



Stellungnahme von Helmholtz Energy, dem Forschungsbereich Energie der Helmholtz Gemeinschaft, auf die Anfrage des BMUKN (Referat NK II 1) im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung zum Klimaschutzprogramm der Bundesregierung nach § 9 Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)

Kontakt: Andrea Meyn und Núria González-García | Helmholtz Energy Office | 13.01.2026 | andrea.meyn@kit.edu, 0721 608-41005 | nuria.gonzalez-garcia@kit.edu, 0721 608-41006

Über Helmholtz Energy

Mit Forschung von den Grundlagen bis zur Anwendung schafft Helmholtz Energy, der Forschungsbereich Energie der Helmholtz-Gemeinschaft, die wissenschaftlichen Voraussetzungen für eine klimaneutrale Energieversorgung, die ökonomisch und gesellschaftlich getragen wird. Helmholtz Energy zeichnet sich durch eine einzigartige Kombination von systemischer Perspektive, breiter Forschung und umfangreichen Forschungsinfrastrukturen aus.

In interdisziplinären Programmen entwickeln die mehr als 2200 Forschenden zukunftsweisende Lösungen für den nachhaltigen Umbau der Energieversorgung in Deutschland, Europa und weltweit. Dafür erforschen, entwickeln und bewerten sie innovative Wandlungs-, Verteilungs-, und Speichertechnologien – von der Materialentwicklung bis zur innovativen Lösung. Unter Einbezug aller relevanten Ketten zur Energiewandlung und zukunftssicherer technologischer Optionen erarbeitet Helmholtz Energy ganzheitliche, sektorenübergreifende Konzepte und Lösungen für ein Energiesystem der Zukunft.

An Helmholtz Energy sind folgende Helmholtz-Zentren beteiligt: das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), das Forschungszentrum Jülich (FZJ), das Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB), das Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR) und das Karlsruher Institut für Technologie (KIT); das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) ist wissenschaftlich assoziiertes Zentrum.

Website: <https://energy.helmholtz.de>

Frage 1

Welche zusätzlichen, konkreten Maßnahmen in den Sektoren Energiewirtschaft, Industrie, Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Landnutzung/Forst (auch sektorübergreifende Maßnahmen), bzw. Änderungen bestehender Maßnahmen können dabei helfen, diese Ziele sicher zu erreichen? Welche finanziellen oder rechtlichen Voraussetzungen, einschl. Ordnungsrecht, sind dafür erforderlich?

Um **Klimaneutralität** zu erreichen, ist eine **Transformation aller Sektoren**, von Industrie über Verkehr bis zu Gebäuden erforderlich. Die Transformation erfordert **innovative Lösungen und hohe zielgerichtete Investitionen**. Zusätzlich zu technischen und wirtschaftlichen Aspekten spielt die **gesellschaftliche Akzeptanz** eine entscheidende Rolle für den Erfolg, da sie die Einführung und Marktdurchdringung neuer Technologien beschleunigt und die Umsetzung politischer Maßnahmen erleichtert. Verspätetes Handeln oder nicht zu handeln würde nicht nur die wirtschaftlichen Kosten, sondern auch die indirekten klimabedingten Gesundheitskosten vervielfachen. Im Gegensatz dazu bietet die **entschlossene und zügige Umsetzung der Transformation** enorme **wirtschaftliche, soziale und ökologische Chancen**. Die Transformation ist in Verbindung mit der **Sicherung des Zugangs zu kritischen Rohstoffen und Materialien** ein zentraler Hebel für die **Stärkung von Resilienz und Versorgungssicherheit**.

Nur durch eine koordinierte Strategie, die technologische Innovation, nachhaltige Wertschöpfungsketten und internationale Partnerschaften vereint, können wir die Energieversorgung langfristig absichern und gleichzeitig die technologische Souveränität gewährleisten. Dies bildet die Grundlage für erhöhte Wettbewerbsfähigkeit, Innovationskraft und eine nachhaltige industrielle Entwicklung – und damit für die Sicherung des Wirtschaftsstandorts Deutschland im globalen Wettbewerb.

Energiewirtschaft:

Deutschland hat sich dem Ziel der Klimaneutralität bis 2045 verpflichtet. Dies erfordert eine zügige und grundlegende Umstellung des Energiesystems auf erneuerbare Energien. Innovationen bei Elektrifizierung und Wasserstoff sind Schlüssel für die Dekarbonisierung der Industrie und des Verkehrs. Sozio-ökonomische Faktoren wie die Wirtschaftslage oder die geopolitische Weltordnung müssen einbezogen werden, um Investitionen optimal zu planen sowie die Resilienz und die Akzeptanz der Transformation zu erhöhen.

Folgende Maßnahmen müssen im Zentrum der Energiewende-Strategie stehen:

- **Ausbau erneuerbarer Energien beschleunigen.** Die ausreichende **Verfügbarkeit und Nutzung erneuerbarer Energien** bleibt Voraussetzung für die meisten Technologielösungen. Dies erfordert einen **beschleunigten Ausbau**. Ohne einen beschleunigten Ausbau von Wind- und Solarenergie können weder die Elektrifizierung von Industrie und Mobilität noch die Dekarbonisierung des Wärmesektors im erforderlichen Tempo erfolgen.

- **Stromnetze weiterentwickeln.** Damit dieser Ausbau wirksam wird, muss das **Stromnetz weiterentwickelt** werden, um zusätzliche Kapazitäten in Übertragungs- und Verteilnetzen zu schaffen. Nur so lassen sich regionale Erzeugungsschwankungen ausgleichen, neue Verbraucher integrieren und die Versorgungssicherheit langfristig gewährleisten.
- **Flexibilitätspotenziale heben und ausbauen.** **Flexibilität** im Stromnetz ist unabdingbar, da erneuerbare Energien fluktuierende und saisonal schwankende Energiequellen sind. Um die **Versorgungssicherheit** zu jedem Zeitpunkt zu gewährleisten, müssen daher **Flexibilitätspotenziale** durch **Speichersysteme**, **Sektorkopplung** und **smarte Energienutzung** erschlossen werden. Die Nutzung von Flexibilitäten ermöglicht es nicht nur, das volle Potenzial der erneuerbaren Energien auszuschöpfen und Kosten zu senken, sondern schafft auch die Grundlage für ein resilenteres Energiesystem.
- **Elektrifizierung** wo möglich und **klimaneutraler Wasserstoff sowie klimaneutrale synthetische Kraft-, Brenn- und Grundstoffe** wo technisch erforderlich, ergänzen sich in der Transformation des Verkehrs- und Industriesektors.
- Die **Wärmewende** im **Gebäudesektor** ist essentieller Bestandteil einer erfolgreichen Energiewende. Die Wärmeversorgung der Zukunft muss auf dem **Zusammenspiel** von **Effizienz**, verschiedener **erneuerbarer Wärmetechnologien** sowie der **Kopplung mit dem Stromsektor** basieren. Der **Wärmebedarf** muss erheblich **sinken** und Wärmepumpen, Fern- und Nahwärmenetze, Geothermie und intersaisonale Wärmespeicher müssen eingebunden werden.

Diese Maßnahmen schaffen nicht nur Versorgungssicherheit, sondern stärken auch die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit. Zusätzlich zu diesen Maßnahmen sind politische Strategien notwendig, um die Energiewende resilient und finanziell tragbar zu gestalten:

- Beim **Aufbau einer internationalen Infrastruktur zum Wasserstofftransport** müssen **geopolitische Abhängigkeiten** beachtet werden. Sie können durch die **Diversifizierung der Lieferländer** und den langfristigen Aufbau von **Energiepartnerschaften** mit politisch stabilen Ländern minimiert werden.
- **Kritische Rohstoffe** müssen gesichert werden. Geeignete **geopolitische Strategien** sind notwendig, um potenziellen Rohstoffengpässen – und den entsprechenden Preisanstiegen – entgegenzuwirken. Der Aufbau einer **Kreislaufwirtschaft** und der Ersatz durch **alternative Rohstoffe und Materialien** sind weitere Strategien, um Abhängigkeiten zu verringern.

Ein konstruktiver und kontinuierlicher Dialog zwischen allen beteiligten Akteuren aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft ist von entscheidender Bedeutung, um eine wirtschaftlich tragfähige, ökologisch und sozial verträgliche Transformation zu einem klimaneutralen Energiesystem zu gewährleisten.

Forschung und Entwicklung spielen dabei eine Schlüsselrolle: Nur durch gezielte Investitionen in innovative Technologien und deren schnelle Skalierung kann Deutschland technologische Führerschaft erlangen, internationale Wettbewerbsfähigkeit sichern und die Energiewende beschleunigen.

Energiewirtschaft und Industrie:

Kreislaufwirtschaft als Grundlage für eine sichere und nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung

Die Nachfrage nach Materialien für erneuerbare Energien und Batterien wird sich bis 2050 vervierfachen.¹ Die Schaffung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft ist notwendig, um planetare Ressourcen und die Umwelt zu schützen sowie den Zugang zu Rohstoffen und die Energiesouveränität zu sichern. Um Materialkreisläufe zu schließen und weniger Primärrohstoffe der Natur zu entnehmen müssen die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft über den gesamten Lebenszyklus eines Produktes integriert werden. Ein holistischer, nachhaltiger Ansatz beim Produktdesign, der Kosten, Lebensdauer, Wiederverwendbarkeit und Recyclingfähigkeit berücksichtigt, verwirklicht die Kreislaufwirtschaft und macht das Produkt auch wirtschaftlich attraktiv.

Diese Umstellung erfordert sektorübergreifende Innovationen in Materialien, Produkte, und Produktion sowie das Einbinden digitaler Technologien. Sie bietet enorme wirtschaftliche und gesellschaftliche Chancen: Erschließung neuer Absatzmärkte, Senkung der Produktionskosten, Erhöhung der Resilienz von Lieferketten, und Schaffung neuer Arbeitsplätze in Bereichen wie Produktdesign, Reparatur und Recycling.

Aktueller Kontext und Relevanz

Zwischen 2022 und 2050 werden ca. 6,5 Milliarden Tonnen Materialien für Windturbinen, Solarpaneele, Elektrofahrzeuge und andere erneuerbare Technologien benötigt. 95% dieses Materialbedarfs entfällt auf Stahl, Kupfer und Aluminium. Der verbleibende Teil besteht aus kritischen Mineralien wie Lithium, Kobalt, Graphit oder seltenen Erden². Die EU ist stark von Importen für diese Materialien abhängig und daher sehr anfällig für Versorgungsunterbrechungen. Geopolitische Spannungen und Handelsbeschränkungen verschärfen die Lage zusätzlich. Auch herkömmliche Rohstoffe wie Aluminium sind zunehmend von Knappheit betroffen.³

Erneuerbare Technologien wurden bisher nach einem linearen Wirtschaftsmodell entwickelt, produziert und genutzt, das ausschließlich auf die optimale Funktionalität des Produkts bei der Erstnutzung ausgerichtet ist. Eine Kreislaufwirtschaftsstrategie für erneuerbare Technologien ist unverzichtbar, um die Nachhaltigkeit der Energieversorgung, die Robustheit der Rohstofflieferketten und die Souveränität der EU deutlich zu erhöhen. Die potenziellen Einsparungen und Vorteile sind enorm; z.B. durch die Rückgewinnung von Rohstoffen aus PV-Modulen könnten im Jahr 2050 ca. 2 Milliarden neuen Modulen produziert werden, mit einem Wert der zurückgewonnenen Materialien von ca. \$15 Mrd.⁴ Trotzdem stagniert die Rezyklateinsatzquote (oder Zirkularitätsrate)⁵ in der EU seit 2010 bei unter 12%.⁶

Sowohl die EU als auch Deutschland haben verschiedene Konzepte für die Reduzierung des Primärrohstoffverbrauchs und die Förderung einer zirkulären Energiewende verabschiedet.⁷

¹, [World Economic Forum, August 2024](#)

² *Materials and Resource Requirements for the Energy Transition*, Energy Transitions Commission, July 2023

³ Materialknappheit bewältigen, Fraunhofer IWS Dresden, Presseinformation Dezember 2024

⁴ *For a Circular Energy Transition: Action plan for industry, policymakers and investors*, Green Purposes Company, Feb. 2023

⁵ Die Zirkularitätsrate (oder Circular Material Use Rate, CMU) setzt die Abfälle, die in ein Recycling gehen, ins Verhältnis zur gesamten Menge an Rohstoffen, die genutzt werden. Sie liefert einen Richtwert für den Beitrag von Sekundärrohstoffen (Rezyklate) zum gesamten Rohstoffbedarf. Sie ist nicht zu verwechseln mit der Recyclingquote. Diese beschreibt, wie viel Prozent aller Abfälle in ein Recycling gehen, ohne Bezug zum gesamten Rohstoffverbrauch.

⁶ *Circular material use rate in Europe*, European Environment Agency, January 2025

⁷ U.a. [Circular Economy Action Plan](#) der EU und das [Kreislaufwirtschaftsgesetz](#) Deutschlands

Es sind jedoch weitere Maßnahmen erforderlich, um sicherzustellen, dass die wirksamen Rechtsvorschriften ihr Ziel erreichen.

Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen

Helmholtz Energy empfiehlt die Erstellung eines **Kreislaufwirtschafts-Aktionsplans** für erneuerbare Technologien. Dieser Aktionsplan sollte auf drei Säulen basieren:

1. Entwicklung neuer **Materialien und Produkte** unter dem „*safe and sustainable by Design*“ Modell⁸, bei dem das Material- und Produktdesign den **gesamten Lebenszyklus** des Endprodukts berücksichtigt (i.e. Erst- und Wiedernutzung, Reparierbarkeit und Recycling).
2. Aufbau **zirkulärer Wertschöpfungsketten** durch die Integration **digitaler Tools** wie Produktpässe oder Blockchain-Technologien. Standardisierte, interoperable *track-and-trace* Plattformen⁹ ermöglichen eine transparente Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette und die Umsetzung neuer Geschäftsmodelle.
3. Zusammenarbeit **aller relevanten Akteure der Energiewirtschaft**: Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft sowie politischer Entscheidungsträger und Investoren.

Gezielte politische Maßnahmen können allen Akteuren helfen, die **technischen, wirtschaftlichen, und gesellschaftlichen Hindernisse** bei der Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft zu überwinden. Helmholtz Energy empfiehlt daher folgende Maßnahmen:

- **Förderung von Designinnovationen**, die Demontage, Wiederverwendbarkeit und Recyclingfähigkeit erneuerbarer Technologien berücksichtigen und die Zusammenarbeit zwischen Materialforscher:innen, Produktdesigner:innen und Recyclingexpert:innen verstärken. Das Ziel sollte sein, **nicht-kreislauffähige Materialien** zu substituieren, **Produktdesigns** an die Kreislaufwirtschaft anzupassen und **innovative Reparatur – und Recyclingtechnologien mit Praxispartnern zu entwickeln**.
- **Aufbau von Forschungsinfrastrukturen im Pilotmaßstab** zum Testen von Technologien, zur Bewertung von Wechselwirkungen und zur ganzheitlichen Optimierung der Kreislaufstrategien über den gesamten Produktlebenszyklus. Die Bewertung und Skalierung von Kreislaufstrategien muss „*unter einem Dach*“ erforscht werden, um Wechselwirkungen entlang der Wertschöpfungskette des Produkts frühzeitig zu erkennen. Solche Infrastrukturen fördern den optimalen und raschen Technologietransfer in die Industrie.
- **Starke Impulse für die Digitalisierung der Wertschöpfungskette**. Daten, die durch digitale Instrumente wie digitale Produktpässe gewonnen werden, ermöglichen die Überwachung von Materialien und Komponenten entlang der gesamten Lieferkette und des Produktlebenszyklus. Nur so können alle Akteure entlang der Wertschöpfungskette Verantwortung für die Materialströme übernehmen und am Ende des Produktlebens eine fundierte Entscheidung treffen, ob das Produkt repariert, wiederverwendet, oder recycelt werden sollte. Die Umsetzung und Akzeptanz digitaler Technologien erfordern **klare rechtliche Rahmenbedingungen**, insbesondere im Bereich des **Datenschutzes**.
- **Klarer Rechtsrahmen und Standards**. Bestehende Gesetzgebungen müssen spezifische Rechtsvorschriften für erneuerbare Technologie festlegen; z.B. eine erweiterte Herstellerverantwortung (EPR) für die **Rücknahme von Produkten**, die Festlegung von **Standards** für ein kreislaufgerechtes Produktdesign (z.B. durch Verringerung der

⁸ European Commission, December 2022

⁹ Powering the Future: Overcoming Battery Supply Chain Challenges with Circularity, World Economic Forum, January 2025

Materialkomplexität), die **Überarbeitung der WEEE-Richtlinie¹⁰** und **verbindliche Rezyklateinsatzquoten⁵** in allen Sektoren. Ein klarer und anspruchsvoller **Rechtsrahmen** ist ein Katalysator für Innovation und Wissenstransfer. Er würde auch die Entwicklung und Umsetzung neuer Geschäftsmodelle fördern und der Industrie Wettbewerbsvorteile verschaffen.

¹⁰ Waste from Electrical and Electronic Equipment (WEEE): [WEEE Directive - European Commission](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Waste_from_Electrical_and_Electronic_Equipment_(WEEE)&oldformat=1)

Frage 2

Wie kann das Klimaschutzprogramm so ausgestaltet werden, dass es vulnerable Gruppen und insbesondere Haushalte mit niedrigem Einkommen nicht überfordert, eine faire Verteilung der Kosten und Nutzen gewährleistet und eine hohe gesamtgesellschaftliche Akzeptanz findet?

- **Energie bezahlbar halten.** Durch beschleunigten Ausbau erneuerbarer Energien, Flexibilitätsoptionen und Digitalisierung die Systemkosten senken; daraus resultierende Kostenvorteile können Haushalte entlasten (z. B. durch effizientere Speicherung/Netznutzung).
- **Material- und Batterie-Innovation fördern.** Technologische Fortschritte wie höhere Wirkungsgrade (z. B. hocheffiziente Photovoltaik) und langlebigere, kostengünstigere Batterien senken nicht nur die Strom- und Mobilitätskosten, sondern machen klimafreundliche Technologien auch für Haushalte mit geringem Einkommen erschwinglich. Forschung und Entwicklung sind hier der Schlüssel für Skalierung und Kostensenkung
- **Kreislaufwirtschaft als Kostenbremse.** Eine konsequente Kreislaufwirtschaft **senkt die** Abhängigkeit von Importen, stärkt die Versorgungssicherheit und verringert dadurch die Preisvolatilität. Mittel- und langfristig verringert eine konsequente Kreislaufwirtschaft so die Rohstoffkosten, stabilisiert die Endkundenpreise und fördert dadurch die soziale Verträglichkeit. Ergänzend können **Sharing-Economy-Ansätze** – etwa gemeinschaftliche Nutzung von Fahrzeugen, Geräten oder Energiespeichern – die Anschaffungskosten für Haushalte senken und die Ressourceneffizienz steigern.
- **Transparente Governance & Dialog.** Eine partizipative Ausgestaltung des Klimaschutzprogramms mit frühzeitiger Einbindung relevanter Akteure erhöht die gesellschaftliche Akzeptanz. Transparente Entscheidungsprozesse und die Berücksichtigung sozialer Auswirkungen schaffen Vertrauen und verhindern, dass vulnerable Gruppen überproportional belastet werden.

Frage 3

Welche Änderungen von Rahmenbedingungen und Anreizen können dabei helfen, weitere Investitionen in die Transformation zur Klimaneutralität und die Marktdurchdringung von Schlüsseltechnologien für die Klimaneutralität zu beschleunigen? Wie kann dabei die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie gestärkt werden? Wie kann die Wirksamkeit marktwirtschaftlicher Instrumente bestmöglich gewährleistet werden?

Grundsätzlich und sektorübergreifend

Die Verlässlichkeit der (Klima-)Ziele und des gesetzlichen Rahmens gerade auch über Legislaturperioden hinweg ist eine Grundvoraussetzung für eine gelingende Transformation. Ein klarer, langfristig Kurs schafft Planungssicherheit für Unternehmen und Privateigentümer, ermöglicht zielgerichtete Investitionen und belohnt Vorreiter.

Innovative Materialien: Schlüssel für eine bezahlbare, sichere und nachhaltige Energieversorgung

Die Nachfrage nach Materialien für erneuerbare Energien und Batterien wird sich bis 2050 vervierfachen.¹¹ Innovative Materialien sind für eine bezahlbare, sichere und nachhaltige Energieversorgung von entscheidender Bedeutung. Sowohl geopolitische als auch Nachhaltigkeitsaspekte erfordern eine rasche Entwicklung neuer Materialien, um die Abhängigkeit von Importen zu verringern und die Energieversorgung sicherzustellen. Investitionen in die Forschungsinfrastruktur und die Förderung zur Beschleunigung der Materialinnovation sowie des Technologietransfers erhöhen die Resilienz und Nachhaltigkeit des Energiesystems. So kann Deutschland seine Ziele der Klimaneutralität rechtzeitig erreichen und Vorreiter bei der Entwicklung technologischer Innovationen werden.

Aktueller Kontext und Relevanz

Im Jahr 2022 war die Energieversorgung für 27,4 % der Treibhausgasemissionen in der EU verantwortlich.¹² Die Transformation des Energiesystems ist daher ein wesentlicher Baustein zum Erreichen der Klimaziele. Sie bringt Herausforderungen mit sich: die Notwendigkeit der Nachhaltigkeit, der begrenzte Zugang zu Rohstoffen, unsichere Versorgungsketten und geopolitische Faktoren. Die EU hat erkannt, dass ohne Zugang zu **einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen** die europäische Wirtschaft und die Klima- und Entwicklungsziele der EU gefährdet sind. Ohne kritische Rohstoffe wird es keinen "Green Deal" und keine technologische Entwicklung in Europa geben. Um die **EU-Souveränität zu stärken** wurde 2023 der **Critical Raw Materials Act** verabschiedet. Der Akt soll den Zugang zu einer sicheren und nachhaltigen Versorgung mit kritischen Rohstoffen für die EU gewährleisten.

¹¹ The energy transition is creating a historic materials transition. Here's why, World Economic Forum, August 2024

¹² Greenhouse gas emissions by country and sector, European Parliament, December 2024

Der Aufbau einer **Kreislaufwirtschaft** für erneuerbare Technologien spielt eine zentrale Rolle für die Verringerung der Nachfrage nach kritischen Rohstoffen und zur Minimierung der Versorgungsrisiken: Durch die Wiederverwendung und das Recycling von Materialien kann die Verfügbarkeit kritischer Rohstoffe in der EU erhöht und damit die Importabhängigkeit verringert werden. Darüber hinaus sind **Materialforschung** und **-innovation** Schlüssel für eine nachhaltige Transformation des Energiesystems. **Neue Materialien**, welche die geopolitischen und regionalen Risiken in den Lieferketten durch Minimierung (oder Verzicht) des Einsatzes von kritischen Rohstoffen verringern, werden die **Technologielandschaft der Zukunft** gestalten. Sie unterstützen die **Wettbewerbsfähigkeit** und die **wirtschaftliche Souveränität** Deutschlands und Europas.

Neue Materialien werden dringend benötigt, aber ihre Entwicklung ist ein kostspieliger Prozess, der zwischen 10 und 30 Jahren dauern kann. Die neuesten Entwicklungen in den Bereichen **Robotik, maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz** sollen die **Entdeckung und Entwicklung neuer Materialien** revolutionieren und **bahnbrechende Innovationen** erheblich beschleunigen. Diese Technologien werden den Aufbau **autonomer Labore** ermöglichen und durch die Steigerung der Automatisierung, Effizienz und Präzision des Entwicklungsprozesses eine **kosteneffiziente beschleunigte Materialentwicklung und -integration** innerhalb von 3-5 Jahren erlauben.

Die **Beschleunigung der Materialentwicklung und -integration** stellt einen **wichtigen Wettbewerbsvorteil** für die **Industrie** dar: Unternehmen können schneller auf Marktveränderungen reagieren und neue Produkte anbieten, die den aktuellen Anforderungen entsprechen. Sie hat das Potenzial, **neue Arbeitsplätze** zu schaffen, sowohl in Forschungseinrichtungen und Universitäten als auch in der Produktion und der Fertigung.

Letztendlich wirken sich die neuen Materialien positiv auf die **Gesellschaft** aus: innovative Tandemsolarzellen mit höherem Wirkungsgrad und kostengünstigere, langlebige Batterietypen ermöglichen eine höhere Produktion und eine effizientere Speicherung von Solarenergie, was die Abhängigkeit vom Stromnetz und die Energiekosten der Haushalte senkt. Günstigere und langlebige Batterietypen werden auch entscheidend zu Kostensenkungen in der Elektromobilität beitragen.

Lösungsansätze und Handlungsempfehlungen

Der rasche Zugang zu **neuen Materialien** wird zu effizienteren und kostengünstigeren Technologien für erneuerbare Energien und deren Nutzung führen und damit zum rechtzeitigen Erreichen einer **bezahlbaren, sicheren und nachhaltigen Energieversorgung** beitragen. **Politische Entscheidungsträger** können die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit im Bereich der Materialentwicklung stärken. Helmholtz Energy empfiehlt daher folgende Maßnahmen:

- Förderung **multidisziplinärer Forschungsprojekte**. Die Entwicklung kreislauffähiger Materialien erfordert ein umfassendes Verständnis von Materialflüssen, Produktionsprozessen und Konsumverhalten. Multidisziplinäre Teams können diese Aspekte integrieren und neue Materialien und Technologien entwickeln, die von Anfang an für eine Kreislaufwirtschaft konzipiert sind. Die Einbindung von **Sozialwissenschaftler:innen** und der Austausch mit **Politiker:innen** muss verstärkt werden, weil dies die Akzeptanz und Umsetzung neuer Konzepte fördert.

- Investitionen in **moderne Forschungsinfrastrukturen** sind von entscheidender Bedeutung. Anwendungsorientierte Technologieplattformen wie *Autonome Labs* sollen die **Entdeckung neuer Materialien revolutionieren** und ihre **Entwicklung und Integration in innovative Produkte** beschleunigen. Solche Infrastrukturen werden die Forschungseinrichtungen – und damit auch den Wirtschaftsstandort Deutschland – als führend positionieren und weitere Investitionen, Talente und Kooperationen anziehen. Sie werden die Zeit bis zur Markteinführung eines Produkts verkürzen und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie stärken.
- **Industrielle Wettbewerbsfähigkeit stärken durch Förderung des Technologietransfers.** Die Bedeutung von Materialien für die deutsche Wirtschaft ist unbestritten. Die material- und werkstoffbasierten Branchen in Deutschland erzielen jährlich einen Umsatz von ca. 1,4 Billionen Euro¹³ (20% der gesamten Bruttowertschöpfung) und sichern rund 6,5 Millionen Arbeitsplätze.¹⁴ Um sie zu stärken sind maßgeschneiderte Instrumente zur **Förderung von Forschungs- und Entwicklungspartnerschaften** zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie die Erleichterung des Zugangs zu Finanzmitteln, insbesondere für Start-ups und kleine Unternehmen, erforderlich.
- **Schaffung eines innovationsfreundlichen regulatorischen Umfelds.** Schneller Schutz von Innovationen durch **vereinfachte Patentverfahren** und weltweit harmonisierte **geistiges Eigentum (IP)-Regelungen** schaffen ein ideales Umfeld für Materialinnovationen. Darüber hinaus muss der **Marktzugang für neue Materialien** gefördert werden. Die Vereinfachung von Zulassungsverfahren und die Harmonisierung internationaler Normen und Standards sind hierbei entscheidend, um die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie durch kürzere Produkteinführungszeit zu stärken.

Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie:

Die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie wird durch **Forschung, Innovation, Digitalisierung, und stabile regulatorische Rahmenbedingungen** gestärkt. Diese Faktoren ermöglichen Kostensenkungen, sichern Rohstoffversorgung, beschleunigen Technologietransfer und schaffen neue Märkte.

1. Forschung & Innovation sind Enablers für die Technologische Führerschaft

Gezielte Investitionen in Forschung und Entwicklung sind der Schlüssel, um Deutschland als Technologieführer zu positionieren. Moderne Forschungsinfrastrukturen wie Reallabore beschleunigen die Material- und Technologieentwicklung und verkürzen die Zeit bis zur Markteinführung. Dies ermöglicht Unternehmen, schneller auf Marktveränderungen zu reagieren, Innovationen zu skalieren und neue Arbeitsplätze zu schaffen. Forschung sichert nicht nur die Energiewende, sondern auch die internationale Wettbewerbsfähigkeit.

2. Digitalisierung & Flexibilität schaffen Kostensenkung

Digitale Technologien und intelligente Steuerungssysteme senken die Systemkosten, indem sie Flexibilitätsoptionen wie Speicher, Sektorkopplung und smarte Netznutzung optimieren. Durch die Digitalisierung der Energieinfrastruktur können Produktionsprozesse effizienter

¹³ Stifterverband Wissenschaftsstatistik, Sonderauswertung 2021, Beschäftigte, Umsatz und interne FuE-Aufwendungen der Unternehmen, [Tabelle 1.5.2 - Datenportal des BMBF](#)

¹⁴ Statistisches Bundesamt: Beschäftigte, Umsatz und Investitionen der Unternehmen und Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden – Fachserie 4, Reihe 4.2.1, – 2021

gestaltet und Energiepreise stabilisiert werden. Dies entlastet Industrie und Haushalte und schafft die Grundlage für eine wirtschaftlich tragfähige Transformation.

3. Sicherer Zugang zu Rohstoffen durch Kreislaufwirtschaft und neue Modelle

Die Entwicklung neuer Materialien, welche die geopolitischen und regionalen Risiken in den Lieferketten durch Minimierung (oder Verzicht) des Einsatzes von kritischen Rohstoffen verringern, und die Integration von Kreislaufprinzipien in Produktdesign und Produktion reduzieren Produktionskosten, verringern Preisvolatilität und stärken die Versorgungssicherheit.

4. Regulatorische Stabilität für Planungssicherheit

Ein verlässlicher gesetzlicher Rahmen über Legislaturperioden hinweg ist essenziell, um Investitionen planbar zu machen. Klare, langfristige Klimaziele und harmonisierte Standards schaffen Vertrauen und reduzieren Risiken für Unternehmen. Ein innovationsfreundliches regulatorisches Umfeld mit vereinfachten Zulassungs- und Patentverfahren beschleunigt die Markteinführung neuer Technologien und stärkt die internationale Position deutscher Unternehmen.

Frage 4

Wie kann das Klimaschutzprogramm Impulse zur Belebung der Konjunktur geben? Worauf sollte angesichts der substantiellen Konsolidierungsbedarfe im Bundeshaushalt sowie der gebotenen Kosteneffizienz besonderes Augenmerk gelegt werden?

Damit das Klimaschutzprogramm nicht nur die Transformation beschleunigt, sondern auch die Konjunktur belebt, müssen Investitionen und Maßnahmen gezielt auf Innovationen ausgerichtet werden, die unmittelbar die Wettbewerbsfähigkeit stärken.

- **Investitionen in Erneuerbare, Netze, Speicher und Digitalisierung:** Beschleunigte Umsetzung hebt Produktivität, senkt Energiekosten und stärkt Wertschöpfung — mit **hohem Multiplikatoreffekt**.
- **Material-/Kreislaufinnovationen** erschließen neue Märkte, senken Produktionskosten und erhöhen Lieferkettenresilienz; Beschäftigungsimpulse in Forschung, Design, Reparatur, Recycling.
Kosteneffizienz: Lebenszyklus-Optimierung (Design, Wiederverwendung, Recycling) verhindert teure Rohstoffimporte und senkt Preisrisiken.
- **Autonome Labore & High-Tech-Forschungsplattformen** verkürzen Entwicklungszeiten, reduzieren Fehlerrisiken, beschleunigen Markteinführung — **effizientere Mittelverwendung**.
- **Zielgenaue Förderkulissen** für Transfer/Skalierung statt breiter Dauersubventionen: Pilot- bis Demonstrationsmaßstab „unter einem Dach“ bewerten, Wechselwirkungen früh erkennen, Fehlinvestitionen vermeiden.
- **Klimaschädliche Subventionen**, die der Transformation entgegenwirken, konsequent abbauen.

Frage 5

Wie kann das Klimaschutzprogramm dazu beitragen, das Zusammenwirken bei der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen zwischen Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene zu optimieren?

Das Klimaschutzprogramm kann das Zusammenspiel zwischen Bund, Ländern und Kommunen optimieren, indem es:

1. **Einheitliche Standards und klare Rechtsrahmen** schafft (z. B. für Produktdesign, Recyclingquoten, Zulassungsverfahren), um Flickenteppiche zu vermeiden.
2. **Kooperationsplattformen und Wissenstransfer** fördert – etwa durch gemeinsame Pilotprojekte, digitale Produktpässe und transparente Wertschöpfungsketten.
3. **Investitionen in Infrastruktur und Digitalisierung** unterstützt (Reallabore und Pilotanlagen, smarte Netze), um Innovationen schneller in die Praxis zu bringen.
4. Einen **strukturierten Dialog** etabliert, damit Bund, Länder und Kommunen regelmäßig Strategien abstimmen, und um die gesellschaftliche Akzeptanz zu stärken.
5. **Gezielte Förderprogramme und Anreize** für Kommunen und Unternehmen bereitstellt, die innovative Klimaschutzmaßnahmen umsetzen.

Damit schafft das Klimaschutzprogramm die Grundlage für eine koordinierte, effiziente und innovationsgetriebene Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen über alle Ebenen hinweg

Quellen

Die vorliegende Stellungnahme basiert auf folgenden Positionspapieren:

- Helmholtz Energy: [Die Energiewende durch Innovation vorantreiben und nachhaltig sichern, Dezember 2024.](#)
- Helmholtz Energy: [Innovative Materialien: Schlüssel für eine bezahlbare, sichere und nachhaltige Energieversorgung, Februar 2025.](#)
- Helmholtz Energy: [Kreislaufwirtschaft als Grundlage für eine sichere und nachhaltige Rohstoff- und Energieversorgung, Februar 2025.](#)