Julika Weiß, Anna Neumann, Steffi Kramer, Mark Bost, Tobias Kuttler

Erneuerbare Energien im Verkehr in Berlin-Brandenburg

Untersuchung des Sachstands und des Handlungsbedarfes möglicher regionaler Energiepartnerschaften von Metropole und Region (Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg) im Verkehr

Gutachten im Auftrag der Gemeinsamen Landesplanungsabteilung der Länder Berlin und Brandenburg

Erstellt im Rahmen des INTERREG IVC-Projekts Catch-MR

Berlin, 8.12.2011

INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Impressum

Verfasser:

Institut für ökologische
Wirtschaftsforschung (IÖW)
Potsdamer Straße 105
D-10785 Berlin
Tel. +49 – 30 – 884 594-0
Fax +49 – 30 – 882 54 39
E-mail: mailbox@ioew.de
www.ioew.de

In Kooperation mit:

Innovationszentrum für Mobilität und
gesellschaftlichen Wandel (InnoZ)
Torgauer Str. 12-15
D-10829 Berlin
Tel. +49 – 30 – 23 88 84 – 0
Fax +49 – 30 – 23 88 84 – 120
Email: info@innoz.de
http://www.innoz.de/

Inhaltsverzeichnis

0 Kurzfassung VII

0.1 Welche Potenziale bestehen zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen in Berlin und Brandenburg? VII
0.2 Welchen Stand und welche Potenziale gibt es für den Einsatz erneuerbarer Energien im Personenverkehr? X
0.3 Wie können (regionale) Partnerschaften den Einsatz erneuerbarer Energien im Personenverkehr voranbringen? XIII

1 Einleitung 1

2 Potenziale zur Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien in Berlin-Brandenburg 3

2.1 Erneuerbare Energien in Berlin 4
2.1.1 Ausbaustand Berlin 4
2.1.2 Technische Langfristpotenziale Berlin 6
2.1.3 Erschließbare Potenziale 2020 Berlin 10
2.1.4 Infrastruktur der Energieversorgung in Berlin 12
2.1.5 Relevante Akteure in Berlin 13
2.2 Erneuerbare Energien in Brandenburg 13
2.2.1 Ausbaustand Brandenburg 14
2.2.2 Technische Langfristpotenziale in Brandenburg (2050) 17
2.2.3 Erschließbare Potenziale 2020 in Brandenburg 23
2.2.4 Infrastruktur der Energieversorgung 30
2.2.5 Relevante Akteure 30
2.3 Netzausbau und intelligente Netznutzung 31
2.3.1 Konventionelle Stromerzeugung 32
2.3.2 Gesicherte Leistung 32
2.3.3 Netzausbau 34
2.3.4 Energiespeicher 35
2.3.5 Power-to-Gas 36
2.3.6 Intelligente Netznutzung 38
2.4 Fazit 38

3 Nutzung Erneuerbarer Energien im Personenverkehr 41

3.1 Politische Rahmenbedingungen 42
3.1.1 Politische Rahmenbedingungen in Berlin 42
3.1.2 Politische Rahmenbedingungen in Brandenburg 45
3.1.3 Gemeinsame Innovationsstrategie 47
3.1.4 Zwischenfazit 47
3.2 Verkehrliche Entwicklung und deren Auswirkungen auf die Umwelt 48
3.2.1 Status quo und Verkehrsprognose bis 2025 48
3.2.2 Energieverbrauch im Verkehr in Berlin und Brandenburg 50

3.3 Bestand und Potenzial von EE-Mobilität 52
3.3.1 Motorisierter Individualverkehr 52
3.3.2 Öffentlicher Personennahverkehr und -fernverkehr 64
3.3.3 Zwischenfazit 68
3.4 Akzeptanz von alternativen Antrieben 68
3.5 Relevante Akteure 71
3.6 Fazit 74

4 Regionale Energiepartnerschaften: Die Sicht von Expertinnen und Experten sowie praktische Beispiele 75

4.1 Auswertung der Experteninterviews zum Themenbereich klimafreundliche Mobilität 75
4.1.1 Perspektiven und Potenziale der EE-Mobilität 76
4.1.2 Erfolgsfaktoren und Auswirkungen der regionalen Nähe 79
4.1.3 Hemmnisse 81
4.1.4 Mögliche Fördermaßnahmen und Optimierung der Rahmenbedingungen auf regionaler Ebene 83
4.1.5 Erfolgreiche Beispiele 84
4.2 Auswertung ausgewählter Praxisbeispiele 85
4.2.1 Kurzdarstellung der Projekte 86
4.2.2 Ergebnisse der Auswertung 90

5 Fazit 93

6 Literaturverzeichnis 99

7 Anhang 106

Steckbriefe der Beispielprojekte 106
Projekt 1: BeMobility - Berlin elektroMobil 107
Projekt 2: e-mobility Berlin 110
Projekt 3: e-SolCar 112
Projekt 4: Gesteuertes Laden V2.0 114
Projekt 5: BBI CO_2-neutrale Tankstelle 116
Projekt 6: Solartankstelle der ORCO-GSG 118
Projekt 7: Hybridkraftwerk Prenzlau 120
Projekt 8: Plusenergiehaus Berlin 122
Projekt 9: Clean Energy Partnership 124
Projekt 10: BioErdgas Rathenow 126
Projekt 11: Erdgasbusflotte Frankfurt/Oder 128
Projekt 12: BSR (Wasserstoff- und Biogas- Nutzung) 130

Abbildungsverzeichnis

Abb. 0.1: Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtstrombedarf 2009, sowie in Referenz- und Ausbau-Plus-Szenario 2020 in Berlin VIII
Abb. 0.2: EE-Stromerzeugungspotenziale 2020 in Brandenburg im Vergleich zum prognostizierten Strombedarf (Stromerzeugung in GWh) IX
Abb. 2.1: Stromerzeugung durch erneuerbare Energien in Berlin 5
Abb. 2.2: Anteile langfristiger Berliner EE-Potenziale am Stromverbrauch 2050 9
Abb. 2.3: Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtstrombedarf 2009, sowie in Referenz- und Ausbau-Plus-Szenario 2020 12
Abb. 2.4: Entwicklung der Strombilanz von Brandenburg 14
Abb. 2.5: Entwicklung der Stromerzeugung in Brandenburg nach Energieträgern 15
Abb. 2.6: Entwicklung der installierten Leistung erneuerbarer Energieerzeuger in Brandenburg 16
Abb. 2.7: Technische Langfristpotenziale (2050) der erneuerbaren Energien in Brandenburg in GWh/a 23
Abb. 2.8: Erfolgter und angenommener Ausbau der Windkraft in Brandenburg 25
Abb. 2.9: Erfolgter und angenommener PV-Ausbau 26
Abb. 2.10: Prognostizierter EE-Ausbau in Brandenburg im Vergleich zu den technischen Potenzialen (installierte Leistung in MW) 28
Abb. 2.11: Prognostizierte EE-Stromerzeugung in Brandenburg im Vergleich zum prognostizierten Strombedarf (Stromerzeugung in GWh) 29
Abb. 2.12: Bedarf und prognostizierte Entwicklung der gesicherten Leistung 33
Abb. 3.1: Mögliche Kraftstoffpfade 41
Abb. 3.2: Hauptverkehrsmittelwahl in Berlin und Brandenburg 2008 49
Abb. 3.3: Endenergieverbrauch des Verkehrs in Berlin 51
Abb. 3.4: Endenergieverbrauch des Verkehrs in Brandenburg 51
Abb. 3.5: Motorisierungsgrad in der Region Berlin-Brandenburg 2007 53
Abb. 3.6: CO_2-Emissionen von Pkw (g/km) 55
Abb. 3.7: Entwicklung des Elektromobilitätspotentials differenziert nach Raumtyp 58
Abb. 3.8: Raumtypen in Berlin und Brandenburg 59
Abb. 3.9: Wasserstofftankstellen in Berlin Quelle: Eigene Darstellung nach CEP (2011) 61
Abb. 3.10: Erdgastankstellen in Brandenburg 63
Abb. 3.11: Akteure aus den Bereichen Mobilität, Wissenschaft sowie Infrastruktur und Energieversorgung in Berlin-Brandenburg 71
Abb. 3.12: Branchenübergreifende Kooperation 73

Tabellenverzeichnis

Tab. 0.1: Stromerzeugung 2009/2010 bzw. Stromerzeugungspotenziale in Referenz- und Ausbau-Plus-Szenario für Berlin und Brandenburg VIII
Tab. 0.2: Pkw-Bestand und -Anteil alternativer Antriebsarten, Stand 1.1.2011 XI
Tab. 0.3: Übersicht über die Beispielprojekte XIV
Tab. 2.1: Stromerzeugung in Berlin 2009 5
Tab. 2.2: Langfristige technische Stromerzeugungspotenziale (2050) 9
Tab. 2.3: Bis 2020 erschließbare Potenziale erneuerbarer Energien in Berlin 11
Tab. 2.4: Stromerzeugung in Brandenburg durch erneuerbare Energien 2007–2010 17
Tab. 2.5: Technisches Windkraft-Potenzial in Brandenburg aufgrund von Raumanalysen 18
Tab. 2.6: Abschätzung der technischen PV-Potenziale 19
Tab. 2.7: Thermische und elektrische Nutzung der Biomasse-Potenziale 21
Tab. 2.8: Technische Langfristpotenziale (2050) der erneuerbaren Energien in Brandenburg 22
Tab. 2.9: Prognostizierter EE-Ausbau in Brandenburg im Vergleich zu den technischen Potenzialen (installierte Leistung in MW) 29
Tab. 2.10: Prognostizierte Entwicklung der gesicherten Leistung 33
Tab. 2.11: Wirkungsgrade für verschiedene Power-to-Gas-Verfahren 37
Tab. 2.12: Stromerzeugung 2009/2010 bzw. Stromerzeugungspotenziale in Referenz- und Ausbau-Plus-Szenario für Berlin und Brandenburg 39
Tab. 3.1: Pkw-Bestand und -Anteil alternativer Antriebsarten, Stand 1.1.2011 54
Tab. 4.1: Übersicht über die befragten Experten 75
Tab. 4.2: Übersicht über die Beispielprojekte 90

Abkürzungsverzeichnis

CEP	Clean Energy Partnership
EE	erneuerbare Energien
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
MiD	Mobilität in Deutschland
MIV	Motorisierter Individualverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PV	Photovoltaik
SPFV	Schienenpersonenfernverkehr
SPNV	Schienenpersonennahverkehr
SrV	Verkehrserhebung Mobilität in Städten (System repräsentativer Verkehrsverhaltensbefragungen)
üÖPNV	übriger ÖPNV

0 Kurzfassung

Die Bundesländer Berlin und Brandenburg haben sich ehrgeizige klima- und energiepolitische Ziele gesteckt. Um diese zu erreichen, müssen auch Konzepte für eine klimafreundlichere Gestaltung des Mobilitätsbereichs entwickelt und umgesetzt werden. Der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern (EE) anstelle von fossilen Kraftstoffen stellt - neben Strategien zur Vermeidung von Verkehr und zur Verlagerung auf nicht-motorisierte und öffentliche Verkehrsmittel - einen wichtigen Bestandteil solcher Mobilitätskonzepte dar. Zudem bestehen in Brandenburg große Potenziale für die erneuerbare Energieerzeugung, die mittel- bis langfristig den Eigenbedarf überschreiten werden. Gleichzeitig besteht insbesondere in Berlin eine hohe Nutzungsdichte. Dies bietet gute Voraussetzungen für eine Nutzung der regional-erzeugten EE im Verkehrsbereich in der Region. Vor diesem Hintergrund untersucht das Gutachten „Erneuerbare Energien im Verkehr in Berlin-Brandenburg“ auch, welche Möglichkeiten für den Einsatz regional erzeugter erneuerbarer Energien im Verkehr bestehen.

Das Gutachten beschränkt sich auf eine Betrachtung des **Personenverkehrs** (öffentlich und privat), da die Ergebnisse des Gutachtens in das INTERREG IVC-Projekt Catch-MR (Cooperative approaches to transport challenges in Metropolitan Regions) einfließen, das diesen Schwerpunkt gesetzt hat. Ziel des Gutachtens ist es, Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft in der Region Berlin-Brandenburg die Potenziale für Mobilität, die auf erneuerbaren Energien basiert, aufzuzeigen und Anstöße zur Entwicklung regionaler Energiepartnerschaften zu geben. Die zentralen Ergebnisse des Gutachtens werden anhand von drei Teilfragen präsentiert:

0.1 Welche Potenziale bestehen zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen in Berlin und Brandenburg?

Im Rahmen des Gutachtens werden primär die Stromerzeugungs- sowie Biomassepotenziale in Berlin und Brandenburg betrachtet, da diese im Hinblick auf klimafreundliche Mobilität von besonderer Relevanz sind. Zusätzlich wird näher auf den Netzausbau und die Netzregulierung eingegangen, da diese für den Ausbau erneuerbarer Energien (EE) relevant sind.

Für Berlin und Brandenburg wurden jeweils der jetzige Ausbaustandard, das technische Langfristpotenzial (2050), sowie bis 2020 erschließbare Potenziale abgeschätzt. Da der Schwerpunkt auf letztere gelegt wurde, wurden für Berlin und Brandenburg jeweils

- ein **Referenz-Szenario** (das von einer Fortführung der Entwicklung der letzten Jahre ausgeht und für Brandenburg weitgehend mit den politischen Zielsetzungen des Landes im Rahmen der Energiestrategie 2020 übereinstimmt) sowie
- ein **Ausbau-Plus-Szenario** (das auf weiteren landespolitischen Aktivitäten zum Ausbau erneuerbarer Energien basiert) ermittelt.

Die größten EE-Potenziale liegen in der Metropolregion insbesondere bei der Stromerzeugung aus Solar- und Windenergie. Das endogene Potenzial an Biomasse und insbesondere für **Biokraftstoffe** ist dagegen in Berlin und Brandenburg sehr eingeschränkt. In Berlin fehlen die für den Anbau von Biomasse notwendigen Flächen, in Brandenburg bestehen starke Nutzungskonkurrenzen insbesondere zur Nahrungsmittelproduktion. Das mittel- bis langfristige Biokraftstoffpotenzial der Metropolregion beschränkt sich damit auf die in Brandenburg verfügbaren 7,76 PJ/a. Damit können

endogen erzeugte Biokraftstoffe nur sehr eingeschränkt zur auf erneuerbaren Energien basierenden Mobilität in der Metropolregion beitragen. Die **Stromerzeugung** 2009/2010 sowie die Stromerzeugungspotenziale in Referenz- und Zielszenario für Berlin, Brandenburg sowie die gesamte Metropolregion sind in Tab. 0.1 verzeichnet.

Tab. 0.1: Stromerzeugung 2009/2010 bzw. Stromerzeugungspotenziale in Referenz- und Ausbau-Plus-Szenario für Berlin und Brandenburg

	Brandenburg			Berlin			Metropolregion	
[GWh]	2010	2020		2009	2020		2020	
		Referenz	Ausbau-Plus		Referenz	Ausbau-Plus	Referenz	Ausbau-Plus
Biomasse	2.255	2.674	2.674	274	1.184	1.221	3.858	3.895
Solar	552	2.556	4.127	12	23	99	2.579	4.226
Wasser	27	56	56	0	0	0	56	56
Wind	7.619	15.278	18.240	5	5	43	15.283	18.283
Geothermie	0	0	152	0	0	0	0	152
Summe EE	**10.453**	**20.563**	**25.249**	**292**	**1.212**	**1.363**	**21.775**	**26.612**

Abb. 0.1 stellt die Anteile am (prognostizierten) Gesamtstrombedarf in Berlin dar, der durch Stromerzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien in der Stadt erreicht werden könnte. Im Jahr 2020 könnten demnach bei verstärktem Ausbau erneuerbarer Energien im Ausbau-Plus-Szenario (jedoch unter Berücksichtigung des geplanten Einsatzes importierter Biomasse in größeren Biomassekraftwerken) ein Anteil von 13,7 % am Stromverbrauch der Stadt Berlin durch erneuerbare Energien gedeckt werden.

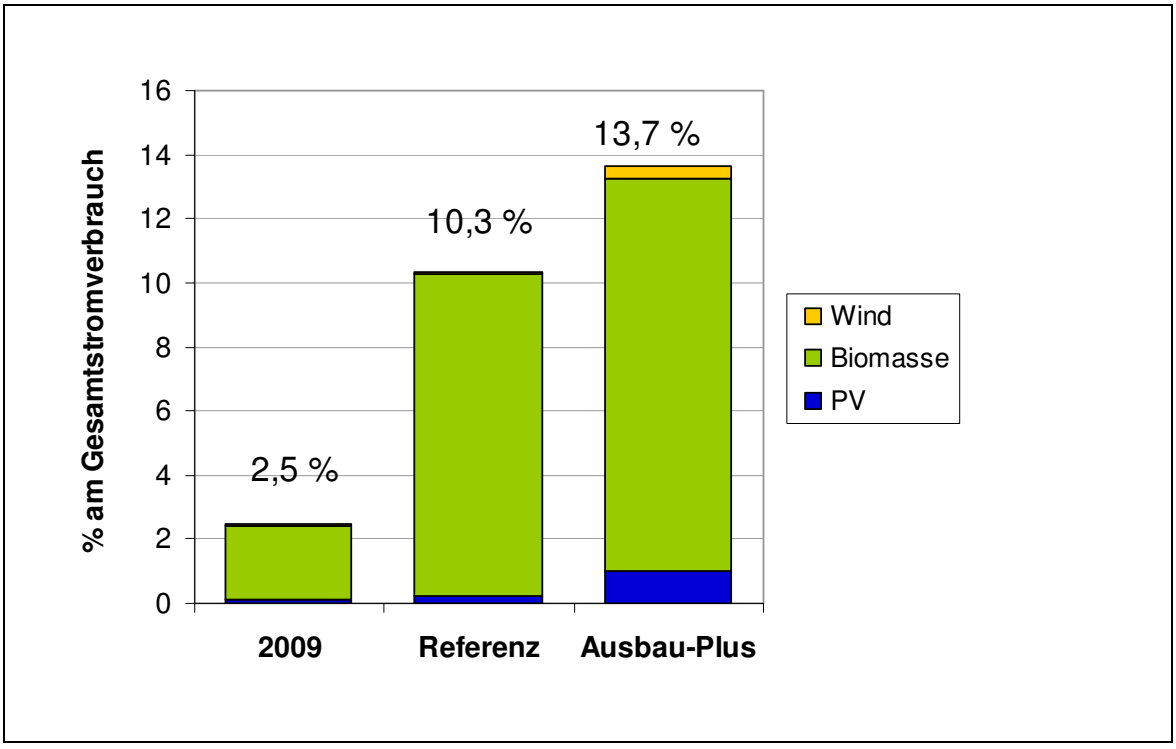


Abb. 0.1: Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtstrombedarf 2009, sowie in Referenz- und Ausbau-Plus-Szenario 2020 in Berlin
Quelle: Hirschl et al. (2011)

In Brandenburg konnten die erneuerbaren Energien bereits 2010 mit einer Erzeugung von 10.453 GWh Strom rund 70 % des elektrischen Endenergiebedarfs decken. Bei einer Erschließung der in Brandenburg bis zum Jahr 2020 ermittelten Stromerzeugungspotenziale aus erneuerbaren Energien in Höhe von gut 25.000 GWh (Ausbau-Plus-Szenario) könnte zusammen mit dem erneuerbaren Strom aus Berlin summarisch sogar der gesamte prognostizierte Strombedarf der Metropolregion Berlin-Brandenburg im Jahr 2020 gedeckt werden (siehe Tab. 0.2 und Abb. 0.2). Aufgrund der hohen Fluktuation der Stromerzeugung aus erneuerbaren Quellen kann diese bis 2020 jedoch nur etwa zu einem Drittel die benötigte gesicherte Leistung der Metropolregion stellen. Stromerzeugung auf Basis fossiler Energieträger bleibt also zunächst weiterhin notwendig. Der überwiegend fossil erzeugte Berliner KWK-Strom ergänzt sich vor diesem Hintergrund gut mit dem Brandenburger Ausbau erneuerbarer Energien.

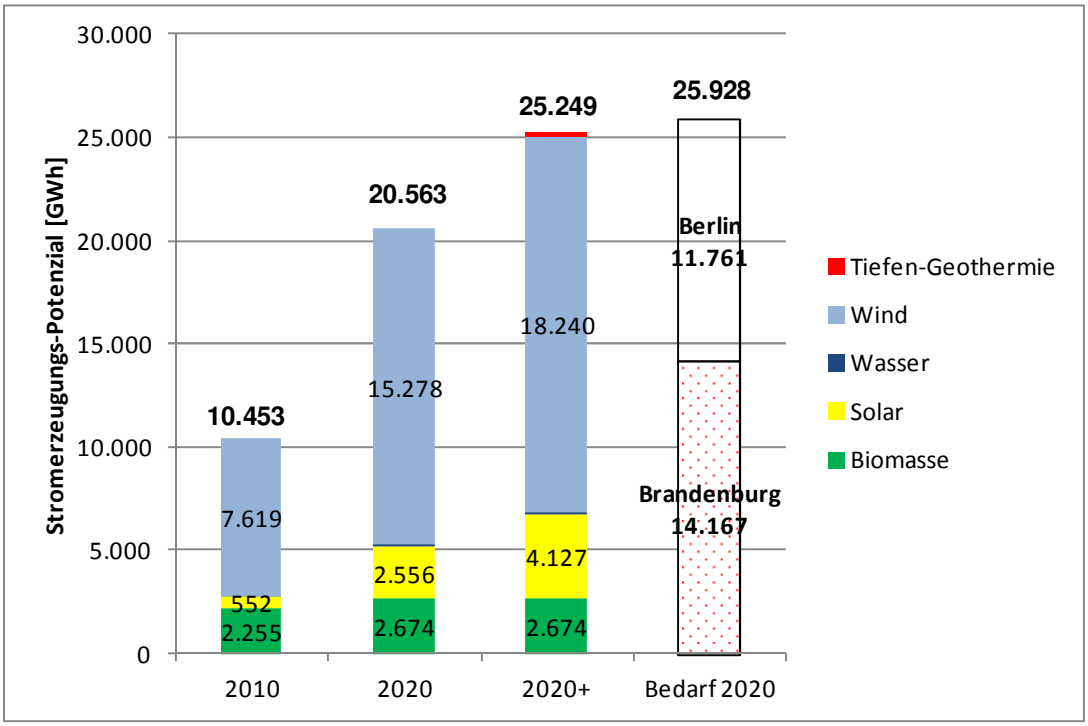


Abb. 0.2: EE-Stromerzeugungspotenziale 2020 in Brandenburg im Vergleich zum prognostizierten Strombedarf (Stromerzeugung in GWh)
Eigene Darstellung

Bei gleichzeitiger konventioneller Stromerzeugung entsteht ein hoher regionaler Stromüberschuss insbesondere in Brandenburg, welcher prinzipiell auch im Mobilitätsbereich genutzt werden kann. Voraussetzung dafür ist jedoch die „intelligente Nutzung“ sowie der Ausbau der Stromnetze und die Integration verschiedener Konzepte zur Energiespeicherung. Mobilität kann bei diesen Konzepten integriert werden, wie erste Projekte im Bereich Elektromobilität und Power-to-Gas (Nutzung von Strom zur Erzeugung von Methan oder Wasserstoff) zeigen.

- So könnte der Einsatz temporär „überschüssigen“ erneuerbaren Stroms für den Verkehrssektor (z. B. durch „Windgas“ aus Starkwindphasen) in der Region Berlin-Brandenburg dazu beitragen, die Abregelung von Stromerzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien zu vermeiden und bei der Übertragung anfallende Verluste zu verringern.

- Elektromobilität kann darüber hinaus einen Beitrag zu den erforderlichen Systemdienstleistungen leisten, wobei dieser Anteil in den nächsten Jahrzehnten nur langsam erschlossen werden dürfte. Im Gas-Netz stehen dagegen schon hohe Speicherkapazitäten zur Verfügung, hier hat jedoch die Umwandlung von Strom in Gas, die Power-to-Gas-Infrastruktur, eine limitierende Rolle.

Hemmnisse für den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung sind neben der begrenzten Aufnahme-, Übertragungs- und Speicherkapazitäten der Netzinfrastruktur hauptsächlich Akzeptanzprobleme. So ist sowohl der weitere Ausbau erneuerbarer Energien als auch der Netze unter anderem von der Akzeptanz der Bürgerinnen und Bürger vor Ort abhängig, die nicht immer gegeben ist. Daneben existieren für die einzelnen Energieträger spezifische Ausbauhemmnisse, so die derzeit geringen Flächen für neue Windenergieanlagen aufgrund der stark ausgelasteten „Windeignungsgebiete“ oder bei kleinen Photovoltaik-Anlagen die Vielzahl an Eigentümern, die für die Nutzung ihrer Dachflächen gewonnen werden muss.

Das endogene Potenzial an Biomasse und insbesondere für **Biokraftstoffe** ist in Berlin und Brandenburg dagegen sehr eingeschränkt. In Berlin fehlen die für den Anbau von Biomasse notwendigen Flächen, in Brandenburg bestehen starke Nutzungskonkurrenzen insbesondere zur Nahrungsmittelproduktion. Das mittel- bis langfristige Biokraftstoffpotenzial der Metropolregion beschränkt sich damit auf die in Brandenburg verfügbaren 7,76 PJ/a. Damit können endogen erzeugte Biokraftstoffe nur sehr eingeschränkt zur auf erneuerbaren Energien basierenden Mobilität in der Metropolregion beitragen.

0.2 Welchen Stand und welche Potenziale gibt es für den Einsatz erneuerbarer Energien im Personenverkehr?

Im diesem Teil dieses Gutachtens wird der Einsatz erneuerbarer Energien im Personenverkehr (Individual- und öffentlicher Verkehr, MIV und ÖV) behandelt. Unter EE-Mobilität werden Verkehrsmittel verstanden, deren Energieträger aus regenerativen Quellen stammen. EE-Mobilität kommt somit ohne oder mit sehr wenigen Treibhausgasemissionen während der Nutzung aus.

Große Unterschiede für den Einsatz von erneuerbaren Energien bestehen zwischen den beiden Hauptverkehrsträgern MIV und ÖV. Sie werden im Gutachten getrennt betrachtet. 85% bzw. 90% der CO_2-Emissionen des Personenverkehrs in Berlin bzw. Brandenburg werden durch den MIV verursacht. Dies ist zum Einen auf das Mobilitätsverhalten der Bevölkerung (40 % MIV-Anteil in Berlin, 53 % MIV-Anteil in Brandenburg) zurückzuführen, zum Anderen auf die Dominanz von konventionellen Kraftstoffen im MIV. Tab. 0.2 gibt einen Überblick über den Pkw-Bestand mit alternativen Antrieben. Eine flächendeckende Einführung von EE-Mobilität würde aus umweltpolitischen Gründen einen großen Schritt in die richtige Richtung bedeuten, setzt aber enorme Investitionen auf Seiten der Verbraucher und Anbieter voraus. Teilweise, z.B. beim Einsatz von Elektromobilität, wäre eine vollkommen neue Infrastruktur nötig.

Tab. 0.2: Pkw-Bestand und -Anteil alternativer Antriebsarten, Stand 1.1.2011

	Benzin & Diesel	Elektro	Erdgas	Hybrid	Anteil Elektro-, gasbetriebener und hybrider Antriebe
Berlin	1.104.418	93	2.754	2.545	0,5 %
Brandenburg	1.302.835	39	2.177	1.614	0,3 %
Deutschland	41.754.222	2.307	71.519	37.256	0,3 %

Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt 2011
Anmerkung: exklusive Flüssiggas und Wasserstofffahrzeuge

Die Rahmenbedingungen und Anwendungsmöglichkeiten für den Einsatz erneuerbarer Energien im **MIV und ÖV** unterscheiden sich deutlich, weshalb die beiden Bereich im vorliegenden Gutachten getrennt betrachtet werden. Der Unterschied zwischen MIV und ÖV wird besonders im Bereich der Elektromobilität deutlich, da die derzeitige Politik die Substitution von Benzin- und Dieselmotoren im Straßenverkehr fördert, während der schienengebundene ÖV bereits weitgehend elektrifiziert ist und ein Einsatz erneuerbarer Energien kurzfristig möglich wäre. Die umweltpolitischen und energiewirtschaftlichen Vorteile der **Elektromobilität im MIV** liegen in der Verringerung der lokalen CO_2- und Lärm-Emissionen, der Sicherung der Energieversorgung und dem theoretischen Potenzial, Batterien als Speichermedium für Stromschwankungen einzusetzen. Die Nutzungseinschränkungen im Individualverkehr dagegen beziehen sich auf die begrenzte Reichweite, die hohen Anschaffungskosten, die durch die Batterie verursacht werden und die geringe Infrastrukturdichte (Wolter et al. 2011). Ein Weg, diesen Nachteilen zu begegnen, ist die Integration von Elektrofahrzeugen in umfassende Mobilitätssysteme, d.h. die Einsteuerung in gewerbliche Flotten als auch die Integration in öffentliche Verleihsysteme gekoppelt mit dem öffentlichen Verkehr. Diese Ansätze ermöglichen es, je nach Mobiliätsanlass unterschiedliche Verkehrsmittel zu nutzen, sodass die begrenzte Reichweite anders als durch technische Entwicklung ausgeglichen wird.

Die Bundesregierung hat das Ziel formuliert, Deutschland zu einem Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln und bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge (inklusive Hybridfahrzeuge) in Deutschland zuzulassen (Bundesregierung 2009). Weitgehender Konsens ist, dass der Ladestrom aus regenerativen Energiequellen stammen soll. Auch die Modellregion Elektromobilität Berlin-Potsdam wird im Rahmen des Konjunkturpaketes II der Bundesregierung seit 2009 gefördert mit dem Schwerpunkt, Potenziale aus verkehrlicher, energie- und umweltpolitischer sowie städtebaulicher Sicht zu ermitteln. Praxisprojekte sind sowohl im Privat- als auch im gewerblichen Verkehr angesiedelt.

Neben den fahrzeugspezifischen Aspekten ist für die Entwicklung der Elektromobilität das Tempo des Ausbaus der Ladeinfrastruktur entscheidend. Die Energiedienstleister RWE und Vattenfall haben insbesondere im innerstädtischen Berlin bereits über 200 Ladesäulen errichtet, die zertifizierten regenerativen Strom anbieten. In Brandenburg bestehen dagegen nur wenige öffentliche Stromtankstellen. Hier wird die Ladeinfrastruktur kleinräumigere Strukturen mit Beteiligung privater Stellplätze annehmen. In einer Studie des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt wird das Marktpotenzial von Elektrofahrzeugen nach räumlichen Gesichtspunkten eher

in den Kernstädten und dem verdichteten Umland gesehen als in ländlichen Regionen. Die Vorteile des verdichteten Umlandes sind relativ kurze Pendelwege und eine hohe Dichte an privaten Stellplätzen mit Potenzial für Lademöglichkeiten. Die prognostizierte höhere Nachfrage in Kernstädten stellt dagegen hohe Anforderungen an die Strom- und Ladeinfrastruktur, da hier private Park- und damit Lademöglichkeiten nur begrenzt zur Verfügung stehen (Hebes, Trommer, Kihm 2011).

Wasserstoff aus Biomasse oder aus regenerativem Strom ist sowohl für Verbrennungsmotoren als auch für Brennstoffzellen verwendbar. Es besitzt einen hohen Brennwert und gilt als sehr sauberer Treibstoff. Zudem ist Wasserstoff in der Lage, Energie zu speichern. Die Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff ist zwar technisch aufwendig und teuer, es kann aber Energie aus dem Überangebot aus der Erzeugung erneuerbarer Energien in nachfrageschwachen Zeiten benutzt werden. Einige Unternehmen aus dem Bereich Mobilität und Energie haben sich zur Clean Energy Partnership (CEP) zusammengeschlossen, um in Projekten die Alltagstauglichkeit von Wasserstoff zu erproben, u.a. in Berlin. Mindestens die Hälfte des Wasserstoffs an CEP-Tankstellen stammt aus regenerativer Produktion (CEP 2011). Die CEP beziffert die Anzahl von Wasserstofffahrzeugen auf bundesweit über 40 mit einer beabsichtigten Erhöhung auf über 100 bis 2013. Um diese Fahrzeuge aufzuladen, gibt es bisher fünf Wasserstofftankstellen in Berlin. Eine weitere Tankstelle wird 2012 in Brandenburg in Betrieb genommen.

Biogas besteht größtenteils aus Methan, dem Hauptbestandteil von Erdgas, und entsteht durch Vergärung von Bioabfällen. Vorteil aller Biokraftstoffe ist die Möglichkeit der Nutzung der bestehenden Infrastruktur und Fahrzeuge sowie die Beimischung zum konventionellen Treibstoff. Da Biogas in unbegrenzter Menge dem Erdgasnetz beigemischt werden kann, kann die CO_2-Bilanz von Erdgas weiter verbessert werden. Synthetisch hergestelltes Methan kann außerdem auch unter Einsatz anderer regenerativer Energien erzeugt werden (Power-to-Gas-Ansatz). Dies ist zwar sehr energieintensiv, dennoch eine gute Möglichkeit, überschüssige Energien bei günstiger Wetterlage (kräftiger Wind, starke Sonneneinstrahlung) zu nutzen.

Da der Übergang von Erdgas zu Biogas oder synthetischem Gas nutzerseitig fließend ist, ist vor allem die Bereitstellung von Erdgas-Fahrzeugen und –Infrastruktur bedeutend. Hierbei kann auf eine funktionierende Technik zurückgegriffen werden. In der Region Berlin-Brandenburg sind ca. 5.000 Erdgas-Fahrzeuge zugelassen (Kraftfahrt-Bundesamt 2011). Insgesamt gibt es 45 Erdgas-Tankstellen in Brandenburg und 14 in Berlin, die in unterschiedlichen Anteilen Biogas beimischen.

Ein zentraler Aspekt im Hinblick auf eine nachhaltige und effiziente Gestaltung des Verkehrs ist aus Sicht der Länder der Ausbau und die Stärkung des **öffentlichen Verkehrs**. Der schienengebundene Verkehr ist überwiegend elektrifiziert und bietet somit großes Potenzial für den Einsatz erneuerbarer Energien. So werden 39 % aller Fahrzeuge im Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg mit Strom betrieben.

Die Berichte der einzelnen Verkehrsunternehmen fallen sehr unterschiedlich aus und so können keine einheitlichen und vergleichbaren Aussagen über den Einsatz von Kraftstoff und Strom aus erneuerbaren Energien getroffen werden. Jedoch bauen die großen Mobilitätsdienstleister der Länder Berlin und Brandenburg den Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch stetig aus. Dies gilt insbesondere für die Betreiber schienengebundener Verkehre in den Städten sowie die Deutsche Bahn als Betreiber der elektrifizierten Schienenverkehrswege.

Bei den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG) lag der Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energien 2008 bei 24 %. Dieser Strom wird bisher hauptsächlich aus Wasserkraft gewonnen. Der Anteil soll

nach eigenen Angaben in den kommenden Jahren weiter erhöht werden (BVG 2009). Der Bahnstrom der Deutschen Bahn und der S-Bahn im gesamten Bundesgebiet stammt zum jetzigen Zeitpunkt zu knapp 20 % aus erneuerbaren Energien. Dieser Strom wird ebenfalls hauptsächlich durch Wasserkraft erzeugt. Ab 2014 werden 14 Wasserkraftwerke des Energieversorgers RWE zusätzliche 900 GWh Strom liefern (Deutsche Bahn 2011c). 2010 wurden 25 Windkraftanlagen von der DB unter Vertrag genommen, davon befinden sich fünf Anlagen mit einer Jahresleistung von 15 GWh in Brandenburg. Bis 2020 plant die Deutsche Bahn bundesweit den Anteil der Erneuerbaren Energien auf 35 % zu erhöhen (Deutsche Bahn 2011a).

Die Umstellung konventioneller Antriebsformen, zum Beispiel im Bereich Kraftomnibusse, findet dagegen bisher nur vereinzelt statt. Busse mit Wasserstoff werden bisher vereinzelt bei den Berliner Verkehrsbetrieben eingesetzt. Die Stadtverkehrsgesellschaft Frankfurt (Oder) hat ihre Busflotte 2002 als erstes Verkehrsunternehmen in Europa komplett auf **Erdgas** umgestellt.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass mehrere Ansätze beim Einsatz von erneuerbaren Energien im Personenverkehr verfolgt werden können. Erneuerbare Energien könnten kurzfristig und ohne zusätzliche Infrastruktur im ÖV eingesetzt werden. Der ÖV bietet diesbezüglich größere und schneller zu realisierende Potenziale als der MIV. Die Entscheidung für einen Einsatz erneuerbarer Energien liegt bei den Verkehrsunternehmen und bei der Akzeptanz des Kunden. Die Politik kann über Standards in Verkehrsausschreibungen und über Subventionen großen Einfluss auf die Akteure nehmen. Die derzeitigen Bestrebungen der Bundesregierung richten sich eher an den Straßenverkehr (MIV und Wirtschaftsverkehr), wenn es sich um den Einsatz von erneuerbaren Energien handelt.

Hemmnisse zur Verbreitung von EE-Mobilität sind vor allem im derzeitigen Stand der Technik, der notwendigen Infrastruktur und den dazugehörigen Kosten zu sehen. Durch die ungünstigen Kosten-Nutzen-Relationen entstehen Nutzerakzeptanzprobleme, welche nur teilweise durch den Bonus der Klima- und Umweltfreundlichkeit aufgehoben werden können. Daher wird es zukünftig von noch größerer Bedeutung sein, diese Antriebsformen mit attraktiven, nutzerzentrierten Mobilitätsangeboten zu koppeln. Dies setzt auch neue Kooperationen zwischen den verschiedenen Branchen Energie, Verkehr, Infrastruktur und IKT voraus.

0.3 Wie können (regionale) Partnerschaften den Einsatz erneuerbarer Energien im Personenverkehr voranbringen?

Aufbauend auf den Ergebnissen zu den Potenzialen der Energieerzeugung und des Einsatzes erneuerbarer Energien stellt sich die Frage, welche Potenziale für den Einsatz regional erzeugter erneuerbarer Energien konkret in Berlin-Brandenburg bestehen, welche Voraussetzungen dafür geschaffen werden müssten und welchen Beitrag regionale Energiepartnerschaften zum Ausbau der EE-Mobilität leisten könnten. Zur Klärung dieser Fragen wurden zwölf Expertinnen und Experten aus Politik, Wissenschaft und Unternehmen befragt. Wichtige, im Rahmen der Interviews behandelte Aspekte waren Perspektiven und Potenziale regionaler EE-Mobilität, Erfolgsfaktoren und Vorteile regionaler Nähe, Hemmnisse, sowie mögliche Fördermaßnahmen und Möglichkeiten zur Optimierung der Rahmenbedingungen. Darüber hinaus wurden zwölf Praxisbeispiele aus unterschiedlichen Bereichen ausgewertet (siehe Tab. 4.2). Auch hier wurden neben Umsetzungsstand, Zusammensetzung der Partner und Organisationsform Erfolgsfaktoren und Hemmnisse untersucht.

Tab. 0.3: Übersicht über die Beispielprojekte

Nr.	Projekt	Strom	Wasserstoff	Biogas	Erdgas	ÖPNV	MIV	PV	Wind	Biomasse	EE-Mix	Konventionell	regional	überregional	Speicherung	Infrastruktur	Nutzung	Demonstration	Forschung	Anzahl Partner	Förderung
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		Mobilität						**Energieträger**							**Aspekte**					**Div.**	
1	BeMobility Berlin	x				x	x				x		x	x	x	x	x	x	x	10	x
2	e-mobility Berlin	x					x				x			x	x	x	x	x	x	6	x
3	e-SolCar	x					x	x					x		x		x	x	x	3	x
4	Gesteuertes Laden V2.0	x					x		x				x	x	x	x	x	x	x	5	x
5	BBI CO2-neutrale Tankstelle	x	x	x	x		x		x	x			x		x		x	x		3	x
6	Solartankstelle ORCO-GSG	x					x	x					x		x	x	x	x		3	
7	Hybridkraftwerk Prenzlau	x	x						x				x		x		x	x		6	x
8	Plusenergiehaus	x					x	x			x		x		x		x	x	x	3	x
9	Clean Energy Partnership (CEP)		x		x	x	x				x	x	x	x	x	x	x			15	x
10	BioErdgas Rathenow			x	x		x			x		x	x	(x)			x			3	
11	Erdgasbusse Frankfurt/Oder				x	x						x		x			x			4	
12	BSR		x	x						x			x				x	x		4	x
Summe		8	4	3	4	3	9	3	3	3	4	3	10	6	9	5	12	9	5	65	9

Abkürzungen: **ÖPNV:** Öffentlicher Personennahverkehr; **MIV:** Motorisierter Individualverkehr

Bei der Befragung von Expertinnen und Experten sowie den Recherchen zu Praxisbeispielen wurden primär folgende **Perspektiven und Grenzen** für die Verbreitung alternativer Antriebsarten und Technologien in der Region identifiziert:

– Die Elektromobilität hat, vor allem vor dem Hintergrund eines bereits heute relativ hohen Stromaufkommens aus erneuerbaren Energien, laut einigen Experten vor allem im urbanen Raum Potenzial, kämpft aber u.a. noch mit technischen Problemen sowie hohen Kosten. Einsatzmöglichkeiten ohne hohe Investitionskosten bestünden jedoch im Bereich des schienengebundenen öffentlichen Personenverkehrs.

  Hinsichtlich der Vorteile eines Einsatzes regional erzeugten Stroms bestehen bei einer Reihe von Expertinnen und Experten Zweifel, da das abstrakte Gut „Strom“ bereits heute europaweit gehandelt wird. Eine Nutzung von Vorteilen der regionalen Nähe durch regionale Energiepartnerschaften scheint daher im Bereich der strombasierten Mobilität schwieriger.

– Die Wasserstoffmobilität stellt grundsätzlich aufgrund der Möglichkeit, den verfügbaren erneuerbaren Strom (allerdings unter Verlusten) zu Wasserstoff umzuwandeln, eine interessante Option für Berlin-Brandenburg dar. Allerdings ist diese Antriebsart noch mit erheblichen technischen Problemen und einer unzureichenden Infrastruktur konfrontiert. Zudem erschweren hohe Kosten und die geringe Effizienz der Umwandlungsprozesse eine rasche Ausbreitung.

– Der Einsatz von Biogas oder anderem Gas aus erneuerbaren Energien in Erdgasfahrzeugen ist bereits heute ohne technische Probleme möglich. Zudem sind Fahrzeuge mit gasbasierten Antrieben aufgrund der im Vergleich zu Elektrofahrzeugen höheren Reichweite auch für ländliche Räume geeignet. Hemmnisse für eine weitere Verbreitung sind das geringe Angebot von Erdgasfahrzeugen am Markt sowie der höhere Anschaffungspreis. Biogene Kraftstoffe (Biogas und flüssige Biokraftstoffe) sind zudem nur in begrenztem Maße verfügbar und der Biomasseanbau ist teilweise mit negativen sozial-ökologischen Wirkungen verbunden. Dagegen könnte zukünftig Windgas aufgrund der großen Windenergiepotenziale in Brandenburg eine relevante Rolle auch im Mobilitätsbereich spielen. Andere Formen von EE-Gas (z. B. Solargas) sind eine weitere denkbare Option.

Insgesamt zeigt der Blick auf die unterschiedlichen Technologien und Antriebsarten, dass alle spezifische Chancen und Hemmnisse für den Einsatz regionaler erneuerbarer Energien aufweisen. Somit kann derzeit weder eine Technologie als die einzig geeignete noch als gänzlich ungeeignet bewertet werden. Deshalb sollte zunächst von einer weiterhin bestehenden **Pluralität der Konzepte** ausgegangen werden. Die Bewertung der Technologien und ihrer Potenziale hängt unter ande-

rem von der betrachteten Zeitperspektive ab: Während der Einsatz von Biogas in Erdgasfahrzeugen oder von erneuerbarem Strom im schienengebundenen öffentlichen Personenverkehr technisch derzeit ohne Probleme umsetzbar ist, sind bei anderen Antriebsarten noch technische Weiterentwicklungen sowie der Ausbau der Infrastruktur wichtige Voraussetzungen zur Erlangung der Marktreife. Gleichzeitig sind unterschiedliche Energieträger heute und zukünftig in unterschiedlichem Maß verfügbar.

Erfolgsfaktoren konnten anhand der Praxisbeispiele insbesondere auf politischer Ebene identifiziert werden (politische Regelungen und deren Kontinuität, Unterstützung durch Landesregierung, Senat und Bezirke sowie eine gute Zusammenarbeit mit den Behörden vor Ort). Aber auch eine gute Vernetzung verschiedener Akteursgruppen, hervorzuheben ist die zunehmende Bedeutung der Stadtwerke, sowie Transparenz, z. B. zu Produktionsort und -bedingungen der eingesetzten Biomasse, sind für eine erfolgreiche Umsetzung der EE-Mobilität wichtig. Auch die **räumliche Nähe** von Energieerzeugung und Nutzung im Sinne regionaler Energiepartnerschaften kann eine Reihe von Vorteilen aufweisen:

– Es herrscht eine hohe Verbraucherakzeptanz für erneuerbare Energien aus der Region, die z. B. für das Marketing der EE-Mobilität genutzt werden kann.
– Es besteht ein hohes Synergiepotenzial von Berlin (Energieverbraucher) und Brandenburg (Energieerzeuger).
– Die Schaffung von Arbeitsplätzen und regionaler Wertschöpfung können weitere Vorteile regionaler Energiepartnerschaften sein.
– Weitere Vorteile liegen im verringerten Ausbaubedarf des Stromnetzes durch eine stärkere Verbreitung der Elektromobilität oder eine Speicherung in Form von Power-to-Gas-Konzepten.

Der EE-Mobilität sowie insbesondere der Nutzung alternativer Antriebe stehen eine Reihe von technisch-infrastrukturellen, politischen und sonstigen **Hemmnissen** entgegen. Die wichtigsten von den Expertinnen und Experten genannten sind:

– Technische und infrastrukturelle Hemmnisse: viele alternative Antriebsarten sind technisch noch nicht ausgereift und mit hohen Kosten verbunden, das Fahrzeugangebot ist begrenzt.
– Politische Hemmnisse: begrenzte Finanzmittel der Länder und Kommunen; Unterschiede in Vorgehen und Kooperationsbereitschaft der Genehmigungsbehörden; keine rechtssichere Möglichkeit für eine Bevorzugung alternativer Antriebe (z. B. Benutzen bestimmter Fahrspuren, Reservierung spezieller Parkplätze); fehlende Standardisierung.
– Sonstige Hemmnisse: Offene Fragen in der Anwendung (z. B. Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur); Konkurrenz zwischen Unternehmen bei der Technologieentwicklung.

Die Untersuchung der Praxisbeispiele bestätigte die genannten Hemmnisse. Zudem zeigte sich, dass Informationen zu Pilot- und Demonstrationsvorhaben nur schwer zugänglich sind. Häufig sind nur Pressemitteilungen oder allgemeine Ziele des Vorhabens einfach recherchierbar, genauere Informationen zum Stand der Vorhaben sind oft nur durch persönlichen Kontakt erhältlich. Diese geringe Transparenz kann ein Hindernis für die Diffusion der Projektergebnisse darstellen.

Die Hemmnisse zeigen auf, in welchen Bereichen in Berlin und Brandenburg **politische Handlungsmöglichkeiten und –bedarf** bestehen, um den Einsatz regional erzeugter erneuerbarer Energien im Mobilitätsbereich zu erweitern. Neben technologischen Weiterentwicklungen betrifft dies insbesondere den Ausbau der Infrastruktur, die Beseitigung politischer Hemmnisse sowie die Schaffung von förderlichen Rahmenbedingungen. Neben klassischen politischen Förderinstrumen-

ten sind die Schaffung von Transparenz, die Kooperation zwischen unterschiedlichen Akteuren sowie die Sichtbarmachung von erfolgreichen Praxisbeispielen wichtige Handlungsfelder.

Die **direkten Einflussmöglichkeiten** von Ländern bzw. Kommunen sind nach Meinung einer Reihe der befragten Expertinnen und Experten begrenzt. Neben der fehlenden Gesetzgebungskompetenz im Straßenverkehrsrecht wurde dies mit den geringen finanziellen Spielräumen begründet. Der Einsatz finanzieller Fördermittel sollte deshalb überlegt und nachhaltig erfolgen:

– Viele Experten bevorzugen eine primäre Förderung von Forschung und Entwicklung.
– Diese Förderung sollte verschiedene Technologien umfassen (Vermeidung der einseitigen Fokussierung auf wenige Antriebsarten) und kontinuierlich statt punktuell sein.
– Eine direkte Subventionierung, z. B. des Kaufs von Elektrofahrzeugen, ist unter den Experten umstritten. Einige der Befragten sahen die Zuständigkeit für eine Förderung bei den Automobilkonzernen.

Neben einer finanziellen Förderung können die Länder auch auf andere Art und Weise **direkt oder indirekt Einfluss** auf eine Förderung der EE-Mobilität üben:

– Eine bessere Vernetzung der Akteure aus Politik, Energiewirtschaft und Verkehr und eine optimierte Abstimmung von Förderprogrammen könnten weitere Energiepartnerschaften bzw. den Ausbau der EE-Mobilität fördern.
– Trotz der Zuständigkeit des Bundes im Straßenverkehrsrecht haben die Länder die Möglichkeit sich (bevorzugt gemeinsam) für eine Veränderung des Bundesrechts einzusetzen, beispielsweise für eine rechtliche Privilegierung alternativer Antriebsformen im Straßenverkehr.
– Und nicht zuletzt können Länder und Kommunen als Eigentümer und Gesellschafter von Verkehrsdienstleistungsunternehmen, aber auch im Rahmen von Ausschreibungen, den Einsatz von erneuerbaren Energien im öffentlichen Verkehr voranbringen.

Insgesamt zeigt das Gutachten, dass der Einsatz von regional erzeugten, erneuerbaren Energien im Mobilitätsbereich in Berlin-Brandenburg erhebliche Potenziale aufweist und bereits heute Ansätze zum Einsatz von erneuerbaren Energien im Personenverkehr bestehen. Dennoch besteht noch eine Reihe von Hemmnissen, so dass eine weitere Verbreitung politischer Unterstützung bedarf. Dabei ist unter anderem die Kooperation unterschiedlicher Akteure (Politik, Wissenschaft und Wirtschaft) eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Ausweitung der EE-Mobilität in der Region. In diesem Sinne können **regionale Energiepartnerschaften** ein Weg sein, um einzelne Technologien und Antriebsarten oder auch abgestimmte Konzepte für eine Ausweitung des Einsatzes erneuerbarer Energien im Personenverkehr voranzubringen. Zusätzlich resultieren aus der regionalen Energieerzeugung ökonomische Vorteile für die Region. Insbesondere für den Einsatz erneuerbarer Energien im öffentlichen Verkehr bestehen gute technologische und infrastrukturelle Voraussetzungen sowie politische Handlungsmöglichkeiten auf Ebene der Länder und Kommunen für eine kurzfristige Erhöhung der Anteile erneuerbarer Energien. Im motorisierten Individualverkehr, insbesondere im Hinblick auf die Elektromobilität, geht es dagegen vorrangig um die Schaffung von geeigneten Rahmenbedingungen, die Praxiserprobung und technologische Weiterentwicklungen, so dass eher mittelfristig marktgängige Konzepte für den Einsatz von erneuerbaren Energien im Personenverkehr entstehen.

1 Einleitung

Vor dem Hintergrund der **klima- und energiepolitischen Ziele** auf Bundes- und Landesebene ist es dringend erforderlich, Konzepte für eine klimafreundlichere Gestaltung des Mobilitätsbereichs zu entwickeln und umzusetzen. Der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern anstelle von fossilen Kraftstoffen stellt - neben Strategien zur Vermeidung von Verkehr und zur Verlagerung auf nichtmotorisierte und öffentliche Verkehrsmittel - einen wichtigen Bestandteil solcher Mobilitätskonzepte dar. In Brandenburg bestehen große Potenziale für die erneuerbare Energieerzeugung, die mittelbis langfristig den Eigenbedarf überschreiten könnten. Zudem fand bereits in den letzten Jahren ein massiver Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien statt und es bestehen weiterhin ehrgeizige politische Ausbauziele. Gleichzeitig besteht insbesondere in Berlin eine hohe Nutzungsdichte. Dies bietet gute Voraussetzungen für ein dichtes Netz an Infrastruktureinrichtungen für alternative Energieträger. Darüber hinaus gibt es auch in Brandenburg selbst ein relevantes Aufkommen an Personenverkehr.

Vor diesem Hintergrund untersucht das vorliegende Gutachten, welche Möglichkeiten für **Energiepartnerschaften in der Region Berlin-Brandenburg** für den Einsatz regional erzeugter erneuerbarer Energien im Personenverkehr bestehen. Das Gutachten hat das Ziel, Akteuren aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft in der Region Berlin-Brandenburg die Potenziale für Mobilität, die auf erneuerbaren Energien basiert, aufzuzeigen und ggf. Anstöße zur Entwicklung regionaler Energiepartnerschaften zu geben. Das Gutachten geht dafür drei Teilfragen nach:

1. Welche Potenziale bestehen zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen in Berlin und Brandenburg mittel- bis langfristig?

2. Inwiefern werden erneuerbare Energien bereits im Verkehrssektor eingesetzt und welche Potenziale bestehen für auf erneuerbaren Energien basierende Verkehrskonzepte im Bereich des Personenverkehrs?

3. Inwiefern können länderübergreifende Kooperationen und Partnerschaften verschiedener Akteure den Einsatz regional erzeugter erneuerbarer Energien im Personenverkehr voran bringen?

Das Gutachten beschränkt sich auf eine Betrachtung des **Personenverkehrs** (öffentlich und privat). Diese Einschränkung wurde getroffen, da die Ergebnisse des Gutachtens in das INTERREG IVC-Projekt **Catch-MR** (Cooperative approaches to transport challenges in Metropolitan Regions) einfließen, das diesen Schwerpunkt gesetzt hat. Das Projekt geht den Fragen nach, wie der Personenverkehr reduziert werden kann, Alternativen zum eigenen Auto attraktiver werden können und der Anteil umweltfreundlicher Technologien im Verkehr erhöht werden kann. An dem Projekt beteiligen sich neben der Region Berlin-Brandenburg, vertreten durch die Gemeinsame Landesplanungsabteilung, sechs weitere Metropolregionen. Die Ergebnisse des Gutachtens werden allen Projektbeteiligten zur Verfügung gestellt um mit diesen in einen Austausch zum Thema Einsatz regional erzeugter, erneuerbaren Energien im Personenverkehr in Metropolregionen zu treten.

In Kapitel 2 wird zunächst die derzeitige **Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien in Berlin und Brandenburg** dargestellt. Darauf aufbauend werden die Potenziale zur Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen aufgezeigt. Dabei erfolgt eine Abgrenzung zwischen den langfristig er-

reichbaren theoretischen Potenzialen und denjenigen Potenzialen, welche sich technisch und wirtschaftlich bis 2020 realisieren lassen, wobei der Schwerpunkt auf Letzteren liegt. Des Weiteren werden Fragen der Speicherung und der Netze inklusive der intelligenten Nutzung der vorhandenen Energienetze („smart grids“) angesprochen, da diese von hoher Relevanz für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien sind.

Das dritte Kapitel widmet sich der Frage nach dem bisherigen **Einsatz erneuerbarer Energien im Personenverkehr** und den Ausbaupotenzialen in der Region. Der Einsatz erneuerbarer Energien involviert die Einführung innovativer Antriebe, insbesondere von Wasserstofftechnologien, mit Biogas betriebenen Fahrzeugen und rein elektrischen Antrieben. Deshalb wird in diesem Kapitel vertiefend auf die Potenziale dieser neuen Antriebe, sowie die für ihre Verbreitung notwendigen Rahmenbedingungen eingegangen. Die Bestandsaufnahme beinhaltet die Darstellung von Voraussetzungen und Hemmnissen sowie Akzeptanz- und Erfolgsbedingungen auf der Nachfrageseite.

Das vierte Kapitel geht der Frage nach, inwiefern eine regionale Nutzung der erneuerbaren Energien im Verkehrsbereich Vorteile für Berlin und Brandenburg mit sich bringt und welchen Beitrag **Partnerschaften** unterschiedlicher Akteure zum Einsatz regional erzeugter erneuerbarer Energien im Personenverkehr leisten können. Eine wichtige Fragestellung ist dabei, inwiefern die räumliche Nähe von Erzeugung und Nachfrage Vorteile für eine klimafreundlichere Mobilität mit sich bringt. Zur Beantwortung dieser Frage wurden aufgrund des Fehlens entsprechender Literatur zwei Ansätze gewählt: Zum Einen wurden bestehende Best-Practice-Beispiele (z. B. hinsichtlich Hemmnissen, Erfolgsfaktoren, geeigneten Konstellationen etc.) untersucht, zum anderen wurden Interviews mit einer Reihe von Akteuren aus den Bereichen Wissenschaft, Wirtschaft und Politik geführt. Dabei ging es um die Frage der Potenziale und Perspektiven, Hemmnisse und Erfolgsfaktoren sowie Einflussmöglichkeiten seitens der Politik.

Das fünfte Kapitel zieht ein **Fazit** zu den Ergebnissen des Gutachtens im Hinblick auf die drei zentralen Fragestellungen. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Diskussion der Möglichkeiten zur Entwicklung regionaler Energiepartnerschaften.

2 Potenziale zur Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien in Berlin-Brandenburg

Im Rahmen der vorliegenden Studie werden primär die Stromerzeugungs- sowie Biomassepotenziale in Berlin und Brandenburg betrachtet, da diese im Hinblick auf klimafreundliche Mobilität von besonderer Relevanz sind. Außerdem wird in einem gesonderten Kapitel auf den Netzausbau und die Netzregulierung eingegangen, da diese für den Ausbau der erneuerbarer Energien (EE) von besonderer Bedeutung sind.

„Das“ Energiepotenzial existiert nicht. Vielmehr können verschiedene Arten von Potenzialen unterschieden werden, einheitliche Begriffsdefinitionen existieren jedoch nicht. Eine häufig genutzte Einteilung ist die folgende (Kaltschmitt et al. 2006):

- **Theoretisches Potenzial:** in bestimmtem geographischen Raum in bestimmter Zeitspanne theoretisch nutzbares physikalisches Energieangebot
- **Technisches Potenzial:** Teil des theoretischen Potenzials, der unter Beachtung technischer Restriktionen nutzbar ist.
- **Wirtschaftliches Potenzial:** Teil des technischen Potenzials, der wirtschaftlich genutzt werden kann – abhängig z. B. von der Höhe der angenommenen Energiepreise.
- **Erschließbares Potenzial:** Potenzial, das unter dem Einfluss verschiedener Restriktionen und Hemmnisse (z. B. Herstellerkapazitäten, administrative Hürden), jedoch auch Anreizen (Fördermaßnahmen, Vergütungen, Informationskampagnen) tatsächlich erschlossen wird.

Für Berlin und Brandenburg werden jeweils getrennt beschrieben:

- der jetzige Ausbaustandard
- das technische Langfristpotenzial (2050)
- bis 2020 erschließbare Potenziale, unterteilt in
  - ein **Referenz-Szenario** (das von einer Fortführung der Entwicklung der letzten Jahre ausgeht und für Brandenburg weitgehend mit den politischen Zielsetzungen des Landes im Rahmen der Energiestrategie 2020 übereinstimmt) und
  - ein **Ausbau-Plus-Szenario** (das auf weiteren landespolitischen Aktivitäten zum Ausbau erneuerbarer Energien basiert).

Für Berlin erfolgte im Rahmen der Erstellung des Energiekonzepts 2020 (BEA und IÖW 2011) die Ermittlung von langfristigen technischen (2050) und bis 2020 erschließbaren EE-Potenzialen durch das IÖW. Genauere Informationen, konkrete Berechnungswege und zugrunde liegende Quellen können der Langfassung der Studie (Hirschl et al. 2011) entnommen werden.

In Brandenburg beruht die Darstellung der Potenziale für 2020 zum einen auf der Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg, die weitgehend als Referenzszenario herangezogen wird. Zum anderen wurde auf der Basis von weiteren Studien zu den EE-Potenzialen in Brandenburg ein Ausbau-Plus-Szenario entwickelt. Die langfristigen technischen Potenziale (2050) wurden ebenfalls aus unterschiedlichen Studien hergeleitet.

Die Hemmnisse für die Erschließung der Potenziale werden - wo relevant - in den jeweiligen Kapiteln aufgegriffen. Bei den technischen Langfristpotenzialen (2050) handelt es sich um grobe Abschätzungen zu dem theoretisch nutzbaren physikalischen Energieangebot vorwiegend unter Beachtung technischer Restriktionen. Ob und in welchem Zeitraum diese Potenziale tatsächlich erschlossen werden können, ist dabei nicht Gegenstand der Betrachtung.

Am Ende wird ein Fazit zu der Frage gezogen, welche Implikationen die Ergebnisse für die Nutzung erneuerbarer Energien aus der Region im Verkehrssektor haben.

2.1 Erneuerbare Energien in Berlin

Häufig wird in Großstädten aufgrund eines geringen Freiflächenangebotes sowie einer hohen Bevölkerungsdichte nur mit geringen Potenzialen erneuerbarer Energien gerechnet. Jedoch weisen gerade dicht besiedele Gebiete nicht zu vernachlässigende Möglichkeiten zur „unsichtbaren“ Nutzung von erneuerbaren Energien auf. So können etwa Solaranlagen und Kleinwindanlagen auf Dächern, sowie Erdwärmesonden zur Energieversorgung beitragen, ohne das Stadtbild in signifikantem Maße zu beeinflussen.

2.1.1 Ausbaustand Berlin

Der aktuelle Ausbaustand erneuerbarer Energien in Berlin bildete die Basis für die anschließende Potenzialermittlung. Die verfügbaren statistischen Daten (primär Energie- und CO_2-Bilanzen) des Amts für Statistik Berlin-Brandenburg sind i. d. R. jedoch mindestens 2-3 Jahre alt, und lagen nur in stark aggregierter Form vor. Daher erlaubten sie beispielsweise keine genaue Differenzierung von z. B. elektrischer und thermischer Energieerzeugung oder die Bestimmung der Anteile der einzelnen erneuerbaren Energieformen, was für die im Folgenden angewandte Methode der (technologiescharfen) Potenzialermittlung jedoch erforderlich ist. Deshalb wurden zusätzlich Recherchen und Analysen zum Anlagenbestand durchgeführt und diese durch verfügbare statistische und quasi-statistische Daten aus den zuständigen Bundes- und Landes-Verwaltungen, aber auch von Verbänden, Unternehmen und weiteren Experten ergänzt.

Die Ergebnisse dieser Recherchen zur EE-Stromerzeugung in Berlin sind in Tab. 2.1 für das Jahr 2009 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die energetische Nutzung von Biomasse mit 94 % den weitaus größten Anteil an der EE-Stromerzeugung stellt. Die Photovoltaik folgt mit großem Abstand und einem Anteil von 4,2 %, was einem Anteil von lediglich 0,1 % am gesamten Berliner Stromverbrauch entspricht. Die in der Tabelle verzeichnete Stromerzeugung aus Windkraft stammt aus einer einzigen, 2008 am Rande Berlin in Betrieb genommenen, Windenergieanlage. Insgesamt trugen die erneuerbaren Energien im Jahr 2009 (Aktualisierung der Daten nach Methodik aus Hirschl et al. (2011)) zu ca. 2,4 % zum gesamten Stromverbrauch Berlins bei. Zieht man die für die Nutzung vorhandener Wärmpumpen benötigte Elektrizität von der EE-Stromerzeugung ab, verringert sich dieser Anteil auf 2,3 %.

Tab. 2.1: Stromerzeugung in Berlin 2009
Quelle: Eigene Darstellung nach Hirschl et al. (2011)

	Stromerzeugung	Anteil am EE-Strom	Anteil am gesamten Stromverbrauch	Stromerzeugung abzgl. Strom für Wärmepumpen	Anteil am gesamten Stromverbrauch abzgl. Strom für Wärmepumpen
	[GWh/a]	[%]	[%]	[GWh/a]	[%]
PV	12,2	4,2	0,1		
Biomasse	274,1	94,0	2,3		
Wind	5,2	1,8	0,0		
Summe Strom	**291,5**	**100,0**	**2,4**	**274,7**	**2,3**

Abb. 2.1 zeigt die Entwicklung der Stromerzeugung durch erneuerbare Energien in Berlin von 2006 bis 2009.

In der Energiebilanz für das Jahr 2008 ist keine Eigenerzeugung von Biotreibstoffen in Berlin, sondern lediglich deren Bezug verzeichnet. In der Studie „Nutzung von Biomasse in Berlin“ (ICU / Witzenhausen-Institut 2009a) wird u. a. die derzeitige Verwertung von biogenen Reststoffen (NawaRo werden nicht betrachtet) in Berlin untersucht. Demnach werden Frittierfette aus Restaurants und Imbissen (5000 t/a erfasst) zu Biodiesel aufbereitet. Die Umwandlung erfolgt jedoch nach Auskünften der SenGUV nicht in Berlin, sondern durch die PETROTEC AG mit Sitz in Borken (Nordrhein-Westfalen).

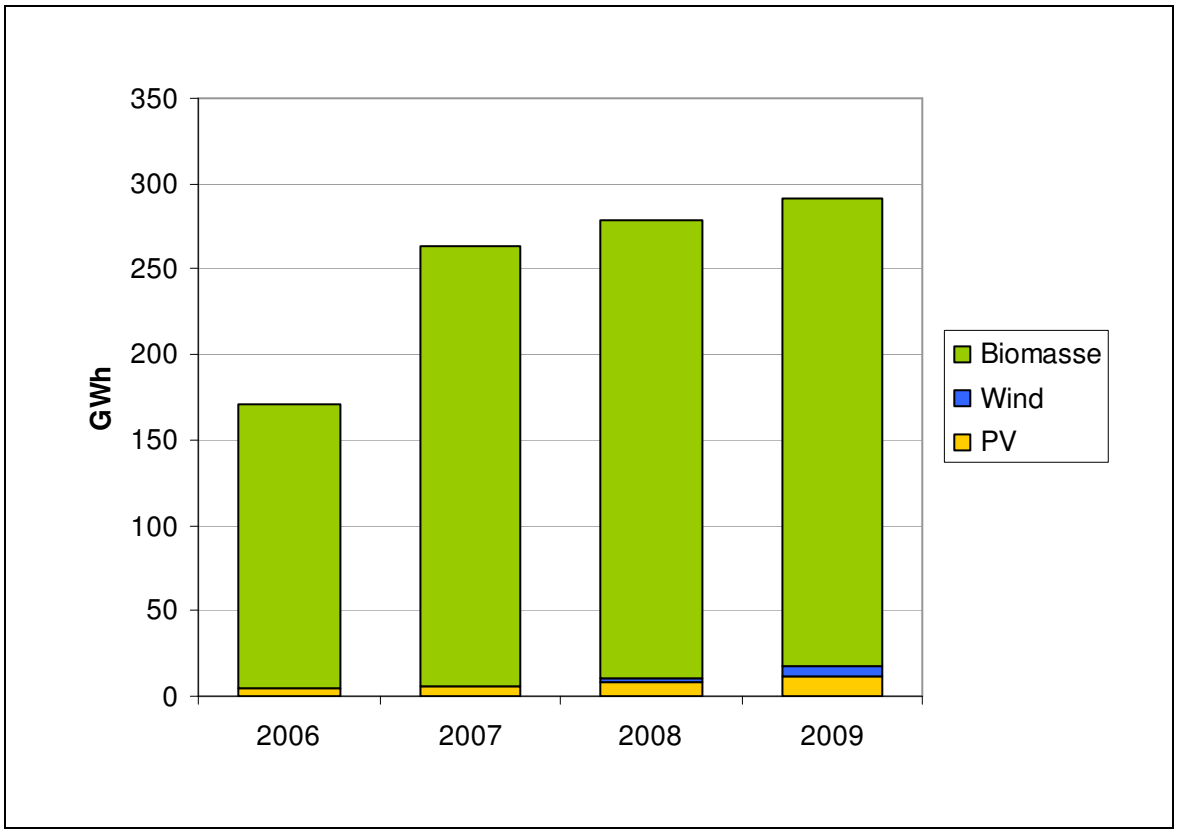


Abb. 2.1: Stromerzeugung durch erneuerbare Energien in Berlin
Quellen: Hirschl et al. (2011) und eigene Berechnungen nach derselben Art der Ermittlung

2.1.2 Technische Langfristpotenziale Berlin

Die hier dargestellten Langfristpotenziale basieren auf einer Abschätzung des unter technischen Restriktionen nutzbaren theoretischen erneuerbaren Energieangebotes. Inwieweit dieses Angebot zukünftig ausgeschöpft werden wird, wird im Rahmen dieser Studie nicht weiter analysiert.

Die Energieverbräuche, auf die bei der Angabe der einzelnen EE-Potenziale Bezug genommen wird, wurden auf Basis des Zielszenarios des Energiekonzeptes 2020 der Berliner Energieagentur (BEA und IÖW 2011) sowie der BMU-Leitstudie 2009 (2009) ermittelt.

Solarenergie

Auf Basis des Solaren Rahmenplans (2006) – einer auf Stadtraumtypen basierende Ermittlung der verfügbaren Dach- und Fassadenflächen unter Einbeziehung der Fernwärmeinfrastruktur – wurden die Berliner Solarpotenziale abgeschätzt:

- Photovoltaik
  - Bei Nutzung aller Flächen für Photovoltaik könnten knapp 4.000 GWh/a Strom erzeugt werden,
  - Bei Nutzung von 60 % der verfügbaren Flächen (40 % für Solarthermie) könnten 2.140 GWh/a erzeugt werden. Dies entspricht 23 % des für 2050 abgeschätzten Stromverbrauchs.

Zusätzlich zum Solaren Rahmenplan (Everding et al. 2006) informiert auch der Solaratlas Berlin[1] über die Photovoltaikpotenziale der Hauptstadt. Dieser ist jedoch eher auf die konkrete Information von EigentümerInnen ausgelegt und bezieht keine Konkurrenzen mit der Solarthermie ein. Der Solaratlas Berlin weist ein Gesamtpotenzial von 3.200 GWh/a aus.

Im Bereich der Photovoltaik wird von einem langfristigen Stromerzeugungspotenzial von 2.140 GWh/a ausgegangen.

Biomasse

Aufgrund der hohen Einwohnerdichte und des geringen Freiflächenanteils stehen im Stadtstaat Berlin sehr begrenzte endogene Potenziale zur Verfügung. Wichtige in Berlin verfügbare Biomassefraktionen sind der organische Anteil im Rest-/Biomüll, Speisereste, Grünabfälle (Zoos, Flughäfen, Gärten etc.), Klärschlamm, Laub, Altholz, Straßenkehricht etc. Die Menge der verfügbaren biogenen Reststoffe wurde in einer Studie von ICU/Witzenhausen-Institut (2009a) ermittelt. Daraus ergeben sich Endenergiepotenziale von 524 GWh/a elektrisch und 968 GWh/a thermisch.

Laut ICU/Witzenhausen (2009a) könnten zukünftig 339.000 t Biomasse der Vergärung zugeführt werden. Die Studie präferiert dabei den Einsatz des erzeugten Biogases in BHKW zur Strom- und Wärmeerzeugung, jedoch könnte das Vergärungsprodukt auch als Kraftstoff im Verkehrssektor eingesetzt werden. Diese alternative Nutzung ist in der Gesamtübersicht der EE-Potenziale nicht enthalten, da diese sich auf den Stromsektor konzentriert.

---

[1] http://www.businesslocationcenter.de/de/3d-stadtmodell/das-projekt/projektbeispiele/solaratlas

Biomasseimporte, wären hingegen theoretisch in nahezu unbegrenzter Menge möglich. Um solche Importe möglichst sozial- und umweltverträglich zu gestalten, sollte Biomasse vorzugsweise aus dem Umland stammen. Da in Brandenburg jedoch ebenfalls lediglich begrenzte Biomassepotenziale zur Verfügung stehen (vgl. Kapitel 2.2.2), ist die Verknüpfung von Biomasseimporten mit Nachhaltigkeitskriterien von hoher Relevanz.

Im Bereich der Biomasse wird ein langfristiges endogenes Stromerzeugungspotenzial in Höhe von 524 GWh/a abgeschätzt

Wärmepumpen

Die Potenziale oberflächennaher Geothermie (Nutzung mit Hilfe von Wärmepumpen) in Berlin wurden auf Basis von Stadtraumtypen (nach Everding et al. 2006) und Mindestabständen zwischen den Erdwärmesonden ermittelt. Jedoch stehen der Nutzung dieses Potenzials zahlreiche Restriktionen wie Wasserschutz, bauliche Restriktionen sowie bedarfsseitige Einschränkungen im Gewerbebereich entgegen. Auf Grund dieser Einschränkungen wurde ein technisches Potenzial von ca. 12.400 GWh/a und damit ca. 49 % des Wärmebedarfs 2050 abgeschätzt. Da Wärmepumpen hauptsächlich durch Elektrizität angetrieben werden, steht dieser Wärmeerzeugung jedoch ein zusätzlicher Strombedarf von 2.500 bis 3.100 GWh/a (je nach Effizienz und Einsatz von gasbetriebenen Wärmepumpen) entgegen (Hirschl et al. 2011).

Im Folgenden wurde von einem langfristigen Strombedarf von Wärmepumpen in Höhe von 2.500 GWh/a ausgegangen.

Wind

In Berlin existiert bislang lediglich eine Windkraftanlage an der Grenze zu Brandenburg. Interviews mit Experten der umweltplan projekt GmbH (Betreiber der ersten Berliner WEA) lassen jedoch die Vermutung zu, dass im Stadtgebiet Berlins noch erschließbare, jedoch noch nicht näher quantifizierte Potenziale vorhanden sind. Für das Jahr 2020 wurde in diesen Gesprächen ein unter sehr guten Genehmigungsvoraussetzungen umsetzbares Windkraftpotenzial von insgesamt 102 MW abgeschätzt (Vach 2009; v. Tengg-Kobligk 2009). Dieses wird - aufgrund der eingeschränkten Flächenverfügbarkeit in Berlin sowie der aufgrund von Akzeptanzproblemen relativ unwahrscheinlichen Umsetzung bis 2020 – hier jedoch als Langfristpotenzial gewertet. Damit könnten jährlich ca. 245,1 GWh Strom erzeugt und damit ein Beitrag von 2,6 % zum voraussichtlichen Strombedarf 2050 geleistet werden.

Weitere Windkraftpotenziale könnten in Berlin durch Kleinwindanlagen (bis zu 10 m Höhe) genutzt werden. Diese Anlagen könnten z. B. auf Dächern installiert werden, sind momentan jedoch noch nicht wirtschaftlich betreibbar. Für die Nettobaulandfläche des Stadtraumtyps „Gewerbe und Industrie der 50er, 60er, 70er Jahre“ – das als eines der zentralen Potenzialgebiete angesehen werden kann – wurde über Abstandsregelungen, durchschnittliche Leistungen und weitere Einschränkungen ein Potenzial dieser Anlagen in Höhe von etwa 67,4 GWh pro Jahr und damit 0,7 % des für 2050 prognostizierten Strombedarfs (9.400 TWh/a) ermittelt. Da davon ausgegangen wird, dass auch in anderen Stadtraumtypen – wenn auch in weitaus geringerem Maße – Kleinwindanlagen errichtet werden könnten, wird hier vorsichtig von einem doppelt so hohen Potenzial für die gesamte Nettobaulandfläche Berlins ausgegangen, so dass sich hieraus ein langfristiger Anteil der KWEA von 1,4 % am für 2050 prognostizierten Stromverbrauch ergibt (Hirschl et al. 2011).

Die Windkraft könnte langfristig ca. 380 GWh/a zu den langfristigen Stromerzeugungspotenzialen Berlins beitragen.

Wasserkraft

Aufgrund der niedrigen Fließgeschwindigkeiten und/ oder geringen Fallhöhen der Berliner Gewässer ist das Wasserkraftpotenzial in der Hauptstadt gering. Laut einer Studie der Kraftwerks- und Anlagenbau AG (1992) könnten etwa 8,976 GWh/a Strom aus Wasserkraft erzeugt werden. Das entspräche ca. 0,1 % des für 2050 prognostizierten Strombedarfs.

Berliner Stadtgüter

Die geographisch in Brandenburg gelegenen, sich jedoch im Besitz Berlins befindlichen Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH sind bilanziell dem Land Brandenburg zuzuordnen. Im Berliner Energiekonzept wurden diese Flächen aufgrund des politischen Einflusses, den Berlin auf den Ausbau erneuerbarer Energien auf diesen Flächen hat, dem Energiepotenzial der Hauptstadt zugeordnet. Da im Gemeinsamen Raumordnungskonzept Energie und Klima für Berlin und Brandenburg (GRK) die Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH als Brandenburg zugehörig gesehen werden, wurden die entsprechenden Potenziale hier jedoch nicht Berlin zugerechnet.

Gesamtschau

Die langfristigen technischen Potenziale (2050) zur Stromerzeugung durch erneuerbare Energien in Berlin sind in Tab. 2.2 sowie in Abb. 2.2 zusammengefasst dargestellt. Es zeigt sich, dass der Großteil der EE-Strompotenziale in Berlin der Photovoltaik zuzuordnen ist. Die endogenen Potenziale der aufgrund ihrer variablen und flexiblen Einsetzbarkeit sehr beliebten Biomasse, sind dagegen mit einem Anteil von 17 % am gesamten EE-Strompotenzial deutlich geringer. Das in Vergärungsanlagen erzeugbare Biogas könnte alternativ zur Strom- und Wärmeerzeugung in BHKW auch im Verkehrssektor eingesetzt werden. Die Windkraft könnte auf lange Sicht – auch unter Einbeziehung der Potenziale von Kleinwindkraftanlagen – in signifikantem Maße zur Stromversorgung Berlins beitragen. Die Potenziale der Wasserkraft sind in Berlin dagegen kaum von Bedeutung. Der Stromversorgung aus erneuerbaren Energien steht bei einem entsprechenden Ausbau im Wärmebereich jedoch auch ein nicht zu vernachlässigender zusätzlicher Strombedarf für den Einsatz von Wärmepumpen gegenüber. Der EE-Anteil am prognostizierten Strombedarf 2050 würde sich bei Abzug des für das abgeschätzte Potenzial an Wärmepumpen benötigten Stroms von 32,5 % auf lediglich 5,9 % verringern.

Tab. 2.2: Langfristige technische Stromerzeugungspotenziale (2050)
Quelle: Eigene Darstellung nach Hirschl et al. (2011)

	Stromerzeu-gung	Anteil am EE-Strom	Anteil am gesamten Strom-verbrauch 2050	Stromerzeu-gung abzgl. Strom für Wärmepum-pen	Anteil am gesamten Strom-verbrauch 2050 abzgl. Strom für Wärmepum-pen
	[GWh/a]	[%]	[%]	[GWh/a]	[%]
PV	2.140,0	68,4	22,8		
Biogene Reststoffe	524,2	16,8	5,6		
Wind	380,0	12,1	4,0		
Wasser	9,0	0,3	0,1		
Summe Strom	**3.053,2**	**113,2**	**32,5**	**553,2**	**5,9**

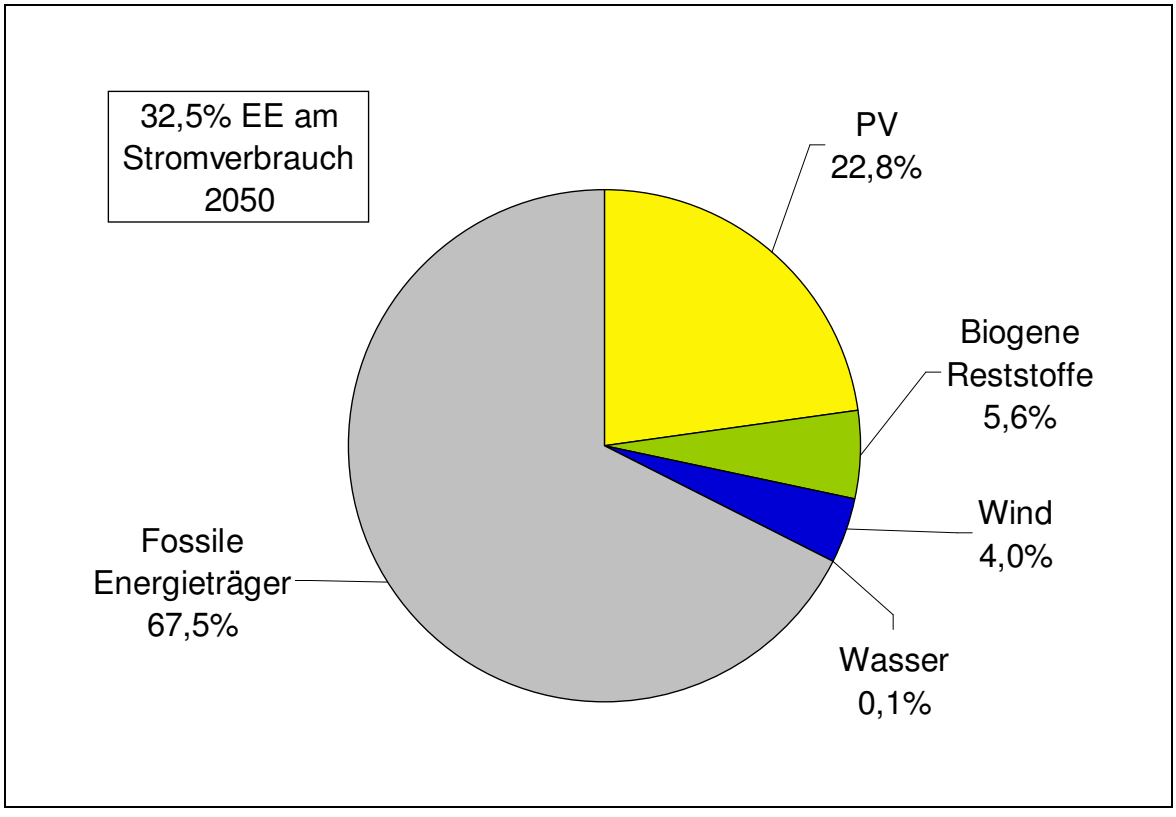


Abb. 2.2: Anteile langfristiger Berliner EE-Potenziale am Stromverbrauch 2050
Quelle: Eigene Darstellung nach Hirschl et al. (2011)

2.1.3 Erschließbare Potenziale 2020 Berlin

Teilweise aufbauend auf den in Abschnitt 2.1.2 dargestellten Langfristpotenzialen, teilweise jedoch auch unabhängig von diesen, wurden bis 2020 erschließbare Potenziale für Berlin ermittelt. Für jeden erneuerbaren Energieträger wurden je ein Referenz- und ein Ausbau-Plus-Szenario entwickelt.

Den Berechnungen lagen geschätzte Energieverbräuche für 2020 der mit der Erstellung des Energiekonzepts vom Berliner Senat beauftragten Berliner Energieagentur zugrunde. Demnach werden 2020 40.300 GWh/a (Referenz) bzw. 38.500 GWh/a (Ausbau-Plus) Wärme und 11.800 GWh/a (Referenz) bzw. 10.000 GWh/a (Ausbau-Plus) Strom verbraucht werden.

Zur Potenzialermittlung im Bereich der EE-Heizungssysteme - Solarthermie, kleine Biomasseheizungsanlagen, Wärmepumpen – wurden Trendfortschreibungen und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen herangezogen. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde auch der Strombedarf für die Nutzung von Wärmepumpen abgeschätzt.

Berlins endogene Biomassepotenziale sind vergleichsweise gering. Da der regionale Energieversorger Vattenfall jedoch einige große Biomasseanlagen fest einplant, wurden diese in die Abschätzung der erschließbaren Potenziale einbezogen, um zu einem realistischeren Bild der Biomassennutzung in Berlin im Jahr 2020 zu kommen. Vattenfall plant, 400.000 t Biomasse im geplanten Kraftwerk Klingenberg, sowie 76.000 t Biomasse in einem Kraftwerk im Märkischen Viertel energetisch zu nutzen. Aufgrund dieses bereits sehr hohen Importbedarfs wurde keine zusätzliche Zufeuerung in konventionellen Kraftwerken angenommen. Nach Fertigstellung der Studie korrigierte Vattenfall seine Biomassepläne: der Konzern will 700.000 t Biomasse in Klingenberg, sowie 65.000 t im Märkischen Viertel einsetzen, zusätzlich soll eine Zufeuerung in konventionellen Kraftwerken in Höhe von bis zu 530.000 t erfolgen (Chung 2010). Da die Höhe der Stromerzeugung aus Biomasse maßgeblich von den Plänen Vattenfalls für das Kraftwerk Klingenberg abhängt, wurde jeweils eine Variante mit und ohne dessen Inbetriebnahme berechnet. Im Rahmen der hier vorliegenden Studie, werden die Szenarien ohne Bau des Kraftwerkes jedoch ausgeklammert.

Im Bereich der Photovoltaik wurden Trendfortschreibungen unter Berücksichtigung von Effekten wie steigenden Volllaststundenzahlen und Auswirkungen der Netzparität vorgenommen.

Die bis 2020 erschließbaren Potenziale der Groß- und Kleinwindkraft in der Stadt Berlin wurden auf Grundlage von Expertenbefragungen und Trendfortschreibungen abgeschätzt.

In Tab. 2.3 ist die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2020 für das Referenz- und Ausbau-Plus-Szenario unter Berücksichtigung des Biomasseheizkraftwerkes Klingenberg dargestellt. Nach dieser Abschätzung von Hirschl et al. (2011) könnten im Jahr 2020 10,3 % (Referenzszenario) bzw. 13,7 % (Ausbau-Plus-Szenario) des Stromverbrauchs in Berlin durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Abzüglich des für die Nutzung von Erd- und Luftwärme erforderlichen Stroms für Wärmepumpen lägen diese Anteile bei 9,2 % bzw. 11,7 %. Den mit Abstand größten Anteil an der EE-Stromerzeugung würde mit 97,7 % (Referenzszenario) bzw. 89,6 % (Ausbau-Plus-Szenario) die Biomasse beitragen.

Tab. 2.3: Bis 2020 erschließbare Potenziale erneuerbarer Energien in Berlin
Quelle: Eigene Darstellung nach Hirschl et al. (2011)

	Stromerzeugung	Anteil am EE-Strom	Anteil am gesamten Stromverbrauch	Stromerzeugung abzgl. Strom für Wärmepumpen	Anteil am gesamten Stromverbrauch abzgl. Strom für Wärmepumpen
	[GWh/a]	[%]	[%]	[GWh/a]	[%]
Referenzszenario 2020 mit Biomasse-HKW Klingenberg					
PV	23,2	1,9	0,2		
Biomasse	1.183,6	97,7	10,1		
Wind	5,1	0,4	0,0		
Summe Strom	**1.211,9**	**100,0**	**10,3**	**1.082,8**	**9,2**
Ausbau-Plus-Szenario 2020 mit Biomasse-HKW Klingenberg					
PV	98,9	7,3	1,0		
Biomasse	1.221,1	89,6	12,2		
Wind	43,4	3,2	0,4		
Summe Strom	**1.363,4**	**100,0**	**13,7**	**1.171,6**	**11,7**

Abb. 2.3 zeigt die Anteile erneuerbarer Energien 2009, sowie in Referenz- und Ausbau-Plus-Szenario bei Verwirklichung des von Vattenfall geplanten Biomasse-HKW Klingenberg.

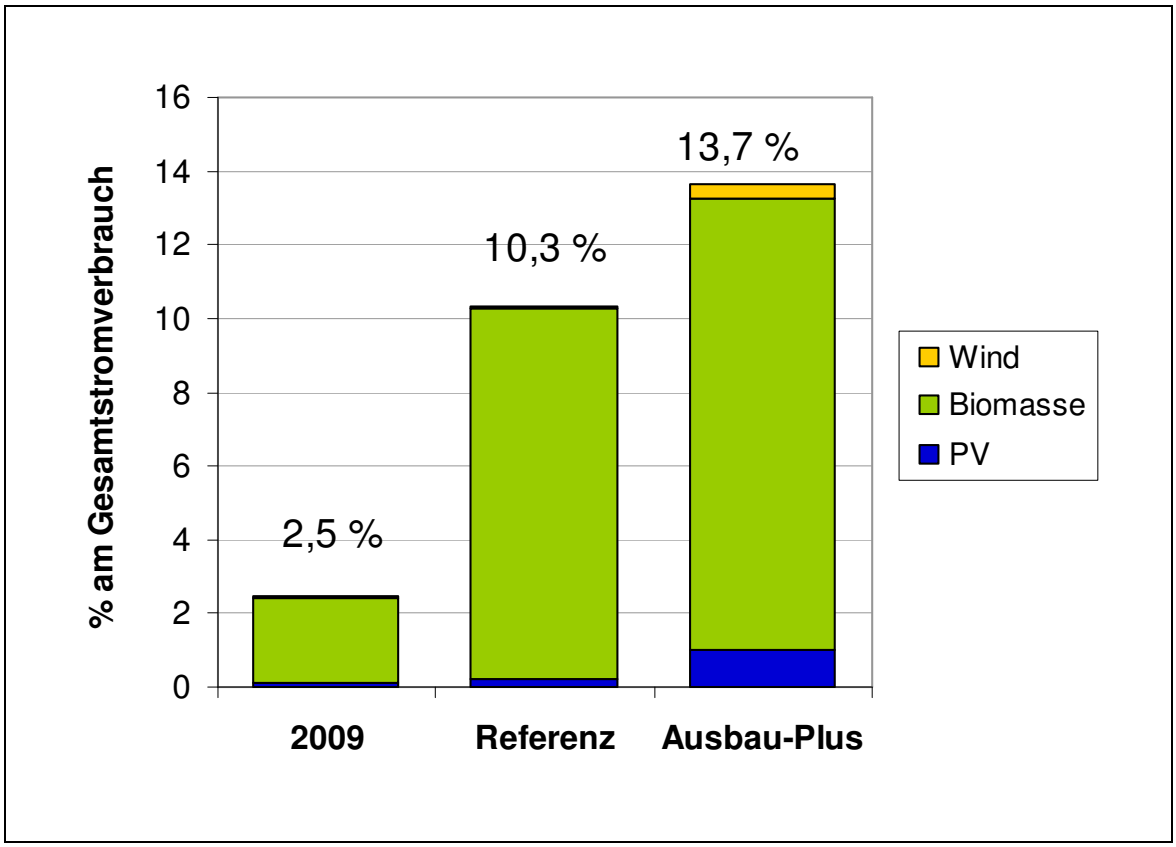


Abb. 2.3: Anteil erneuerbarer Energien am Gesamtstrombedarf 2009, sowie in Referenz- und Ausbau-Plus-Szenario 2020
Quelle: Hirschl et al. (2011)

2.1.4 Infrastruktur der Energieversorgung in Berlin

Die Stromverteilung erfolgt in Berlin über Hoch- (110 kV), Mittel- (10 kV), und Niederspannungsnetze (0,4 kV), die mittels Umspannwerke an das insgesamt 9750 km lange Übertragungsnetz der 50 Hertz Transmission GmbH in Nord- und Ostdeutschland gekoppelt sind (Vattenfall 2011).

Im Bereich intelligenter Netze gibt es bereits erste Aktivitäten des lokalen Energieversorgers und Verteilnetzbetreibers Vattenfall. So bietet das Unternehmen allen Stromkunden in Berlin so genannte „Smart Meter“ zur zeitgenauen Messung und Dokumentation ihres Stromverbrauchs an. Elektromobilität, die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien und anderen dezentralen Quellen, sowie eine intelligente Steuerung des bestehenden Netzes werden als wichtige Aufgabenfelder identifiziert, ohne dass genauere Maßnahmen genannt werden[2].

In Berlin existiert ein Fernwärmenetz mit einer Länge von knapp 1.600 km, vor allem in den dichter besiedelten Gebieten der Hauptstadt. Die eingespeiste Wärme wird in 10 Heizkraftwerken, 9 Heizwerken sowie rund 360 kleineren BHKW erzeugt (Hampel 2011a; Vattenfall 2011).

2 http://www.vattenfall.de/de/distribution/smart-grid.htm

Das Gasnetz wird durch die NBB (Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg) betrieben. Sie transportierte im Jahr 2010 ca. 40.700 GWh/a Gas in einem Netz von 12.120 km Länge und versorgte damit knapp 288.500 Hausanschlüsse mit Gas (NBB 2011).

2.1.5 Relevante Akteure in Berlin

Im Bereich der für eine nachhaltige Mobilität besonders relevanten EE-Bereiche Strom und Gas sind relevante große Akteure in Berlin recht klar identifizierbar: Der lokale Strom- und Fernwärmeversorger Vattenfall[3] (z. B. Ökostrom aus Fernwärmeheizkraftwerken), das Gasversorgungsunternehmen GASAG[4] (z. B. Erzeugung von Biogas zur Einspeisung ins Erdgasnetz) sowie der Übertragungsnetzbetreiber 50 Hertz Transmission GmbH[5] (Einspeisung von EEG-vergütetem Strom) und der Gasnetzbetreiber NBB (eine Ausgründung der Gasag)[6] gehören in Berlin zu den wichtigsten Playern. Diese Akteure können mit ihren Aktivitäten eine bedeutsame Rolle spielen, da sie sich zunehmend als innovative und integrierte Energiedienstleistungsunternehmen verstehen.

Zusätzlich zu den bestehenden relevanten Akteuren ist hier die politisch motivierte Planung von Berliner Stadtwerken („Berlin Energie“) erwähnenswert. Die vom Wirtschaftssenator in Kooperation mit BSR, BWB, BEA und später der GASAG initiierte „Entwicklungsplattform“ ist offen für weitere Partner und soll sich „zu einem kommunalen Ökostrom-Anbieter entwickeln, Energieeffizienzdienstleistungen anbieten und Möglichkeiten für Bürgerengagement ermöglichen“ (SenWTF 2010). Durch „Berlin Energie“ sollen Teile der Energieversorgung wieder unter öffentlicher Kontrolle stehen (SenWTF 2010).

Daneben ist eine Vielzahl von Akteuren mit Einzelaktivitäten im Bereich der Photovoltaik und der Nutzung von Biomasse vertreten. Im Falle von Bürgersolaranlagen betreiben mehrere Einzelpersonen gemeinschaftlich (z. B. durch die Gründung einer Eigentümer-GbR) Photovoltaikanlagen, in Berlin geschieht dies z. B. unter dem Dach des Solarvereins Berlin-Brandenburg[7].

2.2 Erneuerbare Energien in Brandenburg

Brandenburg ist mit einer Fläche von rund 29.479 km² und 2.504.300 Einwohnern (Stand 30.11.2010; Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2010)) ein relativ dünn besiedeltes Flächenland – die Bevölkerungsdichte liegt bei 85 Einwohnern pro km². Aufgrund dieser Charakteristika hat Brandenburg sehr viel bessere Voraussetzungen für den Ausbau erneuerbarer Energien als Berlin. Die Bewertung der Potenziale ist dementsprechend aufwendiger und nimmt an dieser Stelle mehr Raum ein als für Berlin.

---

3 http://www.vattenfall.de

4 http://www.gasag.de

5 http://www.50hertz-transmission.net

6 http://www.nbb-netzgesellschaft.de

7 http://www.solarverein-berlin.de/

2.2.1 Ausbaustand Brandenburg

Struktur der Stromerzeugung und Strombilanz

Aufgrund größerer Braunkohlevorkommen spielt in Brandenburg die Braunkohleverstromung traditionell eine große Rolle. Der hiesige Kraftwerkspark produziert weit mehr Energie als Brandenburg selbst benötigt, sodass über die Hälfte des erzeugten Stroms exportiert wird (vgl. Abb. 2.4). Rund 10 % der Bruttostromerzeugung von rund 50.000 GWh/a werden bereits im Umwandlungsbereich verbraucht, während die Leitungsverluste gut 2 % betragen. Tendenziell ist der elektrische Endenergieverbrauch in Brandenburg in den letzten Jahren leicht zurückgegangen und lag im Jahr 2007 bei etwa 14.500 GWh, was 29,2 % der Bruttostromerzeugung im Land ausmachte. Der Stromverbrauch ist vor allem im Gewerbe seit 2004 stark rückläufig. Während der Stromverbrauch bei den Haushalten ebenfalls rückläufig ist, ist bei der Industrie ein Anstieg des Verbrauchs zu verzeichnen. Der Verkehr spielt beim Stromverbrauch in Brandenburg mit einem Anteil von etwa 1 % nur eine untergeordnete Rolle (Daten: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2010).

Gleichzeitig zum Verbrauchsrückgang stieg die Stromerzeugung insgesamt und somit vor allem der Strom-Export fast kontinuierlich an. Abb. 2.5 zeigt, dass dieser Ausbau der Stromerzeugung vor allem durch den Ausbau erneuerbarer Energieträger erreicht wurde, während die Braunkohleverstromung relativ konstant blieb und nur um etwa 2 % um einen Mittelwert von 35.317 GWh/a schwankte. Durch diesen Trend sank der Anteil der Braunkohle an der Stromerzeugung von 86 % im Jahr 2001 auf gut 70 % im Jahr 2007.

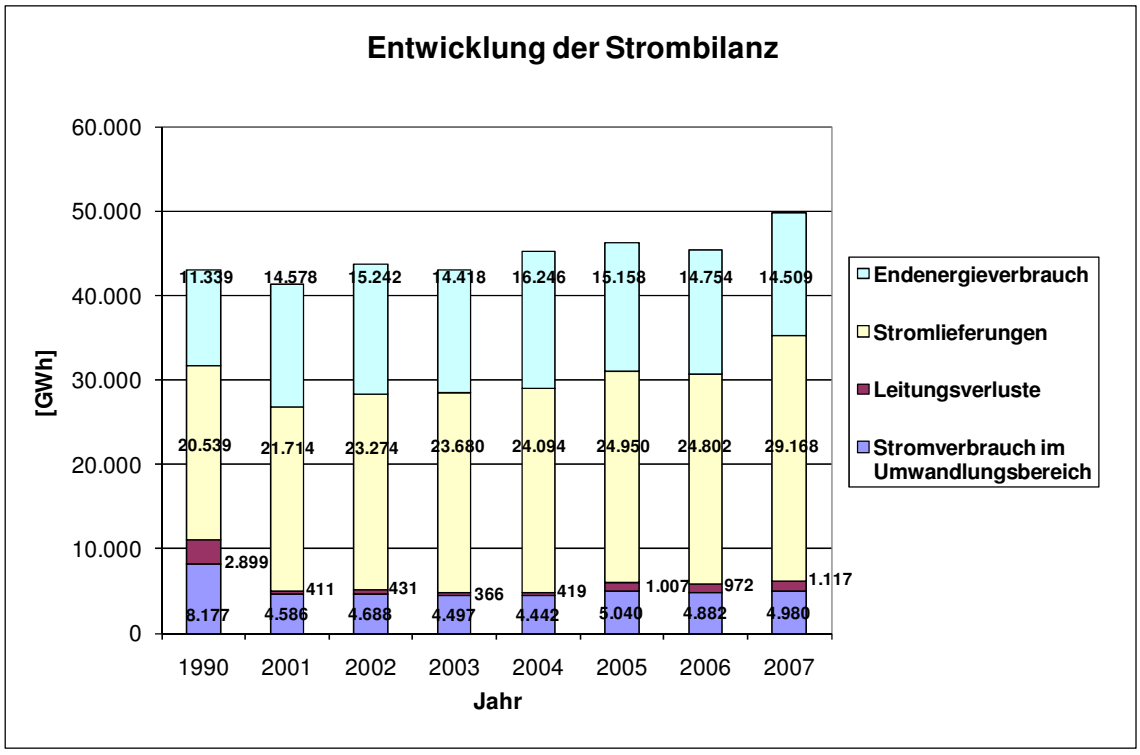


Abb. 2.4: Entwicklung der Strombilanz von Brandenburg
Quelle: Eigene Abbildung (Daten: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2010).

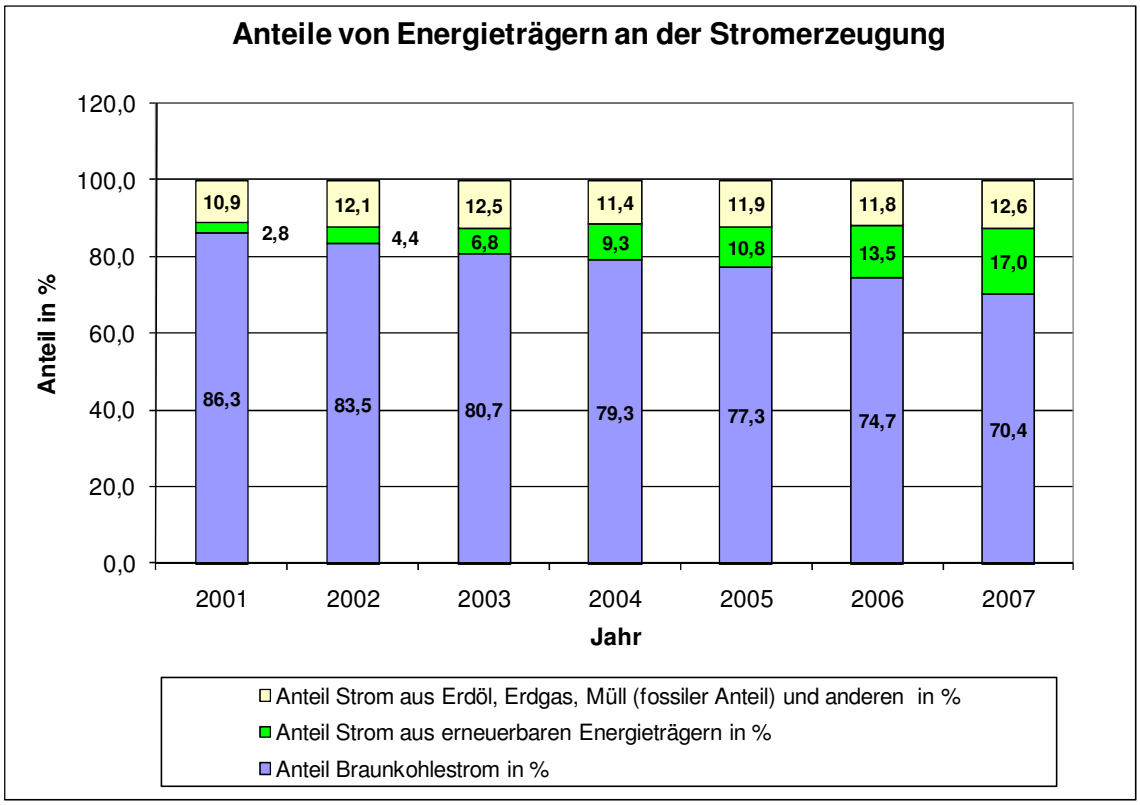


Abb. 2.5: Entwicklung der Stromerzeugung in Brandenburg nach Energieträgern
Quelle: Eigene Abbildung (Daten: Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2010).

Strom aus erneuerbaren Energien

Bedingt durch die attraktive Einspeisevergütung für erneuerbare Energien (EE) gemäß EEG kam es in den letzten Jahren zu einem starken Ausbau erneuerbarer Energien (vgl. Abb. 2.6). Betrachtet man den Zeitraum 2000 bis 2010, so lässt sich feststellen, dass der EE-Ausbau in Brandenburg besonders dynamisch war. So hat sich die installierte EE-Leistung in 10 Jahren von 480 MW auf über 5.300 MW Ende 2010 mehr als verelffacht, während im gesamten Bundesgebiet dagegen nur etwa eine Vervierfachung beziehungsweise ohne Berücksichtigung der Wasserkraft eine Versechsfachung stattgefunden hat.

Besonders rasant hat sich in Brandenburg die Windkraft entwickelt, welche 2010 knapp 84 % der gesamten installierten EE-Leistung ausmachte und lange Zeit (2000–2008) sogar mehr als 90 % der EE-Kapazitäten stellte. Daneben spielen in Brandenburg vor allem Solarenergie (9,5 %) und feste Biomasse (6,1 %) eine größere Rolle im EE-Strommix, während der Anteil von EEG-vergütetem Strom aus Biogas (0,6 %) und Wasserkraft (0,1 %) an der installierten EE-Leistung nur eine untergeordnete Rolle spielt, was im Bundesdurchschnitt deutlich anders aussieht.

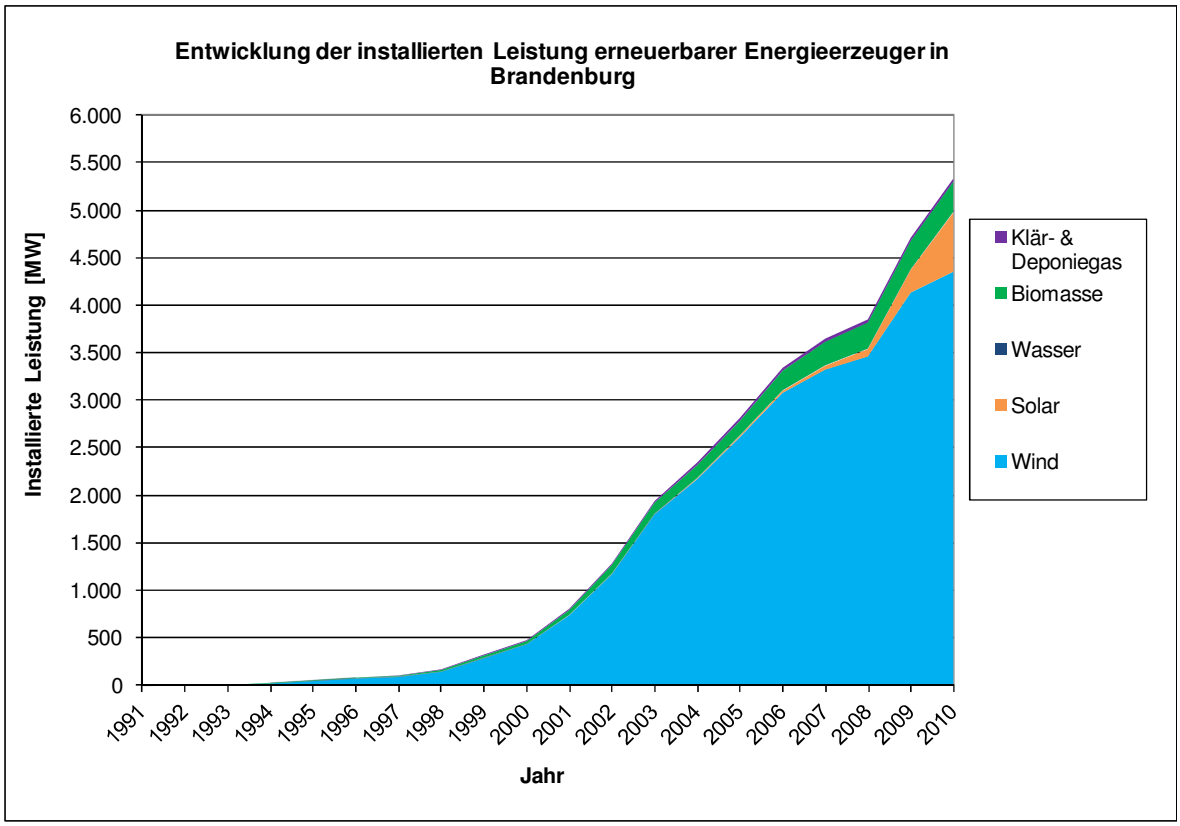


Abb. 2.6: Entwicklung der installierten Leistung erneuerbarer Energieerzeuger in Brandenburg
Quelle: Eigene Abbildung (Daten: 50 Hertz 2011).

Betrachtet man, wie viel elektrische Energie tatsächlich durch die verschiedenen Erneuerbaren erzeugt wurde, so trugen 2009 mit 6.061 GWh (74 %) vor allem die Windenergie und mit 1.993 GWh (24,4 %) die Biomasse (inkl. Biogas) zur EE-Stromerzeugung bei, während der Anteil von %Solarenergie (1,7 %) und Wasserkraft (0,2 %) nur sehr gering war (vgl. Tab. 2.4). Die gesamte EE-Stromerzeugung in Brandenburg betrug **2010 etwa 10.453 GWh, was etwa 72 % des elektrischen Endenergiebedarfs von Brandenburg (ohne Berlin)** entspricht.

Tab. 2.4: Stromerzeugung in Brandenburg durch erneuerbare Energien 2007–2010
Quelle: Eigene Darstellung (Daten: 50 Hertz 2011; LUGV 2011).

Stromerzeugung [GWh]					**Anteil [%]**		
Energieträger	**2007**	**2008**	**2009***	**2010****	**2008**	**2009**	**2010**
Biomasse (inkl. Gas)	1.385	1.713	1.993	2.255	21,8 %	24,4 %	22,7 %
Solar	23,1	43,0	140	552	0,5 %	1,7 %	5,2 %
Wasser	19,0	15,0	15	27	0,2 %	0,2 %	0,3 %
Wind	6.079	6.089	6.061	7.619	77,5 %	74,3 %	71,9 %
Summe	7.507	7.860	8.209	10.453	100 %	100 %	100 %

Die Werte für 2007 und 2008 basieren auf der EEG-Abrechnung von 50 Hertz (2011).
***)** Die Werte für 2010 basieren z.T. auf Angaben des LUGV (2011) und liegen vermutlich aufgrund von Direktvermarktung um 0,6 % über denen von 50 Hertz (2011).
****)** Die Abschätzung für 2010 basiert auf der installierten Leistung gem. 50 Hertz (2011) und den durchschnittlichen Volllaststunden der Jahre 2007-2009, wobei der Zubau in 2010 nur zu 50 % einfließt.

2.2.2 Technische Langfristpotenziale in Brandenburg (2050)

Bei den im Folgenden dargestellten technischen Langfristpotenzialen handelt es sich um grobe Abschätzungen zu dem theoretisch nutzbaren physikalischen Energieangebot unter Beachtung technischer Restriktionen. Die Restriktionen basieren sowohl auf technologischen Annahmen (beispielsweise Wirkungsgraden und Volllaststunden) als auch auf Annahmen bzgl. der Standortnutzbarkeit (beispielsweise dem Ausschluss von Siedlungs- oder Naturschutzgebieten für bestimmte Nutzungen). Ob und in welchem Zeitraum diese Potenziale tatsächlich erschlossen werden können, ist dabei nicht Gegenstand der Betrachtung.

Windkraft

Windkraft hat den großen Vorteil, dass sie zu vielen anderen Landnutzungsarten wie der Landwirtschaft keine Konkurrenz darstellt. Trotzdem birgt Windkraft insbesondere in der Nähe von Siedlungen und Naturschutzgebieten ein nicht zu unterschätzendes Konfliktpotenzial, weshalb die folgenden Restriktionsgebiete üblicherweise von der Windkraftnutzung ausgeschlossen werden (Bode et al. 2009, S. 32):

- **Restriktionsstufe 1:** Siedlungen + 1.000 m Abstand, Wirtschaftsflächen, Gewerbeflächen, Verkehrsinfrastruktur, Gewässerflächen, Sumpf- und Moorgebiete, Wälder.
- **Restriktionsstufe 2:** Natura 2000 FFH-Gebiete, Natura 2000 SPA-Gebiete + 1.000 m Abstand, Nationalparks + 1.000 m Abstand, Biosphärenreservate, Naturschutzgebiete + 1.000 m Abstand, Landschaftsschutzgebiete.

Eine GIS-basierte Raumanalyse Brandenburgs identifizierte unter Ausschluss der oben genannten Restriktionsgebiete eine Fläche von 1.500 km², für die folglich kein oder nur geringes Konfliktpotenzial angenommen werden kann (Bode et al. 2009, S. 32). Eine ähnliche GIS-basierte Analyse des Fraunhofer Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) kommt aktuell unter fast identischen Kriterien zu einem Flächenpotenzial von 2.406 km² für Brandenburg (Bofinger et al. 2011, S. 14). Darüber hinaus weist die Studie noch potenziell „nutzbare Schutzgebiete“ und „nutzbaren Wald“ aus. Da das Flächenpotenzial aber auch ohne diese Flächen gewaltig ist, er-

scheint die Ausweisung solcher Gebiete in Brandenburg derzeit nicht notwendig und angesichts zunehmender Vorbehalte von Bürgern zumindest in den nächsten Jahren nicht sinnvoll. Tab. 2.5 stellt die aus den Flächen resultierenden Windstrompotenziale einander gegenüber. Für die weiteren Betrachtungen werden die „Flächen ohne Restriktionen“ nach Bofinger et al. (2011) (Nr. W2 in Tab. 2.5) als technisches Potenzial für die Windkraft in Brandenburg angenommen.

Tab. 2.5: Technisches Windkraft-Potenzial in Brandenburg aufgrund von Raumanalysen

Nr.	Potenzial	Fläche [km²]	%*	MW	GWh/a
W1	Flächen ohne Restriktionen [A]	1.500	5,1 %	34.500	66.389
W2	**Flächen ohne Restriktionen [B]**	**2.406**	**8,2 %**	**55.000**	**105.600**
W3	Nutzbarer Wald [B]	1.934	6,6 %	33.400	64.200
W4	Nutzbare Schutzgebiete [B]	2.925	9,9 %	50.600	97.080

*) Anteil an der Gesamtfläche Brandenburgs (29.479 km²)

Quellen: [A]= (Bode et al. 2009, S. 32); [B]= (Bofinger et al. 2011, S. 14)

Photovoltaik

Photovoltaik kann sowohl auf Gebäuden, gebäudeintegriert oder auf Freiflächen (PV-FFA) installiert werden. Die **theoretischen Potenziale** ergeben sich aus den zur Verfügung stehenden Freiflächen, die folgendermaßen abgeschätzt werden können:

– In Brandenburg stehen **Dachflächen** von rund 200 Mio. m² zur Verfügung. Unter der Annahme einer sehr guten spezifischen Leistung von 0,112 kW/m²$_{Dach}$ und 900 kWh/(kW$_p$·a) würde sich eine theoretisch mögliche Stromproduktion von ca. 20,2 TWh/a (72,6 PJ/a) ergeben.

– Für die **Freiflächen** gibt das Landesumweltamt Brandenburg (LUA) (2007, S. 142) das theoretische Potenzial der Biomassenutzung an, welches im Rahmen des Gutachtens ausführlicher untersucht wurde und rund 3.700 km² bzw. 25 % der landwirtschaftlichen Fläche und somit etwa 120 TWh/a (435 PJ/a) entspricht. Da der „Wertschöpfung aus der landwirtschaftlichen Nahrungsgüterproduktion […] Vorrang gegenüber weiterer Flächeninanspruchnahme u. a. für Wind, Solarenergie und Biomasse“ eingeräumt wird (Landesregierung Brandenburg 2008: S. 4), ist diese Abschätzung tatsächlich rein theoretischer Natur.

Zur Abschätzung der **technischen Potenziale** müssen Annahmen bzgl. der tatsächlichen Nutzbarkeit dieser Potenziale getroffen werden:

– Für **Aufdachanlagen** wird häufig angenommen, dass unter Berücksichtigung von Verschattung und Dachausrichtung rund 20 % der vorhandenen Dachflächen für eine solare Energiegewinnung technisch sinnvoll erschlossen werden können (Klärle et al. 2009; MLUV 2008). Abweichend von LUA (2007) wird aufgrund steigender Wirkungsgrade mit einer spezifischen Leistung von 0,1 kW/m²$_{Dach}$ und 900 kWh/(kW$_p$·a) gerechnet, woraus sich eine Stromerzeugung von **3.205 GWh/a (11,54 PJ/a)** ergibt.

– **Freiflächenanlagen**

  – Der Flächenbedarf ist stark abhängig von der eingesetzten Technologie. Günnewig et al. (2009) gehen davon aus, dass anders als bei Aufdachanlagen mehrheitlich preiswertere

Dünnschichtmodule für große PV-Freiflächenanlagen (PVFFA) zum Einsatz kommen werden. Diese haben mit Modulwirkungsgraden von 5–10 % eine deutlich geringere Effizienz als kristalline Module, deren Wirkungsgrad mittlerweile 20 % überschreitet. Da die Moduleffizienz ständig weiterentwickelt wird, wird das Potenzial im Folgenden auf Basis des Flächenbedarfs aktueller kristalliner PV-Module ausgewiesen (3 ha/MW_p, 900 kWh/(kW_p·a)). Dies entspricht auch in etwa der Annahme von 3,25 W/m² (3,07 ha/MW_p) mit der die Brandenburger Netzstudie 2 arbeitet (Schwarz et al. 2011, S. 12).

– Schwarz et al. (2011, S. 12) geben die Ende 2009 von den Regionalen Planungsgemeinschaften als PV-Freiflächen-Potenzial gemeldeten Flächen mit rund 20.000 ha an, was etwa **6.000 GWh/a (21,6 PJ/a)** entspricht. Durch Neuausweisung von Flächen (beispielsweise nach Beendigung des Braunkohletagebaus) kann dieses Potenzial durchaus noch steigen.

– Kein Hinweis findet sich in den vorhandenen Gutachten zur Berücksichtigung der Potenziale von Verkehrsrandstreifen, weshalb sie in Tab. 2.6 (P3–P5) überschlägig abgeschätzt werden.

Tab. 2.6: Abschätzung der technischen PV-Potenziale
Eigene Abschätzung

Nr.	Potenzial	MW_p	GWh/a
P1	*Derzeitiges Flächenangebot* für PV-Freiflächenanlagen [A] : 20.000 ha	6.667	6.000
P2	*Dachflächenpotenzial:* 20 % der Dachflächen erschließbar [B], abzgl. Solarthermie (439 ha): 3.561 ha	3.561	3.205
	Verkehrs-Randstreifen: EEG-vergütete PV-Freiflächen von 110 m Breite, die längs an Autobahnen oder Schienenwegen liegen.		
	Überschlags-Rechnungen (Ann.: 3 ha/MW_p, 900 kWh/(kW_p·a)):		
P3	20 % des Autobahnnetzes (795 km [C]) werden beidseitig für PV erschlossen: 3.498 ha ➔	1.166	1.049
P4	Erschließung von 10 % des Eisenbahnnetzes (2490 km [D]): 5.478 ha	1.826	1.643
P5	*Solar-Carports:* Jeder 10te der 1,3 Mio. Personenkraftwagen [C] wird mit 8 m² PV überdacht: 105 ha	105	94
P	**Summe**	**13.324**	**11.992**

Quellen: [A]= (Schwarz et al. 2011, S. 12); [B]= (Klärle et al. 2009; MLUV 2008) ; [C]= (Amt für Statistik Berlin Brandenburg 2011); [D]= (DB 2010)

In Summe ergibt sich somit nach derzeitigem Stand ein technisches Potenzial von 13.324 MW_p bzw. **11.992 GWh/a (43,2 PJ/a)**. Bei den in Tab. 2.6 abgeschätzten Potenzialen ist darauf hinzuweisen, dass in Zukunft durchaus weitere Flächen als geeignet eingestuft werden könnten. Dies hängt u. a. von der infrastrukturellen Erschließbarkeit (Netzanbindung, Verkehrswege), naturschutzbezogenen Standortfaktoren, PV-ertragsbeeinflussenden Standortfaktoren (Solarstrahlung, Geländeneigung/Relief, Verschattung), Besitzverhältnissen, Förderung durch das EEG etc. potenzieller Standorte ab. Durch eine systematische Analyse, Kategorisierung und Ausweisung entsprechender Flächen dürfte sich das Potenzial daher durchaus ausweiten lassen.

Biomasse (Strom und Kraftstoffe)

Die Energiestrategie 2020 weist ein **theoretisches Potenzial** von 40–148 PJ für die Nutzung von Biomasse aus, welches sowohl die thermische und elektrische Nutzung als auch die Nutzung von Biokraftstoffen umfasst.

Für die Abschätzung **technischer Potenziale** werden die zur Energieerzeugung nutzbaren Biomassepotenziale üblicherweise entweder nach Art der Energieträger in feste, flüssige und gasförmige Biomasse, oder aber nach ihrer Art und Herkunft eingeteilt. Im Rahmen dieser Studie werden die Potenziale der Biomasse in Brandenburg nach dem zweiten Ansatz dargestellt, um diese später direkt verschiedenen Arten von Anlagen zur Energieerzeugung zuzuordnen. Die ausführlichste und daher hauptsächlich verwendete Datenquelle für diese Abschätzung ist die Biomassestrategie des Landes Brandenburg (Kenkmann 2010), in der teilweise erschließbare Potenziale für bestimmte Jahre, sowie teilweise technische oder theoretische Potenziale angegeben werden. Deren Angaben wurden in einzelnen Teilbereichen durch weitere Quellen ergänzt, um ein bis 2020 erschließbares Potenzial darzustellen. Dieses entspricht aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit der endogenen Biomassepotenziale bereits den technischen Potenzialen.

In Tab. 2.7 werden diese Potenziale auf die Bereiche der thermischen und der elektrischen Energienutzung aufgeteilt. Es wird angenommen, dass der größte Teil künftig als aufbereitetes Biogas in das Gasnetz eingespeist wird, so dass dieses verbrauchernah sowohl thermisch als auch elektrisch in hoch effizienten KWK-Anlagen genutzt werden kann. Dazu wird ein Wirkungsgrad von 45 % thermisch und 38 % elektrisch angenommen (DBFZ 2011). Ferner wird angenommen, dass feste Biomasse größtenteils in hoch effizienten Hack- oder Pelletfeuerungen thermisch (92 % Wirkungsgrad) oder in Biomasseheizkraftwerken thermisch/elektrisch (48/37 % Wirkungsgrad) genutzt wird. In der Summe ergeben sich so eine Wärmebereitstellung von 20,34 PJ und eine elektrische Energieerzeugung von **9,63 PJ (2.674 GWh/a)**, was einer installierten Leistung von etwa **420 MW** entspricht. Für **Biokraftstoffe** verbleibt ein Potenzial von **7,76 PJ**.

Tab. 2.7: Thermische und elektrische Nutzung der Biomasse-Potenziale
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Kenkmann (2010), MUGV (2010), Linke (2007), ICU/ Witzenhausen (2009b) und Dehoust et al. (2010) und DBFZ (2011).

Potenzial		PJ 2020	% th.	% el.	% Verlust	PJ th.	PJ el.	PJ Kraftst
Holzartige Biomasse**	Waldholz für energetische	3,50	92%		8%	3,22		
	Agrarholz	1,68	92%		8%	1,55		
	Restholz	4,41	92%		8%	4,06		
	Altholz	1,55	48%	37%	15%	0,74	0,57	
Landwirt-schaftliche Biomasse	Bioethanol aus Getreide*	6,34						6,34
	Biodiesel aus Winterraps*	1,42						1,42
	Biomethan aus Silomais*	6,73	45%	38%	17%	3,03	2,56	
	Wirtschaftsdünger**	8,53	45%	38%	17%	3,84	3,24	
	Grünland intensiv**	1,44	45%	38%	17%	0,65	0,55	
	Grünland extensiv*	1,07	48%	37%	15%	0,51	0,40	
Biogene Reststoffe	Grünschnitt**	0,20	45%	38%	17%	0,09	0,08	
	Lebensmittelindustrie**	0,42	45%	38%	17%	0,19	0,16	
	Schlempe (Biokraftstoffe und Alkoholherstellung)**	2,31	45%	38%	17%	1,04	0,88	
	Deponiegas*	1,89	45%	38%	17%	0,85	0,72	
	Klärgas*	0,22	45%	38%	17%	0,10	0,08	
	biogener Anteil im Siedlungsabfall	1,00	45%	38%	17%	0,45	0,38	
	Bioabfälle**	0,02	45%	38%	17%	0,01	0,01	
	Grünabfälle/ Laubsack**	0,04	45%	38%	17%	0,02	0,02	
Summe		**40,00**				**20,34**	**9,63**	**7,76**
* Theoretisches Potenzial als Heizwert des jeweiligen Energieträger					davon Gas:	10,26	8,66	
** Energieinhalt des erzeugten Biogases					davon fest:	10,08	0,97	

Wasserkraft und Geothermie

Aufgrund mangelnder Höhendifferenzen und langsamer Fließgeschwindigkeiten vorhandener Fließgewässer gilt das **Wasserkraft-Potenzial** in Brandenburg als relativ gering. Studien im Auftrag der Landesregierung weisen ein Potenzial von **0,3 PJ (83 GWh/a)** für die Wasserkraft aus (Landesregierung Brandenburg 2008; Seefeldt et al. 2007; LUA 2007). Das einzige Gutachten, welches mit einer Spanne von 0,1–0,5 PJ ein immerhin um 67 % größeres Potenzial ausweist, ist dagegen vergleichsweise alt (Fischedick und Hennicke 2000, S. 23) – hier werden die neueren Gutachten als realistischer eingeschätzt.

Die Stromerzeugung aus **Tiefengeothermie** befindet sich noch weitgehend im Erprobungsstadium. Die dafür erforderlichen hohen Temperaturen ab etwa 140 °C machen sehr teure Bohrungen von über 3.000 m Tiefe notwendig. Nur für wenige Regionen Deutschlands wird dies derzeit als potenziell wirtschaftlich angesehen. Einen großen Anteil trägt daran das Norddeutsche Becken, welches sich auch über einen Großteil Brandenburgs erstreckt. Derzeit werden in Brandenburg zwei Standorte zur Stromerzeugung erkundet: Vom GeoForschungsZentrum Potsdam in Groß Schönebeck und von der ENRO Geothermie GmbH in Finowfurt bei Eberswalde (ETI 2009).

In Deutschland sind bisher nur vier Geothermie-Projekte zur Stromerzeugung mit einer Leistung von 7,5 MW realisiert (BMU 2011, S. 101). Ein Hemmnis für die Erschließung der Potenziale ist die

im Vergleich zu den Erzeugungskosten des Stroms (ca. 18–30 Cent/kWh) zu niedrige EEG-Vergütung von im Mittel 20 Cent/kWh (Frey 2011). Im Entwurf des EEG-Erfahrungsberichts (BMU 2011) wird daher eine Anhebung der Vergütung auf etwa 25 Cent/kWh vorgeschlagen. Darüber hinaus wird erwartet, dass insbesondere bei den Bohrkosten, welche etwa die Hälfte der Investitionskosten ausmachen, ein beträchtliches Optimierungs- und Einsparpotenzial realisierbar ist (Frey 2011). Als ein weiteres Hemmnis könnte sich die potenzielle Gefahr leichter Erdbeben entwickeln, wie es beispielsweise vor zwei Jahren im rheinland-pfälzischen Landau durch den hohen Druck der Wasserpumpen ausgelöst wurde, wodurch allerdings außer Putzrissen an Wänden keine weiteren Schäden entstanden (Frey 2011). In diesem Kontext wird die Geothermie in den nächsten Jahren ihre Sicherheit und Beherrschbarkeit unter Beweis stellen müssen, um bei der Bevölkerung nicht auf Vorbehalte oder gar Ablehnung zu stoßen. Gelingt dies und kann ein wirtschaftlicher Betrieb dargestellt werden, so stehen vor allem in der nördlichen Hälfte Brandenburgs, dem sog. Norddeutschen Becken, gut regelbare Potenziale im Exajoule-Bereich zur Verfügung.

Zusammenfassung

Brandenburg verfügt langfristig über enorme Potenziale für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien. Dies betrifft insbesondere die Energieträger Wind und Sonne, während das endogene Biomasse-Potenzial vergleichsweise beschränkt und bereits weitgehend ausgenutzt ist und das Potenzial der Wasserkraft im Vergleich vernachlässigbar erscheint (Tab. 2.8 und Abb. 2.7). Inwieweit dieses Potenzial mittel- bis langfristig erschlossen wird, ist von einer Vielzahl an Rahmenbedingungen abhängig, so dass von den technischen Potenzialen nicht direkt auf Ausbauszenarien geschlossen werden kann. Bei der Bewertung dieses enormen Potenzials ist Vorsicht geboten. Die zentralen Einflussfaktoren werden im folgenden Abschnitt näher betrachtet, wo auf die erschließbaren Potenziale bis 2020 eingegangen wird.

Tab. 2.8: Technische Langfristpotenziale (2050) der erneuerbaren Energien in Brandenburg
Quelle: Eigene Darstellung

Energieträger	MW	GWh/a	PJ/a	%(PJ-EE)
Windkraft	55.000	105.600	380,2	88 %
Photovoltaik	13.324	11.992	43,2	10 %
Biomasse	420	2.674	9,6	2,22 %
Wasserkraft	14	83	0,3	0,07 %
Summe	**68.758**	**120.349**	**433,3**	**100 %**

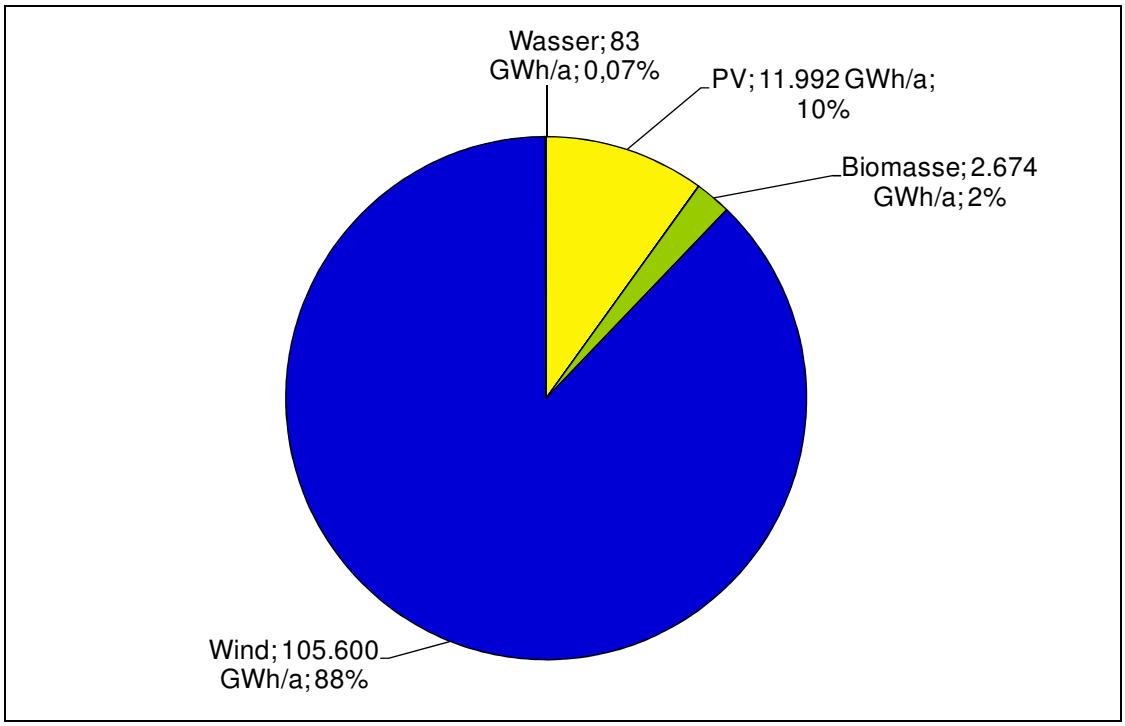


Abb. 2.7: Technische Langfristpotenziale (2050) der erneuerbaren Energien in Brandenburg in GWh/a
Quelle: Eigene Darstellung

2.2.3 Erschließbare Potenziale 2020 in Brandenburg

Ausgehend von den technischen Langfristpotenzialen (2050) werden Annahmen zur tatsächlichen Erschließbarkeit dieser Potenziale bis 2020 getroffen. Diese basieren auf Abschätzungen sowie politischen Zielvorgaben. Eine solche ist beispielsweise die Energiestrategie des Landes Brandenburg, welche ebenfalls basierend auf Potenzialanalysen ambitionierte Ausbauziele für die erneuerbaren Energien in Brandenburg definiert. Da eine Trendfortschreibung des EE-Ausbaus der letzten Jahre zur Erreichung dieser Ziele genügen würde, orientiert sich das hier dargestellte **Referenzszenario** weitgehend an der Energiestrategie. Eine größere Abweichung zu dieser gibt es nur im Bereich der energetischen Biomassenutzung, da die Biomassepotenziale des Landes weitgehend erschlossen sind und aufgrund von Nachhaltigkeitsüberlegungen im Rahmen dieser Studie auf Biomasseimporte verzichtet wird.

Auch die Fortführung der Studie zur Netzintegration erneuerbarer Energien der BTU Cottbus (Schwarz et al. 2011) macht Abschätzungen zum EE-Ausbau bis 2020 und werden hier weitgehend als Ausbau-Plus-Szenario übernommen. Da der Schwerpunkt der Studie auf der Ermittlung des Netzausbaubedarfs in Brandenburg liegt, liegen die Prognosen teilweise noch über den Zielvorgaben der Energiestrategie. In Anbetracht der beschlossenen Energiewende in Deutschland, der Ausbauerfahrungen der letzten Jahre und der technischen Potenziale, können die Werte der Energiestrategie und der BTU-Studie als Korridor für den möglichen EE-Ausbau in Brandenburg dienen. Allerdings stehen dem Ausbau einige Hemmnisse entgegen, so dass diese Werte als erschließbare Potenziale, nicht aber als Prognose zu betrachten sind. Dies wird im Folgenden tech-

nologiespezifisch dargestellt und teilweise durch eigene Annahmen/ Betrachtungen ergänzt bzw. modifiziert.

Windkraft

In der Energiestrategie 2020 strebt das Land Erzeugungskapazitäten von rund **55 PJ (15.300 GWh)** an, was etwa einer installierten Leistung von etwa **7.500–8.000 MW**[8] entspricht. Bis 2020 müssten folglich im Durchschnitt 363 MW pro Jahr an Windleistung installiert werden. Dass dies bei entsprechender Flächenverfügbarkeit und Finanzierung zumindest technisch machbar ist, zeigt die Ausbau-Leistung der letzten Jahre, welche zwischen 139 und 672 MW pro Jahr lag (Abb. 2.8).

Die Fortführung der Studie zur Netzintegration erneuerbarer Energien der BTU Cottbus (Schwarz et al. 2011) konstatiert auf Basis der Angaben der Regionalen Planungsgemeinschaften (RPG), dass die derzeit ausgewiesenen Windeignungsgebiete bereits stark ausgelastet sind. Folglich sei ein weiterer Ausbau vor allem durch das Ersetzen alter Anlagen durch neuere der 2–3-MW-Klasse mit Nabenhöhen bis 140 m zu erreichen („Repowering“), wodurch 2020 eine installierte Leistung von 8.178 MW erreicht werden könnte. Zusätzlich wird darauf verwiesen, dass allein die RPG Uckermark-Barnim die Neuausweisung von Flächen für rund 1.000 MW Windleistung beabsichtigt. Eine nach Meinung der BTU-Autoren konservative Abschätzung kommt daher zu dem Schluss, dass bis 2020 etwa **9.376 MW** installiert sein und etwa **18.240 GWh/a (65,7 PJ)** Strom produziert werden könnten. Bestehende Höhenbegrenzungen wie die der Nabenhöhe auf 100 m müssen dafür jedoch aufgehoben werden. Vereinzelt werden erste Anlagen der 7-MW-Klasse zu Land eingesetzt, so dass künftig durchaus weitere Leistungssteigerungen auf den verfügbaren Flächen erzielt werden könnten.

Da die verfügbaren Potenziale bei der Windkraft recht groß sind, wird für das Referenz-Szenario angenommen, dass die in der Energiestrategie für 2020 genannten Ausbauziele erreicht werden können (Abb. 2.8). Auch die Abschätzung der BTU liegt durchaus im Bereich des Möglichen und wird daher für das Szenario Ausbau-Plus übernommen. Es ist darauf hinzuweisen, dass vor allem für den Zeitraum nach 2020 durch Neuausweisung entsprechender Eignungsgebiete und forcierten Netzausbau ein stärkerer Ausbau möglich erscheint.

[8] In der Energiestrategie werden ca. 7.500 MW installierte Leistung als Zielvorgabe angegeben. Ausgehend von der erzeugten Strommenge unterscheidet sich die installierte Leistung je nach angenommener Volllaststundenzahl.

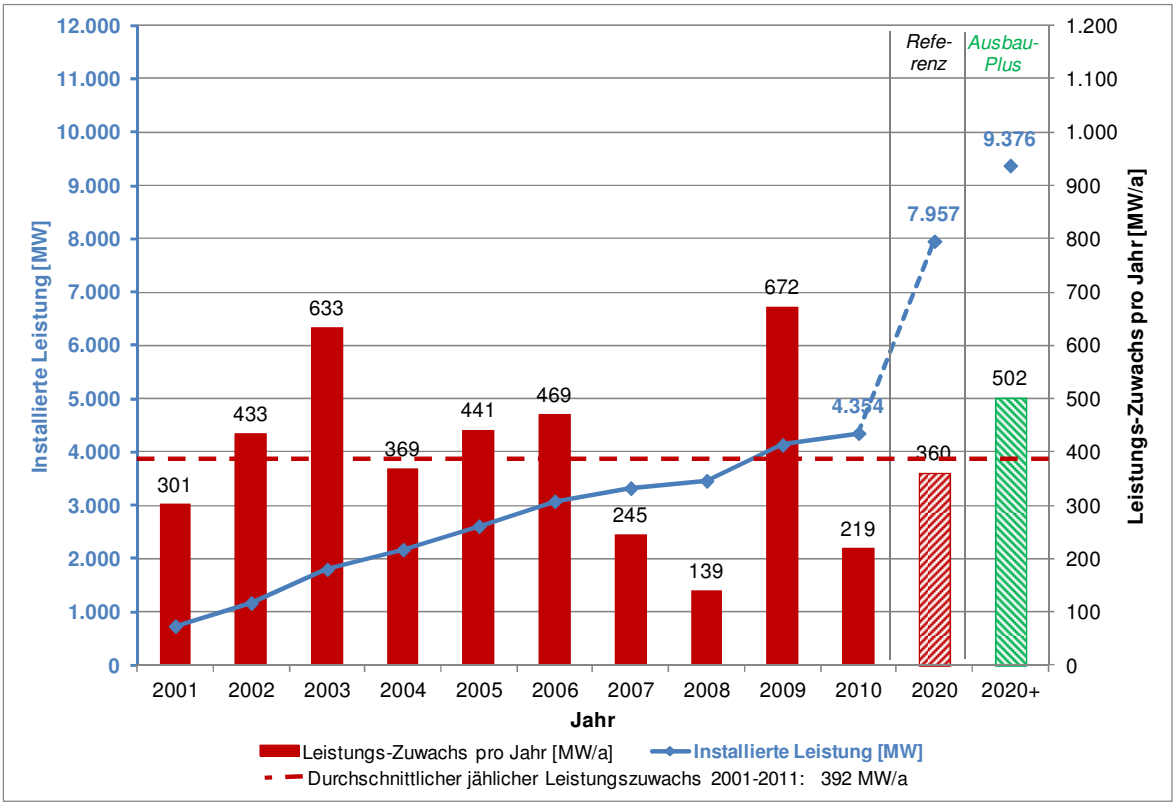


Abb. 2.8: Erfolgter und angenommener Ausbau der Windkraft in Brandenburg
Quelle: Eigene Darstellung; Daten 1996–2010: 50 Hetz (2011)

Photovoltaik

Die bis 2020 erschließbaren Potenziale bei der Photovoltaik werden folgendermaßen eingeschätzt:

1. **Aufdachanlagen**
   a. LUA (2007, S. 142) schätzt, dass bis 2020 etwa 5,6 % der Dachflächen und somit 800 GWh/a (2,88 PJ/a) bzw. 940 MW_p erschlossen werden können (bei 0,095 kW/m^2_{Dach} und 850 $kWh/(kW_p \cdot a)$).
   b. Eine Abschätzung auf Basis der Einwohnerzahl weist ein Potenzial von 1.506 MW_p und somit etwa 1.355 GWh/a (4,88 PJ/a) aus, was einer Nutzung von rund 8 % der Dachflächen entspräche (Schwarz et al. 2011, S. 15).
2. **Freiflächenanlagen**
   a. Die Zielvorgabe der Energiestrategie des Landes Brandenburg sieht für 2020 eine solare Energieerzeugung von 11 PJ/a (3.056 GWh/a) vor, wozu die Solarthermie etwa 1,8 PJ und den Rest die Photovoltaik beisteuern soll (Günnewig et al. 2008). Zieht man die unter 1a genannten 2,88 PJ für Aufdachanlagen ab, so verbleibt eine PV-FFA-Zielgröße von 6,32 PJ, also 1.810 MW_p bzw. 1.756 GWh/a.
   b. Schwarz et al. (2011) schätzen, dass bis 2020 rund 50 % der ausgewiesenen Flächen (also rund 10.000 ha) erschlossen werden können, was etwa 2.772 GWh/a (9,98 PJ/a) bzw. 3.080 MW_p entspricht.

c. Allerdings weisen Schwarz et al. (2011, S. 12) auch darauf hin, dass bzgl. der tatsächlichen Verfügbarkeit dieser Flächen derzeit große Unsicherheit besteht. Günnewig et al. (2009) kamen beispielsweise zu dem Ergebnis, dass nur rund 6.600 ha für die solare Strahlungsnutzung in Brandenburg tatsächlich zur Verfügung stehen und selbst für diese Flächen bisher nur eine verhaltene Nachfrage existiert. Begründet wird diese mit z. T. hohen Sanierungskosten für ehemalige Militärflächen („WGT-Liegenschaften"). Bzgl. der Braunkohlenplanung konstatieren Günnewig et al. (2009), dass in der Regel eine landwirtschaftliche Nutzung der Flächen vorgesehen ist und auch wirtschaftlich lukrativer eingeschätzt wird, als die Nutzung durch Photovoltaik, deren Wirtschaftlichkeit von der auf 20 Jahre begrenzten EEG-Vergütung abhängig ist.

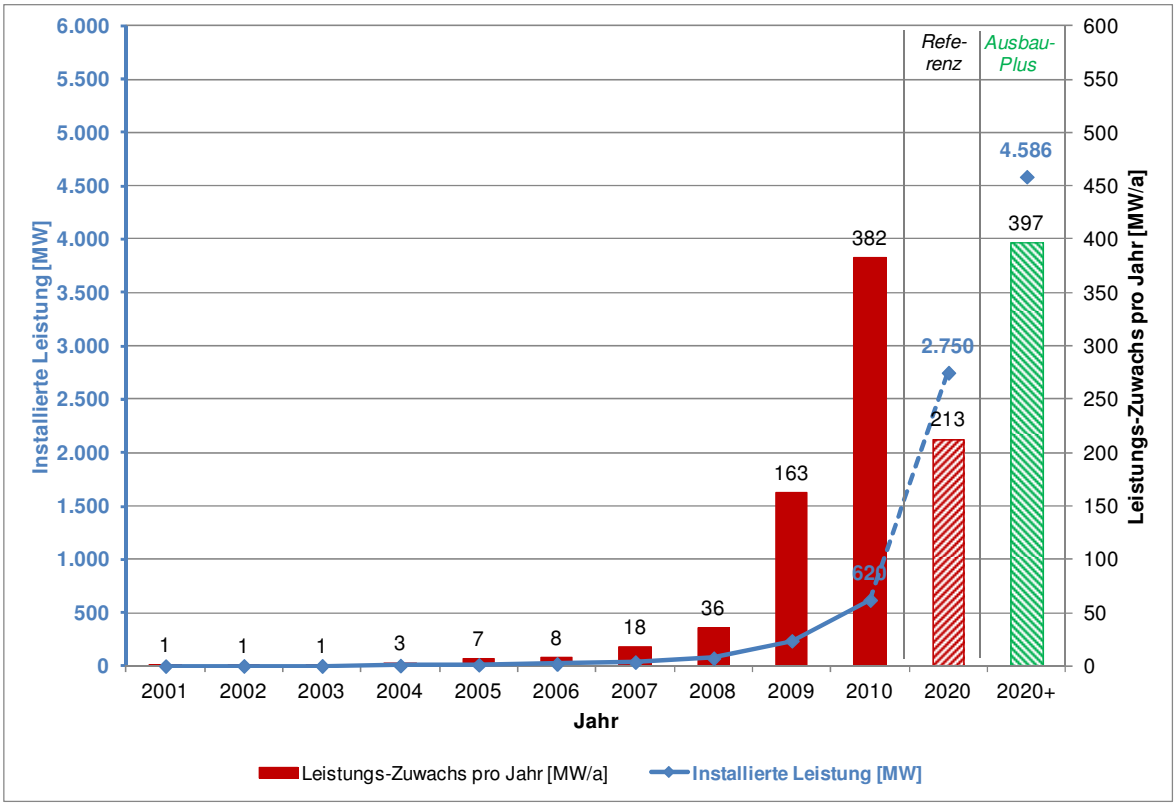


Abb. 2.9: Erfolgter und angenommener PV-Ausbau
Quelle: Eigene Darstellung; Daten 1996-2010: 50 Hertz (2011)

Sowohl die Zielsetzung der Energiestrategie als auch die Abschätzung nach Schwarz et al. (2011) scheinen durchaus im Rahmen des Machbaren zu liegen, wobei letztere aufgrund der sich bereits abzeichnenden Flächenproblematik als zunehmend unwahrscheinlich eingeschätzt wird. Daher wird erstere für das **Referenz-Szenario (1a+2a → 2.750 MW ≈ 2.556 GWh/a bzw. 9,2 PJ**) und letztere für das **Ausbau-Plus-Szenario (1b+2b → 4.586 MW ≈ 4.127 GWh/a bzw. 14,9 PJ)** übernommen. Der Ausbau im Rahmen der hier beschriebenen Szenarien wird (gemessen am PV-Ausbau der vergangenen Jahre, vgl. Abb. 2.9) als sehr ambitioniert eingeschätzt, sodass selbst bei großzügiger Ausweitung der Flächenpotenziale ein stärkerer Ausbau als relativ unwahrscheinlich erachtet wird.

Biomasse (Strom und Kraftstoffe)

Die Energiestrategie 2020 sieht vor, bis 2020 etwa 50 PJ aus der Bioenergie zu erschließen (33,5 PJ durch feste Biomasse, 11 PJ durch Biokraftstoffe, 4,5 PJ durch Biogasnutzung, 1,4 PJ durch Deponie- und Klärgas). Schwarz et al. (2011) gehen davon aus, dass bis 2020 etwa 609 MW installierte elektrische Leistung erschlossen werden könnte, was etwa 3.879 GWh/a (13,97 PJ/a) entspricht.

Angesichts des mit 7,78 PJ bereits weit voran geschrittenen Ausbaus der Biomasseverstromung wird spätestens 2020 mit einer vollständigen Erschließung des endogenen technischen Biomasse-Potenzials gerechnet (9,63 PJ bzw. 2.674 GWh/a). Jeder weitere Ausbau müsste entweder durch Importe oder auf Kosten der landwirtschaftlichen Nahrungsmittelproduktion stattfinden. Insbesondere aufgrund zahlreicher Nachhaltigkeitsprobleme beim Import von Biomasse, sollte der Fokus der Biomassenutzung in Brandenburg auf den endogenen Potenzialen liegen. In der Summe ergeben sich so eine Wärmebereitstellung von 20,34 PJ und eine elektrische Energieerzeugung von **9,63 PJ (2.674 GWh/a)**, was einer installierten Leistung von etwa **420 MW** entspricht. Für **Biokraftstoffe** verbleibt ein Potenzial von **7,76 PJ** (entspricht 2.156 GWh).

Wasserkraft und Geothermie

Für die **Wasserkraft** sieht die Energiestrategie für 2020 eine Verdopplung des derzeitigen Ausbaus auf **0,2 PJ (56 GWh/a) bzw. 9,3 MW** vor. Dieser Wert wird für beide Szenarien für 2020 übernommen.

Im Bereich der **Tiefengeothermie** lässt sich die Erschließbarkeit der an sich gigantischen Stromerzeugungs-Potenziale des Norddeutschen Beckens im Exajoule-Bereich derzeit kaum abschätzen. In der Energiestrategie 2020 und in Gutachten der Landesregierung wurde die Geothermie bisher als reine Wärmequelle und nicht zur Stromerzeugung ausgewiesen (Landesregierung Brandenburg 2008; Seefeldt et al. 2007; LUA 2007). Diese Annahme wird für das Referenz-Szenario bis 2020 übernommen.

Der aktuelle Entwurf des EEG-Erfahrungsberichts macht für den Ausbau der geothermischen Stromerzeugung in Deutschland hingegen folgende Aussage: „Optimistisch geschätzt könnten bis 2020 etwa 80 Projekte mit knapp 380 MW elektrischer Leistung installiert sein." (BMU 2011, S. 101). Für 2030 wird ein möglicher Ausbau von 850 MW angegeben. Für das Szenario „Ausbau-Plus" wird davon ausgegangen, dass bis 2020 5 % (4 MW bzw. 0,55 PJ (152 GWh/a) bei 8.000 Volllaststunden) dieses Potenzials in Brandenburg erschlossen werden können.

Zusammenfassung

Die im Folgenden zusammengefassten, erschließbaren Potenziale bis 2020 orientieren sich weitgehend an der Energiestrategie des Landes (Referenz 2020) bzw. der Abschätzung der BTU-Netzstudie 2 für Brandenburg nach Schwarz et al. (2011) (Ausbau-Plus bzw. 2020+). Beide können als recht ambitionierte Szenarien bewertet werden, deren Realsierung keineswegs als selbstverständlich aufgefasst werden sollte. Rahmenbedingungen wie EEG-Förderung und tatsächliche Flächenverfügbarkeit spielen eine maßgebliche Rolle. So ist bereits zum Erreichen der Ziele der Energiestrategie die Ausweisung zusätzlicher Eignungs- oder Vorranggebiete notwendig.

Abweichend von Energiestrategie und BTU-Studie wird für die Biomasse im Rahmen der Betrachtungen hier nur das endogene Potenzial verwendet und nicht mit Biomasseimporten gerechnet.

Darüber hinaus wird der Betrieb erster Geothermie-Kraftwerke zur Stromerzeugung angenommen, die aber bis dahin voraussichtlich nur einen sehr geringen Beitrag leisten werden.

Tab. 2.9 und Abb. 2.10 zeigen den prognostizierten EE-Ausbau beider Szenarien im Vergleich zu den technischen Potenzialen. Es zeigt sich, dass insbesondere beim Wind, aber auch bei der Photovoltaik auch nach 2020 noch erhebliche Potenziale zur Verfügung stehen. Wasserkraft und Biomasse sind dagegen schon jetzt weitgehend erschlossen. Das Potenzial der geothermischen Stromerzeugung kann für Brandenburg derzeit noch nicht abgeschätzt werden und wurde in der Darstellung der technischen Potenziale daher nicht voll dargestellt.

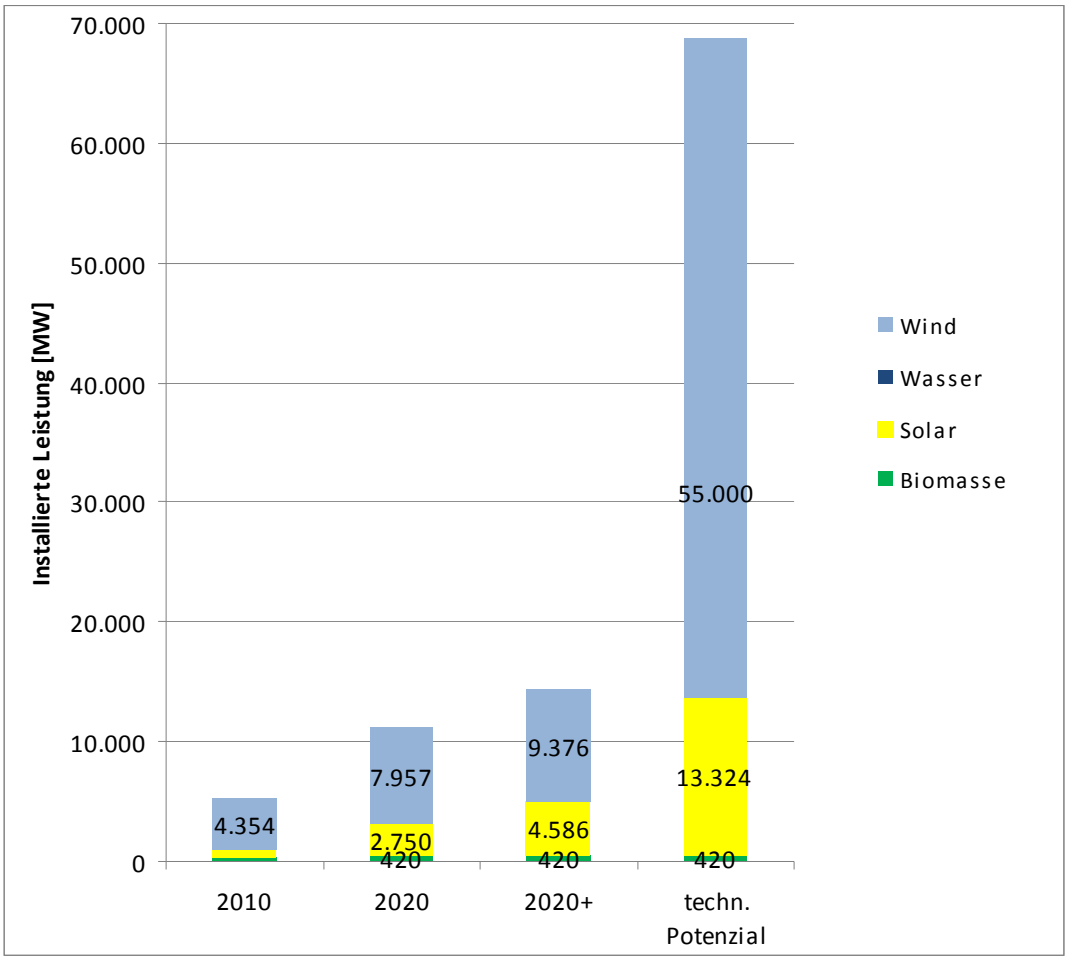


Abb. 2.10: Prognostizierter EE-Ausbau in Brandenburg im Vergleich zu den technischen Potenzialen (installierte Leistung in MW)
Quelle: Eigene Darstellung

Tab. 2.9: Prognostizierter EE-Ausbau in Brandenburg im Vergleich zu den technischen Potenzialen (installierte Leistung in MW)
Quelle: Eigene Darstellung

MW	2010	Referenz 2020	Ausbau-Plus 2020+	technisches Potenzial
Windkraft	4.354	7.957	9.376	55.000
Photovoltaik	620	2.750	4.586	13.324
Biomasse	354	420	420	420
Wasserkraft	4	9	9	14
Tiefe Geothermie	0	0	4	?
Summe	**5.333**	**11.136**	**14.395**	**68.758**

In Abb. 2.11 ist die potenzielle EE-Stromerzeugung in Brandenburg dem voraussichtlichen Bedarf Berlin-Brandenburgs im Referenzfall (2020) gegenübergestellt. Für diesen Vergleich ist eine Umrechnung der prognostizierten installierten Leistung [MW] aus Abb. 2.10 in die daraus resultierende Stromerzeugung [GWh] notwendig. Daraus geht hervor, dass Brandenburg bis 2020 theoretisch fast den gesamten Strombedarf von Berlin und Brandenburg durch erneuerbare Energien decken könnte. Allerdings ist dabei noch nicht sichergestellt, dass die Erzeugung zeitgleich zum Bedarf stattfindet – eine Versorgungssicherheit durch EE bis 2020 lässt sich also dadurch nicht ableiten (vgl. Kap. 2.3).

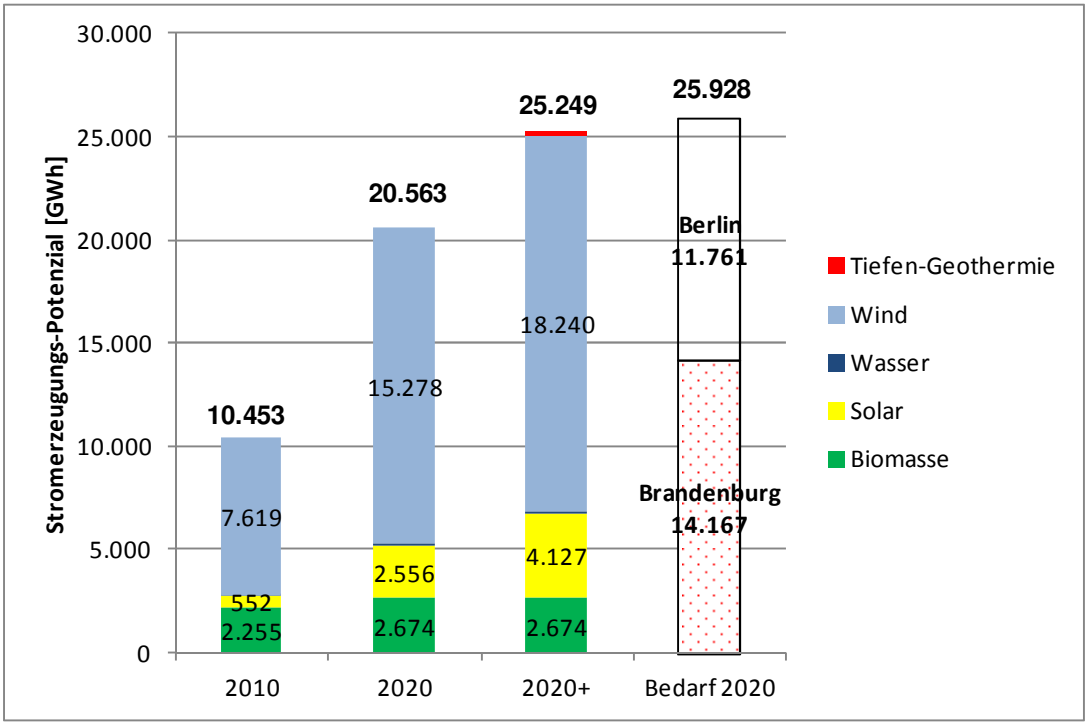


Abb. 2.11: Prognostizierte EE-Stromerzeugung in Brandenburg im Vergleich zum prognostizierten Strombedarf (Stromerzeugung in GWh)
Quelle: Eigene Darstellung

2.2.4 Infrastruktur der Energieversorgung

Die Stromnetze in Brandenburg werden von vier Netzbetreibern betrieben: 50 Hertz-Transmission, E.ON Edis, envia und WEMAG. Im Gas-Bereich listet die Bundesnetzagentur insgesamt 29 Netzbetreiber, wovon die meisten regionale Stadtwerke sind. Die größten überregionalen Betreiber sind die Netzgesellschaft Berlin-Brandenburg (NBB), deren Brandenburger Gasnetz (ohne Hausanschlussleitungen) 5.145,5 km umfasst (NBB 2011), sowie die E.ON edis AG. .

Genauer auf die Energieinfrastruktur wird in Kapitel 2.3 zum Netzausbau und der intelligenten Netznutzung eingegangen.

2.2.5 Relevante Akteure

Als für den Bereich Energie bzw. die Umsetzung der Energiestrategie des Landes Brandenburg relevant, können nach prognos (2007) folgende Akteure aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft identifiziert werden:

- **Zukunftsagentur Brandenburg GmbH (ZAB)**: Die ZAB nimmt mit dem Bereich ZAB Energie eine zentrale Position beim Ausbau einer nachhaltigen Energieversorgung in Brandenburg ein. Zu ihren Aufgaben gehören u. a. die Ansiedlung von Energietechnologieunternehmen, die Energieberatung für Industrie und Gewerbe, die Unterstützung bei der Brennstoffauswahl sowie die Optimierung des Energiebezugs.
- **Energietechnologie-Initiative (ETI)**: Ziel der aus Mitteln des Landesministeriums für Wirtschaft und der IHK Potsdam finanzierten Initiative ist die Förderung der Entwicklung innovativer, energie- und CO_2-sparender Technologien in Brandenburg. Zielgruppe der ETI sind daher alle Entwickler, Hersteller und Anwender innovativer, energiesparender Technologien und klimaverträglicher Verfahren zur Energieerzeugung unter Nutzung regenerativer Energieträger. Die Umsetzung der Ziele erfolgt in den verschiedenen Arbeitsgruppen der ETI bzw. im Rahmen der in ihnen formulierten Leitprojekte.
- **Interministerielle Arbeitsgruppe (IMAG)**: Aufgabe der IMAG ist die Koordination und Vernetzung der Aktivitäten zur Energiestrategie 2020 mit der Politik. Im Hinblick darauf entwickelt sie Maßnahmen, Initiativen und Konzepte für den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien.
- **GA-Kooperationsnetzwerk Energiewirtschaft/Energietechnologie (EWET)**: In diesem Netzwerk engagieren sich seit 2006 Energieversorger, Technologieanbieter, mittelständische Dienstleister, Berater, Handwerker, Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen sowie energieorientierte Verbände und Vereinigungen. Übergeordnetes Ziel ist es, die überregionale und sektorübergreifende Zusammenarbeit der Akteure aus den Bereichen Energiewirtschaft und Energietechnologie zu intensivieren.
- **Centrum für Energietechnologie Brandenburg (CEBra)**: An dieser Forschungseinrichtung der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus werden energietechnische Fragestellungen fach- und fakultätsübergreifend untersucht. Die Schwerpunkte des Engagements bilden dabei die Entwicklung integrierter Konzepte für die ostdeutsche Strom- und Wärmeversorgung sowie die Markteinführung von BioEthanol.

Seitens der Wirtschaft wird der Ausbau der erneuerbaren Energien in Brandenburg maßgeblich von einigen Unternehmen vorangetrieben, welche im Folgenden kurz vorgestellt werden:

- **Enertrag**: Enertrag ist ein auf Nachhaltigkeit spezialisiertes europäisches Energieunternehmen, dass Strom aus erneuerbaren Quellen produziert – hauptsächlich aus Windenergie. Dabei bedient das Unternehmen von der Planung, Technologieentwicklung und Finanzierung über den Bau und die Betriebsführung bis zur Einspeisung in das Stromnetz jedes notwendige Glied in der Produktionskette von nachhaltiger Windenergie. Ein im Hinblick auf eine nachhaltige Mobilität vielversprechendes Projekt hat Enertrag mit seinem Hybridkraftwerk vorgestellt. Dieses wandelt Windenergie in Wasserstoff (H_2) um, welcher als CO_2-freier Kraftstoff genutzt werden kann. Darüber hinaus ermöglicht die Umwandlung in Wasserstoff eine Energiespeicherung in der vorhandenen Gasinfrastruktur und über eine anschließende Rückverstromung auch eine bedarfsgerechte Einspeisung von erneuerbarer Energie in das Stromnetz. Bei der Umwandlung von Strom zu Wasser geht allerdings etwa ein Drittel der Energie verloren, bei einer anschließenden Rückverstrom ein weiteres Drittel (s. Tab. 2.11, S. 37).
- **Juwi-Gruppe**: Das 1996 gegründete Unternehmen ist mittlerweile ein führender Projektentwickler von Erneuerbare-Energien-Anlagen, dessen Portfolio das gesamte Spektrum der erneuerbaren Energien abdeckt (Solar-, Wind- und Bioenergie, Wasserkraft und Geothermie). Darüber hinaus ist das Unternehmen im Bereich des Green Buildings sowie der Elektromobilität aktiv.
- **wpd AG**: Mit einer installierten Gesamtnennleistung von 2,1 GW ist die wpd Gruppe Marktführer im Bereich Planung, Projektierung und Betrieb von Windparks. Lag der Fokus in den ersten Jahren auf der Errichtung von Windparks in Deutschland, agiert das Unternehmen inzwischen weltweit.
- **NAWARO BioEnergie AG**: Im Jahr 2005 gegründet, plant, errichtet und betreibt das Unternehmen BioEnergie Parks, mit denen in industriellem Maßstab aus nachwachsenden Rohstoffen Energie (Biogas und Bio-Erdgas) erzeugt wird.
- Mehrere große **Photovoltaik-Hersteller** (z. B. First Solar in Frankfurt (Oder)) sind in Brandenburg ansässig bzw. unterhalten Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen sowie Produktionsanlagen, mit denen sie den europäischen Markt bedienen.

2.3 Netzausbau und intelligente Netznutzung

Im vorangegangenen Abschnitt wurde gezeigt, dass die Stromerzeugung in Berlin-Brandenburg bis 2020 zum Großteil auf erneuerbaren Energien basieren kann und die EE-Stromerzeugung mittelfristig sogar den Strombedarf der Region übertreffen könnte. Die EE-Stromerzeugung wird voraussichtlich vor allem auf Windkraft und Solarenergie basieren, welche beide nur ein zeitlich fluktuierendes Angebot zur Verfügung stellen. Dies wirft zwangsläufig Fragen zur Versorgungssicherheit und Netzstabilität auf. Folgende Aspekte spielen dabei eine Rolle:

- **Anschluss** der dezentralen EE-Stromerzeuger sowie **Aufnahme** und **Abtransport** der erzeugten Leistung an den Ort des Bedarfs ➔ **Netzausbau**
- **Netzsicherheitsmanagement** (Netz- bzw. Spannungsstabilität) durch
  - **Übertragungskapazitätsreserven**, welche den ungeplanten Ausfall einzelner Betriebsmittel auch bei planmäßigen Kapazitätsengpässen (beispielsweise durch Wartung/Inspektion) kompensieren können („(n-1)-Kriterium“) ➔ **Netzausbau**
  - Bereitstellung von **Blindleistung**/**Systemdienstleistungen** durch EE-Erzeuger
- Sicherstellung einer **„gesicherten Leistung“** die ausreichend ist, um die maximal auftretenden Höchstlasten auf der Nachfrageseite zu bedienen

- Ausgleich des zeitlichen Auseinanderfallens von Bedarf und Erzeugung durch **Energiespeicher**
- **Einspeisefluktuationsglättung** durch **virtuelle Kraftwerke** oder **Kombi-/Hybridkraftwerkskonzepte**
- Nutzung „überschüssiger“ Erzeugungsleistung durch **Umwandlung** und/oder Bereitstellung beispielsweise für den **Wärme- oder Mobilitätsbereich**

Da die Netzstabilität und die Bereitstellung der gesicherten Leistung bisher von konventionellen Kraftwerken übernommen wurde, soll an dieser Stelle zunächst kurz auf die konventionelle Stromerzeugung in der Region eingegangen werden, bevor obige Aspekte im Einzelnen dargestellt werden.

2.3.1 Konventionelle Stromerzeugung

Berlin hat sich selbst zur KWK-Modellstadt erklärt und in den letzten Jahren die Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) massiv ausgebaut. Praktisch die gesamte Stromerzeugung basiert (abgesehen vom EE-Anteil von etwa 7 %) auf KWK. Zehn Heizkraftwerke mit 2.400 MW Leistung stellen rund 7.800 GWh/a bereit. Weitere 360 kleinere BHKW leisteten 2009 mit 62 MW Leistung einen Beitrag von etwa 130 GWh.

In Brandenburg basiert die Stromerzeugung historisch bedingt zu knapp Zweidrittel auf der Braunkohle: Die beiden Kraftwerke Jänschwalde und Schwarze Pumpe stellen zusammen eine elektrische Leistung von 4.600 MW (UBA 2011). In Jänschwalde wird derzeit eine Pilotanlage zur Speicherung der CO_2-Emissionen geplant (CCS, engl. „carbon capture and storage“). Die Energiestrategie des Landes führt diese Technologie als „Voraussetzung für eine langfristige Braunkohlenutzung im Land“ an (Ministerium für Wirtschaft des Landes Brandenburg 2008, S. 34). Derzeit ist jedoch unklar, ob diese Technologie weiterentwickelt und zukünftig eingesetzt wird, nicht zuletzt da Vorbehalte hinsichtlich der damit verbundenen Risiken existieren. Deshalb gibt es in Brandenburg aktuell eine Kontroverse über die Zukunftsfähigkeit der Braunkohleverstromung, so dass deren zukünftige Rolle im Energiemix als unsicher betrachtet werden muss. Angesichts dessen wird für die folgenden Betrachtungen im Sinne einer konservativen Abschätzung angenommen, dass bis 2020 die ältesten drei Blöcke (1.500 MW) in Jänschwalde außer Betrieb gehen und nicht durch Neubauten ersetzt werden.

2.3.2 Gesicherte Leistung

Ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Versorgungssicherheit ist die Verfügbarkeit einer **„gesicherten Leistung“** die ausreichend ist, um die maximal auftretenden Höchstlasten auf der Nachfrageseite zu bedienen. Die Abschätzung des Bedarfs und der voraussichtlich vorhandenen gesicherten Leistung wird auf Basis der dena-Berechnungen für Gesamtdeutschland auf Brandenburg herunter skaliert (dena 2010a). Tab. 2.10 zeigt, zu welchem Anteil die verschiedenen Energieerzeuger zur Bereitstellung gesicherter Leistung beitragen. Während beispielsweise bei Braunkohle rund 92 % der installierten Leistung als sicher verfügbar angenommen werden, so sind es bei Windkraft nur 8 % und bei Solarenergie sogar nur 1 %.

Abb. 2.12 stellt die sich daraus abgeleitete gesicherte Leistung dem Bedarf Brandenburgs und Berlins an gesicherter Leistung im Jahr 2020 (Referenz-Bedarf) gegenüber. Es wird deutlich, dass die gesicherte Leistung überwiegend durch die konventionellen Kraftwerke bereitgestellt wird. Erneu-

erbare Energien allein könnten demnach nicht einmal den Bedarf des Landes Brandenburg an gesicherter Leistung decken. Wasserkraft und Geothermie wurden bei dieser Darstellung zu Gunsten der Übersichtlichkeit nicht dargestellt – ihre Anteile sind ohnehin so klein, dass sie kaum erkennbar wären.

Tab. 2.10: Prognostizierte Entwicklung der gesicherten Leistung

Berlin & Brandenburg Gesicherte Leistung [MW]			**Referenz**	**Ausbau-Plus**
Energieträger	gesichert*	**2009**	**2020**	**2020+**
Biomasse	88 %	332	533	538
Solar	1 %	3	28	47
Wasser	40 %	2	4	4
Wind	8 %	310	597	705
Tiefen-Geothermie	90 %	0	0	4
Berliner KWK**	86 %	2.117	2.117	2.117
Gas, Erdöl	91 %	1.045	1.045	1.045
Braunkohle	92 %	4.232	2.852	2.852
Summe		**8.041**	**7.176**	**7.312**
Anteil der gesicherten Leistung an der installierten Leistung [%]		77 %	40 %	34 %

*) Faktoren nach dena (2010b) bzw. für Gas gem. Oeser (2006) nach Swider und Weber (2007)
**) Die Stromerzeugung aus KWK in Berlin wird hier als konstant angenommen, da die politische Zielvorgabe von 60 % KWK bis 2020 (SenGUV 2010) laut Hampel (2011b) bereits erreicht wurde und keine neueren Zielvorgaben/ Prognosen vorliegen.

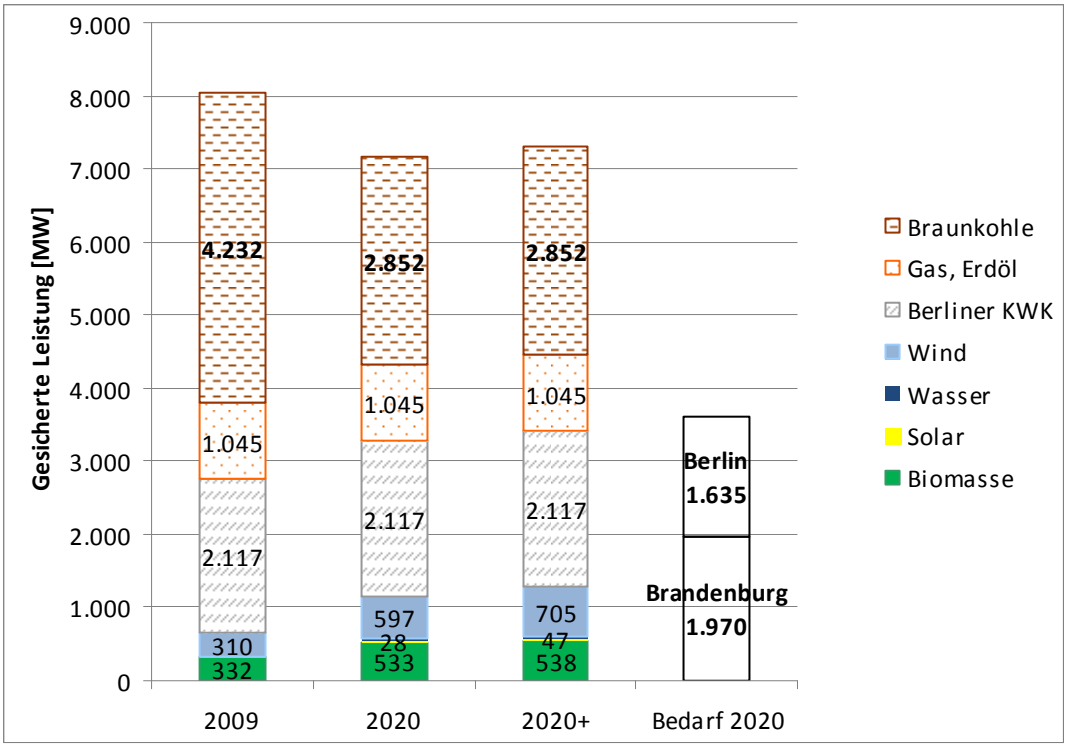


Abb. 2.12: Bedarf und prognostizierte Entwicklung der gesicherten Leistung
Quelle: Eigene Darstellung

2.3.3 Netzausbau

Die Kapazitäten der Stromnetze spielen bei der Beurteilung der Versorgungssicherheit und bei der Realisierung eines ambitionierten EE-Ausbaus eine entscheidende Rolle. So müssen einerseits an geeigneten Standorten beispielsweise für Wind- oder PV-Parks entsprechende Netzanschlusspunkte vorhanden sein oder geschaffen werden; auf der anderen Seite müssen die Netze auch den Abtransport und die Verteilung des Stroms bis über die Landesgrenzen hinweg sicherstellen. Bei starkem Wind oder Sonneneinstrahlung können sehr viel höhere Erzeugungsspitzen entstehen, als dies derzeit der Fall ist. Umgekehrt kann bei landesweiter Flaute und Dunkelheit der Energiebedarf eventuell nicht gedeckt werden. Die dena-Netzstudie II mahnt daher einen Netzausbaubedarf von 3.600 km auf Höchstspannungsebene an, damit künftig sowohl deutschlandweit als auch auf europäischer Ebene lokale Unterschiede zwischen Bedarf und Energieerzeugung ausgeglichen werden können (dena 2010c). Hinzu kommt ein nicht unbeträchtlicher Ausbaubedarf auf der Verteilnetzebene (110 kV), in den die Mehrzahl der EE-Erzeuger derzeit einspeisen und auch in Zukunft einspeisen werden, welcher aber von der Netzstudie nicht betrachtet wird.

Schwarz et al. (2011) haben unter Mitwirkung der vier in Brandenburg verantwortlichen Netzbetreiber den Ausbaubedarf für Brandenburg auf allen Netzebenen abgeschätzt. Als Basis diente eine Abschätzung des EE-Ausbaus bis 2020, der weitgehend mit dem hier dargestellten Ausbau-Plus-Szenario für Brandenburg übereinstimmt. Die Studie kommt dabei zu folgenden Schlüssen:

1. Gegenüber den bisher bestehenden Netzausbaukonzepten der Netzbetreiber ist ein zusätzlicher Ausbaubedarf zu konstatieren.

2. Der notwendige Netzausbau im Umfang von 2,09 Mrd. Euro wird folgendermaßen dargestellt (Schwarz et al. 2011, S. 72):
    a. Übertragungsnetze: 625 km neue Freileitungen sowie zusätzliche Ausbaumaßnahmen in Form von Umspannwerken, Schaltfeldern und Erhöhung der Transformatorleistung.
    b. Verteilnetz: 1.068 km neue 110-kV-Freileitungen sowie Maßnahmen zur Erhöhung der Übertragungskapazität auf einer Länge von 530 km.
    c. Investitionsbedarf auf Mittel- und Niederspannungsebene von 134 Mio. Euro.
    d. Verteilung der Kosten: 52 % 50 Hertz, 38 % E.ON edis, 8 % envia, 2 % WEMAG.

Ob und wie das Stromnetz der Deutschen Bahn zur Entlastung des öffentlichen Stromnetzes herangezogen werden kann wurde in dem Gutachten von Schwarz et al. (2011) nicht betrachtet. Dies ist vermutlich auch darauf zurückzuführen, dass das Bahnstromnetz nicht als Dreiphasen-Drehstromnetz mit 50 Hz, sondern als Einphasen-Wechselstromnetz mit 16,7 Hz betrieben wird, was neben den Eigentumsverhältnissen und weiteren technischen Besonderheiten eine mögliche Entlastung des öffentlichen Stromnetzes erschwert und unwahrscheinlich macht.

Schwarz et al. (2011) weisen darauf hin, dass das am 30.06.2011 verabschiedete Netzausbaubeschleunigungsgesetz einen Systemwechsel für die Netzplanung anstößt: So wird der als kostenintensiv geltenden Erdverkabelung ein Vorrang eingeräumt, sofern Naturschutzbelange dem nicht entgegenstehen und die Mehrkosten nicht das 2,75-fache der Kosten für Freileitungen übersteigen. Die Erfüllung des Kostenkriteriums wird in der Studie allerdings angezweifelt, sofern in die Kostenbetrachtung auch die hohen Folgeaufwendungen für die damit verbundene Umstellung der bisheri-

gen Resonanzsternpunkterdung auf niederohmige Sternpunkterdung berücksichtigt werden. Trotzdem muss man feststellen, dass die oben dargestellten Kosten durch den Vorrang der Erdverkabelung deutlich steigen könnten. Auf der anderen Seite ist bei der Erdverkabelung mit deutlich weniger Widerstand in der Bevölkerung zu rechnen, was wesentlich zu Beschleunigung des Ausbaus beitragen könnte. Der notwendige Netzausbau kann außerdem durch verschiedene Maßnahmen in Grenzen gehalten und die Versorgungssicherheit zusätzlich erhöht werden:

– Energiespeicher
– Lastmanagement z. B. im Rahmen von „smart grids“ mittels lastvariabler Tarife
– Einbeziehung von Industriekraftwerken in das Netzmanagement
– Power-to-Gas-Konzepte (enthält eine Energiespeicherung)
– „Hybrid-Kraftwerke“ (enthalten teilw. eine Energiespeicherung)

Für jede dieser Maßnahmen gibt es unterschiedliche Konzepte und Ansätze. Da viele sich noch in der Entwicklung/ Erprobung befinden, empfiehlt es sich, einige möglichst vielversprechende und auf die Rahmenbedingungen abgestimmte Konzepte parallel zu verfolgen, zumal sich diese auch gut ergänzen können. Einige dieser Maßnahmen werden in den folgenden Abschnitten etwas ausführlicher dargestellt.

2.3.4 Energiespeicher

Mit zunehmendem Anteil fluktuierender erneuerbarer Energieträger am Energiemix gewinnt der Aspekt der Energiespeicherung stark an Bedeutung. Dies ist vor allem durch die zunehmenden Differenzen zwischen der Energiebereitstellung und der zeitgleichen Nachfrage zurückzuführen. Solche Ungleichgewichte gefährden die Netzstabilität, weshalb beispielsweise bei Starkwindereignissen immer häufiger Windkraftanlagen „abgeregelt“ werden müssen und somit weniger Energie produzieren, als eigentlich möglich wäre. Im Jahr 2010 musste aufgrund dieser „**Abregelung**“ vor allem in den nördlichen und nordöstlichen Netzgebieten bereits auf rund 125 GWh Windenergie verzichtet werden (Bundesregierung 2011).

Energie lässt sich elektromagnetisch, elektrochemisch, mechanisch oder in Form von Wärme speichern. Am preiswertesten und meisten verbreitet sind in der Energiewirtschaft große **Pumpspeicherwerke**. Diese erfordern aber einen entsprechenden Höhenunterschied, der in Brandenburg weitestgehend nicht gegeben ist. Allerdings untersuchte Schulz (2009) die „Speicherpotenziale von Pumpspeicherwerken in Tagebaurestlöchern ehemaliger Braunkohlereviere“ für die Bundesländer Brandenburg, Sachsen und Sachsen-Anhalt. Ob und inwieweit eine solche Nutzung tatsächlich erschlossen werden könnte, müsste allerdings zunächst in umfangreichen geologischen und bergbaulichen Untersuchungen geklärt werden. Eine genauere Prüfung erscheint aber durchaus lohnenswert.

Druckluftspeicher weisen ähnliche spezifische Kosten auf wie Pumpspeicher. Allerdings konstatieren Schwarz et al. (2011), dass geeignete Salzkavernen überwiegend zur Zwischenspeicherung von Erdgas genutzt werden.

Für Brandenburg bieten sich laut Schwarz et al. (2011) vor allem folgende Systeme an:

– **Batteriesysteme** (beispielsweise Blei-Säure-, NaS-, Redox-Flow- oder Li-Ion-Batterien) in kleinerem (dezentralen) Maßstab aufgrund ihres überschaubaren Investitionsbedarfs. Sie dürften auch im Mobilitätsbereich insbesondere bei der Elektromobilität eine wichtige Rolle spielen.

– **„Power-to-Gas-Konzepte“**, bei denen mit überschüssigem Strom Wasserstoff oder Methan erzeugt wird, welches rückverstromt oder anderweitig verwendet werden kann.

Als **Haupthemmnisse** für den Ausbau und Einsatz von Speichern identifizierten Schwarz et al. (2011) vor allem

– Mangelnde **Wirtschaftlichkeit** der Systeme

– **Regulatorische Hemmnisse** durch die „Unbundling“-Forderungen des aktuellen EnWG und das 3. Binnenmarktpaket der Europäischen Union, nach denen die klassischen Aufgabenbereiche der Energieversorgung (Erzeugung, Netzbetrieb und Stromvertrieb) klar voneinander zu trennen sind. Netzbetreiber könnten demnach die Speicher nur zum Netzengpassmanagement und zur Spannungshaltung, nicht aber zur Bereitstellung von Wirkleistung einsetzen.

Darüber hinaus machten Schwarz et al. (2011, S. 58) eine Abschätzung zum **Potenzial von Energiespeichern bei der Elektromobilität**: Würden alle 8 Millionen Pkw im Regelgebiet des Netzbetreibers 50 Hertz als Elektroautos mit einer Batteriekapazität von 20 kWh ausgestattet sein, so ergäbe sich eine maximale Speicherkapazität von etwa 160 GWh, wovon etwa 20–40 GWh für Systemdienstleistungen zur Verfügung stehen könnten. Überträgt man diese Rechnung auf 10 % des Pkw-Bestands in Berlin-Brandenburg (also rund 241.464 Pkw), so würde sich eine Speicherkapazität von 4,8 GWh maximal bzw. **0,6–1,2 GWh** für Systemdienstleistungen ergeben. Zum Vergleich: In Deutschland sind derzeit Pumpspeicherwerke mit einer Leistung von 7 GW und einer Speicherkapazität von 40 GWh verfügbar (Schulz 2009, S. 14), während die Speicherkapazität des deutschen Gasnetzes rund 100 TWh beträgt (Schwarz et al. 2011, S. 49). Elektromobilität kann also theoretisch einen signifikanten Beitrag zu den erforderlichen Systemdienstleistungen durch Speicherung leisten, wobei dieser Anteil in den nächsten 10 Jahren allerdings nur langsam erschlossen werden dürfte.

2.3.5 Power-to-Gas

Power-to-Gas-Konzepte sind relativ neu und befinden sich derzeit mit unterschiedlichen Ansätzen in der Entwicklung. Überschüssiger EE-Strom soll dabei zur Erzeugung von Wasserstoff oder Methan verwendet werden. Diese Gase lassen sich dann in unterschiedlicher Form relativ problemlos speichern und zu einem beliebigen Zeitpunkt zur Gewinnung von Strom, Wärme oder Antriebsleistung (beispielsweise im Verkehr) nutzen. **Methan** kann praktisch ohne Einschränkung in vorhandene Gasnetze eingespeist werden, welche ein enormes Speicherpotenzial bereitstellen. Darüber hinaus gibt es in Deutschland riesige unterirdische Gas-Speicher, deren Bestand noch großes Erweiterungspotenzial besitzt. Wie groß das entsprechende Potenzial in Brandenburg ausfällt, geht aus dem Bericht nicht hervor – als Schwerpunktregionen werden allerdings Schleswig-Holstein, Niedersachsen sowie Teile von Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt genannt (UBA 2010).

Die Erzeugung von **Wasserstoff** ist weniger energieintensiv als die von Methan – der elektrische Wirkungsgrad ist hierbei um etwa 5–12 % höher (s. Tab. 2.11). Allerdings kann Wasserstoff dem Erdgasnetz nicht in unendlicher Menge beigemischt werden. Es beeinflusst einige Materialien negativ (Korrosion), erhöht den Zündbereich und senkt den Brennwert des Gemisches. Nach dem DVGW Regelwerk G 260 ist die Beimischung auf 5-Vol % begrenzt. Nach Schätzungen ist heute 1-3 % realisierbar (Sterner et al. 2011).

Tab. 2.11: Wirkungsgrade für verschiedene Power-to-Gas-Verfahren
Quelle: Sterner et al. (2011)

Pfad	Wirkungsgrad [%]	Randbedingungen
Strom zu Gas		
Strom → Wasserstoff	54-72	Bei Kompression auf 200 bar (Arbeitsdruck der meisten Gasspeicher)
Strom → Methan (SNG)	49-64	
Strom → Wasserstoff	57-73	Bei Kompression auf 80 bar (Einspeisung Fern/Transportleitung)
Strom → Methan (SNG)	50-64	
Strom → Wasserstoff	64-77	Ohne Kompression
Strom → Methan (SNG)	51-65	
Strom zu Gas zu Strom		
Strom → Wasserstoff → Strom	34-44	Bei Kompression auf 80 bar und einem Wirkungsgrad der Rückverstromung von 60 %
Strom → Methan → Strom	30-38	
Strom zu Gas zu KWK (Wärme und Strom)		
Strom → Wasserstoff → KWK	48-62	Bei 40 % Strom und 45 % Wärme und Kompression auf 80 bar
Strom → Methan → KWK	43-54	

In Brandenburg laufen derzeit einige Pilot-Projekte zu Power-to-Gas-Verfahren, teilweise kombiniert mit dem Kombikraftwerk-Ansatz, bei dem unterschiedliche EE-Erzeuger (beispielsweise Wind, PV, Biomasse) in einem Verband betrieben werden, um nach außen hin eine höhere gesicherte Leistung abgeben zu können (Bsp.: Enertrag). Die nutzbare Energie aus Wind und PV würde sich zwar so praktisch halbieren, stünde dann aber zu gut 90 % als gesicherte Leistung bereit (ohne eine solche Lösung wären es dagegen nur 8 %).

Interessant am Power-to-Gas-Ansatz ist darüber hinaus die Möglichkeit, das erzeugte Gas (Wasserstoff oder Methan) im **Mobilitätsbereich** einzusetzen. Gasbetriebene Pkw haben in einem Flächenland wie Brandenburg darüber hinaus aufgrund der höheren Reichweiten bessere Voraussetzungen als Elektroautos.

Darüber hinaus wird derzeit die Eignung von **Carbazol**-Wasserstoff-Bindungen für den Mobilitätsbereich diskutiert. Carbazol kann große Mengen Wasserstoff binden, sodass von diesem keine Explosionsgefahr mehr ausgeht. Die Verbindung könnte wie herkömmliches Benzin verwendet werden. An Tankstellen würde dann wasserstofffreies Carbazol gegen wasserstoffreiches ersetzt werden. Allerdings steht der Nachweis der Praxistauglichkeit dieses Konzepts noch aus und auch in der Fachliteratur ist dieses Konzept noch weitgehend unbekannt. Ungeklärt sind bisher noch die spezifischen Kosten des Konzepts sowie Fragen der Zyklenfestigkeit, Entsorgung und Aufarbeitung des Carbazols.

2.3.6 Intelligente Netznutzung

Der Ausbau erneuerbarer Energien macht die intelligente Nutzung vorhandener sowie neu installierter Netze immer wichtiger (Hampel 2011a, S. 10). Um fluktuierende Erzeuger und Speicher ideal nutzen zu können, ist auch auf der 0,4- und 10-kV-Ebene ein deutlich **steigender Bedarf an Messung und Steuerung** notwendig. Auch kleinere dezentrale Stromerzeuger werden sich zukünftig durch **Systemdienstleistungen** am Netzmanagement beteiligen müssen. Auch die intelligente Verknüpfung unterschiedlicher EE-Erzeuger zu **virtuellen Kraftwerken** oder **EE-Hybridkraftwerken** wird zunehmend eine Rolle spielen, um den Grad der Fluktuation der EE-Stromerzeugung handhabbar zu machen. In Berlin-Brandenburg gibt es außerdem die günstige Situation, dass der hohe **KWK**-Ausbau der Hauptstadt zukünftig durch intelligente Steuerung zur Netzstabilisierung genutzt werden kann. Erste Ansätze gibt es in Berlin und Brandenburg bereits zu all diesen Konzepten. Diese gilt es weiter voran zu treiben und für eine großflächige Diffusion der Konzepte zu sorgen.

Ein weiterer Aspekt der intelligenten Netznutzung ist das sogenannte **Demand-Side-Management (DSM)**. Abweichend vom bisherigen Konzept der Stromversorgung versucht dabei nicht allein die Erzeugungsseite auf die schwankende Nachfrage zu reagieren, sondern es wird gezielt versucht, auch die Nachfrageseite abhängig von der Stromerzeugung zu beeinflussen (beispielsweise durch Preisanreize bei Starkwind bzw. höhere Preise bei Flaute und Dunkelheit). Es bietet sich an, zunächst größere Verbraucher in das Lastmanagement mit einzubinden. Prinzipiell wird versucht, auch private Verbraucher mit einzubeziehen. **Wärmepumpen** könnten über entsprechende Systeme gezielt Erzeugungsspitzen zur Beladung eines Wärmespeichers verwenden und BHKW bei Lastspitzen flexibel zur Erzeugung einspringen. Auch die **Batteriesysteme in Elektroautos** könnten zum Netzmanagement herangezogen werden. Dafür müssten jedoch sowohl die technischen Abrechnungssysteme als auch finanzielle Anreize geschaffen werden. Dafür sind „intelligente“ Stromzähler („smart meter“) und lastvariable Tarife erforderlich. **Hemmend** für deren Einführung sind die derzeit noch hohen Kosten sowie der bürokratische Aufwand durch Eichrecht und Datenschutz und somit auch regulatorische Unzulänglichkeiten. Darüber hinaus sind auch sicherheitstechnische Fragestellungen noch zu beantworten, insbesondere was die Manipulationssicherheit der intelligenten Stromnetzkommunikation betrifft.

Intelligente Netznutzung kann auch heißen, Netze unterschiedlicher Energieträger stärker miteinander zu verflechten. Mit den **Power-to-Gas**-Konzepten könnte überschüssiger Windstrom als Wasserstoff oder Methan ins Erdgasnetz eingespeist und so gespeichert werden. Dort steht das Gas dann einerseits zur (KWK)-Rückverstromung bereit, kann aber auch beispielsweise im Mobilitätsbereich durch gas- oder wasserstoffbetriebene Fahrzeuge genutzt werden.

2.4 Fazit

Für den **Mobilitätsbereich** lassen sich aus der Darstellung der EE-Potenziale in Berlin und Brandenburg und der Implikationen des EE-Ausbaus für die Netzinfrastruktur folgende Schlussfolgerungen ziehen:

– Bereits 2010 haben die erneuerbaren Energien allein in Brandenburg mit etwa 10.453 GWh über 70 % des elektrischen Endenergiebedarfs von Brandenburg (ohne Berlin) gedeckt. Bis 2020 könnte die **EE-Stromerzeugung** in Berlin-Brandenburg bei einem Ausbau entsprechend der in diesem Gutachten dargestellten Ausbauszenarien summarisch den Strombedarf in der Region Berlin-Brandenburg zu etwa 83 %-103 % decken.

Tab. 2.12: Stromerzeugung 2009/2010 bzw. Stromerzeugungspotenziale in Referenz- und Ausbau-Plus-Szenario für Berlin und Brandenburg

	Brandenburg			Berlin			Metropolregion	
[GWh]	2010	2020		2009	2020		2020	
		Referenz	Ausbau-Plus		Referenz	Ausbau-Plus	Referenz	Ausbau-Plus
Biomasse	2.255	2.674	2.674	274	1.184	1.221	3.858	3.895
Solar	552	2.556	4.127	12	23	99	2.579	4.226
Wasser	27	56	56	0	0	0	56	56
Wind	7.619	15.278	18.240	5	5	43	15.283	18.283
Geothermie	0	0	152	0	0	0	0	152
Summe EE	**10.453**	**20.563**	**25.249**	**292**	**1.212**	**1.363**	**21.775**	**26.612**

– Aufgrund der hohen Fluktuation der EE-Stromerzeugung kann diese bis 2020 jedoch nur etwa zu einem Drittel die benötigte gesicherte Leistung der Metropolregion stellen. Stromerzeugung auf Basis fossiler Energieträger bleibt also zunächst weiterhin notwendig. Der überwiegend fossil erzeugte Berliner KWK-Strom ergänzt sich vor diesem Hintergrund gut mit dem Brandenburger EE-Ausbau.

– Bei gleichzeitiger konventioneller Stromerzeugung entsteht ein hoher regionaler **Stromüberschuss** insbesondere in Brandenburg, welcher prinzipiell im Mobilitätsbereich genutzt werden kann. Voraussetzung dafür ist jedoch die „intelligente Nutzung“ sowie der Ausbau der Stromnetze sowie die Integration verschiedener Konzepte zur Energiespeicherung. Mobilität kann bei diesen Konzepten durchaus sinnvoll integriert werden, wie erste Projekte im Bereich **Elektromobiliät** und **Power-to-Gas** (Methan oder Wasserstoff) zeigen (s. u.). Da bis 2020 die vorhandenen Potenziale in Brandenburg insbesondere im Bereich der Windenergie voraussichtlich noch längst nicht ausgeschöpft sind, ist mittel- bis langfristig auch bei einem Rückgang der fossilen Stromerzeugung die Erzeugung eines Stromüberschusses in Berlin-Brandenburg auf der Basis von erneuerbaren Energien realisierbar.

– Das endogene Potenzial an Biomasse und insbesondere für **Biokraftstoffe** ist in Berlin und Brandenburg sehr eingeschränkt. In Berlin fehlen die für den Anbau von Biomasse notwendigen Flächen, in Brandenburg bestehen starke Nutzungskonkurrenzen insbesondere zur Nahrungsmittelproduktion. Das mittel- bis langfristige Biokraftstoffpotenzial der Metropolregion beschränkt sich damit auf die in Brandenburg verfügbaren 7,76 PJ/a. Damit können endogen erzeugte Biokraftstoffe nur sehr eingeschränkt zur EE-Mobilität in der Metropolregion beitragen.

– **Hemmnisse** für den Ausbau der EE-Stromerzeugung sind allgemein die bestehende Netzinfrastruktur, deren begrenzte Aufnahme-, Übertragungs- und Speicherkapazitäten (bereits ausführlich in Kapitel 2.3.3 dargestellt), sowie Akzeptanzprobleme. Daneben existieren für die einzelnen Energieträger spezifische Ausbauhemmnisse, so die derzeit geringen Flächen für neue Windenergieanlagen aufgrund der stark ausgelasteten „Windeignungsgebiete“ oder bei kleinen PV-Anlagen die Vielzahl an Eigentümern, die für die Nutzung ihrer Dachflächen gewonnen werden muss. Solche spezifischen Hemmnisse wurden bereits bei der Darstellung der Potenziale für die einzelnen Energieträger und Technologien aufgeführt.

  - Sowohl der weitere Ausbau der erneuerbaren Energien sowie der Netze ist auch von der Akzeptanz der Bürgerinnen und Bürger vor Ort abhängig. So halten in Brandenburg 70 % und in Berlin 82 % den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien zwar für außerordentlich wichtig oder sehr wichtig, Windkraftanlagen in der Nachbarschaft fänden jedoch nur 44 % (sehr) gut; in Berlin sind es 51 % (forsa 2010). Sogar nur jeweils 39 % der in der forsa-Erhebung befragten Bewohnerinnen und Bewohner Berlin-Brandenburgs stehen dem Bau von Biomasseanlagen in der Nachbarschaft positiv gegenüber. Deutlich besser ist die Akzeptanz von Solarparks (75 %). Dennoch ist die Akzeptanz für erneuerbare Energien in der Nachbarschaft deutlich höher als für Kohle- oder Atomkraftwerke, deren Bau in der Nachbarschaft jeweils deutlich weniger als ein Zehntel der Bevölkerung begrüßen würde (forsa 2010). Akzeptanz spielt auch eine wichtige Rolle für den Ausbau der Netze: Hier kann die Akzeptanz durch die Verlegung von Erdkabeln deutlich verbessert werden. Außerdem ist die „Verschönerung“ der Strommasten ein Thema, das derzeit zur Akzeptanzschaffung diskutiert wird. EE- und Netzausbau könnten darüber hinaus gezielt entlang bereits vorhandener Infrastruktur (beispielsweise Autobahnen oder Bahntrassen) vorgenommen werden, wo die Akzeptanzproblematik deutlich geringer sein dürfte. Weitere Maßnahmen zur Steigerung der Akzeptanz bei der Windkraft z. B. durch verschiedene Formen der Einbeziehung der Bürgerinnen und Bürger stellt u. a. der Deutsche Städte- und Gemeindebund in seiner Dokumentation Nr. 94 „Repowering von Windenergieanlagen“ dar (DStGB 2009).
  - Eine weitere Möglichkeit zur Akzeptanzschaffung sowohl für den Netzausbau als auch für den Ausbau der erneuerbaren Energien ist die Schaffung regionaler Wertschöpfung bzw. das Aufzeigen des Nutzens der EE-Anlagen für die jeweilige Region. So profitieren zum einen Gemeinden durch Ausgleichsbeiträge für den Netzausbau (Netzausbaubeschleunigungsgesetz) sowie von Gewerbesteuern beispielsweise für die Windparks. Zum anderen kann die regionale Wertschöpfung gezielt erhöht werden, indem lokale Akteure die EE-Anlagen betreiben (z. B. Bürgerwind- oder -solarparks) sowie planen, bauen, warten etc. (Hirschl et al. 2011).
  - In Brandenburg wurden in einer Regionalen Planungsgemeinschaft bereits neue Windeignungsgebiete ausgewiesen, weitere Regionen könnten dem Beispiel folgen, so dass das Problem der mangelnden Flächenverfügbarkeit verringert würde. Außerdem bestehen umfassende Möglichkeiten zur Ausweitung der Stromerzeugungskapazitäten durch Repowering, deren Erschließbarkeit zwar ebenfalls mit Hemmnissen verbunden sein kann (z. B. durch Höhenbeschränkungen oder durch eine komplexe Eignerstruktur), die aber den Flächenmangel insbes. zwischen 2015–2025 teilweise kompensieren könnten.
- Der mögliche Einsatz temporär „überschüssigen“ EE-Stroms für den Verkehrssektor (z. B. durch „Windgas“ aus Starkwindphasen) in der Region Berlin-Brandenburg könnte dazu beitragen, die Abregelung von EE-Stromerzeugungsanlagen zu vermeiden und bei der Übertragung anfallende Verluste zu verringern. Außerdem könnten die **Netzübertragungsleistungen** und somit der Umfang des notwendigen Netzausbaus reduziert werden.
- Elektromobilität kann darüber hinaus einen signifikanten Beitrag zu den erforderlichen **Systemdienstleistungen durch Speicherung** leisten, wobei dieser Anteil in den nächsten Jahrzehnten nur langsam erschlossen werden dürfte. Im Gas-Netz stehen dagegen schon hohe Speicherkapazitäten zur Verfügung. Bei der Erschließung dieses Potenzials spielt vor allem der Aufbau einer **Power-to-Gas-Infrastruktur** eine limitierende Rolle.

3 Nutzung Erneuerbarer Energien im Personenverkehr

In dem zweiten Teil dieses Gutachtens wird der Einsatz erneuerbarer Energien im Personenverkehr behandelt. Aufbauend auf den im ersten Teil erarbeiteten Potenzialen in der Region Berlin-Brandenburg wird der Einsatz von Strom für Elektromobilität bzw. Wasserstoffkonzepte und Biomasse für Biogasantriebe betrachtet. Zunächst wird vertieft auf die politischen Rahmenbedingungen in den Ländern Berlin und Brandenburg eingegangen, um einerseits die Hintergründe für einige dargestellten Projekte darzulegen und andererseits den potenziellen Gestaltungsrahmen auszuloten, der im 3. Teil des Gutachtens für Handlungsempfehlungen herangezogen wird. Anders als im ersten Teil werden die dargestellten Potenziale aufgrund unzureichender Datenlage nicht quantifiziert. Jedoch werden Ansätze von Mobilität auf Basis erneuerbarer Energien (EE-Mobilität) in beiden Ländern getrennt nach motorisiertem Individualverkehr (MIV) und öffentlichen Verkehr (ÖV) betrachtet, um daraus theoretische Potenziale abzuleiten. Anschließen werden Ergebnisse aus der aktuellen Nutzerakzeptanzforschung vorgestellt, die für eine weitere Verbreitung von EE-Mobilität relevant sind. Zum Schluss werden relevante Akteure identifiziert, die für den Aufbau regionaler Energiepartnerschaften eine Rolle spielen könnten.

Unter EE-Mobilität werden Verkehrsträger des Personenverkehrs, also MIV, ÖV inkl. des Schienenpersonennahverkehrs (SPNV) und Schienenpersonenfernverkehr (SPFV) verstanden, deren Energieträger aus regenerativen Quellen stammen. EE-Mobilität kommt somit bei der Nutzung ohne oder mit sehr wenigen Treibhausgasemissionen aus. Die Gesamtbilanz der Emissionen ist von der Energie und deren Quellen abhängig, die zur Erzeugung des Kraftstoffes bzw. des Stroms aufgewandt wird. Als Energiequellen für die EE-Mobilität spielen Biomasse (für Biokraftstoffe und Wasserstofferzeugung) sowie Strom aus Windkraft, Solarenergie, Wasserkraft und Geothermie eine Rolle. Die Weiterverarbeitung und Verwendung ist schematisch in Abb. 3.1 dargestellt.

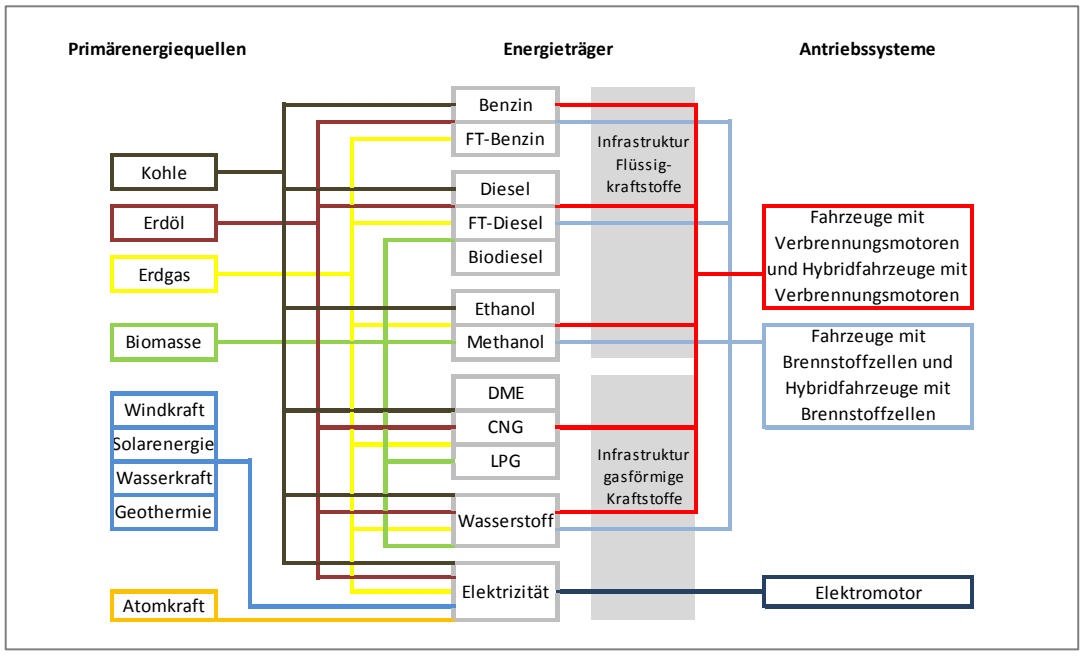


Abb. 3.1: Mögliche Kraftstoffpfade
Quelle: Eigene Darstellung nach Öko-Institut 2007

3.1 Politische Rahmenbedingungen

Die allgemeinen politischen Rahmenbedingungen Berlins und Brandenburgs sind durch eine Reihe wirtschaftlicher, räumlicher und demographischer Faktoren geprägt, die sowohl für Energie- als auch Verkehrsthemen Relevanz haben. Der demographische Wandel stellt insbesondere die dünn besiedelten, ländlichen Räume Brandenburgs vor große Herausforderungen. Dort sind bis 2030 Bevölkerungsverluste von 21 % zu erwarten (Basisjahr 2009). Demgegenüber wird prognostiziert, dass die wirtschaftliche Anziehungskraft Berlins zukünftig ein Bevölkerungswachstum in Berlin und im nahen Umland generiert. Dieses fällt in Berlin mit 1 % bis 2030 gegenüber 2009 deutlich geringer aus als im Berliner Umland mit 6 % im gleichen Zeitraum(vgl. SenStadt und MIL 2010). Diese unterschiedlichen räumlichen Auswirkungen der Bevölkerungsdynamik bedürfen differenzierter raumordnerischer und verkehrsplanerischer Instrumente, welche einerseits auf eine Konzentration der Siedlungsentwicklung und auf eine Förderung der vorhandenen Stärken ausgerichtet sind und andererseits die Daseinsfürsorge in Regionen mit Bevölkerungsverlusten sichern.

Die wirtschaftspolitischen Rahmenbedingungen zielen auf die Sicherung und den Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit des Standortes Berlin-Brandenburg im europäischen Zusammenhang ab. Mit der Erweiterung der Europäischen Union ist die Bedeutung der Region Berlin-Brandenburg für die internationalen Verflechtungen – insbesondere mit dem Nachbarland Polen – gestiegen. Dies hat Implikationen für die zukünftige Ausgestaltung des Verkehrs in Berlin-Brandenburg.

Die umwelt- und energiepolitischen Rahmenbedingungen der beiden Länder richten sich nach den europäischen Klimaschutzzielen bzw. nach den Zielen des Bundes. Diese Ziele haben auch Folgen für die Verkehrspolitik beider Länder. Die Europäische Union fordert von ihren Mitgliedsländern die Reduzierung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen um 20 % bis 2020 (Basisjahr 1990). Die Bundesrepublik hat sich selbst das Ziel gesetzt, bis 2020 40 % der Emissionen einzusparen (vgl. MLUV 2008).

Mit der Regionalisierung des ÖPNV im Jahr 1996 wurde die Verantwortung für den SPNV vom Bund auf die Länder übertragen. Die Ausgestaltung des SPNV hat sich somit grundlegend verändert. Vielerorts konnte ein attraktiveres und kundengerechtes Angebot geschaffen und gleichzeitig eine Effizienzsteigerung erzielt werden (Trost 2006). Die Länder Berlin (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, SenStadt) und Brandenburg (Ministerium für Infrastruktur, Raumordnung und Landwirtschaft, MIL) haben gemeinsame Verkehrsverträge mit Eisenbahnverkehrsunternehmen im Regionalverkehr sowie der S-Bahn Berlin GmbH. Ende des Jahres 2011 endet der Vertrag des Verkehrsverbundes Berlin-Brandenburg (VBB) mit der DB Regio AG über den Betrieb der wichtigen Regional-Expresslinien. Im Zuge dieser Neuausschreibung, welche Mitte 2009 beendet wurde, hat sich die Akteursstruktur des SPNV im Raum Berlin-Brandenburg verändert (siehe Abschnitt 1.4, MIR und VBB 2009).

3.1.1 Politische Rahmenbedingungen in Berlin

Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung ist als Aufgabenträger zuständig für die Planung und Ausgestaltung des öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV). Die Umsetzung erfolgt mit Unterstützung des Verkehrsverbundes Berlin-Brandenburg (VBB) und des Center Nahverkehr Berlin (CNB) durch Verkehrsverträge mit Verkehrsunternehmen (Betreiber Regionalverkehr, S-Bahn Berlin, Berliner Verkehrsbetriebe). Das Land Berlin ist zu einem Drittel am VBB beteiligt (MdF 2010).

Die Senatsverwaltung betont in der Neuauflage des Stadtentwicklungsplans Verkehr (StEP Verkehr), welcher im März 2011 beschlossen wurde, dass der Verkehrsbereich bisher nur unterdurchschnittlich zur Einhaltung der Berliner Klimaschutzverpflichtungen beigetragen hat. Die weiterhin hohe Abhängigkeit des Verkehrssektors von fossilen Ressourcen sowie unausgeschöpfte Potenziale der Energieeffizienzsteigerung im MIV und ÖPNV werden dafür verantwortlich gemacht (SenStadt 2011a, S.65). Die Notwendigkeit einer länderübergreifenden Zusammenarbeit im Hinblick auf umwelt- und klimabezogene Fragestellungen wird am Beispiel des neuen Flughafens Berlin-Brandenburg herausgestellt, da die zu erwartenden Umweltauswirkungen in Form eines Anstiegs der CO_2-Emissionen im Raum Berlin-Brandenburg ein Thema von länderübergreifender Tragweite ist. Der Stadtentwicklungsplan Verkehr betont: „Die Länder Berlin und Brandenburg stehen hier gemeinsam in der Verantwortung“ (SenStadt 2011a, S.65).

Die Neuauflage des StEP Verkehr will der Bedeutung alternativer Antriebsformen für Klimaschutzvereinbarungen und die zukünftige Stadt- und Verkehrsentwicklung Rechnung tragen. Das als Vision formulierte Leitbild enthält acht Bausteine; Baustein fünf skizziert die Entwicklung der postfossilen Mobilität bis 2040. Berlin sieht sich darin als zukünftiger Leitmarkt für Elektromobilität in einem verkehrsträgerübergreifenden Verständnis (vgl. ebd., S. 36). In diesem Zusammenhang heißt es: „Berlin hat sich zur Hauptstadt ‚grüner Mobilität‘ entwickelt […]. Der so angestoßene, langfristig wirkende Prozess hat dazu geführt, dass Mobilität und Umweltschutz in der Stadt keinen Widerspruch mehr bilden“ (ebd.).

Im Individual- und Wirtschaftsverkehr wird auf einen Zuwachs von Fahrzeugen mit elektrischem Antrieb gesetzt, eine gut ausgebaute und ins Stadtbild integrierte Ladeinfrastruktur soll bis 2040 eingerichtet werden. Perspektivisch wird davon ausgegangen, dass jedoch die Anzahl der Haushalte ohne privaten Pkw steigt. Die Mobilität der Berliner Bevölkerung soll stattdessen zukünftig durch die Kombination von Carsharing mit emissionsarmen Autos und dem Umweltverbund gesichert werden. Eine weitere ergänzende Mobilitätsoption stellt ein Netz von öffentlichen Elektrofahrrädern dar, welche an Stationen des ÖPNV ausgeliehen werden können. Der zusätzliche Strom für die Elektrofahrzeuge (und für den schienengebundenen Nahverkehr) soll überwiegend aus regenerativen Quellen bereit gestellt werden (SenStadt 2011a, S.36).

Diese Visionen benötigen eine Reihe von Lösungen und damit verbundene Maßnahmen, welche in den beiden Teilstrategien „Stadt, Umwelt und Lebensqualität“ und „Innere Stadt“ dargelegt sind.

Die Teilstrategie „Stadt, Umwelt und Lebensqualität“ bestimmt die weitere Förderung der Entwicklung, Anwendung und Marktdurchdringung von neuen, schadstoffarmen Antriebstechnologien, welche mit intermodalen Mobilitätskonzepten verknüpft werden sollen. Die Erfahrungen aus der Modellregion Berlin-Potsdam werden auch in diese Förderung einfließen (ebd., S. 67). Die hohe Dichte an Forschungseinrichtungen im Verkehrs- und Mobilitätsbereich soll die Grundlage bilden für die Etablierung Berlins als Leitmarkt für Elektromobilität. Darüber hinaus wird angestrebt, weitere Glieder der Wertschöpfungskette wie die Produktion und Erprobung von Fahrzeugen sowie die Ausbildung von Fachkräften in Berlin zu konzentrieren (ebd.).

Die in der Teilstrategie enthaltenen Maßnahmen betreffen hauptsächlich die Verbesserung der technischen Standards. So liegt der Schwerpunkt auf der Überprüfung und Verbesserung bisheriger Instrumente, die der Flottenerneuerung und Bestandsnachrüstung dienen. In diesem Zusammenhang wird auch die Umweltzone überprüft und weiterentwickelt. Weiterhin soll die Landesbeschaffungsrichtlinie für die Neubeschaffung der Fahrzeuge des Landes angepasst werden. Auf die zukünftige Entwicklung eines Leitmarktes der Elektromobilität deuten nur einzelne Maßnahmen hin, wie z. B. die Erprobung von Antriebstechnologien (ebd., S. 69).

In der Teilstrategie „Innere Stadt“ werden die zukünftigen Auswirkungen des erhöhten Aufkommens von Elektrofahrrädern und die Integration der Ladeinfrastruktur in das Stadtbild behandelt. Für die Nutzerinnen und Nutzer von konventionellen Fahrrädern und neueren elektrischen Modellen wie Pedelecs sollen angemessene Fahrwege geschaffen werden, ebenso eine innerstädtische Ladeinfrastruktur für die Nutzer von Elektro-Fahrrädern und -Autos (SenStadt 2011a, S.74f).

Die konkreten Maßnahmen sehen vor, im Zuge einer Neugestaltung des ruhenden Verkehrs rund 1.000 Parkplätze für Carsharing-Autos und weitere Flächen für Fahrradverleihstandorte bereitzustellen. Weiterhin wird ein Leitfaden für Carsharing-Standorte und eine Standortkonzeption für die Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge im öffentlichen Raum erarbeitet (ebd., S.77).

Neben der umweltschonenden Entwicklung des Personenverkehrs sieht der Stadtentwicklungsplan Verkehr auch Veränderungen des Wirtschaftsverkehrs vor, einschließlich des Personenwirtschaftsverkehrs. Effizientere Fahrzeuge sowie Fahrzeuge mit alternativen Antrieben sollen die konventionellen Flotten ersetzen (ebd., S.35). Als Maßnahme ist zukünftig die Verbesserung der Zusammenarbeit mit Unternehmen geplant, hierbei sollen Pilotprojekte mit elektrischen Antrieben gezielt unterstützt werden (ebd., S.63). Maßnahmen des StEP Verkehr, welche hinsichtlich Finanzierbarkeit und Umsetzbarkeit in den nächsten fünf Jahren realisierbar erscheinen, sind im Mobilitätsprogramm 2016 zusammengefasst. So werden insbesondere intermodale Konzepte unter Einbeziehung der neuen Technologie vorangetrieben. In diesem Zusammenhang spielen auch die Verbesserung der Erreichbarkeit von Stationen des ÖPNV sowie die Erweiterung des Stellplatzangebots für Fahrräder und Carsharing-Fahrzeuge bis 2016 eine Rolle. Die angesprochene Standortkonzeption für die Ladeinfrastruktur soll bis 2012 erarbeitet und daraufhin konsequent umgesetzt werden (SenStadt 2011b, S. 11).

In enger Abstimmung mit dem integrativen StEP Verkehr wird im Berliner Nahverkehrsplan das Angebot des ÖPNV konkret dargelegt und schafft somit die Grundlage für die oben erwähnten Verkehrsverträge. Es werden Mindeststandards, Maßnahmen und Wirkungen festgehalten und regelmäßig fortgeschrieben. Diese enthalten auch umweltpolitische Ziele und Vorgaben. Im Nahverkehrsplan Berlin 2006-2009 sind die Zielsetzungen für die Beschaffung der elektrischen Energie für den Fahrbetrieb im Schienenverkehr (Regionalzüge, S- und U-Bahn, Straßenbahn) formuliert. Hierbei gilt das Berliner Energiespargesetz. Folgende Mindestqualität soll bei der Beschaffung erzielt werden (SenStadt 2007):

– 50 % des Stroms aus Kraft-Wärme-Kopplung
– Ausschluss von Kernenergie
– Anteil von zertifiziertem EE-Strom von 12 % im Jahr 2006 und mindestens jährliche Steigerung von 2 %
– Jeweils 25 % des EE-Stroms aus solarer Erzeugung

Über die Erreichung der Energieziele des Nahverkehrsplans gibt es bisher keine Erkenntnisse (siehe Kapitel 1.2.3). Absehbar ist jedoch, dass die Notwendigkeit besteht, die umweltpolitischen Ziele im Nahverkehrsplan Berlin 2010-2014 fortzuschreiben, da die Anforderungen an den ÖPNV aus Umweltsicht steigen werden (SenStadt 2009).

Ob mit den bestehenden politischen Gestaltungsinstrumenten ein konsequenter Ausbau der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor in Zukunft umgesetzt werden kann, bleibt abzuwarten. Zwar wird der Ausbau der erneuerbaren Energien im Nahverkehr durchaus angestrebt und die zukünftige Bedeutung alternativer Antriebe grundsätzlich thematisiert. Bisher priorisiert das Land Ber-

lin die kontinuierliche Weiterentwicklung der bestehenden Infrastruktur und Maßnahmen, da dies als effektive und effizienteste Lösungsstrategie angesehen wird. Daher wäre eine Überarbeitung des StEP Verkehr die Voraussetzung für die Realisierung eines Richtungswechsels, der einen schnellen und konsequenten Ausbau von alternativen Antrieben auf Basis von EE sowohl im MIV als auch ÖPNV einschließt.

3.1.2 Politische Rahmenbedingungen in Brandenburg

In Brandenburg wird politisch der SPNV als raumerschließendes Verkehrsangebot und zur Gewährleistung der Anschlussmobilität an Zentren und Arbeitsplätze bevorzugt. In den ländlichen Gegenden sind dagegen alternative Bedienkonzepte notwendig (MIR 2008).

Die Verantwortung für die Verkehrs- und Infrastrukturplanung des ÖPNV ist in Brandenburg auf das Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (MIL) und die Kreise bzw. kreisfreien Städte aufgeteilt. Das MIL ist der Aufgabenträger für den SPNV; Planung, Organisation und Durchführung werden über den Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg (VBB) abgewickelt, welcher die sogenannte „Regieebene“ darstellt. Das Land Brandenburg ist zu einem Drittel am VBB beteiligt, zu einem weiteren Drittel die Brandenburger Kreise und kreisfreien Städte. Für die Ausgestaltung des übrigen öffentlichen Nahverkehrs sind die Kreise und kreisfreien Städte selbst zuständig (Landesregierung Brandenburg 1996; MIL 2011, MdF 2010).

Wichtigstes gestalterisches Instrument des Landes ist der Landesnahverkehrsplan (LNVP). Die Gewährleistung einer nachhaltigen Mobilität der Bevölkerung und die Sicherung der Stellung Brandenburgs als hochwertiger Wohn- und Wirtschaftsstandort sind die obersten Zielsetzungen dieses Plans. Die Ziele des 2002 aktualisierten Integrierten Verkehrskonzeptes (IVK) werden somit im LNVP fortgeschrieben (vgl. MSWV 2002). Schwerpunkte des LNVP sind neben der Sicherung des Schienenpersonennahverkehrs als Rückgrat des ÖPNV in Brandenburg hauptsächlich die Optimierung der Verknüpfung des SPNV zum übrigen ÖPNV (üÖPNV). Das Land Brandenburg strebt dementsprechend ein integriertes, flächendeckendes Gesamtverkehrssystem an, welches eine kostengünstige und effiziente Erschließung des Landes für die Bevölkerung ermöglichen soll. Diesbezügliche Maßnahmen sind eine Optimierung der Anschlüsse und die Weiterentwicklung des Taktverkehrs sowie eine Steigerung der Attraktivität der Zubringerverkehre (vgl. MIR 2008).

Die räumliche Entwicklung Brandenburgs steht in unmittelbarer Wechselwirkung zur zukünftigen Stadtentwicklung Berlins, dies betrifft insbesondere das unmittelbare Berliner Umland. Die Landesentwicklungsplanung Brandenburgs berücksichtigt dementsprechend die zukünftige Entwicklung Berlins. Da die raumordnerischen Maßnahmen des Gesamtraums Berlin-Brandenburg eine länderübergreifende Gestaltung des Verkehrs erfordern, ist die Abstimmung mit der Verkehrsplanung Berlins ein Ziel der Verkehrspolitik Brandenburgs. Die Einbindung der Verkehre nach Berlin unter Berücksichtigung des Berliner Nahverkehrplans ist daher auch ein wichtiges Handlungsfeld des LNVP 2008-2012. Ein weiteres wichtiges länderübergreifendes Ziel ist die optimale Anbindung aller Teile Berlins und Brandenburgs an den neuen Flughafen Berlin-Brandenburg.

Der Ausgestaltung des ÖPNV im Land Brandenburg kommt aus umwelt- und energiepolitischer Sicht eine wichtige Bedeutung zu. Um die von der EU geforderte Verringerung der Treibhausgasemissionen zu erreichen, setzt Brandenburg hauptsächlich auf Emissionsvermeidungs- und Energieeffizienzstrategien. Als wichtigstes umweltpolitisches Ziel formuliert der LNVP daher die Verlagerung von Pkw-Fahrten auf den öffentlichen Verkehr und zielt damit auf die Erhöhung des ÖPNV-Anteils am Modal Split ab. Bezüglich der energie- und umweltpolitischen Ziele im Verkehrssektor

ist der LNVP 2008-2012 mit der Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg abgestimmt: Beide Instrumente benennen Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit, Schnelligkeit, attraktive Tarifangebote und die Optimierung der Schnittstellen zu den Zubringerverkehren als die wichtigsten Kriterien für die Entscheidung des Kunden, den ÖPNV verstärkt zu nutzen.

Im LNVP werden die Rahmenbedingungen für die Umsetzung der verkehrs- und umweltpolitischen Ziele für diejenigen Verkehrsmittel festgelegt, welche nach Maßgabe des Regionalisierungsgesetzes in den Verantwortungsbereich des Landes Brandenburg fallen, also der SPNV und landesbedeutsame Linien anderer Verkehrsträger. Für die Festsetzung und Umsetzung dieser Ziele im übrigen ÖPNV (üOPNV) sind die Landkreise und kreisfreien Städte verantwortlich. Zu diesem Zweck steht den Kreisen und Kommunen das Instrument des Nahverkehrsplans zu Verfügung. Beispielhaft für die Nahverkehrspläne der Kreise und Kommunen soll hier der Nahverkehrsplan des Landkreises Barnim stehen: Die Verbesserung der Verknüpfung zwischen den Verkehrsträgern wird hier als wesentliche Anforderung an die Weiterentwicklung des üÖPNV bewertet. Auch die Steigerung der Attraktivität des üÖPNV durch Qualität und Pünktlichkeit wird als wichtige Leitlinie gesehen, um eine Alternative zum MIV zur Verfügung zu stellen (Landkreis Barnim 2008a). Der Landkreis Barnim hat darüber hinaus ein weiteres Instrument geschaffen, um den umweltpolitischen Verpflichtungen des Landes nachzukommen. Die Initiative des Landkreises Barnim „Stoffstrommanagement Masterplan – Null-Emissions-Landkreis Barnim“ legt die Rahmenbedingungen für eine Verringerung der CO_2-Emissionen, u. a. im Verkehrssektor fest (Landkreis Barnim 2008b).

Auch wenn Brandenburg bezüglich seiner umwelt- und energiepolitischen Ziele im Verkehr überwiegend Vermeidungs- und Effizienzstrategien in den Fokus rückt, steckt das Land auch für den Einsatz von erneuerbaren Energien im Verkehrssektor Leitlinien ab. Wie im Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels herausgestellt wird, will das Land weiterhin die Produktion von Biogas als Kraftstoff fördern, da die Entwicklung im Bereich der Erdgasfahrzeuge und Erdgastankstelleninfrastruktur als positiv angesehen wird (MLUV 2008). Dabei sollen regionale Kreisläufe vom Anbau der Biomasse bis zur Nutzung gestärkt werden. So ist die Einspeisung von Biogas in das Gasnetz zur Betankung an Tankstellen vorgesehen, langfristig soll die Produktion von Biomasse to Liquid (BtL)-Kraftstoffen gefördert werden (Landesregierung Brandenburg 2006). Bezüglich der Potenziale von Biokraftstoffen siehe Kapitel 2 und 4.

Neben der Förderung von Biokraftstoffen im Verkehrssektor betont das Brandenburger Umweltministerium die Bedeutung der Elektromobilität unter Verwendung von erneuerbaren Energien. Hierbei werden insbesondere die Potenziale zur Reduzierung des Verkehrslärms als bedeutend angesehen. Nach Ansicht des Ministeriums beziehen sich die Förderprogramme der Bundesregierung bisher jedoch zu einseitig auf elektrische Straßenfahrzeuge. Zusammen mit dem Berliner Umweltministerium setzt sich Brandenburg daher beim Bund für ein verkehrsträgerübergreifendes Verständnis von Elektromobilität ein. Ziel ist es, bewährte schienengebundene Netze und Oberleitungsbussysteme in die Förderstrategien einzubeziehen und somit Unterhalt und Ausbau dieser Systeme langfristig zu sichern (MUGV 2010, MUGV 2011a). Eine Anpassung der Förderrichtlinien könnte insbesondere die kreisfreien Städte Brandenburgs mit ihren städtischen Schienenverkehrssystemen beim Umstieg auf erneuerbare Energien unterstützen.

Neben den einzelnen Maßnahmen und Absichtserklärungen zum Einsatz von Biokraftstoffen und von erneuerbaren Energien bei bestehenden kommunalen Verkehrssystemen, werden in den Rahmenplänen des Landes Brandenburg keine weiteren Aussagen zum Einsatz von erneuerbaren Energien gemacht. Hier stehen überwiegend Strategien der Emissionsvermeidung und der Effizienzsteigerung im Vordergrund.

3.1.3 Gemeinsame Innovationsstrategie

Die Länder Berlin und Brandenburg haben beschlossen, die wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Ziele und Maßnahmen der beiden Länder in Einklang zu bringen und somit Kompetenzen und Potenziale zu bündeln. Mit der Gemeinsamen Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg (innoBB*,* Juni 2011*)* wurde ein dementsprechendes Konzept entwickelt, welches für den Ausbau von erneuerbaren Energien im Verkehrssektor von großer Bedeutung ist.

Die Gemeinsame Innovationsstrategie knüpft an die Innovationsstrategien der Länder – Berliner Innovationsstrategie und Landesinnovationskonzept Brandenburg - an. Ziel ist es, die bestehenden Potenziale in Wissenschaft und Wirtschaft zu fördern und somit langfristig die Wettbewerbsfähigkeit der Region zu sichern (Senat Berlin und Landesregierung Brandenburg 2011).

Einen Schwerpunkt der Zusammenarbeit der Länder bildet der Dialog zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in der Region, u. a. in Form eines jährlichen Innovationsgipfels. Das Wissens- und Technologietransfersystem soll zusammengeführt und weiterentwickelt und Anreize für Kooperationen geschaffen werden. Seit dem 1. Oktober 2009 werden Kooperationen der Wissenschaft mit kleinen und mittleren Unternehmen mittels eines Innovationsgutscheins bzw. Transferbonus finanziell gefördert (Senat Berlin und Landesregierung Brandenburg 2011).

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit liegt in der Stärkung von Zukunftsfeldern, welche im Rahmen der Innovationsstrategie bereits zu wettbewerbsfähigen Clustern mit eigenen Masterplänen ausgebaut werden konnten. Die Cluster „Energietechnik“ und „Verkehr, Mobilität, Logistik“ sind für die weitere Entwicklung und Anwendung von alternativen Antrieben von Bedeutung.

Im Cluster „Energietechnik“ wird die große wissenschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienztechnologien für beide Länder herausgestellt. Ein Handlungsfeld sind die Energienetze und die Speicherung der Energie. In diesem Zusammenhang werden die Möglichkeiten der Elektromobilität zur Energiespeicherung und zum Lastenmanagement geprüft (Senat Berlin und Landesregierung Brandenburg 2011). Über eine genauere Ausgestaltung der Kooperationen zwischen den beiden Ländern in diesem Handlungsfeld macht die Innovationsstrategie keine Aussage.

Der Schwerpunkt im Cluster „Verkehr, Mobilität und Logistik“ liegt auf der Effektivitätssteigerung des Gesamtverkehrssystems in der Region Berlin-Brandenburg. Die beiden Länder erwarten weiterhin eine dynamische Entwicklung der mit diesem Cluster verbundenen Branchen. Im Handlungsfeld Straßenverkehr/Automotive sollen moderne Antriebe, effizientere Technologien und alternative Kraftstoffe gefördert werden. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der verkehrsträgerübergreifenden Elektromobilität (Senat Berlin und Landesregierung Brandenburg 2011).

3.1.4 Zwischenfazit

Insgesamt kann festgestellt werden, dass bisher in beiden Bundesländern wirksame Instrumente für den Einsatz von erneuerbaren Energien im Verkehrsbereich fehlen. Dies trifft im besonderen Maße auf den ÖPNV zu. Zwar werden in Berlin und Brandenburg umweltpolitische Ziele und Standards durch die Nahverkehrspläne und übergeordneten Konzepte (StEP Verkehr Berlin bzw. IVK Brandenburg) festgehalten; positive Umweltwirkungen werden jedoch eher aus der Stärkung des bestehenden Umweltverbundes und einer Verringerung und Verlagerung des MIV erwartet. Die Bedeutung der Energieträger insbesondere im SPNV wird dabei größtenteils nicht wahrgenom-

men, was sich daran zeigt, dass nur wenige Aussagen über die räumliche Herkunft der von den einzelnen Verkehrsträgern genutzten Energie gemacht werden. Dort, wo entsprechende Absichten bezüglich erneuerbarer Energien festgehalten sind – wie zum Beispiel im Berliner Nahverkehrsplan und im StEP Verkehr – ist es fraglich, inwieweit diese Ziele bisher umgesetzt werden bzw. in Zukunft umgesetzt werden können.

Positiv zu bewerten ist, dass sich in den vergangenen Jahren die Zusammenarbeit zwischen den Ländern verbessert hat. Zum einen ist hier die Kooperation der beiden Länder auf wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Ebene hervorzuheben. Die Gemeinsame Innovationsstrategie könnte bei der Überwindung der Hürden für den Einsatz von erneuerbaren Energien in Zukunft eine entscheidende Rolle spielen. Zum anderen ist an dieser Stelle das koordinierte Vorgehen hinsichtlich der Verkehrs- und Siedlungsentwicklungsplanung zu betonen, welches im Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg (LEP B-B) der gemeinsamen Landesplanungsabteilung verankert ist. Diese Zusammenarbeit erhöht die Möglichkeit, in Zukunft auch die energie- und umweltpolitischen Handlungsfelder beider Länder noch enger miteinander zu verzahnen.

3.2 Verkehrliche Entwicklung und deren Auswirkungen auf die Umwelt

Im folgenden Abschnitt wird die Verkehrsmittelwahl (Modal Split) und deren zukünftige Entwicklung in der Region Berlin-Brandenburg näher betrachtet. Anschließend werden die Umweltauswirkungen des gesamten Verkehrs dargestellt, um die Bedeutung des Verkehrssektors für die Energiebilanz der Länder zu verdeutlichen.

3.2.1 Status quo und Verkehrsprognose bis 2025

Die Erkenntnisse für die verkehrliche Entwicklung beruhen zum Einen auf den MiD- und SrV-Erhebungen aus dem Jahr 2008 und zum Anderen auf der Gesamtverkehrsprognose 2025 für die Länder Berlin und Brandenburg. Die Studien Mobilität in Deutschland (MiD) und Mobilität in Städten (SrV-System repräsentativer Verkehrserhebungen) aggregieren Personendaten und deren Mobilitätsvariablen durch repräsentative Befragungen, u. a. um Aussagen über die Umweltauswirkungen des Verkehrs treffen zu können (Follmer et al. 2010). Die Gesamtverkehrsprognose 2025 basiert auf einem feingliedrigen Verkehrsmodell und beinhaltet sowohl den Güter- als auch den Personenverkehr. Die Prognose beschäftigt sich vor allem mit dem künftigen Verkehrsaufkommen und der Verkehrsmittelwahl auf kleinräumiger Ebene (SenStadt und MIR 2009a). Nicht enthalten sind Aussagen zum Energieverbrauch, zu Kraftstoffen oder gar zum Einsatz erneuerbarer Energien im Verkehrsbereich.

Die Werte des Modal Split für Berlin und Brandenburg unterscheiden sich insbesondere bezüglich des ÖPNV und des MIV (Abb. 3.2). Für 53 % aller Wege in Brandenburg stellt der Pkw das Hauptverkehrsmittel da, in Berlin sind es 40 %. Im ländlichen Bereich Brandenburgs ist der Anteil des MIV an den Wegen mit 61 % noch höher. Der Anteil der Wege, der mit dem ÖV zurückgelegt wird, ist in Berlin mehr als doppelt so hoch als in Brandenburg (21 % gegenüber 9 %, vgl. ebd.). In beiden Bundesländern ist zwischen 2002 und 2008 eine Abnahme des MIV-Anteils und eine Zunahme des Anteils des Umweltverbundes zu erkennen. Dies wird besonders deutlich in der Betrachtung

der 18-24-Jährigen, hier ist der Anteil des Umweltverbundes in Brandenburg um 5 % und in Berlin sogar um 17 % gestiegen (Follmer et al. 2010).

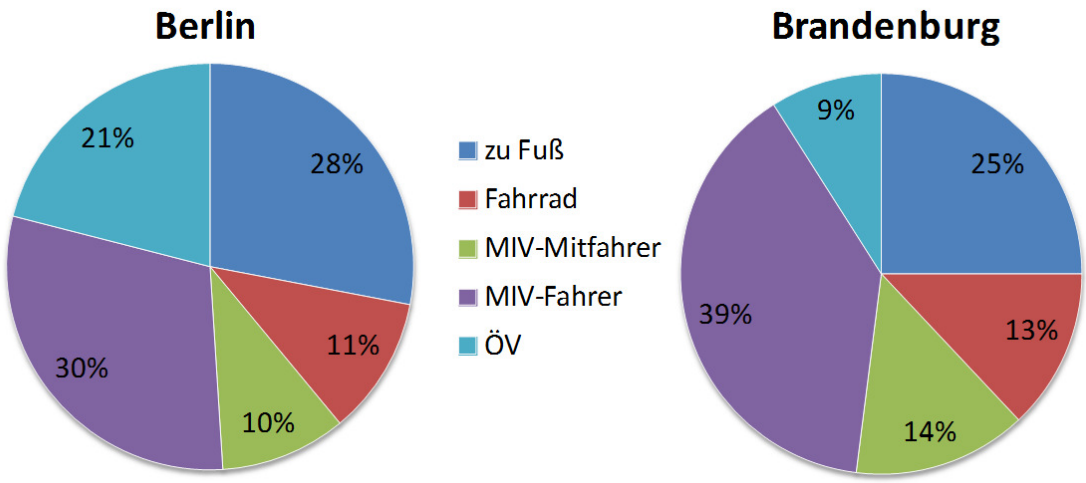


Abb. 3.2: Hauptverkehrsmittelwahl in Berlin und Brandenburg 2008
Quelle: MiD Basisstichprobe, Eigene Darstellung nach Follmer et al. 2010

Bis 2025 wird im Raum Berlin-Brandenburg mit einer rückläufigen Zahl der Einwohner gerechnet, was sich auf das gesamte Aufkommen im Personennahverkehr auswirken wird. Gegenüber 2006 wird mit einem Rückgang des Aufkommens um 7 % gerechnet (SenStadt und MIR 2009a). Die Entwicklung wird jedoch, je nach räumlicher Struktur der Teilgebiete, unterschiedlich ausfallen. Das Verkehrsaufkommen ist innerhalb des Berliner S-Bahn Rings rückläufig und nur leicht ansteigend im Gestaltungsraum Siedlung[9], obwohl die Einwohnerzahl in beiden Teilgebieten steigt. Am deutlichsten fällt der Rückgang des Verkehrsaufkommens außerhalb des Gestaltungsraums Siedlung aus, wo Einwohnerverluste von 16 % zu erwarten sind (SenStadt und MIR 2009a).

Bezüglich der verschiedenen Verkehrsarten sind unterschiedliche Entwicklungen zu erwarten. Im Gesamtraum ist ein Rückgang des MIV zu erwarten, der außerhalb des Gestaltungsraums Siedlung am deutlichsten ausfällt: Hier wird bis 2025 ein Rückgang von 1 Mio. Fahrten pro Tag erwartet. Die Verluste des MIV sind zum Teil durch einen prognostizierten Umstieg auf den ÖPNV bedingt, dessen Verluste daher geringer ausfallen (SenStadt und MIR 2009a). Das Potenzial für einen Umstieg vom MIV zum ÖPNV wird auch in den MiD- und SrV-Erhebungen aufgearbeitet. Insbesondere in den Oberzentren und Mittelzentren Brandenburgs bestehen demnach gute Voraussetzungen, neue ÖPNV-Kunden aus dem Kreis derjenigen zu gewinnen, die bisher täglich das Auto nutzen. Um das zukünftige Potenzial des ÖPNV bestimmen zu können, wurde die Gruppe der Befragten zugrunde gelegt, die nie den ÖPNV nutzt, jedoch nach eigenen Angaben viele Ziele gut mit Bus und Bahn erreichen könnte. In Brandenburg beträgt dieser Anteil der Befragten 19 %, in

[9] Gestaltungsraum Siedlung bezeichnet im Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg (LEP B-B) die Brandenburger Gemeinden des Berliner Umlandes mit leistungsfähiger Schienenanbindung. In diesen Teilgebieten Brandenburgs ermöglicht der LEP eine quantitativ unbegrenzte Siedlungsentwicklung (vgl. SenStadt Berlin und MIR Brandenburg 2009b).

Mittel- und Oberzentren jeweils 26 % (Follmer et al. 2010). Der Bericht betont, dass dieses Potenzial jedoch nur teilweise ausgeschöpft werden kann, und auch nur dann, wenn das Leistungsniveau des ÖPNV im Berufsverkehr – insbesondere durch höhere Zuverlässigkeit und dichtere Taktzeiten – sowie das Erscheinungsbild von Bahnhöfen und Fahrzeugen verbessert werden (ebd.).

Zwar wird in der Verkehrsprognose nicht darauf eingegangen, aber durch den Rückgang des Gesamtverkehrs, effizienteren Antriebstechnologien (konventionellen und alternativen) und der Verkehrsverschiebung zugunsten des ÖPNV ist eine Abnahme des Gesamtenergieverbrauchs abzusehen. Zusätzlich kann der Einsatz von erneuerbaren Energien im Verkehrsbereich zu einer Reduktion von CO_2-Emissionen beitragen.

3.2.2 Energieverbrauch im Verkehr in Berlin und Brandenburg

Die Energiebilanz und entsprechende CO_2-Emissionen des Personenverkehrs sind abhängig vom Modal Split der Bevölkerung in Berlin und Brandenburg. Das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg veröffentlicht jährlich die Energie- und CO_2-Bilanz der Länder – zuletzt 2011 für Berlin und 2010 für Brandenburg – jeweils für das Referenzjahr 2008 und 2007. Der Endenergieverbrauch des Verkehrs gliedert sich dabei in die Sektoren Schienenverkehr, Straßenverkehr, Luftverkehr und Küsten- und Binnenschifffahrt (Amt für Statistik Berlin Brandenburg 2011).

Die jährlichen **CO_2-Emissionen des Personenverkehrs** in Berlin und Brandenburg betragen laut MiD-Studie (Follmer et al. 2010) 8,3 Mio. t im MIV und 1,2 Mio. t im ÖPNV. Beide Länder haben vergleichbare Emissionen bei unterschiedlicher Einwohnerzahl und –dichte (Follmer et al. 2010):

– Berlin (3,4 Mio. Einwohner): 4,7 Mio. t CO_2, davon 0,7 Mio. t im ÖPNV
– Brandenburg (2,5 Mio. Einwohner): 4,8 Mio. t CO_2, davon 0,5 Mio. t im ÖPNV

Der Verkehrssektor insgesamt macht einen Anteil von 23,6 % bzw. 9,1 % an allen CO_2-Emissionen in Berlin bzw. des Landes Brandenburgs aus (Amt für Statistik Berlin Brandenburg 2011, 2010a).

Der **Endenergieverbrauch des Verkehrs** in Berlin beträgt 18.401 GWh, dies entspricht einem prozentualen Anteil am Gesamtendenergieverbrauch Berlins von 26,7 %. Anteile der Verkehrsträger am Endenergieverbrauch des Verkehrs in Berlin (Amt für Statistik Berlin Brandenburg 2011):

– Schienenverkehr (inkl. des Güterverkehrs): 1.015 GWh
– Straßenverkehr: 13.585 GWh
– Luftverkehr: 3.747 GWh
– Küsten- und Binnenschifffahrt: 54 GWh

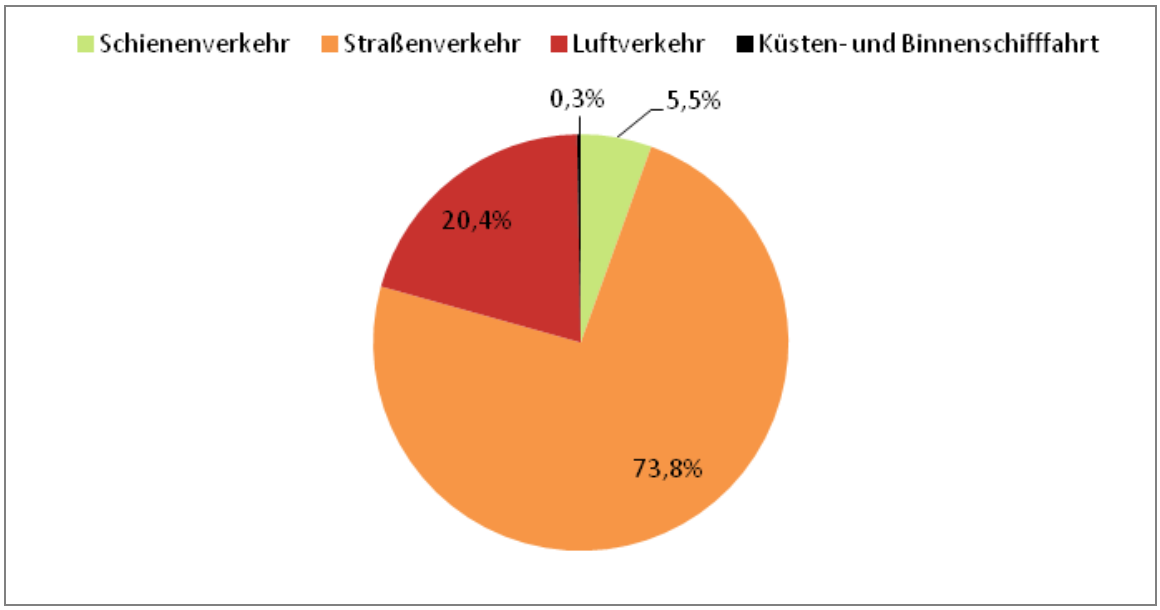


Abb. 3.3: Endenergieverbrauch des Verkehrs in Berlin
Quelle: Eigene Darstellung nach Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2011
Anmerkung: Werte enthalten auch Wirtschaftsverkehr, dessen Anteil an der Verkehrsleistung beträgt 26 % im Straßenverkehr

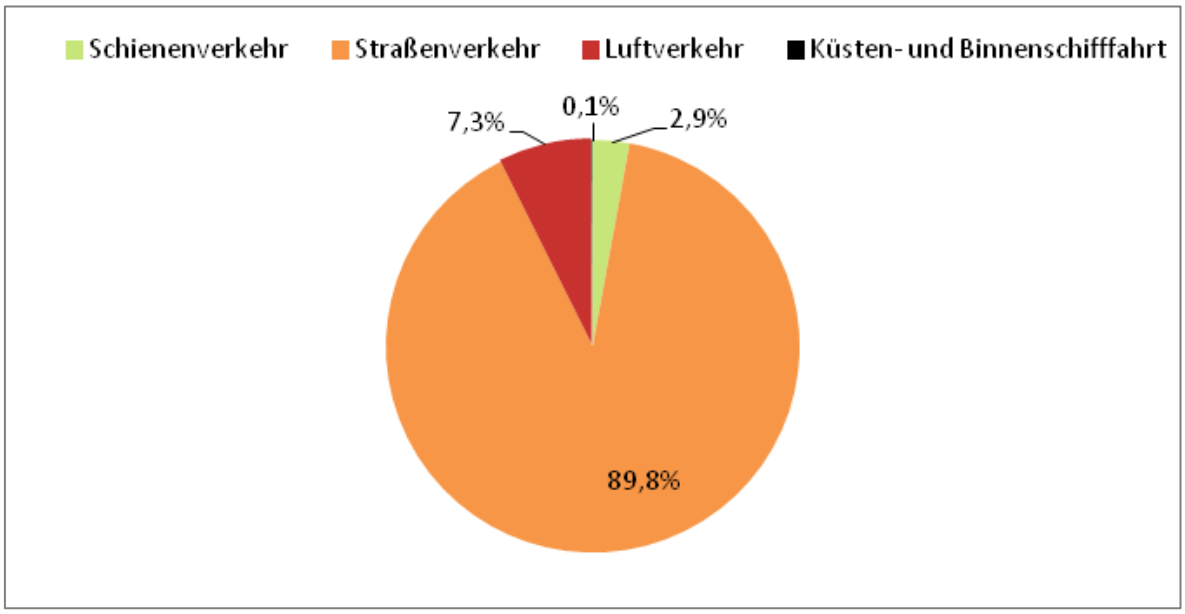


Abb. 3.4: Endenergieverbrauch des Verkehrs in Brandenburg
Quelle: Eigene Darstellung nach Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2010a
Anmerkung: Werte enthalten auch Wirtschaftsverkehr, dessen Anteil an der Verkehrsleistung beträgt 30 % im Straßenverkehr

Der Endenergieverbrauch des Verkehrs in Brandenburg lag 2007 bei 21.851 GWh, das entspricht einem Anteil von 26,3 % am gesamten Endenergieverbrauch des Landes. Anteile der Verkehrsträger am Endenergieverbrauch des Verkehrs in Brandenburg sind:

– Schienenverkehr (inkl. des Güterverkehrs): 628 GWh
– Straßenverkehr. 19.586 GWh
– Luftverkehr: 1.589 GWh
– Küsten- und Binnenschifffahrt: 20 GWh

Der Straßenverkehr dominiert dabei den Kraftstoffabsatz. Brandenburg ist ein zentral gelegenes Flächenland mit entsprechendem Transitverkehr. Verkehr wird weiterhin generiert durch den Berliner Umlandverkehr, hohen Pendlerentfernungen und einem Zuwachs an Einfamilienhäusern außerhalb der Zentren Potsdam, Cottbus, Frankfurt (O.) und Brandenburg a.d.H. sowie im Verflechtungsraum Berlin.

Der **Stromverbrauch** Brandenburgs für den Verkehr lag 2007 bei 169 GWh, das entspricht einem Anteil von 1,2 % am gesamten Stromverbrauch Brandenburgs (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2010a).

In Berlin lag der Stromverbrauch für den Verkehr 2008 bei 943 GWh, ca. 9 % des gesamten Stromverbrauchs Berlins (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2011).

Obwohl in Berlin nur 40 % der Wege mit dem Pkw zurückgelegt werden, ist der MIV für 85 % der CO_2-Emissionen verantwortlich. In Brandenburg beträgt das Verhältnis 53 % zu 90 %. Der oben dargestellte Endenergieverbrauch betrachtet den gesamten Straßenverkehr (inkl. Wirtschaftsverkehr aber auch Kraftomnibusse) und weist ein ähnliches Verhältnis auf. Dies ist vor allem das Ergebnis der schlechten CO_2-Bilanz von Mineralölprodukten, die die Hauptantriebsform im Straßenverkehr bilden. Eine Umstellung auf alternative Antriebe kann maßgeblich zu einem ausgewogenen Verhältnis zwischen Verbrauch und Verkehrsanteil beitragen.

3.3 Bestand und Potenzial von EE-Mobilität

Im folgenden Abschnitt geht es um den derzeitigen Bestand an Fahrzeugen und Infrastruktur für den MIV und den ÖV. Schlussfolgerungen werden getrennt nach MIV und ÖV sowie nach Antriebsarten (Elektromobilität, Wasserstoff, Biogas) gezogen. Dieses Kapitel unterscheidet nur bedingt nach den beiden Ländern, da durch die räumliche Lage entsprechend enge Pendlerverflechtungen bestehen und das Verkehrssystem grenzüberschreitend aufgebaut ist. Die Datenlage erwies sich als unzureichend und uneinheitlich für die Ermittlung konkreter quantitativer Potenziale, deswegen werden an gegebener Stelle kurz die wichtigsten Quellen mit ihren Defiziten vorgestellt.

3.3.1 Motorisierter Individualverkehr

In beiden Ländern hat der Straßenverkehr den größten Anteil sowohl am Energieverbrauch als auch bei den Emissionen, denn gerade hier dominieren die herkömmlichen Kraftstoffe basierend auf Mineralöl.

Im Jahr 2010 betrug der Motorisierungsgrad in Berlin 321 Pkw/ 1.000 EW. Damit lag er deutlich unter dem von Brandenburg (521 Pkw/ 1.000 EW) und dem Bundesdurchschnitt (510 Pkw/ 1.000

EW) (Destatis 2011). Ein Anstieg auf 325 Pkw/ 1.000 EW für Berlin bzw. 545 Pkw/ 1.000 EW für Brandenburg wird bis 2025 erwartet (SenStadt und MIR 2009a). Wie in Abb. 3.5 dargestellt, ist die Verteilung der Pkw in Brandenburg jedoch stark von der Raumstruktur und Lage abhängig und reicht von 383 Pkw/ 1.000 EW in Potsdam bis hin zu 613 Pkw/ 1.000 EW in Spremberg (Follmer et al. 2010).

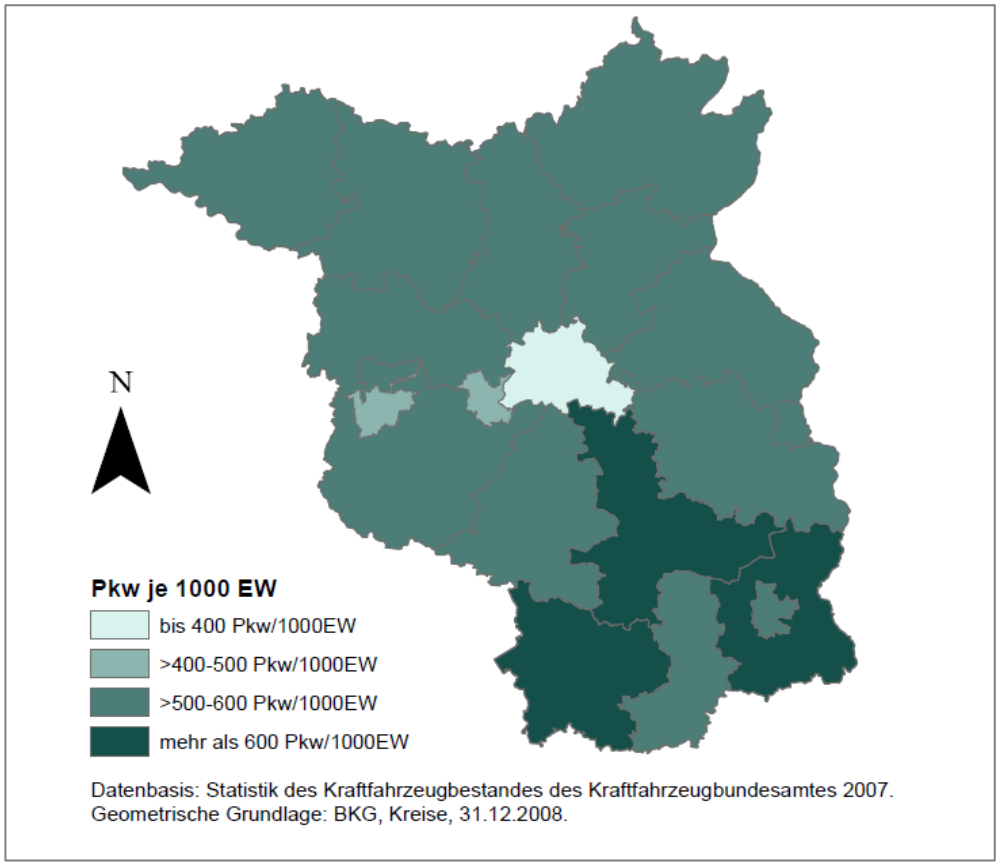


Abb. 3.5: Motorisierungsgrad in der Region Berlin-Brandenburg 2007
Quelle: Eigene Darstellung nach Kraftfahrt-Bundesamt 2007

Lediglich 1,3 % der deutschen Pkw sind mit einem alternativen oder hybriden Antrieb, d.h. nicht mit einem reinen Benzin- oder Dieselmotor ausgestattet. In Berlin und Brandenburg ist der Anteil dieser Pkw mit 1,4 % marginal höher, entsprechend sind dies 15.883 Fahrzeuge in Berlin und 18.233 in Brandenburg. Über 80 % der alternativen Antriebsformen in der Deutschland basieren jedoch auf Compressed Natural Gas (CNG) oder Liquid Petroleum Gas (LPG) (Kraftfahrt-Bundesamt 2011). Diese sind nicht Bestandteil dieses Gutachtens und der folgenden Tabelle, da sie nicht auf erneuerbaren Energien basieren.

Tab. 3.1: Pkw-Bestand und -Anteil alternativer Antriebsarten, Stand 1.1.2011

	Benzin & Diesel	Elektro	Erdgas	Hybrid	Anteil Elektro-, gasbetriebener und hybrider Antriebe
Berlin	1.104.418	93	2.754	2.545	0,5 %
Brandenburg	1.302.835	39	2.177	1.614	0,3 %
Deutschland	41.754.222	2.307	71.519	37.256	0,3 %

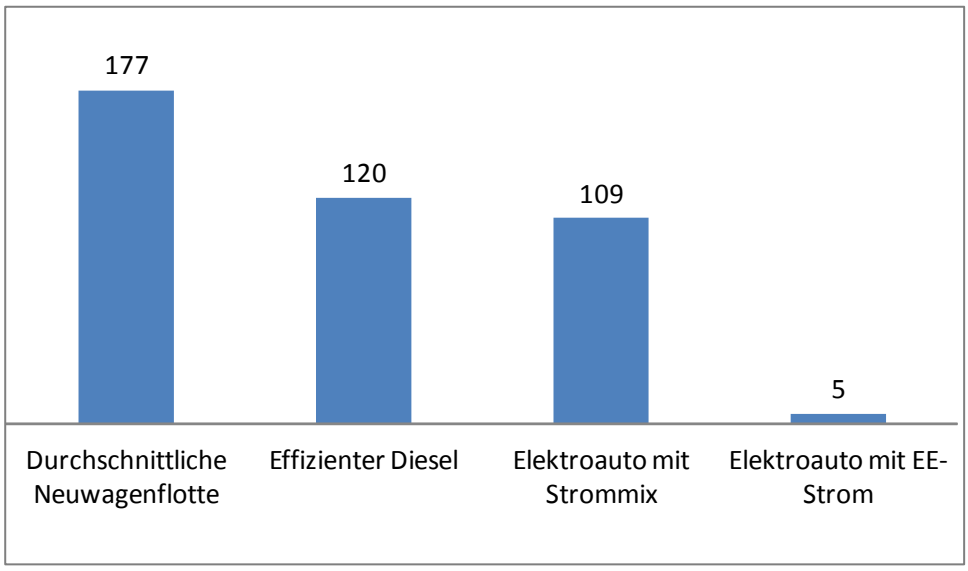
Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt 2011
Anmerkung: exklusive Flüssiggas und Wasserstofffahrzeuge

Neben den bestehenden Angaben zu Fahrzeugen und Infrastruktur werden fördernde und hemmende Faktoren für einen Einsatz von alternativen Antrieben untersucht. Wesentlich sind hier zum Beispiel auf der Anbieterseite die Fahrzeugeigenschaften, die Tankstellen-/Ladeinfrastrukturdichte sowie die Entwicklung der Fahrzeugkosten und Energiepreise. Auf der Nachfrageseite sind dies u. a. die Mobilitätsbedürfnisse und die Zahlungsbereitschaft (vgl. Forschungsstelle für Energiewirtschaft 2010). Diese Faktoren können im Rahmen dieser Studie nicht weiter quantifiziert werden, fließen aber in die folgenden Betrachtungen mit ein.

3.3.1.1 Nutzung von Strom für den MIV

Die Vorteile der Elektromobilität aus umweltpolitischer Sicht sind in der lokalen Emissionsfreiheit und in der Vermeidung von Lärm zu sehen. Insbesondere in urbanen Räumen können die ruhige Fahrweise und die verringerten Luftschadstoffe im Straßenraum (z. B. Feinstaub) zu einer erhöhten Lebensqualität beitragen. Elektromobilität kann zur CO_2-Verminderung jedoch nur wesentlich beitragen, wenn der Strom durch erneuerbare Energien erzeugt wird. Beim derzeitigen Strommix weisen die Elektrofahrzeuge eine CO_2-Bilanz auf, die vergleichbar mit konventionell betriebenen Fahrzeugen ist (Abb. 3.6). Auch zeigen Studien, dass die Rollgeräusche der Fahrzeuge bereits ab ca. 35 km/h die Antriebsgeräusche übertreffen, sodass die Lärmvermeidung gerade auf Hauptverkehrsstraßen gering ausfallen dürfte (Forschungsstelle für Energiewirtschaft 2010).

Abb. 3.6: CO_2-Emissionen von Pkw (g/km)



Anmerkungen: Werte für Deutschland 2010, Emissionen aus Energiebereitstellung und Fahrzeugbetrieb
Quelle: Eigene Darstellung nach BMU 2011

Neben den Umweltaspekten werden auch energiewirtschaftliche Potenziale der Elektromobilität in Hinblick auf die Sicherung der Energieversorgung und die Unabhängigkeit vom Öl als Pluspunkt angeführt (Bundesregierung 2009). Mit Hilfe von Elektrofahrzeugen und anderen Stromverbrauchern (zum Beispiel Wärmepumpen) können erneuerbare Energien weiter ausgebaut werden, da die Integration der Fahrzeuge in das Stromnetz das Potenzial hat, Schwankungen, die durch unregelmäßige Wetterlagen entstehen, mit ihrem Speicherpotenzial ausgleichen zu können (Siemens, Vattenfall 2011, Schwarz 2011, vgl. auch Abschnitt 2.3.4).

Die Bundesregierung hat das Ziel formuliert, Deutschland zu einem Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln und bis 2020 eine Million Elektrofahrzeuge (inklusive Hybridfahrzeuge) in Deutschland zuzulassen (Bundesregierung 2009). Geht man von den derzeit zugelassenen Elektrofahrzeugen von 2.307 bzw. 37.256 Hybridfahrzeugen (Kraftfahrt-Bundesamt 2011) in Deutschland aus, ist dies ein sehr ambitioniertes Ziel und wird von fast allen Potenzialstudien angezweifelt (z. B. Shell Deutschland 2009). Von den zugelassenen Fahrzeugen waren Anfang 2011 93 Fahrzeuge in Berlin und 39 Fahrzeuge in Brandenburg mit einem Elektroantrieb ausgestattet (Kraftfahrt-Bundesamt 2011).

Eine Studie des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) berechnet zudem, dass es bei der derzeitigen Preisentwicklung der Batterietechnik und den gegebenen Rahmenbedingungen 300.000 Neuzulassungen für Elektrofahrzeuge im Jahr 2020 geben könnte. Dies entspräche 10 % aller Neuzulassungen in Deutschland. Der Bestand würde nicht viel über den 300.000 Fahrzeugen liegen, da für die Jahre zuvor kaum Neuzulassungen von Elektrofahrzeugen prognostiziert werden (Hebes, Trommer, Kihm 2011).

Trotz dieser bescheidenen Ausgangsbasis erwartet die eigens gegründete Nationale Plattform Elektromobilität in ihrem 2. Entwicklungsbericht einen positiven Verlauf der derzeitigen Marktvorbereitungsphase. Auch wenn sich diese nur auf Schaufensterprojekte stützt, wird bereits ab 2014 mit

einem Markthochlauf gerechnet. Weitgehender Konsens ist hierbei, dass der Ladestrom aus regenerativen Energiequellen stammt. Auch wenn die derzeitigen E-Fahrzeuge in der Regel noch nicht für bidirektionales Laden ausgelegt sind, erwartet der Bericht von diesem Ansatz einen wesentlichen Beitrag zur Steuerung der fluktuierenden EE-Erzeugung (Nationale Plattform Elektromobilität 2011).

Wenngleich die positiven umweltrelevanten Aspekte der Elektromobilität betrieben mit regenerativen Energien auch von den potentiellen Nutzern erkannt werden, werden die Nutzungseinschränkungen, die mit einem Elektro-Pkw verbunden sind, die Markteinführung bremsen. Nachteile aus Nutzersicht beziehen sich vor allem auf die begrenzte Reichweite, die hohen Anschaffungskosten, die durch die Batterie verursacht werden, und die geringe Infrastrukturdichte (Wolter et al. 2011).

Die Ansätze zur Auflösung der Diskrepanz zwischen gegenwärtiger technischer Leistungsfähigkeit einerseits und den Ansprüchen der Nutzer an Elektromobilität andererseits verfolgen im Wesentlichen zwei Richtungen:

– Rein technisch ausgerichtete Innovationen
– Systemisch ausgerichtete Innovationen zu integrierten Mobilitätsangeboten

Technisch ausgerichtete Innovationen beziehen sich dabei zum Beispiel auf die Steigerung der Speicherfähigkeit der Batterie oder auf neue Hybrid-Antriebssysteme, wie etwa die Plug-In-Hybrid-Technik. Beide Entwicklungspfade zielen auf das Fahrzeug selbst ab und auf den bisher üblichen Nutzungsgewohnheiten eines Pkw. Während allerdings bei der Batterieentwicklung mit hohem finanziellen und zeitlichen Entwicklungsaufwand zu rechnen ist, ist der Anteil der rein elektrischen Reichweite von Plug-In-Hybrid-Fahrzeugen bisher eher gering (Beispiel Toyota Prius PHEV: ca. 20 km).

Ein alternativer Weg, den Nachteilen von Elektrofahrzeugen zu begegnen, ist deren Integration in umfassende Mobilitätssysteme (systemisch ausgerichtete Innovationen). Hierdurch wird „Elektromobiltät“ entsprechend gesamtsystemisch betrachtet und nicht auf das Fahrzeug selbst reduziert. Dies schließt im MIV sowohl die Einsteuerung von Elektrofahrzeugen in gewerbliche Flotten ein als auch die Integration von Elektroflotten öffentlicher Verleihsysteme in bestehende Systeme des öffentlichen Verkehrs. Diese Ansätze ermöglichen es, je nach Mobiliätsanlass unterschiedliche Verkehrsmittel zu nutzen, so dass die begrenzte Reichweite anders als durch technische Entwicklung ausgeglichen wird.

Zu beiden Ansätzen, der technischen und der organisatorisch systemischen Innovation laufen seit einigen Jahren in Deutschland zahlreiche, von verschiedenen Bundes- und Landesministerien geförderte Forschungsprojekte. Die Modellregion Elektromobilität Berlin-Potsdam wird im Rahmen des Konjunkturpaketes II der Bundesregierung seit 2009 gefördert. Schwerpunkt ist es, Potenziale der Elektromobilität aus verkehrlicher, energie- und umweltpolitischer sowie städtebaulicher Sicht zu ermitteln. In verschiedenen Projekten (z. B. BeMobility/ Berlin elektroMobil) werden Mobilitätsdienstleistungen und neue Geschäftsmodelle zur Einführung von Elektromobilität entwickelt. Die Region nutzt die Förderperiode, die 2011 endet, um eine Basis für Elektromobilität zu schaffen und sich mit anderen Regionen zu vernetzen. Neben der Nationalen Programmkoordination durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und der Nationalen Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie, liegt die Projektleitung bei den Städten Berlin und Potsdam. Die regionale Projektleitstelle wird von der TSB Innovationsagentur Berlin übernommen. Praxisprojekte sind sowohl im Privat- als auch im gewerblichen Verkehr angesiedelt:

- BeMobility / Berlin elektroMobil: Integration von Elektrofahrzeugen in den öffentlichen Verkehr durch elektro-Carsharing
- E-City-Logistik: verkehrliche, betriebliche sowie energie- und umweltseitige Potenzialanalyse elektrisch angetriebener Nutzfahrzeuge im innerstädtischen Belieferungsverkehr
- e-mobility Berlin: Erprobung von Elektroautos bei ausgewählten Flotten-, Geschäfts- und Privatkunden
- AUE-Mobility: Abschätzung von Gefahrenpotenzialen geräuscharmer E-Fahrzeuge

Im dritten Teil dieses Gutachtens werden die Projekte BeMobility und e-mobility Berlin näher betrachtet und auf Erfolgsfaktoren und Hemmnisse untersucht.

Neben den fahrzeugspezifischen Aspekten ist für die Entwicklung der Elektromobilität das Tempo des Ausbaus der Ladeinfrastruktur entscheidend. Während Berlin das dichteste entsprechende Infrastrukturnetz in Deutschland aufweist, gibt es in Brandenburg nur wenige öffentliche Stromtankstellen (für Berlin siehe Tabelle 1). Hier wird die Ladeinfrastruktur kleinräumigere Strukturen mit Beteiligung privater Stellplätze annehmen.

Die Betreiber der Ladesäulen, Vattenfall und RWE bieten auf EE-basierenden Strom an. Die Herkunft des Stromes aus Wind- und Wasserkraftwerken wird dabei mit Zertifikaten nachgewiesen.

Tabelle 1: Ladeinfrastruktur in Berlin 2011
Quelle: Auskunft Vattenfall, RWE

Ladepunkte	**Vattenfall**	**RWE**	**Gesamt**
(Halb)öffentlicher Raum	50	150	200
Teil eines Carsharing-Konzeptes	8	5	13

Das vom BMWi geförderte Projekt „e-mobility – IKT-basierte Integration der Elektromobilität in die Netzsysteme der Zukunft“ erarbeitet derzeit einen Infrastrukturplan für ein Ladestationsnetz mit 500 Ladestationen, die ausschließlich im Stadtgebiet von Berlin liegen. Die Raum- und Siedlungsstruktur und deren Nutzungsansprüche stellen dabei eine große Herausforderung dar, insbesondere im innerstädtischen Raum mit hohem Parkdruck (e-mobility 2011).

Elektromobilität wird häufig mit verdichteten Räumen in Verbindung gebracht und dort wird auch ein Großteil der derzeitigen geförderten Projekte durchgeführt. Die acht Modellregionen Elektromobilität gehören ausschließlich zur Raumkategorie der Zentralräume und zu den europäischen Metropolregionen.

In der oben genannten DLR-Studie wird das Marktpotenzial von Elektrofahrzeugen nach räumlichen Gesichtspunkten eher in den Kernstädten und dem verdichtetem Umland gesehen als in ländlichen Regionen (Abb. 3.7). Die Vorteile des verdichteten Umlandes sind relativ kurze Pendelwege und hohe Dichte an privaten Stellplätzen mit Potenzial für Lademöglichkeiten. Die prognostizierte höhere Nachfrage in Kernstädten stellt hohe Anforderungen an die Strom- und

Ladeinfrastruktur, da hier private Park- und damit Lademöglichkeiten nur begrenzt zur Verfügung stehen (Hebes, Trommer, Kihm 2011).

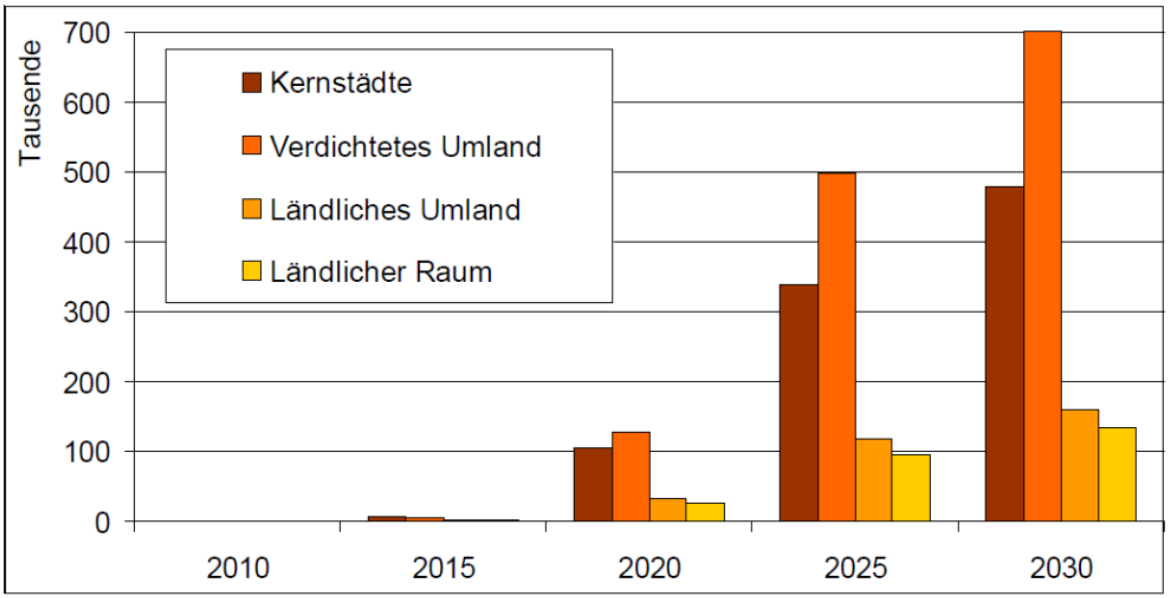


Abb. 3.7: Entwicklung des Elektromobilitätspotentials differenziert nach Raumtyp
Quelle: Eigene Darstellung nach Hebes, Trommer, Kihm (2011)

Für Berlin-Brandenburg bedeutet dies, dass Berlin und die vier kreisfreien Städte Brandenburgs (Potsdam, Cottbus, Frankfurt (Oder) und Brandenburg a.d.Havel) von der derzeitigen Förderung der Elektromobilität profitieren könnten. Die ländlich geprägten Gebiete Brandenburgs fallen in diesem Zusammenhang eher zurück. Die siedlungsstrukturellen Unterschiede innerhalb der Region sind in Abb. 3.8 dargestellt.

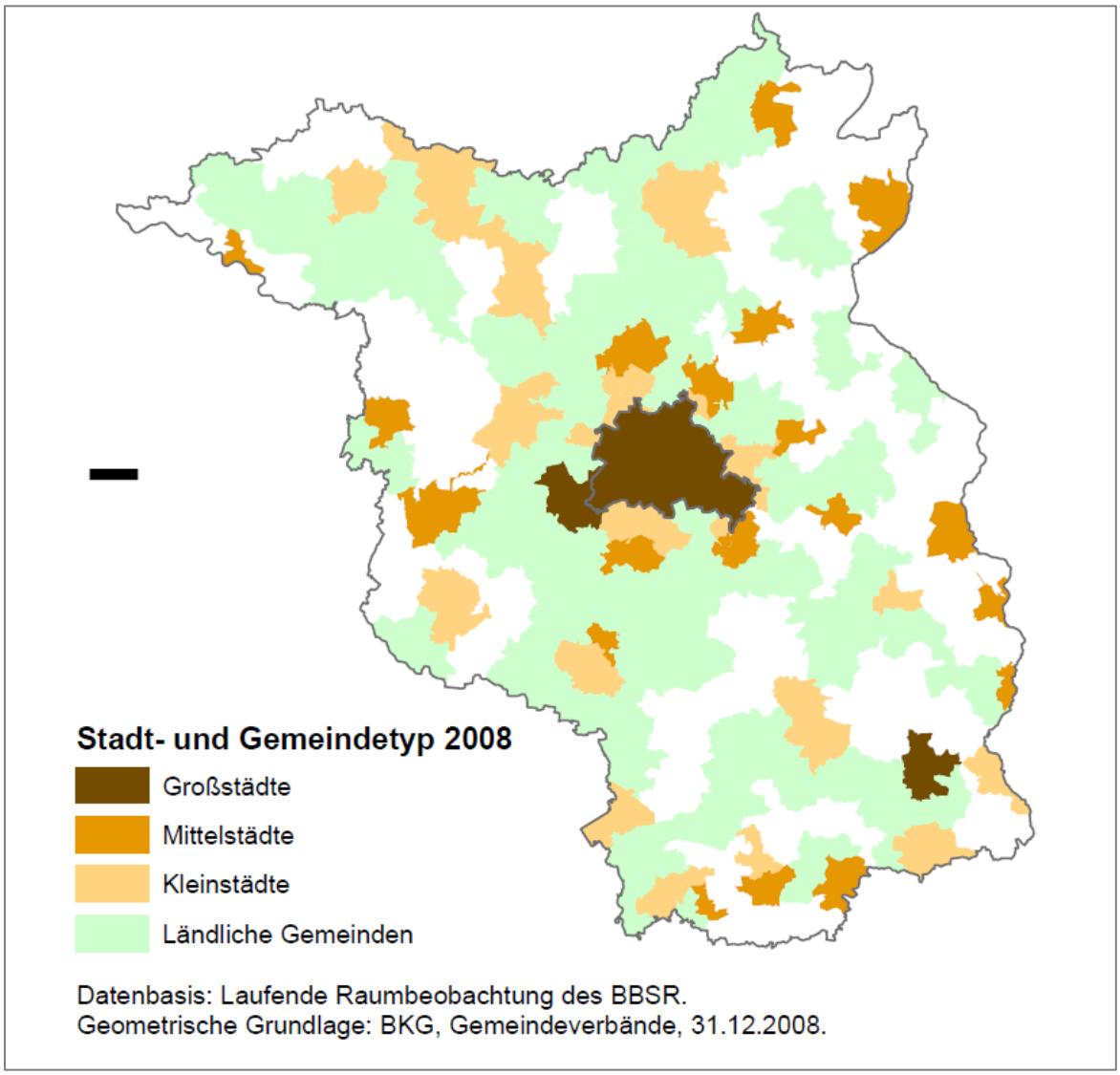


Abb. 3.8: Raumtypen in Berlin und Brandenburg
Quelle: Eigene Darstellung nach BBSR 2008

Abgeleitet von dem durchschnittlichen Mobilitätsverhalten der Bevölkerung, bietet Elektromobilität grundsätzlich ein Potenzial im MIV. So betragen die durchschnittlichen Wegelängen für Pkw-Strecken 18 km in Berlin und 25 km in Brandenburg. Tagesstrecken summieren sich auf 35 km in Berlin und 47 km in Brandenburg. Die höchsten Werte wurden mit 60 km im ländlichen Raum Brandenburgs gemessen (Follmer et al. 2010). Da die Technik jedoch teuer ist und gewisse Einschränkungen hat, können vorerst die Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge eine Rolle auf dem Fahrzeugmarkt spielen. Diese erlauben trotzdem hohe Einsparpotenziale im Emissionsbereich und haben den Vorteil der langsamen Nutzerumgewöhnung.

Insbesondere die hohen Anschaffungskosten gekoppelt mit technischen Einschränkungen (Reichweite, Ladedauer) erlauben derzeit keine alltagstaugliche Nutzung der Elektrofahrzeuge für eine kritische Masse der Bevölkerung. Zwar gibt es bereits einige Fahrzeuge in Serie, die Vielfalt

ist aber beschränkt. Elektromobilität wird deswegen ein Potenzial im gewerblichen Flottenbetrieb bzw. als Bestandteil von Mobilitätskonzepten zugesprochen, bei dem Einsparungen durch intensive Nutzung die Anschaffungskosten armortisieren können und die Flexibilität durch zusätzliche Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren gewährleistet wird.

3.3.1.2 Nutzung von Wasserstoff im MIV

Wasserstoff aus Biomasse oder aus regenerativem Strom ist sowohl für Verbrennungsmotoren als auch für Brennstoffzellen verwendbar. Sein hoher Brennwert von 39 kWh/kg und Wasser als einzigem Endprodukt machen Wasserstoff zu einem sehr sauberen Treibstoff. Außerdem kann ein Überangebot aus der Erzeugung erneuerbarer Energien in nachfrageschwachen Zeiten zur Herstellung von Wasserstoff benutzt werden. Ähnlich einer Batterie, speichert Wasserstoff Energie. Einige Unternehmen aus dem Bereich Mobilität und Energie haben sich bereits 2002 zur Clean Energy Partnership (CEP) zusammengeschlossen, um in Projekten die Alltagstauglichkeit von Wasserstoff zu erproben, u. a. in Berlin. Die ersten Anwendungen werden seit 2004 demonstriert. Die Erzeugung von Wasserstoff mit regenerativer Energie ist eine wichtige Zielvorgabe der CEP. Mindestens die Hälfte des Wasserstoffs an CEP-Tankstellen stammt aus regenerativer Produktion (CEP 2011). Die Ziele und Erfolge der CEP werden auch im dritten Teil dieses Gutachtens aufgegriffen.

Wasserstofffahrzeuge werden zwar vom Kraftfahrt-Bundesamt nicht separat erfasst, aber die Clean Energy Partnership beziffert die Anzahl bundesweit auf über 40 Pkw mit einer beabsichtigten Erhöhung auf über 100 Pkw bis 2013. Um diese Fahrzeuge aufzuladen, gibt es bisher fünf Wasserstofftankstellen in Berlin, allesamt auf Initiative der CEP errichtet (Abb. 3.9). Eine weitere Tankstelle wird 2012 in Brandenburg in Betrieb genommen. Am Flughafen Berlin Brandenburg (BER) wird der Mineralölkonzern TOTAL Deutschland gasförmigen Wasserstoff anbieten, der durch den Windstrom des von ENERTRAG errichteten nahen Windparks erzeugt wird (s. auch Kapitel 4.2).

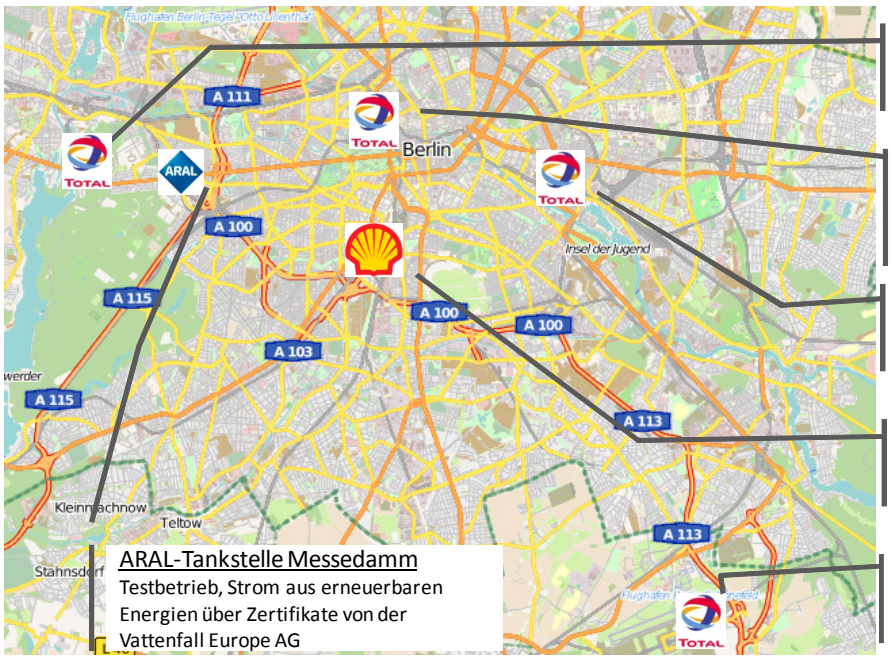


Abb. 3.9: Wasserstofftankstellen in Berlin
Quelle: Eigene Darstellung nach CEP (2011)

Die Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff, sei es in einem flüssigen oder gasförmigen Zustand, ist jedoch zurzeit technisch zu aufwendig und zu teuer, um sich gegen andere Alternativen durchzusetzen. Der energetische Aufwand steht in keinem Verhältnis zum späteren Nutzen. Dieser Aufwand verringert den Gesamtwirkungsgrad von Wasserstoff als Antrieb auf 28 % der eingesetzten Energie. Im Vergleich liegt er zum Beispiel bei Lithium-Ionen-Akkumulatoren bei 66 % (Brake 2009).

Wenngleich die Entwicklung der Wasserstofffahrzeuge schon deutlich früher gestartet ist als die gegenwärtige Neuauflage der Elektromobilität, kommt der Einsatz von Wasserstoff im Mobilitätsbereich nicht aus seiner Nische heraus. So sind die Kosten für die Produktion und Distribution auf der einen Seite sowie für die Bereitstellung der Infrastruktur und serienreifer Fahrzeuge auf der anderen Seite derzeit noch sehr hoch. Wasserstoff ist jedoch ein vielversprechendes Speichermedium, welches insbesondere bei der Nutzung erneuerbarer Energien zu nachfragschwachen Zeiten an Bedeutung gewinnen könnte.

3.3.1.3 Nutzung von Biogas im MIV

Biokraftstoffe können aus verschiedenen Pflanzen und biogenen Stoffen gewonnen werden und werden in unterschiedlichen Verfahren hergestellt. Die wichtigsten Biokraftstoffe sind Bio-Methan, BtL-Kraftstoff (Biomass to Liquid), Bioethanol, Biodiesel und Pflanzenöl. Biomasseanbau gilt zwar als CO_2-neutral, bedeutet aber häufig den Anbau von Energiepflanzen in energie- und landschaftsintensiven Monokulturen. 15 % der deutschen Ackerfläche wird derzeit insbesondere für den Rapsanbau (1,1 Mio. ha) genutzt. Eine Deckung des heutigen Dieselbedarfs durch Biodiesel würde rein rechnerisch doppelt so viel Ackerfläche wie derzeit vorhanden, voraussetzen. Für Anbau,

Düngung und Produktion der Biokraftstoffe wird Energie benötigt, die die Treibhausgas-Bilanz deutlich nach unten korrigiert. Als Konsequenz bietet die agroindustriell hergestellte Bioenergie wenig Potenzial, die Emissionen im Verkehr zu verringern (Brake 2009).

Anders sieht das energetische Potenzial von Bioabfällen aus. Das durch Vergärung gewonnene Gas kann als Treibstoff genutzt werden, da es größtenteils aus Methan, dem Hauptbestandteil von Erdgas, besteht. Vorteile aller Biokraftstoffe sind die Möglichkeit der Nutzung der bestehenden Infrastruktur und Fahrzeuge sowie die Beimischung zum konventionellen Treibstoff. Da Biogas in unbegrenzter Menge dem Erdgasnetz beigemischt werden kann, kann die CO_2-Bilanz von Erdgas weiter verbessert werden. Allein durch die Nutzung von Gülle und Maissilage, für die Gewinnung von Biogas, könnten deutschlandweit 10 % des Erdgasverbrauchs substituiert werden (Brake 2009). Bisher wird aber nur wenig Biogas ins Erdgasnetz eingespeist. Durch das GtL-Verfahren (Gas to Liquid) kann Biogas auch als Kraftstoff für Dieselmotoren aufbereitet werden (Brake 2009).

Synthetisch hergestelltes Methan kann außerdem unter Einsatz anderer regenerativer Energien erzeugt werden (Power-to-Gas-Ansatz, s. Abschnitt 2.3.5). Dies ist zwar sehr energieintensiv, dennoch eine gute Möglichkeit, überschüssige Energien bei günstiger Wetterlage (kräftiger Wind, starke Sonneneinstrahlung) zu nutzen.

Da der Übergang von Erdgas zu Biogas oder synthetischem Gas nutzerseitig fließend ist, wird hier näher auf die Erdgas-Fahrzeuge und –Infrastruktur eingegangen. Erdgas-Fahrzeuge weisen niedrige CO_2-Werte auf, verursachen weniger Lärm und Stickoxide und emittieren nahezu keinen Feinstaub. Sie haben somit Zufahrt zu allen Umweltzonen und sind gerüstet für die Euro-6-Norm, die ab 2015 noch strengere Grenzwerte vorsieht (Kraftfahrt-Bundesamt 2011). Trotzdem sind erst 71.519 Erdgas-Fahrzeuge in Deutschland und ca. 5.000 Fahrzeuge in der Region Berlin-Brandenburg zugelassen (Kraftfahrt-Bundesamt 2011).

Ausgehend von der vorhandenen Infrastruktur sind von den alternativen Kraftstoffen vor allem Erdgas und Biodiesel in der Region Berlin-Brandenburg verbreitet (Abb. 3.10). Insgesamt gibt es 45 Erdgas-Tankstellen in Brandenburg und 14 in Berlin, die in unterschiedlichen Anteilen Biogas beimischen. Das Brandenburger Agrar- und Umweltministerium hat bis 2007 die Errichtung der Tankstellen finanziell durch EU-Mittel unterstützt (MUGV 2011b, Kraftfahrt-Bundesamt 2011).

Abb. 3.10: Erdgastankstellen in Brandenburg

Immer mehr Flottenbetreiber erkennen die kostengünstige und umweltfreundliche Alternative des Biogases:

Fahrdienst der Bundestagsabgeordneten: 25 % des Fuhrparks wurde kürzlich von dem Dienstleister RocVin Dienste GmbH auf Erdgas umgestellt. Die 37 Mercedes-Benz E 200 NGT werden ausschließlich mit regenerativem Bio-Erdgas betrieben. Diesen stellen die im erdgas mobil e.V. organisierten Erdgas-Tankstellenbetreiber in Berlin zur Verfügung (erdgas mobil e.V. 2011).

Berliner Stadtreinigung (BSR): Die 60.000 t Bio-Abfälle der Berliner Bevölkerung werden künftig in einem Biogas-Kraftwerk am Standort Ruhleben in Methan umgewandelt und ins städtische Gasnetz eingespeist. Damit können theoretisch 150 Müllsammelfahrzeuge, die in Zukunft angeschafft werden sollen, betankt werden (BSR 2011).

Erdgas und somit Biogas und synthetisch erzeugtes Gas bieten Vorteile, die vor allem mit der ausgereiften Technik und der vorhanden Verfügbarkeit von Fahrzeugen und Infrastruktur zusammenhängen. Da der Verbrauch der Fahrzeuge preiswerter ist, greifen Flottenbetreiber vermehrt auf Erdgas bzw. Biogas zurück. Andererseits stehen die Anschaffungskosten eines Gas-Fahrzeuges einer Privatnutzung hemmend entgegen. Trotzdem wurde bereits in Kapitel 2 dargestellt, dass so-

wohl Berlin als auch Brandenburg ein relativ niedriges Potenzial an Biomasseerzeugung aufweist. Der Anbau von Biomasse bzw. die Menge an Bioabfällen einerseits sowie der Einsatz von Biogas andererseits ist einer hohen Nutzungskonkurrenz ausgesetzt und wird vor allem im Bereich Strom- und Wärmeerzeugung gesehen. Insbesondere durch einen Ausbau der Biomasse-Importe und durch die synthetische Herstellung unter Einsatz von erneuerbaren Energien, kann Gas auf der Basis erneuerbarer Energien aber auch im Verkehrssektor vermehrt eingesetzt werden.

3.3.2 Öffentlicher Personennahverkehr und -fernverkehr

Das Nahverkehrsnetz wird in beiden Ländern als Gewährleistung der Mobilität für die Bevölkerung angesehen. Wie in Abschnitt 3.1 gezeigt, gilt es, dieses zu fördern und effizient zu gestalten. Umwelteffekte werden dabei eher in der Stärkung des Umweltverbundes und der Verlagerung des MIV gesehen.

Das öffentliche Nahverkehrsnetz Berlin ist derzeit etwa 1.900 km lang. Davon entfallen 213 km auf Regionalbahn, 257 km auf S-Bahn, 146 km auf U-Bahn und 190 km auf Straßenbahn. Insgesamt bestehen 3.100 Haltestellen (SenStadt 2011c).

In Brandenburg ist das Netz des Schienenpersonennahverkehrs insgesamt 2.214 km lang (2007), davon entfallen auf:

- Fern- und Ballungsnetz[10] 1.456 km (66 %),
- Regionalnetz[11] 680 km (31 %),
- Brandenburger Anteil am S-Bahnnetz Berlin 78 km (3 %)
  (MIR 2008).

Die Deutsche Bahn AG unterhält in Brandenburg 316, die Niederbarnimer Eisenbahn zwölf und die Prignitzer Eisenbahn zehn Bahnhöfe (Deutsche Bahn 2010).

Das Fern- und Ballungsnetz ist überwiegend elektrifiziert und zweigleisig ausgebaut. Die Höchstgeschwindigkeit auf den Strecken des Fern- und Ballungsnetzes ist meist auf 100-120 km/h begrenzt, wobei auf einigen Strecken Höchstgeschwindigkeiten von 160 km/h erreicht werden können, auf Fernverkehrsstrecken mit hoher überregionaler Bedeutung auch über 200 km/h. Das Fern- und Ballungsnetz weist teilweise einen guten bis sehr guten Zustand auf, insbesondere jene Strecken, die Teil der Verbindungen nach Nordwest-/West- und Süddeutschland sind. Der gute Zustand ist auf die Investitionen der Verkehrsprojekte Deutsche Einheit zurückzuführen (MIR 2008).

Das Regionalnetz ist demgegenüber fast ausschließlich nicht elektrifiziert und eingleisig. Es weist teilweise erhebliche Zustandsmängel auf, welche sich auf die Qualität des Angebots auswirken.

[10] Die Verwaltung des Fern- und Ballungsnetzes liegt in den Regionen (wirtschaftliche Organisation, Instandhaltung, Betrieb, Vertrieb).
[11] Regionalnetze sind abgeschlossene Netze innerhalb der Region, die eigenständig verwaltet werden (wirtschaftlich eigenständig organisiert, dortige Ansiedlung von Instandhaltung, Betrieb).

Der Brandenburger Teil des Berliner S-Bahnnetzes ist überwiegend eingleisig und im guten Zustand (vgl. Arm 2011).

2011 sind im gesamten Verbundgebiet Berlin-Brandenburg laut VBB 17 Oberleitungsbusse, 525 Straßenbahnen, 543 U-Bahnen, 650 S-Bahnen und 391 Regionalbahnen (davon 333 mit Strom betrieben) im Einsatz. 39 % aller Fahrzeuge (inkl. Kraftomnibusse) werden mit Strom betrieben, 60 weitere Fahrzeuge mit Biodiesel (33), Erdgas (23) und Wasserstoff (4) (VBB 2011).

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick aus dem daraus resultierenden Energieverbrauch und CO_2-Emissionen.

Tabelle 2: CO_2-Emissionen und Energieverbrauch der Verkehrsmittel, Stand 2005 bzw. 2009
Quelle: Zusammenstellung nach BVG 2009

	CO_2-Emissionen Berlin	**Energieverbrauch Berlin**	**Energieverbrauch Brandenburg***
Fahrstrom U-Bahn	42.486 t CO_2	219 GWh	
Fahrstrom S-Bahn*	260.253 t CO_2	440,4 GWh	
Fahrstrom Straßenbahn	16.277 t CO_2	83,9 GWh	27,5 GWh
Dieselkraftstoff Omnibus	138.918 t CO_2	523,0 GWh	124,2 GWh
O-Bus*			1,2 GWh

* VBB 2009, Auskunft VBB, Gesamtes VBB-Gebiet, Basis 2005

Die großen Mobilitätsdienstleister der Länder Berlin und Brandenburg bauen den Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch stetig aus. Dies gilt insbesondere für die Betreiber schienengebundener Verkehre in den Städten sowie die Deutsche Bahn als Betreiber der elektrifizierten Schienenverkehrswege.

3.3.2.1 Elektromobilität im ÖV auf Basis erneuerbarer Energien

Die Berichtslage der einzelnen Verkehrsunternehmen fällt sehr unterschiedlich aus und so können an dieser Stelle keine einheitlichen und vergleichbaren Aussagen über den derzeitigen Kraftstoff- und Stromverbrauch und deren Umweltauswirkungen getroffen werden:

– Berliner Verkehrsbetriebe (BVG): Bericht der nachhaltigen Unternehmensentwicklung 2006-2009 unterliegt keinen gesetzlichen Vorgaben und bezieht sich auf das freiwillige Nachhaltigkeits-Engagement des Unternehmens (BVG 2009).

- Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg (VBB): Qualitätsbilanz 2010 im Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg enthält keine Umwelt- oder Energieaussagen. Vorliegende Daten wurden auf Anfrage teilweise zusammengestellt (VBB 2009).
- S-Bahn Berlin: Die S-Bahn Berlin veröffentlicht unregelmäßig einen Umweltbericht, der Angaben zu den Auswirkungen ihrer Aktivitäten auf die Umwelt enthält und ihr Umweltprogramm mit entsprechenden Maßnahmen vorstellt. Die hier zu Grunde gelegten Daten stammen aus dem Umweltbericht der S-Bahn Berlin GmbH 2002 – 2006 (S-Bahn 2007).
- DB Regio: Die Deutsche Bahn veröffentlichte bisher zwei umfassende Nachhaltigkeitsberichte (2007 und 2009) für den gesamten Konzern. Außerdem werden Nachhaltigkeitskennzahlen jährlich öffentlich zugänglich gemacht. Diese sind nach Sparten gegliedert aber nicht nach Regionen.
- Die 42 Verkehrsunternehmen in Berlin und Brandenburg haben jeweils ihre eigenen Umwelt- und Qualitätsberichte. Hervorzuheben ist hier der Verkehrsbetrieb Potsdam (ViP), der 2002 ein Umweltmanagement gemäß DIN EN ISO 14001:2004 eingeführt hat (Stadtwerke Potsdam 2009, s. auch Abschnitt 3.5).

Die beiden großen Mobilitätsdienstleister Berlins, die BVG und die S-Bahn, verbrauchen den überwiegenden Anteil des Stroms im Verkehr. Im Jahr 2009 lag der Stromverbrauch der BVG nach eigenen Angaben bei 430 GWh, wovon etwa die Hälfte auf die U-Bahn entfällt (BVG 2009). Die Berliner S-Bahn verbrauchte im Jahr 2006 knapp 450 GWh Strom (S-Bahn Berlin 2007).

Bei den Berliner Verkehrsbetrieben lag der Anteil des Stroms aus erneuerbaren Energien 2008 bei 24 %. Dieser Strom wird bisher hauptsächlich aus Wasserkraft gewonnen. Der Anteil soll nach eigenen Angaben in den kommenden Jahren weiter erhöht werden, um einen völligen Verzicht auf aus Kernenergie erzeugtem Strom zu ermöglichen. Neben dem EE-Einsatz, wird im Nachhaltigkeitsbericht der BVG eine Strategie zur Reduzierung des Fahrstroms verfolgt. Durch den Einsatz effizienterer Fahrzeugtechnologien soll immer mehr Fahrstrom eingespart werden. Zudem prüft die BVG die Installation von Photovoltaik-Anlagen für die eigene Stromerzeugung (BVG 2009).

Der Bahnstrom der Deutschen Bahn und der S-Bahn im gesamten Bundesgebiet stammt zum jetzigen Zeitpunkt zu knapp 20 % aus erneuerbaren Energien. Dieser Strom wird hauptsächlich durch Wasserkraft erzeugt: etwa 10 % des Bahnstroms wird aus Wasserkraftwerken bezogen. Ab 2014 werden 14 Wasserkraftwerke des Energieversorgers RWE zusätzliche 900 GWh Strom liefern (Deutsche Bahn 2011c). Die Werte gelten bundesweit und können keinen Regionen zugeordnet werden.

Die Deutsche Bahn hat zudem im Jahr 2003 die größte Photovoltaikanlage in Berlin installiert. Sie befindet sich auf dem Dach des Berliner Hauptbahnhofes und liefert mit jährlich 160.000 kWh fast zwei Prozent des Stromverbrauchs des Hauptbahnhofes (Deutsche Bahn 2009).

Seit Kurzem setzt die Deutsche Bahn auch auf Windkraft: 2010 wurden 25 Windkraftanlagen unter Vertrag genommen mit einer Gesamtjahresleistung von 74 GWh. Davon befinden sich fünf Anlagen in der Nähe von Marzahna in Brandenburg mit einer Jahresleistung von 15 GWh (Deutsche Bahn 2011a). Weiterhin unterstützt die DB zusammen mit anderen Partnern den Bau des ersten Hybridkraftwerks von Enertrag in Prenzlau, welches Windstrom mit Hilfe von Wasserstoff speichern kann (Deutsche Bahn 2011b, s. auch Abschnitt 4.2).

Bis 2020 plant die Deutsche Bahn bundesweit den Anteil der erneuerbaren Energien auf 35 % zu erhöhen. Bis 2050 soll der Schienenverkehr komplett CO_2-frei sein (Deutsche Bahn 2011a). Für den ÖPNV in Berlin werden die Zielvorgaben zur Erhöhung des EE-Anteils durch den Berliner Nahverkehrsplan festgelegt (s. Abschnitt 3.1.1). Vergleichbare Ziele für die BVG und S-Bahn sowie den VBB liegen dagegen nicht vor.

Einige Stadtwerke und Verkehrsgesellschaften im Land Brandenburg investieren auch in eigene Stromproduktionsanlagen. Der erzeugte Strom wird im ÖPNV eingesetzt. Die Aktivitäten der Städte Frankfurt (Oder) und Potsdam sollen an dieser Stelle hervorgehoben werden:

– Die Stadtverkehrsgesellschaft Frankfurt (Oder) (SVG FFO) betreibt seit 2009 eine eigene Photovoltaikanlage mit einer Spitzenleistung von 86 kW. Daraus ergab sich von Juli 2010 bis Juli 2011 eine Jahresleistung von 89.076 kWh. Dies entspricht etwa 10 % des für den Straßenbahnbetrieb benötigten Fahrstroms. Auch die Stadtwerke Frankfurt (Oder) engagieren sich für den Einsatz von erneuerbaren Energien, und zwar in der Individualmobilität. Kunden ihres Ökostromtarifs unterstützen die Stadtwerke bei der Anschaffung von Elektrofahrrädern, -rollern und scootern mit bis zu 100 Euro, wenn das Fahrrad über den örtlichen Fachhandel bezogen wird (vgl. Stadtwerke Frankfurt (Oder) 2011).
– Die Energieversorgung und Dienstleistungen des ÖPNV sind in Potsdam unter dem Dach der Stadtwerke vereint. Sowohl in der Energieerzeugung als auch im Verkehrsbereich experimentieren die Stadtwerke mit erneuerbaren Energien. So betreiben die Stadtwerke schon seit 2001 eine Photovoltaikanlage mit einer Spitzenleistung von 3,6 kW (vgl. Stadtwerke Potsdam 2008). Ab November 2011 wird der ViP Verkehrsbetrieb Potsdam den Einsatz von Elektrobussen testen. Ein umgebauter Elektrobus von Siemens wird auf einer eigens eingerichteten Linie im Stadtzentrum im Probebetrieb getestet. Zwei weitere von Diesel auf Strombetrieb umgerüstete Busse sollen in den darauffolgenden Monaten folgen. Die benötigte Ladeinfrastruktur wird mit der Errichtung von Elektrotankstellen auf dem Betriebshof und dem Bassinplatz geschaffen. Das Investitionsvolumen beläuft sich insgesamt auf eine Mio. Euro (vgl. Märkische Allgemeine 2011).

Aber auch die anderen Verkehrsanbieter konnten durch den Einsatz von Fahrzeugen mit stromsparender Fahrzeugtechnik sowie Schulungen für die Fahrzeugführer zum stromsparenden Fahren den durchschnittlichen Energieverbrauch pro Wagenkilometer schon deutlich senken. Eine deutliche Effizienzsteigerung – und gleichzeitige Verringerung der CO_2-Emissionen – konnte innerhalb weniger Jahre in Potsdam erreicht werden: Durch den Einsatz von rückspeisefähigen Combino-Straßenbahnen und einer Nachrüstung von Tatra-Bahnen wurde der Energieverbrauch von 344 KW (2005) auf 309 KW (2008) pro 100 Wagenkilometer gesenkt.

3.3.2.2 Einsatz von Wasserstoff im ÖV

Die Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff im ÖV belegt ein Beispiel aus Berlin. Vier Busse der Berliner Verkehrsbetriebe werden derzeit mit gasförmigem Wasserstoff im Test betrieben. Fünf weitere sollen in der nächsten Phase (2011 bis 2016) hinzukommen. Diese mit einem Verbrennungsmotor ausgestatteten Busse haben eine Reichweite von 200 km und eine Höchstgeschwindigkeit von 80 km/h. Neue geplante Tankstellen, u.a. am Flughafen Berlin-Brandenburg (BER), ermöglichen neue Einsatzgebiete der Busse. Ab 2012/13 soll es zudem Busse mit Wasserstoffverbrennungsmotor und seriellem Elektro-Hybridantrieb geben (CEP 2011).

3.3.2.3 Einsatz von Biogas im ÖV

Die Stadtverkehrsgesellschaft Frankfurt (Oder) hat ihre Busflotte 2002 als erstes Verkehrsunternehmen in Europa komplett auf Erdgas umgestellt. Dies wurde u. a. durch das Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetz und das Investitionsförderprogramm des BMU gefördert. Die Stadt Frankfurt (Oder) besitzt somit nach eigenen Angaben die sauberste Busflotte Deutschlands und betreibt die größte Erdgastankstelle Brandenburgs (MUGV 2011b). Diese kann nicht nur von den Bussen genutzt werden, sondern auch von anderen Privat- und Firmenfahrzeugen.

3.3.3 Zwischenfazit

Da der Fahrzeugbestand im öffentlichen Verkehr relativ langsam erneuert wird, ist die Steigerung der Umwelteffizienz der eingesetzten Energieträger von entscheidender Bedeutung. Der schienengebundene Verkehr ist weitestgehend elektrifiziert und bietet somit großes Potenzial für den Einsatz erneuerbarer Energien. Die Umstellung konventioneller Antriebsformen, zum Beispiel im Bereich Kraftomnibusse, findet bisher nur vereinzelt statt. In der Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg heißt es deswegen, dass die „Fördermöglichkeiten zur Anwendung umweltfreundlicher Fahrzeugantriebe […] von den Verkehrsgesellschaften des Landes sehr zurückhaltend angenommen“ wurden (Landesregierung Brandenburg 2006, S. 16). Dies betrifft vor allem Bereiche außerhalb der Elektromobilität, zum Beispiel bei der Nutzung von Biogas.

Auch im Bereich der Nutzung erneuerbarer Energien im motorisierten Individualverkehr gibt es zahlenmäßig nur geringe Tendenzen zur Substituierung von herkömmlichen Otto- und Dieselmotoren durch EE-basierte Antriebe. Deren Anteil am Endenergieverbrauch ist mit vielen Unsicherheitsfaktoren in Bezug auf Entwicklungsgeschwindigkeit und Nachhaltigkeit belegt.

3.4 Akzeptanz von alternativen Antrieben

Trotz mehrerer Konjunkturkrisen, die auch die Automobilindustrie erfassten, hat sich das Nutzungskonzept des Privat-Pkw im Grundsatz in den letzten hundert Jahren nicht verändert. Trotz des seit den 1970er Jahren bestehenden Problembewusstseins über Lärm und Emissionen, bleibt das Universalfahrzeugkonzept intakt. Adäquate Alternativen blieben bisher aus, Elektromobile verharrten im Status einer „ewigen Alternative“ (Scherf 2010).

Mit den sozialen Bewegungen im Jahr 1968 kam das Leitbild eines konsumkritischen Stadtverkehrs auf, das bestärkt durch die Ölkrise einen hoffnungsvollen Anfang für die Einführung von Elektromobilität verhieß. Allerdings sollte das Automobil im technischen Kern bestehen bleiben und nur mit einem anderen Antrieb ausgestattet werden (ebd.).

Eine zweite Welle der Euphorie weg von Mineralöl-betriebenen Fahrzeugen zeichnete sich in den 1990er Jahren ab, als die kalifornische Regierung der starken Luftverschmutzung mit strengen Auflagen begegnete, dem sogenannten Zero Emission Vehicle-Mandat. Bis 2003 sollten 10 % der kalifornischen Fahrzeuge emissionsfrei sein, erste Fahrzeuge wurden für den Markt vorbereitet. Gescheitert ist der Ansatz schließlich am Konkurrenzdenken der Automobilhersteller und der fehlenden Beteiligung von Infrastrukturanbietern und Energieversorgern (Scherf 2010). Auch in Deutschland gab es Anfang der 90er Jahre auf Rügen einen großangelegten Feldversuch von Elektrofahrzeugen, der von der Automobilindustrie durchgeführt wurde und von der Bundesregierung subventioniert wurde. Ein serienreifes Fahrzeug war auch hier nicht das Ergebnis. Unter anderem sorgte

die schlechte CO_2-Bilanz der größtenteils durch Kohlestrom betriebenen Fahrzeuge für eine geringe Kundenakzeptanz (Spiegel Online 2008).

Die damals fehlende Kooperation verschiedener Akteure ist ein Schwerpunkt der 2009 eingeführten Förderungsphase der Bundesregierung, wobei Fahrzeughersteller nicht mehr alleinige Hauptakteure sein müssen. Eine weitere Konsequenz aus früheren Wellen, ist die stärkere Berücksichtigung von Nutzeranforderungen durch kontinuierliche sozialwissenschaftliche Begleitforschung bei der Einführung von Elektromobilität. Hieraus lassen sich bereits wesentliche Trends aufzeigen.

Der gesamtgesellschaftliche Trend des steigenden Umweltbewusstseins wird als einer der Treiber für die Akzeptanz alternativer Antriebsformen gesehen. Hierbei spielt insbesondere der Einsatz erneuerbarer Energien eine wichtige Rolle, gegenüber welchem die Bevölkerung sehr positiv eingestellt ist (Dütschke, Peters 2010). Viele Nutzer bewerten den Einsatz von alternativen Antrieben nur dann als eine wirkliche Verbesserung der Umweltbilanz ihrer persönlichen Mobilität, wenn nicht nur lokal keine Emissionen erzeugt werden, sondern auch der Treibstoff bzw. der Fahrstrom soweit wie möglich emissionsarm erzeugt wird. Die Einführung alternativer Antriebe wird daher vor allem dann auf Akzeptanz stoßen, wenn –neben anderen Anforderungen– der zusätzliche Energiebedarf aus regenerativen Quellen gewonnen wird (Höpfner, Pehnt, Merten 2007). Für die Wahrnehmung neuer Antriebsformen in Kombination mit erneuerbaren Energien bzw. alternativen Kraftstoffarten spielt der Ausbau der öffentlichen Ladesäulen- bzw. Tankstelleninfrastruktur sowie die Sichtbarkeit der Fahrzeuge in der Öffentlichkeit eine große Rolle (Dütschke, Peters 2010).

Die Weiterentwicklung der Technologie bietet also die Chance, die hohe Akzeptanz der erneuerbaren Energien zu nutzen und diesen Vorteil gegenüber Fahrzeugen mit konventionellen Antrieben herauszustellen (Dütschke, Peters 2010). Weitere erkennbare gesellschaftliche Prozesse wie der Trend zu Multimodalität und kleineren Fahrzeugen verringern unter anderem den Flächenverbrauch und stellen einen weiteren Vorzug dar, den es zu betonen gilt (Dütschke, Peters 2010). Umgekehrt könnte die bisher hohe Akzeptanz der umweltbewussten Teile der Bevölkerung sinken, wenn der Einsatz erneuerbarer Energien zukünftig nicht konsequent verfolgt wird.

Die Akzeptanz alternativer Antriebe in Kombination mit erneuerbaren Energien hängt von einer Vielzahl von Faktoren ab, die im Zusammenhang mit den Rahmenbedingungen, dem Stand der Entwicklung der Technologie, den Angeboten sowie der Infrastruktur stehen.

Die globale und nationale wirtschaftliche Entwicklung bilden den grundlegenden Rahmen für die Preisstrukturen alternativer Antriebe. Für die weitere Akzeptanz fossiler Kraftstoffe bzw. regenerativer Quellen spielt insbesondere die Entwicklung der Ölpreise eine Rolle. Steigende Ölpreise stellen daher einen Treiber für den zukünftigen Einsatz von erneuerbaren Energien im Mobilitätssektor dar (Dütschke, Peters 2010).

Rahmbedingungen auf Seiten der Akteure stellen jedoch Hemmnisse für diesen Einsatz dar. Während manche Akteure alternative Antriebsformen und die Nutzung von regenerativen Energien als Chance für die Zukunft wahrnehmen, reagieren andere zurückhaltend und verhaften in der Bindung an bisherige Energie- und Antriebsformen. Dabei haben insbesondere die Automobilhersteller die Notwendigkeit der Effizienzsteigerung und Emissionsminderung ihrer Produkte erkannt und entwickeln diese dahingehend weiter. Konventionelle Fahrzeuge steigen somit in der Akzeptanz der Verbraucher und treten in Konkurrenz mit innovativen Fahrzeugkonzepten (Dütschke, Peters 2010).

Neben der Konkurrenz mit Anbietern konventioneller Fahrzeuge treten die Hersteller und Verfechter verschiedener alternativer Antriebskonzepte und Kraftstoffarten in Konkurrenz zueinander. Dies hat eine Unübersichtlichkeit des Marktes zur Folge, die wiederum zu Kaufzurückhaltung bei den potenziellen Kunden führt.

Die positive Umweltbilanz als bedeutende Komponente der hohen Akzeptanz alternativer Antriebe kann jedoch nicht grundsätzlich die wahrgenommenen Nachteile dieser Antriebe ausgleichen. So sinkt zum Beispiel die Akzeptanz der Elektromobilität auf Grund der Reichweite und der Transportkapazität, welche allgemein als zu gering empfunden werden, sowie durch Probleme beim Ladevorgang. So entsteht eine Wahrnehmung der Einschränkung der persönlichen Mobilitätsbedürfnisse, welche sich nicht zwingend auf die tatsächlichen, sondern auch auf die möglichen Bedürfnisse wie Urlaubsfahrten beziehen (Dütschke, Peters 2010). Ein weiterer Reichweitenfaktor, der sich in Studien abgezeichnet hat, ist das „range anxiety“ Phänomen, also die Angst, dass die Reichweite nicht ausreichend ist. Durch ein hohes Sicherheitsbedürfnis des Menschen, kann eine breite Akzeptanz von Elektrofahrzeugen nur durch ein dichtes Netz an öffentlichen Ladepunkten erreicht werden (Forschungsstelle für Energiewirtschaft 2010).

Auch im Projekt BeMobility/ Berlin elektroMobil, welches in der Modellregion Elektromobilität Berlin-Potsdam durchgeführt wird, ergeben die Nutzerbefragungen vergleichbare Resultate. Im Projekt wurden Nutzer von Elektro-Carsharing zu ihren Einstellungen befragt. Generell sind die Nutzer umweltbewusst eingestellt und geben den Umweltvorteil als ein sehr wichtiges Kriterium für die Nutzung solcher Mobilitätsdienstleistungen an. Im Gegensatz dazu, beschränkt die Reichweite die Flexibilität und mindert die Akzeptanz. Der Ansatz des Projektes ist es, die Nachteile der neuen Technologie durch innovative Mobilitätskonzepte auszugleichen und den Trend zu Multimodalität zu fördern (Wolter et al. 2011).

Weiterhin nehmen die Nutzerinnen und Nutzer neue Technologien als Sicherheitsrisiko wahr, da sich die meisten neuen Konzepte auf kleine und leichte Fahrzeuge fokussieren, vielfach aber noch als unausgereift gelten. Ebenso akzeptanzhemmend wirkt der Bruch von Routinen und Gewohnheiten: Bis sich eine vollständige Habitualisierung mit den neuen Konzepten und Technologien einstellt, ist ein erhöhter Planungs- und somit ein gewisser kognitiver Aufwand nötig (Dütschke, Peters 2010).

Diese Einschränkungen des Nutzerverhaltens stellen bedeutende Hemmnisse für die flächendeckende Akzeptanz alternativer Antriebskonzepte dar und können nicht durch den Bonus der Klima- und Umweltfreundlichkeit aufgehoben werden. Daher wird es zukünftig von noch größerer Bedeutung sein, diese Antriebsformen mit attraktiven, nutzerzentrierten Mobilitätsangeboten zu koppeln (s. Abschnitt 3.3.1.1).

Sowohl im MIV als auch im ÖV wird beim Einsatz von alternativen Antrieben der Umweltvorteil erhöht. Im ÖV stellt die Umweltfreundlichkeit bereits einen wichtigen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Verkehrsmitteln dar und wird als Grund für dessen Nutzung angeführt. Im MIV dagegen sind für den Einsatz von erneuerbaren Energien neue Fahrzeuge bzw. Umrüstungen nötig, welches ein Umdenken der Verbraucher voraussetzt. Der schienengebundene Verkehr ist bereits weitgehend elektrifiziert und könnte kurzfristig seinen Umweltvorteil unter Einsatz von EE ausbauen. Anders als im MIV wäre dies für die Nutzer nicht „spürbar“ sondern ein zusätzlicher Imagegewinn für die Verkehrsunternehmen. Es besteht die Gefahr, dass die Akzeptanz der Nutzer sinkt, würden die Fahrpreise im ÖV aufgrund gestiegener Strompreise steigen. Eigene Energieerzeugungsanlagen wie in Potsdam und Frankfurt (O.) können dabei helfen, den Einsatz von erneuerbaren Energien zu demonstrieren. Für eine Reduzierung der Emissionen im Verkehr und eine Akzep-

tanzsteigerung neuer Technologien spielen neue Mobilitätskonzepte eine große Rolle. Diese haben das Potenzial, neue Technologien zu integrieren, den Verbraucher langsam heranzuführen und somit die Akzeptanz zu steigern.

3.5 Relevante Akteure

Im Raum Berlin-Brandenburg sind eine Vielzahl von universitären und außeruniversitären Forschungeinrichtungen angesiedelt, welche den Einsatz von erneuerbaren Energien im Mobilitätssektor beforschen und erproben. Weiterhin sind hier eine Reihe von Unternehmen ansässig, für die der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Weiterentwicklung alternativer Antriebe ein wichtiges zukünftiges Geschäftsfeld darstellt. So betreiben die Energieversorgungsunternehmen Vattenfall Europe und RWE eigene Forschungs- und Entwicklungsprogramme zur Energiespeicherung und zum Einsatz von erneuerbaren Energien in Elektrofahrzeugen. Die Kooperationen zwischen diesen Einrichtungen und Unternehmen sowie den Verwaltungen und den Mobilitäts- und Verkehrdienstleistern ist eine wichtige Vorraussetzung zur Erprobung des Einsatzes von erneuerbaren Energien im ÖPNV und im MIV. Die für Berlin und Brandenburg relevanten Akteure sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

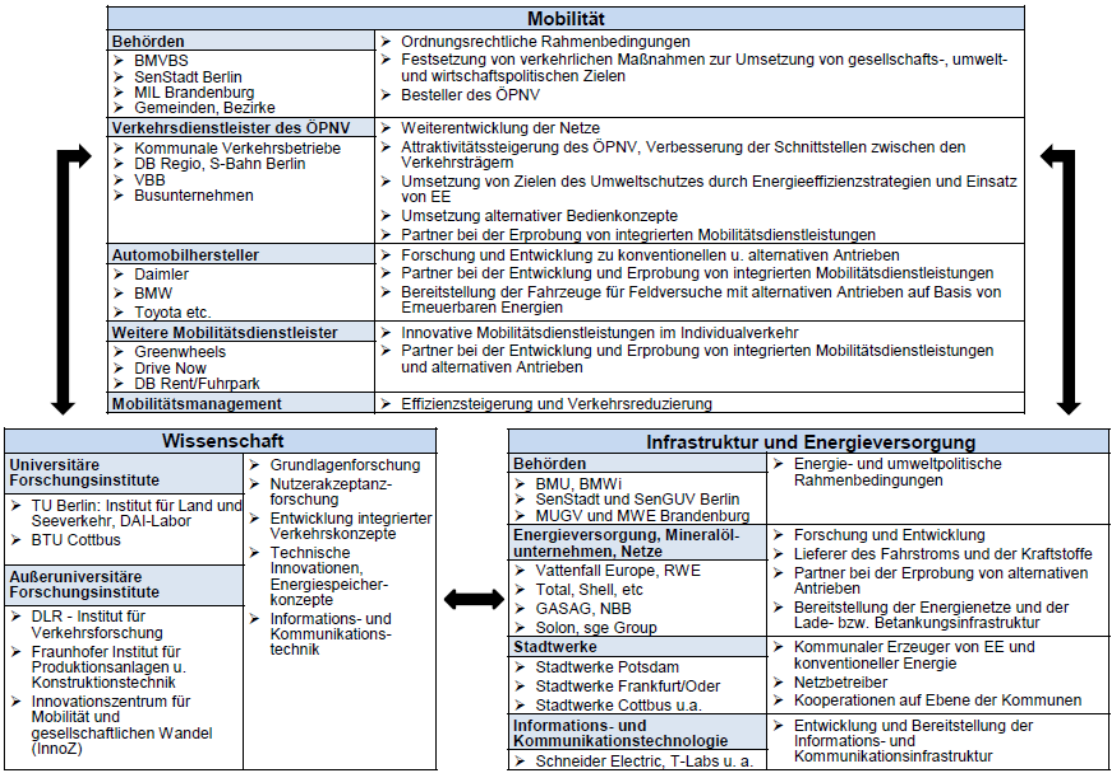


Abb. 3.11: Akteure aus den Bereichen Mobilität, Wissenschaft sowie Infrastruktur und Energieversorgung in Berlin-Brandenburg
Quelle: InnoZ, nach TSB Innovationsagentur Berlin 2011

Kooperationen zwischen oben genannten Akteuren sind bisher hauptsächlich bei der Entwicklung, Erprobung und Markteinführung von alternativen Antrieben und integrierten Mobilitätsdienstleistungen anzutreffen. So werden zum Beispiel in die Aktivitäten der Modellregion Elektromobilität Berlin-Potsdam viele der oben genannten Akteure einbezogen, ebenso im Projekt E-Solcar der BTU Cottbus.

Viele dieser Projekte benötigen eine leistungsfähige Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT). Dies gilt sowohl für Kooperationen, welche die Verknüpfung des ÖPNV und des MIV in den Mittelpunkt stellen, wie zum Beispiel im Projekt BeMobility – Berlin elektroMobil. Dies gilt jedoch auch für die Aktivitäten, die den Fokus auf die Erprobung der Speicherpotenziale von Elektorfahrzeugen legen. Die Kooperation mit IKT-Unternehmen ist somit ein wichtiger Erfolgsfaktor für den zukünftigen Einsatz von alternativen Antrieben (Abb. 3.12).

Abb. 3.12: Branchenübergreifende Kooperation
Quelle: InnoZ

Die dezentral angelegten Strukuren der Stadtwerke bieten viele Vorteile für branchenübergreifende Kooperationen. Die traditionell enge Verbundenheit mit Städten und Kommunen sowie die lokale Verwurzelung und Vernetzung machen die Stadtwerke zu wichtigen lokalen Akteuren (vgl. energate 2009a). Sowohl Fahrzeughersteller, Zulieferer und Energieversorger als auch die Kommunen selbst wollen daher verstärkt die Kooperation mit Stadtwerken suchen (vgl. energate 2009b). Die Stadtwerke selbst binden ortsansässige Unternehmen und Hochschulen in eigene Projekte ein und werden daher zukünftig wichtige Akteure für die Erzeugung und Nutzung von erneuerbaren Energien im Mobilitätssektor sein. In Fällen, in denen die Stadtwerke Energie- und Verkehrsdienstleistungen unter einem Dach vereinen, ergeben sich besonders günstige Voraussetzungen für die Umsetzung alternativer Antriebskonzepte.

Neben der Erprobung und Markteinführung von alternativen Antriebsarten bieten insbesondere die Schienenverkehrssysteme der Kommunen Potenziale für den Einsatz von erneuerbaren Energien. Das Land Berlin besitzt die Straßenbahn- und U-Bahnnetze mit der größten Ausdehung Deutschlands. In den vier kreisfreien Städten Brandenburgs (Potsdam, Cottbus, Frankfurt/Oder und Brandenburg/Havel) werden Straßenbahnnetze betrieben, ebenso gibt es kleinere Straßenbahnbetriebe in den Gemeinden Strausberg, Rüdersdorf bei Berlin, Schöneiche bei Berlin und Woltersdorf. Darüber hinaus betreibt die Barnimer Busgesellschaft in Eberswalde ein O-Bus System.

Im Fokus der Betreiber der Verkehrssysteme stehen bisher hauptsächlich Energieeffizienzstrategien. Strategien zum Einsatz von erneuerbaren Energien spielen für die Verkehrsbetriebe nur eine untergeordnete Rolle. Die Potenziale für Kooperationen im ÖPNV sind daher hoch einzuschätzen. Einzelne kleinere Kooperationen zwischen lokalen Akteuren werden in Frankfurt (Oder) und Potsdam durchgeführt (siehe 3.3.2).

3.6 Fazit

Der Einsatz von EE für den Mobilitätsbereich ist vielschichtig, da es enorme Unterschiede zwischen den Einsatzmöglichkeiten im MIV und ÖV gibt.

Der MIV macht sowohl den größten Anteil an den CO_2-Emissionen als auch am Endenergieverbrauch des Verkehrs aus, wird aber von konventionellen Kraftstoffen dominiert. Eine signifikante Erhöhung von EE-Mobilität würde aus umweltpolitischen Gründen einen großen Schritt in die richtige Richtung bedeuten, setzt aber enorme Investitionen auf Seiten der Verbraucher und Anbieter voraus. Teilweise, zum Beispiel beim Einsatz von Elektromobilität, wäre eine vollkommen neue Infrastruktur nötig.

Auf der anderen Seite ist zumindest der schienengebundene ÖV größtenteils bereits elektrifiziert. EE könnten kurzfristig und ohne zusätzliche Infrastruktur im Verkehrsbereich eingesetzt werden. Zusätzliche Kosten entstünden im Verbrauch, da der derzeitige Strompreis für erneuerbare Energien über dem Basisstromtarif liegt. Zum einen könnte der ÖV an Image gewinnen, zum anderen schmälern erhöhte Kosten den Wettbewerbsvorteil des ÖV. Die Entscheidung für einen Einsatz erneuerbarer Energien liegt bei den Verkehrsunternehmen. Die Politik kann jedoch über Standards in Verkehrsausschreibungen und über Subventionen großen Einfluss auf die Akteure nehmen.

Die derzeitigen Bestrebungen sowohl der Bundesregierung als auch auf Länderebene sind eher im Straßenverkehr (MIV und Wirtschaftsverkehr) angesiedelt, wenn es sich um den Einsatz von erneuerbaren Energien handelt. Hierbei ist die Modellregion Elektromobilität Berlin-Potsdam hervorzuheben. Experten sind sich darüber einig, dass die derzeitige Marktvorbereitungsphase nur nachhaltig gestaltet werden kann, wenn der benötigte Strom für die Elektromobilität im MIV durch erneuerbare Energien bereitgestellt wird.

Biokraftstoffe, insbesondere Biogas, werden in Brandenburg besonders gefördert, hier gibt es bereits eine bestehende Erdgasinfrastruktur und eine kritische Masse an Nutzern. Für gasbetriebene Fahrzeuge sprechen die weiteren Wege in ländlichen Gegenden, die mit der Reichweite von Elektromotoren nicht gewährleistet wären. Trotz erhöhtem Anbau von Biomasse und deren Nutzung sind die endogenen Potenziale zum Anbau der Biomasse beschränkt und sowohl bei der Erzeugung als auch bei der Nutzung einer hohen Konkurrenz ausgesetzt (Nahrungsmittelproduktion, Wärmeversorgung).

Hemmnisse zur Verbreitung von EE-Mobilität sind vor allem im derzeitigen Stand der Technik, der notwendigen Infrastruktur und den dazugehörigen Kosten zu sehen. Durch die ungünstigen Kosten-Nutzen-Relationen entstehen Nutzerakzeptanzprobleme. Der Gesetzgeber sowie Akteure aus der Wirtschaft können Privilegien einführen, die einen Mehrwert gegenüber konventionellen Antrieben generieren. Denkbar wären Preisnachlässe oder verlängerte Garantien auf Fahrzeug und Technik durch Händler. Städte und Kommunen können Parkplätze bereitstellen oder Umweltzonen einrichten. Auf Betreiberseite werden hohe Investitionen in Infrastruktur (Stromnetz, Tankstellen) und für den Netzausbau (zur Erhöhung der Kapazität der erneuerbaren Energien) benötigt. Um alternative Antriebe marktfähig zu gestalten, sind neue Kooperationen zwischen den verschiedenen Branchen Energie, Verkehr, Infrastruktur und IKT nötig. Ein Umdenken im Mobilitätsbereich gekoppelt mit der Einführung von neuen Mobilitätsdienstleistungen kann dabei helfen, Hemmschwellen auf Seiten der Verbraucher abzubauen und Investitionen effizient einzusetzen.

4 Regionale Energiepartnerschaften: Die Sicht von Expertinnen und Experten sowie praktische Beispiele

Im dritten Teil des Gutachtens werden insbesondere die Chancen und Hemmnisse für die Nutzung erneuerbarer Energien aus der Region im Personenverkehr untersucht. Dazu wurden zwölf Expertinnen und Experten interviewt sowie zwölf Praxisbeispiele analysiert. Die Ergebnisse dieser empirischen Arbeiten werden in den folgenden beiden Unterkapiteln dargestellt. Ein Fazit zu den in diesem Kapitel erörterten Fragen wird im Rahmen des Gesamtfazits in Kapitel 5 gezogen.

4.1 Auswertung der Experteninterviews zum Themenbereich klimafreundliche Mobilität

Zur besseren Einschätzung der Perspektiven des Einsatzes von erneuerbarer Energien im Mobilitätsbereich in Berlin und Brandenburg und um die Potenziale regionaler Energiepartnerschaften abschätzen zu können, wurden Expertinnen und Experten aus Politik, Wissenschaft und Unternehmen befragt. Folgende Personen wurden zu Aspekten der Mobilität, der erneuerbaren Energien oder der Kombination aus beiden interviewt.

Tab. 4.1: Übersicht über die befragten Experten

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin	**Hermann Blümel** (Referent EU/ Internationaler Verkehr; Mitglied Projektgruppe StEP Verkehr)
GASAG	**Otto Berthold** (Ansprechpartner für Erdgas als Kraftstoff)
BTU Cottbus, Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik	**Prof. Dr.-Ing. Harald Schwarz** (Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik)
Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz	**Corina Conrad-Beck** (Erneuerbare Energien, ImpulsE-Programm)
Stadtverkehrsgesellschaft Frankfurt/ Oder	**Michael Ebermann** (Geschäftsführer)
Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten (MWE)	**Dr. Klaus-Peter Heinrich** (Referat 23: Energiepolitik & -wirtschaft)
Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft (MIL)	**Barbara Klebe** (Referat 40: Grundsatzangelegenheiten Verkehr)
HySolutions GmbH	**Heinrich Klingenberg** (Geschäftsführer Ansprechpartner Clean Energy Partnership für ÖPNV)
TSB Innovationsagentur Berlin GmbH	**Thomas Meißner** (Bereichsleiter Verkehr & Mobilität; eMO)
Vattenfall Europe Innovation GmbH	**Franziska Schuth** (Development Program E-Mobility Market Strategy & Business Development)
Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Frauen	**Dr. Jürgen Varnhorn** (Technologie und Innovationspolitik)
Barnimer Busgesellschaft	**Frank Wruck** (Geschäftsführer)

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Expertenbefragungen ausgewertet nach den Kategorien „Perspektiven und Potenziale“, „Erfolgsfaktoren und Vorteile regionaler Nähe“, „Hemmnisse“, sowie „mögliche Fördermaßnahmen und Optimierung der Rahmenbedingungen“. Aufgrund der nicht personenspezifischen Zuordnung der Aussagen und um die Lesbarkeit zu verbessern, ist im Folgenden lediglich von „Experten“ die Rede, worunter jedoch stets auch die Expertinnen zu verstehen sind.

4.1.1 Perspektiven und Potenziale der EE-Mobilität

Mehrere Experten wiesen darauf hin, dass der **Öffentliche Verkehr (ÖV)** nach wie vor eine tragende Rolle für die zukünftige Ausgestaltung einer klimafreundlichen Mobilität hat. Dabei stehen der Erhalt und die Weiterentwicklung der bestehenden Infrastruktur im Vordergrund. Dies betonen insbesondere einige Vertreter der Landesbehörden und der Verkehrsdienstleistungsunternehmen. Die befragten Experten aus dem Bereich der Verkehrsdienstleistungen legen den Fokus ihrer Bemühungen auf den Erhalt der bestehenden schienen- bzw. leitungsgebundenen Verkehrssysteme. Diese haben sich aus Sicht der Kommunen bewährt, sind wirtschaftlich zu betreiben und liefern einen Beitrag zum Umwelt- und Klimaschutz. Das Erreichen von Klima- und Umweltschutzzielen ist somit in erster Linie an die Weiterentwicklung dieser Systeme geknüpft.

Die alleinige Konzentration auf den **ÖV bietet jedoch keine Patentlösung**. Stattdessen ist ein Zusammenspiel verschiedener Konzepte sowie technischer und organisatorischer Lösungen notwendig, welche motorisierten Individualverkehr (MIV) und ÖV sowie privaten und gewerblichen Verkehr sinnvoll integrieren und dabei stets die Raumentwicklung mit einbeziehen. Entsprechend sind die Hauptaspekte der zukünftigen Verkehrsentwicklung zum Einen eine bessere Organisation der bestehenden Verkehre und zum Anderen eine integrierte Verkehrs- und Stadt- bzw. Siedlungsentwicklung. Dazu gehört auch eine integrierte Betrachtung von verschiedenen Bereichen und Zielvariablen, wie beispielsweise die Einbettung erneuerbarer Energien in umfassende Mobilitätskonzepte oder die gemeinsame Berücksichtigung von Aspekten wie Raumordnung, Lärmschutz, Emissionsminderung, Energieeinsparung etc. Außerdem könnte im Bereich der Stadtentwicklung durch die Entwicklung und Verbreitung von Plusenergiehäusern, die neben der Deckung ihres Strom- und Wärmebedarfs auch zusätzlichen Strom für E-Mobilität bereitstellen können, der Weg für CO_2-freie Stadtquartiere geebnet werden.

Zusätzlich zu den bewährten Systemen braucht es **neue, innovative Konzepte**, um bestehende Verkehrsträger miteinander zu verknüpfen. Die Nutzung von Carsharing-Systemen zusammen mit einer Förderung der Intermodalität bieten hier aus Sicht mehrerer Experten gute Perspektiven für die multimodale Nutzung verschiedener Verkehrsmittel. Wenn diese attraktiv gestaltet werden, können sie das Mobilitätsverhalten insbesondere der jüngeren Generationen beeinflussen. Mobilitätsdienstleistungen, die Carsharing in den ÖV integrieren, stellen eine Option für diejenigen dar, die den privaten Pkw abschaffen. Sie entsprechen zudem den Zielen der nachhaltigen Stadtentwicklung, da sie den Flächenverbrauch insbesondere des ruhenden Verkehrs verringern und gleichzeitig die bestehende Infrastruktur effizienter nutzen.

Weitere Potenziale ergeben sich durch Veränderungen des **individuellen Mobilitätsverhaltens**: Der Bedeutungsverlust des eigenen Autos als Statussymbol wird von zwei Experten als Chance für ein klimafreundliches Mobilitätsverhalten genannt. Auch die Veränderungen der Bedürfnisse durch den demographischen Wandel können zu positiven Veränderungen des Energieverbrauchs und des Mobilitätsbedarfs führen.

Die zukünftigen Maßnahmen können nur unter Berücksichtigung der jeweiligen spezifischen **kommunalen Rahmenbedingungen** festgelegt werden. Einige Experten verweisen hier insbesondere auf die finanzielle Situation des Landes Berlin, aber auch vieler Gemeinden in Brandenburg. Die Kommunen in Brandenburg sind zudem in besonderem Maße vom demographischen Wandel und einer anhaltenden Abwanderung betroffen. Innerhalb dieser Rahmenbedingungen müssen Maßnahmen realistisch und umsetzbar sein. Gestaltungsmöglichkeiten ergeben sich aus dem Einsatz vorhandener Instrumente wie dem Ordnungsrecht, um das Aufkommen des innerstädtischen MIV zu begrenzen.

In den bestehenden Umwelt- und Klimaschutzkonzepten der Verkehrsunternehmen spielen Energieeffizienzstrategien bisher eine größere Rolle als der Einsatz von **erneuerbaren Energien (**EE). Dieser ist zwar grundsätzlich erwünscht und angestrebt, bildet aber keinen Schwerpunkt der Konzepte. Einige Experten vertreten auch die Meinung, dass die Effizienz von erneuerbaren Energien im Verkehr nicht hoch genug sei und sie daher besser an anderer Stelle eingesetzt werden sollten. Der Einsatz von EE in Eberswalde und Frankfurt/Oder scheitert bisher an den Kosten für den Fahrtstrom bzw. für den Biokraftstoff. Die zusätzlichen Kosten für Fahrstrom aus regenerativen Quellen würde sich nach Angaben der Barnimer Busgesellschaft für das O-Bus-System in Eberswalde auf 80.000 EUR im Jahr pro Bus belaufen. Dies entspricht einer Fahrpreiserhöhung von ca. 3 Cent pro Fahrt.

Den unterschiedlichen **Antriebs- bzw. Kraftstoffarten** werden von den Experten unterschiedliche Potenziale und Perspektiven zugeschrieben. Daher werden sie im Folgenden für die am häufigsten genannten Technologien Elektromobilität (hier auf die Batterietechnik fokussiert), Wasserstoffmobilität sowie Biogas und flüssige Biokraftstoffe getrennt aufgeführt. Mehrere Vertreter aus der Wirtschaft und den Behörden sind sich einig, dass es keinen alleinigen Lösungsweg geben kann, sondern dass ein Mix aus Technologien und Konzepten zur Einführung klimafreundlicher Mobilität notwendig ist. Daher sollte z. B. in der Forschungsförderung keine einseitige Fokussierung auf eine Technologie erfolgen.

Elektromobilität

Mehrere Experten sehen aus verschiedenen Gründen große Potenziale für einen Ausbau der Elektromobilität. Die Region Berlin-Brandenburg biete aufgrund der hohen EE-Stromerzeugungspotenziale des Landes Brandenburgs gute Voraussetzungen für den Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien im Verkehrssektor. E-Fahrzeuge könnten zukünftig außerdem durch ihre Speicherfunktion zur Stabilisierung der Stromnetze bei Fluktuationen in der EE-Stromerzeugung (tageszeit- und wetterbedingte Erzeugungsschwankungen) beitragen. In der Industriepolitik ist ebenfalls ein deutlicher Trend in Richtung Elektromobilität, auch über Übergangstechnologien wie die Hybridtechnologie, sichtbar. Dabei solle jedoch beachtet werden, dass die derzeit starke Förderung der Elektromobilität mit einem hohen Einsatz finanzieller Mittel verbunden ist, die an anderer Stelle fehlen.

Ein Experte betont, dass die Erfolgsaussichten für Elektromobilität heute wesentlich besser seien als in den Jahrzehnten zuvor, da der Einsatz von erneuerbaren Energien neue Perspektiven eröffne. Seitdem die Energieversorgungsunternehmen die Chancen der erneuerbaren Energien erkannt haben, sei heute die Bereitschaft für eine breite Einführung der Elektromobilität viel größer.

Die Bedeutung der Elektromobilität wird von den befragten Experten jedoch sehr unterschiedlich gesehen. Dabei wird zwischen den bewährten, auf elektrischen Antrieben basierenden Verkehrs-

systemen, wie SPNV und Oberleitungsbus, und den neueren elektrischen Antrieben, welche zurzeit den Förderschwerpunkt des Bundes bilden, unterschieden. Bezüglich der neueren Antriebe sehen einige Experten außerdem sehr deutliche Unterschiede zwischen der Perspektive des privaten Individualverkehrs und des gewerblichen Verkehrs.

Individualverkehr: Die kurz- und mittelfristigen Potenziale von elektrischen Antrieben im Individualverkehr werden von den Experten überwiegend als gering eingeschätzt. Hierbei bestehen Bedenken bezüglich der Effizienz, der Speicherung der Energie bzw. der Ladedauer und des Ressourcenverbrauchs. Einzelne Experten betonen jedoch die längerfristigen Potenziale, sobald die Speichermöglichkeiten mit einer Zunahme der Anzahl der Fahrzeuge zunehmen und somit die Speichertechnik für einen umfassenden Einsatz von erneuerbaren Energien im Individualverkehr eingesetzt werden kann. Um die Potenziale der Elektrizität aus erneuerbaren Quellen voll ausschöpfen zu können, müssten die Ladeeinrichtungen zukünftig über gesteuerte Lademöglichkeiten verfügen. Ab 2020 sei diese Technologie einsatzbereit und eine weitere Verbreitung der Elektromobilität vorstellbar. Bis 2050 könnten dementsprechend 80 % der Pkw mit einem elektrischen Antrieb ausgestattet sein.

Einige Experten sehen in den derzeitigen Projekten (z. B. in der Modellregion Elektromobilität) eine Überschätzung der Ansätze als Lösung der heutigen Herausforderungen. Insbesondere der Einsatz der Elektromobilität im Personenindividualverkehr wird bisher für wenig alltagstauglich gehalten. Entscheidend sei hier die Außendarstellung dieser Projekte gegenüber der Öffentlichkeit: Es müsse kommuniziert werden, dass in diesen Projekten Grundlagenforschung betrieben und Erfahrungswerte gesammelt werden. Stattdessen werde der Öffentlichkeit suggeriert, dass die jeweilige Technologie schon heute alltagstauglich und die Lösung aller Probleme sei. Während Projekten des Personenverkehrs hohe mediale und öffentliche Aufmerksamkeit geschenkt würde, seien innovative Projekte des Wirtschaftsverkehrs selten Bestandteil der öffentlichen Diskussion.

Wirtschaftsverkehr: Die Vertreter der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin und des Ministeriums für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg vertreten die Ansicht, dass die Potenziale der E-Mobilität insbesondere für den Wirtschaftsverkehr zu finden sind, so z. B. im innerstädtischen Zulieferverkehr und in der Müllentsorgung.

Öffentlicher Personennahverkehr: Elektrische Verkehrssysteme wie SPNV, Straßenbahnen und Oberleitungsbusse können ohne großen technischen Aufwand Strom aus erneuerbaren Energien einsetzen, so dass hier gute Einsatzmöglichkeiten bestehen. In Abschnitt 3.3.2 wurde bereits auf die Potenziale in diesem Bereich eingegangen. Im weiteren Verlauf werden auf die besonderen Beispiele in Eberswalde (O-Bus-System) und Frankfurt/O. (gas-betriebene Busflotte) eingegangen. Die Barnimer Busgesellschaft plant den Bezug von Strom aus erneuerbaren Energien, sobald die Kosten dafür vertretbar sind. Es gibt jedoch keine Bestrebungen der Busgesellschaft, zukünftig selbst als Energieproduzent aufzutreten. Die Stadtverkehrsgesellschaft Frankfurt/Oder hat beschlossen, einen Anteil von ca. 10 % des Fahrtstroms der Straßenbahn mittels einer PV-Anlage selbst zu produzieren. Es wird jedoch betont, dass diese Anlage auch der Außenwirkung des Unternehmens dient und zur Nachahmung anregen soll. Für den batteriebetriebenen Busverkehr sieht der Leiter der Geschäftsentwicklung der Vattenfall Europe Innovation grundsätzlich die gleichen Erfolgschancen wie für den Individualverkehr. Die steigenden Anforderungen an den Lärmschutz im Busverkehr könnten die Verbreitung alternativer Antriebe beschleunigen. Das Potenzial für den Einsatz von erneuerbaren Energien im ÖV ist aber nicht nur rein technischer, sondern auch politischer Natur. Anders als im MIV, besitzen die Länder Instrumente (z. B. Nahverkehrspläne), die den EE-Anteil festschreiben können und somit eine konsequente Umsetzung forcieren können.

4.1.1.1 Wasserstoffmobilität

Die zukünftigen Potenziale des Einsatzes von Wasserstoff als Kraftstoff spielen in den Umwelt- und Klimaschutzkonzepten bisher eine marginale Rolle, was der oben dargestellten Grundausrichtung der Akteure aus Politik und Verkehr entspricht. Wasserstoff als Kraftstoff im Mobilitätssektor sei heute und in Zukunft aus Effizienzgründen nicht nutzbar, so ein Experte. Wasserstoff ist hochdiffus und besitzt eine geringe Energiedichte. Der Gesamtwirkungsgrad von Wasserstoff beträgt unter 25 % und deswegen ist die Produktion nur zu nachfrageschwachen Zeiten sinnvoll. Die verschiedenen Antriebe sollten je nach Bedarf ihren Einsatz finden. Zum Beispiel könnte Wasserstoff, den man wie konventionellen Treibstoff an der Tankstelle tankt, für „Laternenparker“ geeignet sein. Elektromobilität wird für die Pkw-Nutzer interessant, die über eine eigene Park- und Lademöglichkeit verfügen.

4.1.1.2 Biogas und flüssige Biokraftstoffe

Die Nutzung von (Bio-)Erdgas als Kraftstoff ist bereits heute technisch weitgehend ausgereift und stellt daher eine bereits verfügbare Alternative im Verkehrsbereich dar. Deshalb wird Biogas von einigen Experten ein höheres Potenzial zugerechnet als Wasserstoff, wobei die Verbreitung der Biogasnutzung von dem derzeitigen Bestand an Erdgasfahrzeugen und der dazugehörenden Infrastruktur profitieren kann. Erdgasbusse werden im ÖPNV als zukunftsfähig gesehen und befinden sich beispielsweise in Frankfurt/Oder erfolgreich im Einsatz. Letztendlich ist jedoch der Durchbruch der Erdgastechnologie in Deutschland nicht erfolgt. Ein früherer Einsatz von Biogas und somit eine verbesserte CO_2-Bilanz der Fahrzeuge hätte eventuell bei der Marktdurchdringung geholfen. Eine fehlende Unterstützung für den weiteren Ausbau der Nutzung von (Bio)Erdgas im Verkehrsbereich wird von einem Experten aufgrund der alleinigen Fokussierung der Politik auf E-Mobilität befürchtet.

Andere Experten sehen den Einsatz von Biogas oder Biokraftstoffen im Verkehrssektor dagegen eher als Übergangslösung, z. B. aufgrund der nur in begrenztem Umfang verfügbaren Rohstoffe und ethischer Probleme wie der Konkurrenz mit Nahrungsmitteln und anderen Nutzungsarten. Der Einsatz von biogenen Kraftstoffen erscheint vorrangig in den Bereichen Flug- und Güterverkehr sinnvoll, da hier andere Technologien wie die Batterie- und Wasserstofftechnologie mit großen technischen Problemen zu kämpfen haben. Ein Experte betonte die Nachteile (z. B. im Bezug auf Nachhaltigkeitsaspekte), die durch den Einsatz von importierter Biomasse entstehen.

4.1.2 Erfolgsfaktoren und Auswirkungen der regionalen Nähe

Eine Vielzahl von politischen, ökonomischen, technischen und weiteren Faktoren bestimmen die zukünftige Ausweitung der Nutzung von EE im Mobilitätssektor. Diese verschiedenen Erfolgsfaktoren werden im Folgenden dargestellt. Des Weiteren wird der Frage nachgegangen, inwiefern die räumliche Nähe von Energieerzeuger und -verbraucher einen fördernden Faktor darstellt.

4.1.2.1 Politische Erfolgsfaktoren

Großes Gewicht wird allgemein den politischen Entscheidungen auf Bundes- und Landesebene, sowie ihrer Kontinuität beigemessen (siehe auch 4.1.4). Weiterhin hinge die Akzeptanz neuer und innovativer Konzepte stark von der Sichtbarkeit der durch die Bundes- und Landesregierungen initiierten Projekte ab.

Als Erfolgsfaktoren speziell für den Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien wurden von Experten die Förderung im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), sowie die Regulierung des Einsatzes von Biokraftstoffen im Verkehrssektor im Rahmen des Biokraftstoffquotengesetzes (BioKraftQuG), der Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU (RL 2009/28/EG), sowie durch Steuerbefreiungen genannt.

4.1.2.2 Ökonomische Erfolgsfaktoren

Als externer ökonomischer Faktor für den weiteren Ausbau der EE-Mobilität wird von mehreren Experten ein weiteres Ansteigen der Ölpreise als förderlich angesehen.

4.1.2.3 Technische und infrastrukturelle Erfolgsfaktoren

In technischer Hinsicht werden vor allem Fortschritte der Speichertechnik und Technik der Lade- bzw. Betankungsinfrastruktur als Erfolgsfaktoren für den Einsatz von erneuerbaren Energien gesehen. Das bidirektionale Laden wird die Speicherung und Rückführung der Energie in das Netz ermöglichen und steuerbar machen. Somit können die schwankende Produktion und die zukünftig weiter flexibilisierte Nachfrage ausgeglichen werden. Für eine nachhaltige Stadtentwicklung, welche so flächenschonend wie möglich gestaltet werden sollte, sind Fortschritte bezüglich induktiver Lademöglichkeiten ein wichtiger Faktor. Hierbei geht es auch darum, diejenigen Nutzer, welche ihr Privatfahrzeug im Straßenraum parken anstatt in der eigenen Garage, mit Lademöglichkeiten zu versorgen. Als wichtiger allgemeiner Erfolgsfaktor für die Verbreitung von alternativen Technologien wird das Vorhandensein einer ausreichenden Infrastruktur (z. B. Tankstellen) genannt.

4.1.2.4 Weitere Erfolgsfaktoren

Ein wichtiger Erfolgsfaktor, primär für den kontrovers diskutierten Bereich der biogenen Kraftstoffe Biogas und Biokraftstoffe, ist laut einem Experten die Schaffung von **Transparenz**. So können etwa Informationen über Herkunft und CO_2-Emissionen von Kraftstoffen die Akzeptanz bei potenziellen Nutzern erhöhen.

Auch andere Erfolgsfaktoren wie die heute bereits hohen Anteile von Fuß- und Radverkehr in Berlin, sowie Veränderungen in Lebensstilen können für den weiteren Ausbau einer umweltfreundlichen Mobilität in der Hauptstadtregion förderlich sein.

4.1.2.5 Vorteile räumlicher Nähe

Die Potenziale der räumlichen Nähe der Erzeugung von erneuerbaren Energien und des Verbrauchs werden von den Experten unterschiedlich bewertet:

Allgemein nennen einige Experten die **Vorteile von regionalen Kreisläufen** und der dezentralen Erzeugung von Energie. Zum Einen werden hiermit die Verluste beim Kraftstoff- und Stromtransport verringert, zum Anderen bietet die Möglichkeit des Aufbaus von Kompetenzzentren bezüglich erneuerbarer Energien ein neues Arbeitskräftepotenzial und eine höhere Wertschöpfung. Auch der Ausbau des Stromnetzes könnte durch regionale Kreisläufe geringer ausfallen und somit Kosten senken. Die räumliche Nähe der Erzeugung spielt auch für die Akzeptanz der Nutzer gegenüber EE eine wichtige Rolle. Dieser wünsche sich einen wahrnehmbaren Bezug zur Region auch bezüglich der Stromkreisläufe.

Außerdem sehen mehrere Experten hohe **Synergiepotenziale für Berlin und Brandenburg** im Bereich erneuerbarer Energien (großes Angebot in Brandenburg, hohe Nachfrage in Berlin). Ein Berliner Experte betonte jedoch, Berlin müsse auch mit dem großen EE-Erzeuger Brandenburg in der Nachbarschaft selbst Verantwortung tragen und zum Ausbau der erneuerbaren Energien beitragen – z. B. durch die Ausweisung von Windeignungsgebieten.

Die regionale Nähe von Erzeuger und Verbraucher weist laut einem Experten beim Einsatz von **Biokraftstoffen** eine Reihe von Vorteilen auf: So bietet etwa der regionale Bezug von Biogas durch die Darstellung der Verbundenheit mit der Region sowie die dadurch geringeren CO_2-Emissionen relevante Marketingvorteile. Zusätzlich ist die Einhaltung der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung (Biokraft-NachV) beim Anbau von Rohstoffen für die Biokraftstoffproduktion in Deutschland größtenteils sichergestellt. Die regionale Nähe zu Kraftstoffzulieferern kann durch gemeinsame Hintergründe und gute Geschäftsbeziehungen zusätzlich zu einer höheren Versorgungssicherheit beitragen.

Ein Experte gab an, dass im Bereich der **E-Mobilität** durch die hohen EE-Stromerzeugungspotenziale in Brandenburg Marketingvorteile für die Hauptstadtregion gegeben seien. Außerdem sei ein positiver Nebeneffekt der Diskussion um Elektromobilität in Berlin- Brandenburg eine neue Art von Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Stakeholdern. So müssten sich beispielsweise verschiedene Verwaltungsbehörden, sowie unterschiedliche Unternehmensbranchen (z. B. Automobil- und EE-Industrie) stärker vernetzen.

Mehrere Experten äußerten jedoch, dass die regionale Nähe insbesondere im Elektrizitätssektor keine bzw. wenige Vorteile bietet. Dies ist primär damit begründet, dass es sich bei der Elektrizität um ein sehr abstraktes, bereits heute europaweit gehandeltes Gut handelt. Wichtig sei demgegenüber eher eine effiziente Leitungs- und Speicherinfrastruktur, um die Schwankungen bei der Produktion und Nachfrage ausgleichen zu können.

4.1.3 Hemmnisse

Eine Reihe von **technischen Hemmnissen** steht laut den befragten Experten der raschen Ausbreitung verschiedener Technologien der EE-Mobiltität entgegen:

- Im Bereich der Elektromobilität behindern beispielsweise kurze Reichweiten der heute verfügbaren Batterien den Einsatz der Fahrzeuge im Alltag und eine rasche Marktdurchdringung. Zusätzlich sind weitere Entwicklungen in der Kopplung von Speichern und Netzen (Stichwort „Smart Grids“) notwendig. Die Steuerungstechnik bzw. die Kommunikation zwischen Netzleitstelle und Batterie wird laut mehreren Experten immer relevanter werden. Aufgrund der fluktuierenden Einspeisung von EE-Strom wird die Stromnutzung in Zukunft angebotsseitig gesteuert werden müssen. Mehrere Experten betonen, dass für einen großmaßstäblichen Einsatz von EE die Technik noch nicht ausgereift genug und die Infrastruktur zu gering ausgebaut sei. Dabei beziehen sich die Experten überwiegend auf die Speicherkonzepte und die Ladeinfrastruktur, die für einen alltagstauglichen Einsatz von Elektrofahrzeugen benötigt werden.
- Auch im Bereich der Wasserstoffmobilität existieren laut einigen Experten noch zahlreiche technische Hemmnisse (z. B. mechanische Stabilität, Einspeisung ins Gasnetz).

Auch Aspekte der **Marktverfügbarkeit und Kosten** schränken die Verbreitung der EE-Mobilität ein:

- So ist etwa das Angebot an Erdgasfahrzeugen laut einem Experten noch sehr begrenzt (ca. ein Fahrzeug pro Größenklasse). Dieses eingeschränkte Angebot und die fehlende Konkurrenz sowie die zu tragenden Mehrkosten hemmten eine weitere Ausbreitung von gasbetriebenen Fahrzeugen.
- Auch im Bereich der Elektrofahrzeuge werden bisher nur wenige Modelle in kleinen Stückzahlen angeboten: So hob ein Experte das Desinteresse deutscher Automobilhersteller an der Produktion von reinen Elektrofahrzeugen hervor. Der bislang hohe Preis wird von mehreren Experten als relevantes Hemmnis für eine breitere Marktdurchdringung eingestuft. Die finanziellen Vorteile (z. B. Kfz-Steuerbefreiung, im Vergleich zu herkömmlichen Kraftstoffen niedrige Elektrizitätspreise) reichten nicht aus, um die finanziellen Hürden zu überwinden.
- Auch die begrenzten finanziellen Mittel von Ländern, Kommunen und Bezirken werden von Experten als Hemmnis für die schnellere Ausbreitung von nachhaltiger Mobilität gesehen.

Zusätzliche Hemmnisse werden im Bereich der **politischen Regulierung** gesehen.

- Mehrere Experten nannten explizit die unzureichenden Fördermöglichkeiten für alternativ angetriebene Fahrzeuge (genannt wurde v. a. die Elektromobilität) im **Straßenverkehrsrecht**. So seien außerhalb von rechtlich unsicheren Experimentierklauseln bislang keine Möglichkeiten zur Einführung von Sonderrechten wie der Nutzung von speziellen Fahrspuren, der Reservierung spezieller Parkplätze für Elektrofahrzeuge oder Mautbefreiungen vorhanden. Einige Vertreter der Behörden sowie der Privatwirtschaft identifizieren die ordnungsrechtlichen Rahmenbedingungen als Hemmnis für die Ausweitung der Nutzung von EE, da der Gestaltungsspielraum wenige Möglichkeiten zum Infrastrukturausbau bietet. Der Erhalt des Bestehenden hat Priorität. Die Kommunen und die Verkehrsbetriebe hätten innerhalb dieses ordnungsrechtlichen Rahmens nur wenig Gestaltungsfreiheit. Sie sehen diesbezüglich den Bund und die Europäische Union in der Verantwortung, die Gesetzgebung an die neuen Bedürfnisse und Möglichkeiten anzupassen. Auch wenn sie keine eigenen Handlungsoptionen haben, betont ein Experte aber die Möglichkeit der Kommunen, Druck auf den Gesetzgeber auszuüben und eine Anpassung der Rahmenbedingungen zu erwirken.
  Im Bereich erneuerbarer Energien sah ein Experte das komplexe Zusammenwirken verschiedener gesetzlicher Regelungen (z. B. Bau- und Naturschutzrecht) im Bereich der Windenergie, sowie die unsichere Rechtslage im Zusammenhang mit Zwischennutzungen von Brachflächen als Ausbauhemmnis an.
- Weiterhin wird kritisiert, dass der Bund keine geeigneten **Förderprogramme** für die Kommunen und Verkehrsbetriebe einsetze, um die hohen Anfangs- und Mehrkosten einer Umstellung auf EE ausgleichen zu können. Der Einsatz von erneuerbaren Energien im Verkehrssektor sei deshalb bisher nicht wirtschaftlich.

Laut einem Experten werden viele **gesellschaftspolitische Fragestellungen** im Zusammenhang mit der Elektromobilität bislang unzureichend beleuchtet. So existieren etwa offene Fragen in der konkreten Anwendung (z. B. wo befindet sich die nächste Ladesäule? Wie kann sie reserviert werden?) sowie im Zusammenhang mit Verbraucherwünschen und Verbraucherschutz (z. B. Nutzung von Standortdaten für personalisierte Werbung). Allgemein im Bereich der erneuerbaren Energien wurden außerdem Informationsdefizite bzw. die Unübersichtlichkeit vorhandener Informationen als Problem für den weiteren Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien genannt.

4.1.4 Mögliche Fördermaßnahmen und Optimierung der Rahmenbedingungen auf regionaler Ebene

Die **Möglichkeiten der Bundesländer** zur Förderung von EE-Mobilität (insbesondere Elektromobilität) stufen mehrere Experten als relativ gering ein: Finanzielle Förderungen seien aufgrund der schlechten finanziellen Ausstattung von Bundesländern wie Berlin und Brandenburg nur sehr begrenzt möglich, ihr Einsatz sollte nachhaltig geschehen. Eine Veränderung des Straßenverkehrsrechtes, die eine Förderung von alternativen Antriebsformen (z.B. durch privilegierte Parkplatznutzung oder Nutzung von speziellen Fahrspuren) ermöglichen könnte, liegt in der Verantwortung des Bundes. Ein Experte nennt jedoch Fördermöglichkeiten von Ländern und Kommunen im Bereich der Information von Verbrauchern.

Als **Grundvoraussetzung** für eine erfolgreiche Ausweitung der Nutzung erneuerbarer Energien im Mobilitätssektor sehen mehrere Experten den politischen Willen und die Kontinuität der Förderprogramme:

– Der politische Wille bildet die Grundvoraussetzung, getroffene Entscheidungen müssten jedoch durch konkrete Maßnahmen auch umgesetzt werden.

– Der Erfolg von Förderprogrammen ist besonders abhängig von der Kontinuität der Bundes- und Landespolitik und der initiierten Programme. So werde eine Anschlussförderung an das Konjunkturprogramm benötigt.

Die Fördermaßnahmen könnten zudem nur erfolgreich sein, wenn die verschiedenen Programme gebündelt und die Akteure aus den Bereichen Verkehr, Energiewirtschaft und Politik besser miteinander vernetzt würden. Mehrere Experten forderten außerdem, die Weiterentwicklung der bestehenden Systeme, z. B. des Schienenpersonenverkehrs, mit in die Förderprogramme einzubeziehen.

Mehrere Experten sehen die Verantwortung für die Übernahme der Entwicklungs- und Markteinführungskosten bei den Automobilkonzernen selbst, da diese ein Eigeninteresse an der Erschließung dieses neuen Marktes haben (sollten). Eine direkte **Subventionierung** des Kaufs von Elektrofahrzeugen durch Bund oder Länder lehnen diese Experten daher ab und plädieren dafür, öffentliche Fördermittel nur bzw. primär für spezielle Forschungs- und Entwicklungsaspekte einzusetzen (z. B. Batterietechnik, Leichtbau, Lärmminderungsmaßnahmen, Erhöhung der Sichtbarkeit durch größere Umsetzungsprojekte). Für einen Experten stellt dagegen eine direkte staatliche Subventionierung, z. B. in Form eines „E-Mobilitäts-EEGs“ eine notwendige Maßnahme zur breiten Markteinführung der Elektromobilität dar. Laut einem anderen Experten sollte eine solche direkte Subventionierung jedoch auf die Einführungsphase beschränkt und degressiv ausgestaltet sein. Eine Förderung mit großem Gewicht auf bestimmte Antriebstechnologien oder Verkehrsmodi könne die Potenziale der erneuerbaren Energien im Verkehrssektor nicht optimal erschließen. Ein Experte äußerte z. B. den Wunsch, nicht zu einseitig auf die Förderung der Elektromobilität zu setzen, sondern auch die bereits heute weitgehend ausgereiften erdgasbetriebenen Fahrzeuge weiter zu fördern, beispielsweise durch Maßnahmen zur Imageförderung.

Bezüglich des Einsatzes von erneuerbaren Energien im **öffentlichen Verkehr** wurde ein strategisches Vorgehen sowohl des Bundes als Gesetzgeber als auch der Länder und Kommunen als Besteller von Verkehrsdienstleistungen empfohlen. Eine klare Formulierung von Wettbewerbsregeln und Nachhaltigkeitszielen in den Regularien und Verkehrsverträgen ermögliche sowohl den Kommunen als auch den Verkehrsdienstleistern eine größere Gestaltungsfreiheit in der Umsetzung von

innovativen Konzepten. So könnte bei Ausschreibungen im Schienenpersonennahverkehr beispielsweise ein Standard festgelegt werden, der den Anteil des Fahrstroms aus erneuerbaren Quellen festlegt. Als notwendig wird hierbei erachtet, die Auflösung der starren Dichotomie zwischen dem Umweltverbund und dem MIV zu forcieren, um eine stärkere Integration der Verkehrsmodi zu ermöglichen. (Elektro-) Carsharing in Kombination mit öffentlichen Verkehrsmitteln wird diesbezüglich als ein richtungsweisender Ansatz gesehen.

Die Experten aus der Privatwirtschaft betonen die Bedeutung von **innovativen Projekten** für die Akzeptanz von erneuerbaren Energien. Dabei sei die Durchführung von Ideenwettbewerben wichtig, aus welchen innovative Konzepte hervorgehen können. Es sei grundsätzlich wichtig, Projekte zu allen bestehenden erneuerbaren Energien und den damit verbunden Technologien durchzuführen und zu fördern. Nur so können erneuerbare Energien in Zukunft flexibel eingesetzt werden. Die verschiedenen Lösungswege würden sich letzten Endes erst unter Marktbedingungen als durchsetzungsfähig erweisen.

4.1.5 Erfolgreiche Beispiele

Folgende Projekte werden von den Experten als erfolgreich angesehen:

- Die Aktivitäten der **Berliner Stadtreinigung (BSR)** im Bereich der Biogas- und Wasserstoffmobilität wurden ebenfalls von mehreren Experten positiv hervorgehoben.
- **Hybridraftwerk** Prenzlau: Dieses Projekt ist ein wichtiger Schritt dahingehend, Windkraft grundlastfähig zu machen. Für Unternehmen in der Region besteht das Potenzial, diese Technologie zu exportieren.
- **E-Solcar:** Verbindung von stationärer und mobiler Speicherung ist interessant. Geschlossene Systeme wie bei E-Solcar sollten favorisiert und weiterentwickelt werden.
- **O-Bus Eberswalde:** Der jahrzehntelange Betrieb dieses Systems hat sich bewährt. Obwohl es zum Zeitpunkt der Entstehung nicht mit der Perspektive eines Einsatzes von erneuerbaren Energien errichtet wurde, bietet es heute auf Grund der bereits bestehenden Infrastruktur die Möglichkeit des Einsatzes von Strom aus erneuerbaren Quellen. Ein Experte sieht jedoch die Konkurrenz des Oberleitungsbusses zu Straßenbahnen, batterie- und wasserstoffbetriebenen Bussen als mögliches Hindernis für die Zukunftsfähigkeit der O-Bus-Technologie und bezweifelt den effizienten Betrieb von Inselsystemen dieser Art.
- Mehrere Experten nannten die sowohl in Brandenburg als auch in Berlin errichteten **Plusenergiehäuser** als ein erfolgreiches Beispiel zur Integration von erneuerbaren Energien in die Bereiche Wohnen und Mobilität.
- Als positives Beispiel wurde auch eines Projektes von Vattenfall zum **gesteuerten Laden von Elektrofahrzeugen** angeführt. Dieses Vorhaben sei jedoch schwierig, betont ein Experte, da die Windprognosen nicht scharf genug seien um das tatsächliche Stromaufkommen hinreichend genau abzubilden und somit das Laden der Batterien abhängig von Prognosen zu gestalten.
- Projekte mit Erdgasfahrzeugen, u.a. **Tausend Umwelt-Taxis für Berlin (TUT):** Diese Projekte haben den Grundstein gelegt für den Einsatz von aufbereitetem Biogas im Mobilitätssektor. Die Erdgastechnologie hat sich jedoch nicht durchgesetzt, weil die positiven Umwelteffekte zu gering ausfielen. Möglicherweise hätte sie sich durchgesetzt, wenn der Einsatz von Biogas schon früher eine Rolle gespielt hätte.

– Projekte der **Modellregion Berlin/Potsdam**: Die Ansätze seien generell positiv zu bewerten, dürften aber nicht überschätzt werden. Für einen erfolgreichen zukünftigen Einsatz im Alltag sei eine Kontinuität der Projekte wichtig. In einem nächsten Schritt müssten daher mit höheren Stückzahlen ein größerer Nutzerkreis angesprochen werden. Generell werden dem Carsharing-Konzept, wie es im Projekt BeMobility/ Berlin elektroMobil angewendet wird, Zukunftspotenziale zugesprochen. Allerdings stehen für die Experten weniger die Potenziale von erneuerbaren Energien im Vordergrund. Stattdessen sehen sie Carsharing als Chance, das Mobilitätsverhalten junger Generationen zu verändern. Zudem entspricht Carsharing den Zielen einer nachhaltigen Entwicklung, da die Nutzungshäufigkeit der Fahrzeuge steigt bei gleichzeitiger Abnahme der Fahrzeugdichte. Neben der Einsparung von materiellen Ressourcen werden so städtische Flächen weniger beansprucht, was zu einer steigenden urbanen Lebensqualität führt.

– **Mini E powered by Vattenfall:** Dieses Projekt hat wertvolle Erkenntnisse zum Nutzerverhalten geliefert und somit die Fachdiskussion bereichert.

Darüber hinaus werden vielversprechende Ansätze zum Einsatz von Elektromobilität in der Stadtlogistik benannt sowie weitere Projekte, die nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit dem Einsatz von EE im Mobilitätssektor stehen: Klimaschutz- und Energieeffizienzstrategien im Landkreis Barnim und in Frankfurt/Oder; Projekt des MIL Brandenburgs mit Lärmschutzwänden aus PV-Elementen; Finanzierung neuer Kraftwerke durch Darlehen der Bürger in der Stadt Brandenburg; energieautarke Gemeinde Treuenbrietzen-Feldheim

4.2 Auswertung ausgewählter Praxisbeispiele

Im Folgenden werden ausgewählte Praxisbeispiele dargestellt, die sich in unterschiedlicher Weise mit dem Einsatz von erneuerbaren Energien oder der Schaffung der Voraussetzungen dafür im Verkehrsbereich auseinander setzen oder gesetzt haben. Basierend auf einer Literatur- und Internetrecherche sowie den Empfehlungen der interviewten Expertinnen und Experten wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber folgende 12 Projekte ausgewählt:

1. BeMobility - Berlin elektroMobil
2. e-mobility Berlin
3. e-SolCar
4. Gesteuertes Laden V2.0
5. BBI CO_2-neutrale Tankstelle
6. Solartankstelle der ORCO-GSG
7. Hybridkraftwerk Prenzlau
8. Plusenergiehaus Berlin
9. Clean Energy Partnership
10. BioErdgas Rathenow
11. Erdgasbusflotte Frankfurt/Oder
12. BSR (Wasserstoff- und Biogas-Nutzung)

Es handelt sich dabei um Projekte aus der Region Berlin-Brandenburg, die sich teilweise noch in der Planungsphase befinden, andere sind bereits abgeschlossen. Zu den Projekten wurden basie-

rend auf den Selbstdarstellungen, soweit verfügbar Sekundärliteratur und Projektberichten sowie teilweise ergänzt durch Nachfragen bei den Akteuren, Informationen zu den folgenden Aspekten zusammengetragen:

- Dauer des Bestehens und Stand der Umsetzung
- Organisationsform, Anzahl Mitglieder/ Partner sowie deren Art und Herkunft
- Betätigungsfeld: Art der erneuerbaren Energie und Mobilitätsart, behandelte Aspekte
- Regionale Ebene des Projektes
- Zielgruppe/ angesprochene Nutzer und Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen
- Formulierung von Zielen und Art der Ziele
- Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes, Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft
- Erfolgsfaktoren und Hemmnisse/ Probleme

Die Praxisbeispiele werden nachfolgend kurz beschrieben. Anschließend erfolgt eine übergreifende Darstellung der Ergebnisse der systematischen Auswertung der Projekte. Die detaillierten Ergebnisse zu den einzelnen Projekten können den Projektsteckbriefen im Anhang entnommen werden.

4.2.1 Kurzdarstellung der Projekte

Projekt 1: BeMobility - Berlin elektroMobil

Im Rahmen der durch das Konjunkturpaket II von der Bundesregierung geförderten Modellregionen Elektromobilität werden in der Region Berlin-Potsdam innovative Mobilitätslösungen der Zukunft im Alltag erprobt. Im Projekt BeMobility werden Elektrofahrzeuge intelligent in den Öffentlichen Personenverkehr integriert, indem sie im Carsharing der Deutschen Bahn eingesetzt werden. Die Integration erfolgt sowohl über physische Schnittstellen als auch über informatorische und tarifliche Einbindung der verschiedenen Verkehrsträger. Physische Schnittstellen ermöglichen einen reibungslosen Übergang zwischen den Verkehrsträgern. Übergreifende Informationen zu Standorten der Elektrofahrzeuge und ÖV-Fahrplänen werden durch die entwickelte Applikation BeMobility Suite kostenlos zur Verfügung gestellt. Die tarifliche Einbindung erfolgte über eine Mobilitätskarte, die die Nutzung des ÖV, des e-Carsharings und des Leihradsystems CallaBike in einer Testphase von drei Monaten ermöglichte. Beteiligte Projektpartner kommen aus den Bereichen Verkehr (DB Fuhrpark Service, VBB, Bosch), Infrastruktur und Energie (Contipark, Solon, Vattenfall, RWE), IKT (DAI Labor, HaCon) und Wissenschaft (InnoZ).

Projekt 2: e-mobility Berlin

Ebenfalls im Rahmen der Modellregionen Elektromobilität betreiben im Projekt e-mobility Berlin Daimler und RWE ein Full-Service Mietmodell, bei dem der Kunde den Smart fortwo electric drive mit Lademöglichkeit und Ökostrom für 18 Monate erhält. Zusätzlich wird eine flächendeckende öffentliche Ladeinfrastruktur durch RWE in Berlin aufgebaut. Das Projekt wird von der Stadt Berlin und der Bundesregierung unterstützt.

Projekt 3: e-SolCar

Ziel des Projektes eSolCar ist die Entwicklung eines Modells für den Einsatz von Elektrofahrzeugen in kleineren Städten (50.000 bis 200.000 Einwohner). Es beschäftigt sich vor allem mit technischen Fragen (Zwischenspeicherung von Elektroenergie aus solarer Strahlungsenergie in einer Pufferbatterie oder dem Stromfluss (Regelenergie) an den Ladesäulen), aber auch mit der Erprobung von Elektrofahrzeug-Flotten (50 Fahrzeuge) im innerstädtischen Versorgungsnetz und dessen technische Auslegung. Die Fahrzeuge sollen im Cottbuser Alltag eingesetzt und erprobt werden. Des Weiteren wird untersucht inwieweit die E-Mobile als Stromspeicher fungieren können, wenn sie z. B. nachts oder am Arbeitsplatz nicht benötigt werden. Für das Projekt soll auf dem Campus der BTU eine Photovoltaikanlage (100 kW) aufgebaut und eine Blei-Gel-Batterie (500 kW) entwickelt werden, die Strom zwischenspeichern kann. Das Projekt entwickelt eine Zukunftsvision für die Elektromobilität und ergänzt dadurch das Leitprojekt „Modellregion Berlin-Potsdam“. Die BTU Cottbus arbeitet in diesem Projekt mit Vattenfall und German E-Cars zusammen. Das Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten finanziert es.

Projekt 4: Gesteuertes Laden V2.0

Mit dem 2010 begonnenen Projekt Gesteuertes Laden V2.0 soll das Ladesystem, welches durch das Vorgängerprojekt „MINI E Berlin powered by Vattenfall“ (Projektpartner BMW, TU Chemnitz, Vattenfall) entwickelt wurde, weiterentwickelt werden. In dem Projekt geht es um die bessere Nutzung der Windenergie, da vor allem nachts Windstrom teilweise ungenutzt bleibt. E-Autos sollen das ändern, indem deren Batterien als dezentrale Speichermöglichkeit fungieren. Ist zu viel Strom vorhanden (z. B. nachts) kann dieser in den E-Mobilen gespeichert werden. Kommt es verbrauchsseitig zu einer Spitzenlast im Stromnetz sollen diese Speicher auch wieder entladen werden können um diese Spitzen auszugleichen. Der Anwender gibt über seinen PC zu Hause ein, wann das Auto am nächsten Tag geladen sein soll. Vattenfall garantiert, dass es zu diesem Zeitpunkt voll einsatzbereit ist – ggf. auch mit anderem regenerativ erzeugten Strom statt Windenergie. Die Ladestationen in der Stadt sind dort gebaut worden, wo man seine Freizeit verbringen könnte (Kaufhaus, Schwimmbad, etc.), um so das Energiespeicher-, Kraftwerk-System zu optimieren. Ziel des Projektes ist es also, eine Möglichkeit zu schaffen, um das Lastmanagement besser steuern zu können. Das Wind-to-Vehicle- (W2V) und das Vehicle-to-Grid- (V2G) Verfahren soll dazu beitragen. Es soll nun über ein Jahr getestet werden, wie das Nutzerverhalten ist, um so das W2V2G-System zu optimieren. Beteiligte Partner an diesem Projekt sind Vattenfall, BMW, TU Berlin, TU Chemnitz und die TU Ilmenau.

Projekt 5: BBI CO_2-neutrale Tankstelle

Das Energieprojekt zur CO_2-neutralen Tankstelle wird von den Berliner Flughäfen, ENERTRAG und TOTAL realisiert. Dabei soll die öffentliche Tankstelle von TOTAL am BBI CO_2-neutral werden, indem ENERTRAG ein Windpark in der Nähe des Flughafengeländes aufbaut (siehe Hybridkraftwerk Prenzlau). Dieser soll sowohl zu einer komplett emissionsfreien Energieversorgung der Tankstelle als auch zu einer CO_2-freien Herstellung des angebotenen Wasserstoffs beitragen. Durch die eingesparte Menge an CO_2 (170.000 t/a) können zudem noch die bei der Verbrennung der verkauften konventionellen Kraftstoffe entstehenden Emissionen (40.000 bis 50.000 t/a) ausgeglichen werden. Der Bau der Tankstelle und des Windparks ist für Juni 2011 und der Betrieb für Oktober 2011 geplant. Dieses Projekt gibt ebenfalls wichtige Praxiserfahrungen zur Nutzung von Wasserstoff als Energiespeicher um erneuerbare Energien besser in das Stromnetz integrieren zu können.

Projekt 6: Solartankstelle der ORCO-GSG

Die Gewerbesiedlungs-Gesellschaft mbH (ORCO-GSG) betreibt Büro- und Gewerbeflächen an 45 Standorten in Berlin. Das Unternehmen erzeugt Strom dezentral, indem es BHKW einsetzt und Photovoltaik-Anlagen auf den Dächern installiert. Letztere erzeugen den Strom für die Ladesäulen der Solartankstellen um Elektroautos zu betanken. Eine Pilotanlage wurde 2011 installiert und im Rahmen des „E-Mobility-Day“ auf dem Gewerbehof Gustav-Meyer-Allee 25 in Berlin-Mitte eröffnet. Die für die Sicherheit des Gewerbehofs zuständige Securitas betreibt dort ihr erstes E-Mobil als Streifenfahrzeug und prüft eine Übertragung des Konzepts auf weitere Standorte. Das Konzept soll zunächst vor allem ansässigen Unternehmen den Umstieg auf Elektromobilität erleichtern. Zu den Mietern dort zählen auch Unternehmen, die selber im E-Mobilitätsbereich tätig sind. Der E-Mobility-Day diente deshalb nicht nur der öffentlichen Präsentation des Projekts, sondern auch der Vernetzung von Unternehmen im Bereich Elektromobilität. Prinzipiell können die Tankstellen von jedermann benutzt werden. Über die Internetseite kann man darüber hinaus weitere Standorte für Ladesäulen anregen.

Projekt 7: Hybridkraftwerk Prenzlau

Das Hybridkraftwerk ist ein Pilotprojekt der Enertrag AG, in dem Kraftstoff-, Wärme- und Elektrizitätsbereitstellung kombiniert werden. In Windkraftwerken wird abhängig vom Windaufkommen Strom erzeugt, der je nach Bedarf entweder ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird oder mittels Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt werden kann. Der so erzeugte Wasserstoff wird gespeichert und kann anschließend entweder als Kraftstoff für den Mobilitätsbereich oder zur Umwandlung, in Verbindung mit Biogas, in einem Blockheizkraftwerk zu Strom und Wärme eingesetzt werden. So kann bedarfsgerecht und flexibel Regelenergie zum Ausgleich von Bedarfs- und Angebotsschwankungen erzeugt werden. Das Hybridkraftwerk wurde am 25.10.2011 im brandenburgischen Prenzlau in Betrieb genommen. Ziel dieses Kraftwerks ist es zu zeigen, dass auf Basis erneuerbarer Energien eine nachhaltige und sichere Versorgung möglich ist. Die gesamte Investitionssumme für das Hybridkraftwerk beläuft sich auf 21 Millionen Euro. Gefördert wird das Pionierprojekt durch das Land Brandenburg und das Bundesverkehrsministerium. Die Deutsche Bahn unterstützt das Projekt mit Einnahmen aus den Tarifen mit CO_2-Kompensation bahn.corporate Umwelt-Plus und Eco Plus.

Projekt 8: Plusenergiehaus Berlin

Mit einem Plusenergiehaus soll so viel Energie produziert werden, dass der Betrieb des Hauses gedeckt und zusätzlich Stromüberschuss vorhanden ist. Dieser kann entweder in das öffentliche Netz eingespeist, also verkauft, oder als Strom für das Elektroauto genutzt werden. So steht in Essen der Prototyp eines Plus-Energie-Hauses, das doppelt so viel Strom produziert wie es benötigt. Ende 2011 soll ein modellhaftes Plus-Energie-Haus in Berlin eingeweiht werden, das von der Universität Stuttgart, die damit den Realisierungswettbewerb „Plusenergiehaus mit Elektromobilität“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) gewann, gebaut wird. Es soll durch eine Familie, die darin für ein Jahr wohnt und der in dieser Zeit auch Elektrofahrzeuge zur Erprobung gestellt werden, einem Praxistest unterzogen werden.

Projekt 9: Clean Energy Partnership

Die Clean Energy Partnership (CEP) ist ein internationaler Zusammenschluss der Unternehmen Aral, BMW Group, Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), Daimler AG, Ford, GM/Opel, StatoilHydro, Linde, TOTAL, Vattenfall Europe sowie Volkswagen AG und wurde 2002 ins Leben gerufen. Ihr

Ziel ist es, die Alltagstauglichkeit des Energieträgers Wasserstoff als Kraftstoff in Fahrzeugen zu demonstrieren und die Infrastruktur zur Betankung der Fahrzeuge zu erproben. Die Arbeit der CEP unterteilt sich in drei Phasen: Demonstration durch Umsetzung der Projekte (2002 – 2007), Weiterentwicklung der Technologie (2008 – 2010), Marktvorbereitung (2011 – 2016). Getestet wurde eine Vielzahl an Wasserstoffanwendungen (Produktion und Distribution, Lagerung und Bereitstellung, Anwendungen in Fahrzeugen). Neben dem Aufbau einer Fahrzeugflotte wurden erste Wasserstofftankstellen in Berlin errichtet. Die CEP ist Bestandteil der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie und wird von der deutschen Bundesregierung unterstützt.

Projekt 10: BioErdgas Rathenow

Die GASAG bietet mit ihrem Produkt Bio-Erdgas einen Gastarif mit 10 % Biogasanteil. Dazu baut das Tochterunternehmen Erdgas Mark Brandenburg GmbH Biogasanlagen in Brandenburg auf, deren Erzeugnisse aufbereitet ins Erdgasnetz eingespeist werden. Eine von 15 Pilotanlagen des Unternehmens ist im September 2009 in Rathenow entstanden. Die Anlage soll mit Roggen- und Maissilage, sowie Gülle betrieben werden und jährlich 44 Mio. kWh Biogas erzeugen. Für den Anbau der dabei eingesetzten Rohstoffe werden etwa 1.000 ha Anbaufläche benötigt. Aufbereitet wird das Produktgas mittels physikalischer Wäsche in einem Biogasverstärker des Unternehmens HAASE Energietechnik AG. Die Anlage kostet ca. 9 Mio. Euro, wovon etwa ein Drittel vom Land Brandenburg bezahlt wird. Hauptsächlich wird dieses aufbereitete Biomethan an die GASAG AG Tankstellen geliefert und steht dort als Treibstoff bereit. Weitere Abnehmer sind die Stadtwerke, die das Biomethan in KWK-Anlagen zurück verstromen wollen. Unter anderem ist es das Ziel von GASAG, sich ein Stück weit unabhängiger von den Gasimporten zu machen und auch die Preisabhängigkeit zum Öl in Frage zu stellen. Bis zum Jahr 2020 kann das Gasnetz einen Biomethananteil von 10 % besitzen.

Projekt 11: Erdgasbusflotte Frankfurt/Oder

Die Frankfurter Stadtverkehrsgesellschaft (SVF) ersetzte bis 2003 ihre komplette Busflotte mit Erdgas-betriebenen Bussen und betreibt somit die sauberste Busflotte in Deutschland. Die nahe gelegene Erdgastankstelle kommt nicht nur den 22 Bussen zu Gute sondern auch anderen Privat- und Firmenfahrzeugen. Partner des Projekts sind die Stadtwerke Frankfurt (O.), die in die Erdgastankstelle investiert haben. Gefördert wurde das Projekt durch das Umweltministerium.

Projekt 12: BSR (Wasserstoff- und Biogas- Nutzung)

Ein Projekt zur CO_2-Minderung bei der Berliner Stadtreinigung (BSR) ist die Erzeugung von Biogas aus den Bioabfällen, die in Berlin angefallen sind. Das aufbereitete Bio-Methan wird anschließend in das Gasnetz eingespeist und als Treibstoff für die Abfallsammelfahrzeuge genutzt. Die Fahrzeuge benötigen dadurch nicht nur keine fossilen Brennstoffe mehr, sondern stoßen keinen Dieselruß aus und sind deutlich leiser als die konventionellen Dieselkraftfahrzeuge. Die Bio-Methan-Fahrzeuge fahren im Schnitt 52 % der gesamten Sammelkilometer und transportieren so 62 % des Berliner Bioabfalls klimaneutral.

Am 27.06.2011 startete ein weiteres Projekt der BSR zum Thema Umweltschutz: Es testet ein eigens dafür entwickeltes Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeug für 2 Jahre auf den Berliner Straßen. Die Brennstoffzelle liefert den Strom um den Abfall in das Fahrzeug zu laden. Dadurch kann der Dieselverbrauch um 30 % reduziert werden, die Brennstoffzelle emittiert beim Einsatz nur Wasser. Außerdem ist der Ladevorgang wesentlich leiser als bei der konventionellen Technik. Das Projekt

wurde mithilfe der Unternehmen Heliocentris Energiesysteme GmbH und dem Aufbautenhersteller FAUN entwickelt und durch das Bundesverkehrsministerium finanziert.

4.2.2 Ergebnisse der Auswertung

Tab. 4.2 zeigt eine Übersicht über die dargestellten Projekte und gibt gleichzeitig Auskunft über die Art der verfolgten Mobilitätskonzepte, die verwendeten Energieträger, einige Hauptaspekte von übergreifender Bedeutung, sowie die Anzahl der Projektpartner und ob das Projekt finanziell gefördert wird.

Tab. 4.2: Übersicht über die Beispielprojekte

		Strom	Wasserstoff	Biogas	Erdgas	ÖPNV	MIV	PV	Wind	Biomasse	EE-Mix	Konventionell	überregional	regional	Speicherung	Infrastruktur	Nutzung	Demonstration	Forschung	Anzahl Partner	Förderung
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Nr.	Projekt	Mobilität						Energieträger							Aspekte					Div.	
1	BeMobility Berlin	x				x	x				x		x	x	x	x	x	x	x	10	x
2	e-mobility Berlin	x					x				x			x	x	x	x	x	x	6	x
3	e-SolCar	x					x	x					x		x		x	x	x	3	x
4	Gesteuertes Laden V2.0	x					x		x				x	x	x	x	x	x	x	5	x
5	BBI CO2-neutrale Tankstelle	x	x	x	x		x		x	x			x		x		x	x		3	x
6	Solartankstelle ORCO-GSG	x					x	x					x		x	x	x	x		3	
7	Hybridkraftwerk Prenzlau	x	x						x				x		x		x	x		6	x
8	Plusenergiehaus	x					x	x			x		x		x		x	x	x	3	x
9	Clean Energy Partnership (CEP)		x		x	x	x				x	x	x	x	x	x	x			15	x
10	BioErdgas Rathenow			x	x		x			x		x	x	(x)			x			3	
11	Erdgasbusse Frankfurt/Oder				x	x						x		x			x			4	
12	BSR		x	x						x			x				x	x		4	x
Summe		8	4	3	4	3	9	3	3	3	4	3	10	6	9	5	12	9	5	65	9

Abkürzungen: **ÖPNV:** Öffentlicher Personennahverkehr; **MIV:** Motorisierter Individualverkehr

Die Projekte lassen sich zunächst grob nach ihren **Mobilitätskonzepten** unterscheiden: Die meisten Projekte (Nr. 1–8) beziehen sich nur oder überwiegend auf die **Elektromobilität**. Wasserstoff, der teilweise durch erneuerbare Energien erzeugt wird, Biogas und Erdgas spielen in drei bis vier Projekten eine Rolle. In elf Projekten geht es nur oder hauptsächlich um den **motorisierten Individualverkehr (MIV)**. In zwei Projekten wird der **öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV)** zumindest mit in die Konzepte integriert. Bei einem Projekt (Erdgasbusflotte Frankfurt/Oder) geht es ausschließlich um den ÖPNV, allerdings ohne Einbeziehung regenerativer Energieträger (es wir Erdgas verwendet).

Die Vielzahl der unterschiedlichen Ansätze der Konzepte spiegelt recht gut die Vielschichtigkeit der Möglichkeiten zur Integration erneuerbarer **Energieträger** wieder. Neben der Unterscheidung nach dem Mobilitätskonzept ist auch die Differenzierung nach der Art der verwendeten Energieträger interessant: Jeweils drei Projekte befassen sich überwiegend mit Photovoltaik (PV), Windkraft oder Biomasse aus überwiegend regionaler Herkunft als Energieträger. Damit spielt die regionale Herkunft der erneuerbaren Energien in einer Vielzahl von Projekten eine wichtige Rolle. Drei Projekte beziehen zumindest teilweise auch konventionelle Energieträger mit ein, z. B. bei der Zumischung von Biokraftstoffen. Bei sechs Projekten kann die Energie auch aus überregionalen Quellen stammen – bei der Verwendung von Erdgas ist das zwangsweise der Fall.

Bei neun der Projekte steht die **Demonstration** der technischen Machbarkeit im Vordergrund. Diese Projekte sind ausnahmslos finanziell gefördert und beziehen häufig Hochschulen zur wissenschaftlichen Begleitung mit ein. Bei zwei Projekten (Nr. 10 und 11) geht es bereits um die Etablie-

rung von Geschäftsmodellen zur Verbesserung der CO_2-Bilanz. Die marktfähige Nutzung des Konzepts steht hier also bereits im Mittelpunkt. Bei den Projekten zur Elektromobilität und EE-Wasserstoff spielt naturgemäß die Speicherung von erneuerbaren Energien eine Rolle. Allerdings beschäftigen sich nicht alle Projekte mit allen Aspekten der **Speicherung** (Optimierung der Ladung, intelligente Netzanbindung, Tarifgestaltung etc.). Bei fünf Projekten spielt darüber hinaus die Entwicklung und/ oder Umsetzung geeigneter **Infrastrukturkonzepte** eine größere Rolle.

Die größten **Erfolge** gerade der Demonstrationsprojekte sind – neben der Projektumsetzung – oft der Nachweis der Umsetzbarkeit der technischen Konzepte sowie die Erprobung ihrer Alltagstauglichkeit. Dazu gehören oft auch grundlegende Fragen wie die nach geeigneten Geschäftsmodellen oder rechtlichen Regelungen. Häufig wird außerdem im Rahmen der Demonstrationsprojekte Infrastruktur aufgebaut, die auch nach Projektende weiter eingesetzt werden kann.

Interessant sind vor allem die **Erfolgsfaktoren** der dargestellten Projekte. Neben einer Reihe individueller Erfolgsfaktoren gibt es auch einige projektübergreifende, welche sich folgendermaßen zusammenfassen lassen:

1. Kompetenz und Engagement der Projektpartner
2. Finanzielle Förderung der Projekte
3. Unterstützung durch die Politik (Landesregierung, Senat, Bezirke)
4. Zusammenarbeit mit den Behörden vor Ort
5. Technische Vorzüge der jeweiligen Konzepte

Darüber hinaus gibt es auch einige übergreifende **Hemmnisse und Probleme**, welche zumindest teilweise durch gezielte Maßnahmen seitens der Politik und der Regulierung gemildert werden könnten, zum Teil aber auch vom Markt selbst gelöst werden müssen:

1. Schwierigkeiten bei der Genehmigung:
   - Ordnungsrechtlicher Rahmen in Bezug auf Genehmigung von Stellplätzen und Ladesäulen im öffentlichen Raum
   - Heterogener Umgang der Genehmigungsbehörden auf Bezirksebene
   - Verzögerungen durch langwierige Genehmigungsprozesse
2. Konkurrenz
   - Konkurrenz unter den Projektpartnern insbesondere bei größeren Projekten
   - Konkurrenz der Energieversorger bei der Ladesäuleninfrastruktur
3. Verzögerungen und Höhe der Fördermittel
4. Verfügbarkeit von Elektromobilen
5. Hohe Kosten der verwendeten Technologien
6. Technische Herausforderungen und Probleme

Die ausgewerteten Praxisbeispiele zeigen, dass bereits heute die regionale Nutzung von erneuerbaren Energien im Mobilitätsbereich teilweise möglich ist und die bestehenden technischen und infrastrukturellen Probleme bearbeitet werden. Interessant ist, dass die meisten Projekte eine hohe Übertragbarkeit bzw. ein großes **Potenzial** insbesondere im urbanen Raum (inklusive kleinerer Städte wie z.B. Cottbus) haben. Dies dürfte ein weiterer wichtiger Erfolgsfaktor sein, wenn es um

die Diffusion der Konzepte in die breite Praxis geht. Insbesondere für die Elektromobilität werden aufgrund der beschränkten Reichweite als Einsatzgebiet kurze Wege in Ballungsgebieten genannt. Demgegenüber sind Konzepte welche auf Wasserstoff oder Biogas basieren auch in ländlichen Gebieten mit typischerweise längeren Wegen gut anwendbar. Entscheidend ist aber, dass möglichst flächendeckende Infrastrukturen aufgebaut werden können, damit keine Insellösungen entstehen. Allerdings lassen sich die Konzepte meist nicht kurzfristig großmaßstäblich umsetzen, da die Technik oft noch nicht ausgereift oder marktverfügbar ist, infrastrukturelle und politische Rahmenbedingungen fehlen, sowie insbesondere die Kosten für die Nutzer noch zu hoch sind. Konzepte für Gewerbefahrzeuge können außerdem nicht eins zu eins in den Personenverkehr übertragen werden, da die Rahmenbedingungen (z. B. Länge und Variabilität der Fahrstrecken) sich in der Regel stark unterscheiden. Da aber viele der Konzepte sich aufgrund hoher Investitionskosten und günstiger Betriebskosten zunächst vor allem für gewerbliche Nutzer mit hohem Streckenaufkommen finanziell rechnen, kann die Erschließung dieser Nutzergruppe zum Aufbau einer entsprechenden Infrastruktur auch für den Personenverkehr dienen. Für die flächendeckende Diffusion in die Breite scheinen darüber hinaus Konzepte zur Kombination von Individualverkehr und ÖPNV gut geeignet zu sein. Außerdem scheint die Umsetzung im ÖV bereits weiter fortgeschritten zu sein als im MIV: So sind alle Praxisbeispiele im MIV Pilot- oder Demonstrationsprojekte, wohingegen im ÖV und im Wirtschaftsverkehr bereits einzelne kommerzielle Nutzungen (allerdings teilweise ohne erneuerbare Energien) existieren.

5 Fazit

Im vorliegenden Kapitel wird ein Fazit gezogen hinsichtlich der drei zentralen Fragen des Gutachtens: zu den Potenziale erneuerbarer Energien (EE) in der Region, zu den Potenzialen für den Einsatz von EE im Personenverkehr sowie zu der Bedeutung, die regionale Energiepartnerschaften für den EE-Einsatz im Personenverkehr haben können. Zur Beantwortung der Fragen werden Ergebnisse aus allen drei Teilen des Gutachtens zusammengeführt.

Potenziale erneuerbarer Energien in Berlin-Brandenburg

Die Analyse der EE-Potenziale in der Region Berlin-Brandenburg zeigte, dass gerade in Brandenburg nicht nur die derzeitige erneuerbare Energieerzeugung hoch ist, sondern dort auch in größerem Umfang weitere Potenziale bestehen. Diese liegen insbesondere in der **Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien**. So erreichte bereits 2010 die erneuerbare Energieerzeugung einen Anteil von 70 % des Strombedarfs von Brandenburg (ohne Berlin). Bei einem Ausbau entsprechend der in diesem Gutachten dargestellten Ausbauszenarien könnte 2020 die EE-Stromerzeugung in Berlin-Brandenburg summarisch den Strombedarf in der Region Berlin-Brandenburg fast vollständig decken. Es handelt sich dabei vorwiegend um Strom aus Wind- und Sonnenenergie. Die technischen, langfristig erschließbaren Potenziale in Brandenburg liegen sogar noch deutlich über den bis 2020 erschließbaren Potenzialen, insbesondere im Bereich der Windenergie. Nicht zu vernachlässigen sind jedoch die Hemmnisse für den Ausbau der EE-Stromerzeugung, insbesondere die begrenzte Aufnahme-, Übertragungs- und Speicherkapazität der bestehenden Netzinfrastruktur sowie Akzeptanzprobleme. Die EE-Stromerzeugung aus Wind und Sonne unterliegt außerdem erheblichen Fluktuationen. Deshalb können trotz des hohen bilanziellen EE-Stromanteils im Ausbauszenario bis 2020 die erneuerbare Energien allein den Bedarf beider Länder an gesicherter Leistung nicht decken. Wegen der besseren Speicherfähigkeit von Methan und Wasserstoff und damit der geringeren Fluktationsabhängigkeit sind neben einem direkten Einsatz von EE-Strom für den Mobilitätsbereich Power-to-Gas-Konzepte vielversprechend.

Das endogene Potenzial an Biomasse und insbesondere für **Biokraftstoffe** ist dagegen in Berlin und Brandenburg sehr eingeschränkt. In Berlin fehlen die für den Anbau von Biomasse notwendigen Flächen, in Brandenburg bestehen starke Nutzungskonkurrenzen insbesondere zur Nahrungsmittelproduktion, aber auch zur Verwendung von Biomasse zur Wärme- und Strombereitstellung. Damit können endogen erzeugte Biokraftstoffe nur sehr eingeschränkt zur EE-Mobilität in der Metropolregion beitragen.

Einsatz von erneuerbaren Energien im Personenverkehr

Vor dem Hintergrund der erheblichen Potenziale zur EE-Erzeugung in Berlin-Brandenburg stellt sich die Frage nach dem Einsatz von erneuerbaren Energien im Personenverkehr, wobei aufgrund der geringeren Biokraftstoffpotenziale insbesondere der Einsatz von EE-Strom - direkt oder indirekt (Methan, Wasserstoff) - betrachtet wird. Getrennt untersucht wurde der Einsatz im ÖV und MIV aufgrund sehr unterschiedlicher Voraussetzungen. Trotz unterschiedlicher Möglichkeiten ist der EE-Anteil in beiden Bereichen bisher eher gering.

Insbesondere im schienengebundenen ***öffentlichen Verkehr (ÖV)*** sind viele Voraussetzungen für den Einsatz erneuerbarer Energien, d.h. die Verwendung von Strom und teilweise Gas, bereits gegeben. Der Fahrstrom der wichtigsten Verkehrsanbieter jedoch stammt größtenteils aus konventioneller Energieerzeugung. Der Anteil erneuerbarer Energien ist bei der Deutschen Bahn und der

BVG vergleichbar mit dem Bundesdurchschnitt von ca. 20 %. Auch die gasbetriebene Busflotte in Frankfurt (O.) wird mit Erdgas betrieben und der Einsatz von Biogas ist bisher nicht geplant.

Die interviewten Expertinnen und Experten wiesen darauf hin, dass der ÖV auch zukünftig von zentraler Bedeutung für eine klimafreundliche Mobilität bleibt. In beiden Ländern steht entsprechend die Erhöhung des ÖPNV-Anteils bei der Verkehrspolitik im Vordergrund, eine Ausweitung des Einsatzes von EE hat dagegen bisher eine geringe politische Priorität. Der Umweltvorteil des ÖV könnte jedoch gerade durch einen verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien noch ausgebaut werden. Außerdem ist die EE-Mobilität im ÖV teilweise nur mit geringen technischen Problemen und Investitionskosten verbunden: So könnte insbesondere der schienengebundene ÖV durch den verstärkten Bezug von Ökostrom seine CO_2-Emissionen verringern. Ein zentrales Hemmnis für den Einsatz von EE im ÖV ist bisher der höhere Preis von Biogas und EE-Strom im Vergleich zu Erdgas und fossil erzeugtem Strom.

Im ***motorisierten Individualverkehr (MIV)*** ist Elektromobilität ein großes Thema sowohl bei der Bundesregierung als auch in Berlin-Brandenburg, beispielsweise im Rahmen der Modellregion Berlin-Potsdam. Auch wenn bereits einige Pilot- und Demonstrationsprojekte laufen, handelt es sich beim Einsatz von Elektromotoren im MIV im Wesentlichen noch um ein Nischenprodukt, dem jedoch innerhalb des nächsten Jahrzehnts ein deutliches Wachstum prognostiziert wird. Die Substituierung konventioneller Antriebe durch Elektromotoren wird in der Regel unter Einbeziehung von erneuerbaren Energien diskutiert.

Für den Einsatz von Biokraftstoffen sind die infrastrukturellen und technischen Möglichkeiten vorhanden. Wasserstoff im Mobilitätsbereich (MIV und ÖV) ist aus technischen und finanziellen Gründen noch ein Nischenprodukt und wird es in absehbarer Zeit bleiben.

Aufgrund der politischen Fokussierung auf Effizienz und die Verlagerung von Verkehr in Richtung ÖV (modal shift) stehen eher Maßnahmen zur technischen Erneuerung und Weiterentwicklung der bestehenden Infrastruktur und des Fahrzeugbestands im Vordergrund, weniger die Förderung alternativer Antriebe im MIV.

Auch ***innovative Verkehrskonzepte*** wie z. B. Car- oder Bike-Sharing können zu einer nachhaltigen Mobilität beitragen. Allgemein werden integrierte Konzepte, die Mobilität auch mit anderen Aspekten bzw. Planungsbereichen wie Luftreinhaltung, Lärmminderung, Stadtplanung etc. verbinden, für sinnvoll erachtet.

Regionale Energiepartnerschaften

Aufbauend auf den Ergebnissen zu den Potenzialen der Energieerzeugung und des Einsatzes erneuerbarer Energien stellt sich die Frage, welche Potenziale für den Einsatz regional erzeugter erneuerbarer Energien konkret in Berlin-Brandenburg bestehen und welche Voraussetzungen dafür geschaffen werden müssten. Bei der Befragung von Experten sowie den Recherchen zu Praxisbeispielen wurden primär folgende Perspektiven und Grenzen für die Verbreitung **alternativer Antriebsarten** und Technologien in der Region identifiziert:

– Die Elektromobilität hat, vor allem vor dem Hintergrund eines bereits heute relativ hohen EE-Stromaufkommens, laut einigen Experten vor allem im urbanen Raum Potenzial, kämpft aber u.a. noch mit technischen und anderen Problemen sowie hohen Kosten. Einsatzmöglichkeiten ohne hohe Investitionskosten bestünden jedoch im Bereich des schienengebundenen ÖV. Hinsichtlich der Vorteile eines Einsatzes regional erzeugten Stroms bestehen bei einer Reihe

von Expertinnen und Experten Zweifel, da das abstrakte Gut „Strom“ bereits heute europaweit gehandelt wird. Eine Nutzung von Vorteilen der regionalen Nähe durch regionale Energiepartnerschaften scheint daher im Bereich der strombasierten Mobilität schwieriger.

– Die Wasserstoffmobilität stellt grundsätzlich aufgrund der Möglichkeit, den verfügbaren EE-Strom (allerdings unter Verlusten) zu Wasserstoff umzuwandeln eine interessante Option für Berlin-Brandenburg dar. Allerdings ist diese Antriebsart noch mit erheblichen technischen Problemen und einer unzureichenden Infrastruktur konfrontiert. Zudem erschweren hohe Kosten und die geringe Effizienz der Umwandlungsprozesse eine rasche Ausbreitung.
– Der Einsatz von Biogas oder anderem EE-Gas in Erdgasfahrzeugen ist bereits heute ohne technische Probleme möglich. Zudem ist sie aufgrund der höheren Reichweite gegenüber Elektrofahrzeugen auch für ländliche Räume geeignet. Hemmnisse für eine weitere Verbreitung sind das geringe Angebot von Erdgasfahrzeugen am Markt sowie der höhere Anschaffungspreis. Biogene Kraftstoffe (Biogas und flüssige Biokraftstoffe) sind zudem nur in begrenztem Maße verfügbar und der Biomasseanbau ist teilweise mit negativen sozial-ökologischen Wirkungen verbunden. Dagegen könnte zukünftig Windgas aufgrund der großen Windenergiepotenziale in Brandenburg eine relevante Rolle auch im Mobilitätsbereich spielen. Andere Formen von EE-Gas (z. B. Solargas) sind eine weitere denkbare Option.

Insgesamt zeigt der Blick auf die unterschiedlichen Technologien und Antriebsarten, dass alle spezifische Chancen und Hemmnisse für den Einsatz regionaler erneuerbarer Energien aufweisen. Damit kann derzeit weder eine Technologie als die einzig geeignete noch eine Technologie als gänzlich ungeeignet bewertet werden. Damit sollte zunächst von einer weiterhin bestehenden **Pluralität der Konzepte** ausgegangen werden. Die Bewertung der Technologien und ihrer Potenziale hängt auch von der betrachteten Zeitperspektive ab: Während der Einsatz von Biogas in Erdgasfahrzeugen oder von EE-Strom im schienengebundenen ÖV technisch derzeit ohne Probleme umsetzbar ist, sind bei anderen Antriebsarten noch technische Weiterentwicklungen sowie der Ausbau der Infrastruktur wichtige Voraussetzungen zur Erlangung der Marktreife. Gleichzeitig sind unterschiedliche Energieträger heute und zukünftig in unterschiedlichem Maß verfügbar. Für die Auswahl der Technologien und Energieträger für zukünftige regionale Energiepartnerschaften stellt sich damit die Frage, ob nach kurz-, mittel- oder langfristigen Lösungen gesucht wird.

Anhand der bisherigen Praxisbeispiele, die bereits heute EE-Mobilität - in der Regel noch in Form von Demonstrationsprojekten - umsetzen oder Voraussetzungen dafür schaffen, konnten primär folgende **Erfolgsfaktoren** festgestellt werden:

– Das Vorhandensein geeigneter politischer Regelungen und deren Kontinuität, die Unterstützung durch Landesregierung, Senat und Bezirke sowie eine gute Zusammenarbeit mit den Behörden vor Ort (z. B. bei der Genehmigung von Stellflächen).
– Eine gute Vernetzung verschiedener Akteursgruppen. Hervorzuheben ist die zunehmende Bedeutung der Stadtwerke.
– Transparenz (z. B. zu Produktionsort und -bedingungen von eingesetzter Biomasse).

Auch die **räumliche Nähe** von Energieerzeugung und Nutzung im Sinne regionaler Energiepartnerschaften kann eine Reihe von Vorteilen gegenüber anderen Konzepten aufweisen:

– Es herrscht eine hohe Verbraucherakzeptanz für erneuerbare Energien aus der Region, die z. B. für das Marketing der EE-Mobilität genutzt werden kann.

- Mehrere Experten wiesen auf ein hohes Synergiepotenzial von Berlin (Energieverbraucher) und Brandenburg (Energieerzeuger) hin, jedoch wurde auch die Eigenverantwortung der Bundesländer im Bereich erneuerbarer Energien hervorgehoben.
- Die Schaffung von Arbeitsplätzen und regionale Wertschöpfung kann ein weiterer Vorteil regionaler Energiepartnerschaften sein. Dies kann wiederum die Akzeptanz der Nutzung, aber auch beispielsweise von Förderinstrumenten seitens der Politik steigern.
- Geringere Transportverluste können laut einigen Experten durch die Dezentralität von Erzeugung und Verbrauch verursacht werden.
- Die Experten sahen Vorteile eher bei flüssigen oder gasförmigen Biokraftstoffen als beim abstrakten, bereits heute europaweit gehandelten Gut „Strom“. Einige Experten sahen beim EE-Strom keine Vorteile einer räumlichen Nähe zwischen Energieerzeuger und Verbraucher bzw. den beteiligten Akteuren. Ähnlich wie die Biokraftstoffe kann hingegen „Windgas“ (als Methan oder Wasserstoff) von regionalen Konzepten profitieren.
- Als Vorteil genannt wurde auch der verringerte Ausbaubedarf des Stromnetzes durch eine stärkere Verbreitung der Elektromobilität. Eine solche Entlastung wäre jedoch erst bei einer großen Fahrzeugflotte spürbar; ob und bis wann ein starker Ausbau der Elektromobilität stattfinden wird ist jedoch noch nicht abschätzbar.

Der EE-Mobilität sowie insbesondere der Nutzung alternativer Antriebe stehen eine Reihe von technisch-infrastrukturellen, politischen und sonstigen **Hemmnissen** entgegen. Die wichtigsten von den Expertinnen und Experten genannten sind:

- Technische und infrastrukturelle Hemmnisse: viele alternative Antriebsarten sind technisch noch nicht ausgereift und/oder mit hohen Kosten verbunden, das Fahrzeugangebot ist begrenzt.
- Politische Hemmnisse: begrenzte Finanzmittel der Länder und Kommunen; Unterschiede in Vorgehen und Kooperationsbereitschaft der Genehmigungsbehörden auf Bezirksebene (z. B. Verzögerungen durch langwierige Genehmigungsprozesse); keine rechtssichere Möglichkeit für eine Bevorzugung alternativer Antriebe (z. B. Benutzen bestimmter Fahrspuren, Reservierung spezieller Parkplätze); fehlende Standardisierung im Bereich der Elektromobilität (führt zu Konkurrenz der Energieversorger bei der Ladeinfrastruktur).
- Sonstige Hemmnisse: Offene Fragen in der Anwendung (z. B. Verfügbarkeit der Ladeinfrastruktur); Konkurrenz zwischen Unternehmen bei der Technologieentwicklung.

Die Untersuchung der Praxisbeispiele bestätigte die genannten Hemmnisse. Zudem zeigte sich, dass Informationen zu Pilot- und Demonstrationsvorhaben nur schwer zugänglich sind. Häufig sind nur Pressemitteilungen oder allgemeine Ziele des Vorhabens einfach recherchierbar, genauere Informationen zum Stand der Vorhaben sind oft nur durch persönlichen Kontakt erhältlich. Diese **geringe Transparenz** kann ein Hindernis für die Diffusion der Projektergebnisse darstellen.

Die Hemmnisse zeigen auf, in welchen Bereichen in Berlin und Brandenburg **politische Handlungsmöglichkeiten und –bedarf** bestehen, um den Einsatz regional erzeugter erneuerbarer Energien im Mobilitätsbereich zu erweitern. Neben technologischen Weiterentwicklungen betrifft dies insbesondere den Ausbau der Infrastruktur, die Beseitigung politischer Hemmnisse sowie die Schaffung von förderlichen Rahmenbedingungen. Neben klassischen politischen Förderinstrumenten sind die Schaffung von Transparenz, die Kooperation zwischen unterschiedlichen Akteuren sowie die Sichtbarmachung von erfolgreichen Praxisbeispielen wichtige Handlungsfelder.

Die **direkten Einflussmöglichkeiten** von Ländern bzw. Kommunen sind nach Meinung einer Reihe der befragten Expertinnen und Experten begrenzt. Neben der fehlenden Gesetzgebungskompetenz im Straßenverkehrsrecht wurde dies mit den geringen finanziellen Spielräumen begründet.

Der Einsatz **finanzieller Fördermittel** sollte deshalb überlegt und nachhaltig erfolgen:

– Viele Experten bevorzugen eine primäre Förderung von Forschung und Entwicklung.
– Diese Förderung sollte verschiedene Technologien umfassen (Vermeidung der einseitigen Fokussierung auf wenige Antriebsarten) und kontinuierlich statt punktuell sein.
– Eine direkte Subventionierung, z. B. des Kaufs von Elektrofahrzeugen, ist unter den Experten umstritten. Einige der Befragten sahen die Zuständigkeit für eine Förderung bei den Automobilkonzernen, die bei einer erfolgreichen Markteinführung die eingesetzten Mittel wieder erwirtschaften könnten.

Neben einer finanziellen Förderung können die Länder jedoch auch auf andere Art und Weise **direkt oder indirekt Einfluss** auf eine Förderung der EE-Mobilität üben:

– Eine bessere Vernetzung der Förderprogramme und Akteure aus Politik, Energiewirtschaft und Verkehr könnte weitere Energiepartnerschaften bzw. den Ausbau der EE-Mobilität fördern.
– Trotz der Zuständigkeit des Bundes im Straßenverkehrsrecht haben die Länder die Möglichkeit sich (bevorzugt gemeinsam) für eine Veränderung des Bundesrechts einzusetzen, beispielsweise für eine rechtliche Privilegierung alternativer Antriebsformen im Straßenverkehr.
– Und nicht zuletzt können Länder und Kommunen als Eigentümer von Verkehrsdienstleistungsunternehmen, aber auch im Rahmen von Ausschreibungen den Einsatz von erneuerbaren Energien im ÖV voranbringen. Dafür wäre insbesondere die Einführung von ökologischen Standards bei der Vergabe von Verkehrsleistungen ein wichtiger Schritt.

Das Gutachten konnte aufzeigen, dass der Einsatz von regional erzeugten, erneuerbaren Energien im Mobilitätsbereich in Berlin-Brandenburg einige Potenziale aufweist und bereits heute erste Ansätze zum Einsatz von EE im Personenverkehr bestehen. Dennoch gibt es noch eine Reihe von Hemmnissen, so dass eine weitere Verbreitung politischer Unterstützung bedarf. Dabei ist unter anderem die Kooperation unterschiedlicher Akteure (Politik, Wissenschaft und Wirtschaft) eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgreiche Ausweitung der EE-Mobilität in der Region. In diesem Sinne können **regionale Energiepartnerschaften** ein Weg sein, um einzelne Technologien und Antriebsarten oder auch abgestimmte Konzepte für eine Ausweitung des Einsatzes erneuerbarer Energien im Personenverkehr voranzubringen. Damit könnte ein Beitrag zu einer klimafreundlichen und nachhaltigen Gestaltung des Verkehrs in der Region Berlin-Brandenburg geleistet werden, da aus der regionalen Energieerzeugung zusätzlich ökonomische Vorteile für die Region resultieren. Insbesondere für den Einsatz erneuerbarer Energien im ÖV bestehen dabei gute technologische und infrastrukturelle Voraussetzungen sowie politische Handlungsmöglichkeiten auf Ebene der Länder und Kommunen für eine kurzfristige Erhöhung der EE-Anteile. Im MIV, insbesondere im Hinblick auf die Elektromobilität, geht es dagegen vorrangig um die Schaffung von geeigneten Rahmenbedingungen, die Praxiserprobung und technologische Weiterentwicklungen, so dass eher mittelfristig marktgängige Konzepte für den Einsatz von EE im Personenverkehr entstehen.

Ein erster Schritt hin zu einer länderübergreifenden Abstimmung zu politischen Zielen und den Möglichkeiten zur Ausweitung des Einsatzes regionaler erneuerbaren Energien im Personenverkehr kann die durch die Gemeinsame Landesplanungsabteilung der Länder Berlin und Brandenburg ins Leben gerufene, **interministerielle Arbeitsgruppe** sein, die sich seit Juni 2011 zweimal

getroffen hat. Zur Schaffung einer darüber hinaus gehenden, tragfähigen Akteurskonstellation für zukünftige regionale Energiepartnerschaften findet im November 2011 ein regionaler Workshop statt, in den die Ergebnisse des vorliegenden Gutachtens einfließen.

6 Literaturverzeichnis

50 Hertz (2011): EEG-Anlagenstammdaten 2010 (Stand März 2011). http://www.50hertz-transmission.net/cps/rde/xchg/trm_de/hs.xsl/165.htm?rdeLocaleAttr=de&rdeCOQ=SID-88C849B0-B4C86DE9 (Zugegriffen 30. April 2011).

Amt für Statistik Berlin Brandenburg (2011): Straßenverkehr Basisdaten 2010. http://www.statistik-berlin-brandenburg.de/ (Zugegriffen 10. Juli 2011).

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2010): Statistischer Bericht E IV 4 – j / 07, Energie- und CO_2-Bilanz im Land Brandenburg 2007. Hrsg.: Das Amt für Statistik Berlin-Brandenburg. http://www.statistik-berlin-brandenburg.de/publikationen/Stat_Berichte/2010/SB_E4-4_j01-07_BB.pdf.

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2010a): Energie und CO_2-Bilanz im Land Brandenburg 2007. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.statistik-berlin-brandenburg.de/publikationen/Stat_Berichte/2010/SB_E4-4_j01-07_BB.pdf

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2010b): Ergebnisse des Mikrozensus Land Berlin 2008.

Amt für Statistik Berlin-Brandenburg (2011): Energie und CO2-Bilanz in Berlin 2008. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.statistik-berlin-brandenburg.de/Publikationen/Stat_Berichte/2011/SB_E4-4_j01-08_BE.pdf

Arm, Bernd (2011): Schiene 2012 / 2020 Berlin und Umland. Center für Nahverkehrs- und Qualitätsmanagement, VBB Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg GmbH. Jahreskonferenz des Kommunalen Nachbarschaftsforums Berlin-Brandenburg 2011.

BBSR [Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumordnung] (2008): Laufende Raumbeobachtung des BBSR.

BEA und IÖW [Berliner Energieagentur, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung] (2011): Energiekonzept 2020 - Langfassung; Energie für Berlin: Effizient-Erneuerbar-Zukunftsfähig. http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-wirtschaft/energie/energiekonzept.pdf?start&ts=1302593601&file=energiekonzept.pdf.

BMU (2009): Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland - Leitszenario 2009.

BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit] (2011). Kurzinfo Elektromobilität. Stand Mai 2011. Online-Ressource, letzter Zugriff 1.11.2011: http://www.bmu.de/verkehr/elektromobilitaet/doc/44795.php

BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit] (2011): Erfahrungsbericht 2011 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG-Erfahrungsbericht) - Entwurf vom 3.5.2011. 3. Mai.

Bode, Sven, Philip Steden und Jan Berenwinkel (2009): Ökonomische Effekte der Windenergie im Land Brandenburg. arrhenius Institut für Energie- und Klimapolitik, Prognos AG.

Bofinger, Stefan, Doron Callies, Michael Scheibe, Yves-Marie Saint-Drenan und Kurt Rohrig (2011): Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land - Kurzfassung. Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) im Auftrag des Bundesverband WindEnergie e.V. (BWE), März. http://www.energiegipfel.hessen.de/mm/IWES_Potenzial_onshore_2011.pdf.

Brake, Matthias (2009): Mobilität im regenerativen Zeitalter: Was bewegt uns nach dem Öl? Heise, 2009.

BSR [Berliner Stadtreinigung] (2011): www.bsr.de

Bundesregierung (2009). Nationaler Entwicklungsplan Elektromobilität der Bundesregierung. Die Bundesregierung, August 2009. Zugriff am 8.6.2011 www.elektromobilitaet.din.de/sixcms_upload/media/3310/Nationaler-Entwicklungsplan-Elektromobilitaet.pdf

Bundesregierung (2011): Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Eva Bulling-Schröter, Ralph Lenkert, Ulla Lötzer, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE. – Drucksache 17/6897 – Abregelung von Stromerzeugungsanlagen. Deutscher Bundestag, 20. September. http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/070/1707016.pdf (Zugegriffen 25. September 2011).

BVG [Berliner Verkehrsbetriebe] (2009): Bericht der nachhaltigen Unternehmensentwicklung 2009. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.bvg.de/index.php/de/binaries/asset/download/853645/file/1-1

CEP [Clean Energy Partnership] (2011). Wasserstoff bewegt – Kommen Sie mit! Clean Energy Partnership. April 2011. Online-Ressource, letzter Zugriff 17.08.2011: http://www.cleanenergypartnership.de/fileadmin/pdf/_final_CEP_Brosch_dt_06_2011.pdf

Chung, Min-ku (2010): Einsatz von Biomasse in städtischen Großkraftwerken Berliner Energietage 2010: Kompetenzen vernetzen. http://www.berliner-netzwerk-e.de/media/file/245.2010-05-11_Berliner_Energietage_Vattenfall_Biomasse.pdf (Zugegriffen 27. Oktober 2010).

DB [DB Mobility Logistics AG] (2010): Faktenblatt - Die Deutsche Bahn in Berlin und Brandenburg. http://www.deutschebahn.com/site/shared/de/dateianhaenge/presse/bilanz__pk__faktenblatt__berlin.pdf (Zugegriffen 1. Juli 2011).

Dehoust, Günter, Doris Schüler, Regine Vogt und Jürgen Giegrich [k.A.] (2010): Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft□: am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz. Dessau-Roßlau. http://opus.kobv.de/zlb/volltexte/2011/9862/ (Zugegriffen 6. Juni 2011).

dena [Deutsche Energie-Agentur GmbH] (2010a): Kurzanalyse der Kraftwerksplanung in Deutschland bis 2020 (Aktualisierung). Februar.

dena [Deutsche Energie-Agentur] (2010b): dena-Netzstudie II – Integration erneuerbarer Energien in die deutsche Stromversorgung im Zeitraum 2015 – 2020 mit Ausblick 2025. Berlin, November. http://www.dena.de/fileadmin/user_upload/Download/Dokumente/Studien___Umfragen/Endbericht_dena-Netzstudie_II.PDF.

Destatis (2011): Statistisches Bundesamt Deutschland. Regionalatlas der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. Online-Ressource, letzter Zugriff 22.11.2011: http://ims.destatis.de/indikatoren/Default.aspx

Deutsche Bahn (2009): Nachhaltigkeitsbericht 2009. Online-Ressource, letzter Zugriff 22.10.2011: http://www.deutschebahn.com/site/nachhaltigkeitsbericht__2009/zubehoer__assets/de/dateianhaenge/nhb__download__2009.pdf

Deutsche Bahn (2010): Faktenblatt: Die Deutsche Bahn in Berlin und Brandenburg. Stand März 2010.

Deutsche Bahn (2011a): DB AG setzt auf Strom aus Windkraft. Online-Ressource, letzter Zugriff 17.08.2011: http://www.deutschebahn.com/site/bahn/de/nachhaltigkeit/umwelt/klimaschutz/erneuerbare__energien/maerkisch__linden.html

Deutsche Bahn (2011b): DB unterstützt das weltweit erste Hybridkraftwerk. Online-Ressource, letzter Zugriff 17.08.2011: http://www.deutschebahn.com/site/bahn/de/nachhaltigkeit/umwelt/klimaschutz/hybridkraftwerk/hybridkraftwerk.html

Deutsche Bahn (2011c): Deutsche Bahn schließt mit RWE Vertrag über Strom aus Wasserkraft. Online-Ressource, letzter Zugriff 17.08.2011: http://www.deutschebahn.com/site/bahn/de/nachhaltigkeit/umwelt/klimaschutz/wasserkraft/wasserkraft.html

DStGB [Deutscher Städte- und Gemeindebund] (2009): Repowering von Windenergieanlagen - Kommunale Handlungsmöglichkeiten. DStGB-Dokumentation Nr. 94. http://www.dstgb.de/dstgb/DStGB-Dokumentationen/Nr. %2094 %20-%20Repowering %20von %20Windenergieanlagen %20-%20Kommunale %20Handlungsm %C3 %B6glichkeiten/doku94_repowering_barrierefrei.pdf.

Dütschke, Elisabeth und Peters, Anja (2010): Zur Nutzerakzeptanz von Elektromobilität. Analyse aus Expertensicht. Fraunhofer ISI, Karlsruhe.

e-mobility (2011): IKT – Integration der Elektromobilität in die Netzsysteme der Zukunft. Projekthomepage. Online-Ressource, letzter Zugriff 1.11.2011: http://www.e-ikt.de

energate (2009a): Elektromobilität – ein Geschäftsfeld der Zukunft: auch für Energieversorger? Studie. Con|energy Unternehmensberatung GmbH & Co.KG

energate (2009b): Elektromobilität – Städte und Kommunen als Partner der Energieversorger. Studie. Con|energy Unternehmensberatung GmbH & Co.KG

Erdgas mobil e.V. (2011): Startschuss: Bio-Erdgas-Fahrzeuge im Einsatz für den Fahrdienst der Bundestagsabgeordneten. Pressemitteilung. Online Ressource, letzter Zugriff 16.10.2011: http://www.erdgas-mobil.de/presse-aktuelles/pressemitteilungen/pressemitteilung-single-view/news/startschuss-bio-erdgas-fahrzeuge-im-einsatz-fuer-den-fahrdienst-der-bundestagsabgeordneten/

ETI [Energie Technologie Initiative Brandenburg] (2009): Tiefengeothermie in Brandenburg. 20. Juli. http://eti-brandenburg.de/energiethemen/geothermie/tiefengeothermie.html (Zugegriffen 3. August 2011).

Everding, D., C. Karl, L. Milchert und C. Petersdorff (2006): Solarer Rahmenplan Berlin.

Fahrun, J. (2009): Berlins Stadtgüter wollen alternative Energie erzeugen. http://www.morgenpost.de/berlin/article1128288/Berlins_Stadtgueter_wollen_alternative_Energie_erzeugen.html (Zugegriffen 12. November 2009).

Fischedick, Manfred und Peter Hennicke (2000): Bedeutung regenerativer Energien für ein zukunftsfähiges Energiesystem. Wuppertal, Juni. http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2328/i4.pdf.

Follmer, Robert et al. (2010): Mobilität in Brandenburg und Berlin. Integrierte Auswertung MiD und SrV 2008. Infas Institut für angewandte Sozialwissenschaft GmbH Bonn und Technische Universität Dresden.

forsa (2010): Umfrage zum Thema „Erneuerbare Energien“ 2009 –Einzelauswertung Bundesländer. http://www.unendlich-viel-energie.de/uploads/media/FORSA-Akzeptanz_EE_Einauswertung_Bundeslaender_01.pdf (Zugegriffen 25. August 2011).

Forschungsstelle für Energiewirtschaft (2010): Modellregion Elektromobilität München: Szenarien für das Potenzial an Elektrofahrzeugen im Münchner Individualverkehr bis 2030. Endbericht, November 2010.

Frey, Barbara (2011): Tiefengeothermie - Energie aus der Tiefe. Solarthemen:kom, Nr. Sommer 2011: 8-10.

Günnewig, Dieter, Michael Püschel, Ole Langniß, Tobias Kelm, Michael Mack, Burchard Decker, Matthias Reichmuth und Johannes Bohl (2008): Monitoring zur Wirkung des novellierten EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Solarenergie, insbesondere der Photovoltaik-Freiflächen. ARGE. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/pv_monitoring_letztbericht_guennewig.pdf.

Günnewig, Dieter, Püschel Michael, Alexandra Rohr, Roman Götze, Lucretia Löscher, Anemon Boelling und Michael Mack (2009): Erarbeitung von Grundlagen zur regionalplanerischen Steuerung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen am Beispiel der Region Lausitz-Spreewald. Bosch & Partner GmbH, Götze Rechtsanwälte, Solar Engineering Decker & Mack GmbH. http://gl.berlin-brandenburg.de/imperia/md/content/bb-gl/energie/gutachten_endbericht.pdf.

Hampel, Gregor (2011): Smart Grids - die Netz von morgen oder übermorgen? Berliner Energietage 2011, 18. Mai.

Hebes, Paul; Trommer, Stefan; Kihm, Alexander (2011): Elektromobilität: Analyse des Marktpotentials in verschiedenen Raumtypen. Elektromobilität: Baustein für eine umfassende Neugestaltung der Mobilität? Jahrestagung des AK Verkehr der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGFG) 2011.

Hirschl, Bernd, Astrid Aretz, Elisa Dunkelberg, Anna Neumann und Julika Weiß (2011): Potenziale erneuerbarer Energien in Berlin 2020 und langfristig – Quantifizierung und Maßnahmengenerierung zur Erreichung ambitionierter Ausbauziele. http://www.ioew.de/publikation_single/Potenziale_erneuerbarer_Energien_in_Berlin_2020_und_langfristig_Quantifizierung_und_Massnahmenge/ (Zugegriffen 1. August 2011).

Höpfner, Ulrich; Pehnt, Martin; Merten, Frank (2007): Elektromobilität und erneuerbare Energien. Arbeitspapier Nr. 5 im Rahmen des Projektes “Energiebalance – Optimale Systemlösungen für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz”. ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg und Wuppertal-Institut für Klima, Umwelt, Energie.

ICU / Witzenhausen-Institut (2009a): Nutzung von Biomasse in Berlin: Endbericht - Kurzfassung. http://www.berlin.de.

ICU / Witzenhausen-Institut (2009b): Nutzung von Biomasse in Berlin: Endbericht - Kurzfassung. http://www.berlin.de.

Kaltschmitt, M., W. Streicher und A. Wiese (2006): Erneuerbare Energie – Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. Leipzig: Wiese, A.

Kenkmann, Tanja (2010): Erneuerbare Energien-Biomassestrategie des Landes Brandenburg. Hrsg.: Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2328.de/bmstrategie.pdf (Zugegriffen 1. März 2011).

Klärle, Martina, Dorothea Ludwig, Sandra Lanig und Katharina Meik (2009): Das Solarpotenzial-Dachkataster des Forschungsprojektes SUN-AREA - Ein Erfahrungsbericht aus der praktischen Umsetzung. Solarzeitalter, Nr. 1: 85-90.

Kraftfahrt-Bundesamt (2007). Zentrales Fahrzeugregister 2007.

Kraftfahrt-Bundesamt (2011). Emissionen, Kraftstoffe - Deutschland und seine Länder am 1. Januar 2011. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.kba.de/cln_033/nn_269000/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/EmissionenKraftstoffe/emissionen__node.html

Kraftwerks- und Anlagenbau AG (1992): Potentialstudie der nutzbaren Wasserkraft im Land Berlin.

Landesregierung Brandenburg (1996): Gesetz über den öffentlichen Personennahverkehr im Land Brandenburg (ÖPNV-Gesetz-ÖPNVG). Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.bravors.brandenburg.de/sixcms/detail.php?gsid=land_bb_bravors_01.c.24344.de

Landesregierung Brandenburg (2006): Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg. Online-Ressource, letzter Zugriff 22.09.2011: http://brandenburg.de/cms/media.php/gsid=lbm1.a.1312.de/Energiestrategie %202020.pdf

Landesregierung Brandenburg (2008): Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg, Umsetzung des Beschlusses des Landtages, DS 4/2893-B, vom 18. Mai 2006. Hrsg.: Ministerium für Wirtschaft des Landes Brandenburg, 20. Mai. http://brandenburg.de/cms/media.php/gsid=lbm1.a.1312.de/Energiestrategie %202020.pdf (Zugegriffen 2. März 2011).

Landkreis Barnim (2008a): Nahverkehrsplan für den übrigen ÖPNV des Landkreises Barnim im Zeitraum 2008 bis 2010. Online Ressource, letzter Zugriff 25.10.2011: http://www.barnim.de/fileadmin/bereiche/verwaltung/Fachaemter_LK_Barnim/Dezernat3/Amt61/Formulare_und_Satzungen/OEPNV/Landkreis_Barnim_-_Nahverkehrsplan_2008-2010.pdf

Landkreis Barnim (2008b): Stoffstrommanagement Master Plan – Null-Emissions-Landkreis Barnim. Online Ressource, letzter Zugriff 25.10.2011:http://www.erneuerbar.barnim.de/fileadmin/user/schink/barum111/Zusammenfassung_Master_Plan_LK_Barnim.pdf

Linke, Carsten [Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Brandenburg] (2007): Potenziale erneuerbarer Energien. MLUV. http://www.nachhaltigkeitsbeirat.brandenburg.de/cms/media.php/bb2.a.5490.de/nb_linke.pdf.

LUA (2007): Umweltdaten Brandenburg - Bericht 2007. Landesumweltamt Brandenburg. http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2320/udat07kf.pdf.

LUA [Landesumweltamt Brandenburg] (2006): Daten zum integrierten Klimaschutzmanagement im Land Brandenburg. Fachbeiträge des Landesumweltamtes 104, Oktober 2006. Online-Ressource, letzter Zugriff 24.10.2011: http://www.brandenburg.de/cms/media.php/2320/fb_i104.pdf

LUGV [Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz] (2011): Ausbaustand der erneuerbaren Energien im Land Brandenburg für das Jahr 2010 (31.12.2010). Hrsg.: LUGV. http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2328.de/eeausbau.pdf.

Märkische Allgemeine (2011): Verkehrsbetrieb lud zum Tag der offenen Tür / Im November kommt erster Elektrobus. Ausgabe vom 19.09.2011. Online-Ressource, letzter Zugriff 26.10.2011: http://www.maerkischeallgemeine.de/cms/beitrag/12175971/60709/Verkehrsbetrieb-lud-zum-Tag-der-offenen-Tuer-Im.html

MdF [Ministerium der Finanzen des Landes Brandenburg] (2010): Beteiligungsbericht 2010 des Landes Brandenburg. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.mdf.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/Beteiligungsbericht_2010_web.pdf

MIL [Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg] (2011): Schienenverkehr im Land Brandenburg – Organisation und Zuständigkeiten, Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.mil.brandenburg.de/sixcms/detail.php/bb1.c.138471.de

Ministerium für Wirtschaft des Landes Brandenburg [Ministerium für Wirtschaft des Landes Brandenburg] (2008): Energiestrategie 2020 des Landes Brandenburg. http://www.zab-energie.de/files/documents/2008_Energiestrategie_2020.pdf.

MIR [Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung des Landes Brandenburg] (2008): Landesnahverkehrsplan 2008-2012, Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung Brandenburg. Online-Ressource, letzter Zugriff 22.09.2011: http://www.mil.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/MIR_AKTUELL_02-2008_Landesnahverkehrsplan_2008-2012.pdf

MIR [Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung des Landes Brandenburg] und VBB [Verkehrsverbund Berlin-Brandenburg] (2009): Zuschlag für 16 Regionalbahnstrecken erteilt. Presseinformation vom 27.09.2009. Online-Ressource, letzter Zugriff 28.10.2011: http://www.vbbonline.de/download/pdf/presse/Presse_27_07_09.pdf

MLUV [Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg] (2008): Landespolitischer Maßnahmenkatalog zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels, Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Online-Ressource, letzter Zugriff 02.09.2011: http://brandenburg.de/cms/media.php/2328/mk_klima.pdf

MLUV [Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg] (2008): Zwischenbericht Landtagsbeschluss zur Solarflächenanalyse in Brandenburg (LT-DS 4/6449; beschlossen am 10.07.2008).

MSWV [Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg] (2002): Integriertes Verkehrskonzept 2002. Online Ressource, letzter Zugriff 25.10.2011: http://www.mil.brandenburg.de/sixcms/media.php/4055/Integriertes_Verkehrskonzept_2002.pdf

MUGV [Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg] (2010): Elektromobilität ist mehr als Elektroautos. Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 11.06.2010. Online-Ressource, letzter Zugriff 22.09.2011: http://www.mugv.brandenburg.de/sixcms/detail.php/lbm1.c.192285.de

MUGV [Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg] (2011a): Umweltminister für mehr E-Autos und weniger Lärm. Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 27.05.2011. Online-Ressource, letzter Zugriff 22.09.2011: http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/5lbm1.c.162938.de

MUGV [Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg] (2011b): Umweltproblem – Verkehr. Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, 16.02.2011. Online-Ressource, letzter Zugriff 02.09.2011: http://www.mugv.brandenburg.de/cms/detail.php/lbm1.c.236232.de

MUGV [Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz] (2010): Siedlungsabfallbilanz Brandenburg 2009. http://www.mugv.brandenburg.de/cms/media.php/lbm1.a.2320.de/bilanz09.pdf (Zugegriffen 6. Juni 2011).

Nationale Plattform Elektromobilität (2010). Zwischenbericht der Arbeitsgruppe 3: Lade-Infrastruktur und Netzintegration. 30. November 2010. Online-Ressource, letzter Zugriff 12.08.2011: http://www.bdew.de/internet.nsf/id/61D04A7EE63A0215C125783E00548A99/$file/Zwischenbericht %20AG %203_30.11.2010.pdf

Nationale Plattform Elektromobilität (2011). Zweiter Bericht der Nationale Plattform Elektromobilität. Online-Ressource, letzter Zugriff 10.10.2011: http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/bericht_emob_2.pdf

NBB (2011): Netzstrukturdaten, Stand 31.12.2010. http://www.nbb-netzgesellschaft.de/Downloads/netzstrukturdaten.pdf.

Oeser, Michael (2006): Systemanalyse der Umweltwirkungen hoher Windstromanteile. Diplomarbeit. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart; Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU), Heidelberg.

Öko-Institut (2007): Vergleichen wir Äpfel mit Birnen? Über das Messen von Energie- und Ökobilanzen (im Bereich Biomasse). Beitrag zur BtN-Sommerakedemie am 17.6.2007, Insel Vilm. Online-Ressource, letzter Zugriff 02.09.2011: http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/ina/vortraege/21-07-07-Fritsche2.pdf

RWE Mobility (2011): Standort der RWE Smart Station. Online-Ressource, letzter Zugriff 01.09.2011: http://www.rwe-mobility.com/web/cms/de/240690/rwemobility/was-ist-elektromobilitaet/standorte-rwe-smart-station

S-Bahn Berlin (2007): Umweltbericht der S-Bahn Berlin GmbH 2002-2006. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.corporateregister.com/a10723/sbahn06-env-de.pdf Senat Berlin und Landesregierung Brandenburg (2011). Gemeinsame Innovationsstrategie der Länder Berlin und Brandenburg (innoBB). Juni 2011. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.berlin.de/imperia/md/content/sen-wirtschaft/inno/strategie.pdf?start&ts=1309356993&file=strategie.pdf

Scherf, Christian (2010): Entwicklungshürden der Elektromobilität: Das Verhältnis zwischen Antriebsparadigma und Automobilleitbild. InnoZ-Baustein Nr. 8. Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ, Hg.).

Schulz, Detlef (2009): Speicherpotenziale von Pumpspeicherwerkenin Tagebaurestlöchern ehemaligerBraunkohlereviere. Deutsche Umwelt Hilfe (DUH), Helmut Schmidt Universität. http://www.forum-netzintegration.de/uploads/media/DUH_Schulz_300909_01.pdf.

Schwarz, Harald, Klaus Pfeiffer, André Fuchs, Tobias Porsinger und Alexander Feige (2011): Fortführung der Studie zur Netzintegration der Erneuerbaren Energien im Land Brandenburg. Studie der Brandenburgischen Universität Cottbus (BTU) im Auftrag des Ministeriums für Wirtschaft und Europaangelegenheiten des Landes Brandenburg, Juli.

Seefeldt, Friedrich, Jutta Struwe und Marco Wünsch (2007): Grundlagen für dir Fortschreibung der Energiestrategie Brandenburg. Prognos AG. http://www.energie.brandenburg.de/media_fast/bb1.a.2865.de/prognos_EnergiestrategieBB_Endbericht.pdf.

SenGUV [Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin] (2010): Kraft-Wärme-Kopplung in Berlin. Dezember. http://www.berlin.de/sen/umwelt/klimaschutz/aktiv/kwk/download/BEA-042_Flyer_KWK_SenGUV_BF4_V03.pdf (Zugegriffen 8. September 2010).

SenStadt [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin] (2007): Nahverkehrsplan des Landes Berlin 2006-2009. Online-Ressource, letzter Zugriff 20.10.2011:

http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/politik_planung/oepnv/nahverkehrsplan/download/nahverkehrsplan_2006-2009.pdf

SenStadt [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin] (2009): Der Nahverkehrsplan – Berlin fährt vor. NVP Fortschreibung 2010-2014. Online Ressource, letzter Zugriff 25.10.2011: http://www.cnb-online.de/fileadmin/cnb/bilder/Infoblatt_NVP_2010-2014.pdf

SenStadt [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin] (2011a): Stadtentwicklungsplan Verkehr. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/politik_planung/step_verkehr/download/Stadtentwicklungsplan_Verkehr_Berlin_gesamt.pdf

SenStadt [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin] (2011b): Mobilitätsprogramm 2016 des Stadtentwicklungsplans Verkehr. März 2011. Online-Ressource, letzter Zugriff 12.08.2011: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/verkehr/politik_planung/step_verkehr/download/Mobilitaetsprogramm2016.pdf

SenStadt [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin] (2011c): Mobilität der Stadt. Berliner Verkehr in Zahlen. Ausgabe 2010.

SenStadt [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin] und MIL [Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg] (2010): Gemeinsam planen für Berlin und Brandenburg. Online Ressource, letzter Zugriff 25.10.2011: http://gl.berlin-brandenburg.de/imperia/md/content/bb-gl/publikationen/gemeinsam_planen_d2011bf.pdf

SenStadt [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin] und MIL [Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft des Landes Brandenburg] (2011): Gemeinsame Landesplanungsabteilung. Online-Ressource, letzter Zugriff 28.10.2011: http://gl.berlin-brandenburg.de/ueber/landesplanungsabteilung/index.html

SenStadt [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin] und MIR [Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung des Landes Brandenburg] (2009a): Gesamtverkehrsprognose 2025 für die Länder Berlin und Brandenburg.

SenStadt [Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin] und MIR [Ministerium für Infrastruktur und Raumordnung des Landes Brandenburg] (2009b): Landesentwicklungsplan Berlin-Brandenburg (LEP B-B). Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://gl.berlin-brandenburg.de/imperia/md/content/bb-gl/landesentwicklungsplanung/lep_bb_broschuere.pdf

SenWTF [Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Frauen] (2010): Pressemitteilung: GASAG tritt Entwicklungsplattform Berlin Energie bei. http://www.berlin.de/sen/wtf/presse/archiv/20101216.1045.323242.html (Zugegriffen 9. August 2011).

Shell Deutschland (2009). Shell Pkw-Szenarien bis 2030: Fakten, Trends und Handlungsoptionen für nachhaltige Auto-Mobilität. Online-Ressource, letzer Zugriff 16.08.2011: www.shell.de/pkwszenarien

Siemens, Vattenfall (2011): Sustainable Urban Infrastructure: Intelligente Energieversorgung für Berlin 2037. Eine Studie der Technischen Universität Berlin mit Unterstützung der Siemens AG und der Vattenfall Europe AG. Online Ressource, letzter Zugriff 10.10.2011: http://www.siemens.de/nachhaltige-stadtentwicklung/pdf/sustainable-urban-infrastructure-berlin.pdf

Spiegel Online (2008): Blackout auf Rügen: Zurück in die Elektroauto Zukunft. 21.12.2008. Online-Ressource, letzter Zugriff 1.11.2011: http://www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,595808,00.html

Stadtwerke Frankfurt (Oder) (2011): eMObile. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.stadtwerke-ffo.de/klimabonus/klimabonus_emobil.php?nav=8.2

Stadtwerke Potsdam (2009): Aktualisierte Umwelterklärung. ViP Verkehrsbetrieb Potsdam GmbH. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.swp-potsdam.de/swp/media/05-verkehr_1/image_verkehr/umwelterk_2008/Aktualisierte_Umwelterkaerung_Verkehrsbetrieb_Potsdam_GmbH_2009.pdf

Stadtwerke Potsdam (2008): Umweltbericht 2008 der Energie und Wasser Potsdam GmbH. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.swp-potsdam.de/swp/media/02-energie_1/pdf_energie/umweltbericht-2008-web.pdf

Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2010): Bevölkerung - Brandenburg. Gemeinsames Datenangebot der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder. http://www.statistik-portal.de/Statistik-Portal/de_zs01_bb.asp (Zugegriffen 13. Mai 2011).

Swider, Derk J. und Christoph Weber (2007): The costs of wind's intermittency in Germany: application of a stochastic electricity market model. European Transactions on Electrical Power 17, Nr. 2: 151-172.

Trost, Dirk Gunther (2006): Zehn Jahre Regionalisierung des SPNV. Eine Bilanz. In: Internationales Verkehrswesen (58) 10/2006, S. 450-456

TSB Innovationsagentur Berlin (2011). Modellregion Berlin-Potsdam. Online-Ressoruce, letzter Zugriff 12.08.2011: http://www.e-mobil-bb.de

UBA (2010): Energieziel 2050: 100 Prozent Strom aus erneuerbaren Quellen. Umweltbundesamt. http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3997.pdf.

UBA [Umweltbundesamt] (2011): Liste der sich in Betrieb befindlichen Kraftwerke bzw. Kraftwerksblöcke ab einer elektrischen Bruttoleistung von 100 Megawatt (Stand 8.4. 2011). http://www.umweltbundesamt.de/energie/archiv/kraftwerke_in_deutschland.pdf.

umweltplan (2008): Nutzungspotenziale für Windenergie und Freiflächen Photovoltaik auf Eigentumsflächen der Berliner Stadtgüter GmbH.

v. Tengg-Kobligk, D. (2009): Interview zur Windenergienutzung in Berlin und auf Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH Interviewt von A. Neumann. November.

Vach, F. (2009): Interview zur Windenergienutzung in Berlin und auf Flächen der Berliner Stadtgüter GmbH Interviewt von A. Neumann. November.

Vattenfall (2011): Ladestation in Berlin. Online-Ressource, letzter Zugriff 01.09.2011: http://www.vattenfall.de/de/ladestationen-berlin.htm

Vattenfall (2011): Über uns - Vattenfall Europe Distribution Berlin GmbH. http://www.vattenfall.de/de/distribution/ueber-uns.htm (Zugegriffen 21. Oktober 2011).

VBB [Verkehrsverbund Berlin Brandenburg] (2009): Nachhaltige Mobilität: Umweltaspekte im ÖPNV aus Sicht des Verkehrsverbundes Berlin-Brandenburg. Eike Arnold, 2009.

VBB [Verkehrsverbund Berlin Brandenburg] (2011): Datenblatt Verbundstatistik. Stand 23.08.2011.

VBBr [Verkehrsbetriebe Brandenburg an der Havel] (2005): Bericht zu den Umweltzielen der VBBr. Online-Ressource, letzter Zugriff 16.08.2011: http://www.vbbr.de/pub/print/umweltziele_2005.pdf

Wolter, Frank et al. (2011): Intelligent vernetzen. Internationales Verkehrswesen (63) 5.

7 Anhang

Steckbriefe der Beispielprojekte

Projekt 1: BeMobility - Berlin elektroMobil 107
Projekt 2: e-mobility Berlin 110
Projekt 3: e-SolCar 112
Projekt 4: Gesteuertes Laden V2.0 114
Projekt 5: BBI CO_2-neutrale Tankstelle 116
Projekt 6: Solartankstelle der ORCO-GSG 118
Projekt 7: Hybridkraftwerk Prenzlau 120
Projekt 8: Plusenergiehaus Berlin 122
Projekt 9: Clean Energy Partnership 124
Projekt 10: BioErdgas Rathenow 126
Projekt 11: Erdgasbusflotte Frankfurt/Oder 128
Projekt 12: BSR (Wasserstoff- und Biogas- Nutzung) 130

Projekt 1: BeMobility - Berlin elektroMobil

Im Rahmen der durch das Konjunkturpaket II von der Bundesregierung geförderten Modellregionen Elektromobilität werden in der Region Berlin-Potsdam innovative Mobilitätslösungen der Zukunft im Alltag erprobt. Im Projekt BeMobility werden Elektrofahrzeuge intelligent in den Öffentlichen Personenverkehr integriert, indem sie im Carsharing der Deutschen Bahn eingesetzt werden. Die Integration erfolgt sowohl über physische Schnittstellen als auch über informatorische und tarifliche Einbindung der verschiedenen Verkehrsträger. Physische Schnittstellen ermöglichen einen reibungslosen Übergang zwischen den Verkehrsträgern. Übergreifende Informationen zu Standorten der Elektrofahrzeuge und ÖV-Fahrplänen werden durch die entwickelte Applikation BeMobility Suite kostenlos zur Verfügung gestellt. Die tarifliche Einbindung erfolgte über eine Mobilitätskarte, die die Nutzung des ÖV, des e-Carsharings und des Leihradsystems CallaBike in einer Testphase von drei Monaten ermöglichte. Beteiligte Projektpartner kommen aus den Bereichen Verkehr (DB Fuhrpark Service, VBB, Bosch), Infrastruktur und Energie (Contipark, Solon, Vattenfall, RWE), IKT (DAI Labor, HaCon) und Wissenschaft (InnoZ).

#	Kriterium	Projekt 1: BeMobility - Berlin elektroMobil
1	Jahre des Bestehens	2 Jahre
2	Stand	Projektende 30. September 2011, Folgeprojekt beantragt
3	Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	10 Partner
4	Art Partner	- Mobilitätsdienstleister: DB AG, VBB GmbH - Energiedienstleister/Infrastrukturbetreiber: Vattenfall Europe AG, RWE AG, Solon SE, Contipark Parkgaragen, EUREF g GmbH - Wissenschaft: InnoZ GmbH, - Zulieferer/IKT: Bosch GmbH, TU Berlin (DAI Labor)
5	Herkunft der Akteure	- Berlin, - Sonstige: Gerlingen (Bosch), Hannover (HaCon), Essen (RWE)
6	Organisationsform	Hierarchisch (Lead Partner, Partner mit unterschiedlichen Anteilen, assoziierte Partner)
7	Betätigungsfeld	EE und integrierte Mobilitätskonzepte
8	Art von EE	**RWE:** - **Windkraft** – Onshore aus dem gesamten nördlichen Teil Deutschlands (445 MW in 3/2011), zukünftig auch Offshore in der Nordsee - **Wasserkraft** – 45 Standorte in Deutschland (376 MW in 3/2011) - **Biomasse** – 7 Standorte in Deutschland, Aufbau von drei weiteren Standorten (107 MW in 3/2011) - Darüber hinaus weitere Kapazitäten in Großbritannien, den Niederlanden, Spanien, Polen u.a. **Vattenfall**: - Hauptsächlich **Windkraft**: Betrieb von Kraftwerken Onshore in Jänschwalde/Brandenburg, im Umland von Hamburg und an der schleswig-holsteinischen Westküste. Offshore bei Borkum in der Nordsee. Installierte Kapazität derzeit 1.000 MW europaweit. Ausbau der Kapazitäten Onshore in Brandenburg und in der Umgebung von Hamburg geplant **Solon:** - Installation einer **Photovoltaikanlage** „Solar Mover“ auf dem EUREF-Gelände (50m² Solarfläche, 7,5 kW Leistung, 150 kWh Batterie)
9	Art von Mobilität	E-Mobilität im Carsharing integriert in ÖPNV
10	Behandelte Aspekte	Integration von e-Fahrzeugen in den öffentlichen Verkehr (e-Carsharing), IKT-Integration, Tarifintegration

#	Kriterium	Projekt 1: BeMobility - Berlin elektroMobil
11	Regionale Ebene des Projektes	Berlin, aber mit internationalen Vernetzungen
12	Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	Privatpersonen
13	Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Forschung, Wirtschaft, Stadt Berlin, Nutzergruppen
14	Formulierung von Zielen	Ziele sind eindeutig formuliert[12]: Ziel des Vorhabens ist die Prüfung, ob eine Integration - technisch funktioniert, - tatsächlich nachgefragt wird, - Effizienzgewinne realisierbar sind und die Gesamtperformance des ÖPNV verbessert werden kann, - infrastrukturelle Voraussetzungen städtebaulich integrierbar sind, - und sich auskömmliche Geschäftsmodelle organisieren lassen. Die Umsetzung erfolgt in drei Schritten. Einer Labor-, Entwicklungs- und einer Pilotphase.
15	Art der Ziele	technisch, sozial, ökonomisch
16	Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- Entwicklung eines physischen Projektortes (Plattform elektroMobilität auf dem EUREF-Gelände) als Erklärzentrale, Labor und Forum - Aufbau einer Infrastruktur für Elektrofahrzeuge im öffentlichen Raum (Carsharing-Stationen und Lademöglichkeiten) - Integration von ca. 40 E-Fahrzeuge in den öffentlichen Verkehr - Einführung einer integrierten Mobilitätskarte (ÖV, e-Carsharing, Leihfahrräder) als Test - Bekanntheit durch öffentlichkeitswirksame Veranstaltungen und intensive Presse- und Öffentlichkeitsarbeit (z. B. Intelligent City Salon, Mobilitätsausstellung im Q110 der Deutschen Bank) - Elektromobilität ist greifbar geworden - Es wurden mehrere tausend Menschen an das Thema Elektromobilität herangeführt, die sowohl Elektroautos als auch Pedelecs unter Alltagsbedingungen testen konnten.
17	Erfolgsfaktoren	- Größe des Projektkonsortiums und Zusammenarbeit der Partner - Klare und transparente Organisationsstruktur mit monatlichen Treffen und Absprachen und klaren und zielorientierten Abstimmungsprozessen - Persönliches ausgeprägtes Engagement bei sehr guter Vernetzung in unterschiedlichste Bereiche (Unternehmen, Politik, Forschung) - Erlebbare Projektinhalte - Öffentlichkeitswirksame Medienarbeit

[12] Gesamtvorhabensbeschreibung des Projektes, unveröffentlicht

#	Kriterium	Projekt 1: BeMobility - Berlin elektroMobil
18	Hemmnisse/ Probleme	- Verfügbarkeit der e-Fahrzeuge zu Beginn des Projektes - Ordnungsrechtlicher Rahmen in Bezug auf Genehmigung von Stellplätzen und Ladesäulen im öffentlichen Raum - heterogener Umgang der Genehmigungsbehörden auf Bezirksebene - Verzögerungen durch langwierige Genehmigungsprozesse - Überzeugungsarbeit und Zusammenarbeit mit örtlichen Verkehrsunternehmen als Mehraufwand
19	Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- Alltagstaugliche Integration ÖV und Individualmobilität - Chancen für eine nachhaltige Stadtentwicklung - Zugang zu Elektromobilität für den Nutzer über Carsharing - Zugewinn an weiteren Partnern über Projektverlauf und somit Verbreitung der Projektidee - Konzept ist übertragbar auf andere Regionen, dazu bestehen nationale und internationale Kooperationen (z. B. Kooperationsvertrag mit der Provinz Hainan/China) - In einem Folgeprojekt sollen der Ausbau der Infrastruktur und die alltagstaugliche Anwendung weitergeführt werden
20	Kontakt/ Link	**Frank Wolter**; Projektkoordination, Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel (InnoZ); Torgauer Str. 12-15; 10829 Berlin Mail: Frank.F.Wolter@deutschebahn.com Telefon: 030/238884-200 www.bemobility.de

Projekt 2: e-mobility Berlin

Ebenfalls im Rahmen der Modellregionen Elektromobilität betreiben im Projekt e-mobility Berlin Daimler und RWE ein Full-Service Mietmodell, bei dem der Kunde den Smart fortwo electric drive mit Lademöglichkeit und Ökostrom für 18 Monate erhält. Zusätzlich wird eine flächendeckende öffentliche Ladeinfrastruktur durch RWE in Berlin aufgebaut. Das Projekt wird von der Stadt Berlin und der Bundesregierung unterstützt.

#	Kriterium	Projekt 2: e-mobility Berlin
1	Jahre des Bestehens	2 Jahre
2	Stand	In der Durchführung
3	Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	6
4	Art Partner	- Automobilhersteller: Daimler (Bereitstellung von 500 Elektrosmarts) - Energiedienstleister: RWE (Einrichtung einer Infrastruktur von 500 Ladesäulen) - Wissenschaft: TU Berlin, TU Dortmund - IKT und Qualitätsmanagement: Ewald & Günter Unternehmensberatung GmbH & Co. KG - Datenverwaltung: SAP AG
5	Herkunft der Akteure	Berlin
6	Organisationsform	Hierarchisch (RWE Konsortialführer)
7	Betätigungsfeld	Erneuerbare Energien, Mobilität, IKT, Energiemanagement
8	Art von EE	- Windkraft – Onshore aus dem gesamten nördlichen Teil Deutschlands (445 MW in 3/2011), zukünftig auch Offshore in der Nordsee - Wasserkraft – 45 Standorte in Deutschland (376 MW in 3/2011) - Biomasse – 7 Standorte in Deutschland, Aufbau von drei weiteren Standorten (107 MW in 3/2011) - Darüber hinaus weitere Kapazitäten in Großbritannien, den Niederlanden, Spanien, Polen u.a.
9	Art von Mobilität	E-Mobilität im MIV
10	Behandelte Aspekte	Ladeinfrastruktur, Alltagstauglichkeit von Elektromobilität, IKT-Konzept, Geschäftsmodelle, Kundenverhalten
11	Regionale Ebene des Projektes	Berlin
12	Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	Flotten- und Geschäftskunden, Privatpersonen
13	Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Forschung, Wirtschaft, Stadt Berlin, gewerbliche und private Nutzergruppen

#	Kriterium	Projekt 2: e-mobility Berlin
14	Formulierung von Zielen	Ziele sind eindeutig formuliert: - Erprobung des Zusammenspiels von Fahrzeugtechnik und passender Infrastruktur - Erprobung der Praxistauglichkeit - Entwicklung eines schnittstellenoffenen Kommunikationssystems und eines zentralen Informations- und Abrechnungssystems - Systemintegration - Erarbeitung geeigneter Geschäftsmodelle für alle Akteure - Erfassung der Anforderungen an die Infrastrukturplanung - Erarbeitung von Planungsstandards für Akteure aus Öffentlichkeit und Wirtschaft Installation von 500 Ladepunkten bis 2010 100 Fahrzeuge im Einsatz bis 2010
15	Art der Ziele	technisch, sozial, planerisch, infrastrukturell
16	Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- Umsetzung eines integrierten Gesamtkonzeptes aus privater und öffentlicher Ladeinfrastruktur - Entwicklung von Mobilitätsszenarien
17	Erfolgsfaktoren	- Zusammenarbeit der Partner mit den Behörden vor Ort - Starke Unterstützung durch Politik (Landesregierung, Senat, Bezirke) - Überzeugung der Kunden
18	Hemmnisse/ Probleme	- Ordnungsrechtlicher Rahmen in Bezug auf Genehmigung von Stellplätzen und Ladesäulen im öffentlichen Raum; Verhältnis zwischen Senat und Bezirken[13] - Konkurrenz der Energieversorger um die Ladesäuleninfrastruktur[14]
19	Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- Relevanz für Stadt Berlin: - Beitrag zum Umweltschutz (Emissionen, Lärm) - Lokale Wertschöpfung (Infrastrukturaufbau erfordert Investitionen, Arbeitsplätze bei Marktdurchdringung) - Mitgestaltung des Stadtverkehrs - Mediale Präsenz (Innovationsstandort, „Green City“) - Standardisierungsprozess für Ladeinfrastruktur (Stecker/Ladekabel, Ladegerät, Schutz/Sicherheit etc.)
20	Kontakt/ Link	**Martin Jäger;** E-Mobility, Förderprojekte und Regulierungsmanagement, RWE Effizienz GmbH; Freistuhl 7, 44137 Dortmund Mail: Martin.Jaeger@rwe.com Telefon: 0231/4385852 www.rwe-mobility.com

[13] Vgl. Schwedes, Oliver (2011): Ordnungsrechtlicher Rahmen in Bezug auf Genehmigung von Stellplätzen und Ladesäulen im öffentlichen Raum. TU Berlin, Fachgebiet Integrierte Verkehrsplanung.

14 Vgl. Ebd.

Projekt 3: e-SolCar

Ziel des Projektes eSolCar ist die Entwicklung eines Modells für den Einsatz von Elektrofahrzeugen in kleineren Städten (50.000 bis 200.000 Einwohner). Es beschäftigt sich vor allem mit technischen Fragen (Zwischenspeicherung von Elektroenergie aus solarer Strahlungsenergie in einer Pufferbatterie oder dem Stromfluss (Regelenergie) an den Ladesäulen), aber auch mit der Erprobung von Elektrofahrzeug-Flotten (50 Fahrzeuge) im innerstädtischen Versorgungsnetz und dessen technische Auslegung. Die Fahrzeuge sollen im Cottbuser Alltag eingesetzt und erprobt werden. Des Weiteren wird untersucht inwieweit die E-Mobile als Stromspeicher fungieren können, wenn sie z. B. nachts oder am Arbeitsplatz nicht benötigt werden. Für das Projekt soll auf dem Campus der BTU eine Photovoltaikanlage (100 kW) aufgebaut und eine Blei-Gel-Batterie (500 kW) entwickelt werden, die Strom zwischenspeichern kann. Das Projekt entwickelt eine Zukunftsvision für die Elektromobilität und ergänzt dadurch das Leitprojekt „Modellregion Berlin-Potsdam“. Die BTU Cottbus arbeitet in diesem Projekt mit Vattenfall und German E-Cars zusammen. Das Ministerium für Wirtschaft und Europaangelegenheiten finanziert es.

Kriterium	**Projekt 3: e-SolCar**
Jahre des Bestehens	2 Jahre (seit 09.09.2009)
Stand	läuft
Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	3 Partner
Art Partner	- Forschung: BTU Cottbus - Energiedienstleister: Vattenfall - Verkehr: German E-Cars
Herkunft der Akteure	- Berlin - Sonstige: Grebenstein (German E-Cars), Cottbus (BTU Cottbus)
Organisationsform	gleichberechtigt (Verbundprojekt)
Betätigungsfeld	Mobilität
Art von EE	PV
Art von Mobilität	E-Mobilität in Kleinstädten (50.000 – 200.000 Einwohner)
Behandelte Aspekte	Ladeinfrastruktur, Netzintegration des PV-Stroms, Zwischenspeicherung in E-Mobilen (E-Auto als Regelenergie), Erprobung einer innerstädtischen Fahrzeugflotte (50 Fahrzeuge)
Regionale Ebene des Projektes	Berlin-Brandenburg
Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	Wirtschaft, private Haushalte
Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Forschung, Zivilgesellschaft

Kriterium	Projekt 3: e-SolCar
Formulierung von Zielen	Ziele sind eindeutig formuliert: - Analyse des PV-Potentials in der Stadt Cottbus - Analyse zusätzlicher Lasten durch E-Mobilität - Auswirkungen beider Einflussgroßen auf Netzinfrastruktur - Konzeptentwicklung, wie zusätzliche PV-Einspeisung und größere Netzbelastung durch E-Mobile in Einklang gebracht werden kann - Untersuchung zur Nutzbarkeit stationärer Batterien (Umlagerung tagsüber erzeugter Strom auf nächtlichen Ladevorgang) bzw. Autobatterie als Regelenergie - technische Entwicklung zur Ermöglichung eines bidirektionalen Ladens/Entladens - Erprobung eines Feldversuches (PV-Anlagen mit 100 kWp, 500 kWh stationäre Speicherbatterie, ca. 20 Ladesäulen, ca. 50 E-Fahrzeuge)
Art der Ziele	technisch, sozial
Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	Projekt ist noch am Anfang. Zwischenstand: - Feldversuch kann bald gestartet werden (Autobestellung ist in der Endphase) - es kann 4-mal soviel Strom durch PV-Anlagen erzeugt werden wie benötigt wird. E-Mobile können also ohne Probleme betrieben werden
Erfolgsfaktoren	- Finanzielle Förderung - Technische und wissenschaftliche Kompetenz für praxisnahe Untersuchung
Hemmnisse/ Probleme	- Technische Herausforderung der Netzintegration von Speichern und PV-Anlagen im Niederspannungsnetz - Später und zu geringer Fördermittelbescheid (6 M€ bei 9 M€ Projektvolumen)
Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- 80 % der Weltbevölkerung wohnt in kleinen Städten (50 Tsd. bis 200 Tsd.) → Cottbus ist gut geeignet um es später auf andere Städte zu übertragen
Kontakt/ Link	**Prof. Dr.-Ing. Harald Schwarz;** Lehrstuhl Energieverteilung und Hochspannungstechnik, BTU Cottbus; Walther-Pauer-Str. 5; 03046 Cottbus Mail: harald.schwarz@tu-cottbus.de Telefon: 0355 / 69 - 4502 - http://www-docs.tu-cottbus.de/cebra/public/Newsletter/Newsletter_9.pdf - http://www.innomonitor.de/index.php?id=260

Projekt 4: Gesteuertes Laden V2.0

Mit dem 2010 begonnenen Projekt Gesteuertes Laden V2.0 soll das Ladesystem, welches durch das Vorgängerprojekt „MINI E Berlin powered by Vattenfall“ (Projektpartner BMW, TU Chemnitz, Vattenfall) entwickelt wurde, weiterentwickelt werden. In dem Projekt geht es um die bessere Nutzung der Windenergie, da vor allem nachts Windstrom teilweise ungenutzt bleibt. E-Autos sollen das ändern, indem deren Batterien als dezentrale Speichermöglichkeit fungieren. Ist zu viel Strom vorhanden (z. B. nachts) kann dieser in den E-Mobilen gespeichert werden. Kommt es verbrauchsseitig zu einer Spitzenlast im Stromnetz sollen diese Speicher auch wieder entladen werden können um diese Spitzen auszugleichen. Der Anwender gibt über seinen PC zu Hause ein, wann das Auto am nächsten Tag geladen sein soll. Vattenfall garantiert, dass es zu diesem Zeitpunkt voll einsatzbereit ist – ggf. auch mit anderem regenerativ erzeugten Strom statt Windenergie. Die Ladestationen in der Stadt sind dort gebaut worden, wo man seine Freizeit verbringen könnte (Kaufhaus, Schwimmbad, etc.), um so das Energiespeicher-, Kraftwerk-System zu optimieren. Ziel des Projektes ist es also, eine Möglichkeit zu schaffen, um das Lastmanagement besser steuern zu können. Das Wind-to-Vehicle- (W2V) und das Vehicle-to-Grid- (V2G) Verfahren soll dazu beitragen. Es soll nun über ein Jahr getestet werden, wie das Nutzerverhalten ist, um so das W2V2G-System zu optimieren. Beteiligte Partner an diesem Projekt sind Vattenfall, BMW, TU Berlin, TU Chemnitz und die TU Ilmenau.

Kriterium	**Projekt 4: Gesteuertes Laden V2.0**
Jahre des Bestehens	2 Jahre
Stand	läuft
Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	5
Art Partner	- Energiedienstleister: Vattenfall Europe Innovation GmbH - Mobilität: BMW AG - Forschung: TU Berlin, TU Chemnitz, TU Ilmenau
Herkunft der Akteure	Berlin (TU Berlin), Chemnitz (TU Chemnitz), Ilmenau (TU Ilmenau), München (BMW), Hamburg (Vattenfall)
Organisationsform	hierarchisch (Vattenfall ist ausführende Kraft)
Betätigungsfeld	Mobilität in Verbindung mit Windenergie
Art von EE	Windenergie
Art von Mobilität	E-Mobilität
Behandelte Aspekte	Lastmanagement, Infrastruktur, Glättung des Strombedarfs
Regionale Ebene des Projektes	Bundesweit
Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	Zivilgesellschaft
Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Politik, Forschung, Zivilgesellschaft
Formulierung von Zielen	Ziele sind eindeutig formuliert: - Evaluierung eines für die optimale Nutzung von erneuerbaren Energien geeigneten Lastenmanagement - Verbesserung der windorientierten Aufladung von E-Fahrzeugen - Anpassung der netzseitigen Systemsteuerung in Abhängigkeit der individuellen nutzerabhängigen Anforderungen - Erweiterung der Ladeinfrastruktur - W2V2G-System (Wind-to-Vehicle-to-Grid-System)
Art der Ziele	technisch, sozial

Kriterium	Projekt 4: Gesteuertes Laden V2.0
Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- Projekt zeigt, dass E-Mobilität auf dem Niveau des Mini E alltagstauglich ist - Nutzer fühlten sich durch die eingeschränkte Reichweite im Mobilitätsverhalten nicht beeinträchtigt - Ladezeiten stellten ebenfalls keine Einschränkung dar - wenn das Laden zu Hause möglich ist, werden weitere Ladestationen kaum benötigt - Wind-to-Vehicle-Applikation funktioniert und wird vom Nutzer akzeptiert
Erfolgsfaktoren	- Finanzielle Förderung - Kompetenz der Partner
Hemmnisse/ Probleme	- Optimierung der Reichweite der Fahrzeuge - Erhöhung der Korrelation von Windeinspeisung und Ladeleistung - öffentliche und lokale Lastenmanagement muss integriert werden - Evaluierung neuer Zielgruppen - Weiterentwicklung Ladeinfrastruktur - Entwicklung und Erforschung neuer Lademöglichkeiten (induktives Laden oder Gleichstromladen)
Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- zielt auf die Markteinführung der E-Mobilität ab - hohe Übertragbarkeit und hohes Potenzial in urbanen Räumen (Reichweitenbegrenzung limitierend für rurale Räume)
Kontakt/ Link	**Andreas Weber,** Projektkoordination MINI E Berlin, E-Mail: andreas.weber@vattenfall.de www.vattenfall.de/mini_e http://www.pt-elektromobilitaet.de/projekte/pkw-feldversuche/gesteuertes-laden-v2.0

Projekt 5: BBI CO_2-neutrale Tankstelle

Das Energieprojekt zur CO2-neutralen Tankstelle wird von den Berliner Flughäfen, ENERTRAG und TOTAL realisiert. Dabei soll die öffentliche Tankstelle von TOTAL am BBI CO2-neutral werden, indem ENERTRAG ein Windpark in der Nähe des Flughafengeländes aufbaut (siehe Hybridkraftwerk Prenzlau). Dieser soll sowohl zu einer komplett emissionsfreien Energieversorgung der Tankstelle als auch zu einer CO2-freien Herstellung des angebotenen Wasserstoffs beitragen. Durch die eingesparte Menge an CO2 (170.000 t/a) können zudem noch die bei der Verbrennung der verkauften konventionellen Kraftstoffe entstehenden Emissionen (40.000 bis 50.000 t/a) ausgeglichen werden. Der Bau der Tankstelle und des Windparks ist für Juni 2011 und der Betrieb für Oktober 2011 geplant. Dieses Projekt gibt ebenfalls wichtige Praxiserfahrungen zur Nutzung von Wasserstoff als Energiespeicher um erneuerbare Energien besser in das Stromnetz integrieren zu können.

Kriterium	**Projekt 5: BBI CO2-neutrale Tankstelle**
Jahre des Bestehens	Bekanntmachung März 2010, Eröffnung Ende 2011
Stand	im Bau befindlich, Fertigstellung Ende 2011
Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	3 Partner
Art Partner	- Mobilitätsdienstleister: Berliner Flughäfen - Energiedienstleister: Enertrag AG - Mineralölunternehmen: TOTAL Deutschland GmbH
Herkunft der Akteure	Berlin, Sonstige: Dauerthal (Enertrag AG)
Organisationsform	gleichberechtigte Partnerschaft
Betätigungsfeld	EE & Mobilität
Art von EE	**Enertrag AG:** Lieferung von **Windenergie** zur Bereitstellung des durch Elektrolyse gewonnenen Wasserstoffs und zur Bereitstellung von Treibhausgasfreien Strom für den Betrieb der Tankstelle und als Antriebsenergie
Art von Mobilität	Förderung der Verwendung von Wasserstoff, als Antrieb in Fahrzeugen
Behandelte Aspekte	Kombination von alternativen Energie- und Mobilitätskonzepten, Infrastrukturausbau für alternative Antriebe, Integration des Wasserstoffantriebs als Mobilitätskonzept
Regionale Ebene des Projektes	Berlin-Brandenburg
Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	private Haushalte
Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	staatliche Akteure (Beitrag zur Umsetzung der brandenburgischen Energiepolitik), Wirtschaft (Leistungsfähigkeit Umweltunternehmen)
Formulierung von Zielen	Ziele sind schwammig formuliert (Prestigeprojekt): - wichtiger Baustein für brandenburgische Verkehrspolitik - Stärkung der Spitzenposition Berlin als Hauptstadt der Green Economy (→ nachhaltiges Wachstum, qualifizierte Arbeitsplätze) - Ziel Nullemissionsfahrzeuge (Bundesministerium Verkehr) - Erprobung der Verbindung Wind-Wasserstoff als Energiespeicher
Art der Ziele	technisch, sozial, ökonomisch
Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- weltweit erste CO_2-neutrale „Multi-Energie-Tankstelle“ (Tanksäulen für Wasserstoff, Strom, Biodiesel, Bio-Benzin, Bio-Erdgas) - Einbindung regionaler EE
Erfolgsfaktoren	- Innovationszentrum BBI (steht europa- bzw. weltweit im Blickfeld)

Kriterium	Projekt 5: BBI CO2-neutrale Tankstelle
Hemmnisse/ Probleme	- BUND kritisiert es wäre nur CO_2-Kompensation, es müsse um Vermeidung gehen
Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- Übertragbarkeit auf Logistikzentren, Messen oder Bahnhöfe - wichtiger Baustein zur Erreichung der Ziele Energieeffizienz und Nachhaltigkeit
Kontakt/ Link	**Delphine Saucier**, TOTAL Deutschland GmbH, Leiterin Unternehmenskommunikation, Schützenstraße 25, D-10117 Berlin Mail: delphine.saucier@total.de, Tel: +49 30 20 27 62 31 - http://www.presseportal.de/pm/25222/1571947/weltweit-erste-co2-neutrale-tankstelle-am-flughafen-berlin-brandenburg-international-bbi-mit-bild

Projekt 6: Solartankstelle der ORCO-GSG

Die Gewerbesiedlungs-Gesellschaft mbH (ORCO-GSG) betreibt Büro- und Gewerbeflächen an 45 Standorten in Berlin. Das Unternehmen erzeugt Strom dezentral, indem es BHKW einsetzt und Photovoltaik-Anlagen auf den Dächern installiert. Letztere erzeugen den Strom für die Ladesäulen der Solartankstellen um Elektroautos zu betanken. Eine Pilotanlage wurde 2011 installiert und im Rahmen des „E-Mobility-Day" auf dem Gewerbehof Gustav-Meyer-Allee 25 in Berlin-Mitte eröffnet. Die für die Sicherheit des Gewerbehofs zuständige Securitas betreibt dort ihr erstes E-Mobil als Streifenfahrzeug und prüft eine Übertragung des Konzepts auf weitere Standorte. Das Konzept soll zunächst vor allem ansässigen Unternehmen den Umstieg auf Elektromobilität erleichtern. Zu den Mietern dort zählen auch Unternehmen, die selber im E-Mobilitätsbereich tätig sind. Der E-Mobility-Day diente deshalb nicht nur der öffentlichen Präsentation des Projekts, sondern auch der Vernetzung von Unternehmen im Bereich Elektromobilität. Prinzipiell können die Tankstellen von jedermann benutzt werden. Über die Internetseite kann man darüber hinaus weitere Standorte für Ladesäulen anregen.

Kriterium	**Projekt 6: Solartankstelle der ORCO-GSG**
Jahre des Bestehens	1
Stand	Erste Solartankstelle eröffnet, weitere in Vorbereitung
Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	3
Art Partner	- ORCO-GSG: Betreiber von Gewerbehöfen - NENAG: Energiedienstleiter, Koordieniert den EE-Ausbau (PV & BHKW) auf den GSG-Gewerbehöfen - Securitas: Sicherheitsdienstleister/ eMobil-Nutzer
Herkunft der Akteure	Berlin
Organisationsform	hierarchisch (ORCO-GSG ist der Projektinitiator)
Betätigungsfeld	EE & Mobilität
Art von EE	Photovoltaik
Art von Mobilität	Elektro-Mobilität
Behandelte Aspekte	Ladeinfrastruktur, Mobilitätskonzept der Bundesregierung (1 Mio. E-Fahrzeuge), dezentrale Energieerzeugung
Regionale Ebene des Projektes	Berlin
Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	Unternehmen, private Haushalte
Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Forschung, Wirtschaft
Formulierung von Zielen	Ziele sind eher schwammig formuliert: - Vergrößerung des Berliner Stromladenetzes - Verankerung der E-Mobilität im Alltag - Versorgung der Mieter mit günstigen EE-Strom - Erleichterung für die ansässigen Unternehmen auf E-Mobilität umzustellen - 100 Solartankstellen bis Ende 2012 - Übernahme gesellschaftlicher Verantwortung - Unterstützung der Klimaschutzziele Berlins
Art der Ziele	wirtschaftlich, technisch, sozial, politisch

Kriterium	Projekt 6: Solartankstelle der ORCO-GSG
Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- Eröffnung einer PV-gespeisten Elektrotankstelle - Dezentrale EE-Bereitstellung vor Ort - Erleichterung für die ansässigen Unternehmen auf E-Mobilität umzustellen (Securitas will in Berlin CO_2-neutral unterwegs sein und stellte ersten E-Smart in ihrer Flotte vor) - Vernetzung von Unternehmen der E-Mobilitätsbranche
Erfolgsfaktoren	- großes Unternehmen bietet Platz für PV-Anlagen auf Dachflächen - GSG ist gut verteilt in Berlin und kann so die Infrastruktur stärken - Für gewerbliche Vielfahrer rechnen sich die in der Anschaffung noch teuren Elektromobile am ehesten
Hemmnisse/ Probleme	- Elektromobile noch wenig verbreitet und teuer - Standort auf Gewerbehof erschwert Einbeziehung des privaten MIV
Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- Ladekonzept für Unternehmen wird hier entwickelt → Erleichtert Umstellung auf E-Mobilität - bringt den Umstieg auf E-Mobile voran und ist leicht auf andere Unternehmen zu übertragen
Kontakt/ Link	**Wolfgang Falk,** Leiter Technische Dienste bei der ORCO-GSG Tel.: +49 (0)30 390 93 141 - http://www.gsg-e-mobility-day.de/de/666_Pressemitteilung.htm - http://www.gsg-e-mobility-day.de/de/651_ORCO_GSG.htm

Projekt 7: Hybridkraftwerk Prenzlau

Das Hybridkraftwerk ist ein Pilotprojekt der Enertrag AG, in dem Kraftstoff-, Wärme- und Elektrizitätsbereitstellung kombiniert werden. In Windkraftwerken wird abhängig vom Windaufkommen Strom erzeugt, der je nach Bedarf entweder ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird oder mittels Elektrolyse in Wasserstoff umgewandelt werden kann. Der so erzeugte Wasserstoff wird gespeichert und kann anschließend entweder als Kraftstoff für den Mobilitätsbereich oder zur Umwandlung, in Verbindung mit Biogas, in einem Blockheizkraftwerk zu Strom und Wärme eingesetzt werden. So kann bedarfsgerecht und flexibel Regelenergie zum Ausgleich von Bedarfs- und Angebotsschwankungen erzeugt werden. Das Hybridkraftwerk wurde am 25.10.2011 im brandenburgischen Prenzlau in Betrieb genommen. Ziel dieses Kraftwerks ist es zu zeigen, dass auf Basis erneuerbarer Energien eine nachhaltige und sichere Versorgung möglich ist. Die gesamte Investitionssumme für das Hybridkraftwerk beläuft sich auf 21 Millionen Euro. Gefördert wird das Pionierprojekt durch das Land Brandenburg und das Bundesverkehrsministerium. Die Deutsche Bahn unterstützt das Projekt mit Einnahmen aus den Tarifen mit CO2-Kompensation bahn.corporate Umwelt-Plus und Eco Plus.

Kriterium	**Projekt 7: Hybridkraftwerk Prenzlau**
Jahre des Bestehens	6 Jahre: Projektierung seit 2005
Stand	Baubeginn 2008, Inbetriebnahme 25.10.2011
Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	6 Partner
Art Partner	- Mineralölwirtschaft: TOTAL Deutschland GmbH - Ingenieurbüro: ELT Elektrolysetechnik GmbH - Forschung: BTU Cottbus - Energiedienstleister: ENERTRAG AG; Vattenfall - ÖPNV: Deutsche Bahn
Herkunft der Akteure	Berlin (TOTAL); Butzbach (ELT); Cottbus (BTU); Dauerthal (ENERTRAG)
Organisationsform	hierarchische Partnerschaft (ENERTRAG finanziert und baut das Kraftwerk)
Betätigungsfeld	Erneuerbare Energie, Mobilität
Art von EE	Windenergie, Biogas, Wasserstoffproduktion
Art von Mobilität	E-Mobilität, Wasserstoffantrieb
Behandelte Aspekte	100 % Versorgung durch Erneuerbare Energien (Stromerzeugung, Speicherung, Mobilitätskonzept)
Regionale Ebene des Projektes	Berlin-Brandenburg
Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	Zivilgesellschaft, Energiewirtschaft
Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Forschung, Zivilgesellschaft, Industrie
Formulierung von Zielen	Ziele sind recht schwammig formuliert: - Nachweis, dass eine sichere und nachhaltige Energieversorgung durch EE möglich ist - Abweichung der realen von der gewünschten Stromproduktion soll auf ein Minimum gesenkt werden - Erprobung des Einsatzes von EE als Regelenergie - Erprobung von Wasserstoff als Energiespeicher und als Kraftstoff
Art der Ziele	technisch, sozial

Kriterium	Projekt 7: Hybridkraftwerk Prenzlau
Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- Bedarfsgerechte Bereitstellung fluktuierender in der Region Windenergie - Verknüpfung von Windenergie mit Speicherung und Mobilität - Projekt wird von der Politik gelobt und als zukunftsweisend erachtet
Erfolgsfaktoren	- Finanzielle Förderung als erstes Pilotprojekt - Kooperation der 3 großen ansässigen Unternehmen (ENERTRAG, TOTAL, Vattenfall) - Wasserstoff kann über Erdgasnetz transportiert werden
Hemmnisse/ Probleme	- verspätete Fördermittelzusage - technische Probleme
Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- einmaliges Konzept um EE-Strom grundlastfähig zu machen → großes Zukunftspotenzial - wichtiger Beitrag für ein neues zukunftsfähiges Mobilitätskonzept (Wasserstoff)
Kontakt/ Link	**Stefan Wagner;** Unternehmenssprecher (Hybridkraftwerk); Gut Dauerthal 17291 Dauerthal Mail: Stefan.Wagner@enertrag.com Tel.: +49 (0)39854-64 59 373 https://www.enertrag.com/projektentwicklung/hybridkraftwerk.html

Projekt 8: Plusenergiehaus Berlin

Mit einem Plusenergiehaus soll so viel Energie produziert werden, dass der Betrieb des Hauses gedeckt und zusätzlich Stromüberschuss vorhanden ist. Dieser kann entweder in das öffentliche Netz eingespeist, also verkauft, oder als Strom für das Elektroauto genutzt werden. So steht in Essen der Prototyp eines Plus-Energie-Hauses, das doppelt so viel Strom produziert wie es benötigt. Ende 2011 soll ein modellhaftes Plus-Energie-Haus in Berlin eingeweiht werden, das von der Universität Stuttgart, die damit den Realisierungswettbewerb „Plusenergiehaus mit Elektromobilität“ des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) gewann, gebaut wird. Es soll durch eine Familie, die darin für ein Jahr wohnt und der in dieser Zeit auch Elektrofahrzeuge zur Erprobung gestellt werden, einem Praxistest unterzogen werden.

Kriterium	**Projekt 8: Plusenergiehaus Berlin**
Jahre des Bestehens	seit Mitte 2011
Stand	läuft
Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	3 Partner
Art Partner	- Forschung: Universität Stuttgart - Planungsbüro: Werner Sobek Stuttgart, WS GreenTechnologies
Herkunft der Akteure	Stuttgart
Organisationsform	gleichberechtigt
Betätigungsfeld	autarke Versorgung durch erneuerbare Energien in Verbindung mit Mobilität
Art von EE	primär Photovoltaik und Solarthermie, aber auch Geothermie und Wärmepumpen
Art von Mobilität	E-Mobilität
Behandelte Aspekte	100 %-Versorgung aus EE, Wohnen mit integrierten Mobilitätskonzept, Unabhängigkeit von den Energiepreisen
Regionale Ebene des Projektes	Berlin
Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	Zivilgesellschaft
Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Forschung, Bauwirtschaft, Politik
Formulierung von Zielen	Ziele sind sehr schwammig formuliert: - Aufzeigen, dass ein Leben im Plus-Energie-Haus möglich ist - Aufzeigen, dass sortenreines Recyceln der Baumaterialien möglich ist
Art der Ziele	sozial, technisch, politisch
Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- Realisierung des Plus-Energie-Hauses - 1. Platz im Realisierungswettbewerb „Plusenergiehaus mit Elektromobilität“ des BMVBS
Erfolgsfaktoren	- finanzielle und politische Förderung
Hemmnisse/ Probleme	- Kosten
Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- erstes dem Praxistest unterzogenes Plus-Energie-Haus (hohe öffentliche Präsenz) - bis 2020 soll der Null-Energie-Haus-Standart bei Neubauten erreicht sein → große Zukunftsfähigkeit, da Plus-Energie-Häuser der nächste Schritt sind - in einer künftige Energieversorgung aus 100 % Erneuerbaren kann auf nachhaltiges Wohnen nicht verzichtet werden

Kriterium	Projekt 8: Plusenergiehaus Berlin
Kontakt/ Link	**Werner Sobek,** Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h., ILEK, Pfaffenwaldring 7 und 14, 70569 Stuttgart Tel.: +49.711.685 6 62 26 / -6 35 99 Mail: werner.sobek@ilek.uni-stuttgart.de http://www.uni-stutt-gart.de/ilek/joomla/images/lehre/LA_SS2011/PressemitteilungBau2011.pdf

Projekt 9: Clean Energy Partnership

Die Clean Energy Partnership (CEP) ist ein internationaler Zusammenschluss der Unternehmen Aral, BMW Group, Berliner Verkehrsbetriebe (BVG), Daimler AG, Ford, GM/Opel, StatoilHydro, Linde, TOTAL, Vattenfall Europe sowie Volkswagen AG und wurde 2002 ins Leben gerufen. Ihr Ziel ist es, die Alltagstauglichkeit des Energieträgers Wasserstoff als Kraftstoff in Fahrzeugen zu demonstrieren und die Infrastruktur zur Betankung der Fahrzeuge zu erproben. Die Arbeit der CEP unterteilt sich in drei Phasen: Demonstration durch Umsetzung der Projekte (2002 – 2007), Weiterentwicklung der Technologie (2008 – 2010), Marktvorbereitung (2011 – 2016). Getestet wurde eine Vielzahl an Wasserstoffanwendungen (Produktion und Distribution, Lagerung und Bereitstellung, Anwendungen in Fahrzeugen). Neben dem Aufbau einer Fahrzeugflotte wurden erste Wasserstofftankstellen in Berlin errichtet. Die CEP ist Bestandteil der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie und wird von der deutschen Bundesregierung unterstützt.

Kriterium	**Projekt 9: Clean Energy Partnership**
Jahre des Bestehens	10 Jahre
Stand	Durchführung der Phase 3: Marktvorbereitung von 2011 bis 2016
Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	15 Partner
Art Partner	- Mobilitätsdienstleister: BVG, Hochbahn AG - Energiedienstleister, Mineralölunternehmen etc.: Vattenfall Europe AG, Shell, Statoil, Total Deutschland, Linde Group, Air Liquide - Automobilhersteller: BMW Group, Daimler, Ford, Opel, Honda, Toyota, Volkswagen
Herkunft der Akteure	Berlin, Hamburg, Hessen
Organisationsform	Public Private Partnership (PPP), gleichberechtigte, demokratische Struktur mit unterschiedlichen Gremien und Arbeitsgruppen
Betätigungsfeld	Erneuerbare Energien und Mobilität
Art von EE	Wasserstoffproduktion überwiegend aus Erdgas[15] 50 % des eingesetzten Wasserstoffs stammt aus erneuerbaren Energien: - Produktion von Wasserstoff aus Glycerin, welches als Nebenprodukt bei der **Biodiesel**-Produktion anfällt (Biomasse-to-Hydrogen) in Leuna (Linde). - Produktion von Wasserstoff im Elektrolyseverfahren aus Wasser direkt an der Tankstelle. Als Energiequelle dient Strom aus **zertifizierten erneuerbaren Quellen**. - Zukünftig wird zudem Wasserstoff genutzt, welcher durch **Windenergie** im neuen Hybridkraftwerk Prenzlau im Elektrolyseverfahren erzeugt und an die Tankstellen geliefert wird (Total und Vattenfall).
Art von Mobilität	ÖPNV, MIV
Behandelte Aspekte	Aufbau von Fahrzeugflotten; Aufbau einer Erzeugungs-, Speicher- und Vertriebsinfrastruktur von Wasserstoff
Regionale Ebene des Projektes	Berlin, Hamburg, Hessen; internationale Vernetzungen
Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	ÖPNV-Kunden, gewerbliche Fahrzeugnutzer

[15] CEP (2011). Wasserstoff bewegt – Kommen Sie mit! Informationsbroschüre. Online-Ressource: http://cleanenergypartnership.de/uploads/tx_cepdownloadsv2/_final_CEP_Brosch_dt_06_2011.pdf

Kriterium	Projekt 9: Clean Energy Partnership
Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Wirtschaft, Stadt Berlin, gewerbliche und ÖPNV-Nutzergruppen
Formulierung von Zielen	Ziele sind eindeutig formuliert: - Umweltfreundliche Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff - Einbindung von Erneuerbaren Energiequellen - Zukünftige Mobilität geräusch- und emissionsarm gestalten - Erprobung der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie auf Alltagstauglichkeit Die Umsetzung erfolgt in drei Phasen
Art der Ziele	technisch, ökonomisch, infrastrukturell
Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- Aufbau einer Fahrzeugflotte für den MIV - Betrieb von Brennstoffzellen- und Wasserstoffbussen in Berlin und Hamburg - Bisher über 1 Mio. km mit den Fahrzeugen gefahren - Aufbau und Weiterentwicklung des Tankstellennetzes - Verstärkte Nutzung im Privatbereich
Erfolgsfaktoren	- Zusammenarbeit der Partner - Gebündelte Kompetenz, Synergieeffekte, Lerneffekte durch Erfahrungen anderer Partner - Akzeptanz der Nutzer - Marktkonkurrenten arbeiten an gemeinsamen Zielen
Hemmnisse/ Probleme[16]	- Konkurrenz der Partnerunternehmen erschwert bestimmte Arbeitsschritte - Kritische Masse an Fahrzeugen noch nicht erreicht, aber für Marktdurchdringung nötig
Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- Breit angelegter Betrieb von Fahrzeugen, Marktvorbereitung - Optimierung von Fahrzeugeffizienz, -leistungsfähigkeit und –Zuverlässigkeit - Stetige Erweiterung des Projektkonsortiums - Übertragbarkeit auf weitere Regionen wie Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Hessen, in denen Brennstoffzellenfahrzeuge der beteiligten OEMs fahren und eine Tankstelleninfrastruktur aufgebaut wird - 2014/15 sollen die ersten Serienfahrzeuge von Daimler, Opel und Toyota auf den Markt kommen
Kontakt/ Link	**Claudia Fried;** Pressesprecherin, Clean Energy Partnership;Cotheniusstr. 3, 10407 Berlin Mail: claudia.fried@cleanenergypartnership.de Telefon: 030/42804137 www.cleanenergypartnership.de

[16] Auskunft CEP (Claudia Fried, Pressesprecherin)

Projekt 10: BioErdgas Rathenow

Die GASAG bietet mit ihrem Produkt Bio-Erdgas einen Gastarif mit 10 % Biogasanteil. Dazu baut das Tochterunternehmen Erdgas Mark Brandenburg GmbH Biogasanlagen in Brandenburg auf, deren Erzeugnisse aufbereitet ins Erdgasnetz eingespeist werden. Eine von 15 Pilotanlagen des Unternehmens ist im September 2009 in Rathenow entstanden. Die Anlage soll mit Roggen- und Maissilage, sowie Gülle betrieben werden und jährlich 44 Mio. kWh Biogas erzeugen. Für den Anbau der dabei eingesetzten Rohstoffe werden etwa 1.000 ha Anbaufläche benötigt. Aufbereitet wird das Produktgas mittels physikalischer Wäsche in einem Biogasverstärker des Unternehmens HAASE Energietechnik AG. Die Anlage kostet ca. 9 Mio. Euro, wovon etwa ein Drittel vom Land Brandenburg bezahlt wird. Hauptsächlich wird dieses aufbereitete Biomethan an die GASAG AG Tankstellen geliefert und steht dort als Treibstoff bereit. Weitere Abnehmer sind die Stadtwerke, die das Biomethan in KWK-Anlagen zurück verstromen wollen. Unter anderem ist es das Ziel von GASAG, sich ein Stück weit unabhängiger von den Gasimporten zu machen und auch die Preisabhängigkeit zum Öl in Frage zu stellen. Bis zum Jahr 2020 kann das Gasnetz einen Biomethananteil von 10 % besitzen.

Kriterium	**Projekt 10: BioErdgas Rathenow**
Jahre des Bestehens	2 Jahre
Stand	in Betrieb
Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	3 Partner
Art Partner	- Energiedienstleister: GASAG, Erdgas Mark Brandenburg GmbH - Anlagenbau: HAASE Energietechnik AG
Herkunft der Akteure	- Berlin, - Sonstige: Neumünster (HAASE), Potsdam (Erdgas Mark Brandenburg)
Organisationsform	hierarchisch (GASAG ist federführend)
Betätigungsfeld	EE & Mobilität
Art von EE	Biogas-Beimischung (→ Bio-Erdgas)
Art von Mobilität	Erdgasfahrzeuge
Behandelte Aspekte	Integration von Biogas in das öffentliche Erdgasnetz
Regionale Ebene des Projektes	Berlin-Brandenburg
Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	private Haushalte, Stadtwerke
Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Forschung, Wirtschaft (Landwirtschaft)
Formulierung von Zielen	Ziele sind schwammig formuliert: - Steigerung des Biogases im Berliner Netz auf 10 % - Steigerung der Unabhängigkeit vom Gasimport aus Russland - Integration des Biogases ins Erdgasnetz
Art der Ziele	sozial, wirtschaftlich, politisch, technisch
Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- Etablierung von Biogas-Einspeisung und Biogas-Tarifen - Gasqualität: Ergas H (hoher Methananteil) - eine weitere Biogasanlage steht in Schwedt kurz vor der Fertigstellung
Erfolgsfaktoren	- Infrastruktur ist bereits vorhanden (Erdgasnetz)

Kriterium	Projekt 10: BioErdgas Rathenow
Hemmnisse/ Probleme	- technische Probleme entstehen bei der Mischung von Biogas mit Erdgas in kleinen (Durchmesser) Rohren - Preis ist zu hoch (8 Cent/kWh in der Produktion) → ohne staatliche Förderung ist wirtschaftlicher Betrieb nicht möglich - Flächen- und Nahrungskonkurrenz bei Großproduktion von Biogas
Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- Potenzial in Brandenburg begrenzt aufgrund von Flächen- und Nahrungskonkurrenz bei Großproduktion von Biogas
Kontakt/ Link	Herr Volker Matthes Henriette-Herz-Platz 4, 10178 Berlin Mail: vmatthes@gasag.de , Tel.: 030/78724253 - http://www.biogaspartner.de/index.php?id=10248 - http://www.morgenpost.de/printarchiv/wirtschaft/article227426/Zehn_Prozent_Biogas_fuer_Berlin.html

Projekt 11: Erdgasbusflotte Frankfurt/Oder

Die Frankfurter Stadtverkehrsgesellschaft (SVF) ersetzte bis 2003 ihre komplette Busflotte mit Erdgasbetriebenen Bussen und betreibt somit die sauberste Busflotte in Deutschland. Die nahe gelegene Erdgastankstelle kommt nicht nur den 22 Bussen zu Gute sondern auch anderen Privat- und Firmenfahrzeugen. Partner des Projekts sind die Stadtwerke Frankfurt (O.), die in die Erdgastankstelle investiert haben. Gefördert wurde das Projekt durch das Umweltministerium.

Kriterium	**Projekt 11: Erdgasbusflotte Frankfurt/Oder**
Jahre des Bestehens	Etwa 5 Jahre - 1999: Erste Planungen zur Erneuerung der Busflotte - September 2002: Inbetriebnahme 11 Erdgasbusse (MAN Solo) , Inbetriebnahme der ersten Erdgastankstelle - März 2003: Inbetriebnahme 11 Erdgasbusse (MAN Gelenkbusse)
Stand	Vorerst abgeschlossen, einer Weiterentwicklung bzw. Vergrößerung der Erdgasbusflotte abhängig von politischer Entscheidung für grenzüberschreitenden ÖPNV nach Slubice in Polen. Planmäßige Ersatzbeschaffung des vorhandenen Fuhrparks ist ab 2014 vorgesehen mit Fokus auf den Erdgasantrieb.
Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	4 Partner
Art Partner	- Stadtverkehrsgesellschaft Frankfurt/Oder - Stadtwerke Frankfurt/Oder - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn/Berlin - MAN Truck & Bus Group München (Fertigung der Busse im Werk Salzgitter)
Herkunft der Akteure	Frankfurt/Oder
Organisationsform	Eine Partnerschaft im eigentlichen Sinne besteht nur zwischen der SVG Frankfurt/Oder und Stadtwerken. - Gleichberechtigte Partnerschaft mit gegenseitiger Unterstützung zwischen SVG Frankfurt/Oder und Stadtwerken; Die Stadtwerke übernahmen die Investition in eine Erdgastankstelle, welche auf Wunsch der SVG in der Nähe des Betriebshofes installiert wurde. - Europaweite Ausschreibung ging an MAN Truck & Bus Group; für Anpassung an Topographie Neuentwicklung des Motors mit EEV-Standard notwendig - BMU: Förderte die Gewinner des deutschlandweiten Wettbewerbs „Anspruchsvolle Umweltstandards im ÖPNV“
Betätigungsfeld	Emissionsarme Mobilität und Energie
Art von EE	Bisher keine
Art von Mobilität	Erdgasbusflotte wird im örtlichen ÖPNV eingesetzt; Erdgastankstellennetz dient zudem zur Betankung von Erdgasfahrzeugen des MIV
Behandelte Aspekte	Kommunales Umwelt- und Klimaschutzkonzept, Energieeffizienz, Infrastruktur, Kundenzufriedenheit, Nutzerakzeptanz
Regionale Ebene des Projektes	kommunal
Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	ÖPNV sowie Nutzer von privaten Erdgasfahrzeugen und gewerblichen Flotten

Kriterium	Projekt 11: Erdgasbusflotte Frankfurt/Oder
Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Einbeziehung von Wirtschaft und staatliche Akteure sowie der Zivilgesellschaft
Formulierung von Zielen	Eindeutig formuliert zu Projektbeginn: - Vorteile im ÖPNV-Wettbewerb durch die Erfüllung höchster Abgasstandards - Teil der Lösung bei der Umsetzung der lokalen Verpflichtungen hinsichtlich Luftreinhaltung und Lärmschutz - Wirtschaftliche Vorteile infolge günstiger Kraftstoffkosten - Das heutige Ziel ist die Sicherung des Status Quo.
Art der Ziele	Umweltziele, Wirtschaft und Wettbewerb
Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- Die gesteckten Ziele wurden erreicht; neue lokale Standards bezüglich des ÖPNV wurden geschaffen - Innovationspreis des BMU 2002 - Zertifizierung des Qualitäts- und Umweltmanagements
Erfolgsfaktoren	Zusammenarbeit zwischen Stadtverkehrsgesellschaft und Stadtwerken
Hemmnisse/ Probleme	- Verzögerungen des Auslieferungstermins, da für die SVG Frankfurt/Oder eigens ein neuer Motor mit EEV-Standard entwickelt wurde. - Einsatz von Biogas wird als zu teuer erachtet – nicht EE-basiert
Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- Theoretische Möglichkeit der Nutzung von aufbereitetem Biogas, jedoch wird das Potenzial zurzeit als gering eingeschätzt. - Die Stadtwerke führen Gespräche mit Zulieferern, eine Einführung 2012 ist jedoch unwahrscheinlich. Nach Aussage der Stadtwerke FFO sind rechtliche Hürden und die finanziellen Risiken noch zu hoch. Bisher seien die nötigen Biogasmengen nicht zu einem akzeptablen Preis zu beziehen.
Kontakt/ Link	**Michael Ebermann;** Geschäftsführer; Stadtverkehrsgesellschaft mbH Frankfurt (Oder), Böttnerstr. 1, 15232 Frankfurt (Oder) Mail: ebermann@svf-ffo.de Telefon: 0335/5648639 www.svf-ffo.de

Projekt 12: BSR (Wasserstoff- und Biogas- Nutzung)

Ein Projekt zur CO2-Minderung bei der Berliner Stadtreinigung (BSR) ist die Erzeugung von Biogas aus den Bioabfällen, die in Berlin angefallen sind. Das aufbereitete Bio-Methan wird anschließend in das Gasnetz eingespeist und als Treibstoff für die Abfallsammelfahrzeuge genutzt. Die Fahrzeuge benötigen dadurch nicht nur keine fossilen Brennstoffe mehr, sondern stoßen keinen Dieselruß aus und sind deutlich leiser als die konventionellen Dieselkraftfahrzeuge. Die Bio-Methan-Fahrzeuge fahren im Schnitt 52 % der gesamten Sammelkilometer und transportieren so 62 % des Berliner Bioabfalls klimaneutral.

Am 27.06.2011 startete ein weiteres Projekt der BSR zum Thema Umweltschutz: Es testet ein eigens dafür entwickeltes Brennstoffzellen-Hybrid-Fahrzeug für 2 Jahre auf den Berliner Straßen. Die Brennstoffzelle liefert den Strom um den Abfall in das Fahrzeug zu laden. Dadurch kann der Dieselverbrauch um 30 % reduziert werden, die Brennstoffzelle emittiert beim Einsatz nur Wasser. Außerdem ist der Ladevorgang wesentlich leiser als bei der konventionellen Technik. Das Projekt wurde mithilfe der Unternehmen Heliocentris Energiesysteme GmbH und dem Aufbautenhersteller FAUN entwickelt und durch das Bundesverkehrsministerium finanziert.

Kriterium	**Projekt 12: BSR (Wasserstoff- und Biogas- Nutzung)**
Jahre des Bestehens	¼ Jahr (27.06.2011)
Stand	wird getestet (Praxisphase)
Anzahl Mitglieder/ Partner etc.	4
Art Partner	- Umwelttechnik: FAUN GmbH - Energiedienstleister: Heliocentris Energiesysteme GmbH - Forschung: Nationale Organisation Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie GmbH (NOW) - Entsorgungsunternehmen: Berliner Stadtreinigung (BSR)
Herkunft der Akteure	- Berlin - Sonstige: Iserlohn (FAUN),
Organisationsform	hierarchisch
Betätigungsfeld	EE+ Mobilität
Art von EE	Biogas (aus Bioabfall)
Art von Mobilität	Biogas, Wasserstoff
Behandelte Aspekte	umweltfreundliche Abfallsammelfahrzeuge, Schadstoff- und Lärmemissionen
Regionale Ebene des Projektes	Berlin
Zielgruppe/ angesprochene Nutzer	Abfallunternehmen, Mobilitätsbranche
Einbeziehung verschiedener Stakeholdergruppen	Politik, Forschung, Wirtschaft, Zivilgesellschaft
Formulierung von Zielen	schwammige Formulierung der Ziele: - gleiche Funktionsfähigkeit wie konventionelle Diesel-Fahrzeuge - Serienfähigkeit dieses Projekts soll erprobt werden
Art der Ziele	technisch, ökologisch
Größte Erfolge/ Nutzen des Projektes	- Verwendung von Biogas spart 4.000-5.000 Mg/a an CO_2-Emissionen ein - Wasserstoffbetrieb wird voraussichtlich 30 % weniger Diesel verbrauchen - Minderung der Emission von Luftschadstoffen und Lärm

Kriterium	Projekt 12: BSR (Wasserstoff- und Biogas- Nutzung)
Erfolgsfaktoren	- Finanzielle Förderung - getrennte Sammlung des Biomülls - führende Unternehmen aus der Branche kooperieren in diesem Projekt - ideale Praxisbedingungen in einer Großstadt wie Berlin
Hemmnisse/ Probleme	- Übertragbarkeit auf den Personenverkehr schwierig
Relevanz des Projekts, Potenzial für die Zukunft	- Integration von Abfallbehandlung, Luftreinhaltung und Lärmminderung - Übertragbarkeit bei getrennter Sammlung von Bioabfall hoch, insbes. in urbanen Räumen - Potenzial auf gewerbliche Fahrzeugflotte der Stadtreinigung beschränkt
Kontakt/ Link	**Sabine Thümler,** Pressesprecherin, BSR Telefon mobil: 0171 / 2272210 E-mail: sabine.thuemler@BSR.de Wasserstoff: http://www.bsr.de/6688_13307.html Biogas (S.11; 4.5 Fuhrpark): http://www.bsr.de/assets/downloads/110914_Klimaschutzvereinbarung_mit_Unterschriften.pdf

GESCHÄFTSTELLE BERLIN
MAIN OFFICE
Potsdamer Straße 105
10785 Berlin
Telefon: + 49 – 30 – 884 594-0
Fax: + 49 – 30 – 882 54 39

BÜRO HEIDELBERG
HEIDELBERG OFFICE
Bergstraße 7
69120 Heidelberg
Telefon: + 49 – 6221 – 649 16-0
Fax: + 49 – 6221 – 270 60

mailbox@ioew.de
www.ioew.de