

Empfehlungen für eine effektive Weiterentwicklung des lernenden Programms der Energieforschungsförderung

Mitglieder des Beirats zum Energieforschungsprogramm der angewandten Energieforschung

Dr. Britta Buchholz (Hitachi Energy), Vorsitzende

Prof. Dr. Hans-Martin Henning (Fraunhofer ISE)

Dr. Wiebke Lüke (WEW)

Prof. Dr. Bernd Rech (Helmholtz-Gemeinschaft, HZB)

Dr. Carsten Rolle (BDI)

Dr. Barbara Schlomann (Fraunhofer ISI)

Prof. Dr. Tobias Schmidt (ETH Zürich)

Prof. Dr. Anke Weidlich (Universität Freiburg)

Dr. Kirsten Westphal (BDEW)

1. Einleitung und Ziel des Dokuments

In einem Impulspapier hat der Beirat im Jahr 2025 gemeinsam folgendes Statement abgegeben: „Die Energie- und Technologiesouveränität in Europa haben vor dem aktuellen geopolitischen Hintergrund an Wichtigkeit und Dringlichkeit gewonnen. Deutschland ist einer der Innovationsmotoren in der Europäischen Union. Das gilt auch für die Energiepolitik und ihre Bedeutung für eine wettbewerbsfähige industrielle Produktion, für Bezahlbarkeit und Klimaschutz. Die Energieforschung muss deshalb einen entscheidenden Beitrag leisten, um die Umsetzung der Energiewende zu beschleunigen, die Innovationsfähigkeit weiter auszubauen und so nachhaltige Wertschöpfung zu erreichen. Die Energieversorgung ist Teil der kritischen Infrastruktur. Beiträge der Forschung zur Erhöhung ihrer Resilienz und Widerstandsfähigkeit gegen Angriffe sind von essenzieller Bedeutung.“

Aktuelle Entwicklungen in den Jahren 2025 und 2026 untermauern diese Aussagen: Der Irakkrieg und die resultierende Blockade der Straße von Hormus, die beiden Anschläge auf das Stromnetz in Berlin, aber auch der Bedarf an Energie für den rasanten Ausbau von Rechenzentren sind plakative Beispiele.

Unter Berücksichtigung dieser Erfahrungen und der hohen Unwägbarkeiten und multiplen Krisen auf nationaler, regionaler und globaler Ebene möchte der Beirat mit seiner Expertise dazu beitragen, das lernende Programm der Energieforschungsförderung im Sinne seiner Zielstellung effektiv weiterzuentwickeln. Ein lernendes Programm bedeutet, dass Zielsetzungen, Förderformate und Schwerpunkte des Energieforschungsprogramms regelmäßig anhand neuer Erkenntnisse, von Ergebnissen des Monitorings sowie veränderter Rahmenbedingungen überprüft und weiterentwickelt werden.

Wir unterstützen, dass der generelle Kurs beim Umbau des Energiesystems beibehalten wird: Die Transformation des Energiesystems im Wesentlichen auf Basis erneuerbarer Energien, unterschiedlicher Speichertechniken (thermisch, elektrisch, stofflich) und verstärkter Stromnutzung. Dabei sind Kosten- und Systemeffizienz im Blick zu behalten. Für die effektive Umsetzung dieses Kurses sind die verbesserte Kopplung der Sektoren (z.B. Wärme- und Stromversorgung), die Steigerung der Energieeffizienz und die verstärkte Anwendung marktwirtschaftlicher Prinzipien wichtige Prämissen, zu deren Umsetzung die Forschung wesentlich beitragen kann und muss.

Dies kann nur in enger Abstimmung zwischen Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft erfolgen. Wir empfehlen, die Gesellschaft intensiv in den Umbau miteinzubeziehen, indem der Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft stärker gefördert wird.

Die Transformation des Energiesystems bringt erhebliche Herausforderungen mit sich, eröffnet aber zugleich wirtschaftliche Chancen. Deutschlands wirtschaftliche Stärke liegt insbesondere in der Entwicklung, Kombination und industriellen Umsetzung komplexer Technologien. Genau solche Fähigkeiten werden für ein künftiges nachhaltiges Energiesystem benötigt: von Komponenten und Anlagen über digitale Steuerung bis hin zu integrierten Systemlösungen. Damit können sich neue Chancen für etablierte Großunternehmen, kleine und mittlere Unternehmen sowie Start-ups ergeben.

Mit diesem Dokument wollen wir einige Empfehlungen geben, die zum einen eine Aktualisierung der Programmziele adressieren und zum anderen zu einer Optimierung von Prozessen und Steuerung des lernenden Energieforschungsprogramms beitragen.

2. Portfolioansatz

Grundsätzliche Einschätzung

Das 8. Energieforschungsprogramm des BMWF verfolgt einen Portfolioansatz, um vielfältige Technologieoptionen parallel weiterzuentwickeln. Er zielt darauf ab, möglichst alle Ziele einer Mission durch Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu adressieren. Es wird somit bei der Projektauswahl darauf geachtet, dass eine breite Themenvielfalt innerhalb der Missionen abgedeckt wird.

Der Beirat würdigt den Portfolioansatz als geeignetes Instrument, um die Programmziele in der Breite abzudecken und die fünf strategischen Forschungsmissionen mit Blick auf eine ganzheitliche Transformation des Energiesystems zu adressieren. Die Verknüpfung mit Sprinterzielen ermöglicht es, FuE-Prioritäten gezielt zu schärfen, ohne die thematische Vielfalt einzuschränken.

Im Sinne des lernenden Programms empfiehlt der Beirat zu prüfen, wie der Portfolioansatz schrittweise zu einer strategischen Forschungsplanung weiterentwickelt werden kann. Eine strategische Forschungsplanung würde die auf hoher strategischer Ebene definierten Zielräume noch konsequenter als bisher in das Portfolio für Forschungsaufträge abbilden. Dies wird in den folgenden Abschnitten weiter ausgeführt.

Dabei ist entscheidend, hinreichend Freiräume für kreative Ideen und unkonventionelle Lösungsansätze beizubehalten. Dafür, und auch um auf das sich schnell ändernde Umfeld und die vielseitigen Herausforderungen wirkungsvoll reagieren zu können, empfehlen wir, die Agilität in der Forschungsförderung weiter zu erhöhen. Das bedeutet auch, dass vermehrt Forschungsprojekte mit kurzen Dauern von bis zu sechs Monaten für weitere Akteure möglich sein sollten - bei möglichst einfacher Antragsstellung und schnellerer Bewilligung.

Ein lernendes Programm bedeutet, dass Zielsetzungen, Förderformate und Schwerpunkte des Energieforschungsprogramms regelmäßig anhand neuer Erkenntnisse, von Ergebnissen des Monitorings sowie veränderter Rahmenbedingungen überprüft und weiterentwickelt werden. Es gibt wichtige Querschnittsthemen, die übergreifend auf die Missionen einzahlen und für Wettbewerbsfähigkeit der deutschen und europäischen Wirtschaft sowie für die Resilienz des Energiesystems strategisch bedeutsam sind. Hierzu zählen insbesondere die Digitalisierung des Energiesystems einschließlich der Entwicklung Digitaler Zwillinge für die Systementwicklungsplanung für Deutschland, der Einsatz Künstlicher Intelligenz sowohl im Energiesystem als auch in Forschung und Entwicklung, die Leistungselektronik als Schlüsseltechnologie für das zukünftige Energiesystem, moderne Fertigungstechnologien und Lebenszyklusanalysen einschließlich Additive Manufacturing, Additive Repair und Recycling sowie Normung, Standardisierung und Regulatorik als Instrumente europäischer Souveränität.

Ergänzend regt der Beirat an zu prüfen, ob eine ständige Meta-Innovationsforschung als programmbegleitende Funktion eingerichtet werden sollte, um die Programmsteuerung fortlaufend evidenzbasiert zu unterstützen. Sie untersucht nicht die Energietechnologie selbst, sondern wie Innovationen im Energiesektor entstehen, welche Fördergelder welchen Effekt erzielen und wo das System verbessert werden kann. Dadurch hilft sie, Fördergelder stärker hin zu den echten Durchbrüchen der Energiewende zu lenken, statt Hypes hinterherzulaufen.

Stärkere strategische Ausrichtung des Portfolios an Wettbewerbsfähigkeit, Resilienz und Souveränität

Die gegenwärtige Portfolio-Logik orientiert sich primär an Themen, die auf die Erreichung von Zielen der Energiewende einzahlen. Vor dem Hintergrund der geopolitischen Entwicklungen empfiehlt der Beirat, die strategischen Dimensionen Wettbewerbsfähigkeit, Resilienz und europäische Souveränität sowie die Rolle der Gesellschaft durchgängig sichtbar im Portfolio zu verankern und sie als verbindende Perspektive über die Missionen hinweg zu nutzen. Dabei verfügt Deutschland mit seinen ausgeprägten Stärken im Bereich der Sektorenkopplung über eine belastbare Grundlage, die umfangreicher genutzt werden kann.

Die geopolitische Lage erfordert dabei eine noch stärkere Beschleunigung des Umbaus des Energiesystems. Der Fokus der Forschungsförderung sollte ganzheitlich auf Energieumwandlungsketten gelegt werden, von der Erzeugung über die Speicherung bis hin zur Verteilung und Nutzung. Neben den jeweils notwendigen Technologien für den Aufbau und Ausbau der zugehörigen Infrastruktur sollte auch die soziale Dimension erforscht werden.

Die Wettbewerbsfähigkeit ist dabei in mehreren Dimensionen zu betrachten: die Standortbedingungen in Deutschland und die Rolle der Energie- und Systemkosten, das Verhältnis konkurrierender Technologien auf europäischen und globalen Märkten, die Wertschöpfungsperspektive in Deutschland und Europa sowie die Exportfähigkeit der Produkte.

Der Beirat empfiehlt, noch mehr Aufmerksamkeit auf die Frage zu richten, wie ein Energiesystem in Europa mit höchst möglicher Resilienz aussehen kann.

„Resilienz bedeutet, dass die Funktion eines Energiesystems unter Belastungen erhalten bleibt (möglicherweise mit Einschränkungen) oder zumindest innerhalb kurzer Zeit wiederhergestellt werden kann“¹.

Eine solche Fragestellung sollte Extremwetterereignisse, (Cyber-)Angriffe, Lieferketten- und Kaskadenrisiken und die wechselseitige Unterstützungsfähigkeit europäischer Staaten und Akteure ebenso aufgreifen wie die Inselnetzfähigkeit. Lernen lässt sich dabei nicht nur aus dem ukrainischen Kontext, sondern auch aus Erfahrungen in Australien und anderen Ländern, die mit Extremwetterereignissen und Angriffen umgehen mussten. Ergänzend könnten Forschungsarbeiten gefördert werden, die etablierte Kennzahlensysteme um Resilienzdimensionen erweitern. Insbesondere vor dem geopolitischen Hintergrund sollte die Energieforschungsförderung darauf zielen, Innovationen zur Energie- und Technologie-Souveränität und zur Etablierung von Wertschöpfungsketten und Ökosystemen durch die konsequente Zusammenarbeit von der Grundlagenforschung über die angewandte Forschung und Implementierung bis hin zum Markthochlauf zu beschleunigen.

Die Aufteilung der Förderung zwischen den Ressorts entlang der niedrigeren und der höheren TRL-Stufen spiegelt zwar den jeweiligen Entwicklungsstand wider. Zugleich birgt sie aber das Risiko von Förderlücken und Zeitverlust beim Überbrücken des „Valley of Death“ (oft als TRL 4-7 beschrieben, dem Kernbereich der BMW-Förderung). Gerade Durchbrüche können am Übergang von TRL 2 (proof of concept) zu TRL 6 (funktionierender Prototyp) scheitern oder aber zu wichtigen Erfolgen führen. Es bedarf deswegen einer strategischen und ressortübergreifenden Forschungsplanung, um die Förderlücken möglichst zu schließen und an dieser Schnittstelle die Übergänge in der Förderung zu verbessern.

Wertschöpfungsketten in Deutschland und Europa zu stärken, erfordert eine engere Abstimmung zwischen Forschungs- und Industriepolitik. Es gilt, den Markthochlauf und die Skalierung neuer Technologien frühzeitig im Innovationsprozess vorzubereiten. Nach erfolgreicher Forschung und Entwicklung sollte Fertigung und Verbreitung möglichst in

¹ Quelle: Energiesysteme der Zukunft (ESYS) 2021: Resilienz digitalisierter Energiesysteme. Wie Blackout-Risiken begrenzt werden können

Deutschland und der EU erfolgen. Die Erfahrungen aus den Bereichen Photovoltaik und Batterien dürfen bei neuen Technologien nicht wiederholt werden. Chancen, die sich durch neue Materialien und Technologien eröffnen, sollten genutzt werden, um Wertschöpfungsketten in Deutschland und Europa aufzubauen. Im Bereich Wasserstoff bestehen trotz der vorangegangenen Innovationsbeschleunigung Hemmnisse beim Aufbau der Wertschöpfungsketten. Hier könnte ein Zwischenziel bzw. Sprinterziel für Übergangslösungen zum Wasserstoffhochlauf einen Impuls geben.

Der Beirat empfiehlt deshalb, forschungs-, technologie- und industriepolitische Ziele stärker zu verschränken und in geeigneten Programmen zu adressieren. Dazu können agile Projektformate beitragen, die insbesondere auch für Start-ups attraktiv sind, ebenso wie große Programmlinien, in denen Konsortien von Unternehmen längs von Wertschöpfungsketten bis hin zur Anwendung mit wissenschaftlichen Einrichtungen kooperieren.

3. Zielräume

Allgemeine Empfehlung

Der Beirat zum 8. Energieforschungsprogramm empfiehlt bezüglich der Anpassung von Zielen eine langfristige Perspektive auf die Zielräume. Er empfiehlt vor dem Hintergrund der aktuellen technologischen, wirtschaftlichen und geopolitischen Entwicklungen ausdrücklich die kontinuierliche und langfristige Fortführung der Energieforschung in Deutschland.

Gerade in Zeiten, in denen Hype-Themen und Megatrends nicht nur durch Wissenschaft und Politik, sondern zunehmend auch durch öffentliche Meinungsbildung beeinflusst werden, verkürzen sich Innovations- und Erwartungszyklen erheblich. Diese Dynamik steht jedoch häufig im Widerspruch zu den tatsächlichen Entwicklungszeiten energietechnologischer Innovationen. Der Bundesbericht Energieforschung 2025 betont deshalb die besondere Bedeutung langfristiger und verlässlicher Förderstrukturen. Die Bundesregierung verweist darauf, dass Energieforschung „seit den 1970er Jahren als strategisches Element der Energiepolitik“ verstanden wird und entlang aufeinander aufbauender Energieforschungsprogramme kontinuierlich weiterentwickelt wurde.

Die Internationale Energieagentur (IEA) unterstreicht ebenfalls, dass Energieinnovationen aufgrund hoher Investitionskosten, langer Entwicklungszeiten und komplexer Marktbedingungen besonders auf langfristige politische Unterstützung angewiesen sind². Viele Technologien benötigten nach dem ersten Prototyp „zwischen 20 und fast 70 Jahre“ bis zur breiten Markteinführung. Selbst erfolgreiche Technologien wie Photovoltaik oder Lithium-Ionen-Batterien hätten rund 30 Jahre bis zur großskaligen Marktdiffusion benötigt.

Vor diesem Hintergrund sieht der Beirat die Gefahr, dass verkürzte politische oder gesellschaftliche Aufmerksamkeitsspannen nicht ausreichen, um kritische Technologien bis zur Marktreife und industriellen Skalierung zu begleiten. Dies betrifft insbesondere Wasserstofftechnologien, Speichertechnologien, sektorübergreifende Systemintegration, klimaneutrale Industrieprozesse sowie resiliente Energieinfrastrukturen. Zwar zeigt der Bundesbericht Energieforschung 2025 gerade in diesen Bereichen eine kontinuierliche Förderentwicklung über viele Jahre hinweg. So stieg zum Beispiel allein die Förderung der Forschungsmission Wasserstoff von rund 51 Mio. Euro im Jahr 2015 auf über 101 Mio. Euro im Jahr 2024, aber das bedarf einer Fortsetzung auch in den kommenden Jahren, um die Technologien zur großskaligen Fertigung und zum breiten Markteinsatz zu bringen.

² IEA (2020), Clean Energy Innovation, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/clean-energy-innovation>, Licence: CC BY 4.0

Die Kontinuität in der Energieforschung ist von entscheidender Bedeutung, da der Umbau der Energiesysteme eine komplexe, langfristige Aufgabe ist, die angesichts des Klimawandels und steigenden elektrischen Energiebedarfs an Bedeutung gewinnt. Kontinuierliche Forschung sorgt dafür, dass neue Technologien und Konzepte durch Pilotprojekte in die Anwendung gelangen, Technologien ausgereift werden und die gesellschaftliche Akzeptanz für die Energiewende steigt.

Die Umstellung des Energiesystems auf klimaneutrale Lösungen, die Diversifizierung von Energie- und Technologielieferketten sowie die Erhöhung der Resilienz und Versorgungssicherheit werden Deutschland über Jahrzehnte hinweg begleiten. Der Weg zur Elektrifizierung geht weiter. Der Bundesbericht beschreibt diese Transformation ausdrücklich als langfristige Modernisierungsaufgabe für ein „resilientes und klimaneutrales Energiesystem“. Gleichzeitig hebt die IEA hervor, dass Innovationen zentral für Energiesicherheit, Wettbewerbsfähigkeit und Klimaneutralität sind.

Der Beirat begrüßt die **missionsorientierte Struktur** des 8. Energieforschungsprogramms mit den strategischen Schwerpunkten Energiesystem, Wärme, Strom, Wasserstoff und Transfer. Diese Struktur ermöglicht es, sowohl langfristige Forschungsfragen als auch kurzfristig wirksame Innovations- und Transferprojekte parallel zu fördern. Der Bundesbericht betont dabei selbst die Bedeutung einer flexiblen Projektförderung, deren Projekte typischerweise „auf drei oder weniger Jahre geplant sind“, während gleichzeitig institutionelle Förderung langfristige Stabilität gewährleistet.

Der Beirat regt an, die Missions-Logik konsequent zu stärken, indem Missionen als langfristige große Fragen an die Forschenden formuliert werden.

Eine Mission „Wie sieht ein Energiesystem mit höchstmöglicher Resilienz in Europa aus?“ eignet sich exemplarisch, um verschiedene Dimensionen – Extremwetter, Cyberangriffe, Wertschöpfungsketten, gegenseitige Unterstützung in Europa und Inselnetzfähigkeit – integriert zu adressieren.

Der Beirat ist überzeugt, dass die großen Herausforderungen der Energiewende nur im engen Zusammenspiel von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft bewältigt werden können. Dies gilt insbesondere für Technologien mit hohen Anfangsinvestitionen und noch nicht vollständig entwickelten Märkten. Der Bundesbericht Energieforschung verweist in diesem Zusammenhang darauf, dass die Forschungsnetzwerke Energie mit rund 3.500 Mitgliedern sowie der interdisziplinäre Beirat wesentliche Impulse für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Energieforschung liefern.

Vor diesem Hintergrund empfiehlt der Beirat zum 8. Energieforschungsprogramm, die Kontinuität strategisch relevanter Themengebiete auch in zukünftigen Energieforschungsprogrammen – insbesondere im Rahmen des aktuell in der Hightech Agenda Deutschland angekündigten neuen Energieforschungsprogramms der Bundesregierung – konsequent fortzuführen und langfristig abzusichern. Dabei sollten sowohl technologieoffene Grundlagenforschung als auch anwendungsnahe Forschung, Demonstrationsprojekte und Reallabore weiterhin integraler Bestandteil der deutschen Energieforschungsstrategie bleiben.

Die Perspektive soll auf die europäische Energiewirtschaft erweitert werden. Europäische Netzbetreiber und viele Unternehmen der Energiewirtschaft in Europa arbeiten sehr eng zusammen, und Deutschland ist hierbei ein wichtiger Partner. Lösungen müssen daher europäisch und im gesamten Systemkontext gedacht werden.

Vorschläge zur Zielanpassung

Der Beirat empfiehlt weiter gefasste Ziele der Forschungsförderung. Diese könnten folgende Themen adressieren:

- Sicherheit, Resilienz und Zukunftsfähigkeit

- Etablierung von Wertschöpfungsketten
- Digitalisierung des Energiesystems
- KI für das Energiesystem und Energie für KI
- Regulatorischer Rahmen

Sicherheit, Resilienz und Zukunftsfähigkeit

Angesichts der großen Sicherheits- und geopolitischen Herausforderungen ist die Resilienz des Energiesystems und seine Zukunftsfähigkeit breiter zu verstehen.

Energieversorgungssicherheit setzt hinreichende, verlässliche Energielieferungen voraus.

Gleichzeitig bedarf es einer Resilienz des Energiesystems, die es erlaubt, externe Schocks zu absorbieren, seine Funktionsfähigkeit zu erhalten oder zeitnah wiederherzustellen. Auch die Adaptionsfähigkeit spielt eine große Rolle. Hinzu kommt, dass es nicht nur eines technisch robusten und resilienten Systems bedarf, sondern auch strategische Souveränität insofern gegeben ist, als dass die Energieversorgung nicht mit den eigenen Werten, Interessen und außenpolitischen Zielen konfligiert.

Die Energieforschung sollte maßgeblich dazu beitragen, die strategische und technologische Souveränität der Energieversorgung in Deutschland und Europa sicherzustellen.

„Strategische Souveränität bei der Energieversorgung ist dann gegeben, wenn hinreichende, verlässliche Energielieferungen zu wirtschaftlichen Preisen auf eine Art erfolgen, die nicht mit den eigenen Werten, Interessen und außenpolitischen Zielen konfligiert oder diese gar gefährdet³. Souveränität in Energiefragen ist also nicht einfach mit Versorgungssicherheit gleichzusetzen. Vielmehr bildet ein technisch robustes Energiesystem, das in Krisen und gegen politische Einflussnahme resilient ist, erst die Basis für strategische Handlungsfreiheit“⁴.

Technologische Souveränität bedeutet, dass die Kompetenz zur Fertigung dieser Schlüsseltechnologien auf allen Wertschöpfungsstufen in Deutschland und Europa gewahrt wird, selbst wenn der europäische Markt durch Produkte von außerhalb Europas dominiert wird, wie z.B. in der Photovoltaik. Dadurch wird sichergestellt, dass auch beim möglichen Einbruch von Lieferketten, z.B. aufgrund geopolitischer Ereignisse, ein Aufbau heimischer Fertigung zügig erfolgen kann.

Etablierung von Wertschöpfungsketten und Ökosystemen

In der bisherigen Programmumsetzung liegt der Fokus stark auf der Erhöhung der Technologiereife (TRL) einzelner Technologien, damit die Forschung entlang der gesamten Kette von der wissenschaftlichen Erkenntnis bis zur industriellen Anwendung, Produktion und Markteinführung in Deutschland bzw. Europa gefördert wird.

Dagegen sind die Forschungsbedarfe der gesamten Wertschöpfungsketten aus Sicht des Beirats wichtig, beginnend bei der Rohstoffgewinnung über alle Verarbeitungs- und Vertriebsschritte einschließlich der Zulieferketten bis hin zur Verwendung durch den Endkunden. Jeder Schritt veredelt das Produkt und erhöht so den Wert.

Die integrierte Betrachtung von Wertschöpfungsketten im o.g. Sinne und Ökosystemen fehlt bisher weitgehend als eigenes Ziel im 8. Energieforschungsprogramm. Der Beirat hält die explizite Betrachtung der Wertschöpfung von Schlüsseltechnologien des zukünftigen Energiesystems sowohl aus industrie- und innovationspolitischen Gründen als auch für ein erfolgreiches Gelingen der Energiewende für essentiell. Dafür benötigt es eine differenzierte

³ Quelle: Daniel Yergin, The Prize - the Epic Quest for Oil Money and Power

⁴ Quelle: Kirsten Westphal, Strategische Souveränität in Energiefragen. Überlegungen zur Handlungs- und Gestaltungsfähigkeit Deutschland in der EU, SWP-Aktuell 2020/ A 16, 10. Juni 2020

Betrachtung für die unterschiedlichen Technologien je nach Markt- und Entwicklungsstand in Deutschland, Europa und global. Entsprechend gilt es auch differenzierte Zielstellungen für die einzelnen Technologien zu formulieren und regelmäßig anzupassen. Diese könnten von dem Erhalt technologischer Souveränität bis hin zur Etablierung gesamter Wertschöpfungsketten und Ökosysteme in Deutschland und/oder Europa reichen.

Die Wertschöpfungsthematik und die damit verknüpfte Forschungsausrichtung soll nachfolgend beispielhaft an der Photovoltaik und den Wasserstofftechnologien illustriert werden.

Die Photovoltaik ist eine Technologie, die seit etlichen Jahrzehnten durch die Energieforschung des Bundes maßgeblich gefördert wurde und wird. Zugleich ist sie ein frühes Beispiel für eine Technologie, bei der neben den wissenschaftlich-technischen Grundlagen auch Fragen der industriellen Wertschöpfung im Zentrum der Forschungsförderung standen. Dies hat dazu beigetragen, dass Deutschland zu Beginn der 2000er Jahre sowohl im Bereich der Technologieentwicklung als auch der industriellen Fertigung eine weltweite Führungsrolle einnahm. Aus vielerlei Gründen, die hier nicht thematisiert werden können und sollen, findet heute die industrielle Wertschöpfung auf den zentralen Wertschöpfungsstufen von der Materialherstellung bis zur Zellherstellung zu sehr großen Anteilen in China statt. Und auch bei der Ausrüsterindustrie – also den Firmen des Maschinen- und Anlagenbaus zur Fertigung von Solarzellen – hat Deutschland seine lange Zeit führende Rolle eingebüßt. Dennoch wird Photovoltaik als eine Schlüsseltechnologie für die Energiewende weiterhin in Deutschland maßgeblich in der Forschung gefördert. Dies bewertet der Beirat als richtig und unterstützt, dies auch zukünftig beizubehalten. Denn nur dadurch gelingt es dauerhaft, die technologische Kompetenz zu erhalten, um bei gegebenen Opportunitäten oder Notwendigkeiten auch zügig wieder verstärkt in die industrielle Wertschöpfung einsteigen zu können – also technologische Souveränität zu wahren. Eine Opportunität könnte die Tandem-Technologie darstellen, wo vor allem auch durch die kontinuierliche Forschungsförderung des Bundes deutsche Forschungseinrichtungen international führend im Bereich der technologischen Entwicklung sind.

Während das aktuelle Energieforschungsprogramm bereits wesentliche Teile der Wasserstoff-Wertschöpfungskette adressiert – von der Material- und Komponentenforschung über Elektrolyseure, Wasserstofferzeugung, Speicher- und Transporttechnologien bis hin zu industriellen Anwendungen und Demonstratoren –, erfolgt die Förderung bislang überwiegend technologie- und projektorientiert. Eine explizite strategische Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette als eigenständiges Förderziel fehlt bisher weitgehend. Aus Sicht des Beirats sollte die Förderung künftig stärker darauf ausgerichtet werden, systematisch Lücken, Abhängigkeiten und Entwicklungspotenziale entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette zu identifizieren und gezielt zu adressieren. Dies umfasst insbesondere den Aufbau wettbewerbsfähiger Zuliefer- und Komponentenindustrien, die industrielle Skalierung von Schlüsseltechnologien, die Verzahnung von Produktion, Infrastruktur und Anwendung sowie die Entwicklung robuster industrieller Ökosysteme in Deutschland und Europa. Ziel sollte dabei – abhängig vom jeweiligen Technologie- und Marktstand – sowohl der Erhalt technologischer Souveränität als auch der Aufbau vollständiger europäischer Wertschöpfungsketten sein. Die Forschungsmission Transfer bietet hierfür bereits einen geeigneten Ansatzpunkt, indem sie den Erhalt und Ausbau von Wertschöpfungsketten ausdrücklich als Programmziel benennt.

Digitalisierung des Energiesystems

Die Digitalisierung des Energiesystems sowie die Entwicklung von Digital Twins im Zusammenhang mit Systementwicklungsplanung könnte mehr Raum bekommen. Als Beispiel könnte das gemeinsame Vorgehen der Forschungsförderung und Energiewirtschaft in den Niederlanden dienen. Sie haben ein gemeinsames Programm „KIC – Unlocking Digital Twin

Capabilities for Electricity Utilities“ für die Entwicklung eines Digital Twins für das Energiesystem des Landes eingerichtet⁵.

Künstliche Intelligenz (KI) für das Energiesystem und Energie für KI

Europa ist bezüglich der KI stark abhängig von USA. MISTRAL, die europäische KI, wird wenig genutzt und hat sich nicht gegenüber anderen LLM durchgesetzt.

Im Hinblick auf Souveränität und Resilienz sollte es im großen Interesse von Deutschland sein, dass Datenzentren in Deutschland möglich gemacht werden. Dazu sollte die angewandte Energieforschung innovative Lösungskonzepte für die Beschleunigung der Energieversorgung für Datenzentren in Deutschland anregen. Dies umfasst die Energieeffizienz von Datenzentren ebenso wie die Energieversorgung und Erhöhung der Energiesystemkapazitäten. Es könnte eine gemeinsame Förderung der Infrastruktur für Datenzentren mit anderen Fördermechanismen entwickelt werden.

Regulatorischer Rahmen

Derzeit haben wir in Deutschland einen regulatorischen Rahmen, der darauf ausgerichtet ist, die vergangene Herausforderung an die elektrischen Netze möglichst kosteneffizient zu lösen. Für das zukünftige Energiesystem, den Ausbau resilienter und zukunftsfähiger Netze - auch unter den aktuellen geopolitischen Rahmenbedingungen - ist dieser regulatorische Rahmen nicht mehr ausreichend geeignet.

Daher empfiehlt der Beirat, Forschung im Gebiet der regulatorischen Rahmenbedingungen für das zukünftige Energiesystem zu fördern. Technologische und regulatorische Entwicklungen sollten Hand in Hand gehen. Es ist wichtig, dass die Forschung sich austauscht, weil sie als erste die Probleme erkennen oder erfahren. Gefördert werden könnten „Foresight Prozesse“ – hier werden wissenschaftsbasiert mit Stakeholdern Hürden diskutiert und wie man sie überwindet.

Projekte zu regulatorischen Fragestellungen sind bereits im aktuellen Forschungsprogramm förderfähig, zum Beispiel als Arbeitspaket im Rahmen von Reallaboren und Demoprojekten. Der Beirat empfiehlt, dass regulatorische Fragestellungen innerhalb von Forschungsvorhaben zu „Systemanalysen“ angeregt werden.

Formate und Kommunikationsmöglichkeiten könnten eingerichtet oder bestehende Wege (z.B. Forschungsnetzwerke Energie) gezielt genutzt werden, in denen Ergebnisse aus den Forschungsprojekten zu regulatorischen Fragestellungen in politische Diskussionen eingebracht werden können. Auch ein Austauschformat zwischen Wissenschaft und BNetzA könnte ein weiterer großer Hebel sein.

Die Glaubwürdigkeit aus der Forschung ist wichtig für die politische Diskussion. Das Energieforschungsprogramm könnte Workshops zu regulatorischen Themen mit Abschlussdokumentation fördern, in denen wesentliche Stakeholder beteiligt werden. Eine Zusammenarbeit mit der Initiative „Energiesysteme der Zukunft“ (ESYS) könnte weiter verstärkt werden.

Im Rahmen der Regulierung sollte auch das Haushaltsrecht und Zuwendungsrecht mitgedacht werden.

⁵ <https://www.nwo.nl/en/calls/kic-unlocking-digital-twin-capabilities-for-electricity-utilities>, 10. September 2026

4. Monitoring

Der Monitoringprozess für das 8. Energieforschungsprogramm dient dazu, die Abdeckung der Missionen und Programmziele durch die geförderten Projekte und Skizzen zu überwachen. Die Monitoringdaten umfassen noch weitere Aspekte, wie die TRL-Entwicklung oder die Zeit bis zur wirtschaftlichen Verwertung.

Empfehlung des Beirats

Der Beirat würdigt das Monitoring des 8. Energieforschungsprogramms als wertvolles Instrument. Es trägt zu einer evidenzbasierten Programm-Steuerung bei. Die systematische Erfassung von Projektzahlen, Zielabdeckung, TRL-Reifegraden, Wertschöpfungsbeiträgen, Normungs- und Schutzrechtsaktivitäten sowie der geschätzten Time-to-Market bietet eine belastbare Daten-Grundlage für das lernende Programm.

Zur Weiterentwicklung empfiehlt der Beirat eine klare Unterscheidung zwischen Indikatoren, Einordnungen und Handlungsempfehlungen für die Auswertung. Ebenso sollte berücksichtigt werden, dass die Zielerreichung in der Energieforschung in der Regel multikausal ist und mehrere Effekte zu einer Zielerreichung beitragen können.

KPIs sollten als Frühwarnsystem genutzt werden. Die derzeitige Indikatorik erfasst wichtige Dimensionen, deckt diese aber nicht in voller Breite ab.

TRL-Übergänge

Die Trennung der Ressortzuständigkeiten nach Ziel-TRLs in der Forschungsförderung ist haushaltsrechtlich und steuerungslogisch sinnvoll. Derzeit ist bis TRL 3 das BMFTR zuständig, anschließend das BMWF.

In der Projektpraxis kann dies an Grenzen stoßen, da Innovationsprozesse nicht immer linear verlaufen und ressortübergreifende langjährige Projekte über verschiedene Stufen hinweg organisatorisch schwierig sind. Der Beirat empfiehlt daher, **aktive Schnittstellen** in bestimmten Bereichen zu etablieren. Strategische Förderprojekte könnten entlang von Wertschöpfungsketten ausgerichtet werden und ermöglichen, dass parallel Technologieansätze auf unterschiedlichen TRL-Stufen verfolgt werden können – einschließlich der Möglichkeit, gezielt zur Grundlagenforschung zurückzukehren, wenn beispielsweise Materialfragen dies erfordern, selbst wenn die Technologie bereits höhere TRL erreicht hat.

Key Performance Indicators (KPIs)

Für die Weiterentwicklung der KPIs empfiehlt der Beirat einen ergänzenden Perspektivenwechsel: Neben den o.g. fördertechnischen Indikatoren sollten wirtschaftspolitisch-strategische Ziele berücksichtigt werden. Die aktuell genutzte Bewertung nach dem TRL allein wird den volkswirtschaftlichen Zielen nicht hinreichend gerecht. Empfohlen wird daher die Ergänzung um KPIs, die zur Etablierung von betriebswirtschaftlichen Wertschöpfungsketten in der Energiebranche führen können.

Dabei ist zu beachten, dass Indikatoren, die zur Steuerung verwendet werden, von Projekten als Ziel adoptiert werden können. Ein dosierter Einsatz ist daher geboten.

Beispiele für Perspektiven, die bei der Weiterentwicklung von KPIs berücksichtigt werden könnten

- Mittelverwendung in die Missionen als Steuermechanismen. Die Indikatoren Kosteneffizienz und Beschleunigung der Energiewende benötigen zum Beispiel unterschiedliche Herangehensweisen.

- IP und Schutzrechte: Monitoring könnte IP international beobachten und KPIs im Kontext bewerten. IP findet nicht unbedingt im Projekt selbst statt, insbesondere bei Unternehmen eher außerhalb.
- Wie viele Spin-Offs oder Start-ups entstehen durch solche Forschungsförderung?

Akteure, Vernetzung

Die Stärkung Deutschlands als Standort für Energieinnovationen lebt von der gezielten Vernetzung der Akteure entlang der betriebswirtschaftlichen Wertschöpfungsketten. Das Energieforschungsprogramm bietet hierfür einen besonders geeigneten Rahmen, weil es vorwettbewerbliche Zusammenarbeit ermöglicht. Der Beirat empfiehlt, systematischer zu erfassen, welche Kooperationen zwischen Wissenschaft, etablierter Industrie und Start-ups entstehen, wie nachhaltig diese sind und welche Effekte sie auf die Venture-Landschaft haben.

Für die Förderung von Start-ups empfiehlt der Beirat, den Erfolg von Instrumenten wie Precommercial Procurement (PCP) im Auge zu behalten. Eine systematische Erfassung von Spin-Offs – etwa über die Abfrage im Rahmen der Abschlussberichte oder über gezielte Nachfragen bei den Projektkonsortien – kann wertvolle Hinweise zur Wirkung der Förderung liefern.

Mit Blick auf Schutzrechte stellt der Beirat fest, dass Schutzrechtsanmeldungen in Deutschland im internationalen Vergleich selten sind. Hier sollte gemeinsam mit den beteiligten Akteuren diskutiert werden, ob eine Stärkung dieser Dimension angestrebt wird und welche Anreizstrukturen dafür geeignet wären.

Vielseitigkeit der Forschenden

Schließlich weist der Beirat darauf hin, dass der Frauenanteil in geförderten Projekten und in besonderem Maße in Leitungsfunktionen weiterhin unzureichend ist. Hier sieht der Beirat strukturellen Handlungsbedarf. Insbesondere sollte es keine Korrektur zu einer noch geringeren Quote bei der geforderten Frauenbeteiligung geben. Die Stärkung Deutschlands als Innovationsstandort braucht die gezielte Entwicklung von Menschen – international und divers – entlang aller Qualifikationsstufen, von der Facharbeit über das Studium bis hin zu Leitungspositionen.

Wichtig für das Monitoring ist die korrekte Darstellung der Frauenanteile in Projekten: Es wird darauf hingewiesen, dass die Erfassung der Geschlechterverteilung bei Leitungsfunktionen in vielen Fällen unzutreffend sein könnte. Dies gilt dann, wenn aus formalen Gründen die zeichnungsberechtigte Person und die faktische Projektleitung nicht identisch sind. Es sollte getrennt erfasst werden, welche Person die tatsächliche Projektleitung ausfüllt, wenn sie sich von der Person, die den Antrag eingereicht hat (also der Person mit Prokura oder Handlungsvollmacht), unterscheidet. Der Beirat empfiehlt, in geeigneter Weise bei Konsortien aktiv auf die Vielseitigkeit der Projektteams zu achten, wie z.B. von der DFG und an Exzellenz-Universitäten praktiziert.

Ein KPI zu internationaler Beteiligung könnte auch ein Beitrag zur Vielfalt sein. Die Beteiligung von in Deutschland arbeitenden internationalen Expertinnen und Experten könnte zudem durch die Möglichkeit einer direkten Antragstellung und Projektdurchführung in englischer Sprache erleichtert werden. Somit könnten sich die internationalen Expertinnen und Experten direkt in die Diskussionen und interaktiven Formate einbringen und so zu besseren Ergebnissen beitragen. Dies ist in der aktuellen geopolitischen Lage besonders wichtig, da hervorragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt derzeit Deutschland als attraktives Zielland betrachten, sofern sie hier die entsprechenden Bedingungen für ihre Forschung und Mitwirkung in den wissenschaftlichen Formaten erhalten.

Projektmanagement

Projektmanagement gewinnt bei zunehmend komplexen Projektteams an Bedeutung und erfordert entsprechende Fachkompetenz. Hierbei ist die Kommunikation innerhalb des Projekts und der Transfer der Ergebnisse in die Gesellschaft wichtig.

Bisher werden das Projektmanagement und die Kommunikation oft als Arbeitspakete gestrichen. Der Beirat ist der Auffassung, dass Projektmanagement und Kommunikation wichtige Tätigkeiten eines Projektes darstellen, die maßgeblich zum Projekterfolg beitragen. Die Aufwendungen in diesem Bereich sind nicht einfach Overhead, sondern sie sind originäre Projektaufgaben, die auch als solche förderfähig und förderwürdig sein sollten. Die Durchführung erfordert nicht notwendigerweise technische Expertise; im Gegenteil, sie sollte eher von Expertinnen und Experten im Bereich Projektmanagement und Kommunikation vorgenommen werden, die eng mit den Fachexpertinnen und Fachexperten zusammenarbeiten.

Prozesse, Rahmenbedingungen und Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit ist vor dem Hintergrund der geopolitischen Dynamik zu einer strategischen Größe geworden. Der Beirat würdigt die mit dem 8. Energieforschungsprogramm geschaffenen Strukturen ausdrücklich und empfiehlt zugleich, die Bewilligungsprozesse konsequent zu beschleunigen. Die festgestellten Bewilligungszeiträume – auch bei Mikroprojekten – sind für die Anforderungen eines schnellen Programms zu lang. Eine Verkürzung kommt insbesondere Forschungseinrichtungen und KMU zugute, für die die Vorfinanzierung von Forschung und Entwicklung eine wesentliche Hürde darstellt.

Der Beirat empfiehlt, Systemeffizienz und Kosteneffizienz als gemeinsam zu adressierende Größen zu verstehen. Im europäischen und internationalen Vergleich wird Europa derzeit so wahrgenommen, dass Kosteneffizienz höher gewichtet wird als die Beschleunigung der Energietransformation. Mit Blick auf China steht das Thema Versorgungssicherheit im Vordergrund, mit Blick auf die USA fällt eine geringere Sorge vor Mitnahmeeffekten auf. Eine bewusste Verortung Deutschlands und Europas in diesem Spektrum ist Voraussetzung für eine zukunftsfähige strategische Ausrichtung.

Künstliche Intelligenz bei der Projektbeantragung & Durchführung

Derzeit gibt es noch keine Regeln, wie mit der Nutzung von KI bei Projektanträgen und in der Projektdurchführung umgegangen wird. Dazu möchte sich der Beirat hier äußern.

Der Beirat empfiehlt, dass bei der Bewertung von Anträgen die projektspezifischen Inhalte als Hauptkriterien herangezogen werden. Es wird empfohlen, dass KI bei der Antragserstellung, Durchführung und Berichterstattung genutzt werden kann.

So soll die Beantragung und Bewertung effizienter werden. Es ist darauf zu achten, dass die Möglichkeiten von KI nicht dazu führen, dass bei der Berichterstattung Mehraufwand entsteht, z.B. durch KI generierte (überflüssige) Detailfragen.

KI-gestützte Anträge könnten auch Akteure mit weniger Erfahrung in der Fördermittelbeantragung befähigen, die Formalia der Antragstellung effizient zu erfüllen.

Risikokapital

Energieforschung, die auf Entwicklung, Einsatz und Diffusion von Technologien gerichtet ist, braucht nicht nur Förderung, sondern muss durch Risikokapital flankiert werden. Laut Bericht der EZB schafft es Deutschland nicht, Risikokapital für Deutschland anzuwerben. Deutschland liegt z.B. hinter Griechenland und Italien.

Der Beirat empfiehlt, Mechanismen zu schaffen, so dass Förderung und Risikokapital Hand in Hand gehen können. Hierbei spielen Garantien eine wichtige Rolle.

Handbuch der Projektförderung

Das BMFTR sollte das Handbuch der Projektförderung mit anpassen, damit es nicht verhindert, dass die Summe für Innovationsförderung an neue Bedarfe angepasst wird. Darin wird geregelt, wie das Geld auf Themen und auch Innovatoren verteilt wird. In den Ressorts hat man mehr Ermessensspielraum.

5. Fazit

Das als lernendes und agiles Programm gestaltete 8. Energieforschungsprogramm des BMW hat die Energieforschung in Deutschland stark unterstützt und erfolgreich weiterentwickelt. Der Beirat unterstützt den grundsätzlichen Kurs des 8. Energieforschungsprogramms. Das Programm soll als „lernendes Programm“ fortgeführt und kontinuierlich an neue technologische, wirtschaftliche und geopolitische Rahmenbedingungen angepasst werden.

Portfolioansatz

Der Beirat bewertet den Portfolioansatz des 8. Energieforschungsprogramms als geeignetes Instrument zur breiten Abdeckung der Programmziele und zur gezielten Steuerung über Sprinterziele. Um den Charakter des „lernenden Programms“ zu stärken, wird eine Weiterentwicklung hin zu einer strategischen Forschungsplanung empfohlen. Diese soll die Dimensionen Wettbewerbsfähigkeit, Resilienz und europäische Souveränität konsequenter verankern und die Förderung stärker entlang (betriebswirtschaftlicher) Wertschöpfungsketten ausrichten. Dies sollte durch eine Erhöhung der Agilität (z. B. durch Kurzzeitprojekte), die Schließung von Förderlücken an den TRL-Schnittstellen sowie eine evidenzbasierte Steuerung durch ein erweitertes, wirtschaftspolitisch geschärftes Monitoring flankiert werden.

Zielräume

Der Beirat empfiehlt, Forschungsziele als flexible Zielräume zu definieren, die sich an aktuellen Herausforderungen und KPIs orientieren. Angesichts verkürzter Innovationszyklen und langer Entwicklungszeiten in der Energietechnologie betont der Beirat die Notwendigkeit kontinuierlicher, langfristiger Förderung. Besonders Wasserstofftechnologien, Speicher, Technologien und Konzepte der Sektorenkopplung und resiliente Infrastrukturen brauchen über Jahre kontinuierliche Förderung, um Marktreife zu erreichen.

Der Umbau des Energiesystems ist eine langfristige, komplexe Modernisierungsaufgabe – kontinuierliche Forschung sichert dabei technische Reife und gesellschaftliche Akzeptanz. Die missionsorientierte Struktur (Energiesystem, Wärme, Strom, Wasserstoff, Transfer) kombiniert Grundlagenforschung mit zeitnah wirksamen Projekten. Der Beirat empfiehlt, Missionen als langfristige Fragen zu formulieren (z.B. Resilienz europäischer Energiesysteme) und die Zusammenarbeit von Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zu stärken.

Für die Zielanpassung schlägt der Beirat konkret die nachfolgenden vier Schwerpunkte vor, die für alle Missionsthemen von herausgehobener Relevanz sind:

- **Sicherheit, Resilienz, Zukunftsfähigkeit:** Strategische und technologische Souveränität sichern, insbesondere bei Schlüsseltechnologien.
- **Wertschöpfungsketten/Ökosysteme:** Wertschöpfung in Deutschland/Europa stärken, Lücken und Potenziale gezielt adressieren
- **Digitalisierung:** Grundlage für die Transformation des Energiesystems mit hohem Bedarf an Flexibilitäten schaffen.
- **KI und Energie:** Forschung gezielt stärken für eine europäische Souveränität im Bereich der Nutzung von KI im Energiesystem sowie für eine energieeffiziente Versorgung von Datenzentren
- **Regulatorischer Rahmen:** Forschung zu regulatorischen Bedingungen intensivieren, Wissenstransfer in die Politik verbessern.

Weitere Empfehlungen betreffen eine verbesserte Start-up- und Fehlerkultur, mehr Risikokapital und regulatorische Flexibilität.

Monitoring

Der Beirat bewertet das Monitoring des 8. Energieforschungsprogramms als eine wesentliche Grundlage für die evidenzbasierte Steuerung des lernenden Programms. Es schafft Transparenz und liefert mit der Erfassung von Zielabdeckung, Technologiereifegraden, Verwertungsperspektiven und Wertschöpfungsbeiträgen eine belastbare Datengrundlage. Gleichzeitig empfiehlt der Beirat, das Monitoring stärker als strategisches Steuerungsinstrument weiterzuentwickeln. Dazu sollten Indikatoren, deren Einordnung und daraus abgeleitete Handlungsempfehlungen klarer voneinander getrennt sowie KPIs stärker als Frühwarnsystem genutzt werden. Die bisher überwiegend projektbezogene Betrachtung sollte um wirtschafts- und industriepolitische Perspektiven ergänzt werden, etwa durch Kennzahlen zu Wertschöpfungsketten, Spin-offs, Start-ups, Schutzrechten, Vernetzung der Akteure und Beteiligung internationaler Expertinnen und Experten. Darüber hinaus empfiehlt der Beirat, Innovationsprozesse über TRL-Grenzen hinweg besser abzubilden, die Wirkung von Förderinstrumenten systematischer zu erfassen und Aspekte wie Diversität, Projektmanagement, KI-Nutzung, Geschwindigkeit von Förderprozessen sowie die Verknüpfung von Förderung und Risikokapital stärker in die Bewertung einzubeziehen. Damit soll das Monitoring nicht nur den Fördervollzug dokumentieren, sondern aktiv zur strategischen Weiterentwicklung der Energieforschungsförderung beitragen.

Wir freuen uns als Beirat darauf, hier weiter Anstöße zu geben und Vorschläge mit zu entwickeln.