

Internationales Technologiescouting

Ergebnisse Technologiescouting Energie

Intelligente & dezentrale Energienetze	Zukunftsfähige Speichertechnologien	Nachhaltige Energieerzeugung	Wärme und Effizienz	CleanTech
• Vehicle-to-Grid (V2G) Technologie • Smart Meter & Advanced Metering Infrastructure (AMI) • AI-basierte Grid-Optimierung & Predictive Maintenance • Microgrids mit intelligenter Steuerung • Distributed Energy Resource Management Systems (DERMS) • Grid-Forming Inverter • Demand Response Systeme mit IoT-Integration • Digital Twin für Energienetze • Interoperable Energiemanagementsysteme (iEMS) mit OpenADR	• Frequency Containment (FCR) mit Batteriespeichern • Festkörperbatterien (Solid-State Batteries) • Natrium-Ionen-Batterien (Sodium-Ion-Batteries) • Lithium-Schwefel-Batterien (Lithium-Sulfur-Batteries) • Redox-Flow-Batterien (RFB) • Silizium-Anoden für Lithium-Ionen-Batterien • Proton Exchange Membrane (PEM)-Elektrolyse • Festoxid-Elektrolyseure (SOEC) • Power-to-Liquid (PtL) E-Fuels • Lithium-Eisenphosphat-Batterien (LFP) • Second-Life-Batteriespeichersysteme	• Perowskit-Silizium-Tandemsolarzellen • Bifaziale Solarpanels mit TOPCon-Technologie • Agrivoltaik • Recycelbare thermoplastische Windturbinenblätter • Building-Integrated Photovoltaics (BIPV) • Enhanced Geothermal Systems (EGS) • Hydrothermale Karbonisierung (HTC) für Biomasse • Tiefengeothermie mit innovativen Bohrtechnologien • Hydrokinetische Kleinkraftwerke	• Hochtemperatur-Wärmepumpen für industrielle Anwendungen • Thermoelektrische Generatoren (TEG) zur Abwärmenutzung • Reversible geothermische ORC-Technologie • Elektrokatalytische Wärmepumpen • Phasenwechselmaterialien (PCM) in Gebäuden • Sorptionsgestützte Klimatisierung • Transparente Wärmedämmung (TWD) • Erdgekoppelte Wärmepumpen mit Erdwärmesonden • KI-gestütztes Gebäudeenergiemanagement • Eisspeicher-Wärmepumpensysteme	• Membranbioreaktoren (MBR) für Abwasserbehandlung • Advanced Oxidation Processes (AOPs) • Elektrochemische Wasserbehandlung mit Diamantelektroden • PFAS-Entfernung durch Ionenaustausch und Adsorption • Mikroplastik-Filtration mit Membrantechnologie • CO₂-Abscheidung und Nutzung (Carbon Capture and Utilization – CCU) • Chemisches Recycling von Kunststoffen (Pyrolyse / Direktverölung) • Direktes Recycling von Lithium-Ionen-Batterien (DRec) • KI-gestützte intelligente Abfallsortierung mit Computer Vision • Phytoremediation (Phytosanierung) mit Energiepflanzen • Digitale Planungstools für die ökologische Renaturierung

Intelligente & dezentrale Energienetze

Beide Interviews zeigen, dass Bayern technologisch stark bei Smart Metering, Netzsteuerung, Datenverarbeitung und ganz besonders Systemintegration ist, jedoch zentrale Defizite in der Interoperabilität, im regulatorischen Rahmen und bei der Skalierung datenbasierter Systeme bestehen.

- **Kompetenzen in Bayern:** Vor allem bei Smart Metern und Advanced Metering Infrastructure (AMI), digitalen Zwillingen für Energienetze und KI- bzw. datenbasierter Netzoptimierung und Lastprognosen
- **Produktionskapazitäten** sah ein Interviewter vor allem bei interoperablen Energiemanagementsystemen, der andere bei Vehicle-to-Grid (V2G) Technologien und intelligenter Netzinfrastuktur allgemein
- **Technologiebedarfe** sah einer vor allem bei Vehicle-to-Grid (V2G) Technologien sowie Microgrids und der andere bei Interoperabilität & EMS-Kommunikation sowie Demand-Response-Systemen

Zukunftsfähige Speichertechnologien

Bayern hat ein starkes technologisches Know-how bei neuen Batterietechnologien wie Natrium-Ionen-Batterien sowie bei Langzeitspeichern (vor allem Redox-Flow-Batterien), während insbesondere bei lithiumbasierten Batterietechnologien große strukturelle Abhängigkeiten und Wertschöpfungslücken bestehen.

- **Kompetenzen in Bayern:** Vor allem bei Natrium-Ionen- und Redox-Flow-Batterien sowie Second-Life-Batteriesystemen liegt das technologische Know-how der bayerischen Wirtschaft
- **Produktionskapazitäten:** Zunehmend vor allem bei Natrium-Ionen-Batterien und Second-Life-Batteriesystemen, aber auch derzeit noch ungenutztes Produktionspotenzial bei Redox-Flow-Batterien grundlegend vorhanden
- **Technologiebedarfe:** In erster Linie bei lithiumbasierten Batterietechnologien (vor allem Lithium-Schwefel- und Lithium-Eisenphosphat-Batterien) sowie in der vorgelagerten Batteriewertschöpfung mit Materialien und Aktivstoffen (kaum in Bayern vorhanden)

Nachhaltige Energieerzeugung

Bayern hat im Feld nachhaltige Energieerzeugung seine größten Chancen in der Kombination bestehender Lösungen und Systemintegration sowie spezialisierter Nischenlösungen, während die Massenproduktion von Schlüsseltechnologien wie PV klar außerhalb des Stärkefelds liegt.

- **Kompetenzen in Bayern:** Geothermie, Agrivoltaik, gebäudeintegrierte Photovoltaik, Biomassekonversion
- **Produktionskapazitäten:** Agrivoltaik (insb. Trackersysteme), gebäudeintegrierte Photovoltaik, Biomassekonversion, mit Einschränkungen auch Geothermie und recycelbare Rotorblätter für Windkraftanlagen
- **Technologiebedarfe:** Photovoltaikzellen und Modulproduktion, innovative Bohrtechnologien für Geothermie und Speichertechnologien allgemein

Wärme & Effizienz

Bayern verfügt über starke Kompetenzen in industriellen Wärme- und Effizienztechnologien mit ungenutzten Transferpotenzialen in Bayern, zentrale Zukunftschancen ergeben sich auch aus der Systemintegration mit Speicher-, Infrastruktur- und Managementlösungen.

- **Kompetenzen in Bayern:** Hochtemperatur-Wärmepumpen (vor allem für die Industrie), industrielle Prozesswärme (insb. Trocknungssysteme), Abwärmenutzung mit ORC-Technologie, intelligentes Gebäudeenergiemanagement
- **Produktionskapazitäten:** Industrielle Wärmetechnologien (insb. Trocknungs- und Effizienzsysteme), intelligente Energiemanagementsysteme (im Werden)
- **Technologiebedarfe:** Hochtemperatur-Wärmepumpen über 100°C, standardisierte Energiemanagementsysteme, Hochtemperaturspeicher

CleanTech

Im Schwerpunktbereich (Ab-)Wasseraufbereitung verfügt Bayern über eine sehr starke technologische Basis, die größte Herausforderung liegt nicht in der Entwicklung, sondern in der Skalierung und wirtschaftlichen Umsetzung der Technologien innerhalb Bayerns.

- **Kompetenzen in Bayern:** Membranbioreaktoren, Mikrofiltration, PFAS-Entfernungstechnologien, elektrochemische Verfahren mit Diamantelektroden
- **Produktionskapazitäten:** Grundsätzlich Potenzial insb. bei kompakten Systemen auch auf internationalen Märkten, neue Technologien in diesem Feld haben in Bayern Schwierigkeiten beim Upscaling
- **Technologiebedarfe:** Keine primären Wertschöpfungslücken, aber strukturelle Schwäche durch Materialabhängigkeiten (z. B. seltene Metalle)



Bewertungszeitraum: Vom **13. April bis 29. Mai 2026** konnten Experteneinschätzungen abgegeben werden

Teilnehmendenzahl: **68 bayerische Branchen- und Technologieexperten** nahmen an der Umfrage teil



Durchschnittliche Beantwortungsdauer: **Ca. 1 Stunde** hat sich jeder im Schnitt Zeit dafür genommen

Gesamtzahl der Bewertungen: Alle Technologien wurden insgesamt **1.913-mal** bewertet

Durchschnittliche Bewertungsanzahl: Jede Technologie wurde im Schnitt **mehr als 38-mal** bewertet

Meistbewertetes Anwendungsfeld: **Zukunftsfähige Speichertechnologien** mit 470 Bewertungen



Meistbewertete Technologie: **Vehicle-to-Grid (V2G) Technologie** mit 57 Bewertungen

Wenigstbewertetes Anwendungsfeld: **CleanTech** mit 308 Bewertungen

Wenigstbewertete Technologie: **Elektrochemische Wasserbehandlung mit Diamantelektroden** mit 22 Bewertungen



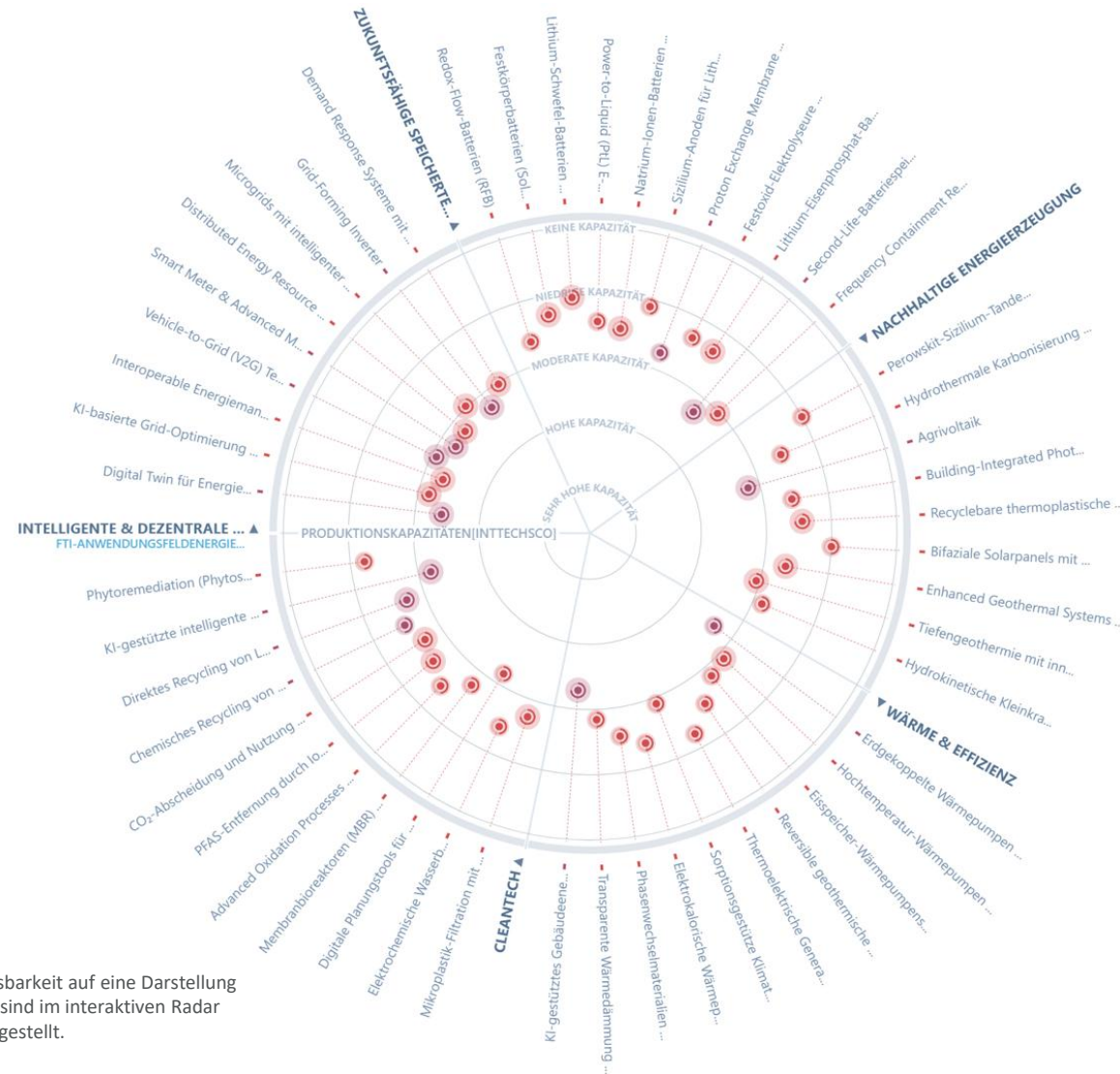
Aufruf zur Teilnahme an der Bewertung über 3 Verteiler-Mailings **und** mehrere Direktkontaktierungen

Internationales Technologiescouting Energie

Ergebnisse der quantitativen Umfrage 2: Exporttechnologien aus Bayern im Radar

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco]

- Nicht vorhanden
- Ansatzweise vorhanden
- Mittelmäßig
- Ausgereift
- Pionierartig



Handlungsbedarf[IntTechSco]

- Nie
- Über 5 Jahre
- In den nächsten 2-5 Jahren
- Innerhalb der nächsten 2 Jahre
- Sofort

Handlungsbedarf[IntTechSco]

- Nie
- Über 5 Jahre
- In den nächsten 2-5 Jahren
- Innerhalb der nächsten 2 Jahre
- Sofort

*Die Abbildung verzichtet aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf eine Darstellung des Handlungsbedarfs über Größenunterschiede. Diese sind in interaktiven Radar unserer digitalen Innovationsplattform differenziert dargestellt.

 TECHNOLOGY

Digital Twin für Energienetze

Produktionskapazitäten: **Moderat bis hoch**
Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock©ENJOINZ_1693808321_KI generiert

 TECHNOLOGY

KI-gestütztes Gebäudeenergiemanagement

Produktionskapazitäten: **Moderat bis hoch**
Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock©aubriella_1366201124_KI generiert

 TECHNOLOGY

KI-gestützte intelligente Abfallsortierung mit Computer Vision

Produktionskapazitäten: **Moderat bis hoch**
Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock© Monikapaula_820498659_KI generiert

 TECHNOLOGY

Second-Life-Batteriespeichersysteme

Produktionskapazitäten: **Moderat bis hoch**
Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock©C_1561053765_KI generiert

 TECHNOLOGY

Agrivoltaik

Produktionskapazitäten: **Moderat bis hoch**
Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock©jeson_247094350

 TECHNOLOGY

Smart Meter & Advanced Metering Infrastructure (AMI)

Produktionskapazitäten: **Moderat bis hoch**
Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock©InfinitFlow_187907776

Digital Twin für Energienetze



Bei einem digitalen Zwilling für Energienetze handelt es sich um eine virtuelle Echtzeitkopie des Stromnetzes zur Simulation, Überwachung und Optimierung. Er kombiniert Netztopologie, Asset-Daten und DER-Informationen für vorausschauende Planung und automatisierte Prozesse (DER=Distributed Energy Resources).

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ

49

Keine Kapazität Moderate Kapazität Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ

50

Nicht vorhanden Ausgereift

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ

50

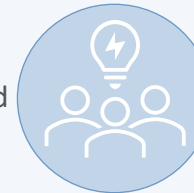
Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ

50

Nie Innerhalb der nächsten 5 Jahre

Im bayerischen Projekt eTwin.BY wurde gemeinsam mit dem Unternehmen Eniano sowie einem regionalen Netzbetreiber ein datenbasierter Energiezwilling entwickelt. Dieser ermöglicht die virtuelle Abbildung und Simulation kommunaler Energiesysteme und unterstützt Netzplanung, Betrieb und Integration dezentraler Erzeuger.



Das TwinEU Project entwickelt einen pan-europäischen Digital Twin durch Föderation lokaler Twins. Die TU Delft betreibt bereits einen operativen Twin für ein Viertel des niederländischen Netzes (Tennet).



Digitale Zwillinge für Energienetze adressieren weltweit den Bedarf nach intelligenter Planung und Steuerung zunehmend dezentraler Energiesysteme. Gleichzeitig verfügen bayerische Unternehmen über starke Kompetenzen in dieser Technologie und angrenzenden Schlüsselbereichen wie Smart Metering, Netzautomatisierung und datenbasierter Netzsteuerung sowie über leistungsfähige Akteure, die solche Lösungen entwickeln und skalieren können. Damit sind sie gut positioniert, integrierte Systeme anzubieten und diese in internationale Märkte mit ähnlichen Herausforderungen zu exportieren.

Second-Life-Batteriespeicher-systeme



Second-Life-Batteriesysteme nutzen ausgemusterte Elektrofahrzeugbatterien (typischerweise bei 70-80 % Restkapazität) für stationäre Energiespeicheranwendungen wie Netzstabilisierung, Peak-Shaving, Notstromversorgung und erneuerbare Energieintegration. Dies verlängert die Batterielebensdauer, reduziert Kosten (30-50 % günstiger als neue Batterien) und verbessert die Nachhaltigkeit durch Kreislaufwirtschaft. Eine besondere Ausprägung dieser Technologie ist „0-live“. Dies bedeutet, dass Zellen und Module, die in ihrer Performance nicht durch das Quality Gate für die vorgesehene Endanwendung kommen, nicht geschreddert werden, sondern direkt in einem „zweckentfremdeten“ Fall zur Anwendung kommen (Beispiel: Bei der Modulherstellung entsteht Ausschuss. Dieser kann dann aber z. B. für Stationärspeicher noch genutzt werden).

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ R 42

Keine Kapazität Moderate Kapazi... Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ R 42

Nicht vorhanden Ausgereift

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ R 42

Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ R 43

Nie Innerhalb der nä...

Das Bayernwerk betreibt seit April 2021 in Regensburg den mobilen Second-Life-Batteriespeicher "OSKAR II" mit 480 kWh Kapazität aus gebrauchten Audi-Testfahrzeug-Akkus. Der Container dient als E-Auto-Ladeeinrichtung und Peak-Shaving-System.



Sandvik Mining und Glencore testen ein 1-MWh-Second-Life-BESS-System mit 128 Batteriemodulen aus Bergbaufahrzeugen für Beleuchtung und Fahrzeugladung. Relectrify (Australien) hat Second-Life-Batteriespeichersysteme für Versorgungsunternehmen und Mikronetz-Projekte bereitgestellt.



Second-Life-Systeme nutzen hochwertige Batterien aus der Automobilproduktion bzw. Produktionsausschuss („0-live“) und können dadurch kostengünstige und nachhaltige Speicherlösungen anbieten. Bayerische Unternehmen profitieren von ihrer starken Verankerung in der Automobil- und Batterie-Wertschöpfungskette sowie bestehenden Produktionsaktivitäten, die skalierbar sind. Zudem zeigen erste internationale Expansionen sowie der große globale Bedarf an Energiespeichern, dass diese Lösungen auch international wettbewerbsfähig und nachgefragt sind.

KI-gestütztes Gebäudeenergie- management



Energiemanagementsysteme mit künstlicher Intelligenz zur prädiktiven Steuerung von Heizung, Kühlung, Beleuchtung und Lüftung. KI-Algorithmen lernen Nutzerverhalten, Wetterprognosen und Energiepreise und optimieren automatisch. Feldstudien zeigen Energieeinsparungen von 21-44 % bei gleichzeitiger Komfortsteigerung von 22-86 %.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ

38

Keine Kapazität Moderate Kapazi... Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ

38

Nicht vorhanden Ausgereift

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ

39

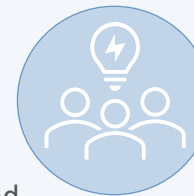
Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ

39

Nie Innerhalb der nä...

Der Münchner Anbieter metr und weitere Smart-Building-Dienstleister installieren seit 2024 in mehreren größeren Bürokomplexen (u. a. Neubauprojekte und Bestandsgebäude der Stadt München) KI-basierte Energiemanagementplattformen. Die integrierten Systeme nutzen KI zur Optimierung von Heiz- und Kühlprozessen, kombinieren Echtzeit-Wetterdaten, occupancy tracking und Energieverbrauchssensorik und steuern Wärmepumpen, Lüftungsanlagen und Licht vollautomatisch.



BrainBox AI aus Montreal/Kanada ist einer der technologisch führenden Anbieter für selbstlernende, KI-basierte Gebäudeautomatisierung. Die Lösung steuert in Echtzeit HVAC-Systeme (Heizung, Lüftung, Klima) auf Basis von Sensordaten, historischen Verbrauchsprofilen und Wetterprognosen – völlig autonom, cloudbasiert und nachträglich in bestehende Gebäude integrierbar.



Die hohen Exportchancen ergeben sich aus dem global steigenden Bedarf an Energieeffizienz in Gebäuden bei gleichzeitig nachgewiesenen hohen Einsparpotenzialen. Bayerische Unternehmen sind hier besonders gut positioniert, da sie über starke Kompetenzen in Gebäudeautomation, Energiesystemtechnik und industrieller Umsetzung verfügen. Genau diese Kombination aus technologischer Reife und bestehenden Marktlücken eröffnet bayerischen Anbietern die Möglichkeit, international wettbewerbsfähige, praxistaugliche Lösungen zu entwickeln und zu exportieren.

Agrivoltaik



Agrivoltaik kombiniert landwirtschaftliche Produktion mit Solarstromerzeugung auf derselben Fläche durch erhöhte oder zwischen Reihen montierte Solarmodule. Das System ermöglicht eine "Doppelnutzung" des Landes, wobei typischerweise 70-90 % der landwirtschaftlichen Produktion und 70-80 % der PV-Leistung im Vergleich zur Einzelnutzung erreicht werden – insgesamt also 140-160 % Flächeneffizienz. Tracker-Systeme können in verschiedenen Modi betrieben werden: Sonnenverfolgung für maximale Energiegewinnung oder "Farming-Modus" für landwirtschaftliche Arbeiten.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ R 43

Keine Kapazität Moderate Kapazi... Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ R 42

Nicht vorhanden Ausgereift

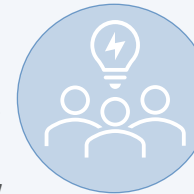
Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ R 44

Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ R 44

Nie Innerhalb der nä...

Nestlé Deutschland baut aktuell eine 4,5-MW-Agri-Photovoltaikanlage auf 4,74 Hektar neben seinem Werk in Biessenhofen, Bayern. Die Anlage soll ab der zweiten Jahreshälfte 2025 etwa ein Viertel des Strombedarfs der Fabrik decken. Solmotion plant zudem mehrere Agri-PV-Projekte in Süddeutschland mit insgesamt rund 400 MW.



RWE betreibt eine 3,2-MWp-Demonstrationsanlage für Agrivoltaik in Bedburg (Nordrhein-Westfalen) mit 6.100 Solarmodulen, die drei verschiedene technologische Lösungen zur Kombination von Stromerzeugung und Landwirtschaft testen.



Agrivoltaik bietet hohe Exportchancen, weil sie eine wissensintensive Nischentechnologie ist, in der bayerische Unternehmen ihre Stärken aus Maschinenbau, Systemtechnik und Landwirtschaft bündeln können. Besonders stark ist Bayern bei der Auslegung, Integration und Steuerung solcher Systeme (z. B. Tracker- und Anlagenkonzepte), die als spezialisierte Lösungen international gefragt sind, während Standardkomponenten oft zugekauft werden. Gleichzeitig adressiert Agrivoltaik weltweit den steigenden Bedarf an flächeneffizienten Energie- und Landwirtschaftslösungen, was bayerischen Anbietern gute Voraussetzungen für den Export verschafft.



KI-gestützte intelligente Abfallsortierung mit Computer Vision



KI-gestützte Abfallsortierung nutzt Deep-Learning-Algorithmen (Convolutional Neural Networks) mit Hyperspektral-, Nahinfrarot- (NIR-) und Vollfarbkameras zur automatisierten Materialerkennung. Die Systeme identifizieren Kunststoffe nach Typ (PET, HDPE, PP, PVC), Farbe, Verunreinigung und Metallgehalt mit > 95 % Genauigkeit. Der "Artificial Neural Twin" (ANT) koordiniert Echtzeit-Optimierung über mehrere Sortiermaschinen hinweg und passt Sortierkriterien selbstlernend an. NIR-spektrometrische + RGB-Kameras erkennen schwarze Kunststoffe, Nahinfrarot erreicht 99 % Sortierreinheit bei Bottle-to-Bottle-Recycling. Insbesondere eine Erweiterung dieser Technologie auf Baustoffe ist vielversprechend.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ

26

Keine Kapazität Moderate Kapazi... Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ

27

Nicht vorhanden Ausgereift

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ

28

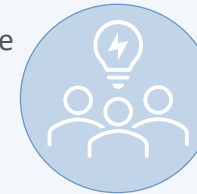
Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ

28

Nie Innerhalb der nä...

Das Startup WeSort.AI aus Würzburg (Bayern) gewann 2022 den bundesweiten Gründungswettbewerb "Digitale Innovationen" des BMWK mit KI-basierter Müllsortiertechnik, die schwarze Kunststoffe und Lebensmittelverpackungen separiert und über 90 % Sortierreinheit erreicht.



TOMRA Recycling präsentierte auf der NPE 2024 GAINnext™ – Deep-Learning-Sortiertechnik, die mit AUTOSORT™-Hardware schwarze Kunststoffe, PET, PP und PE mit über 99 % Reinheit trennt. Recycleye und Stadler realisierten 2025 eine KI-Bauschutt-Sortieranlage mit QuantiSort-System, das Ziegel, Beton, Gips, Metalle, Holz, Kunststoff mit proprietärer Bildverarbeitung selbst in staubigen Materialströmen trennt (Heydt in Aulendorf, Deutschland).



Die hohen Exportchancen ergeben sich daraus, dass eine weltweit nachgefragte Technologie auf eine besonders starke bayerische Kompetenz- und Industriebasis trifft. Bayern verfügt über große Kompetenzen entlang der gesamten CleanTech-Wertschöpfung ohne wesentliche Wertschöpfungslücken. Gleichzeitig sind bayerische Technologien und Lösungen bereits international im Einsatz bzw. gefragt. Auf dieser Basis können bayerische Unternehmen die KI-gestützte Abfallsortierung – die durch ihre hohe Effizienz und unmittelbare Skalierbarkeit global relevant ist – gezielt in internationale Märkte übertragen, in denen der Bedarf an leistungsfähigen Recyclinglösungen deutlich wächst.

Smart Meter & Advanced Metering Infrastructure (AMI)



Bei Smart Metern handelt es sich um intelligente Messsysteme mit bidirektionaler Kommunikation, die Echtzeit-Energieverbrauchsdaten erfassen und übertragen. AMI umfasst Smart Meters, Kommunikationsnetzwerke und Datenmanagement-Systeme.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ R 51

Keine Kapazität Moderate Kapazi... Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ R 53

Nicht vorhanden Ausgereift

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ R 54

Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ R 54

Nie Innerhalb der nä...

Bayernwerk Netz integriert Smart Metering in Netzmanagement-Systeme zur dynamischen Netzentgeltsteuerung, wie im BASE.V-Projekt demonstriert.



In den USA sind über 110 Millionen AMI-Systeme installiert (70 % aller Stromzähler), die Demand Response, Echtzeitüberwachung und Ausfallmanagement ermöglichen.



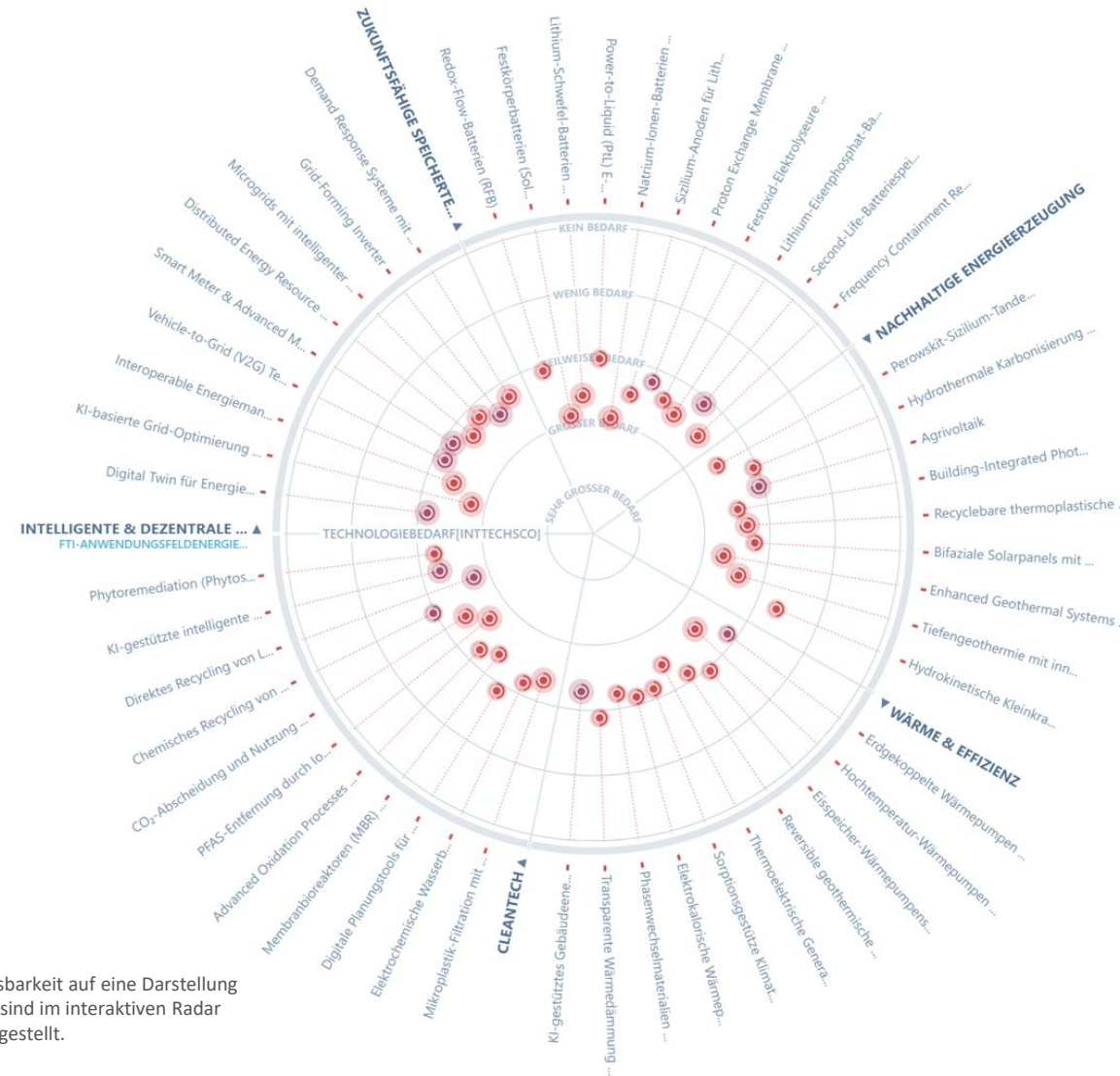
Die hohen Exportchancen ergeben sich daraus, dass Smart Meter & AMI eine Schlüsseltechnologie für intelligente Energienetze sind und weltweit dringend benötigt werden. In Bayern sind hierfür bereits umfassende Kompetenzen vorhanden und die Systeme gelten als besonders ausgereift, insbesondere im Hinblick auf netzdienliche Steuerung und Sicherheit sowie die Systemintegration. Gleichzeitig stehen viele Länder vor ähnlichen Herausforderungen der Energiewende und Digitalisierung, sodass die in Bayern entwickelten Lösungen international stark nachgefragt werden können.

Internationales Technologiescouting Energie

Ergebnisse der quantitativen Umfrage 3: Bedarfstechnologien in Bayern im Radar

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco]

- Nicht vorhanden
- Ansatzweise vorhanden
- Mittelmäßig
- Ausgereift
- Pionierartig



Handlungsbedarf[IntTechSco]

- Nie
- Über 5 Jahre
- In den nächsten 2-5 Jahren
- Innerhalb der nächsten 2 Jahre
- Sofort

Handlungsbedarf[IntTechSco]

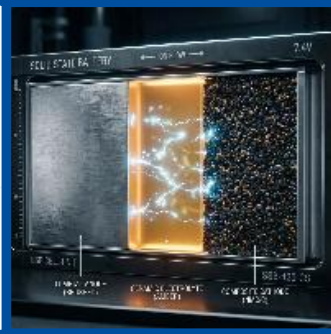
- Nie
- Über 5 Jahre
- In den nächsten 2-5 Jahren
- Innerhalb der nächsten 2 Jahre
- Sofort

*Die Abbildung verzichtet aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf eine Darstellung des Handlungsbedarfs über Größenunterschiede. Diese sind in der interaktiven Radar unserer digitalen Innovationsplattform differenziert dargestellt.

TECHNOLOGY

Festkörperbatterien (Solid-State Batteries)

Technologiebedarf: **Großer Bedarf**
Kompetenzen in Bayern: **Mittelmäßig**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock@mubashar_1940708212_KI generiert

TECHNOLOGY

Natrium-Ionen-Batterien

Technologiebedarf: **Großer Bedarf**
Kompetenzen in Bayern: **Mittelmäßig**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock@Stocks Buddy_1409157479_KI generiert

TECHNOLOGY

Enhanced Geothermal Systems (EGS)

Technologiebedarf: **Großer Bedarf**
Kompetenzen in Bayern: **Mittelmäßig**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock@stockimgahaf_1939498423_KI generiert

TECHNOLOGY

Lithium-Schwefel-Batterien

Technologiebedarf: **Großer Bedarf**
Kompetenzen in Bayern: **Mittelmäßig**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock@Elmin_1004398423_KI generiert

TECHNOLOGY

KI-basierte Grid-Optimierung & Predictive Maintenance

Technologiebedarf: **Großer Bedarf**
Kompetenzen in Bayern: **Mittelmäßig bis ausgereift**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock@Jinwa_1869271879_KI generiert

TECHNOLOGY

Hochtemperatur-Wärmepumpen für industrielle Anwendungen

Technologiebedarf: **Großer Bedarf**
Kompetenzen in Bayern: **Mittelmäßig**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock_1883577280_KI generiert

Festkörper- batterien



Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ R 44

Niedrige Kapazität Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ R 46

Nicht vorhanden Mittelmäßig Pionierartig

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ R 45

Kein Bedarf Großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ R 46

Nie Innerhalb der nä...



Festkörperbatterien (Solid-State Batteries) ersetzen den flüssigen Elektrolyten konventioneller Lithium-Ionen-Batterien durch einen festen Elektrolyten (keramisch, polymer- oder sulfidbasiert). Dies ermöglicht höhere Energiedichten, verbesserte Sicherheit durch Eliminierung brennbarer Flüssigelektrolyte, schnelleres Laden und längere Lebensdauer. Die Technologie verspricht Energiedichten über 400 Wh/kg gegenüber 250-300 Wh/kg bei konventionellen Lithium-Ionen-Batterien.

Die Technische Universität München (TUM) forscht im Rahmen verschiedener Projekte an Festkörperbatterien. BMW hat in seinem Battery Cell Competence Centre (CMCC) in Parsdorf bei München einen Testbereich für Festkörperbatterien eingerichtet, um Produktionsmethoden für diese Zukunftstechnologie zu erproben.



Toyota plant die Markteinführung eines Festkörperbatterie-Prototyps, während QuantumScape in den USA an der Kommerzialisierung von Festkörperbatterien für Elektrofahrzeuge arbeitet. NASA hat Festkörper-Lithium-Schwefel-Batterien auf TRL 7 entwickelt für Luftfahrtanwendungen.



Festkörperbatterien sind in Bayern eine strategisch besonders relevante Bedarfstechnologie, da sie als nächste Generation der Batterietechnologie zentrale Wertschöpfungspotenziale für Schlüsselindustrien wie die Automobilwirtschaft erschließen. Zwar verfügt Bayern hier über F&E-Kompetenzen sowie industrielle Anbindung (z. B. durch OEMs), jedoch fehlt es an eigener industrieller Skalierung. Dadurch droht, dass wesentliche Teile der zukünftigen Wertschöpfung – insbesondere Fertigung und Industrialisierung – im Ausland stattfinden, wo Technologieführer bereits Prototypenlinien aufbauen. Um diese strategische Lücke zu schließen und die Technologieführerschaft langfristig zu sichern, ist die gezielte Ansiedlung und Einbindung international führender Akteure in Bayern entscheidend.

Bildquelle: AdobeStock ©Stocks Buddy_1409157479 KI generiert



Natrium-Ionen-Batterien



Natrium-Ionen-Batterien (Sodium-Ion Batteries) nutzen Natrium anstelle von Lithium als Ladungsträger. Sie bieten Vorteile wie niedrigere Kosten, höhere Sicherheit, bessere Tieftemperaturleistung (-40°C bis +70°C) und Unabhängigkeit von kritischen Rohstoffen wie Lithium und Kobalt. Die Energiedichte erreicht mittlerweile 175 Wh/kg, vergleichbar mit LFP-Batterien. Sie eignen sich besonders für stationäre Energiespeicherung, kommerzielle Fahrzeuge und Niedrigvolt-Anwendungen. Das Fraunhofer FFB bestätigt in einer Studie von 2025, dass Natrium-Ionen-Batterien kurz vor der Marktreife stehen.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ 45

Keine Kapazität Moderate Kapazi... Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ 45

Nicht vorhanden Mittelmäßig Pionierartig

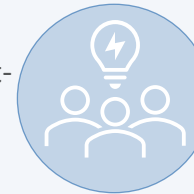
Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ 45

Kein Bedarf Großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ 46

Nie Innerhalb der nä...

Die Universität Bayreuth forscht im Rahmen des BayBatt-Konsortiums an Natrium-Ionen-Technologien.



CATL (China) hat im April 2025 seine Natrium-Ionen-Batterieproduktion mit einer Energiedichte von 175 Wh/kg ausgebaut und liefert Batterien für Elektrofahrzeuge mit über 500 km Reichweite. In Frankreich baut Tiamat SAS die erste europäische Natrium-Ionen-Gigafabrik mit geplanten 5 GWh/Jahr Kapazität ab 2027.



Natrium-Ionen-Batterien sind eine strategisch bedeutsame Bedarfstechnologie in Bayern, da sie zwar kurz vor der Marktreife stehen und großes Potenzial für eine unabhängige, kostengünstige Batteriewertschöpfung bieten, die regionale industrielle Basis aber noch unvollständig ist. Zwar entstehen erste Produktionskapazitäten vor Ort, jedoch fehlen zentrale Teile der Wertschöpfungskette. Gerade diese Lücken sind strategisch relevant, da Natrium-basierte Systeme die Chance bieten, eine eigenständige und weniger von China abhängige Wertschöpfung in Europa aufzubauen. Entsprechend sollten in Bayern gezielt internationale Technologieführer und Zulieferer angesiedelt und so schnell kritische Wertschöpfungslücken geschlossen werden.

Lithium-Schwefel-Batterien



Lithium-Schwefel-Batterien (Lithium-Sulfur Batteries) verwenden Schwefel als Kathodenmaterial und Lithium-Metall-Anoden. Sie versprechen theoretische Energiedichten bis 2.600 Wh/kg (praktisch 400-600 Wh/kg), deutlich höher als Li-Ion-Batterien. Schwefel ist abundanter und kostengünstiger als konventionelle Kathodenmaterialien. Hauptherausforderungen sind die Löslichkeit von Polysulfiden und die volumetrische Expansion.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ 38

Niedrige Kapazität Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ 38

Nicht vorhanden Mittelmäßig Pionierartig

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ 38

Kein Bedarf Großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ 39

Nie Innerhalb der nä...

Die TU München (Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik) hat in Zusammenarbeit mit VW AG und Wacker Chemie AG am LiSSi-Projekt gearbeitet, das die Entwicklung eines neuartigen wiederaufladbaren Lithium-Schwefel/Silizium-Batteriesystems mit hoher spezifischer Energiedichte (bis zu 450 Wh/kg auf Zellebene) zum Ziel hatte. Das Projekt befasste sich explizit mit den Problemen der geringen Zyklenzahl und niedrigen Stromdichten.



OXIS Energy (UK) produziert Li-S-Pouch-Zellen mit über 400 Wh/kg für Luftfahrtanwendungen und hat diese in Drohnen und Höhenplattformen demonstriert. LG Chem kündigte an, die kommerzielle Zellproduktion für Li-S-Batterien ab 2025 zu beginnen, mit Drohnen als erste Zielanwendung.



Lithium-Schwefel-Batterien sind strategisch relevant, da sie als nächste Generation mit hoher Energiedichte gelten, Bayern aber entlang der lithiumbasierten Wertschöpfungskette deutliche Lücken hat – insbesondere bei Aktivmaterialien und Zellfertigung, die weitgehend im Ausland angesiedelt sind. Gerade weil sich die industrielle Führungsrolle aktuell neu verteilt und internationale Akteure (z. B. im Li-S-Bereich) Produktionskapazitäten in Europa aufbauen, ist die Ansiedlung solcher Technologieführer entscheidend, um Abhängigkeiten zu reduzieren und eigene Wertschöpfung in Bayern aufzubauen.

Enhanced Geothermal Systems (EGS)



Enhanced Geothermal Systems (EGS) nutzen geothermische Energie durch Verbesserung natürlicher unterirdischer Wärmereservoirs. Im Gegensatz zu konventionellen geothermischen Systemen, die auf natürliche Heißwasser- oder Dampfquellen angewiesen sind, nutzt EGS heißes, trockenes Gestein mit wenig oder keinen Wasserreserven. Hydraulische Stimulation schafft Risse im Gestein, durch die Wasser zirkuliert, erhitzt und zur Stromerzeugung genutzt wird. Die Technologie erschließt geothermisches Potenzial in Regionen ohne natürliche hydrothermale Ressourcen.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ 33

Keine Kapazität Moderate Kapazität Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ 34

Nicht vorhanden Mittelmäßig Pionierartig

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ 35

Kein Bedarf Großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ 35

Nie Innerhalb der nächsten 5 Jahre

Die Universität Bayreuth ist Teil der Geothermie-Allianz Bayern, die EGS-Technologie für Nordbayern (Granite) und mittlere Tiefenreservoirs (Buntsandstein und Keuper-Sandsteine in Franken) erforscht. Das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst fördert das Netzwerk mit 8,46 Millionen Euro für vier Jahre, wovon 500.000 Euro an die Universität Bayreuth gehen.



Island ist weltweit führend in EGS-Technologie und nutzt hochtemperaturgeothermische Ressourcen für Fernwärme und Stromerzeugung. Das Krafla-Magma-Testbed-Projekt erforscht superkritische geothermische Ressourcen bei Temperaturen über 400°C.



EGS ist strategisch bedeutsam, weil es geothermisches Potenzial erschließt, das für die Grundlastfähigkeit erneuerbarer Energien zentral ist und damit eine Schlüsselrolle für ein stabiles Energiesystem einnimmt. Gleichzeitig zeigt sich, dass in Bayern gerade bei komplexen Teiltechnologien wie Bohr- und Reservoirerschließung weder umfassende Kompetenzen noch skalierbare industrielle Strukturen vorhanden sind, während der Fokus der bestehenden Stärken eher auf Systemintegration liegt. Dadurch entsteht eine besonders kritische Wertschöpfungslücke: Ohne gezielte Entwicklung oder Ansiedlung internationaler Technologieführer besteht die Gefahr, dass zentrale Teile der Wertschöpfung – und damit auch Know-how und wirtschaftliche Effekte – außerhalb Bayerns entstehen, obwohl die Nutzung vor Ort erfolgt.

KI-basierte Grid-Optimierung & Predictive Maintenance



KI-basierte Grid-Optimierungstechnologien nutzen Künstliche Intelligenz und Machine Learning für Lastprognosen, vorausschauende Wartung von Netzkomponenten, Fehlervorhersage und Optimierung von Energieflüssen in Echtzeit.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ R 49

Keine Kapazität Moderate Kapazi... Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ R 50

Nicht vorhanden Mittelmäßig Pionierartig

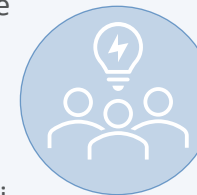
Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ R 50

Kein Bedarf Großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ R 50

Nie Innerhalb der nä...

Die Bayernwerk Netz GmbH führt seit 2024 mehrere Pilotprojekte in Bayern durch. Dabei werden KI-gestützte Sensoren an Hochspannungsleitungen installiert. Die silbernen, fußballgroßen Sensoren liefern kontinuierlich Echtzeitdaten zu Temperatur, Neigung, Spannung und Stromstärke der Leiterseile. Die KI bezieht zusätzlich Wetterdaten vom Deutschen Wetterdienst und lernt, bei welcher Witterung welche Auslastung möglich ist.



C3 AI Reliability erzielte bei einem großen US-Versorger eine 48 % Reduktion von Transformatorausfällen und einen geschätzten wirtschaftlichen Nutzen von 40 Millionen Dollar jährlich durch seine KI-basierten Grid-Optimierungslösungen.



KI-basierte Grid-Optimierung & Predictive Maintenance ist strategisch zentral, weil sie die notwendige Echtzeit-Steuerung hochkomplexer, dezentraler Netze ermöglicht. Gleichzeitig bestehen in Bayern genau in den dafür kritischen Bausteinen (Datenintegration, interoperable Systeme) deutliche Lücken – während andere Länder in der praktischen Umsetzung bereits weiter sind. Da diese Technologie damit über Netzstabilität und zukünftige Wertschöpfung im Energiesystem entscheidet, sind die Lücken besonders strategisch – und sollten gezielt durch internationale Technologieanbieter geschlossen werden.

Hochtemperatur- Wärmepumpen für industrielle Anwendungen



Bildquelle: AdobeStock_1883577280 KI generiert

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ 38

Keine Kapazität Moderate Kapazität Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ 39

Nicht vorhanden Mittelmäßig Pionierartig

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ 42

Kein Bedarf Großer Bedarf

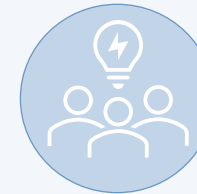
Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ 42

Nie Innerhalb der nächsten 5 Jahre



Hochtemperatur-Wärmepumpen (HTHP) können Wärme bei Temperaturen über 160°C bis zu 400°C für industrielle Prozesse liefern. Moderne HTHP basieren auf Stirling-Zyklen oder fortgeschrittenen Kompressions-Wärmepumpen und verwenden ungiftige, inerte Arbeitsmedien mit null Ozonabbaupotential und null Treibhauspotential. Sie erreichen Leistungszahlen (COP) von 2,5 bis 3,5 und können Abwärme bis 80°C nutzen. Die Integration mit thermischen Energiespeichern (Molten Salts) ermöglicht flexible, on-demand industrielle Wärmebereitstellung.

Die Universität Bayreuth arbeitet im Rahmen der Geothermie-Allianz Bayern an der Integration von Großwärmepumpen in geothermische Systeme. Der Ansatz ermöglicht die Nutzung mitteltiefer Wärmequellen (unter 60°C) ohne kostspielige Bohrungen.



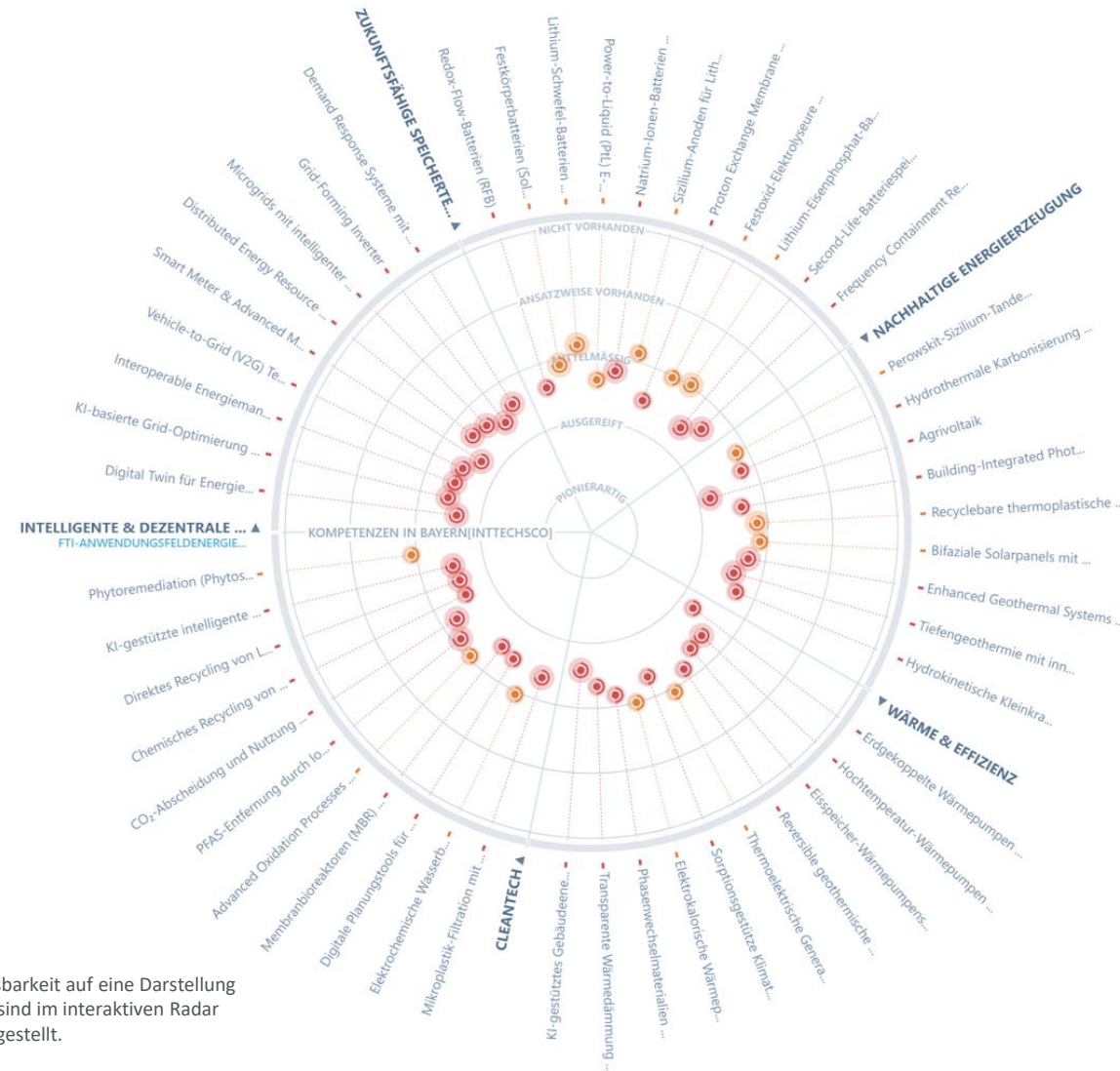
Das I-UPS-Projekt (EU) entwickelt eine Stirling-basierte HTHP bis TRL 5, die 400°C Ausgangstemperatur erreicht. Enerin entwickelt die HoegTemp® HTHP mit minimaler Umweltbelastung und Integration mit Kyoto's Molten-Salt-basierten thermischen Energiespeichern.



Hochtemperatur-Wärmepumpen sind strategisch besonders relevant, weil sie genau den kritischen Bereich industrieller Hochtemperatur- und Dampfanwendungen (> 100°C) adressieren, für den heute kaum klimaneutrale Lösungen existieren und der daher einen hohen Transformationsdruck hat. Gleichzeitig fehlen wirtschaftliche, marktreife Technologien sowie ausreichend Anbieter und Umsetzungskapazitäten in Bayern. Dadurch entsteht eine besonders kritische Wertschöpfungslücke: Wer hier Lösungen bereitstellt, besetzt einen zentralen Teil zukünftiger industrieller Energieversorgung. Ohne hinreichende Kompetenzen droht Bayern Abhängigkeit von externen Anbietern – weshalb die gezielte Ansiedlung internationaler Technologieführer strategisch sinnvoll ist.

Produktionskapazitäten [IntTechSco]

- Keine Kapazität
- Niedrige Kapazität
- Moderate Kapazität
- Hohe Kapazität
- Sehr hohe Kapazität



Handlungsbedarf[IntTechSco]

- Nie
- Über 5 Jahre
- In den nächsten 2-5 Jahren
- Innerhalb der nächsten 2 Jahre
- Sofort

Handlungsbedarf[IntTechSco]

- Nie
- Über 5 Jahre
- In den nächsten 2-5 Jahren
- Innerhalb der nächsten 2 Jahre
- Sofort

*Die Abbildung verzichtet aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf eine Darstellung des Handlungsbedarfs über Größenunterschiede. Diese sind in interaktiven Radar unserer digitalen Innovationsplattform differenziert dargestellt.

TECHNOLOGY

Direktes Recycling von Lithium-Ionen-Batterien

Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Produktionskapazitäten: **Niedrig bis moderat**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock©Nia_1677695950_KI generiert

TECHNOLOGY

Erdgekoppelte Wärmepumpen mit Erdwärmesensoren

Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Produktionskapazitäten: **Moderat**
Handlungsbedarf: **In den nächsten 2-5 Jahren**



Bildquelle: AdobeStock©Nikodem_689024279

TECHNOLOGY

Redox-Flow-Batterien (RFB)

Kompetenzen in Bayern: **Mittelmäßig bis ausgereift**
Produktionskapazitäten: **Niedrig bis moderat**
Handlungsbedarf: **In den nächsten 2-5 Jahren**



Bildquelle: AdobeStock©Iersakwiman_818772182_KI generiert

TECHNOLOGY

Vehicle-to-Grid (V2G) Technologie

Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Produktionskapazitäten: **Moderat**
Handlungsbedarf: **Innerhalb der nächsten 2 Jahre**



Bildquelle: AdobeStock©megh_1714841851_KI generiert

TECHNOLOGY

Proton Exchange Membrane (PEM)-Elektrolyse

Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Produktionskapazitäten: **Niedrig bis moderat**
Handlungsbedarf: **In den nächsten 2-5 Jahren**



Bildquelle: AdobeStock©Tatiana_184774669

TECHNOLOGY

Chemisches Recycling von Kunststoffen (Pyrolyse/Direktverölung)

Kompetenzen in Bayern: **Ausgereift**
Produktionskapazitäten: **Niedrig bis moderat**
Handlungsbedarf: **In den nächsten 2-5 Jahren**



Bildquelle: AdobeStock©Вячеслав Кравченко_1880114960_KI generiert

Direktes Recycling von Lithium-Ionen-Batterien



Direktes Recycling (DRec) behandelt gebrauchte Lithium-Ionen-Batterien mit dem Ziel, die Kathodenmaterialien (Nickel, Kobalt, Mangan, Lithium) strukturell intakt zurückzugewinnen und direkt in neuen Batterien einzusetzen – ohne Umwandlung in chemische Rohmaterialien. Im Gegensatz zu Pyro- und Hydrometallurgie (Rückgewinnung einzelner Elemente) behält DRec die kristalline Struktur und elektronische Eigenschaften. Der Prozess umfasst Demontage, Destabilisierung (Entfernung von Elektrolyt), Wasserlaugung und pH-kontrollierte Regeneration. DRec erreicht Ausbeuten von über 95 % für Nickel/Kobalt, über 70 % für Lithium, und reduziert Energie um 50 % gegenüber Neusynthese. TRL 6-7, Pilot- und Demonstrationsanlagen in Betrieb.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ 35

Keine Kapazität Moderate Kapazität Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ 36

Nicht vorhanden Ausgereift

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ 37

Kein Bedarf Großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ 38

Nie Innerhalb der nächsten 5 Jahre

Das BMBF-Projekt RecyLIB (2022-2025, 1,1 Mio. Euro EU-Förderung, davon 440.000€ für Bayern) unter Koordination des Fraunhofer ISC Würzburg entwickelt ein integriertes Herstellungsverfahren für Lithium-Ionen-Batterieelektroden, bei dem der Produktionsprozess so gestaltet ist, dass recyceltes Material direkt verwendet werden kann.



Das ReAktiv-Projekt (Fraunhofer ISE, 2024) entwickelt hocheffizientes Recycling für Rund- und Knopfzellen mit über 95 % Materialrückgewinnungsquoten.



Das hohe strategische Transferpotenzial des direkten Batterierecyclings ergibt sich daraus, dass die Technologie einerseits zentrale Herausforderungen Bayerns adressiert – insbesondere den steigenden Bedarf an Rohstoffsoveränität, Kreislaufwirtschaft und nachhaltiger Batteriewertschöpfung – und zugleich bereits auf einem fortgeschrittenen technologischen Reifegrad ist. Gleichzeitig fehlt es noch an hinreichenden industriellen Strukturen zur Skalierung und Integration in bestehende Wertschöpfungsketten in Bayern. Eine gezielte Transferförderung ist daher strategisch entscheidend, um die vorhandene technologische Stärke in konkrete industrielle Anwendung und Wertschöpfung am Standort Bayern zu überführen.

Vehicle-to-Grid (V2G) Technologie



Die V2G-Technologie ist eine bidirektionale Ladetechnologie, die es Elektrofahrzeugen ermöglicht, gespeicherte Energie zurück ins Stromnetz einzuspeisen. Elektrofahrzeuge fungieren so als mobile Energiespeicher zur Netzstabilisierung und Peak-Shaving.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ

54

Keine Kapazität Moderate Kapazität Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ

56

Nicht vorhanden Ausgereift

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ

54

Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ

55

Nie Innerhalb der nächsten 5 Jahre

Das BASE.V-Projekt in Dietfurt vereint Sonnen, Bayernwerk Netz und die TU München. Haushalte mit PV-Anlagen, Batterien und E-Autos handeln Solarstrom über eine Peer-to-Peer-Plattform, während dynamische Netzentgelte Engpässe reduzieren.



In Frankreich bietet Renault mit dem Renault 5 und einer speziellen V2G-Wallbox (in Zusammenarbeit mit The Mobility House) das erste kommerzielle V2G-Produkt in Europa. Kunden erhalten 11 Cent pro Stunde für die Netzanbindung und können rund 10.000 km kostenlos fahren.



Die V2G-Technologie hat in Bayern ein besonders hohes Transferpotenzial, da sie die starke Automobilindustrie und den wachsenden Bedarf an flexibler Netzintegration erneuerbarer Energien verbindet. Elektrofahrzeuge können dabei als dezentrale Speicher einen wesentlichen Beitrag zur Netzstabilisierung leisten und eröffnen neue Geschäftsmodelle. Gleichzeitig zeigt sich jedoch, dass vorhandene F&E-Kompetenzen bislang nur begrenzt in skalierbare Anwendungen überführt werden. Gerade deshalb sollten bestehende technologische Stärken schneller in wirtschaftlich nutzbare Lösungen überführt werden, um Bayern eine führende Rolle in einem künftig zentralen Baustein resilienten und dezentraler Energiesysteme zu sichern.

Erdgekoppelte Wärmepumpen mit Erdwärmesensoren



Bei erdgekoppelten Wärmepumpen handelt es sich um Wärmepumpensysteme, die über vertikale Bohrungen (50-200 m Tiefe) dem Erdreich konstant Wärme entziehen. Durch ganzjährig stabile Temperaturen erreichen sie Jahresarbeitszahlen von 4-5 und höher. Die Systeme eignen sich für Heizung, Kühlung und Warmwasserbereitung bei gleichzeitig minimalen Betriebskosten.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ R 33

Keine Kapazität Moderate Kapazi... Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ R 33

Nicht vorhanden Ausgereift

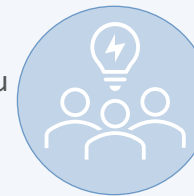
Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ R 35

Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ R 35

Nie In den nächsten ... Sofort

Die Stadtwerke München und Energie-Wende-Garching bereiten im GIGA-M-Projekt großflächige seismische Untersuchungen in über 60 Gemeinden vor, um das geothermische Potenzial des Molassebeckens optimal zu erschließen. Die Stadt Nürnberg hat ein umfangreiches Genehmigungsverfahren für Erdwärmesonden etabliert, das Schutz des Grundwassers mit effizienter Nutzung oberflächennaher Geothermie verbindet.



Das Salisbury Square Development in London ist seit 2023 das erste eigenständige Geothermie-Großprojekt in der Stadt. Trotz komplexer Untergrundverhältnisse wurden mehr als 60 Bohrlöcher mit je 240 Meter Tiefe realisiert. Die Anlage versorgt damit ein komplettes Quartier mit Grundwasserwärmepumpen und zeigt die Skalierbarkeit und urbanen Möglichkeiten moderner Systeme.



Erdgekoppelte Wärmepumpen sind strategisch relevant, weil sie eine zentrale Rolle bei der Dekarbonisierung der Wärmeversorgung spielen und gleichzeitig bereits technologisch ausgereift sowie breit einsetzbar sind. Gerade in einem Bereich mit hohem Energiebedarf besteht ein großes Marktpotenzial für effiziente Wärmelösungen, während das verfügbare Lösungsportfolio noch begrenzt ist. Obwohl technologische Kompetenzen in Bayern vorhanden sind, fehlt es an der systematischen Überführung in marktfähige Anwendungen sowie an Investitionen in Skalierung und Umsetzung. Eine gezielte Transferförderung würde hier direkt ansetzen, indem vorhandene F&E-Kompetenzen in industrielle Anwendungen und Produktionskapazitäten überführt werden.

Proton Exchange Membrane (PEM)-Elektrolyse



Proton Exchange Membrane (PEM)-Elektrolyse spaltet Wasser mittels erneuerbarer Elektrizität in Wasserstoff und Sauerstoff. PEM-Elektrolyseure bieten schnelle Ansprechzeiten, hohe Stromdichten ($0,6-2 \text{ A/cm}^2$), kompakte Bauweise und Hochdruck-Wasserstoffproduktion. Sie eignen sich besonders für variable erneuerbare Energiequellen. Die Technologie erreicht Wirkungsgrade von 60-70 % (HHV).

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ 42

Keine Kapazität Moderate Kapazi... Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ 43

Nicht vorhanden Ausgereift

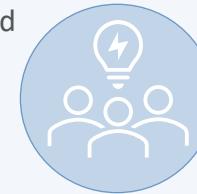
Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ 42

Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ 43

Nie In den nächsten ... Sofort

Das HyPipe Bavaria-Projekt schafft eine 300 km lange Wasserstoff-Infrastruktur bis 2030. In Pfeffenhausen wird eine 5-MW-Wasserstoff-Produktionsanlage gebaut, die täglich 1.200 kg grünen Wasserstoff produziert. Das H2MegaHub in Schweinfurt entwickelt Wasserstoffproduktion, -speicherung und Verteilungsinfrastruktur.



In den Niederlanden wird ein 2,6-MW-SOEC-Elektrolyseur bei einer Neste-Raffinerie bis Ende 2022 in Betrieb genommen. Die IEA projiziert eine globale installierte Elektrolyse-Kapazität von 720 GW bis 2030.



Auch wenn die PEM-Elektrolyse eine hohe strategische Relevanz aufweist, herrscht ein noch unreifes, wettbewerbsoffenes Innovationsfeld vor. Gerade für Bayern entsteht daraus ein besonders hohes Transferpotenzial, denn es verfügt über starke F&E-Kompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette sowie über zentrale industrielle Anwenderbranchen. Gleichzeitig fehlen bislang ausreichend ausgeprägte Produktions- und Skalierungsstrukturen, um diese Stärken in marktfähige Lösungen zu überführen. Eine gezielte Transferförderung ist daher strategisch bedeutsam, um diese bestehende Kompetenzbasis schneller in industrielle Fertigung, wirtschaftliche Wertschöpfung und internationale Wettbewerbsfähigkeit zu übersetzen.

Redox-Flow-Batterien (RFB)



Redox-Flow-Batterien speichern Energie in flüssigen Elektrolyten in verschiedenen Oxidationsstufen. Die Technologie ermöglicht unabhängige Skalierung von Leistung und Kapazität, extrem lange Lebensdauer (15.000-20.000 Zyklen, 10-20 Jahre), keine Kapazitätsdegradation und hohe Sicherheit durch nicht brennbare wässrige Elektrolyte. Der Wirkungsgrad liegt bei 70-80 %.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ R 41

Keine Kapazität Moderate Kapazi... Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ R 42

Nicht vorhanden Mittelmäßig Pionierartig

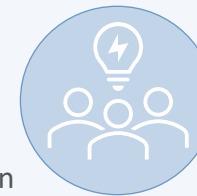
Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ R 42

Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ R 43

Nie In den nächsten ... Sofort

VoltStorage, ein Münchener Hersteller von Redox-Flow-Batterien, hat in einer Serie-B-Finanzierungsrunde über sechs Millionen Euro erhalten. Ziel ist der Ausbau der Serienproduktion und die Weiterentwicklung. VoltStorage hat einen patentierten Produktionsprozess entwickelt, der eine automatisierte Fertigung für Haushaltsgrößen ermöglicht. Damit ist das Unternehmen derzeit der einzige Anbieter, der Redox-Flow-Speicher zu wettbewerbsfähigen Endkundenpreisen anbietet.



Sumitomo Electric hat in Hokkaido, Japan, ein Vanadium-Redox-Flow-Batteriesystem (VRFB) für Netzfrequenzregulierung und Windenergie-Integration installiert. In Kalifornien, USA, werden VRFBs für mehrstündige Energiespeicherung und Mikronetze eingesetzt.



Redox-Flow-Batterien besitzen hohes strategisches Transferpotenzial, weil sie eine Schlüsseltechnologie für die Integration erneuerbarer Energien darstellen und insbesondere für den wachsenden Bedarf an Langzeitspeichern geeignet sind. Gleichzeitig sind bereits relevante F&E-Kompetenzen und erste Wertschöpfungsansätze in Bayern vorhanden. Das Transferpotenzial bleibt jedoch bislang unterausgeschöpft. Durch die stärkere Überführung vorhandener F&E-Kompetenzen in industrielle Produktion könnte Bayern nicht nur eine wachsende Schlüsselrolle im zukünftigen Energiesystem besetzen, sondern auch bestehende Wertschöpfungslücken schließen und sich unabhängiger von internationalen Wettbewerbern positionieren.

Chemisches Recycling von Kunststoffen (Pyrolyse/Direktverölung)



Chemisches Recycling zerlegt Kunststoffabfälle thermochemisch in molekulare Grundbausteine (Monomere, Oligomere, Pyrolyseöl), die wie Primärrohstoffe zur Herstellung neuer Kunststoffe verwendet werden. Pyrolyseverfahren (300-500°C) und Direktverölung (carboliq-Verfahren: <400°C mit Katalysator) erreichen Flüssigausbeuten von 70-80 %. Die Technologie ergänzt mechanisches Recycling bei gemischten, verschmutzten oder mehrschichtigen Kunststoffabfällen.

Produktionskapazitäten[IntTechSco] ⓘ R 30

Keine Kapazität Moderate Kapazität Sehr hohe Kapazität

Kompetenzen in Bayern[IntTechSco] ⓘ R 29

Nicht vorhanden Ausgereift

Technologiebedarf[IntTechSco] ⓘ R 31

Kein Bedarf Teilweiser Bedarf Sehr großer Bedarf

Handlungsbedarf[IntTechSco] ⓘ R 31

Nie In den nächsten ... Sofort

In Bayern arbeiten Chemieunternehmen wie Wacker Chemie (Burghausen) an chemischen Recyclingverfahren. Das Chlorwasserstoff-Recycling bei Wacker erreicht eine Wiederverwertungsrate von 17,5 Zyklen pro Molekül, spart massiv Energie und vermeidet Emissionen. Das Ressourceneffizienz-Zentrum Bayern (REZ) wurde 2022 zum "CleanTech Hub für Kreislaufwirtschaft" ausgebaut, um chemisches Recycling in bayerischen Unternehmen zu fördern.



Das carboliq-Verfahren (Deutschland) wandelt gemischte Kunststoffabfälle bei <400°C elektrisch (Friktionsturbinen) in Pyrolyseöl um – mit hoher Ausbeute und klimaneutralem Betrieb.



Das chemische Recycling ist strategisch bedeutsam, da es als komplementäre Schlüsseltechnologie zum mechanischen Recycling bislang schwer verwertbare, gemischte Kunststoffabfälle in hochwertige Rohstoffe zurückführen kann und damit zentral für den Aufbau einer zirkulären Kunststoffwirtschaft ist. In Bayern sind dafür relevante F&E-Kompetenzen vorhanden, jedoch fehlt häufig die konsequente Überführung in großskalige Anwendungen. Eine gezielte Transferförderung kann diese Lücke schließen, indem vorhandenes Know-how stärker in industrielle Anlagen, Wertschöpfungsketten und neue Geschäftsmodelle überführt wird und so sowohl ökologische Ziele als auch die industrielle Wettbewerbsfähigkeit Bayerns stärkt.