinne des Klimaneutralitätsziels – speziell auch mit Blick auf die Tragfähigkeit des Erdsystems und die (oft indirekten) Effekte des dominanten Modells privaten Konsums – zu ändern. Durch die Betonung von Reflexion auf Grenzen, von Teilen, Selbermachen, Reparieren etc. hat diese Maßnahme auch einige entkommerzialisierende Komponenten.</p> <p>Insgesamt sollten verschiedene Aktivitäten und Einzelmaßnahmen verfolgt werden: (1) Unterstützung von bestehenden lokalen Initiativen der Sharing-Economy (z.B. Gemeinschaftsnutzungen, Reparaturläden, Micro-PPP, öffentliche Flächen für private/kollektive Nutzungen, neue Wohnformen...). (2) Studie zu den Ausbaupotenzialen der Sharing-Economy in Berlin beauftragen. (3) Förderung von Pilotprojekten zur Erprobung klimaneutraler Lebensstile unter aktuellen Bedingungen. (4) Nachhaltiger Konsum- und Restaurantführer Berlin. (5) Trinkwasser statt Mineralwasser bei öffentlichen Anlässen. (6) Fleischlose Tage in den Berliner Kantinen. (7) Entwicklung einer kommunikativen „Dachmarke“ für diese Aktivitäten (incl. Webseite, Facebook-Auftritt) und Anbindung ans Stadtmarketing. (8) Positionierung Berlins als „Shareable City“. (9) Prüfung der Einführung einer lokalen Berliner Währung unter Einbeziehung einer Zeittauschbörse.</p>	
<p>Szenarienbezug Szenario 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Senatsverwaltung (Wirtschaft, Stadtentwicklung und Umwelt) 2. Wirtschaft, private Haushalte, Zivilgesellschaft, städtische Unternehmen 	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Mit der Maßnahme sind mehrere Lebens- und somit auch rechtliche Bereiche angesprochen, welche einer Umsetzung von Suffizienzmaßnahmen jedoch grundsätzlich nicht entgegenstehen. Sharing - Maßnahmen im privaten Bereich können bspw. steuerlich bzw. durch Stadtplanung (Planung hierfür notwendiger Infrastruktur und Flächen) begünstigt werden (vgl. Schlacke et al. 2012: 71).</p>	
<p>Fristigkeit Mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial mittel</p>	
<p>Finanzieller Aufwand mittel</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> – Stärkung der lokalen Ökonomie (+) – Stimulierung des (auch: lokalen) Marktes für klimafreundliche Produkte und Dienstleistungen (+) – Beförderung der Klimaneutralitätsaktivitäten Dritter (+) – Eventuell Widerstände aus Teilen der Wirtschaft (-) 	

Erläuterungen/ Kommentare

Suffizienz darf nicht, wie oft üblich, mit Verzicht gleichgesetzt werden, sondern mit Bedürfnisreflexion und der freiwilligen Änderung von Konsummustern mit dem Ziel der Klimaneutralität, die auch als Bereicherung empfunden werden kann. Die öffentliche Hand kann diesen Prozess aktiv und ohne Bevormundung unterstützen, indem sie Gelegenheitsstrukturen schafft und Hürden beseitigt.

Das Konzept der „Sharing-Economy“ wird als konzeptioneller Rahmen für die Suffizienzkampagne gewählt, um die spezifisch städtischen Aspekte sowie die wirtschaftlichen Potenziale hervorzuheben. Die Sharing-Economy umfasst (1) Redistributionsmärkte (z.B. Tauschbörsen, Second-Hand-Märkte, Ebay), (2) Produkt-Dienstleistungssysteme (z.B. kommerzielle Verleihsysteme, Car-Sharing-Systeme, Business-to-business Sharing von Räumen oder Geräten), (3) Kollaborative Lebensstile (z.B. Tauschen und Teilen zwischen Gleichgesinnten („Peers“), Co-Housing (id22 Institute for Creative Sustainability 2012)) und wird durch neue Medien und soziale Netzwerke unterstützt. Bestehende wirtschaftliche und zivilgesellschaftliche Initiativen sollten unterstützt werden, Infrastrukturen und andere städtische Ressourcen (z.B. Flächen, Gebäude) gezielt bereitgestellt werden (z.B. für stadtteilbezogene Reparatur- und Tauschbörsen). Mit der Berliner Wirtschaft (IHK, andere) ist zu prüfen, welche Sparpotenziale und Synergien sich aus dem Business-to-business Sharing (z.B. Büroflächen, Geräte, Dienstfahrzeuge...) ergeben könnten. Studien sollten beauftragt werden, die das ökologische, soziale und ökonomische Potenzial der Sharing Economy speziell für Berlin ausloten und konkrete Handlungsempfehlungen geben (analog zu Studien zur Kreativwirtschaft). Gleiches gilt für avanciertere, aber auch noch weniger greifbare und mit Risiken behaftete Vorhaben wie Lokalgeld und Zeittauschbörse. Eine Einbindung in das Berliner Stadtmarketing ist zu prüfen. Die Reduktion des Fleischkonsums ist aus Klimagesichtspunkten, aber auch zur Verbesserung der Gesundheit, eine sinnvolle Maßnahme, auch wenn sie sich nicht in der Berliner Energie- und CO₂-Bilanz niederschlägt. Ein an Klima- und Nachhaltigkeitszielen orientierter Einkaufs- und Restaurantführer dient der Verbreitung entsprechender Konsummuster in der Stadt, aber auch einem Zielgruppentourismus und einem förderwürdigen Berliner Wirtschaftssegment. Es besteht eine starke Überschneidung zu den Handlungsfeldern Verkehr (Szenario 2) und Wirtschaft (Szenario 2).

Dynamisches und integriertes Park- und Straßenraum-Management

V - 1

Kurzbeschreibung

Derzeit nutzen 55 % der Fahrzeughalter in Berlin einen Stellplatz im öffentlichen Raum an ihrem Wohnort (Ahrens 2009) und zahlen dafür entweder gar nicht oder eine marginale Gebühr von 20 Euro für zwei Jahre (entspricht ca. 3 ct pro Tag). Für die Vielzahl von Berufstätigen, die an ihrem Arbeitsort bzw. Zielort im öffentlichen Raum parken sowie für Besucher und Kunden sind derzeit keine Daten verfügbar. Straßennutzungsgebühren wie etwa die London Congestion Charge werden in Berlin wie in anderen deutschen Städten nicht erhoben. Zur Umsetzung einer nachhaltigeren Verkehrspolitik und zur effizienteren Nutzung wertvollen öffentlichen Straßen- und Parkraums sollten langfristig auch marktwirtschaftliche Instrumente zum Einsatz kommen. Ein solches Preisinstrument umfasst sinnvollerweise sowohl die Gebühren für den ruhenden Verkehr, für den fließenden Verkehr als auch die Bepreisung der Antriebsart entsprechend ihres Schadstoff- und CO₂-Ausstoßes (in Kombination mit Maßnahme V-2). Für die Zielerreichung im ersten Szenario richtet sich die Maßnahme am CO₂-Ausstoß und Antrieb der Fahrzeuge aus, sodass alternative Antriebe bevorzugt werden. Zur Zielerreichung des zweiten Szenarios ist neben dem Antrieb auch der Besitzstatus des Fahrzeugs von Bedeutung, sodass geteilte Fahrzeuge begünstigt werden.

Die konventionelle Parkraumbewirtschaftung würde in diesem Zusammenhang erweitert: Das Abstellen privater Pkw (die nur durchschnittlich weniger als 5 % des Tages bewegt werden, aber ca. 14 m² Stellfläche beanspruchen) im öffentlichen Straßenraum würde weniger attraktiv und ein Teil der nicht mehr zugedachten Flächen stünde für andere Nutzungen wie Grünflächen, Fahrradabstellanlagen, Radstreifen, Lieferzonen oder Gehwegverbreiterungen zur Verfügung. Zudem könnte ein Teil der Stellflächen wohnortnah zu Standorten für (Mobilitäts-)Dienstleistungen wie Carsharing, Bikesharing, Pflegedienste u.ä. umgewidmet werden. Ein konsequentes Road-Pricing, z.B. innerhalb des S-Bahn-Ringes, könnte darüber hinaus räumlich (auf definierten Straßenabschnitten) wie zeitlich (je nach Tageszeit) gestaffelt dazu beitragen, hochfrequentierte Straßen zu entlasten und einen gleichmäßigeren Verkehrsfluss über den Tag zu ermöglichen. Nicht zuletzt würde es aber dazu beitragen, dass sich ein Teil der Autofahrer aufgrund des erhöhten Anteils der sog. Out-of-Pocket-Kosten zum Umstieg auf umweltfreundlichere, klimaschonende und stadtvträglichere Verkehrsmittel entscheidet, was erheblich zur Verbesserung der Lebensqualität aller beiträgt. Diese Maßnahme könnte gleichzeitig auch das Verlagern von Straßengüter-/wirtschaftsverkehr auf alternative Antriebe und nachhaltigere Verkehrsmittel fördern.

Die fahrleistungsbezogenen Nutzergebühren würden langfristig automatisiert und elektronisch erhoben. Allerdings müssten zu jeder Zeit alle Anforderungen des Datenschutzes erfüllt sein, was bspw. einen Rückschluss von Bewegungsprofilen auf die Fahrzeughalter oder Fahrer angeht. Die Einnahmen des dynamischen und integrierten Park- und Straßenraum-Managements kämen zum einen dem Erhalt und Ausbau der Infrastrukturen aller Berliner Verkehrsträger zugute und zum anderen der Förderung der Alternativen zum motorisierten Individualverkehr. Durch den zu erwartenden Rückgang des Verkehrsaufkommens im MIV sollte darüber hinaus geprüft werden, ob Straßenabschnitte oder ganze Quartiere nach eingehender Einzelfallprüfung und Bürgerbeteiligung verkehrsberuhigt oder für den privaten Autoverkehr gesperrt werden können. Beispiele für autoarme bzw. -freie Räume sind klassische Fußgängerzonen in Einkaufsstraßen, Wohnstraßen ohne Autoverkehr oder die Verkehrsberuhigung ganzer Wohnviertel.

Szenarienbezug

1 und 2 (insbes. Szenario 2)

Akteursbezug

Politik, Senat, Bezirke

Rechtlicher und administrativer Rahmen

Eine gebietsabhängige Abgabe bzw. nutzungsabhängige Gebühr erfordert ein kommunales Gesetz des Landes Berlin. Das Preisinstrument muss sich am Erforderlichkeits- und Verhältnismäßigkeitsmaßstab messen lassen, hierfür sind ggf. entsprechende (Ausgleichs-/Umlage-)Mechanismen zu entwickeln insbesondere bei Ausgestaltung als Umweltabgabe (Emissionssonderabgabe). Die Grundsätze der Gleichbehandlung, Kostendeckung und Äquivalenz im Gebührenrecht müssen beachtet werden. Lenkungs(sonder)abgaben sind je nach Ausgestaltung für die Straßennutzung grundsätzlich möglich. Aufgrund der Kompetenzordnung zur Erhebung von Entgelten im Straßenverkehr sollte zur Abdeckung aller relevanten Nutzungstatbestände auf eine bundesrechtliche Regelung hingewirkt werden. Europarechtlich sind die Bedingungen der Kommission für die Vereinbarkeit von Straßennutzungsgebühren mit Europarecht (Mitteilung COM 2012(199)) final zu beachten. Die Neuorganisation von Straßenraum und nicht mehr genutzten Parkflächen kann durch eine entsprechende Bauleitplanung erfolgen sowie durch eingeschränkte Widmung der Verkehrsflächen gemäß § 3 Abs. 3 BerlStrG.

Fristigkeit

Planung: kurzfristig

Umsetzung: mittel- bis langfristig

CO₂-Minderungspotenzial

sehr hoch

Finanzieller Aufwand

sehr hoch, v.a. zur Umsetzung eines geeigneten Erhebungssystems

Nebeneffekte (positiv + negativ)

- Steigerung der städtischen Lebensqualität durch Lärm- und Emissionsminderung
- Entlastung des kommunalen Haushalts; zusätzliche zweckgebundene Einnahmen zur Stärkung des Umweltverbundes und zum Erhalt/Ausbau der Verkehrsinfrastruktur
- Langfristig Mehrkosten für private Pkw-Besitzer; Entlastung für das Mobilitätsbudget jener, die auf gescharte bzw. öffentliche oder nichtmotorisierte Verkehrsmittel umsteigen

Zero-Emission-Zone Berlin	V - 2
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Im Jahr 2008 wurde in Berlin die Umweltzone eingeführt und seit 2010 gelten verschärfte Einfahrbedingungen. Dadurch konnten einerseits eine Modernisierung der Fahrzeugflotte, bspw. durch den Einbau von Partikelfiltern, und andererseits eine Reduktion der Luftschadstoffe erreicht werden. Die Luftqualität wurde nach ersten Messungen verbessert (Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz 2011). Dennoch bleibt bis auf weiteres das Grundproblem lokal wirkender Luftschadstoffe trotz Modernisierung der Fahrzeugflotte aufgrund des Verbrennungsprozesses in den Motoren virulent, z.B. bzgl. des Stickstoffdioxids (NO₂), dessen Grenzwert an vielen verkehrsnahen Messstationen überschritten wird (UBA 2013).</p> <p>Darüber hinaus hat der Verkehrssektor bislang den geringsten Beitrag zur Verminderung des CO₂-Ausstoßes in Deutschland geliefert. Eines der wirksamsten Mittel zur Erneuerung der Fahrzeugflotte und sukzessiven Reduktion auch der CO₂-Emissionen ist die stufenweise Intensivierung der Luftreinhaltestandards unter Einbeziehung bereits bestehender Instrumente. In diesem Zusammenhang wird vorgeschlagen, die Emissionsgrenzwerte zur Einfahrt in die Innenstadt, also in die bereits bestehende Umweltzone, stufenweise zu verschärfen und langfristig auch auf die Antriebsart anzuwenden. Hierfür sollte zeitnah ein Regelwerk und ein Fahrplan zur schrittweisen Einführung erstellt werden, an dessen Ende die „Zero-Emission Zone Berlin“ steht. Im Rahmen der fahrleistungsbezogenen Bepreisung des Straßenverkehrs (s.a. Maßnahme V-1) könnten Luftschadstoff- und CO₂-Ausstoß je nach Umfang automatisch mit erhoben und mit entsprechend gestaffelten Gebühren belegt werden. Fahrzeuge mit Plug-In-Hybridantrieb zahlen naturgemäß weniger, ausschließlich elektrisch betriebene Fahrzeuge wären komplett von den Zahlungen befreit. Diese Maßnahme würde die Marktdurchdringung alternativer Antriebe beschleunigen, ohne diese direkt fördern zu müssen. Folgende Einzelmaßnahmen werden vorgeschlagen:</p> <p>(a) Erstellung von Regelwerk und langfristigem Fahrplan</p> <p>(b) Schrittweise Einführung der Zonen (beginnend mit dem S-Bahnring und weiteren städtischen Zentren) und sukzessive Anpassung der Grenzwerte und stufenweise Ausweitung auf das gesamte Stadtgebiet</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 (hier besonders wichtig zur Zielerreichung) und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Politik, Senat, Bezirke</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Die Umweltzone wird im Vollzug der Maßnahmenplanung im Luftreinhalteplan Berlin (aktuell: 2011-2017) – und nur auf Grundlage des § 40 Abs.1 S. 1 BImSchG sowie der 39. BImSchV eingerichtet. Voraussetzung für die Einrichtung ist derzeit eine Überschreitung der Grenzwerte der 39. BImSchV. Der Plan muss hinreichend konkrete Vorgaben dazu machen, wo und wie der Verkehr zu beschränken ist. Die maßgeblichen Immissionswerte werden in der 39. BImSchV festgelegt. Eine Änderung dieser Rechtsverordnung auf Bundesebene bedarf nach § 48a BImSchG der Zustimmung durch den Bundesrat. Die Regelung von Nutzungseinschränkungen bei Berliner Straßen bedarf der Schaffung der gesetzlichen Grundlage nach Berliner Landesrecht.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>(a) kurzfristig</p> <p>(b) mittel- bis langfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>sehr hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering (Erhebung über V-1)</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anreiz zur Erneuerung der Fahrzeugflotte und Durchdringung alternativer Antriebe - Rückgang des Verkehrsaufkommens im Straßenverkehr 	

Klimaneutraler und stadtverträglicher Wirtschaftsverkehr	V - 3
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Ein Ziel des StEP Verkehr bis 2025 ist es, die Erreichbarkeit von Quellen und Zielen des Wirtschaftsverkehrs zu erhalten und zu verbessern – bei gleichzeitig stadtverträglicher Gestaltung. Für einen klimaneutralen Wirtschaftsverkehr und damit die Zielerreichung beider Zielszenarien wäre es darüber hinaus erforderlich, neben Erreichbarkeit und Stadtverträglichkeit auch die Klimaverträglichkeit in den Vordergrund zu rücken und alle Maßnahmen auch an diesem Ziel auszurichten.</p> <p>Die Anforderungen an den städtischen Wirtschaftsverkehr werden sich bis 2050 verändern. Gemeinhin wird angenommen, dass die Anzahl der Sendungen weiter zunehmen wird, bei gleichzeitiger Abnahme der Sendungsgrößen (vgl. Fraunhofer IIS 2013). Daneben steigt die Nachfrage der Kunden nach nachhaltigen Logistikdienstleistungen und das Bewusstsein der Bevölkerung für urbane Aufenthaltsqualität nimmt zu (vgl. Deutsche Post AG 2012). Außerdem bieten Innovationen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie der alternativen Antriebe Möglichkeiten für neue Logistiklösungen.</p> <p>Ergänzend zur Aussage im StEP Verkehr, dass der Wirtschaftsverkehr maßgeblich durch die handelnden Akteure (Unternehmen und ihre Beschäftigte) gestaltet wird, kann auch die Politik aktiv auf die Gestaltung des Wirtschaftsverkehrs durch die Förderung alternativer Logistiklösungen und die Schaffung entsprechender Rahmenbedingungen einwirken (siehe z.B. auch Maßnahmen V-1 und V-2).</p> <p>In diesem Zusammenhang sollte frühzeitig auf Veränderungen, zu denen bspw. die erwartbar steigenden Kosten für den Straßengüterverkehr durch Ausweitung der Lkw-Maut auf Bundesstraßen und auf Lkw ab 7,5 Tonnen (zGG) (Bundesrat 2013; bei Ökoinstitut 2013 sogar ab 3,5 Tonnen (zGG)) zählen, reagiert und alternative Logistikkonzepte mit neuen Antrieben erprobt und implementiert werden. Hierfür stehen aktuell beispielhaft die Projekte „NaNu! – Nachtbelieferung mit elektrischen Nutzfahrzeugen“ (DLR 2014a), „DisLog“ für ressourceneffiziente Distributionslogistik in urbanen Räumen mit elektrisch angetriebenen Verteilfahrzeugen im Handlungsfeld des städtischen Güterverkehrs (eMo 2014), und „Ich ersetze ein Auto“ zum Einsatz von Elektro-Lastenrädern im Kurier- und Expressdienst (DLR 2014b).</p> <p>Die Maßnahmen V-1 und V-2 haben bereits einen großen Einfluss auf die Veränderung der Flottenzusammensetzung des Berliner Wirtschaftsverkehrs. Alternative Antriebe rechnen sich hier vsl. frühzeitig zur Feinverteilung von Waren. Es müsste gleichzeitig ein Angebot geschaffen werden, das die Berliner Unternehmen bei der Erneuerung ihrer Fahrzeugflotten berät und unterstützt.</p> <p>Das Lastenfahrrad (mit und ohne elektrischen Antrieb) könnte in allen Szenarien eine wichtige Rolle bei der Feinverteilung, insbesondere bei Kurierfahrten, spielen. Hier sollte darauf geachtet werden, dass auch die Fahrradinfrastruktur an die Bedürfnisse dieser Verkehrsmittel angepasst wird. Dazu zählen u.a. hinreichend breite Radstreifen und entsprechende Abstellanlagen.</p> <p>Die sich verändernden Anforderungen an urbane Ver- und Entsorgung und die stetigen technischen Innovationen im Bereich IKT und Fahrzeugtechnik laden dazu ein, mittelfristig neu über das Thema City-Logistik nachzudenken (vgl. Fraunhofer IIS 2013). Zur Zielerreichung von Szenario 2 bietet es sich im Rahmen der Fortschreibung des integrierten Wirtschaftskonzeptes an, für die Stadt Berlin und die Hauptstadtregion eine Machbarkeitsstudie für ein stadtweites City-Logistik- (bzw. City-Terminal-) Konzeptes unter Einbezug der Verkehrsträger Schiene und Schiff sowie den Ergebnissen aus den derzeit laufenden Forschungsprojekten zur stadtverträglichen Feinverteilung zu erstellen.</p> <p>Ein wichtiger Bestandteil des neuen City-Logistik-/ City-Terminal-Konzeptes könnte langfristig die Ausweitung von Fahrverboten für schwere Lkw sein, mit dem Ziel, das Stadtgebiet langfristig und stufenweise vom schweren Lkw-Verkehr zu entlasten. Die Endphase könnte dann wie folgt aussehen: Einfahrverbot für Lkw > 7,5 t zulässigem (zGG) Gesamtgewicht ins gesamte Stadtgebiet (Ausnahmen: Relationen zu den Sammel- und Verteilerzentren am Stadtrand sowie in der Nähe der großen Gewerbegebiete sowie Sonderfahrzeuge) und Lkw > 3,5 t (zGG) innerhalb S-Bahnring und weitere urbane Zentren im restlichen Stadtgebiet Ausnahme: Sonderfahrzeuge).</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2 (insbesondere 2)</p>	
<p>Akteursbezug Politik, Wirtschaft, Senat</p>	

Rechtlicher und administrativer Rahmen

Eine an der Klimaverträglichkeit orientierte Maßnahmenpriorisierung im StEP Verkehr ist empfehlenswert. Eine entsprechende Gewichtung der Qualitäts- und Handlungsziele des integrierten Wirtschaftsverkehrskonzepts Berlin ist für die Umsetzung eines klimaverträglichen Wirtschaftsverkehrs erforderlich. Zwar besitzt der StEP Verkehr keine rechtliche Verbindlichkeit, er hat jedoch den Wirkungsanspruch als Rahmen für die ihm nachgeordneten, konkreten und sektoralen Planungen, wie dem Integrierten Wirtschaftskonzept, zu gelten.

Zur Entlastung des Stadtgebiets von schwerem Lkw-Verkehr bietet sich die Einschränkung der Widmung öffentlicher Verkehrsflächen nach § 3 Abs. 3 BerlStrG aus Gründen des öffentlichen Wohls und unter Beachtung des Gebots sachgerechter Differenzierung (Art. 3 Abs. 1 und 3 GG) an.

Fristigkeit

Planung kurzfristig

Umsetzung mittel- bis langfristig

CO₂-Minderungspotenzial

mittel

Finanzieller Aufwand

Hoch, v.a. zur Umsetzung eines City-Logistik- (City-Terminal-) Konzepts (hohe Kosten z.B. für Konsolidierungsflächen in Zentrumsnähe)

Nebeneffekte (positiv + negativ)

Steigerung der städtischen Lebensqualität durch Lärm- und Emissionsminderung

Etaterhöhung für Rad- und Fußverkehr	V - 4
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Der STEP Verkehr sieht bereits wichtige und umfassende Maßnahmen zur Förderung des nicht motorisierten Verkehrs vor, die bis zum Jahr 2025 umgesetzt sein sollen, insbesondere im Rahmen der Fuß- und der Radverkehrsstrategie. Die einzelnen Instrumente zur Attraktivierung dieser umweltfreundlichen und gesundheitsfördernden Fortbewegungsarten sind längst bekannt und vielerorts erprobt, so z.B. für den Radverkehr die Ausweisung von Fahrradstraßen, der anforderungsgerechte Ausbau an Hauptverkehrsstraßen oder die sichere Radverkehrsführung an Knotenpunkten. Sie sind in der Regel vergleichsweise preiswert und es kann dafür bereits vorhandener Straßenraum genutzt werden.</p> <p>Neben der bereits sehr hohen Bedeutung des nichtmotorisierten Verkehrs am Berliner Modal Split hat insbesondere die Nachfrage im Fahrradverkehr in den letzten Jahren stark zugenommen. Um das Ziel der Klimaneutralität in Berlin langfristig erreichen zu können, sollte diese Entwicklung frühzeitig und umfassend unterstützt werden, um flächendeckend sinnvolle Maßnahmen umsetzen zu können. Dazu bedarf es allerdings einer umfänglichen Erhöhung der finanziellen Mittel. Der Nationale Radverkehrsplan der Bundesregierung 2020 bspw. geht von einem Mittelbedarf von 8 bis 19 Euro pro Einwohner und Jahr aus, um in Städten und Gemeinden ein „guten Standard“ zu erreichen (BMVBS 2012). Für Berlin wird derzeit bis 2017 angestrebt, 5 Euro pro Einwohner und Jahr zu erreichen (SenStadtUm 2013).</p> <p>Dieser drohenden Unterfinanzierung könnte mit den schrittweise und nach Umsetzungsgrad steigenden Einnahmen des Integrierten Park- und Straßenraum-Managements (s. entspr. Maßnahme) entgegengewirkt werden, die gezielt auch den Verkehrsmitteln des Umweltverbundes zugute kommen sollten. Neben der finanziellen Aufwertung des Rad- und Fußverkehrsetats wären darüber hinaus sukzessive Straßenflächen nutzbar, die vordem dem ruhenden und fließenden motorisierten Verkehr zur Verfügung standen, dessen Nachfrage je nach Zielszenario bis 2050 mehr oder weniger stark sinkt.</p> <p>Aufgrund der umfangreichen Zielgrößen beim stadtweiten öffentlichen Fahrradverleihsystem (V-6) und der erforderlichen Wegeinfrastruktur spielt diese Maßnahme im Szenario 2 eine noch größere Rolle.</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2 (insbesondere 2)</p>	
<p>Akteursbezug Politik, Senat und Bezirke</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Der rechtliche Rahmen für die Anpassung der Haushaltsmittel für den Rad- und Fußverkehr ist gegeben (LHO), vgl. die Ansätze für die Abteilung VII – Verkehr – im Haushaltsplan 2014-2015.</p>	
<p>Fristigkeit kurz- bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial hoch</p>	
<p>Finanzieller Aufwand hoch Radverkehr: bei 5 Euro/Ew wären das 2013 ca. 16 Mio./Jahr (von 935 Mio. Euro Verkehrsetat 2013)</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verkehrsverlagerung auf den Umweltverbund - Steigerung der städtischen Lebensqualität durch Lärm- und Emissionsminderung - Aktive Gesundheitsförderung - Neuverteilung von Haushaltsmitteln 	

Schaffung umfassender Anreize für das <i>Carsharing</i>	V - 5
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Berlin ist 2013 – gemessen an der absoluten Zahl der zugelassenen Fahrzeuge – die Welthauptstadt des Carsharing (CS). Neben mehreren Anbietern von stationsbezogenem und One-Way-Carsharing steigt die Zahl von Peer2peer-Angeboten, bei denen private Pkw zur gemeinschaftlichen Nutzung bereitgestellt werden. Bei flächendeckender Ausbreitung und einem dichten Netz von Stationen bzw. Fahrzeugen, die mit kurzen Fußwegen erreicht werden können, bietet das Carsharing das Potenzial, die Anzahl der Pkw in Städten deutlich zu reduzieren, dennoch individuelle Mobilität zu ermöglichen sowie gleichzeitig die spezifischen Mobilitätskosten der Nutzer zu senken. Darüber hinaus werden die Grenzen zwischen professionellem und informellem Carsharing zukünftig immer mehr verschwimmen: Bspw. wird es technisch und organisatorisch möglich sein, sein Privatfahrzeug für bestimmte Zeiträume Dritten zur Verfügung zu setzten.</p> <p>Über die bereits im StEP Verkehr bis 2025 vorgesehenen Maßnahmen hinaus werden folgende Einzelmaßnahmen vorgeschlagen:</p> <p>(a) Reduzierung der zurzeit sehr hohen Parkgebühren für Anbieter flexiblen (One-way-) Carsharings. In Amsterdam parken Elektroskarts von car2go kostenfrei.</p> <p>(b) Weitere Ausweisung von Stellplätzen im öffentlichen Raum, die Carsharing vorbehalten sind, nachdem hierzu Rechtssicherheit auf Bundesebene geschaffen sein wird. Für jeden neu geschaffenen CS-Stellplatz könnten Stellplätze in der Umgebung entsprechend reduziert werden, um das Entlastungspotenzial direkt zu heben. (So praktiziert es bereits heute die Stadt Bremen.)</p> <p>(c) Halb-öffentliche Flotten in öffentlichen und sonstigen Institutionen sowie Unternehmen, d.h. Nutzung von Fahrzeugen sowohl für dienstliche Zwecke und für das CS, z.B. nach Dienstschluss, unter Verwendung geeigneter Kofinanzierungsmodelle. Hierzu existieren bereits mehrere Beispiele (Co-Working-Spaces, Wohnungswirtschaft, betriebliches Mobilitätsmanagement)</p> <p>(d) Anpassen der Stellplatzverordnung: Aufnahme des Fahrzeug-Sharings für den Wohnungsneubau bzw. bei Sanierung</p> <p>(e) Ermöglichen einer sukzessiven Umstellung der Carsharing-Flotten auf alternative Antriebe, die sich aus regenerativen Stromquellen speisen, bspw. durch Ausweisen und Installieren einer ausreichenden Zahl von Ladepunkten im öffentlichen Straßenraum</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und 2 (insbes. Szenario 2)</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Politik, Senat, Bezirke, Mobilitätsanbieter</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Ausnahmetatbestände für die Befreiung von Sharing-Fahrzeugen von Parkgebühren können mit Sonderparkausweisen geschaffen werden (vgl. Regelungen in Stuttgart und Konstanz).</p> <p>Förderung durch Flächenfestsetzung für Stellplätze gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 11 BauGB.</p> <p>Anpassung des § 50 BauO Bln an die Anforderungen der notwendigen Infrastruktur und Berücksichtigung in künftiger AV/VO Stellplätze.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>Kurzfristig bis mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>Hoch. Neuzugelassene Carsharing-Fahrzeuge emittieren rund 16 % weniger CO₂-Emissionen als der Durchschnitt der Neuwagen in Deutschland (bcs 2008). Dazu kommen Einsparungen durch Verhaltensänderung der CS-Nutzer (Rückgang Fahrleistung, mehr zurückgelegte Wege mit dem Umweltverbund)</p>	

Finanzieller Aufwand

gering

Nebeneffekte (positiv + negativ)

- Reduzierung der Anzahl von Pkw
- Verkehrsverlagerung auf den *Umweltverbund*
- Steigerung der städtischen Lebensqualität durch Lärm- und Emissionsminderung

Stadtweites öffentliches Fahrradverleihsystem	V - 6
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Der Radverkehr hat ein sehr hohes CO₂-Entlastungspotenzial. In Berlin hat die Fahrradnutzung seit der Jahrtausendwende, insbesondere innerhalb des S-Bahn-Rings, stark zugenommen (SenStadt 2011). Dabei ist die Fahrradverfügbarkeit der Berliner Haushalte im Vergleich zum Bundesdurchschnitt unterdurchschnittlich (Ahrens 2009). Seit Jahren besteht die Möglichkeit für Bewohner und Touristen, öffentliche Fahrradverleihsysteme zu nutzen (u.a. nextbike GmbH, Call-a-Bike der DB AG). Die Nutzung ist bei letzterem durch die Umstellung vom flexiblen auf ein System mit wenigen festen Stationen zwar gesunken. Beispiele aus dem Ausland zeigen jedoch, dass ein dichtes und flächendeckendes Netz und eine ausreichende Anzahl von Leihrädern zu einer starken Nutzung führen kann, selbst in Städten ohne „Fahrradtradition“ wie Paris.</p> <p>Insofern kann ein öffentliches Fahrradverleihsystem einen wichtigen Beitrag liefern, um Berlin bis 2050 klimaneutral zu machen, wenn es auch in der Wahrnehmung der Bürger zu einem selbstverständlichen Bestandteil der alltäglichen Mobilitäts Optionen wird: Bei einem dichten Netz von Stationen, der Omnipräsenz von one-way-fähigen Leihrädern, einfacher Bedienbarkeit und v.a. der automatischen Abbuchung der Fahrtkosten im Rahmen eines integrierten Tarifs sinken die Zugangsbarrieren erheblich. Leihfahrräder übernehmen darüber hinaus wichtige Zubringerfunktionen zu den Achsen des öffentlichen Verkehrs und sind somit ein wichtiger Bestandteil eines intermodalen Gesamtkonzepts. Betrieben wird das System von Privatunternehmen; die notwendige öffentliche Kofinanzierung könnte durch die Einnahmen aus dem dynamischen und integrierten Park- und Straßenraum-Management bestritten werden. Vorgeschlagen wird die Einrichtung eines Fahrradverleihsystems, das zunächst in der Innenstadt nach und nach eine große bis sehr große Dichte erreichen sollte und danach sukzessive auch in periphereren Stadtbereichen (primär in Subzentren) errichtet wird. Im Zielzustand stünden im Jahr 2050 bis zu 80.000 Räder (Zielszenario 2: 230.000 Räder) zur Verfügung. Für den Erfolg (planerisch und wirtschaftlich) ist in Zentren eine sehr hohe Stationsdichte von weniger als 200 Meter Entfernung bis zum nächsten Standort erforderlich (Fishman, Washington & Haworth 2013). Überdies können neue Finanzierungsmöglichkeiten zum wirtschaftlichen Erfolg beitragen (z.B. mobiles Marketing wie ‚Barclays Cycle Hire‘ in London, Kofinanzierung durch profitierende Akteure wie bspw. Immobilienwirtschaft oder Einzelhandel).</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und 2 (insbes. Szenario 2)</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Politik, Senat, Bezirke, Mobilitätsanbieter, ggf. Dritte (Marketing, Branding)</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Bei finanzieller Förderung aus öffentlichen Mitteln sind die Vorgaben der LHO sowie beihilferechtliche Vorgaben zu beachten. Die Maßnahme sollte trotz des damit verbundenen rechtlich unverbindlichen Charakters als Ziel in die Radverkehrsstrategie des Senats und im StEP Verkehr aufgenommen werden.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>Planung: kurzfristig Umsetzung mittel- bis langfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial –</p> <p>Hoch durch Substitution motorisierter Fahrten.</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Hoch bis sehr hoch; derzeit ca. 1000 Euro/Rad und Jahr Förderung durch Berlin. Senkung der spezifischen Kosten durch höhere Stückzahlen, Standardisierung und ggf. Einnahmen durch Branding.</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verkehrsverlagerung auf den <i>Umweltverbund</i> - Steigerung der städtischen Lebensqualität durch Lärm- und Emissionsminderung - Aktive Gesundheitsförderung 	

Vernetzungsoffensive Personenverkehr	V - 7
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Der StEP Verkehr sieht bis 2025 bereits wichtige Verbesserungen der vorhandenen Verknüpfungen zwischen den ÖPNV-Verkehrsmitteln untereinander sowie in der Kombination individueller und kollektiver Verkehrsmittel vor. Im Vordergrund stehen hierbei z.B. die Verlegung von Bushaltestellen, der Bau zusätzlicher und der Ausbau vorhandener Fahrradabstellplätze an Bahnhöfen und Haltestellen oder der Ausbau des Angebots öffentlicher Leihfahrräder mit tariflicher Integration in den ÖPNV.</p> <p>In Ergänzung zu diesen Maßnahmen und als Weiterführung bis zum Zieljahr 2050 dieser Machbarkeitsstudie wird vorgeschlagen, sowohl die physische als auch die virtuell-informativische Vernetzung aller Verkehrsträger im Personenverkehr weiter zu intensivieren und somit den Kunden, Bürgern wie Besuchern, die Nutzung extrem zu vereinfachen. Im einzelnen sollte über die sowieso vorgesehenen Maßnahmen hinaus folgendes umgesetzt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufwerten möglichst vieler Bahnhöfe und Haltestellen des schienengebundenen ÖPNV, der Metrolinien und wichtiger weiterer Bushaltestellen zu Drehscheiben der intermodalen Mobilität, u.a. durch haltepunktnahe und in ausreichender Zahl vorhandene Fahrradabstellanlagen, Fahrradentleihstandorte, Stellplätze für <i>Carsharing</i>-Fahrzeuge; Verbesserung der Umsteigesituation durch direkte Wegeführung und Barrierefreiheit sowie Umsetzung höherer Sicherheits- und Sauberkeitsstandards. - Systemintegration zur Steigerung des Kundenkomforts: Neben der physischen Bereitstellung der Verkehrsmittel und der notwendigen Infrastruktur, ihrer Verknüpfung sowie einer übergreifenden Verkehrsplanung und -steuerung werden die verschiedenen Mobilitätsangebote auch hinsichtlich Information, Buchung Navigation und Abrechnung durchgängig miteinander vernetzt und aus einem Guss angeboten. Den Nutzern wird in Echtzeit die für den jeweiligen Anlass und die Situation passende Verkehrsmittelkombination vorgeschlagen. Der Nutzer zahlt nach einmaliger Anmeldung einen einheitlichen Tarif für die intermodale Mobilitätsdienstleistung (z.B. als Flatrate oder Mobilitätskarte zur übergreifenden Nutzung von ÖPNV, <i>Carsharing</i>, Leihfahrrädern etc.) Am Monatsende erhält er eine transparente Kostenaufstellung zu seiner Mobilität. Auf Wunsch und auf der Grundlage automatisierter Hintergrundkommunikation ist der Tarif anschlussfähig für den Schienen- und Busfernverkehr sowie für den Nahverkehr anderer Städte und Regionen. - Durch direkte Kommunikation mit der Verkehrsmanagementzentrale können aufgrund der dort vorhandenen echtzeitbasierten Nachfrageinformationen neben vorhersehbaren, bspw. saisonalen Nachfrageschwankungen auch kurzfristig auftretende, witterungs- oder störungsbedingte Lastspitzen aufgefangen werden. Folglich können Takte auf einzelnen ÖPNV-Linien bedarfsgerecht verdichtet oder einzelne Fahrspuren für den ÖPNV oder Radverkehr freigeschaltet werden. Auf lange Sicht sollte auch der Wirtschafts- und Lieferverkehr integriert werden <p>Den Vorschlägen zu einer Vernetzungsoffensive kommt entgegen, dass sich durch die fortschreitende Digitalisierung vieler Lebensbereiche die Möglichkeiten der Informations- und Kommunikationstechnologie auch in den nächsten Jahren und Jahrzehnten rasant weiterentwickeln werden. Dies kommt Anbietern wie Kunden zugute. Eine schnell wachsende Anzahl von Bürgern kann mit mobilen Endgeräten umgehen und setzt sie für persönlich-organisatorischen Belange, u.a. für die persönliche Mobilität, ein. Dennoch sollte auch auf informativische Barrierefreiheit geachtet und die vernetzte Mobilitätswelt für alle nutzbar sein, z.B. durch Infoscreens an den Zugangspunkten und jederzeit erreichbare Ansprechpartner. Auch die Belange des Datenschutzes sollten zu jedem Zeitpunkt berücksichtigt sein.</p>	
<p>Szenarienbezug 1 und 2 (insbes. Szenario 2)</p>	
<p>Akteursbezug Politik, Senat, verschiedene Mobilitätsanbieter, ÖPNV-Anbieter, Verkehrsverbund</p>	

Rechtlicher und administrativer Rahmen

Den maßgeblichen gesetzlichen Rahmen gibt hier das ÖPNV-Gesetz Berlin vor. Hier sind Anpassung zur Verknüpfung von öffentlichen und individuellen Verkehr in der Nahverkehrsplanung erforderlich. Daneben sind Anpassungen über eine Erweiterung des Wirkungsanspruchs des StEP Verkehr, vgl. § 5 Abs. 1 S. 2 ÖPNV-Gesetz, auch auf der Ebene der grundsätzlich unverbindlichen Stadtentwicklungsplanung möglich.

Fristigkeit

Erste Leuturmprojekte: kurzfristig

Umsetzung: mittel- bis langfristig

CO₂-Minderungspotenzial

hoch

Finanzieller Aufwand

hoch

Nebeneffekte (positiv + negativ)

- Verkehrsverlagerung auf den Umweltverbund
- Rückgang des Verkehrsaufkommens im Straßenverkehr
- Steigerung der städtischen Lebensqualität durch Lärm- und Emissionsminderung
- Verbesserung der individuellen Mobilität durch Multioptionalität

Berliner Vorreiterrolle bei der Elektromobilität

V - 8

Kurzbeschreibung

Derzeit ist die Infrastruktur zum Beladen (Ladesäulen) und Betanken (Wasserstofftankstellen) alternativer Fahrzeugantriebe oftmals unterausgelastet, da noch zu wenige entsprechende Fahrzeuge zugelassen sind. Daher funktionieren auch die aktuellen Geschäftsmodelle für Ladesäulebetreiber nicht hinreichend. Es ist jedoch mit einem starken Wachstum der Zulassungszahlen zu rechnen (McKinsey; Fraunhofer ISI 2013). Zudem wird der Fahrzeugmarkt heterogener: Batterieelektrische und mit Brennstoffzellen oder Erdgas angetriebene Fahrzeuge werden auf dem Mobilitäts- und Transportmarkt auf Straße mittelfristig keine Nischenprodukte mehr sein und damit auch einen Bedarf für die entsprechende Versorgungsinfrastruktur, zumal in Großstädten mit meist geringeren Fahrtweiten, schaffen.

Für die batterieelektrischen Antriebe werden die Kosten für Ladeinfrastruktur wie in der jüngeren Vergangenheit weiter, u.a. aufgrund von Skaleneffekten und wesentlich vereinfachter Bauweisen sinken (Fraunhofer ISI 2013, BeMobility 2013). Bereits heute bauen Unternehmen wie Ubitricity (Ubitricity 2014) und Ebee Smart Technologies (Ebee 2014) bspw. Laternenmasten im Straßenraum ohne großen Kostenaufwand zu Ladepunkten um. Der zunehmende Erfolg der Sharingmodelle für zusehends auch elektrisch betriebene Pkw und Leihfahräder, deren gezielter Ausbau im Rahmen der intermodalen Vernetzungsstrategie sowie der Einsatz leichter elektrisch betriebener Lieferfahrzeuge als Teil eines klimaneutralen Wirtschaftsverkehrs unterstreicht langfristig Berlins Vorreiterrolle bei der Elektromobilität. (Flankiert wird diese Entwicklung vom Markterfolg der mit Wasserstoff und Erdgas betriebenen Fahrzeuge. Für deren Infrastruktur gilt, dass diese im Zielszenario 1 flächendeckend und in Zielszenario 2 primär in der Nähe des Güter-/ Lieferverkehrs entwickelt werden müsste. Insgesamt wäre jedoch vsl. ein dünneres Netz als das des heutigen Tankstellennetzes erforderlich.)

Neben Pkw und Lieferfahrzeugen ist es auch für den Stadtbusbereich sehr wahrscheinlich, dass sich mittelfristig eine Technologie durchgesetzt haben wird, die den elektrischen Antrieb bezahlbar und konkurrenzfähig darstellen wird. Ob diese Technologie auf austauschbaren Batterieelementen induktiv oder induktiv geladenen Fahrzeugbatterien mit stationärer Ladeinfrastruktur oder der Brennstoffzelle basiert, ist derzeit nicht absehbar. Gerade bei der wichtigen Rolle, die dem ÖPNV bei der vorgelegten Machbarkeitsstudie zukommt, ist eine Elektrifizierung auch des straßengebundenen öffentlichen Verkehrs unabdingbar. Übergangsweise kommen hier, wie auch bei den Pkw und Lieferfahrzeugen, ggf. hybride Antriebsmodelle als Zwischenlösung in Frage.

Nicht zuletzt können Verkehrsflächen und batterieelektrische Fahrzeuge ihren Teil zum Gelingen der Energiewende beitragen: Die E-Fahrzeuge können eine wichtige Rolle spielen, wenn sie in großer Zahl örtlich verdichtet oder in Flottenkonzepten eingebunden sind. Handelt es sich um relevante Mengen, werden sie für einen Verteilnetzbetreiber verlässliche und planbare Pufferkapazitäten als Teil eines Smart Grid bereitstellen können. Die Vielzahl an Verkehrsflächen wie z.B. Bahnhofsdächer oder nicht mehr benötigter Gleisanlagen bietet die Möglichkeit, in Kooperation mit Energieversorgern regenerative Energie v.a. mittels PV-Anlagen zu erzeugen und direkt vor Ort einzuspeisen.

Die Politik kann steuernd und fördernd die schon heute mit führende Rolle Berlins bei der Elektromobilität unterstützen. Vorgeschlagen werden folgende Einzelmaßnahmen, die über jene im Rahmen des StEP Verkehr 2025 vorgesehenen hinausgehen:

- (a) Schaffen von Rahmenbedingungen für den gezielten Ausbau von Infrastruktur (insbesondere im öffentlichen Raum).
- (b) Ausgeweitete Erprobung neuer Antriebstechnologien und Ladeinfrastruktur in öffentlichen Flotten. Die Frage, welche Ladetechnologie sich letztendlich durchsetzen wird (z.B. induktives vs. induktives Laden), wäre ein Gegenstand der Erprobung.
- (c) Kooperation mit Fuhrparks großer Unternehmen und Institutionen u.a. beim Ausbau und der Nutzung der Ladeinfrastruktur (Logistik, Industrie, Autovermieter)
- (d) Bereitstellung von Ladepunkten in ausreichender Anzahl für Sharingfahrzeuge (Pkw und Fahrräder)
- (e) Anstreben von (Ko-)Finanzierung durch Akteure, die von der Infrastruktur profitieren (z.B. Einzelhandel, Wohnungswirtschaft, Immobilienwirtschaft, Mobilitätsdienstleister, Automobilhersteller, Parkhausbetreiber)
- (f) Sukzessive Elektrifizierung auch des straßengebundenen öffentlichen Verkehrs
- (g) Prüfung und ggf. Ausbau von Smart-Grid-Konzepten sowie der Erzeugung regenerativer Energie auf Verkehrsflächen

<p>Szenarienbezug 1 und 2</p>
<p>Akteursbezug Politik, Senat, Mobilitätsanbieter, Energieversorger</p>
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen Der Rahmen für den Ausbau der Ladeinfrastruktur kann durch Flächenfestsetzung gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 11 und 12 BauGB geschaffen werden. Auch die Förderung durch Anpassung von § 50 BauO Bln für Ladestationen auf privaten Stellplatzanlagen ist rechtlich umsetzbar. Mindestverpflichtungen für die Ausstattung der Gebäude und Infrastrukturen für die Elektromobilität können bei kommunalen Ausschreibungs-, Anhandgabe- und Kaufvertragsprozessen geregelt werden. Bei Umsetzung der Elektrifizierung des straßengebundenen öffentlichen Verkehrs ist das Zielsauberer und energieeffizienter Fahrzeuge in den Vorgaben der § 4 Abs. 7 bis 10 VgV und Anlage 2 VgV für den Bereich der VOL/A sowie des § 7 Abs. 5 und 6 und § 29 Abs. 2 SektVO und Anhang 4 zur SektVO zu beachten.</p>
<p>Fristigkeit kurz- bis mittelfristig</p>
<p>CO₂-Minderungspotenzial sehr hoch</p>
<p>Finanzieller Aufwand</p> <ul style="list-style-type: none"> - sehr hoch - deutlicher Rückgang der Kosten pro Ladepunkt zu erwarten (konduktiv und induktiv) - Kostenbeispiele (Stand 2013): 300.000 Euro pro induktivem Ladepunkt für Busse (Kostenschätzung aus dem Entwicklungsbereich - E-Bus Berlin); ca. 10.000 für konduktive Ladesäulen (Technik + Aufbau+Anschluss); ca. 800 Euro für Laternenladen (Ubitricity)
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ) Steigerung der städtischen Lebensqualität durch Emissions- und Lärminderung (leisere Fahrzeuge)</p>

Höherer Stellenwert von Klimaschutz und Vernetzung im Kriterienkatalog für Verkehrsverträge	V - 9
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Derzeit liegt der Fokus bei der Ausschreibung von Verkehrsverträgen des Schienen- und Busverkehrs in Deutschland im Allgemeinen auf dem Preiskriterium. Für die zukünftigen Ausschreibungen des Berliner S-Bahn-Netzes und des gemeinsam mit dem Land Brandenburg verantworteten Schienenpersonennahverkehrs würde eine Erweiterung des Kriterienkatalogs um die Themen Energieeffizienz und Klimaschutz nicht nur zur Erreichung der Klimaschutzziele beitragen, sondern auch den Betrieb gleichzeitig wirtschaftlicher gestalten. Darüber hinaus sollten die Ausschreibungsunterlagen bzw. die Verkehrsverträge mit den Verkehrsunternehmen so gestaltet sein, dass die zu erbringenden Leistungen integrativer Bestandteil eines intermodalen Mobilitätssystems definiert und alle technischen, organisatorischen und schnittstellenbezogenen Bedingungen durch den Anbieter zu erfüllen sind (s.a. Maßnahme Vernetzungsoffensive Personenverkehr (V-7). Beim Klimaschutz könnte dies bspw. durch eine Verpflichtung zu Obergrenzen bei den CO₂-Emissionen der eingesetzten Fahrzeuge bzw. des Fahrstroms und langfristig zur Nullemission erfolgen, hinsichtlich der Vernetzung z.B. durch eine gemeinsame Bewerbung von SPNV- und <i>Carsharing</i>-Anbietern. Die Bedeutung des Klimaschutzes kann im Rahmen der Verkehrsverträge mit der landeseigenen BVG direkt ausgehandelt werden.</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und 2</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>Senat, SPNV-/ÖPNV-Unternehmen, Verkehrsverbund</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Energieeffizienz- und Klimaschutzstandards können im Berliner Nahverkehrsplan festgelegt werden, welche sodann im Rahmen der Genehmigungsverfahren nach dem PBefG beachtet werden müssen, vgl. § 13 Abs. 2a PBefG. Die durch die BVG einzuhaltenden Standards werden durch § 3 Abs. 4 BerlBG festgelegt und können durch den Verkehrsvertrag zwischen dem Land Berlin und der BVG konkretisiert werden. Allgemein können im Rahmen des § 8b Abs. 2 Nr. 4 PBefG die Zuschlagskriterien entsprechend § 7 Abs. 5 und 6 und § 29 Abs. 2 SektVO und Anhang 4 zur SektVO festgelegt und gewichtet werden.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>mittel</p>	
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>gering</p>	
<p>Nebeneffekte (positiv + negativ)</p> <p>Steigerung der städtischen Lebensqualität durch Minderung auch anderer Emissionen</p>	

Erprobung autonomes Fahren	V - 10
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Derzeit sind vollautonom verkehrende Fahrzeuge in Europa nicht zugelassen. Es existieren lediglich Forschungsfahrzeuge. Die Serieneinführung ist auch in den nächsten Jahren v.a. aufgrund versicherungsrechtlicher Fragen nicht zu erwarten, obgleich die technische Entwicklung schnell voranschreitet. Langfristig bieten vollautonome Fahrzeuge die Möglichkeit, die CO₂-Emissionen des Straßenverkehrs zu reduzieren. Zum einen verbessert ein Straßenverkehrssystem mit vollautonomen Fahrzeugen den Verkehrsfluss, so dass gleichmäßiger und somit insgesamt energieeffizienter gefahren wird. Zum anderen erhöhen vollautonome Fahrzeuge die Verkehrssicherheit, so dass Konflikte mit Radfahrern und Fußgängern seltener entstehen und diese Verkehrsmittel attraktiver werden.</p> <p>Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wird davon ausgegangen, dass vollautonomes Fahren langfristig rechtlich zugelassen sein wird. Entsprechend ausgerüsteten elektrischen <i>Carsharing</i>-Fahrzeugen kommt im Zielszenario 2 eine bedeutende Rolle in der Fahrzeugbereitstellung zu, denn sie finden bei Bedarf selbständig den Weg zum Kunden bzw. zur Ladeinfrastruktur und entfernen sich nach der Kundenfahrt. Im Projekt AFKAR am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung wird eine solche Anwendung bereits seit März 2013 erprobt (idw 2013). Als Übergangstechnologie kommt das ferngesteuerte Fahren mit sog. teleoperierten Fahrzeugen in Frage, wie derzeit im Forschungsprojekt Visio.M der TU München erprobt. (TUM 2014). Automatisches Fahren ist mittelfristig auch für den Schienenverkehr relevant. Der automatische fahrerlose Betrieb wird bereits heute auf U-Bahn-Linien in mehreren Städten (z.B. Paris, Nürnberg) praktiziert. Berlin kann</p> <p>(a) den rechtlichen Rahmen zur Erprobung dieser Technologie schaffen und damit einen Beitrag zur seriellen Einführung teleoperierter bzw. vollautonomer Straßenfahrzeuge schaffen</p> <p>(b) als Erprobungsort für diese Technologie dessen generelle Zulassung unterstützen</p>	
<p>Szenarienbezug</p> <p>1 und 2 (insbes. Szenario 2)</p>	
<p>Akteursbezug</p> <p>(a) Politik, Senat, Forschungseinrichtungen</p> <p>(b) Senat, Automobilunternehmen, Bund, EU</p>	
<p>Rechtlicher und administrativer Rahmen</p> <p>Bei der rechtlichen Betrachtung ist zu unterscheiden zwischen Erprobung und Einführung.</p> <p>(a) Für die Erprobung kann Berlin nach § 46 Absatz 2 StVO Ausnahmegenehmigungen erlassen. Dies erfordert zum einen eine Einzelfallentscheidung (es können also nicht alle automatisierten Fahrzeuge durch Berliner Regelung allgemein zugelassen werden) zum anderen muss die Ausnahmegenehmigung örtlich auf Berlin beschränkt sein. Darüber hinaus wären Versicherer nicht nach § 5 Absatz 2 PflVG verpflichtet das Fahrzeug zu versichern, da es der derzeit geltenden Straßenverkehrs-Zulassungsordnung nicht entspricht bzw. dies strittig ist. Ausnahmegenehmigungen müssten dann ebenfalls nach § 47 FZV und § 70 StVZO hinsichtlich der Zulassungspflicht und des erforderlichen Versicherungsnachweises für jeden Einzelfall erlassen werden.</p> <p>(b) Für die Einführung der vollautomatisierten Fahrzeuge bedarf es einer umfassenden Änderung des Straßenverkehrs- und Haftungsrechts. Dies müsste auf Bundes- und Europaebene erfolgen.</p>	
<p>Fristigkeit</p> <p>Mittelfristig</p>	
<p>CO₂-Minderungspotenzial</p> <p>Gering</p>	

Finanzieller Aufwand

Gering

Nebeneffekte (positiv + negativ)

- besserer Verkehrsfluss
- Aufbau technologischer Kompetenz (regionale Wertschöpfung)
- mehr Sicherheit im Straßenverkehr

ANHANG B: HINTERGRUNDMATERIAL

B.1. METHODIK UND ERGEBNISSE DER GEBÄUDE-MODELLIERUNG (I): STADTSTRUKTURBEZOGENE FLÄCHENINANSPRUCHNAHME

Die Bedeutung des Gebäudesektors für die Erreichung des Klimaneutralitätsziels wurde im Haupttext der Machbarkeitsstudie ausführlich behandelt. Bereits um die Ausgangssituation abzubilden, aber auch für die weitere Arbeit bis hin zur Berechnung der Szenarien waren umfangreiche methodische Arbeiten zu leisten, denn weder zur Bestimmung des Nutz- und Endenergiebedarfs der Berliner Gebäude in 2010 noch perspektivisch in 2050 konnte auf stadtweit verfügbaren einschlägigen Datensätze zurückgegriffen werden. Es galt daher, bestehende Datensätzen unterschiedlicher Quellen und Zielstellung so zusammenzuführen, dass der Berliner Gebäudesektor in einer guten Näherung energetisch charakterisiert werden und seine zeitliche Dynamik plausibel abgebildet werden konnte. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurde dazu u.a. eigens das „Berliner Gebäude-Energie-Modell“ (BeGEM) entwickelt.

Die übergreifende Herausforderung bestand dabei darin, inhaltlich und methodisch eine Brücke zu bauen zwischen stadtplanerischen und architekturbezogenen Zugängen und Denkweisen einerseits, ingenieurlichen und energietechnischen Perspektiven und Methoden andererseits. Die Unterschiedlichkeit beider Ansätze ist kein Spezifikum der Machbarkeitsstudie, sondern ein in der Expertenwelt weithin bekanntes Faktum. Hier wurde für den Berliner Gebäudebestand eine tragfähige methodische Integration beider Ansätze versucht.

Anhänge B.1. bis B.3. beziehen sich auf diese Gebäudemodellierung. Sie beinhalten zum einen detailliertere Informationen zur in der Machbarkeitsstudie gewählten methodischen Vorgehensweise. Zum anderen stellen sie - über die im Hauptteil enthaltenen Resultate hinausgehend - noch weitere Ergebnisse der Gebäudemodellierung vor. Anhang B.1. beginnt mit den Stadtraumtypen. Ausgehend von den Stadtraumtypen 2010 (Tab. B.1-1) wurde die Verteilung für 2050 unter Zugrundelegung von Annahmen über Substitution, Neubau und Nachverdichtung für beide Zielszenarien neu berechnet (siehe im folgenden die Tab. B.1-1, B.1-2 und B.1-3)¹.

¹ Hinweis zu Tab. B.1.-1, B.1-2, B.1-3: Die Einwohnerzahl pro Stadtraumtyp ist aus dem Umweltatlas (siehe die Onlinepublikation auf den Internetseiten der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt; <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/>) entnommen und ergibt sich aus einer Hochrechnung der ISU-Blöcke (Informationssystem Umwelt); dadurch ergeben sich Abweichungen zu den Werten des Landesamtes für Statistik Berlin/ Brandenburg.

Flächenentwicklung Referenzszenario

Referenzszenario - Einflussfaktoren		Einwohner		Wohnflächenzuwachs pro Kopf bis 2050	Nachverdichtungsrate bis 2050	Substitutionsrate bis 2050	Sanierungsrate bis 2050
		2010	2050				
Gesamt		3.412.461	3.750.528	10,53%	2,00%	9,90%	32,00%
Strukturtypen mit überwiegender Wohnnutzung		3.412.461	3.750.528	10,53%	2,00%	8,80%	32,00%
1	Blockrandbebauung der Gründerzeit	1.230.201	1.124.169	10,53%	1,00%	6,00%	32,00%
2	Blockrand- und Zeilenbebauung der 20er/30er und 50er	766.598	714.396		3,00%	16,00%	
3	hohe Bebauung der Nachkriegszeit	665.439	608.084		1,00%	6,00%	
4	Siedlungsbebauung der 1990er Jahre	107.120	96.918		0,00%	0,00%	
5	Freistehende Bebauung mit Gärten	643.103	610.948		5,00%	16,00%	
6	EFH Neubau ab 2010	-	178.246	-			
7	MFH Neubau ab 2010	-	417.765	-			
		Arbeitsplätze			Nachverdichtungsrate bis 2050	Substitutionsrate bis 2050	Sanierungsrate bis 2050
		2010	2050				
Strukturtypen mit überwiegender Nutzung durch Handel, Dienstleistung, Gewerbe		1.687.000	1.879.294		2,00%	11,00%	32,00%
8	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Handel und Dienstleistung	1.687.000	1.879.294		1,00%	6,00%	32,00%
9	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Gewerbe und Industrie			3,00%	16,00%		
10	Handel & Dienstleistung Neubau ab 2010	-					
11	Gewerbe und Industrie Neubau ab 2010	-					

siehe Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite

Referenzszenario - Flächenentwicklung		Stadtraumfläche		GFZ		BGF pro EW		BGF		BGF Bestand		BGF Neubau durch Substitution	BGF Neubau durch Nachverdichtung		BGF Neubau	
		2010	2050	2010	2050	2010	2050	2010	2050	2050	saniert		2050	mit vorbildl. Dämmwerten	2050	mit vorbildl. Dämmwerten
Gesamt		32.370	36.583	0,88	0,98	60,05	64,99	25.550	30.875	22.852	32%	2.698	573	33,33%	4.752	33,33%
Strukturtypen mit überwiegender Wohnnutzung		25.253	28.759	0,83	0,90	60	65	20.492	24.375	18.493	32%	1.998	443	33,33%	3.440	33,33%
1	Blockrandbebauung der Gründerzeit	3.876	3.876	2,20	2,33	70	77	8.555	8.641	8.042	32%	513	86	33,33%		
2	Blockrand- und Zeilenbebauung der 20er/30er und 50er	4.172	4.172	1,02	1,10	50	55	3.837	3.952	3.223		614	115			
3	hohe Bebauung der Nachkriegszeit	2.419	2.419	1,64	1,74	51	56	3.386	3.420	3.183		203	34			
4	Siedlungsbebauung der 1990er Jahre	515	515	1,30	1,37	50	56	538	538	538		0	0			
5	Freistehende Bebauung mit Gärten	14.271	14.271	0,25	0,28	65	72	4.175	4.383	3.507		668	209			
6	EFH Neubau ab 2010	-	1.835	-	0,60	-	62	-	1.101	-	-	-	-	-	1.101	33,33%
7	MFH Neubau ab 2010	-	1.671	-	1,40	-	56	-	2.339	-	-	-	-	2.339		
Strukturtypen mit überwiegender Nutzung durch Handel, Dienstleistung, Gewerbe		7.117	7.824	1,04	1,27	30	28	5.058	6.499	4.358	32%	700	130	33,33%	1.311	33,33%
8	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Handel und Dienstleistung	475	475	4,00	4,44	30	28	1.096	1.107	1.030	32%	66	11	33,33%		
9	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Gewerbe und Industrie	6.642	6.642	0,82	0,96			3.962	4.081	3.328		634	119			
10	Handel & Dienstleistung Neubau ab 2010	-	245	-	4,34	-	-	1.064	-	-	-	-	-	-	1.064	33,33%
11	Gewerbe und Industrie Neubau ab 2010	-	462	-	0,86	-	-	248	-	-	-	-	-	248		

Tabelle B.1-1: Kenngrößen Flächenentwicklung Referenzszenario;
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Umweltatlas Berlin (SenStadt 2010).

Flächenentwicklung Zielszenario 1

Zielszenario 1 - Moderate Modernisierung - Einflussfaktoren		Einwohner		Wohnflächen- zuwachs pro Kopf bis 2050	Nach- verdichtungs- rate bis 2050	Substitutions- rate bis 2050	Sanierungs- rate bis 2050
		2010	2050				
Gesamt		3.412.461	3.750.528	0,00%	3,64%	17,60%	60,00%
Strukturtypen mit überwiegender Wohnnutzung		3.412.461	3.750.528	0,00%	3,70%	15,20%	60,00%
1	Blockrandbebauung der Gründerzeit	1.230.201	1.266.260	0,00%	3,00%	10,00%	60,00%
2	Blockrand- und Zeilenbebauung der 20er/30er und 50er	766.598	812.055		6,00%	28,00%	
3	hohe Bebauung der Nachkriegszeit	665.439	678.286		2,00%	10,00%	
4	Siedlungsbebauung der 1990er Jahre	107.120	106.863		0,00%	0,00%	
5	Freistehende Bebauung mit Gärten	643.103	690.874		7,50%	28,00%	
6	EFH Neubau ab 2010	-	45.532				
7	MFH Neubau ab 2010	-	150.658				
		Arbeitsplätze					
		2010	2050				
Strukturtypen mit überwiegender Nutzung durch Handel, Dienstleistung, Gewerbe		1.687.000	1.879.294		3,50%	20,00%	60,00%
8	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Handel und Dienstleistung	1.687.000	1.879.294		2,00%	16,00%	60,00%
9	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Gewerbe und Industrie			5,00%	24,00%		
10	Handel & Dienstleistung Neubau ab 2010						
11	Gewerbe und Industrie Neubau ab 2010						

siehe Fortsetzung der Tabelle auf nächster Seite

Zielszenario 1 - Moderate Modernisierung - Flächenentwicklung		Stadtraumfläche		GFZ		BGF pro EW		BGF		BGF Bestand		BGF Neubau durch Substitution	BGF Neubau durch Nachverdichtung		BGF Neubau	
		2010	2050	2010	2050	2010	2050	2010	2050	2050	saniert		2050	mit vorbildl. Dämmwerten	2050	mit vorbildl. Dämmwerten
Gesamt		32.370	33.502	0,88	0,94	60,05	59,62	25.550	28.286	20.986	60%	4.564	1.088	66,67%	1.648	66,67%
Strukturtypen mit überwiegender Wohnnutzung		25.253	26.222	0,83	0,87	60	60	20.492	22.377	17.054	60%	3.437	868	66,67%	1.018	66,67%
1	Blockrandbebauung der Gründerzeit	3.876	3.876	2,20	2,27	70	70	8.555	8.812	7.700	60%	856	257	66,67%		
2	Blockrand- und Zeilenbebauung der 20er/30er und 50er	4.172	4.172	1,02	1,08	50	50	3.837	4.067	2.763		1.074	230			
3	hohe Bebauung der Nachkriegszeit	2.419	2.419	1,64	1,67	51	51	3.386	3.454	3.048		339	68			
4	Siedlungsbebauung der 1990er Jahre	515	515	1,30	1,30	50	50	538	538	538		0	0			
5	Freistehende Bebauung mit Gärten	14.271	14.271	0,25	0,27	65	65	4.175	4.488	3.006		1.169	313			
6	EFH Neubau ab 2010	0	424	-	0,60	-	56	-	254	-	-	-	-	254	66,67%	
7	MFH Neubau ab 2010	0	545	-	1,40	-	51	-	763	-	-	-	-	763		
		Stadtraumfläche		GFZ		BGF pro Arbeitsplatz		BGF		BGF Bestand		BGF Neubau durch Substitution	BGF Neubau durch Nachverdichtung		BGF Neubau	
		2010	2050	2010	2050	2010	2050	2010	2050	2050	saniert		2050	mit vorbildl. Dämmwerten	2050	mit vorbildl. Dämmwerten
Strukturtypen mit überwiegender Nutzung durch Handel, Dienstleistung, Gewerbe		7.117	7.279	1,04	1,19	30	31	5.058	5.908	3.932	60%	1.126	220	66,67%	630	66,67%
8	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Handel und Dienstleistung	475	475	4,00	4,28	30	31	1.096	1.118	920	60%	175	22	66,67%		
9	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Gewerbe und Industrie	6.642	6.642	0,82	0,91			3.962	4.160	3.011		951	198			
10	Handel & Dienstleistung Neubau ab 2010	0	150	-	4,13	-	621	-	621	-	-	-	-	621	66,67%	
11	Gewerbe und Industrie Neubau ab 2010	0	12	-	0,76	-	9	-	9	-	-	-	-	9		

Tabelle B.1-2: Kenngrößen Flächenentwicklung Zielszenario 1;
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Umweltatlas Berlin (SenStadt 2010).

Flächenentwicklung Zielszenario 2

Zielszenario 2 - Konsequente Modernisierung Einflussfaktoren		Einwohner		Wohnflächen- zuwachs pro Kopf bis 2050	Nach- verdichtungs- rate bis 2050	Substitutions- rate bis 2050	Sanierungs- rate bis 2050
		2010	2050				
Gesamt		3.412.461	3.750.528	-5,26%	5,86%	26,00%	80,00%
Strukturtypen mit überwiegender Wohnnutzung		3.412.461	3.750.528	-5,26%	5,40%	22,00%	80,00%
1	Blockrandbebauung der Gründerzeit	1.230.201	1.336.843	-5,26%	5,00%	14,00%	80,00%
2	Blockrand- und Zeilenbebauung der 20er/30er und 50er	766.598	849.091		7,00%	40,00%	
3	hohe Bebauung der Nachkriegszeit	665.439	723.072		5,00%	16,00%	
4	Siedlungsbebauung der 1990er Jahre	107.120	109.264		0,00%	0,00%	
5	Freistehende Bebauung mit Gärten	643.103	732.258		10,00%	40,00%	
		Arbeitsplätze			Nach- verdichtungs- rate bis 2050	Substitutions- rate bis 2050	Sanierungs- rate bis 2050
		2010	2050				
Strukturtypen mit überwiegender Nutzung durch Handel, Dienstleistung, Gewerbe		1.687.000	1.879.294		7,00%	30,00%	80,00%
6	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Handel und Dienstleistung	1.687.000	1.879.294		4,00%	20,00%	80,00%
7	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Gewerbe und Industrie				10,00%	40,00%	

siehe Tabellenfortsetzung auf nächster Seite

Zielszenario 2 - Konsequente Modernisierung Flächenentwicklung		Stadtraumfläche		GFZ		BGF pro EW		BGF		BGF Bestand		BGF Neubau durch Substitution	BGF Neubau durch Nachverdichtung		BGF Neubau	
		2010	2050	2010	2050	2010	2050	2010	2050	2050	saniert		2050	mit vorbildl. Dämmwerten	2050	mit vorbildl. Dämmwerten
Gesamt		32.370	32.370	0,76	0,85	60,05	56,90	25.550	27.273	23.827	80%	6.748	1.723	100,00%	0	0,00%
Strukturtypen mit überwiegender Wohnnutzung		25.253	25.253	0,83	0,93	60	57	20.492	21.775	19.209	80%	4.944	1.283	100,00%	0	
1	Blockrandbebauung der Gründerzeit	3.876	3.876	2,20	2,42	70	66	8.555	8.983	8.128	80%	1.198	428	100,00%		
2	Blockrand- und Zeilenbebauung der 20er/30er und 50er	4.172	4.172	1,02	1,15	50	47	3.837	4.106	3.568		1.535	269			
3	hohe Bebauung der Nachkriegszeit	2.419	2.419	1,64	1,80	51	48	3.386	3.556	3.217		542	169			
4	Siedlungsbebauung der 1990er Jahre	515	515	1,30	1,37	50	48	538	538	538		0	0			
5	Freistehende Bebauung mit Gärten	14.271	14.271	0,25	0,29	65	61	4.175	4.592	3.757		1.670	417			
Strukturtypen mit überwiegender Nutzung durch Handel, Dienstleistung, Gewerbe		7.117	7.117	0,52	0,59	30	29	5.058	5.498	4.618	80%	1.804	440	100,00%	0	
6	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Handel und Dienstleistung	475	475	4,00	4,36	30	29	1.096	1.139	1.052	80%	219	44	100,00%		
7	Bebauung mit überwiegender Nutzung durch Gewerbe und Industrie	6.642	6.642	0,82	0,95			3.962	4.359	3.566		1.585	396			

Tabelle B.1-3: Kenngrößen Flächenentwicklung Zielszenario 2;
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis Umweltatlas Berlin (SenStadt 2010).

B.2. METHODIK UND ERGEBNISSE DER GEBÄUDEMODELLIERUNG (II): GIS-TECHNISCHE AUSWERTUNG

Zur Ermittlung der Energiebedarfe über die Gebäudehülle wurde zunächst eine aufwändige GIS-technische Auswertung vorhandener Geodaten durchgeführt. Die vorhandenen Eingangsdaten wurden gesichtet und zu verwendbaren Kategorien zusammengeführt, an Hand derer verschiedene Stellschrauben für die zu berechnenden Endenergiebedarfe für die Szenarien 2050 justiert werden konnten.

Datengrundlage	Stand	Auswertungsebene	Kenngroßen	Kategorien der Kenngroßen
Gebäudedaten der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK)	31.12.2012	Gebäude	Geschlosszahl, Gebäudetyp (über Objektschlüsselkatalog), Grundfläche, Bruttogeschossfläche, Gebäudevolumen	Stockwerksklassen: 1-2, 3-7, >7 Gebäudetyp: Wohnen, Nichtwohngebäude, Industrie, unbeheizt
3D-Stadtmodell (CityGML)	2007	Gebäude	Dachfläche, Gebäudehöhe, Gebäudevolumen	
Flächenpotenziale der Solarenergie des Solaratlas	2007	Gebäude	Eignung für Photovoltaik, Solarthermie	Photovoltaik: 0: ungeeignet, 1: Eignungsklasse 1, Einstrahlung $\geq 905 < 1018$ kWh/(m ² a) 2: Eignungsklasse 2, Einstrahlung $\geq 1018 < 1075$ kWh/(m ² a) (90 – 95 %) 3: Eignungsklasse 3, Einstrahlung ≥ 1075 kWh/(m ² a) (95 – 100 %) 99: keine Solaratlasdaten vorhanden Solarthermie: 0: ungeeignet 1: geeignet 99: keine Solaratlasdaten vorhanden
Denkmalkarte und -liste	Karte: 2012 Liste: 16.04.2013	Gebäude	Baudenkmal, innerhalb eines Denkmalsbereichs oder Gartendenkmals	Denkmalschutz: ja, nein
Daten des Amtes für Statistik Berlin-Brandenburg (AFS)	09.05.2011	statistischer Wohn-Block	Baualtersklassen, Heizarten (Fernwärmeanteil in %), Eigentumsarten	Baualtersklasse: bis 1918 1919 bis 1948 1949 bis 1978 1979 bis 1995 nach 1995

Tabelle B.2-1: Datengrundlagen und Kenngroßen der GIS-technischen Auswertung;
Quelle: Eigene Darstellung.

Tab. B.2-1 zeigt die herangezogenen Datengrundlagen und die daraus abgeleiteten Kenngrößen und Kategorien der GIS-technischen Auswertung. Anschließend werden jeweils Vorgehensweisen und Methodenannahmen dargestellt (vgl. im Folgenden auch die Abb. 24 des Haupttexts: „Methodenschema des Berliner Gebäude-Energie-Modells (BeGEM)“).

ALK und 3D-Stadtmodell

Zunächst erfolgte die GIS-technische Auswertung der beiden Datengrundlagen ALK und 3D-Stadtmodell. Dabei wurden die ca. 550.000 ALK-Gebäudeobjekte aufgrund von auftretenden Geschosswechseln innerhalb eines ALK-Objektes in ca. 650.000 Gebäudeteile zerlegt. In einigen Fällen war die Teilung nach Geschossanzahl nicht möglich, da die Geschosswechsellinien nicht geometrisch korrekt auf den Gebäudeobjekten lagen. Alle nachfolgenden Aussagen zur Gebäudeanzahl beziehen sich auf diese Gebäudeteile.

Jedem Gebäudeteil wurde eine Geschosshöhe aus der ALK zugeordnet. Ebenso wurden aus den Daten des 3D-Stadtmodells die Gebäudetraufhöhe, die –firsthöhe sowie die Dachfläche entnommen. Eine Prüfung der Geschosshöhen ergab teilweise unplausible Höhen, die auf die unterschiedlichen Datenstände zurückzuführen sind. Im Falle fehlender und unplausibler Gebäudehöhen wurden folgende Annahmen getroffen: für Gebäude mit 1-2 Geschossen eine Geschosshöhe von 2,8 m, für Gebäude mit 3-7 Geschossen eine Geschosshöhe von 3,2 m und für Gebäude mit >7 Geschossen eine Geschosshöhe von 2,8 m. Des Weiteren wurden die Außenwände bzw. Fassadenflächen eines Gebäudeteils berechnet. Wände, die an andere Gebäudeteile angrenzen, flossen nicht in die Berechnung mit ein.

Abschließend konnte für jedes oberirdische Gebäudeteil die Grundfläche, die Dachfläche, die Bruttogeschossfläche (BGF), die Außenhüllfläche sowie das Gebäudevolumen mit und ohne Dach angegeben bzw. berechnet werden.

Zusätzlich wurden über die Nutzungen des Objektschlüsselkatalogs der ALK die Gebäude zu den Gebäudetypen Wohnen, Nichtwohngebäude, Industrie oder unbeheizt zugewiesen. Die folgende Tab. B.2-2 zeigt die Zuweisung und die Grundflächen, die zu den jeweiligen Kategorien gehören.

Wohnen							
Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m ²)	Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m ²)
0111211	Wohnhaus in Reihe	2.835	2.335.339	0111374	Studentenwohnheim, Schülerwohnheim	192	289.510
0111221	Freistehender Wohnblock	37.166	40.219.013	0111375	Schullandheim	33	12.848
0111231	Wohnblock in geschlossener Bauweise	65.447	87.889.985	0111379	Wohnheim (soweit nicht OS 1371-1378)	283	220.867
0111301	Wohnhaus (allgemein)	36.048	9.895.189	0111381	Behelfsmäßiges Wohngebäude	14	2.073
0111311	Einzelhaus	124.122	17.191.559	0111399	Wohngebäude (soweit nicht OS 1301 -1398)	9.903	240.860
0111321	Doppelhaus	37.399	4.288.893	0112101	Gemischt genutztes Gebäude mit Wohnungen	172	169.565
0111331	Reihenhaus	29.741	3.363.692	0112111	Wohngebäude mit öffentlich	319	534.874

Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m ²)	Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m ²)
0111341	Gruppenhaus	4.333	1.768.570	0112121	Wohngebäude mit Handel u. Dienstleistungen	14.739	23.205.097
0111361	Hochhaus	73	444.681	0112131	Wohngebäude mit Gewerbe u. Industrie	737	869.249
0111371	Kinderheim	132	102.342	0112199	Gemischt genutztes Gebäude mit Wohnungen (soweit nicht OS 2101-2198)	168	176.197
0111372	Senioren-wohnhaus, Seniorenheim	1.794	2.521.703	0112711	Landwirtschaftliches Wohngebäude	25	4.535
0111373	Arbeitnehmer-wohnheim, Schwestern-wohnheim	206	255.666				
<i>Summe Wohnen</i>						365.881	196.002.307
Nichtwohngebäude							
Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m ²)	Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF m ²
0111005	Unterirdisches Gebäude (allgemein)	21	9.446	0111462	Jugendherberge	40	29.087
0111111	Parlament	107	386.875	0111469	Beherbergung (soweit nicht OS 1461-1468)	80	78.622
0111112	Rathaus	130	633.555	0111471	Gaststätte	664	184.361
0111113	Postamt	111	169.114	0111472	Raststätte an Autobahn oder Fernstraße	15	7.506
0111114	Zollamt	21	47.761	0111474	Kantine	108	64.153
0111115	Gericht	119	383.785	0111479	Restauration (soweit nicht OS 1471-1478)	207	36.232
0111116	Konsulat, Botschaft	305	346.529	0111481	Festsaal	34	10.795
0111119	Öffentliche Verwaltung (soweit nicht OS 1111 - 1118)	1.152	2.851.230	0111482	Kino	88	154.443
0111121	Allgemeinbildende Schule	4.379	5.257.455	0111483	Kegelhalle, Bowlinghalle	24	32.560
0111122	Berufsschule, Fachschule, Volkshochschule	455	723.335	0111484	Spielkasino	7	12.618
0111123	Fachhochschule, Universität	931	1.629.607	0111489	Vergnügungsstätte (soweit nicht OS 1481-1488)	132	78.590
0111124	Forschungsinstitut	464	662.208	0111499	Andere Gebäude für Handel u. Dienstleistung (soweit nicht OS 1411-1498)	1.988	2.607.695
0111129	Bildungs-, Forschungseinrichtung (soweit nicht OS 1121-1128)	636	580.965	0111721	Werkstatt	5.574	2.183.978
0111131	Schloss, Burg	45	53.191	0111731	Tankstelle	510	91.647
0111132	Theater, Oper	146	366.858	0111741	Kühlhaus	83	82.960
0111133	Konzertgebäude (-halle)	8	18.296	0111751	Transportgebäude	37	58.296
0111134	Museum	249	525.836	0111761	Forschungsgebäude	189	353.458

Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m ²)	Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m ²)
0111135	Rundfunk-anstalt, Fernsehanstalt (-Gebäude)	48	159.686	0111781		13	4.977
0111136	Veranstaltungsgebäude	113	403.946	0111911	Windmühle	8	987
0111137	Bibliothek, Bücherei	104	270.798	0112141	Öffentliches Gebäude mit Wohnungen	46	85.677
0111139	Kulturelle Einrichtung (soweit nicht OS 1131-1138)	338	285.569	0112151	Gebäude für Handel und Dienstleistungen mit Wohnungen	1.326	1.961.237
0111141	Christliche Kirche	773	810.382	0112311	Straßenmeisterei	10	4.793
0111142	Synagoge	10	18.683	0112319	Straßenverkehr (soweit nicht OS 2311 -2318)	63	49.418
0111143	Kapelle	226	57.933	0112321	Bahnwärterhaus	15	1.232
0111144	Gemeindehaus (kirchlich), Kusterei	605	295.078	0112323	Blockstellen-gebäude, Stellwerk	111	30.007
0111145	Gotteshaus einer anderen Religions-gemeinschaft	94	47.299	0112329	Schienerverkehr (soweit nicht OS 1190 oder 2321-2328)	303	162.052
0111149	Kirchl. Einrichtung (soweit nicht OS 1141-1148)	471	259.885	0112339	Luffahrt (soweit nicht OS 1192 und 2331 -2338)	83	48.296
0111151	Krankenhaus	1.657	2.512.440	0112341	Werft	8	24.534
0111152	Heilanstalt, Pflegeanstalt	382	379.439	0112349	Schiffahrt (soweit nicht OS 2341 -2348)	55	5.018
0111159	Gesundheits-einrichtung (soweit nicht OS 1151-1158)	591	550.972	0112399	Gebäude zu Verkehrsanlagen (soweit nicht OS 2311-2398)	76	58.495
0111161	Jugend-freizeitheim	367	169.073	0112501	Gebäude für Versorgung (allgemein)	281	78.448
0111162	Freizeitheim, -haus	146	91.668	0112513	Pumpstelle	36	2.129
0111163	Senioren-freizeitstätte	92	83.927	0112541	Sendeturm, Fernmeldeturm	16	7.478
0111164	Fremdenheim	27	46.406	0112549	Funk- und Fernmeldewesen (soweit nicht OS 2541-2548)	202	285.391
0111165	Kindergarten, Kindertages-stätte	2.397	1.261.001	0112701	Gebäude für Land- und Forstwirtschaft (allgemein)	10	1.862
0111169	Sozialeinrichtung (soweit nicht OS 1161-1165)	573	361.081	0112729	Betrieb (soweit nicht OS 2721-2727)	140	29.524
0111171	Polizei	271	517.708	0112731	Landwirtschaft-liches Wohn- und Betriebsgebäude	72	15.055
0111172	Feuerwehr	217	169.401	0112736	Forsthaus	35	6.052
0111173	Kaserne	359	404.184	0112741	Gewächshaus, Treibhaus	1.016	317.334

Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m²)	Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m²)
0111174	Schutzbunker	57	43.627	0112799	Gebäude für Land- u. Forstwirtschaft (soweit nicht OS 2711-2798)	178	23.506
0111175	Justizvollzugs-anstalt	187	208.498	0112801	Gebäude für Erholung, allgemein	368	83.910
0111179	Sicherheitsein-richtung (soweit nicht OS 1171-1178)	292	132.755	0112811	Sporthalle	707	1.035.422
0111181	Trauerhalle	34	7.393	0112812	Sportplatz-gebäude	657	167.896
0111182	Krematorium	13	11.215	0112819	Sport (soweit nicht OS 2811 - 2818)	689	274.224
0111189	Friedhofsgebäu-de (soweit nicht OS 1181 -1188)	253	31.723	0112821	Hallenbad	183	242.805
0111191	Bahnhofs-gebäude	69	223.627	0112829	Badegebäude (soweit nicht OS 2821-2828)	147	20.257
0111192	Flughafen-gebäude	69	298.285	0112841	Badegebäude für medizinische Zwecke	16	4.807
0111194	U-Bahnhof	179	54.649	0112849	Kur (soweit nicht OS 2841-2828)	9	1.626
0111195	S-Bahnhof	185	89.493	0112861	Ferienhaus	44	1.326
0111196	Kontrollturm	1	12	0112862	Wochenendhaus	21.245	819.606
0111197	Omnibusbahnhof	4	1.206	0112869	Freizeithaus (soweit nicht OS 2862-2868)	2.116	73.123
0111198	Empfangsge-bäude (allgem.)	21	1.626	0112871	Empfangs-gebäude	7	772
0111199	Öffentl. Gebäude (soweit nicht OS 1191 -1198)	120	92.465	0112872	Aquarium, Terrarium	6	7.873
0111411	Verwaltungs-gebäude	5.810	7.701.682	0112873	Tierschauhaus	25	44.835
0111421	Kreditinstituts-gebäude	306	455.513	0112874	Stall	131	19.456
0111431	Versicherungs-gebäude	183	487.563	0112879	Zoologie (soweit nicht OS 2871-2878)	272	45.803
0111441	Kaufhaus, Warenhaus	437	1.601.713	0112881	Empfangs-gebäude	10	1.084
0111442	Einkaufszentrum	596	1.946.348	0112882	Gewächshaus	134	20.725
0111443	Markthalle	88	163.981	0112883	Pflanzen-schauhaus	6	14.532
0111444	Ladengebäude	2.815	2.400.652	0112889	Botanik (soweit nicht OS 2881-2888)0	39	5.422
0111445	Kiosk	376	11.465	0112891	Aussichtsturm	5	10.829
0111449	Verkaufsgebäu-de (soweit nicht OS 1441-1448)	956	1.106.789	0112899	Gebäude für Erholung (soweit nicht OS 2891-2898)	93	6.056
0111451	Messe-, Ausstellungs-gebäude	157	888.204	0861003	Wohn- od. öffentl. Gebäude (allgem.)	1.192	725.107
0111461	Hotel, Pension	1.230	2.002.023				
<i>Summe Nichtwohngebäude</i>						75.562	56.663.11

Industrie							
Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF m ²	Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF m ²
0111004	Wirtschafts- oder Industriegebäude (allgemein)	54.994	5.235.501	0112522	Umspannwerk	246	235.339
0111701	Gebäude für Gewerbe und Industrie (allgemein)	3.194	3.546.066	0112523	Umformerstation (soweit nicht OS 3447)	2.743	148.368
0111711	Fabrikgebäude	4.250	9.946.790	0112529	Elektrizitätsversorgung (soweit nicht OS 2521-2528)	1.311	606.744
0111799	Gebäude für Gewerbe und Industrie (soweit nicht OS 1711-1798)	1.272	828.962	0112571	Gaswerk	15	5.940
0112161	Gebäude für Gewerbe und Industrie mit Wohnungen	139	76.154	0112599	Gebäude für Versorgung (soweit nicht OS 2511-2598)	426	102.797
0112519	Wasserversorgung (soweit nicht OS 2511-2518)	156	82.593	0112601	Gebäude für Entsorgung (allgemein)	185	36.732
0112521	Elektrizitätswerk	90	383.732	0861004	Wirtschafts- oder Industriegebäude (allgemein)	707	246.571
Summe Industrie						69.728	21.482.289
unbeheizt							
Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF m ²	Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF m ²
0111742	Speicher, Lagergebäude	1.618	975.778	0112572	Gasometer	19	109.282
0111743	Lagerhalle	2.140	3.667.855	0112581	Heizwerk	298	214.478
0111744	Lagerschuppen	10.246	420.908	0112591	Pumpwerk (nicht für Wasserversorgung)	27	5.544
0111749	Lagerung (soweit nicht OS 1741 - 1748)	1.657	486.266	0112611	Kläranlage	108	71.820
0112312	Wartehalle	238	2.738	0112612	Bedürfnisanstalt	383	10.737
0112313	Fahrzeughalle	69	139.933	0112619	Abwasserbeseitigung (soweit nicht OS 2611)	71	63.897
0112322	Lokschuppen	41	89.858	0112621	Abfallbeseitigung (Lagergebäude)	511	151.858
0112324	Güterbahnhofsgebäude	33	18.450	0112622	Abfallverbrennungsanlage	52	118.725
0112332	Flugzeughalle	19	61.986	0112629	Abfallbeseitigung (soweit nicht OS 2621-2622)	249	79.512
0112343	Schleuse	7	801	0112699	Gebäude für Entsorgung (soweit nicht OS 2611-2698)	158	36.763
0112344	Bootshaus	263	55.965	0112721	Scheune	136	32.641
0112361	Parkhaus	447	1.558.266	0112723	Schuppen	21.808	458.418
0112362	Parkdeck	153	235.212	0112724	Stall	921	95.413
0112363	Tiefgarage	88	91.132	0112725	Futtersilo (soweit nicht OS 1742, 3931)	19	5.827
0112364	Sammelgarage	6.275	888.245	0112726	Scheune und Stall	22	5.547

Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m ²)	Objekt-schlüssel	Nutzung	Anzahl der Gebäude-teile	BGF (m ²)
0112365	Doppelgarage	5.970	256.857	0112727	Gebäude für Tiergroßhaltung	6	2.298
0112366	Einzelgarage	65.775	1.629.439	0112822	Gebäude der Freibadanlage	172	37.527
0112367	Überdachter Stellplatz (soweit nicht OS 5315)	4.742	160.712	0112831	Tribüne, Stadion	33	131.931
0112369	Parken (soweit nicht OS 2361 2368)	1.596	145.550	0112851	Campingplatz-gebäude	71	6.192
0112511	Wasserwerk	121	110.670	0112863	Gartenhaus	5.941	183.865
0112512	Pumpwerk	145	309.568	0112894	Schutzhütte	22	1.015
0112514	Wasserturm	22	12.761	0112921	Ungenutztes Gebäude	3.734	2.920.4
0112515	Wasserbehälter	13	15.209	0862361	Parkhaus	1	4.133
0112551	Öltank	226	340.515	0871003	Geplantes oder im Bau befindliches oberirdisches Wohn- oder öffentliches Gebäude (allgemein)	94	238.956
0112561	oberirdisches Gebäude an unterirdischen Leitungen	29	2.862	0871004	Geplantes oder im Bau befindliches oberirdisches Wirtschafts- und Industriegebäude (allgemein)	2	689
<i>Summe unbeheizt</i>						136.791	16.665.

Tabelle B.2-2: Zuweisung der ALK-Nutzung zu den Gebäudetyp-Kategorien²; Quelle: Eigene Darstellung.

Solarenergie

Die im Solaratlas pro Gebäude angegebenen Flächen zur Eignung für Photovoltaik und Solarthermie wurde über die Lage im GIS auf die Gebäudeteile übertragen. Durch unterschiedliche Aktualitätsstände der Daten sind nicht alle Potenziale des Solaratlas auf die Gebäudeteile übertragen worden. Zusätzliche Gebäude, die im Solaratlas nicht vorhanden sind (Neubau 2007-2012), wurden markiert. Für diese Dachflächen wurden durch Analogieschluss je Gebäudeklasse ein Solarpotenzial angenommen.

Denkmalschutz

Für die Berechnung der solaren Erträge und der Wärmebedarfe ist in der Methode von Bedeutung, ob ein Gebäude unter Denkmalschutz steht oder nicht. Da unter derzeitigen rechtlichen Bedingungen die Außenhaut eines denkmalgeschützten Gebäudes nicht ohne Weiteres verändert und damit energetisch saniert werden kann, werden in den Szenarien jeweils andere Ansätze für Gebäude mit und ohne Denkmalschutz angenommen. Methodisch zählen dazu auch Nichtdenkmale, die in einem

² Die Zuordnung folgt teilweise pragmatischen Gesichtspunkten, so wurde beispielsweise „Wohnen mit Handel und Dienstleistung“ der Kategorie Wohnen zugeordnet, „Gebäude für Handel und Dienstleistungen mit Wohnungen“ dagegen der Kategorie Nichtwohngebäude.

Gartendenkmal oder Ensembleteil stehen und somit einem denkmalrechtlichen Genehmigungsvorbehalt unterstehen. In dieser Kategorie sind Gebäude mit einer sonstigen erhaltenswerten Bausubstanz nicht enthalten, da hierfür bei SenStadtUm keine flächendeckenden Geodaten oder Adresslisten vorliegen³. Sie wurden pauschal durch einen Sanierungsvorbehalt für Fassaden der Gründerzeit berücksichtigt.

Die Zuordnung einer Denkmalschutzkategorie erfolgte GIS-technisch über die Geodaten der Denkmalkarte sowie über die Adresse der Denkmalliste auf Gebäudeebene. Die Gebäudeteile können in mehreren Denkmalkategorien liegen. Die folgende Tabelle zeigt, dass insgesamt 17,6 % der Bruttogeschossfläche unter Denkmalschutz stehen bzw. ein denkmalrechtlicher Genehmigungsvorbehalt besteht. Diese Information wird für die weitere Bearbeitung benötigt.

Einbindung der Wohn-Block-Daten vom Amt für Statistik Berlin-Brandenburg

Informationen zum Baualter sind im Umweltatlas und im FIS-Broker nur veraltet bzw. nur für Teilflächen Berlins vorhanden. Derzeit gibt es den veralteten Gebäudealter-Scan von 1992/93 sowie ca. 800 Daten aus der Gebäudedatenbank des Berlin-Modells 1:500. Aktuelle Informationen zur Beheizungsart sind ebenfalls nicht flächendeckend verfügbar. Mit der Durchführung des Zensus 2011 ergibt sich die Möglichkeit, erstmals flächendeckend auf aktuelle Daten zuzugreifen.

Die zunächst angestrebte adressbezogene Anbindung des Gebäudealters und der Heizart durch das AfS an die Gebäudeteile konnte trotz eines erfolgreichen Tests bis zum Redaktionsschluss der Machbarkeitsstudie aus datenschutzrechtlichen Vorbehalten nicht durchgeführt werden. Die Rechtsabteilung des AfS prüft noch, ob in Zukunft solche Auswertungen möglich sein werden.⁴

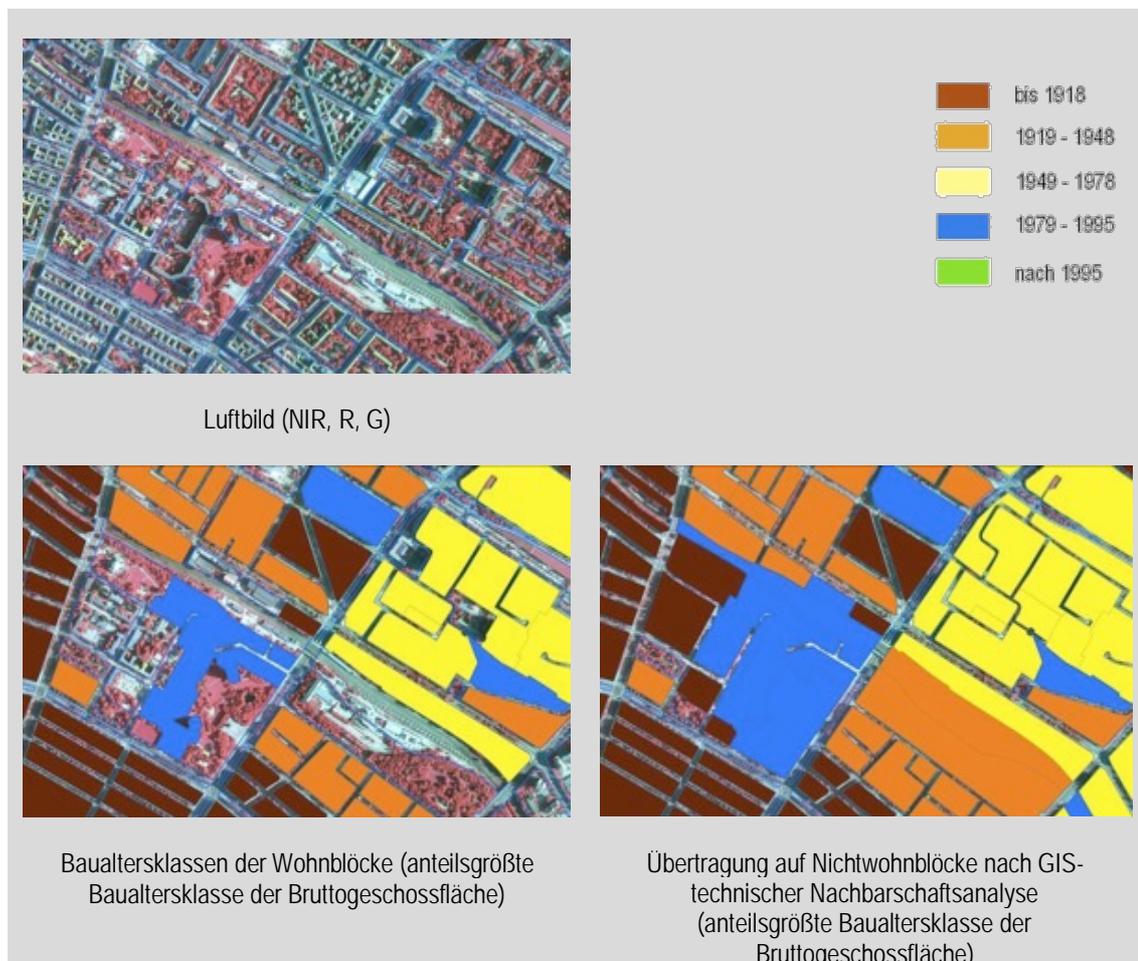
³ Mündliche Auskunft von Frau Dr. Tille (SBD/K/OD, Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Berlin) im Workshop "Gebäude und Stadtentwicklung" am 30.10.2013.

⁴ Mündliche Auskunft durch Herrn Schwarz, Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 17.10.2013.

Bau- denk- mal	Denkmal- bereich	Denkmal- bereich und -liste	Garten- denk- mal	Wohnen, Nichtwohngebäude, Industrie, unbehelzte Gebäude						Wohnen, Nichtwohngebäude, Industrie					
				Grundfläche		Bruttogeschossfläche		Anzahl Gebäudeteile		Grundfläche		Bruttogeschossfläche		Anzahl Gebäudeteile	
				m ²	%	m ²	%	m ²	%	m ²	%	m ²	%	m ²	%
nein	nein	nein	nein	78.670.732	83,6	240.146.087	82,4	586.112	90,4	70.380.941	83,4	226.216.371	82,5	457.505	89,5
nein	nein	nein	ja	125.622	0,1	250.177	0,1	1.108	0,2	108.951	0,1	231.701	0,1	799	0,2
nein	ja	nein	nein	2.638.793	2,8	7.302.735	2,5	17.810	2,7	2.138.789	2,5	6.314.791	2,3	12.860	2,5
nein	ja	nein	ja	124.770	0,1	240.337	0,1	1.199	0,2	85.423	0,1	140.111	0,1	820	0,2
nein	ja	ja	nein	1.354.455	1,4	6.028.526	2,1	5.014	0,8	1.306.359	1,5	5.898.932	2,2	4.705	0,9
nein	ja	ja	ja	3.434	0,0	8.093	0,0	38	0,0	3.434	0,0	8.093	0,0	38	0,0
ja	nein	nein	nein	3.050.026	3,2	11.823.358	4,1	9.354	1,4	2.883.030	3,4	11.348.327	4,1	8.655	1,7
ja	nein	nein	ja	80.368	0,1	229.365	0,1	421	0,1	77.442	0,1	225.392	0,1	375	0,1
ja	ja	nein	nein	7.382.997	7,8	23.347.925	8,0	23.527	3,6	6.759.959	8,0	21.909.363	8,0	21.573	4,2
ja	ja	nein	ja	693.173	0,7	1.945.988	0,7	3.997	0,6	649.534	0,8	1.854.631	0,7	3.841	0,8
Summe Denkmal				15.453.638	16,4	51.176.502	17,6	62.468	9,6	14.012.921	16,6	47.931.340	17,5	53.666	10,5
<i>Berlin</i>				<i>94.124.369</i>	<i>100,0</i>	<i>291.322.569</i>	<i>100,0</i>	<i>648.580</i>	<i>100,0</i>	<i>84.393.862</i>	<i>100,0</i>	<i>274.147.712</i>	<i>100,0</i>	<i>511.171</i>	<i>100,0</i>

Tabelle B.2-3: Denkmalkategorien und Anteile: Quelle: Eigene Darstellung.

Die Zuordnung des Baualters und des Fernwärmeanteils erfolgte daher auf der aggregierten Ebene der statistischen Blöcke. Dabei ist zu beachten, dass die Daten des AfS nur für Wohnflächen vorhanden sind. Die weitere Auswertung erfolgt daher unter den Annahmen, dass einerseits bei Nichtwohngebäuden innerhalb eines Blocks die gleiche Verteilung des Baualters und der Heizart vorherrscht wie bei den Wohngebäuden. Andererseits wird über GIS-technische Nachbarschaftsanalysen den reinen Nichtwohn-Blöcken (keine Information aus dem Zensus vorhanden) die Verteilung des Baualters und der Heizart der vier nächstgelegenen Wohnblöcke zugewiesen (vgl. Abbildung B.2-1).



**Abbildung B.2-1: GIS-technische Nachbarschaftsanalyse der AfS-Daten;
Beispiel Baualtersklassen; Quelle: Eigene Darstellung.**

Die Verknüpfung der blockbezogenen Daten mit den Daten pro Gebäude führt in vielen Blöcken zu einer „Vermischung“ der Angaben, d.h. es kann dazu führen, dass einem Teil der Gebäude mit mehr als sieben Geschossen (Gebäudeebene) das eher unwahrscheinliche Gebäudealter „bis 1919“ (Blockebene) zugewiesen wird. Ebenso entstehen so auch Flächenanteile mit einem Gebäudealter „1979 - 1995“ oder „nach 1995“, die denkmalgeschützt sind. Letztere wurden im Nachgang korrigiert, der Anteil an denkmalgeschützter BGF mit jungem Baualter wurde anteilig auf die älteren Kategorien verteilt.

Die folgenden Abbildungen zeigen einige Ergebnisse der GIS-technischen Auswertung.

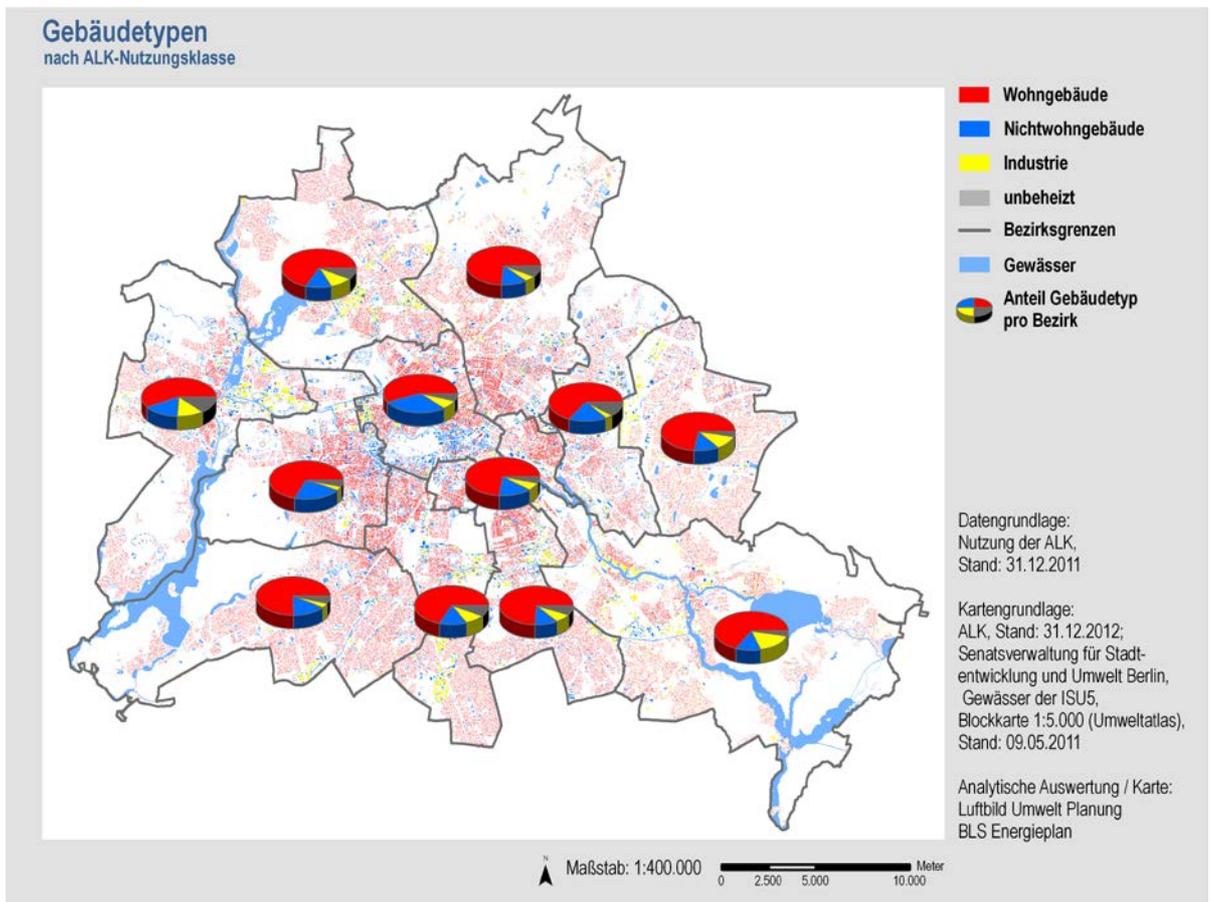


Abbildung B.2-2: Gebäudetypen pro Bezirk nach ALK-Nutzungsklassen;
Quelle: Eigene Darstellung.

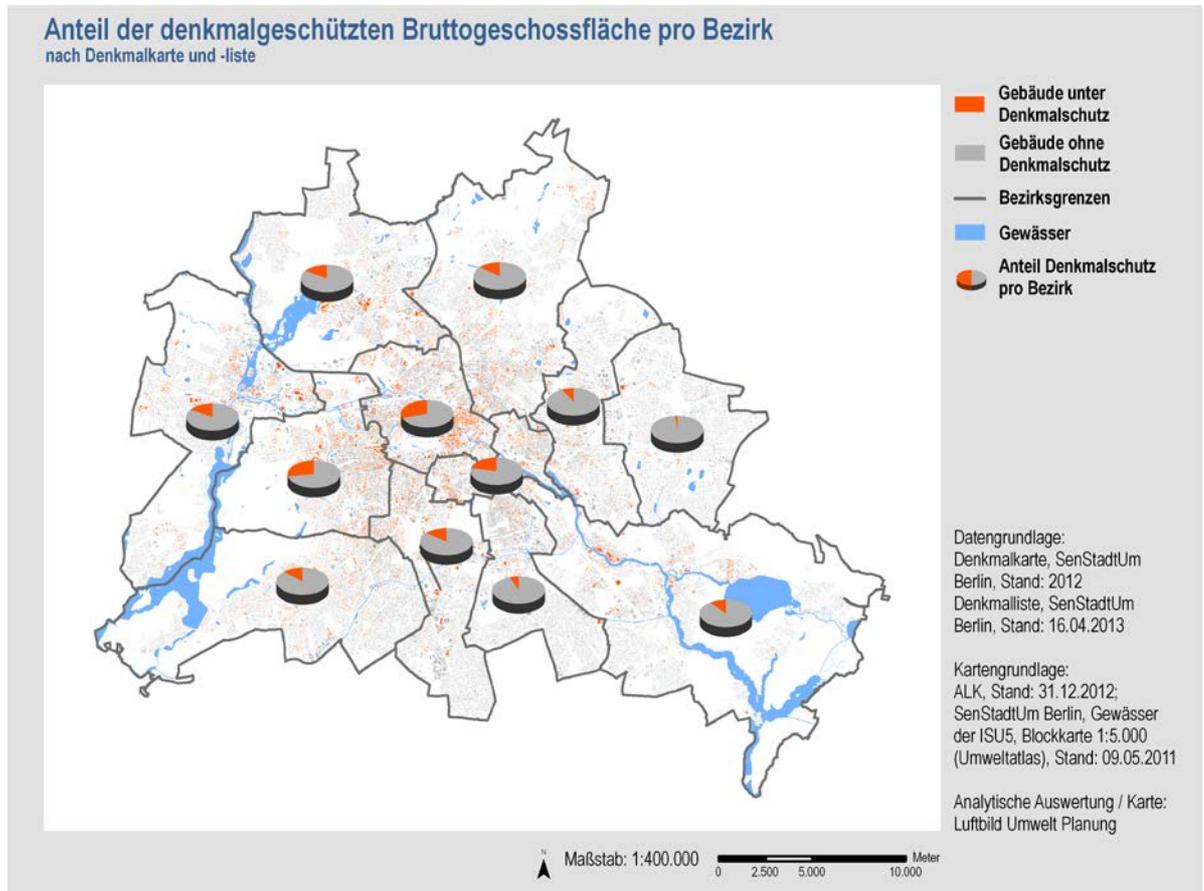


Abbildung B.2-3: Anteil der denkmalgeschützten Bruttogeschossfläche pro Bezirk;
Quelle: Eigene Darstellung.

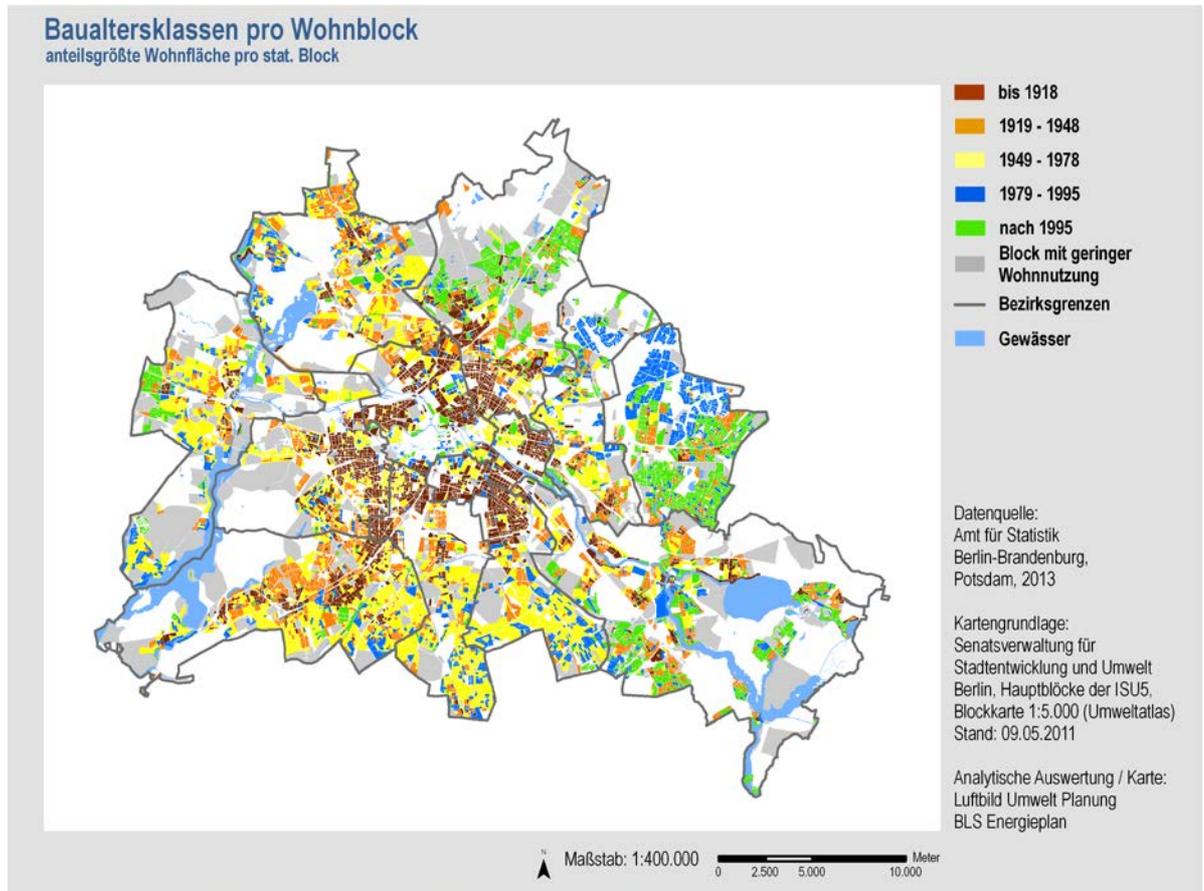


Abbildung B.2-4: Baualtersklassen pro Wohnblock;
Quelle: Eigene Darstellung.

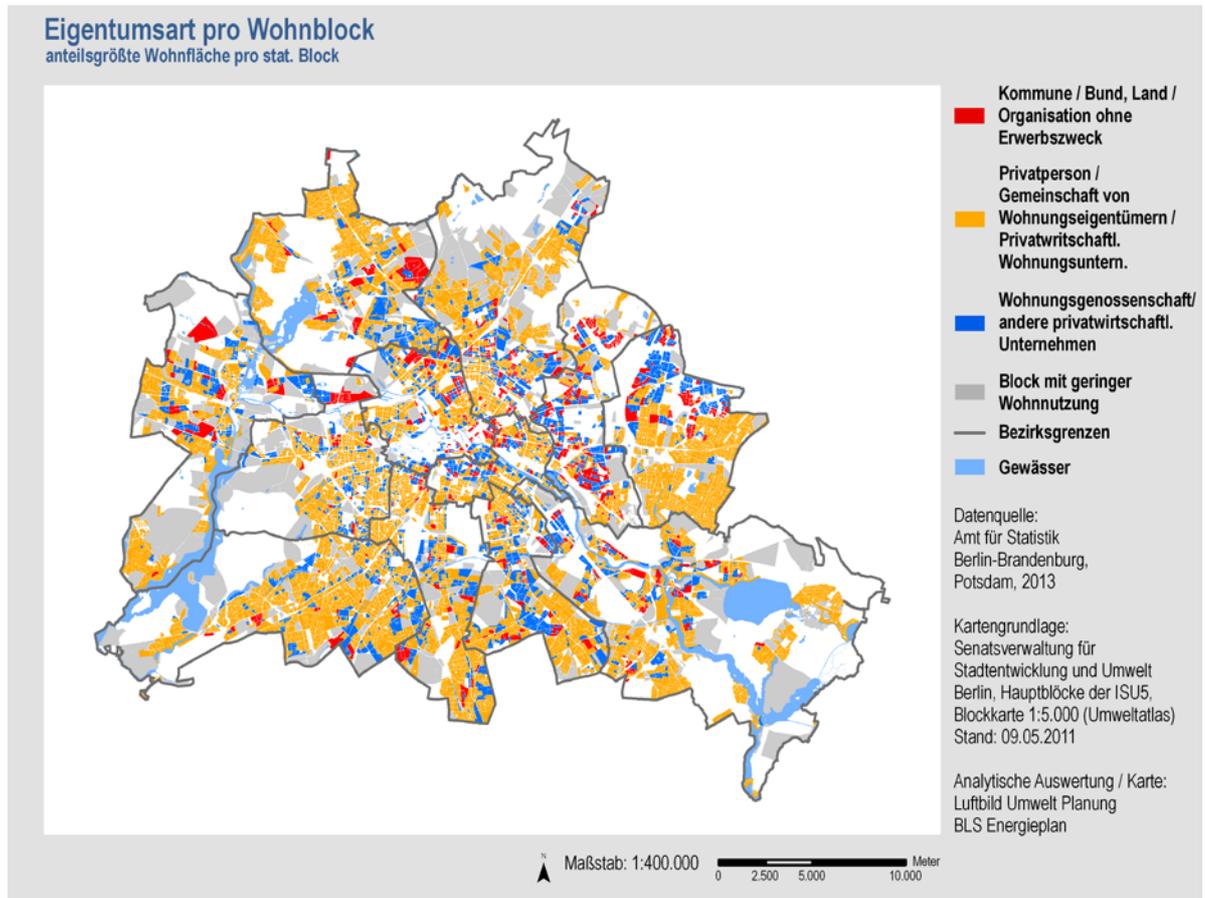


Abbildung B.2-5: Eigentumsart pro Wohnblock;
Quelle: Eigene Darstellung.

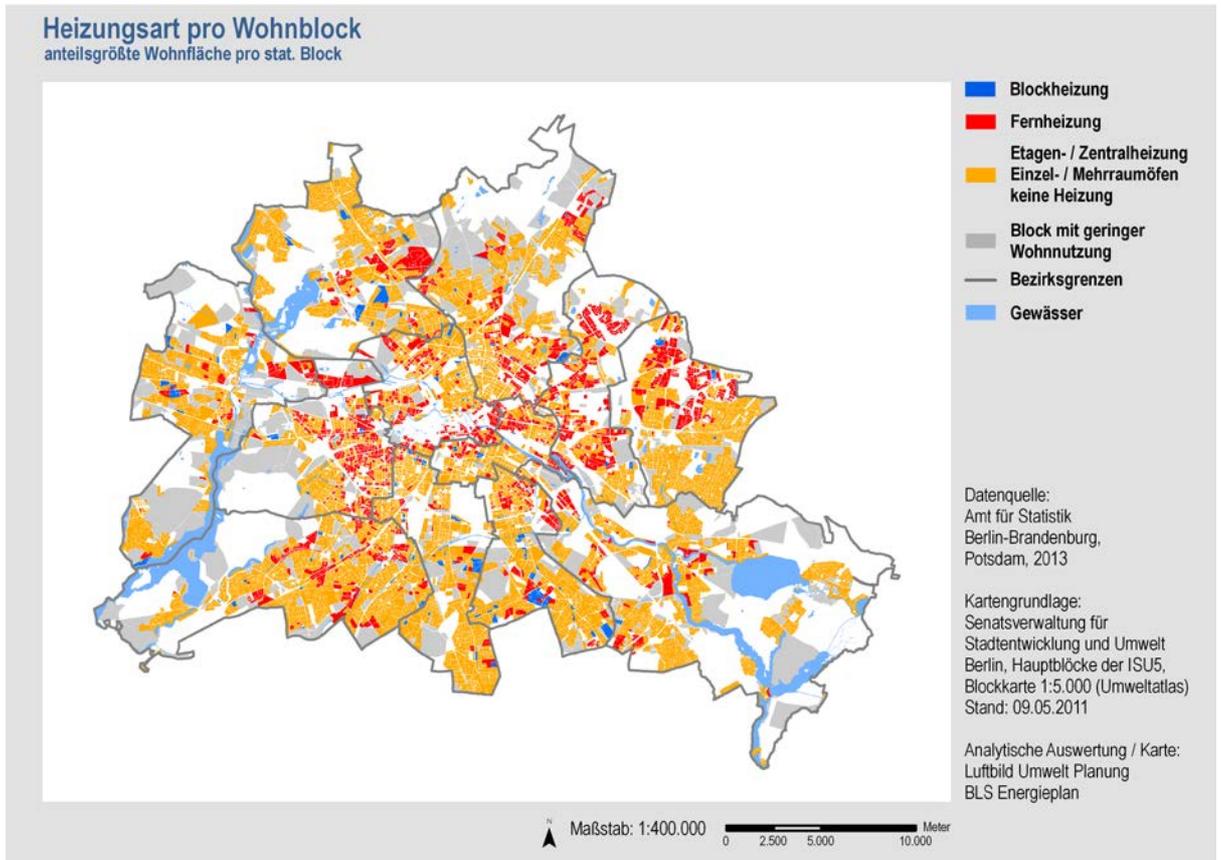


Abbildung B.2-6: Heizungsart pro Wohnblock;
Quelle: Eigene Darstellung.

B.3. METHODIK UND ERGEBNISSE DER GEBÄUDEMODELLIERUNG (III): BERECHNUNG VON NUTZENERGIE- UND ENDENERGIEBEDARFEN

Das 3-D-Gebäudemodell

Die energetische Modellierung der Machbarkeitsstudie basiert auf 45 Gebäudeklassen, die auf der Grundlage folgender Gebäudeeigenschaften gebildet wurden (vgl. Tab. B.3-1):

- Baujahr,
- Gebäudetyp,
- Geschosszahl,
- Denkmalschutzstatus.

Baujahr	Gebäudetyp	Stockwerke	Denkmal	Baujahr	Gebäudetyp	Stockwerke	Denkmal
vor 1919	Wohnen	1-2	nein	vor 1919	NWG		nein
1919-1948	Wohnen	1-2	nein	1919-1948	NWG		nein
1949-1978	Wohnen	1-2	nein	1949-1978	NWG		nein
1979-1995	Wohnen	1-2	nein	1979-1995	NWG		nein
nach 1995	Wohnen	1-2	nein	nach 1995	NWG		nein
neu	Wohnen	1-2	nein	neu	NWG		nein
vor 1919	Wohnen	1-2	ja	vor 1919	NWG		ja
1919-1948	Wohnen	1-2	ja	1919-1948	NWG		ja
1949-1978	Wohnen	1-2	ja	1949-1978	NWG		ja
vor 1919	Wohnen	3-7	nein	vor 1919	Industrie		nein
1919-1948	Wohnen	3-7	nein	1919-1948	Industrie		nein
1949-1978	Wohnen	3-7	nein	1949-1978	Industrie		nein
1979-1995	Wohnen	3-7	nein	1979-1995	Industrie		nein
nach 1995	Wohnen	3-7	nein	nach 1995	Industrie		nein
neu	Wohnen	3-7	nein	neu	Industrie		nein
vor 1919	Wohnen	3-7	ja	vor 1919	Industrie		ja
1919-1948	Wohnen	3-7	ja	1919-1948	Industrie		ja
1949-1978	Wohnen	3-7	ja	1949-1978	Industrie		ja
vor 1919	Wohnen	>7	nein				
1919-1948	Wohnen	>7	nein				
1949-1978	Wohnen	>7	nein				
1979-1995	Wohnen	>7	nein				

Baujahr	Gebäudetyp	Stockwerke	Denkmal
nach 1995	Wohnen	>7	nein
neu	Wohnen	>7	nein
vor 1919	Wohnen	>7	ja
1919-1948	Wohnen	>7	ja
1949-1978	Wohnen	>7	ja

Tabelle B.3-1: 45 beheizte Gebäudeklassen (NWG = Nicht-Wohngebäude);
Quelle: Eigene Darstellung.

Als Ergebnis der in Anhang B.2. näher beschriebenen GIS-Auswertung werden die Oberflächen (Wandfläche, Grundfläche, Dachfläche), das Gebäudevolumen, die Bruttogrundflächen (BGF) sowie die solaren Eignungsflächen für diese Gebäudeklassen bestimmt. Damit wurde der Status des Berliner Gebäudebestandes für das Ausgangsjahr 2010 festgelegt. Als Besonderheit sei hier erwähnt, dass über GIS-Operatoren die tatsächliche Gebäudehülle im 3-D-Modell bestimmt werden konnte, d.h. angrenzende Teilflächen benachbarter, sich berührender Gebäude blieben bei der Berechnung der Gebäudehüllfläche unberücksichtigt. Dies ist ein wichtiger Aspekt, damit die höhere Kompaktheit bei dichter Bebauung (z.B. in den mehrgeschossigen Gründerzeitbauten) energetisch richtig abgebildet werden kann.

Die Kategorie der unbeheizten Gebäude - dies betrifft 5,9 % der Berliner BGF und immerhin 10,1 % der Berliner Dachflächen - wurde bei der im Folgenden beschriebenen energetischen Betrachtung ausgeklammert.

Schnittstelle Stadtentwicklung – Gebäudeentwicklung

Mit Blick auf die zukünftige Entwicklung des Gebäudebestandes musste zunächst die Frage beantwortet werden, wie sich die Stadtstruktur Berlins hinsichtlich Gebäudestruktur und Bruttogrundflächen ändern wird. Hierzu wurde eine stadtplanerische Abschätzung der zeitlichen Entwicklung der in der Machbarkeitsstudie verwendeten 15 Stadtstrukturtypen vorgenommen. Die relevanten Parameter dafür waren die Nachverdichtung, die Substitution sowie der Neubau. Deren Effekte wurden dann auf die 45 Gebäudeklassen übertragen. Bei der Substitution von Gebäuden wurde der Denkmalschutz nicht berücksichtigt, d.h. auch die denkmalgeschützte Fläche reduziert sich gemäß der Substitutionsrate.⁵ Bei der Interpretation der Daten sollten folgende Hintergrundinformation berücksichtigt werden:

1. Die Verteilung der Denkmalschutzfläche auf die Baualtersstruktur erfolgte gemäß einer groben Methodik des Datenverschnitts und kann nur näherungsweise als Abbildung der tatsächlichen Verhältnisse gewertet werden. Beispiel: Ein in der Innenstadt bekanntes Baudenkmal mit 1.000 m² BGF und einem bestimmten Baujahr wird dabei nicht direkt der korrekten Gebäudeklasse zugeordnet, sondern die 1.000 m² werden anteilig an der im Block über die Zensusdaten ermittelten Baualtersklassenverteilung auf alle denkmalgeschützten Gebäudeklassen mit der entsprechenden Gebäudehöhe verteilt.

⁵ In diesem Zusammenhang muss auf eine Schwäche des Modells hingewiesen werden: Durch die Nutzung der Zensusdaten im Rahmen der Machbarkeitsstudie liegen nunmehr für Berlin erstmals flächendeckende Daten zur Baualtersstruktur vor. Dies gilt allerdings nur für Wohngebäude und nur auf Blockebene. Durch die Verschneidung mit gebäudescharfen GIS-Daten einschließlich des Denkmalschutzes ergeben sich allerdings Unstimmigkeiten in der Zuordnung. So ergeben sich etwa denkmalgeschützte Hochhäuser oder denkmalgeschützte 1-2-stöckige Gebäude mit einem Baualter nach 1995. Diese „Stilblüten“ sind allerdings statistisch von untergeordneter Bedeutung.

2. Die vom Datenverschnitt unplausiblerweise unter Denkmalschutz gestellten Baualtersklassen nach 1978 wurden in einem zweiten Schritt flächenmäßig so auf die älteren Baualtersklassen verteilt, dass die Gesamtflächen je Baualtersklasse und für den Denkmalschutz insgesamt erhalten blieben.
3. Besonders kritisch bezüglich der Aufteilung auf Baualtersklassen und Denkmalschutz sind Nicht-Wohn- und Industrie-Gebäude, da für diese mangels Daten aus der Zensusauswertung das Baualter aus Nachbarschaftsbeziehungen abgeleitet wurde und zusätzlich die Verteilung der Denkmalschutzanteile auf diese Gebäudealtersklassen abgeschätzt werden musste. Dies war einer der Gründe, warum in diesen Kategorien auf die zusätzliche Unterteilung nach Stockwerken verzichtet wurde.

Aus stadtplanerischer Sicht wird die Entwicklung der Stadt in raumbezogenen Stadtstrukturtypen beschrieben, die die realen Verhältnisse nur typisiert wiedergeben. Sie dürfen mit einzelnen Gebäuden bzw. spezifischen Gebäudeklassen nicht verwechselt werden. Nur letztere lassen sich einigermaßen präzise energetisch charakterisieren. Die Stadtstrukturtypen Berlins dagegen, die hier (als eine Quelle unter anderen) benutzt werden, lassen für sich genommen eine solche Charakterisierung – und damit auch eine halbwegs genaue Modellierung ihrer zukünftigen Energieeffizienz – nicht zu.

So umfasst etwa der Stadtstrukturtyp „Blockrandbebauung der Gründerzeit“ auch Gebäude jüngerer Alters, Gebäude des Sektors GHD oder Industriegebäude, die in der Regel völlig andere Energiebedarfe aufweisen als der Gründerzeitblock, der für diesen Typus prägend ist. Es hätte zu unververtretbaren Unschärfen geführt, würde man die Energiekennwerte eines Gründerzeitbaus nehmen und diese dem gesamten Stadtstrukturtyp „Blockrandbebauung der Gründerzeit“ zuweisen. Ganz analog werden beim Stadtstrukturtyp auch unbeheizte Gebäude (z.B. Lagerräume und Garagen) eingeschlossen, die unter energetischen Gesichtspunkten klarerweise anders zu behandeln und zu bewerten sind.

Strukturtyp der Machbarkeitsstudie	bestehender Stadtstrukturtyp	Bezeichnung	Substitution	Nachverdichtung	Substitution	Nachverdichtung	Substitution	Nachverdichtung
			Referenzszenario		Zielszenario 1		Zielszenario 2	
1	1	Blockrandbebauung der Gründerzeit	6,0 %	1,0 %	10,0 %	3,0 %	14,0 %	5,0 %
2	2	Blockrand- und Zeilenbebauung der 1920er/30er und 1950er	16,0 %	3,0 %	28,0 %	6,0 %	40,0 %	7,0 %
3	3	hohe Bebauung der Nachkriegszeit	6,0 %	1,0 %	10,0 %	2,0 %	16,0 %	5,0 %
4	4	Siedlungsbebauung der 1990er Jahre	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
5	5	Freistehende Bebauung mit Gärten	16,0 %	5,0 %	28,0 %	7,5 %	40,0 %	10,0 %
5	6	Dörfliche Bebauung	16,0 %	5,0 %	28,0 %	7,5 %	40,0 %	10,0 %
8	7	Überwiegende Nutzung durch Handel und Dienstleistung	6,0 %	1,0 %	16,0 %	2,0 %	20,0 %	4,0 %
9	8	Überwiegende Nutzung durch Gewerbe und Industrie	16,0 %	3,0 %	24,0 %	5,0 %	40,0 %	10,0 %
15	10	nicht oder gering bebaute Flächen*	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
14	14	Verkehrsflächen ohne Straßenland oder Baustellen	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
0	0	ohne TYP**	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
12	12	Überwiegende Nutzung durch Gemeinbedarf und Sondernutzung	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %
* der Gemeinbedarfs- und Sondernutzungen sowie Grün- und Freiflächen								
** 128 Gebäude im Gewässer, 1.491 Gebäude außerhalb der UA-Blockstruktur/ Straße, durch Digitalisierungsungenauigkeiten/ Aufnahmemaßstab								

Strukturtyp der Machbarkeitsstudie	bestehender Stadtstrukturtyp	Zuordnung UmbauStadt Strukturtypen Neubau zu den energetischen Gebäudekategorien für Neubau	zus. BGF-Fläche	zus. BGF-Fläche	zus. BGF-Fläche
6	-	1-2 Familienhaus → 1-2 geschossig	1.101 ha	254 ha	0 ha
7	-	Mehrfamilienhaus → 3-7 geschossig	2.339 ha	763 ha	0 ha
10	-	Handel und Dienstleistung → NWG	1.064 ha	621 ha	0 ha
11	-	Gewerbe und Industrie → Industrie	248 ha	9 ha	0 ha

Tabelle B.3-2: Modell-Parameter der Stadtentwicklung bis 2050 (Prozentangaben: Änderung zwischen 2010 und 2050); Quelle: Eigene Darstellung.

Für die Zwecke der Machbarkeitsstudie mussten daher weitere Datenquellen herangezogen werden, die es erlauben, verschiedene Gebäudeklassen aus dem Stadtstrukturtyp heraus zu präparieren. Es ging perspektivisch darum, ein gebäudescharfes Modell des Berliner Stadtraums zu entwickeln. Dazu mussten z.B. die unbeheizten Flächen separiert werden. Dies geschah zum einen über eine Spezifizierung der Nutzung des Gebäudes, die aus der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) Berlins abgeleitet wurde. Zum anderen wurde der Anteil der beheizten Nutzfläche an den als prinzipiell geheizt klassifizierten Gebäuden geschätzt.

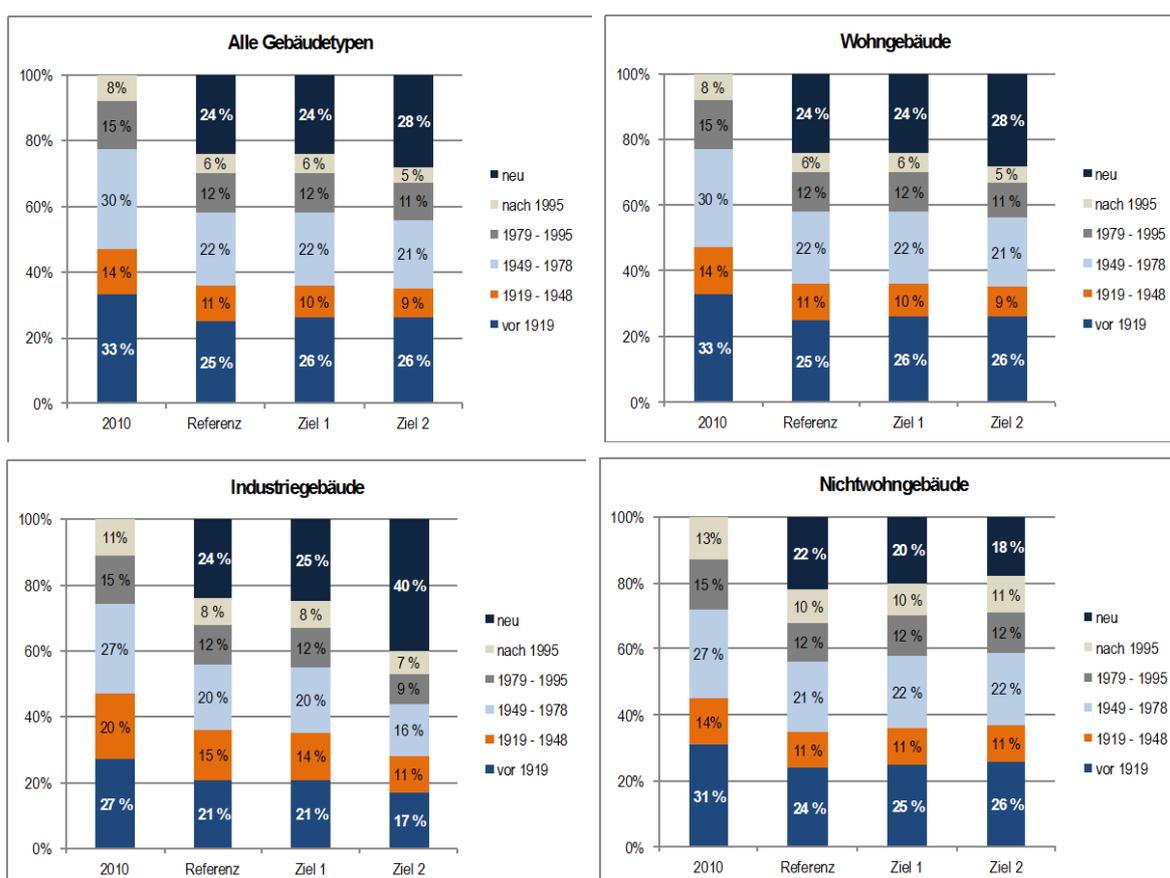


Abbildung B.3-1: Alterszusammensetzung des Berliner Gebäudebestandes 2050 je nach Szenario im Vergleich zu 2010 (oben links: alle Gebäudetypen; oben rechts: Wohngebäude; unten links: Industriegebäude; unten rechts: Nichtwohngebäude), Werte gerundet; Quelle: Eigene Berechnungen.

Eine eindeutige Abbildung der bestehenden Stadtstrukturtypen auf die Typologie der Machbarkeitsstudie ist trotz großer Überlappungen nicht möglich gewesen (vgl. Tab. B.3-2). So wurden die Kategorien 5 („freistehende Bebauung mit Gärten“) und 6 („dörfliche Bebauung“) der Berliner Stadtraum-Typologie für die Zwecke der Machbarkeitsstudie – also stark geprägt durch energetische Gesichtspunkte - zusammengefasst. Außerdem wurden mit den Kategorien 6, 7, 10 und 11 neue Typen in der Machbarkeitsstudie eingeführt, die sich auf die Art der Nutzung bzw. die Geschossigkeit der Gebäude stützt, die aus den ebenfalls benutzten ALK-Daten hergeleitet wurde.

In Abb. B.3-1 sind die Nettoeffekte der städtebaulichen Schlüsselparameter auf die Alterszusammensetzung des Berliner Gebäudebestandes je nach Szenario für 2050 (im Vergleich zum Basisjahr 2010) dargestellt. Dabei ist zu beachten, dass unter der Gebäudekategorie „neu“ die stadtplanerischen Kategorien „Substitution“, „Verdichtung“ und „Neubau“ subsumiert werden. So werden je nach Szenario zwischen 24 und 28 % der Berliner Wohngebäude „neu“ in dem Sinne sein, dass sie entweder tatsächlich zwischen 2010 und 2050 neu gebaut wurden (ohne Ersatz eines Vorgängerbaus), oder aber dass sie anstelle eines älteren Gebäudes errichtet wurden – und beides so, dass dabei auch die „Lückenschließung“ (Verdichtung) im Stadtgebiet eingeschlossen wird. Auch im „schnelleren“ Zielszenario 2 werden so im Jahr 2050 rd. 72 % des dann vorhandenen Berliner Wohngebäudebestandes vor 2010 errichtet worden sein. Im Industriebereich wird hier von einer etwas höheren „Neu“-Baurate ausgegangen, die sich an den bisherigen Erfahrungen orientiert.

Endenergie, Nutzenergie und CO₂-Emissionen

Es gehört zu den Kernaufgaben des Handlungsfeldes Gebäude und Stadtentwicklung, den Endenergiebedarf des Gebäudesektors nach Energieträgern gesondert zu bestimmen. Der Energieträgermix im Endenergiebereich ist in Verteilung und Menge einerseits vom benötigten Nutzenergiebedarf der Gebäude abhängig, andererseits aber auch vom eingesetzten Technologiemitmix bei der Bereitstellung von Wärme und Warmwasser, also etwa die Gasetagenheizung oder die Fernwärme.

Im Wesentlichen ist nur der Teil der Nutzenergie, der über die Gebäudehülle als Transmissionsverlust verloren geht, durch Parameter der Stadtentwicklung – Abriss, Sanierung, Neubau – beeinflussbar. Darüber hinaus beeinflusst die Einwohnerentwicklung den Wärmebedarf zur Trinkwassererwärmung und die BGF-Entwicklung den Lüftungswärmebedarf zur Deckung der Lüftungsverluste durch Leckagen, Fenster- und mechanische Lüftung.

Alle drei Kategorien des Nutzenergieverbrauchs – Transmissionsverluste, Lüftungsverluste und Warmwasserbedarf – werden methodisch getrennt erfasst und analysiert. Der letztlich daraus resultierende Energieträgermix und der Endenergieverbrauch nach Energieträgern sind vom angesetzten Technologiemitmix und von den dabei betrachteten technischen Innovationen und Effizienzverbesserungen abhängig. Sie bestimmen zusammen mit den Emissionsfaktoren der Energieträger die im Handlungsfeld verursachten Emissionen, wobei die Emissionsfaktoren für Gas, Strom und Fernwärme abhängig vom energiepolitischen Kontext der Stadt sind. Damit sind die ermittelten Emissionen weder durch die Stadtentwicklung noch durch den lokal gewählten Technologiemitmix vollständig bestimmbar. Im Folgenden werden die Ansätze und Einflussgrößen zur Bestimmung von Nutz- und Endenergie für die Szenarien in 2050 erläutert.

Gradtagzahlen

Treibende Kraft für die Berechnung der Transmissionsverluste durch die Gebäudehülle und für die Berechnung der Lüftungswärmeverluste ist die Temperaturdifferenz zwischen „drinnen“ und „draußen“, sowie die Dauer der auftretenden Temperaturdifferenz, welche als Integral über die Kenngröße „Gradtagzahl“ (GTZ) abgebildet wird. Diese standortspezifische Kenngröße ist abhängig sowohl vom Verlauf der Außentemperatur über das

gesamte Jahr als auch von der Heizgrenztemperatur und der angenommenen Innentemperatur der Gebäude. Die Berechnungen für 2010 basieren auf 3.443 Kd (Gradtagzahlen) und stellen einen klimabereinigten Mittelwert der GTZ der Jahre 2000-2012 dar.⁶ Für 2050 wird von einer geringeren Heizgrenze ausgegangen, da die Gebäude stärker gedämmt sind und ihre Transmissions- und Lüftungsverluste daher eine längere Zeit durch Nutzung solarer Gewinne und innerer Lasten ohne Zusatzheizung gedeckt werden können. Für eine angenommene Heizgrenze von 12 °C sinkt das langjährige Mittel auf 3.304 Kd bei 210 Heiztagen (Referenz-Szenario), bei 10 °C sogar auf 3.049 Kd bei nur noch 182 Heiztagen (beide Ziel-Szenarien).

⁶ Wert ermittelt bei Heizgrenztemperatur = 15 °C; Innentemperatur = 20 °C. Messstation des DWD: Berlin-Tempelhof (IWU 2014). Der Bezug zu den Jahren 2000-2012 stellt implizit schon eine Einrechnung der Klimaerwärmung der letzten Jahre gegenüber dem langjährigen Mittel dar. Eine weitergehende Berücksichtigung von Klimaverschiebungen wurde nicht vorgenommen.

Methodik Gebäudehülle

Die thermische Gebäudehülle setzt sich aus den Bestandteilen „Außenwand“, „Fensterflächen“, „Dach“ und „Keller“ zusammen. Jeder Komponenten werden drei U-Wert-Kategorien zugeordnet: „Alt“, „Neu“ und „Ziel“.⁷ Diese bilden den unsanierten Altbestand, den modernisierten Ist-Zustand sowie einen vorbildlichen, zukünftigen Dämmstandard ab. Aus der deutschen Gebäudetypologie des IWU (IWU 2005) konnten die Wärmedurchgangskoeffizienten für unsanierte Bestände im Bereich „Wohnen“ gemäß Tab. B.3-3 sowie für die Bereiche „NWG“ und „Industrie“ gemäß Tab. B.3-4 abgeleitet werden. Die angesetzten U-Werte modernisierter („Neu“) sowie vorbildlicher („Ziel“) Bauteilflächen sind in Tab. B.3-5 aufgelistet.

Baujahr	Stockwerke	Fensterflächenanteil	Fenster	Wand	Dach	Keller
vor 1919	1-2	20 %	2,60 W/m ² K	1,70 W/m ² K	1,00 W/m ² K	1,00 W/m ² K
1919-1948	1-2	27 %	2,60 W/m ² K	1,55 W/m ² K	1,00 W/m ² K	1,30 W/m ² K
1949-1978	1-2	30 %	2,80 W/m ² K	1,10 W/m ² K	0,80 W/m ² K	1,00 W/m ² K
1979-1995	1-2	30 %	3,20 W/m ² K	0,75 W/m ² K	0,35 W/m ² K	0,60 W/m ² K
nach 1995	1-2	30 %	1,60 W/m ² K	0,35 W/m ² K	0,22 W/m ² K	0,35 W/m ² K
vor 1919	1-2	20 %	2,60 W/m ² K	1,70 W/m ² K	1,00 W/m ² K	1,00 W/m ² K
1919-1948	1-2	27 %	2,60 W/m ² K	1,55 W/m ² K	1,00 W/m ² K	1,30 W/m ² K
1949-1978	1-2	30 %	2,80 W/m ² K	1,10 W/m ² K	0,80 W/m ² K	1,00 W/m ² K
vor 1919	3-7	40 %	2,70 W/m ² K	2,00 W/m ² K	2,60 W/m ² K	1,30 W/m ² K
1919-1948	3-7	21 %	2,60 W/m ² K	1,40 W/m ² K	1,10 W/m ² K	1,10 W/m ² K
1949-1978	3-7	28 %	2,80 W/m ² K	1,20 W/m ² K	1,00 W/m ² K	1,10 W/m ² K
1979-1995	3-7	22 %	2,60 W/m ² K	0,80 W/m ² K	0,60 W/m ² K	0,70 W/m ² K
nach 1995	3-7	22 %	1,60 W/m ² K	0,35 W/m ² K	0,22 W/m ² K	0,35 W/m ² K
vor 1919	3-7	40 %	2,70 W/m ² K	2,00 W/m ² K	2,60 W/m ² K	1,30 W/m ² K
1919-1948	3-7	21 %	2,60 W/m ² K	1,40 W/m ² K	1,10 W/m ² K	1,10 W/m ² K
1949-1978	3-7	28 %	2,80 W/m ² K	1,20 W/m ² K	1,00 W/m ² K	1,10 W/m ² K
vor 1919	>7	28 %	3,30 W/m ² K	0,75 W/m ² K	0,80 W/m ² K	1,00 W/m ² K
1919-1948	>7	28 %	3,30 W/m ² K	0,75 W/m ² K	0,80 W/m ² K	1,00 W/m ² K
1949-1978	>7	28 %	3,30 W/m ² K	0,75 W/m ² K	0,80 W/m ² K	1,00 W/m ² K
1979-1995	>7	35 %	2,60 W/m ² K	1,00 W/m ² K	0,70 W/m ² K	1,00 W/m ² K
nach 1995	>7	35 %	2,60 W/m ² K	1,00 W/m ² K	0,70 W/m ² K	1,00 W/m ² K
vor 1919	>7	28 %	3,30 W/m ² K	0,75 W/m ² K	0,80 W/m ² K	1,00 W/m ² K
1919-1948	>7	28 %	3,30 W/m ² K	0,75 W/m ² K	0,80 W/m ² K	1,00 W/m ² K
1949-1978	>7	28 %	3,30 W/m ² K	0,75 W/m ² K	0,80 W/m ² K	1,00 W/m ² K

Tabelle B.3-3: U-Werte und Fensterflächenanteile unsanierter Altbestand im Bereich Wohnen; Dabei: hellblau unterlegte Zeilen = Gebäudeklasse unter Denkmalschutz; Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an IWU 2005.

⁷ Der Wärmedurchgangskoeffizient (U-Wert) ist ein spezifischer Kennwert eines Bauteils. Er wird im Wesentlichen durch die Wärmeleitfähigkeit und Dicke der verwendeten Materialien bestimmt, aber auch durch die Wärmestrahlung und Konvektion an den Oberflächen.

Baujahr	Fensterflächenanteil	Fenster	Wand	Dach	Keller
vor 1919	40 %	2,70 W/m ² K	2,00 W/m ² K	2,60 W/m ² K	1,30 W/m ² K
1919-1948	21 %	2,60 W/m ² K	1,40 W/m ² K	1,10 W/m ² K	1,10 W/m ² K
1949-1978	28 %	2,80 W/m ² K	1,20 W/m ² K	1,00 W/m ² K	1,10 W/m ² K
1979-1995	22 %	2,60 W/m ² K	0,80 W/m ² K	0,60 W/m ² K	0,70 W/m ² K
nach 1995	22 %	1,60 W/m ² K	0,35 W/m ² K	0,22 W/m ² K	0,35 W/m ² K
vor 1919	40 %	2,70 W/m ² K	2,00 W/m ² K	2,60 W/m ² K	1,30 W/m ² K
1919-1948	21 %	2,60 W/m ² K	1,40 W/m ² K	1,10 W/m ² K	1,10 W/m ² K
1949-1978	28 %	2,80 W/m ² K	1,20 W/m ² K	1,00 W/m ² K	1,10 W/m ² K

Tabelle B.3-4: U-Werte und Fensterflächenanteile unsanierter Altbestand im Bereich Nicht-Wohngebäude und Industrie; Dabei: hellblau unterlegte Zellen = Gebäudeklasse unter Denkmalschutz; Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an IWU 2005.

Baujahr	Fenster		Wand		Dach		Keller	
	Neu	Ziel	Neu	Ziel	Neu	Ziel	Neu	Ziel
bis 1978	1,30 W/m ² K	0,80 W/m ² K	0,35 W/m ² K	0,18 W/m ² K	0,22 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,35 W/m ² K	0,22 W/m ² K
ab 1979	1,30 W/m ² K	0,80 W/m ² K	0,30 W/m ² K	0,18 W/m ² K	0,18 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,30 W/m ² K	0,22 W/m ² K
Neubau	1,30 W/m ² K	0,80 W/m ² K	0,30 W/m ² K	0,18 W/m ² K	0,18 W/m ² K	0,15 W/m ² K	0,30 W/m ² K	0,22 W/m ² K

Tabelle B.3-5: U-Werte der modernisierten (Neu) und vorbildlichen (Ziel) Bauteilflächen; Quelle: Eigene Darstellung.

Sanierungszustand Gebäudehülle 2010

Mit Hilfe dieser U-Wert-Dreiteilung lässt sich jeder Sanierungszustand der Gebäudehülle modellhaft durch die Flächenanteile je Bauteil abbilden, die zu den jeweiligen Dämmkategorien „Alt“, „Neu“ und „Ziel“ gehören⁸.

Der Sanierungszustand der Berliner Gebäude im Jahr 2010 wird in Anlehnung an die Kenndaten der Modellgebäude zur Beschreibung des deutschen Wohngebäudebestandes 2009 dargestellt (siehe Tab. B.3-6). Dabei handelt es sich um Ergebnisse einer repräsentativen Befragung von 7.364 Wohngebäudeeigentümern zu Modernisierungsfortschritten und zu verwendeten Dämmstoffdicken („Datenbasis Gebäudebestand“ siehe BMVBS 2013: Tab. 2).

Im Bestand 2010 wurden die Kennwerte der Gebäudehülle anteilig nach Tab. B.3-6 mit den U-Werten gemäß Tab. B.3-5 berücksichtigt, der Rest der Gebäudehüllfläche wurde gemäß Tab. B.3-3 und Tab. B.3-4 modelliert.

⁸ Dieses vereinfachte Modell berücksichtigt keine solaren Strahlungsgewinne. Es ist bezüglich der Fenster eine konservative Abschätzung, die dem Umstand geschuldet ist, dass eine genauere Berücksichtigung weitere Annahmen erfordert, die nicht einfach beleg- oder auch widerlegbar sind, u.a. z.B. die durchschnittliche Verteilung der Ausrichtung der Fenster in 2050 und deren durchschnittliche Verschattung jeweils für alle 45 Gebäudeklassen. Kurz gesagt wird hier im Modell Komplexität abgebaut ohne dabei verleugnen zu wollen, dass gut gedämmte Fenster abhängig von der Ausrichtung tatsächlich bilanziell eher als Wärmequelle und nicht als Wärmesenke zu sehen sind. Bei genauerer Modellierung wird der Transmissionswärmebedarf in 2050 also geringer ausfallen. Da er bis dahin aber seine dominierende Bedeutung zugunsten der Lüftungsverluste und des Warmwasserbedarfs verloren haben wird, dürfte diese Vereinfachung sich nicht maßgeblich auf das Endergebnis durchschlagen.

Für die nicht in Tab. B.3-6 aufgeführten Gebäudetypen NWG und Industrie wurden die Modernisierungsanteile gemäß der Baualtersklasse aus dem Wohnungsbau übertragen, da für diese Gebäudetypen keine gesonderten Datenquellen verfügbar waren.

Gebäude-Typ	Stockwerk	Baujahr	Fenster	Wand	Dach	Keller
Wohnen	1-2	bis 1978	36 %	20 %	47 %	10 %
Wohnen	1-2	bis 1995	12 %	7 %	24 %	3 %
Wohnen	1-2	nach 1995	0 %	0 %	0 %	0 %
Wohnen	>2	bis 1978	45 %	26 %	48 %	11 %
Wohnen	>2	bis 1995	24 %	15 %	23 %	7 %
Wohnen	>2	nach 1995	0 %	0 %	0 %	0 %

Tabelle B.3-6: Modernisierter Anteil der Bauteilflächen des Wohngebäudebestandes;
Quelle: Eigene Darstellung, in Anlehnung an BMVBS 2013.

Bottom-Up und Top-Down Ansatz

Mit dem beschriebenen Ansatz lässt sich ausgehend von den Gebäudegrundflächen, den berechneten Hüllflächen, der Belegungsdichte und weiterer Detailannahmen wie

- Flächenumrechnungsfaktor NGF zu BGF = 86 %,
- Flächenumrechnungsfaktor WF zu BGF = 72 % und
- beheizter Anteil der BGF = 90 %

ein Transmissionsverlust über die Gebäudehülle auf Basis von Nutzenergie ohne Verteil-, Speicher und Umwandlungsverluste berechnen (vgl. im folgenden Tab. B.3-7).

Selbst wenn alle Annahmen mit ausreichender Genauigkeit die Realität wiedergeben würden und auch die Berechnung der Endenergie unter Einbeziehung von Lüftungsverlusten und Warmwasserbedarf valide erfolgt wäre, ist nicht zu erwarten, dass die so ermittelte Endenergie für 2010 mit dem aus der Berliner Energiebilanz für das Handlungsfeld Gebäude und Stadtentwicklung für 2010 Top-Down extrahierten Wert übereinstimmt. Als erster Grund sei hier aufgeführt, dass der Bottom-Up-Ansatz einer theoretischen Bedarfsrechnung folgt und diese analog zum Energiepass den Verbrauchswerten aus der Energiebilanz zwar modellhaft folgt, aber niemals zum gleichen Ergebnis führt. Modell und Realität weichen voneinander ab, insbesondere beim Nutzerverhalten, aber auch Hüllfläche, Volumen, BGF und die Dämmungskennwerte konnten nur näherungsweise bestimmt werden.

Das Ziel ist die Bestimmung von Verbrauchswerten für 2050 analog zur Bestandsanalyse aus der Energiebilanz für 2010. Hierzu wird die Annahme getroffen, dass die Verbrauchswerte bis 2050 im gleichen Maße sinken wie die Bottom-Up errechenbaren Bedarfswerte. Sind die Bottom-Up Bedarfswerte daher für 2050 bekannt, können hieraus die Verbrauchswerte über einen Skalierungsfaktor errechnet werden.

Da Lüftungs- und Warmwasserbedarf nachfolgend analytisch sowohl für 2010 als auch für 2050 berücksichtigt wird, erfolgt der Abgleich zwischen Top-Down und Bottom-Up nur über den Transmissionsverlust. Vom ermittelten Endenergiebedarf des Handlungsfeldes wird in 2010 der analytisch ermittelte Lüftungswärmebedarf und der Warmwasserbedarf subtrahiert, wobei über die Anwenderbilanz der Warmwasserbedarf getrennt für die Sektoren Wohnen, NWG und Industrie ermittelt werden kann.

Ebenso kann das Gebäudevolumen über die Gebäudekategorien getrennt für die Sektoren Wohnen, NWG und Industrie ermittelt werden. Über einen flächenbezogenen Kennwert (3 kWh/m² NGF in 2010, 2,4 kWh/m² NGF in 2050) wird der Stromverbrauch für Heizung, Lüftung und Klimatisierung angesetzt und es verbleibt unter Berücksichtigung eines Jahresnutzungsgrades für die Heizung von 80 % ein aus den Verbrauchswerten abgeleiteter Nutzenergie-verbrauch zur Deckung der Transmissionsverluste.

Aus dem so ermittelten „Verbrauchswert“ für die Transmissionsverluste für das Jahr 2010 kann über die ermittelte Gebäudehüllfläche ein mittlerer Top-Down U-Wert für ganz Berlin errechnet werden. Analog kann für 2010 auch ein Bottom-Up U-Wert als mittlerer U-Wert über alle Bauteile für ganz Berlin bestimmt werden als Fazit der Annahmen zu Dämmkennwerten und Sanierungsständen.

U-Werte 2010	Wohnen	NWG	Industrie
Top-Down	0,6 W/m ² K	1,2 W/m ² K	0,1 W/m ² K
Bottom-Up	1,0 W/m ² K	1,0 W/m ² K	0,9 W/m ² K
Verhältnis/ Skalierungsfaktor	58 %	128 %	14 %

Tabelle B.3-7: Abgleichfaktoren Top-Down zu Bottom-Up für Transmissionsverluste;
Quelle: Eigene Berechnungen.

Für den Bereich Wohnen und NWG liegt das Ergebnis im plausiblen Bereich, für den Bereich Industrie ist der Skalierungsfaktor dagegen sehr klein, obwohl der Lüftungswärmebedarf für die Industriegebäude bereits unberücksichtigt blieb. Eine plausible Erklärung ist, dass Industriebetriebe auf Grund ihrer Abwärme aus Prozessenergieverlusten den Lüftungswärmebedarf und einen Teil des Transmissionswärmebedarfes aus Abwärme decken können.

Gleichzeitig stellt aber die Abgrenzung zwischen Wohnen, NWG und Industrie einerseits über die Anwenderbilanzen (Energieverbräuche) und andererseits über die Nutzungszuordnung in der ALK (Hüllfläche) eine methodische Schwäche dar. Durch eine Zuordnungsverschiebung von Gebäuden im GIS-System von der Kategorie Industrie zu den NWG würden die Top-Down-U-Werte für den Industriebereich steigen und für den NWG-Bereich fallen. Hierdurch würden die Skalierungsfaktoren in noch plausiblere Bereiche verschoben werden. Im Rahmen dieser Studie konnte die Fragestellung nicht vertieft werden und bleibt weitergehenden Untersuchungen vorbehalten.

Sanierungszustand Gebäudehülle 2050

In den Szenarien für 2050 wurden Annahmen zur Sanierungsrate und Sanierungstiefe getroffen. Ausgehend von der jeweiligen globalen Sanierungsrate des Szenarios wurden je Bauteil spezifische Werte hinsichtlich Sanierungsrate und Sanierungstiefe abgeleitet. Diese sind in Tab. B.3-8 zusammengefasst.

Referenz (globale Sanierungsrate: 0,8 %/a)	Ziel 1 (globale Sanierungsrate: 1,5 %/a)	Ziel 2 (globale Sanierungsrate: 2,0 %/a)
16 %	30 %	40 % saniert
Sanierungsrate „Keller“ entspricht der halben globalen Sanierungsrate, d.h.		
64 %	100 %	100 % saniert
Sanierungsrate „Fenster“ entspricht der doppelten globalen Sanierungsrate, d.h.		
32 %	60 %	80 % saniert
Sanierungsrate „Dach“ und „Wand“ entspricht bis auf Ausnahmen der jeweiligen globalen Sanierungsrate, d.h.		
Bauteilfläche „Wand“ mit Baujahr bis 1919 (Gründerzeit) wird nur mit 10 % der globalen Sanierungsrate modernisiert, d.h. 3,2 %	Bauteilfläche „Wand“ mit Baujahr bis 1919 (Gründerzeit) wird nur mit 10 % der globalen Sanierungsrate modernisiert, d.h. 6 %	Keine Ausnahmen im Bereich der Gründerzeit , d.h. 80 % saniert
Wände mit Denkmalschutz werden zu 33 % der globalen Sanierungsrate saniert, d.h. 11 % bzw. 1,1 % ^{*)}	Wände mit Denkmalschutz werden mit 33 % ⁹ der globalen Sanierungsrate saniert, d.h. 20 % bzw. 2 % ^{*)}	Keine Ausnahmen im Bereich des Denkmalschutzes , d.h. 80 % saniert
Nur unsanierte Bauteilflächen werden saniert, bereits modernisierte Bauteile bleiben unverändert	Bereits modernisierte Bauteile werden neben den unsanierten Bauteilen mit einem Drittel der Sanierungsrate auf vorbildlichen Dämmstandard gebracht	Bereits modernisierte Bauteile werden neben den unsanierten Bauteilen mit einem Drittel der Sanierungsrate auf vorbildlichen Dämmstandard gebracht
33 % der Sanierungsmaßnahmen im Altbestand erreichen vorbildlichen Dämmstandard	66 % der Sanierungsmaßnahmen im Altbestand erreichen vorbildlichen Dämmstandard	Alle Sanierungsmaßnahmen im Altbestand erreichen vorbildlichen Dämmstandard
Neubau weist zu 33 % vorbildlichen Dämmstandard auf, Rest heutiger Standard	Neubau weist zu 66 % vorbildlichen Dämmstandard auf, Rest heutiger Standard	Der gesamte Neubau weist vorbildlichen Dämmstandard auf

^{*)} bei Denkmalschutz und Baujahr vor 1919

Tabelle B.3-8: Sanierungsraten und Sanierungstiefe der Szenarien;
Quelle: Eigene Darstellung.

Exkurs: minimale und maximale Sanierungsrate

Aus einem definierten Ziel zum gewollten Sanierungsstand in 2050 lässt sich keine eindeutige Aussage zur dazugehörigen Sanierungsrate ableiten – und umgekehrt. Dazu ein vereinfachtes Beispiel: Der Gebäudebestand in 2010 besteht aus Altbestand sowie bereits (teil-)modernisierten Gebäuden. Um innerhalb von 40 Jahren einen ausschließlich vorbildlich gedämmten Gebäudebestand zu erhalten, eröffnet sich ein Spektrum an zielerreichenden Sanierungsraten mit folgenden Begrenzungen: Die höchste erforderliche Sanierungsrate ergibt sich, wenn der gesamte Altbestand mit sofortiger Wirkung auf gegenwärtig üblichen

⁹ Dabei gilt die Annahme, dass die hofseitige Fassaden von denkmalgeschützten Gebäuden oft – trotz des Denkmalschutzes – in vielen Fällen saniert werden können.

Dämmstandard gebracht wird – und somit bis 2050 noch ein weiteres mal saniert werden muss. Aus dieser Überlegung ergibt sich die minimale Sanierungsrate daraus, dass der Altbestand unmittelbar auf vorbildlichen Dämmstandard 2050 saniert wird. - Die in den Szenarien vorgegebenen Sanierungsraten sind vor diesem Hintergrund als arithmetisches Mittel zwischen der der minimalen und maximalen Sanierungsrate umgesetzt worden.

Warmwasser und Lüftung

Neben der beschriebenen Vorgehensweise zur Ermittlung der Transmissionsverluste bestehen weitere Energiebedarfe durch Lüftung und Warmwasser. Der absolute Warmwasserbedarf der Haushalte, von GHD und Industrie Berlins wurde aus den Anwenderbilanzen 2010 abgeleitet (siehe Tab. 2, Kap. 2.1.2. im Hauptbericht: Verknüpfung zwischen Energie-, Anwender- und Handlungsfeld-Bilanzen in 2010). Für den Bereich „Wohnen“ ergibt sich ein einwohnerspezifischer Endenergiebedarf von 1.358 kWh/a, welcher in den Szenarien entsprechend des angesetzten Reduktionsfaktors verringert wird bis auf 80 % im Zielszenario 2 durch bewussteren Umgang mit Warmwasser und eingesetzter Wasserspararmaturen.¹⁰ Im Bereich „GHD“ und „Industrie“ wird von einem flächenspezifisch konstanten Wärmebedarf für Warmwasser ausgegangen (siehe Tab. B.3-9).

	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
Endenergiebedarf WW Wohnen beheizte NGF	4.470 GWh/a 151.705.787 m ²	181.484.985 m ²	165.755.964 m ²	160.935.501 m ²
Reduktionsfaktor zu 2010	100 %	100 %	90 %	80 %
spez. Endenergie spez. Nutzenergie*)	1.358 kWh/EW a 23,6 kWh/m ² a**)	1.358 kWh/EW a 22,4 kWh/m ² a	1.222 kWh/EW a 22,1 kWh/m ² a	1.086 kWh/EW a 20,2 kWh/m ² a
Endenergiebedarf WW GHD beheizte NGF	1.317 GWh/a 43.857.252 m ²	52.597.070 m ²	49.588.298 m ²	45.538.393 m ²
Reduktionsfaktor zu 2010	100 %	100 %	100 %	100 %
spez. Nutzenergie*)	24,0 kWh/m ² a	24,0 kWh/m ² a	24,0 kWh/m ² a	24,0 kWh/m ² a
Endenergiebedarf WW Industrie beheizte NGF	52 GWh/a 16.627.290 m ²	18.993.774 m ²	17.457.592 m ²	18.076.241 m ²
Reduktionsfaktor zu 2010	100 %	100 %	100 %	100 %
spez. Nutzenergie*)	2,5 kWh/m ² a	2,5 kWh/m ² a	2,5 kWh/m ² a	2,5 kWh/m ² a

*) Jahresnutzungsgrad 2010: 80 %

**) Nettogeschossfläche

Tabelle B.3-9: Endenergiebedarf der Gebäude für Warmwasser; Quelle: Eigene Berechnungen.

Der Lüftungswärmebedarf errechnet sich über die hygienische Mindestluftwechselrate von 0,5/h und einer über ganz Berlin gemittelten Wärmerückgewinnungsquote von 30 % in allen drei Szenarien. Diese vergleichsweise geringe Quote wird begründet mit dem Umstand, das bei mechanischen Lüftungsanlagen teilweise erheblich höhere Luftwechselraten gefahren werden, die dann zusammen mit höheren Wärmerückgewinnungsgraden sogar zu höheren Energieverbräuchen führen können. Gleichzeitig wird auch 2050 nicht jedes Gebäude eine mechanische Lüftung besitzen und kann dann auch keine Lüftungswärme zurückgewinnen. Der gewählte Rechenansatz ist daher eine plausible mittlere Annahme.

¹⁰ Hierbei wurden die Ergebnisse des Mikrozensus 2011 zugrunde gelegt.

Endenergie

Nach der Ermittlung der Nutzenergiebedarfe der Gebäude werden diese über verschiedene Bereitstellungswege gedeckt (siehe Abb. 27, Kap. 3.2.2.2.2. im Hauptbericht: „Energieflussschema Nutzenergie Gebäude in Brennstoffmix Endenergie“). Nach Berücksichtigung von Speicher- und Verteilverlusten (pauschal mit 5 % angenommen) sowie der Wärmerückgewinnungsanteile wird zunächst je Gebäudeklasse der Fernwärmeanteil bei der Bedarfsdeckung bestimmt (siehe ebenfalls Abb. 27 im Hauptbericht). Er wurde im Bestand aus der GIS-Auswertung über die Zensus-Daten bestimmt und für die Szenarien je Gebäudeklasse skaliert. Ansatz war eine jeweils unterschiedliche Ausweitung der Anschlüsse im Referenz-, Ziel 1- und Ziel 2-Szenario 2 (siehe auch Tab. 17 – „Fernwärmeentwicklung“ - und zugehörige Erläuterungen in Kapitel 3). Für den verbleibenden Anteil werden zunächst nach der Logik der Abb. 26 (Berechnungsschema zur Ermittlung solarergetischer Erträge) im Kapitel 3 die solarthermischen Erträge je Gebäudeklasse bestimmt, um für den restlichen zu deckenden Wärmebedarf mit einem Versorgungsmix gemäß Tab. B.3-10 und den Jahresnutzungsgraden nach Tab. B.3-11 den zugehörigen Endenergiebedarf je Versorgungskomponente zu bestimmen. Für den Bewertungsmaßstab des exterritorialen Flächenverbrauchs ist der Anteil des Überschussstromes relevant, der beim Einsatz von Wärmepumpen und Stromheizungen angesetzt wird. Er ist in Tab. B.3-12 dokumentiert und ist als Smartness-Faktor zu interpretieren, der angibt, wie Intelligent eine Anlage die Angebote an dann voraussichtlich günstigen Überschuss-Stromangeboten nutzen kann. Nur im Zielszenario 2 wird hiervon maßgeblich Gebrauch gemacht.

	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
Stromheizung	2,8 %	5 %	30 %	30 %
Wärmepumpe	0,3 %	10 %	30 %	30 %
BHKW (Wärme)	0,0 %	10 %	10 %	15 %
Gaskessel	64,3 %	72 %	24 %	17 %
Biomassekessel	0,5 %	3,4 %	5,8 %	8,0 %
Ölkessel	31,5 %	0 %	0 %	0 %
Kohleofen	0,7 %	0 %	0 %	0 %

Tabelle B.3-10: Anteile Anlagentechnik nach Fernwärme und Solarthermie; Quelle: Eigene Berechnungen.

	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
Fernwärme	100 %	100 %	100 %	100 %
Stromheizung	100 %	100 %	100 %	100 %
Wärmepumpe	250 %	350 %	350 %	350 %
BHKW				
Wirkungsgrad (thermisch)	60 %	40 %	40 %	40 %
Wirkungsgrad (elektrisch)	30 %	50 %	50 %	50 %
Gaskessel	77 %	95 %	95 %	95 %
Biomasse	70 %	80 %	80 %	80 %

Tabelle B.3-11: Jahresnutzungs- und Wirkungsgrade der Anlagentechnik (ohne Speicher- und Verteilverluste); Quelle: Eigene Berechnungen.

	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
Stromheizung	0 %	0 %	5 %	50 %
Wärmepumpe	0 %	0 %	5 %	30 %

Tabelle B.3-12: Nutzungsfaktoren Überschussstrom; Quelle: Eigene Berechnungen.

In den nachfolgenden Tab. B.3-13 und B.3-14 werden die Rechenschritte der solartechnischen Analyse und die zugehörigen Annahmen im Detail dokumentiert.

ST-Nutzung an Gebäuden	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
Dachfläche	85.961.118 m ²	107.006.199 m ²	95.964.402 m ²	92.421.257 m ²
solare Eignungsfläche gem. Solaratlas ^{*)}	25.905.751 m ²	30.850.721 m ²	27.274.801 m ²	25.242.349 m ²
dav. denkmalgeschützte Eignungsfläche	4.759.278 m ²	4.331.818 m ²	4.036.654 m ²	3.686.619 m ²
Nutzung denkmalgeschützter Eignungsfläche	0%	0%	0%	80%
solare Eignungsfläche Dach ^{**)}	21.146.473 m ²	26.518.904 m ²	23.238.146 m ²	21.505.025 m ²
dav. auf denkmalgeschützten Gebäuden	0,0%	0,0%	0,0%	12,0%
spez. Ertrag (Dachfläche)	300 kWh/m ² a			
Solarthermisches Potenzial Dach	6.344 GWh/ a	7.956 GWh/ a	6.971 GWh/ a	7.352 GWh/ a
Außenwandfläche (ohne Fenster)	143.345.634 m ²	178.699.584 m ²	162.199.438 m ²	156.849.211 m ²
dav. denkmalgeschützte Eignungsfläche	24.107.141 m ²	22.026.817 m ²	20.550.660 m ²	18.885.286 m ²
Nutzung denkmalgeschützter Eignungsfläche	0%	0%	0%	80%
ST-Nutzung Außenwand	0%	5%	5%	5%
solare Eignungsfläche Außenwand ^{**)}	0 m ²	7.833.638 m ²	7.062.439 m ²	7.653.608 m ²
dav. an denkmalgeschützten Außenwandflächen	0,0%	0,0%	0,0%	9,9%
spez. Ertrag (Außenwand)	200 kWh/m ² a			
Solarthermisches Potenzial Außenwand	0 GWh/ a	1.567 GWh/ a	1.416 GWh/ a	1.531 GWh/ a
Solarthermisches Potenzial Dach+Außenwand	6.344 GWh/ a	9.522 GWh/ a	8.388 GWh/ a	8.882 GWh/ a
Deckungsgrad (Warmwasser)	40%	50%	70%	70%
Deckungsgrad (Raumwärme)	5%	15%	15%	15%
Deckungsgrad (gesamt)	10%	22%	28%	30%
wirtschaftlich deckbarer Bedarf (RW+WW) ^{***)}	3.449 GWh/ a	6.232 GWh/ a	6.024 GWh/ a	5.023 GWh/ a
Ertragspotenzial aller Berliner Gebäude	2.687 GWh/ a	5.045 GWh/ a	4.867 GWh/ a	4.872 GWh/ a
mittlerer Anteil fernwärmeversorgter Gebäude	38%	47%	57%	55%
Ertragspotenzial auf nicht FVW-versorgter Gebäude	1.758 GWh/ a	2.820 GWh/ a	2.264 GWh/ a	2.226 GWh/ a
Potenzialnutzungsfaktor Solarthermie	1,4%	5%	30%	45%
Erträge durch ST	24 GWh/ a	141 GWh/ a	679 GWh/ a	1.002 GWh/ a
genutzte Dachfläche absolut	81.664 m ²	393.377 m ²	1.893.791 m ²	2.782.659 m ²
genutzte Außenwandfläche absolut	0 m ²	114.990 m ²	555.635 m ²	834.183 m ²
genutzte Dachfläche	0,1%	0,4%	2,0%	3,0%
genutzte Außenwandfläche	0,0%	0,1%	0,3%	0,5%

*) aus GIS-technischer Auswertung auf Basis von ALK-2012/ Solaratlas-2007

**) Berücksichtigung von Denkmalschutz

***) ohne Flächenrestriktion

 Tabelle B.3-13: Berechnungsschritte und Ansätze der solarthermischen Nutzung;
 Quelle: Eigene Berechnungen

PV-Nutzung an Gebäuden	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
Dachfläche, gesamt	85.961.118 m ²	107.006.199 m ²	95.964.402 m ²	92.421.257 m ²
solare Eignungsfläche gem. 3D-Modell*)	21.146.473 m ²	26.518.904 m ²	23.238.146 m ²	24.505.025 m ²
solarthermische genutzte Dachfläche*)	81.664 m ²	393.377 m ²	1.893.791 m ²	2.782.659 m ²
Eignungsfläche Dach für PV	21.064.809 m²	26.125.527 m²	21.344.356 m²	21.722.366 m²
Anlagenwirkungsgrad (PR)	80%	80%	80%	80%
Modulwirkungsgrad	15%	20%	20%	20%
spez. Ertrag (Dachfläche)	gem. Solaratlas, d.h. zwischen 1022 und 1075 kWh/m ² a			
PV-Potenzial Dach	2.639 GWh/a	4.358 GWh/a	3.563 GWh/a	3.624 GWh/a
Außenwandfläche (ohne Fenster), gesamt	143.345.634 m ²	178.699.584 m ²	162.199.438 m ²	156.849.211 m ²
solare Eignungsfläche Außenwand*)	24.107.141 m ²	22.026.817 m ²	20.550.660 m ²	18.885.286 m ²
solarthermische genutzte Außenwandfläche*)	0 m ²	114.990 m ²	555.635 m ²	834.183 m ²
Eignungsfläche Außenwand für PV	0 m²	7.718.648 m²	6.526.804 m²	6.819.424 m²
spez. Ertrag (Außenwand)	75 kWh/m ² a	75 kWh/m ² a	75 kWh/m ² a	75 kWh/m ² a
PV-Potenzial Außenwand	0 GWh/a	579 GWh/a	490 GWh/a	511 GWh/a
PV Potenzial Dach+Außenwand	2.639 GWh/a	4.937 GWh/a	4.053 GWh/a	4.135 GWh/a
Potenzialnutzungsfaktor PV	1%	5%	60%	90%
Erträge durch PV	19 GWh/a	247 GWh/a	2.432 GWh/a	3.722 GWh/a
genutzte Dachfläche PV absolut	152.997 m ²	1.306.276 m ²	12.806.613 m ²	19.550.130 m ²
genutzte Außenwandfläche PV absolut	0 m ²	385.932 m ²	3.916.082 m ²	6.137.482 m ²
genutzte Dachfläche PV	0,2%	1,2%	13,3%	21,2%
genutzte Außenwandfläche PV	0,0%	0,2%	2,4%	3,9%
genutzte Dachfläche PV+ST	0,3%	1,6%	15,3%	24,2%
genutzte Außenwandfläche PV+ST	0,0%	0,3%	2,8%	4,4%

*) siehe Tab. B.3-13, ST-Nutzung an Gebäuden

Tabelle B.3-14: Berechnungsschritte und Ansätze der photovoltaischen Nutzung;
Quelle: Eigene Darstellung.

Der Stromertrag der Photovoltaikanlagen als Ergebnis dieser Analyse wurde im Sinne der Bilanzierung nach der CO₂-Verursacherbilanz dabei ebenso wie der Stromertrag dezentraler BHKW's und des hierfür notwendigen Brennstoffes für die Szenarien in 2050 nicht im Gebäude verrechnet, sondern methodisch im Umwandlungsbereich bilanziert.

	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
Wirkungsgrade			
Referenzthermisch	80 %	80 %	80 %
Referenzelektrisch	40 %	40 %	40 %
Gas-BHKWthermisch	40 %	40 %	40 %
Gas-BHKWelektrisch	50 %	50 %	50 %
PEE-Faktor	43 %	43 %	43 %
Brennstoff-/Emissionsanteile			
Wärme	28,6 %	28,6 %	28,6 %
Strom	71,4 %	71,4 %	71,4 %

Tabelle B.3-15: Aufteilung des Brennstoffbedarfs dezentraler BHKW's nach der finnischen Methode;
Quelle: Eigene Berechnungen.

In der Tab. B.3-15 ist der Rechengang mit den Ansätzen zur Aufteilung des Brennstoffbedarfs dezentraler BHKW's nach der finnischen Methode dokumentiert. Ein bilanzielles methodisches Gerüst für die Datenerfassung und das Monitoring dieser Daten zur adäquaten Erstellung der Bilanz in 2050 muss hierfür noch entwickelt werden.

B.4. CO₂-SENKEN

Im StEP Klima (2011) und in der Strategie Stadtlandschaften (2012) wird die Funktion der Stadtvegetation als Treibhausgasspeicher und -senke bereits betont (vgl. Abb. B.4-1). Seit 2009 wird für alle Dienstflüge der Berliner Landesregierung, der Verwaltung und der nachgeordneten Behörden eine „Klimaschutzabgabe“ getätigt. Als Kompensation der entstandenen Emissionen sollen mit diesen Einnahmen klimaentlastende Maßnahmen in Berlin gefördert werden. 2011 wurden diese Finanzmittel zum ersten Mal eingesetzt. Es wurde für die Renaturierung der Kleinen Pelzlaake, ein Kesselmoor im Naturschutzgebiet Krumme Laake/ Pelzlaake in Köpenick verwendet (Stiftung Naturschutz/ SenStadtUm 2011). Dies unterstreicht die Rolle intakter Moore im Berliner Klimaschutz.

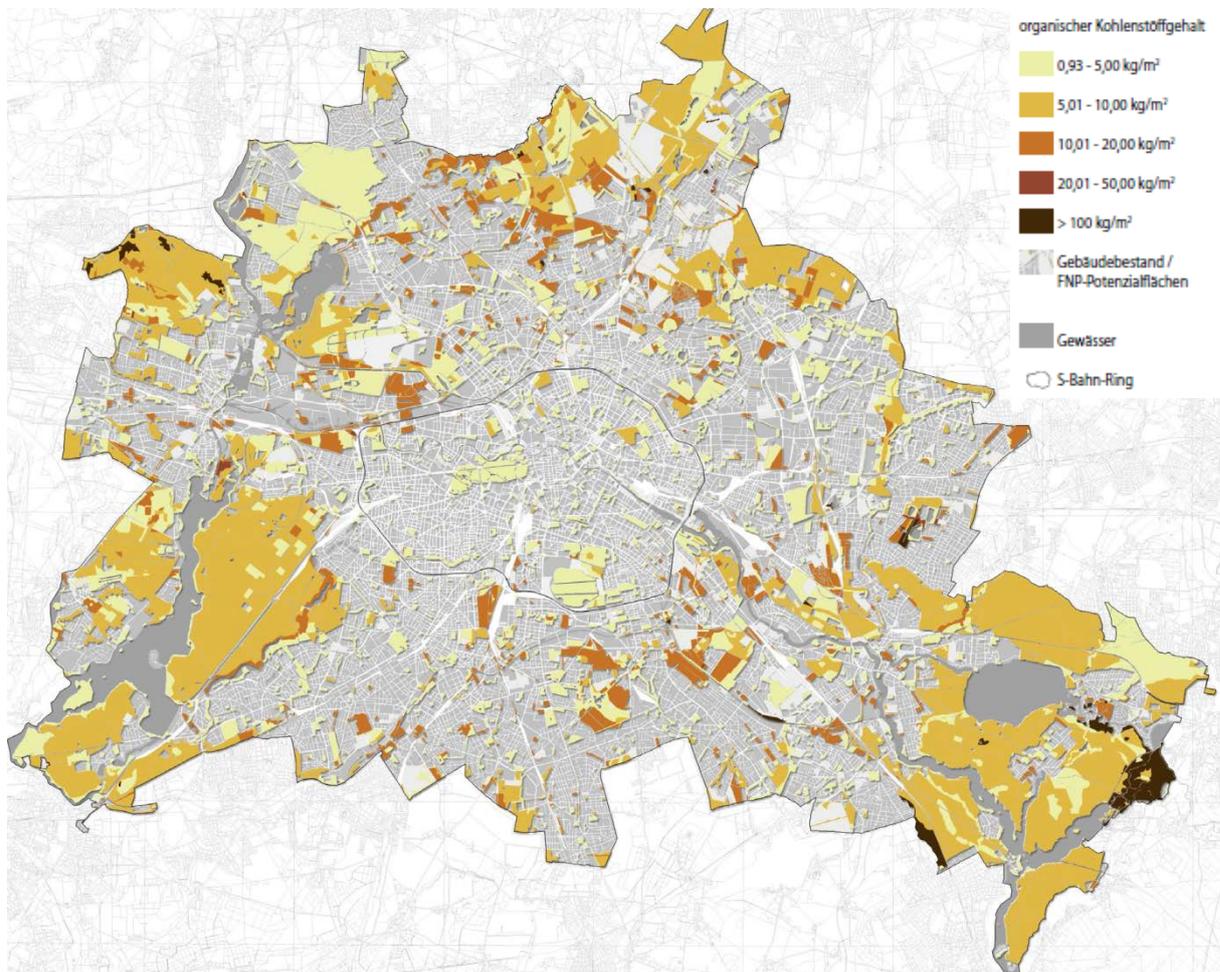


Abbildung B.4-1: Die Karte 11 (Analysekarte Klimaschutz) im StEP Klima, Maßnahmen zur Sicherung und Verbesserung natürlicher Kohlenstoffspeicher; Legende: je dunkler desto höher der organische Kohlenstoffgehalt (kg/m²);
dunkelbraune Flächen: Moore, großflächige orange Flächen: Wälder; StEP Klima 2011.

Die erhöhte Aufmerksamkeit der CO₂-Senken in der Diskussion um den Klimaschutz in den letzten Jahren zeigt die steigende Akzeptanz dieses Themas. Im Rahmen dieser Untersuchung wird daher über bilanzielle Ansätze versucht, die klimarelevante Menge der Senke „Wälder“ und „Moore“ dem Emissionszahlen der übrigen Bereiche der Berliner Energiebilanz gegenüberzustellen. Die nachfolgend beschriebenen Untersuchungen

zeigen, dass dies durchaus machbar ist. Es wird daher vorgeschlagen, die derzeitigen Emissionen der CO₂-Senken auch zukünftig zu bilanzieren, neben die anthropogenen Emissionen zu stellen und dauerhaft in die Energiebilanz zu integrieren. Dies wäre in Deutschland einmalig und würde die klimatischen Funktionen der Moore und Wälder hervorheben.

Im Folgenden werden die CO₂-Speicherfunktionen von erstens Mooren und zweitens Wäldern in Berlin beschrieben und Methodenansätze zur Abschätzung der CO₂-Bindungswirkung der Moor- und Waldflächen Berlins formuliert. Abschließend werden die Ergebnisse der Berechnungen der CO₂-Senken den anthropogenen Emissionen in Berlin gegenübergestellt.

1. Moore

Das Land Berlin verfügt über verschiedene Moorflächen, die sich hauptsächlich in den Niederungen von Fließgewässern, in ehemaligen Toteislöchern oder durch Verlandung von Seen gebildet haben.

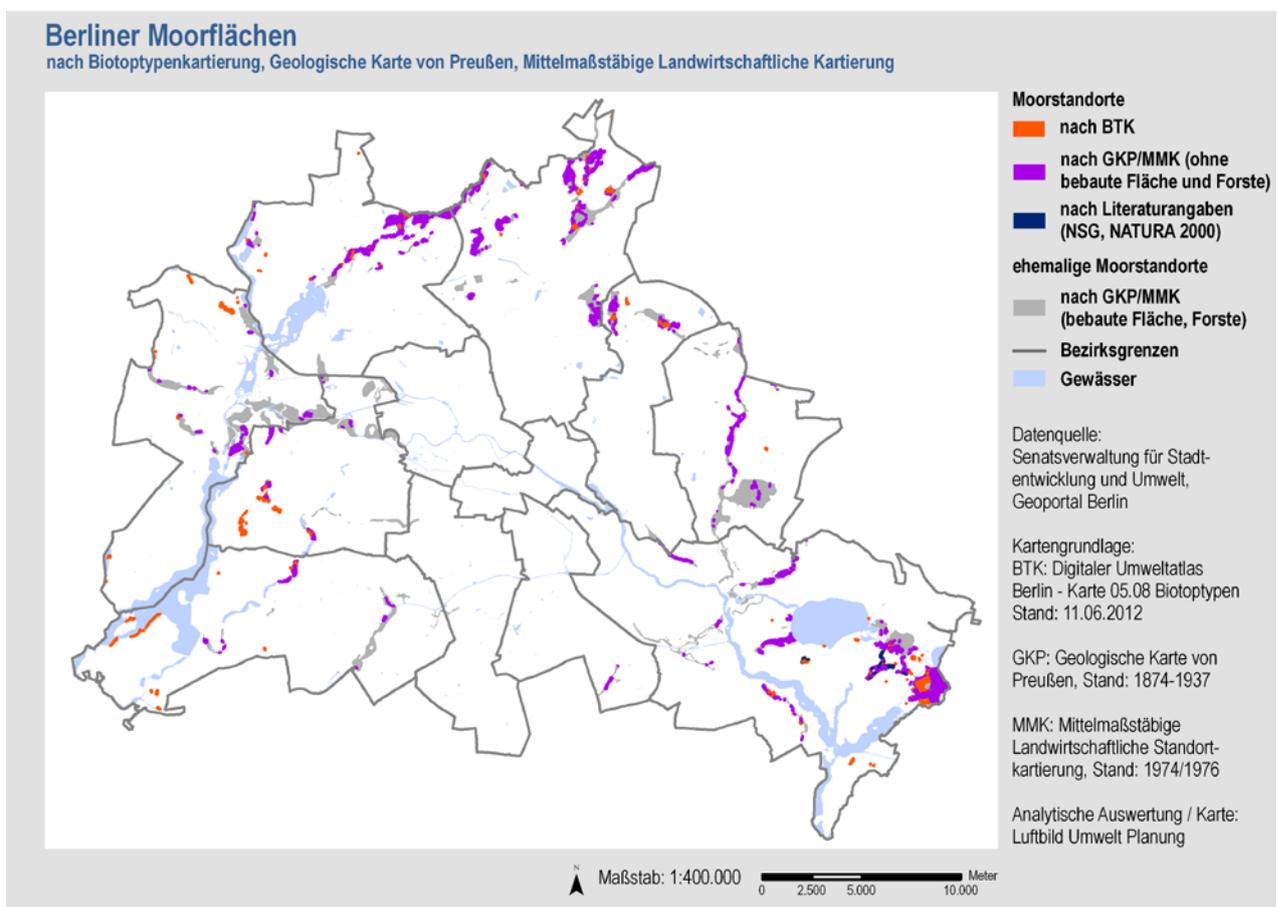


Abbildung B.4-2: Berliner Moorflächen;

Quelle: Eigene Darstellung, Flächen sind überzeichnet dargestellt.

Niedermoores befinden sich insbesondere im Südosten Berlins, wie z.B. die „Köpenicker Neuen Wiesen“ oder die „Gosener Wiesen“ sowie im Norden im NSG „Niedermoorwiesen am Tegeler Fließ“. Diese Standorte werden vorwiegend als Feucht- und Großseggenwiesen (Streuwiesen) genutzt. Stellenweise kommt laut Biotoptypenkartierung (BTK) auch Intensiv- oder Ansaatgrünland, allerdings mit feuchterer Ausprägung, vor. Die Vegetation wird weiterhin von Erlenwäldern, Grünlandbrachen oder Röhrichten und Rieden beherrscht.

Die torfmoosreichen Sauer-Arm- und Zwischenmoore sind ausschließlich im Grunewald sowie Düppeler, Spandauer und Köpenicker Forst inselhaft verteilt. Sämtliche Moore dieser Art sind in Naturschutzgebieten erhalten, dazu gehören u. a. der Barssee und Pechsee, das Hundekehlefenn, die Krumme Laake, Pelzlaake und Kleine Pelzlaake. Die vorherrschenden Biotoptypen in diesen Mooren sind die Torfmoos-Seggen-Wollgrasriede, Birken-Moorwälder, Wollgras-Kiefern-Moorgehölze, in degenerierten (gestörten) Bereichen dominiert das Pfeifengras.

Auf Grundlage der Biotopkartierung (BTK) des digitalen Umweltatlas Berlins sowie der Preußisch Geologischen Kartierung (PGK) und der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) wurde insgesamt eine Moorfläche von 831 ha bestimmt (siehe Abb. B.4-2).

Intakte Moore sind Kohlenstoff-Senken

Als Senken in der Landschaft speichern intakte Moore Nährstoffe, die damit dem Stoffkreislauf entzogen werden. Hohe Grundwasserstände bedingen Sauerstoffmangel, infolge dessen das organische Material von abgestorbenen Pflanzen nur unvollständig abgebaut werden kann. So entstehen Böden mit einem Anteil von über 30 % organischem Material: die Torfe.

Da der im Boden gebundene Kohlenstoff aus der Photosynthese, der pflanzlichen Aufnahme von Kohlendioxid aus der Atmosphäre, stammt, wird der Atmosphäre während der Torfbildung langfristig Kohlendioxid entzogen.

Weltweit werden rund 450 bis 500 Gigatonnen Kohlenstoff in Torflagerstätten/ Mooren gespeichert. Die Moorflächen machen nur 3 % der globalen Landfläche aus, speichern jedoch 30 % des terrestrischen Kohlenstoffs und knapp zwei Drittel der in der Atmosphäre vorkommenden Kohlenstoffvorräte (Succow/ Joosten 2001; Trepel 2008; Joosten/ Clarke 2002).

In Deutschland entspricht der Kohlenstoffvorrat der Moore mit 1,2 bis 2,4 Mrd. t Kohlenstoff ungefähr der lebenden Biomasse der deutschen Wälder mit 1,23 Mrd. t (Höper 2007; Dunger et al. 2009).

In Mitteleuropa beläuft sich die jährliche Kohlenstoffspeicherung in intakten Mooren auf bis zu 1,6 t/ha. Das entspricht einem durchschnittlichen Zuwachs von 0,5 bis 1,5 mm pro Jahr. Intakte Moore bilden somit Ökosysteme mit einer positiven Kohlenstoffbilanz (Tolonen/ Turunen 1996; Trepel 2008; LUMV 2009). Die Relevanz der Moore als natürliche Kohlenstoffspeicher wird auch im StEP Klima (2011) gezeigt. Hier wird der organische Kohlenstoffgehalt mit >100 kg/m² angegeben. Wälder haben demgegenüber nur einen Gehalt von 5 – 10 kg/m².

Weitere Ökosystemdienstleistungen intakter Moore

Die Funktionen naturnaher, also unentwässerter Moore sind vielfältig. Neben der Kohlenstoff- und Nährstoffspeicherung bieten sie zahlreichen seltenen und bedrohten Tier- und Pflanzenarten Lebensraum (SenStadt 2007).

Intakte Moore besitzen die Fähigkeit, große Mengen Wasser innerhalb ihres Torfkörpers aufzunehmen, so dass das Grundwasser oberflächlich ansteht. Dies stellt gerade in Landschaften mit absinkenden Grundwasserspiegeln und reduzierter Grundwasserneubildung eine wichtige Funktion dar (Succow/ Joosten 2001; DGMT 2011). Unbeeinflusste Moore saugen unter niederschlagsreichen Bedingungen überschüssiges Wasser wie ein Schwamm auf und führen dieses in niederschlagsarmen Zeiten langsam an die umliegende Landschaft ab.

Neben der Regulierung des lokalen Grundwasserhaushalts fördern intakte Moore zudem den täglichen Verdunstungs- und Taubildungszyklus. Dies trägt mit einer kühlenden Wirkung zum regionalen

Temperaturausgleich bei (LUMV 2009). Zu erwartende Extremwetterereignisse im Rahmen des Klimawandels wie Hitzeperioden, Dürren aber auch Starkregen werden lokal abgemildert und gedämpft.

Degradierte Moore als Kohlenstoff-Quellen

Im Zuge der historischen Stadtentwicklung von Berlin wurden insbesondere Niedermoorstandorte durch ausgedehnte Grabensysteme und Drainagen entwässert, um so die Grundwasserstände regulierbar zu machen und eine Nutzung zu ermöglichen. Außerdem mussten Moorflächen auch anderen Stadtfunktionen weichen. Stellenweise wurden Moore komplett mit Gebäuden oder Straßennetzen überbaut. Die Moorfläche im Bereich des Tegeler Flughafens ist auf diese Weise komplett verloren gegangen.

Die Entwässerung hat eine generelle Degradierung der Niedermooere zur Folge. Die Absenkung des Grundwasserspiegels um bis zu über einen Meter führt zu einer starken Mineralisierung der Torfböden, in deren Folge im Boden gebundene Nähr- und Kohlenstoffe freigesetzt werden. Dies bedingt zum einen den Verlust seltener Pflanzenarten, insbesondere Torf bildender Vegetation, zum anderen einen voranschreitenden Moor- und Torfschwund. Die für die Stadt Berlin wertvollen Ökosystemdienstleistungen der Moore (s. o.) gehen damit verloren. Hinsichtlich des Klimaschutzes ist entscheidend, dass sich die Moorstandorte bei einer Entwässerung von einer Kohlenstoffdioxid-Senke zu einer Kohlenstoffdioxid-Quelle entwickeln (Succow/ Joosten 2001).

Die Zersetzung des Torfkörpers entwässerter Moore hat demnach eine enorme Klimarelevanz (Succow/ Joosten 2001, Joosten/ Clarke 2002). Unter durchschnittlichen klimatischen Bedingungen in Deutschland kann bei Grünlandnutzung von 0,5 bis 1,0 cm Moorschwind pro Jahr, bei Ackernutzung von 1,2 bis 2 cm pro Jahr ausgegangen werden (Lehrkamp 1987; Niedersächsisches Umweltministerium 2002). Degradierte, entwässerte Niedermooere werden so zu einer erheblichen Quelle von Treibhausgasen, die pro Jahr und ha 40 t CO₂-Äquivalente unter Acker und 25 t unter Grünland erreichen können (Byrne et al. 2004, Höper 2007). In Deutschland verursacht eine nicht standortgerechte Moornutzung CO₂-Emissionen von 45 Mio. t CO₂-Äquivalenten (Drösler et al. 2012). Das entspricht etwa 5 % der gesamten Treibhausgasemissionen und etwa 30 % des durch den Verkehr verursachten CO₂-Ausstoßes in Deutschland (UBA 2013). Besonders bedroht sind darüber hinaus flachgründige Moore, die aufgrund ihrer geringen Torfmächtigkeit ganz zu verschwinden drohen.

Ein Bewusstsein für die negativen Folgen der Torfzehrung auf den Klimahaushalt hat sich erst in den letzten beiden Jahrzehnten herausgebildet. Erst in jüngster Zeit jedoch legen gerade die neuen Erkenntnisse den Gedanken nahe, die Moorentwässerung mit ihren fatalen Beiträgen zur globalen Klimaerwärmung rückgängig zu machen und die ergiebigen CO₂-Quellen durch Maßnahmen zur Wiedervernässung wieder in CO₂-Senken zurückzuverwandeln.

Datengrundlage und methodisches Vorgehen

Da die Klimarelevanz von Moorflächen erst in den letzten Jahren erkannt wurde, erfolgten im Rahmen der vorliegenden Machbarkeitsstudie erstmalig eine Zusammenstellung aller Berliner Moorstandorte sowie die Bilanzierung ihrer klimarelevanten Emissionen. Die Zusammenstellung der Moorstandorte wurde auf Grundlage folgender Daten (Tab. B.4-1) vorgenommen.

Die Abb. B.4-2, oben, zeigt die Verteilung der Berliner Moore. Die Moorflächen leiten sich einerseits aus den charakteristischen Moorbiotoptypen der BTK 2012 (rote Flächen) sowie von Moorstandorten aus der PGK und MMK ab (violette Flächen). Bebaute Standorte und forstwirtschaftlich genutzte Areale sind in der Gesamtmoorfläche nicht eingeschlossen. Anhand von Literaturangaben (SenStadt 2007) sind jedoch kleinere,

aber bedeutende Moorstandorte berücksichtigt worden und mit in die Gesamtflächensumme eingeflossen (blaue Flächen).

Für eine Berechnung der Klimarelevanz von Mooren bietet sich das GEST Modell (Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen) an (Couwenberg et al. 2008).

Datengrundlage	Abkürzung	Quelle	Stand
Biotoptypenkarte	BTK	SenStadtUm	2012
Preußisch Geologische Karte	PGK	Preußisch Geologische Landesanstalt	1928
Mittelmaßstäbliche Kartierung	MMK	Forschungszentrums für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg der Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR, Bereich Bodenkunde / Fernerkundung Eberswalde	1970er

Tabelle B.4-1: Datengrundlagen zur Ermittlung der Berliner Moorflächen; Quelle: Eigene Darstellung.

Der GEST Ansatz bietet ein Instrument zur Abschätzung der zu erwartenden CO₂-Emissionen aus Mooren auf Grundlage des aktuellen Stands der Wissenschaft. Damit umgeht das GEST Modell die Schwierigkeiten der technisch und finanziell sehr aufwändigen standortbezogenen Messungen von Emissionswerten auf Moorestandorten. Ausgehend von einer umfassenden Literaturlauswertung wurden Beziehungen und Regelmäßigkeiten zwischen Emissionen und Standortparametern zur Typisierung von Standorten mit ähnlichem Emissionsverhalten (Treibhauspotential bzw. Global Warming Potential, kurz GWP) genutzt. Die ermittelten Klassen werden als Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen bezeichnet. In Tab. B.4-2 sind für ausgewählte Standorttypen entsprechende Angaben zum Treibhausgaspotential (GWP) (Angaben in t CO₂-eq/ha* Jahr) aufgezeigt.

Klimarelevanz der Berliner Moore

Nach der Analyse der vorliegenden Geodaten (Tab. B.4-1) konnten rd. 60 % der Gesamtmoorfläche (487 ha) nach dem GEST Modell bewertet werden. Bei der derzeitig vorherrschenden Vegetation und Nutzung der Moore sind Emissionen von mindestens 2.900 bis 6.900 t CO₂ aus Berliner Mooren zu erwarten (vgl. Tab. B.4-3). Hierbei handelt es sich jedoch um eine grobe Schätzung, da aufwendige Vorort-Untersuchungen im Rahmen der Machbarkeitsstudie nicht zu leisten waren.

Auf Grundlage der Karte „Grundwasseranstieg von 1989 bis 2012 im Urstromtal“ im Umweltatlas 2012¹¹ ist von einem zunehmenden Anstieg des Grundwassers innerhalb des Baruther Urstromtals auszugehen und damit eine Abnahme der CO₂-Emissionen aus den betreffenden Berliner Mooren anzunehmen. Gezielte Restaurierungsmaßnahmen von Moorstandorten bieten durch Anhebung der Grundwasserstände und/oder einer standortgerechten Moornutzung ein Vermeidungspotenzial an CO₂-Emissionen, die ähnlich hoch einzuschätzen sind wie die derzeitig zu erwartenden Emissionen (s. o.).

Ein dauerhafter Erhalt der Berliner Moore als Kohlenstoff-Senken bzw. Kohlenstoff-Lager stellt aktiven Klimaschutz dar.

¹¹ Siehe: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/dn212_05.htm#Abb10, Zugriff 02.01.2014.

Detaillierte Untersuchungen der Berliner Moore finden derzeit in einem UEP II-Forschungsprojekt der HU Berlin (Zeit & Klingenuß; Laufzeit: 09/2011 – 01/2015) mit dem Titel „Berliner Moorböden im Klimawandel – Entwicklung einer Anpassungsstrategie zur Sicherung ihrer Ökosystemdienstleistungen“¹² statt. Ergebnisse liegen noch nicht vor.

Innerhalb des Projektes erfolgen durch umfangreiche Geländeuntersuchungen eine Erfassung der aktuellen Moorflächengröße und eine Bewertung der derzeitigen Klimaschutz-, Puffer-, Filter- und Lebensraumfunktionen der Berliner Moore.

2-, 2+, 2~	(3+ / 2+) 3+	4+ / 3+	4+	5+ / 4+	5+	6+
ca. 35-85 cm unter Flur	ca. 15-45 cm unter Flur	ca. 5-45 cm unter Flur	ca. 5-20 cm unter Flur	ca. 20 cm unter bis 10 cm über Flur	ca. 10 cm unter bis 10 cm über Flur	ca. 150 bis 10 cm über Flur
MOOR-GRÜNLAND	MOOR-GRÜNLAND	MOOR-GRÜNLAND	MOOR-GRÜNLAND		WIEDERVERN. KURZRASEN	ÜBERFLUTETE ERNTE
24	15	13	8,5		1	HOCH! (bis zu 85)
MÄßIG FEUCHTE HOCHSTAUDEN UND WIESEN	FEUCHTE HOCHSTAUEND UND WIESEN	SEHR FEUCHTE WIESEN	SEHR FEUCHTE WIESEN, HOCHSTAUDEN UND RÖHRICHTE	SEHR FEUCHTE GROBSEGGENRIEDE	NASSE GROBSEGGENRIEDE	ÜBERFLUTETE RIEDE UND RÖHRICHTE
24	16,5	16,5	11	5	7	1
					NASSEMÖS-DOMINIERT KLEINE SEGGENRIEDE	
					4	
					NASSE KLEIN- UND GROBRÖHRICHTE MIT MOOSSCHICHT	
					12,5	
TreibhausGasEmissionsStandortTypen (GEST)						NASSE GROBRÖHRICHTE
						10
2-, 2+, 2~	(3+ / 2+) 3+	4+ / 3+	4+	5+ / 4+	5+	6+

Tabelle B.4-2: Ausgewählte TreibhausGasEmissionsStandortTypen (GEST) mit Schätzungen zum GWP;
Quelle: LUMV 2009, nach Couwenberg et al. 2008.

¹² Siehe: <http://www.agrar.hu-berlin.de/fakultaet/departments/dntw/bodenstandort/Projekte/projekt/Moor>, Zugriff 03.02.2014.

Berliner Moore – Quo Vadis:**Beispiele alternativer Moornutzungen und ihre Anwendbarkeit auf Berlin**

Eine Reaktivierung der CO₂-Senkenfunktion der Berliner Moore kann entlang der drei alternativen Strategien Extensivierung, Restaurierung/ Wiedervernässung sowie naturnaher Bewirtschaftung/ Biomassegewinnung auf Moorstandorten („Paludikultur“) erfolgen.

(1) Extensivierung

Intakte, naturnahe Niedermoorflächen sind selten geworden. Eine pauschale Forderung nach vollständiger Restaurierung aller Niedermoorflächen erscheint vor dem Hintergrund der nachfolgenden Konflikte unrealistisch und sollte auch nicht in der pauschalen Form erhoben werden. Dafür gibt es viele Gründe:

- Nutzungskonzepte der Eigentümer, z.B. landwirtschaftlichen Betriebe, zu denen die Flächen gehören.
- Benachbarte Siedlungs- und Verkehrsflächen können durch angehobene Wasserstände beeinträchtigt werden.
- Komplexität der Veränderung des Wasserregimes in einem Mosaik unterschiedlicher Landnutzungen.
- Kosten und Langwierigkeit von Restaurierungsmaßnahmen und der erforderlichen vorausgehenden Planungsarbeiten.
- Das Fehlen von Umsetzungsinstrumenten jenseits der Freiwilligkeit.

Eine Minderung des Ausstoßes von klimaschädlichen Gasen könnte auch bereits durch Anhebung des Grundwasserstandes bis ca. 20 – 30 cm Flurabstand erreicht werden. Damit wäre zwar noch kein neues Moorwachstum möglich, und auch die Moorzehrung wäre nicht vollständig gestoppt, dafür wäre aber eine landwirtschaftliche Nutzung (wenn auch in verminderter Intensität) noch möglich. Bereits aus topographischen Gründen (allmähliche Höhenunterschiede im Dezimeterbereich) ist zu erwarten, dass steigendes Grundwasser in der Umgebung von echten Wiedervernässungs-Maßnahmen auch Ertragsminderungen und den Zwang zur Extensivierung von benachbarten Flächen mit sich bringen würde.

Die Nutzung von landwirtschaftlich unattraktiver Biomasse für Zwecke der energetischen Nutzung auf extensiviertem Feucht- oder Nassgrünland (Seggen, Schilf, Hochstauden) mit besonderem Gerät ist untersucht worden und wird für extensivierte Niedermoorflächen empfohlen (Couwenberg et al. 2008; Wichtmann et al. 2009).

(2) Restaurierung/ Wiedervernässung

Im Prinzip kann der Vorgang des Moorschwundes durch Rückbau der Entwässerung oder andere Maßnahmen der Wiedervernässung rückgängig gemacht werden. Da aber die einzelnen Verwitterungsstufen eines denaturierten Moors unterschiedlich reagieren und da auch zwischenzeitliche Stoffeinträge der Landwirtschaft große Einflüsse auf Restaurierungsmaßnahmen haben (sie können beispielsweise zu starker Methanbildung führen und damit kontraproduktiv im Sinne des Klimaschutzes wirken), sind etwaige Restaurierungsmaßnahmen sachkundig und unter Berücksichtigung der komplexen Bedingungen durchzuführen.

Wiedervernässungs-Maßnahmen stellen einen gravierenden Eingriff in das Eigentumsrecht und die Nutzungsfähigkeit des betreffenden Grundstücks dar; sie sind deshalb i. d. R. mit der Eigentumsübertragung oder mit Entschädigungen der Grundstückseigentümer verknüpft. Sie sollten nicht befristet, sondern auf Dauer angelegt sein. Die Möglichkeiten zu einer Wiedervernässung sind wesentlich von der Topographie mitbestimmt. Nur unter besonders günstigen Voraussetzungen lassen sie sich „parzellenscharf“ planen und umsetzen. In den meisten Fällen der Praxis werden jedoch auch Nachbargrundstücke (z. B. durch Anstieg des Grundwasserhorizonts) tangiert. Auch hier entstehen Beeinträchtigungen der Nutzungsfähigkeit der betreffenden Flächen und Entschädigungsansprüche.

Die bereits getätigten Restaurierungsmaßnahmen in der Kleinen Pelzlaake im Naturschutzgebiet „Krumme Laake/ Pelzlaake“ in Köpenick mit Hilfe der Einnahmen der „Klimaschutzabgabe“ der Berliner Landesregierung zeigt auf, dass sich gerade Naturschutzgebiete als „widerstandsärmere“ Gebiete zur Restaurierung eignen. Sehr viele der ermittelten Moorstandorte befinden sich schon heute in einem Schutzgebiet.

(3) Biomassegewinnung auf Moorstandorten

Paludikultur (*palus* – lat. Sumpf, Morast) bezeichnet die Bewirtschaftung von nassen bzw. wieder vernässten, ehemals stark degradierten Mooren. Darunter fallen einerseits die traditionellen Verfahren der Moorbewirtschaftung, wie die Streunutzung, sowie andererseits neue Verfahren zur energetischen Nutzung der Biomasse. Die Bewirtschaftungsform zielt in erster Hinsicht auf den Torferhalt ab. Dabei wird die Freisetzung von Treibhausgasen gestoppt und in den letzteren Fällen wird neues CO₂ im Moor gespeichert.

Die Produkte aus Paludikulturen sind vielfältig. Einerseits kann die produzierte Biomasse energetisch genutzt werden und somit fossile Rohstoffe ersetzen, zum anderen können die Produkte auch z.B. als Dachschilf und Dämmmaterial genutzt oder zu Möbeln verarbeitet werden.

An der Universität Greifswald wurden mehrere Untersuchungen (z.B. DUENE e.V. o.J.) zu verschiedenen Anbauarten, u.a. Schilf, Rohrglanzgras, Erle, und deren energetische Nutzung bzw. Weiterverarbeitung zu z.B. Möbelholz durchgeführt. Die Forschungsergebnisse zeigen, dass die nasse Bewirtschaftung auch zur Produktion von energetisch nutzbarer Biomasse grundsätzlich machbar ist. Die großflächige Umsetzung der Paludikultur steht jedoch noch am Anfang. Neben der Weiterentwicklung von Produktionsverfahren und -techniken muss auch die Akzeptanz bei den landwirtschaftlichen Betrieben geschaffen und Wiedervernässungs-Maßnahmen durchgeführt werden (Autorenkollektiv Universität Greifswald 2009; Wichtmann/ Joosten 2007).

2. Wälder

Mit Wald sind 18,5 % der Berliner Landesfläche bedeckt (16.000 ha). Weitere 12.500 ha landeseigene Wälder grenzen im Brandenburgischen Umland an (vgl. Abb. B.4-3). Die reine Holzbodenfläche, d.h. die Waldfläche abzüglich Verkehrswege beträgt innerhalb Berlins 13.500 ha und in Brandenburg 11.500 ha. Der Berliner Wald untersteht seit 1915 dem Dauerwaldvertrag, d.h. es besteht eine vertraglich festgeschriebene Verpflichtung des Kommunalen Zweckverbandes Groß-Berlin bzw. Berlins als Rechtsnachfolger, den Wald nicht als Bauland zu veräußern.

Die Bewirtschaftung erfolgt laut Waldbaurichtlinie und Berliner Landeswaldgesetz naturgemäß. Seit 2002 werden die Berliner Wälder nach dem Forest Stewardship Council (FSC) und Naturland-Verband zertifiziert. Seit 2012 existiert zusätzlich das Mischwaldprogramm, das die Umwandlung von instabilen

Kiefernreinbeständen zu stabilen und vitalen Mischwaldbeständen mit derzeit einer Million Euro auf ca. 100 ha pro Jahr fördert.

Der Altersschwerpunkt der Berliner Wälder liegt derzeit zwischen 60 und 100 Jahren (Münte/ Riestenpatt 2013).

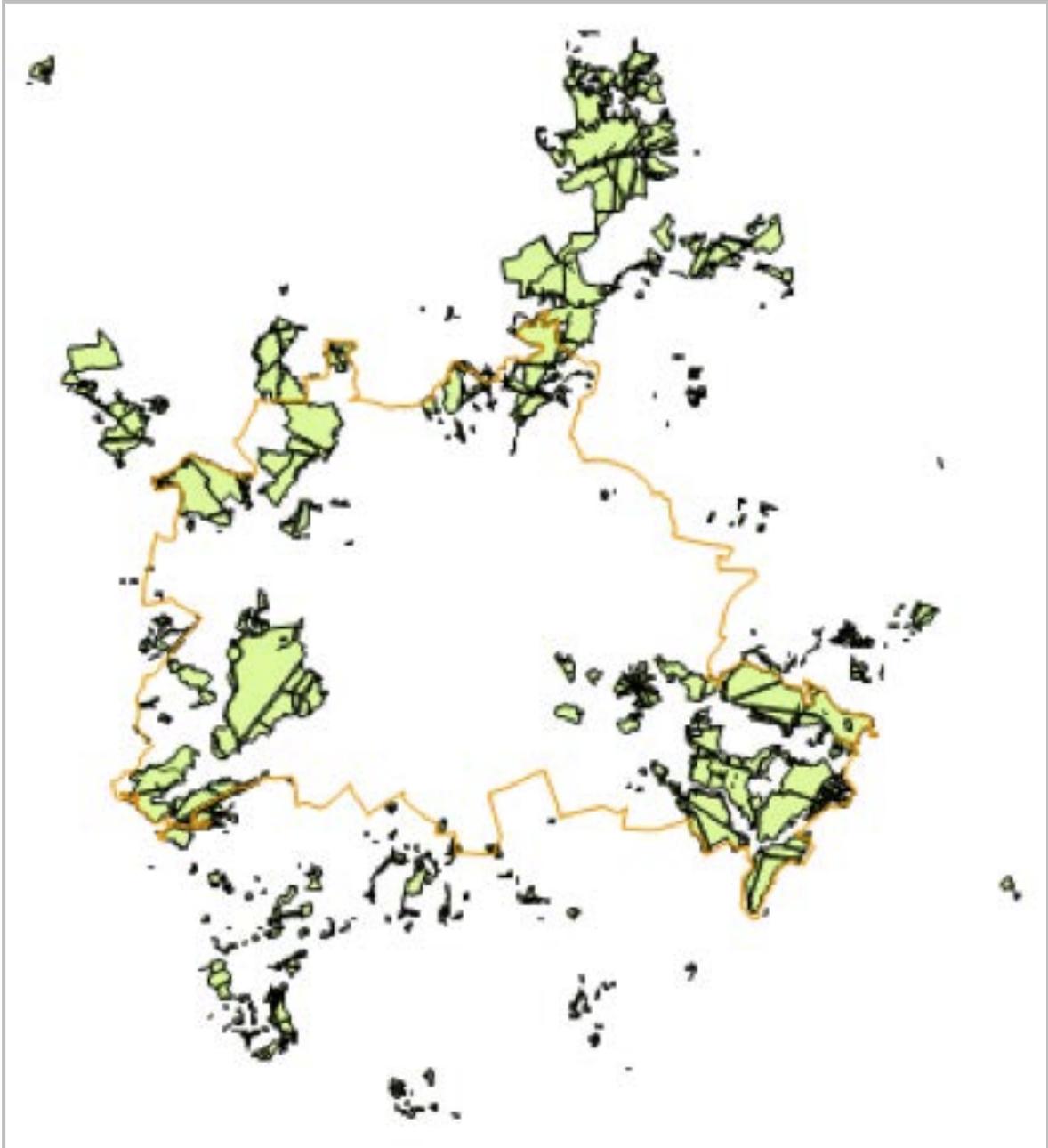


Abbildung B.4-3: Berliner Forststandorte;
Quelle: SenStadtUm 2005, Forstbetriebskarte, FIS-Broker.

Positive Klimabilanz der Berliner Wälder

Wälder sind CO₂-Senken, da sie durch die Photosynthese und Holzbildung CO₂ aus der Atmosphäre binden. Durch biologische Abbauprozesse wird das CO₂ im Boden gespeichert oder wieder in die Atmosphäre freigesetzt. In einem nicht genutzten Wald befinden sich diese CO₂-Speicherfunktion und -Quellen langfristig im biologischen Gleichgewicht, d.h. langfristig entspricht der Biomasseaufbau dem -abbau (MKULNV 2013). In einigen Studien wird darüber hinaus davon ausgegangen, dass auch alte, vorratsreiche Wälder weiterhin als CO₂-Senke fungieren, solange eine natürliche Bestockung und Strukturentwicklung gewährleistet ist (Greenpeace 2013). Der verhältnismäßig junge Berliner Wald wird auch über das Jahr 2050 als CO₂-Senke dienen.

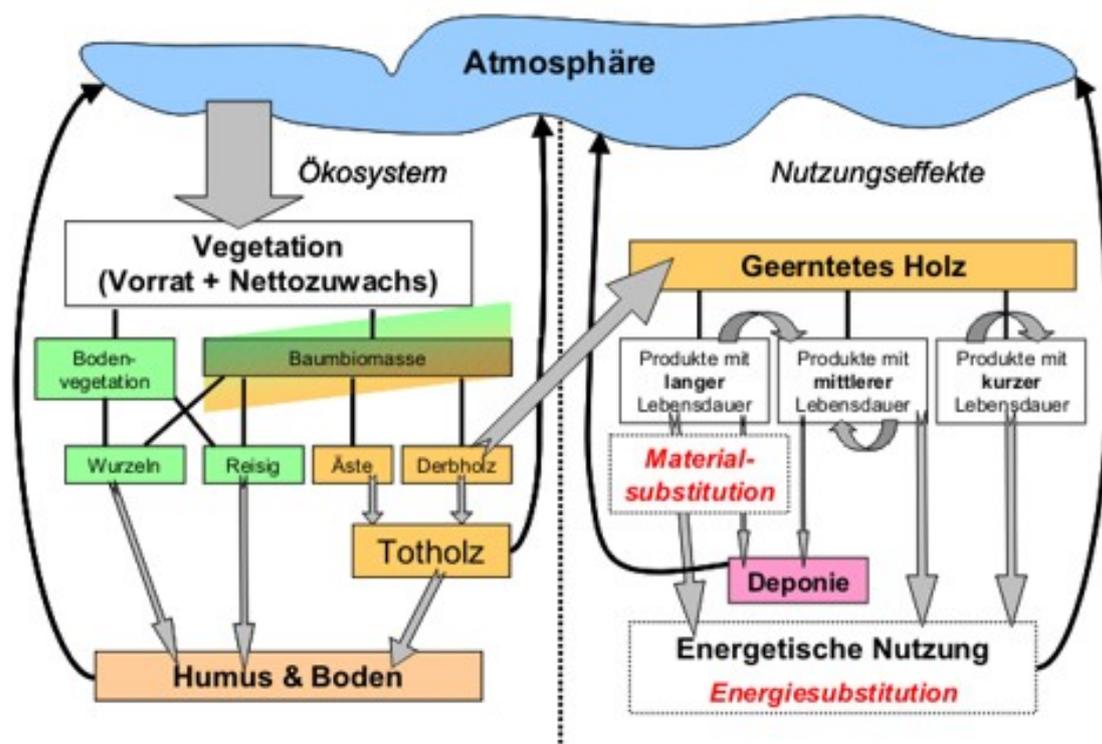


Abbildung B.4-4: Integrierte Betrachtung aller relevanter Kohlenstoffflüsse und -speicher im Wald;
Quelle: Pistorius 2007.

Die Kohlenstoffbilanz kann noch verbessert werden, indem Bäume entnommen und deren Holz und Biomasse zu langlebigen Produkten verarbeitet werden. Durch die Baumentnahme wird zusätzlich Raum für weiteres Wachstum und somit CO₂-Senkenpotenzial geschaffen (MKULNV 2013). Eine Übersicht über alle relevanten Kohlenstoffflüsse und -speicher im Wald liefert Abb. B.4-4.

Der in Berlin seit den 1980er Jahren durchgeführte und seit der Einführung des Mischwaldprogramms weiter geförderte Umbau von reinen Kiefernbeständen zu strukturreichen Mischwäldern trägt schon jetzt zum Klimaschutz bei. Einerseits sind Mischwälder weniger anfällig gegenüber Luftverschmutzung, Stürmen und der Klimaerwärmung. Andererseits wird in Laub- und Mischwäldern mehr CO₂ gespeichert, da dort längere Umtriebszeiten herrschen als in Nadelmonokulturen (Greenpeace 2013).

Neben der CO₂-Senkenfunktion hat die Sicherung, Pflege und Entwicklung der bestehenden Berliner Waldflächen noch weitere Funktionen, die im Zuge des Klimawandels immer wichtiger werden. Dazu zählen:

- Wälder als Kaltluftentstehungsgebiete,
- Verbesserung des Wasserhaushaltes,
- Sicherung der Trinkwassergewinnung der Metropole,
- Schutz des Bodens, der Luftreinhaltung und der klimatischen Funktion,
- Erholungsmöglichkeiten u.v.m.

Die folgenden Zahlen beruhen auf Schätzgrößen nach forstüblichen Verfahren und wurden von den Berliner Forsten übergeben (Münste/ Riestenpatt 2013). Zukünftig werden die Berliner Forstinventurdaten jährlich fortgeschrieben (Forsteinrichtung), wodurch eine jährliche Bilanzierung und damit ein jährliches Monitoring ermöglicht wird.

Holzvorrat und CO₂-Senke

Die Berliner Wälder haben derzeit einen Holzvorrat von 230 fm/ha (Förstersprache: fm, ein Festmeter entspricht einem Kubikmeter Holz). Bei einer Holzbodenfläche von 25.000 ha beträgt der Holzvorrat also 5,75 Mio. fm. Dies entspricht einer Summe von 5,75 Mio. Tonnen gebundenem CO₂ bzw. der jährlichen energiebedingten CO₂-Emissionen von 270 Jahren (vgl. Tab. B.4-3). Bei der derzeitigen Baumarten- und Altersverteilung in Berlin besteht ein jährlicher Zuwachs von durchschnittlich 6 fm/ha. Davon verbleibt ein Holzvorrat von 2 fm/ha im Wald und 4 fm/ha werden im Zuge der Waldpflege genutzt (Bauholz, Möbel und Zellstoff).

Es werden also jährlich 2 t CO₂/ha im oberirdischen Teil des Baums gespeichert. Bei einem durchschnittlichen Kronen-Wurzel-Verhältnis von 1:1 werden im Waldboden zusätzlich 2 t CO₂/ha gespeichert. Der Berliner Wald als CO₂-Senke speichert derzeit somit jährlich ca. 100.000 t CO₂ (25.000 ha Holzbodenfläche x 4 t CO₂/ha)¹³. Dies entspricht dem 4,7-fachen der energiegedingten jährlichen CO₂-Emission nach der Berliner CO₂-Verursacherbilanz (vgl. Tab. B.4-3). Innerhalb der Berliner Landesgrenze werden jährlich 54.000 t CO₂ gespeichert (13.500 ha Holzbodenfläche x 4 t CO₂/ha).

CO₂-Bindung und CO₂-Substitution

Eine Studie aus Nordrhein-Westfalen (MKULNV 2013) zeigt, dass Maßnahmen zur Verbesserung der Holzverwendung einen höheren Einfluss auf die Klimaschutzleistung haben, als Maßnahmen der Waldbewirtschaftung. Es ist besonders sinnvoll Holz zunächst stofflich zu nutzen und erst nach Gebrauch energetisch zu verwerten (Kaskadennutzung).

Holzprodukte benötigen weniger Primärenergie zur Produktion als stoffliche Wettbewerber (Beton, Aluminium, Kunststoff). Durch die Nutzung von Holzprodukten und die gleichzeitige Substitution anderer Stoffe wird um ein Vielfaches an CO₂ eingespart.

In Berlin werden jährlich 4 fm/ha, d.h. 100.000 m³ Holz genutzt. Offizielle Untersuchungen, wie viel dieses Holzes so genutzt wird, dass langfristig CO₂ gebunden wird oder dadurch andere Stoffe substituiert werden, gibt es derzeit nicht.

¹³ Dabei gilt: 1tCO₂ entspricht 1 m³ Holz, gemischt (MKULNV 2013).

Bisher nicht bilanzierte CO₂-Senken und -Quellen im Vergleich zur Berliner Energiebilanz 2010 und den Szenarien 2050

Die folgende Tabelle (B.4-3) zeigt die Emissionen und CO₂-Senken der Moore und Wälder im Vergleich zu den anthropogenen Emissionen der Energiebilanz 2010 sowie der berechneten Emissionen der Szenarien 1 und 2 (Verursacherbilanz).

Handlungsfeld / CO ₂ -Senke	Energieträger insgesamt (1.000 Tonnen CO ₂)			
	2010	2050 Referenz	2050 Szenario 1	2050 Szenario 2
Energiebilanz				
- Energie	0	0	0	0
- Gebäude und Stadtentwicklung	10.028	4.733	2.274	1.644
- Wirtschaft	4.556	1.594	825	896
- Haushalte und Konsum	1.863	463	194	139
- Verkehr	4.850	2.698	1.269	1.093
gesamt	21.297	9.488	4.563	3.772
CO₂-Senken				
- Moore ¹⁴	2,9 – 6,9	<=0	<=0	<=0
- Wälder ¹⁵	-100	-100	-100	-100

Tabelle B.4-3: Vergleich von CO₂-Senken und Energiebilanz 2010 sowie der Szenarien 2050 (Verursacherbilanz);
Quelle: Eigene Darstellung.

Es wird die bereits bestehende jährliche CO₂-Senke der gesamten Berliner Wälder inklusive Umland von 100.000 t CO₂ dargestellt. Nach dem GEST Modell konnten bisher für 60 % der Berliner Moore Emissionen geschätzt werden, danach sind zwischen 2.900 bis 6.900 t CO₂-Emissionen zu erwarten. Bei ansteigendem Wasserpegel bzw. Anpassung der Nutzung ist von einer Klimaneutralität der Moore auszugehen. Langfristig stellen sie jedoch Kohlenstoff-Senken dar (s.o.).

¹⁴ Es erfolgte die Abschätzung mit Hilfe des Treibhaus-Gas-Emissions-Standort-Typen-Modells (GEST; Couwenberg et al. 2008); eine detaillierte Auswertung erfolgt derzeit durch die HU Berlin (Zeit/ Klingenfuß) „Berliner Moorböden im Klimawandel – Entwicklung einer Anpassungsstrategie zur Sicherung ihrer Ökosystemdienstleistungen“.

¹⁵ Hierbei handelt es sich um Schätzgrößen für den Berliner Wald in Berlin und im Brandenburger Umland nach Münte/Riestenpatt 2013.

B.5. AUSGEWÄHLTE REGIONALWIRTSCHAFTLICHE EFFEKTE

Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wurden ausgewählte regionalökonomische Effekte und Kenngrößen ermittelt. Zum einen wurden Energieausgaben, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der aktuellen Energieversorgung in Berlin im Jahr 2012 ermittelt (vgl. näher B.5., Abschnitt 1). Zum anderen wurde mit Blick auf die dynamische Entwicklung der erneuerbaren Energien in Berlin bis zum Jahr 2050 eine Analyse der daraus resultierenden regionalökonomischen Effekte vorgenommen (vgl. dazu B.5., Abschnitt 2). Diese basiert einerseits auf den Zubauentwicklungen der Szenarien und andererseits auf Annahmen zur Art und Ansässigkeit der daran beteiligten Unternehmen und Investoren. Für diese Berechnungen konnte auf ein Modell des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW, Berlin) zurückgegriffen werden, welches seit 2010 ständig weiterentwickelt wurde (Hirschl et al. 2010). Da ein solches Modell nicht für alle Wertschöpfungsketten der Energieversorgung vorlag, beschränken sich die hier vorgelegten Aussagen auf den Bereich der erneuerbaren Energien. Nicht berücksichtigt sind z.B. wirtschaftliche Effekte, die etwa durch die Steigerung der energetischen Gebäudesanierung auf 1,5 % pro Jahr (Szenario 1) oder auf 2,0 % (Szenario 2) eintreten würden.¹⁶

Einige der hier dargestellten grundlegenden Zusammenhänge zur Steigerung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte gelten jedoch in verallgemeinerbarer Form (siehe dazu auch die Ausführungen im Haupttext unter 3.4.1.). An dieser Stelle werden die im Haupttext genannten Daten und Ergebnisse bezüglich der zu Grunde liegenden Methoden, Annahmen und Berechnungen ausführlicher dargestellt.

1. Wertschöpfung und Beschäftigung der Energieversorgung 2012

1.1. Ausgaben für Energieträger und Endenergie

Zur Ermittlung der Ausgaben für fossile Energieträger wurde eine überschlägige Berechnung der Bezugskosten Berlins im Jahre 2012 vorgenommen. Die Ergebnisse sind in Tab. B.5-1 dargestellt. Hierzu wurden die bezogenen Energiemengen nach Energieträgern der Berliner Energie- und CO₂-Bilanz von 2010 (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2013a) mit entsprechenden Abnehmerpreisen von 2012 jeweils ohne Steuern und Abgaben bewertet. Tab. B.5-2 fasst die Bezugskosten für Endenergie in Berlin 2012 zusammen. Auch hier basieren die Energiemengen auf der Berliner Energiebilanz 2010, bewertet mit Preisen ohne Steuern und Abgaben von 2012.¹⁷ Aus diesem Grund sind die folgenden errechneten Umsatzzahlen nur bedingt mit Zahlen aus Jahresabschlüssen vergleichbar, da diese Abgaben und teilweise auch Steuern enthalten, die auf die verkauften Mengen der Energieträger erhoben werden.

Im Strombereich hatten die Berliner Energieversorger Einnahmen von rund 1,3 Mrd. Euro zu verzeichnen (Tab. B.5-2). Dem standen Bezugskosten für fossile Energieträger von rund 280 Mio. Euro gegenüber, die über 90 % der verwendeten Primärenergieträger zur Stromproduktion darstellen. Ein Großteil dieser Einnahmen ging an den Energieversorger Vattenfall, der in Berlin etwa 80 % der Haushalte mit Strom versorgt (Rost/ Wolff 2013). Legt man zusätzlich einen geschätzten Marktanteil von Vattenfall bei Gewerbe und Industrie von 50 % zugrunde, dann ergibt sich ein berechneter Umsatz von knapp 835 Mio. Euro in 2012.¹⁸ Zusätzlich betreibt

¹⁶ Vgl. dazu auf Bundesebene Neuhoff et al. 2011.

¹⁷ Strompreise enthalten Netzentgelte.

¹⁸ Der Energiebezug von außerhalb Berlins und die Umwandlungsverluste wurden saldiert und auf die vier Bereiche Haushalte, Gewerbe, Industrie, Verkehr gleichmäßig verteilt.

Berlin 2012	Energiemengen 2010 (TJ)	Bezugskosten 2012 (Mio. Euro)
Stromerzeugung		
Steinkohlen	33.512	116
Braunkohlen	5.635	6
Mineralöle	442	- ¹⁹
Erdgas	23.580	157
Summe	63.169	280
Erzeugung von Fernwärme		
Steinkohlen	11.572	40
Braunkohlen	7.794	9
Mineralöle	764	-
Erdgas	20.457	136
Summe	40.587	185
Fossile Energieträger an Haushalte und Gewerbe (außer Verkehr)		
Erdgas	69.693	997
Flüssiggas	591	13
Braunkohle Briketts	673	8
Heizöl	32.370	617
Ottokraftstoffe	370	8
Diesekraftstoffe	1.551	30
Summe	105.248	1.672
Fossile Energieträger an Industrie		
Erdgas	4.497	41
Heizöl	3.999	77
Summe	8.588	118
Verkehr		
Ottokraftstoffe	21.240	429
Diesekraftstoffe	24.689	479
Flugturbinenkraftstoffe	12.841	-
Flüssiggas	905	19
Summe Straßenverkehr	59.675	926
Gesamt	277.267	3.182

Tabelle B.5-1: Bezugskosten für fossile Energieträger im Jahr 2012;
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis AfS 2013b.

Vattenfall das Berliner Stromnetz, wodurch Einnahmen durch den Stromverkauf der anderen Energieversorger generiert werden. Berücksichtigt man diese zusätzlichen Einnahmen von etwa 156 Mio. Euro, dann beträgt der geschätzte Umsatz von Vattenfall durch das Berliner Stromnetz knapp 1 Mrd. Euro, d.h. rund 77 % der errechneten Gesamtumsätze im Strombereich. Nach eigenen Angaben macht Vattenfall allein mit dem Berliner Stromnetz einen Gewinn vor Steuern von 50 bis 55 Mio. Euro im Jahr (Rost/ Wolff 2013). Die Gewinne werden laut Angaben im Bundesanzeiger jedoch direkt einer Muttergesellschaft außerhalb Berlins übertragen.

¹⁹ Mineralöle wurden aufgrund der geringen Anteile nicht berücksichtigt.

Berlin 2012	Energiemengen 2010 (TJ)	Bezugskosten 2012 (Mio. Euro)
Strom Endenergieverbrauch		
Industrie	7.136	143
Gewerbe	15.648	671
Haushalte	17.882	604
Verkehr (Schiene)	3.152	57
Bezug von außerhalb Berlins	14.014	280
Verbrauch Umwandlung	2.986	100
Summe Erzeugung Berlin	32.790	1.294
Fernwärme Endenergieverbrauch		
Industrie	1.165	23
Gewerbe	1.611	32
Haushalte	43.742	869
Verbrauch Umwandlung	837	17
Summe Erzeugung Berlin	47.355	941
Fossile Energieträger an Haushalte und Gewerbe (außer Verkehr)		
Erdgas	69.693	997
Flüssiggas	591	13
Braunkohle Briketts	673	8
Heizöl	32.370	617
Ottokraftstoffe	370	8
Dieselmotorkraftstoffe	1.551	30
Summe	105.248	1.672
Fossile Energieträger an Industrie		
Erdgas	4.497	41
Heizöl	3.999	77
Summe	8.588	118
Verkehr		
Ottokraftstoffe	21.240	429
Dieselmotorkraftstoffe	24.689	479
Flugturbinenkraftstoffe	12.841	-
Flüssiggas	905	19
Summe Straßenverkehr	59.675	926
Gesamt	253.656	4.951

Tabelle B.5-2: Bezugskosten für Endenergie im Jahr 2012;
Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis AfS 2013a.

Die Fernwärmeversorger beziehen fossile Primärenergieträger für etwa 185 Mio. Euro. Über 90 % der gesamten verwendeten Energieträger in der Fernwärmeerzeugung sind fossile Primärenergieträger. Die Endabnehmer zahlen 941 Mio. Euro für den Fernwärmebezug. Der Anteil von Vattenfall am Fernwärmemarkt beträgt nach eigenen Angaben etwa 27 % (Vattenfall Europe AG 2103). Daraus können Umsätze von näherungsweise 250 Mio. Euro für Vattenfall berechnet werden.

Weiterhin geben Haushalte und Gewerbe etwa 1,6 Mrd. Euro für den Direktbezug von Primärenergieträgern aus, zum größten Teil Erdgas und Heizöl. Die Industrie zahlt weitere 118 Mio. Euro für den Direktbezug von Erdgas und Heizöl.

Der größte Gasversorger Berlins ist die GASAG mit einem Anteil von 80 % am lokalen Gasmarkt (Dannbeck 2012). Wendet man diesen Marktanteil auf die Direktversorgung der Haushalte und der Wirtschaft mit Erdgas an (ca. 16,5 TWh Gasabsatz), so entstehen Umsätze von etwa 830 Mio. Euro. Laut Bundesanzeiger hatte die in Berlin tätige GASAG AG in 2012 einen Umsatz durch Erdgaslieferung von 920 Mio. Euro (ggf. inkl. Steuern und Abgaben auf das Erdgas) bei einem Gasabsatz von ca. 21,8 TWh laut Jahresbericht. Die Anteilseigner von GASAG sind E.ON (36,85 %), Vattenfall und GDF Suez mit jeweils 31,575 % (Stand 2013).

Für den Bezug von fossilen Energieträgern im Bereich Verkehr gaben die Berlinerinnen und Berliner darüber hinaus im Jahr 2012 insgesamt rund 1 Mrd. Euro aus.

1.2. Wertschöpfung im Wirtschaftszweig Energieversorgung 2012

Die gesamte Wertschöpfung Berlins im Wirtschaftszweig Energieversorgung²⁰ betrug im Jahr 2011 1.305 Mio. Euro (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2013b). Im selben Jahr waren in diesem Wirtschaftszweig 8.796 Beschäftigte tätig. Anhand der Daten aus Tab. B.5-1 werden im Folgenden Wertschöpfungseffekte im Jahr 2012 abgeschätzt.

In der nationalen Input-Output-Tabelle der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) beträgt der Anteil der Vorleistungen am Produktionswert für den WZ 35.1 (Strom- und Wärmeversorgung) 64 % und am WZ 35.2 (Gasversorgung) 50 % (Statistisches Bundesamt 2013). Mithilfe des Vorleistungsanteils für die Strom- und Fernwärmeversorgung und den Umsätzen durch den Absatz von Strom und Fernwärme (Tab. B.5-1) in Höhe von 2.235 Mio. Euro lässt sich die Bruttowertschöpfung berechnen, die im Ergebnis 796 Mio. Euro beträgt. Für die Gasversorgung lässt sich mit dem Vorleistungsanteil und den Umsätzen aus Tab. B.5-1 in der Höhe von 997 Mio. Euro (nur Haushalte und Gewerbe) eine Bruttowertschöpfung von 501 Mio. Euro ermitteln. In Summe ergibt dies eine Bruttowertschöpfung in 2012 von 1.297 Mio. Euro.²¹

Um aus der Bruttowertschöpfung von 2012 die Nettowertschöpfung zu berechnen, müssen die Abschreibungen abgezogen werden. Diese belaufen sich, berechnet auf Basis der durchschnittlichen Daten der VGR, auf rd. 292 Mio. Euro. Die Nettowertschöpfung beträgt daher 1.005 Mio. Euro. Zur Ermittlung der Gewinne und Steuern müssen zunächst die Löhne und Gehälter der Beschäftigten abgezogen werden. Dazu sind zunächst die 8.796 Beschäftigten des Jahres 2011 (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2013b) in Vollzeitäquivalente umzurechnen (8.587). Bei einem durchschnittlichen Bruttojahresgehalt des WZ Energieversorgung im Jahr 2012 von 62.333 Euro ergeben sich Bruttolöhne von insgesamt 535 Mio. Euro. Zuzüglich Arbeitgeberanteilen zur Sozialversicherung von 95 Mio. Euro ergeben sich rechnerisch gesamte Personalausgaben der Unternehmen in Höhe von 630 Mio. Euro. Unter der Voraussetzung, dass die Beschäftigten allesamt ihren Wohnsitz Berlin haben, verbleiben Nettoeinkommen von 315 Mio. Euro in der Stadt. Damit ergeben sich rechnerisch für den kommunalen Haushalt Berlins Einkommensteuereinnahmen in Höhe von 67 Mio. Euro. Die gesamten Sozialabgaben in Höhe von 190 Mio. Euro und ein Einkommensteueranteil von 49 Mio. Euro fließen dem Bund zu. Weitere 6 Mio. Euro aus Solidaritätszuschlag und 3 Mio. Euro Kirchensteuer gehen an Bund und Kirchen.

²⁰ Der Wirtschaftszweig der Energieversorgung beinhaltet die Unternehmen der Strom-, Wärme- und Gasversorgung.

²¹ In der Strom- und Fernwärmeerzeugung fließen folglich 1.439 Mio. Euro als Vorleistungen ab. In der Gasversorgung sind es 496 Mio. Euro. Zusammen sind dies fast 2 Mrd. Euro als Zahlungen für Vorleistungen.

2012	Nach-Steuer-Gewinne	Netto-Einkommen	Steuern an Berlin ²²	WS Länder-ebene	Bundes-einnahmen	Netto -WS gesamt	Beschäftigte
	(Mio. Euro)						(VZA)
WZ Energie-versorgung	260	315	150	725	280	1.005	8.587

Tabelle B.5-3: Gesamte Wertschöpfungs(Ws)- und Beschäftigungseffekte durch den Wirtschaftszweig (WZ) Energieversorgung in Berlin 2012; Quelle: Eigene Berechnungen.

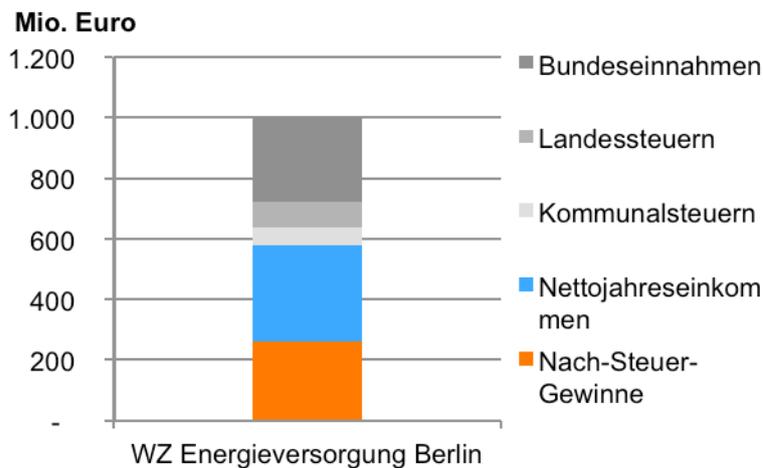


Abbildung B.5.-1: Nettowertschöpfung des WZ Energieversorgung 2012 in Berlin nach Wertschöpfungskomponenten; Quelle: Eigene Berechnungen.

Nach Abzug der Einkommen und Steuern verbleiben rechnerisch 375 Mio. Euro an Vor-Steuer-Gewinnen für die Energieversorger. Vorausgesetzt dieser Betrag wurde komplett in Berlin versteuert, hat der Berliner Haushalt Einnahmen in Höhe von 80 Mio. Euro aus Gewerbe- und Körperschaftsteuer erhalten (weitere 35 Mio. Euro gingen an den Bund). Den Energieversorgern verblieben dann rechnerisch 260 Mio. Euro an Nach-Steuer-Gewinnen, die aufgrund der oben beschriebenen Eigentümerstruktur der großen Energieversorger Vattenfall und GASAG fast vollständig aus der Stadt abgeflossen sind. Dieser Wertbetrag (vgl. Tab. B.5-3 sowie Abb. B.5-1) verdeutlicht das Wertschöpfungspotenzial, das die Stadt heben kann, wenn sie die Energieversorgung mit eigenen kommunalen Unternehmen bestreitet.

2. Wertschöpfung und Beschäftigung durch erneuerbare Energien in 2050

Im Rahmen dieser Untersuchung werden weiterhin die potenziellen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien im Jahr 2050 abgeschätzt. Hierbei findet ein Modell des IÖW Anwendung, welches mit einem Input-Output-Modell zur Bestimmung indirekter Effekte gekoppelt wird. Bestandteil der Untersuchung sind Firmen, die in den Wertschöpfungsstufen der Planung, der Installation und

²² Inklusive 3 Mio. Euro Kirchensteuereinnahmen, die an die Kirchen weitergeleitet werden.

dem Betrieb von EE-Anlagen tätig sind. Ebenso werden die Anlagenbetreiber modelliert. Die Produktion von Anlagen und Komponenten wird nachfolgend ausgeblendet (konservativer Ansatz), da hier sehr hohe Effekte erzielt werden können, es aber aus derzeitiger Sicht unsicher ist, ob die EE-Anlagen-Produktion in Berlin und in Deutschland generell zukünftig weiter eine Rolle spielen wird. Die im IÖW-Modell ermittelte Wertschöpfung ist der Nettowert nach Abschreibungen und setzt sich additiv aus folgenden Komponenten zusammen: Nach-Steuer-Gewinne der beteiligten Unternehmen, Netto-Einkommen der Beschäftigten und Steuerzahlungen beider Gruppen. Die Wertschöpfungsergebnisse können mit unterschiedlichem regionalen Zuschnitt betrachtet werden. Das Modell kann Steuereinnahmen nach ihrem Zufluss zu verschiedenen Verwaltungsebenen aufgliedern, so dass es Wertschöpfung auf kommunaler Ebene, auf Landesebene und auf Bundesebene ausweisen kann. Dabei ist die Wertschöpfung auf Bundesebene als Gesamtbetrag zu verstehen, da hier Zahlungen an die Kommunen und Länder inbegriffen sind. Die Wertschöpfung auf Landesebene setzt sich aus der kommunalen Wertschöpfung und den Steuern an das Bundesland zusammen. Für die Ergebnisse der Betrachtung Berlins wird im Bericht die Landesebene verwendet, um nur die Berlin-spezifische Wertschöpfung auszuweisen. Die Zahlungen an den Bund sind jedoch aus den Ergebnistabellen ersichtlich.

2.1. Eingangsdaten und Modellparameter

Die Modelleingangsdaten zum installierten Bestand von EE-Anlagen im Jahr 2050 wurden auf Basis der Zielszenarien 1 und 2 gewonnen. Unter Annahme anlagenspezifischer Volllaststundenzahlen wurden die in den Szenarien errechneten Energiemengen in installierte Leistung umgerechnet.

EE-Technologie	Bestand 2050	Zubau 2050
Windenergie (MW _{el})	97	3
Photovoltaik (MW _{el})	2.418	78
Biomasseheizungen (MW _{th})	428	2
Wärmepumpen (MW _{th})	1.343	32
Solarthermie (1.000 m ²)	2.744	85
	Produktion 2012	Handel 2012
Pellets (1.000 t)	-	123

Tabelle B.5-4: Szenario 1: Annahmen für den Bestand und Zubau von EE-Anlagen sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen und Energieholz im Bundesland Berlin im Jahr 2050.

EE-Technologie	Bestand 2050	Zubau 2050
Windenergie (MW _{el})	121	4
Photovoltaik (MW _{el})	3.717	122
Biomasseheizungen (MW _{th})	428	2
Wärmepumpen (MW _{th})	979	20
Solarthermie (1000 m ²)	3.944	125
	Produktion 2012	Handel 2012
Pellets (1000 t)	-	123

Tabelle B.5-5: Szenario 2: Annahmen für den Bestand und Zubau von EE-Anlagen sowie die Bereitstellung von Biokraftstoffen und Energieholz im Bundesland Berlin im Jahr 2050.

Die Tab. B.5-4 und B.5-5 geben einen Überblick über die Annahmen für den Bestand und Zubau von EE-Anlagen sowie dem Handel von Pellets im Bundesland Berlin für die Szenarien 1 und 2, welche den Berechnungen der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte im Jahr 2050 zugrunde liegen. Der jeweilige Bestand im Jahr 2050 ergibt sich aus dem Bestand zum Jahresende 2049 zzgl. der Hälfte des Zubaus im Jahr 2050.

Da bezüglich der Ansässigkeit von Akteuren, welche Scheitholz und Hackschnitzel aufbereiten, für Berlin keine detaillierten Angaben zur Verfügung standen, wurde angenommen, dass Scheitholz und Hackschnitzel überwiegend aus dem Umland bezogen werden. Den Daten zum Pellethandel liegt die Annahme zugrunde, dass etwa 80 % der in Berlin verfeuerten Pellets von vor Ort ansässigen Händlern bezogen werden.

Neben den Eingangsdaten zum Anlagenbestand und –zubau wurden Annahmen bezüglich der lokalen Ansässigkeit von Unternehmen, Betreibern und Investoren entlang der EE-Wertschöpfungsketten in Berlin getroffen. Auf Ebene des Landes Berlin kann für viele Schritte angenommen werden, dass diese von lokalen Unternehmen ausgeführt werden und somit die Effekte zu 100 % im Land generiert werden bzw. sich Im- und Exporteffekte ausgleichen. Dies betrifft beispielweise alle Schritte rund um die Errichtung und den Betrieb von kleinen PV-Dachanlagen und wärmeerzeugenden Anlagen in privaten Haushalten.

Für größere EE-Anlagen müssen jedoch v.a. für den Sitz der Betreibergesellschaft und der Investoren spezifische Annahmen getroffen werden. Hier wurden Erfahrungswerte aus der Gegenwart²³ mithilfe der den Szenarien zugrundeliegenden Entwicklungsannahmen fortgeschrieben. Die folgenden Tabellen zeigen die Annahmen zur Ansässigkeit für das Szenario 1 und 2.

EE-Technologie	Wertschöpfungsschritt / Akteur	Szenario 1	Szenario 2
alle EE-Technologien	Handel mit Anlagenkomponenten	100 %	100 %
	Versicherung	25 %	25 %
	Banken	25 %	50 %
Photovoltaik Dach Kleinanlagen	Investoren	100 %	100 %
Photovoltaik Dach Großanlagen	Betreibergesellschaft	50 %	100 %
	Investoren	25 %	100 %
Photovoltaik Freiflächen	Betreibergesellschaft	50 %	100 %
	Investoren	25 %	75 %
Wind	Betreibergesellschaft	50 %	100 %
	Investoren	25 %	75 %
Biogas	Betreibergesellschaft	100 %	100 %
	Investoren	0 %	50 %

Tabelle B.5-6: Annahmen zur Ansässigkeit der Unternehmen, Betreibergesellschaften und Investoren in EE-Anlagen.

²³ Aus bisherigen Landes- und Regionalstudien (u.a. Bost et al. 2012, Weiß et al. 2012) und Informationen über die durchschnittliche Eigentümerstruktur bei den einzelnen EE-Technologien in Deutschland nach Trend Research (2011).

Weiterhin wurden zur Berechnung der Betreibergewinne Annahmen zum Eigenkapitalanteil und zur Eigenkapitalrendite getroffen. Die Eigenkapitalanteile stammen aus Angaben der EEG-Erfahrungsberichte und Überlegungen zur zukünftigen Entwicklung. Die Renditeschätzungen basieren auf der derzeitigen Entwicklung der Renditen im EE-Markt und Schätzungen zu Mindestrenditen am Kapitalmarkt bei einer Inflationsrate von 2 %. Ausdifferenzierungen wurden aufgrund der Projektgröße und damit potentiell steigenden Risiken vorgenommen.

EE-Technologie	Eigenkapitalanteil	Eigenkapitalrendite vor Steuern
Photovoltaik Dach Kleinanlagen	50 %	6 %
Photovoltaik Dach Großanlagen	30 %	7 %
Photovoltaik Freiflächen	30 %	7 %
Wind	25 %	8 %
Biogas (BHKW)	25 %	8 %

Tabelle B.5-7: Annahmen zu Eigenkapitalanteil der Anlagenfinanzierung und Eigenkapitalrenditen 2050.

Die im Modell zur Beschäftigungsbestimmung verwendeten Daten zur Produktivität wurden anhand von Daten zur vergangenen Produktivitätsentwicklung in Deutschland (Statistisches Bundesamt 2012) bis zum Jahr 2050 fortgeschrieben. Dabei wurde ein Produktivitätsfortschritt von 30 % in allen Wirtschaftszweigen unterstellt.

2.2. Ergebnisse Szenario 1

Die folgenden Tabellen stellen die für das Jahr 2050 berechneten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Berlin auf Basis des Zielszenarios 1 dar. Die direkte Wertschöpfung (Landesebene) beträgt 67 Mio. Euro und es gibt etwa 701 Vollzeitarbeitsplätze. Mit 62 % der Wertschöpfung und ca. 48 % der Beschäftigten in Berlin erzeugt die Photovoltaik den größten Anteil der Effekte. Da unserem Ausbauszenario folgend im Jahr 2050 nur noch ein geringer Zubau an Anlagenleistung stattfindet, es aber einen hohen Anlagenbestand gibt, entstehen fast 90 % der Effekte in den betriebsbedingten Wertschöpfungsstufen. Die Betreibergewinne gehen fast ausschließlich an die Betreiber der Photovoltaikanlagen (Tab. B.5-8 und Tab. B.5-9).

Die in der Planung und Installation und im Betrieb von EE-Anlagen tätigen Unternehmen lösen durch ihre Vorleistungsnachfrage auch indirekte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte aus. So beträgt die ganze vom EE-Bereich im Zielszenario 1 in Berlin induzierte Wertschöpfung 100 Mio. Euro. Es entstehen etwa 1.161 Vollzeitarbeitsplätze (Tab. B.5-11, alle Effekte ohne Produktion).

Berlin 2050 Szenario 1 Direkte Effekte	Gewinne nach Steuern	Nettoein- kommen durch Beschäf- tigung	Kommunal- steuer- einnahmen	WS Kommunal	Landes- steuer- ein- nahmen	WS Landes- ebene	Steuern und sonst. Abgaben an den Bund	WS gesamt	Vollzeit- beschäf- tigte
	(Mio. Euro)								[VZÄ]
Photovoltaik	24,3	9,5	3,6	37,4	4,1	41,5	10,4	51,9	335
Windenergie	1,0	0,4	0,7	2,1	0,3	2,4	0,6	3,0	14
Strom	25,3	9,9	4,3	39,5	4,4	44,0	11,0	54,9	349
Bioenergie (Wärme)	0,6	1,0	0,2	1,8	0,2	2,0	0,8	2,8	31
Solarthermie	1,4	2,2	0,4	4,0	0,5	4,5	1,9	6,4	73
Wärmepumpen	5,0	5,5	1,2	11,7	1,4	13,1	4,9	18,0	176
Wärme	7,0	8,7	1,7	17,4	2,1	19,6	7,5	27,1	280
Holz-Brennstoffe	0,5	1,0	0,1	1,6	0,2	1,8	0,8	2,7	54
Biogas Erdgasnetz	0,6	0,6	0,6	1,7	0,4	2,0	0,7	2,7	19
Summe	33,4	20,2	6,7	60,2	7,1	67,4	20,0	87,4	701

Tabelle B.5-8: Szenario 1: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch EE-Anlagen in Berlin im Jahr 2050 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen (ohne Produktion); Quelle: Eigene Berechnungen.

Berlin 2050 Szenario 1 Direkte Effekte	Handel mit Anlagenkomponenten	Planung & Installation	Anlagenbetrieb und Wartung	Betreiber- gewinne	Handel (Auszug aus allen Stufen)	WS gesamt
	(Mio. Euro)					
Photovoltaik	1,2	3,6	18,5	28,6	1,5	51,9
Windenergie	0,0	0,3	1,4	1,3	0,0	3,0
Strom	1,2	3,9	19,9	29,8	1,5	54,9
Bioenergie (Wärme)	0,1	0,0	2,6	0,0	0,2	2,8
Solarthermie	1,3	1,5	3,6	0,0	1,7	6,4
Wärmepumpen	1,3	1,5	15,1	0,0	2,1	18,0
Wärme	2,7	3,1	21,4	0,0	4,1	27,1
Holz-Brennstoffe	0,0	0,0	2,7	0,0	2,7	2,7
Biogas Erdgasnetz	0,0	0,0	1,7	1,1	0,0	2,7
Summe	3,9	6,9	45,6	30,9	8,2	87,4
	[VZÄ]					
Vollzeitbeschäftigte	48	90	563	0	123	701

Tabelle B.5-9: Szenario 1: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch EE-Anlagen in Berlin im Jahr 2050 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsstufen (Bundesebene, ohne Produktion) ; Quelle: Eigene Berechnungen.

Berlin 2050 Szenario 1 Indirekte Effekte	Gewinne nach Steuern	Netto- einkommen durch Beschäftigung	Kommunal- steuer- einnahmen	WS Kommunal	Landes- steuer- einnahmen	WS Landes- ebene	Steuern und sonst. Abgaben an den Bund	WS gesamt	Vollzeitbeschäftigte
	(Mio. Euro)								[VZÄ]
Photovoltaik	3,2	3,5	0,3	7,0	0,5	7,6	2,6	10,2	120
Windenergie	0,2	0,2	0,0	0,5	0,0	0,5	0,2	0,7	8
Strom	3,5	3,7	0,3	7,5	0,5	8,1	2,8	10,9	128
Bioenergie (Wärme)	0,6	0,7	0,1	1,4	0,1	1,5	0,5	2,0	24
Solarthermie	1,5	1,8	0,1	3,4	0,3	3,7	1,3	5,0	61
Wärmepumpen	7,7	7,6	0,7	16,0	1,2	17,2	5,7	22,9	220
Wärme	9,7	10,1	0,9	20,8	1,5	22,3	7,6	29,9	305
Holz-Brennstoffe	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	1
Biogas Erdgasnetz	0,7	0,8	0,1	1,5	0,1	1,7	0,6	2,2	26
Summe	13,9	14,7	1,3	30,0	2,2	32,2	11,0	43,2	460

Tabelle B.5-10: Szenario 1: Indirekte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch EE-Anlagen in Berlin im Jahr 2050 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen (ohne Produktion); Quelle: Eigene Berechnungen.

Berlin 2050 Szenario 1 Gesamte Effekte	Gewinne nach Steuern	Nettoeinkommen durch Beschäftigung	Kommunalsteuereinnahmen	WS Kommunal	Landessteuereinnahmen	WS Landesebene	Steuern und sonst. Abgaben an den Bund	WS gesamt	Vollzeitbeschäftigte
	[Mio. Euro]								[VZÄ]
Photovoltaik	27,6	13,0	3,9	44,4	4,6	49,1	13,0	62,1	455
Windenergie	1,3	0,7	0,7	2,6	0,3	3,0	0,8	3,7	21
Strom	28,9	13,7	4,6	47,0	4,9	52,1	13,8	65,8	476
Bioenergie (Wärme)	1,2	1,7	0,2	3,1	0,3	3,4	1,3	4,7	55
Solarthermie	2,9	4,0	0,5	7,4	0,7	8,2	3,2	11,4	134
Wärmepumpen	12,6	13,1	1,9	27,7	2,6	30,3	10,6	40,9	396
Wärme	16,7	18,8	2,7	38,2	3,7	41,9	15,1	57,0	585
Holz-Brennstoffe	0,5	1,0	0,1	1,7	0,2	1,9	0,9	2,8	55
Biogas Erdgasnetz	1,2	1,3	0,6	3,2	0,5	3,7	1,3	5,0	45
Summe	47,3	34,9	8,0	90,2	9,3	99,6	31,0	130,6	1.161

Tabelle B.5-11: Szenario 1: Gesamte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch EE-Anlagen in Berlin im Jahr 2050 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen (ohne Produktion); Quelle: Eigene Berechnungen.

2.3. Ergebnisse Szenario 2

Die folgenden Tabellen stellen die für das Jahr 2050 geschätzten Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch erneuerbare Energien in Berlin, dem Zielszenario 2 folgend dar. Die direkte Wertschöpfung (Landesebene) beträgt knapp 138 Mio. Euro und es gibt etwa 1.386 Vollzeitarbeitsplätze.

Mit ca. 80 % der Wertschöpfung und 74 % der Beschäftigten in Berlin erzeugt die Photovoltaik bei weitem den größten Anteil der Effekte. In den Ergebnissen schlägt sich insbesondere der wesentlich höhere Bestand an Photovoltaikanlagen im Vergleich zum Szenario 1 nieder. Die Annahme, dass alle PV-Dachanlagen von lokalen Betreibern installiert und lokalen Investoren finanziert werden, spiegelt sich im Anteil der Betreibergewinne an der Gesamtwertschöpfung. Beträgt dieser Anteil im Szenario 1 nur 42 %, so sind es hier 54 %. Es verbleiben also mehr Gewinne in der Region. Da unserem Ausbauszenario zufolge im Jahr 2050 nur noch ein geringer Zubau an Anlagenleistung stattfindet, es aber einen hohen Anlagenbestand gibt, entstehen mehr als 90 % der Effekte in den betriebsbedingten Wertschöpfungsstufen. Die Betreibergewinne gehen fast ausschließlich an die Betreiber der Photovoltaikanlagen (Tab. B.5-12 und tab. B.5-13).

Die in der Planung und Installation und im Betrieb von EE-Anlagen tätigen EE-Unternehmen lösen durch ihre Vorleistungsnachfrage auch indirekte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte aus. So beträgt die ganze vom EE-Bereich im Szenario 2 in Berlin induzierte Wertschöpfung 172 Mio. Euro. Es entstehen etwa 1.893 Vollzeitarbeitsplätze (Tab. B.5-15).

Berlin 2050 Szenario 2 Direkte Effekte	Gewinne nach Steuern	Netto- einkommen durch Beschäfti- gung	Kommunal- steuer- einnahmen	WS Kommunal	Landes- steuer- einnahme n	WS Landes- ebene	Steuern und sonst. Abgaben an den Bund	WS gesamt	Vollzeit- beschäftigt e
	(Mio. Euro)								(VZÄ)
Photovoltaik	57,0	28,3	11,7	97,1	12,2	109,3	30,8	140,1	1.029
Windenergie	2,5	0,8	1,3	4,6	0,6	5,3	1,1	6,3	25
Strom	59,5	29,1	13,0	101,7	12,8	114,6	31,9	146,4	1.054
Bioenergie (Wärme)	0,6	1,0	0,2	1,8	0,2	2,0	0,8	2,8	31
Solarthermie	2,1	3,2	0,5	5,8	0,7	6,4	2,7	9,1	104
Wärmepumpen	3,6	3,9	0,9	8,3	1,0	9,4	3,5	12,8	124
Wärme	6,2	8,1	1,6	15,8	1,9	17,8	6,9	24,7	259
Holz-Brennstoffe	0,5	1,0	0,1	1,6	0,2	1,8	0,8	2,7	54
Biogas Erdgasnetz	2,3	0,6	0,6	3,4	0,4	3,9	0,8	4,6	19
Summe	68,5	38,8	15,3	122,6	15,4	138,0	40,4	178,4	1.386

Tabelle B.5-12: Szenario 2: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch EE-Anlagen in Berlin im Jahr 2050 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen (ohne Produktion); Quelle: Eigene Berechnungen.

Berlin 2050 Szenario 2 Direkte Effekte	Handel mit Anlagenkomponenten	Planung & Installation	Anlagenbetrieb und Wartung	Betreiber- gewinne	Handel (Auszug aus allen Stufen)	WS gesamt
	(Mio. Euro)					
Photovoltaik	0,8	6,0	56,0	77,1	1,1	140,1
Windenergie	0,0	0,4	2,3	3,7	0,0	6,3
Strom	0,8	6,4	58,3	80,8	1,1	146,4
Bioenergie (Wärme)	0,1	0,0	2,6	0,0	0,2	2,8
Solarthermie	1,9	2,1	5,1	0,0	2,5	9,1
Wärmepumpen	0,7	1,1	11,0	0,0	1,3	12,8
Wärme	2,7	3,3	18,8	0,0	4,0	24,7
Holz-Brennstoffe	0,0	0,0	2,7	0,0	2,7	2,7
Bioenergie (Strom)	0,0	0,0	1,7	3,0	0,0	4,6
Summe	3,5	9,7	81,4	83,8	7,7	178,4
	[VZÄ]					
Vollzeitbeschäftigte	44	122	1.221	0	117	1.386

Tabelle B.5-13: Szenario 2: Direkte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch EE-Anlagen in Berlin im Jahr 2050 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsstufen (Bundesebene, ohne Produktion); Quelle: Eigene Berechnungen

Berlin 2050 Szenario 2 Indirekte Effekte	Gewinne nach Steuern	Nettoeinkommen durch Beschäftigung	Kommunal steuereinnahmen	WS Kommunal	Landessteuereinnahmen	WS Landesebene	Steuern und sonst. Abgaben an den Bund	WS gesamt	Vollzeitbeschäftigte
	(Mio. Euro)								(VZÄ)
Photovoltaik	5,2	5,6	0,5	11,3	0,8	12,1	4,2	16,3	192
Windenergie	0,5	0,4	0,0	0,9	0,1	1,0	0,3	1,3	13
Strom	5,7	6,0	0,5	12,2	0,9	13,1	4,5	17,6	205
Bioenergie (Wärme)	0,6	0,7	0,1	1,4	0,1	1,5	0,5	2,0	24
Solarthermie	2,2	2,6	0,2	5,0	0,4	5,4	1,9	7,3	89
Wärmepumpen	5,7	5,6	0,5	11,8	0,9	12,7	4,2	16,9	162
Wärme	8,4	8,9	0,8	18,2	1,4	19,5	6,7	26,2	274
Holz-Brennstoffe	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	1
Biogas Erdgasnetz	0,7	0,8	0,1	1,5	0,1	1,7	0,6	2,2	26
Summe	14,8	15,8	1,4	32,0	2,4	34,4	11,8	46,2	506

Tabelle B.5-14: Szenario 2: Indirekte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch EE-Anlagen in Berlin im Jahr 2050 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen (ohne Produktion); Quelle: Eigene Berechnungen.

Berlin 2050 Szenario 2 Gesamte Effekte	Gewinne nach Steuern	Nettoeinkom men durch Beschäfti- gung	Kommunalst euereinnah men	WS Kommunal	Landessteu ereinnahm en	WS Landes- ebene	Steuern und sonst. Abgaben an den Bund	WS gesamt	Vollzeitbesch äftigte
	(Mio. Euro)								(VZÄ)
Photovoltaik	62,2	34,0	12,2	108,4	13,1	121,4	35,0	156,4	1.221
Windenergie	2,9	1,3	1,3	5,5	0,7	6,2	1,4	7,6	38
Strom	65,1	35,3	13,5	113,9	13,8	127,6	36,4	164,0	1.259
Bioenergie (Wärme)	1,2	1,7	0,2	3,1	0,3	3,4	1,3	4,7	55
Solarthermie	4,3	5,8	0,8	10,8	1,1	11,8	4,6	16,4	193
Wärmepumpen	9,2	9,5	1,4	20,1	1,9	22,0	7,7	29,7	286
Wärme	14,6	17,0	2,4	34,0	3,3	37,3	13,6	50,9	534
Holz-Brennstoffe	0,5	1,0	0,1	1,7	0,2	1,9	0,9	2,8	56
Biogas Erdgasnetz	3,0	1,3	0,6	5,0	0,6	5,5	1,4	6,9	45
Summe	83,3	54,6	16,7	154,6	17,8	172,4	52,2	224,6	1.893

Tabelle B.5-15: Szenario 2: Gesamte Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch EE-Anlagen in Berlin im Jahr 2050 nach Technologiebereichen und Wertschöpfungsbestandteilen (ohne Produktion); Quelle: Eigene Berechnungen.

2.4. Ergebnisvergleich Szenario 1 und 2

Im Szenario 1 entstehen insgesamt 67 Mio. Euro an direkter Wertschöpfung durch erneuerbare Energien und ca. 701 Vollzeitarbeitsplätze. Im Szenario 2 sind es insgesamt 138 Mio. Euro Wertschöpfung und etwa 1.386 Vollzeitarbeitsplätze. Im Ergebnisvergleich wird deutlich, dass sich die gesamten Wertschöpfungseffekte von Szenario 1 zu Szenario 2 mehr als verdoppeln. Die Wertschöpfungseffekte in der Photovoltaik im Szenario 2 sind sogar 2,5-mal so hoch wie in Szenario 1.

Aus Tab. B.5-4 und Tab. B.5-5 wird ersichtlich, dass sich der Bestand an PV-Anlagen zwischen den Szenarien jedoch nicht einmal verdoppelt. Neben den unterschiedlichen Bestandsannahmen sind in die Berechnung auch verschiedene Anteile an lokalen Betreibergesellschaften und Investoren eingeflossen (Tab. B.5-6). Insbesondere die Annahme, dass alle Betreiber und Investoren von PV-Anlagen in Berlin ansässig sind, führt zur deutlichen Erhöhung der Effekte in diesem Bereich. Neben der Photovoltaik spielen insbesondere die Wärmepumpen und Solarthermie-Anlagen eine wichtige Rolle. Eine ähnliche Verteilung auf die Anlagentechnologien ist auch für die Beschäftigungseffekte vorzufinden.

Abb. B.5-2 zeigt die Aufteilung der direkten Wertschöpfungseffekte (ohne Vorleistungen) auf die verschiedenen Wertschöpfungsstufen. Der höhere Anlagenbestand in Szenario 2 geht mit einer höheren Wertschöpfung in Betrieb und Wartung einher. Die Betreibergewinne vervielfachen sich aufgrund des höheren Bestandes an PV-Anlagen und den erwähnten Annahmen zu lokalen Betreibern und Investoren.

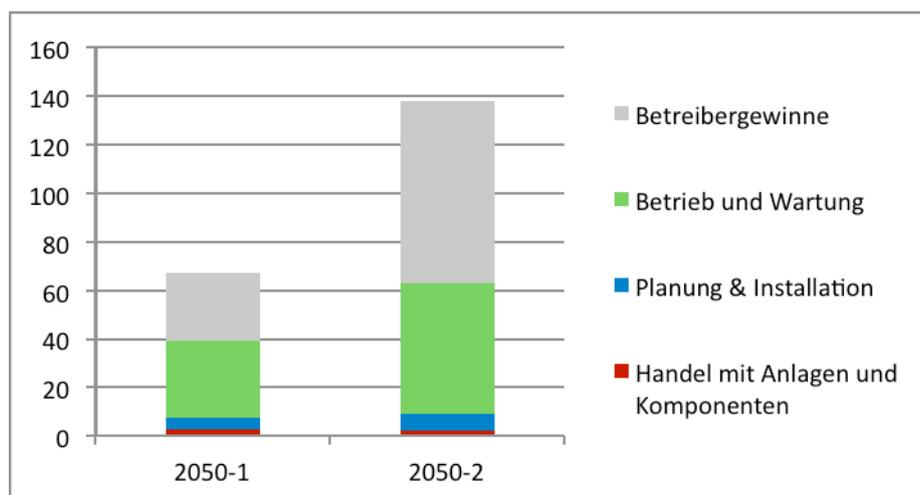


Abbildung B.5-2 : Vergleich der direkten Wertschöpfungseffekte aus Szenario 1 und 2 nach Wertschöpfungsstufen (ohne Produktion); Quelle: Eigene Berechnungen.

Die indirekten Effekte beider Szenarien unterscheiden sich mit 32 und 34 Mio. Euro nur gering. Hier gleichen sich die höhere Vorleistungsnachfrage im Strombereich in Szenario 2 und die höhere Nachfrage im Wärmebereich in Szenario 1 aus. Ein Großteil der direkten Wertschöpfung entsteht durch die Betreibergewinne (siehe Abb. B.5-2), die für die Berechnung der indirekten Effekte keine Rolle spielen.

Wichtig für das Verständnis und die Einordnung der hier generierten Wertschöpfungseffekte ist erstens, dass die Effekte tendenziell niedriger als heute angenommen werden, weil von weiter sinkenden Erzeugungskosten erneuerbarer Energien durch Lernkurveneffekte ausgegangen wird. Dadurch sinkt modellbedingt auch die Wertschöpfung. Falls höhere Margen am Markt erzielt werden können (vergleichbar den hohen Strompreisen trotz niedriger Bezugspreise) fiel aber auch die Wertschöpfung höher aus. Zweitens wird hier der gesamte

Bereich der Produktion ausgeklammert. Es gibt durchaus Projektionen, nach denen sich mittel- bis langfristig regionale Produktion in Deutschland wieder verstärkt lohnen kann, nämlich dann, wenn die Produktionsbedingungen international vergleichbarer werden, u.a. durch gestiegene Logistikkosten. Unter Berücksichtigung von Produktionseffekten könnte sich die hier dargestellte Wertschöpfung durch erneuerbare Energien je nach angenommenen Produktionsmengen vervielfachen. Drittens ist der Bereich der erneuerbaren Energien auch in Zukunft nur ein Teilbereich der Wertschöpfung der Energieversorgung, die heute insgesamt rund 1 Mrd. Euro an Netto-Wertschöpfung generiert (s.o.). KWK-Erzeugung und Fernwärme, sowie viele weitere Komponenten des zukünftigen Energiesystems und der Energiewirtschaft, hierbei insbesondere viele neue System- und Effizienzdienstleistungen, werden weitere regionale Wertschöpfungsbeiträge leisten. Und im Verbund mit Wissenschaft, Forschung und Ausbildung kann Berlin auch im Bereich der Energietechnik insgesamt weiterhin eine wichtige Bedeutung mit hohen lokalen Wertschöpfungseffekten erhalten.

B.6. RECHTLICHE RAHMENBEDINGUNGEN. ÜBERSICHT ZU DEN KLIMASCHUTZBEZOGENEN REGELUNGEN IM MEHREBENENSYSTEM EU – BUND – BERLIN SOWIE HANDLUNGSBARRIEREN UND -POTENZIALE NACH HANDLUNGSFELDERN

Klimaschutzbezogene Regelungen im Mehrebenensystem EU – Bund – Berlin und nach Handlungsfeldern - Übersicht					
Handlungsfeld	Rechtlicher Rahmen (Ist) und politische Grundsatzentscheidungen (Auswahl)				
	EU	Bund	Berlin	rechtliche Hemmnisse	Handlungspotenzial Berlin
Klimaschutzziele und Umsetzung - Allgemein -	EU-Lastenteilungsentscheidung Nr. 406/2009/EG Programm „20 und 20 bis 2020“ aus 2007 Klima- und Energiepaket der EU, KOM(2007) 1 endgültig Energiefahrplan 2050, KOM(2011) 885 endgültig	IEKP v. 05.12.2007 Klimapakete I und II Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung v. 28.09.2010	Landesenergieprogramm 2006-2010, Energiekonzept 2020	Bislang unverbindliche politische Ziele	Einführung verbindlicher CO ₂ -Reduktionsziele im Berliner Energiewendegesetz; Nutzung der Verfahren der Ländermitwirkung auf europäischer Ebene und Bundesebene zur Etablierung der Berliner Klimaschutzinteressen (EUZBLG, Fachkommission ENVE beim Ausschuss der Regionen, Fachministerkonferenzen).

Handlungsfeld	EU	Bund	Berlin	rechtliche Hemmnisse	Handlungspotenzial Berlin
Klimaschutzziele und Umsetzung -Allgemein -	Emissionshandel-RL 2003/87/EG idFd. RL 2009/29/EG	TEHG & ZuV 2020 ProMechG			Vollzug des § 4 TEHG; Hilfestellung ggü. Anlagenbetreibern bei der Erstellung eines Monitoringplans .
	ECCS-RL 2009/31/EG	KSpG		Junges Gesetz zur Erforschung und Erprobung von Technologien zur dauerhaften Speicherung von CO ₂ in unterirdischen Gesteinsschichten. Es mangelt bei Umsetzungsmaßnahmen an öffentlicher Akzeptanz.	Erprobungsphase steuern. Die Landesbehörden entscheiden über die Zulassungsanträge für Kohlendioxidsspeicher.

Handlungsfeld		EU	Bund	Berlin	rechtliche Hemmnisse	Handlungspotenzial Berlin
HF 1 (a) Energieerzeugung	Erneuerbare Energie	RL 2009/28/EG i.d.F der RL 2013/18/EU			Nachweispflichten bestehen gemäß § 11 ff. BioSt-NachV nur im Zusammenhang mit Vergütungsanspruch gegenüber dem Netzbetreiber nach § 27 EEG. Keine Verpflichtung der Stromlieferanten.	Prüfung der Einführung weiterer Nachhaltigkeitsnachweise i.S.d. § 23 BioSt-NachV auf Berliner Ebene.
			BiomasseV EEG AusglMechV		Umlagemechanismus stellt für einige dezentrale Energieversorger Vermarktungs- und daher Investitionshemmnis dar; die Regelungen zur Privilegierung des Eigenverbrauchs (§ 37 Absatz 3 EEG) werden sehr restriktiv angewendet; Verpflichtung von Anlagenbetreiber zur Umsetzung technischer Vorgaben zur Teilnahme am Einspeisemanagement (§ 6 Absatz 2 Nr. 2a EEG).	Politische Einwirkung auf Bundesebene zur Schaffung eines Gleichgewichts zwischen Beteiligung an der Energiewende durch EEG-Umlage und Beseitigung von Investitionshemmnissen für kleinere Anlagenbetreiber. Unterstützung bei der Koordinierung der Akteure Verteilnetzbetreiber und Anlagenbetreiber beim Einspeisemanagement.
			§ 6 Absatz 1 Nr. 4 KrWG			Förderung der energetischen Verwertung von Abfällen.

			EEWärmeG	EEWärmeG-DG Bln		Verpflichtung zur Nutzung von Erneuerbaren Energien im Bestand, vgl. Art. 13 IV RL 2009/28/EG.
		EFRE	Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (BAFA)		Keine Förderprogramme zur Nutzung von EE - Anlagen auf Berliner Ebene.	
			Richtlinien zur Förderung von KWK-Anlagen bis 20 kW (BAFA) i.V.m. §§ 23,44 BHO		Keine Förderprogramme zur Nutzung von EE - Anlagen auf Berliner Ebene.	
		EnEff-RL 2012/27/EU (Aufhebung RL 2004/8/EG)	KWKG			
	Netze		EnLAG NABEG		Fehlender einheitlicher Rechtsrahmen zur Zulassung von Netzausbauprojekten.	
			EnWG	AGEnWG	Versorgerpflichten dezentraler privater Stromanbieter (z.B. Betreiber von Ladeinfrastruktur).	Einfluss Berlins auf Bundesebene zur Regelung von Ausnahmetatbeständen zur Befreiung kleiner dezentraler Stromanbieter von energierechtlichen Versorgerpflichten.

			§ 46 Absatz 3 S. 5 i.V.m. § 1 Absatz1 EnWG	§ 19 BEnSpG	Konzession wird für eine lange Laufzeit vergeben, künftige innovative Netzentwicklungen werden in Anbetracht dessen bei der Konzessionsvergabe kaum berücksichtigt.	Ziel der effizienten und umweltverträglichen Versorgung für Berlin zum Zwecke der Durchführung eines diskriminierungsfreien und transparenten Vergabeverfahrens konkretisieren/ klimabezogene Vergabebedingungen bei der Konzessionsvergabe; Verpflichtung der Netzbetreiber zur Optimierung, zur Verstärkung und zum Ausbau des Berliner Netzes.
			§ 9 EEG		Verpflichtung zur Optimierung der Netze ist an „Stand der Technik“ geknüpft	Innovative dezentrale Netzstrukturen und Anpassung an moderne Technologien im Netzbetrieb fördern und fordern.
			StromNZV GasNZV		Handlungsspielräume der Länder zur Verwirklichung eines energieeffizienten und klimaneutralen Netzzugangs sehr gering.	Politische Einflussnahme auf Bundesebene zur Durchsetzung lokaler Effizienzziele auf Berliner Ebene ggf. durch Ausnahmeregelungen für Berlin.
			Systemdienstleistungsverordnung (SDLWindV)			Bundesweiter Einsatz zur Umsetzung von Regelleistungen erneuerbarer Energien-Anlagen. Entwicklung von Speicherlösungen auf Berliner Ebene.

			§ 16 EEWärmeG			Anschluss- und Benutzungszwang als Beitrag zum Klimaschutz (der Beitrag muss rechtlich nicht nachgewiesen werden).
HF 1 (b) Energieverbrauch	EnEff-RL 2012/27/EU	KWKG 9. BImSchV, § 4d § 40 Absatz 3 EnWG		Auseinanderfallen von Investor und Nutzer von Energieeffizienzmaßnahmen.	Kontrolle von Energieeffizienzmaßnahmen im Genehmigungsverfahren. Transparentere Darstellung des Verbrauchs ggü. Endverbraucher.	
	EnEff-RL 2012/27/EU	§§ 21d EnWG Messsystemverordnung (Entwurf)		Einbaupflicht von Smart-Metersystemen besteht bei Letztverbrauchern nur bei Jahresverbrauch > 6000 kWh	Anreize zur Verbrauchsflexibilisierung durch Anbindung lokaler Systeme prüfen und fördern.	
	EnEff-RL 2012/27/EU (Aufhebung EU-EDL-RL 2006/32/EG)	Energiedienstleistungsgesetz			Verpflichtung der öffentlichen Hand zur Inanspruchnahme von Energiedienstleistungen und zur Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen.	
			BEnSpG	Energieeinsparungsmaßnahmen sind lediglich bei wesentlichen Veränderungen von Gebäuden und Anlagen des Landes Berlin durchzuführen.	Durchführung von Energieeinsparungsmaßnahmen in allen öffentlichen Gebäuden ermöglichen.	
		Energie- und Klimafonds (EKFG)	Umweltentlastungsprogramm Berlin (UEP II) – Förderrichtlinie vom 02.10.2012	UEP II fördert lediglich Beratungsleistungen im Zusammenhang mit der Einführung von Energieeffizienzmaßnahmen.	Schaffung eines Fondssondervermögens für Berlin zur Förderung von Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen privater Haushalte und	

					Gewerbe.
		Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform (Ökosteuer) EnergieStG, EnergieStV StromStG, StromStV SpaEfV		Ausnahmeregelung für den Luftverkehr.	

Handlungsfeld			EU	Bund	Berlin	rechtliche Hemmnisse	Handlungspotenzial Berlin
HF 2	Gebäude	Wohngebäude	RL 2010/31/EU EU-Eneff-RL 2012/27/EU, Kapitel II	EnergieeinsparungsG (EnEG) EnEV (EnEV 2014)	BEnSpG, §§ 9, 10 EnEV-DV § 6 BEnSpG	Mangelhafter Vollzug, insb. bei genehmigungsfreien Vorhaben. Mangelnde Alternativen bei denkmalgeschützten Gebäuden; Ausnahme für denkmalgeschützte Gebäude kraft Gesetzes	Schaffung von Anwendungssicherheit im Vollzug; Kontrollmechanismen zur Einhaltung der EnEV-Anforderungen; Höhere Anforderungen an baulichen Wärmeschutz, § 1 Absatz 3 EnEG; restriktive Anwendung § 24, 25 EnEV; behördliche Überprüfung Öff. Gebäude sollen mit höheren Gesamtenergieeffizienzstandard, als die gesetzliche Mindestanforderung renoviert werden (Vorbildfunktion); Schaffung von Energieeffizienzfonds.
					IBB Energetische Gebäudesanierung		Entkoppelung der Förderprogramme Berlins von den Förderbedingungen der KfW zur Erreichung eigener Effizienzziele.
					§ 6 Absatz 6 S. 1 Nr. 3, § 62 Absatz 1 Nr. 3, 11 BauO Bln	Planungsrechtlich festgesetzte Baulinien/ grenzen können Sanierungsmaßnahmen behindern.	Weitere Verfahrensvereinfachungen für Sanierungsmaßnahmen; Berücksichtigung des Klimaschutzes bei Dispens nach § 31 Absatz 2 BauGB/§ 248 BauGB, § 23 Absatz 2 Satz 3 BauNVO.
				§ 555b Nr. 1 und 2 i.V.m. § 559 Abs. 1 BGB		steigende Mietkosten; Auseinanderfallen von Investor und Nutzer	Einführung von Klimaboni bei der Berechnung des Bedarfs für Unterkunft und Heizung, §22a SGB II, § 4 Wohnaufwendungsver- ordnung.

				EEWärmeG	EEWärmeG-DG Bln	Fehlende einheitliche Regelung des Vollzugs (vgl. § 4 EEWärmeG-DG Bln & Bln. Drs. 17/1092)	Nutzung der Ermächtigung in § 3 Absatz 4 EEWärmeG, um Pflicht zur Nutzung von Erneuerbaren Energien für bereits errichtete öffentliche Gebäude und für bereits errichtete Gebäude, die keine öffentlichen Gebäude sind festzulegen; Schaffung eigener Regelungen zur Erfüllung der Vorbildfunktion nach § 1 EEWärmeG; Regelung von Stichprobenverfahren für verbesserte Kontrolle.
			Normung zur Nachhaltigkeit von Bauwerken: ISO 15392 ISO 16813 FPrEN 15804 (Entwurf) ISO 21929-2 ISO 21930 ISO 21931-1	DIN V 18599 DIN 4108 DIN EN 14064 DIN EN 14250 DIN EN 15804 DIN EN 15643			Hohe Effizienz- und Nachhaltigkeitsanforderung als Bewertungskriterien bei öffentlichen Ausschreibungen
		Industrie	RL 2010/75/EU	BlmSchG TA Luft 4. und 9. BImSchV 13. und 17. BImSchV	LImSchG Bln AV LImSchG Bln	Gesetz ist nicht an Klimaschutzziele geknüpft; CO2-Emissionen sind nicht unmittelbar als Luftverunreinigung erfasst.	Nutzung der Genehmigungsverfahren bei der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt sowie des Vollzugs des LImSchG Bln zur Förderung/ Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen in Industrieanlagen

	Quartiere				"Strategie Stadtlandschaft Berlin natürlich. urban. produktiv"		Erweiterung der klimarelevanten Grünflächen in der Raumplanung
	Stadtentwicklung		BauGB (§ 1, § 9, § 11, § 136, § 248) ROG	Verordnung über den gemeinsamen Landesentwicklungsplan für den engeren Verflechtungsraum Brandenburg-Berlin vom 2. März 1998 LEPB-B v. 31.03.2009 Energiekonzept 2020 Landesentwicklungsprogramm 2007 LE Pro 2007 § 4 Abs. 1 AGBauGB i.V.m. StEP Wohnen 2013 StEP Klima 2011 StEP Industrie und Gewerbe 2011 StEP Zentren 3 GrünanIG	Eine Regelung wie in § 81 Abs. 7 BbgBO, § 85 Abs. 2 BremLBO, fehlt in der BauO Bln um Energieeffizienzmaßnahmen und Festsetzungen für Bestandsgebäude zu treffen.	Anordnung von verpflichtenden Energieeffizienzmaßnahmen; Nachhaltige Raumplanung; Neuordnung von Flächen; Festsetzung im B-Plan von Gebieten, in denen bei Neubauten bestimmte Maßnahmen für die Erzeugung, Nutzung oder Speicherung von Strom, Wärme oder Kälte aus erneuerbaren Energien oder Kraft-Wärme-Kopplung getroffen werden müssen; Vereinbarung klimaschutzrelevanter Regelungen in städtebaulichen Verträgen.	
			§ 1 Absatz 3 Nr. 4 BNatSchG	§§ 2, 21 ff. BlnNatSchG		Moore als CO ₂ -Senken erhalten. Erklärung zum Landschafts/Naturschutzgebiet nach § 1 Absatz 3 Nr. 4, 22 BNatSchG i.V.m. § 21 NatSchG Bln mit Regelung der notwendigen Ge- und Verbote.	

				BMU-Richtlinien für kommunale Klimaschutzkonzepte			Finanzierung der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in den Berliner Bezirken (Bündelung der Anträge durch die Senatsverwaltung zur Koordination der Klimaschutzmaßnahmen)
--	--	--	--	---	--	--	---

Handlungsfeld		EU	Bund	Berlin	rechtliche Hemmnisse	Handlungspotenzial Berlin
HF 3 Wirtschaft	Gewerbe Handel Dienstleistung	VO (EG) Nr. 800/2008			Ende der Gültigkeit 30.06.2014. Über eine Verlängerung und Überarbeitung wird derzeit beraten.	Regelt die Befreiung von staatlichen Beihilfen (Umweltschutzbeihilfen, KMU-Beihilfen) von der Anmeldungs- und Genehmigungspflicht.
		RL 2003/96/EG	EnergieStG/EnergieStV StromStG/StromStV			
			Mietrecht, § 556c BGB		Investitionshemmnis für gewerbliche Wärmelieferanten bei Wärme-Contracting wegen § 556c BGB (Warmmietenneutralität)	Dauer der Bindung an Kostenneutralität ist zu klären und transparent/publik zu machen; Ggf. Investitionshemmnis durch Fördermaßnahmen ausgleichen.
	Industrie	RL 2009/28/EG RL 2009/30/EG	Biokraftstoffnachhaltigkeitsverordnung Biokraftstoffquotengesetz			
		Emissionshandel-RL 2003/87/EG i.d.F. d. RL 2009/29/EG	TEHG			
		VO (EG) 842/ 2006	ChemKlimaschutzV			

			<p>§§ 40 ff. EEG § 41 Abs. 1 Nr. 2 i.V.m. Abs. 2 S. 3 EEG</p> <p>§ 1 Spa- EfV</p>		<p>Besondere Ausgleichsregelungen für stromintensive Unternehmen und Schienenbahnen</p>	<p>Umsetzung von Energieeffizienz- Managementsystemen in Berlin</p>
--	--	--	---	--	---	--

Handlungsfeld	EU	Bund	Berlin	rechtliche Hemmnisse	Handlungspotenzial Berlin
HF 4 Private Haushalte und Konsum	ErP-RL 2009/125/EG	Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG)		Keine Verpflichtung der Verbraucher.	Selbstverpflichtung der Industrie; Einführung eines Berliner Klimakennzeichens; Verpflichtung der öffentlichen Hand als Verbraucher und bei Umsetzung des § 31 SGB XII
	VO (EG) Nr. 66/2010 (Umweltzeichen) VO (EG) Nr. 244/2009 und Nr. 245/2009 (umweltgerechte Gestaltung von Lampen; Ökodesignanforderungen für das Inverkehrbringen) VO (EG) Nr. 443/2009 (Festlegung von Emissionsgrenzwerten für Pkw; Herstellerpflichten) VO (EG) Nr. 641/2009 (Ökodesignanforderungen an Nassläufer-Umwelpumpen; Festlegung von Energieeffizienzgrenzwerten) VO (EU) 510/2011 (Festlegung von Emissionsgrenzwerten für leichte Nutzfahrzeuge, Herstellerpflichten)				Beihilfen für „grüne Produkte“; Nutzung der Befreiung bei Umweltbeihilfen nach VO (EG) Nr. 800/2008 (soweit die Geltungsdauer ab 2014 verlängert wird); Fördermaßnahmen zugunsten privater Haushalte im Rahmen der §§ 23, 44 LHO.

	<p>VO (EG) Nr. 2422/2001 (Kennzeichnungsprogramm Energy-Star)</p> <p>VO (EG) Nr. 1275/2008 (Ökodesignanforderungen für Haushalts- und Bürogeräte)</p> <p>VO (EG) Nr. 107/2009 (Ökodesignanforderungen für Set_top-Boxen)</p> <p>VO (EG) Nr. 278/2009 (Ökodesignanforderungen externe Netzteile)</p> <p>VO (EG) Nr. 640/2009 (Elektromotoren)</p> <p>VO (EG) Nr. 642/2009 (Fernsehgeräte)</p> <p>VO (EU) Nr. 327/2011 (Ventilatoren)</p> <p>VO (EU) Nr. 206/2012 (Raumklimageräte)</p> <p>VO (EU) Nr. 547/2011 (Kennzeichnungsanforderungen für Pflanzenschutzmittel)</p> <p>VO (EU) Nr. 932/2012 (Haushaltswäschetrockner)</p> <p>VO (EU) Nr. 1194/2012 DurchführungsVO Ökodesign von Lampen)</p> <p>RL 2009/125/EG (Ökodesign-Anforderung an energieverbrauchsrelevante Produkte)</p>				
--	--	--	--	--	--

	RL 2010/30/EU	EnVKG EnVKV			Marktüberwachung & Verbraucherinformation.
	KOM (2008) 400	§ 4 Abs. 4-6 VgV § 7 Abs. 5 SektVO § 97 Abs.4 GWB § 6 Abs. 3, 4 VgV	§ 8 BEnSpG § 7 Berliner Ausschreibungs- und Vergabegesetz (BerAVG) VwVBU AVUm VOL § 23 Krw-/AbfG Bln	Umweltschutzanforderungen werden nur im Vergabeverfahren oberhalb der Schwellenwerte angewendet.	Umweltorientierte Beschaffung; Publikation von Umweltkriterien in Datenbank; Anwendung auch unterhalb der Schwellenwerte ggü. allen Vertragspartnern der öffentlichen Hand.

Handlungsfeld	EU	Bund	Berlin	rechtliche Hemmnisse	Handlungspotenzial Berlin
HF 5 Verkehr/ Mobilität	VO (EU) Nr. 1013/2010 (Flottenpolitik der EU) RL 2009/33/EG	ÖPNVG § 4 Abs. 7-10 VgV und Anlage 2 VgV für den Bereich der VOL/A § 7 Abs. 5, 6 und § 29 Abs. 2 SektVO und Anhang 4 zur SektVO	§ 8 BEnSpG		Klimaneutrale öffentliche Verkehrsflotte
	RL 2010/40/EU	Gesetz über intelligente Verkehrssysteme im Straßenverkehr und deren Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern (IVSG)		Neues Gesetz, Rechtsverordnungen mit Anforderungen an Intelligente Verkehrssysteme wurden noch nicht erlassen.	
	RL 2012/27/EU VO (EG) Nr. 443/2009 VO (EU) Nr. 510/2011	Pkw-EnVKV		Herstellerpflicht; Fehlende staatliche Kontrolle; mangelhafter Vollzug bei Erfüllung von Ordnungswidrigkeiten	Verbesserter Vollzug von Ordnungswidrigkeiten
		§ 2 Absatz 5 StVG, § 30 StVO		Straßenverkehrsrecht enthält wenige Möglichkeiten zur Umsetzung von Klimaschutzziele im Bereich Verkehr.	Umsetzung und Lenkung durch stadtplanerische Instrumente notwendig.

		§ 40 Absatz 1 S. 1 BImSchG	Luftreinhalteplan 2011- 2017 Berlin		Anpassung der Luftreinhalteplanung zur Erweiterung der Umweltzone außerhalb des S-Bahn-Rings, Regelung von LkW- Durchfahrverboten und Tempo 30-Zonen.
		35. BImSchV § 6 Kfz-ZulassungsVO (FZV) Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung vom 10. Oktober 2006			
	RL 2003/87/EG i.d.F. der RL 2008/101/EG	DEV 2020 (DatenerhebungsVO für Luftfahrzeugbetrieb) § 11 TEHG			
		§ 9 Absatz 1 Nr. BauGB	§ 50 BauO Bln AV Stellplätze		Schaffung von Stellplätzen für Carsharing und zur Förderung der Ladeinfrastruktur für Elektromobilität.

			BerlStrG AV Geh- & Radwege		Widmung/Teilentwidmung (§ 3 Absatz 3 BerlStrG) von öffentlichen Straßen für den ausschließlichen Radverkehr bzw. für Elektromobile; Anpassung der Radverkehrsanlagen an erhöhten Radverkehr.
		Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität	Stadtentwicklungsplan Verkehr 2012		Verbesserter Vollzug und Monitoring der Umsetzungsmaßnahmen des StEP gemäß eines verschärften Wirkungsanspruchs des StEP Verkehr.
		§ 14a S. 2 EnwG		Bislang fehlt die erforderliche Umsetzungsverordnung zur Regelung der Elektromobilität in intelligenten Netzen.	Ausbau des Speicherpotentials von Elektromobilen fördern.

B.7. METHODISCHES VORGEHEN IM HANDLUNGSFELD VERKEHR

Energiebilanz versus Fahr- und Verkehrsleistung

Eine wichtige Basis zur Bestimmung der verkehrsbedingten Emissionen ist der Energieverbrauch in Deutschland. Dieser wird von der AG Energiebilanzen statistisch erfasst und dient der Emissionsberichterstattung des Bundes. Basis der Energiebilanz für die Kraftstoffe sind die Mengen, die während eines Jahres in Berlin abgesetzt werden. Veröffentlicht werden die Ergebnisse für Berlin vom Statistischen Landesamt Berlin-Brandenburg. Sie weisen die Energieverbräuche nach Verkehrsträgern und Kraftstoff sowie die CO₂-Emissionen nach Verkehrsträgern aus. Im Rahmen der Status-Quo Erhebung und der Vorbereitung des Szenarioprozesses wurde klar, dass diese Ausweisung zu grob ist, um damit detaillierte Aussagen zu unterschiedlichen Fahrzeugklassen sowie zur Unterscheidung in Personenverkehr, Wirtschaftsverkehr und öffentlichen Verkehr treffen zu können. Neben der Berechnung der CO₂-Emissionen über die abgesetzten Kraftstoffe können die Emissionen auch mit Hilfe der Fahr- und Verkehrsleistungen für alle Verkehrsmittel und Antriebe sowie des spezifischen Energieverbrauchs pro Verkehrsmittel ermittelt werden. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte zur Ermittlung des Energieverbrauchs für die einzelnen Verkehrsträger und Kraftstoffe dargestellt. Die Ergebnisse wurden dann in der Gesamtberechnung der CO₂-Emissionen verwendet und sind nicht Teil dieses Kapitels.

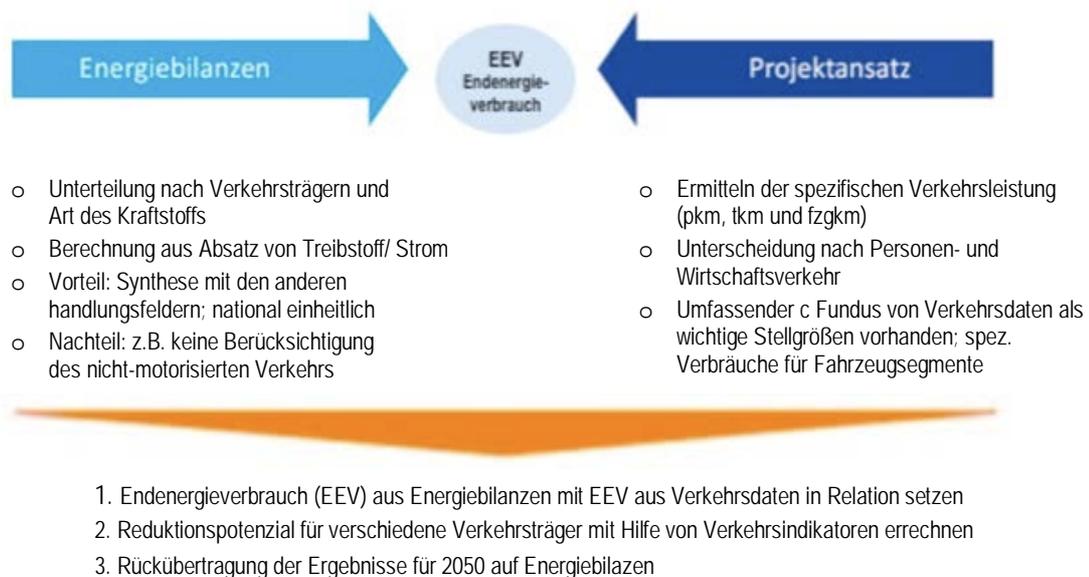


Abbildung B.7-1: Gegenüberstellung von Energiebilanz-Ansatz und Projektansatz zur Ermittlung des Endenergieverbrauchs des Verkehrs und schrittweise Verbindung beider Ansätze; Quelle: Eigene Darstellung.

Berechnung der Werte für 2010

Der Energieverbrauch wird generell berechnet aus der Verkehrsleistung (Pkm, tkm) oder Fahrleistung (Fzg-km) je Antrieb bzw. Kraftstoff, multipliziert mit dem spezifischen Energieverbrauch dieses Antriebs/Kraftstoffs je Leistung (MJ/Pkm, MJ/tkm; MJ/Fzg-km). Tab. B.7-1 zeigt die Ergebnisse einer Studie zur Entwicklung des Energieverbrauchs in Deutschland im Auftrag des Bundesumweltministeriums, in deren Rahmen für den Verkehrssektor genau dieses Vorgehen gewählt wurde und Werte für den Anteil von Antrieben bzw. Kraftstoffen an allen Verkehrsträgern und Fahrzeugsegmenten sowie deren spezifischen Energieverbrauch ausgewiesen wurden. Darüber hinaus macht die Studie Angaben zur Entwicklung dieser Kennzahlen bis 2050 (vgl. BMU 2012, Tab. B.7-1). Es ist zu beachten, dass die BMU-Studie für die leichten Nutzfahrzeuge immer Bezug auf die Fahrleistung (Fzg-km) nimmt.

	Anteil Antriebe an Fzg.-Klasse 2010 (in %)	Anteil Antriebe an Fzg.-Klasse 2050 (in %)	spezifischer Verbrauch* 2010	Effizienzfakt or 2050	spezifischer Verbrauch* 2050
Pkw	100	100			
-Benzin (einschl. Erdgas)	55	12	1,64	0,45	0,81
-Diesel	39	6	1,54	0,5	0,80
-Elektrisch(BEV)	0	30	0,48	0,7	0,34
-Biodiesel	3	2	1,54	0,5	0,80
-Bioethanol	2	6	1,64	0,45	0,81
-Wasserstoffantrieb	0	23	1,41	0,45	0,72
-Gasantriebe	-	-	1,77	0,59	1,07
-Plug-in-Hybride	0	20	0,76	0,67	0,51
Leichte Nutzfahrzeuge	100	100			
-Benzin	6	1	2,88	0,6	1,87
-Diesel	87	18	3,45	0,67	2,45
-Biodiesel	6	7	3,45	0,67	2,45
-Bioethanol	0	0	2,88	0,6	1,87
-Elektrisch(BEV)	0	18	1,11	0,7	0,78
-Wasserstoffantrieb	0	20	3,25	0,45	1,66
-Gasantrieb	0	0	3,18	0,6	1,91
-Plug-in-Hybride	0	37	1,36	0,64	0,87
Zweiräder	100	100			
-Benzin	96	39	1,13	0,79	0,94
-Elektrisch	0	17	0,32	0,7	0,22
-Bioethanol	4	39	1,14	0,79	0,94
-Wasserstoffantrieb	0	6	0,94	0,45	0,48
Lkw	100	100			
-Diesel	93	64	1,15	0,63	0,77
-Biodiesel	7	13	1,18	0,63	0,79
-Elektrisch BEV	0	0	0,37	0,7	0,26
-Wasserstoffantrieb	0	11	1,75	0,66	1,23
-Gasantrieb	0	0	1,35	0,59	0,83
-Plug-in-Hybride	0	12	1,02	0,78	0,80
ÖPNV Straße	100	100			
-Diesel	93	54	0,52	0,66	0,36
-Biodiesel	7	18	0,52	0,66	0,36
-Elektrisch BEV	-	-	0,16	0,7	0,11
-Wasserstoffantrieb	0	16	0,78	0,45	0,40
-Gasantrieb	-	-	0,6	0,59	0,37
-Plug-in-Hybride	0	13	0,25	0,69	0,17
Bahn(Nah, Fern, ÖPNV)	100	100			
-Elektrisch	90	92	0,37	0,67	0,27
-Diesel	9	4	1,04	0,8	0,83
-Biodiesel	1	4	1,04	0,8	0,83
Bahn (Güterverkehr)	100	100			
-Elektrisch	91	96	0,115	0,76	0,10
-Diesel	9	2	0,51	0,74	0,42

	Anteil Antriebe an Fzg.-Klasse 2010 (in %)	Anteil Antriebe an Fzg.-Klasse 2050 (in %)	spezifischer Verbrauch* 2010	Effizienzfakt or 2050	spezifischer Verbrauch* 2050
-Biodiesel	1	3	0,54	0,74	0,45
Schiffe (Güterverkehr)	100	100			
-Diesel	93	60	0,19	0,85	0,17
-Biodiesel	7	40	0,21	0,85	0,18
Flugzeuge (Passagier)	100	100			
-Kerosin	100	64	5,52	0,65	3,78
-Biokraftstoff (BtL)	0	36	5,52	0,63	3,66
Flugzeuge (Luftfracht)	100	100			
-Kerosin	100	64	32,4	0,65	22,75
-Biokraftstoff (BtL)	0	36	32,4	0,63	22,05

*Spezifischer Verbrauch im Personenverkehr in MJ/Personenkilometer und Güterverkehr in MJ/Tonnenkilometer. Ausnahme sind die leichten Nutzfahrzeuge mit MJ/Fahrzeugkilometer

Tabelle B.7-1: Anteil Antriebe und spezifische Verbräuche aller Verkehrsträger für 2010 und für 2050;
Quelle: Eigene Zusammenstellung nach BMU (2012).

Diese Zusammenstellung wurde an die Berliner Verhältnisse und die Datenverfügbarkeit angepasst. Der Anteil der Antriebe/ Kraftstoffe wurde für den Berliner Pkw-Verkehr über die Zulassungszahlen korrigiert bzw. geschätzt. Die durchschnittliche Berliner Flotte hat einen höheren Anteil von Benzinern im Pkw-Segment als im Bund. Zudem sind in der BMU-Studie die Kategorien Benzin und Erdgas für das Pkw-Segment zusammengefasst und wurden für die Machbarkeitsstudie ebenfalls über den Anteil an Zulassungszahlen getrennt. Zudem wurden allen Fahrzeugklassen, wenn nicht vorhanden, die Antriebe batterieelektrisch, Wasserstoff und Erdgas hinzugefügt. Den motorisierten Zweirädern wurde noch die Kategorie Pedelecs (elektrisch) hinzugefügt. Hinzugefügt wurde die Oberkategorie ÖPFV Straße, um das Segment Fernlinienbus mit aufzunehmen. Die Kategorie Bahn (Nah, Fern, ÖPNV) wurde aufgeteilt in Fernverkehr, Regionalverkehr, U-Bahn, S-Bahn und Straßenbahn. Der Fernverkehr sowie S-Bahn, U-Bahn und Straßenbahn werden rein elektrisch betrieben. Für den Regionalverkehr wird ein Anteil der Dieseltraktion von 5 % angenommen. Dem Luftverkehr wird noch die Kategorie Power2Liquid, also strombasierter Kraftstoff, hinzugefügt.

Für die Beurteilung des Energieverbrauchs im Straßenverkehr ist die Erfassung der Verkehrsmenge (Fahrleistung/ Verkehrsleistung) entscheidend. Für Berlin lässt sich diese Zahl aus unterschiedlichen Erhebungen mit jeweils verschiedenen Foki herleiten. Die für diese Machbarkeitsstudie entscheidende Verkehrsmengenerhebung resultiert aus der amtlichen Verkehrszählung für das Hauptverkehrsstraßennetz aus dem Jahr 2009. Für den Luftreinhalteplan (LRP) 2011 - 2017 wurden mit Hilfe einer Kennzeichenerhebung (vgl. Düring/ Hoffmann/ Schmidt 2010) und der Modellierung der Verkehrsmenge für das Nebenstraßennetz die Fahrleistung und der Kraftstoffverbrauch für verschiedene Fahrzeugarten errechnet. Für den Linienbusverkehr wurden Daten zur Verkehrsleistung (in Pkm) der BVG für den Liniennahverkehr aus 2011 verwendet (BVG 2012). Für die Berechnung des Energieverbrauchs nach Kraftstoff mit Hilfe der BMU-Werte benötigt man für Pkw, motorisierte Zweiräder, schwere Nutzfahrzeuge und Reisebusse jedoch die Verkehrsleistung (im LRP findet sich nur Fahrleistung in Fahrzeugkilometern). Die Verkehrsleistung und der Energieverbrauch der Busse im Liniennahverkehr lassen sich bereits aus dem Nachhaltigkeitsbericht der BVG ablesen. Für Pkw wird ein Besetzungsgrad von 1,3 angenommen (SrV 2008), für motorisierte Zweiräder 1,05 (eigene Annahme), für schwere Nutzfahrzeuge liegt ein Ladefaktor von 4,0 zugrunde. Dieser Wert liegt leicht unter dem bundesweiten Wert von 4,3 aus 2005 (WWF 2009). Für Reisebusse wurde ein Sitzladefaktor von 30 angenommen. Dieser Wert berechnet sich aus dem Verhältnis von Platzkilometern zu Personenkilometern im Linienfern- und Gelegenheitsverkehr (destatis 2012). Die Zusammenstellung zeigt Tab. B.7-2.

	Pkw und Kombi	Leichte Nutzfahrzeuge	Motor. Zweiräder	schwere Nutzfahrzeuge	Linienbusse	Reisebusse
Fahrleistung (Mio. Fzg-km/a)	10.405,2	939,5	119,8	449,6	98,1	42,5
Verkehrsleistung (Mio. Pkm, tkm/a)	13.527	-	126	1.798	1.258	1.274

Tabelle B.7-2: Fahr- und Verkehrsleistung im Berliner Straßenverkehr in 2009;
 Quelle: Eigene Berechnung basierend auf Senatsverwaltung für Stadtentwicklung o.J; BVG 2012.

Die spezifischen Energieverbräuche pro Antrieb stammen weitestgehend aus der Studie des BMU (2012). Sofern bestimmte Werte nicht vorlagen, da die Antriebe erst im Rahmen dieses Projektes ergänzt wurden, wurden sie abgeschätzt. Der spezifische Energieverbrauch des Gasantriebes bei Motorrädern und Lkw ergibt sich aus demselben Verhältnis wie Gasantrieb/ Benzin bzw. Gasantrieb/ Diesel bei den Pkw. Der Verbrauch des Reisebusses liegt bei einer durchschnittlichen Auslastung von 70 % bei 0,009 Liter Dieseläquivalenten pro Personenkilometer (entspricht 0,323 MJ/Pkm, siehe IFEU 2009). Für den Linienbus im Nahverkehr stammen die Werte für den spezifischen Diesel- und damit Energieverbrauch aus dem BVG-Nachhaltigkeitsbericht. Die spezifischen Verbräuche der anderen Antriebe im Busverkehr (Nah- und Fernverkehr) ergeben sich im Verhältnis zu den Werten für „ÖPNV Straße“ aus BMU 2012.

	Fahrleistung (in Mio. Fzg-km)	Verkehrsleistung (in Mio. Pkm oder tkm)	spez. Energieverbrauch (in MJ/ Pkm, tkm, Fzg-km)	Energieverbrauch (in TJ)
Pkw und Kombi (2009)	10.405	13.527	-	21.710
-Benzin	-	8.116	1,64	13.310
-Diesel	-	4.599	1,54	7.083
-ElektrischBEV	-	-	0,48	-
-Biodiesel	-	338	1,54	521
-Bioethanol	-	325	1,64	532
-Wasserstoffantrieb	-	-	1,41	-
-Gasantrieb	-	149	1,77	263
-Plug-in-Hybride	-	-	0,76	-
Leichte Nutzfahrzeuge (2009)	940	-	-	3.205
-Benzin	51	-	2,88	146
-Diesel	801	-	3,45	2.765
-Biodiesel	66	-	3,45	227
-Bioethanol	4	-	2,88	11
-Elektrisch BEV	-	-	1,11	-
-Wasserstoffantrieb	-	-	3,25	-
-Gasantrieb	18	-	3,18	57
-Plug-in-Hybride	-	-	1,36	-
Motor. Zweiräder (2009)	120	126	-	142

	Fahrleistung (in Mio. Fzg-km)	Verkehrsleistung (in Mio. Pkm oder tkm)	spez. Energie- verbrauch (in MJ/ Pkm, tkm, Fzg-km)	Energieverbrauch (in TJ)
-Benzin	-	121	1,13	137
-Elektrisch BEV	-	-	0,32	-
-Bioethanol	-	5	1,14	5
-Gasantrieb	-	-	1,31	-
-Wasserstoffantrieb	-	-	0,94	-
-Pedelec (elektrisch)	-	-	-	-
Schwere Nutz- fahrzeuge (2009)	450	1.798	-	2.072
-Diesel	-	1.673	1,15	1.924
-Biodiesel	-	125	1,18	148
-Elektrisch BEV	-	-	0,37	-
-Wasserstoffantrieb	-	-	1,75	-
-Gasantrieb	-	-	1,35	-
-Plug-in-Hybride	-	-	1,02	-
Linienbusse (2009, VL 2011)	98	1.258	-	1.883
-Diesel	-	1.169	1,50	1.750
-Biodiesel	-	89	1,50	133
-Elektrisch BEV	-	-	0,46	-
-Wasserstoffantrieb	-	-	2,24	-
-Gasantrieb	-	-	1,73	-
-Plug-in-Hybride	-	-	0,72	-
Reisebusse (2009)	43	1.274	-	409
-Diesel	-	1.184	0,32	382
-Biodiesel	-	84	0,32	27
-Elektrisch BEV	-	-	0,10	-
-Wasserstoffantrieb	-	-	0,48	-
-Gasantrieb	-	-	0,37	-
-Plug-in-Hybride	-	-	0,16	-
Gesamtenergie- verbrauch				11.114
Energieverbrauch nach Energiebilanz 2010				18.575

Tabelle B.7-3: Fahrleistung, Verkehrsleistung, spezifische Verbräuche und Energieverbrauch im Straßenverkehr;
Quelle: Eigene Zusammenstellung und Berechnung.

Bei der Bottom-Up Berechnung ergibt sich ein deutlich geringerer Wert für den Energieverbrauch des Straßenverkehrs, der nicht vollständig erklärt werden kann, aber grundsätzlich mit dem unterschiedlichen methodischen Herangehen zusammenhängt. Als mögliche Gründe für den höheren Verbrauch nach Energiebilanzen sind beispielsweise der Dieserverbrauch von Generatoren und Maschinen zu nennen. Zudem kann der im Ergebnis geringere Verbrauch mittels Bottom-Up-Verfahren mit Messfehlern bei der Verkehrserhebung in Zusammenhang stehen.

Für den Schienenverkehr wurden die Daten zur Verkehrsleistung aus mehreren Quellen zusammengetragen. Für U-Bahn und Straßenbahn lassen sich neben der Verkehrsleistung auch der Energieverbrauch für 2011 direkt aus dem Nachhaltigkeitsbericht der BVG ablesen (BVG 2012). Für die S-Bahn stammen die Werte für die Verkehrsleistung im Jahr 2012 von der Unternehmenswebsite. Hier wird die Verkehrsleistung für das Gesamtnetz ausgewiesen, also auch für die vergleichsweise kurzen Streckenabschnitte in Brandenburg. Für den spezifischen Energieverbrauch konnten keine genauen Werte gefunden werden, daher werden die Werte des BMU für elektrische Antriebe von Bahn (Nah, Fern, ÖPNV) aus Tab. B.7-1 übernommen. Die Angaben zur Verkehrsleistung von Bahnfern- und Regionalverkehr für 2010 stammen aus einer Schätzung auf der Grundlage des Verkehrsmodells der Deutschen Bahn. Der Energieverbrauch stammt für beide aus Ifeu (2009). Die Verkehrsleistung des schienengebundenen Güterverkehrs errechnet sich aus dem Versand an Gütern multipliziert mit der durchschnittlichen Entfernung von Güterverkehrslieferungen in Deutschland von 302 Kilometern (destatis 2011a). Dieser Wert ist demgemäß nicht territorial wie die anderen, doch der Gesamtenergieverbrauch ist ohnehin sehr gering. Der spezifische Energieverbrauch sowie der Kraftstoffmix für den Schienengüterverkehr stammen aus der BMU-Studie (siehe Tab. B.7-1).

Daten zur Verkehrsleistung im Personen- und Güterverkehr auf den Flughäfen Berlin-Tegel und Schönefeld stammen vom Statistischen Bundesamt (destatis 2011b). Durch Multiplikation dieser Daten mit den spezifischen Energieverbräuchen aus der BMU-Studie ergibt sich der Gesamtenergieverbrauch des Luftverkehrs in der Hauptstadtregion. Es wird angenommen, dass ca. 70 % dieses Energieverbrauchs Berlin zuzurechnen sind. Das entspricht auch ungefähr dem Anteil von Tegel am Verkehrsaufkommen. Auch hier ist zu beachten, dass vom Territorialprinzip abgewichen wird, da dieses für den Luftverkehr nicht zielführend wäre.

Der Energieverbrauch für den Schiffsverkehr errechnet sich auf der Grundlage der Verkehrsleistung der Binnenschifffahrt (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2011) und des spezifischen Verbrauchs der BMU-Studie.

	Fahrleistung (in Mio. Fzg- km)	Verkehrsleistung (in Mio. Pkm oder tkm)	spez. Energie- verbrauch (in MJ/ Pkm, tkm, Fzg-km)	Energie- verbrauch (in TJ)
Personenfernverkehr	-	2.348	0,97	2.273,6
Regionalverkehr	6,1	1.103	-	863,1
-Elektrisch	-	1.048	0,72	751,9
-Diesel	-	47	2,02	94,5
-Biodiesel	-	8	2,02	16,7
S-Bahn	27,9	2.101	0,37	777,4
U-Bahn	20,9	2.338	0,35	828,0
Straßenbahn	19,2	537	0,56	298,9
Schienengüterverkehr	-	22		35,1
-Elektrisch	-	205	0,115	23,5
-Diesel	-	21	0,51	10,5
-Biodiesel	-	2	0,54	1,0
Schiene gesamt				5.076
Schiene in Energiebilanzen				3.395
Luftverkehr (Personenverkehr)	-	8.543,7	-	47.161
-Kerosin	-	8.543,7	5,52	47.161
-BtL	-	0,0	5,52	0
-Power to Liquid	-	-	6,37	0
Luftverkehr (Luftfracht)	-	35,8	-	1.158

	Fahrleistung (in Mio. Fzg- km)	Verkehrsleistung (in Mio. Pkm oder tkm)	spez. Energie- verbrauch (in MJ/ Pkm, tkm, Fzg-km)	Energie- verbrauch (in TJ)
-Kerosin	-	35,8	32,4	1.158,9
-BTL	-	0	32,4	0,0
-Power to Liquid	-	0	32,4	0,0
Luftverkehr gesamt				48.320
Luftverkehr in Energiebilanzen				12.841
Schiffsgüterverkehr	-	511,8		97,8
-Diesel	-	475,2	0,2	90,3
-Biodiesel	-	35,6	0,21	7,5
-Gasantrieb	-	0	0,24	0
Schiffsgüterverkehr gesamt				98
Schiffsgüterverkehr in Energiebilanzen				366

Tabelle B.7-4: Fahrleistung, Verkehrsleistung, spezifische Verbräuche und Energieverbrauch im Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr; Quelle: Eigene Zusammenstellung und Berechnung.

Bei allen Verkehrsträgern ergeben sich zum Teil erhebliche Abweichungen zwischen den Energieverbräuchen der Energiebilanz und den auf der Verkehrsleistung basierenden Verbräuchen.

Da für das Jahr 2050 die Energieverbräuche und deren Entwicklung auf den Energiebilanzen von 2010 beruhen müssen und weil die Abweichungen zwischen den beiden Erhebungsmethoden zum Teil sehr deutlich sind, werden die Ergebnisse der Szenario-Berechnung in 2050 im selben Verhältnis wie 2010 in die Energiebilanzen zurückgerechnet. Hier wird jeweils das Verhältnis pro Verkehrsträger verwendet.

	Energieverbrauch 2010 (Bottom up)	Energieverbrauch 2010 (Energiebilanz)	Verhältnis (Energiebilanz/ Bottom Up)
Straßenverkehr	11.114	18.575	1,671
Schienerverkehr	5.076	3.395	0,669
Luftverkehr	48.320	12.841	0,265
Schiffverkehr	98	366	3,735
Gesamt	82.915	65.775	0,793

Tabelle B.7-5: Vergleich der Energieverbräuche Bottom Up vs. Energiebilanz und Umrechnungsfaktor; Quelle: Eigene Berechnung.

Entwickeln der wichtigen Verkehrskennzahlen als Input für die Energieberechnung

In der Darstellung der Energiebilanzen werden die nicht-motorisierten Verkehrsträger nicht berücksichtigt. Für eine Beschreibung der Zielszenarien ist deren Anteil am Modal Split im Personenverkehr aber besonders wichtig, da für die Zielerreichung eine Verlagerung vom motorisierten Verkehr zu diesen Verkehrsmitteln in besonderem Maße zur Zielerreichung beiträgt. Zudem ist der Modal Split eine wichtige und in der Planung gut verankerte Kenngröße. Daneben dient die Projektion des Modal Splits bis in das Jahr 2050 der Bestimmung der Verkehrsleistung für den motorisierten Individualverkehr und den ÖPNV.

Grundlage für die Projektion bilden die Daten der SrV 2008²⁴ für Berlin. Hier werden zum einen die Anteile der Verkehrsträger an der Gesamtanzahl von Wegen und die Anzahl der Wege/ Person/ Tag ausgewiesen. Die Gesamtanzahl der Wege ergibt sich aus dem Produkt von Wegen/ Person/ Tag, der Einwohnerzahl in 2010 und der Anzahl der Tage/ Jahr:

$$3,0 * 3.460.725 * 365$$

Die Anzahl der Wege pro Verkehrsmittel berechnet sich aus dem Anteil der Verkehrsmittel am Modal Split. Da die Verkehrsträger Carsharing und Bikesharing in der Szenarioentwicklung eine wichtige Rolle spielen, werden sie bereits für 2010 ausgewiesen, es liegen jedoch noch keine Modal-Split-bezogenen Daten hierzu vor. Tab. B.7-6 zeigt die Anzahl der Wege in 2010.

2010	Anzahl der Wege	Modal Split (Wege), (in %)	Durchschnittliche Wegelänge (in km)	Verkehrsleistung (Mio. Pkm/Jahr)	Modal Split (Verkehrsleistung), (in %)
zu Fuß	1.089.728.396	29	1,0	1.099	4
Fahrrad	488.498.936	13	3,6	1.773	7
MIV gesamt	1.202.458.920	32	9,5	11.520	45
ÖPV	976.997.873	26	11,6	11.429	44
Carsharing	-	-	6,5	-	-
Bikesharing	-	-	3,0	-	-
Alle	3.757.684.125	100	6,7	25.605	100,0

Tabelle B.7-6: Verkehrskennzahlen für 2010; Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage SrV 2008.

Mit Hilfe der durchschnittlichen Wegelängen aus dem Städtepegel des SrV lassen sich die spezifischen Verkehrsleistungen sowie der Modal Split der Verkehrsleistung berechnen (siehe Tab. B.7-6). Die durchschnittlichen Wegelängen für Carsharing und Bikesharing werden mittels der Angaben zur Buchungsdauer in aktuellen Veröffentlichungen zu diesen Themen abgeschätzt. (Bock/ Steiner 2013; Stadt Hamburg 2012).

Die Projektion der absoluten Anzahl der Wege geschieht unter Berücksichtigung der Bevölkerungszunahme und der zunehmenden Alterung in Berlin. Daneben wurden die sich abzeichnenden Änderungen im Mobilitätsverhalten einzelner Alterskohorten berücksichtigt.

²⁴ Die Daten der SrV 2008 beziehen sich auf die Alltagsmobilität, d.h. es werden alle Wege bis 100 km an Werktagen erfasst. Damit fallen beispielsweise lange Pendelwege oder Reisen aus der Betrachtung und Wochenendwege heraus, was insbesondere beim MIV und ÖPV zu deutlich kürzeren durchschnittlichen Wegelängen führt.

	2010	2020	2030	2040	2050
Anzahl Wege pro Jahr	3.789.493.875	4.060.209.014	4.146.983.330	4.172.601.452	4.167.479.156
Veränderung	-	7,1 %	2,1 %	0,6 %	- 0,1 %

Tabelle B.7-7: Entwicklung der absoluten Anzahl der Wege 2010-2050 und prozentuale Veränderung in Jahrzehnten;
Quelle: Eigene Berechnung auf Basis von SrV 2008.

Die absolute Anzahl der Wege ist in allen Szenarien identisch. Lediglich der Modal Split sowie die Wegelängen und damit auch die Verkehrsleistung ändern sich in den Szenarien. Die Entwicklung des Modal Split ist normativ und leitet sich aus den Ergebnissen der qualitativen Szenariobildung („Szenariobilder“) ab. Bis 2030 orientiert sich der Modal Split an den Angaben im StEP Verkehr, der als Ziel für 2025 75 % des Verkehrsaufkommens im Umweltverbund ausgibt. Danach ist die Entwicklung des Modal Split annahmengeleitet. Für das Referenz- und Zielszenario 1 besteht die Annahme, dass sich am Verkehrsverhalten und der Verkehrsorganisation nach 2030 wenig ändert. Aus diesem Grund bleibt der Modal Split weitestgehend gleich. Lediglich der MIV geht zu Gunsten geteilter Angebote (Carsharing und Bikesharing) zurück. Im zweiten Zielszenario verändert sich der Modal Split deutlich, da hier von einem starken Wandel des Verkehrssystems zu Ungunsten des privaten motorisierten Verkehrs ausgegangen wird. Dies führt zu einem deutlichen Rückgang des MIV-Anteils und Anstieg bei den ‚gesparten‘ Angeboten. Zudem wird eine stärkere Verdichtung und deutlichere Aufwertung der Nahversorgung im zweiten Zielszenario unterstellt, was dazu führt, dass der Anteil des Fußverkehrs und Radverkehrs (Fahrrad und Bikesharing) zunimmt.

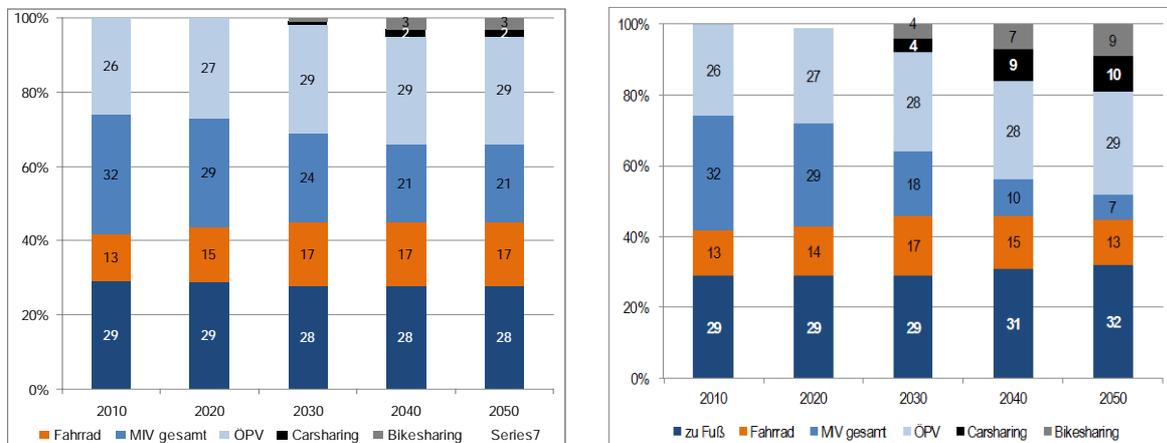


Abbildung B.7-2: Entwicklung des Modal Split (Wege) von 2010-2050,
links: Referenzszenario und Zielszenario 1; rechts: Zielszenario 2;
Quelle: Eigene Berechnung auf Basis des StEP Verkehr, Werte sind auf ganze Zahlen gerundet.

Die Entwicklung der Wegelängen ist überwiegend annahmengeleitet. Für den Radverkehr wird das Ziel einer Zunahme der Wegelängen um 25 % bis 2025 aus der Radverkehrsstrategie übernommen. Nach 2030 unterscheiden sich die Szenarien in ihrer Entwicklung. Im Referenz- und Zielszenario 1 werden alle Wege - außer den Wegen zu Fuß - länger, was sich überwiegend aus statistischen Verschiebungen ergibt. So wird angenommen, dass sich ein großer Teil der kürzeren Wege bis zu 10 km vom MIV und ÖPV hin zum Radverkehr verlagert. Hier liegen die Annahmen der Verkehrsverlagerung (siehe die Ausführungen zu Modal Split im vorherigen Absatz) und der Erweiterung der Wegelängen im Radverkehr zugrunde (positive Entwicklung des Radverkehrs). Es verbleiben deutlich mehr „lange“ Wege bei den Verkehrsmitteln des ÖPV und MIV. Diese

werden dadurch im Schnitt länger. Für das Bikesharing wird unterstellt, dass die durchschnittliche Wegelänge leicht zunimmt, jedoch unter der Wegelänge im (privaten) Radverkehr verbleibt. Es wird weiterhin angenommen, dass die durchschnittliche Wegelänge beim Carsharing gleich bleibt, da auch in Zukunft die hinterlegte Kostenstruktur eher kürzere Wege im Carsharing fördert. Die Annahme einer stärkeren Nachverdichtung im Zielszenario 2 führt zudem dazu, dass die Wegelängen im Schnitt kürzer sind als im Referenz- und Zielszenario 1 (siehe Abb. B.7-3).

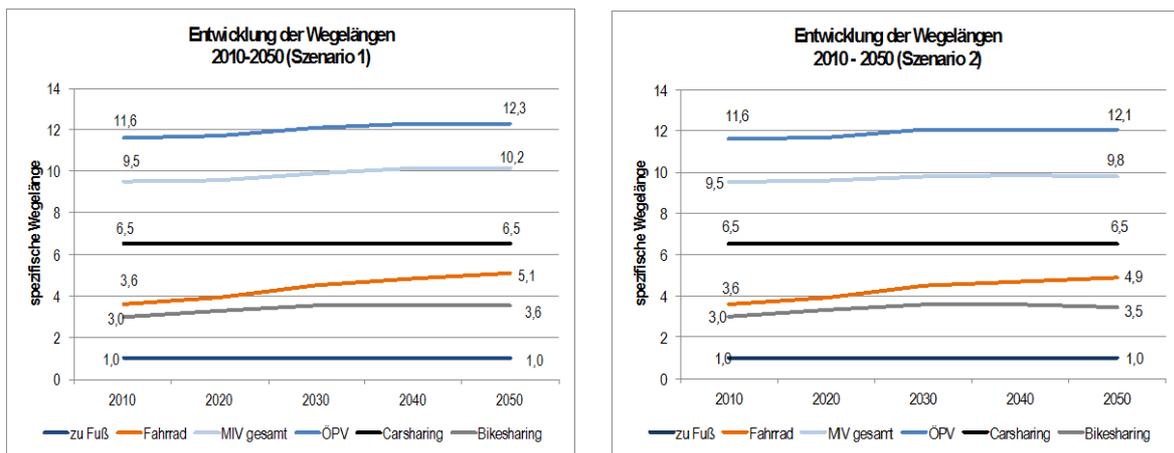


Abbildung B.7-3: Entwicklung der Wegelänge von 2010-2050; links: Referenzszenario und Zielszenario 1; rechts: Zielszenario 2; Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der SrV 2008.

Aus den Ergebnissen von Wegeberechnung und durchschnittlichen Wegelängen lässt sich die Entwicklung der spezifischen Verkehrsleistung (siehe Tab. B.7-8, Abb. B.7-4) und der Modal Split (Verkehrsleistung) herleiten (siehe Abb. B.7-5). Insgesamt steigt die Verkehrsleistung bis 2050 im Referenz- und Zielszenario 1 um 16 % an, wohingegen in Zielszenario 2 die Gesamtverkehrsleistung ab 2020 stetig zurückgeht, sodass sie in 2050 auf dem gleichen Niveau ist wie 2010.

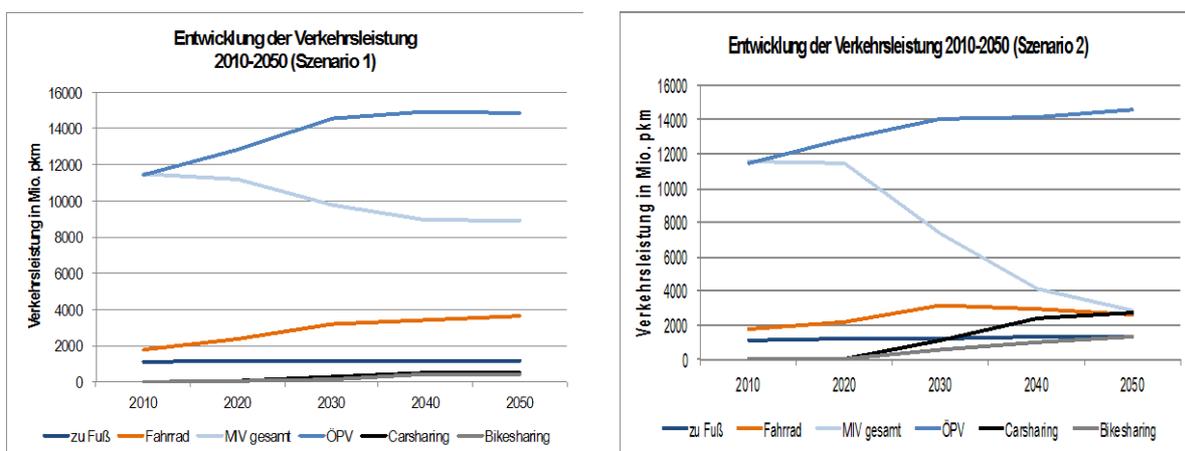


Abbildung B.7-4: Entwicklung der spezifischen Verkehrsleistung 2010-2050; links: Referenzszenario und Zielszenario 1; rechts: Zielszenario 2; Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage von SrV 2008.

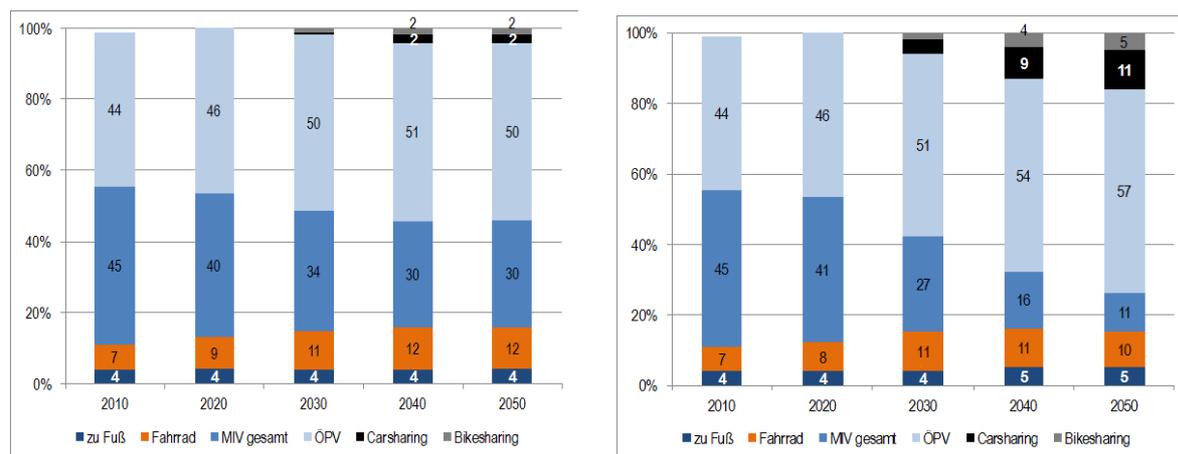


Abbildung B.7-5: Entwicklung des Modal Split (Verkehrsleistung) 2010-2050;

links: Referenzszenario und Zielszenario 1; rechts: Zielszenario 2;

Quelle: Eigene Berechnung auf Grundlage von SrV 2008, Werte sind auf ganze Zahlen gerundet.

Verwenden der Verkehrskennzahlen für die Berechnung der Energieverbräuche

Für die Berechnung der Energieverbräuche sind zwei Kennwerte aus Tab. B.7-8 von Relevanz: Zum einen die Entwicklung der Verkehrsleistung im Straßenverkehr (MIV und Carsharing), zum anderen die Entwicklung der Verkehrsleistung im ÖPV. Hier werden die prozentualen Veränderungen auf die Werte aus den Verkehrserhebungen (siehe Tab. B.7-3 und Tab. B.7-4) übertragen.

2010-2050	Referenzszenario	Zielszenario 1	Zielszenario 2
Veränderung der Verkehrsleistung im Pkw-Verkehr (MIV + Carsharing)	-18%	-18%	-52%
Veränderung der Verkehrsleistung im ÖPV	+30%	+30%	+28%
Veränderung der Verkehrsleistung im Fußverkehr	+6%	+6%	+21%
Veränderung der Verkehrsleistung im Radverkehr (Fahrrad + Bikesharing)	+129%	+129%	+122%
Veränderung der Verkehrsleistung gesamt	+16%	+16%	0%

Tabelle B.7-8: Vergleich der Veränderung von Verkehrsleistung im Pkw-Verkehr und ÖPV 2010-2050;

Quelle: Eigene Berechnung.

Annahmen bei der Berechnung der Energieverbräuche im Jahr 2050

Für die Entwicklung der Verkehrsleistung von Pkw und motorisierten Zweirädern werden die Werte aus Tab. B.7-8 zugrunde gelegt. Für den Straßengüterverkehr werden für Referenz- und Zielszenario 1 die Werte der BMU-Studie angenommen, also +54 % für leichte und +34 % für schwere Nutzfahrzeuge. Für Zielszenario 2 wird eine Verdopplung der Fahrleistung der leichten Nutzfahrzeuge angenommen und nur eine leichte Zunahme der Verkehrsleistung schwerer Nutzfahrzeuge um 10 %. Hier liegt die Annahme eines stärkeren Einsatzes kleinerer Fahrzeuge im Verteilerverkehr zugrunde. Die Verkehrsleistung im Linienbusverkehr steigt nicht so stark wie die Leistung des gesamten ÖPV, da hier davon ausgegangen wird, dass Teile des Zubringerverkehrs mit Linienbussen durch den Radverkehr ersetzt werden. Hieraus resultieren eine Stagnation der Verkehrsleistung im Referenz- und Zielszenario 1 und eine Zunahme im Zielszenario 2 von 14%. Für den Reisebusverkehr wird angenommen, dass dieser in allen drei Szenarien bis 2050 um 10 % zunimmt.

Für den Schienenpersonenverkehr gilt ebenfalls, dass die Werte der Leistungszuwächse aus Tab. B.7-8 übernommen werden, auch hier mit Ausnahme der Straßenbahn, deren Zubringerverkehre zum Teil vom Fahrrad

ersetzt werden. Für den Schienengüterverkehr werden für das Referenz- und Zielszenario 1 die Werte vom BMU übernommen. Für das Zielszenario 2 steigt die Verkehrsleistung gegenüber Referenz- und Zielszenario 1 noch einmal um 50 %, da durch das City Logistik Konzept mit Sammel- und Umschlagszentren am Stadtrand ein größerer Teil des Güterverkehrs auf die Schiene verlagert wird. Gleiches gilt für den Schiffsgüterverkehr.

Für die Entwicklung der Verkehrsleistung im Luftverkehr werden folgende Annahmen zugrunde gelegt: Die Verkehrsleistung im Personenverkehr entwickelt sich linear zu den Passagierzahlen und es werden nur die Einsteiger, d.h. etwa die Hälfte der gesamten Fluggäste, für die Energiebilanzierung berücksichtigt (siehe Abb. B.7-6).

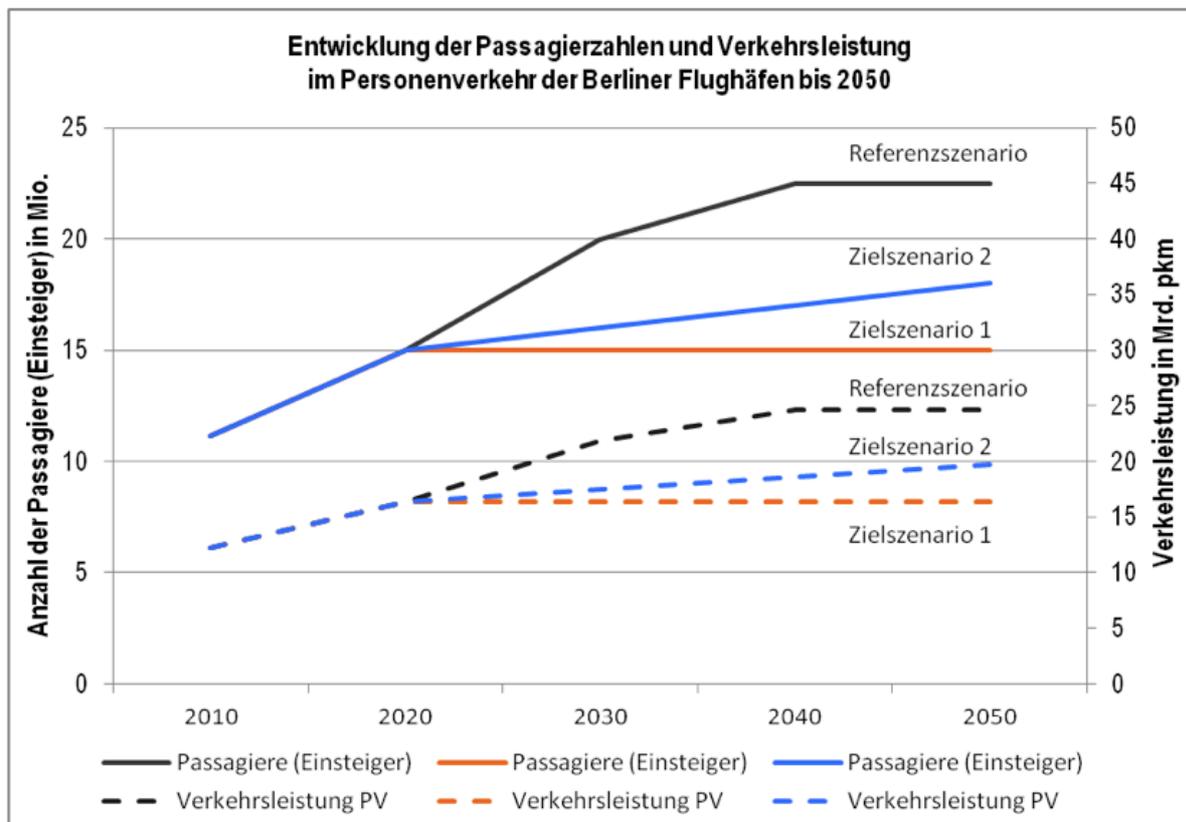


Abbildung B.7-6: Vergleich des Passagieraufkommens und der Verkehrsleistung 2010-2050;
Dabei gilt: Referenzszenario (schwarz); Zielszenario 1 (orange) und Zielszenario 2 (blau);
Quelle: Eigene Berechnungen.

Für alle drei Szenarien wird angenommen, dass wie im Jahr 2010 ca. 70 % des Energieverbrauchs Berlin zugerechnet wird. Bis 2025 folgen alle Szenarien den Zielen des StEP Verkehr, der ein Passagieraufkommen von 30 Mio. ausgibt. Im Referenzszenario existieren keine internationalen Regelungen zur Internalisierung externer Kosten, so dass der Flugverkehr in Berlin-Brandenburg nach 2025 weiter dynamisch wächst. Der Flughafen kommt mit 45 Mio. Passagieren in 2050 an seine Kapazitätsgrenze. Die Verkehrsleistung bei der Luftfracht steigt bis dahin um 150 % (entspricht dem Wachstum in der BMU-Studie).

Im ersten Zielszenario wirken die internationalen Regelungen zur Internalisierung externer Kosten dämpfend auf die Entwicklung des Luftverkehrs. Das Verkehrsaufkommen in der Passagierluftfahrt bleibt nach 2025 und bis 2050 bei 30 Mio. Die Verkehrsleistung bei der Luftfracht steigt um 50 %, bezogen auf 2010. Im zweiten Zielszenario wird die Entwicklung auf Grund der internationalen Regelungen ähnlich beeinflusst wie im ersten Zielszenario mit dem Unterschied, dass hier ein größerer Anteil regenerativer Kraftstoffe verwendet wird.

Dadurch wird weniger CO₂ emittiert und die Klimaabgaben für Airlines und Passagiere fallen geringer aus, wodurch der Flugverkehr eine etwas größere Bedeutung bei Fernreisen gewinnt. Das Passagieraufkommen liegt bei 36 Mio. Personen und auch die Verkehrsleistung bei der Luftfracht steigt mit 80% gegenüber 2010 etwas stärker. Der Kraftstoffmix bzw. der Anteil der Antriebsarten an der Verkehrsleistung der verschiedenen Verkehrsträger variiert stark in den drei Szenarien.

Das Referenzszenario lehnt sich an das Basisszenario der WWF-Studie aus dem Jahr 2009 an. Hier wird von einer insgesamt sehr geringen Marktdurchdringung von alternativen Antrieben und Kraftstoffen ausgegangen. Da in dieser Studie nicht für alle Fahrzeugklassen Angaben gemacht werden, wurden hier für die Fehlenden eigene Annahmen getroffen.

Das Zielszenario 1 orientiert sich grob am „Szenario 2011A“ der BMU-Studie. Die Durchdringung alternativer Antriebe im Straßenverkehr wurde jedoch etwas höher angesetzt, da sich die BMU-Studie auf ganz Deutschland bezieht; Es ist aber anzunehmen, dass im städtischen Kontext Berlins tendenziell – und insbesondere auch vor dem Hintergrund der im Rahmen dieser Machbarkeitsstudie vorgeschlagenen Maßnahmen (z.B. Zero-Emission-Zone Berlin) - ein höherer Anteil alternativer Antriebe zu finden ist. Die Linienbusflotte ist z.B. zu 80 % und der Schienenverkehr zu 100 % elektrifiziert.

Im Zielszenario 2 ist der Anteil batterieelektrischer Antriebe an der Verkehrsleistung im Straßenverkehr höher als im Zielszenario 1. Das hängt damit zusammen, dass die Verkehrsorganisation und die Nutzungsmuster der Bevölkerung zu deutlich kürzeren Wegen im Straßenverkehr führen, wodurch bevorzugt batterieelektrische Fahrzeuge eingesetzt werden können. Daneben wird im Luftverkehr strombasierter Kraftstoff (Power2Liquid) zu einem Anteil von 20 % verwendet.

Verkehrsleistung in Pkm, tkm und Fzg-km	2010	2050 Referenz	2050 Zielszenario 1	2050 Zielszenario 2
Pkw und Kombi, Pkm	13.527	11.096,6	11.096,6	6.532,8
-Benzin	8.116	3.584,4	-	-
-Diesel	4.599	2.605,7	-	-
-Elektrisch (BEV)	-	1.363,7	5.548,3	4.899,6
-Biodiesel	338	459,8	-	-
-Bioethanol	325	632,5	-	-
-Wasserstoffantrieb	-	155,2	2.774,2	653,3
-Gasantrieb	149	907,9	1.109,7	326,6
-Plug-in-Hybride	-	1.385,4	1.664,5	653,3
Leichte Nutzfahrzeuge, Fzg-km	940	1.445	1.445	1.879
-Benzin	51	43	-	-
-Diesel	801	838	159	207
-Biodiesel	66	126	24	31
-Bioethanol	4	7	-	-
-Elektrisch (BEV)	-	5	434	1.080
-Wasserstoffantrieb	-	36	361	282
-Gasantrieb	18	145	145	94
-Plug-in-Hybride	-	246	325	188
Motor. Zweiräder, Pkm	126	97,3	97,3	60,8
-Benzin	121	68,1	0,0	-
-Elektrisch (BEV)	-	9,7	53,5	54,7
-Bioethanol	5	10,2	-	-

Verkehrsleistung in Pkm, tkm und Fzg-km	2010	2050 Referenz	2050 Zielszenario 1	2050 Zielszenario 2
-Gasantrieb	-	7,8	9,7	-
-Wasserstoffantrieb	-	1,0	34,0	6,1
-Pedelec (elektrisch)	-	609,1	1.218,3	1180,8
schwere Nutzfahrzeuge, tkm	1.798	2.374	2.374	1.978
-Diesel	1.673	1.968	522	198
-Biodiesel	125	347	78	30
-Elektrisch (BEV)	-	4	237	554
-Wasserstoffantrieb	-	7	1.068	791
-Gasantrieb	-	48	237	198
-Plug-in-Hybride	-	-	237	198
Linienbusse, Pkm	1.258	1.258	1.258	1.432
-Diesel	1.169	818	-	-
-Biodiesel	89	123	-	-
-Elektrisch (BEV)	-	126	1.132	1.289
-Wasserstoffantrieb	-	189	126	143
-Gasantrieb	-	-	-	-
-Plug-in-Hybride	-	-	-	-
Reisebusse, Pkm	1.274	1.402	1.402	1.402
-Diesel	1.184	1.121	140	140
-Biodiesel	84	168	21	21
-Elektrisch (BEV)	-	-	-	-
-Wasserstoffantrieb	-	14	701	701
-Gasantrieb	-	-	329	329
-Plug-in-Hybride	-	98	210	210
Personenfernverkehr, Pkm	2.348	3.056	3.056	2.996
Regionalverkehr, Pkm	1.103	1.436	1.436	1.408
-Elektrisch	1.048	1.364	1.436	1.408
-Diesel	47	61	-	-
-Biodiesel	8	11	-	-
S-Bahn, Pkm	2.101	2.735	2.735	2.681
U-Bahn, Pkm	2.338	3.043	3.043	2.984
Straßenbahn, Pkm	537	537	537	537
Schienengüterverkehr, tkm	227	454	454	681
-Elektrisch	204	426	454	681
-Diesel	21	23	-	-
-Biodiesel	2	6	-	-
Luftverkehr (Personen), Pkm	8.544	17.224	11.482	13.779
-Kerosin	8.544	13.779	7.349	6.889
-BtL	-	3.445	4.134	4.134
-Power to Liquid	-	-	-	2.756
Luftverkehr (Güter), tkm	36	89	54	64
-Kerosin	36	72	34	32
-BtL	-	18	19	19
-Power to Liquid	-	-	-	13
Schiffsgüterverkehr, tkm	512	823	823	1.234

Verkehrsleistung in Pkm, tkm und Fzg-km	2010	2050 Referenz	2050 Zielszenario 1	2050 Zielszenario 2
-Diesel	475	617	411	617
-Biodiesel	36	206	103	154
-Gasantrieb	-	-	308	463

Tabelle B.7-9: Vergleich der Entwicklung der Verkehrsleistung sowie des Antriebmixes in den Szenarien; Quelle: Eigene Berechnung.

Die Entwicklung der spezifischen Energieverbräuche leitet sich - mit einigen Ausnahmen und Anpassungen - ebenfalls von der BMU-Studie ab (vgl. Tab. B.7-1) und sie werden über die drei Szenarien nur für den Straßengüterverkehr in Zielszenario 2 variiert. Der Effizienzfaktor für elektrische Schienenfahrzeugantriebe wird auf S-Bahn, U-Bahn, Regionalverkehr und Straßenbahn übertragen, da es diese Kategorien in der BMU-Studie nicht gibt. Tab. B.7-9 zeigt die Energieverbräuche, die aus der Verkehrsleistung und den spezifischen Verbräuchen resultieren.

In TJ	2010	2050 Referenz	2050 Zielszenario 1	2050 Zielszenario 2
Pkw und Kombi	21.709,5	8.084,1	5.900,7	2.800,0
-Benzin	13.310,3	2887,3	0,0	0,0
-Diesel	7082,6	2071,5	0,0	0,0
-Elektrisch (BEV)	0,0	458,2	1864,2	1646,3
-Biodiesel	520,8	365,6	0,0	0,0
-Bioethanol	532,4	509,5	0,0	0,0
-Wasserstoffantrieb	0,0	111,8	1997,4	470,4
-Gasantrieb	263,4	974,9	1191,6	350,7
-Plug-in-Hybride	0,0	705,4	847,6	332,6
Leichte Nutzfahrzeuge	3.205,4	3.010,4	1.944,1	1.786,5
-Benzin	146,1	80,9	0,0	0,0
-Diesel	2.764,8	2.055,7	389,9	405,5
-Biodiesel	226,9	308,4	58,5	60,8
-Bioethanol	10,8	12,1	0,0	0,0
-Elektrisch (BEV)	0,0	3,6	336,9	671,6
-Wasserstoffantrieb	0,0	60,0	600,0	374,4
-Gasantrieb	56,8	275,8	275,8	143,4
-Plug-in-Hybride	0,0	213,9	283,1	130,8
Motor. Zweiräder	142,2	99,3	81,9	59,8
-Benzin	136,9	64,0	0,0	0,0
-Elektrisch (BEV)	0,0	2,2	12,0	12,2
-Bioethanol	5,2	9,6	0,0	0,0
-Gasantrieb	0,0		7,5	0,0
-Wasserstoffantrieb	0,0	0,5	16,4	2,9
-Pedelec (elektrisch)	0,0	23,0	46,1	44,6
schwere Nutzfahrzeuge	2.071,9	1.835,7	2.221,4	1.304,1
-Diesel	1.924,0	1.512,8	401,5	136,8
-Biodiesel	147,9	273,5	61,7	18,7
-Elektrisch (BEV)	0,0	1,1	61,5	114,8
-Wasserstoffantrieb	0,0	8,7	1.311,6	777,1

In TJ	2010	2050 Referenz	2050 Zielszenario 1	2050 Zielszenario 2
-Gasantrieb	0,0	39,6	196,1	130,7
-Plug-in-Hybride	0,0	0,0	188,9	125,9
Linienbusse	1.882,8	1.160,1	492,1	560,0
-Diesel	1.749,9	807,7	0,0	0,0
-Biodiesel	132,9	121,2	0,0	0,0
-Elektrisch (BEV)	0,0	40,6	365,0	415,4
-Wasserstoffantrieb	0,0	190,6	127,1	144,6
-Gasantrieb	0,0	0,0	0,0	0,0
-Plug-in-Hybride	0,0	0,0	0,0	0,0
Reisebusse	409,3	288,3	282,0	282,0
-Diesel	382,3	238,9	29,9	29,9
-Biodiesel	27,0	35,8	4,5	4,5
-Elektrisch (BEV)	0,0	0,0	0,0	0,0
-Wasserstoffantrieb	0,0	3,1	152,7	152,7
-Gasantrieb	0,0	0,0	72,4	72,4
-Plug-in-Hybride	0,0	10,5	22,5	22,5
Personenfernverkehr	2.273,6	1.982,7	1.982,7	1.943,9
Regionalverkehr	863,1	771,5	690,2	676,7
-Elektrisch	751,9	655,7	690,2	676,7
-Diesel	94,5	98,4	0,0	0,0
-Biodiesel	16,7	17,4	0,0	0,0
S-Bahn	777,4	677,9	677,9	664,6
U-Bahn	828,0	722,1	722,1	554,8
Straßenbahn	298,9	200,3	200,3	200,3
Schienengüterverkehr	35,1	55,8	46,6	69,9
-Elektrisch	23,5	43,7	46,6	69,9
-Diesel	10,5	9,6	0,0	0,0
-Biodiesel	1,0	2,6	0,0	0,0
Luftverkehr (Personen)	47.161,3	64.644,4	42.882,8	52.206,1
-Kerosin	47161	52.035,7	27.752,4	26.017,9
-BtL	0	12.608,7	15.130,4	15.130,4
-Power to Liquid	0	0,0	0,0	11.057,8
Luftverkehr (Güter)	1.158,9	2.021,9	1.207,1	1.442,2
-Kerosin	1.158,9	1.627,5	781,2	732,4
-BtL	0,0	394,4	425,9	425,9
-Power to Liquid	0,0	0,0		283,9
Schiffsgüterverkehr	97,8	141,6	151,5	151,5
-Diesel	90,3	104,9	69,9	69,9
-Biodiesel	7,5	36,7	18,4	18,4
-Gasantrieb	0	0,0	63,3	94,9

Tabelle B.7-10: Vergleich des Energieverbrauchs aller Verkehrsträger in den Szenarien;
Quelle: Eigene Berechnung.

	Referenzszenario		Zielszenario 1		Zielszenario 2	
	Bottom Up	Energiebilanz	Bottom Up	Energiebilanz	Bottom Up	Energiebilanz
Straßenverkehr	14.477	24.056	10.922	18.069	6.792	11.340
Schienenverkehr	4.410	2.950	4.320	2.889	4.110	2.749
Luftverkehr	66.666	17.716	44.090	11.717	53.648	14.257
Schiffverkehr	142	530	151	567	151	567
Gesamt	85.696	45.251	59.483	33.243	64.702	28.913

Tabelle B.7-11: Umrechnung des Energieverbrauchs von Bottom up zu Energiebilanz in allen Szenarien;
Quelle: Eigene Berechnung.

Die Energieverbräuche werden nun mit Hilfe des Faktors aus Tab. B.7-5 in die Energiebilanzsystematik zurückübertragen (Tab. B.7-11). Zudem werden die Ergebnisse für die CO₂-Berechnung auf die unterschiedlichen Kraftstoffe aufgeteilt (vgl. Tab. B.7-10).

B.8. METHODISCHE ERLÄUTERUNGEN ZUR SZENARIENBILDUNG IM HANDLUNGSFELD ENERGIE

Generalfaktor Strom

Die Herleitung von CO₂-Emissionen für das Berliner Energiesystem des Jahres 2050 hängt an einer Reihe von Schlüsselfaktoren, für die es plausible Annahmen zu treffen galt. Der erste dieser Schlüsselfaktoren ist der sog. Generalfaktor Strom, also der durchschnittliche Emissionsfaktor des Stromerzeugungsparks in Deutschland.

	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
Anteile im Strom				
Erneuerbare Energien		80 %	80 %	80 %
Erdgas		10 %	20 %	20 %
Braunkohle		10 %	0 %	0 %
Emissionsfaktor und Wirkungsgrad				
EF Erdgas		202 g CO ₂ /kWh	202 g CO ₂ /kWh	202 g CO ₂ /kWh
EF Braunkohle		400 g CO ₂ /kWh	400 g CO ₂ /kWh	400 g CO ₂ /kWh
Elektrischer Wirkungsgrad		40 %	50 %	50 %
Direktstrom	548 g CO ₂ /kWh	150 g CO ₂ /kWh	81 g CO ₂ /kWh	81 g CO ₂ /kWh
Überschussstrom		150 g CO ₂ /kWh	81 g CO ₂ /kWh	81 g CO ₂ /kWh

Tabelle B.8-1: Eingangsgrößen in den Generalfaktor Strom 2050; Quelle: Eigene Berechnungen.

Wie in Kap. 3.2.1.2. erwähnt geht die Machbarkeitsstudie hier davon aus, dass das energiepolitische Ziel der Bundesregierung – 80 % Anteil der erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in 2050 – erreicht wird. Dann hängt der Generalfaktor Strom an den Annahmen darüber, wie der fossile Restanteil von 20 % erzeugt wird. Dazu im Überblick die nachfolgende Tab. B.8-1.

Wasserstoff und Methanol

Wasserstoff und Methanol werden den Szenarien der Machbarkeitsstudie zufolge primär im Handlungsfeld Verkehr eingesetzt. In allen drei Szenarien werden diese Mengen mit einem Überschussstrom-Anteil von 80 % vollständig in Berlin produziert. Die Eigenproduktion stellt einen Beitrag Berlins dar, den hohen Anteil Überschussstrom im Netz sinnvoll zu nutzen.

Durch die lokale Nähe zwischen Produktion und Verbrauch wird der Bedarf umfangreicher Transport- und Lagerinfrastrukturen verringert und die regionale Wertschöpfung stimuliert. Entsprechend des Wirkungsgrades der Umwandlung ergeben sich die Emissionsfaktoren für beide Energieträger gemäß Tabelle B.8-2.

Ein Direktstromanteil von 20 % bei der Wasserstoff- und Methanproduktion unterstellt, dass die Produktion auf Grund von technischen und wirtschaftlichen Erwägungen nicht vollständig an die flexible Verfügbarkeit von Überschussstrom angepasst werden kann.

	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
EF Strom	548 g CO ₂ /kWh	150 g CO ₂ /kWh	81 g CO ₂ /kWh	81 g CO ₂ /kWh
Wasserstoff				
Wirkungsgrad		80 %	80 %	80 %
Direktstromanteil		20 %	20 %	20 %
EF Wasserstoff		188 g CO ₂ /kWh	101 g CO ₂ /kWh	101 g CO ₂ /kWh
Methanol				
Wirkungsgrad		60 %	60 %	60 %
Direktstromanteil		20 %	20 %	20 %
EF Methanol		251 g CO ₂ /kWh	134 g CO ₂ /kWh	134 g CO ₂ /kWh

Tabelle B.8-2: Produktion von Wasserstoff und Methanol mit Überschussstrom (EF = Emissionsfaktor);
Quelle: Eigene Berechnungen.

Gas mit erneuerbaren Anteilen

In der Gasnetzzugangsverordnung (GNZV) wird für 2030 eine EE-Gasmenge von 10 Mrd. m³/a anvisiert. Aufgrund des Gesetzescharakters der Verordnung kommt dieser Vorgabe einer bundespolitischen Zielvorgabe für 2030 gleich, die im Rahmen der Machbarkeitsstudie für 2050 als Zielvorgabe mit 20 Mrd. m³/a linear fortgeschrieben wird. Diese Fortschreibung beruht auf der Annahme, dass mit zunehmender Erreichung des 80 %-EE-Anteils im Stromnetz Überschussstrom verfügbar sein wird, der genutzt werden kann und sollte. Weiterhin wird je Szenario ein paralleler Rückgang des bundesweiten Gasverbrauchs im Vergleich zu Berlin unterstellt. Der Emissionsfaktor von EE-Gas entspricht als Modellannahme dem Emissionsfaktor von Wasserstoff. Entsprechend der unterschiedlichen Gasverbräuche der Szenarien liegt der mittlere Emissionsfaktor für Gas in 2050 aufgrund der Vorgabe des EE-Anteils zwischen 199 und 171 g CO₂/kWh.

EE-Gas-Anteil	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
EE-Gas Aufkommen Deutschland		20 Mrd. m ³ /a	20 Mrd. m ³ /a	20 Mrd. m ³ /a
Brennwert EE-Gas		41 MJ/m ³	41 MJ/m ³	41 MJ/m ³
Energiegehalt EE-Gas Deutschland		820.000 TJ/a	820.000 TJ/a	820.000 TJ/a
Erdgasverbrauch Deutschland	3.170.565 TJ/a			
Erdgasverbrauch Berlin	118.522 TJ/a	173.403 TJ/a	127.839 TJ/a	102.081 TJ/a
hyp. Anteil EE-Gas Deutschland 2050 (bezogen auf Verbrauch 2010)	26 %			
Anteil EE-Gas		18 %	24 %	30 %

Siehe Fortsetzung der Tabelle auf Folgeseite

Emissionsfaktor Gas	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
EF EE-Gas (Wasserstoff)		188 g CO ₂ /kWh	101 g CO ₂ /kWh	101 g CO ₂ /kWh
EF Erdgas	202 g CO ₂ /kWh	202 g CO ₂ /kWh	202 g CO ₂ /kWh	202 g CO ₂ /kWh
Anteil Erdgas		82 %	76 %	70 %
Emissionsfaktor Gas		199 g CO₂/kWh	177 g CO₂/kWh	171 g CO₂/kWh

Tabelle B.8-3: EE-Gas und Emissionsfaktor (EF) Gas; Quelle: Eigene Berechnungen.

Fernwärmebereitstellung

Der landesspezifische Emissionsfaktor Fernwärme hängt von den Emissionswerten der zum Einsatz kommenden Primärenergieträger und den angenommenen Wirkungsgraden bei der Umwandlung in Strom und Wärme ab.

Das in den KWK-Anlagen eingesetzte Gas besteht im Referenzszenario zu 18 %, im Zielszenario 1 zu 24 % und im Zielszenario 2 zu 30 % aus EE-Gas (siehe Tabelle B.8-3).

	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
Wirkungsgrade			
Referenz, thermisch	80 %	80 %	80 %
Referenz, elektrisch	40 %	40 %	40 %
Gas-KWK, thermisch	40 %	40 %	40 %
Gas-KWK, elektrisch	50 %	50 %	50 %
Primärenergieeinsatz-Faktor	43 %	43 %	43 %
EF Gas	199 g CO ₂ /kWh	177 g CO ₂ /kWh	171 g CO ₂ /kWh
Brennstoff-/Emissionsanteile			
Wärme	28,6 %	28,6 %	28,6 %
Strom	71,4 %	71,4 %	71,4 %
EF Wärme Gas-KWK	142 g CO₂/kWh	127 g CO₂/kWh	122 g CO₂/kWh

 Tabelle B.8- 4.: Spezifische CO₂-Emission aus dem Gas-KWK-Prozess;
 Quelle: Eigene Berechnungen

Um die auf die Wärme entfallenen Brennstoff- und damit die Emissionsanteile eines KWK-Prozesses zu berechnen, kommt analog zur Bilanzierungsmethodik des AfS die Finnische Methode zum Einsatz, da sie Grundlage der politischen Zielvereinbarung ist und eine Änderung dieser Systematik einer Beeinflussung der Zielvereinbarung gleichkäme. Die Ermittlung der spezifischen Emissionsfaktoren aus dem Gas-KWK-Prozess ist in Tabelle B.8- 4. dokumentiert. Die Annahme, dass im Jahr 2050 im KWK-Prozess bei einem angenommenen Gesamtwirkungsgrad von 90 % der elektrische Wirkungsgrad nur 50 % beträgt, kann als konservativ bewertet werden. Sie geht davon aus, dass es dann auch kleinere, dezentrale Wärmeerzeugungsanlagen mit geringerem elektrischen Wirkungsgrad geben wird. Bei einer Verschiebung zugunsten des elektrischen Wirkungsgrades auf 60 % würde sich der Emissionsfaktor für Wärme aus dem Gas-KWK-Prozess im Zielszenario 2 von 122 auf 114 g CO₂/kWh verringern, also um knapp 7 % verbessern.

Unter der Annahme, dass in 2050 ein Fünftel der Fernwärme aus Power to Fernwärme-Anlagen stammt (siehe auch Nutzung von Überschussstrom im Hauptteil, Kap. 3.2.1.2.) und rein thermische Spitzenlastkessel für weitere 5 % des jährlichen Wärmebedarfs sorgen, ergibt sich schlussendlich zusammen mit den Wirkungsgraden der Power to Fernwärme (100 %) und der Spitzenlastkessel (90 %) unter Berücksichtigung von Eigenverbrauch und Verlusten ein Landesemissionsfaktor Fernwärme gemäß Tabelle B.8-5. zwischen 119 (Ziel 2) und 150 g CO₂/kWh (Referenz).

	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
EF Power to Fernwärme		150 g CO ₂ /kWh	81 g CO ₂ /kWh	81 g CO ₂ /kWh
Power to Fernwärme		20 %	20 %	20 %
EF Spitzenlast		221 g CO ₂ /kWh	197 g CO ₂ /kWh	190 g CO ₂ /kWh
Spitzenlastkessel	22 %	5 %	5 %	5 %
EF Gas-KWK thermisch		142 g CO ₂ /kWh	127 g CO ₂ /kWh	122 g CO ₂ /kWh
Gas-KWK		75 %	75 %	75 %
Fernwärme (brutto)		148 g CO ₂ /kWh	121 g CO ₂ /kWh	117 g CO ₂ /kWh
Eigenverbrauch und Verluste	1,8 %	1,6 %	1,4 %	1,4 %
Anteil Leitungsverluste	100 %	50 %	50 %	50 %
Anteil Eigenverbrauch	100 %	100 %	80 %	80 %
Fernwärme (netto)	244 g CO₂/kWh	150 g CO₂/kWh	123 g CO₂/kWh	119 g CO₂/kWh

Tabelle B.8-5.: Landesemissionsfaktor Fernwärme;
Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Leitungs- und Fackelverluste in 2010 wurden entsprechend der aufgeführten Reduktionsfaktoren für 2050 angepasst. Die Leitungsverluste wurden in Erwartung absinkender Netztemperaturen und zunehmendem Dämmstandards um 50 % gesenkt, der Eigenverbrauch wurde in der Annahme weiterer Effizienzgewinne um maximal 20 % gesenkt. An dieser Stelle sei erwähnt, dass der bilanziell ausgewiesene geringe Leitungsverlust für Fernwärme in 2010 mit 1,8 % nicht der Praxiserfahrung entspricht.

Stromerzeugung

Im Bereich der Stromerzeugung wurde von folgenden Ansätzen ausgegangen: Das im Rahmen des Berliner Energiekonzeptes 2020 ermittelte, maximal nutzbare Windpotenzial für Berlin (siehe unten) wird in den Szenarien in unterschiedlichem Maße ausgeschöpft. Auch die Erträge aus der Photovoltaik unterscheiden sich zwischen den Szenarien gemäß der verschiedenen Nutzungsgrade der Potenzialflächen, basierend auf dem Berliner Solaratlas. Dabei wurde die solare Nutzung geeigneter Dach- und Fassadenfläche für Solarthermie und Photovoltaik so aufgeteilt, dass es nicht zu einer Doppelbewertung geeigneter Flächen kommt.

Aus den Modellannahmen zur Wärmeversorgung in den Gebäuden mittels BHKW ergeben sich die gekoppelte, produzierte Strommenge und der über die Finnische Methode zuordenbare, dafür notwendige Brennstoffanteil. Der damit verbundene dezentrale Brennstoffanteil, die zugehörigen Emissionen und der Stromertrag werden für 2050 modellhaft dem Umwandlungsbereich und damit dem HF Energie zugeordnet – wohl wissend, dass derzeit dafür die Datengrundlage fehlt, die Zuordnung in der Praxis ebenso zu gestalten.

Im Jahr 2010 fahren die zentralen Kraftwerke nur zu 65 % im KWK-Betrieb (AfS 2013). Für das Jahr 2050 wird angenommen, dass sich der Anteil nicht genutzter Wärme von 35 % auf 15 % reduzieren lässt, da insbesondere im Sommer die Nutzung des Überschussstroms für Power to Fernwärme den ineffizienten Kraftwerksbetrieb ohne Wärmeauskopplung verringert.

	2010	Referenz	Ziel 1	Ziel 2
dezentrale Stromerzeugung				
Windpotenzial	1.125 TJ/a	1.125 TJ/a	1.125 TJ/a	1.125 TJ/a
Nutzungsfaktor Windpotenzial		10 %	80 %	100 %
PV-Erträge Gebäude		890 TJ/a	8.845 TJ/a	13.601 TJ/a
Gas-BHKW Stromertrag Gebäude		6.883 TJ/a	3.995 TJ/a	4.361 TJ/a
Gas-BHKW Brennstoffbedarf für Strom		9.833 TJ/a	5.708 TJ/a	6.231 TJ/a
zentrale Stromerzeugung				
Anteil mit KWK	65 %	85 %	85 %	85 %
Eigenverbrauch und Verluste				
Reduktionsfaktor Leitungsverluste Strom	100 %	50 %	50 %	50 %
Reduktionsfaktor Eigenverbrauch Strom	100 %	100 %	80 %	80 %

Tabelle B.8-6: Aspekte der Stromerzeugung in Berlin;
Quelle: Eigene Berechnungen

Die in 2010 bilanzierten relativen Leitungsverluste werden in 2050 entsprechend der Reduktionsfaktoren angepasst. Die Reduktion der Leitungsverluste basiert auf der Annahme zunehmender dezentraler Stromerzeugung und der damit verbundenen Einsparung von Transportverlusten, die Absenkung der Eigenverluste beruht auf der Annahme von Effizienzgewinnen.

PV-Ausbau in Berlin und Netzverträglichkeit

Im bundesweiten Maßstab führt der Ausbau erneuerbarer Energien oft zum Ausbau des Höchstspannungsnetzes. Im Unterschied dazu kann im Berliner Stadtgebiet das Verteilnetz genutzt werden. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob das Berliner Verteilnetz den zusätzlichen Strom aus dem PV-Ausbau auch aufnehmen kann (vgl. die Box 1 „Urbane Solarpotenziale“ im Hauptbericht). Im Berliner Verteilnetz lag die Jahreshöchstlast 2012 bei 2,5 GW bei einem Jahresverbrauch von 14.269 GWh, d.h. das Netz ist mit über 5.700 h/a relativ gleichmäßig belastet. Auch an einem typischen Sommertag liegt die Last am Tage in weiten Bereichen über 1,8 GW, nur am Wochenende sinkt sie auch tagsüber auf 1,6-1,4 GW (vgl. Abb. B.8-7.).

Der Solare Energieatlas für Berlin weist für Photovoltaik für 2010 einen jährlichen Stromertrag von 2.946 Wh/a aus. Durch Flächenerweiterung über Neubauten, der Nutzung aller für Solarthermie geeigneten Dachflächen auch als PV-Flächen, durch technologischen Fortschritt (Modulwirkungsgrad wird von durchschnittlich 15 % auf 20 % gesteigert) und durch Einbeziehung von Fassadenflächen liegt der Stromertrag durch PV in dieser Machbarkeitsstudie in 2050 bei maximal 5.410 GWh/a im Ziel 2 Szenario ohne Berücksichtigung von Ertragsverlusten durch netzseitige Abregelung.

Im Sommer, wenn die Leistungsspitzen aus der solaren Energieerzeugung auftreten, wird damit eine PV-Leistung produziert, die bei dem rund 2,5 fachen des derzeitigen zeitgleichen sommerlichen Verbrauchs an Werktagen liegt. Daher ist eine dezentrale Nutzung der Erträge für die Umwandlung in speicherbare und für die Mobilität einsetzbare Energieträger eine wichtige Komponente, um die Verteilnetze nicht zu überlasten. Im Sommer würde dann kein fossiles Gas mehr zur Wärmeerzeugung eingesetzt.

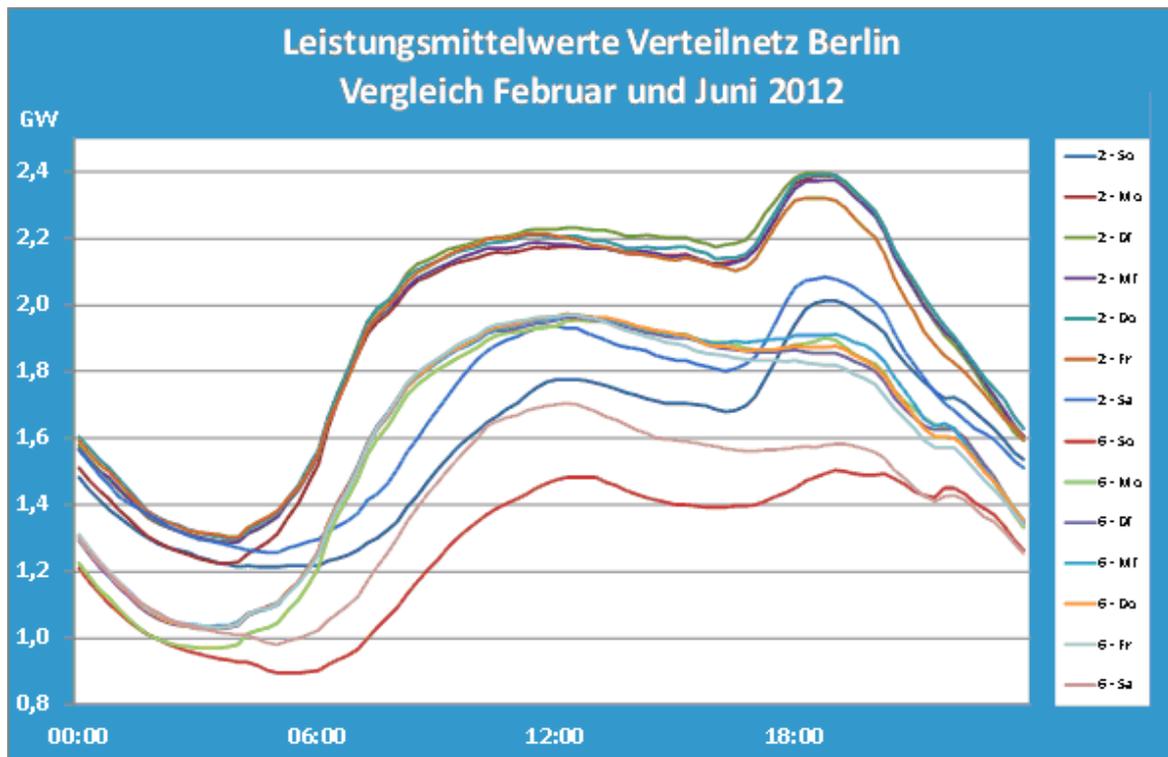


Abbildung B.8-1: Leistungsmittelwerte Verteilnetz Berlin. Quelle Eigene Darstellung, basierend auf <http://www.stromnetz-berlin.de/de/jahreshoechstlast-der-netzlast.htm>

Zukünftig steigende Strompreise für die Endverbraucher und die Möglichkeit, im Eigenverbrauch seine privaten Solarerträge unabhängig vom Standort der Ladesäule im eigenen E-Mobil zu vertanken oder unabhängig von Standort des Verbrauchers im Verteilnetz kostengünstig nutzen zu können, werden bei der Umsetzung höherer PV-Anteile ebenfalls eine signifikante Rolle spielen können.

Bereitstellung und Nutzung von Biomasse

Die energetische Nutzung von Biomasse ist eine tragende Säule zahlreicher kommunaler wie auch nationaler Energie- und Klimaschutzkonzepte. Aufgrund der dadurch großen (und vermutlich weiter wachsenden) Nachfrage sowie zahlreicher mit dem Biomasseanbau und -handel verbundenen Nachhaltigkeitsbedenken, wird in dieser Machbarkeitsstudie kein stark erhöhter Import von Biomasse zur Erreichung der Klimaschutzziele angenommen. Die möglichst sinnvolle Nutzung endogener, also in Berlin selbst anfallender Biomasse (z. B. Bioabfälle, Grünschnitt, Straßenkehricht etc.) ist jedoch von hoher Relevanz. Die Quantifizierung erfolgte auf Basis der Abschätzungen für das Berliner Energiekonzept 2020 (Hirschl et al. 2011), die wiederum Großteils auf Informationen aus einer Studie von ICU und Witzenhausen-Institut (2009) aufbauen.

Unter der Annahme, dass sich die Pro-Kopf-Abfallmengen bis 2050 nicht verändern, ergibt sich eine Gesamtmenge an Reststoffen von 1.283.000 t. Es wird angenommen, dass diese entsprechend den Annahmen des Ökologie-Szenarios nach ICU/ Witzenhausen-Institut (ICU/ Witzenhausen-Institut 2009) zu unterschiedlichen Teilen einer energetischen sowie stofflichen Nutzung geführt werden.

Da angenommen wird, dass 2050 zur Erzeugung von Fernwärme keine Müllverbrennungsanlagen oder Festbrennstoffkraftwerke (in denen Biomasse zugefeuert werden könnte) mehr eingesetzt werden, werden die

nicht für eine stoffliche Verwertung vorgesehenen Biomasse-mengen in Vergärungsanlagen eingesetzt. Somit ergibt sich ein Ertrag von ca. 143,4 Mio.m³ Biogas bzw. 87,3 Mio. m³ Bioerdgas²⁵ mit einem Energieinhalt von ca. 2.900 TJ. Falls sich bis 2050 weitere, heute noch nicht im großen Maßstab kommerziell verfügbare Technologien wie beispielsweise Anlagen zur hydrothermalen Carbonisierung (HTC, Erzeugung von „Biokohle“) durchsetzen, sind jedoch auch andere Verwertungswege möglich.

Zusätzlich wird davon ausgegangen, dass in allen Szenarien die im Energiekonzept für 2020 (Ausbauszenario (Hirschl et al. 2011)) abgeschätzten kleinen Biomasseheizungen aufgrund von höheren Rohstoffpreisen sowie sozial-ökologischer Bedenken in der Bevölkerung langsamer installiert werden als geplant, ihre Gesamtleistung jedoch dennoch in allen Szenarien bis 2050 erreicht wird. Für diese Anlagen (im Wohngebäudebereich wurden 6.592 Anlagen in EZFH und 2.620 Anlagen in MFH unterstellt) werden insgesamt ca. 156.000 t Hackschnitzel und Pellets im Jahr 2050 benötigt und dazu von außerhalb importiert. Daneben werden Biokraftstoffe für den Verkehr, Industrie und Gewerbe, sowie über den Erdgas-Mix ggf. auch Biogas nach Berlin importiert.

Potenziale der Windenergie in Berlin

Um klimaneutral zu werden, kann Berlin auch Windenergiepotenziale im eigenen Stadtgebiet heben. Für große Windenergieanlagen (WEA) wird – ausgehend von Aussagen aus Experteninterviews im Rahmen der Erstellung des Berliner Energiekonzepts 2020 – von einem Potenzial von 50 weiteren Standorten in den Randbereichen Berlins und damit einem Stromerzeugungspotenzial von knapp 900 TJ ausgegangen (Hirschl et al. 2011). Kleinwindanlagen wird aufgrund der Ergebnisse von Praxistests dagegen ein eher geringeres Potenzial zugeschrieben (Twele 2013). Somit wird angenommen, dass die für das Berliner Energiekonzept 2020 für dort definierten Stadtraumtyp „Gewerbe und Industrie der 1950er, 1960er, 1970er Jahre“ angegebenen Kleinwindpotenziale (Hirschl et al. 2011) nur zur Hälfte umgesetzt werden können (also ca. 4.500 Kleinwindanlagen mit einer Stromerzeugung von ca. 120 TJ) und in allen anderen Stadtraumtypen maximal noch einmal die selbe Anzahl von KWEA errichtet werden könnte. Daraus ergibt sich ein maximales Stromerzeugungspotenzial durch Kleinwindanlagen von gut 240 TJ.

EE- Potenziale der Berliner Stadtgüter im Land Brandenburg

Eine durch die umweltplan projekt GmbH im erstellte Studie (umweltplan 2008) zeigt Wind- und PV-Potenziale auf Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH auf. Für beide Technologien wurden Ergebnisse für geeignete und bedingt geeignete Flächen anhand verschiedener Eignungskriterien (z. B. Ausschluss von Landschaftsschutzgebieten, Lage in heute bereits ausgewiesenen Windeignungsgebieten). Tab. B.8-7 zeigt, dass PV-Freiflächenanlagen bei der Berücksichtigung von geeigneten und bedingt geeigneten Flächen einen potenziellen jährlichen Energieertrag 1.406 TJ hätten. Der potenzielle jährliche Energieertrag für Windkraftanlagen liegt bei 1.493 TJ. Für die Nutzung der Windenergiepotenziale wäre jedoch eine Änderung bzw. Ausweitung der Windeignungsgebiete oder ein Übergang zu Einzelfallprüfungen notwendig. Aufgrund von Naturschutzbelangen wird eine Reduktion des Stromerzeugungspotenzials auf 1.187 TJ in einem als wahrscheinlich bewerteten Zubauszenario angenommen.

²⁵ Unter der Annahme eines durchschnittlichen Methangehaltes im Biogas von 60 %, eines Methanschlupfes bei der Aufbereitung zu Erdgasqualität von 2,6 % sowie eines ungefähren Verbrauchs des Energieinhalts von 8 % Energieinhalt des Endproduktes für die Aufbereitung

Momentan werden laut einer Pressemitteilung des BWE (BWE 2013) auf Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH durch 28 WEA gut 220 TJ Strom erzeugt. Die Anzahl der WEA soll laut diesen Planungen bis 2020 auf 80 erhöht werden, wodurch – unter der konservativen Annahme, dass die neu errichteten Anlagen ein ähnliches Stromerzeugungspotenzial aufweisen wie die schon bestehenden – knapp 640 TJ Strom produziert werden könnten. Laut der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt vorliegenden Informationen existieren dagegen sogar Planungen der Berliner Stadtgüter GmbH für 76 weitere WEA (ggf. plus 10 zusätzliche), die bei obenstehenden Annahmen eine Strommenge von ca. 830 TJ erzeugen könnten. Da diese Stromerzeugung etwas unter dem von umweltsplan (2008) ermittelten Wert liegt, wird eine Umsetzung in den Zielszenarien bis 2050 als wahrscheinlich angenommen.

	Photovoltaik		Windenergie	
	geeignete und bedingt geeignete Flächen	geeignete Flächen	geeignete und bedingt geeignete Flächen	wahrscheinliches Zubauszenario
mögliche Fläche (ha)	1.601,4	302,80	1.001	
Nennleistung (MW)	428		212	169
Potenzieller Energieertrag (TJ/a)	1.405,71	268,14	1.492,68	1.187,01

Tabelle B.8-7.: PV- und Windenergie-Potenziale der Berliner Stadtgüter im Land Brandenburg ;
Quelle: Eigene Darstellung basierend auf umweltsplan 2008

Auch im Bereich PV-Anlagen wurden von der Berliner Stadtgüter GmbH bereits Projekte umgesetzt. 2011 wurde etwa der Solarpark Rüdersdorf übergeben, in dem mehr als 28.000 Solarmodule im Jahr über fünf Mio. kWh Strom produzieren und damit mehr als 3100 Tonnen CO₂ eingespart werden (Märkische Oderzeitung o. J.). Aufgrund des zusätzlichen Flächenbedarfs von PV-Freiflächenanlagen im Vergleich zu PV-Anlagen auf Berliner Dächern und Fassaden, wird jedoch empfohlen, die innerstädtischen PV-Potenziale prioritär zu erschließen.

Zusätzlich liegt grundsätzlich ein Potenzial für die Nutzung von Bioenergie auf den Berliner Stadtgütern vor. Dies zeigt sich anhand von 2 Beispielprojekten - zum einen plant der Energiekonzern RWE zusammen mit der Berliner Stadtgüter GmbH in Königs-Wusterhausen eine 360 ha Kurzumtriebsplantagen (KUP) anzulegen. Zum anderen entwickelt die Berliner Stadtgüter GmbH ein Modellprojekt in Wansdorf (Berliner Stadtgüter o. J.; Bioenergie-Region Ludwigsfelde Plus+ 2013). Gegenwärtig liegt jedoch keine genauere Quantifizierung dieser Potenziale vor.

Energie- und CO₂-Bilanzen nach Handlungsfeldern

Aus den Ergebnissen der Handlungsfelder konnte auf Basis des Endenergieverbrauchs analog zur handlungsfeldbezogenen Bilanzierungsstruktur für 2010 die szenarienspezifischen Endenergie- und CO₂-Verursacherbilanzen erstellt werden, siehe die anschließenden Tabellen für das Referenzszenario sowie das Zielszenario 1 und 2 (Tab. B.8-8 bis B.8-10). Diese dienen dem Handlungsfeld Energieversorgung als Arbeitsgrundlage bei der Modellierung der Szenarien der Energiebereitstellung und des Umwandlungsbereiches. Mit den sowohl im Hauptteil als auch im Anhang weiter oben erläuterten Annahmen ergeben sich die Primärenergie- und CO₂-Quellenbilanzen der drei Szenarien.

Bei der Primärenergiebilanz wurden Umwandlungseinsatz und Umwandlungsausstoß zusammengefasst. Hierdurch kommt es in der Darstellung immer dann zu negativen Einträgen, wenn ein Energieträger nicht verbraucht sondern geliefert wird.

Die Quellenbilanz wird in den Zielszenarien für 2050 nur um 74 % bzw. 80 % reduziert, also weniger, als in den Zielvorgaben der Bundesregierung gemäß der Quellenbilanz für 2050 vorgesehen (80-95 %). Dies ist dem Umstand geschuldet, das Berlin auf Grund des großen Fernwärmenetzes mit Emissionen behaftete fossile Stromerzeugung in Deutschland überproportional an sich zieht. Auch wenn hier nicht bundesweit bilanziert wird, ist dieser Umstand in der Tendenz zu begrüßen, da hierdurch die Effizienz der fossilen Reststromerzeugung verstärkt wird.

Zusätzliche Literatur Hintergrundmaterial

- Amt für Statistik Berlin Brandenburg (2011): Binnenschifffahrt im Land Berlin. 4. Vierteljahr 2010. Statistischer Bericht H II 1 – vj 4 / 10. https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/Publikationen/Stat_Berichte/2011/SB_H2-1_vj4-10_BE.pdf. Zugriff 30.03.2013.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg [Statistischer Bericht E IV 4 – j / 10] (2013a): Energie- und CO₂-Bilanz in Berlin 2010.
- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2013b): Bruttoinlandsprodukt und Bruttowertschöpfung im Land Berlin nach Wirtschaftsbereichen 1991 bis 2012.
- Autorenkollektiv Universität Greifswald (2009): Paludikultur. Perspektiven für Mensch und Moor. http://paludiculture.botanik.uni-greifswald.de/documents/paludiculture_broschuere.pdf. 25.11.2013.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2012): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global. Schlussbericht. Berlin: BMU.
- Bock, Benno/ Steiner, Josephine (2013): Flexibles Carsharing: Zahlen, Daten und Interpretationen zur verkehrlichen Wirkung in Europa und Nordamerika. http://www.innoz.de/fileadmin/INNOZ/pdf/pr%C3%83%C2%A4sentationen/2013-08-08_InnoZ-Pr%C3%A4sentationen_Symposium_MC_js02_NEU.pdf. Zugriff 22.01.2014.
- Bost, Mark, Timo Böther, Bernd Hirschl, Sebastian Kreuz, Anna Neumann und Julika Weiß (2012): *Erneuerbare Energien Potenziale in Brandenburg 2030*. Berlin: Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). http://www.ioew.de/publikation_single/Erneuerbare_Energien_Potenziale_in_Brandenburg_2030/. Zugriff 17.11.2013
- Byrne, K.A., Chojnicki, B., Christensen, T.R., Drösler, M. & A. Freibauer (2004). EU peatlands: Current carbon stocks and trace gas fluxes. CarboEurope-GHG Concerted Action – Synthesis of the European Greenhouse Gas Budget, Report 4/2004, Specific Study, Tipo-Lito Recchioni, Viterbo, October 2004, ISSN 1723-2236.
- Couwenberg, J., Augustin, J., Michaelis, D., Wichtmann, W. & H. Joosten (2008): Entwicklung von Grundsätzen für eine Bewertung von Niedermooren hinsichtlich ihrer Klimarelevanz. Studie im Auftrag des Ministeriums für Landwirtschaft und Naturschutz M-V. DUENE e.V., Greifswald. 33 S. http://paludiculture.botanik.uni-greifswald.de/links_ger.html
- Dannbeck, Ingrid (2012): Energieeffizienz - Dienstleistungen der GASAG Berlin. http://www.berliner-energetage.de/fileadmin/user_upload/2012/Tagungsmaterial/3.03_Ingrid_Dannbeck_-_Energieeffizienz_-_Dienstleistungen_der_GASAG.pdf. Zugriff 13.04.1013
- Destatis (2011a): Eisenbahnverkehr 2010. Fachserie 8, Reihe 2. https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Personenverkehr/Schienenverkehr/EisenbahnverkehrJ2080200107004.pdf?__blob=publicationFile. Zugriff 22.04.2013.
- Destatis (2011b): Luftverkehr auf allen Flugplätzen 2010. Fachserie 8, Reihe 6.2. https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Luftverkehr/LuftverkehrAlleFlugplaetze2080620107004.pdf?__blob=publicationFile. Zugriff 22.04.2013.
- DGMT (2011): Was haben Moore mit dem Klima zu tun? Faltblatt.

- Drösler, M., Schaller, L., Kantelhardt, J., Schweiger, M., Fuchs, D., Tiemeyer, B., Augustin, J., Wehrhan, M., Förster, C., Bergmann, L., Kapfer, A. & G.-M. Krüger (2012): Beitrag von Moorschutz und – revitalisierungsmaßnahmen zum Klimaschutz am Beispiel von Naturschutzgroßprojekten. *Natur und Landschaft* 87 (2): 70-76.
- DUENE e.V. (o. J.): Institut für Dauerhaft Umweltgerechte Entwicklung von Naturräumen der Erde. <http://www.duene-greifswald.de>. Zugriff 25.11.2013
- Dunger, K.; Stümer, W.; Oehmichen, K.; Riedel, T. & A. Bolte (2009): Der Kohlenstoffspeicher Wald und seine Entwicklung. *AFZ-Der Wald* 64, 20: 1072-1073.
- Greenpeace e.V. (2013): Der Ökowald als Baustein einer Klimaschutzstrategie. Potenzial des integrativen Prozessschutz-Waldbaus. Gutachten im Auftrag von Greenpeace e.V. Hamburg. http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/waelder/20130527-Klima-Wald-Studie.pdf. Zugriff 28.11.2013
- Hirschl, Bernd/ Aretz, Astrid/ Prahl, Andreas/ Böther, Timo/ Heinbach, Katharina/ Pick, Daniel/ Funcke, Simon (2010): Kommunale Wertschöpfung durch erneuerbare Energien. Schriftenreihe des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (Hrsg.). Nr. 196/10. Berlin. http://www.ioew.de/uploads/tx_ukioewdb/IOEW_SR_196_Kommunale_Wertsch%C3%B6pfung_durch_Erneuerbare_Energien.pdf. Zugriff 02.02.2013
- Höper, H. (2007): Freisetzung von Treibhausgasen aus deutschen Mooren. *Telma* 37: 85-116.
- IWU (Institut Wohnen und Umwelt) (2005): Deutsche Gebäudetypologie – Systematik und Datensätze. Darmstadt: IWU.
- IWU (Institut für Wohnen und Umwelt) (2014): Gradtagszahlen für Deutschland. <http://www.iwu.de/downloads/fachinfos/energiebilanzen/#c205>. Zugriff 12.03.2014.
- Joosten, H./ Clarke, D. (2002): Wise use of mires and peatland – Background and principles including a framework for decision-making. International Mire Conservation Group / International Peat Society.
- Lehrkamp, H. (1987): Die Auswirkungen der Melioration auf die Bodenentwicklung im Randow-Welse-Bruch. Diss. A., Sektion Pflanzenproduktion, Humboldt-Universität Berlin, 99 S.
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MKULNV) (2013): Wald und Klimaschutz in NRW. Beitrag des NRW Clusters ForstHolz zum Klimaschutz – Kurzfassung der Studie. Düsseldorf. http://www.umwelt.nrw.de/klima/pdf/130422_nrw_cluster_forstholz_klimaschutz_kurz.pdf. Zugriff 27.11.2013
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (LUMV) (2009): Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Moore. Fortschreibung des Konzeptes zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore. Schwerin.
- Münze, M./ Riestenpatt, D. (2013): Besprechungstermin am 12.09.2013. *Berliner Forsten*. Berlin.
- Neuhoff, Karsten/ Amecke, Hermann/ Novikova, Alexandra/ Stelmakh, Kateryna (2011): Energetische Sanierung: Handlungsbedarf auf vielen Ebenen. *DIW-Wochenbericht* 34/2011: 3-12.
- Niedersächsisches Umweltministerium (2002): Niedermoore in Niedersachsen. Ihre Bedeutung für Gewässer, Boden, Klima und die biologische Vielfalt.

- Pistorius, T. (2007): Kohlenstoffspeicherung in Wald und Holzprodukten. Wie Wirtschaftswald und nachhaltige Forstwirtschaft in Baden-Württemberg zum Klimaschutz beitragen. FVA Baden-Württemberg. http://www.waldundklima.de/wald/wald_docs/pistorius_fva_2007_01.pdf. 28.11.2013
- Rost, Susanne und Sebastian Wolff (2013): *Volksentscheid Energetisch Berlin*. Berliner Zeitung. <http://www.berliner-zeitung.de/energetisch/vattenfall-und-der-volksentscheid-keine-siegesfeier--bei-vattenfall,24736472,24892836.html>. Zugriff 08.11.2013.
- SenStadtUm (2005), Forstbetriebskarte. FIS-Broker. <http://fbinter.stadt-berlin.de/fb/index.jsp>. Zugriff 27.11.2013
- SenStadt (2007): Natürlich BERLIN! – Naturschutzgebiete und Natura 2000-Gebiete in Berlin. Berlin.
- SenStadt (2011): Stadtentwicklungsplan Klima. Urbane Lebensqualität im Klimawandel sichern. Berlin.
- SenStadtUm (2012): Strategie Stadtlandschaft Berlin natürlich urban produktiv. Berlin
- Stadt Hamburg (2012): Fahrradleihsystem StadtRad Hamburg. <http://www.hamburg.de/contentblob/3296120/data/stadtrad-praesentation-am-9-2-2012.pdf>
- Statistisches Bundesamt (2013): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen - Input-Output-Rechnung 2009.
- Statistisches Bundesamt [Pressemitteilung vom 30. April 2012 – 149/12] (2012): *Arbeitsproduktivität in Deutschland seit 1991 um 22,7 % gestiegen*.
- Succow, M./ Joosten, H. (Hrsg.) (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 622 S.
- Tolonen, K./ Turunen, J. (1996): Accumulation rates of carbon in mires in Finland and implications for climate change. *The Holocene* 6: 171-178.
- Trend Research (2011): Marktakteure Erneuerbare – Energien - Anlagen In der Stromerzeugung. http://www.kni.de/media/pdf/Marktakteure_Erneuerbare_Energie_Anlagen_in_der_Stromerzeugung_2011.pdf. Zugriff 25.07.2012.
- Trepel, M. (2008): Zur Bedeutung von Mooren in der Klimaschutzdebatte. Jahresbericht des Landesumweltamtes für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein 2007/2008.
- Umweltbundesamt (UBA) (2013): Treibhausgasausstoß in Deutschland 2012 – vorläufige Zahlen aufgrund erster Berechnungen und Schätzungen des Umweltbundesamtes, Stand Februar 2013, S. 4. http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/hintergrund_treibhausgasaussto_ss_d_2012_bf.pdf. Zugriff 22.12.2013.
- Vattenfall Europe AG (2013): Vattenfall Europe Berlin - Energie für die Hauptstadt. <http://www.businesslocationcenter.de/de/service/angebote-der-blc-partner/kompetenzen-im-bereich-versorgung/vattenfall-europe-ag>. Zugriff 26.11.2013.
- Weiß, Julika, Andreas Prah, Katharina Heinbach, Bernd Hirschl, Gabriel Weber und Steven Salecki (2012): *Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien in zwei Modellkommunen in Nordrhein-Westfalen*. Berlin.
- Wichtmann, W./ Joosten, H. (2007): Paludiculture: peat formation and renewable resources from rewetted peatlands. *IMCG-Newsletter*, issue 2007/3, August 2007, S. 24-28

