



Dokumentation

Modellregionen für die energieintensive Industrie

Modellregionen für die energieintensive Industrie

Aktenzeichen: WD 5- 3000 - 081/21
Abschluss der Arbeit: 13.12.2021
Fachbereich: WD 5 Wirtschaft und Verkehr, Ernährung
und Landwirtschaft

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	4
2.	Anschubförderung von Modellregionen des Bundes	4
2.1.	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)	5
2.2.	Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)	10
3.	Förderung von Wasserstoffmodellregionen	14
3.1.	Förderung des Bundes	14
3.1.1.	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)	14
3.1.2.	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)	18
3.2.	Förderung einzelner Länder	19
3.2.1.	Baden-Württemberg	19
3.2.2.	Nordrhein-Westfalen	20

1. Einleitung

Die Förderung von Modellregionen für erneuerbare Energien ist in Deutschland breit aufgestellt. Sie reicht von den einschlägigen Bundesministerien (bisher Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Bundesministerium für Bildung und Forschung, Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur) über die einzelnen Bundesländer bis zu Europäischen Union.

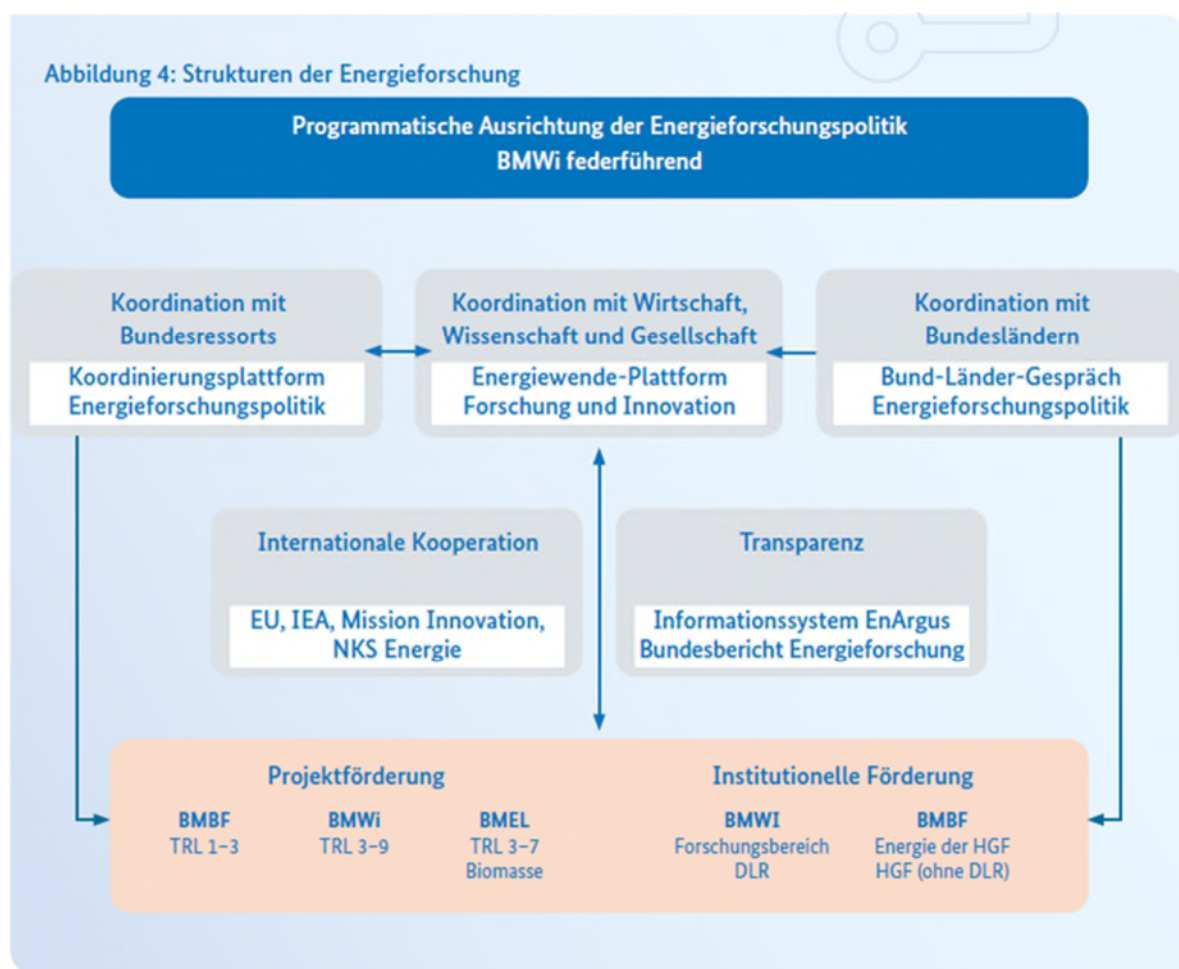
Oft sind an diesen Förderungen auch mehrere Institutionen beteiligt, z.B. Bund und Länder im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW) bzw. die EU an Projekten einzelner Bundesländer, z.B. durch Gelder des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) sowie des jeweiligen Bundeslandes.

Die vorliegende Dokumentation kann vor diesem komplexen Hintergrund nur auf grundlegende Modellregionen für die energieintensive Industrie in Verbindung mit erneuerbaren Energien und effizienteren Industrieprozessen verweisen. Da hier bereits angestoßene Projekte dargestellt werden, werden noch die Ressortbezeichnungen der 19. Wahlperiode verwendet.

2. Anschubförderung von Modellregionen des Bundes

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) sowie das Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) sind bislang die treibenden Institutionen der Förderung der Energiewende gewesen (siehe Abb.). Dabei haben sich als zentrales Instrument zur Förderung der Energieforschung in Deutschland starke Partnerschaften aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen bewährt, da in solchen Verbundprojekten von Anfang an berücksichtigt wird welche Forschungsfragen für die praktische Umsetzung der Energiewende besonders relevant sind bei gleichzeitigem Innovationstransfer durch die Beteiligung der Wirtschaft schon während der Projektlaufzeit.¹

1 BMWI Bundesbericht Energieforschung 2020 Forschungsförderung für die Energiewende. Das 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung, S. 6.
<https://www.foerderdatenbank.de/FDB/Content/DE/Download/Publikation/Energie/bundesbericht-energieforschung-2020.pdf?blob=publicationFile&v=3>.



2.1. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) hat mit dem grundlegenden Forschungsförderungsprogramm SINTEC eine digitale Agenda für die Energiewende angestoßen. Zum Programm bemerkt das BMWi erläuternd:²

2 BMWi, 04.05.2017, Informationen zum SINTEG-Programm „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“.
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/I/informationen-zum-sintec-programm.pdf?__blob=publicationFile&v=4.

„Mit einem steigenden Anteil von Stromerzeugung aus Wind und PV müssen Erzeugung, Netze, Verbrauch und Speicherung intelligent zusammenwirken. Dazu brauchen wir innovative Technologien und Verfahren sowie die Digitalisierung der Energiewirtschaft. Genau darum geht es beim SINTEG-Programm „Schaufenster intelligente Energie – Digitale Agenda für die Energiewende“. Erzeugung, Verbrauch, Netz und Markt sollen durch innovative Technik und Verfahren vernetzt werden. Ziel ist es, in großflächigen Modellregionen die Realisierbarkeit einer sicheren, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung bei zeitweise bis zu 100% der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien zu demonstrieren. Die Lösungen aus diesen Schaufensterregionen sollen anschließend als „Blaupause“ für eine breite Umsetzung in Deutschland dienen. Das Bundeswirtschaftsministerium fördert die fünf ausgewählten Schaufensterregionen in Deutschland mit über 200 Millionen Euro. Dabei werden Investitionen der Projektpartner in diese „Modernisierungsmaßnahmen“ und innovative Technologien gefördert. In den Schaufensterregionen arbeiten über 300 Partner in Konsortien zusammen – Unternehmen und Forschungseinrichtungen aber auch Kommunen, Landkreise und Bundesländer. Das **Förderprogramm hat eine hohe Hebelwirkung**: Durch zusätzliche Investitionen der Unternehmen in die Energiewende werden durch das SINTEG-Programm insgesamt über 500 Millionen Euro in die Digitalisierung des Energiesektors investiert (Bund + Unternehmen).

SINTEG ist Teil des Maßnahmenpakets „Innovative Digitalisierung der Deutschen Wirtschaft“ zur Umsetzung der Digitalen Agenda der Bundesregierung und zugleich ein wichtiger Baustein der Energiewende. Die Projekte sind zum 1. Dezember 2016 bzw. 1. Januar 2017 gestartet und haben eine Laufzeit von vier Jahren.

Die **fünf Schaufenster** haben jeweils einen eigenen thematischen Schwerpunkt:

- **„C/sells: Großflächiges Schaufenster im Solarbogen Süddeutschland“:**

Das Schaufenster „C/sells“ in Baden-Württemberg, Bayern und Hessen hat den Schwerpunkt „Sonne“. Dabei steht die regionale Optimierung von Erzeugung und Verbrauch im Fokus. Es soll ein zellulär strukturiertes Energiesystem aufgebaut werden („Cells“), also autonom handelnde, regionale Zellen, die im überregionalen Verbund miteinander agieren. Diese greifen u. a. auf mehr als 10.000 geplante Smart Meter und die dazugehörigen Gateway-Infrastruktur zurück.

- **„Designetz: Baukasten Energiewende – Von Einzellösungen zum effizienten System der Zukunft“:**

Im Schaufenster „Designetz“ in Nordrhein--Westfalen, Rheinland-Pfalz und Saarland sollen Lösungen aufgezeigt werden, wie dezentral bereitgestellte Energie (gemischt Sonne und Wind) für die Versorgung von (industriellen) Lastzentren genutzt werden kann. In den Demonstrationsprojekten sollen über 7.000 Haushalte und ca. 140.000 Messsysteme einbezogen werden.

- **„enera: Der nächste große Schritt der Energiewende“:**

Im Schaufenster „enera“ in Niedersachsen geht es u. a. um regionale Systemdienstleistungen, um lokal das Netz zu stabilisieren. enera adressiert die drei Schwerpunkte: Netz, Markt und Daten. Im Bereich Netz sollen durch technisches Nachrüsten von Erzeugern, Verbrauchern und Speichern bzw. deren Neuinstallation und durch die Ertüchtigung des Netzes mit neuen Betriebsmitteln das Energiesystem technisch flexibilisiert werden. Im

Bereich „Markt und Handel“ soll die Strombörse EPEX ihre Orderbücher im Intradaymarkt um sog. netztopologische Informationen erweitern. Damit dieser Handel reibungslos funktioniert, müssen entsprechende Daten- und IKT-Strukturen geschaffen werden. Es ist geplant das Netz mit 40.000 intelligenten Messsystemen und Sensoren auszurüsten und an das Kommunikationsnetz anzubinden.

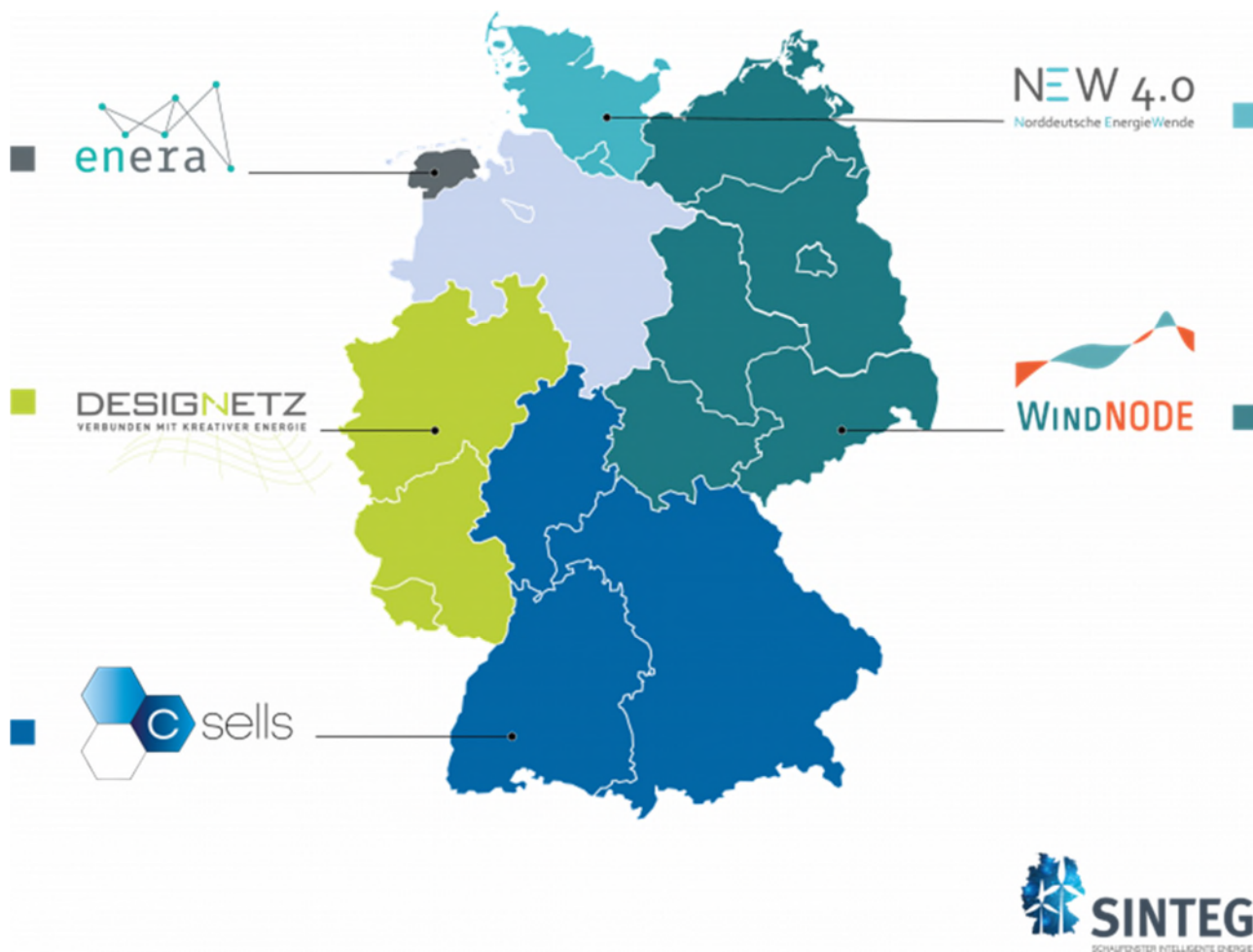
• **„NEW 4.0: Norddeutsche EnergieWende“:**

Das Schaufenster „NEW 4.0“ in Schleswig-Holstein und Hamburg soll zeigen, dass die Gesamtregion bereits 2025 sicher und zuverlässig mit 70 % regenerativer Energie versorgt werden kann. Im Rahmen einer Doppelstrategie sollen regionale EE-Abregelungen von Windenergieanlagen in der Modellregion einerseits durch einen erhöhten Stromexport in andere Regionen reduziert werden. Gleichzeitig soll die „energetische Selbstverwertungsquote“, d.h. der Verbrauch regenerativ erzeugter Energie in der Region durch geeignete Flexibilitätskonzepte gesteigert werden.

• **„WindNODE: Das Schaufenster für intelligente Energie aus dem Nordosten Deutschlands“:**

Das Schaufenster „WindNODE“ umfasst die 5 ostdeutschen Länder und Berlin. Ziel ist eine effiziente Einbindung von erneuerbarer Erzeugung in einem energieträgerübergreifend optimierten System aus Strom-, Wärme- und Mobilitätssektor. Im Schaufenster WindNODE bildet die IKT-Plattform eine Klammer, die Erzeuger und Nutzer, Stromnetz und Märkte verbindet und Flexibilitäten (z. B. verschiebbare industrielle Lasten, Power-to-Heat und Kühlanlagen, Elektromobilität) koordiniert. In neun Demonstratoren werden innovative Anwendungen auf allen Ebenen des vernetzten Energiesystems – Erzeuger, Netze, Speicher, Nutzer/Prosumenten – vorgestellt und miteinander zu einem Gesamtmodell vernetzt.“

Das Handelsblatt veranschaulicht anhand einer Deutschlandkarte ergänzend die vom SINTEC-Förderprogramm ausgewiesenen Modellregionen/Schaufenster des BMWi:



Alle Bundesländer beteiligt: Die Karte zeigt die fünf Modellregionen (Schaufenster) von SINTEG in Deutschland.
© SINTEG³

Zum aktuellen Stand des SINTEC-Programms führt das BMWi wie folgt aus:⁴

„Vom Jahr 2016 bis 2020 haben fünf Modellregionen in Deutschland die Energiewende in der Praxis erprobt. Rund 300 Projektpartner aus Wirtschaft und Wissenschaft haben beispielhaft gezeigt, wie die Energieversorgung hierzulande funktionieren kann, wenn erneuerbare Energien bis zu 100 Prozent dazu beitragen. Dabei wurden in den Modellregionen aus der praktischen Arbeit heraus Herausforderungen identifiziert und umsetzbare Lösungen entwickelt, um der Energiewende in Deutschland zum Erfolg zu verhelfen.“

3 Handelsblatt, 09.01.2020, 5 Modellregionen, 1 Ziel: Wie SINTEG deutschlandweit die Energiewende vorantreibt. <https://veranstaltungen.handelsblatt.com/energie/5-modellregionen-1-ziel-wie-sinteg-deutschlandweit-die-energie-wende-vorantreibt/>.

4 BMWi, Übersicht. <https://www.sinteg.de/ergebnisse/uebersicht>.

Aktuell werden die Ergebnisse von einer Gruppe aus unterschiedlichen Fachexperten zusammengeführt und ausgewertet. Im Zentrum stehen die Erfassung, Analyse und der Transfer der gewonnenen Praxiserfahrungen. Es sollen Handlungshilfen zur Skalierung und Nachahmung von Modellbeispielen – sogenannte Blaupausen – entstehen. Diese Blaupausen werden auf zwei unterschiedlichen Abstraktionsebenen erstellt. Einerseits geht es dabei um aggregierte Erkenntnisse über mehrere Schaufenster hinweg (High Level Blaupausen). Diese sind insbesondere für Führungsebenen in der Wirtschaft und Politik relevant. Andererseits werden konkrete Lösungen aus einzelnen Schaufenstern für die praktische Arbeit von Anwenderinnen und Anwendern in Wirtschaft, Technik und Wissenschaft aufbereitet (Detail Level Blaupausen).

Expertentreffen spielen hierbei eine entscheidende Rolle. Diese Treffen finden übergreifend über alle SINTEG-Schaufenster hinweg statt. Neben den Themenexperten aus den Schaufenstern sowie dem Team der Ergebnissammlung nimmt auch das BMWi bzw. der Projektträger an ihnen teil. Leitfragen strukturieren dabei den direkten Austausch und helfen, die gewünschten Erkenntnisziele für die jeweiligen Themen zu erreichen.

Im Vorfeld dieser Thementreffen finden teils auch Vorgespräche mit themenspezifischen Experten der Schaufenster statt. Grundlage hierfür sind zuvor übermittelte Vorabfragen. Diese basieren auf Hypothesen und laden die Experten dadurch zum Gedankenexperiment ein. Im Nachgang der Thementreffen werden die Erkenntnisse in einem Dokument zusammengeführt. Schriftliche Rückmeldungen und weitere Ergänzungen werden von den Experten der Schaufenster anschließend eingeholt. Dies dient beim nächsten Thementreffen als aktueller Arbeitsstand. Antworten auf detaillierte Fragen und konkretere Informationen tragen die Experten der Ergebnissammlung im laufenden Austausch mit den Verantwortlichen der jeweiligen Schaufenster zusammen.

Aus diesem Prozess entstehen **fünf umfassende und themenspezifische Ergebnisberichte**. Die vielfältigen Ergebnisse aus den Modellregionen sind in **Fokusthemen (Flexibilitätspotenziale und Sektorkopplung, Netzdienliche Flexibilitätsmechanismen, Digitalisierung, Reallabore sowie Partizipation und Akzeptanz)** gegliedert und werden ab dem Frühjahr 2022 schrittweise veröffentlicht.“

Ergänzend wird auf die Abschlusskonferenz zum SINTEC-Programm⁵ des damaligen Staatssekretärs im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie Andreas Feicht verwiesen.

5 BMWi, 28.10.2020, Energieforschung: Staatssekretär Feicht: „Schaufenster intelligente Energie“ (SINTEG) geht erfolgreich zu Ende.
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2020/10/20201028-staatssekretaer-feicht-schaufenster-intelligente-energie-sinteg-geht-erfolgreich-zu-ende.html>.

2.2. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

Das Bundesministerium Für Bildung und Forschung (BMBF) fördert im Rahmen der Kopernikus-Projekte:⁶

- **ENSURE** (entwickelt das Stromnetz der Zukunft),
- **P2X** (erforscht die Umwandlung von erneuerbar erzeugtem Strom, CO₂ und Wasser in Gase, Kraftstoffe, Chemikalien und Kunststoffe),
- **SynErgie** (untersucht, wie energieintensive Industrieprozesse flexibilisiert und so an die Verfügbarkeit der erneuerbaren Energien angepasst werden können),
- **Ariadne** (analysiert in einem gemeinsamen Lernprozess zwischen Wissenschaft und Gesellschaft wie politische Maßnahmen wirken – von einzelnen Sektoren bis hin zum großen Ganzen),

eine der größten deutschen Forschungsinitiativen zum Thema Energiewende.

„In allen Projekten (so das BMBF in o.g. Quelle fortfahrend) arbeiten Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft eng zusammen. Gemeinsam erarbeiten sie in drei Phasen über zehn Jahre Lösungen bis zur Marktreife. Forschung, die Wirkung zeigt.

Damit das bestmöglichst gelingt, sind die Kopernikus-Projekte in drei Phasen aufgebaut:

- **Phase 1:** 2016 bis 2019: Konzepte und Theorie.
- **Phase 2:** 2019 bis 2022: Validierung und Vorbereitung der Praxis-Phase.
- **Phase 3:** 2022 bis 2025: Umsetzung der entwickelten Technologien in Groß-Demonstratoren.“

In den weiteren Ausführungen steht das Kopernikus-Projekt **SynErgie**, das untersucht, wie energieintensive Industrieprozesse flexibilisiert und so an die Verfügbarkeit der erneuerbaren Energien angepasst werden können, im Fokus der Betrachtung.

Das BMBF bemerkt in einer Veröffentlichung hierzu wie folgt:⁷

„Bis 2050 soll der Strom in der Bundesrepublik Deutschland vollständig aus erneuerbaren Quellen stammen. Das Problem: Wind und Sonne liefern Strom nicht regelmäßig, sondern

6 BMBF, Kopernikus-Projekte, Was die Kopernikus-Projekte sind, woran sie forschen und wie sie zum Gelingen der Energiewende beitragen.
<https://www.kopernikus-projekte.de/projekte>.

7 BMBF, Synergie, Wie das Kopernikus-Projekt SynErgie der Industrie dabei hilft, ihre Stromnachfrage an das Stromangebot anzupassen.
<https://www.kopernikus-projekte.de/synergie>.

schwankend. Mal steht mehr Strom zur Verfügung als tatsächlich gebraucht wird, mal zu wenig. Das Kopernikus-Projekt SynErgie untersucht, wie die Industrie helfen kann diese Schwankungen auszugleichen, indem sie ihre Nachfrage flexibel an das Stromangebot anpasst – ihren Stromverbrauch also bewusst steigert oder senkt – ohne, dass die Qualität der Produkte darunter leidet.

Allein die Industrie verbraucht in Deutschland rund 40 Prozent des Stroms und ein Viertel der Wärme. Auf einzelne Unternehmen beispielsweise aus der Aluminium-Industrie entfallen über ein Prozent des deutschen Gesamtverbrauchs. Damit hat die Industrie das Potenzial, Schwankungen im Stromnetz signifikant auszugleichen. Wenn Wind und Sonne zu wenig Energie liefern, kann die Industrie ihre Strom- und Wärme-Nachfrage anpassen und so lange den Stromverbrauch reduzieren, bis wieder mehr Strom zur Verfügung steht. Auch das Gegenteil ist möglich: Wenn für kurze Zeit mehr Strom erzeugt als tatsächlich benötigt wird, können Unternehmen ihren Stromverbrauch bewusst erhöhen, um Stromschwankungen auszugleichen. Wissenschaftler nennen diese Anpassung „Demand Side Management“, zu Deutsch also: „Anpassung auf der Strom-Nachfrage-Seite“. Für eine gelingende Energiewende ist das Demand Side Management deshalb so zentral, weil im Stromnetz zu jeder Zeit die Nachfrage genauso hoch sein muss wie das Angebot – sonst bricht das Stromnetz zusammen.

Im Kopernikus-Projekt SynErgie soll die Industrie diese Anpassungen leisten. Dazu setzt das Projekt in einem ersten Schritt auf vier Ebenen an:

Ebene 1: Zuerst hat es sich die Branchen herausgesucht, die besonders viel Strom und Wärme verbrauchen: Die Metall- und Aluminiumindustrie sowie die Papier- und Chemieindustrie (alle Industriezweige siehe Fn.⁸). In diesen Branchen wiederum entwickelt SynErgie Lösungen, um die besonders energieintensiven Prozessschritte energieflexibel zu machen, also so zu gestalten, dass sie auch mit weniger oder mehr Stromverbrauch funktionieren. Allein dadurch können Unternehmen ihren Stromverbrauch entweder enorm senken oder enorm erhöhen.

Ebene 2: Neben Anpassungsmöglichkeiten für einzelne Branchen untersucht SynErgie auch Lösungen für die gesamte Produktionsinfrastruktur, die sich prinzipiell auf vielzählige Branchen übertragen lassen. Auch hier konzentriert sich das Projekt nur auf die Bereiche, in denen besonders hohe Energiereduzierung und -erhöhungen möglich sind. Das ist zum Beispiel bei Klimaanlage, Kühlhäusern und der Wärmebereitstellung, für Produkti-

8 Chemieindustrie: Chlor-Alkali-Elektrolyse und Extraktion von Carbonsäuren,
Papierindustrie: Halbstoffherstellung,
Metallindustrie: Leichtmetalldruckguss und Massivumformung,
Gasindustrie: Luftzerlegung,
Stahlindustrie: Hybrides Heizsystem und Elektrostahlherstellung,
Aluminiumindustrie: Aluminium-Elektrolyse,
Kunststoffindustrie: Spritzguss-Produktionsstraße,
Produktionsinfrastruktur: Kühl- und Heizsysteme.

onsprozesse oder die Gebäudetechnik, der Fall. Weil energieflexible Umbauten in Fabriken häufig sehr teuer sind, haben die Partner von SynErgie zudem eine Lösung entworfen, um bei Fabrikneubauten die Energieflexibilität von Beginn an mit einzuplanen.

Ebene 3: Damit die Produktionstechnologien aus den ersten beiden genannten Ebenen von SynErgie tatsächlich wirtschaftlich zum Einsatz kommen können, arbeiten die IT-Partner des Projekts daran, eine Softwareplattform zu entwickeln, die analysiert: Wie ist das derzeitige Stromangebot auf dem Markt – gibt es Mängel oder Überschüsse? Wie lange und wie schnell muss reagiert werden? Und: Welches Unternehmen kann gerade einspringen, um diesen Mangel oder Überschuss auszugleichen? Für diesen Abgleich zwischen Flexibilitätsangebot und –nachfrage ist eine intelligente Steuerung notwendig. Darüber hinaus wird von den Forschenden analysiert, wie Strommärkte zukünftig gestaltet sein sollen, um Unternehmen zu einem Mehr an Flexibilitätsbereitstellung zu animieren.

Ebene 4: Damit Unternehmen Anreize haben, sich so umzubauen, dass sie gezielt mehr oder weniger Strom verbrauchen können, will das Projekt zeigen, dass die entwickelten Technologien auch in der Breite effizient funktionieren. In der Energieflexiblen Modellregion Augsburg testet es daher, wie ein lokaler Ausgleich von Stromschwankungen aussehen kann – zusammen mit Energieversorgern, Netzbetreibern, Industrieunternehmen, Forschungseinrichtungen, Bürgerinitiativen und der Politik vor Ort.“

Hinsichtlich der **Erfolge des Projekts** führt das BMBF weiterhin aus:

„SynErgie konnte ermitteln, wie viel Energie die deutsche Industrie bei Netzschwankungen entweder mehr oder weniger verbrauchen könnte:

- Wenn im Netz mehr Strom zur Verfügung steht, als eigentlich gebraucht wird, könnte die deutsche Industrie ihre Nachfrage für eine Minute um 3,6 Gigawatt (GW) erhöhen. Das entspricht der Leistung von rund 1030 Windrädern an Land (Onshore). Muss die Industrie über längere Zeit aushelfen, kann sie ihre Nachfrage für mindestens 15 Minuten um immerhin rund 1,5 GW erhöhen (Leistung von 430 Onshore-Windrädern).

- Wenn im Netz weniger Strom zur Verfügung steht, als gerade gebraucht wird, könnte die Industrie ihre Nachfrage für eine Minute um rund 5 GW senken (Leistung von 1430 Onshore-Windrädern) – und für mindestens 15 Minuten um rund 3,3 GW (Leistung von 940 Onshore Windrädern).

- Die flexible Anpassung der Industrie an Schwankungen des Stromnetzes wird vor allem bei jenen Unternehmen bereits angewandt, die besonders große Mengen Strom verbrauchen. Deutschlands größter privatwirtschaftlicher Stromverbraucher ist der Essener Aluminiumhersteller TRIMET. Auf TRIMET entfallen jährlich 1,6 Prozent des gesamten deutschen Strombedarfs. Bis zum Start von SynErgie war TRIMET auf die konstante Nutzung von Strom angewiesen: Jede Schwankung hätte die Aluminiumöfen vor Ort zerstören können. Durch den starken elektrischen Strom entsteht in den riesigen Elektrolyseuren ein Magnetfeld. Schwankt der Strom, schwankt das Magnetfeld – der ganze Ofen gerät aus dem Gleichgewicht. SynErgie hat zusammen mit TRIMET nun einen Weg gefunden, das Magnetfeld auch bei schwankendem Strom konstant zu halten. Dadurch kann das Essener

Unternehmen seinen Stromverbrauch für bis zu zwei Tage um 22,5 Megawatt erhöhen oder senken. Das entspricht der Leistung von etwa 25.000 Drei-Personen-Haushalten.

- Ähnlich viel Strom wie TRIMET verbrauchen die Luftzerlegungsanlagen des Gaskonzerns Linde. Luftzerlegung bedeutet, Luft in ihre Bestandteile zu zerlegen, um seltene Gase zu gewinnen. Bisher ist das nur mit konstant hohem Strom möglich. SynErgie hat gemeinsam mit Linde und MAN Energy Solutions Simulationen und Anlagen entwickelt, die zeigen, dass auch das Verfahren der Luftzerlegung mit schwankendem Strom betreibbar ist.

- Die Flexibilisierung der Industrie birgt gewaltige Potentiale zur Stabilisierung des deutschen Stromnetzes. Die Gesetzgebung in ihrer heutigen Form bestraft Maßnahmen der Flexibilisierung allerdings eher, als dass sie dafür Anreize schafft. So sind beispielsweise Netzentgelte und die EEG-Umlage an konstanten Stromverbrauch gekoppelt. Aus diesem Grund hat SynErgie ein ausführliches Positionspapier und eine Zusammenfassung erarbeitet, welche Regularien einer Anpassungen bedürfen, um das Potenzial der Industrie auch nutzen zu können. Wie sich das Strom-Markt Design langfristig verändern müsste, um Netzrestriktionen und Flexibilitätspotentiale – insbesondere auf der Nachfrageseite – zu berücksichtigen, zeigt ein SynErgie-Whitepaper beziehungsweise dessen Zusammenfassung.

- Um Flexibilisierungs-Technologien in der Industrie auch breit anwenden zu können, braucht es Wissen und Diskurs darüber. Daher hat SynErgie in bisher drei Doktorandenseminaren interdisziplinären Austausch zwischen jungen Wissenschaftlern und Ingenieuren ermöglicht. Teilgenommen haben jeweils über dreißig Personen.“

Alexander Sauer/ Eberhard Abele/ Hans Ulrich Buhl äußern sich in einem Erfahrungsbericht über SynErgie in der Modellregion Augsburg wie folgt:⁹

„Die energieflexible Modellregion Augsburg bietet eine Plattform zur ganzheitlichen Betrachtung der Potenziale, Auswirkungen, Chancen und Hemmnisse von energieflexiblen Fabriken. Vertreter von Wissenschaft und Wirtschaft sowie von Verbänden und zivilgesellschaftlichen Organisationen beleuchten transdisziplinär die technologischen, ökologischen und gesellschaftlichen Aspekte, die für die erfolgreiche Umsetzung der Energiewende entscheidend sind. Mittels einer simulationsbasierten Optimierung wurden repräsentative Flexibilitätsmaßnahmen realer Unternehmen in heutigen und zukünftigen Versorgungsszenarien zur Stabilisierung des Energiesystems eingesetzt. Die Simulationsergebnisse haben gezeigt, dass energieflexible Fabriken positive Auswirkungen im Maßstab mittelgroßer Kraftwerke auf die regionale Energieversorgung haben. Die ökologischen Mehrbelastungen durch die Flexibilisierung der Industrieprozesse, wie erhöhter Strom oder Stoffeinsatz, konnten im Rahmen einer Ökobilanzierung als sehr gering eingestuft werden.

9 Alexander Sauer, Eberhard Abele, Hans Ulrich Buhl, 2019, Energieflexibilität in der deutschen Industrie, Ergebnisse aus dem Kopernikus-Projekt – Synchronisierte und energieadaptive Produktionstechnik zur flexiblen Ausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung | SynErgie, S. 25. https://synergie-projekt.de/wp-content/uploads/2020/08/urn_nbn_de_0011-n-5659211.pdf.

Unter Verwendung von Methoden des Design Thinkings wurden Profile der Akteure und Betroffenen erstellt sowie deren Wechselwirkungen untereinander ermittelt. In regelmäßigen Arbeitstreffen und in einem umfangreichen Stakeholder-Dialog konnten die Hemmnisse und Fragestellungen sowie der weitere Forschungsbedarf für die Umsetzung der energieflexiblen Fabrik ermittelt werden. Dieser liegt insbesondere bei der Ausgestaltung geeigneter Geschäftsmodelle sowie beim Abbau regulatorischer Hindernisse.“

Das Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der Technischen Universität München verweist auf eine Fortsetzung des Projekts (SynErgie II) wie folgt:¹⁰

„Das Kopernikus-Projekt SynErgie hat mit seinen über 50 Partnern zum Ziel, innerhalb der nächsten zehn Jahre alle technischen und marktseitigen Voraussetzungen in Einklang mit rechtlichen und sozialen Aspekten zu schaffen, um den Energiebedarf der deutschen Industrie effektiv mit dem volatilen Energieangebot zu synchronisieren. SynErgie trägt damit zur kosteneffizienten Realisierung der Energiewende auf Basis erneuerbarer Energien bei und befähigt Deutschland, sich zum internationalen Leitanbieter für flexible Industrieprozesse und Technologien zu entwickeln. Nach erfolgreichem Abschluss von SynErgie, beschäftigt sich das Folgeprojekt SynErgie II mit der Vorausbildung und beginnt den Transfer in die Industrie. (...)

Das Projekt „SynErgie II“ wird mit der Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) finanziert. Die Laufzeit beläuft sich vom 01.11.2019–31.10.2022 (bis zu 10 Jahre).“

3. Förderung von Wasserstoffmodellregionen

3.1. Förderung des Bundes

3.1.1. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Die Bundesregierung hat Wasserstoff als Schlüsselement der Energiewende benannt und eine „Nationale Wasserstoffstrategie“¹¹ am 10. Juni 2020 beschlossen. Zur konsequenten Umsetzung

10 Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften/ Technische Universität München, SynErgie II – Synchronisierte und energieadaptive Produktionstechnik zur flexiblen Ausrichtung von Industrieprozessen auf eine fluktuierende Energieversorgung.
<https://www.mec.ed.tum.de/iwb/forschung-und-industrie/projekte/nachhaltige-produktion/synergie-ii-synchronisierte-und-energieadaptive-produktionstechnik-zur-flexiblen-ausrichtung-von-industrieprozessen-auf-eine-fluktuierende-energieversorgung/>.

11 Bundesregierung, Die Nationale Wasserstoffstrategie.
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/die-nationale-wasserstoffstrategie.html>.

und Weiterentwicklung der Strategie wurde ein „Nationaler Wasserstoffrat“¹² eingerichtet, der am 09. Juli 2020 zu seiner konstituierenden Sitzung zusammentrat.

Eine BMWi-Veröffentlichung benennt dabei folgende Ziele:¹³

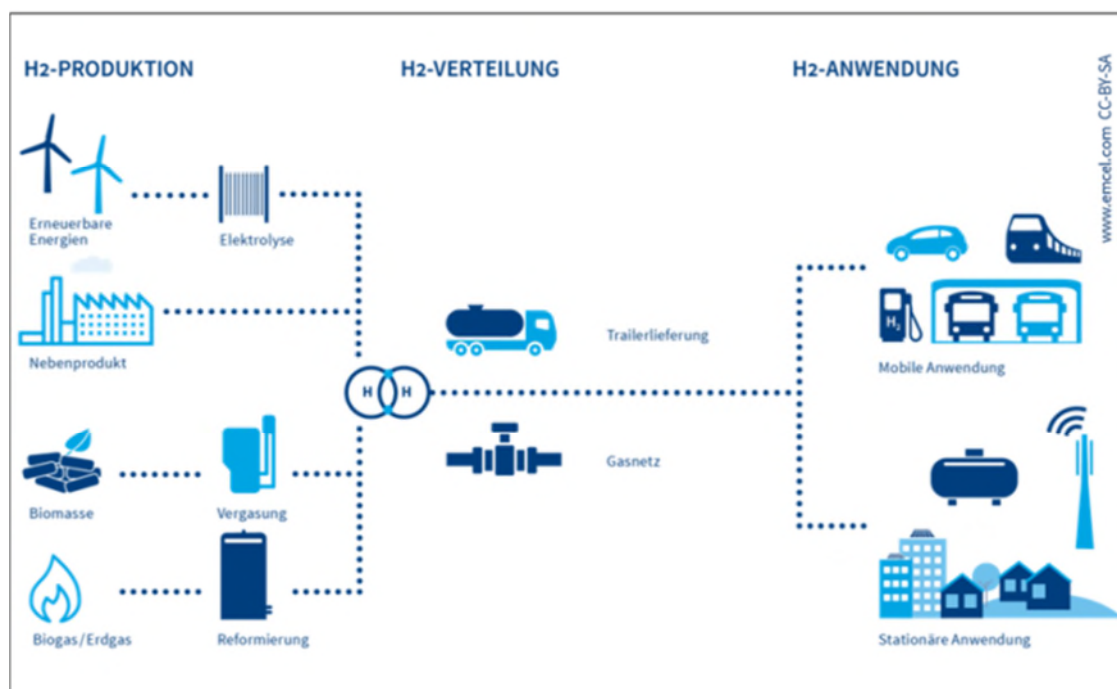
- „Klimafreundlich hergestellten Wasserstoff, insbesondere aus erneuerbaren Energien, und seine Folgeprodukte als Schlüsselemente der Energiewende etablieren, um Dekarbonisierungsprozesse in bestimmten Bereichen vollenden zu können.
- Die regulativen Voraussetzungen für einen Markthochlauf der Wasserstofftechnologien schaffen, das heißt inländische Märkte für die Erzeugung und Verwendung von Wasserstoff ermöglichen. Dabei liegt der Fokus auf solchen Bereichen, die bereits nahe an der Wirtschaftlichkeit sind oder die sich - nach derzeitigem Stand der Technik - nicht anders dekarbonisieren lassen, wie bestimmte Industrie- und Verkehrsbereiche (Luft-, Schiffs-, Fernlastverkehr).
- Mit dem Aktionsplan die Kosten bei der Umsetzung von Wasserstofftechnologien senken, um globale Märkte anzustoßen.
- Deutsche Unternehmen und ihre Wettbewerbsfähigkeit stärken, indem Forschung und Entwicklung und der Technologieexport rund um innovative Wasserstofftechnologien forciert werden.
- Die zukünftige nationale Versorgung mit Wasserstoff aus erneuerbaren Energien und dessen Folgeprodukten sichern und gestalten. Das heißt, neben heimischen Erzeugungspotenzialen verlässliche internationale Partner – mit Schwerpunkt EU – für die Gewinnung und den Transport von Wasserstoff finden beziehungsweise entsprechende Kooperationen und Importstrukturen aufbauen. Dies bietet zudem die Chance zum Ausbau des EU-Energie-Binnenmarkts sowie zur Kooperation mit sonnen- und windreichen Entwicklungsländern, die ein hohes Potenzial an erneuerbaren Energien haben – von ihnen könnte Deutschland sogenannten "grünen Wasserstoff" importieren. Übergangsweise wird auch ein europäischer Markt für CO₂-neutralen Wasserstoff entstehen (sogenannter „blauer“ oder „türkiser“ Wasserstoff), der den Markthochlauf von Wasserstofftechnologien anwendungsseitig beschleunigen wird (zum Beispiel in der Stahlindustrie).“

12 BMWi, 26.11.2021, Mitglieder des Nationalen Wasserstoffrats.
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/mitglieder-nationaler-wasserstoffrat.pdf?__blob=publicationFile&v=38.

13 BMWi, Energiewende, Wasserstoff: Schlüsselement für die Energiewende.
<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/wasserstoff.html>.

Das BMWi verweist auf 20 geförderte Reallabore/Projektverbünde^{14 15} in denen Unternehmen und Einrichtungen innovative Energietechnologien unter realen Bedingungen untersuchen und diese in die industrielle Skalierung bringen. Der Fokus des Förderprogramms liegt auf den Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff zur Sektorenkopplung und Energiespeicherung. Hierfür stellt das BMWi jährlich 100 Millionen Euro bereit. Für Strukturwandelregionen werden weitere 200 Millionen Euro zur Verfügung gestellt.¹⁶

Eine Grafik verdeutlicht die Sektorenkopplung wie folgt:¹⁷



- 14 BMWi, Gewinner des Ideenwettbewerbs „Reallabore der Energiewende“ – Steckbriefe –. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/reallabore-der-energiewende-gewinner-ideenwettbewerb-steckbriefe.pdf?__blob=publicationFile&v=9.
- 15 BMWi, Reallabore der Energiewende. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/reallabore-der-energiewende-karte.pdf?__blob=publicationFile.
- 16 BMWi, 2019, Altmaier verkündet Gewinner im Ideenwettbewerb ‚Reallabore der Energiewende‘: ‚Wir wollen bei Wasserstofftechnologien die Nummer 1 in der Welt werden‘. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2019/20190718-altmaier-verkueudet-gewinner-im-ideenwettbewerb-reallabore-der-energiewende.html>.
- 17 EMCEL, Welche Wasserstoffinfrastruktur braucht die Sektorenkopplung? <https://emcel.com/de/welche-bedeutung-hat-wasserstoffinfrastruktur-fuer-die-sektorenkopplung/>.

Auf europäischer Ebene soll die Zusammenarbeit im Bereich Wasserstoff laut einer BMWi-Veröffentlichung wie folgt intensiviert werden:¹⁸

„Im Rahmen der Fördermöglichkeiten der ‚**Important Projects of Common European Interest (IPCEI)**‘ (deutsch: „Wichtige Vorhaben von gemeinsamem europäischen Interesse“) sollen Wasserstofftechnologien und -systeme unterstützt werden. IPCEI leisten als gemeinsame Investitionsanstrengung kooperierender europäischer Unternehmen, flankiert durch staatliche Förderung, einen wichtigen Impuls im europäischen Binnenmarkt und stärken so Wachstum, Beschäftigung, Innovationsfähigkeit und globale Wettbewerbsfähigkeit in ganz Europa. Mit diesem Instrument sollen integrierte Projekte entlang der gesamten Wasserstoffwertschöpfungskette gefördert werden. Dies betrifft Investitionen in Erzeugung von grünem Wasserstoff, in Wasserstoffinfrastruktur und die Nutzung von Wasserstoff in der Industrie und für Mobilität.

Am 28. Mai 2021 ist der Startschuss für die Realisierungsphase des ersten IPCEI Wasserstoff gefallen: Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur haben dafür **62 deutsche Großvorhaben**¹⁹ ausgewählt. Die Vorhaben sollen mit **über acht Milliarden Euro an Bundes- und Landesmitteln gefördert** werden. Insgesamt sollen allein in Deutschland **Investitionen in Höhe von 33 Milliarden Euro** ausgelöst werden. Das IPCEI Wasserstoff ist damit das bislang größte europäische Projekt dieser Art. Anfang 2021 konnten Unternehmen in einem Interessenbekundungsverfahren Projektskizzen für Investitionsvorhaben einreichen.

Die 62 ausgewählten Unternehmen haben unter anderem Projektskizzen für Erzeugungsanlagen mit über zwei Gigawatt Elektrolyseleistung für die Produktion von grünem Wasserstoff vorgelegt. Zudem sind innovative Vorhaben der Stahl- und Chemieindustrie sowie Projekte im Bereich Infrastruktur und Mobilität dabei.

Auf einer hochrangigen Auftaktveranstaltung im Rahmen der deutschen EU-Ratspräsidentschaft hatte Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier gemeinsam mit seinen EU-Kolleginnen und -Kollegen am 17. Dezember 2020 feierlich das IPCEI Wasserstoff gestartet. Die 22 EU-Mitgliedsstaaten sowie Norwegen unterzeichneten das Manifesto zur Entwicklung einer europäischen Wertschöpfungskette Wasserstofftechnologien und -systeme (PDF, 115 KB). In diesem wird bekräftigt, dass die Staaten gemeinsame Wasserstoffprojekte in ganz Europa fördern wollen. Mittlerweile wurden auf EU-Ebene über 400 Projekte aus 18 Staaten registriert. Die ausgewählten Vorhaben nehmen an einem europäischen Matchmaking-Verfahren teil, um ein stimmiges Gesamtpaket zu entwickeln. Das wird anschließend bei der Europäischen Kommission notifiziert.

18 BMWi, -Energiewende: IPCEI Wasserstoff: Gemeinsam einen Europäischen Wasserstoffmarkt schaffen. <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/ipcei-wasserstoff.html>.

19 BMWi, 2021, IPCEI-Standortkarte (aktive Verlinkung durch Fn. ersetzt). https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/I/ipcei-standorte.pdf?__blob=publicationFile&v=8.

Das BMWi ist seit 2020 auch Mitglied der European Clean Hydrogen Alliance (ECH2A) – ein Instrument zur Umsetzung der von der Europäischen Kommission im Juli 2020 vorgelegten Europäischen Wasserstoffstrategie. Ihre Aufgabe ist es, die Industrie, nationale und lokale Behörden, die Zivilgesellschaft sowie wissenschaftliche Einrichtungen zusammenzubringen, um konkrete Investitionsprojekte für den großskaligen Einsatz von sauberem Wasserstoff zu entwickeln. Es wird erwartet, dass die ECH2A auch eine Plattform für die IPCEI Wasserstoff bieten wird.“

3.1.2. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)

Mit der Fördermaßnahme "HyLand -Wasserstoffregionen in Deutschland" unterstützt das BMVI seit 2019 Regionen dabei, ein passendes Wasserstoffkonzept zu entwickeln und ein Netzwerk wichtiger Akteure zur Umsetzung aufzubauen. Das BMVI bemerkt zu seiner Förderung:²⁰

„‘HyLand – Wasserstoffregionen in Deutschland‘ ist ein 2019 vom BMVI ausgerufenen Wettbewerb, der sich nun in die zweite Runde begibt. HyLand motiviert Akteure in allen Regionen Deutschlands Konzepte mit Wasserstoffbezug zu initiieren, zu planen und umzusetzen. Ziel des Wettbewerbs ist es, die innovativsten und erfolgversprechendsten regionalen Konzepte zu identifizieren und zu fördern. In der **ersten Phase** des HyLand-Programms wurden in den drei Kategorien "HyStarter", "HyExperts" und "HyPerformer" bereits 25 Regionen beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft gefördert und unterstützt. Viele Regionen haben bereits Ihre Abschlussberichte und Machbarkeitsstudien vorgelegt und stehen vor der nächsten Entwicklungsstufe.“

Das BMVI verweist in der o.g. Veröffentlichung auf die Hylandplattform, die ergänzend ausführt:²¹

„Im Rahmen von **HyLand II** wurden im September 2021 30 weitere Kommunen und Regionen als HyStarter bzw. HyExperts ausgezeichnet. Als Teil des Netzwerks von HyLand werden die Regionen mit den entsprechenden Förderinstrumenten und Netzwerken bei der Erstellung von regional integrierten Konzepten zur Einführung von Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie im Verkehr unterstützt und begleitet.“

Der HyLand-Plattform ist eine Deutschlandkarte mit aktiver Verlinkung aller Projekte und deren Förderbeträgen zu entnehmen (u.a. Wasserstoff-Modellregion Fichtelgebirge).

20 BMVI, 2021, HyLand geht mit 30 neuen Wasserstoffregionen in die zweite Runde.
<https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2021/106-scheuer-wasserstoffregionen.html>.

21 HyLand, HyLand –Wasserstoffregionen in Deutschland.
<https://www.hy.land/#popup>.

3.2. Förderung einzelner Länder

Die weiteren vorgestellten Modellregionen basieren auf Fördermaßnahmen der Länder, die aber auch von Bundeshilfen (HyLand) sowie EU-Hilfen (EFRE-Fonds) flankiert werden können.

3.2.1. Baden-Württemberg

Das Land Baden-Württemberg hat ein Förderprogramm „Modellregion Grüner Wasserstoff“ gestartet zudem das Land wie folgt bemerkt:²²

„Das Umweltministerium unterstützt mit dem Förderprogramm des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) den Aufbau von „Modellregionen Grüner Wasserstoff“. Ziel ist es, in diesen Modellregionen grünen Wasserstoff als Energieträger zu verwenden und die damit verbundenen technologischen, wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Gesichtspunkte zu beleuchten.

Die Modellregionen sollen ihren grünen Wasserstoff aus erneuerbaren Energien gewinnen. Mit Hilfe des Wasserstoffes kann die Energie gespeichert und transportiert werden und Industrie und Verbraucher in der Modellregion mit Energie versorgen.

Daneben soll grüner Wasserstoff zur Energieerzeugung mit Brennstoffzellen und als Rohstoff in allen wesentlichen Energieverbrauchssektoren – von der Mobilität über die industrielle Nutzung bis hin zur Wärme- und Stromerzeugung für Gebäude – als treibhausgasfreier Energieträger genutzt werden.

Als „Modellregion Grüner Wasserstoff“ versteht sich ein räumlich begrenztes Gebiet mit gemeinsamen ökonomischen Strukturen und Perspektiven. Diese soll die wirtschaftliche Umsetzung einer Wasserstoffwirtschaft in der Realität erproben und helfen, die gesellschaftliche Akzeptanz für Wasserstoff als Energieträger zu erhöhen. Die Projekte werden wissenschaftlich begleitet.

Die Gelder für das geplante Förderprogramm stammen aus dem Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE) und vom Land Baden-Württemberg. Es stehen derzeit insgesamt bis zu 47 Millionen Euro bereit.“

Zu den ersten aussichtsreichen Projekten heißt es in der Veröffentlichung weiter:

„Insgesamt neun Projektskizzen hat das Umweltministerium auf seinen EFRE-Förderaufruf erhalten. Gemeinsam mit einer Fachjury hat das Ministerium entschieden, dass folgende Modellregionen mit folgenden Projektskizzen einen Antrag auf Förderung stellen dürfen:

HyFiVE – Wasserstoffwirtschaft im ländlichen und städtischen Raum

Die Modellregion ‚HyFiVE‘ umfasst die Region Mittlere Alb-Donau mit den Landkreisen

22 Baden-Württemberg, EFRE-PROGRAMM BADEN-WÜRTTEMBERG 2021 – 2027 Förderprogramm „Modellregion Grüner Wasserstoff“. <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/wirtschaft/wasserstoffwirtschaft/foerdermoeglichkeiten/modellregion/>.

Alb-Donau-Kreis und die Stadt Ulm sowie die angrenzenden Landkreise Ostalbkreis, mit der Stadt Schwäbisch Gmünd, Heidenheim und Tübingen. Als Antragssteller tritt die Stadt Ulm gemeinsam mit dem Landkreis Reutlingen und dem Alb-Donau-Kreis auf. In dieser Modellregion soll die Wasserstoffwirtschaft sowohl im ländlichen als auch im städtischen Raum erprobt werden. Dabei konzentrieren sich die Aktivitäten um vier Leuchtturmprojekte, die die gesamte Wasserstoff-Wertschöpfungskette von unterschiedlichen Arten von Elektrolyseuren zur Wasserstofferzeugung bis hin zur Nutzung von Wasserstoff in Industrie, Verkehr und Quartierslösungen abbildet.

GeNeSiS – Wasserstoffpipeline entlang des Neckars

Die geplante Modellregion ‚GeNeSiS‘ in der Region Stuttgart setzt auf ein ausgedehntes Verteilernetz – dem sogenannten „H2-Marktplatz“. Herzstück soll eine reine Wasserstoff-Pipeline entlang des Neckars werden. Dabei reihen sich Erzeuger und Anwender perlenkettenartig entlang dieses linearen Pipelinenetzes auf. Das stark industriell geprägte Gebiet bietet vielerlei Möglichkeiten für die Anwendung von Wasserstoff zum Beispiel für Quartiere, industrienaher Unternehmen und die Mobilität.

Wissenschaftliche Begleitung durch H2 Companion

Die Begleitforschung ‚H2 Companion‘ unterstützt die beiden Modellregionen unter anderem bei der Definition von langfristigen Entwicklungsszenarien und ökonomisch wie ökologisch nachhaltigen Geschäftsmodellen sowie mit und bei der Bilanzierung von CO₂-Einsparungen. Zudem sollen wirkungsvolle Konzepte für Bürgerbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit mitentwickelt werden. Die Begleitforschung wird sich auch explizit eigenen Forschungsfragen widmen, die über die Modellregionen hinausgehen. So sollen unter anderem potenzielle Wasserstoffwertschöpfungs- und Lieferketten bezüglich ihrer Wirkung für die Region analysiert werden.“

3.2.2. Nordrhein-Westfalen

Die Landesregierung von NRW äußerte sich in einer Pressemitteilung aus 2019 wie folgt:²³

Das Land Nordrhein-Westfalen will den Ausbau klimaschonender Wasserstofftechnologie fördern. Dazu hat das Wirtschaftsministerium im vergangenen Herbst den Wettbewerb „Modellkommune/-region Wasserstoffmobilität NRW“ ausgeschrieben. Drei Konzepte haben die Jury in der ersten Runde so überzeugt, dass die Regionen nun 1,1 Millionen Euro für die Entwicklung von Feinkonzepten erhalten: die Region Düsseldorf/Wuppertal/Rhein-Kreis Neuss, die Region Köln mit Brühl, Hürth und Wesseling, dem Rheinisch-Bergischen-Kreis und dem Rhein-Sieg-Kreis sowie der Kreis Steinfurt.“

23 Landesregierung Nordrhein-Westfalen, 2019, Nordrhein-Westfalen zeichnet drei Modellregionen für Wasserstoffmobilität aus.
<https://www.land.nrw/pressemitteilung/nordrhein-westfalen-zeichnet-drei-modellregionen-fuer-wasserstoffmobilitaet-aus>.

