

nordwest2050

Perspektiven für klimaangepasste Innovationsprozesse
in der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten

Sektorale Roadmap

Energie

**Handlungspfade und Handlungsempfehlungen auf
dem Weg zu einem klimaangepassten und resilien-
ten Energiesystem im Nordwesten**

Jakob Wachsmuth, Stefan Gößling-Reisemann



Impressum

Herausgeber

artec | Forschungszentrum Nachhaltigkeit
Universität Bremen
Enrique-Schmidt-Str. 7
28359 Bremen

Autoren

Jakob Wachsmuth
Tel.: (0421) 218-64889, E-Mail: wachsmuth@uni-bremen.de
Stefan Gößling-Reisemann
Tel.: (0421) 218-64884, E-Mail: sgr@uni-bremen.de

Die vorliegende Publikation wurde im Rahmen des Forschungsverbundes „nordwest2050 – Perspektiven für klimaangepasste Innovationsprozesse in der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten“ erstellt. Für den Inhalt sind die genannten Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Diese Publikation ist im Internet als pdf-Datei abrufbar unter: www.nordwest2050.de.

Bremen, 16. August 2013

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
	1.1 Ziele, Inhalt und Aufbau der Roadmap Energie	2
2	Risiken und Chancen des Klimawandels für das Energiesystem im Nordwesten	4
3	Vision 2050 – Langfristige Zielperspektiven für den Energiesektor im Nordwesten	5
	3.1 Nachhaltige Energienutzung und Partizipation	5
	3.2 Resilienter Infrastrukturbau und Erneuerbaren-Ausbau	7
	3.3 Bezüge der Energievision 2050 zur Klimaanpassung und Resilienz des regionalen Energiesystems	8
4	Rahmenszenarien für den Nordwesten – Mögliche Rahmenbedingungen in 2050	10
	4.1 Szenario S1: „Regionalisierte Welt“	11
	4.2 Szenario S2: „Nachhaltige Globalisierung“	12
	4.3 Szenario S3: „Ungebremste Globalisierung“	13
5	Handlungspfade für den Nordwesten – Wege zur Vision 2050 im Energiesystem	14
	5.1 Resilienter Infrastrukturbau und Erneuerbaren-Ausbau	14
	5.2 Nachhaltige Energienutzung und Partizipation	20
	5.3 Zusammenfassende Darstellung der Handlungspfade und möglicher Auswirkungen der Rahmenszenarien	28
6	Handlungsempfehlungen bis 2020 – Prioritäre Maßnahmen für die regionalen Akteure und Akteurinnen im Energiesystem	30
	6.1 Umgang mit Synergien und Konflikten zu anderen Handlungsfeldern	30
7	Literaturverzeichnis	35

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Zusammenfassende Darstellung der Handlungspfade für den regionalen Energiesektor bis 2050	29
Abb. 2: Handlungsempfehlungen der Vertretenden des regionalen Energiesystems für den Handlungspfad „Resilienter Infrastrukturumbau und Erneuerbaren-Ausbau“	32
Abb. 3: Handlungsempfehlungen der Vertretenden des regionalen Energiesystems für den Handlungspfad „Nachhaltige Energienutzung und Partizipation“	33

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Übersicht der Treiberausprägungen in den drei Rahmenszenarien	10
Tab. 2: Übersicht über Maßnahmenbündel für den resilienten Infrastrukturumbau und Erneuerbaren-Ausbau	19
Tab. 3: Übersicht über Maßnahmenbündel für die nachhaltige Energienutzung und Partizipation	27
Tab. 4: Übersicht über mögliche Synergien und Konflikte der Energie-Roadmap 2050 zu anderen Handlungsfeldern	34

Abkürzungsverzeichnis

EE	Erneuerbare Energien
EVU	Energieversorgungsunternehmen
RoC	Roadmap of Change

1 Einleitung

Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten transdisziplinären Forschungsprojekts ‚nordwest2050‘ wird mit regionalen Akteuren aus Wirtschaft, Politik, Verwaltung, Zivilgesellschaft und Wissenschaft eine ‚**Roadmap of Change**‘ (RoC) für die Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten entwickelt. Die RoC soll mögliche Wege zu einer klimaangepassten, resilienten und nachhaltigen Region bis zum Jahr 2050 beschreiben. Eine resiliente Region ist gekennzeichnet durch ihre Widerstands-, Anpassungs- und Gestaltungsfähigkeit. Die RoC beinhaltet also nicht nur eine Bewältigung des Klimawandels im Sinne einer Anpassungsleistung, sondern bezieht sich darüber hinaus auf eine Verbesserung der Resilienz der regionalen politisch-administrativen, ökonomischen, sozialen, technischen und ökologischen Systeme angesichts von erwartbar zunehmend dynamischen und turbulenten Rahmenbedingungen. Dabei werden explizit auch die Chancen einer solchen Gestaltung der regionalen Systeme adressiert. Die vorliegende **Roadmap Energie** gibt Empfehlungen und zeigt Handlungsoptionen auf, die zu einer klimaangepassten und resilienten Entwicklung des regionalen Energiesystems beitragen und soll so als ein Wegweiser für die Umgestaltung des regionalen Energiesystems im Kontext von Energiewende und Klimawandel dienen.

Das Konsortium ‚nordwest2050‘ wurde vom BMBF beauftragt, die regionale Anpassungskompetenz an die Folgen des Klimawandels in der Metropolregion Bremen-Oldenburg zu steigern. Ziel ist es, die zu erwartenden Klimaveränderungen adäquat in regionale Planungs- und Entscheidungsprozesse modellhaft einzubinden und gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der Region zu stärken. Hierfür wurden seit 2009 mehrere Prozessphasen durchlaufen:

1. *nordwest2050-Klimaszenarien*, regional erwartete Spannbreiten des Klimawandels für den Raum der Metropolregion Bremen-Oldenburg bis 2050 und 2085,
2. *Vulnerabilitätsanalyse* (Verwundbarkeitsanalyse), Auswirkungen des Klimawandels auf die Region und ihre Wirtschaft (bis Anfang 2012),
3. *Innovationspotenzialanalyse*, Kompetenzen und Potenziale in den drei Wirtschaftsclustern Ernährungswirtschaft, Hafen/Logistik sowie Energie und in der Region, um auf die neuen Herausforderungen des Klimawandels zu reagieren (bis Mitte 2012),
4. *Vision 2050*, Kompass und Orientierungsrahmen für Klimaanpassungsstrategien in der Metropolregion (bis Anfang 2013),
5. **Zehn sektorale Roadmaps, Empfehlungen, wie den Herausforderungen des Klimawandels begegnet werden sollte,**
6. *Erstellung einer integrierten Roadmap of Change, welche einen konsistenten Fahrplan für Klimaanpassungsstrategien in der Region bis zum Jahr 2050 beschreibt.*

Die ersten vier Phasen sind bereits abgeschlossen. Darauf aufbauend wurde die vorliegende sektorale Roadmap Energie in einem mehrstufigen Prozess erarbeitet. Zunächst wurden die Kernziele der Vision 2050 zum Handlungsfeld Energie vom Autorenteam herausgearbeitet. Daraufhin hat am 12. und 14. Februar 2013 ein Workshop stattgefunden, zu dem eine Vielzahl von Akteurinnen und Akteuren aus dem regionalen Energiesystem eingeladen wurde. In dem Workshop ging es darum, zunächst die Kernziele nochmals zu präzisieren und dann Maßnahmen und Handlungspfade zu beschreiben, welche die Erreichung dieser Kernziele unterstützen. Die Ergebnisse des Workshops wurden vom Autorenteam zu einem ersten Entwurf einer Roadmap

Energie aufbereitet und den Teilnehmenden des Workshops¹ sowie weiteren Interessierten² zur Kommentierung zur Verfügung gestellt. Die eingegangenen Anregungen und Hinweise wurden vom Autorenteam gesichtet, untereinander bewertet und eingearbeitet. Dementsprechend ist die vorliegende Arbeit unter Mitwirkung und Einbezugs des Wissens wichtiger regionaler Akteurinnen und Akteure des regionalen Energiesystems entstanden, jedoch liegt die letztendlich inhaltliche Verantwortung bei ‚nordwest2050‘ und dem Autorenteam.

Die Ergebnisse aus den zehn sektoralen Roadmaps bilden die Grundlage für die sechste und letzte Prozessphase: der Erstellung der integrierten Roadmap of Change. Diese wird handlungsfeldübergreifende und konsistente Strategien und Handlungsoptionen auf dem Weg zu einer klimaangepassten und resilienten Metropolregion Bremen-Oldenburg beschreiben. Aufgrund der stetigen Veränderung und Unsicherheiten bezüglich zukünftiger Entwicklungen werden einerseits konkrete Handlungsempfehlungen aufgezeigt, die kurzfristig umgesetzt werden können. Andererseits werden mögliche Handlungspfade beschrieben, deren Konkretisierungsgrad geringer ist und die auf die Entwicklungen in den kommenden Jahrzehnten abgestimmt werden müssen. Entsprechend bilden die sektoralen Roadmaps und die integrierte Roadmap so genannte „living documents“, in denen erste Ideen und mögliche Schritte zu einer klimaangepassten und resilienten Region beschrieben sind, die aber kontinuierlich erweitert und angepasst werden müssen.

1.1 Ziele, Inhalt und Aufbau der Roadmap Energie

In Anbetracht der enormen Herausforderungen der Transformation der Energiesysteme ist es selbstverständlich nicht möglich, einen Fahrplan für die langfristige Entwicklung des regionalen Energiesystems in allen Details zu beschreiben oder gar festzulegen. Damit die Region nicht einfach Getriebene der Entwicklungen der Rahmenbedingungen ist, müssen umgekehrt aber langfristige Entwicklungsziele in den Blick genommen und auch schon von heutigen Maßnahmen adressiert werden. Dazu ist es entscheidend,

- 1. überhaupt über eine gemeinsame langfristige Zielperspektive zu verfügen,**
- 2. die wesentlichen Hindernisse und zu erwartende Zielkonflikte auf dem Weg dorthin zu kennen und anzugehen und**
- 3. mögliche Änderungen der relevanten Rahmenbedingungen zu identifizieren.**

Dies sind die drei wesentlichen Punkte, die es schon heute anzugehen gilt, und die von der Energie-Roadmap 2050 für die Metropolregion Bremen-Oldenburg geleistet werden sollen.

Zur Eingrenzung der langfristigen Zielperspektive enthält die Roadmap die Energievision 2050 für das regionale Energiesystem im Jahr 2050, die von Akteurinnen und Akteuren des regionalen Energiesystems aus den Bereichen Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft gemeinsam erarbeitet wurde (siehe S. 5 ff). Diese ist ganz im Sinne einer Vision losgelöst von den heutigen Zwängen und Pfadabhängigkeiten formuliert. Bei der Frage, ob und wie diese Vision langfristig verwirklichtbar ist, sollte zwischen den externen Rahmenbedingungen, also den in der Region nur marginal beeinflussbaren Faktoren, und den regionalen Handlungsoptionen differenziert werden. Selbstverständlich ist diese Unterscheidung nicht völlig trennscharf. Unter Umständen kann es sogar nötig sein, bestimmte momentan externe Faktoren in Zukunft regional

¹ Folgende Akteure haben am Workshop mitgewirkt: Arno Gottschalk (SPD) Helmut Honkomp (Energiewende Osterholz 2030), Karin Jahn (Bremer Energie Institut), Matthias Kirk (Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten e.V.), Iris Klauck (swb AG), Michael Kruse (prosys° GmbH), Michael Pelzl (Bremer Energie-Konsens GmbH), Klaus Prietzel (BUND Bremen), Ulrich Scheele (Oldenburger Energiecluster), Anne Schierenbeck (Bündnis 90 / DIE GRÜNEN), Manfred Zolper (swb AG).

² Folgende Akteure haben zusätzlich bei der Kommentierung mitgewirkt: Bernhard Heidrich (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz).

beeinflussbar zu machen. Dennoch ist die Trennung sehr wichtig, um mögliche regionale Handlungspfade im Hinblick auf verschiedene mögliche Entwicklungen der externen Rahmenbedingungen zu evaluieren. Zur Durchführung dieser Evaluation enthält diese Roadmap drei Rahmenszenarien, die von regionalen Akteurinnen und Akteuren in einem sektorübergreifenden Prozess entwickelt und für das regionale Energiesystem auf Basis einer Befragung regionaler Energieexperten und -expertinnen konkretisiert wurden (siehe S. 10 ff).

Um die auf die Region bezogene Vision und die auf die äußeren Umstände bezogenen Rahmenszenarien in Einklang zu bringen, sind zwei Sichtweisen erforderlich. Einerseits sollte vom Ziel her und damit unabhängig von den heutigen Trends geschaut werden, welche Hindernisse auf dem Weg dorthin zu überwinden sind und welche Meilensteine bei der Entwicklung des regionalen Energiesystems zur ihrer Überwindung beitragen. Andererseits gilt es von heute aus zu analysieren, welche regionalen Entwicklungen sich aus den verschiedenen Rahmenszenarien ergeben und welche Maßnahmen in der Region ergriffen werden können, um diese Entwicklungen in die gewünschte Richtung zu lenken. Aus den Hindernissen, Meilensteinen und Maßnahmen, deren Abhängigkeiten untereinander, sowie fördernden und hemmenden Faktoren in den Rahmenszenarien ergeben sich exemplarische regionale Handlungspfade, die mit groben Zielzeitpunkten für das Erreichen der Meilensteine versehen sind (siehe S. 14 ff).

Aus den groben Zielzeitpunkten lassen sich diejenigen Maßnahmen ableiten, mit denen bis Ende dieser Dekade begonnen werden sollte, um die Zielperspektive erreichbar zu machen. Diese stellen die Handlungsempfehlungen an die Akteurinnen und Akteure des regionalen Energiesystems (Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten e.V., Kommunen, Länder, Energiewirtschaft, Bildung/Wissenschaft und Zivilgesellschaft) dar und werden entsprechend aufgeschlüsselt (siehe S. 30 ff). Darüber hinaus werden Empfehlungen für den Umgang mit Synergien und Konflikten zu anderen Handlungsfeldern gegeben.

2 Risiken und Chancen des Klimawandels für das Energiesystem im Nordwesten

Bis 2050 soll nach den Zielen der EU und der Bundesregierung das europäische Energiesystem in ein CO₂-armes Energiesystem verwandelt werden. Die Energieversorgung soll weitestgehend auf Erneuerbaren Energien (EE) basieren und der absolute Energieverbrauch soll deutlich reduziert werden. Dies bedeutet, dass das Energiesystem in 40 Jahren wohl ganz anders aussehen wird als heute. Diese Zeitskala ist kürzer als die Lebensdauer des Großteils der Energieinfrastruktur. Die Planung dieser langlebigen Infrastruktur muss daher enorme Unsicherheiten hinsichtlich der Entwicklung von technischen wie sozio-ökonomischen Aspekten eines zukünftigen Energiesystems berücksichtigen. Der Klimawandel kommt als ein weiterer Faktor zu den massiven sozio-ökonomischen Unsicherheiten hinzu, wie es die Ergebnisse einer im Rahmen von ‚nordwest2050‘ durchgeführten **Verwundbarkeitsanalyse des regionalen Energiesystems** gezeigt haben. Dabei wurde neben den potenziellen Auswirkungen des Klimawandels und der diesbezüglich bestehenden Anpassungskapazität auch der Einfluss von sozio-ökonomischen Entwicklungen im Kontext der Energiewende berücksichtigt. Die Ergebnisse zeigen, dass es nicht ausreicht, die Auswirkungen des Klimawandels losgelöst vom strukturellen Umbau des Systems zu betrachten, obwohl der Klimawandel auch isoliert eine Gefährdung für einige Teile des Systems darstellt. Diese Einsicht beruht im Wesentlichen auf folgenden drei Erkenntnissen:

Erstens deuten die Ergebnisse der Verwundbarkeitsanalyse darauf hin, dass **sozio-ökonomische Faktoren im Großen und Ganzen eine größere Gefährdung** für die Aufrechterhaltung der Systemdienstleistungen darstellen als die eigentlichen Auswirkungen des Klimawandels (vgl. Wachsmuth et al 2012). Vor allem die Stromerzeugung und -verteilung sowie die Produktion und Umwandlung von Biomasse sind u.a. auf Grund unklarer und unsicherer Regulierungsbedingungen, geringer Diversifizierung und mangelnder Akzeptanz strukturell anfällig und werden in der nahen bis mittelfristigen Zukunft wahrscheinlich vermehrt unter Druck geraten (vgl. Gabriel und Meyer 2010). Zweitens hat die technische Simulation eines regionalen Verteilnetzes gezeigt, dass die Klimafolgen allein die Stromnetzstabilität nicht bedrohen, in Kombination mit einem starken Anstieg der EE-Stromerzeugung kann es aber zu einem zusätzlichen und erheblichen Anstieg der Spannungsbandabweichungen kommen (vgl. Wolter und Weidner 2012). Drittens sehen die regionalen Energieversorger die prioritäre **Notwendigkeit, die künftige Systemstruktur zunächst in Teilen eindeutiger festzulegen**, um nötige Klimaanpassungsmaßnahmen zu integrieren (vgl. Gößling-Reisemann et al 2012a). Zwar gibt es keinen Konsens über die Art und Weise, wie dies geschehen soll, doch die Notwendigkeit ist offensichtlich. Die Ausgestaltung der Umsetzung sollte mit allen Anspruchsgruppen im regionalen Energiesystem diskutiert werden.

Als **Konsequenz aus der Verwundbarkeitsanalyse** scheint es ratsam, die notwendige Anpassung an den Klimawandel mit Resilienzsteigernden Maßnahmen zu verbinden, also solche die insgesamt die Fähigkeiten des Systems verbessern auf Störungen zu reagieren, mit Unsicherheit umzugehen und dabei seine Dienstleistungen in Quantität und Qualität aufrechtzuerhalten (vgl. Leyens et al 2012; Gößling-Reisemann et al 2013). Es müssen innovative Lösungen gefunden werden, um einerseits die identifizierten Konflikte zwischen den Beteiligten entlang der Wertschöpfungskette anzugehen und andererseits die Vereinbarkeit der teilweise gegensätzlichen Ziele der Versorgungssicherheit, der ökologischen Nachhaltigkeit, der sozialen Akzeptanz und der Wirtschaftlichkeit so weit wie möglich herzustellen. Weiter ist das System flexibel und anpassungsfähig zu gestalten, so dass Überraschungen und Unwägbarkeiten bewältigt werden.

3 Vision 2050 – Langfristige Zielperspektiven für den Energiesektor im Nordwesten

Die Energievision 2050 ist Teil der “Vision 2050 für einen klimaangepassten und resilienten Raum der Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten” und wurde von Akteurinnen und Akteuren des regionalen Energiesystems aus den Bereichen Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft gemeinsam erarbeitet und vom regional und sektorübergreifend besetzten Arbeitskreis Roadmap of Change zur Integration in die Vision 2050 geringfügig angepasst. Der Inhalt der Energievision 2050 ist im Folgenden in die beiden Themenbereiche “Nachhaltige Energienutzung und Partizipation” und “Resilienter Infrastrukturausbau und Erneuerbaren-Ausbau” unterteilt wiedergegeben. Es handelt sich hierbei um eine fiktionale Beschreibung eines als wünschenswert und realisierbar angesehenen regionalen Energiesystems, die als Orientierungsrahmen zur Ableitung von regionalen Handlungspfaden zu einem resilienten Energiesystem dient.

3.1 Nachhaltige Energienutzung und Partizipation

Alle Bürgerinnen und Bürger sind über die Ziele zur Energieeinsparung und der Versorgung mit Erneuerbaren Energien (EE) informiert und sich des Nutzens daraus bewusst. Man kann die Bürgerinnen und Bürger daher als „aufgeklärt“ in Bezug auf die sie betreffende Energieversorgung bezeichnen. Gerade in Bezug auf sparsame Energieverwendung und Partizipation beim Ausbau der Energieversorgung sind sie sehr gut informiert. Jeder und jede hat die Möglichkeit, einerseits selbsterzeugten Strom ins Verteilnetz einzuspeisen und eigene Speicherkapazitäten anderen zur Verfügung zu stellen, sowie andererseits Anteilseigner oder -eignerinnen von größeren Erzeugungs- und Speicheranlagen zu werden. Dafür gibt es Dienstleister, die maßgeschneiderte Lösungen anbieten und dem oder der einzelnen den Einstieg in diesen Markt so einfach wie möglich machen (z.B. E-Auto + Anteil an Wind-/Solarpark).

Der absolute Verbrauch von Energie ist im Jahr 2050 gegenüber heute erheblich gesunken. Beim Gebäudebestand ist der Wärmebedarf nur noch ein Bruchteil von heute. Dies ist zum einen auf ein stark verändertes Konsumverhalten bei Produkten zurückzuführen (z.B. Vermeidung energieintensiver Produkte), eine Entwicklung die durch eine konsistente Energiekennzeichnung verstärkt wird. Zum andern ist dieser Rückgang aber auch ein Resultat der zunehmenden gemeinsamen Nutzung von Produkten und Einrichtungen (z.B. Car-Sharing, Wohngemeinschaften, Heizungssysteme) sowie der Durchsetzung von Niedrigenergiehaus-Standard für Bestandsgebäude und Passivhaus-Standard für Neubauten. Effizienz und absolute Einsparungen werden finanziell mit Instrumenten gefördert, die eine Kompensation der Einsparungen durch neue oder erweiterte Energieanwendungen („Rebound-Effekt“) verhindern. Nichtverbrauchte Energie kann steuerlich geltend gemacht werden, was den Anreiz noch mal verstärkt.

Das Besitzen von (energieverbrauchenden) Konsum-/Gebrauchsgütern nimmt eine immer mehr untergeordnete Stellung ein. Durchgesetzt hat sich in weiten Teilen das Nutzen der mit den Gütern verbundenen Dienstleistung statt des Besitzens. Dies ermöglicht einen Fokus auf ressourcenschonende Herstellung und Betrieb von Geräten, da der ökonomische Erfolg eines Produkts nun viel stärker von Langlebigkeit und Sparsamkeit im Betrieb abhängt als zu Anfang des Jahrhunderts.

Unabhängig vom eigenen Engagement bleiben die Energiekosten für alle bezahlbar, auch für Industrie und Gewerbe. Die möglichen Konflikte zwischen Industrie und privaten Haushalten einerseits und zwischen armen und reichen Teilen der Bevölkerung andererseits werden auf nationaler, oder wo möglich regionaler Ebene über ein angepasstes Preisfeststellungsverfahren gelöst, bei dem sowohl die Daseinsvorsorge als auch die Wettbewerbsfähigkeit gewährleistet werden. Etwaige spezifische Mehrkosten (pro kWh) werden durch die sinkenden absoluten Verbräuche mehr als aufgewogen. Die Energieintensitäten (Energie/Wertschöpfung) sinken dementsprechend deutlich, ebenso wie die Pro-Kopf-Verbräuche in der Region.

Die optimierte Nutzung regional erzeugter Energie, insbesondere der Wärme, in einem dezentralen System wird erreicht, indem die Energieversorgung explizit in die fachübergreifende Planung und Städtebauplanung integriert wird. So werden beispielsweise zentrale Standorte für die Wandlung und den Verbrauch von Energie bestimmt, um eine optimale Nutzung der Ressourcen zu gewährleisten. Kommunale Energieverbände ermöglichen die technische, organisatorische und ökonomische Umsetzung einer regional optimierten Nutzung. Ferner werden die Voraussetzungen dafür geschaffen, dass alle freien Zugang zu den Energiemärkten haben. Die Energiebörsen werden global vernetzt und ermöglichen einen weltweiten Handel mit Energie für Privatleute.

Das individuelle Verkehrsaufkommen in der Region und anderswo geht um 25% zurück. Dies wird u.a. durch eine hohe Besteuerung von Transporten und Verkehrsleistungen erreicht. Gesellschaftlich gesehen hat sich das Verhältnis zu Verkehrssystemen geändert: es wird Mobilität nachgefragt, nicht Fahrzeuge. Die öffentlichen Verkehrsmittel sind zu einem effektiven und effizienten System zusammengeschaltet. Übergänge zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern und dem motorisierten Individualverkehr sind optimiert. Für ländliche Regionen gibt es schnelle und hoch getaktete Verbindungen in die Metropolen. Stillgelegte Haltepunkte an den Strecken wurden wieder reaktiviert. Die Bus und Bahnverbindungen in der Region sind ideal aufeinander abgestimmt. Die Taktraten der Verkehrsmittel sind sehr hoch. Die Benutzung der öffentlichen Nahverkehrsmittel ist für den Endkunden weitgehend kostenfrei, so dass der ÖPNV zumindest in der mittelbaren Umgebung der Städte die attraktivere Variante der Mobilität ist. Zudem sind die Anschlusspunkte für Car-Sharing in der Region („Mobilpunkte“) deutlich ausgebaut worden und liegen in unmittelbarer Nähe zu ÖPNV-Verbindungsknoten.

Im Transportsektor werden großteils Erneuerbare Energien zum Antrieb eingesetzt. Der Hauptanteil beim Güterverkehr fällt dabei auf EE-Methan, der aus der Speicherung von überschüssigem erneuerbarem Strom ausreichend zur Verfügung steht. Für den Individualverkehr werden hauptsächlich elektrisch betriebene Fahrzeuge eingesetzt, die mit erneuerbarem Strom betrieben werden. Als Folge ist der regionale Individualverkehr (bis 100km) weitgehend emissionsfrei. Im ÖPNV wird zudem ein Leitungssystem angestrebt, das es Elektrobussen erlaubt während der Fahrt für die Fahrt von Überlandstrecken aufzuladen. Ein ähnliches System wird auch auf 80% der Autobahnen vorgesehen, um einen Autoverkehr aus Erneuerbaren Energien zu ermöglichen. Es entstehen zudem Mobilitätsbörsen, die eine CO₂-neutrale und kostengünstige Mobilität ermöglichen.

3.2 Resilienter Infrastrukturumbau und Erneuerbaren-Ausbau

Die Erzeugung von Strom und Wärme erfolgt in der Region weitestgehend aus erneuerbaren Quellen, wodurch sowohl der Klimaschutz vorangetrieben wird, als auch auf die Endlichkeit der fossilen Ressourcen reagiert wird. Die Strukturen sind dabei überwiegend dezentral mit einem hohen Anteil an Wind- und Solarparks und Dach-Photovoltaikanlagen. Mikro-BHKWs und Brennstoffzellen werden zudem zur Lastglättung und zur Erzeugung von Wärme eingesetzt.

Zur Versorgung in Zeiten geringer regionaler Erzeugung und zur Absicherung von Starklasten ist die Region zusätzlich an die Offshore-Windparks in der Nordsee und ggf. weitere erneuerbare Großprojekte (z.B. Desertec) angeschlossen. Zum Erhalt der Versorgungssicherheit und als allgemeine Rückfall-Lösung werden neben den überwiegend eingesetzten erneuerbaren Quellen noch konventionelle Kraftwerke und Speicher vorgehalten. Die grundsätzliche Devise lautet aber „so dezentral wie möglich, so zentral wie nötig“. Im nationalen und internationalen Vergleich ist die Erzeugungsstruktur in der Region wettbewerbsfähig, insbesondere in Hinsicht auf ihre Fähigkeit, auch unter stark fluktuierenden Bedingungen bei Erzeugung und Verbrauch ihre Dienstleistung aufrechterhalten zu können.

Ein Großteil der Erzeugung in der Region ist dabei in Bürgerhand oder in der Hand von Kommunen. So erzeugt beispielsweise nahezu jeder Haushalt selber Strom oder ist an einem Kraftwerk beteiligt (Strom und Wärme). Für Kleinverbraucher (z.B. mobile Geräte) werden Versorgungskonzepte eingesetzt, die durch menschliche Bewegungsenergie gespeist werden können. Bei der Offshore-Windstromerzeugung sind innovative Konzepte umgesetzt, die den spezifischen Flächenverbrauch und die Umwelteingriffe gegenüber heute senken (z.B. Anlagen auf der Basis von Lenkdrachen und kombinierte Wind/Wellenkraftwerken). In der Industrie wird vor allem auf Eigenverantwortung gesetzt. So sind alle Industriestandorte mit einer Eigenstromversorgung ausgestattet, bei der zugleich ein hoher Anteil an EE realisiert wird (in urbanen Gebieten z.B. über Biogas oder EE-Methan). Die industrielle Selbstversorgung wird flankiert durch dezentrale Speicher an den Industriestandorten.

Erzeugungsanlagen und Infrastruktur sind weniger auf eine lange Standzeit optimiert als auf die Möglichkeit, sie flexibel an sich ändernde Bedingungen anpassen zu können. Außerdem lassen sie sich bei Bedarf zurückbauen und weitestgehend recyceln. Dadurch wird einer möglichen Ressourcenknappheit vor allem bei den kritischen Metallen vorgebeugt. Außerdem kann so eine Anpassung an neue Möglichkeiten und Rahmenbedingungen schneller erfolgen.

Auch die Stromspeicherung erfolgt in erster Linie dezentral, unter anderem an Industriestandorten (s.o.). Um die Speicherung ökonomisch zu gestalten, verfügt allerdings nicht jeder Haushalt oder Erzeugende über einen eigenen Speicher, sondern diese werden von mehreren Nutzenden geteilt. Die Batterien von Elektroautos werden auch zum Lastausgleich genutzt. Für die längerfristige Speicherung bestehen größere Anlagen („Cloudspeicher“) und Kapazitäten zur Wandlung von überschüssigem Strom in Methan (Power-to-Gas). Die Netze für Gas und Wärme werden ebenfalls zur Speicherung verwendet, insbesondere zum Auffangen kleiner bis mittlerer Mengen an Überschussstrom nach entsprechender Wandlung in die jeweilige Energieform. In der Summe ergeben sich im Jahr 2050 aus industriell und privat betriebenen Speichern für elektrische Energie Speicherkapazitäten, die einem erheblichen Anteil des regionalen Jahresbedarfs an Strom entsprechen und so längere Flauten, auch im Winter, kompensieren können.

Die Übertragungsnetze der verschiedenen Energieträger sind weiterhin so weit staatlich reguliert oder sogar kontrolliert, dass eine großflächige Versorgungssicherheit für alle Regionen und Endanwender garantiert ist, auch jenseits von einem rein ökonomischen Kalkül. Befördert wird dies durch eine umfangreiche Beteiligung von Kommunen, regional agierenden Stadtwerken und den Bürgerinnen und Bürgern in Form von Genossenschaften. Über die Verteilnetze ist ein Anschluss an die Versorgungssysteme für alle Nutzergruppen gewährleistet. Gleichzeitig gibt es einen diskriminierungsfreien Zugang für alle dezentralen Einspeiser, so dass diese am Handel mit Energie teilnehmen können. Entsprechend der Versorgung aus der Hand von Bürgerinnen und Bürgern und Kommunen wird es auf kommunaler Ebene in den Bereichen Gas (Biogas, EE-Methan), Strom, Wärme und Kälte einen Netzausbau geben. Es existieren dann einerseits Anlagen, mit denen überschüssiger Strom in Methan umgewandelt werden kann, und andererseits Gaskraftwerke unterschiedlicher Größe, über die eine Rückverstromung möglich ist. Das gespeicherte Methan wird auch zur Wärmeversorgung und als Treibstoff genutzt.

Die Energieversorgungsnetze werden stärker miteinander verbunden. So werden beispielsweise Gasnetze zur Speicherung von Biogas und erneuerbarem Methan genutzt oder Wärmenetze zur Aufnahme von überschüssigem Photovoltaik- und Windstrom. Zu diesem Zweck sind die Netze mit einer intelligenten Steuerung ausgestattet (Intelligente Netze), welche Angebot, Bedarf und Speicherung miteinander abgleicht.

3.3 Bezüge der Energievision 2050 zur Klimaanpassung und Resilienz des regionalen Energiesystems

Die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen von ‚nordwest2050‘ haben die Energievision 2050 im Nachhinein hinsichtlich ihrer Bezüge zu Klimaanpassung und Resilienz ausgewertet.

Für die Anpassung an den Klimawandel sind dabei folgende Punkte hervorzuheben (vgl. Gößling-Reisemann et al 2013): Erstens verringert die Nutzung regionaler Ressourcen die Exposition gegenüber den globalen Auswirkungen des Klimawandels, welche generell gesehen wesentlich massiver als die regionalen sein werden. Eine dezentralere und damit räumlich verteilte Erzeugung ist zweitens prinzipiell weniger anfällig für regionale Extremereignisse (Sturm, Überflutung, Starkregen, etc.), weil der Ausfall einzelner Anlagen sich erheblich weniger bemerkbar macht als in einem zentralen System. Dies bedeutet aber keinesfalls, dass auf eine Anbindung an zentrale Backupssysteme verzichtet werden kann. Drittens verringert die Nutzung von Abwärme zur Kälteerzeugung die Vulnerabilität von Industrie- und Gewerbebetrieben gegenüber Hitzewellen, da so bei geeigneter Gestaltung eine Abhängigkeit vom bei Hitzewellen hoch ausgelasteten Stromnetz vermieden wird. Viertens machen ein niedriger Gesamtverbrauch und niedriger Spitzenbedarf die Endanwendenden weniger anfällig für klimabedingte Störereignisse. Denn so lässt sich der Bedarf leichter über Speicher und Reservekapazitäten abdecken.

Ideale **resiliente Systeme** stellen sich auf die Herausforderungen ihrer Umwelt ein und halten ihre Funktionen und Dienstleistungen auch unter turbulenten Bedingungen aufrecht (vgl. Gleich et al 2010). Die Herausforderungen, mit denen ein System umgehen muss, können grundsätzlich eingeteilt werden in schleichende und plötzliche Veränderungen sowie in solche, die dem System grundsätzlich bekannt und solche die ihm neu sind. Für den erfolgreichen Umgang mit diesen Herausforderungen können verschiedene Fähigkeiten und Gestaltungsprinzipien identifiziert werden, deren Ausprägungen die Resilienz eines Systems bestimmen. Diesbezüglich sind folgende Punkte der Vision hervorzuheben:

Bekannte schleichende Veränderungen erfordern vom System vor allem **Anpassungsfähigkeit**. Hierzu braucht es Mechanismen, die graduelle Veränderungen in den vorhandenen Systemstrukturen unterstützen, also Anpassungskapazität bereitstellen. Zunächst führt die Verknüpfung der verschiedenen Energienetze zu einer höheren Flexibilität beim kontinuierlichen Ausgleich von Erzeugung und Bedarf und dabei insbesondere zu zusätzlichen Speicherpotenzialen. Weiterhin führt ein freier Zugang zu den Netzen bei der Einspeisung zu einer höheren Redundanz bei Wärme-, Gas- und Stromquellen, sowie mehr Flexibilität bei der Ausnutzung neuer Optionen. Schließlich kann eine verteilte Eigentümerstruktur (Kommunen als auch Bürgerinnen und Bürger) allein zwar zu ökonomischer Inflexibilität führen, wenn die kritische Masse für Investitionen fehlt. Gleichzeitig ist aber die Anfälligkeit für den Ausfall einzelner ökonomischer Akteure wie z.B. Insolvenzen geringer. Kommunale Verbände, sowie große Unternehmen als Miteigentümer und Dienstleister im regionalen Verbund könnten dabei die kritische Masse herstellen ohne eine destabilisierend Wirkung zu entfalten.

Für bekannte Herausforderungen mit abruptem Auftreten ist in erster Linie **Widerstandsfähigkeit** nötig, um sich gegen Ausfälle durch entsprechend robuste Strukturen und bewährte Maßnahmen zu schützen. In diesem Zusammenhang verringert ein hoher Anteil regionaler erneuerbarer Strom- und Wärmeenergieerzeugung zunächst die Anfälligkeit vor Lieferstörungen von außen. Des Weiteren kann eine zu große Dezentralität zwar zu Ineffizienzen und Verringerung der Versorgungssicherheit führen. Dezentralität bei gleichzeitiger Anbindung an zentrale Strukturen und Etablierung von Speichern erhöht hingegen die Ausfallsicherheit. Darüber hinaus machen ein niedriger Gesamtverbrauch und niedrige spezifische Verbräuche Energieverbraucher nicht nur in Bezug auf den Klimawandel, sondern generell weniger anfällig für allgemeine Störereignisse.

Unbekannte Änderungen, aus denen grundsätzlich neue Herausforderungen hervorgehen, erfordern vom System **Gestaltungsfähigkeit**. Die Förderung regionaler Energieerzeuger und -versorger stärkt dabei zunächst grundsätzlich das regionale Innovationssystem. Weiterhin führen ein hoher Informationsgrad und ein Verständnis für die Zusammenhänge bei den Bürgerinnen und Bürgern zur Verbesserung der Diffusion von Innovationen. Schließlich ermöglicht die Optimierung von Erzeugungsanlagen und Infrastruktur auf die Möglichkeit, sie flexibel an sich ändernde Bedingungen anpassen und unter Umständen sogar zurückzubauen und weitestgehend recyceln zu können, das Reagieren auf unerwartete Entwicklungen.

4 Rahmenszenarien für den Nordwesten – Mögliche Rahmenbedingungen in 2050

Die Rahmenszenarien bilden die ‚Leitplanken‘ möglicher Entwicklungen für die in ‚nordwest2050‘ untersuchten Wirtschaftskluster Energie, Ernährung/Landnutzung, Hafen/Logistik sowie den Bereich der Regionalen Governance. Nur unter plausiblen Vorgaben dieser Leitplanken lassen sich Handlungspfade in den einzelnen Sektoren entwickeln und zur regionalen „Roadmap of Change“ integrieren. Zum Erstellen der Rahmenszenarien wurden in den Sektoren die jeweils wichtigsten Einflussfaktoren gemeinsam mit regionalen Akteuren identifiziert. In einem sektorübergreifenden Workshop mit Akteuren aus den Bereichen Wirtschaft, Verwaltung, Zivilgesellschaft und Wissenschaft wurden die Abhängigkeiten zwischen diesen Einflussfaktoren untersucht und in einem Diskussionsprozess zu drei in sich konsistenten Szenarien für das Jahr 2050 zusammengeführt.

Tabelle 1. Übersicht der Treiberausprägungen in den drei Rahmenszenarien

Treiber	Szenario 1 „Regionalisierte Welt“	Szenario 2 „Nachhaltige Globalisierung“	Szenario 3 „Ungebremste Globalisierung“
Grad der Handelsliberalisierung	↓	↑	↑
Entwicklung der Finanzmärkte	Stabilisierung	Destabilisierung	Destabilisierung
Güterverkehrsaufkommen	→	↑	↑
Schleichender Klimawandel	→	→	↑
Extremwetterereignisse	↑	→	↑
Tiefgreifender Wertewandel	Individualorientierung	Gemeinwohlorientierung	Individualorientierung
Demographischer Wandel	Abmilderung	Abmilderung	Verschärfung
Energiesektor			
Brennstoffpreise (Steinkohle, Erdgas, Heizöl)	↑	↑	↑
Förderung EE & KWK (Bund/EU)	↑	↓	↑
CO ₂ -Zertifikat-Preise	↓	→	↑
Übertragungsnetzausbau	↑	↓	↑
Netzregulation	Verschärfung	Lockerung	Lockerung
Technologische Entwicklung: Speicher & Photovoltaik	↑	↓	→
Offshore-Ausbau	↑	↓	→

Legende: ■ / ■: Mögliche Chance/Risiko für regionale Entwicklung, ■: Nicht eindeutig bewertbar

↑ Zunahme, Beschleunigung
 ↓ Abnahme, Verlangsamung
 → Konstanz, Trenderhalt

4.1 Szenario S1: „Regionalisierte Welt“

Die Welt befindet sich 2050 in einem Zustand, der durch zunehmende **Extremereignisse** geprägt ist. Der Terrorismus ist weltweit präsent und gefährdet die Sicherheit von Bürgerinnen und Bürgern, Staat und Infrastrukturen. Unter diesem Einfluss hat sich eine internationale Atmosphäre der Abschottung herausgebildet, die eine **regionale Autarkie statt globale Handelsverflechtungen** begünstigt. Die EU hat sich diesem Trend des Protektionismus angeschlossen und begünstigt durch **Subventionen und Zölle** den Austausch auf dem Binnenmarkt, während Importe stark reduziert werden.

Dies hat unter anderem dazu geführt, dass das **Güterverkehrsaufkommen in Europa konstant** geblieben ist. Die Finanzwirtschaft hat einen stark regional geprägten Fokus und das internationale Investmentgeschäft ist in den Hintergrund getreten, zugunsten einer auf nationale und regionale Belange ausgerichteten Geschäftspolitik. Diese Veränderung führt zu einer **Stabilisierung der Finanzmärkte** auf der nationalen Ebene.

Erfolge im internationalen Klimaschutz haben dazu geführt, dass der schleichende Klimawandel in Nordeuropa nur zu einer Erwärmung um 1°C und kaum veränderten Niederschlägen führte. Die Befürchtung, dass eine **geringe globale Erwärmung** eine deutliche Zunahme der Klimavariabilität und damit **mehr Extremwetterereignissen** mit sich bringt, hat sich bewahrheitet. Dementsprechend treten die Extremwetterereignisse in der Region häufiger auf. Mehrmals im Jahr ist die Region von Hitzewellen und Sturmfluten betroffen, die durch den Trend zur "regionalen Autarkie" schlechter bewältigt werden können und so mit größeren Schäden als früher einhergehen.

Im privaten Bereich herrscht eine **starke Ausrichtung auf Autarkie und Selbstversorgung**, mit einer Betonung ökonomischer Werte. Die Solidarität mit anderen Teilen der Bevölkerung erstreckt sich maximal auf die Region. Damit verbunden ist eine starke Rolle des Staates, der vor allem die nationale Versorgungssicherheit gewährleistet. Aufgrund des Protektionismus sind die wirtschaftlichen Aktivitäten, insbesondere der Im- und Export stark reguliert. Um die Versorgung der Bevölkerung sicherzustellen, wurden die **Subventionen** für nationale und regionale Produkte stark erhöht, einschließlich einer hohen **Förderung von Erneuerbaren Energien**. Da diese Begünstigungen auf die Strompreise umgelegt werden, kommt es zu einem deutlichen **Preisanstieg**.

Die Abschottung der Staaten und Regionen führt in einigen Fällen zu einer besonders hohen Attraktivität für gut ausgebildete Zuwanderer. Da, wo sich diese Tendenz mit den nationalen oder regionalen Interessen deckt, kommt es zu einer **Verjüngung der Gesellschaft** und einem deutlichen **Zuzug aus anderen Teilen Europas und der Welt**. Die Region gehört zu den Gewinnern dieser Entwicklung.

Energie-Sektor: Der Ausbau der **Subventionen** bezieht sich insbesondere auf die Förderung Erneuerbarer Energien. In Kombination mit der Stabilisierung der Finanzmärkte konnte der Bau von **Offshore-Windparks** und der dadurch nötige Ausbau des **Übertragungsnetzes** schnell vorangetrieben werden. Der technische Fortschritt bei der **Photovoltaik** und der **Speicherung** von Energie profitieren von der Subventionierung Erneuerbarer Energien einerseits und höherer Forschungsförderung andererseits. Um der schnell wachsenden Anzahl an dezentralen Anlagen Herr zu werden, musste der Betrieb und Ausbau der **Versorgungsnetze** stärker reguliert werden. Die europäische Abschottung und der schwache globale Erwärmung haben dazu geführt, dass Europa seine zunächst ambitionierten Klimaschutzziele nicht mehr weiterverfolgt, so dass die Preise für **CO₂-Zertifikate** weiter gefallen sind. Wegen des rückläufigen Güterverkehrsaufkommens und des EE-Ausbaus sind die **Brennstoffpreise** nur moderat gestiegen.

4.2 Szenario S2: „Nachhaltige Globalisierung“

Aufgrund weltweiter Klimaschutzanstrengungen konnte der Klimawandel verlangsamt werden. Das 2°-Ziel für 2100 scheint erreichbar. Dementsprechend fällt der **schleichende Klimawandel** in der Region gering aus. **Extremwetterereignisse** spielen für die Region keine deutlich größere Rolle als vor 40 Jahren und können mit den entwickelten Anpassungsmaßnahmen so gepuffert werden, dass ihre Schadenshöhe nicht steigt. Das Thema Nachhaltigkeit hat sich nicht zuletzt durch die Intensivierung der Maßnahmen zur Umsetzung der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie in allen gesellschaftlichen Bereichen durchgesetzt und ist Leitbild allen Handelns geworden.

Die **Globalisierung** hat sich unter Berücksichtigung ökologischer Belange intensiviert. Die Weltmärkte sind weiter zusammen gewachsen, **Transportvolumina sind deutlich gestiegen**. Gleichzeitig wurde die Logistik bei der Suche nach einem Weg zu weniger Treibhausgasemissionen als einer der entscheidenden Sektoren identifiziert. Weltweit wurden strengere Anforderungen an Umweltwirkungen der Warentransporte gestellt. Die **Verteuerung der Energiepreise** hat dazu geführt, dass das Thema Energieeffizienz im Verkehrssektor intensiv verfolgt wurde. Der im Vergleich zu anderen Verkehrsträgern diesbezüglich besseren Position des modernen Schiffsverkehrs kam der Metropolregion mit ihren Hafenstandorten zugute. Sie steht in einem regen internationalen wirtschaftlichen Austausch und hat eine zentrale logistische Bedeutung für ganz Europa. Die wirtschaftlichen Standortvorteile der Region (hohes Innovationspotenzial, hohe Lebensqualität, hoher Vernetzungsgrad aller Akteure, umfangreiche Beteiligungsmöglichkeiten) wurden im internationalen Vergleich gut genutzt und sind heute die Faktoren zur Steigerung der Attraktivität der Region. Durch die **Zuwanderung** vor allem junger, gut ausgebildeter Menschen konnte der **demografische Wandel abgemildert** werden. Innerhalb der Region zeigt sich die Bereitschaft für – insbesondere ökologische – Qualität mehr Geld aus zu geben. Aufgrund der wirtschaftlichen Stärke sind die finanziellen Voraussetzungen dafür gegeben.

Die **Finanzmärkte sind weiterhin ein Risikofaktor**. Zwar kam es nie zu einem vollständigen Zusammenbruch, jedoch haben Unsicherheiten immer wieder Einflüsse auf die Realwirtschaft gehabt. So fehlte Kapital für Großprojekte insbesondere in der Energieversorgung. Zusammen mit der **regionaleren Orientierung** führte dies zu einer stärker dezentral und kleinteilig strukturierten Energieversorgung, die zu einer deutlichen **Zunahme der Energiepreise** geführt hat. Bürger und Bürgerinnen organisieren sich stärker eigenverantwortlich. Damit einher geht ein stärkeres Gefühl der Verantwortung gegenüber Natur und Mitmenschen.

Insgesamt bieten sich der Region in einem klimatisch nicht dramatischen, aber wirtschaftlich nicht immer einfachen Umfeld einige Chancen. Die starke Kopplung mit dem Weltmarkt macht die Region anfällig für die Änderung externer Rahmenbedingungen.

Energie-Sektor: Weltweite Klimaschutzerfolge bremsen die Nachfrage nach **fossilen Brennstoffen**, so dass deren Preise nur moderat steigen. Durch den **schwachen Klimawandel** fehlen Anreize für weitere Emissionssenkungen, weswegen die Preise für **CO₂-Zertifikate** auf einem niedrigen Niveau verharren. Entsprechend werden in Europa **Erneuerbare Energien** und **Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung** längerfristig nicht subventioniert. Die Situation der Finanzmärkte und das damit einhergehend fehlende Kapital für Investitionen führt dazu, dass der Ausbau von **Offshore-Windenergie** weit hinter den Erwartungen zurückbleibt und entsprechend das **Übertragungsnetz** weniger stark ausgebaut wird. Andererseits werden die **Versorgungsnetze** nicht besonders restriktiv reguliert. Die rückläufige Förderung hat zudem zur Folge, dass der technische Fortschritt in der **Photovoltaik** sich nicht weiter beschleunigt und bei der **Speicherung** von Energie langsamer als erwartet vorstättengeht.

4.3 Szenario S3: „Ungebremste Globalisierung“

Die Welt im Jahr 2050 ist von wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Krisen geprägt, die zu hohen Risiken und Unsicherheiten für die Region führen. Zentraler Treiber ist die **ungebremst fortschreitende Globalisierung**, vor allem in Form der **zunehmenden Handelsliberalisierung** und des **stark wachsenden Güterverkehrsaufkommens**. Wirtschaftliches Gebot für Unternehmen ist der individuelle Profit. Der **Destabilisierung der Finanzmärkte** ist im Zuge dieser Entwicklungen nicht zu kontrollieren, so dass die Eurogemeinschaft auseinander bricht. Dies führt zu einer hohen Schuldenlast für öffentliche Haushalte und Banken, weswegen Kapital nur für Investitionen mit geringem Risiko zur Verfügung steht. Die Subventionen vor allem im Bereich der Landwirtschaft wurden deutlich gekürzt. Zum einen war dies eine Folge finanzieller Engpässe in den Staatskassen, zum anderen passen Subventionen nicht zu einer freien globalen Wirtschaft.

Die fortschreitende Globalisierung ist mit einem stetig zunehmenden Ausstoß an Treibhausgasen verbunden, was den **Klimawandel weltweit stark beschleunigt** hat. So treten in der Region mehrmals jährlich **Extremwetterereignisse** wie länger andauernde Hitzewellen und schwere Stürme auf. Daher sind Versicherungen gegen Extremwetter teuer, aber unverzichtbar. Allerdings sind die regionalen Auswirkungen des Klimawandels nicht mit den Katastrophen in anderen Weltregionen zu vergleichen, was sich global gesehen trotz der weltweiten Verflechtungen der Wertschöpfungsketten als Standortvorteil erweist. Die Anpassung an den Klimawandel ist in Europa – technisch und finanziell – möglich.

Die wirtschaftlichen Verwerfungen und klimatischen Bedrohungen führen gesellschaftlich zu einer starken **Orientierung auf das individuelle Wohlergehen** und lassen den Druck auf den sozialen Zusammenhalt ansteigen. Unter diesen Bedingungen bleibt die Geburtenrate auf niedrigem Niveau. Auch die Zuwanderung in die Region bleibt trotz der Standortvorteile gering. Die Verschärfung des demographischen Wandels schränkt die Gestaltungsmöglichkeiten in der Region deutlich ein.

Die intensivierete Globalisierung führt zu einer regionalen Verschiebung von Wertschöpfung. Von wachsenden Exportmöglichkeiten können insbesondere die Sektoren „Hafen/Logistik“ und „Ernährung / Landwirtschaft“ profitieren. Hierzu müssen sie im globalen Wettbewerb durchsetzungsfähig sein, so dass ein weiterer Rationalisierungs- und Intensivierungsdruck entsteht. Zunehmende Risiken auf den Weltmärkten müssen von den regionalen Unternehmen aufgefangen werden. In Anbetracht der **steigenden Energiekosten** bieten sich wirtschaftliche Potentiale für die Energiewirtschaft jenseits der Nutzung **fossiler Rohstoffe**, weil diese selbst immer mehr mit hohen Kosten für Förderung und Kompensation von Treibhausgasemissionen belastet sind. **Regionale regenerative Energiequellen** wie Wind oder Biomasse werden wettbewerbsfähiger.

Energie-Sektor: Die **Brennstoffpreise** sind massiv gestiegen, weil vom Klimawandel verursachte Extremereignisse zu Unterbrechungen in den Lieferketten geführt haben und die Nachfrage im Kontext der starken Zunahme des Güterverkehrs angestiegen ist. Beides hat dazu geführt, dass die Preise für **CO₂-Zertifikate** stark angestiegen sind. In Europa wird daher versucht, den Ausbau der **Erneuerbaren Energien** und von **Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung** trotz des Subventionsabbaus durch den Erhalt der Förderung voranzutreiben. Der Ausbau von **Offshore-Windparks** und dem **Übertragungsnetz** ging schleppend voran, weil in Folge der Destabilisierung der Finanzmärkte das nötige Kapital nur mühsam aufgebracht werden konnte. Der technische Fortschritt bei **Photovoltaik** und der **Speicherung** von Energie stagniert, weil die Forschungsförderung im Zuge der anhaltenden Finanzkrise zurückgefahren wurde. Im Zug der Deregulierungspolitik wurde die **Netzregulation** mit mehr Spielräumen versehen.

5 Handlungspfade für den Nordwesten – Wege zur Vision 2050 im Energiesystem

Um die auf die Region bezogene Vision und die auf die äußeren Umstände bezogenen Rahmenszenarien in Einklang zu bringen, sind zwei Sichtweisen erforderlich. Einerseits sollte vom Ziel her und damit unabhängig von den heutigen Trends geschaut werden, welche Hindernisse auf dem Weg dorthin zu überwinden sind und welche Meilensteine bei der Entwicklung des regionalen Energiesystems zur ihrer Überwindung beitragen. Andererseits gilt es von heute aus zu analysieren, welche regionalen Entwicklungen sich aus den verschiedenen Rahmenszenarien ergeben und welche Maßnahmen in der Region ergriffen werden können, um diese Entwicklungen in die gewünschte Richtung zu lenken. Diese zentralen Schritte wurden von an der Mitwirkung interessierten Vertreterinnen und Vertretern des regionalen Energiesystems³ aus den Bereichen Politik, Verwaltung, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft durchgeführt. Die aus ihrer Sicht wichtigsten Hindernisse, Meilensteine und Maßnahmen werden im Folgenden detailliert erläutert.

5.1 Resilienter Infrastrukturumbau und Erneuerbaren-Ausbau

Aus Sicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems wird die Festlegung einer langfristigen Entwicklungsstrategie für das regionale Energiesystem bisher national wie regional durch einen **unüberschaubaren und uneinheitlichen Ordnungsrahmen (Hindernis H1)**, der in kurzen Abständen angepasst wird, behindert. Es bedarf ihrer Meinung nach im Gegensatz dazu eines Ordnungsrahmens, der konsistente und langfristig gültige Leitplanken vorgibt, die Umweltrestriktionen und Kosten-Nutzen-Überlegungen im Sinne der Nachhaltigkeit in Einklang bringt und zügige und wettbewerbliche Entscheidungen ermöglicht. Regional gesehen ist dafür die Etablierung eines länderübergreifenden Projektmanagements (Meilenstein M1a) für die regionale Verwirklichung der Energiewende ein erster wesentlicher Schritt. Ein aufgrund des hohen Ambitionsniveaus längerfristiger regionaler Meilenstein ist in diesem Zusammenhang die Entwicklung länderübergreifender Flächennutzungspläne für den Raum der Metropolregion Bremen-Oldenburg (Meilenstein M1b), welche die genannten Kriterien erfüllen. Das Erreichen dieser Meilensteine ist insbesondere auch Voraussetzung, um Investoren für den regionalen EE-Ausbau zu gewinnen (s. Hindernis H5 unten).

Zur **Etablierung eines länderübergreifenden Projektmanagements (M1a)** sind nach Einschätzung der Vertretenden des regionalen Energiesystems zunächst durch die Länder die Aufgabengebiete der Region festzulegen, entsprechende Planungskompetenzen weiterzugeben und gemeinsame Arbeits- und Planungsgruppen einzusetzen. Aufbauend auf den Aktivitäten im Rahmen der Energie- und Klimaschutzprogramme von Bremen und Oldenburg sollte eine gemeinsame Datengrundlage für die gesamte Region geschaffen werden. Erste Maßnahme sollte die Erstellung eines informellen länderübergreifenden Energiekonzepts sein, das im Rahmen einer freiwilligen Selbstverpflichtung der Kommunen in verbindliche Planung umgesetzt wird. Dies hat das Ziel, den Einsatz und die Nutzung von Erneuerbaren Energien zum festen Bestandteil der Bauleitplanung zu machen, sowie bestehende Mobilitätskonzepte weiterzuentwickeln und auf die gesamte Region auszudehnen. Die Initiierung des länderübergreifenden Projektmanagements sollte kurzfristig möglich und eine umfassende Etablierung daher bis 2020 in allen Rahmenszena-

³ Die beteiligten Vertreter und Vertreterinnen des regionalen Energiesystems sind in der Einleitung aufgeführt.

rien erreichbar sein. Das längerfristige Ziel des **Erstellens länderübergreifender Flächennutzungspläne für den Raum der Metropolregion Bremen-Oldenburg (M1b)** ist aus Sicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems von einer eigenen Arbeitsgruppe voranzutreiben. Durch enge Abstimmung mit der regionalen Industriepolitik, welche die räumliche Lastverteilung beeinflusst, und durch Einbeziehung der Netzbetreiber sollten integrierte Planungsprozesse für den Ausbau der Erneuerbaren Energie entstehen. Gemeinsame Flächennutzungspläne werden in Anbetracht der Laufzeiten und des nötigen Vorlaufs vermutlich erst in den 2020er Jahren fertig gestellt werden können. Entsprechend sollte es das Ziel sein, dass sie bis spätestens 2030 vorliegen. In den Rahmenszenarien S1 und S3, in denen es zu einer Zunahme der Förderung des Ausbaus der Erneuerbaren Energien kommt, ist aber eine möglichst frühe Verfügbarkeit der Flächennutzungspläne entscheidend. Ist eine solche verstärkte Förderung abzusehen, sollten die Verkürzung von Laufzeiten der alten Flächennutzungspläne und die Beschränkung der gemeinsamen Flächennutzungspläne auf das Themengebiet Energie geprüft werden.

Ein wesentliches Hindernis bei der Umgestaltung der Infrastruktur und dem Ausbau der Erneuerbaren Energien (EE) in der Region ist nach Einschätzung der Vertretenden des regionalen Energiesystems auch der **fehlende regionale Konsens (H2)** zum Umfang des regionalen EE- und Speicherausbaus, zur Notwendigkeit des Netzausbaus, zur geeigneten Balance zwischen Dezentralität und Zentralität und zur gerechten Verteilung der Kosten, wobei ein allseits getragener Konsens in vielen Bereichen auch in Zukunft nicht erreichbar scheint. Ein wichtiger regionaler Meilenstein sollte dementsprechend die Kompromissfindung im Rahmen eines von allen relevanten Anspruchsgruppen getragenen Demokratie-Labors (M2) sein, mit dem Transparenz über die regional notwendigen Schritte bei der Energiewende hergestellt, Zielkonflikte so weit es geht aufgelöst und möglichst schlanke und dennoch für die große Mehrheit akzeptable Verfahren zur Teilhabe an Planungsprozessen erprobt werden. Dies sollte auch die Grundlage für eine neue Rollenverteilung zwischen den verschiedenen Akteursgruppen bilden (siehe H3 unten).

Die **Kompromissfindung im Rahmen eines von allen relevanten Anspruchsgruppen getragenen Demokratie-Labors (M2)** muss nach Meinung der Vertretenden des regionalen Energiesystems mit einer klaren Definition der Aufgabenstellung beginnen. Dies erfordert einerseits die frühzeitige Einbindung aller interessierten Anspruchsgruppen und andererseits die Bereitstellung ausreichender finanzieller Mittel, koordiniert durch die Metropolregion Bremen Oldenburg im Nordwesten e.V. mit Unterstützung der Länder. Die konkrete Umsetzung der Arbeit des Demokratie-Labors sollte zunächst an einer ausgewählten Fallstudie demonstriert werden. Naheliegender ist hierfür der Netzausbau als aktuelles zentrales Konfliktfeld. Die Einrichtung des Demokratie-Labors ist kurzfristig anzugehen, so dass ein breit getragener Kompromiss bis 2020 in allen Rahmenszenarien erreichbar sein sollte.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist aus Sicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems die **bisherige Eigentumsstruktur und Rollenverteilung (H3)** im bestehenden Energiesystem. So ist die zentralisierte Ausrichtung der großen Energieversorgungsunternehmen (EVU) teilweise nicht kompatibel mit den dezentralen Anforderungen des EE-Ausbaus. Auch wird die Kopplung und Vermaschung der Energienetze dadurch erschwert, dass die einzelnen Netze unterschiedliche Eigentümer und Eigentümerinnen haben. Andererseits sind sich auch die Kommunen bisher nicht im Klaren, inwieweit sie steuernd eingreifen können und sollen. Hier bedarf es nach Meinung der Vertretenden des regionalen Energiesystems vor allem einer neuen Kompetenzverteilung zwischen EVU, Kommunen sowie Nutzern und Nutzerinnen (M3) beim Infrastrukturumbau und EE-Ausbau, die in regionalen Institutionen und den Geschäftsmodellen der regionalen EVU verankert ist.

Bei der **neuen Kompetenzverteilung zwischen EVU, Kommunen sowie Nutzern und Nutzerinnen (M3)** geht es vor allen Dingen darum die Rolle der Kommunen als Bindeglied zwischen Nutzenden und EVU zu definieren und zu institutionalisieren. Nach Einschätzung der Vertretenden des regionalen Energiesystems müssen die Kommunen festlegen, für welche Aufgaben sie eigene Kompetenzen aufbauen und welche sie per Konzession an die EVU vergeben. Weiterhin gilt es zu prüfen, ob die bisherige Strukturierung der regionalen EVU ausreichende Optionen zur Einflussnahme auf die regionale Entwicklung des Energiesystems ermöglicht. Diese Optionen sind dann wo nötig zu erweitern und kontinuierlich wahrzunehmen. Darüber hinaus sollten bei Ausbau und Nutzung von EE Kooperationen mit den Bürgern initiiert werden. Die Energiewirtschaft sollte Strukturen zur Eigenerzeugung durch Nutzende („Prosumenten“) und deren Eigenversorgung z.B. durch Förderung von dezentralen Speichern stärken und sich für die Prosumenten als Dienstleister etablieren. Mit der klaren Kompetenzverteilung sollte zwar kurzfristig begonnen werden. Ihre vollständige Umsetzung setzt jedoch einen regionalen Kompromiss zur regionalen Ausgestaltung der Energiewende voraus und wird daher erst in den 2020er Jahren abgeschlossen werden können. Um eine weitgehende Versorgung mit Erneuerbaren Energien zu erreichen, muss die Institutionalisierung in allen Rahmenszenarien bis 2030 erfolgt sein.

Ein zentrales Hindernis für einen schnellen, kosteneffizienten und bedarfsangepassten EE-Ausbau und die Schaffung erheblicher Stromspeicherkapazitäten ist nach Einschätzung der Vertretenden des regionalen Energiesystems die **bisher teilweise ungeeignete Anreizregulierung (H4)**. So gibt es keinerlei Synchronisation der EE-Förderung mit den existierenden und geplanten Netzkapazitäten, sowie den regionalen Bedarfen an Elektrizität. Für viele Formen der Stromspeicherung ergeben sich aus dem aktuellen Marktdesign keine geeigneten Geschäftsmodelle. Gesetzliche Förderungen und das Marktdesign werden national festgelegt. Der Nordwesten hat aber im Hinblick auf den Offshore-Ausbau und die zur Speicherung nutzbaren Salzkavernen in der Region besondere Bedeutung für die Umsetzung der Energiewende. Ein Meilenstein muss daher die Berücksichtigung der regionalen Bedürfnisse im nationalen Gesetzesrahmen (M4) sein. Ohne diesen Meilenstein wird es auch schwierig, das nötige Kapital für den Infrastrukturumbau und EE-Ausbau aufzubringen (s. Hindernis H5 unten).

Grundvoraussetzung, damit **die regionalen Bedürfnisse im nationalen Gesetzesrahmen berücksichtigt (M4)** werden können, ist aus Sicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems die regionalen Anliegen in einem regional integrativen Prozess zu diskutieren und auszuformulieren, wie z.B. eine eventuelle nationale Umlage der Verteilnetzentgelte, Anforderungen an das künftige Marktdesign, und eine Netzregulation, welche eine Ausstattung der Netze zur Unterstützung von dynamischen Tarifen und Laststeuerung ermöglicht. Zur Artikulation dieser Interessen ist einerseits das Lobbying auf Bundes- und EU-Ebene durch die regionalen Akteure und Interessensverbände zu verstärken. Andererseits sollten die regionalen Interessen durch Länderinitiativen entweder im Bundesrat oder bei nationalen Konsultationen im Rahmen des Energiewendeprozesses vertreten werden. Da davon auszugehen ist, dass schon in den kommenden Jahren zentrale Weichenstellungen z.B. in Bezug auf das künftige Marktdesign vorgenommen werden, ist die Berücksichtigung der regionalen Bedürfnisse kurzfristig anzugehen, mit dem Ziel wesentliche Punkte in allen Rahmenszenarien bis 2020 erreicht zu haben. Nichtsdestoweniger sind entsprechende Bemühungen in der Folge kontinuierlich nötig.

Der Infrastrukturumbau und EE-Ausbau ist schon jetzt und in Zukunft noch mehr mit erheblichen Investitionen verbunden. Früher oder später wird daher das **Fehlen von Finanzierungsquellen (H5)** als Hindernis zu überwinden sein. Regionales Ziel muss es daher nach Meinung der Vertretenden des regionalen Energiesystems sein, Bedingungen zu schaffen, die das Aufbringen des

Kapitals für den in der Region nötigen Infrastrukturumbau und EE-Ausbau (M5) ermöglichen. Voraussetzungen für die Gewinnung von Investoren und Investorinnen sind die Ausweisung ausreichender Flächen in den regionalen Flächennutzungsplänen (s. Meilenstein M1b) und ein geeigneter nationaler Ordnungsrahmen (s. Meilenstein M4).

Zum **Aufbringen des Kapitals für den in der Region nötigen Infrastrukturumbau und EE-Ausbau (M5)** ist nach Meinung der Vertretenden des regionalen Energiesystems die Aktivierung privaten Kapitals geboten. Ein Mittel dazu sollte die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger an den ökonomischen Vorteilen („community benefits“) durch die Energiewirtschaft sein, z.B. bei Windparks und Netzausbau. Dabei sollten regionale Fondlösungen mit einer größeren Anzahl von Projekten angestrebt werden, um das Risiko für den einzelnen im angemessenen Rahmen zu halten. In Anbetracht des enorm hohen Investitionsbedarfs ist jedoch in jedem Fall der Hauptteil durch privatwirtschaftliche Investoren zu tragen, deren Aktivierung von Ländern und Kommunen durch günstige und stabile regionale Rahmenbedingungen unterstützt werden kann. Um den Infrastrukturumbau bis 2050 abschließen zu können, muss der Großteil des nötigen Kapitals schon bis 2040 aufgebracht sein. In Rahmenszenarien S2 und S3 mit einer Destabilisierung der Finanzmärkte und in Rahmenszenario S2 gleichzeitig mit einer geringen Förderung von Erneuerbaren Energien ist dieser Zielzeitpunkt aber möglicherweise nicht erreichbar. Eine Möglichkeit zum Gegensteuern ist gegeben durch die frühzeitige Einrichtung eines regionalen Energie- und Klimaschutzfonds, der sowohl verschiedene Finanzierungsquellen als auch die regionalen Infrastrukturprojekte bündelt.

Den Erhalt der Versorgungssicherheit bei diskriminierungsfreier Möglichkeit zur Einspeisung in die Energienetze behindern nach Einschätzung der Vertretenden des regionalen Energiesystems im bestehenden System **unzureichende Kontrollmöglichkeiten für dezentrale Erzeuger, Verbraucher und Netze (H6)**, sowohl in Bezug auf das Datenmonitoring als auch auf die Laststeuerung. Zu bedenken ist hierbei auch, dass zentrale Kraftwerke bei sinkender Volllaststundenzahl nicht mehr ökonomisch zu betreiben sind. Der aus Sicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems regional zu erreichende Meilenstein ist hier die Einbindung aller als relevant anzusehenden Erzeuger und Verbraucher in eine flächendeckende intelligente Datenerfassung und Laststeuerung (M6). Geeignete Bedingungen für den Betrieb zentraler Backup-Kraftwerke sind auf nationaler Ebene zu schaffen (s. M4).

Um eine **intelligente Datenerfassung und Laststeuerung regionsweit (M6)** einzuführen, bedarf es nach Einschätzung der Vertretenden des regionalen Energiesystems der systematischen Erfassung aller relevanten steuerbaren Lasten und zukünftiger Potenziale. Auf Verbraucherseite sind hier wegen deutlich höherer Potenziale voraussichtlich primär Industrie- und Gewerbebetriebe und nur sekundär Haushalte zu betrachten. Die Schaffung weiterer steuerbarer Lasten sollte durch entsprechende Förderprogramme von Energiewirtschaft und Ländern unterstützt werden. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem Ausbau und der Netzintegration der E-Mobilität zu, wodurch umfangreiche Speicherkapazitäten geschaffen werden können. Parallel gilt es für die Energiewirtschaft regionsweit die relevanten Lasten sukzessive mit Smart Metering auszustatten und ein geeignetes Monitoring der dezentralen Erzeuger, Verbraucher und Netze zu etablieren. Schließlich sind die regionalen Energiespeicherpotenziale zu ermitteln und Schritt für Schritt auszubauen. Falls der Übertragungsnetzausbau wie in Rahmenszenario S2 nur schleppend vorankommt, ist der regionsweite Lastausgleich eventuell schon frühzeitig erforderlich. Deswegen sollte auf jeden Fall frühzeitig mit der Umsetzung begonnen werden. Der regionsweite Rollout und ein umfangreicher Ausbau der Speicherpotenziale sind jedoch sehr aufwendig in der Umsetzung und daher voraussichtlich erst bis 2040 abzuschließen. Im Rahmenszenario S1 ist allerdings

selbst das auf Grund der geringen Spielräume bei der Verteilnetzregulation eventuell nicht erreichbar. In diesem Fall sollte ein früherer und stärkerer Ausbau von Power-to-Gas-Anlagen Abhilfe schaffen, um nicht unmittelbar nutzbaren Strom zu speichern.

Der flexiblen Gestaltung von Erzeugungsanlagen und Infrastruktur und ihrem umfassenden Rückbau und Recycling stehen nach Meinung der Vertretenden des regionalen Energiesystems vor allen Dingen die momentan noch **niedrigen Rohstoffpreise (H7)** entgegen, wobei die stetige Verknappung der Ressourcen langfristig Abhilfe schaffen könnte. Dieses Hindernis ist regional kaum zu adressieren. Dessen Überwindung sollte aber durch die Schaffung von regionalen Modellprojekten für flexible und anpassungsfähige Anlagen und Infrastrukturen (M7) unterstützt werden. Vorbeereitet werden sollte dies durch eine regional überdurchschnittliche Steigerung der Ressourceneffizienz (s. M11a unten).

Zur **Schaffung von regionalen Modellprojekten für flexible und anpassungsfähige Anlagen und Infrastrukturen (M7)** muss aus Sicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems bei anstehenden Infrastrukturprojekten durch Kommunen, Länder und Energiewirtschaft auf eine langfristige Abstimmung von Angebot und Bedarf in der Fläche geachtet werden. Kommt es nur kurzfristig zu erhöhten Bedarfen sollte nach Möglichkeit mobile Infrastruktur eingesetzt werden. Außerdem sind schon in der Planungsphase mögliche Änderungen der geoökologischen und sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen durch Möglichkeiten zur nachträglichen oder automatisierten Anpassung zu berücksichtigen und Optionen für Rückbau und Recycling mitzudenken und zu dokumentieren. Damit die regionalen Modellprojekte tatsächlich richtungweisend für den Infrastrukturmumbau bis 2050 sein können, sollten sie bis spätestens 2030 umgesetzt sein. Eine frühere Verwirklichung ist wegen der langen Planungs- und Bauzeiten kaum möglich. In den Rahmenszenarien S1 und S3, in denen es zu einer Zunahme von Extremwetterereignissen und in S3 auch zu einem starken schleichenden Klimawandel kommt, ist die Anpassungsfähigkeit der Infrastruktur von besonderer Bedeutung. Im Fall solcher Entwicklungen muss darauf hingewirkt werden, dass die Maßnahmen nicht auf einzelne Modellprojekte beschränkt bleiben, sondern möglichst bald bei allen Projekten zum Einsatz kommen.

Tabelle 2: Übersicht über Maßnahmenbündel für den resilienten Infrastrukturumbau und Erneuerbaren-Ausbau

Meilensteine	Zieljahr	Maßnahmenbündel
M1a: Etablierung eines länderübergreifenden Projektmanagements	2020	<ul style="list-style-type: none"> → Arbeitsgruppen bilden + Pläne erstellen → Datengrundlage schaffen (KEP, OL + ...) → Einsatz/Nutzung EE fester Bestandteil Bauleitplanung → Weiterentwicklung regionales Mobilitätskonzept
M1b: Entwicklung länderübergreifender Flächennutzungspläne (FNP) für den Raum der Metropolregion Bremen-Oldenburg	2030	<ul style="list-style-type: none"> → Arbeitsgruppe einsetzen / Pläne erstellen → Länder legen Planungskompetenz der Region fest → Abstimmung regionale Industriepolitik => räumliche Verteilung von Last → Regional integrierte Planungsprozesse für Ausbau EE (unter Einbeziehung Netzbetreibender) → Optional in Rahmenszenarien S1 und S3: Verkürzung von Laufzeiten der FNP und Erstellung eines informellen länderübergreifenden Energiekonzepts
M2: Kompromissfindung im Rahmen eines von allen Anspruchsgruppen getragenen Demokratie-Labors	2020	<ul style="list-style-type: none"> → Definition und Umsetzung der Aufgaben → Finanzmittel bereit stellen → Konkretes Projekt als Beispiel (Netzausbau)
M3: Neue Kompetenzverteilung zwischen EVU, Kommunen sowie Bürgern und Bürgerinnen	2030	<ul style="list-style-type: none"> → Prosumerstrukturen stärken → Kooperation Kommunen Bürger bei Ausbau/Nutzung EE
M4: Berücksichtigung der regionalen Bedürfnisse im nationalen Gesetzesrahmen	2020	<ul style="list-style-type: none"> → Anforderungen an Marktdesign formulieren → Nationale Umlage der Netzentgelte → Dynamische Tarife ökonomisch darstellbar machen → Lobbying verstärken → Länderinitiativen z.B. Bundesratsebene
M5: Aufbringen des Kapitals für den in der Region nötigen Infrastrukturumbau und EE-Ausbau	2040	<ul style="list-style-type: none"> → Aktivierung privaten Kapitals → Community benefits: Beteiligung der Bürger an ökonomischen Vorteilen → Optional in Rahmenszenarien S2 und S3: Regionaler Energie- und Klimaschutzfond
M6: Flächendeckende intelligente Datenerfassung und Laststeuerung	2040	<ul style="list-style-type: none"> → Relevante steuerbare Lasten identifizieren → Förderprogramme für steuerbare Geräte → Ausbau E-Mobility => Speicher → Zentrales Datenmonitoring → Regionsweites Smart-Metering → Energiespeicherpotenziale ermitteln und ausbauen → Optional in Rahmenszenario S1: Früherer und stärkerer Ausbau von Power-to-Gas-Anlagen
M7: Regionale Modellprojekte für flexible und anpassungsfähige Anlagen und Infrastrukturen	2030	<ul style="list-style-type: none"> → Angebot / Bedarf besser bestimmen → Erhöhte Flexibilität bei Infrastrukturplanung → Optional in Rahmenszenarien S1 und S3: Anwendung der Maßnahmen auf alle Infrastrukturprojekte

5.2 Nachhaltige Energienutzung und Partizipation

Nach Ansicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems steht einer nachhaltigen Energienutzung zunächst ganz grundsätzlich **das bestehende sozio-ökonomische Wertesystem bei Bürgern und Bürgerinnen sowie Entscheidenden (H8)** entgegen. Dieses Hindernis betrifft dabei besonders die Ziele der Reduzierung des Ressourcenverbrauchs und des Verkehrsaufkommens, der großflächigen Verbreitung von „Nutzen-statt-Besitzen“ Konzepten, sowie der optimierten Nutzung von regional erzeugter Energie. Insbesondere wird als Hindernis gesehen, dass Wachstum allgemein als Grundbedingung für unser derzeitiges Wirtschaftsmodell gesehen wird und dass das allgemeine Konsumniveau und die Komfortansprüche der Gesellschaft ständig steigen, wozu auch der Anspruch auf eine 100-prozentige Versorgungssicherheit bei Energie gehört. Als eine Grundursache für dieses Hindernis wird von den regionalen Vertretern und Vertreterinnen das gesellschaftliche Wertesystem identifiziert, in dem Besitz und Verbrauch maßgeblich zur Identitätsbildung beitragen. Das Hindernis H8 wird als besonders schwerwiegend gesehen, da es erschwerend auf andere Hindernisse wirkt (siehe Hindernisse H9, H11, H13, H14, H15). Als Maß dafür, dass dieses Hindernis überwunden ist, wird von den regionalen Vertretern und Vertreterinnen ein Meilenstein definiert, der vorsieht dass wenigstens Klimagerechtigkeit und Nachhaltigkeit als gleichwertige sozio-ökonomische Werte etabliert (M8) sind.

Zur Erreichung des Meilensteins der **Etablierung von Klimagerechtigkeit und Nachhaltigkeit als gleichwertige sozio-ökonomische Werte (M8)** sind die regionalen Spielräume begrenzt, aber durchaus existent. Die Vertretenden des regionalen Energiesystems schlagen daher vor, regionale Informationsveranstaltungen und Kommunikationsangebote stärker zu fördern, die sich mit diesen Themen zielgruppenorientiert beschäftigen. Dazu müssten die bestehenden Instrumente und Organisationen entsprechend gestärkt werden. Eine Entwicklung dieses Informationsangebots sollte in Koordination mit der weiter unten beschriebenen Maßnahme zur Stärkung von Vermittlungsstrukturen im Bereich nachhaltiger Energienutzung geschehen. Zudem schlagen sie vor, regionale Produkte finanziell zu fördern, um neben Information und Aufklärung ein entsprechendes Warenangebot aufbauen zu helfen. Damit verbunden ist die These, dass regionale Produkte grundsätzlich nachhaltiger seien, was zu überprüfen ist. Damit ergibt sich aus dieser Maßnahme eine direkte Verbindung zum Meilenstein M13 (Entwicklung und Bewertung von Dienstleistungsangeboten, die Besitz ersetzen). Die Vertretenden des regionalen Energiesystems gehen davon aus, dass der Meilenstein M8 nach 2030 aber noch vor 2040 zu erreichen ist, wenn mit diesen Maßnahmen frühzeitig, auf jeden Fall noch vor 2020 begonnen wird. Im Rahmenszenario S2 wird von einem allgemeinen Trend zur Gemeinwohlorientierung ausgegangen, womit sehr wahrscheinlich das Erreichen dieses Meilensteins begünstigt würde, ohne dass abzu-sehen wäre, dass die Maßnahmen dadurch überflüssig würden.

Als ein weiteres Hindernis sehen die regionalen Vertreter und Vertreterinnen des Energiesystems das **fehlende professionelle Fachwissen für eine nachhaltige Energienutzung (H9)**, das sich einerseits in Form von Fachkräftemangel, andererseits aber auch in Form von mangelnder Qualifikation bei Handwerkenden zeigt. Dieses Hindernis steht vor allem den Zielen der Reduktion des Ressourcenverbrauchs und dem Ziel von bewusst und aufgeklärt handelnden Bürgern und Bürgerinnen sowie Entscheidenden entgegen. Dieser Mangel setzt sich dabei nach Meinung der regionalen Vertreter und Vertreterinnen in den kommunalen Verwaltungen und bei Unternehmen fort, die trotz vielfältigem Beratungsangebot noch nicht die notwendige Wissensbasis und methodische Kompetenz haben, um eine nachhaltige Energienutzung und Partizipation bei energiebezogenen Fragestellungen umsetzen zu können. Damit hat dieses Hindernis auch direkte und verstärkende Auswirkungen auf die Hindernisse H10 und H11. Als Meilenstein ergibt sich daraus

die Forderung nach ausreichenden Vermittlungsstrukturen für Fachwissen in Hinblick auf unterschiedliche Zielgruppen (M9). Damit dient dieser Meilenstein auch der Erreichung des Ziels einer optimierten Nutzung regional erzeugter Energie.

Die Schaffung von **ausreichenden Vermittlungsstrukturen für Fachwissen in Hinblick auf unterschiedliche Zielgruppen (M9)** erfordert nach Ansicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems vor allem eine Ergänzung der (Aus-)Bildungsinhalte in Hinblick auf Erneuerbare Energien, Klimaschutz, Klimaanpassung und Energieeffizienz. Damit sind sowohl Ausbildungsberufe, als auch schulische und universitäre Bildungsangebote in den Fokus zu nehmen. Wichtig ist den regionalen Vertretern und Vertreterinnen dabei die Kopplung von Theorie und Praxis, um einen möglichst effektiven Nutzen für die Erreichung der Ziele einer nachhaltigen Energieversorgung zu erreichen. Die regionalen Vertreter und Vertreterinnen gehen davon aus, dass sich der Meilenstein M9 bereits bis ca. 2020 umsetzen lässt, wenn mit der Anpassung der Ausbildungsinhalte sofort begonnen wird. Da Nachhaltigkeit und Klimaschutz im Rahmenszenario S2 eine besondere Rolle als Leitbild spielen, dürfte die Umsetzung der zu M9 beschriebenen Maßnahmen leichter fallen, nicht aber überflüssig werden. In den Rahmenszenarien S1 und S3 hingegen wirken starke ökonomische Treiber auch auf die Ausgestaltung von Ausbildungs- und Bildungsangeboten, so dass es hier schwer werden dürfte, die Inhalte in Richtung auf die oben genannten Ziele zu verändern. Unterstützend wirken werden die in diesen Rahmenszenarien steigenden Klimawirkungen aus Extremereignissen und die stark steigenden Brennstoffpreise, die eine Änderung von Ausbildungsinhalten in Richtung Klimaschutz, Erneuerbare Energien und Energieeffizienz unterstützen könnten. Diese Änderungen werden aber aller Voraussicht nach erst spät wirksam, so dass bei Entwicklungen wie in den Rahmenszenarien S1 und S3 die Möglichkeit einer deutlichen Verzögerung der Meilensteinerreichung zu berücksichtigen ist.

Auf der Ebene der Umsetzung von nachhaltiger Energienutzung und Partizipation bei der Gestaltung des regionalen Energiesystems sehen dessen Vertretende auch ein weiteres Hindernis in der **fehlenden Handlungsfähigkeit und Handlungsbereitschaft bei Bürgern und Bürgerinnen sowie Entscheidenden (H10)**. Eine Überwindung dieses Hindernisses würde vor allem den Zielen der bewusst und aufgeklärt handelnden Bürgern und Bürgerinnen /Entscheiderinnen und Entscheiderinnen als auch der optimierten Nutzung regional erzeugter Energie dienen. Einerseits wird für dieses Hindernis das zuvor angesprochene Fehlen des nötigen Fachwissens verantwortlich gemacht, teilweise wird aber der Grund dafür auch in einer gewissen Trägheit und Angst vor Veränderung der Bürger und Bürgerinnen sowie der Entscheidenden gesehen. Als wichtigen Aspekt dieses Hindernisses werden von den Vertretenden des regionalen Energiesystems die fehlenden individuellen und auf die Lebenswelten der Betroffenen zugeschnittenen Informationen gesehen, die ein bewusstes und aufgeklärtes Handeln erst möglich machen. Verbunden mit der Komplexität von Nachhaltigkeit und Partizipation ergibt sich damit eine schwerwiegende Barriere. Die Überwindung dieses Hindernisses ist nach Meinung der regionalen Vertreter und Vertreterinnen mit einem besseren Informationsstand verknüpft und sie definieren daher als Meilenstein die Ermittlung der CO₂-Fußabdrücke von regionalen Produkten und Unternehmen (M10), sowie den weiter unten beschriebenen Meilenstein M12b.

Die CO₂-Kennung für regionale Produkte (inkl. Fußabdruck der Unternehmen) (M10) kann nach Ansicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems erreicht werden, indem die Berechnung der CO₂-Bilanzen von regionalen Produkten finanziell gefördert wird. Bei der sehr großen Anzahl von Produkten und Unternehmen gehen die regionalen Vertreter und Vertreterinnen davon aus, dass dieser Meilenstein bis 2040 zum Abschluss gebracht werden kann. Die Umsetzung der Maßnahme ist er aber auch von einer finanziellen Grundausstattung durch die öffentli-

che Hand abhängig und damit von entsprechenden Prioritäten bei der Budgetaufstellung. Im Rahmenzenario S2 mit dem Fokus auf Gemeinwohlorientierung, Nachhaltigkeit und Klimaschutz dürfte diese Priorisierung sichergestellt sein, womit dieser Meilenstein ggfs. schon bis 2030 zu erreichen ist. Im Rahmenszenario S3 hingegen, mit gestiegenem Risiko für Unternehmen und deren Fokus auf Rationalisierung sowie insgesamt rückgängigen Subventionen, scheint eine Realisierung der finanziellen Förderung fraglich bzw. nicht ausreichend. Im Rahmenszenario S3 könnte daher dieser Meilenstein gänzlich gefährdet sein, womit Meilenstein M16 (Preise sprechen die ökologische Wahrheit) in seiner Erreichbarkeit betroffen sein könnte.

Als relevantes ökonomisches Hindernis auf dem Weg zu einem ressourcenschonenden Energiesystem sehen die Vertretenden des regionalen Energiesystems die immer noch **zu hohen Kosten für Erneuerbare Energien und Energieeffizienzmaßnahmen bzw. ein zu geringes Innovationstempo (H11)**. Diese Faktoren behindern insbesondere die Ziele der Reduktion von Ressourcenverbrauch und der Verwendung von größtenteils regenerativen Energien für Mobilität. Auch könnte dieses Hindernis die Energiepreise für bestimmte Gruppen mittelfristig untragbar machen. Konkret sehen die regionalen Vertreter und Vertreterinnen ein nur geringes Innovationstempo im Automobilbereich (in Bezug auf Nachhaltigkeit und Klimaschutz) und bei den Speichertechnologien. Dies liegt nach ihrer Meinung neben fehlenden Geschäftsmodellen teils auch daran, dass breite Teile der Wirtschaft hauptsächlich ihre Besitzstände wahren wollen und grundsätzlichen Veränderungen gegenüber abwehrend sind. Dieses Hindernis ist im gewissen Umfang durchaus regional zu überwinden. Als Meilensteine empfehlen die regionalen Vertreter und Vertreterinnen ambitionierte Ziele in Bezug auf den allgemeinen Ressourcenverbrauch: so soll die (jährliche) Steigerung der Ressourceneffizienz jeder Zuordnungseinheit (z.B. Landkreise und Wirtschaftssektoren) über dem Bundesdurchschnitt liegen (M11a) und speziell für den Gebäudebereich soll gelten, dass 75% der Häuser dem Niedrigenergiehaus-Standard entsprechen (M11b).

Die **Steigerung der Ressourceneffizienz, so dass jede Zuordnungseinheit⁴ überdurchschnittliche Effizienzsteigerungen gegenüber Bundesdurchschnitt aufweist (M11a)** und die **Erreichung eines Gebäudebestands bei dem 75% der Häuser dem Niedrigenergiehaus-Standard entsprechen (M11b)**, kann durch gemeinsame Maßnahmen erreicht werden. Die Vertretenden des regionalen Energiesystems empfehlen dafür die grundsätzliche Fortführung der bestehenden Förderprogramme, allerdings unter Berücksichtigung einer stärkeren Anpassungsfähigkeit und Flexibilität und angepasst an die Planungs- und Entscheidungshorizonte der Anwender. Zur Anpassungsfähigkeit der Förderprogramme gehört dabei die Reaktionsmöglichkeit auf technologische und ökonomische Entwicklungen, so dass beispielsweise Förderhilfen an die realen Kosten von Effizienzsteigerungsmaßnahmen angepasst werden können. Die Anpassung an die Planungs- und Entscheidungshorizonte bedeutet auch, dass Förderprogramme nur mit entsprechend langem Ankündigungsvorlauf geändert werden sollten. Die Herausforderung ist also, zwischen Flexibilität und Vorausschaubarkeit einen wirkungsvollen Kompromiss bei der Ausgestaltung der Förderprogramme zu finden. Damit sollen langfristige Rahmen gesetzt werden, innerhalb derer auf mittelfristige Änderungen im wirtschaftlichen Umfeld der Förderung reagiert werden kann. Mit Hilfe von so gestalteten Förderlinien sollte es nach Ansicht der regionalen Vertreter und Vertreterinnen machbar sein, schon bis 2020 die Steigerungsrate der Ressourceneffizienz in jeder regionalen Zuordnungseinheit über das durchschnittliche Niveau der entsprechenden Einheiten auf deutschlandweiter Ebene zu heben. Der zweite Meilenstein jedoch (75% der Häuser auf Niedrigenergiehaus-Standard) dürfte erst sehr viel später zu erreichen sein,

⁴ Damit sind Einheiten auf unterschiedlichen Skalen gemeint: Branchen oder Wirtschaftscluster, Länder, Landkreise, Gemeinden, usw.

vor allem aufgrund des immer noch sehr hohen Sanierungsrückstands im Bestand. Hier rechnen die regionalen Vertreter und Vertreterinnen mit einem Erreichen des Meilensteins bis 2050. Im Rahmenszenario S2, mit seinen weltweiten Klimaschutzanstrengungen und Nachhaltigkeit als allgemeines Leitbild für Entwicklung, sollte die Sanierungsrate bei Gebäuden schon aufgrund externer Treiber deutlich ansteigen, so dass hier mit einer deutlich früheren Erreichung des Meilensteins zu rechnen ist, und bereits bis 2040 die beschriebenen Energiestandards bei den Gebäuden erreicht werden können. Im Rahmenszenario S3 kommt es zu einer sehr starken Beschleunigung des Klimawandels, bei gleichzeitig stark steigenden Preisen für Brennstoffe und CO₂-Zertifikate und einer gesteigerten Förderung von Erneuerbaren Energien und KWK auf Bundes- und EU-Ebene. Diese externen Faktoren könnten ebenfalls helfen, den Wärmebedarf bei Gebäuden deutlich zu senken. In diesem Szenario scheint es daher ebenfalls denkbar, den Meilenstein schon bis 2040 zu erreichen.

Für den Ausbau eines regional optimierten und ressourcenschonenden Energiesystems sehen dessen Vertretende ein Hindernis in den **mangelnden regionalen Infrastrukturen (H12)**, sowohl auf Ebene der institutionellen Strukturen für Wirtschafts- und Innovationsförderung von Erneuerbaren Energien, als auch auf Ebene der nachhaltigen Mobilität. Dementsprechend wird nach Sicht der regionalen Vertreter und Vertreterinnen die Überwindung dieses Hindernisses durch zwei Meilensteine gekennzeichnet. Für die Mobilitätsstrukturen wird definiert, dass die Infrastruktur und ihre Ausstattung weitgehend standardisiert sind, sowie die Infrastruktur hinreichend verdichtet ist bei zahlreichen Zugriffsmöglichkeiten für Nutzende (M12a). Für die institutionellen Infrastrukturen wird von den regionalen Vertretern und Vertreterinnen das Hindernis als überwunden gesehen, wenn eine regionale Koordinierungsstelle für die dezentrale Wirtschafts- und Innovationsförderung von Erneuerbaren Energien existiert und es regionsweit eine bedarfsgerechte Anzahl an entsprechenden „Kümmerern“ vor Ort gibt (M12b). Die Erreichung dieses Meilensteins bzw. die Maßnahmen, die dafür hilfreich sind, haben auch direkte Auswirkungen auf das Überwinden der Hindernisse H9 und H10 (s.o.) und damit auch Relevanz für die Ziele der Reduktion des Ressourcenverbrauchs und der bewusst und aufgeklärt handelnden Bürger und Bürgerinnen sowie Entscheidenden.

In Bezug auf den Meilenstein, dass **die Infrastruktur- und deren Ausstattung standardisiert sind und es eine hinreichende Verdichtung der Infrastruktur sowie ausreichende Zugriffsmöglichkeiten für Nutzende gibt (M12a)**, schlagen die Vertretenden des regionalen Energiesystems als Maßnahme vor, entsprechende Modellvorhaben für Mobilität auf Basis von Erneuerbaren Energien einzuwerben, sowohl auf Seite der Förderung der Nachfrage als auch auf Seite der Förderung des Angebots. Die Herausforderung wird darin bestehen, aus einer Vielzahl von einzelnen Modellvorhaben eine standardisierte Infrastruktur mit attraktiven Angeboten für die regionalen Mobilitätsbedürfnisse aufzubauen. Da die Einwerbung von Modellvorhaben zeitlich aufwändig ist, rechnen die regionalen Vertreter und Vertreterinnen mit einer Erreichung dieses Meilensteins zwischen 2030 und 2040. Im Rahmenszenario S2 kommt es zu einer sinkenden staatlichen Förderung von Erneuerbaren Energien und zu stagnierenden Preisen für CO₂-Zertifikate, was grundsätzlich zu einer Gefährdung der Erreichung dieses Meilensteins führen könnte. Gleichzeitig steht aber die allgemeine Entwicklung unter dem Leitbild der Nachhaltigkeit und des Klimaschutzes, so dass hier vermutlich nicht-staatliche Förderungen und Investitionen zu akquirieren sind, um den Meilenstein einzuhalten. Dieser Meilenstein dürfte dennoch im Rahmenszenario S2 eher zwischen 2040 und 2050 erreichbar sein.

Ein weiterer Meilenstein auf dem Weg zu mehr Erneuerbaren Energien in der Mobilität besteht in der Ausstattung von regionalen Stellen (Kommunen, Landkreise, Länder) mit dedizierten Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen für Belange der Förderung von nachhaltiger Energienutzung, dem Aufbau Erneuerbarer Energien und den dazugehörigen Infrastrukturen (sogenannte „Kümmerer“ für Wirtschafts- und Innovationsförderung). Diese Kümmerer wirken damit nicht nur in Richtung des Ziels von möglichst großen Anteilen Erneuerbaren Energien für Mobilität, sondern tragen ganz allgemein zu einer Senkung des Ressourcenverbrauchs bei. Ferner unterstützen sie aufgeklärte und bewusste Entscheidungen im Sinne der nachhaltigen Nutzung von Energie (auch regional erzeugter Energie). Um den Aufwand für die Kommunen, Landkreise und Länder möglichst gering zu halten, ist es sinnvoll die Kümmerer miteinander zu vernetzen und eine zentrale Koordinierungsstelle zu schaffen, so dass eine angemessene und effektive Zuordnung dieser Personen zu den einzelnen Verwaltungseinheiten erfolgen kann. Die Vertretenden des regionalen Energiesystems sehen daher den entsprechenden Meilenstein in der **Etablierung einer Koordinierungsstelle der regionalen „Kümmerer“ und einer ausreichende Versorgung mit „Kümmerern vor Ort“ (M12b)**. Ausgangspunkt hierfür könnte das schon seit 2005 bestehende kommunale *Energienetzwerk Nordwest* sein. Die regionalen Vertreter und Vertreterinnen sehen eine Realisierung dieses Meilensteins bis 2020 als realistisch an. Die Rahmenszenarien dürften nur wenig Einfluss auf die Erreichung dieses Meilensteins haben, da entweder die Subventionen für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz steigen (S1, S3) oder das allgemeine Entwicklungsziel von Klimaschutz und Nachhaltigkeit gestärkt wird (S2). In beiden Fällen ist es zur Ziel führenden Steuerung der Subventionen oder Maßnahmen notwendig und auch finanzierbar, diese Kümmererstellen einzurichten.

Eins der Visionsziele bezieht sich auf die Durchsetzung einer Kultur von „Nutzen statt Besitzen“. Die Vertretenden des regionalen Energiesystems sehen als ein naheliegendes Hindernis **das mangelnde Angebot an Dienstleistungen die Besitz ersetzen können (H13)**. Neben dem Angebot an solchen Dienstleistungen bedarf es nach Ansicht der regionalen Vertreter und Vertreterinnen einer Bewertung ihrer Nachhaltigkeitswirkung. Als ein Meilenstein wird daher definiert, dass eine große Anzahl von Dienstleistungsideen für die Region erarbeitet und bewertet wurden (M13). Damit ergeben sich sehr wahrscheinlich positive Wirkungen auf die absolute Senkung des Ressourcenverbrauchs.

In Bezug auf den Meilenstein, dass **eine große Anzahl von Dienstleistungsideen für die Region erarbeitet und bewertet wurde (M13)**, ist es wichtig, dass diese Dienstleistungen wirklich eine Verbesserung in Richtung Nachhaltigkeit bewirken, und nicht etwa durch Rebound-Effekt oder andere Nebenwirkungen konterkariert werden. Zum Erreichen dieses Meilensteins empfehlen die regionalen Vertreter und Vertreterinnen einen Innovationswettbewerb zum Thema „Dienstleistung statt Besitz“. Zusätzlich muss ein verbindliches Bewertungsverfahren entwickelt werden, um die Nachhaltigkeitswirkung zu erfassen. Wenn daraus eine genügend große Anzahl an wirklich verfügbaren Dienstleistungen hervorgeht, würde gleichzeitig auch der absolute Ressourcenverbrauch in der Region gesenkt werden können (siehe M11). Die Ausrichtung dieses Wettbewerbs und die Etablierung eines breiten Dienstleistungsangebots sehen die regionalen Vertreter als bis 2020 realisierbar. Die Rahmenszenarien dürften diesen anspruchsvollen Zeitplan kaum beschleunigen können, selbst wenn im Szenario S2 eine Orientierung auf Gemeinwohl und Nachhaltigkeit sicherlich begünstigend wirken. Unter den Szenarien S1 und S3 besteht jedoch die Gefahr, dass aufgrund der starken Individualorientierung zu einer Verzögerung des Aufbaus von Nutzen-statt-Besitzen-Angeboten kommt, so dass dieser Meilenstein eventuell erst bis 2030 zu erreichen ist.

Gerade in Bezug auf für alle tragbare Energiekosten sehen die Vertretenden des regionalen Energiesystems ein Hindernis in der **schlechten Steuerung des Umbaus hin zu einer Energieversorgung mit Erneuerbaren Energien (sowohl auf Ebene der Politik als auch der wirtschaftlichen Interessensvertreter) und der Verteilung der damit verbundenen Kosten (H14)**. Nur bedingt kann diesem Missstand auf regionaler Ebene entgegen gewirkt werden. Möglichkeiten werden dabei vor allem in der Nutzung von Fördermaßnahmen und ihrer Ziel führenden Umsetzung gesehen, wobei auf der regionalen Ebene hier noch ein Mangel an Förderung und Beratung konstatiert wird (siehe auch H12). Die regionalen Vertreter definieren daher den entsprechenden Meilenstein als: Jeder Bürger und jede Bürgerin als auch Entscheidender hat Zugang zu Fördermaßnahmen. Jeder Nutzende wird dabei umfassend begleitet (M14). Mit Erreichen dieses Meilensteins würden vermutlich die regionalen Ressourcenverbräuche reduziert werden können, und es käme zu einer optimierten Nutzung regional erzeugter Energie.

Der Meilenstein, dass **jeder Bürger und jede Bürgerin sowie Entscheidende Zugang zu Fördermaßnahmen für Energieeinsparung und Effizienzmaßnahmen hat und jeder Nutzende bei Beantragung und Umsetzung umfassend begleitet wird (M14)**, soll vor allem einem Ziel führenden Einsatz der Fördermittel dienen. Wichtig ist, dass Nutzende der Fördermittel nach Bewilligung nicht Gefahr laufen, durch Fehler bei der Umsetzung die Einsparziele und damit die ökonomische Amortisation zu verfehlen. Entsprechend beinhaltet die empfohlene Maßnahme Beratung und Prozessbegleitung bei der Umsetzung, sowie Förderung durch finanzielle Anreize. Die regionalen Vertreter und Vertreterinnen halten es für möglich, dass diese Maßnahme bis 2030 umgesetzt und der Meilenstein erreicht ist. Voraussetzung dafür sind einerseits zur Verfügung stehende Fördermittel für Effizienzmaßnahmen, welche unter dem Rahmenszenario S2 allerdings stark zurückgehen. In diesem Fall wäre also eine frühzeitigere Umsetzung empfehlenswert, um möglichst früh die Potenziale für Einsparung und Effizienz zu heben. Dies gilt umso mehr, da in diesem Szenario die Brennstoffpreise stark ansteigen, womit eine besondere Notwendigkeit für effektive Förderung besteht, wenn die Energiekosten langfristig und für alle tragbar bleiben sollen. Die Erreichung dieses Meilensteins hätte direkte Auswirkungen auf die Ziele eines gesenkten Ressourcenverbrauchs und einer optimierten Nutzung regional erzeugter Energie. Falls die staatlichen Fördermittel nicht ausreichen sollten, könnten die finanziellen Anreize über einen regionalen Energie- und Klimaschutzfonds finanziert werden.

Beim Ausbau hin zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu tragbaren Kosten sehen die Vertretenden des regionalen Energiesystems bei den Kommunen eine besondere Verantwortung, aber auch eine besondere Belastung. Insbesondere wird in diesem Zusammenhang ein **deutlicher Mangel bei der finanziellen Ausstattung der Kommunen (H15)** gesehen, der größtenteils nicht allein aus der Region heraus zu beheben ist. Dieser Mangel gefährdet zusätzlich das Ziel der weiträumigen Versorgung mit nachhaltigen öffentlichen Verkehrsangeboten (siehe auch H12). Während die grundsätzliche Finanzierungsfrage der Kommunen woanders entschieden wird, kann die Eigenversorgung mit Energie zumindest teilweise dieses Problem reduzieren. Als Meilenstein sehen die regionalen Vertreter und Vertreterinnen daher eine Energieversorgung öffentlicher Gebäude zu 50% als Eigenversorgung (M15). Dieser Meilenstein schafft durch seinen Vorbildcharakter zudem Synergien zu den Zielen der Reduktion des Ressourcenverbrauchs und der optimierten Nutzung regional erzeugter Energie.

Der Meilenstein, dass **die Energieversorgung öffentlicher Gebäude zu 50% als Eigenversorgung erfolgt (M15)**, soll durch eine flächendeckende Umsetzung von Contracting für Energieanlagen (ggf. kombiniert mit Einspar-Contracting) im öffentlichen Bereich erreicht werden. Dabei ist sowohl die Heizwärmeerzeugung als auch die Stromerzeugung in den Blick zu nehmen. Die Be-

treibenden der öffentlichen Gebäude werden dadurch zunächst weniger anfällig für Energiepreisschwankungen und externe Ausfälle und sparen Energiekosten ein. Wenn bei der Ausschreibung des Contractings auch auf Klimaschutz und Energieeffizienz geachtet wird, ist aber zudem auch eine Verbesserung des Ressourcenverbrauchs zu erreichen (siehe M11). Die regionalen Vertreter und Vertreterinnen halten diesen Meilenstein bis 2030 für erreichbar. Die steigenden Energiepreise in allen Rahmenszenarien sorgen für einen externen Antrieb, der diese Maßnahme grundsätzlich erleichtern sollte. Allerdings sinkt im Szenario S2 die öffentliche Förderung für Erneuerbare Energien und KWK deutlich ab, so dass es hier geboten erscheint, den Meilenstein schon früher zu erreichen, um noch maximal von Förderungen profitieren zu können.

Allen **Hindernissen, die sich auf Kosten, Finanzausstattung und Innovationstempo beziehen (H11, H14, H15)** lässt sich nach Einschätzung der Vertretenden des regionalen Energiesystems ein weiterer Meilenstein zuordnen, der diese Hindernisse deutlich reduzieren, vielleicht sogar obsolet machen könnte. Wenn nämlich die Preise die ökologische Wahrheit sprechen (M16) würden, so die regionalen Vertreter und Vertreterinnen, wären die nachhaltigsten Lösungen automatisch die kostengünstigsten und fairsten und damit diejenigen, welche am ehesten von allen getragen werden könnten. Während dieser Meilenstein nur auf internationaler Ebene zu erreichen sein dürfte, sehen die Vertretenden des regionalen Energiesystems durchaus Möglichkeiten in der Region darauf hin zu wirken. Die Erreichung dieses Meilensteins würde den Bürgern und Bürgerinnen als auch Entscheidenden darüber hinaus sehr helfen, bewusste und aufgeklärte Entscheidungen zu treffen und die Reduktion des absoluten Ressourcenverbrauchs voranzutreiben.

Der sehr weit reichender Meilenstein, dass **die Preise die ökologische Wahrheit sprechen (M16)**, erfordert nach Ansicht der regionalen Vertreter und Vertreterinnen als eine ebenso sehr weitreichende Maßnahme eine „Ökologische Steuerreform 2.0“, also die Weiterführung der Einstiegsgesetze zur ökologischen Steuerreform. Regionaler Einfluss auf diese Reform ist nur bedingt möglich, aber grundsätzlich wäre es denkbar, den Prozess über eine Bundesratsinitiative anzuschieben. Eine detaillierte Beschreibung einer solchen Steuerreform ist an dieser Stelle nicht möglich. Sie müsste aber, um Wirkung zu entfalten, neben Energieverbrauch auch weitere Ressourcenverbräuche adressieren, vor allem um die Umweltwirkungsketten entlang der Produktion, Nutzung und Entsorgung von Gütern und Waren zu berücksichtigen. Die regionalen Vertreter und Vertreterinnen halten die Realisierung dieses Meilensteins für einen sehr langwierigen Prozess und nehmen daher an, dass er **frühestens 2050** erreicht werden kann. Die Rahmenszenarien S1 und S3 enthalten nur wenig Antrieb für eine frühere Realisierung einer ökologischen Steuerreform. Einerseits bietet eine starke Regionalisierung und Abschottung von Wirtschaftsräumen (S1) zwar eine Möglichkeit die kostenverschiebenden Wirkungen einer solchen Steuerreform, die sich auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit auswirken könnte, durch Strafzölle aufzuheben. Andererseits sorgen aber hohe Brennstoffpreise und hohe Förderungen für Erneuerbare Energien und KWK (S1 und S3) für wenig zusätzlichen Druck eine solche Steuerreform voranzutreiben. Die hohen Preise für CO₂-Zertifikate (in S3) sorgen überdies für eine Steuerung in eine ähnliche Richtung wie die Steuerreform, so dass diese vermutlich mit weniger Motivation vorangetrieben würde. Anders sieht es beim Rahmenszenario S2 aus, in dem sinkende EE- und KWK-Förderung und stagnierende CO₂-Preise eine frühzeitigere Umsetzung einer solchen Reform anzeigen, um das Ziel von gerechten und tragbaren Energiekosten zu erreichen.

Tabelle 3: Übersicht über Maßnahmenbündel für die nachhaltige Energienutzung und Partizipation

Meilensteine	Zieljahr	Maßnahmenbündel
M8: Etablierung von Klimagerechtigkeit und Nachhaltigkeit als gleichwertige sozio-ökonomische Werte	2040	<ul style="list-style-type: none"> → Regionale Informationsveranstaltungen u. Kommunikationsangebote stärker fördern → Regionale Produkte finanziell fördern → Optional in Rahmenszenario: Flächendeckende Bewertung regionaler Produkte
M9: Ausreichend Vermittlungsstrukturen für Fachwissen in Hinblick auf unterschiedliche Zielgruppen	2020	<ul style="list-style-type: none"> → Ergänzung der (Aus-) Bildungsinhalte in Hinblick auf Erneuerbare Energien, Klimaschutz, Klimaanpassung, Energieeffizienz → Verstärkte Kopplung von Theorie und Praxis
M10: CO ₂ -Kennung für regionale Produkte (inkl. Fußabdruck der Unternehmen)	2040	<ul style="list-style-type: none"> → Berechnung der CO₂-Werte von regionalen Produkten wird finanziell gefördert
M11a: Steigerung der Ressourceneffizienz bei jeder Zuordnungseinheit über dem Bundesdurchschnitt	2020	<ul style="list-style-type: none"> → Fortsetzung bestehender Förderprogramme unter Berücksichtigung von Anpassungsfähigkeit/Flexibilität → Berücksichtigung der Planungs- und Entscheidungshorizonte der Anwendenden
M11b: 75% der Häuser auf Niedrigenergiehaus-Standard	2050	<ul style="list-style-type: none"> → Fortsetzung bestehender Förderprogramme unter Berücksichtigung von Anpassungsfähigkeit/Flexibilität → Berücksichtigung der Planungs- und Entscheidungshorizonte der Anwendenden
M12a: Standardisierung und hinreichende Verdichtung der Infrastruktur und ihrer Ausstattung	2040	<ul style="list-style-type: none"> → Einwerben von Modellvorhaben für Mobilität auf Basis von Erneuerbaren Energien (auf Seiten der Nachfrage und des Angebots) → Koordinierung der Modellvorhaben
M12b: Etablierung einer regionalen Koordinierungsstelle für die Förderung von EE und regionsweit bedarfsgerechte Anzahl „Kümmerer“ vor Ort	2020	<ul style="list-style-type: none"> → Aufbau einer „Kümmerer-Struktur“ (sowie deren Vernetzung) in Hinblick Wirtschaft-/Innovationsförderung für EE und Energieeffizienz
M13: Eine große Anzahl von Dienstleistungsideen für die Region wurde erarbeitet und bewertet	2020	<ul style="list-style-type: none"> → Innovationswettbewerb zum Thema „Dienstleistung statt Besitz“ → Etablierung eines Bewertungsverfahrens
M14: Jeder Bürger und Bürgerin/Entscheidende hat Zugang zu Fördermaßnahmen. Jeder Nutzende wird umfassend bei Beantragung und Umsetzung begleitet	2030	<ul style="list-style-type: none"> → Beratung und Prozessbegleitung bei der Umsetzung → Förderung durch Anreize → Optional in Rahmenszenario S2: Regionaler Energie- und Klimaschutzfond
M15: Energieversorgung öffentlicher Gebäude erfolgt zu 50% als Eigenversorgung	2030	<ul style="list-style-type: none"> → Contracting für Energieanlagen und Energieeffizienz im öffentlichen Bereich wird flächendeckend umgesetzt
M16: Preise sprechen die ökologische Wahrheit	2050	<ul style="list-style-type: none"> → Ökologische Steuerreform 2.0 → Optional: Bundesratsinitiative

Eine wesentliche Verknüpfung zwischen dem resilienten Infrastrukturumbau und EE-Ausbau einerseits und der nachhaltigen Energienutzung und Partizipation ist aus Sicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems durch die Schaffung der nötigen Infrastruktur selbst und den Einsatz von Ressourcen dabei gegeben (siehe Meilensteine M7, M11a und M12a oben). Diese sollten daher mit Blick auf den jeweils komplementären Bereich abgestimmt angegangen werden.

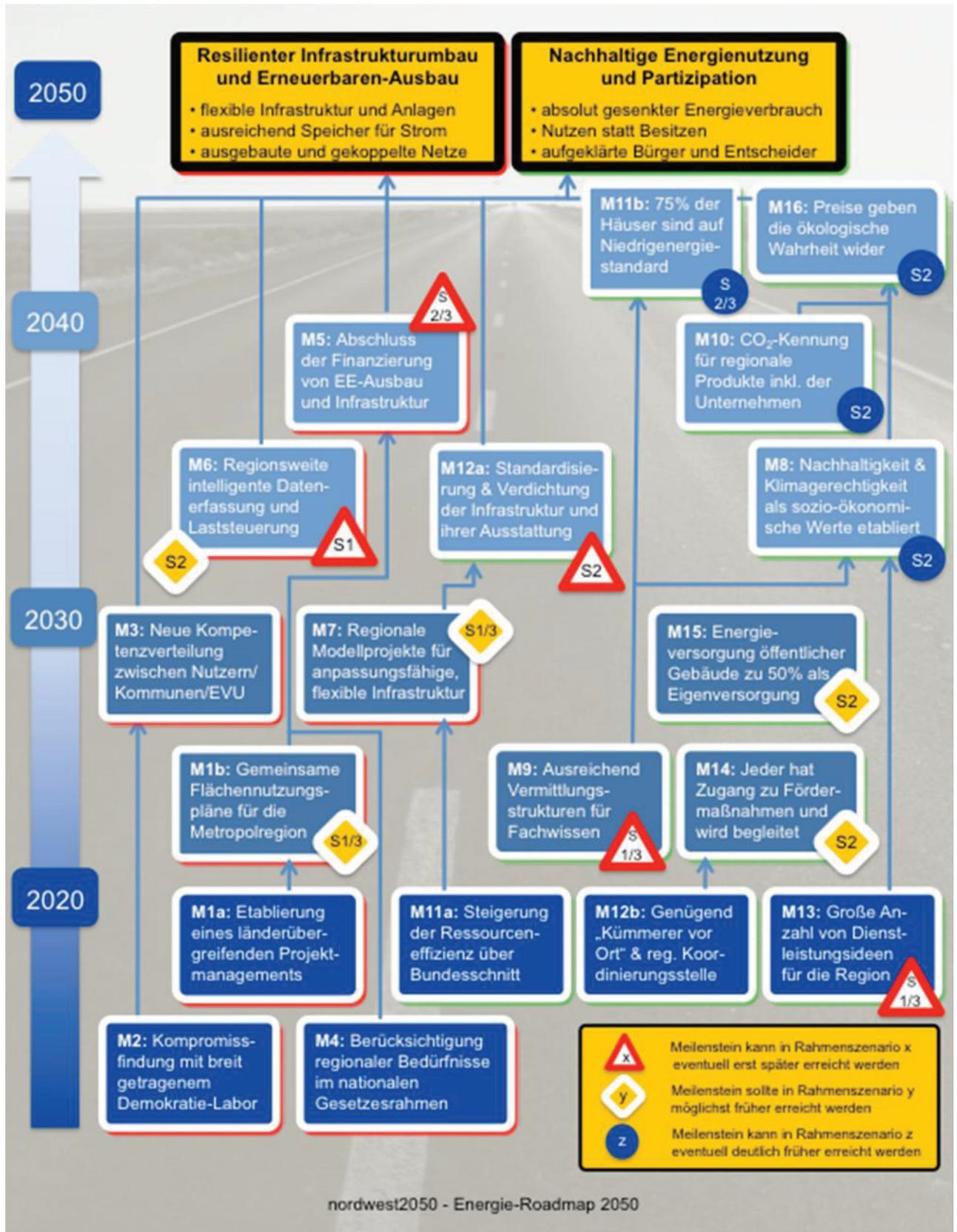
5.3 Zusammenfassende Darstellung der Handlungspfade und möglicher Auswirkungen der Rahmenszenarien

Trotz großer Unsicherheiten über die Rahmenbedingungen, wie sie durch die Rahmenszenarien S1 bis S3 widergespiegelt werden, sehen die Vertretenden des regionalen Energiesystems auf regionaler Ebene genügend Spielräume, um sowohl die Ziele eines resilienten Infrastrukturumbaus und Erneuerbaren-Ausbaus als auch der nachhaltigen Nutzung von Energie und Partizipation bis 2050 in den wesentlichen Teilen anzugehen. Dies ist jedoch aus Sicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems nur möglich, wenn die regionalen Akteure und Akteurinnen

- 1. stets neben den kurz- und mittelfristigen Zielen die langfristige Zielperspektive im Auge behalten,**
- 2. die wesentlichen Hindernisse und mögliche Zielkonflikte auf dem Weg dorthin kennen und so bald wie möglich angehen und**
- 3. in der Lage sind auf Änderungen der relevanten Rahmenbedingungen zu reagieren.**

In der zusammenfassenden Darstellung der entwickelten Handlungspfade (Abbildung 1) sind daher nicht nur alle regionalen Meilensteine mit ihren Zeithorizonten noch einmal aufgeführt, sondern vor allem auch die Abhängigkeiten zwischen diesen Meilensteinen und "Warnschilder" an den Stellen, wo es unter Umständen Änderungen der Rahmenbedingungen durch kompensierende Maßnahmen abzufedern oder durch unterstützende Maßnahmen begünstigend auszunutzen gilt.

Abbildung 1: Zusammenfassende Darstellung der Handlungspfade für den regionalen Energiesektor bis 2050 (Details zu Meilensteinen und Szenarioauswirkungen sind unter den Meilensteinnummern im Text zu finden)



6 Handlungsempfehlungen bis 2020 – Prioritäre Maßnahmen für die regionalen Akteure und Akteurinnen im Energiesystem

Zur Verwirklichung der zuvor beschriebenen Handlungspfade für das regionale Energiesystem sind aus Sicht der Vertretenden des regionalen Energiesystems eine ganze Reihe der identifizierten Maßnahmen schon bis zum Ende dieser Dekade in die Wege zu leiten. In Abbildung 2 und Abbildung 3 sind sie aufgeschlüsselt nach den jeweils adressierten Gruppen (Metropolregion Bremen-Oldenburg im Nordwesten e.V., Kommunen, Länder, Energiewirtschaft, Bildung/ Wissenschaft, Zivilgesellschaft) aufgelistet.

6.1 *Umgang mit Synergien und Konflikten zu anderen Handlungsfeldern*

Aus den in der Energievision 2050 beschriebenen langfristigen Zielperspektiven für das regionale Energiesystem ergeben sich eine Reihe möglicher Konflikte, aber auch Synergien mit anderen Sektoren und Belangen der Region. Im Folgenden werden diese aus Sicht der Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen von ‚nordwest2050‘ dargestellt und Empfehlungen zum Umgang mit diesen gegeben, die auf den von den Vertretenden des regionalen Energiesystem erarbeiteten Handlungspfaden aufbauen. Eine Übersicht über Konflikte und Synergien findet sich in Tabelle 4.

Eine zentrale Stellung bei der Transformation der Energiesysteme nehmen **Flächennutzungskonflikte** ein (vgl. Scheele und Oberdörffer 2011). So besteht in der Region eine starke Konkurrenz zwischen der Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln und Biomasse für die Biogaserzeugung. Weiterhin haben Netzausbau und der EE-Ausbau Auswirkungen auf Natur und Landschaft, die in einem Spannungsverhältnis sowohl zur Stärkung des Naturschutzes – trotz der nicht zu vernachlässigenden Synergien in Bezug auf die verringerte Erwärmung von Gewässern durch Verdrängung thermischer Kraftwerke – als auch des Tourismus stehen. Umgekehrt können neue Schutzkonzepte Restriktion für den angestrebten Ausbau Erneuerbarer Energien darstellen. Ähnliches gilt für den Küstenschutz, wo insbesondere der Ausbau der Windenergie zu neuer Infrastruktur in küstennahem Gebiet führt, die eine Umsetzung flexibler Schutzgebietskonzepte an diesen Standorten erschwert.

Zwei der in den Handlungspfaden definierten regionalen Meilensteine werden von den Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen von nordwest2050 als zentrale Bausteine zum Umgang mit diesen Flächenkonflikten angesehen. Die Entwicklung gemeinsamer Flächennutzungspläne für den Raum der Metropolregion Bremen-Oldenburg (M1b) bietet die Möglichkeit, die **Verträglichkeit insbesondere von EE-Ausbau, Tourismus, Natur- und Küstenschutz** zu maximieren. Einen Beitrag können hierzu auch Konzepte der multifunktionellen Nutzung leisten, z.B. Stärkung der Biodiversität an EE-Standorten und Energiemodellregionen als touristische Anziehungspunkte. Nichtsdestotrotz wird es immer an der einen oder anderen Stelle gewisse Abstriche zu machen geben, so dass die jeweiligen Belange abzuwiegen und dann im Einzelfall Prioritäten festzulegen sind. Diesbezüglich spricht einiges dafür, dass die Akzeptabilität solcher Abwägungsprozesse durch Partizipationsmöglichkeiten für die betroffenen Anspruchsgruppen deutlich erhöht werden können. Genau an dieser Stelle setzt die vorgeschlagene Kompromissfindung im Rah-

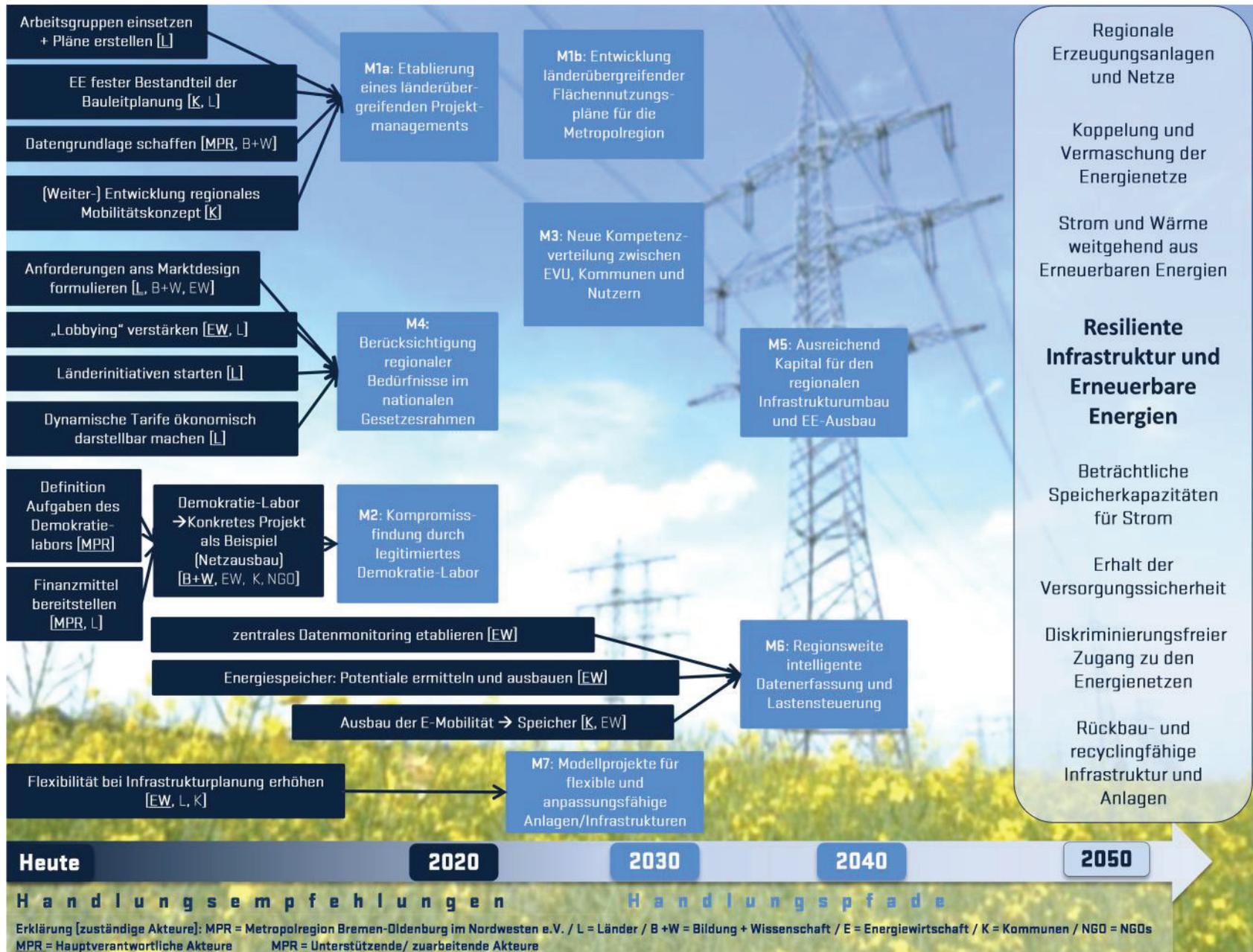
men eines breit getragenen Demokratie-Labors an (M2). Die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen von nordwest2050 sind allerdings wie die Vertretende des regionalen Energiesystems nicht der Meinung, dass dabei eine möglichst umfassende Partizipation das Ziel sein sollte. Vielmehr gilt es im Rahmen des Demokratie-Labors zu erproben, welche Partizipationsverfahren einerseits die **nötige Legimitation gewährleisten** und andererseits Aufwand und Dauer der Verfahren im Rahmen halten oder sogar verkürzen.

Speziell im Hinblick auf die **Flächenkonkurrenz zwischen Biogas- und Nahrungsmittelherstellung** sollte es darum gehen, eine weitere Zunahme der für Biogas beanspruchten Flächen zu vermeiden und diese langfristig sogar zu reduzieren (vgl. Frikke et al 2012). Dazu ist eine vermehrte Nutzung **land-wirtschaftlicher Reststoffe zur Biogasherstellung** anzustreben. Dies ist mit der etablierten Technik nur sehr bedingt möglich. Hier ist also insbesondere die (Weiter-)Entwicklung alternativer Biogaserzeugungstechnologien durch Länder und Energiewirtschaft und ihre Forschungseinrichtungen zu fördern, beispielsweise Anlagen, die auch den Celluloseanteil von Biomasse energetisch nutzen können. Letztere würden Stroh, Grünschnitt und auch Gärreste aus konventionellen Biogasanlagen besser nutzbar machen. Darüber hinaus sollte von wissenschaftlicher Seite auch geprüft werden, ob längerfristig eine energetische Nutzung von mariner Biomasse (z.B. Algen) aus der Nordsee nachhaltig möglich ist.

Ein weiteres wichtiges Konfliktfeld ergibt sich aus einer Reihe von regionalen Entwicklungen, die mit einer **Zunahme des Energiebedarfs** einhergehen und damit die Bemühungen zur Verbrauchsreduktion konterkarieren können. Dies ist erstens eine erwartete Zunahme des Güterverkehrsaufkommens, auf welche die Kapazitäten des regionalen Hafen/Logistik-Sektors ausgelegt werden sollen. Weiterhin sind im Zusammenhang mit steigenden Temperaturen und vor allem der Zunahme von Hitzewellen sowohl im Ernährungs- als auch im Gesundheitssektor steigende Kühlbedarfe zu erwarten. Schließlich kann auch eine Steigerung der Lebensqualität durch weniger dichte Bebauung in Siedlungsgebieten einen erhöhten Heizbedarf zur Folge haben, wobei dies umgekehrt die Vermeidung von Hitzeinseln unterstützt und damit einer Zunahme des Kühlbedarfs entgegenwirkt.

Aus Sicht der Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen von nordwest2050 bestärken diese Entwicklungen in erster Linie das hohe Augenmerk, das die nachhaltige Nutzung von Energie in den Handlungspfaden erhalten hat. Entsprechend wichtig ist, ein Bewusstsein hierfür durch Informationsveranstaltungen, eine Anpassung der Ausbildungsinhalte zu schaffen (vgl. Meilenstein M9). Steigende Energieverbräuche durch eine weniger dichte Bebauung und vermehrte Hitzewellen sollten durch eine Verbesserung der Gebäudedämmung (M11a) und eine **verstärkte Nutzung vorhandener Ressourcen** abgemildert werden (vgl. Gößling-Reisemann et al 2012b). Letzteres würde zusätzlich der Eigenvorsorge dienen, worauf in den beschriebenen Handlungspfaden mit einer Stärkung von Prosumentenstrukturen hingewirkt werden soll. Relevante Ressourcen sind in diesem Zusammenhang einerseits geothermale Wärme- und Kältequellen und andererseits vorhandene Abwärmequellen (z.B. Biogasanlagen). Für beides ist es notwendig die geographische Verteilung der Potenziale zu kennen, so dass schon bei der Flächenentwicklung auf die Einbindung hingewirkt werden kann. Entsprechend sollten diese Potenziale in Zusammenarbeit von Kommunen, Energiewirtschaft und Wissenschaft ermittelt werden. Das womöglich **steigende Güterverkehrsaufkommen** sollte gedämpft werden, indem durch Fortsetzung und Ausbau der länderübergreifenden Planungen (vgl. M1a) Warenströme optimiert werden. Darüber hinaus ist einerseits die Elektrifizierung des Güterverkehrs möglichst schnell und umfassend voranzutreiben und wo nicht möglich die Verwendung synthetischer Treibstoffe in Modellvorhaben zu testen und kontinuierlich auszubauen.

Abbildung 2:
Handlungsempfehlungen der Vertreter des regionalen Energiesystems für den Handlungspfad „Resilienter Infrastrukturbau und Erneuerbaren-Ausbau“



(Quelle
Hintergrundbild:
Klaus Meindl/
photocase.com)

Abbildung 3: Handlungsempfehlungen der Vertreter des regionalen Energiesystems für den Handlungspfad „Nachhaltige Energienutzung und Partizipation“

(Quelle
Hintergrundbild:
Klaus Meindl/
photocase.com)

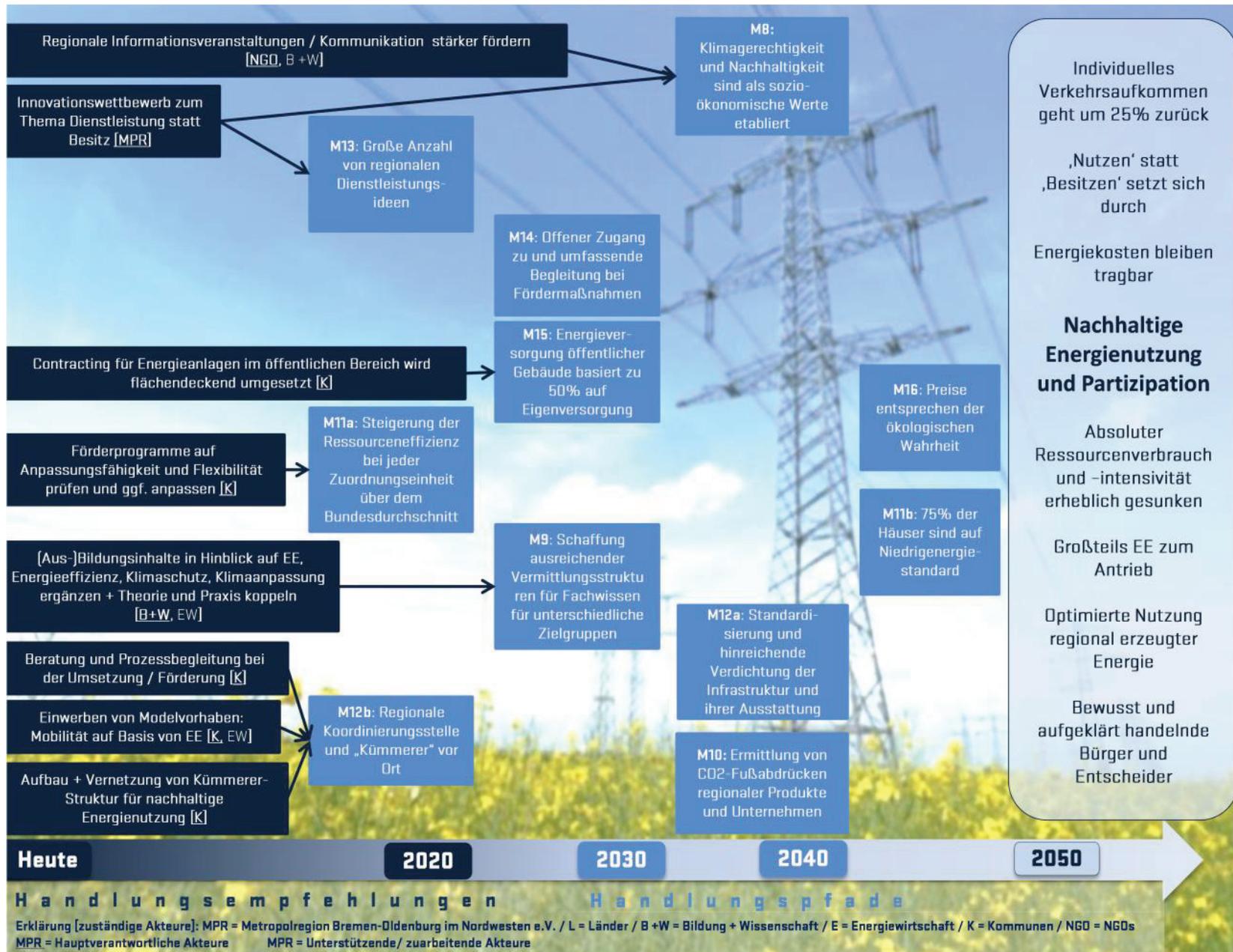


Tabelle 4: Übersicht über mögliche Synergien und Konflikte der Energie-Roadmap 2050 zu anderen Handlungsfeldern

Handlungsfeld	Mögliche Synergien	Mögliche Konflikte	Relevante Maßnahmen und Meilensteine der Handlungspfade
Naturraum	Geringere Aufheizung der Gewässer durch weniger thermische Kraftwerke Multifunktionale Nutzung von Flächen für Biodiversität und Erneuerbare Energien	EE-Ausbau und Netzausbau hat Auswirkungen auf Natur und Landschaft neue Schutzkonzepte können Restriktion für EE-Ausbaus sein	M1b: Gemeinsame Flächennutzungspläne für die Metropolregion M2: Kompromissfindung mit breit getragem Demokratie-Labor
Küstenschutz		Ausbau Windenergie führt zu neuer Infrastruktur in küstennahem Gebiet Durchsetzung flexibler Schutzkonzepte an Standorten von Energieinfrastruktur	M1b: Gemeinsame Flächennutzungspläne für die Metropolregion M2: Kompromissfindung mit breit getragem Demokratie-Labor
Tourismus	Modellenergieregionen als neue touristische Anziehungspunkte	Ausbau Erneuerbarer Energien und von Stromnetzen kann negativen Einfluss auf Landschaftsbild haben	M1b: Gemeinsame Flächennutzungspläne für die Metropolregion M2: Kompromissfindung mit breit getragem Demokratie-Labor
Ernährung	Energetische Nutzung landwirtschaftlicher Reststoffe (Stroh, Grünschnitt, Gärreste) Nutzung alternativer Kühltechnologien für Ställe + Kühllager	Nutzungskonkurrenz von energetischer Biomasse mit Nahrungsmittelproduktion	M1b: Gemeinsame Flächennutzungspläne für die Metropolregion Prosumentenstrukturen stärken
Hafen / Logistik	CO ₂ -Neutralität durch Einsatz alternativer Treibstoffe Import von nachhaltiger mariner Biomasse aus Nordseeraum	steigender Energieverbrauch durch steigendes Güterverkehrsaufkommen	Einwerben von Modellvorhaben für Mobilität auf der Basis von EE M2: Etablierung eines länderübergreifenden Projektmanagement
Alltag / Wohnen / Arbeit / Freizeit	Eigenvorsorge bei Energie durch Nutzung Erneuerbarer Energien	Neue Wohnformen mit weniger dichter Bebauung können höheren Heizbedarf haben	M11b: 75% der Häuser sind auf Niedrigenergiestandard M9: Ausreichend Vermittlungsstrukturen für Fachwissen

7 Literaturverzeichnis

Gabriel, J., Meyer, S. (2010): Eine vulnerabilitätsbezogene Wertschöpfungskettenanalyse für ausgewählte Wertschöpfungsketten im Cluster Energiewirtschaft, Endbericht für nordwest2050, Bremer Energie Institut, Bremen.

Gleich, A. v., Gößling-Reisemann, S., Stührmann, S., Woizescke, P. (2010): Resilienz als Leitkonzept – Vulnerabilität als analytische Kategorie, in: Fichter, K., Gleich, A. v., Pfriem, R., Siebenhüner, B. (Hrsg.), Theoretische Grundlagen für Klimaanpassungsstrategien, nordwest2050-Berichte 1, Bremen, Oldenburg.

Gößling-Reisemann, S., Bardt, H., Biebeler, H., Dördelmann, O., Herrmann, A., Stührmann, S., Wachsmuth, J. (2012a): Klimawandel: Regionale Verwundbarkeit der Energieversorgung in Deutschland, Energiewirtschaftliche Tagesfragen 4/2012.

Gößling-Reisemann, S., Biebeler, H., Freese, D., Dördelmann, O., Hesselbach, J., Dengler, C., Blöthe, T., Stührmann, S., Wachsmuth, J. (2012b): Klimaanpassungsoptionen in der Energieversorgung, Energiewirtschaftliche Tagesfragen 6/2012.

Gößling-Reisemann, S., Stührmann, S., Wachsmuth, J., von Gleich, A. (2013). Vulnerabilität und Resilienz von Energiesystemen. In F. Ekardt, B. Hennig, J. Radtke (Hrg.), Energiewende – Beiträge aus der Wissenschaft.

Frikke, D., Karlstetter, N., Pfriem, R. (Hrsg.) (2012): Broschüre zum Thema Landnutzung im Nord-westen – Lösungsansätze rund um die Ernährungswirtschaft. Auricher Erklärung, Aurich.

Leyens, D., Engelhard, P., Reck, H. (2012): Klimaanpassung in der Energiewirtschaft, Energiewirtschaftliche Tagesfragen 9/2012.

Scheele, U., Oberdörffer, J. (2011): Transformation der Energiewirtschaft: Zur Raumrelevanz von Klimaschutz und Klimaanpassung. nordwest2050-Werkstattbericht °12, Oldenburg.

Wachsmuth, J., von Gleich, A., Gößling-Reisemann, S., Lutz-Kunisch, B., Stührmann, S. (2012). Sektorale Vulnerabilität: Energiewirtschaft. In B. Schuchardt, S. Wittig (Hrsg.), Vulnerabilität der Metropolregion Bremen-Oldenburg gegenüber dem Klimawandel, nordwest2050-Bericht °2, Bremen/Oldenburg.

Wolter, M., Weidner, J. (2013): Modellierung der Vulnerabilität des Energiesektors in der Region gegenüber Auswirkungen des Klimawandels. Endbericht für nordwest2050, Hannover.