

Dieses Dokument enthält Kurzbeschreibungen der fünf Vorschläge zu Großprojekten (Kopernikusprojekten). Die Zusammenfassungen sind auf der Grundlage der Beschreibung der Kopernikusprojekte (Dokument des Akademienprojekts) durch die Geschäftsstelle des Forschungsforums erstellt worden.

1. Neue Netzstrukturen

Intelligenterer Netze für
Strom, Gas und Wärme

Inhalt: Die dezentrale und fluktuierende Einspeisung aus Wind und Photovoltaik verändert die Anforderungen an deutsche und europäische Netzstrukturen. Dieses Kopernikus-Projekt stellt die Forschung und Entwicklung neuer Netzkonzepte in den Mittelpunkt.

Von zentraler Bedeutung ist dabei zunächst die Frage, inwieweit dezentrale, quasiautonome Netze die Netzsituation von morgen lösen können und wie diese Netze gestaltet werden. Neben den regionalen Strukturen bedarf es auch der Erforschung der großräumigen Netzstrukturen im Sinne hybrider und multimodaler Strukturen. Überlagerte Gleichstromnetze zusammen mit Wechselstromsystemen (hybride Netze) müssen verknüpft mit anderen Energieträgernetzen wie Gas, Wärme oder Wasserstoff betrachtet werden (multimodale Netze). Störanfälligkeit und Resilienz der neuen Netzstrukturen stellen ebenso wichtige Forschungsthemen dar.

Zudem müssen vor dem Hintergrund der Versorgungssicherheit neue Konzepte der Netzregelung- und Betriebsführung über alle Netzebenen hinweg entwickelt werden. Begleitend zu den technischen Fragen müssen Marktmodelle und ein ordnungspolitischer Rahmen entwickelt werden, der u. a. Fragen der zukünftigen Aufgabenverteilung, der Geschäftsmodelle im Netzbetrieb, der Finanzierung des Netzausbaus sowie der Weiterentwicklung der Regulierung adressiert.

Eine weitere zentrale Frage ist die Ausdehnung der deutschen Netzstrukturen in den europäischen Stromversorgungs- und Wirtschaftsraum weit über die bisherigen begrenzten Handelsaktivitäten hinaus. Diese Forschungsanstrengungen sind durch integrative Konzepte für Kooperationen auf europäischer Ebene zu flankieren. Ergänzt werden die Untersuchungen durch sozialwissenschaftliche Analysen im Bereich der Partizipation und Akzeptanz.

2. Flexiblere Nutzung erneuerbarer Ressourcen: Power-to-X

Speicherung, Kraftstoffe
und Wärme aus sauberem
Strom

Inhalt: Mit dem erwarteten starken Ausbau der Wind- und Solarenergie wird es zu wind- und sonnenreichen Zeiten zunehmend ein Überangebot an erneuerbar erzeugtem Strom geben. Die Nutzung dieses Überschussstroms zur Wärme- und Kraftstoffbereitstellung kann dazu beitragen, den Wärme- und Verkehrssektor zu dekarbonisieren und eines der komplexesten Ziele der Energiewende zu erreichen: den Anteil der EE am Gesamtendenergieverbrauch auf 60% bis 2050 zu erhöhen.

Das Ziel dieses Kopernikus-Projektes ist, Flexibilisierungsstrategien für die Nutzung von Strom aus volatilen Erneuerbaren Energien zu erarbeiten und auf diese Weise kostengünstige und effiziente neue Nutzungspfade für den Überschussstrom zu erschließen.

Der Schwerpunkt liegt bei der Erforschung und Weiterentwicklung von Verfahren zur Umwandlung von Strom in gasförmige Energieträger wie Wasserstoff oder Methan (Power-to-Gas), flüssige Kraftstoffe (Power-to-Liquid) und Basischemikalien für die chemische Industrie (Power-to-Chemicals).

Eine weitere Möglichkeit zur Nutzung des Überschussstroms ist die Umwandlung in Wärme (Power-to-Heat) für Warmwassererzeugung, Raumheizung und industrielle Prozesswärme. Hier besteht insbesondere bei der Speicherung von Hochtemperaturwärme großer Forschungsbedarf.

Technologien mit Rückverstromung der gespeicherten Energie wie Druckluftspeicher und Batteriespeicher werden zukünftig erforderlich um die Stromversorgung während dunkler Windflauten sicher zu stellen. Die Entwicklung kostengünstiger Speicherlösungen ist daher ebenfalls Thema dieses Kopernikus-Projektes.

3. Stoffkreisläufe für die Energiewende: Recycling von mineralischen Rohstoffen

Metalle und Halbleiter
für das Energiesystem
der Zukunft

Inhalt: Durch die Abkehr von fossilen Brennstoffen und den Ausbau erneuerbarer Energien ändert sich der Rohstoffbedarf für die Energiebereitstellung. Der Verbrauch von Energierohstoffen geht zurück, wohingegen der Bedarf an mineralischen Rohstoffen durch den Ausbau von Infrastrukturen stark zunimmt, z. B. für die Stromnetze, zur Fertigung von Solarzellen, von Windkraftanlagen, Hybridfahrzeugen oder Batterien und Speichertechnologien. Um nicht in eine Abhängigkeit von strategisch wichtigen mineralischen Rohstoffen zu geraten, erschließt ein systematisches Recyceln von Produkten kurzfristig neue Quellen für die vor allem auch in der Energiewende benötigten Rohstoffe.

In diesem Projekt sollen Konzepte und Technologien für ein systematisches Recycling strategisch wichtiger Rohstoffe entwickelt werden. Dafür ist es notwendig, die gesamte Wertschöpfungskette zu betrachten und inter- und transdisziplinäre Forschungsarbeiten voranzutreiben. Die Untersuchungen beginnen somit bei einem durchdachten Produktdesign („Recycling by Design“), benötigen Konzepte für die Erfassung und Verfolgung von Produkten nach dem Ende ihrer Lebenszeit, schaffen ökonomische Anreize und wird durch politische und rechtliche Rahmenbedingungen geregelt (z. B. Recycling-Quoten und Regelungen zum Verhindern illegaler Exporte).

Als Grundlage dient hierbei die Ermittlung von Rohstoffbedarfen für die Energiewende in internationaler Perspektive und in Hinblick auf die generelle Rohstoffstrategie. Die Entwicklung von Szenarien ist dabei essenziell, um Auskunft über die künftigen Entwicklungen, Bedarfe und Entwicklungskorridore samt der Frage nach Möglichkeiten der Substituierbarkeit von mineralischen Rohstoffen geben zu können. Ergänzt werden diese Forschungsanstrengungen um innovative bzw. effizientere Verfahren(skombinationen), um mineralische Rohstoffe, die teilweise in sehr kleinen Anteilen in den Produkten vorliegen und oft schwer voneinander zu trennen sind, energetisch und ökonomisch effizient zurückzugewinnen.

4. Ausrichtung von Industrieprozessen auf volatile Energieversorgung

Energiewende und die
Industrie von morgen

Inhalt: Rund ein Drittel des Endenergieverbrauchs in Deutschland entfällt auf Industrieanlagen. Energieintensive Prozesse bilden die Basis der industriellen Wertschöpfungsketten. Sie sind seit Jahrzehnten ökonomischen Optimierungen unterworfen, allerdings unter der Randbedingung, dass die für den Prozess benötigte Energie jederzeit zur Verfügung steht.

Die Herausforderung eines hohen Anteils an Wind- und Solarstrom besteht darin, Erzeugung und Verbrauch zeitlich in Einklang zu bringen. Hierzu können zum einen Speicher dienen, zum anderen eine Flexibilisierung des Verbrauchs (sog. Demand Side Management). Energieintensive Industrieprozesse, die an das zukünftige Energiesystem optimal angepasst sind, müssen daher nach anderen Grundsätzen konzipiert werden als bisher üblich.

Mögliche Technologien dafür sind eine flexible, intelligente Steuerung von Batch-Prozessen, eine absichtliche Überdimensionierung der Anlagen, um temporäre Überschüsse im Stromangebot aufnehmen zu können und die Einführung von Pufferkapazitäten wie Produktspeicher. Flexible Verbraucher leisten ähnliche Systemdienstleistungen wie Speicher und können daher als „Virtuelle Speicher“ bezeichnet werden. Ein weiterer Ansatz ist es, fossile Brennstoffe, die zur Erzeugung von Prozesswärme eingesetzt werden, durch erneuerbare Energieträger zu ersetzen. Hier können Power-to-X Technologien eingesetzt werden. Neben der energieintensiven Prozessindustrie bietet auch die Fertigungsindustrie Potenziale zur Verbesserung des Zusammenspiels mit der volatilen Stromerzeugung.

Die zu entwickelnden Produktionskonzepte sollten auch die industrielle Belegschaft in den Blick der Analyse nehmen. Erkenntnisleitend sind auch Forschungsfragen, die die Gestaltung von fachlichen Ausbildungen und Arbeitsprozessen im Zuge der neuen Flexibilisierung zum Gegenstand der Forschung machen.

5. Systemintegration: Transformation und Vernetzung der Energieversorgung

Erfolgreiche Transformation
durch Optimierung des
Gesamtsystems

Inhalt: Im Zentrum dieses Projekts steht die Transformation des soziotechnischen Systems der Energieversorgung: das gesamte technologische System, die organisatorischen, politischen und sozialen Strukturen sowie das Verhalten von Unternehmen, Konsumenten und Staatsbürgern. Technologisch zeichnet sich die Energieversorgung der Zukunft durch die Kopplung unterschiedlicher Erzeugungstechnologien, der Verkettung verschiedener Energieformen (bspw. Power-to-Heat oder Power-to-Gas) sowie zunehmend Verknüpfungen zwischen den Verbrauchssektoren (Wärme, Strom, Mobilität) aus. Die technischen Veränderungen gehen dabei einher mit organisatorischen, institutionellen und sozialen Veränderungsprozessen.

Neben den technischen Innovationen spielen neue Konzepte zu Organisationsformen, Markt und Marktregulierungen, Beteiligungsverfahren und Interventionen zur Beeinflussung individuellen Verhaltens eine zentrale Rolle. Dabei dürfen die Untersuchungen nicht auf das deutsche Energiesystem beschränkt bleiben, sondern müssen immer auch im Kontext des europäischen Energiesystems durchgeführt werden. Diese Aufgabe verbindet die technische Analyse mit der Analyse von Wertschöpfungsstrukturen, von veränderten Organisationsformen bei Unternehmen (etwa Arbeitsorganisation) und „Prosumers“, von regional oder zeitlich vorgegebenen Kontextbedingungen, sowie von sozialen und politischen Verhaltensmustern.

Mittels eines Feldversuchs als Experimentierfeld für die Energieversorgung untersucht das Projekt Handlungsoptionen zur Transformation der Energieversorgung. Dies beinhaltet die Entwicklung eines regelbaren Laborsystems mit variabel bereitgestellten Primärenergien und variablem Bedarf an Endenergien sowie Kopplung der Energieträger (Strom, Gas, Treibstoffe), der Verwendung von „smart grids“, Speicherung, intelligentem Transport, usw. In einem solchen Modellsystem kann untersucht werden, wie Ressourcenverwendung, Versorgung und Wirtschaftlichkeit bei veränderlichen Randbedingungen optimiert werden können, wenn durch politische Entscheidungen, Mitbestimmung, Marktmechanismen oder geopolitische Entwicklungen Regelbedarf entsteht.