

# Simulation der Energiezukunft Effekte von Software unterstützten Workshops

Theresa Gothe, Anne Schierenbeck

Hochschule Osnabrück, Kaiserstr. 10c, 49809 Lingen, T: 0049 591 80098346,  
E: t.gothe@hs-osnabrueck.de, www.hs-osnabrueck.de

**Kurzfassung:** Die Energiewende ist nicht nur eine technische, sondern eine gesamtgesellschaftliche Herausforderung. Um geplante Maßnahmen für eine rein regenerative Energieversorgung umzusetzen, ist es notwendig, Standpunkte verschiedener Stakeholder zu kennen, das Wissen zu steigern und die Akzeptanz auszubauen. In moderierten Workshops passen Teilnehmer\*innen im Softwaretool 100prosim die dekarbonisierte Energiewelt 2040 nach ihren Vorstellungen an, lernen dabei Herausforderungen kennen und diskutieren mögliche Lösungen. Das Tool zeigt anschaulich Zusammenhänge zwischen den Sektoren und verdeutlicht den Aspekt der Flächenverfügbarkeit. Die teilnehmenden Gruppen in den Workshops haben teils unterschiedliche Sichtweisen bei einzelnen Aspekten, stellen jedoch insgesamt fest, dass die Workshops mit der Software 100prosim einen Mehrwert bieten, um die Zusammenhänge des Transformationsprozesses der Energiewende zu visualisieren und zu verstehen.

**Keywords:** Energiewende, Erneuerbare, Stakeholder, Zukunftsszenario, Workshops, Akzeptanz

## 1 Einführung

Die Energiewende ist komplex und erfordert neben technischen Maßnahmen einen gesellschaftlichen Veränderungsprozess. Im deutschen Klimaschutzplan ist festgelegt, dass die Umsetzung der Maßnahmen und die Weiterentwicklung des Plans mit gesellschaftlichen Diskursprozessen verbunden sein sollen [1]. Auch wenn fast 90 Prozent der Deutschen den Ausbau der erneuerbaren Energien unterstützen [2], gibt es in der konkreten Umsetzung oft Widerstände. Der Ausbau der Erneuerbaren ist unter anderem mit einem hohen Flächenbedarf verbunden, woraus sich Nutzungskonkurrenzen ergeben [3].

Der Aufbau neuer Strukturen in der Energieversorgung stellt eine komplexe Herausforderung dar. Diese setzt viel spezialisiertes Wissen voraus [4]. Aufgrund der Komplexität ist es wichtig, vorhandene Wissenslücken bei den relevanten Stakeholdern zu schließen [5]. Partizipation und ein offener Diskurs können in der Gesellschaft nur erreicht werden, wenn die Komplexität des Themas berücksichtigt wird, Wissen geteilt wird und Bürger\*innen u.a. durch neue Kommunikationsformen mitwirken können [6, 7].

Um Expert\*innen und Stakeholder erfolgreich einzubinden, kann die Szenariotechnik verwendet werden. Diese Technik ist vor allem im Gegensatz zu Prognosen sinnvoll, um langfristige zukünftige Entwicklungen zu betrachten. Es werden keine Aussagen über *die eine* Zukunft gemacht, sondern im Rahmen dieser Technik werden mehrere alternative mögliche zukünftige Entwicklungen betrachtet [8].

## 2 Forschungsfrage

In diesem Beitrag werden folgende Forschungsfragen behandelt: „Welche Standpunkte haben verschiedene Stakeholder gegenüber einer zukünftigen Energiewelt, die vollständig mit erneuerbaren Energien versorgt wird? Werden durch den Einsatz von Software unterstützten Energiewende-Workshops, das Verständnis der Zusammenhänge und die Akzeptanz gefördert?“

## 3 Methodik

Die relevanten Stakeholder im Bereich der Energiewende werden identifiziert und in sechs Bereiche geclustert: Gesellschaft, Politik, Verbände und Berufsstandvertretungen, Wirtschaft, Wissenschaft und Landwirtschaft. Diese Stakeholder-Gruppen werden in die „Power-versus-Interest Matrix“ [9] eingeordnet.

Im vom Land Niedersachsen geförderten Projekt „Zukunftsdiskurse in der Umweltkommunikation“ wurden innerhalb eines Jahres n=12 Workshops mit unterschiedlichen Stakeholdern zum Thema „Energieversorgung der Zukunft aus 100 % Erneuerbaren Energien“ mit der Software 100prosim durchgeführt. Teilgenommen haben insgesamt n=179 Teilnehmer\*innen in folgenden Gruppen: Oberstufenschüler\*innen eines Gymnasiums (SCHÜLER), zwei Gruppen von Studierenden der Fachrichtung Maschinenbau (MB1, MB2), Studierende der Fachrichtung Wirtschaftsingenieurwesen (WING), Studierende aus dem Bereich Agrar- und Landschaftsplanung (AuL), Klimaschutzmanager\*innen aus niedersächsischen Kommunen (KLIMA), interessierte Bürger\*innen (BÜRGER), zwei Wirtschaftsverbände (V1, V2), ein Interessensverband für Frauen (FRAUEN), eine Stadtverwaltung (STADT) und eine Kreisverwaltung (KREIS).

Zur qualitativen Auswertung werden die Workshops mit der Videokonferenz-Software Zoom aufgezeichnet, anschließend mit Hilfe der Software MAXQDA [10] transkribiert und analysiert. Anhand der transkribierten Daten werden Thesen und thematische Kategorien induktiv abgeleitet und dann durch eine qualitative Inhaltsanalyse ausgewertet [11].

### 3.1 Software 100prosim

Die Projektverantwortlichen nutzen in den Workshops die frei verfügbare Software 100prosim vom Verein Erneuerbare Energie-Szenarien e.V. [12]. Die Datengrundlage von 100prosim ist ein Gutachten für die Landesregierung Niedersachsen "Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050" [13].

In den Workshops haben Gruppen die Möglichkeit, unter Anleitung, eine Energiewelt für das Jahr 2040 zu entwickeln und so die Grenzen und Möglichkeiten eines rein regenerativen Energiesystems kennenzulernen. Aufgrund der Festlegung des 1,5°-Ziels und der bereits heute getätigten CO<sub>2</sub>-Emissionen in Deutschland, ist das Ziel der Dekarbonisierung bis zum Jahr 2050 nicht mehr ausreichend. Verschiedene Studien weisen nach, dass Deutschlands Energieversorgung ab 2045 vollständig aus regenerativen Energien bestehen kann [14]. Als frühestmöglicher Zeitpunkt wird das Jahr 2035 genannt [15]. In den Workshops wird das Ziel auf das Jahr 2040 festgelegt.

Dabei beruht das Szenario auf dem Prinzip des so genannten Backcastings. Im Backcasting-Prozess wird festgelegt, wie die Zukunft im besten Falle aussehen soll und wie dieses Szenario erreicht werden kann. Dies steht im Gegensatz zum Forecasting, bei dem ein mögliches Zukunftsbild auf der Basis des Ist-Zustands entwickelt wird [16].

Im Zukunftsszenario werden, im Vergleich zum Status, Energieverbrauch und -produktion grafisch dargestellt. Dabei werden u.a. Energieverluste, Überdeckungen und Unterdeckungen visualisiert und die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Sektoren und der Verbrauchs- und Produktionsseite gezeigt.

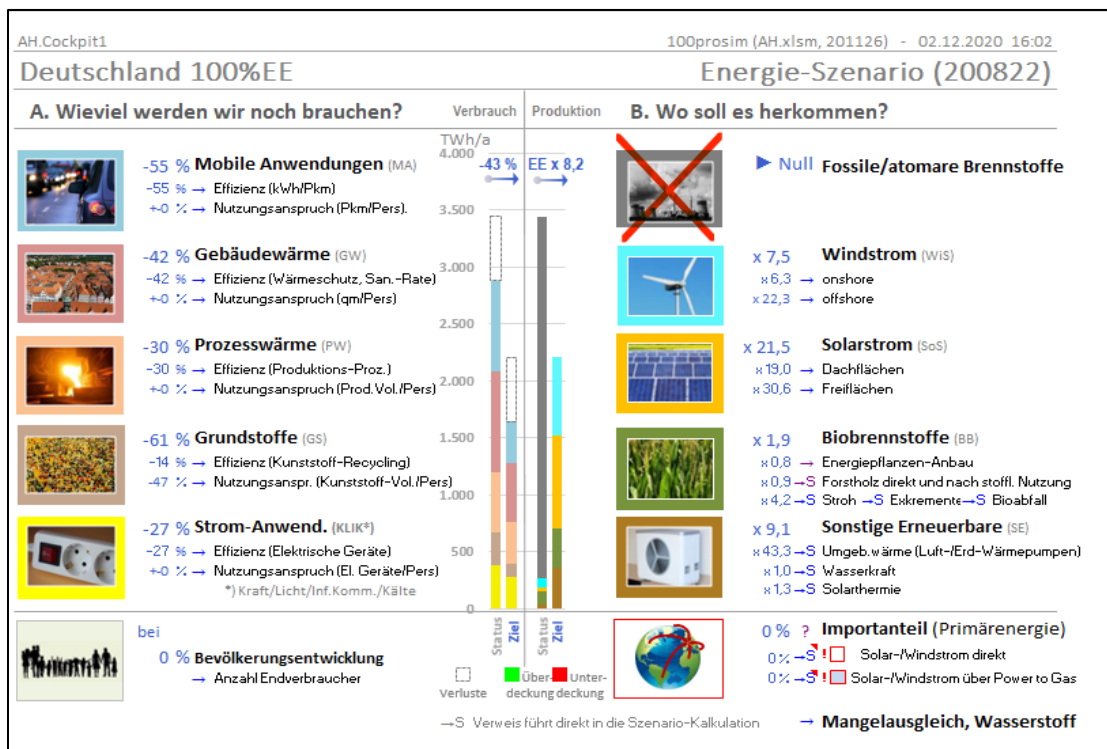


Abbildung 1: Arbeitsoberfläche –Cockpit 1 des Modellierungsprogramms 100prosim (Quelle: [12])

Wie in Abbildung 1 ersichtlich, umfasst die Energieverbrauchsseite die Sektoren Mobile Anwendungen, Gebäuwärme, Prozesswärme und Stromanwendungen. Ebenso einbezogen sind Grundstoffe der Industrie, die auf Kohlenstoff basieren. Diese werden im Modell aus grünem Wasserstoff synthetisiert. Auf der Energieproduktionsseite wird der Energiebedarf im Zieljahr 2040 komplett ohne fossile und atomare Energiequellen gedeckt. Die Energieproduktion basiert auf Wind- und Solarstrom sowie Biobrennstoffen aus Energiepflanzenproduktion. Umweltwärme („Sonstige Erneuerbare“) wird für die Wärmeversorgung von Gebäuden mittels Wärmepumpen nutzbar gemacht. Grundstoffe, Brennstoffe und Treibstoffe werden aus Wasserstoff synthetisiert.

Zur Berechnung von Energieverbrauch und -produktion finden Einflussgrößen wie die Bevölkerungszahl Eingang in die Simulation des zukünftigen Energiesystems. Das Simulationstool berücksichtigt außerdem u.a. die detaillierte Flächennutzung z.B. für Getreide [17], als auch Grünland [18] und Wald [19].

Bei der Energieerzeugung aus Erneuerbaren werden die aktuellen Zahlen zur installierten Leistung der einzelnen Technologien [20, 21] ebenso berücksichtigt wie die Potenziale und

der jeweilige Flächenbedarf [22, 23, 24]. Auch die Wirkungsgrade und deren Entwicklungen sind entsprechend hinterlegt [25, 26].

Auf der Nutzungsseite beeinflussen technologische Potenziale im Bereich der Antriebe sowie alternativer Kraftstoffe den Energiebedarf der Zukunft entscheidend [27, 28]. Entscheidend für den zukünftigen Wärmebedarf ist der Bedarf an Wohnfläche, die Energieeffizienz und die eingesetzte Technologie [29].

Das Modell des zukünftigen Energiesystems nimmt im Bereich der Netze und Speicher Vereinfachungen vor, damit ad hoc Änderungen direkt sichtbar werden. So werden alle Energiemengen als Jahresarbeit in GWh bilanziert. Es wird davon ausgegangen, dass im Stromnetz genügend Batteriespeicher vorhanden sind, um Schwankungen im Tagesverlauf ausgleichen zu können. Für den Energietransport und die Kurzzeitspeicherung werden entsprechende Verluste berücksichtigt.

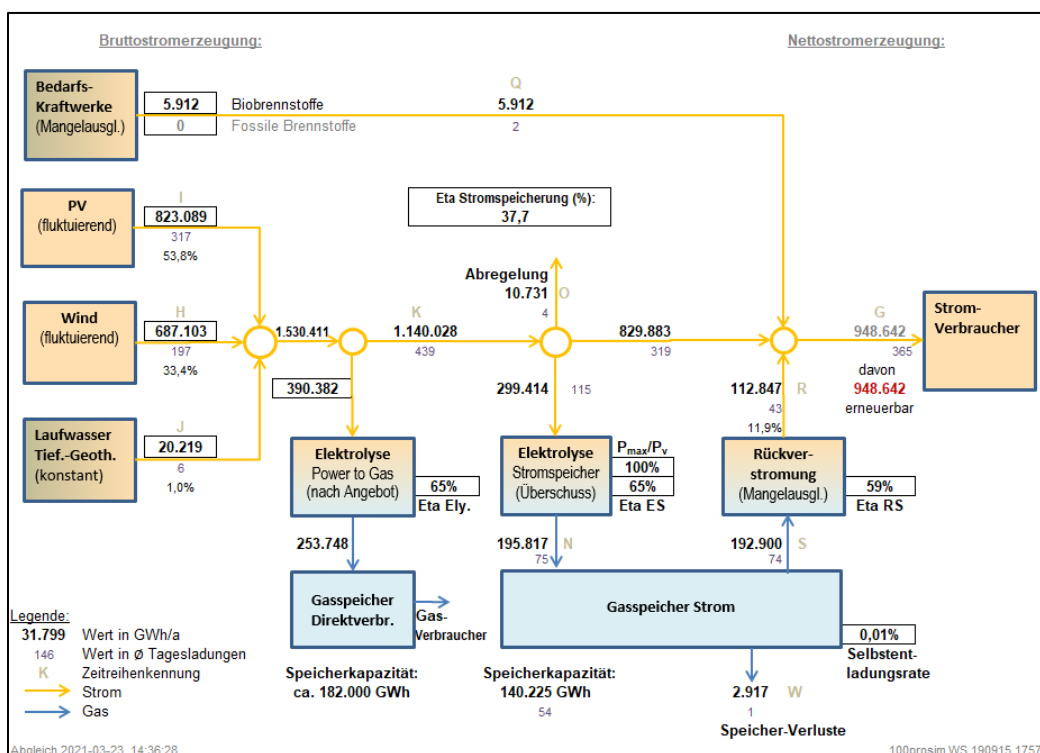


Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung der Sektorenkopplung in 100prosim (Quelle: [12])

Für den jahreszeitlichen Schwankungsausgleich ist dagegen ein dynamisches Modell hinterlegt, das in Abbildung 2 beispielhaft dargestellt ist. Es gleicht die die Erzeugung und Nachfrage von 365 Tagen aus (siehe Abbildung 3). Die Überproduktion von Strom an vielen Tagen (vor allem im Sommer) wird in Elektrolyseuren in Wasserstoff umgewandelt und dieser gespeichert. In Mangelphasen wird der Wasserstoff rückverstromt. So gehen aus dem Modell sowohl die notwendige Elektrolyse-Leistung als auch die erforderlichen Speicherkapazitäten hervor.

Neben der Funktion als Langzeit-Speicher wird Wasserstoff als Grundstoff für synthetische Treibstoffe, Brennstoffe und für die chemische Industrie benötigt. Auch die für diese Bereiche erforderlichen Kapazitäten werden dargestellt.

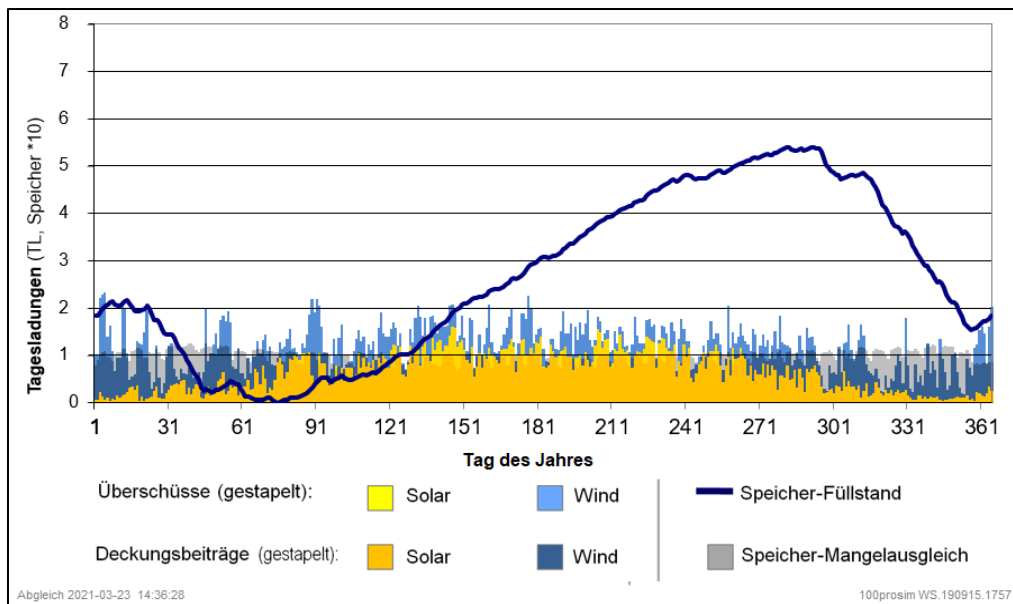


Abbildung 3: Jahresverlauf Stromerzeugung und Stromverbrauch in 100prosim (Quelle: [12])

### 3.2 Workshop-Methodik

In den Workshops wird unter Anleitung und Moderation gemeinschaftlich ein Zukunftsszenario der Energieversorgung im Jahr 2040 erarbeitet. Diese Methodik regt zur Diskussion an und hat das Ziel, Wissen und Akzeptanz der Teilnehmer\*innen in diesem Themenbereich zu steigern.

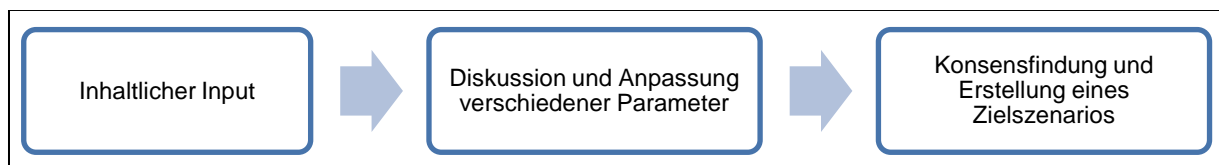


Abbildung 4: Bestandteile eines Workshops mit 100prosim (Quelle: eigene Darstellung)

Die Workshops haben eine einheitliche Struktur: Nach einer Präsentation zu den Themen Klimakrise, CO<sub>2</sub> und Energiewende folgt der interaktive Teil. Hier stimmen die Teilnehmer\*innen mit Hilfe der digitalen Abstimmungsplattform Mentimeter [30] über verschiedene Werte im Bereich Effizienz und Suffizienz (z.B. bei der Mobilität oder dem Ausbau der Windkraft) ab. Diese Werte werden diskutiert und ins Szenario übertragen. Die zu bearbeitenden Themenbereiche werden im Vorhinein zusammen mit der Gruppe festgelegt. In den Workshops werden konkrete Fragen der Suffizienz z.B. „Wie viel werden wir in Zukunft mit dem Auto/Flugzeug unterwegs sein?“, aber auch zur Effizienz behandelt „Zu wie viel Prozent wird der Verkehr elektrifiziert sein?“. Die Mittelwerte aus den Abstimmungen werden in die Modellierungs-Software übernommen.

Nach der Bearbeitung der Energieverbrauchsseite, ist im Cockpit 1 (vgl. Abbildung 1) ersichtlich, ob durch die getroffenen Annahmen Versorgungslücken entstehen und wie groß die Unterdeckung ist. Die Teilnehmer\*innen betrachten danach die Energieproduktionsseite und können hier installierte Leistungen auf Basis von verfügbaren Flächen anpassen. Um am Ende einen Ausgleich zwischen Verbrauch und Produktion zu erstellen, kann das Tool einen automatischen Abgleich entweder auf Basis von Offshore-Windenergieanlagen oder PV-Freiflächenanlagen durchführen. Am Ende der Workshops werden allgemeine

Herausforderungen und Wünsche zur Umsetzung einer auf 100 % erneuerbaren Energien basierenden Zukunft diskutiert.

## 4 Ergebnisse

Die Analyse zeigt die Standpunkte, die in verschiedenen Gruppen in Bezug auf diverse Aspekte der Energiewende vorherrschen:

Im Themenbereich **Mobilität Effizienz** werden in allen Workshops Fragen und Zweifel am Einsatz von Elektroautos geäußert, die oft mit den Batterien und dem Recycling zusammenhängen. Teilnehmer\*innen äußern Bedenken, dass die Rohstoffe nicht in ausreichendem Maße vorhanden sind, der Abbau dieser Materialien schädlich und nicht nachhaltig ist und dass die Batterien nicht recycelt werden können. Weiterhin erklären sie, dass sie sich eine Zukunft mit einer reinen Elektromobilität nicht vorstellen können bzw. die Umsetzbarkeit von 90 Prozent, wie im Basisszenario angenommen, bis zum Zieljahr 2040 nicht gegeben wäre: „(...) ich würde mir wünschen, dass es anders ist, aber ich kann es mir nicht vorstellen, dass jetzt wirklich 2040 so weit sind (...).“, „Aber mir fehlt es da an Vorstellungskraft“, „(...) sehe ich nicht kommen, dass es in den nächsten zwanzig Jahren von Zauberhand dazu kommen wird...“. Entsprechend niedriger schätzen die Teilnehmer\*innen daher auch den Grad der Elektrifizierung im Personenverkehr ein (vgl. Abbildung 5). Eine nicht ausreichende Ladeinfrastruktur und zu geringe Reichweite von Elektrofahrzeugen werden in vielen Workshops genannt. Im Zuge dessen sprechen einige Teilnehmende von den Vorzügen von Wasserstoff betriebenen Fahrzeugen, da hiermit auch längere Strecken zu bewältigen seien und man nicht das Problem der Rohstoffe habe. Der erhöhte Energieeinsatz für die Produktion von Wasserstoff spielt für die Teilnehmer\*innen hingegen keine Rolle.

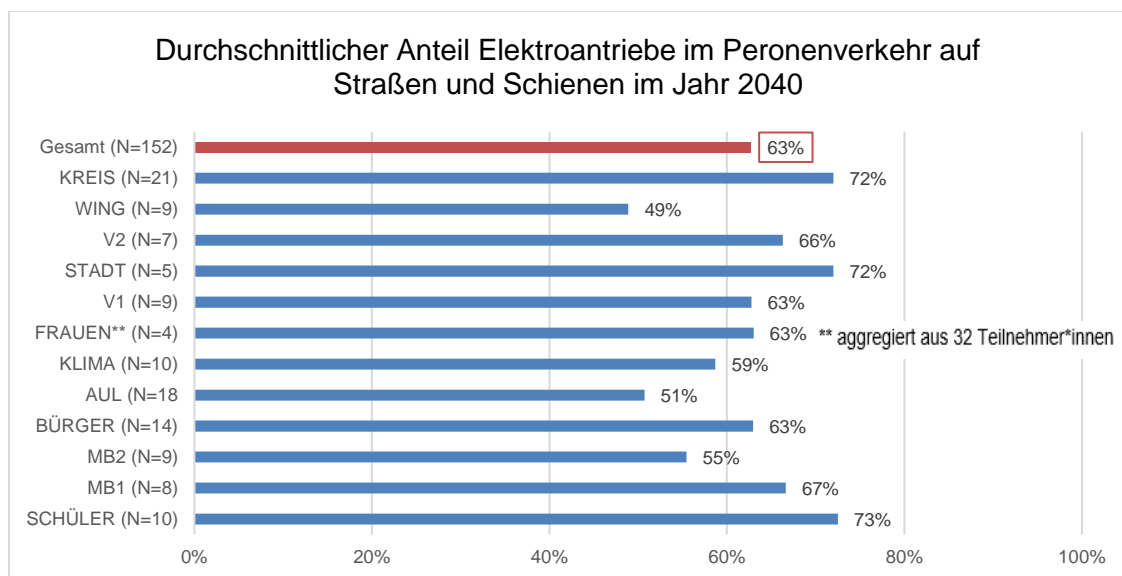


Abbildung 5: Einschätzung der Teilnehmer\*innen zum durchschnittlichen Anteil der Elektroantriebe im Personenverkehr auf Straßen und Schiene im Jahr 2040.

Teilnehmer\*innen äußern aber auch positive Meinungen und Motivationen: Elektromobilität wird dabei nicht als Option, sondern als Muss gesehen: Man brauche die Elektromobilität aufgrund des Klimawandels, an Elektromobilität führe kein Weg vorbei, der heutige Individualverkehr habe keine Zukunft. Man spricht von einer „*erdrutschartigen Veränderung*“

der *Mobilität*“ und davon, dass wir *„jahrzehntelang zu ‚Fossil-Junkies‘“* geworden wären und saubere Mobilität nur elektrisch gehe. Elektromobilität könne sich dann durchsetzen, wenn sie *wirtschaftlicher* werde als die Verbrenner, dies sei aber vor allem durch Subventionen möglich. Ein Teilnehmer stellte den Verbrenner in Zukunft als *„nice-to-have“* und Luxusgut dar.

Im Bereich **Mobilität Suffizienz** schätzen die Teilnehmer\*innen, dass es in Zukunft weniger Personenverkehr (im Durchschnitt -7%) und weniger Flugverkehr (im Durchschnitt -9%) geben werde. Vor allem die Möglichkeit des Arbeitens im Home-Office und somit von Video-Konferenzen anstatt Geschäftsreisen, würden den Verkehrsdruck minimieren. Hier kann aber auch in klarer Unterschied zwischen Stadt und Land erkannt werden, da Teilnehmende z.B. äußern, dass im ländlichen Raum heutzutage das *„klassische Auto dementsprechend zum Leben dazu gehört“*. Beim Güterverkehr liegt die Einschätzung so, dass dieser aufgrund der Zunahme im Onlinehandel und der Globalisierung zunehmen werde (im Durchschnitt um 7%).

Beim Thema **Gebäudewärme** wird der Wärmebedarf für das private Wohnen und somit die verfügbare Wohnfläche behandelt. Vor allem der Standort (Stadt / Land), aber auch die steigenden Bau- und Grundstückspreise spielen hier eine Rolle in den Diskussionen. Während in der Stadt die Wohnflächen pro Kopf geringer sind und tendenziell sinken, sind diese auf dem Land größer: *„Wenn ich das so bei uns im Dorf sehe, wo in einem riesengroßen Bauernhaus man wieder mit zwei Leuten wohnt, das ist dann wieder dieses Verhältnis Stadt-Land. (...) Von daher denke manchmal auch: hier leben wir auch auf viel Fläche.“*

Die Teilnehmer\*innen sprechen sich für eine rasche Steigerung beim **Ausbau der Erneuerbaren** aus. Photovoltaik auf Dächern im privaten und öffentlichen Raum wird in allen Workshops unkritisch und als besonders förderungswürdig gesehen: *„Also ich würde sagen bei Hausneubau, dass da auf alle Fälle auch PV-Anlagen drauf sollten.“* Es ist hingegen nicht bekannt, wie viel Potenzial in der Dachflächen-PV steckt und in wieweit diese Technik andere Energieproduzenten, die Fläche benötigen, kompensieren könnten: *„Wenn man quasi (...) alle Hausdächer in Deutschland mit Solarzellen bedecken oder bebauen würde, (...), wäre das dann immer noch so, dass man die Freiflächen bräuchte, ja oder?“*. Solare Freiflächen werden hingegen ambivalent in den Workshops bewertet, was häufig mit dem Flächenverbrauch und Nutzungskonkurrenzen in der Landwirtschaft begründet wird: *„...bei solaren Freiflächen, da ist ja alles abgedeckt, ich kann ja schlecht dazwischen mähen.“*

Ungeteilte Zustimmung gibt es auch beim Thema Ausbau der Offshore-Windkraft. Dies wird durch das hohe Potenzial der Anlagen begründet, aber auch durch die hohe gesellschaftliche Akzeptanz und weil keine Landfläche beansprucht werde.

Dagegen wird hinterfragt, ob und wie viel Onshore-Wind noch ausgebaut werden kann. Vor allem das Nord-Süd-Gefälle der Ausbauraten in Deutschland wird bemängelt. Es werden allgemeine Bilder und Haltungen zum Thema Windkraft zitiert, aber auch von eigenen Erfahrungen (z.B. Lautstärke und Schattenwurf) berichtet. Gleichzeitig stimmen aber im Durchschnitt die Teilnehmer\*innen aller Workshops für eine Erweiterung der Landesfläche, die für Windkraft genutzt werden kann, wie in Abbildung 6 deutlich wird. Im Basisszenario von 100prosim werden 2,1% angenommen, die Ergebnisse aus den Workshops reichen von 2,2% bis hin zu 3,9%. Dies könnte unter anderem an der schwer vorzustellenden Einheit der Fläche liegen.

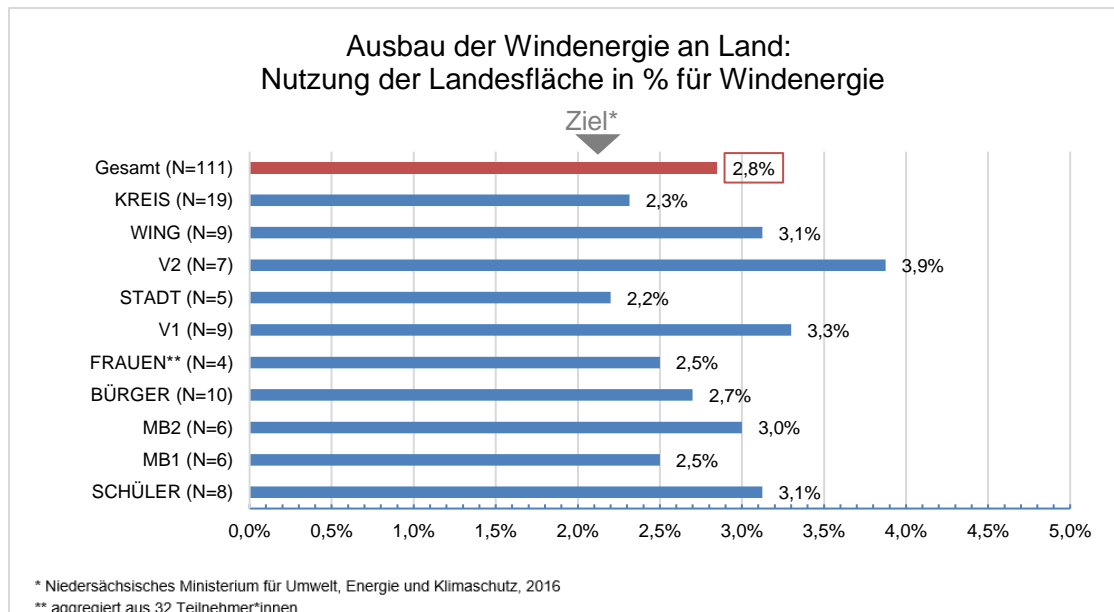


Abbildung 6: Ausbau der Windenergie an Land: Einschätzung aus den Workshops zur Nutzung der Landesfläche in % für Windenergie.

Neben kritischen Aspekten sehen viele Teilnehmer\*innen Chancen in der Onshore-Windenergie. An die Politik wird die Forderung gerichtet, gute Rahmenbedingungen zu schaffen, damit der Ausbau unbürokratischer und schneller gelingen kann. Betont wird dabei, dass die Akzeptanz gegenüber Onshore-Anlagen gesteigert werden könne, wenn man Bürger\*innen finanziell durch genossenschaftliche Projekte beteilige: „Anwohner zu Teilhabern machen“ und „alle ins Boot holen“ – das könne zu mehr Akzeptanz führen.

Das Thema **Akzeptanz** beziehen die Teilnehmer\*innen oft nicht auf die eigene Perspektive, sondern berichten von „Akzeptanzproblemen in der Bevölkerung“ oder erläutern Beispiele, von denen sie gehört haben. Gleichzeitig sehen sie selbst eine Kausalität zwischen Wissen und Verständnis: Denn „wenn ich nicht mal der Bevölkerung ein Zielbild aufgeben kann, wo die Reise hingehet und wie das Land in zwanzig Jahren aussieht, wie dann Energie funktioniert und was dafür getan werden muss. Dann wird es natürlich auch schwierig, da die für Akzeptanz zu sorgen.“ In verschiedenen Bereichen wie z.B. beim Thema Wandlungsverluste bei der Wasserstoffproduktion, gibt es Wissenslücken.

In einer von n=56 Teilnehmer\*innen ausgefüllten Evaluation des Workshops werden unter anderem zwei Fragen zur Selbsteinschätzung der Akzeptanzsteigerung für die Energiewende und des Wissenszugewinns beantwortet. Wie in Abbildung 7 dargestellt, bewerteten die Teilnehmenden auf einer Skala von 0 (trifft gar nicht zu) bis 5 (trifft voll zu), dass der Workshop die Akzeptanz für die Energiewende gesteigert habe mit durchschnittlich mit 3,63. Mit durchschnittlich 3,54 bewerteten die Teilnehmenden, dass der Workshop das Wissen über die Energiewende gesteigert habe.



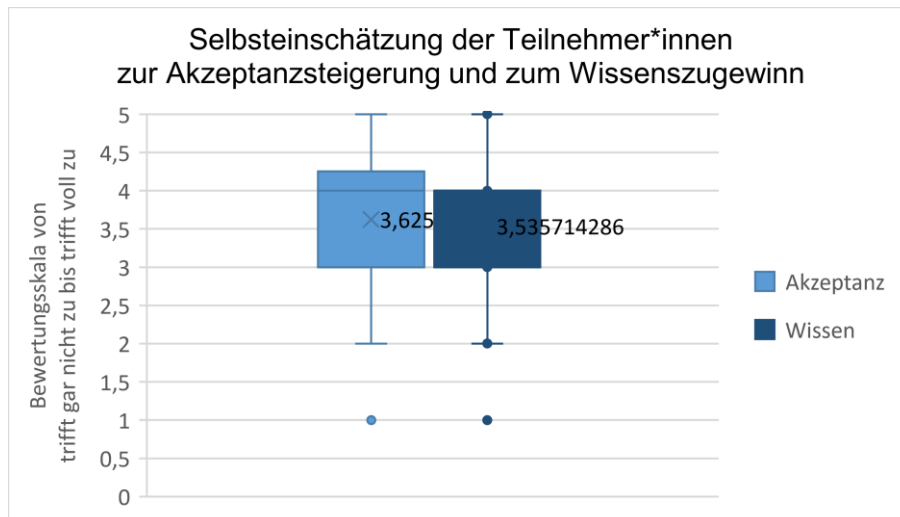


Abbildung 7: Selbstevaluation der Teilnehmenden zur Akzeptanzsteigerung und Wissenszugewinn.

## 5 Fazit

Es ist festzustellen, dass die Stakeholder teils unterschiedliche Meinungen in den Workshops vertreten, diese können jedoch vorerst nicht konkreten Gruppen zugeschrieben werden, sondern verteilen sich über alle Workshops. Befürwortung oder Kritik für einzelne Technologien werden meist durch persönliche Erfahrungen begründet, wodurch zum Beispiel klare Unterschiede zwischen der Sichtweise Stadt / Land deutlich werden. Grundsätzlich wird die Energiewende oft befürwortet, aber Grenzen, Hindernisse und Risiken werden auch teilweise stark hervorgehoben.

Eine gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende kann nur durch gesteigertes Wissen erreicht werden. In den Workshops hat sich bestätigt, dass Viele das Gesamtziel der Energiewende nicht kennen und ihnen eine Vision fehlt. Außerdem fällt auf, dass es in einigen Bereichen noch Wissenslücken gibt (z.B. beim Thema Wandlungsverluste bei der Erzeugung von Wasserstoff). Die Gesellschaft braucht vor allem mehr Informationen zu den Themen Verkehrs- und Wärmewende. Neutrale, unabhängige und zielgruppengenaue Informationen werden dazu dringend benötigt.

Die Auswertung ergibt insgesamt, dass die Form dieser Workshops gut geeignet ist, um das Energiesystem der Zukunft mit den Herausforderungen zu diskutieren und zu verstehen. Die beschränkte Flächenverfügbarkeit zur Energieerzeugung wird verdeutlicht. Die Visualisierung des abstrakten Themas durch die Grafiken der Software vermittelt den Teilnehmer\*innen u.a. auch die Grenzen der Energieeinsparungsmöglichkeiten durch Effizienz und die wichtige Rolle der Suffizienz im Kontext der Energiewende.

## 6 Ausblick

Für die Zukunft ergeben sich folgende Empfehlungen: Neben den digitalen Workshops, die der Corona-Situation geschuldet waren, sollten analoge Workshops vor Ort durchgeführt werden. Workshops auf Landkreis- bzw. kommunaler Ebene wären ein echter Mehrwert, um näher an die Handlungsmöglichkeiten der Teilnehmer\*innen heran zu kommen und die lokale Politik zu empowern.

Daneben sollten weitere Workshops und weitere Positionen betrachtet werden, um die Spanne aller Stakeholder abzudecken, die Repräsentativität der Stichprobe zu vergrößern und valide Ergebnisse für alle Gruppen zu erstellen - darunter vor allem die Energiewirtschaft und die Landwirtschaft. Hier werden u.a. Nutzungskonflikte um die Fläche sehr deutlich. Themen wie Agri-PV und die Nutzung von Wasserstoff könnten somit noch einmal im Gesamtkontext der Energiewende diskutiert und erläutert werden.

Des Weiteren sollten die qualitativen und quantitativen Evaluationsmöglichkeiten weiterentwickelt und erweitert werden z.B. durch Vorher-Nachher-Untersuchungen oder vertiefende Interviews.

## 7 Literatur

---

[1] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) 2016. Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung. Online: [https://www.bmu.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan\\_2050\\_bf.pdf](https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf) [Aufgerufen 28. Oktober 2021].

[2] Agentur für Erneuerbare Energien (2021). Zustimmung für den Ausbau der Erneuerbaren Energien bleibt hoch. Online: <https://unendlich-viel-energie.de/themen/akzeptanz-erneuerbarer/akzeptanzumfrage/zustimmung-fuer-den-ausbau-der-erneuerbaren-energien-bleibt-hoch> [Aufgerufen 28. Oktober 2021].

[3] Fraune C., Knodt M., Gözl S., und K. Langer (2019). Einleitung: Akzeptanz und politische Partizipation –Herausforderungen und Chancen für die Energiewende. In: Fraune C., Knodt M., Gözl S., Langer K. (eds) Akzeptanz und politische Partizipation in der Energietransformation. Springer VS, Wiesbaden.

[4] Ried, J., Braun, M., und P. Dabrock (2017): Energiewende: Alles eine Frage der Partizipation? Governance-Herausforderungen zwischen Zentralität und Dezentralität. In: Zeitschrift für Energiewirtschaft 41(3): 203-212.

[5] Rohe, S., Chlebna C. (2021): „Wir haben die Vorgaben seit Jahren erfüllt!“ – Regionale Entscheidungsträger und die Windenergie. Energiewirtschaftliche Tagesfragen 71. Jg. 2021 Heft 9.

[6] Ernst, A. (2017). Beteiligungsprozesse im Zuge der Energiewende: Zwischen Anspruch und Wirklichkeit (Participation Processes within the German Energy Transition (Energiewende)). ET. Energiewirtschaftliche Tagesfragen.

[7] Renn, O. (2015). Akzeptanz und Energiewende: Bürgerbeteiligung als Voraussetzung für gelingende Transformationsprozesse. JCSW, 56, 133-154.

[8] Niederberger, M. & Wassermann, S. (2015). Methoden der Experten- und Stakeholdereinbindung in der sozialwissenschaftlichen Forschung. 10.1007/978-3-658-01687-6.

[9] Eden, C. and Ackerman, F. (1998). Making Strategy: The Journey of Strategic Management. London: Sage Publications

[10] MAXQDA, Software für qualitative Datenanalyse, 1989 – 2021, VERBI Software. Consult. Sozialforschung GmbH, Berlin, Deutschland.

[11] Kuckartz, Udo (2016): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung, Beltz Verlagsgruppe, 69 469 Weinheim, ISBN: 9783779943860.

[12] Erneuerbare Energien-Szenarien e.V. (2021). Online: [www.ernes.de](http://www.ernes.de) [Aufgerufen 28.10.2021]

[13] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2016). Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050 - Gutachten - Gutenberg Beuys Feindruckerei GmbH, Hannover, ISBN 978 -3-00-052763-0.

[14] Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Zusammenfassung im Auftrag von

Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende. Online: [https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021\\_04\\_KNDE45/A-EW\\_209\\_KNDE2045\\_Zusammenfassung\\_DE\\_WEB.pdf](https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_209_KNDE2045_Zusammenfassung_DE_WEB.pdf)

[15] Wuppertal Institut (2020). CO<sub>2</sub>-neutral bis 2035: Eckpunkte eines deutschen Beitrags zur Einhaltung der 1,5-°C-Grenze. Bericht. Wuppertal. Online: [https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7606/file/7606\\_CO2-neutral\\_2035.pdf](https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7606/file/7606_CO2-neutral_2035.pdf)

[16] Robinson, J.B. (1982) Energy backcasting. A proposed method of policy analysis, Energy Policy, Volume 10, Issue 4, 1982, Pages 337-344, ISSN 0301-4215, [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(82\)90048-9](https://doi.org/10.1016/0301-4215(82)90048-9).

[17] Regionalstatistik (2020): Statische Ämter des Bundes und der Länder: Regionaldatenbank Deutschland, Online Angebot Genesis, <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/logon>

[18] Johann-Heinrich-von-Thünen Institut (2012): Thünen-Report 17 - Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990 – 2012, [http://www.ti.bund.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen-Report\\_17.pdf](http://www.ti.bund.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen-Report_17.pdf)

[19] Umweltbundesamt (2014): Treibhausgasneutrales Deutschland im Jahr 2050, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/treibhausgasneutrales-deutschland-im-jahr-2050-0>

[20] Fraunhofer Institut (2020): <https://energy-charts.info>

[21] Marktstammdatenregister <https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR>

[22] Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2015): "Stellungnahmen und Anmerkungen der Mitglieder des Runden Tisches zum Szenario 1 des Gutachtens Energieszenarien 2050". <http://www.umwelt.niedersachsen.de/energie/rundertisch/dokumente/stellungnahmen135092.html>

[23] Bundesverband Windenergie e. V. / Fraunhofer IWES (2011): Potenzial der Windenergienutzung an Land; Langfassung; ISBN: 978 3 94257993, <http://www.wind-energie.de/shop-potenzial-derwindenergienutzung-land>

[24] Deutsche Windguard: Status des Offshore Windenergie-Ausbaus in Deutschland; Varel, 2017, <https://www.wind-energie.de/sites/default/files/attachments/page/offshore/20180117-factsheet-status-offshore-windenergieausbau-2017.pdf>

[25] Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbare Energien FGW e. V. (2015): Veröffentlichung der EEG-Referenzerträge. [http://www.wind-fgw.de/eeg\\_referenzertrag.htm](http://www.wind-fgw.de/eeg_referenzertrag.htm)

[26] Fraunhofer ISE (2011) Wärmepumpen Effizienz - Messtechnische Untersuchung von Wärmepumpenanlagen zur Analyse und Bewertung der Effizienz im realen Betrieb. Kurzfassung. [http://wp-effizienz.ise.fraunhofer.de/download/wp\\_effizienz\\_endbericht\\_kurzfassung.pdf](http://wp-effizienz.ise.fraunhofer.de/download/wp_effizienz_endbericht_kurzfassung.pdf)

[27] Gmelin, T. C., Hütting, G., und O. Lehmann (2008): Zusammenfassende Darstellung der Effizienzpotenziale bei Flugzeugen unter besonderer Berücksichtigung der aktuellen Triebwerkstechnik sowie der absehbaren mittelfristigen Entwicklungen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. [http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Verkehr/workshop\\_effizienz\\_flugverk\\_studie.pdf](http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/workshop_effizienz_flugverk_studie.pdf)

[28] Zschocke, A. (2014): Abschlussbericht zu dem Vorhaben Projekt BurnFAIR.

[29] Agora Energiewende (2017): Wärmewende 2030, <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/waermewende-2030-1/>

[30] Mentimeter - an Audience Engagement Platform (AEP) Online verfügbar: [www.mentimeter.com](http://www.mentimeter.com)