

Imagine all these futures: Über heterogene Präferenzen und mentale Modelle in der Deutschen Energiewende

8 – Energiepolitik

Fullpaper eingereicht bei der IEWT 2017, Wien, Österreich,
15-17. Februar 2017

EVA SCHMID (1),
ANNA PECHAN(2),
MARLENE MEHNERT(3),
KLAUS EISENACK(2,4)

(1)Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung,
(2)Universität Oldenburg,
(3) Universität Paris 1 Panthéon-Sorbonne,
(4) Humboldt-Universität zu Berlin

www.de-zentral.de

de.zentral



POTSDAM-INSTITUT FÜR
KLIMAFOLGENFORSCHUNG



1) Hintergrund der Forschung

Bislang hat die Energiewende in Deutschland besonders im Stromsektor Fahrt aufgenommen. Der Anteil von erneuerbaren Energien am gesamten Stromverbrauch stieg von 6% in 2000 auf 32% in 2015 (BMWi, 2016). Treibende Kraft bei dieser Entwicklung waren vor allem Akteur*innen die vorher keine Rolle in der Energiewirtschaft spielten: Im Jahr 2012 besaßen Bürger*innen, Landwirt*innen, Kooperativen und andere Bürgerbeteiligungsmodelle 46% der installierten Kapazität erneuerbare Energieanlagen (trend research & Leuphana Universität, 2013). Vor diesem Hintergrund stellten wir uns im dreijährigen Forschungsprojekt de.zentral unter anderem diese beiden Forschungsfragen:

- Gibt es systematische Tendenzen, dass verschiedene Praxisakteur*innen eher zentrale oder dezentrale Lösungen zur Dekarbonisierung präferieren?
- Wie sähen Szenarien für die langfristige Zukunft der deutschen Strominfrastruktur aus, die auf den mentalen Modellen von Praxisakteuren basieren statt auf Energiesystemmodellen?

Im Juli 2015 kontaktierten wir 48 Praxisakteur*innen aus verschiedenen Bereichen des deutschen Stromsystems und baten um ein einstündiges, strukturiertes Telefoninterview. Insgesamt 26 Praxisakteur*innen konnten sich die Zeit nehmen; herzlichen Dank an dieser Stelle noch einmal an alle Interviewpartner*innen.

Im Folgenden werden wir in aller Kürze die wesentlichen Erkenntnisse aus den Interviews und der Auswertung der Ergebnisse präsentieren. Bitte zögern Sie nicht mich (eva.schmid@pik-potsdam.de), Dr. Pechan (anna.pechan@uni-oldenburg.de) oder Prof. Eisenack (klaus.eisenack@hu-berlin.de) bei Fragen zu kontaktieren.

Die Ergebnisse sind auf englischer Sprache in einem Fachjournal unter dem Titel „Imagine all these futures: On heterogeneous preferences and mental models in the German energy transition“ momentan im Begutachtungsprozess.

2) Interviewte Praxisakteure & theoretische Hypothesen

Abbildung 1 zeigt die 26 interviewten Praxisakteur*innen (Bezeichnung anonymisiert in Absprache mit den jeweiligen Praxisakteuren) aus sieben verschiedenen Bereichen des Stromsystems. Die Bereiche sind je nach technischer Funktion im System abgegrenzt, angelehnt an die übliche Praxis in der Energiesystemmodellierung. Die Bereiche sind wie folgt definiert.

Bereiche der etablierten Akteure

- **Konventionelle Kraftwerke:** Thermische Kraftwerke basierend auf fossilen Brennstoffen (auch Gas) und Uran.
- **Übertragungsnetz:** Höchstspannungsnetz für große Distanz, besitzen und steuern die vier deutschen Netzbetreiber.
- **Großskalige erneuerbare Energien:** Technische Anlagen, die Strom aus erneuerbaren Energien in großer Menge pro Standort erzeugen, z.B. typischerweise Offshore, große Windfarmen, große PV Freiflächenanlagen, CSP. Häufig sind Besitzer Unternehmen, institutionelle oder strategische Investoren.

Undefinierte Bereiche

- **Nachfrageseite:** Industrie, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen oder Haushalte.
- **Speicher:** Technische Anlagen zur Speicherung von Strom zum Zweck der zeitlichen Flexibilisierung.

Bereiche der herausfordernden Akteure

- **Verteilnetz:** Regionale Verteilnetze, besitzen momentan 884 verschiedene Verteilnetzbetreiber.
- **Kleine und mittlere erneuerbare Energien:** Technische Anlagen, die Strom aus erneuerbaren Energien in kleinen bis mittleren Mengen pro Standort erzeugen, z.B. typischerweise Aufdach-PV, kleine- bis mittelgroße Windparks, Biomasseanlagen. Häufig sind Besitzer engagierte Bürger*innen, Landwirt*innen oder Kooperativen die nicht nur monetären, sondern auch anderen Motivationen folgen (z.B. lokale Wertschöpfung).

Die Pfeile und Farbgebung in Abbildung 1 illustrieren zwei aus der Theorie abgeleitete Hypothesen über den Zusammenhang von Akteurstypen und deren Präferenzen bezüglich einer eher zentralen oder dezentralen Systemstruktur.

Hypothese 1: Die Bereiche „Konventionelle Kraftwerke“, „Übertragungsnetz“ und „großskalige Erneuerbare“ stellen im Stromsystem Etablierte dar, die das Feld in der Vergangenheit strategisch zu ihrem Vorteil beeinflusst haben und eher zentralisierte Strukturen präferieren.

Hypothese 2: Die Bereiche „kleine und mittlere Erneuerbare“ und „Verteilnetze“ stellen im Stromsystem Herausforderer dar, die die etablierten Regeln des Stromsystems gerne verändern möchten – und zwar hin zu dezentralisierten Strukturen.

Die beiden Bereiche Nachfrage und Speicher haben wir bislang keiner Rolle zugeordnet, da es noch unklar ist, inwiefern sich die Bereiche zukünftig orientieren werden. Es sind sowohl zentrale als auch dezentrale Ausgestaltungen denkbar. Das Konzept der etablierten und herausfordernden Akteure stammt aus der „Theorie der strategischen Aktionsfelder“ (Fligstein & McAdam, 2012), eine Theorie über Wandel und Stabilität in Gesellschaften.

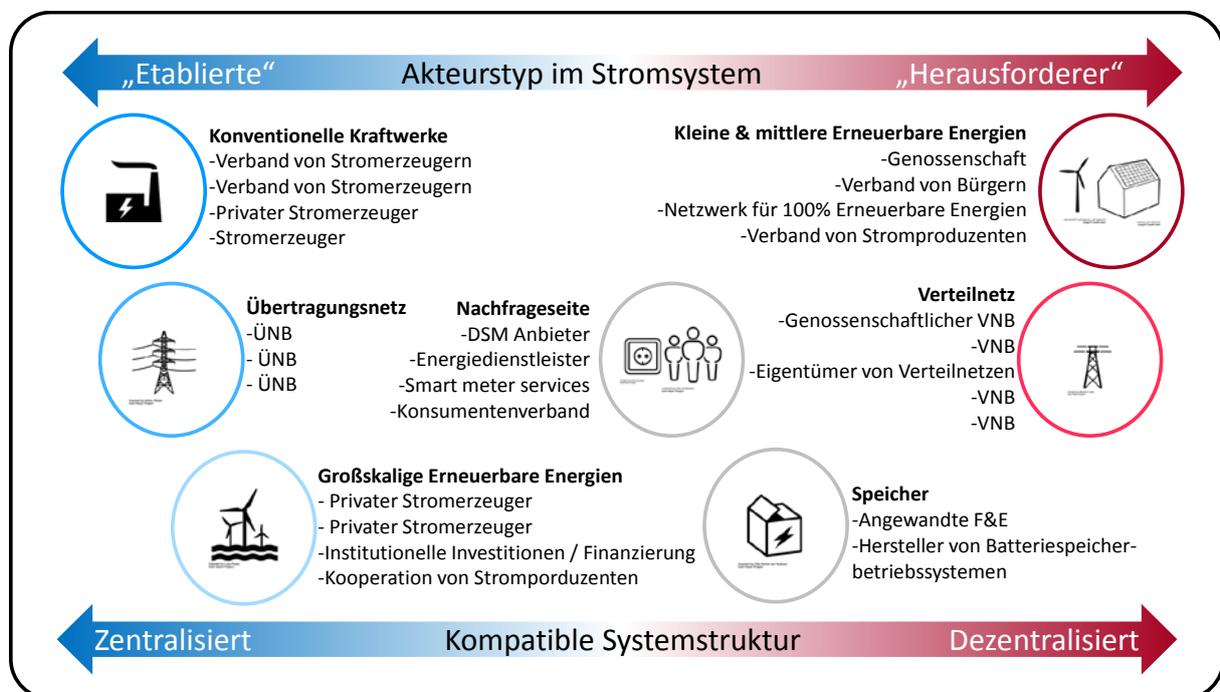


Abbildung 1. Übersicht über die interviewten Praxisakteure aus sieben verschiedenen Bereichen des Stromsystems. Abkürzungen: Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB), Verteilnetzbetreiber (VNB), Demand Side Management (DSM), Forschung und Entwicklung (F&E).

3) Szenariodeskriptoren

Um die Analyse handhabbar zu machen, haben wir für jeden der sieben Bereiche drei mögliche Zustände für dessen langfristige Zukunft formuliert (siehe Abbildung 2). Langfristig beschreibt einen Zeitraum in dem kurzfristig fixe Produktionsfaktoren variabel sind. Konkret kann man sich das Jahr 2040 vorstellen; in den kommenden 24 Jahren kann potentiell viel struktureller Wandel geschehen.

Bei der Formulierung der Zustände sind wir so vorgegangen, dass die erste Reihe den Status Quo aufgreift und ein wenig Wandel in diesem Rahmen annimmt. Die mittlere Reihe repräsentiert mittleren Wandel in den jeweiligen Bereichen. Die untere Reihe treibt diese Entwicklungen noch weiter, unter der Annahme, dass die entscheidenden Handlungshemmnisse in jedem Bereich gelöst werden konnten. Konzeptionell ist bei der Entwicklung von einer Reihe zur nächsten (also von wenig Wandel zu starkem Wandel) eine Änderung der institutionellen Rahmenbedingungen die treibende Kraft. Für die weitere Analyse klammern wir diese Rahmenbedingungen aus und nehmen sie – als Gedankenexperiment – für jeweils gegeben an.

Bei den Interviews lautete eine Frage, ob die Praxisakteur*innen mit den vordefinierten möglichen Zukünften in ihrem Bereich einverstanden sind. Alle Teilnehmer*innen waren mit den skizzierten Entwicklungen einverstanden; vereinzelt gab es den Wunsch nach einer detaillierteren, differenzierten Formulierung. Im Folgenden werden die Zustände kurz beschrieben, genau diese Beschreibungen wurden auch während der Interviews wiedergegeben.

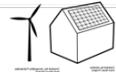
	Konventionelle Kraftwerke	Übertragungsnetz	Großskalige EE	Nachfrageseite	Speicher	Verteilnetz	Kleine & mittlere EE
							
Wenig Wandel	Hoher Anteil an Stromerzeugung	Kaum Fortschritt im Ausbau	Erschließen der guten inländischen Potenzialflächen	Vor allem passive Konsumenten	Einige, vor allem F&E	Blinde Fahrweise – etwas Ausbau	Ausschöpfen des leicht erschließbaren Potentials
Mittlerer Wandel	Moderater Anteil an Stromerzeugung	Ausbau in Deutschland NEP + (PCI's & regionale Einbettung)	Erschließen der guten Potentialflächen im Inland & Nachbarstaaten	Industrie aktive, Haushalte passive Kunden	Durchbruch in Stunden-Tages speichern	Intelligente Messtechnik – dezidiert Ausbau	Ausschöpfen eines substantiellen Teils des inländischen Potentials
Starker Wandel	Kleiner Anteil an Stromerzeugung (nur Back-up)	Integriertes pan-europäisches System	Erschließen der guten europäischen Potenzialflächen (auch Peripherie)	Paradigma aktive Nachfrageseite	Durchbruch in langfristigen Speichern	Smart Grid – starker Ausbau	Ausschöpfen des gesamten inländischen Potentials (=Nachfrage)

Abbildung 2. Vorher definierte Zukünfte in jedem Bereich, basierend auf einer vorherigen Publikation (Schmid, Knopf, & Pechan, 2015).

Konventionelle Kraftwerke

- **Wenig Wandel:** Status Quo, fossile Energien und Kernkraft dominieren die Stromerzeugung.
- **Mittlerer Wandel:** Der Anteil konventioneller, thermischer Kraftwerke ist wesentlich geringer als heute, ungefähr halbiert (also von ca. 70% auf ca. 35%).
- **Starker Wandel:** Konventionelle Stromerzeugung als Grundlastversorgung ist nicht mehr vorhanden, sie spielt lediglich noch eine Rolle als Bereitsteller von flexiblen Back-up Kapazitäten und hat einen Anteil im unteren einstelligen Prozentbereich.

Übertragungsnetz

- **Wenig Wandel:** Status Quo, der Ausbau der Übertragungsnetze stagniert wie in den letzten Jahren.
- **Mittlerer Wandel:** Der Übertragungsnetzausbau in Deutschland nimmt substantiell zu, alle Netzentwicklungsplan (NEP) Projekte (50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, & TransnetBW GmbH, 2014) werden umgesetzt. Die Europäischen Projects of Common Interest (PCIs) (ENTSO-E, 2012), die Deutschland betreffen werden umgesetzt und außerdem regional sinnvoll eingebettet.
- **Starker Wandel:** In ganz Europa wird das Übertragungsnetz zu einem integrierten pan-Europäischen System ausgebaut. Das bedeutet ein hohes Maß an Koordinationsleistung zwischen den Übertragungsnetzbetreibern verschiedener Staaten.

Großskalige Erneuerbare Energien

- **Wenig Wandel:** Status Quo, die ertragreichsten Regionen in Deutschland werden genutzt – auch Offshore, das ist ja bereits in Arbeit und wird in den nächsten Jahren in überschaubarem Maße installiert.
- **Mittlerer Wandel:** Im Inland werden alle ertragreiche Standorte genutzt und ertragreiche Standorte in angrenzenden Nachbarstaaten mit eingebunden.
- **Starker Wandel:** Koordinierter Europäischer Aufwand um die besten Standorte in Europa zu benutzen, insbesondere auch diese in der Peripherie (wie z.B. Windenergie in Großbritannien, Sonneneinstrahlung in Spanien).

Nachfrageseite

- **Wenig Wandel:** Status Quo, sowohl Haushalte, als auch Industrie sind vor allem passive Konsumenten. Ausnahme bilden ein paar Großverbraucher.
- **Mittlerer Wandel:** Potenziale zur Flexibilisierung der Nachfrage in der Industrie sind in hohem Maße ausgeschöpft. Haushalte sind zum größten Teil nach wie vor passive Konsumenten von Strom.
- **Starker Wandel:** Aktives Energiemanagement ist zur Normalität geworden und die Stromnachfrage reagiert in hohem Maße auf Änderungen in der Stromerzeugung.

Speicher

- **Wenig Wandel:** Status Quo, es gibt einige installierte und ökonomische Speichermöglichkeiten, in nennenswertem Umfang vor allem Pumpspeicher. Eine Vielzahl von Speichertechnologien befindet sich in verschiedenen Stadien in der Forschung und Entwicklung.
- **Mittlerer Wandel:** In diesem Zustand sind Tag- und Nachtspeicher ökonomisch rentabel und werden in großem Umfang in Deutschland installiert, z.B. Batteriespeicher.
- **Starker Wandel:** In diesem Zustand sind langfristige Speicher ökonomisch rentabel und werden in großem Umfang in Deutschland installiert, z.B. Power-to-gas. Langfristige Speicher können Strom über mehrere Monate hinweg speichern (meist chemisch) und zu einem späteren Zeitpunkt diesen wieder ins Netz einspeisen.

Verteilnetze

- **Wenig Wandel:** Status Quo, das Verteilnetz wird blind gefahren, etwas kontinuierlicher Ausbau findet statt.
- **Mittlerer Wandel:** Intelligente technische Infrastruktur, z.B. zur Messung der Netzspannung in den Verteilnetzen ist großflächig installiert. So kann der Zustand des Verteilnetzes auch überwacht werden und es muss keine blinde Fahrweise mehr gegeben sein.

- **Starker Wandel:** Die intelligente technische Infrastruktur zur Durchführung eines aktiven Energiemanagements ist großflächig installiert. Das bedeutet, dass in diesem Zustand die Nachfrageseite auf die Angebotsseite reagieren kann, z.B. könnte meine Waschmaschine in diesem Fall von außen gesteuert angehen.

Kleine & mittlere Erneuerbare Energien

- **Wenig Wandel:** Potenziale, die technisch und institutionell leicht zu erschließen sind werden erschlossen. Das will heißen, dass zumeist die Eigentümer einer Fläche die Eigentümer einer Anlage sind: z.B. Hausbesitzer installieren Aufdach-PV.
- **Mittlerer Wandel:** Ein substantieller Teil des inländischen Potentials für kleine und mittlere EE wird erschlossen. Dies erfordert nicht nur technischen Fortschritt sondern insbesondere auch institutionelle Reformen um Contracting-Modelle oder ähnliches zu verbreiten, damit z.B. auch auf Mietshäusern Aufdach-PV Anlagen installiert werden können (nicht nur von den Eigentümern selbst). Insgesamt sind kleine und mittlere EE in diesem Zustand nicht nur im ländlichen sondern auch im urbanen Raum präsent.
- **Starker Wandel:** Ausschöpfen des gesamten inländischen Potentials (\approx Nachfrage): Das gesamte inländische Potenzial für kleine und mittlere EE wird ausgeschöpft um die Nachfrage zu decken. Implizit bedeutet dieser Zustand auch, dass integrierte Lösungen zu den anderen Sektoren des Energiesystems verbreitet sind, d.h. zum Wärme- und Verkehrssektor.

4) Ergebnisse: „Etablierte“ versus „Herausforderer“ – Gibt es systematische Tendenzen?

Die Begriffe „zentral“ und „dezentral“ werden in der öffentlichen Debatte häufig unterschiedlich verwendet. Um einen Eindruck davon zu bekommen wie unsere Interviewpartner die Begriffe verstehen stellten wir am Ende des Interviews die offene Frage: „Was verstehen Sie unter einer zentralen / dezentralen Infrastruktur?“. Abbildung 3 fasst die Antworten aller Praxisakteur*innen (in schwarz) und der jeweiligen Untergruppen zusammen. Es wurden nur zwei oder mehrfach genannte Aspekte illustriert, ähnliche Formulierungen wurden zusammengefasst.

Ein für uns Forscher überraschendes Ergebnis war, dass insgesamt fossile und nukleare Großkraftwerke am häufigsten als definierende Eigenschaft eines zentral ausgestalteten Energiesystems genannt wurde. Das hieße im Umkehrschluss, dass für Deutschland mit dem bestehenden Konsens zum Atomausstieg ein dekarbonisiertes Energiesystem nicht auf eine zentralisierte Art und Weise umzusetzen wäre. Hätte man nur die Untergruppe der etablierten Akteur*innen befragt wäre die wichtigste definitorische Eigenschaft des zentralisierten Energiesystems das Hoch- und Höchstspannungsnetz. Großskalige Erneuerbare wurden nur von ca. 30% der etablierten Akteure genannt – dieser Aspekt steht bei wissenschaftlichen Betrachtungen zu zentralisierten Strategien zur Dekarbonisierung häufig im Mittelpunkt. Die zentralisierte Besitzstruktur mit wenigen, großen Eigentümern wurde nur von herausfordernden und undefinierten Akteur*innen benannt, nicht aber von etablierten.

Eine dezentralisierte Strominfrastruktur wurde von etablierten gegenüber herausfordernden Akteure*innen mit unterschiedlichen Schwerpunkten definiert. Aus etablierter Sicht stehen das Nieder- und Mittelspannungsnetz und die Regionalität im Mittelpunkt, gefolgt von kleinen und mittleren Erneuerbaren. Aus herausfordernder Sicht sind kleine und mittlere Erneuerbare besonders hervorzuheben, gefolgt von den drei Aspekten Regionalität, Smart Grid Infrastruktur und einem Paradigmenwechsel hin zu „Erzeugung folgt Nachfrage“.

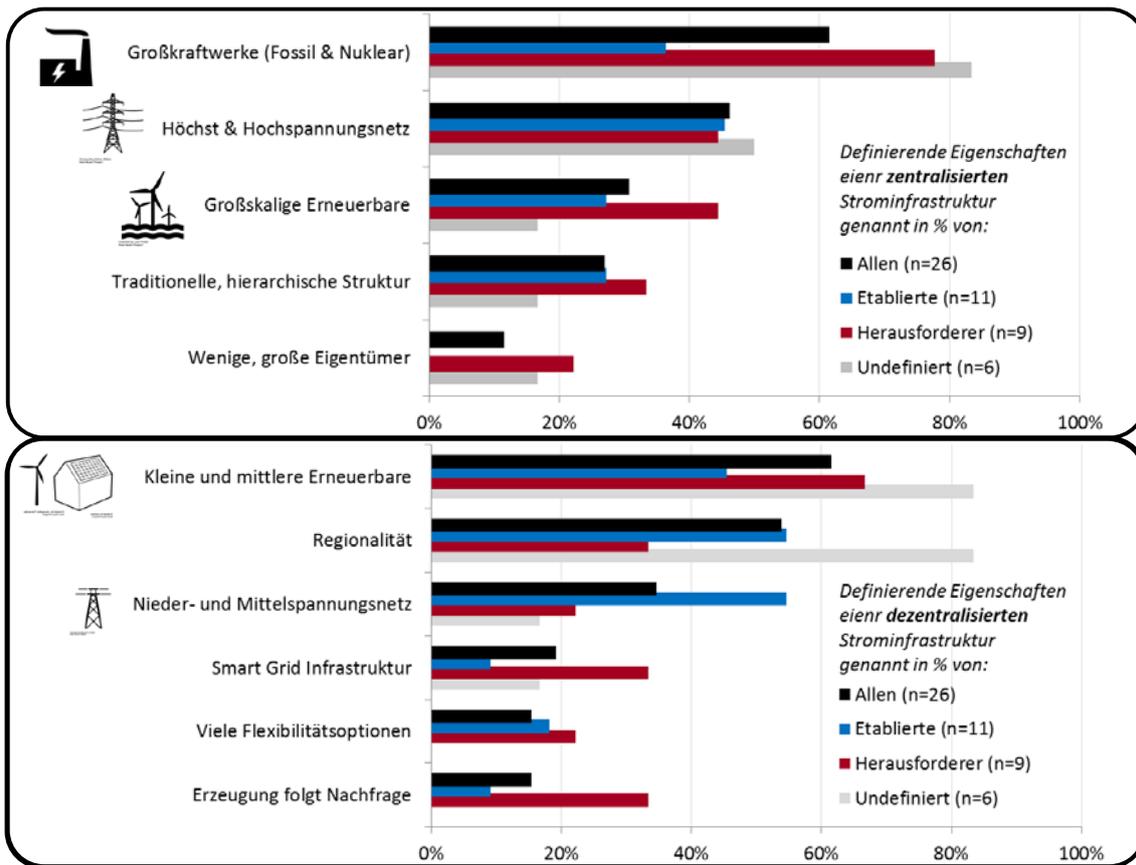


Abbildung 3. Definierende Eigenschaften einer zentralisierten (oben) und dezentralisierten (unten) Strominfrastruktur genannt von dem angegebenen Prozentsatz der Praxisakteur*innen insgesamt und in den jeweiligen Untergruppen.

Zwei Fragen während des Interviews lauteten: „Welches Szenario präferieren Sie im Jahr 2040 aus Sicht ihrer Organisation?“ und „Welches Szenario halten Sie für das Jahr 2040 am wahrscheinlichsten?“. Mit Szenario meinen wir eine Kombination von Zuständen aus den sieben vordefinierten Bereichen. Abbildungen 4 und 5 fassen die Antworten der 26 Praxisakteur*innen nach Bereichen zusammen, wobei grau für den Zustand „wenig Wandel“, hellgrün für den Zustand „mittlerer Wandel“ und dunkelgrün für den Zustand „starker Wandel“ stehen. Die blauen und roten Rechtecke sind Visualisierungshilfen zur Überprüfung der beiden Hypothesen. Wenn Hypothese 1 in Reinform zutreffen würde, müsste das obere blaue Rechteck vollständig dunkelgrün ausgefüllt sein und das untere hellgrau. Wenn Hypothese 2 in Reinform zutreffen würde, müsste das obere rote Rechteck grau ausgefüllt sein und das untere dunkelgrün.

Aus Abbildung 4 geht hervor, dass unsere beiden Hypothesen zwar nicht in Reinform unterstützt werden, es aber doch deutliche Tendenzen gibt. Die Ergebnisse zeigen, dass Etablierte häufiger eine Präferenz für starken Wandel in den Feldern mit eher zentralisierten Handlungsoptionen (Übertragungsnetz, großskalige Erneuerbare) haben als Herausforderer. Außerdem haben Herausforderer häufiger eine Präferenz für starken Wandel in den Feldern mit eher dezentralisierten Handlungsoptionen (Verteilnetz, kleine und mittlere Erneuerbare) als Etablierte. Ein Blick auf Abbildung 5 zeigt, dass eine realistische Einschätzung vieler Praxisakteure ein konservatives Bild mit weniger starkem Wandel zeichnet als sie präferieren. Insbesondere für die konventionellen Kraftwerke ist die realistische Einschätzung der meisten Akteur*innen so, dass sie in 2040 noch einen moderaten Anteil (~35%) an der deutschen Stromerzeugung hätten. Dies wäre allerdings nicht vereinbar mit Klimaschutzszenarien, die das 2° Ziel einhalten. Herausforderer sind hier deutlich optimistischer als Etablierte. Insgesamt zeichnet Abbildung 4 ein Bild von sehr heterogenen Präferenzen.

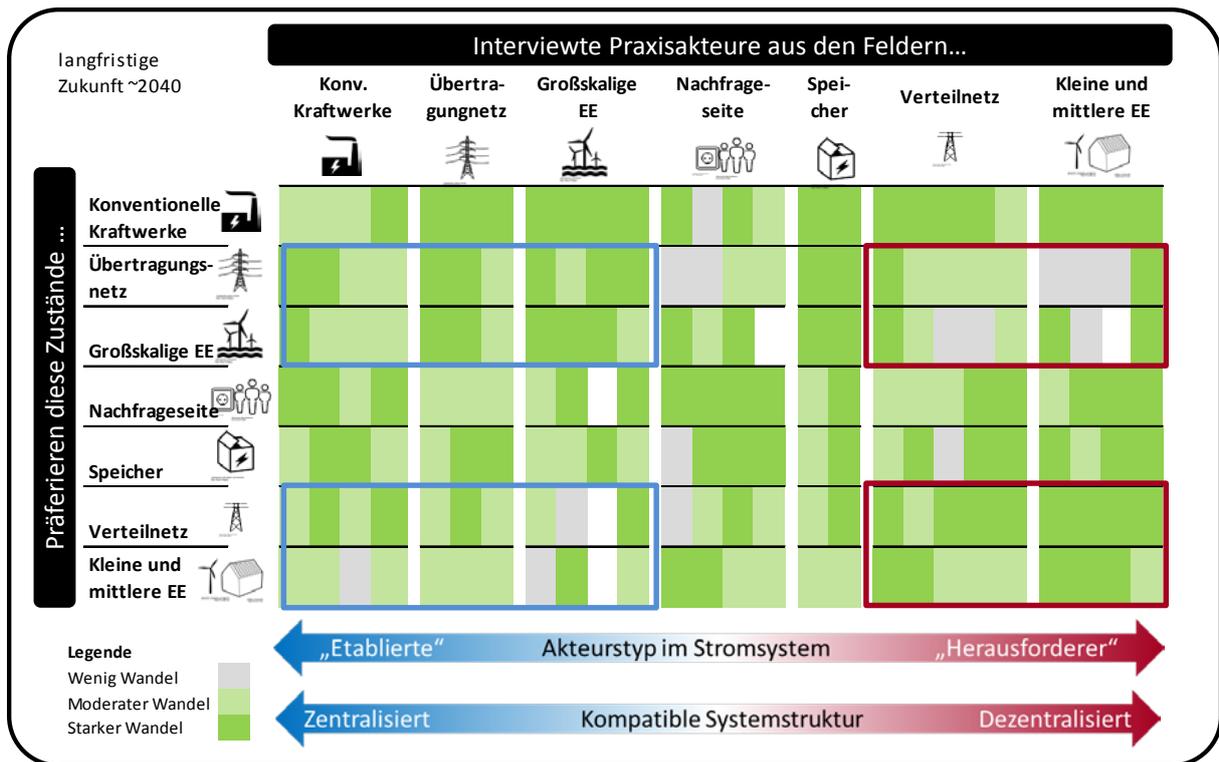


Abbildung 4. Präferenzen der verschiedenen Praxisakteur*innen bezüglich des Wandels in jedem Technologiefeld für die langfristige Zukunft (ungefähr im Jahr 2040). Weiße Felder stehen für keine Antwort weil sich die Praxisakteur*innen diese nicht zutrauten.

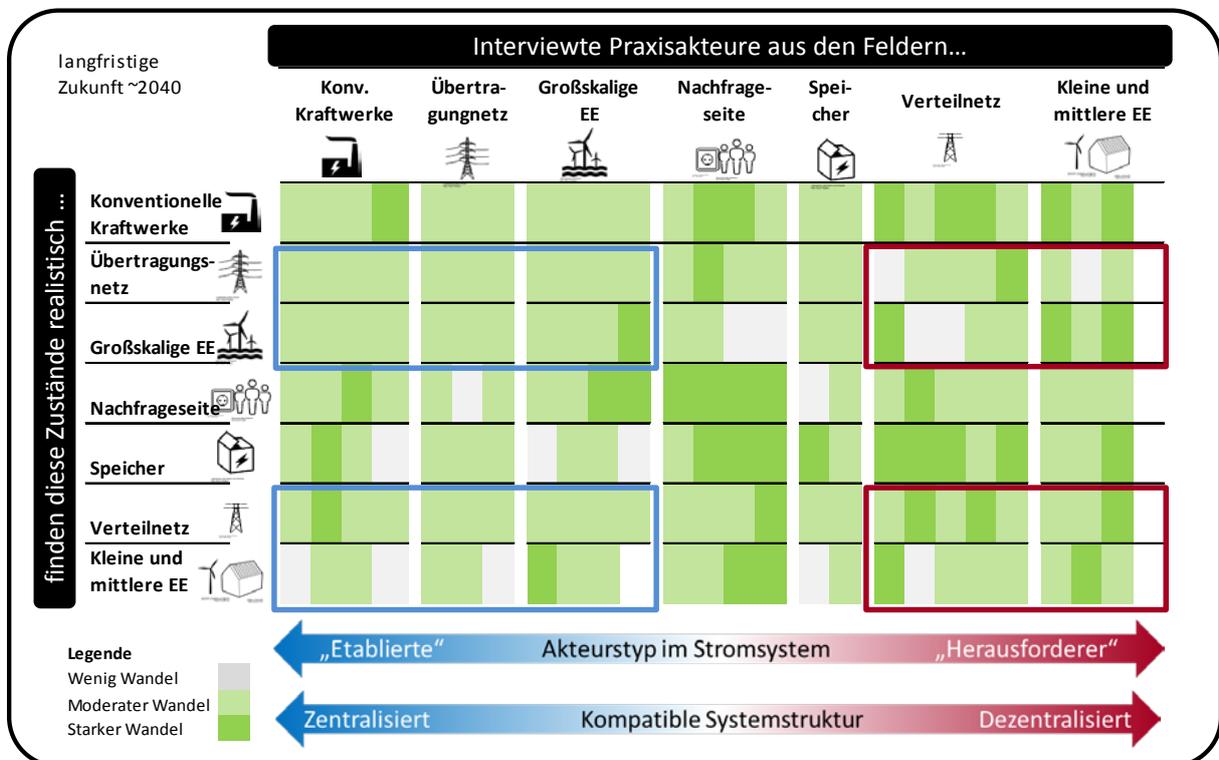


Abbildung 5. Realistische Einschätzung der verschiedenen Praxisakteur*innen bezüglich des Wandels in jedem Technologiefeld für die langfristige Zukunft (ungefähr im Jahr 2040). Weiße Felder stehen für keine Antwort weil sich die Praxisakteur*innen diese nicht zutrauten.

5) Ergebnisse: Qualitative Infrastrukturszenarien

Um die qualitativen Infrastrukturszenarien basierend auf den Einschätzungen der Praxisakteure zu entwickeln nutzen wir die Cross-Impact Balance Methode (Weimer-Jehle, 2006). Hierbei wird von den Interviewteilnehmern für jede Kombination von Zuständen die sogenannte Cross-Impact Frage beantwortet. Diese stellt ein Gedankenexperiment dar in der die einzig vorhandene Information ist, dass ein Bereich, z.B. „Konventionelle Kraftwerke“, einen bestimmten Zustand hat, z.B. „starker Wandel“. Die Frage lautet dann z.B. für eine Praxisakteurin aus dem Bereich Verteilnetze: „Hat der Bereich „Konventionelle Kraftwerke“ direkten Einfluss auf den Bereich „Verteilnetze“ und dieser deshalb (nicht) den Zustand wenig/mittlerer/starker Wandel?“ Die Antwortmöglichkeiten lauten kein direkter Einfluss (0), einschränkender/negativer direkter Einfluss (--/-) und befördernder/positiver direkter Einfluss (+/++).

Auf diese Weise beantwortet jeder Praxisakteur und jede Praxisakteurin seine bzw. ihre subjektiven Ansichten über die Systemzusammenhänge. Um die Komplexität des Unterfangens handhabbar zu machen schätzt jede/r Einzelne den Einfluss der jeweils sechs anderen Bereiche auf seinen eigenen Bereich ein (und füllt damit je eine der sieben Spalten-Triplets in der Cross-Impact Matrix, siehe Abbildung 7). Auf Basis dieser Einschätzungen bestimmt eine Software die in sich konsistenten Szenarien, also Kombinationen von Zuständen für die sich die direkten Einflüsse nicht widersprechen.

Es stellt sich heraus, dass es kein in sich konsistentes Szenario gibt, welches die Einschätzungen aller Praxisakteur*innen einbezieht. Abbildung 6 zeigt drei Szenarien die in sich konsistent sind, wenn man die Bewertungen von lediglich 21 der 26 Akteure einbezieht. Interessanterweise sind es drei aufeinander aufbauende niedrig-Emissions-Szenarien die eine dezentrale Entwicklung hin zu kleinen und mittleren Erneuerbaren, einem Wandel hin zu „smart grids“ (also intelligenten Verteilnetzen), aktiver Nachfrageseite und allen Arten von Speicherlösungen. Europäische Lösungen spielen dagegen keine maßgebliche Rolle – großskalige Erneuerbare werden nicht signifikant über den heutigen Stand hinaus ausgebaut und das Übertragungsnetz bleibt bei den heute geplanten Projects of Common Interest (PCIs).

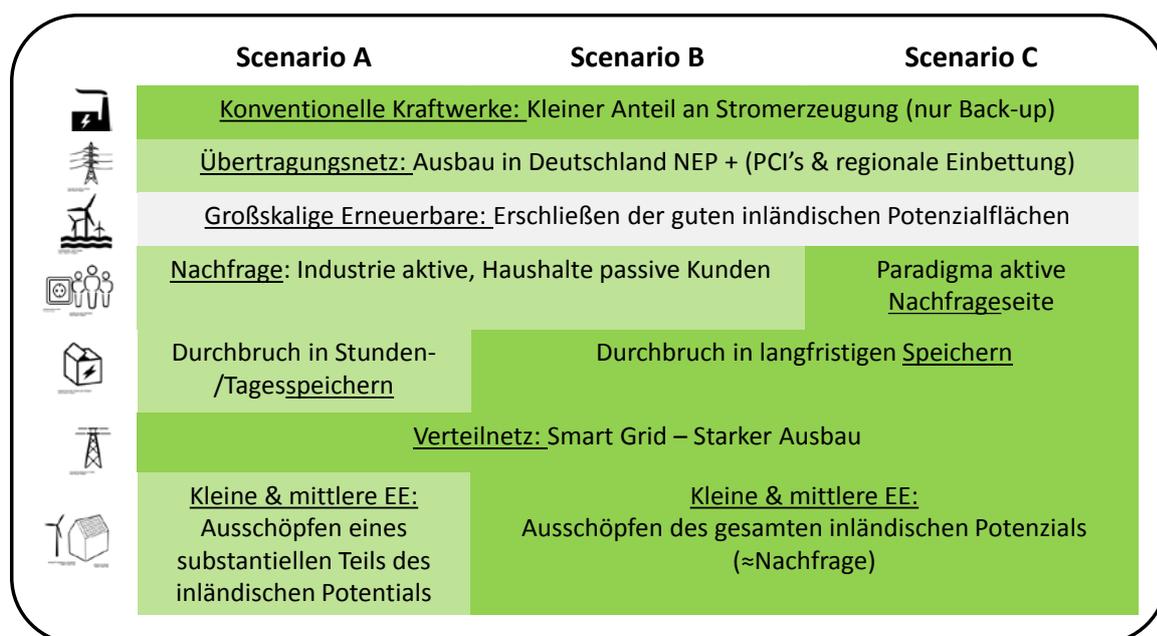


Abbildung 6. In sich konsistente qualitative Infrastrukturszenarien für die deutsche Energiewende basierend auf den Einschätzungen über Systemzusammenhänge von je 21 von 26 Praxisakteur*innen (nach der Cross-Impact Balance Methode (Weimer-Jehle, 2006).

6) Ergebnisse: Unstimmigkeiten

Schlussendlich stellt sich die Frage welche Unstimmigkeiten in der Erhebung auftreten, die eine Identifikation von in sich konsistenten Szenarien über alle Praxisakteure hinweg verhindern. Abbildung 7 illustriert die Cross-Impact Matrix welche alle bewerteten direkten Einflüsse zwischen den Zuständen wenig/mittlerer/starker Wandel der sieben Bereiche wiedergibt. Um die Lesbarkeit zu erhöhen wurde die Farbcodierung so gewählt, dass sie die unterschiedlichen Bewertungen der 2-5 Praxisakteur*innen pro Bereich zusammenfasst.

Gelb steht für einen übereinstimmenden, negativen Einfluss, orange für einen übereinstimmenden, positiven Einfluss. Weiß steht für Übereinstimmung bezüglich keinem direkten Einfluss. In grau sind Unstimmigkeiten zwischen den Vorzeichen des direkten Einflusses verschiedener Praxisakteur*innen eines Bereiches illustriert. Diese kommen entweder zustande weil die Skala wenig/mittlerer/starker Wandel verschieden interpretiert wurde oder weil unterschiedliche Argumentationen für die gegenläufigen Effekte angeführt werden. Letztere sind besonders interessant und in Abbildung 7 durch Einrahmung gekennzeichnet. Wir unterscheiden drei Kategorien von Unstimmigkeiten.

In der Kategorie *Erzeugung* ↔ *Erzeugung* gibt es zwei argumentative Unstimmigkeiten: Der direkte Einfluss von einem geringeren Anteil konventioneller Erzeugung auf den Ausbau von großskaligen Erneuerbaren in Europa kann positiv sein, weil es eine Lücke in der inländischen Erzeugung gibt, oder negativ, weil deutsche Investoren lieber in Kapazitäten im Heimatmarkt investieren wollen. Der direkte Einfluss von kleinen und mittleren Erneuerbaren auf großskalige Erneuerbare kann entweder wegen Skaleneffekten positiv sein („Wenn sich kleine EE lohnen, lohnen sich große EE allemal“) oder negativ, weil es einen Wettbewerb um geeignete Standortflächen gibt.

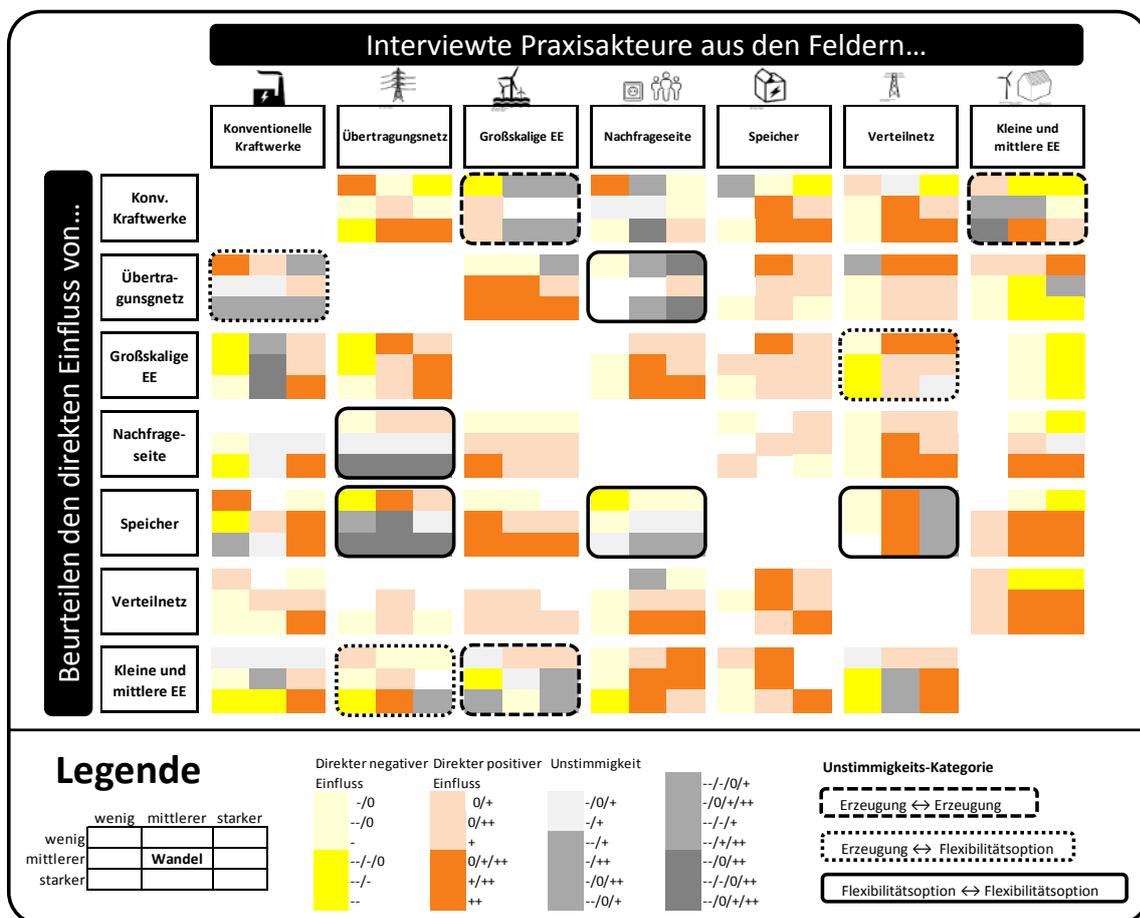


Abbildung 7. Zusammengefasste Form der Cross-Impact Matrix.

In der Kategorie *Erzeugung ↔ Flexibilitätsoptionen* gibt es drei Unstimmigkeiten: Erstens, der direkte Einfluss vom Ausschöpfen des gesamten inländischen Potentials für kleine und mittlere Erneuerbare auf ein pan-Europäisches Übertragungsnetz kann entweder positiv sein, weil Überproduktionen abgeführt werden müssen, oder negativ, weil das Stromsystem lokal und regional aufgestellt ist. Zweitens, der direkte Einfluss von einem koordinierten europaweiten Ausbau großskaliger Erneuerbare auf die Entwicklung des Verteilnetzes hin zu einem intelligenten Netz kann positiv sein, weil letzteres eine wichtige Flexibilisierungsoption ist, oder negativ, weil das großflächige Pooling von nicht korrelierter Erzeugung in Europa eine wesentlich günstigere Flexibilitätsoption darstellt. Drittens, der pan-Europäische Ausbau des Übertragungsnetzes kann einen positiven Einfluss auf den Ausstieg aus konventionellen Kraftwerken in Deutschland haben, weil es in diesem Fall wirtschaftlicher wäre erneuerbaren Strom aus dem Ausland zu importieren, oder einen negativen Einfluss, weil dann unflexible konventionelle Kraftwerke länger wirtschaftlich laufen können.

In der Kategorie *Flexibilitätsoptionen ↔ Flexibilitätsoptionen* gibt es zwei Gruppen von Unstimmigkeiten. Erstens, den Einfluss von DSM und Speicher auf den Ausbau von Übertragungsnetzen. Hier ist die Frage ob DSM und Speicher „marktgetrieben“ oder „netzgetrieben“ eingesetzt werden. Im ersten Fall kann sich der Bedarf an Übertragungsnetzausbau erhöhen, im zweiten Fall verringern. Zweitens ist es ungeklärt ob Speicher und intelligente Verteilnetze und eine aktive Nachfrageseite Substitute oder Komplemente sind.

7) Schlussfolgerungen

- Die 26 befragten Praxisakteur*innen haben sehr heterogene Präferenzen.
- Die Ergebnisse zeigen, dass Etablierte häufiger eine Präferenz für starken Wandel in den Feldern mit eher zentralisierten Handlungsoptionen (Übertragungsnetz, großskalige Erneuerbare) haben als Herausforderer.
- Die Ergebnisse zeigen, dass Herausforderer häufiger eine Präferenz für starken Wandel in den Feldern mit eher dezentralisierten Handlungsoptionen (Verteilnetz, kleine und mittlere Erneuerbare) haben als Etablierte.
- Es ist nicht möglich, ein in sich konsistentes Infrastrukturszenario über alle Praxisakteur*innen hinweg zu bestimmen, allerdings für eine Untergruppe. Diese Szenarien sind eher dezentralisiert.
- Es bleibt Forschungsbedarf bei den Unstimmigkeiten in den Systemzusammenhängen.
- Eine Diskussion über grundlegende Weltbilder und Wertvorstellungen ist notwendig.

Referenzen

- 50Hertz Transmission GmbH, Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, & TransnetBW GmbH. (2014). Netzentwicklungsplan Strom 2014. Retrieved January 27, 2015, from http://www.netzentwicklungsplan.de/_NEP_file_transfer/NEP_2014_2_Entwurf_Teil1.pdf
- BMWi. (2016). *Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland*. Retrieved from http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/zeitreihen-zur-entwicklung-der-erneuerbaren-energien-in-deutschland-1990-2015.pdf?__blob=publicationFile&v=7
- ENTSO-E. (2012). 10-Year Network Development Plan 2012. Retrieved from <https://www.entsoe.eu/major-projects/ten-year-network-development-plan/tyndp-2012/>
- Fligstein, N., & McAdam, D. (2012). *A theory of fields*. New York: Oxford University Press.
- Schmid, E., Knopf, B., & Pechan, A. (2015). Putting an energy system transformation into practice: The case of the German Energiewende. *Energy Research and Social Science*. <http://doi.org/10.1016/j.erss.2015.11.002>
- trend research, & Leuphana Universität. (2013). Definition und Marktanalyse von Bürgerenergie in Deutschland.
- Weimer-Jehle, W. (2006). Cross-impact balances: A system-theoretical approach to cross-impact analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 73(4), 334–361. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2005.06.005>