

**ZUSAMMENFASSUNGEN DER THEMENSICHERN DER
2. ENERGIEFORSCHUNGSKONFERENZ DES BMW**

IMPRESSUM

Herausgeber:

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Inhalt:

Die inhaltliche Verantwortung für die einzelnen
Abschnitte liegt bei den Leitenden der Thementische.

Gestaltung und Produktion:

Projektträger Jülich (PtJ)
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Stand:

Die Ergebnisse wurden bei der
2. Energieforschungskonferenz des BMW am
12. November 2025 erarbeitet.



INHALT

Einleitung	4
Übersicht über die angebotenen Thementische	5
Thementisch 1: Bioenergieinnovationen und Transfer	7
Thementisch 2: Einfluss und Nutzen von KI im Energiesystem	9
Thementisch 3: Wie soll die Forschung zur Resilienz des Energiesystems innovativ beitragen?	13
Thementisch 4: Transformationstheorien zwischen Beteiligung und Akzeptanz für das Gelingen der Energiewende	17
Thementisch 5: Wissenschaftskommunikation in der aktuellen Phase der Energiewende	20
Thementisch 6: Wärmespeicher als Schlüsselement klimaneutraler Wärmenetze	25
Thementisch 7: SW.aktiv: Wie kann der Transfer von der Energieforschung in die Praxis gelingen?	28
Thementisch 8: Möglichkeiten der Nachnutzung von Materialien aus EoL Rotorblättern von Windenergieanlagen	30
Thementisch 9: PV-Ausbau zwischen Markt, Netz und (volkswirtschaftlicher) Nachhaltigkeit	31
Thementisch 10: Transformation zur zirkulären Wirtschaft: Wir kennen die Chancen – kennen wir die Herausforderungen?	33
Thementisch 11: Energieflexibilität – Anpassung des Energiebezugs in der Industrie	36
Thementisch 12: Netzdienlichkeit von elektrischen Energiespeichern	38
Thementisch 13: Systemintegration: Einbindung von dezentralen Energieanlagen in die Netzbetriebsführung	40
Thementisch 14: Industrieprozesse auf effiziente Wasserstofftechnologien umstellen	44
Thementisch 15: Stoffliche Energieträger für die Energiewende: Nutzen und Perspektiven	46
Thementisch 16: Industrielle Abwärmenutzung in Zusammenhang mit Sektorenkoppelung	47
Thementisch 17: DekARB: Gesellschaftliche Dynamiken in Industrieclustern – Hürden verstehen, Wandel gestalten	50
Thementisch 18: Services und Module für offene und FAIRe Dateninfrastrukturen für die Energieforschung	53

Einleitung

Am 11. und 12. November 2025 fand die 2. Energieforschungskonferenz des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie unter dem Titel „Energieinnovationen für Wettbewerbsfähigkeit und Resilienz“ im Futurium in Berlin statt. Das Programm umfasste diverse Vorträge, Podiumsdiskussionen, ein Vernetzungsfrühstück zum Thema Gründung sowie eine Postersession.

Am zweiten Veranstaltungstag standen die Vernetzung und der Austausch der Teilnehmenden im Fokus. An insgesamt 18 Thementischen wurden in zwei ca. 75-minütigen Diskussionsrunden diverse Themen der Energieforschung diskutiert. Die Inhalte der Thementische wurden individuell von den Thementischleitenden ausgestaltet. Die wichtigsten Diskussionspunkte sowie teilweise Ergebnisse der Thementische wurden von den Leitenden dokumentiert und sind nachfolgend dargestellt. Die Geschäftsstelle der Forschungsnetzwerke Energie als Organisator der Veranstaltung hat die einzelnen Abschnitte ohne redaktionelle Überarbeitung in ein Gesamtdokument zusammengeführt. Die Verantwortung für die Inhalte, die Darstellung sowie jegliche Formulierungen liegt bei den Thementischleitenden.



Übersicht über die angebotenen Thementische

Tischnr.	Thementischleitende	Thema
Nr. 1	Prof. Dr. Daniela Thrän (UFZ) Dr. Tina Händler (DBFZ)	Bioenergieinnovationen und Transfer
Nr. 2	Prof. Dr. Dr. Tanja Kneiske (Fraunhofer IEG/TU Berlin) Dr.-Ing. Uwe Krien (Fraunhofer IFAM)	Einfluss und Nutzen von KI im Energiesystem
Nr. 3	Dr. Henning Wigger (DLR) Dr. Hans Christian Gils (DLR)	Wie soll die Forschung zur Resilienz des Energiesystems innovativ beitragen?
Nr. 4	Jan Hildebrand (IZES)	Transformationstheorien zwischen Beteiligung und Akzeptanz für das Gelingen der Energiewende
Nr. 5	PD Dr. Dorothee Arlt (TU Ilmenau) Lara Schultz (IÖW)	Wissenschaftskommunikation in der aktuellen Phase der Energiewende
Nr. 6	Tim Sternkopf (BTB Berlin)	Wärmespeicher als Schlüsselement klimaneutraler Wärmenetze
Nr. 7	Dr. Anne Hagemeier (Fraunhofer UMSICHT) Dr. Heiko Huther (AGFW)	SW.aktiv: Wie kann der Transfer von der Energieforschung in die Praxis gelingen?
Nr. 8	Niels Ludwig (Fraunhofer IWES)	Möglichkeiten der Nachnutzung von Materialien aus EoL Rotorblättern von Windenergieanlagen
Nr. 9	Dr.-Ing. Jann Binder (ZSW)	PV-Ausbau zwischen Markt, Netz und (volkswirtschaftlicher) Nachhaltigkeit
Nr. 10	Prof. Dr. (a.D.) Liselotte Schebek (TU Darmstadt)	Transformation zur zirkulären Wirtschaft: Wir kennen die Chancen – kennen wir die Herausforderungen?
Nr. 11	Dr.-Ing. Daniel Fuhrländer-Völker (TU Darmstadt)	Energieflexibilität – Anpassung des Energiebezugs in der Industrie
Nr. 12	Prof. Dr.-Ing. Ines Hauer (TU Clausthal)	Netzdienlichkeit von elektrischen Energiespeichern

Nr. 13	Prof. Dr.-Ing. Christof Wittwer (Fraunhofer ISE)	Systemintegration: Einbindung von dezentralen Energieanlagen in die Netzbetriebsführung
Nr. 14	Dr. Hans-Jörn Weddige (thyssenkrupp Steel Europe)	Industrieprozesse auf effiziente Wasserstofftechnologien umstellen
Nr. 15	Dr. Tom Smolinka (Fraunhofer ISE)	Stoffliche Energieträger für die Energiewende: Nutzen und Perspektiven
Nr. 16	Andreas Maußner (ZAE)	Industrielle Abwärmenutzung in Zusammenhang mit Sektorenkoppelung
Nr. 17	Dr. Stefanie Seitz (Fraunhofer IKTS) Jana Liebe (ThEEN e. V.)	DekaRB: Gesellschaftliche Dynamiken in Industrieclustern – Hürden verstehen, Wandel gestalten
Nr. 18	Carsten Hoyer-Klick (DLR)	Services und Module für offene und FAIRe Dateninfrastrukturen für die Energieforschung



Thementisch 1: Bioenergieinnovationen und Transfer

Prof. Dr. Daniela Thrän (UFZ), Dr. Tina Händler (DBFZ), Anna Flora Schade (DBFZ)

Begleitforschung Bioenergie

Der Thementisch fand zweimal mit unterschiedlichen Teilnehmerkreisen statt, die Ergebnisse beider Durchläufe sind hier zusammengefasst.

Ziel des Thementisches war es, die Transfer-Ansätze der Begleitforschung Bioenergie darzustellen und zielgruppenorientierte Transferformate zu diskutieren.

Der Bezug der Teilnehmer:innen zur Bioenergie stellte sich schon bei der Vorstellungsrunde als sehr unterschiedlich heraus, sie arbeiten unter anderem zur Nachhaltigkeitsbewertung, Hochtemperaturanwendung, Wasserstofftechnologien und Biogasforschung.

Prof. Daniela Thrän startete mit einem Überblick zu den wichtigsten Innovationsfeldern der Bioenergieforschung: Erschließung weiterer biogener Rest- und Abfallstoffe für die energetische Nutzung, Biomassenutzung für die Wärmeerzeugung, Systemdienlichkeit der Bioenergienutzung und Kohlenstoffmanagement mit Biomasse.

Anschließend stellten Dr. Tina Händler und Anna Flora Schade die Herangehensweise der Begleitforschung für den Transfer von Bioenergie-Innovationen vor. Dargestellt wurde insbesondere, dass im Transferprozess verschiedene Akteure mit passgenauen Informationen angesprochen werden müssen, um den Mehrwert der Innovation in ihrer Systemlogik zu verstehen. Die Begleitforschung Bioenergie hat verschiedene Transferformate entwickelt, darunter kompakte Leitfäden, interaktives Scrollytelling und Workshops. Vorgestellt wurden Beispiele von Transfer-Formaten, in denen Wissen zielgruppengerecht für kommunale Ent- und Versorgungsbetriebe, Genehmigungsbehörden oder Wissenschaftler:innen mit Gründungsinteresse aufbereitet ist.

In der Diskussion ergab sich positive Rückmeldung zu den kompakten Formaten („griffig / nützlich“), die niederschwellig zur Verfügung stehen und bei Bedarf, z.B. im Gespräch, einfach weitergegeben werden können („super Dienstleistung“). Die Teilnehmer:innen formulierten auch die Erwartung, dass durch diese Art der Transferarbeit („spannende, informative Transferformate“) die Bioenergie generell als wichtiger Baustein der Energiewende sichtbar wird („Bioenergie als Option pushen“). Mehrfach nachgefragt wurde die Nachverfolgung der Formatnutzung und die zielgruppenorientierte Multiplikation der Formate („Wirksamkeit der Maßnahmen prüfen“, „Erfolgsmessung ... ermöglichen“), dies wird die Begleitforschung zukünftig besser berücksichtigen. Inhaltlich schätzten die Teilnehmer:innen die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für die angemessene Bewertung einer dargestellten Innovation als relevant ein („wirtschaftliches Potenzial ... transparent gestalten“) und fanden, dass diese, wenn vorhanden, auch im Transferformat integriert werden sollte.

Insgesamt traf das Thema Bioenergie-Innovationen auf Interesse eines breit aufgestellten Teilnehmerkreises mit unterschiedlichen Vorkenntnissen im Bezug auf Bioenergie, was zahlreiche fachliche Nachfragen zum Inhalt der Transferformate bedingte.

Zustimmung zeigte sich im Bezug auf die konzeptuelle Kernbotschaft des Thementisches: Für einen erfolgreichen Markttransfer müssen viele „Andockstellen“ entlang der Transferkette adressiert werden.

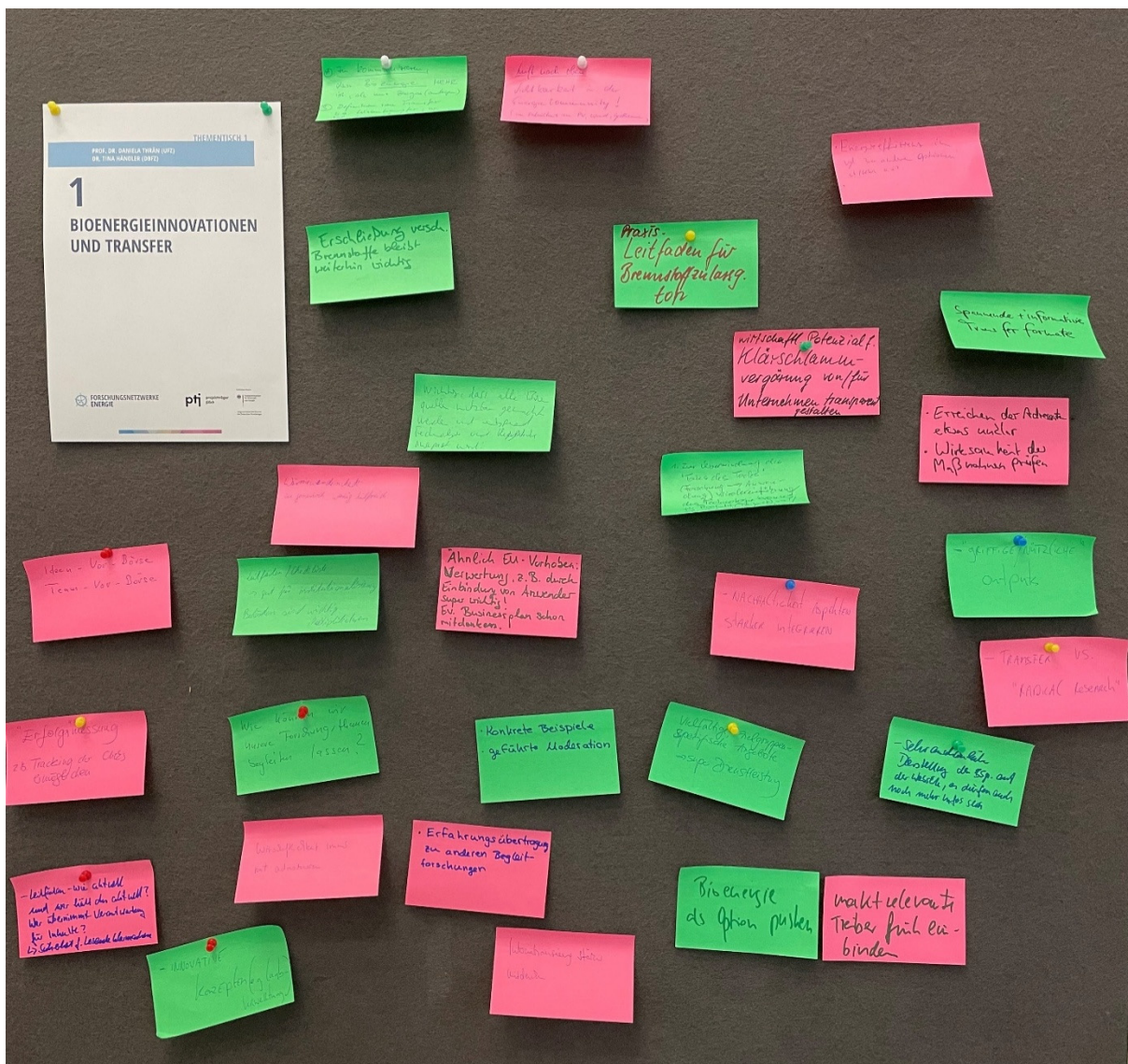
In der Diskussion kristallisierte sich heraus, dass Transferformate nicht als „statisch“ betrachtet werden können. Da sich die wissenschaftliche Landschaft ebenso wie wirtschaftliche und regulatorische Rahmenbedingungen



schnell verändern, sind Transferformate in ihrer Wirkkraft so dynamisch wie die Innovation selbst und haben meist zeitlich begrenzte Relevanz für die Umsetzung einer Bioenergie-Innovation.

Aus diesem Grund ist eine zügige und zielbewusste Multiplikation der aufbereiteten Formate ausschlaggebend für die Wirksamkeit. Um den Einfluss des Transferformats auf einen erfolgreichen Marktttransfer der einzelnen Innovationen zu messen, wäre eine gezielte Nachverfolgung nötig.

Zum Abschluss wurden alle Teilnehmer:innen um schriftliches Feedback gebeten, dessen Ergebnis im folgenden Bild dargestellt ist.



Thementisch 2: Einfluss und Nutzen von KI im Energiesystem

Prof. Dr. Dr. Tanja Kneiske (Fraunhofer IEG/TU Berlin), Dr.-Ing. Uwe Krien (Fraunhofer IFAM)

Diskussionsthemen

1. Vertrauen in KI und ihre Entscheidungsqualität

- Vergleich Mensch vs. KI: Beide liefern Aussagen ohne Quellenangabe, Vertrauen entsteht durch Erfahrung.
- Unsicherheit bleibt immer: Bei Menschen wie bei KI kann man Aussagen nie vollständig sicher trauen.
- These: KI könnte sogar besser lügen – aber nicht belegt.
- Methoden basieren auf Vergangenheitsdaten → Was bedeutet das für unbekannte Zukunftsszenarien?
- LLM-Sättigung: Aktuell stagnieren Qualitätssteigerungen nach einer gewissen Trainingsphase.
- Frage: Was passiert, wenn KI in 10 Jahren deutlich „schlauer“ ist? → Autonome KI?

2. KI in kritischen Infrastrukturen (KRITIS)

- KI könnte analog zum Menschen trainiert und nachgewiesen zuverlässig handeln.
- Menschliche Leitwarten machen Fehler → Vergleich: Warum sollten KIs schlechter sein?
- Mehrere KIs könnten sich gegenseitig kontrollieren.
- Entscheidungshoheit: KI als Ratgeber, finaler Entscheider bleibt (heute) der Mensch.
- Anforderungen an eine KRITIS-fähige Forschungsinfrastruktur (IT, Organisation, Governance).

3. KI, Ausbildung und wissenschaftliche Praxis

- Ausbildungsformate müssen neu gedacht werden: Was müssen Menschen in Zukunft können?
- Prüfungs- und Wissenschaftsformate anpassen:
 - Weniger schriftliche Arbeiten, mehr mündliche Prüfungen.
 - KI nicht verbieten, sondern Aufgaben so gestalten, dass menschliche Qualität sichtbar bleibt.
- Gefahr des Wissensverlusts: Wenn Modelle durch KI generiert werden, fehlt Grundlagenverständnis.
- KI in der Lehre:
 - Vorlesung mit und über KI (kritisches Hinterfragen, Anwendung).
 - Rolle von KI bei Energiesystemmodellen und Optimierung: Parameter durch KI ableitbar.
- Studentische Hilfskräfte könnten durch KI überflüssig werden, dadurch bricht ein Teil der Nachwuchsförderung weg

4. Daten, Lizenzen und Schutz

- Schutz der Daten, obwohl KI aus ihnen lernt: Wie verhindern wir unerwünschtes „Abfließen“?
- Vergütung der Urheber bei KI-Weiterverarbeitung nicht geklärt.
- Umgang mit öffentlichen Daten:
 - Sollten alle Daten aus öffentlichen Projekten veröffentlicht werden?
 - Lizenzmodelle je nach Datenart notwendig.
- Probleme langer Entwicklungszyklen (z. B. GAIA-X) vs. rasante KI-Entwicklung.



- Edge Computing als potenzielle Lösung für Datensouveränität.
- Nutzung von KI-Modellen auf Basis bestehender Daten für neue Anwendungsfälle.
- Bundesweites Forschungsprojekt „Monitoring des Erntefaktors“ + Lizenzmodell.
- Metastrukturierung: Unstrukturierte Daten werden durch KI besser nutzbar.
- Identity-Management („energydata-X“) notwendig – inklusive Definition von KI-Nutzungsbedingungen.

5. KI und Wissenschaft: Beschleuniger oder Jobkiller?

- Sorge: Welche Rolle haben junge Wissenschaftler*innen künftig?
- Entwicklungsgeschwindigkeit könnte stark steigen, wenn KI-Agenten komplexe Aufgaben übernehmen.
- Aktueller Stand: KI eher wie studentische Hilfskraft – zukünftiger Stand: „wissenschaftlicher Mitarbeiter“?
- Risiko: Mensch kann große KI-generierte Datensätze nicht mehr vollständig prüfen.
- Quellensuche: Wird durch Kontrollbedarf wieder langsamer oder bleibt sie insgesamt effizienter?
- Notwendigkeit: Entwicklung transparenter KI-Methoden für Wissenschaft.

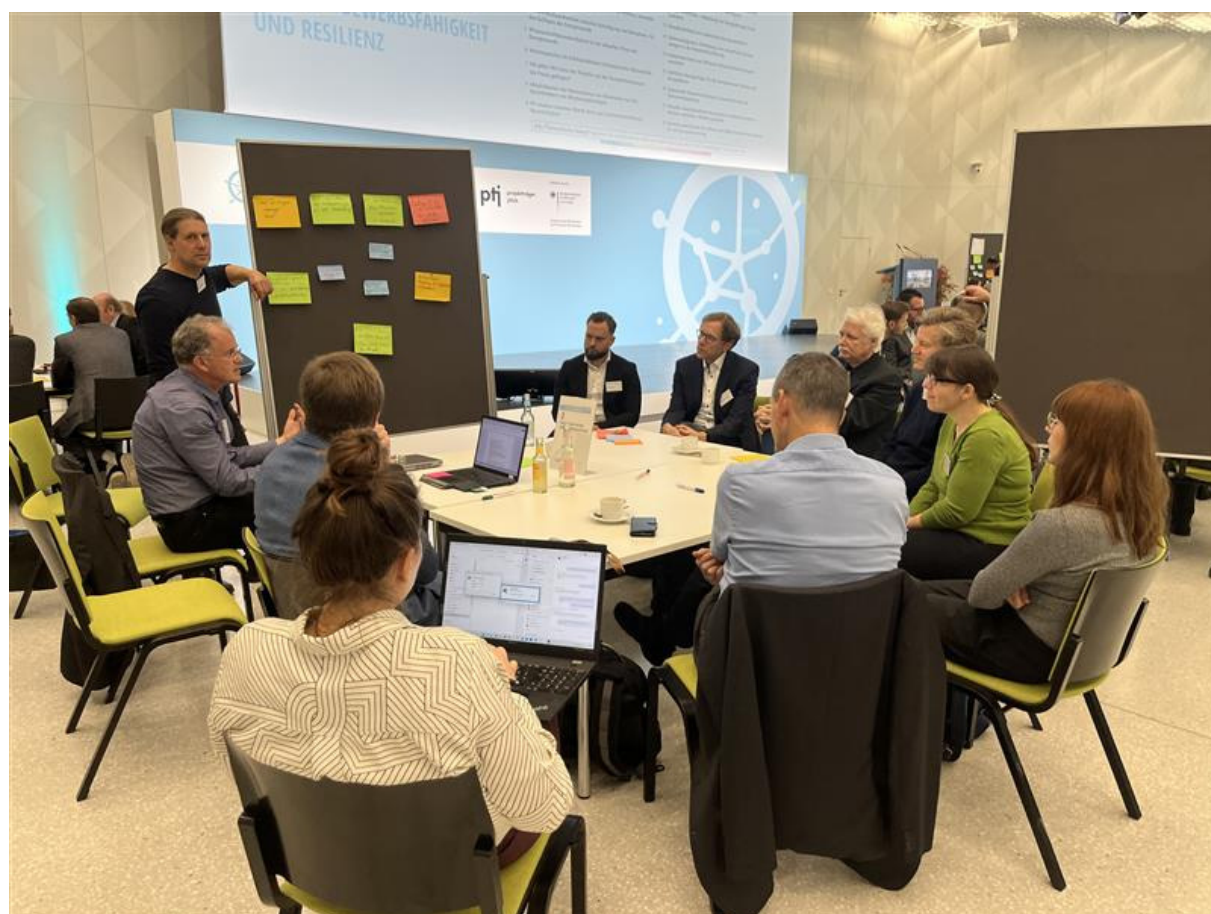
6. Forschungsförderung und Geschwindigkeit von Innovationszyklen

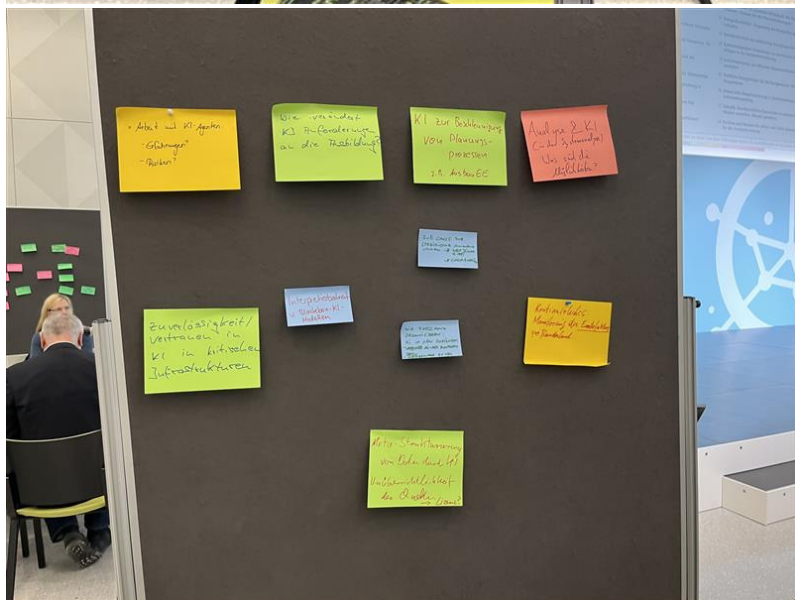
- Problem: Forschungsförderung ist zu langsam (1 Jahr Antrag + 3 Jahre Projekt).
- KI-Entwicklung ist wesentlich schneller → klassische Förderlogik passt nicht mehr.
- Überschneidungen mit wissenschaftlicher Arbeit:
 - Kontrolle von KI-Ergebnissen kostet Zeit.
 - Umgang mit großen Datensätzen wird schwieriger.
 - Bedarf an transparenten KI-Methoden.

Anschlussaktivität:

- Diskussionsrunde für Forschungsprojekt: Lizenzmodell Entwicklung für Energiedatennutzung durch KI“
- Namen und Kontaktdaten sind eingesammelt. Erstes Treffen findet am 17.12.2025 online statt.







Thementisch 3: Wie soll die Forschung zur Resilienz des Energiesystems innovativ beitragen?

Dr. Henning Wigger, Dr. Hans Christian Gils (DLR, Institut für Vernetzte Energiesysteme)

Ziel:

Resilienz, Innovation und die damit verbundenen Risiken stehen in einem abhängigen Verhältnis. Für Innovationen müssen gewisse Risiken eingegangen werden, damit diese innovativ sein können. Dies kann wiederum die Resilienz (i.S.v. Versorgungssicherheit) beeinflussen.

Der Thementisch sollte somit eruieren wie die Forschung in diesem Kontext innovativ beitragen, damit bestenfalls alle drei Dimensionen in Einklang gebracht werden kann.

Agenda:

- Verständnis Resilienz und Versorgungssicherheit
- Resilienz für wen und gegen was?
- Risiko und Chancen der forschungsgetriebenen Innovation
- Treiber und Hemmnisse für durch Forschung ermöglichte Innovationen

Vorgehen:

Mit beiden Gruppen wurden jeweils alle Punkte der Agenda durchgesprochen und Inputs dazu gesammelt. Während die erste Gruppe etwas mehr auf die Definition von Resilienz und möglicher Gefahren fokussiert war, wurde mit der zweiten Gruppe verstärkt der Forschungsbedarf erfasst und abschließend nach Relevanz gewichtet. Jede*r Teilnehmer*in hatte drei Punkte zur Verfügung, um bestimmte Aspekte nach Relevanz zu gewichten (1-3 pro Karte).

Teilnehmende:

Insgesamt 18 Teilnehmende in zwei Runden mit je 75 Minuten, davon zwei Teilnehmende aus Unternehmen, drei von Unternehmensverbänden, einem Ministerialvertreter, sowie zwölf aus Forschungseinrichtungen

Ergebnisse:

Nach Definition des Resilienzbegriffs wurden zunächst verschiedene mögliche Stressfälle mit Relevanz für die Energieversorgung gesammelt und diskutiert (siehe Fotoprotokoll). Diese umfassen u.a. Extremwetterereignisse, Importstopps, Hackerangriffe und Sabotage.

Hinsichtlich der verschiedenen Bereiche der Energieversorgung (Strom, Brennstoffe, Wärme) wurde festgestellt, dass diese alle betrachtet werden müssen. Dabei ist eine ganzheitliche Betrachtung über Skalen hinweg gegenüber Einzelbetrachtungen zu bevorzugen.

Bezüglich der Maßnahmen und Anforderungen wurde im Wesentlichen die Notwendigkeit von neuen Designprinzipien wie z.B. Redundanz, Diversität, Speicher/Puffer diskutiert. Die Anforderungen an die



Beiträge aus der Forschung sind insbesondere bei der Forschungsfragendefinition, Priorisierung dieser unter anderem durch Vulnerabilitätsanalyse und die Kommunikation dieser Erkenntnisse in die Politik bzw. Auftraggeber gesehen. Dazu sollen ebenfalls aktuelle regulatorische Aspekte (KRITIS-Dachgesetz) einfließen. Letztendlich soll auch die Resilienz quantifiziert werden, um diese den Entscheidungsträgern zur Verfügung zu stellen.

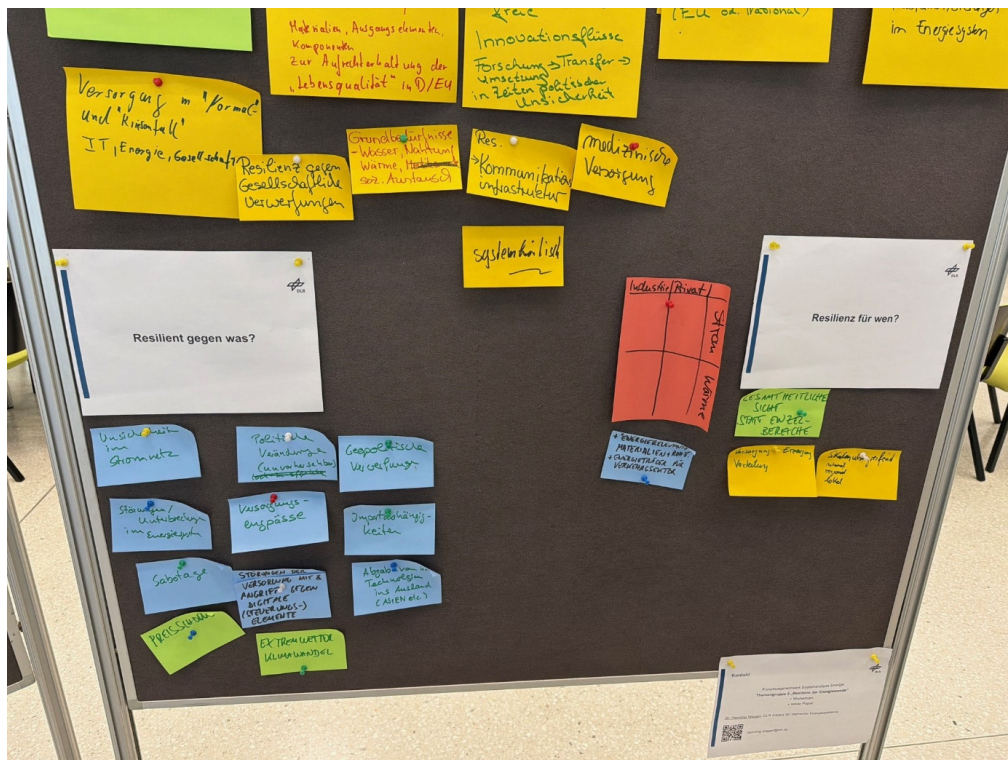
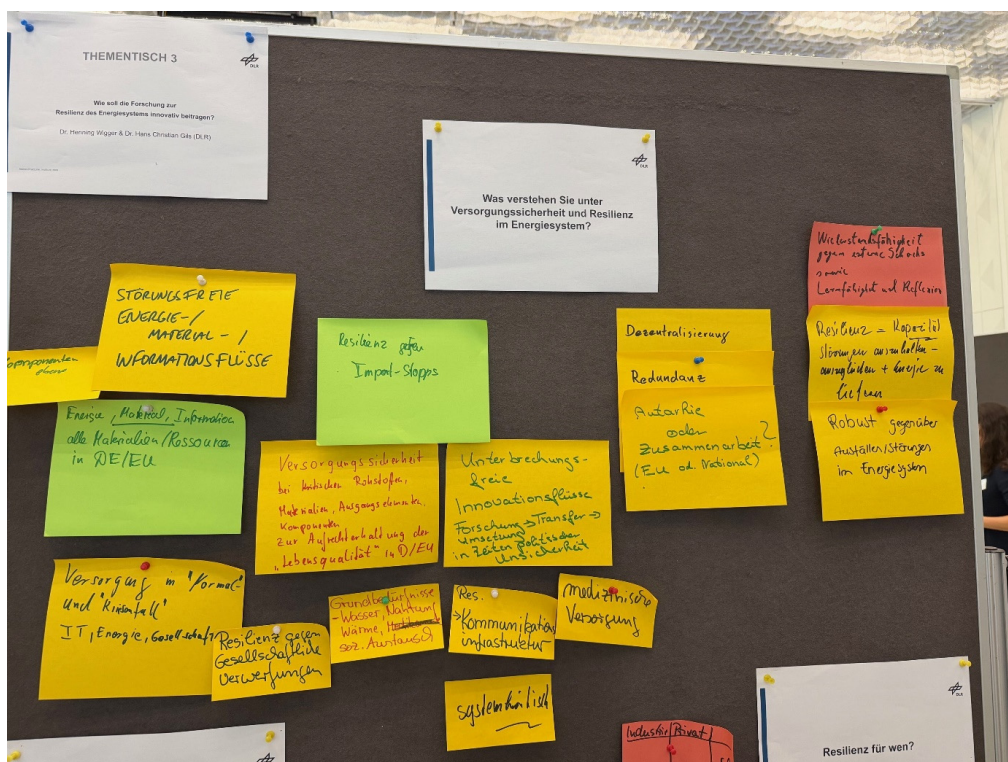
Mit Blick auf Rahmenbedingungen, Hemmnisse und Treiber für Austausch bewegt sich die Forschung in dem Dilemma „open source“ vs. „Geheimhaltung“ aufgrund der KRITIS, wobei seitens der Forschung klar kommuniziert werden müsste, was und was nicht geleistet werden kann. Die Gruppen sprachen sich dafür aus, dass die Förderung von Inter- und Transdisziplinarität in Projekten angestrebt werden sollte, da Resilienz verschiedene Akteure betrifft und somit in Einklang mit diesen stehen muss. Für die Forschungsergebnisse sollte eine Art unabhängige Instanz etabliert werden, die die Ergebnisse einordnet bzw. kritisch hinterfragt (z.B. acatec, oder andere).

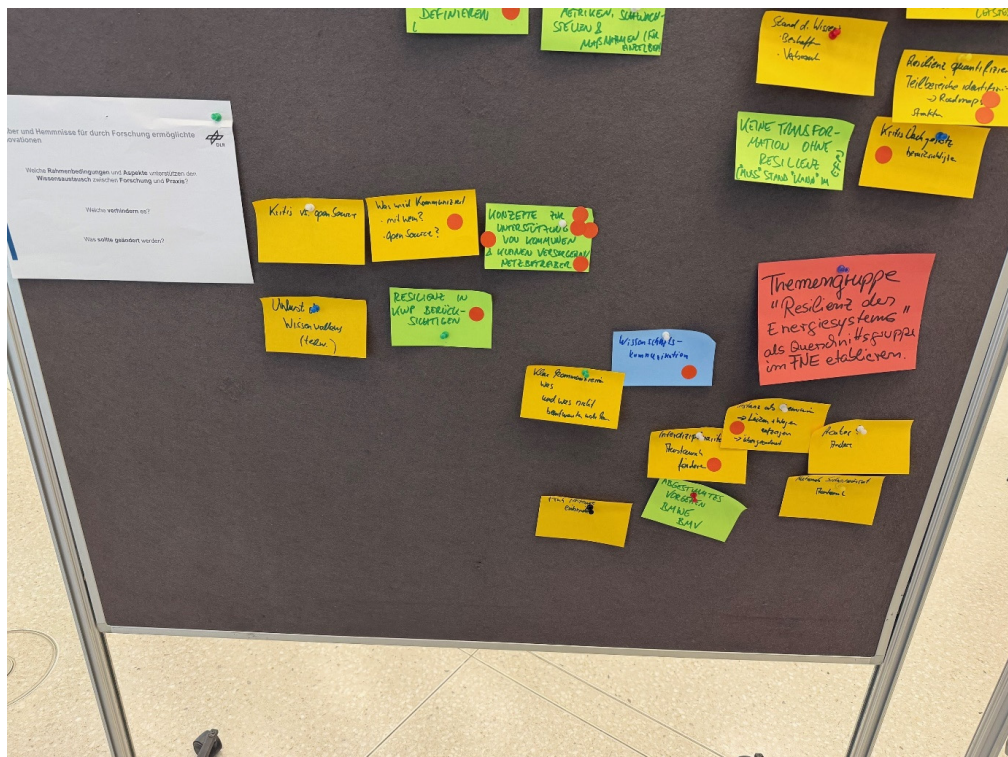
Weitere gesammelte Forschungsbeiträge, Anforderungen an Forschungsergebnisse und Maßnahmen zur Stärkung des Austauschs zwischen Wissenschaft und Praxis können dem Fotoprotokoll entnommen werden.

In der abschließenden Bewertungsrunde wurden die folgenden Aspekte hoch gewichtet:

- Bereitstellung von Konzepten zur Unterstützung von Kommunen, kleinen Versorgern und Verteilnetzbetreibern
- Erfassung der Kosten von Resilienz, sowie Abwägung von Kosten und Nutzen
- Quantifizierung von Resilienz sowie Ableitung von sektoralen Roadmaps
- Gezielte Bereitstellung und Kommunikation von Erkenntnissen zu Resilienzmaßnahmen an Stakeholder, insbesondere in der Politik







Thementisch 4: Transformationstheorien zwischen Beteiligung und Akzeptanz für das Gelingen der Energiewende

Jan Hildebrand (IZES)

Am Thementisch **Transformationstheorien zwischen Beteiligung und Akzeptanz** erfolgte eine Einordnung verschiedener energiewendebezogener Transformationsprozesse (u.a. EE-Ausbau, Wasserstoff, Netze, Industrie- und Wärme und Mobilitätswende...) in das Schema der Multi-Level-Perspective (MLP) nach Geels (2011) in Landscape, Regime und Nischen. Dabei wurde nochmals deutlich, dass es sich bei der Energiewende nicht um *einen* homogenen Transformationsprozess handelt, sondern um das komplexe Zusammenspiel viele einzelner, z.T. gegenläufiger Prozesse.

- Die Ebene **Landscape** stellt externe Einflüsse dar (u. a. Klimawandel, geopolitische Entwicklungen, gesellschaftliche Erwartungen), erzeugt externen Druck auf das Regime und kann Veränderungsdynamiken beeinflussen.
- Das bestehende Energiesystem wird als **Regime** verstanden, geprägt durch etablierte Technologien, Marktstrukturen, Akteure und regulatorischen Rahmen.
- **Nischen** fungieren als Innovationsräume, z. B. für neue Technologien oder Geschäftsmodelle

In den Diskussionsrunden wurden neben vielen Einzelpunkten (siehe Fotos) die folgenden Aspekte als besonders bedeutsam identifiziert, welche sich z.T. wechselseitig bedingen:

Vertrauen als zentrale Voraussetzung für Transformation

- Vertrauen in politische Steuerungsfähigkeit, technologische Lösungen und langfristige Zielpfade wurde als entscheidend identifiziert, aktuell sinkt das öffentliche Vertrauen.
- Fehlendes Vertrauen geht oft mit niedriger Glaubwürdigkeit handelnder Akteure einher und kann Akzeptanz hemmen und Widerstände verstärken.

Kommunikation und Narrative

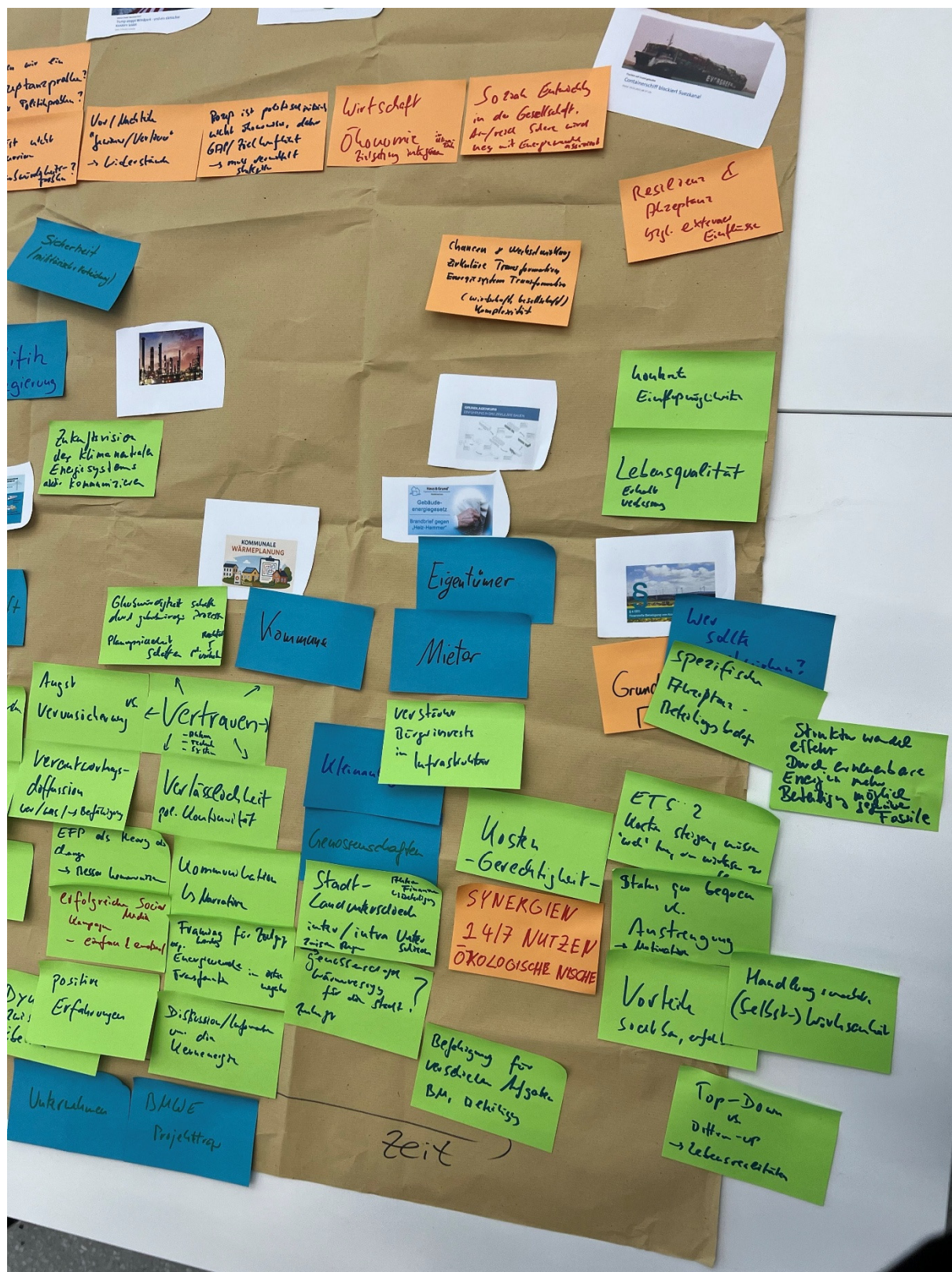
- Verständliche, konsistente und glaubwürdige Narrative sind notwendig, um Sinnhaftigkeit und Machbarkeit der Transformation zu vermitteln.
- Kommunikation sollte stärker auf Alltagsnähe, Transparenz und positive Zukunftsbilder setzen.
- Umgang mit Desinformation als große Herausforderung, hier wichtige Rolle der Wissenschaft, gegenzusteuern

Gerechtigkeit und Verteilungsfragen

- Kosten und Nutzen der Transformation sind ungleich verteilt; Gewinner und Verlierer müssen offen benannt werden.
- Spürbare Benefits (z. B. regionale Wertschöpfung, stabile Energiepreise, Beschäftigung) sind für die wahrgenommene Gerechtigkeit zentral und können zu mehr Akzeptanz.



-
- The image shows a large, brown paper-covered table with various sticky notes, small photographs, and printed cards pinned to it. The notes are organized into several clusters, with some handwritten titles like "Soz. Techn. Landschaft" and "Soz. Techn. Regime". The sticky notes contain text in German, discussing topics such as "Landwirtschaft", "Politik", "Wissenschaft", "Vertrauen", "Kommunikation", "Netzwerke", "Lernen", "Synergien", and "Verfahren". Small photographs of wind turbines, solar panels, and other technological or landscape-related images are interspersed among the notes. The overall setup suggests a collaborative brainstorming or research session.



Thementisch 5: Wissenschaftskommunikation in der aktuellen Phase der Energiewende

PD Dr. Dorothee Arlt (TU Ilmenau), Lara Schultz (IÖW)

- **Leitfrage:** Welche neuen Herausforderungen und Möglichkeiten ergeben sich für die Wissenschaftskommunikation im sich dynamisch wandelnden Umfeld der Energiewende?
- **Leitung des Thementischs:** PD Dr. Dorothee Arlt (TU Ilmenau + FN EwGe-Sprecherin) & Lara Schultz (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung + BEWEGT)
- **Ablauf:** Die Diskussion am Thementisch zur Wissenschaftskommunikation und Energiewende auf der Energieforschungskonferenz verlief lebhaft und wurde von zahlreichen Teilnehmenden aus Forschung, Praxis und Politik aktiv mitgestaltet. In zwei Runden wurden zentrale Herausforderungen, Veränderungen sowie Bedarfe und Best Practices für die Kommunikation in der Energiewende erarbeitet.
- **Kurzfazit:** Die Energiewende ist nicht nur eine technologische, sondern auch eine gesellschaftliche Aufgabe. Gesellschaft und Kommunikation sollten daher mitgedacht werden und sind **kein „nice to have“**. Wissenschaftskommunikation kann kein selbstverständliches **„add on“** sein, sondern muss eine **gesonderte Aufgabe mit ausreichenden Ressourcen sein**. Nur so kann der Transfer in die Praxis gelingen.

Herausforderungen und Veränderungen in der Kommunikation

Zu den **positiven Entwicklungen** aus Sicht der Teilnehmenden zählt, dass Wissenschaft Neugierde in der Gesellschaft wecken kann, wenn sie zielgruppengerecht kommuniziert wird. Seit der Coronapandemie wird z. T. ein gestiegenes Vertrauen in die Wissenschaft wahrgenommen. Hingegen bestehen **negative Veränderungen** in der Polarisierung und Emotionalisierung der Debatten, einer gesellschaftlichen Verunsicherung gegenüber der Energiewende, Anfeindungen von Wissenschaft sowie Fake News. Wissenschaft wird mitunter als ideologisch wahrgenommen, was das Vertrauen beeinträchtigen kann. Weitere Herausforderungen sind die Übertragung wissenschaftlicher Erkenntnisse in verständliche Lösungen für die Praxis, die Schaffung von Dialogräumen mit Bürger:innen sowie die mangelnden Ressourcen und Kompetenzen für zielgruppenorientierte Kommunikation.

Empfehlungen für eine erfolgreiche Wissenschaftskommunikation in der Energiewende

1. Strategische Förderung und Integration

Wissenschaftskommunikation sollte systematisch bei der Konzeption, Auswahl und Umsetzung von Energieforschungsprojekten mitgedacht, finanziert und als integraler Bestandteil eingefordert und gefördert werden.



2. Kommunikations- und Vernetzungsbrücken etablieren

Sparring-Partner und Methoden für den Austausch und Transfer zwischen verschiedenen Akteur:innen der Energiewende sollten gefördert bzw. geschaffen werden – sowohl digital als auch vor Ort, um die Vernetzung und die Verständigung zu stärken. So kommen in Formaten wie in den [Forschungsnetzwerken Energie](#) Projekte verschiedener Förderschwerpunkte in den Austausch miteinander und erfüllen damit eine wichtige Brückenfunktion. Damit Ergebnisse leicht auffindbar sind, sollten sie gebündelt werden. So präsentiert die Begleitforschung für den Förderschwerpunkt Energiewende und Gesellschaft BEWEGT etwa Forschungsergebnisse und Expert:innen zur Energiewende auf einer [Website](#) (Launch: Januar 2026) und bringt die Projekte auf Veranstaltungen zusammen.

3. Forschende für die Wissenschaftskommunikation und im Umgang mit Konflikten schulen

Forschenden sollten niedrigschwellige und maßgeschneiderte Trainings zur Wissenschaftskommunikation angeboten werden. Weitere Unterstützung wünschen sich die Teilnehmenden im Umgang mit Social Media – denn der gezielte Einsatz von interaktiven Kanälen wie TikTok erscheint vielversprechend, um Präsenz zu zeigen und jüngere Zielgruppen zu erreichen, hat aber einen erhöhten Ressourcenbedarf. KI-Chatbots könnten als ergänzende Brücke zur Bürgerkommunikation erprobt werden. Ansätze wie Gamification können Interesse und Motivation für die Energiewende bei bislang unerreichten Zielgruppen schaffen – eine Teilnehmerin nannte das Beispiel Pokémon Go: Angelehnt an das Spiel könnten Bürger:innen per App in die nachhaltige Umgestaltung ihres Quartiers eingebunden werden. Ein Kommunikationstraining zu heiklen Themen kann zudem helfen, um in einem zunehmend konfliktbehafteten Umfeld mit Hasskommentaren oder Fake News umzugehen.

4. Praxispartner und lokale Akteure als Multiplikatoren gewinnen

Bei der Kommunikation von Forschungsprojekten sollten Praxispartner wie Unternehmen, Handwerksbetriebe sowie Bürgermeister:innen gezielt eingebunden werden. Sie wirken als glaubwürdige Multiplikatoren auf lokaler Ebene und schaffen Brücken zwischen Forschung und Bürger:innen.

5. Bürger:innen direkt informieren und einbinden

Forschungsprojekte sollten die Möglichkeit erhalten, Bürger:innen proaktiv und direkt anzusprechen: Etwa über eigene Websites, lokale Aktionen oder Informationskampagnen, die über die reine Projektarbeit hinausgehen. Dafür sollten genügend Ressourcen im Projektdesign und der Förderung mitgedacht werden.

6. Engagement und positive Narrative fördern

Es gilt, aktiv Methoden und Formate zu entwickeln und umzusetzen, die Begeisterung und Zuversicht für die Energiewende fördern. Die Vermittlung von Lösungsansätzen und Erfolgsgeschichten sollte dabei im Fokus stehen – sowohl digital als auch vor Ort.

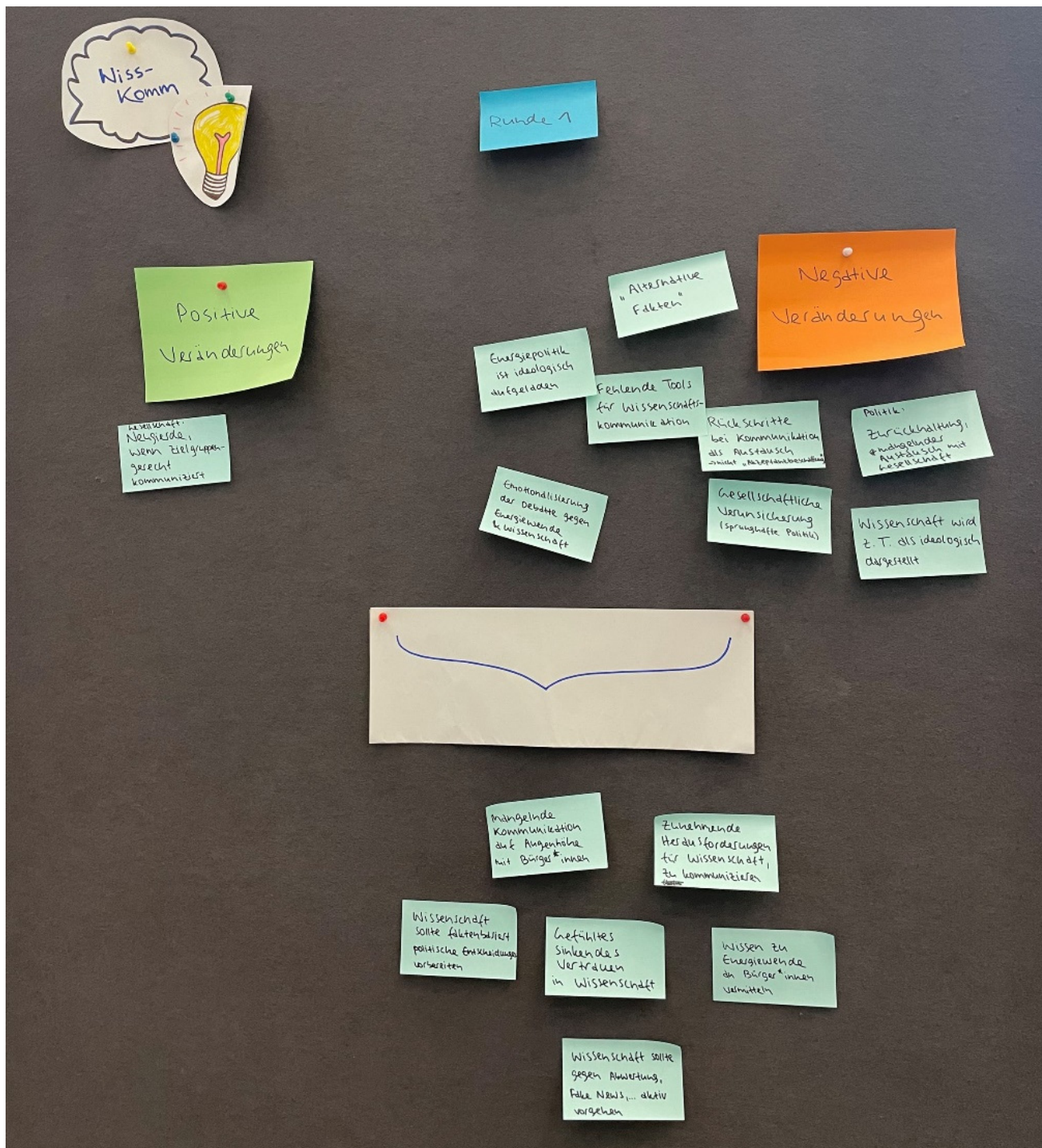
7. Förderung spezifischer Kommunikationsformate

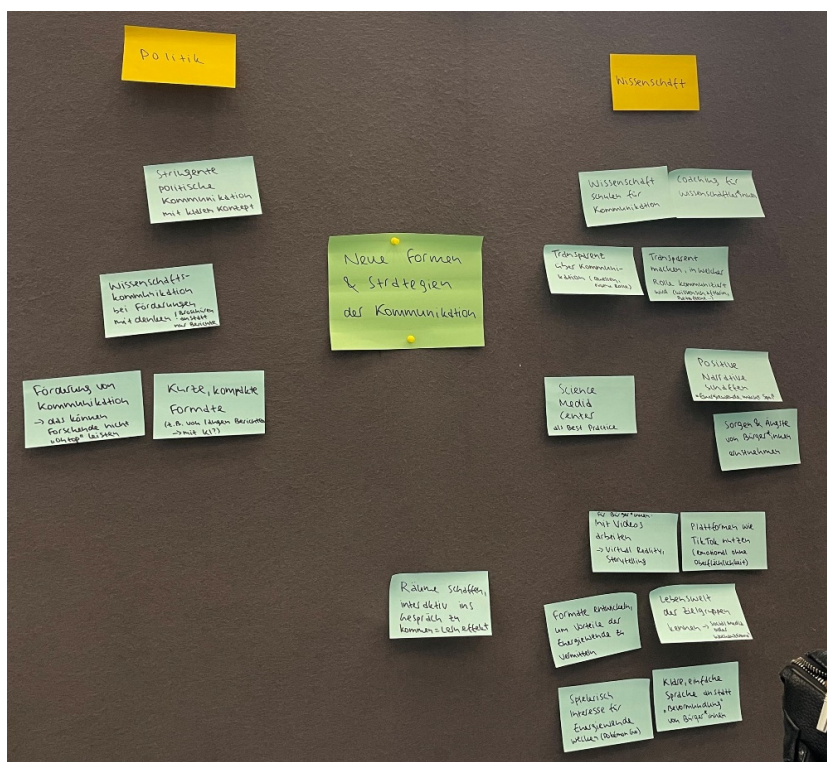
Wissenschaftskommunikation soll schnell erfassbar sein: Neben längeren Veranstaltungsformaten sind kurze, kompakte Formate gefragt, die auch Menschen mit geringen Zeitressourcen erreichen – etwa kurze Videos, knackige Infografiken oder interaktive Website-Elemente, die bspw. in Zusammenarbeit mit spezialisierten Agenturen erstellt werden können. Räume und Formate, die einen offenen, kontroversen und transparenten



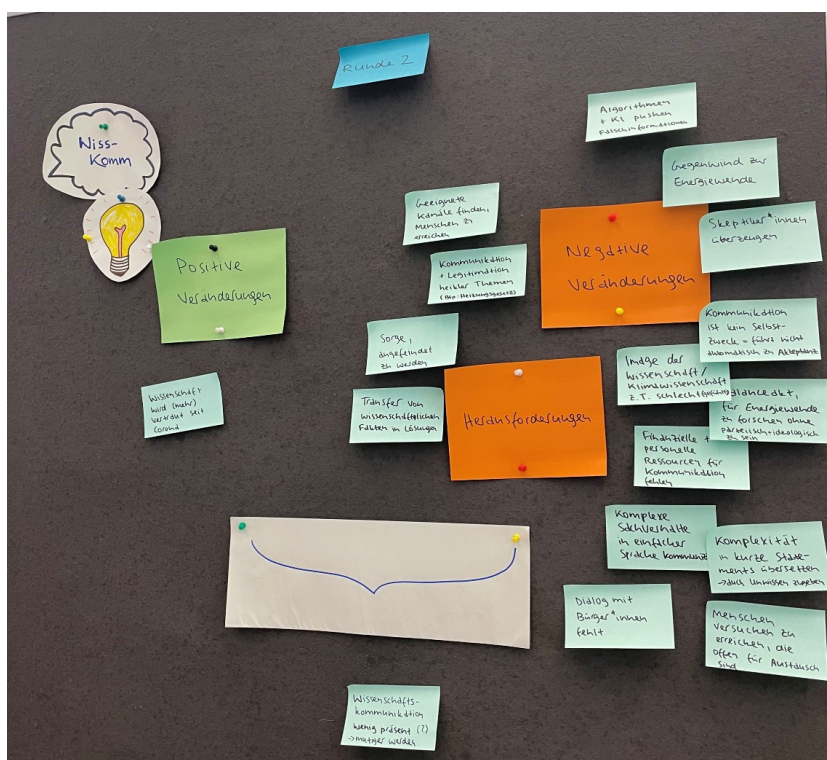
Dialog zwischen Wissenschaft, Politik, Praxis und Öffentlichkeit ermöglichen, sollten entwickelt und gefördert werden. Hier sollte es möglich sein, auch über kritische oder strittige Themen zu sprechen, die Bürger:innen beschäftigen.

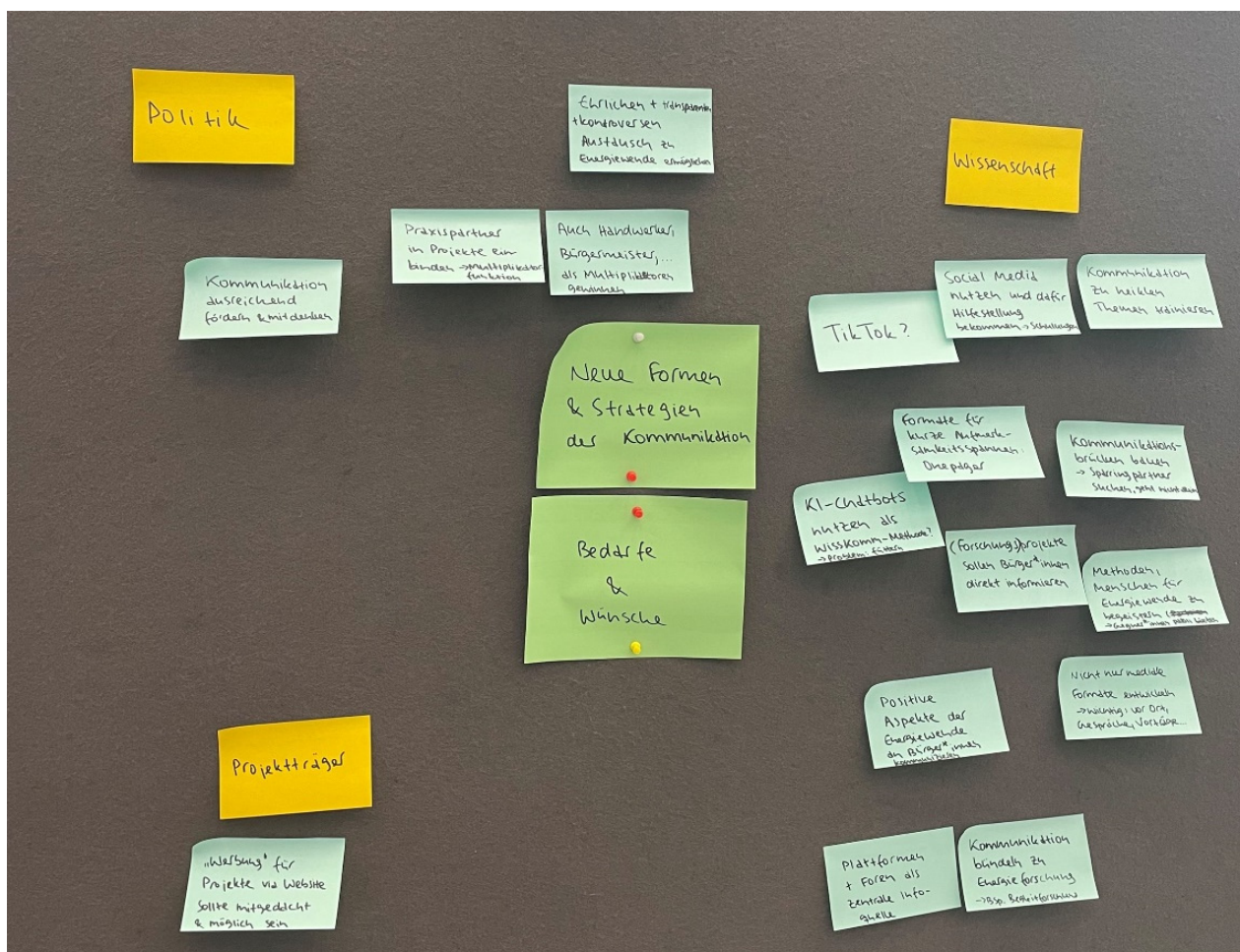
Anhang: Fotodokumentation Runde 1





Runde 2:





Thementisch 6: Wärmespeicher als Schlüsselement klimaneutraler Wärmenetze

Tim Sternkopf (BTB Berlin)

Wärmespeicher sind Dreh- und Angelpunkt für die Integration von variablen erneuerbaren Energien. Dies betrifft zum einen die Angebotsseite in Form von günstigem EE-Strom und zum anderen die Nachfrage durch das Abfahren von Wärmelasten. Hierbei können einerseits Lastspitzen aus teureren bzw. ineffizienteren Erzeugern zu den günstigsten Grundlasterzeugern geschoben werden. Das Sankey-Diagramm des derzeitigen Betriebs zeigt, dass das aktuelle Optimierungsziel der KWK-Stromvermarktung beim Aufwuchs von Wärmepumpen hin zur Optimierung des Strombezugs wandelt:

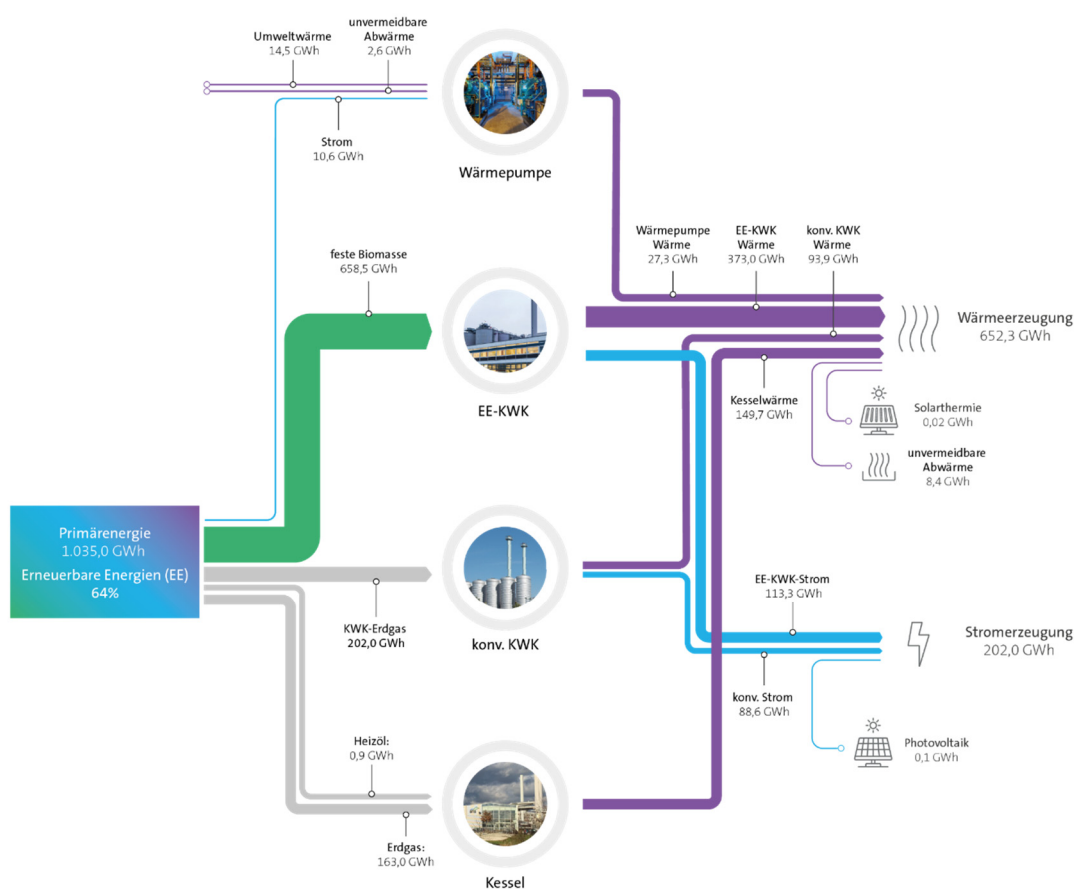


Abbildung 1: Sankey-Diagramm der BTB-Fernwärme

Verglichen mit der Wärmelastkurve für das BTB-Verbundnetz zeigt sich der Bedarf einer Lasterhöhung im Sommer, sowie der Abfederung von absoluten Lastspitzen sowie Lastspitzen einzelner Erzeugungsmodulen.

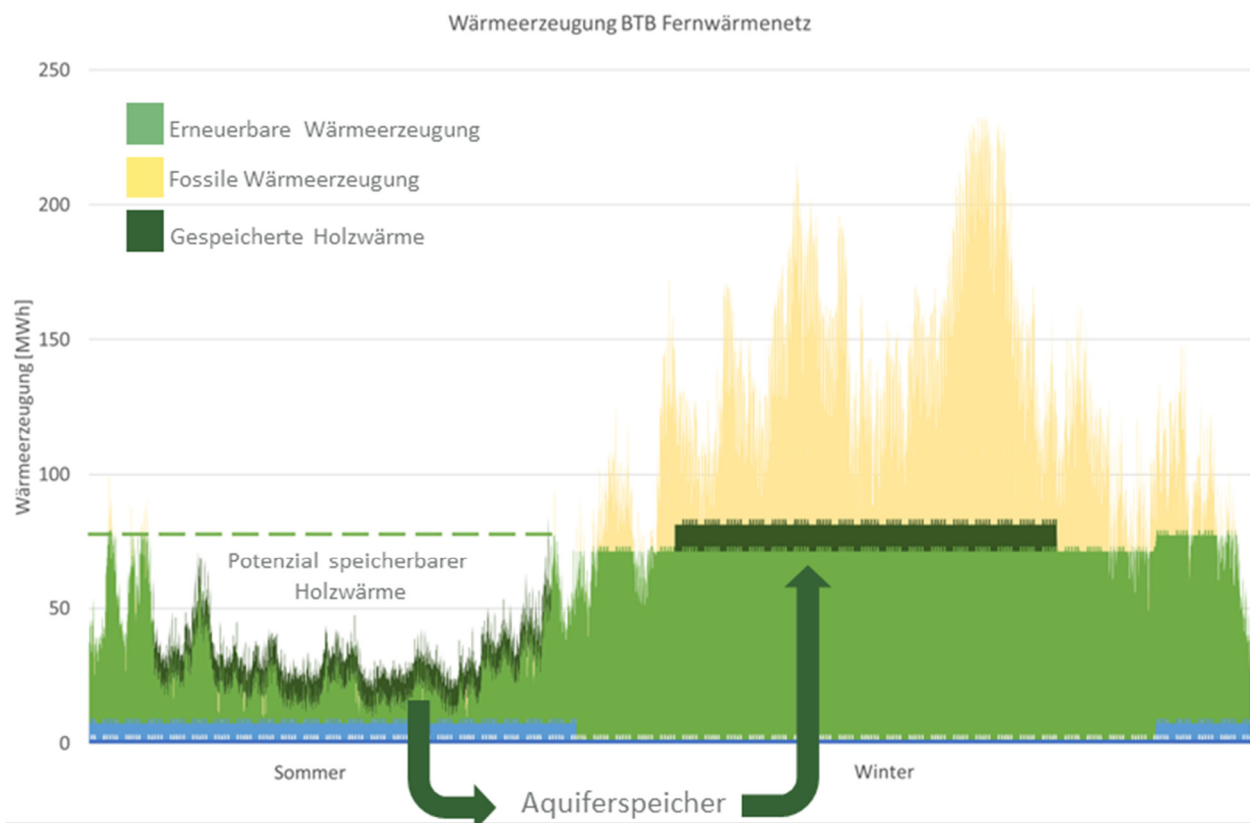


Abbildung 2: Wärmelastkurve des BTB Verbundnetzes gestaffelt nach Erzeugungseinheiten (blau: Flusswasserwärme)

Ergebnis der Diskussion war, dass es keinen direkten trade-off zwischen der Optimierung von Stromerlösen und der Verringerung von Bezugskosten von Energieträgern geben muss, sondern beides synchron optimiert werden kann. Ein weiterer Aspekt ist bei der Maximierung von Stromerlösen die Maximierung von Abwärme, die derzeit bei fossiler oder erneuerbarer KWK anfällt. Diese wird mittelfristig noch eine Rolle spielen, bis das Stromsystem vollends auf erneuerbare Energieträger und Speicher transformiert ist.

Die Relation von Tages- und Saisonspeichern ist ebenso nicht klar trennbar. Idealerweise kann der Saisonspeicher ebenfalls takten, um auch in Sommer oder Übergangszeit Be- und Entladevorgänge durchzuführen. Dies verbessert die Wirtschaftlichkeit, da hier die Anzahl an roundtrips bzw. Entladezyklen die relativen Speicherkosten senkt. Grob lässt sich dies in folgende Parameter einteilen:

	Saisonalspeicher	Kurzzeitspeicher
Leistung	Mittel	Hoch
Energie	Hoch	Gering
Taktung bzw. An- und Abfahrzeiten von Be- und Entladevorgängen	Gering	Hoch
Wärmeverluste	Gering	Hoch

Ein langfristiges Ziel für Saisonalspeicher ist damit, die Leistungen und vor allem die Taktung zu erhöhen. Am Beispiel des Reallabor ATES in Adlershof ist dies erst bei einem längeren erfolgreichen Betrieb weiter zu optimieren.

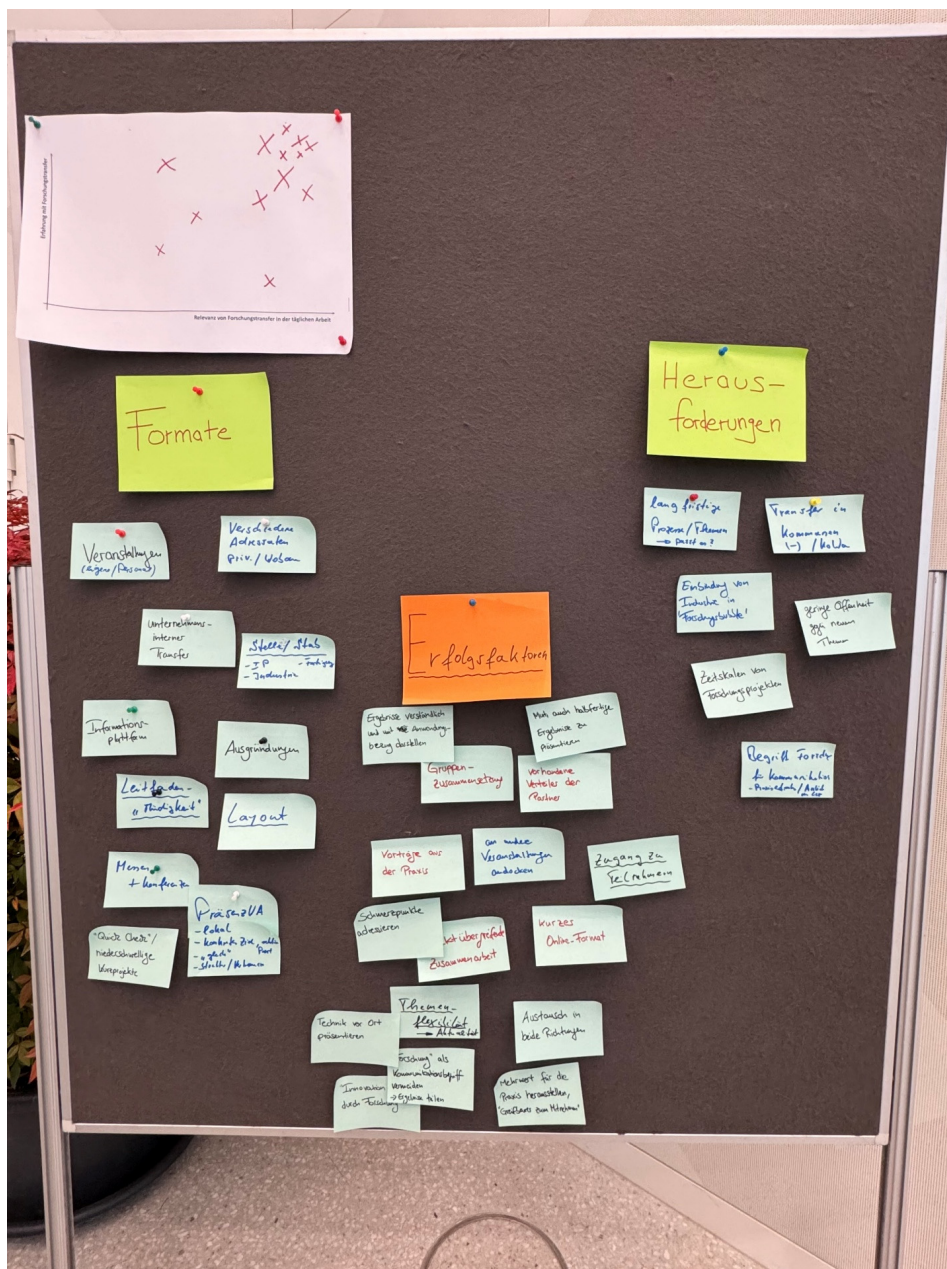
Ein weiterer wichtiger Diskussionspunkt war die Unterscheidung von zentralen Großwärmespeichern sowie kleinen dezentralen Wärmespeichern die bspw. gebäudeintegriert oder an kleineren nachgelagerten Netzabschnitten zu verorten sind. Erstere können teuer vorgehaltene Leistungen vom Erzeuger verringern und somit aktiv Kosten senken bzw. Netzkapazitäten erhöhen. Zweitere wiederum können den Bedarf an dezentralen Spitzenerzeugern, die derzeit mit Gaskesseln bereitgestellt werden substituieren und Unterversorgung vermeiden. Dies kann insbesondere in einem späteren Stadium der Transformation relevant und wirtschaftlich werden, wenn die letzten Prozent durch die Spitzenlast zu dekarbonisieren sind und auf teure Energieträger wie klimaneutrale Gase zurückgegriffen werden müsste.

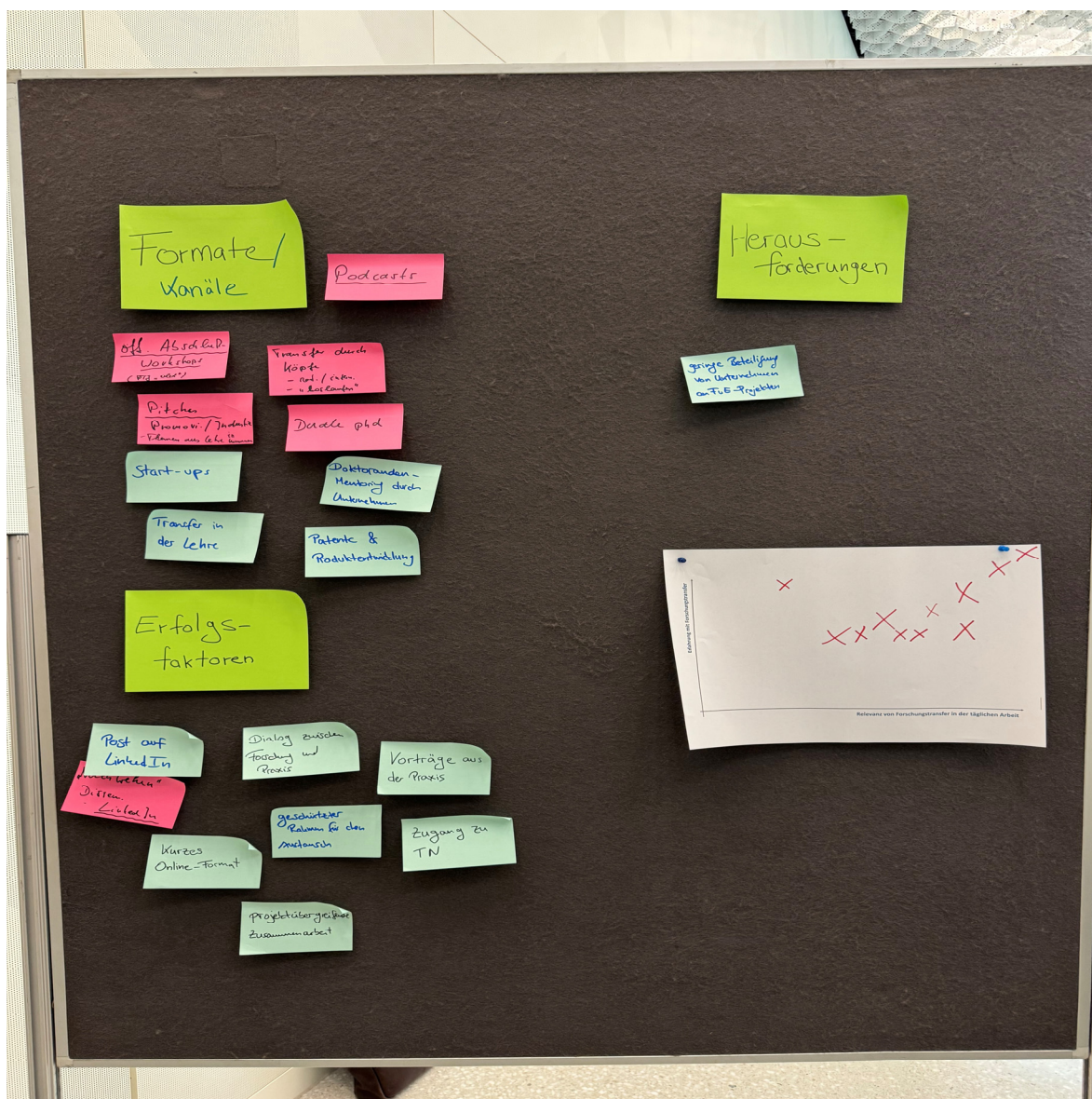
Ein weiterer diskutierter Aspekt ist der grundsätzliche Mechanismus von Wärmespeichern: OPEX wird durch CAPEX ersetzt. Hierfür ist eine zugrundeliegende Preisvarianz bei den Energieträgern nötig, damit es Raum für Optimierung seitens des Energieträgerbezugs gibt. Derzeit ist diese im Day-Ahead-Markt gegeben, wird allerdings durch feste Strompreisbestandteile verringert. Ebenso wird die Rolle von Stromspeichern mit der derzeitigen Entwicklung von Anschlussanfragen und den Effekten in fortgeschrittenen Strommärkten wie in Kalifornien, Texas oder Australien vorgezeichnet. Die Varianz im Strompreis sinkt dadurch, was wiederum die Wirtschaftlichkeit von Wärmespeichern gefährdet. Die sommerliche Varianz zwischen Mittags- und Abend- bzw. Morgenstunden wird verringert, während die saisonale Varianz zwischen Sommer und Winter bzw. winterlicher Stark- und Schwachwindwoche erhalten bleibt. Die Anzahl an wirtschaftlichen Taktungen verringert sich dadurch erheblich bzw. verschiebt das Marktpotential von Kurzzeit- hin zu Saisonalspeichern.



Thementisch 7: SW.aktiv: Wie kann der Transfer von der Energieforschung in die Praxis gelingen?

Dr. Anne Hagemeier (Fraunhofer UMSICHT), Dr. Heiko Huther (AGFW)





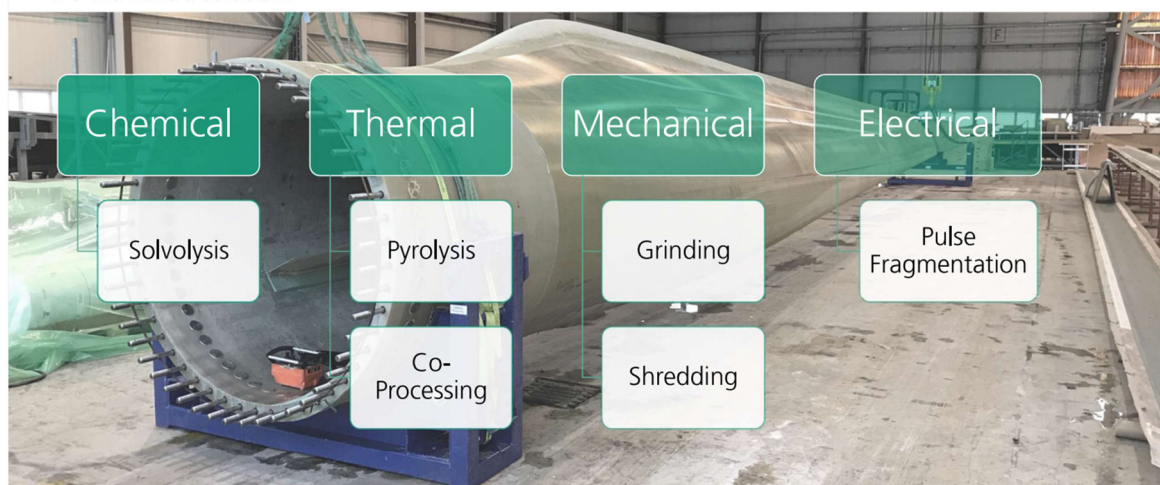
Thementisch 8: Möglichkeiten der Nachnutzung von Materialien aus EoL Rotorblättern von Windenergieanlagen

Niels Ludwig (Fraunhofer IWES)

Am Thementisch 8 wurde zum Thema der Nachnutzung von Materialien aus EoL Rotorblättern diskutiert. Unter anderem wurde diskutiert, welche Recyclingtechnologien existieren und wo die Vor- und Nachteile liegen. Die nachfolgenden zwei Seiten aus der gezeigten Präsentation stellen das Thema gut dar.

Recycling Technologies: an Overview

Do we have a solution?



Slide 14

11/21/2025

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer
IWES

Recycling Technologies: an Overview

Separation of fiber and matrix requires energy

Technology	Method	Output	Pros ✓	Cons ✗
Solvolysis	Chemical bonds are broken by a solvent	rFiber Fluent fraction	Fibers are relatively intact and can be recovered	Decreased quality of recovered fiber
Pyrolysis	Thermal decomposition in absence of oxygen	R-Fiber Pyrolysis Oil Pyrolysis gas	Fibers are relatively intact and can be recovered Gas and oil for further use	Fibre sizing is destroyed, and strength of fiber is reduced
Co-Processing	Mechanical grinding	Cement clinker Energy	Well-established, commercially available on large scale	No recovery of fibers or resin
Mechanical Grinding	Shredding, crushing, grinding, and milling	Fiber and resin rich fraction Remaining waste	Efficient Scalable Low cost	Material form lost Some waste remaining Banning of landfill in EU
Pulse Fragmentation	Shredded GFRP/CFRP pieces emersed in water Insert high voltage electrical pulse	R-Fibers Resin pieces	Scalable (in theory)	Not developed in large scale Cost vs. R-Fiber quality

Slide 15

11/21/2025

© Fraunhofer IWES

Fraunhofer
IWES

Thementisch 9: PV-Ausbau zwischen Markt, Netz und (volkswirtschaftlicher) Nachhaltigkeit

Dr.-Ing. Jann Binder (ZSW)

Der beschleunigte Ausbau der Photovoltaik ist entscheidend, um Klimaziele zu erreichen und eine nachhaltige Energieversorgung zu garantieren. Gleichzeitig belastet der rasche Zubau Marktmechanismen, Netzinfrastrukturen und Geschäftsmodelle – und erzeugt Zielkonflikte zwischen ökologischer, ökonomischer und sozialer Nachhaltigkeit. Es besteht erheblicher Forschungsbedarf, um Regulierung, Marktgestaltung und Planung so weiterzuentwickeln, dass ein volkswirtschaftlich tragfähiger und betriebswirtschaftlich finanzierbarer PV-Ausbau gelingt.

Dieses Papier fasst die zentralen Themenfelder und offenen Fragestellungen zusammen, die am Thementisch genannt und diskutiert wurden, zu denen vertiefende Forschung, systematische Szenarioanalysen und Reallabore sinnvoll und notwendig wären.

1. Nachhaltiger PV-Ausbau: Finanzierbar, akzeptiert, ökologisch

Der PV-Ausbau sollte gleichermaßen ökologische Wirkungen sichern, Akzeptanz fördern und muss finanzierbar bleiben

- Wie lassen sich *Dach- und Freiflächen-Potenziale* ausgewogen heben?
- Welche Flotte von PV-Kraftwerken stabilisiert den Markt (Ost/West, 1-achsiges Tracking...)
- Welche *ökologischen Zusatznutzen* (Biodiversität, Bodenschutz, Doppelnutzung) können Freiflächen-PV-Anlagen realisieren, und wie kann dies regulatorisch angereizt werden?
- Ökologie und Ökonomie: technische und wirtschaftliche Chancen von Refurbishment, Repowering und Upcycling darstellen / entwickeln; Lebensdauerverlängerung wirkt positiv.
- Rückgewinnung wertiger Rohstoffe (z. B. Silber) – Prozesse entwickeln und skalieren

2. Markt: Vergütungssysteme, Erlöse und Abregelung

Mit steigenden PV-Leistungen nehmen Preisvolatilität, Abregelungen und Unsicherheiten für Investoren zu. **Entscheidend ist nicht nur Methodenentwicklung für Marktmodelle, sondern auch die Anwendung auf Szenarien**, den Vergleich der Wirkung von Einflussfaktoren und die Ableitung von Schlussfolgerungen zu fördern.

- Welche *Marktmodelle* (CfD, gleitende Marktprämie, Kapazitätsmechanismen) stabilisieren Investitionen auch bei hohen PV-Anteilen die Finanzierbarkeit des Ausbaus
- Wie korrekt ist das aktuelle *Referenzmodell* → ggf. Verbesserungen erarbeiten.
- Welche *quantitative Wirkung haben Flexibilität, Speicher und Elektrolyse auf Marktpreise*; Tools entwickeln, Szenarien rechnen, Empfehlungen ableiten. Kannibalisierung betrachten.
- Welche *Steuerungsmechanismen gegen negative Preise* wirken am effektivsten und sind praktisch leicht implementierbar; Trägheit des Systems aufgrund Bestandsschutz beachten.
- Quantitative Analyse von *Flexibilität durch Vehicle-to-Grid*
- Welche Auswirkungen auf den Markt haben Varianzen im PV und Windkraft-Ausbau



3. Netzintegration: Ausbau mit, nicht gegen die Netze

Netze und Markt interagieren zunehmend – und beeinflussen die Wirtschaftlichkeit von zukünftigen PV-Anlagen massiv

- Wie können bei Abstimmung mit proaktiven Netzbetreibern, Standorte entsprechend Netzverfügbarkeit effizient ausgewählt und/oder mit wenig Einschränkungen hohe Einspeisepotentiale gesichert werden.
- (Rechen-)Modelle entwickeln für optimierte Anschlusspunkte sowie für Ertrag und Finanzierung von Umspannwerken, Anschlussleitungen, und puffernden Batteriespeicher über verschiedene Regime (Grünstrom, Graustrom, lokale Lasten, Klassifizierung des Anschlusses als reine Einspeisepunkt oder Versorgungspunkt (ohne bzw. mit n-1 Redundanz))
- Chancen von dezentralen Lösungen (lokale Verbraucher mit Flexibilität, Hybridkraftwerke) in Pilotprojekten nachweisen und Umsetzungserfahrung für alle Akteure gewinnen.

Internationale Erfahrung und Vernetzung nutzen – Reallabore schaffen

Der kontinuierliche Austausch mit internationalen Expertengremien sollte vermehrt gefördert werden (etwa über die IEA PVPS Task 19 zur PV-Integration iea-pvps.org/research-tasks/pv-integration/), um erfolgreiche Lösungsansätze, Bewertungsmethoden und regulatorische Modelle anderer Länder frühzeitig aufzugreifen und ihre Übertragbarkeit auf den deutschen Kontext zu prüfen.

Reallabore bieten darüber hinaus einen entscheidenden Mehrwert. Sie ermöglichen es, Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von Anlagenbetreibern über Netzbetreiber bis zu Dienstleistern und Kommunen – schrittweise an neue Geschäftsmodelle, Marktrollen und Betriebsstrategien heranzuführen. In realen Umgebungen können flexible Betriebsweisen, sektorübergreifende Kopplungen, lokale Marktmechanismen und netzorientierte Fahrweisen erprobt, bewertet und skaliert werden. In Reallabore werden regulatorische Hemmnisse sichtbar; konkrete Anpassungen können evidenzbasiert entwickelt und vorgeschlagen werden.

Fazit

Die am Thementisch diskutierten Herausforderungen zeigen deutlich: entscheidend für die nächsten Ausbauschritte der Photovoltaik – die weiter ambitioniert erfolgen müssen, um die CO₂-Ziele zu erreichen und die Systemkosten zu senken – sind funktionierende Marktmechanismen, eine netzdienliche Integration, ausreichende Flexibilitätsoptionen und tragfähige Geschäftsmodelle.

Systematische Markt- und Szenarioanalysen, Reallabore sowie die Weiterentwicklung regulatorischer Rahmenbedingungen sind daher zentrale Hebel. Eine Förderung, die diese Punkte gezielt adressiert, kann sicherstellen, dass der PV-Ausbau nicht nur schnell, sondern nachhaltig, wirtschaftlich stabil und systemdienlich erfolgt.

Nachhaltigkeit des PV-Ausbaus bedeutet auch, einen angepassten Ausbau an Flächenverfügbarkeit zu suchen, entsprechende Technologien zu entwickeln (Fassadenintegriert, Agri-PV, Schwimmende PV, Moor-PV), mit positiver Kommunikation, um die Akzeptanz und Investitionsbereitschaft zu erhalten und weiter zu fördern.



Thementisch 10: Transformation zur zirkulären Wirtschaft: Wir kennen die Chancen – kennen wir die Herausforderungen?

Prof. Dr. (a.D.) Liselotte Schebek (TU Darmstadt)

Eingangs jeder Runde stellte die Thementischmoderatorin die „Handlungsempfehlungen zur Bilanzierung von Maßnahmen der Circular Economy im Rahmen eines zukunftsorientierten LCA/Carbon Footprints energietechnischer Anlagen und Komponenten“ vor, die in dem vom BMW geförderten Vorhaben Kreislauf-E-Wende erarbeitet und vor kurzem publiziert wurden¹.

Die Diskussion konzentrierte sich auf zwei Oberthemen, zum einen die Frage der Bilanzierung im Lebenszyklus (Treibhausgase, kritische Rohstoffe, Nachhaltigkeit allgemein), zum anderen konkrete Herausforderungen der Praxis für das Recycling von Materialien aus Altprodukten.

Zum **Oberthema Bilanzierung** wurden von mehreren Teilnehmenden der Nutzen des Lebenszyklusansatzes hervorgehoben, der vor allem in der Betrachtung vollständiger Systemgrenzen liegt, durch die spätere Problemverschiebungen vermieden werden können. Insofern sollte der Ansatz in der Industrie und in der Technologieentwicklung vor vorneherein mitgedacht werden. In frühen Phasen der F+E ist das allerdings nicht einfach und Forschende benötigen methodische Unterstützung, wie solche Bilanzierungen angesichts von Datenlücken bzw. Unsicherheiten der Datengewinnung unter Laborbedingungen aussagekräftig durchgeführt werden können.

Aus dem Kreis der Teilnehmenden wurde von zahlreichen Beispielen der Anwendung von Ökobilanzen (Life Cycle Assessment, LCA) in der Industrie berichtet. Trotzdem bestand Einigkeit darin, dass Unternehmen, v.a. KMU, heute nicht in der Lage sind, solche Bilanzierungen für eine Vielzahl von Produkten einfach durchzuführen. Aktuell ist das ein Problem im Hinblick auf die neuen Reporting Pflichten des EU Green Deal für Unternehmen, die „alle“ Produkte umfassen, auch wenn dies hunderte oder tausende einzelne Artikel sein sollten. Insofern besteht ein großer Unterschied zwischen den Anforderungen einer Bilanzierung für das Reporting und der Durchführung von Ökobilanzen in Forschungsvorhaben, in denen grundlagenorientiert wissenschaftliche Fragen analysiert werden und dafür ein entsprechender Aufwand getrieben werden kann. Für eine Vereinfachung von Ökobilanzen für das Reporting in der Industrie wurden verschiedene Ideen diskutiert:

- Entwicklung von „genormten Katalogen“, wie eine vereinfachte Bilanzierung aussehen könnte.
- Entwicklung eines „KI-basierter Agenten“, der Bilanzierungen durchführt.
- Erarbeitung von mit der Politik abgestimmten „low effort approaches“ der Bilanzierung für bestimmte Anwendungsrahmen (z.B. Branchen).
- Beauftragung externer spezialisierter Dienstleister, die Bilanzierungen zu günstigen Preisen durchführen könnten.

¹ <https://tuprints.ulb-tu-darmstadt.de/entities/publication/ef99acb7-451e-42f7-9ff6-a7a71605b604>



- Bereitstellung von Tools und Daten, besonders für KMU².

Das **Oberthema Recycling** begann mit einer Diskussion aus volkswirtschaftlicher Perspektive: derzeit liegt noch wenig Augenmerk auf Maßnahmen des Recyclings zur Deckung des Rohstoffbedarfs der Wirtschaft, diese Option sollte zukünftig jedoch intensiver in die volkswirtschaftliche Forschung einfließen. Dabei ist Recycling nicht „per se“ als bevorzugte Variante gesetzt; volkswirtschaftliche Untersuchungen dienen vielmehr gerade dazu, alle existierenden Optionen in Betracht zu ziehen und vergleichend zu bewerten. Für neue Recyclingverfahren sollten zukünftig mehr Daten aus dem Betrieb von Pilotanlagen gewonnen werden, um eine realistische Beurteilung des Aufwands zu ermöglichen. Allgemein wurde angemerkt, dass zur Sicherung der Rohstoffversorgung Autarkie keine sinnvolle Option ist, sondern dass es dabei vor allem die Diversität der Versorgung gehen sollte, sowohl aus Primär- und Sekundärquellen als auch aus unterschiedlichen Ländern und Lieferquellen.

Die Diskussion wurde fortgeführt mit einem Perspektivwechsel und der Frage „Wie macht man Kreislaufwirtschaft attraktiv für die Industrie“? Es wurde darauf hingewiesen, dass in vielen Fällen Familienunternehmen aus intrinsischer Motivation aktiv werden, dass aber für eine größere Breite die Motivation der Industrie generell gestärkt werden muss. Stichworte dazu waren die Berücksichtigung des Recyclings in frühen Phasen der Entwicklung von Produkten („Design for Recycling“) sowie die Weiterentwicklung von Regulatorik für den Einsatz von Sekundärrohstoffen, z.B. bei der Betonherstellung.

Weiterhin wurde die Frage gestellt, ob die Recyclingindustrie derzeit schon darauf eingestellt ist, die rechtlichen Anforderungen einer Qualitätssicherung von Rohstoffen in einer vergleichbaren Form zu übernehmen, wie dies in der Industrie bei der Versorgung mit Primärrohstoffen der Fall ist. Die Einschätzung der Teilnehmenden war, dass dies derzeit nicht der Fall ist. Praktisch wäre dies durchaus möglich, da die nötige Analytik zur Kontrolle der Materialqualität bzw. Detektion etwaiger Verunreinigung auch für anspruchsvolle technische Materialien vorhanden ist, dies wurde etwa für das Beispiel der Fotovoltaik illustriert. Es fehlen aber klare rechtliche Rahmenbedingungen, die den Beteiligten Akteuren Sicherheit geben, ggf. wären auch neue Instrumente zu konzipieren, die neuartige Risiken in der Bereitstellung von Sekundärrohstoffen abfedern. Hier wurde die Idee eines „Fonds“ geäußert, der von den Herstellern der Primärmaterialien im Sinne der erweiterten Produktverantwortung geschaffen werden könnte, um mögliche noch unbekannte Risiken aus der Verwendung von Sekundärmaterialien abzusichern. Generell sind Qualitätsanforderungen der Sekundärmaterialien ein zentraler Punkt für das Recycling. Ggf. könnten zukünftig stärker Herstellerinformationen von der Recyclingindustrie genutzt werden, um Inhaltstoffe der End-of-Life Produkte zu identifizieren; als Beispiel wurden existierende umfangreiche Produktdatenbanken für PV-Module genannt.

Die Frage, warum es heute auch bei vorhandener Recyclingtechnologien noch zu geringe großtechnische Anlagen und Kapazitäten gibt, wurde damit beantwortet, dass der „Leidensdruck“ der Wirtschaft derzeit noch nicht hoch genug ist, sei es durch derzeit niedrige Preise von Primärrohstoffen oder eine derzeit noch

² Als ein Beispiel dafür für ein einfaches Bilanzierungsverfahren speziell für KMU wurde von der Thementischmoderatorin auf das ESTEM-Berechnungsverfahren und -Tool hingewiesen, das im Auftrag von fünf Bundesländern für die Abschätzung der Klimawirksamkeit von Maßnahmen der betrieblichen Materialeffizienz entwickelt wurde: <https://www.ressource-deutschland.de/service/estem/>



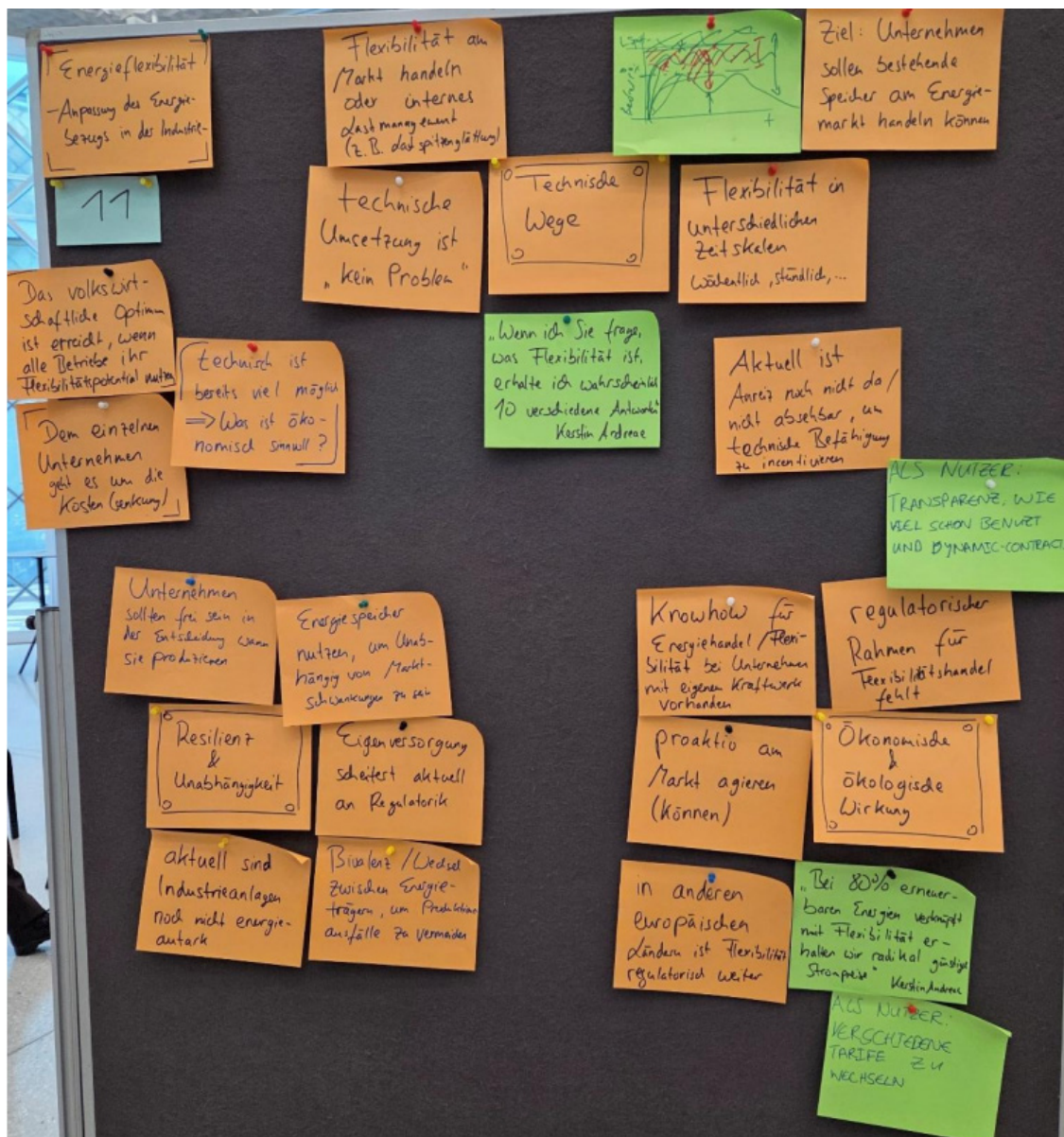
ausreichend erscheinende Versorgungssicherheit. Für einige Produkte bzw. Rohstoffe kann erwartet werden, dass sich dies in nächster Zeit ändern könnte. Grundsätzlich sind Demonstrationsprojekte geeignet, fortschrittliche Recyclingtechnologien schneller in den Markt zu bringen.

Diskutiert wurde abschließend das Pro und Contra eines „Labels“ für Materialien aus dem Recycling. In der Praxis finden sich einerseits Beispiele von Label für Konsumenten wie im Fall von Textilien, bei denen die Herstellung aus Recyclingmaterialien als positives Argument in der Wahrnehmung von Kunden erscheint. Andererseits gibt es in der Industrie eher Vorbehalte gegen die Begrifflichkeiten der Recycling- oder Sekundärmaterialien, die mit einer geringen Qualität und möglichen Risiken verbunden werden.



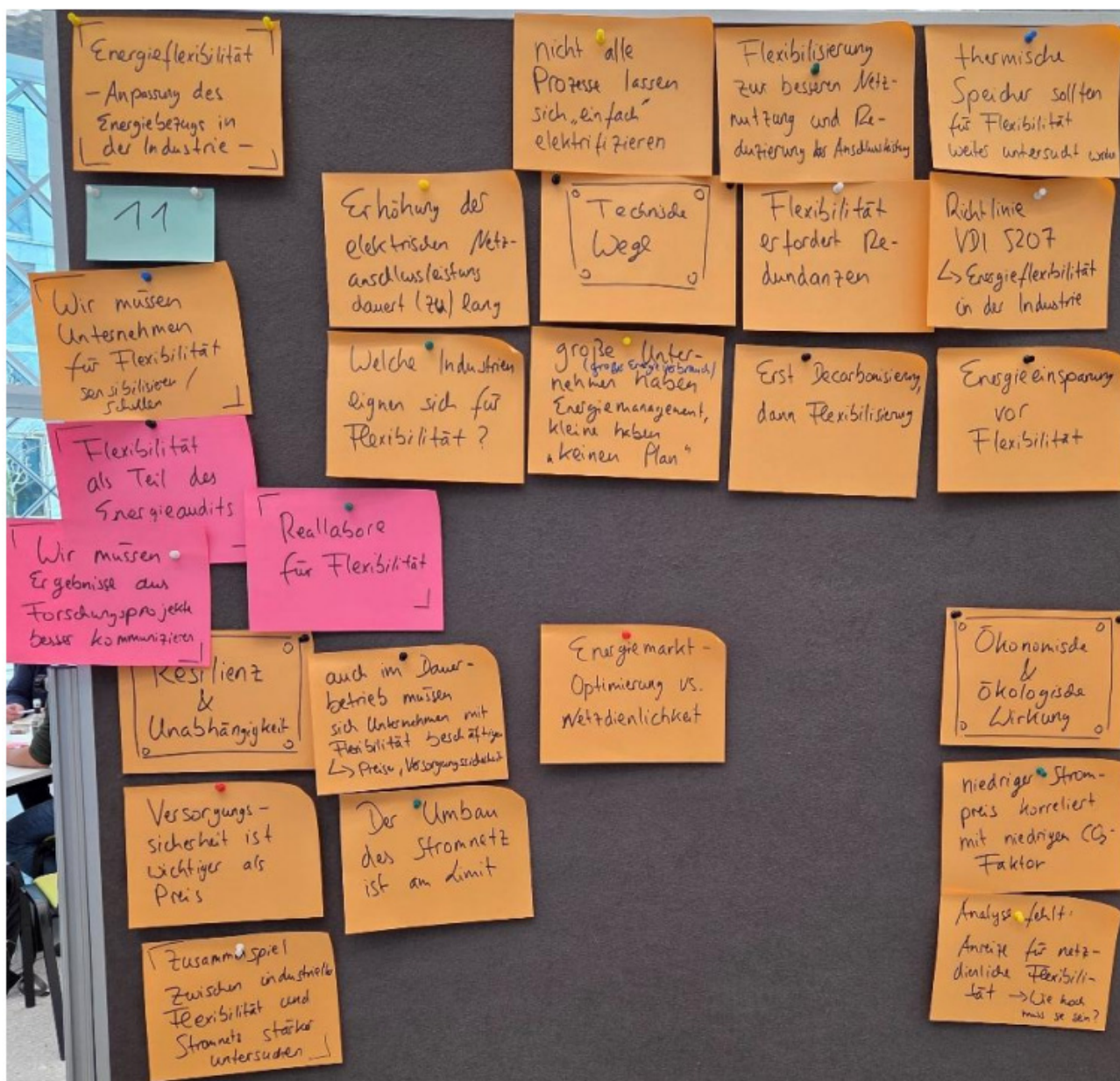
Thementisch 11: Energieflexibilität – Anpassung des Energiebezugs in der Industrie

Dr.-Ing. Daniel Fuhrländer-Völker (TU Darmstadt)



Kernaussagen:

- Technisch ist bereits viel möglich
- Dem einzelnen Unternehmen geht es um die Kosten(-senkung)
- Das volkswirtschaftliche Optimum ist erreicht, wenn alle Betriebe ihr Flexibilitätspotential nutzen



Kernaussagen:

- Wir müssen Unternehmen für Flexibilität sensibilisieren / schulen
- Sensibilisierung für Flexibilität könnte Teil von Energieaudits werden
- Wir müssen Ergebnisse aus Forschungsprojekten besser kommunizieren
- Wir brauchen Reallabore für Flexibilität

Thementisch 12: Netzdienlichkeit von elektrischen Energiespeichern

Prof. Dr.-Ing. Ines Hauer (TU Clausthal)

Im August dokumentierte das PV Magazin 500 GW Netzanschlussbegehren von Batteriespeichern bis 2030. Wenn wir davon 10% an das Netz bringen, haben wir die angedachte Speicherkapazität laut Netzentwicklungsplan 2037 bereits 2030 deutlich erfüllt.

Sind wir bereit die Möglichkeiten dieser vielversprechenden Technologie optimal zu nutzen?

Diskutiert wurden unter dem Schlagwort Netzdienlichkeit von Energiespeichern die aktuellen Herausforderungen, die wir technologisch und systemisch lösen müssen!

Technologische Innovation:

Großbatteriespeichersysteme:

- Neue nachhaltige recycelbare Speichertechnologien (Lithium-Ionen, Natrium-Ionen, Aluminium-Ionen, Redoxflow): - Wie optimieren wir die Lebensdauer, wie nutzen wir nachhaltige Technologien? Recyclingkonzepte, wie können wir die Sicherheit von Zelltechnologien erhöhen?
- Entwicklung von Modularisierungskonzepten:
 - dummer Umrichter + adaptive Software + Steuerelektronik
 - alles ersetzbar, einzeln anbietbar
 - Offene definierte Schnittstellen zwischen den Systemen
- Neue Umrichtertechnologien: innovative robuste netzbildende Umrichter,
 - die Bereitstellung von Momentanreserve
 - Schwarzstartfähigkeit
 - Inselnetzbildung
 - Welche Herausforderungen, welche Probleme müssen wir lösen, um die Integration zu realisieren?
- dezentrale Konzepte
- Robuste Regelkonzepte Wiederaufbau, Schwarzstart, Schutz, Inselnetzerkennung, Kommunikation
- Adaptive Regelparameter für die Bereitstellung von Systemdienstleistungen
- Umgang mit chinesischen Blackbox-Systemen

PV Batteriespeicher:

- Günstige smarte Leistungselektronik
- Neue Smart Meter Konzepte: aktuelle Smart Meter zu langsam für Haushaltssteuerung
- Dynamische Tarife wichtig, aber Achtung ggf. Netzüberlastung
- P2P energy sharing



Quartiere:

- DC- Lösungen
- vehicle to grid hat hohes ökonomisches Potential
- Geschäftsmodelle für lokale Nutzung von erneuerbarer Energie
- Akzeptanz Netzdienlichkeit weiter anreizen

Systemische Innovation:

- Wo installieren wir Speicher? Da wo Netzanschlusskapazitäten sind?
- Welche Kriterien sind zu berücksichtigen
- Wie müssen FCA (flexible connection agreement) ausgestaltet sein?

Definition von Netzdienlichkeit notwendig:

- Ist unterschiedlich für Quartier und Gesamtsystem:
- Quartier:
 - Inselnetzfähigkeit, lokale Nutzung von EE
 - Bestehendes Netz zu Spitzenlastzeiten nicht überlasten
 - Flexibilität aus Quartier am Markt anbieten
- Gesamtsystem
 - System entlasten statt belasten
 - Verbesserung der Prognose durch Speicher
 - Restflexibilität vorhalten
 - Inselnetznutzung vs. Gesamtsystemstützung

Volkswirtschaftliche Nutzung/Rahmenbedingungen

- Preiszonen und Nodalpricing
- Welche Preiszonen brauchen wir? Werkzeuge zur Steuerung von Energieflüssen
- Faire Netzentgeltverordnung
- Netzdienliche Standorte anreizen

Alternative Technologien mitdenken

- Langzeitspeicherung in Wasserstoff
- Gesamtplanung Wasserstoff und elektrisches Netz
- Technologien ins Netz bringen: Druckluftspeichertechnologien und Liquid Air-Speicher



Thementisch 13: Systemintegration: Einbindung von dezentralen Energieanlagen in die Netzbetriebsführung

Prof. Dr.-Ing. Christof Wittwer (Fraunhofer ISE)

- Es wurden Innovationen im Bereich der Betriebsführung von dez. Energieanlagen diskutiert
- Es wurde differenziert bezüglich des Bedarfs für Netzbetrieb und Markt und den Digitalisierungsthemen

Stromnetz und die Evolution:

Veränderung der Netzstruktur durch Verteilte Erzeugung und Speicherung, Netzausbaukriterien. Systemtopologien der Zukunft einschließlich Anforderungen an Resilienz und Verfügbarkeit

Ausgestaltung von Netz und Marktbetrieb: Multi-Kriterielle Betriebsführungsfunktionen, Abrechnung, Vergütung, Markterlöse, Bewertung Netzdienstleistungen

Bestimmung des Netz- und Speicherzustands. SOC, Durch die Rolle der Speicher/Batterien wird es zunehmend wichtig, den Zustand des Netzes und der Ladekapazitäten und der Eigenstromnutzung zu bestimmen: KI-Verfahren?

Integration hybrider Anlagen und Prosumer, z.B. PV-Batterie; BHKW/FCCell-Batterie-Speichersysteme;

Selbstorganisiertes System mit Adaption auf die Veränderung, den Zubau, variable ortsunabhängige Speicher (bidirektionales EV) etc. ...; Durchgriff auf Betriebsmittel; Zentrales vs. Dezentrales Steuerungskonzept; Rückfallsysteme;

Rollenteilung zwischen echtzeitfähigen leistungselektronik basierten Betriebsmitteln und Wechselrichtern zur Sicherung der Netzstabilität und gesteuerten Flexibilitäten; Analyse und Systemanalyse im Stromnetz;

Topologieoptionen mit Gleichstrom im Übertragungs- und Verteilnetz;

Auslastungs-/Effizienzoptimierung im Netz; Netztransparenz; Netzmodelle;

Sektorenkopplung im Stromnetz durch Wärmekopplung (Wärmepumpe WP und thermische Speicher, Pufferung von mehreren Tagen)

Sektorenkopplung durch Integration EV (Emobilität), künftig bidirektional; Statistische Verfügbarkeit; Regulierungsfragen bez. Netzverfügbarkeit; Infrastruktur für Beladung (Schnellladung und flex Ladung an der Wallbox)





Digitalisierung zur Systemintegration von dezentralen Energieanlagen:

M2M Maschine2Maschine Kommunikationskonzepte

Standardisierung von Kommunikationsprotokollen

Sichere Identitäten

Datenintegration energy-data-X

Cybersicherheit, Schutz vor Angriff und Sabotage

Integration im Backend: Topologien zur Integration und Vernetzung von Betriebskomponenten in der Cloud (Wo, Welche Server: Verfügbarkeit von standardisierten Schnittstellen für Dienstleister); Z.B Netzinformationen verfügbar über Portale der Wechselrichterhersteller (SMA etc. ...)

Schnittstellenstandards auch jenseits von SmartMetering Infrastruktur

SMGW SmartMetering Weiterentwicklung, Smart/Open/Günstig/Integrierbar in Komponenten

Integration von Smart Metering in andere Endgeräte: Wallbox, Solar-Wechselrichter; Heatpump;

Blackoutanalyse von Digitaler Infrastruktur: Analyse der Abhängigkeiten von dig. Kommunikation und elektrischen Netzen;

Backup Optionen für Teilnetze, Digitale Sektoren mit lokaler Kommunikation; Internetgedanke der stabilen Teilnetze auch in der Netzwerkkommunikation

Digitaler Markt:

Marktanreizsignal harmonisieren, Transparenz, Plattformen für übergreifenden Zugriff

Preisstrukturen analysieren: dyn. Preise sind extrem intransparent

Preisvergleichsportale

Analyse von Bilanzkreisen und Optionen für Energy-Sharing Modelle

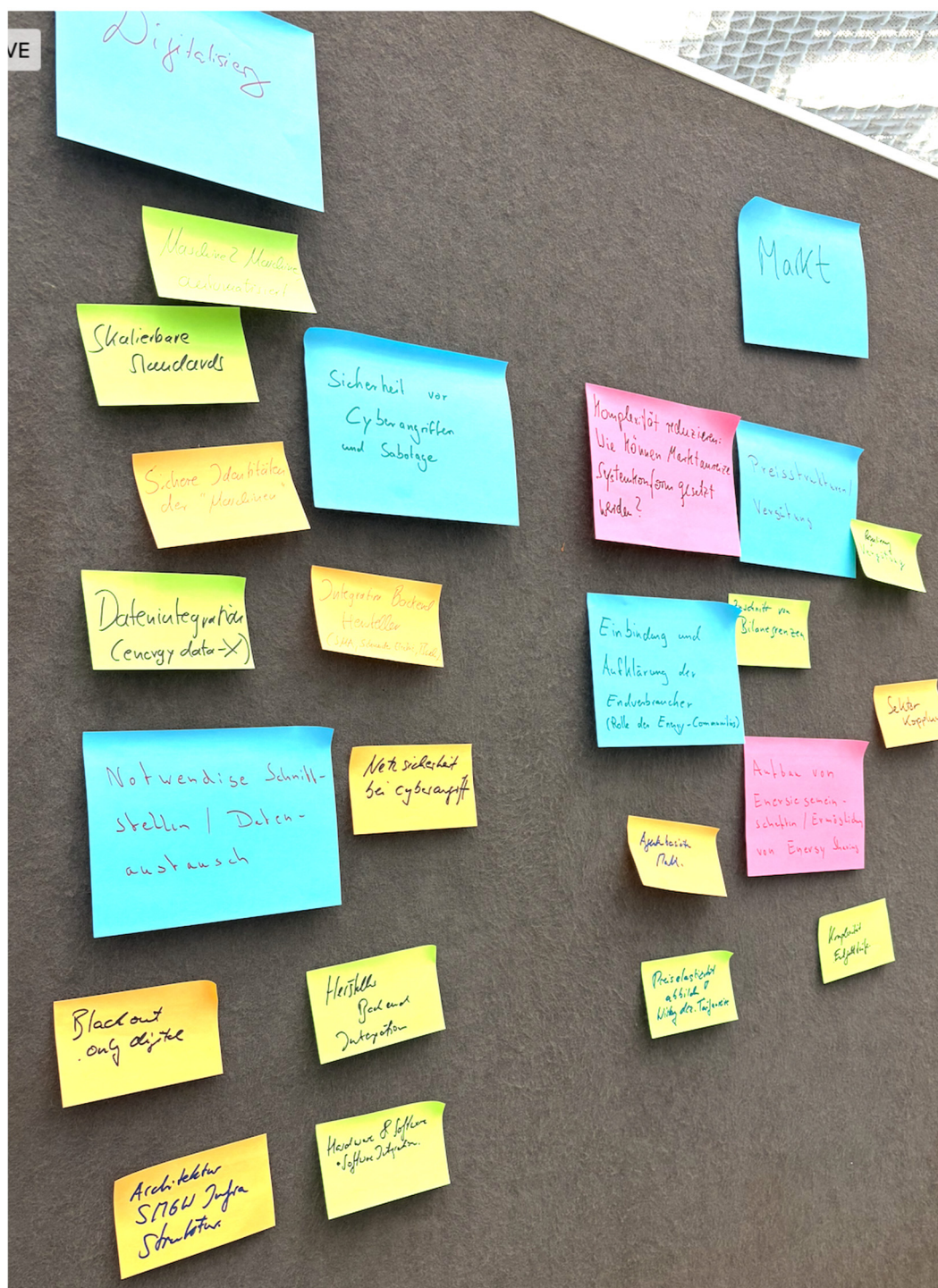
Einbindung der Nutzer: Energy-Community und Energiegemeinschaften: Transparenz, Kundeninformation und Kommunikation

Agentenbasierte Märkte und Steuerungskonzepte

Wirkungsanalyse von dyn. Tarifstrukturen

Preiselastizität; Wirkungsanalysen;





Thementisch 14: Industrieprozesse auf effiziente Wasserstofftechnologien umstellen

Dr. Hans-Jörn Weddige (thyssenkrupp Steel Europe)

Das Thema war bewusst breit angelegt und hat in beiden Runden zu intensiven fruchtbaren Diskussionen mit Stakeholdern aus verschiedensten Bereichen geführt.

Kernergebnisse waren:

- Das Thema muss sehr **interdisziplinär** gedacht werden und erfordert **bereichsübergreifende Forschung**.
- Gleichzeitig muss oft noch viel Detail- und teilweise noch **Grundlagenforschung** erfolgen. Dies gilt gerade, aber nicht nur, in den nichttechnischen Bereichen.
- Der Begriff „Effizienz“ bedarf einer Klärung. Eine **konkrete Zieldefinition** ist unverzichtbar.
- Es bedarf eines **langen Umstellungsprozesses**, in dem alte und neue Prozesse nebeneinander bestehen können müssen, ohne dass die Transformation ausgebremst wird. Entsprechende regulatorische Rahmenbedingungen zu schaffen, ist eine große Aufgabe, die auch entsprechender Forschungsunterstützung bedarf.
- Die Transformation ist immer im **System** zu begreifen. Einzelne Unternehmen als Akteure sind selten ausreichend, wenn die Transformation nicht in einem entsprechenden **Ökosystem** erfolgen kann, das die **Umstellung lebensfähig** macht.
- **Risiko und Kosten** müssen beide betrachtet werden. Manchmal ist eine Umsetzung nicht effizient, weil trotz hohem Erwartungswert das Risiko zu hoch ist.
- Hierbei kommt der **Kommunikation** eine besondere Bedeutung zu. Diese muss oft disziplinenübergreifend erfolgen, um die nötigen Stakeholder effektiv zusammenarbeiten lassen zu können.

Eine **rein technische Diskussion greift viel zu kurz**. Technische Lösungen existieren teilweise seit dem 18. Jahrhundert. Hier sind auch kontinuierliche und teilweise Sprunginnovationen nötig, aber diese sind notwendige, aber keine hinreichenden Bedingungen. Insbesondere in den Bereichen Bewertungsverfahren, wirtschaftliche Auswirkungen, Infrastrukturentwicklung und Einbettung in den gesamtgesellschaftlichen Rahmen wird noch erheblicher Diskussionsbedarf gesehen, der auch zu grundlegenden wissenschaftlichen Fragestellungen und Aufgaben führt.

Auch wenn viele Technologien existieren, muss der **Werkzeugkasten an Wasserstofflösungen** dennoch weiter ausgebaut werden. Hierzu sind gerade industrienähe Forschungsanstrengungen, teilweise auch die Adaption an spezifische individuelle Einsatzbedingungen nötig. Gerade dem Mittelstand und Start-ups kommt hier eine besondere Bedeutung zu. Hierbei handelt es sich nicht nur um Technologien und Anlagen, sondern auch um nichttechnische Prozesse z. B. in der Beschaffung, Bedarfsermittlung und -abstimmung, oder Bewertung von Nachhaltigkeitsaspekten.

Effizienz war ein bewusst gewählter Begriff, um die Diskussion zu beleben, was denn richtige Zielgrößen in der Transformation zur Wasserstoffnutzung sein können und wie diese wirklich zu definieren sind.

Erwartungsgemäß teilten die meisten Teilnehmenden die Sicht, dass es sich um multivariate Optimierungen



handelt, die stark vom situativen Kontext auf vielen Ebenen von der lokalen Einsatzsituation an einer Einzelanlage bis hin zum gesamtgesellschaftlichen Kontext abhängt. Sinnvolle Bewertungsmechanismen und disziplinenübergreifende Kommunikationsansätze hin zu einer „globalen Wasserstoffsprache“ sind dabei unverzichtbar.

Die **Umstellungsdauer** wird aus einer Reihe von Aspekten wie Verfügbarkeit von Wasserstoff, Infrastrukturen, Kundenakzeptanz, ökonomische Effekte, u. v. m. als sehr lang betrachtet. Dies erfordert ein Transformationsmanagement, dass zu einer nachhaltigen Transformationsgeschwindigkeit führt. Dabei darf es weder zu wenig Anreize für die neuen Technologien geben, noch die alten vorzeitig so begrenzen, dass notwendige Bedürfnisse nach Gütern und Dienstleistungen nicht mehr befriedigt werden können. Dies sind nicht nur politische und regulatorische Optimierungsaufgaben, die in diesem Kontext vertieft erforscht und erarbeitet werden müssen. Auch organisationsintern müssen Transformationspfade geplant, gesteuert und angepasst werden.

Transformation ist als **Transformation von Systemen** zu begreifen. Lebensfähig ist dabei nicht nur wirtschaftlich zu sehen. Ohne das entsprechende Umfeld z. B. von Serviceleistungen wie Instandsetzungskompetenzen zur Sicherstellung der Anlagenverfügbarkeit sind solche Transformationsschritte nicht machbar, da sie ein zu großes Risiko darstellen.

Ein Inhibitor einer Umsetzung ist oft der **Kostenaspekt**, wenn Lösungen noch zu teuer sind und der Markt diese Mehrkosten nicht trägt. Diese Abschätzung ist oft aber sehr schwierig, weil die **Risikoprofile** entweder gar nicht abschätzbar sind oder so hohe Ausschläge zu beiden Seiten tragen, dass monetäre Ergebnisse von Berechnungen als Entscheidungsgrundlage ihren Wert verlieren. Daher sind im Bereich der Finanzwissenschaft entsprechende Instrumente zu entwickeln und zu prüfen, die diesen Notwendigkeiten Rechnung tragen. Dessen ungeachtet ist zu erwarten, dass diese Transformation erhebliche Investitionen verlangt, die gesamtgesellschaftlich getragen werden müssen.

Kommunikation ist entscheidend, um effiziente Lösungen zu finden und umzusetzen. Aufgrund der Vielzahl der beteiligten Akteursgruppen und ihrer unterschiedlichen Disziplinen besteht die Herausforderung, individuelle Arbeiten und Erkenntnisse so einem großen Kreis zur Kenntnis zu bringen, dass die relevanten Schnittstellen erkannt und bedient werden können.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass diese auf den ersten Blick fast banale Aufgabenstellung eine **enorme Breite an Forschungsbedarf** quer durch unterschiedlichste Wissensgebiete erkennen lässt. Dieser Bedarf wird auch nicht kurzfristig gestillt werden können, sondern der erarbeitete Forschungsbedarf ist genauso eine **Generationenaufgabe** wie die zu untersuchende und zu unterstützende Transformation.



Thementisch 15: Stoffliche Energieträger für die Energiewende: Nutzen und Perspektiven

Dr. Tom Smolinka (Fraunhofer ISE)

Das Fazit liegt nicht vor.



Thementisch 16: Industrielle Abwärmenutzung in Zusammenhang mit Sektorenkoppelung

Andreas Maußner (ZAE), Dipl.-Ing. Hanne Karrer (ZAE)

Zielsetzung der Diskussion:

Am Thementisch wurden mit Akteuren aus Industrie, Forschung, und Förderinstitutionen die Relevanz von Abwärmenutzung sowie die Hürden zur Nutzung von Abwärme diskutiert. Ziel der Diskussion war es herauszufinden, wo Forschung und Förderung ansetzen kann, um die wirtschaftliche Nutzung der vorliegenden Abwärmepotenziale zu verbessern. Im Folgenden werden die Kernaussagen der Diskussion zusammengefasst.

Abwärmepotenzial und Relevanz der Nutzung von Abwärme:

Das gesamtdeutsche Abwärmepotenzial beträgt nach aktuellem Kenntnisstand ca. 243 TWh/a³. Im Jahr 2024 lag der Energieimport von Erdgas bei 865 TWh⁴. Das Abwärmepotenzial entspricht daher dem Energieinhalt von knapp 30 % der deutschen Erdgasimporte. Insbesondere die Elektrifizierung von Prozessen unterhalb von 200 °C wird so eingeschätzt, dass diese zu einer Reduktion zugehöriger Abwärmepotenziale führt. Die Weiterentwicklung von Industrieprozessen hin zu reduzierten Temperaturen und Energiebedarfen führt darüber hinaus ebenfalls zu geringeren Abwärmeaufkommen. Es wird jedoch angenommen, dass die Verfügbarkeit von Niedertemperaturabwärme unterhalb von 100 °C langfristig konstant bleibt. Unter Berücksichtigung des starken Ausbaus von Rechenzentren kann sich die Verfügbarkeit von Niedertemperaturabwärme demgegenüber zukünftig auch noch weiter erhöhen. Die flächendeckende und wirtschaftliche Nutzung anfallender Abwärme adressiert im Wesentlichen drei zentrale Herausforderungen. Zum einen kann die Abhängigkeit der deutschen Wärmeversorgung von Erdgasimporten stark reduziert und damit die Energiesouveränität erhöht werden. Zum anderen führt die innerbetriebliche oder kommunale Nutzung von Abwärme zu einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit und lokaler Wertschöpfung. Darüber hinaus führt die Nutzung vorliegender Abwärmepotenziale zu einer starken Reduktion der CO₂-Emissionen. Somit spielt die breite Nutzung von Abwärme eine wichtige Rolle für eine resiliente, wettbewerbsfähige und nachhaltige Wärmeversorgung der Zukunft.

Herausforderungen bei der Nutzung von Abwärme:

Hürden der Abwärmenutzung liegen heute zum einen bei der mangelnden Identifikation vorliegender Abwärmenutzungspotenziale. Die Erfassung vorliegender Abwärmepotenziale im „Rahmen der Plattform für

³ Exemplarische Auswertung der PfA-Daten, November 2025, Plattform für Abwärme – Veröffentlichung Daten, https://www.bfee-online.de/SharedDocs/Downloads/BfEE/DE/Effizienzpolitik/pfa_veroeffentlichung_daten.pdf?__blob=publicationFile&v=21

⁴ Bundesnetzagentur veröffentlicht Zahlen zur Gasversorgung 2024, Januar 2025, https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2025/20250108_GasRueckblick.html/2025/20250108_GasRueckblick.html



Abwärme“ leistet jedoch bereits einen wertvollen Beitrag zur Erfassung und Bewertung vorliegender Abwärmepotenziale. Hier ist jedoch noch davon auszugehen, dass diese nur grob anhand statischer Betriebsdaten und unvollständig beschrieben werden.

Das tatsächliche Abwärmeaufkommen wird deutlich höher eingeschätzt. Erst die Gegenüberstellung lokaler Wärmebedarfe aus Industrie, Gewerbe und Kommunen ermöglicht dann die genaue Analyse umsetzbarer Abwärmenutzungspotenziale sowie die Bewertung der wirtschaftlichen Machbarkeit. Dies stellt häufig eine komplexe und umfangreiche Aufgabe dar, die zudem umfangreiche dynamische Messdaten und Kompetenzen zur Erfassung der Abwärme- und Wärmebedarfssituation erfordert. Zum anderen stellen die hohen Kosten und langen Laufzeiten von Abwärmenutzungsprojekten eine weitere große Hürde dar. Ein Großteil der Projektkosten entfällt dabei auf die periphere Infrastruktur (Rohrtrassen, Stahlbau, MSR.-Technik etc.) und Projektierung. Durch Projektlaufzeiten von 5 bis 10 Jahren kann sich die Abwärmeverfügbarkeit zudem während der Projektlaufzeit bereits ändern.

Bei der innerbetrieblichen Nutzung von Abwärme stellt die Struktur bestehender Wärmeversorgungssysteme eine weitere Herausforderung dar. So werden in der Industrie zum Wärmetransport häufig Dampfnetze genutzt und weit oberhalb von 110 °C betrieben. Ein Großteil der angeschlossenen Wärmeverbraucher könnte jedoch auch mit Heißwasser unterhalb von 100 °C versorgt werden, was insbesondere eine verbesserte Nutzbarkeit von Niedertemperaturabwärme in Zusammenhang mit dem Einsatz von Wärmepumpen (Sektorenkopplung) verspricht. Der Umbau entsprechender Wärmeversorgungssysteme hat jedoch häufig enorme Kosten zu Folge. Zudem ermöglichen viele prozesstechnische Anlagen keine Abfuhr der Abwärme. So geht einerseits ein erheblicher Anteil der Abwärme als nicht verfügbare Strahlungsabwärme z.B. in offenen Fertigungshallen verloren. Andererseits verfügen viele Prozesse nicht über die Möglichkeit einer Abwärmeauskoppelung, die eine leitungsgebundene Übertragung der Abwärme an sekundäre Wärmekreise ermöglichen würde.

Handlungsfelder im Bereich der Energieforschung und Förderung:

Durch die verbesserte Erfassung von Abwärmepotenzialen und Wärmebedarfen gilt es zukünftig die Potenzialidentifikation und Bewertung überregional und anwendungsspezifisch zu verbessern. Dies umfasst zum einen die Stärkung zentraler Datenbanken wie der Plattform für Abwärme sowie analoger Plattformen zur Erfassung großer Wärmeverbraucher. Außerdem gilt es die Entwicklung und Einführung leistungsstarker Vernetzungstools zur sektorenübergreifenden Analyse und Bewertung komplexer Energiesystemtopologien weiter voranzutreiben.

Da Abwärmenutzungsvorhaben häufig sehr komplex und spezifisch sind, erfordern diese hierzu eine umfangreiche Datenanalyse sowie umfangreiche Kompetenzen zur Erfassung und Bewertung der lokalen Abwärme- und Wärmebedarfssituation. Die Analyse und Bewertung vorliegender Abwärmenutzungspotenziale steht zudem häufig in engem Zusammenhang mit der Entwicklung sektorenübergreifender Energienutzungskonzepte auf kommunaler Ebene. Zusätzlich erfordert die ökonomische Bewertung entsprechender Abwärmenutzungskonzepte eine detaillierte Kenntnis entsprechender Kostenstrukturen. Somit spielt die enge Kooperation zwischen Forschung, Industrie, Kommunen und ausführenden Unternehmen eine zentrale Rolle für die breite Umsetzung erfolgreicher Abwärmenutzungsvorhaben. Die Energieforschung kann hier als Bindeglied zwischen den Akteuren eine zentrale Rolle einnehmen. Durch die staatliche Förderung wissenschaftlicher Machbarkeitsstudien zu innerbetrieblichen und kommunalen Abwärmenutzungsvorhaben



kann dies erheblich unterstützt und so ein wertvoller Beitrag zur Initiierung und Unterstützung entsprechender Vorhaben geleistet werden. Aus der Diskussion wurde zudem ersichtlich, dass die Durchführung zukunftsweisender Demonstrationsprojekte unter Berücksichtigung einer bereichsübergreifenden Konzeptentwicklung weiterhin als ein Förderinstrument von zentraler Bedeutung betrachtet wird. Ein Teilaspekt entsprechender Forschungsvorhaben sollte hier zukünftig auf die Befähigung prozesstechnischer Anlagen zur Auskoppelung von Abwärme abzielen.



Thementisch 17: DekarB: Gesellschaftliche Dynamiken in Industrieclustern – Hürden verstehen, Wandel gestalten

Dr. Stefanie Seitz (Fraunhofer IKTS), Jana Liebe (ThEEN e. V.)

Das Projekt **DekaRB – Dekarbonisierung für eine Resiliente Wirtschaft Beschleunigen** zielt darauf, Maßnahmen zu entwickeln, die Unternehmen dabei unterstützen, ihre Energieversorgung klimaneutral und zugleich krisenfest zu gestalten. Im Mittelpunkt stehen nicht-technische Hemmnisse wie organisatorische Unsicherheiten, kulturelle Vorbehalte oder fehlendes Vertrauen in neue Technologien. Das Konsortium aus Fraunhofer IKTS, der Friedrich-Schiller-Universität Jena und den ThEEN e.V. untersucht gemeinsam mit Praxispartnern diese Faktoren und entwickelt praxisnahe Lösungsstrategien. Im Rahmen des Thementisches wurde das erste **Whitepaper** als Arbeitsergebnis des Projekts vorgestellt. Das Dokument analysiert auf Grundlage von 44 Interviews mit Fachleuten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft die Herausforderungen und nicht-technischen Hemmschwellen bei der Umsetzung der Dekarbonisierung im produzierenden Gewerbe. Es beleuchtet strukturelle, soziale und politische Faktoren, die die Energiewende beeinflussen – im Folgenden kurz zusammengefasst:

- Die Umsetzung der Dekarbonisierung variiert regional. Besonders energieintensive Industrien mit Investitionskapazitäten sind aktiv, dennoch führen Unsicherheiten und Abhängigkeiten von externen Zentren zu Verzögerungen bei Investitionen.
- Unklare und wechselhafte politische Rahmenbedingungen sowie fehlende langfristige Strategien hemmen Investitionsentscheidungen und führen zu abwartendem Verhalten von Unternehmen und Privatpersonen. Kommunale Akteure setzen oft andere Prioritäten.
- Fehlende Schnittstellenkompetenz behindert Wissenstransfer
- Bürger:innen und Beschäftigte fühlen sich bei Entscheidungen zur Energiewende oft nicht ausreichend eingebunden, was zu Frustration und Misstrauen führt. Beteiligung bleibt oft symbolisch und beim informativen Charakter. Informationsdefizite und fehlende transparente Kommunikation verstärken Skepsis und Ablehnung, auch durch Desinformation in sozialen Medien.
- Komplexe und langsame Verwaltungsprozesse sowie widersprüchliche Zielsetzungen verschiedener Behörden verzögern Dekarbonisierungsprojekte und erschweren eine effektive Bürgerbeteiligung. Fehlende ganzheitliche Beratungsangebote für Unternehmen und Kommunen verstärken diese Probleme.
- Viele Menschen empfinden die Energiewende als zu schnell und wirtschaftlich riskant. Ängste vor Arbeitsplatzverlust, sozialem Statusverlust und ungerechter Lastenverteilung führen zu Widerständen. Konflikte spiegeln sich in Protesten gegen Infrastrukturprojekte und emotional aufgeladenen Debatten um Windkraft wider. (Rechts-)populistische Akteure nutzen diese Konflikte teilweise für politische Zwecke.

Auf dieser Basis haben wir 10 Thesen entwickelt, die mit den Tischrundenteilnehmerinnen und -teilnehmern diskutiert und weiterentwickelt wurden.

In der ersten Diskussionsrunde kamen **Expert:innen aus Wissenschaft und Netzwerken** zu Wort, die vielfältige Perspektiven auf die gesellschaftlichen Dynamiken der Dekarbonisierung einbrachten. Eine



Wissenschaftlerin der TU Berlin betonte die Notwendigkeit, Unternehmen auf kommunaler Ebene Räume für offene Debatten zu schaffen und ihnen mehr Handlungssicherheit zu geben. Sie hob hervor, dass gerade auf lokaler Ebene Unsicherheiten und fehlende Klarheit oft Investitionsentscheidungen erschweren. Dabei verwies sie auf die Bedeutung von transparenten Informationsangeboten und die Schaffung von vertrauensvollen Dialogformaten, um Ängste und Vorbehalte abzubauen.

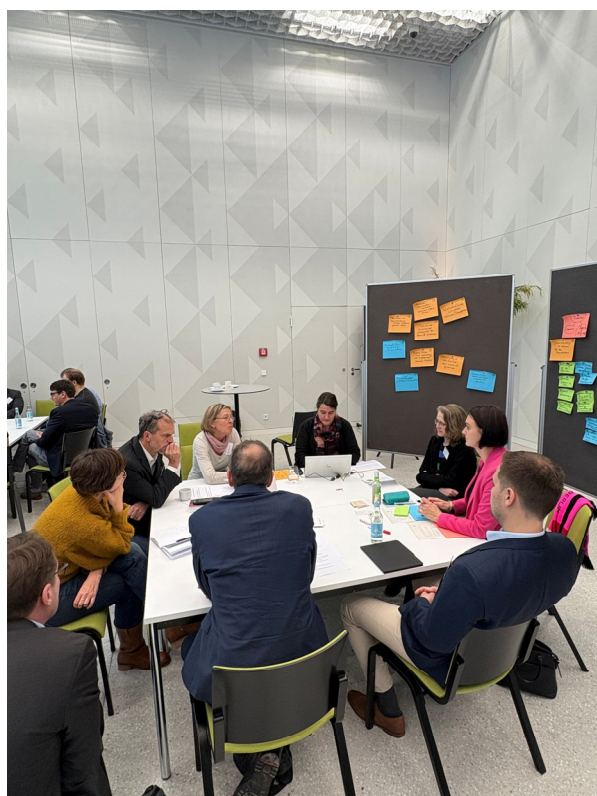
Eine Wissenschaftlerin vom KIT-ITAS ergänzte, dass eine gemeinsame Visionsbildung mit den Menschen vor Ort essenziell sei, um Akzeptanz und Vertrauen zu fördern. Sie erläuterte, wie wichtig es sei, die unterschiedlichen Interessen und Bedürfnisse der Akteursgruppen frühzeitig zu integrieren, um Konflikte zu vermeiden und eine breite gesellschaftliche Unterstützung zu sichern. Besonders wichtig sei dabei die frühzeitige Einbindung des Handwerks, das als Schlüsselakteur in der Umsetzung von Energiewende-Maßnahmen gilt, da es direkten Kontakt zu den Bürger:innen hat und als vertrauenswürdiger Vermittler fungieren kann. Ein PtJ-Referent unterstrich die Wichtigkeit von Capacity Building, also Fachwissen und methodische Kompetenzen, um die Transformation zu bewältigen. Die Rolle von Netzwerken und sogenannten „Kümmerern“ vor Ort, die als Multiplikatoren positive Erfahrungen verbreiten und so Hemmnisse abbauen können, ist dabei nicht zu unterschätzen. Er berichtete von erfolgreichen Praxisbeispielen, in denen lokale Initiativen durch gezielte Unterstützung und Vernetzung eine spürbare Dynamik entfalten konnten.

Jana Liebe von ThEEN e.V. betonte, dass eine fehlende Kommunikation dazu führe, dass die Transformation nicht als gemeinschaftliche Aufgabe wahrgenommen werde, was Widerstände verstärke, die sich in „Wut gegen Bevormundung“ äußert. Sie forderte eine stärkere Einbindung aller gesellschaftlichen Gruppen und eine klare Kommunikation der Vorteile und Chancen der Dekarbonisierung, um Ängste vor Arbeitsplatzverlust und sozialer Ungerechtigkeit zu adressieren.

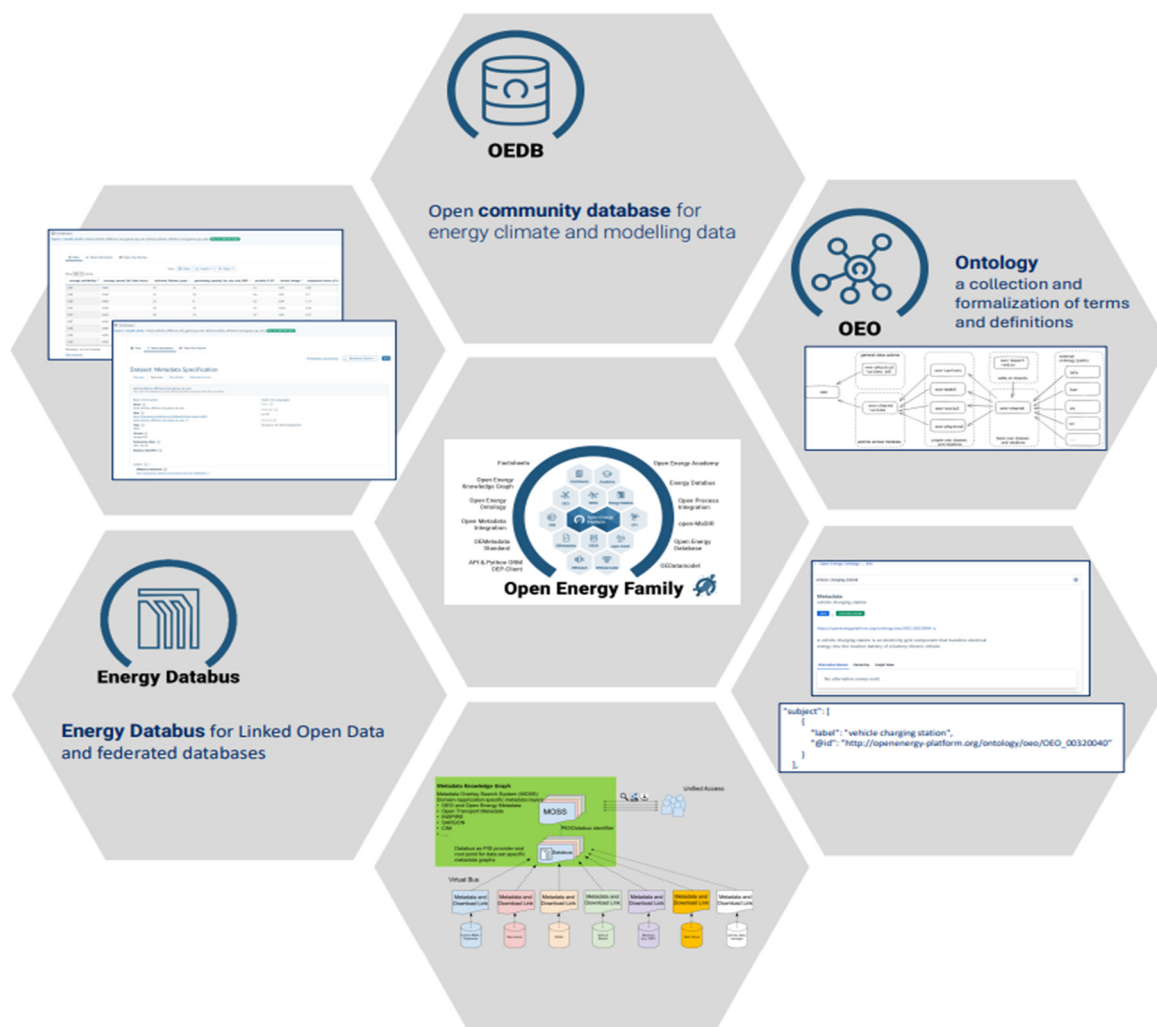
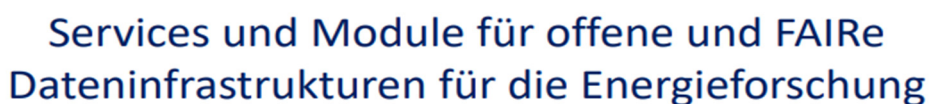
Die zweite Diskussionsrunde richtete den **Fokus auf technologische und politische Herausforderungen**. Zwei Forschende vom Fraunhofer ISE erläuterten, dass Investitionen in neue Technologien häufig an Unsicherheiten scheiterten, die durch hohe Strompreise und mangelnde Erprobung innovativer Systeme verstärkt würden. Sie hoben hervor, dass neben technischen Aspekten auch wirtschaftliche Rahmenbedingungen und politische Stabilität entscheidend für die Akzeptanz und Umsetzung neuer Technologien seien. Ein Vertreter aus der Solarindustrie in Süddeutschland wies darauf hin, dass ein fehlender Austausch zwischen Industrie und Politik Raum für Desinformation und Missverständnisse lasse, was die Akzeptanz erschwere. Er plädierte für einen kontinuierlichen Dialog und eine stärkere Einbindung der Industrie in politische Entscheidungsprozesse, um realistische und praktikable Rahmenbedingungen zu schaffen. Zwei Forschende vom Institut für Sozialökologische Forschung und vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt betonten, dass ohne klare politische Anreize und Beteiligungsformate die notwendige Dynamik für den Wandel ausbleibe. Sie verwiesen auf die Bedeutung von partizipativen Prozessen, die Bürger:innen und andere Akteure aktiv in die Gestaltung der Energiewende einbinden. Eine Forschende des Instituts für Stadtforschung und Strukturpolitik und ein Referent des BMW machten deutlich, dass Forschung nicht nur technisch fokussiert, sondern auch politisch wirksam sein müsse. Dazu sei eine aktive Argumentationsarbeit erforderlich, um die Menschen mitzunehmen, sie zu überzeugen, dass der Wandel gut ist. Sie unterstrichen die Notwendigkeit, wissenschaftliche Erkenntnisse verständlich zu kommunizieren und politische Entscheidungsträger:innen bei der Entwicklung von Strategien zu unterstützen.

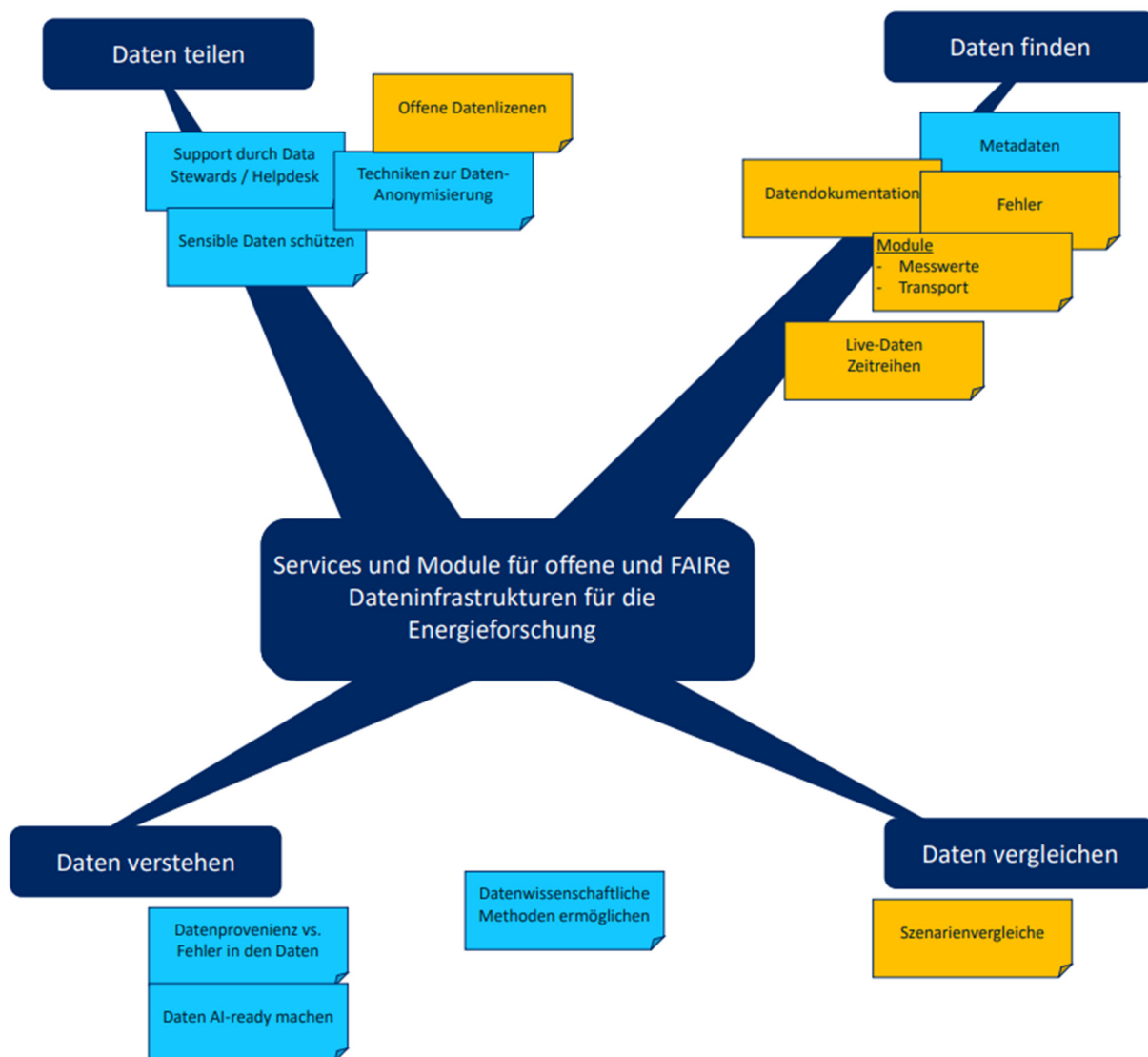


Die erste Runde unterstrich die Bedeutung von transparenten Kommunikationsstrategien und der Einbindung aller gesellschaftlichen Gruppen, insbesondere auf lokaler Ebene. Die Expert:innen betonten, dass Netzwerke und Multiplikatoren vor Ort essenzielle Rollen spielen, um Hemmnisse abzubauen und Akzeptanz zu fördern. Die Einbindung von Handwerk und Bürger:innen wurde als Schlüssel für eine breite gesellschaftliche Unterstützung hervorgehoben. Die zweite Runde ergänzte diese Perspektive um die technologische und politische Dimension. Hier wurde die Notwendigkeit klar, politische Anreize zu setzen und partizipative Formate zu etablieren, die Bürger:innen und Industrie gleichermaßen einbinden. Die Diskussion zeigte, dass Forschung und Politik Hand in Hand gehen müssen, um wissenschaftliche Erkenntnisse verständlich zu kommunizieren und praktikable Rahmenbedingungen zu schaffen. Insgesamt wurde deutlich, dass Dekarbonisierung nicht nur eine technische Herausforderung ist, sondern vor allem ein politisches und gesellschaftliches Projekt, das Mut, Kommunikation und aktive Teilhabe erfordert. Die Energiewende braucht neben innovativen Technologien vor allem verlässliche politische Strategien und eine breite gesellschaftliche Akzeptanz, um nachhaltig und krisenfest gestaltet zu werden.



Carsten Hoyer-Klick (DLR)





Kontakt:

*Geschäftsstelle der Forschungsnetzwerke Energie
Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich*

