

Arbeitspapier: Energiewendeforschungs- Roadmap

für das Land Schleswig-Holstein

Transformationspfade zur Klimaneutralität 2040

Stand 01/2026

Das Landeskompetenzzentrum Energiewendeforschung bei der EKSH hat unter Einbezug aller Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, sowie Wirtschaft, Politik und Gesellschaft im Dezember 2025 eine gemeinsame Energiewendeforschungs-Roadmap für das Land Schleswig-Holstein erarbeitet. Diese wird in einem iterativen Prozess kontinuierlich aktualisiert und fortgeschrieben.

Das Landeskompetenzzentrum Energiewendeforschung Schleswig-Holstein setzt die Methodik „Visual Roadmapping“ ein, um unterschiedliche Perspektiven, Bedarfe und Visionen aus Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zusammenzuführen.

Damit dient die Roadmap den Forschenden selbst zur Ausrichtung ihrer Forschung, Hochschulpräsidenten zur Schwerpunktsetzung sowie Energiepolitik, Wirtschaft und Gesellschaft zur Orientierung.

Außerdem verfolgt sie das Ziel, Fördermittel nach Schleswig-Holstein zu leiten, indem die Förderkulisse auf Bundes- und EU-Ebene durch Aufzeigen der Forschungsbedarfe dahingehend gestaltet wird, dass diese weitgehend in Förderprogramme einfließen. Zusätzlich kann der Landesförderfonds Energiewendeforschung (LEF) strategisch auf die „technologischen Innovationen und wissenschaftlichen Erkenntnisse (Outputs)“ der Roadmap ausgerichtet werden, um gezielt Forschungsthemen entlang der Roadmap zu fördern.

Arbeitsdokument in Vorbereitung auf Gesamtversion
(erscheint voraussichtlich Mai 2026)

Inhalt

1.	Visual Roadmapping in der Energiewendeforschung SH.....	3
1.1.	Methodik.....	3
2.	Interpretation der vier Roadmap-Dimensionen	4
2.1.	Input: Gesellschaftliche, politische und institutionelle Rahmenbedingungen.....	4
	Input – Heute: Umsetzungstempo, Geschäftsmodelle, Geopolitik	4
	Input 2025–2030: Institutionelle Stabilisierung und tragfähige Anreize.....	4
	Input 2030–2035: Fortschritt durch Standardisierung und Vergleichbarkeit	4
	Einordnung 2035–2040: Krisenfeste und adaptive Rahmenbedingungen.....	5
	Fazit.....	5
2.2.	Output (Technologische Innovationen und wissenschaftliche Erkenntnisse).....	5
	Der wissenschaftliche Beitrag zur Klimaneutralität.....	5
	Output – Heute: Grundlagen schaffen und Systeme verstehen.....	5
	Output 2025–2030: Integration, Digitalisierung und Erprobung	6
	Output 2030–2035: Skalierung, Systemreife und neue Energiesysteme	6
	Einordnung 2035–2040: Plausible Offenheit statt Scheingenauigkeit.....	7
	Fazit.....	7
2.3.	Outcome: Wirkungsebene in Sektoren und Anwendungen	7
	Outcome - Heute: Erste Effekte durch anwachsende Vergleichbarkeit.....	7
	Outcome 2025–2030: Transformation durch Transparenz und Koordination.....	7
	Outcome 2030–2035: Sektorübergreifende Integration klimaneutraler Systeme.....	7
	Outcome 2035–2040: Vollständig erneuerbare, resiliente Systemlandschaft	8
	Fazit.....	8
2.4.	Impact: Impact und gesellschaftliche Missionen	8
	Impact Heute: Gemeinsames Ziel, begrenzte Durchdringung.....	8
	Impact 2025–2030: Transformation wird erfahrbar.....	8
	Impact 2030–2035: Klimaneutralität als gesellschaftlicher Standard.....	8
	Impact 2035–2040: Stabiler und zukunftsfähiger Zielzustand.....	9
	Fazit.....	9
3.	Transformationspfade zur Klimaneutralität 2040.....	10
4.	Zusammenfassung und Ausblick.....	17

1. Visual Roadmapping in der Energiewendeforschung SH

1.1. Methodik

Visual Roadmapping ist ein **Orientierungsinstrument** der strategischen Vorausschau, mit dem komplexe Transformationsprozesse über längere Zeiträume hinweg strukturiert betrachtet werden können. Es wird eingesetzt, um **mögliche Entwicklungspfade** sichtbar zu machen, Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Themenfeldern zu verstehen und langfristige Zielbilder mit heutigen Entscheidungen in Beziehung zu setzen. Roadmapping zielt dabei nicht auf Prognosen, sondern auf **Orientierung und gemeinsame Verständigung**.

Das Landeskompetenzzentrum Energiewendeforschung Schleswig-Holstein setzt Visual Roadmapping ein, um unterschiedliche Perspektiven, Bedarfe und Visionen aus Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zusammenzuführen. Die hier vorgestellte **übergreifende Roadmap** ist das Ergebnis eines gemeinsamen Workshops in Kiel, an dem Vertreterinnen und Vertreter aus allen sieben Fokusfeldern der Energiewendeforschung SH sowie aus Politik und Wirtschaft beteiligt waren. In diesem Prozess wurden bestehendes Wissen, aktuelle Forschungsaktivitäten und zukünftige Herausforderungen gebündelt und in eine gemeinsame Struktur überführt.

Roadmapping hilft dabei, **Komplexität handhabbar** zu machen, ohne sie zu reduzieren. Es zeigt auf, welche **Entwicklungen** zeitlich aufeinander aufbauen, wo **Abhängigkeiten** bestehen und an welchen Stellen gezielte Impulse besonders wirksam sein können. In der Energiewende, die durch Unsicherheiten, dynamische Rahmenbedingungen und vielfältige Akteurskonstellationen geprägt ist, unterstützt Roadmapping den Dialog über Prioritäten und mögliche Entwicklungspfade.

Gleichzeitig ist Roadmapping kein Umsetzungs- oder Maßnahmenplan. Die ausgearbeitete Roadmap ersetzt weder politische Entscheidungen noch detaillierte Fach- oder Investitionsplanungen. Sie abstrahiert bewusst von einzelnen Technologien und kurzfristigen Maßnahmen, um eine **konzeptionelle Gesamtsicht** zu ermöglichen. Ihr Mehrwert liegt darin, Lernprozesse zu strukturieren, unterschiedliche Sichtweisen zu integrieren und **strategische Orientierung** für die weitere Ausarbeitung zu geben. Dabei werden **notwendige Zwischenschritte** auf dem Weg zur Klimaneutralität 2040 sichtbar gemacht und der **Beitrag wissenschaftlicher Forschung** hervorgehoben, der erforderlich ist, um ambitionierte Zielsetzungen in **umsetzbare Entwicklungspfade** zu überführen.

Die Roadmap wird entlang einer Zeitachse von 2025 (Status quo) bis 2040 (Zielperspektive) entwickelt. Vertikal gliedert sie den **Transformationsprozess in vier kohärente Dimensionsebenen**, die sowohl den Forschungsprozess als auch den gesellschaftlichen Wandel abbilden.

- **Input** (*Gesellschaftliche, politische und Institutionelle Rahmenbedingungen*) bezeichnet die strukturellen, politischen und gesellschaftlichen Voraussetzungen eines Prozesses
- **Output** (*Technologische Innovationen und wissenschaftliche Erkenntnisse*) umfasst die unmittelbaren Ergebnisse, die durch Aktivitäten oder Forschung entstehen
- **Outcome** (Wirkungsebene in Sektoren und Anwendungen) beschreibt die daraus resultierenden Veränderungen in Systemen, Strukturen oder Verhaltensweisen
- **Impact** (*Impact und gesellschaftliche Missionen*) bezeichnet die langfristigen gesellschaftlichen Wirkungen oder Missionen, die mit dem Prozess erreicht werden sollen.

Die Erstellung der Roadmap erfolgt durch die Kombination zweier methodischer Ansätze:

Backcasting

Von der Zielperspektive 2040 wird rückwärts analysiert:

- welche systemischen Veränderungen (Outcome) bis dahin erreicht sein müssen,

- welche technologischen und nicht-technologischen Ergebnisse (Output) benötigt werden,
- welche Rahmenbedingungen (Input) vorab zu schaffen sind.

Roadmapping

Vom Status quo 2025 aus werden zeitliche Sequenzen, Meilensteine, kritische Entscheidungen und Abhängigkeiten vorwärts kartiert.

Die Kombination beider Methoden ermöglicht ein konsistentes Verständnis der notwendigen Transformationspfade.

Die Zeitachse wird nicht kontinuierlich, sondern in 5-Jahres-Zeiträumen von z.B. 2030 bis 2025 angeben.

2. Interpretation der vier Roadmap-Dimensionen

2.1. Input: Gesellschaftliche, politische und institutionelle Rahmenbedingungen

Input – Heute: Umsetzungstempo, Geschäftsmodelle, Geopolitik

Es werden beschleunigte rechtliche und administrative Verfahren benötigt. Es steht außer Frage, dass rechtliche Rahmenbedingungen das Umsetzungstempo der Energiewende beeinflussen.

Umsetzungsfähige Geschäfts- und Akteursmodelle sind unabdingbar, denn eine breitenwirksame Transformation erfordert Geschäftsmodelle, die auf handelnde Akteure ausgerichtet sind.

Der industriepolitische und geopolitische Rahmen ist ausschlaggebend, da die Energiewende in internationale Wettbewerbs- und Machtverhältnisse eingebettet ist.

Input 2025–2030: Institutionelle Stabilisierung und tragfähige Anreize

Regulatorische Anerkennung und Bewertungslogiken sind erstellt: sie definieren, was als klimaneutral, förderfähig und wirksam gilt.

Soziale Sicherungs- und Unterstützungsmechanismen etabliert und verhindern strukturelle Verwerfungen.

Institutionelle Zuständigkeiten, Entscheidungsstrukturen und Koordinationsmechanismen sind aufgebaut und handlungsfähig.

Preis-, Anreiz- und Marktregeln des Energiesystems sind aufgestellt und schaffen ökonomische Rahmenbedingungen als konsistente Anreize für klimaneutrale Entscheidungen.

Die Wissens-, Fachkräfte- und Innovationsinfrastruktur ist eine wesentliche Voraussetzung: Personelle, akademische und unternehmerische Kapazitäten für Transformation sind institutionell verankert.

Input 2030–2035: Fortschritt durch Standardisierung und Vergleichbarkeit

Bewertungs- und Anreizsysteme erfassen Umweltwirkungen systematisch und vergleichbar.

Regulatorische Vorgaben und technische Standards ermöglichen einen sicheren, effizienten und flexiblen Systembetrieb.

Standardisierte Prozesse und Regeln ermöglichen Skalierung, Interoperabilität und Kostensenkung.

Einordnung 2035–2040: Krisenfeste und adaptive Rahmenbedingungen

Alle zuvor genannten strukturellen, politischen und gesellschaftlichen Voraussetzungen eines Prozesses sind erfüllt und weiterentwickelt, wobei die Anpassungsfähigkeit und -geschwindigkeit auf z.B. sich ständig ändernde geopolitische Rahmen zunehmen muss.

Fazit

Die Input-Ebene der Roadmap macht deutlich, dass gesellschaftliche, politische und institutionelle Rahmenbedingungen eine zentrale Voraussetzung für das Gelingen der Energiewende bis 2040 in Schleswig-Holstein sind. Klare Regeln, tragfähige Anreizstrukturen und leistungsfähige Institutionen ermöglichen es, wissenschaftliche Erkenntnisse, technologische Entwicklungen und gesellschaftliche Interessen miteinander zu verbinden. Die Input-Ebene bildet damit keinen statischen Rahmen, sondern eine lernfähige Grundlage, die Anpassung, Skalierung und Stabilisierung der Transformation über den gesamten Zeitraum hinweg unterstützt.

2.2. Output (Technologische Innovationen und wissenschaftliche Erkenntnisse)

Der wissenschaftliche Beitrag zur Klimaneutralität

Die vorliegende Roadmap macht deutlich, dass Klimaneutralität 2040 nicht allein durch den Ausbau einzelner Technologien erreichbar ist, sondern auf einer kontinuierlichen wissenschaftlichen Begleitung, Weiterentwicklung und Integration komplexer Energiesysteme beruht. Die Output-Ebene beschreibt dabei jene technologischen Innovationen, methodischen Ansätze und wissenschaftlichen Erkenntnisse, die notwendig sind, um politische Zielsetzungen, gesellschaftliche Erwartungen und wirtschaftliche Anforderungen in tragfähige Transformationspfade zu überführen.

Wissenschaft übernimmt in diesem Verständnis eine doppelte Rolle: Zum einen entwickelt sie neue technische, digitale und systemische Lösungen, zum anderen schafft sie die Wissensgrundlagen, um Wechselwirkungen, Zielkonflikte und Skalierungsfragen frühzeitig zu erkennen. Die Output-Ebene bildet damit das zentrale Bindeglied zwischen heutigen Forschungsaktivitäten und den späteren Wirkungen auf Energiesystem, Wirtschaft und Gesellschaft.

Output – Heute: Grundlagen schaffen und Systeme verstehen

In der aktuellen Phase liegt der Schwerpunkt der Energiewendeforschung auf dem Verständnis und der Weiterentwicklung zentraler Systemgrundlagen. Wissenschaftliche Arbeit konzentriert sich darauf, bestehende Energiesysteme, Infrastrukturen und gesellschaftliche Rahmenbedingungen analytisch zu durchdringen und konzeptionell weiterzuentwickeln.

Ein zentraler Fokus liegt auf Energiesystemen, Netzen und Infrastruktur. Hier arbeitet die Forschung an technischen, räumlichen und systemischen Konzepten, um die Integration erneuerbarer Energien, die Stabilität der Netze und die zukünftige Ausgestaltung der Infrastruktur zu analysieren. Diese Arbeiten schaffen die Voraussetzung, um spätere Systementscheidungen fundiert treffen zu können.

Parallel dazu gewinnt die Forschung zu Governance, Geschäftsmodellen und Regulierung an Bedeutung. Wissenschaft untersucht institutionelle, regulatorische und ökonomische Wirkzusammenhänge der Energiewende und analysiert, wie Steuerungsmechanismen, Marktmodelle und politische Instrumente gestaltet sein müssen, um Transformation zu ermöglichen.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf Industrie, Digitalisierung und Ressourcen. Hier werden wissenschaftliche Grundlagen für die Transformation energieintensiver Industrien, für digitale Anwendungen sowie für den effizienten Umgang mit Ressourcen gelegt. Digitale Technologien werden dabei nicht als Selbstzweck betrachtet, sondern als Enabler für Effizienz, Transparenz und Systemsteuerung.

Ergänzt wird dies durch Arbeiten zu Gesellschaft, Akzeptanz und Wissenssystemen. Forschung adressiert kommunikative, soziale und wissensbezogene Grundlagen der

Energiewende und trägt dazu bei, gesellschaftliche Akzeptanz, Beteiligung und Verständigung zu stärken.

Schließlich bilden Mobilität und sektorale Transformation einen weiteren Grundpfeiler der aktuellen Output-Ebene. Wissenschaft entwickelt hier konzeptionelle Grundlagen für die klimaneutrale Integration des Verkehrs in das Gesamtsystem.

Output 2025–2030: Integration, Digitalisierung und Erprobung

In der Zeitscheibe bis 2030 verschiebt sich der wissenschaftliche Fokus von der primären Analyse hin zur Integration, digitalen Durchdringung und praktischen Erprobung von Energiesystemen. Forschung wird stärker anwendungsnah und systemisch.

Ein zentrales Feld ist die Weiterentwicklung von Energieinfrastruktur und Sektorkopplung. Wissenschaft arbeitet an der Kopplung von Strom, Wärme, Wasserstoff und Industrie sowie an der Ausgestaltung hybrider Infrastrukturen. Ziel ist es, physische Systeme so zu gestalten, dass sie flexibel, skalierbar und resilient betrieben werden können.

Gleichzeitig gewinnt die digitale Systemmodellierung erheblich an Bedeutung. Digitale Energiesysteme, Datenmodelle und Simulationen werden entwickelt, um komplexe Zusammenhänge analysierbar zu machen und Entscheidungsprozesse zu unterstützen. Wissenschaft liefert hier Werkzeuge, mit denen Planung, Optimierung und Bewertung von Transformationspfaden möglich werden.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf Governance, Entscheidungsprozessen und Systemsteuerung. Forschung entwickelt und testet neue Governance-Modelle, Entscheidungsinstrumente und Steuerungsansätze, die der Komplexität sektorübergreifender Transformationsprozesse gerecht werden.

Mit Reallaboren, Demonstratoren und industrieller Umsetzung entsteht ein zentraler Output-Strang, der Lernen unter realen Bedingungen ermöglicht. Wissenschaftliche Erkenntnisse werden in Pilotanwendungen überführt, um Skalierungsfragen, Akzeptanz und technische Machbarkeit zu überprüfen.

Flankierend dazu arbeitet die Forschung an Leistungselektronik, Komponenten und Hardware-Innovationen. Diese technologischen Schlüsselkomponenten sind essenziell für Effizienz, Stabilität und Resilienz zukünftiger Energiesysteme.

Output 2030–2035: Skalierung, Systemreife und neue Energiesysteme

In der Phase bis 2035 rücken skalierte, integrierte und systemreife Lösungen in den Vordergrund. Die Output-Ebene beschreibt hier Forschungsarbeiten, die über Einzeltechnologien hinausgehen und ganze Energiesysteme adressieren.

Ein wichtiger Schwerpunkt sind Offshore-Energiesysteme und hybride Erzeugung. Wissenschaft entwickelt integrierte Konzepte, die verschiedene erneuerbare Erzeugungsformen kombinieren und Kopplung sowie Resilienzsteigerung ermöglichen.

Eng damit verbunden sind Wasserstoffsysteme und Power-to-X-Anwendungen. Forschung begleitet die Skalierung von Wasserstoff- und PtX-Systemen für Industrie, maritime Anwendungen und Energiespeicherung und analysiert deren Systemwirkungen.

Im Bereich Energieinfrastruktur, hybride Netze und Systembetrieb liegt der Fokus auf dem stabilen Betrieb komplexer Systeme mit hohem Anteil erneuerbarer Energien. Wissenschaft liefert hier Konzepte, Modelle und Betriebsstrategien für ein hochdynamisches Energiesystem.

Mit Speichertechnologien und Kreislaufwirtschaft wird ein weiterer zentraler Output-Strang sichtbar. Forschung arbeitet an der Weiterentwicklung, Bewertung und Integration nachhaltiger Speicherlösungen und adressiert zugleich Fragen der Ressourceneffizienz und Kreislaufführung.

Ergänzt wird dies durch autonome Mobilität und maritime Sicherheitssysteme, in denen digitale, autonome und KI-basierte Systeme für eine klimaneutrale Mobilität erforscht werden.

Reallabore entwickeln sich in dieser Phase zu Experimentier- und Transformationsräumen auf Systemebene, in denen komplexe Energiesysteme unter realen Bedingungen getestet und weiterentwickelt werden.

Einordnung 2035–2040: Plausible Offenheit statt Scheingenauigkeit

Für den Zeitraum nach 2035 wurden auf der Output-Ebene bewusst keine weiteren übergreifenden wissenschaftlichen Schwerpunkte definiert. Dieses Ergebnis ist plausibel und konsistent mit dem Anspruch strategischer Vorausschau. Technologische, gesellschaftliche und geopolitische Entwicklungen lassen sich über einen Horizont von mehr als zehn Jahren nur begrenzt belastbar antizipieren.

Die Roadmap macht damit transparent, dass Wissenschaft in der Energiewende nicht in starren Zielbildern, sondern in lernenden, adaptiven Entwicklungsprozessen agiert. Die Offenheit der Output-Ebene ab 2035 ist kein Defizit, sondern Ausdruck eines reflektierten Umgangs mit Unsicherheit und Komplexität.

Fazit

Die Output-Ebene der Roadmap zeigt eindrücklich, dass der Beitrag der Wissenschaft zur Klimaneutralität 2040 in Schleswig-Holstein vor allem darin liegt, Systemverständnis zu schaffen, Integration zu ermöglichen und Lernprozesse zu strukturieren. Wissenschaftliche Outputs sind dabei nicht isolierte Technologien, sondern Bausteine eines umfassenden Transformationswissens, das politische Entscheidungen, wirtschaftliche Investitionen und gesellschaftliche Aushandlungsprozesse fundiert unterstützt.

2.3. Outcome: Wirkungsebene in Sektoren und Anwendungen

Outcome - Heute: Erste Effekte durch anwachsende Vergleichbarkeit

Technologien und Maßnahmen können in zunehmenden Maß bewertet und vergleichbar gemacht werden.

In einzelnen Sektoren zeigen sich bereits erste Wirkungen durch Effizienzsteigerung, Technologiewechsel und Nachfrageanpassung.

Outcome 2025–2030: Transformation durch Transparenz und Koordination

Akteure treffen informierte, koordinierte und transparente Entscheidungen im Transformationsprozess.

Das Strom- und Energiesystem ist datenbasiert transparent, flexibel steuerbar und systemeffizient betreibbar.

Transformation wird durch qualifizierte Akteure getragen, akzeptiert und praktisch umgesetzt.

Klimaneutrale Technologien werden industriell und sektorübergreifend skaliert und stärken nationale Wertschöpfungsketten.

Markt- und Preisstrukturen setzen wirksame Anreize für Flexibilität, Effizienz und netzdienliches Verhalten.

Outcome 2030–2035: Sektorübergreifende Integration klimaneutraler Systeme

Mobilität ist flächendeckend klimaneutral, vernetzt und bedarfsgerecht organisiert.

Energiesysteme sind sektorübergreifend integriert, hochflexibel und robust gegenüber Volatilitäten.

Wasserstoff- und Speichertechnologien sind technisch ausgereift, wirtschaftlich und systemdienlich integriert.

Netze sind auf hohe Dezentralität, neue Betriebslogiken und digitale Steuerung ausgelegt.

Klimaneutralität stärkt Wertschöpfung, Innovationsfähigkeit und soziale Fairness.

Outcome 2035–2040: Vollständig erneuerbare, resiliente Systemlandschaft

Energieversorgung basiert vollständig auf erneuerbaren Quellen und ist systemisch effizient organisiert.

Unvermeidbare Emissionen werden systematisch erfasst, genutzt oder dauerhaft gespeichert.

Energiesysteme sind robust gegenüber Störungen, Extremereignissen und systemischen Risiken.

Wasserstoff ist systemisch integriert und international wirtschaftlich eingebunden.

Mobilität und Raumplanung ist klimaneutral, integriert und ressourcenschonend organisiert.

Fazit

Die Outcome-Ebene der Roadmap zeigt, wie sich wissenschaftliche Erkenntnisse, technologische Entwicklungen und politische Rahmenbedingungen in konkrete Wirkungen in Sektoren und Anwendungen übersetzen. Sie beschreibt den Übergang von ersten, vergleichbaren Effekten hin zu integrierten, flexiblen und resilienten Systemen. Entscheidend ist dabei das Zusammenspiel von Technologien, Marktmechanismen und Akteursentscheidungen. Die Outcome-Ebene macht sichtbar, wo Transformation tatsächlich greift, im Betrieb von Energie- und Verkehrssystemen, in industriellen Wertschöpfungsketten und in der praktischen Umsetzung, und wie Forschung dazu beiträgt, diese Wirkungen systematisch zu ermöglichen und zu stabilisieren.

2.4. Impact: Impact und gesellschaftliche Missionen

Impact Heute: Gemeinsames Ziel, begrenzte Durchdringung

Technologische Lösungen zur Minderung unvermeidbarer Emissionen werden zunehmend akzeptiert.

Ein sicheres und resilientes Energiesystem gilt als zentrale Voraussetzung der Transformation.

Klimaneutralität ist als strategisches Ziel in Industrie, Innovation und Wissenschaft anerkannt, aber noch nicht durchgängig handlungsleitend.

Impact 2025–2030: Transformation wird erfahrbar

Klimaneutralität wird als Beitrag zu Lebensqualität, Gesundheit und Alltagstauglichkeit erlebt.

Innovation, Geschäftsmodelle und Standards machen Klimaneutralität wirtschaftlich attraktiv.

Arbeitsmärkte und Qualifikationen entwickeln sich aktiv mit der Transformation.

Die Energiewende wird verstanden, akzeptiert und als gemeinschaftliches Projekt getragen.

Energie ist zuverlässig, bezahlbar und zunehmend klimaneutralverfügbar.

Impact 2030–2035: Klimaneutralität als gesellschaftlicher Standard

Der Ausstieg aus fossilen Energien gelingt fair, inklusiv und unabhängig von individueller wirtschaftlicher Stärke.

Klimaneutralität geht mit messbarem Schutz von Natur, Umwelt und Ressourcen einher.

Das Energiesystem ist klimaneutral, zuverlässig und für Bürgerinnen und Bürger wie Unternehmen nachvollziehbar.

Klimaneutrale Mobilität ist flächendeckend verfügbar und gesellschaftlicher Standard.

Klimaneutralität stärkt den Standort und zieht zukunftsfähige Industrie an.

Impact 2035–2040: Stabiler und zukunftsfähiger Zielzustand

Energie ist klimaneutral, bezahlbar, krisenfest und strategisch abgesichert.

Unvermeidbare Emissionen werden verantwortungsvoll und dauerhaft kompensiert.

Schleswig-Holstein ist ein wettbewerbsfähiger, klimaneutraler Industrie-, Energie- und Wirtschaftsstandort.

Fazit

Die Impact-Ebene der Roadmap beschreibt die langfristigen gesellschaftlichen Wirkungen der Transformation und ihren Beitrag zur Zukunftsfähigkeit des Standorts Schleswig-Holstein. Sie zeigt, wie sich aus technologischen, institutionellen und sozialen Veränderungen eine neue klimaneutrale Normalität in entwickelt. Forschung leistet dabei einen zentralen Beitrag, indem sie Wirkungen nachvollziehbar macht, Zielkonflikte sichtbar hält und belastbare Grundlagen für Entscheidungen schafft. Auf dieser Basis kann sich Schleswig-Holstein als wettbewerbsfähiger, klimaneutraler Industrie-, Energie- und Wirtschaftsstandort etablieren, der Bezahlbarkeit, Resilienz und ökologische Verantwortung dauerhaft miteinander verbindet.

3. Transformationspfade zur Klimaneutralität 2040

Es zeichnen sich bisher sechs Pfade ab, die aufzeigen, welche Entwicklungen zeitlich aufeinander aufbauen und wo Abhängigkeiten bestehen. Diese Auflistung ist nicht ausschließlich. Sie verdeutlicht vielmehr, welche Möglichkeiten diese Methode bietet, Kausalitäten aufzuzeigen.

Systemische Energieversorgung ermöglichen

Eine bezahlbare, resiliente und souveräne Energieversorgung entsteht, wenn das Energiesystem frühzeitig als integriertes Gesamtsystem verstanden, gesteuert und weiterentwickelt wird.

Netto-Null dauerhaft absichern

Netto-Null wird erreicht, indem Emissionen gesamtbilanziell betrachtet und unvermeidbare Emissionen systematisch erfasst, bewertet und dauerhaft behandelt werden.

Klimaneutrale Mobilität als Grundversorgung

Klimaneutrale Mobilität wird zur gesellschaftlichen Grundversorgung, wenn Mobilität und Raum systematisch integriert und lokal umgesetzt werden.

Gebäude und Wärme als Anwendungsfeld der Energiewende

Gebäude und Wärme bilden ein zentrales Anwendungsfeld der Energiewendeforschung, in dem sich Wechselwirkungen zwischen Energiesystem, Marktmechanismen und Entscheidungen vieler Einzelakteure verdichten und maßgeblich die sozial verträgliche Umsetzung beeinflussen.

Transfer- und Innovationsräume schaffen

Transfer- und Innovationsräume ermöglichen es, Klimaneutralität nicht nur schneller, sondern systemisch klüger zu erreichen – durch Lernen im Betrieb statt Planung auf Vorrat.

Bezahlbare Energie, gerechte Teilhabe und sozialer Zusammenhalt im Transformationsprozess

Die Energiewende wird dann erfolgreich sein, wenn sie für alle bezahlbar bleibt, Sicherheit bietet und als gerechter gesellschaftlicher Prozess erlebt wird – nicht nur als technisches oder ökonomisches Projekt.

Systemische Energieversorgung ermöglichen

<<Eine bezahlbare, resiliente und souveräne Energieversorgung entsteht, wenn das Energiesystem frühzeitig als integriertes Gesamtsystem verstanden, gesteuert und weiterentwickelt wird.>>

Kurzbeschreibung

Der Weg zur Klimaneutralität im Energiesektor führt über den systematischen Aufbau von Wissen, Steuerungsfähigkeit und Integration. Digitale Modelle, Daten und Simulationen bilden die Grundlage, um das Energiesystem analysierbar, planbar und optimierbar zu machen. Darauf aufbauend werden Energieinfrastruktur, hybride Netze und der Systembetrieb schrittweise weiterentwickelt, sodass hohe Anteile erneuerbarer Energien sicher integriert werden können.

Entwicklungspfad

In der zweiten Hälfte der 2020er Jahre steht in der Dimension der Innovationen der Aufbau digitaler Energiesysteme und systemischer Modellierung im Mittelpunkt. Digitale Modelle, Datenräume und Simulationen ermöglichen es, Wechselwirkungen zwischen Erzeugung, Netzen, Verbrauch und Flexibilitäten sichtbar zu machen. Diese Systemkenntnis ist Voraussetzung, um Entscheidungen für Planung, Ausbau und Betrieb des Energiesystems fundiert treffen zu können.

Auf dieser Wissensbasis werden in den frühen 2030er Jahren Energieinfrastrukturen, hybride Netze und der Systembetrieb gezielt weiterentwickelt. Digitale Modelle und Simulationen werden genutzt, um Infrastrukturentscheidungen, Netzdesigns und Betriebsweisen zu testen und abzusichern, bevor sie in die Umsetzung gehen. Forschung trägt hier dazu bei, Integrationsgrenzen erneuerbarer Energien, Flexibilitätsbedarfe und Anforderungen an die Systemstabilität präzise zu bestimmen. Der Fokus liegt auf der sicheren Integration hoher Anteile erneuerbarer Energien und auf der Beherrschung zunehmender Volatilität. Das Energiesystem wird zunehmend als zusammenhängendes System betrieben und nicht mehr entlang einzelner Sektoren oder Technologien gesteuert.

In dieser Phase entstehen auf der Wirkungsebene integrierte, flexible und resiliente Energiesysteme, die sektorübergreifend funktionieren und auf unterschiedliche Belastungen reagieren können. Diese Systemintegration bildet die Voraussetzung für den Übergang zu einer vollständig erneuerbaren und zugleich effizienten Energieversorgung in der zweiten Hälfte der 2030er Jahre.

Auf Grundlage der kontinuierlichen Weiterentwicklung wissenschaftlicher Modelle und Bewertungen wird als Impact eine bezahlbare, resiliente und souveräne Energieversorgung erreicht, die Klimaneutralität dauerhaft absichert und als stabile Grundlage für gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung dient.

Netto-Null dauerhaft absichern

<<Netto-Null wird erreicht, indem Emissionen gesamtbilanziell betrachtet und unvermeidbare Emissionen systematisch erfasst, bewertet und dauerhaft behandelt werden.>>

Kurzbeschreibung

Der Umgang mit unvermeidbaren Emissionen ist eine zentrale Voraussetzung für Klimaneutralität. Bewertungs- und Anreizsysteme schaffen die Grundlage, um Umweltwirkungen vergleichbar zu erfassen und in Entscheidungen einzubeziehen. Darauf aufbauend werden Speichertechnologien und Kreislaufösungen weiterentwickelt und in das Energiesystem integriert. So entsteht ein geschlossenes CO₂-Management, das Netto-Null langfristig absichert.

Entwicklungspfad

Ab Anfang der 2030er Jahre werden Bewertungs- und Anreizsysteme auf politischer Ebene für Kreislaufwirtschaft und Emissionsminderung aufgebaut. Wissenschaftliche Akteure entwickeln Methoden zur vergleichbaren Erfassung von Umweltwirkungen, Emissionen und Speicherleistungen. Politik und Verwaltung nutzen diese Grundlagen, um Bewertungsmaßstäbe, Anrechnungsregeln und Anreizstrukturen festzulegen, die als verbindliche Entscheidungsgrundlage dienen.

Parallel dazu rückt die technologische Forschung zu Speichertechnologien und Kreislaufwirtschaft in den Fokus. Wissenschaftliche Arbeiten ermöglichen die Weiterentwicklung, systematische Bewertung und Kombination unterschiedlicher Speicher- und Kreislaufösungen. Entscheidend ist dabei nicht die Optimierung einzelner Technologien, sondern das Verständnis ihrer Systemfunktion: Forschung klärt, unter welchen Bedingungen Speicher- und Kreislaufösungen wirksam, skalierbar und langfristig tragfähig sind und wie sie in bestehende Energie- und Industriesysteme integriert werden können.

Der Einsatz erfolgt dort, wo Emissionen technisch oder wirtschaftlich nicht weiter vermieden werden können.

In der Mitte der 2030er Jahre ist ein geschlossenes CO₂-Management etabliert. Betreiber erfassen, bilanzieren und managen Emissionen im laufenden Betrieb. Bewertungs- und Anreizsysteme werden durch Verwaltung und Regulierungsinstanzen in den Regelbetrieb überführt und fortlaufend angepasst. Bewertungs- und Anreizsysteme sind in den Regelbetrieb überführt und werden auf Basis von Monitoring und wissenschaftlicher Begleitforschung kontinuierlich weiterentwickelt.

Am Ende dieses Entwicklungspfads ist Netto-Null als stabiler Zustand erreicht. Unvermeidbare Emissionen werden nicht mehr als Ausnahme behandelt, sondern sind integraler Bestandteil eines geregelten Systems. Klimaneutralität wird dadurch dauerhaft abgesichert und langfristig tragfähig gestaltet.

Klimaneutrale Mobilität als Grundversorgung

<<Klimaneutrale Mobilität wird zur gesellschaftlichen Grundversorgung, wenn Mobilität und Raum systematisch integriert und lokal umgesetzt werden.>>

Kurzbeschreibung

Klimaneutrale Mobilität entsteht nicht durch einzelne Verkehrstechnologien, sondern durch ein vertieftes Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Verkehr, Raum, Energie und Nutzung. Forschung schafft die Grundlagen, um Mobilität sektorübergreifend zu analysieren, systemisch zu planen und evidenzbasiert weiterzuentwickeln. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen können integrierte Mobilitätssysteme gestaltet werden, die flächendeckend verfügbar, bedarfsgerecht organisiert und langfristig tragfähig sind. So wird Mobilität schrittweise von einer sektoralen Aufgabe zu einem Bestandteil öffentlicher Daseinsvorsorge.

Entwicklungspfad

Ausgehend vom Status quo 2025 liegen grundlegende Forschungsarbeiten und erste Anwendungen zur klimaneutralen Integration von Verkehr und sektoralen Anwendungen vor. Wissenschaftliche Analysen adressieren bereits die Kopplung von Mobilität mit Energie-, Flächen- und Raumnutzung und schaffen ein gemeinsames Begriffs- und Systemverständnis. Diese Grundlagen bilden die Voraussetzung, um Mobilität nicht isoliert, sondern als Teil integrierter Raum- und Quartierssysteme zu betrachten.

In der zweiten Hälfte der 2020er Jahre rückt die systemische Planung von Städten und Regionen in den Fokus der Forschung. Wissenschaftliche Arbeiten entwickeln Methoden und Modelle zur integrierten Steuerung von Mobilität, Energieeffizienz, Wärme und Flächennutzung auf lokaler Ebene. Auf Basis dieser Ansätze wird es möglich, Verkehrsbedarfe zu reduzieren, Infrastrukturen effizient zu nutzen und Mobilität frühzeitig mit räumlicher Entwicklung zu verzahnen.

In den frühen 2030er Jahren werden digitale, autonome und KI-basierte Mobilitätssysteme schrittweise in bestehende Verkehrsstrukturen integriert. Die Umsetzung orientiert sich an wissenschaftlich erarbeiteten Erkenntnissen zu Sicherheit, Zuverlässigkeit, Skalierbarkeit und Systemverträglichkeit. Autonome und digitale Systeme tragen dazu bei, Verkehrsangebote stärker zu vernetzen, Versorgungslücken insbesondere in ländlichen Gebieten zu schließen und Mobilität bedarfsgerechter zu organisieren. Mobilität wird zunehmend als integriertes System gestaltet, in dem unterschiedliche Angebote koordiniert zusammenwirken.

Bis Mitte der 2030er Jahre entstehen als Impact integrierte, klimaneutrale Verkehrssysteme, die flächendeckend verfügbar, verlässlich und bedarfsgerecht organisiert sind. Unterschiedliche Mobilitätsformen werden systemisch miteinander verknüpft und als zusammenhängendes Angebot bereitgestellt. Klimaneutrale Mobilität wird damit nicht mehr als Zusatz oder Pilotlösung wahrgenommen, sondern als selbstverständlicher Bestandteil der öffentlichen Daseinsvorsorge und gesellschaftlicher Standard.

Gebäude und Wärme als Anwendungsfeld der Energiewende

<<Gebäude und Wärme bilden ein zentrales Anwendungsfeld der Energiewendeforschung, in dem sich Wechselwirkungen zwischen Energiesystem, Marktmechanismen und Entscheidungen vieler Einzelakteure verdichten und maßgeblich die sozial verträgliche Umsetzung beeinflussen.>>

Kurzbeschreibung

Gebäude und Wärme sind ein zentrales Anwendungsfeld der Energiewendeforschung, in dem abstrakte Systemziele in konkrete Investitions-, Planungs- und Nutzungsentscheidungen übersetzt werden. Diese Entscheidungen werden im Gebäudebestand kleinteilig von einer Vielzahl von Eigentümern und Nutzern getroffen. Sie erfolgen in Abhängigkeit von der verfügbaren Energieinfrastruktur und beeinflussen gleichermaßen die Notwendigkeiten deren Aus- und Umbaus. Wissenschaftliche Erkenntnisse liefern die Basis, um Wechselwirkungen zwischen Gebäudebestand, Wärmeversorgung, Energieinfrastruktur sowie Preis- und Marktmechanismen systematisch zu analysieren. Digitale Modelle, übertragbare Planungsansätze sowie lokale und regionale Konzepte zur integrierten Transformation von Gebäudebestand und Energieinfrastruktur ermöglichen es, Komplexität zu strukturieren und Entscheidungen in beiden Bereichen evidenzbasiert vorzubereiten. Auf dieser Basis können Markt- und Preissignale wirksam werden und die sozial verträgliche Umsetzung eines klimaneutralen Gebäudebestandes strategisch unterstützen.

Entwicklungspfad

Mitte der 2020er Jahre liegen bereits umfangreiche Forschungsarbeiten zu Gebäudeeffizienz, Sanierung und Wärmesystemen vor. Zunehmend richtet sich der wissenschaftliche Fokus darauf, diese Erkenntnisse systemisch zusammenzuführen. Forschung entwickelt digitale Modellierungsansätze, mit denen Gebäude, Quartiere und Energieinfrastruktur als Teil eines vernetzten Energiesystems analysiert und bewertet werden können. Dadurch werden Auswirkungen von Preis-, Anreiz- und Marktregeln im Gebäudebereich transparent und vergleichbar.

Bis zum Ende der 2020er Jahre stehen außerdem wissenschaftliche Arbeiten für Methoden zur integrierten Planung und Steuerung im Zusammenhang mit Energieinfrastruktur, Mobilität und Flächennutzung auf lokaler Ebene im Zentrum der Forschung. Diese Ansätze ermöglichen es, Strategien zur Umstellung der Wärmeversorgung und energetischen Sanierung von Gebäuden auf der einen und Aus- und Umbau der Energieinfrastruktur auf der anderen Seite räumlich und technisch zu koordinieren und an realen Bedarfen auszurichten. Dabei werden auch die Potenziale eines netzdienlichen Gebäudebetriebes einbezogen. Gebäude, Quartiere und regionale Gebiete werden so zu zentralen Anwendungsfeldern, in denen systemische Anforderungen der Energiewende handhabbar werden.

Auf dieser Wissensbasis können Markt- und Preissignale im Gebäudebereich zunehmend wirksam greifen. Forschung begleitet die Anwendung durch Evaluation, Vergleichsstudien und die Weiterentwicklung von Bewertungsgrundlagen und trägt dazu bei, Investitions- und Betriebsentscheidungen nachvollziehbar zu machen.

Transfer- und Innovationsräume schaffen

<<Transfer- und Innovationsräume ermöglichen es, Klimaneutralität nicht nur schneller, sondern systemisch klüger zu erreichen – durch Lernen im Betrieb statt Planung auf Vorrat.>>

Kurzbeschreibung

Die Schaffung von Experimentierräumen für Technologien, Geschäftsmodelle und Governance sind ein wesentlicher Faktor um Klimaneutralität im Energiesektor zu erreichen. Zentrales Ziel ist die schrittweise Überführung von Wissen und Innovation aus dem Laborraum in den Regelbetrieb, im Zusammenspiel von Wissenschaft, Wirtschaft, Staat und Gesellschaft.

Entwicklungspfad

Der Entwicklungspfad des Grundnarrativs „Transfer- und Innovationsräume schaffen“ setzt ab Mitte der 2020er Jahre auf die gezielte Ko-Produktion von Wissen, Technologien und Governance durch Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Wissenschaftliche Akteure übernehmen dabei eine aktive Rolle als Initiatoren, Übersetzer und Reflexionsinstanzen. In regulatorisch abgesicherten Innovationsräumen erproben Kommunen, Unternehmen, Wissenschaft und Gesellschaft integrierte Energiesysteme. Wirkungsorientierte Regulierung, dynamische Ökobilanzierung und lernende Verwaltungsstrukturen ermöglichen es, technologische Innovation frühzeitig mit Marktmechanismen und gesellschaftlicher Akzeptanz zu verbinden. Reallabore entwickeln sich dabei von zeitlich begrenzten Projekten zu regionalen Innovationsökosystemen mit klaren Transfer- und Skalierungspfaden.

Ab Ende der 2020er Jahre rückt die wissenschaftlich begleitete Skalierung erfolgreicher Lösungen in den Vordergrund und es bilden sich neue Akteursmodelle, die Systemdienstleister, Plattformbetreiber und industrielle Ankerkunden einbinden, um den Markthochlauf zu beschleunigen. Wissenschaft fungiert hier auch im Kontext von Ausgründungen. Reallabore werden zu dauerhaften Transformationsräumen, in denen Demonstratoren industrielle Serienreife erreichen.

Mitte der 2030er Jahren geht das Prinzip der Innovationsräume im Regelbetrieb auf. Der Energiesektor ist weitgehend klimaneutral organisiert und durch adaptive, datenbasierte Regulierung gesteuert. Echtzeitfähige Ökobilanzen und Feedback-Schleifen ermöglichen schnelle Anpassungen und eine hohe Systemresilienz. Deutschland etabliert sich als Referenz- und Exportmarkt für integrierte, klimaneutrale Energiesysteme, bei denen innovationsgetriebene Wertschöpfung auf langfristige Wettbewerbsfähigkeit und gesellschaftliche Akzeptanz trifft.

In dem Entwicklungspfad richten sich Forschungsfragen darauf, wie Wissenschaft im Rahmen von Transfer- und Innovationsräumen dauerhaft als aktiver Gestaltungs- und Governance-Akteur im Energiesystem wirken kann. Von zentraler Bedeutung ist dabei, wie Erkenntnisse aus Innovationsräumen künftig in das Regelrecht und den Markt integriert werden können. Ergänzend kann wissenschaftlich untersucht werden, wie moderierte Transformationsprozesse gesellschaftliche Akzeptanz, Teilhabe und Legitimität innovationsgetriebener Energiesysteme sichern können.

Bezahlbare Energie, gerechte Teilhabe und sozialer Zusammenhalt im Transformationsprozess

<<Die Energiewende wird dann erfolgreich sein, wenn sie für alle bezahlbar bleibt, Sicherheit bietet und als gerechter gesellschaftlicher Prozess erlebt wird – nicht nur als technisches oder ökonomisches Projekt.>>

Kurzbeschreibung

Klimaneutralität im Energiesektor gelingt dauerhaft nur, wenn sie als sozial abgesicherter, fairer und nachvollziehbarer Transformationsprozess gestaltet wird. Bezahlbarkeit, Versorgungssicherheit und Teilhabe sind dabei keine Nebenbedingungen, sondern zentrale Steuerungsgrößen der Energiewende.

Entwicklungspfad

Der Entwicklungspfad des Grundnarrativs „Bezahlbare Energie und gerechte Teilhabe im Transformationsprozess“ setzt in den 2020er Jahren bei der sozialen Absicherung der Energiewende an. Angesichts steigender Investitions- und Anpassungskosten wird die Transformation frühzeitig durch sozialpolitische Instrumente, Qualifizierungsangebote und regionale Strukturmaßnahmen begleitet, die wissenschaftlich begleitet entwickelt und evaluiert werden. Bezahlbarkeit und Versorgungssicherheit werden als zentrale Elemente der öffentlichen Daseinsvorsorge gestärkt, während transparente Kommunikation und Beteiligungsformate das gesellschaftliche Vertrauen in Richtung und Umsetzung der Energiewende erhöhen. Wissenschaftliches, administratives und gesellschaftliches Wissen wird systematisch zusammengeführt, um soziale Wirkungen frühzeitig zu erkennen und antizipieren zu können.

Ab Ende der 2020er Jahre verschiebt sich der Fokus von kurzfristiger Entlastung hin zu struktureller Gerechtigkeit und institutionalisierter Teilhabe. Energiepolitische Entscheidungen berücksichtigen systematisch Verteilungswirkungen, Effizienzgewinne und regionale Wertschöpfung. Kommunen, Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen aber auch die Wissenschaft (mit einem Fokus auf Sozial und Gesellschaftswissenschaften) werden stärker an Planung, Umsetzung und Nutzen der Energiewende beteiligt. Dauerhafte Informations- und Dialogformate und die Stärkung lokaler Lösungen erhöhen Akzeptanz und demokratische Legitimität. Die Transformation wird zunehmend als gemeinsames gesellschaftliches Projekt verstanden.

Ende der 2030er Jahre ist der Energiesektor weitgehend klimaneutral organisiert und sozial stabil eingebettet. Bezahlbare, sichere und effiziente Energieversorgung ist strukturell gewährleistet und soziale Ausgleichsmechanismen sind dauerhaft verankert. Governance und Wissenssysteme sind lernfähig und transparent ausgestaltet, so dass ein Teil der politischen Steuerung auf gesellschaftlichem und wissenschaftlichem Feedback basiert. Klimaneutralität wird damit zur Grundlage für sozialen Zusammenhalt, wirtschaftliche Resilienz und demokratische Akzeptanz im Energiesektor.

In dem Entwicklungspfad richten sich Forschungsfragen darauf, die soziale Absicherung der Energiewende zu analysieren, insbesondere Auswirkungen steigender Energiepreise, Wirksamkeit von Unterstützungsprogrammen, Qualifizierungsmaßnahmen sowie Kommunikation und Beteiligungsformate zur Vertrauensbildung. Weiterhin fokussieren sie auf strukturelle Gerechtigkeit, indem Verteilungswirkungen, regionale Wertschöpfung und Effizienz systematisch untersucht werden. Forschungsfragen betreffen zudem institutionalisierte Bürgerbeteiligung, partizipative Governance, Wissensintegration und Monitoring sozialer Effekte, um einen klimaneutralen, sozial stabilen Energiesektor zu gestalten, der Resilienz, nachhaltige Wertschöpfung und demokratische Legitimität langfristig sichert.

4. Zusammenfassung und Ausblick

Der hier vorgestellte Zwischenstand der übergreifenden Roadmap verdichtet die im Workshop erarbeiteten Zwischenziele auf dem Weg zur Klimaneutralität zu zentralen Transformationspfaden und macht ihre Wirkungslogik sichtbar. Auf dieser Grundlage zeigen sich ambitionierte Entwicklungspfade, die verdeutlichen, wie Energiewendeforschung zur Erreichung der Klimaneutralität 2040 in Schleswig-Holstein beitragen kann.

Im nächsten Schritt dienen diese Ergebnisse als Orientierungsrahmen für die Ausarbeitung von sieben forschungsfeldspezifischen Roadmaps.

Während die hier vorgestellte übergreifende Roadmap bewusst konzeptionell bleibt, liegt der Schwerpunkt der Fokusfeld-Roadmaps auf fachlicher Vertiefung, spezifischen Fragestellungen und konkreteren Forschungsbedarfen. Ziel ist es, die verschiedenen Disziplinen der Energiewendeforschung anschlussfähig zueinander zu halten und gleichzeitig ihre jeweiligen Besonderheiten sichtbar zu machen. In der anschließenden Synthese werden die Fokusfeld-Roadmaps wieder zusammengeführt, auf Konsistenz geprüft und in die übergreifende Roadmap integriert. So entsteht ein belastbarer strategischer Rahmen, der sowohl für Wissenschaft als auch für Politik und Verwaltung Orientierung bietet und zugleich Raum für Weiterentwicklung und Lernen lässt.