



Europäische Forschung mit Wirkung

Success Stories großvolumiger Projekte aus Horizont Europa im Bereich industrieller Technologien

Inhaltsverzeichnis

Success Stories großvolumiger EU-Projekte	3
Prozesswärme elektrisch und effizient neu denken (EEETHOS)	5
Flexible Fabriken für die Energiewende (FLEX4FACT)	8
Chemikalien sicher und nachhaltig gestalten (PLANETS)	11
Permanentmagnete für Europas industrielle Transformation (PERMANET)	14
E-Methanol aus Restgasen der Metallurgie (EMPHATICaL)	17
Aus Industriegebieten werden Hubs for Circularity (IS2H4C)	20
Zaragoza als Hub for Circularity (REDOL)	23
Attika als Reallabor für zirkuläre Regionen (THESEUS)	26
Hinweise zur Antragstellung	29

Success Stories großvolumiger EU-Projekte

Horizont Europa

Horizont Europa ist das zentrale Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Union. Es fördert wissenschaftliche Exzellenz, technologische Entwicklung und innovative Lösungen für zentrale Zukunftsaufgaben, von Klimawandel und Digitalisierung über Gesundheit bis hin zu industrieller Transformation und strategischer Souveränität. Ziel ist es, Europas Wettbewerbsfähigkeit zu stärken, nachhaltiges Wachstum zu fördern und den Wissens- und Technologietransfer zwischen Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft zu beschleunigen.

Das Programm befindet sich in der letzten Phase seiner Laufzeit. Zugleich richtet sich der Blick bereits auf das nächste EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation. Dafür hat die Europäische Kommission einen deutlich höheren Finanzrahmen vorgeschlagen. Damit soll sichergestellt werden, dass Forschung und Innovation auch künftig eine zentrale Rolle für Wettbewerbsfähigkeit, technologische Souveränität und die Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen spielen.

Industrielle Technologien

Im aktuellen EU-Rahmenprogramm bündelt Cluster 4 „Digital, Industry and Space“ die Förderthemen Digitalisierung, Industrie und Raumfahrt. Als Teil des zweiten Pfeilers „Globale Herausforderungen und industrielle Wettbewerbsfähigkeit Europas“ stärkt er Europas Führungsrolle in strategischen Zukunftstechnologien. Für die industriellen Technologien stehen dabei unter anderem Schlüsseltechnologien, neue Werkstoffe, fortschrittliche Fertigung, Prozesstechnologien, Nachhaltigkeit, Dekarbonisierung sowie resiliente Rohstoff- und Lieferketten im Fokus.

Große Hebel durch großvolumige Projekte

Diese Broschüre konzentriert sich auf großvolumige EU-Projekte, die in Horizont Europa

2021–2027 im Bereich der industriellen Technologien gefördert werden bzw. wurden. Sie zeigen beispielhaft, wie das Programm technologische Entwicklung, industrielle Demonstration und europäische Zusammenarbeit zusammenführt. Die vorgestellten Projekte adressieren zentrale Transformationsaufgaben: klimaneutrale Prozesswärme, flexible Fabriken, Kreislaufwirtschaft, nachhaltige Chemikalien, kritische Rohstoffe, CO₂-Nutzung und industrielle Symbiose.

Die meisten EU-Projekte im Bereich Digitalisierung und Industrie in Cluster 4 erhalten eine EU-Förderung zwischen 3 und 10 Millionen Euro. Betrachtet man nur die Forschungs- und Entwicklungsvorhaben im Rahmen der Innovation Actions (IA) und Research and Innovation Actions (RIA), umfasst diese Gruppe rund 88 Prozent der Projekte. Deutlich kleiner ist die Gruppe der großvolumigen Vorhaben: Etwa 11 Prozent bewegen sich zwischen 10 und 20 Millionen Euro, weitere rund 1,5 Prozent umfassen sogar bei mehr als 20 Millionen Euro.

Diese Broschüre richtet den Blick auf Projekte mit einem Gesamtbudget von mehr als 10 Millionen Euro. Sie stehen für Vorhaben, die aufgrund ihrer technischen Komplexität, ihres Demonstrationsumfangs, der Zahl der beteiligten Partner oder der Einbindung realer Industrieanlagen einen besonders großen Maßstab benötigen. High Volume Projects schaffen den Rahmen, um Technologien nicht nur zu entwickeln, sondern unter realen Bedingungen zu erproben, in bestehende Prozesse zu integrieren und für die spätere Nutzung vorzubereiten.

Gleichzeitig bringen großvolumige Projekte besondere Anforderungen mit sich. Je größer ein Konsortium und je komplexer die Demonstrationsumgebung, desto wichtiger werden klare Rollen, belastbare Governance-Strukturen und ein gutes Schnittstellenmanagement. Technische Entwicklung, industri-

elle Integration, Datenmanagement, Verwertung und Kommunikation müssen über viele Partner, Länder und Zeithorizonte hinweg koordiniert werden.

Die vorgestellten Projekte zeigen, welchen Mehrwert diese Größenordnung haben kann: Sie bündeln europäische Expertise entlang ganzer Wertschöpfungsketten, teilen technologische Risiken, schaffen kritische Masse und beschleunigen den Weg von der Forschung in die industrielle Anwendung. So werden große Budgets nicht zum Selbstzweck, sondern zu einem Hebel für nachhaltige, digitale und wettbewerbsfähige Industrie in Europa.

Ausblick: 2027er Ausschreibungen und Clean Industrial Deal

Auch im Endspurt von Horizont Europa bleiben großvolumige Industrieprojekte wichtig. Neben den Ausschreibungen in Cluster 4 beteiligt sich der Bereich „Digital, Industry and Space“ am horizontalen Call „R&I in Support of the Clean Industrial Deal“. Ziel ist es, Forschung und Innovation stärker auf industrielle Dekarbonisierung, Wettbewerbsfähigkeit und Marktnähe auszurichten. Cluster 4 verweist im Arbeitsprogramm 2026–2027 ausdrücklich auf diese horizontale Clean-Industrial-Deal-Initiative, die R&I-Lösungen näher an Marktaufnahme und Deployment bringen soll.

Für 2027 sind zwei großvolumige Innovation Actions vorgesehen: ein Topic zur Dekarbonisierung energieintensiver Industrien mit einem Budget von 125 Mio. Euro und ein Topic zu Clean Technologies for Climate Action mit 140 Mio. Euro. Die erwartete EU-Förderung liegt jeweils bei 15 bis 25 Mio. Euro pro Projekt. Damit knüpfen die CID-Topics unmittelbar an den Fokus dieser Broschüre an: Sie adressieren genau jene Vorhaben, die industrielle Demonstration, Marktreife, Investitionsfähigkeit und europäische Skalierung zusammenführen.)

Success Stories

Auf den folgenden Seiten geben ausgewählte Success Stories Einblicke in großvolumige EU-Projekte aus Horizont Europa. Die vorgestellten Vorhaben fokussieren industrielle Technologien und zeigen die Breite aktueller Transformationsaufgaben — von klimaneutraler Prozesswärme und flexiblen Fabriken über Kreislaufwirtschaft und nachhaltige Chemikalien bis hin zu kritischen Rohstoffen, CO₂-Nutzung und industrieller Symbiose.

Projektkronym	Projektlaufzeit
EEETHOS	11/2024 – 10/2028
FLEX4FACT	06/2022 – 11/2025
PLANETS	11/2024 – 10/2028
PERMANET	10/2024 – 01/2028
EMPHATICAL	11/2024 – 04/2029
IS2H4C	01/2024 – 01/2028
REDOL	12/2022 – 11/2026
THESEUS	12/2024 – 11/2029



**Funded by
the European Union**

Die in dieser Broschüre vorgestellten Horizont-Europa-Projekte erhalten bzw. erhielten Förderung durch die Europäische Union. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. der Autoren und spiegeln nicht unbedingt die der Europäischen Union oder der Bewilligungsbehörde wider. Weder die Europäische Union noch die Bewilligungsbehörde können dafür verantwortlich gemacht werden.

Prozesswärme elektrisch und effizient neu denken (EEETHOS)

Das Projekt EEETHOS entwickelt und demonstriert Schlüsseltechnologien, um industrielle Prozesswärme zu elektrifizieren, Abwärme besser zu nutzen und energieintensive Branchen auf dem Weg zur Klimaneutralität wettbewerbsfähig zu halten.

Industrielle Prozesswärme zählt zu den großen Hebeln der europäischen Dekarbonisierung: Auf sie entfallen 16 Prozent des gesamten Endenergiebedarfs und 13 Prozent der Treibhausgasemissionen in der EU. Während für Temperaturen unter 150 °C bereits effiziente Lösungen wie industrielle Wärmepumpen verfügbar sind, fehlen für höhere Temperaturbereiche vielfach praxistaugliche, skalierbare Alternativen zu fossilen Brennstoffen.

Hier setzt EEETHOS an. Das Projekt entwickelt Technologien für eine energieeffiziente, flexible und kohlenstofffreie Versorgung mit Prozesswärme. Im Mittelpunkt stehen Hochtemperatur-Wärmepumpen, die Dampf bei bis zu 200 °C bereitstellen, eine umgekehrte Brayton-Wärmepumpe mit Vorlauftemperaturen bis 300 °C sowie Lösungen zur wärmepumpengestützten Trocknung, zur Heißdampftrocknung und zur Rückgewinnung von Strahlungsabwärme.



Fünf Demonstratoren in energieintensiven Branchen

EEETHOS macht den Anspruch großvolumiger EU-Projekte besonders greifbar, weil die entwickelten Technologien nicht abstrakt bleiben, sondern in konkreten industriellen Prozessen erprobt werden. Die Schlüsseltechnologien werden bis zum Technologiereifegrad (TRL) 7 in fünf industriellen Anlagen demonstriert. Sie adressieren zentrale Sektoren der europäischen Prozessindustrie: Asphalt, Keramik, Zellstoff und Papier, Ziegel sowie Stahl.

Dabei bilden die fünf Demonstratoren sehr unterschiedliche industrielle Ausgangslagen ab, vom Trocknen und Erhitzen in Asphalt-, Ziegel- und Keramikprozessen über Dampferzeugung in der Zellstoff- und Papierindustrie bis zur Rückgewinnung von Strahlungsabwärme im Stahlguss.

Die Anlagen sind hochgradig in reale Produktionsprozesse integriert und sollen zeigen, wie Elektrifizierung, Abwärmenutzung und digitale Optimierung im industriellen Maßstab zusammenwirken. Ziel ist es, sie nicht nur punktuell effizienter zu machen, sondern die Wärmeflüsse im gesamten Werk neu zu denken. Die Technologien sind für eine werkswerte Implementierung skalierbar und können auf lokalen erneuerbaren Energiequellen basieren. Je nach Anwendung werden Energieeinsparungen von 43 bis 86 Prozent erwartet.



Hochtemperatur-Wärmepumpentechnologie im industriellen Umfeld. Quelle/Copyright: DLR

Digitale Zwillinge als verbindendes Element

EEETHOS verbindet die Hardware-Entwicklung mit digitalen Lösungen für Modellierung, Überwachung und Prozesssteuerung. Digitale

Zwillinge, KI-gestützte Modellierung, Fehlererkennung und Optimierungswerkzeuge sollen die Anlagen so auslegen und betreiben, dass Wärme flüsse möglichst effizient genutzt werden.

Die digitalen Dienste sind bewusst systemagnostisch angelegt. Dadurch können sie über die Demonstrationsfälle hinaus in weiteren Branchen der europäischen Prozessindustrie eingesetzt werden. Ergänzend entwickelt das Konsortium Methoden für Standardisierung, Ökobilanzierung, techno-ökonomische Bewertung, Dekarbonisierungsstrategien und neue Geschäftsmodelle.

Europäische Zusammenarbeit für die industrielle Umsetzung

Die besondere Stärke von EEETHOS liegt darin, unterschiedliche technologische Ansätze, Industriebranchen und Demonstrationsumgebungen in einem europäischen Verbund zusammenzuführen. Prozesswärme macht mehr als 60 Prozent des Energieverbrauchs in der europäischen Prozessindustrie aus. Die Branche steht unter hohem politischem und wirtschaftlichem Druck, energieeffizienter und klimafreundlicher zu produzieren ohne ihre Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren.

EEETHOS bündelt dazu 19 Partner aus neun EU-Ländern. Die Projektstruktur folgt drei Schwerpunkten:

- **Technologieentwicklung:** Entwicklung von Schlüsseltechnologien und übergreifenden Methoden
- **Industrielle Demonstration:** Entwurf, Bau und Erprobung der Technologien in realen Produktionsumgebungen
- **Valorisierung:** Bewertung, Verwertung und Vorbereitung der Ergebnisse für Skalierung und Transfer

Durch die Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungsketten entsteht die notwendige kritische Masse, um Lösungen nicht nur im Labor, sondern unter realen Produktionsbedingungen zu validieren.

Wirkung über das Projekt hinaus

Die Ergebnisse sollen nach Projektende auf mehreren Wegen genutzt werden. Geplant sind kommerzielle Verwertungsmodelle für Endnutzer, die Weiterverwendung von Forschungsergebnissen in Anschlussprojekten, neue Dienstleistungen und Produkte auf Basis des gewonnenen technologischen Wissens sowie Open-Source-Angebote, die eine breite Nutzung der Projektergebnisse ermöglichen.

Damit adressiert EEETHOS zentrale Ziele von Horizont Europa: industrielle Resilienz, geringere Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen, Digitalisierung industrieller Prozesse und die Stärkung einer dekarbonisierten, effizienten und wettbewerbsfähigen europäischen Industrie.



Einblick in eine industrielle Versuchsanlage.
Quelle/Copyright: Greenovate!

High Volume Projects: Maßstab als Qualitätsmerkmal

EEETHOS verbindet ein sehr großes Budget, eine breite europäische Partnerstruktur und die Demonstration mehrerer Technologien unter industriellen Bedingungen. Gerade diese Größenordnung ermöglicht es, technologische Entwicklung, Anlagenintegration, Bewertung, Standardisierung und Verwertungsplanung parallel zu bearbeiten.

EEETHOS zeigt, wie klimaneutrale Prozesswärme in der Industrie praktisch umsetzbar werden kann — durch Elektrifizierung, Abwärmenutzung und digitale Optimierung in realen Anlagen.

EEETHOS

Projektlaufzeit	
48 Monate (11/2024 – 10/2028)	
EU-Förderbeitrag	14 995 451 Euro
Projekt Nr.	101178624
Webseite/Cordis	
https://eeethos-project.eu/ https://cordis.europa.eu/project/id/101178624	
Ansprechperson	
Benjamin Zühlsdorf, Technologisk Institut	
Enrico Jende, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.	
Konsortium	
• Technologisk Institut (Dänemark, Koordination) • Ethniko Kentro Erevnas Kai Technologikis Anaptyxis / CERTH (Griechenland) • Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. / DLR (Deutschland) • Fundación Tekniker (Spanien)	

-
- Peab Asphalt AS (Dänemark)
 - Keramourgia Voreiou Ellados Anonymi Etairia / KEBE (Griechenland)
 - Felix Schoeller GmbH & Co. KG (Deutschland)
 - Aperam Stainless Belgium (Belgien)
 - Oilon Technology Oy (Finnland)
 - Svenska Rotor Maskiner International AB (Schweden)
 - G. Ligeros & Sia OE (Griechenland)
 - Heaten Germany GmbH (Deutschland)
 - CEE-Engineering (Belgien)
 - Universität Stuttgart (Deutschland)
 - Università degli Studi di Genova (Italien)
 - PricewaterhouseCoopers Business Solutions AE (Griechenland)
 - Greenovate! Europe (Belgien)
 - RISE Research Institutes of Sweden AB (Schweden)
 - Pirobloc S.A. (Spanien)
-

Flexible Fabriken für die Energiewende (FLEX4FACT)

FLEX4FACT entwickelt digitale Werkzeuge und eine industrielle Flexibilitätsplattform, die Produktionsprozesse, erneuerbare Energien, Speicher und Energiemärkte zusammenführt. So sollen Fabriken flexibler, klimafreundlicher und wettbewerbsfähiger werden.

Mit dem wachsenden Anteil erneuerbarer Energien steigt der Bedarf an Flexibilität: Stromerzeugung und Verbrauch müssen besser aufeinander abgestimmt werden. Gerade der Industriesektor ist hier ein wichtiger Hebel. Er zählt zu den größten Energieverbrauchern Europas und verfügt zugleich über bislang wenig genutzte Potenziale Energieflüsse zeitlich zu verschieben, eigene Erzeugung einzubinden oder überschüssige Energie sinnvoll zu verwerten. FLEX4FACT setzt an dieser Schnittstelle an. Das Projekt entwickelt eine End-to-End-Lösung, die Produktionsprozesse, lokale Energieversorgung, Speichertechnologien und externe Energiemärkte gemeinsam betrachtet, von der einzelnen Maschine bis zur Teilnahme an Flexibilitäts- und Demand-Response-Märkten.

Digitale Werkzeuge für flexible Fabriken

Im Mittelpunkt stehen digitale Zwillinge industrieller Prozesse, Echtzeitdaten, intelligente Steuerungssysteme und cloudbasierte Dienste. Sie sollen Produktionsplanung und Energiemanagement zusammenführen: Flexible Lasten können verschoben, erneuerbare Energien und Speicher besser eingebunden und überschüssige Energieströme für den Eigenverbrauch oder externe Nutzer verfügbar gemacht werden. Die Plattform ist modular angelegt und auf unterschiedliche Unternehmensgrößen, Produktionsarten und regionale Energiesysteme übertragbar. Über die Cloud-Plattform können Industriestandorte ihre Flexibilität zudem extern anbieten und sich mit Energienetzen oder Energiegemeinschaften koppeln. Damit wird Energie nicht nur eingespart, ihre zeitliche Verfügbarkeit wird zu einem wirtschaftlichen Wert.

Fünf Piloten in realen industriellen Umgebungen

Die entwickelten Werkzeuge werden in fünf industriellen Umgebungen demonstriert und validiert. Sie bilden unterschiedliche Fertigungsarten, Unternehmensgrößen und Standorte ab. Zu den beteiligten Industriepartnern zählen unter anderem Barna Steel in Spanien, Standard Profil Spain, Inaventa Solar in Norwegen, SEACSUB in Italien und Theben in Deutschland. Damit wird die Plattform nicht an einem einzelnen Prototyp erprobt, sondern in unterschiedlichen industriellen Kontexten getestet, von energieintensiven Prozessen über industrielle Fertigung bis hin zur Einbindung lokaler Energieerzeugung.



Flexibilität über Standortgrenzen hinweg

Das Vorhaben verbindet ein breites europäisches Konsortium und verfügt über ein dementsprechend großes Budget. Diese Größenordnung ermöglicht es, Produktionsprozesse, Energiesysteme, digitale Zwillinge, Speicher, Marktschnittstellen und Geschäftsmodelle gemeinsam zu entwickeln. Energieflexibilität wird so als Systemfrage behandelt: Nicht nur einzelne Anlagen werden optimiert, sondern ganze Industriestandorte mit erneuerbaren Energien, Speichern, Netzen und Flexibilitätsmärkten verknüpft.

Der Mehrwert der europäischen Zusammenarbeit liegt in der Verbindung von Industrie, Forschung, Softwareentwicklung, Energieexpertise und Marktlogik. Das Konsortium bündelt Partner aus Norwegen, Spanien, Deutsch-

land, Italien und Irland und kann Lösungen unter verschiedenen Markt- und Standortbedingungen erproben.

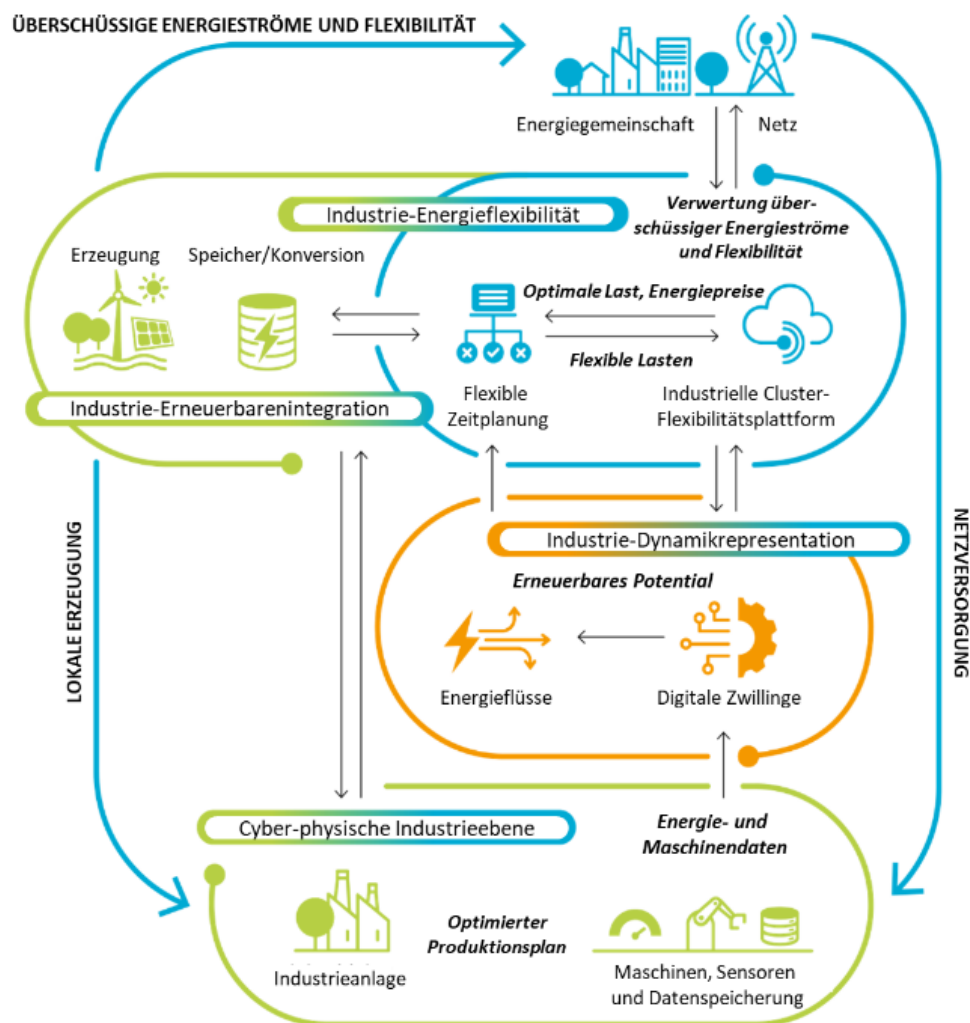
Die Hochschule Albstadt-Sigmaringen ist als einer der deutschen Projektpartner eingebunden. Die Erfahrungen zeigen, dass ein großes, interdisziplinäres EU-Projekt nicht nur technologisch anspruchsvoll ist, sondern auch den wissenschaftlichen Austausch und die Weiterentwicklung des Stands der Technik über Ländergrenzen hinweg stärkt.

Wirkung über das Projekt hinaus

Über die Projektlaufzeit hinaus soll ein Memorandum of Understanding Zusammenarbeit, Wissensaustausch und Verwertung der Ergebnisse absichern:

Geplant ist, Methoden, Instrumente und Tools für weitere Industriepartner verfügbar zu machen, damit mehr Unternehmen Zugang zu Flexibilitätslösungen und europäischen Strommärkten erhalten. Damit stärkt das Projekt nicht nur einzelne Pilotstandorte, sondern ein europäisches Innovationsumfeld für energieflexible, digital vernetzte und klimafreundlichere Fabriken.

FLEX4FACT adressiert zugleich Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Wettbewerbsfähigkeit: Unternehmen können CO₂-Emissionen und Energiekosten senken, erneuerbare Energien besser nutzen und neue Erlösquellen aus Demand-Response-Dienstleistungen erschließen.



Schema der FLEX4FACT-Plattform: Industrie-Energieflexibilität, digitale Zwillinge, erneuerbare Energien und Netzversorgung werden miteinander verknüpft.
Quelle/Copyright: flex4fact.eu/about

FLEX4FACT

Projektlaufzeit

42 Monate (06/2022 – 11/2025)

EU-Förderbeitrag 17.997.020 Euro

Projekt Nr. 101058657

Webseite/Cordis

<https://flex4fact.eu/>

<https://cordis.europa.eu/project/id/101058657/results>

<https://www.hs-albsig.de/forschungsdetail-seite/flex4fact/>

Ansprechperson

Chiara Caccamo, SINTEF Energi AS

Ragnhild Eleftheriadis, SINTEF AS

Konsortium

- SINTEF AS (Norwegen, Koordination)
 - SINTEF Energi AS (Norwegen)
 - Universitat Politècnica de Catalunya / UPC (Spanien)
 - Instituto Tecnológico de Aragón / ITA (Spanien)
 - Steinbeis Innovation gGmbH (Deutschland)
-

-
- Evolvere S.p.A. Società Benefit (Italien)
– administrativ ersetzt durch Eni Plenitude
 - Aingura IIoT SL (Spanien)
 - We Plus S.p.A. (Italien)
 - Centro di Competenza START 4.0 (Italien)
 - Standard Profil Spain S.A. (Spanien)
 - Inaventa Solar AS (Norwegen)
 - SEACSUB S.p.A. (Italien)
 - Barna Steel S.A. (Spanien)
 - University College Cork / UCC (Irland)
 - Capgemini Engineering Deutschland SAS & Co. KG (Deutschland)
 - Hochschule Albstadt-Sigmaringen (Deutschland)
 - Institutt for Energiteknikk / IFE (Norwegen)
 - Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen / RWTH Aachen (Deutschland)
 - STAM S.r.l. (Italien)
 - Sener Ingeniería y Sistemas S.A. (Spanien)
 - Theben AG (Deutschland)
 - Eni Plenitude S.p.A. Società Benefit (Italien)
-

Chemikalien sicher und nachhaltig gestalten (PLANETS)

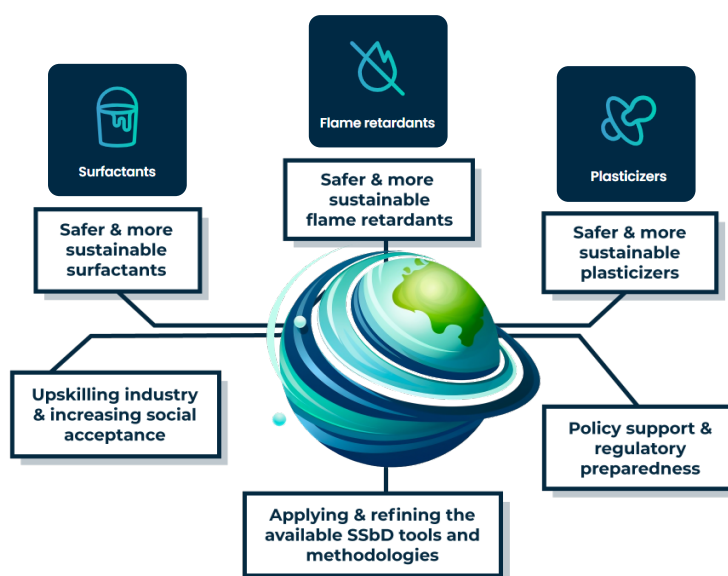
PLANETS entwickelt Alternativen für Weichmacher, Flammschutzmittel und Tenside und demonstriert den „Safe and Sustainable by Design“-Ansatz bis in industrielle Anwendungen.

Chemikalien sind Grundlage vieler Produkte des täglichen Lebens - von Beschichtungen über Dämmstoffe bis zu Materialien für sensible Anwendungen. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Sicherheit, Nachhaltigkeit und regulatorische Vorbereitung. PLANETS setzt genau hier an: Das Projekt entwickelt sicherere und nachhaltigere Alternativen zu drei wichtigen Chemikalienklassen: Tensiden, Flammschutzmitteln und Weichmachern. Im Mittelpunkt steht der europäische Ansatz „Safe and Sustainable by Design“ (SSbD). Neue Moleküle und Formulierungen sollen nicht erst am Ende ihrer Entwicklung bewertet werden. Sicherheit, Nachhaltigkeit, technische Leistungsfähigkeit und wirtschaftliche Umsetzbarkeit werden von Beginn an gemeinsam betrachtet. Damit übersetzt PLANETS die Ziele des Europäischen Green Deal und der Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit in konkrete industrielle Entwicklungsprozesse.

Drei Fallstudien, ein Bewertungsrahmen

Die technischen Arbeiten sind entlang von drei Fallstudien organisiert. Für Tenside sollen

neue Moleküle entwickelt werden, die frei von dem Nebenprodukt 1,4-Dioxan produziert werden und in Beschichtungsanwendungen demonstriert werden. Für Weichmacher stehen Materialien im Fokus, die von vornherein frei von krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Stoffen der Kategorien 1A und 1B (CMR 1A/1B) sind und sich für Anwendungen im Kontakt mit Lebensmitteln für Kinder eignen. Bei Flammschutzmitteln geht es um Alternativen zu problematischen halogenierten Stoffen, insbesondere zu TCPP und niedermolekularen bromierten Flammschutzmitteln. Hintergrund sind Gesundheits- und Umweltbedenken wegen möglichen persistenten, bioakkumulierbaren und toxischen Eigenschaften. Alle drei Fallstudien werden durch gemeinsame Bewertungs- und Entscheidungshilfen begleitet. PLANETS verknüpft Gefährdungs- und Expositionsbewertungen mit Lebenszyklusanalysen, Lebenszykluskosten und sozialer Nachhaltigkeit. Die entstehenden Daten werden nach den FAIR-Prinzipien (auffindbar, zugänglich, interoper-



Sechs Projektziele verbinden alternative Moleküle, SSbD-Werkzeuge, regulatorische Vorbereitung und Qualifizierung. Quelle/Copyright: © PLANETS

bel und wiederverwendbar) verwaltet und liefern Rückmeldungen für die Weiterentwicklung des SSbD-Rahmens.

Schwerpunkt Flammenschutzmittel

Das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie (ICT) übernimmt im Projekt eine zentrale Rolle: Es leitet das Arbeitspaket zu SSbD-Alternativen für Flammenschutzmittelanwendungen. Dort werden Flammenschutzmittelklassen und Formulierungen optimiert, getestet, hochskaliert und in industriell relevanten Schaumanwendungen erprobt - unter anderem in extrudiertem Polyethylenschaum (XPE), Polystyrol-Partikelschaum (EPS) und Polyurethan-Hartschaum (PU).

Thermische Isolationsschäume sind für Europa aus zwei Gründen relevant: Sie tragen dazu bei, den Energiebedarf von Gebäuden zu senken. Zugleich sind sie aufgrund ihrer geringen Dichte schwer über weite Strecken wirtschaftlich zu transportieren, sodass regionale Produktionsstandorte in Europa eine wichtige Rolle spielen. Gleichzeitig bestehen Gesundheits- und Umweltbedenken gegenüber bestimmten halogenierten Flammenschutzmitteln. PLANETS greift damit einen Anwendungsfall auf, der technische Leistungsfähigkeit, Sicherheit, Nachhaltigkeit und Marktrelevanz verbindet. Für die neuen Lösungen werden geringere Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (VOC) und eine verbesserte Recyclingfähigkeit erwartet. Entscheidend ist dabei nicht nur der Ersatz einzelner Stoffe, sondern die Frage, wie Alternativen entlang der gesamten Wertschöpfungskette bewertet und in Produktionsprozesse überführt werden können.

Maßstab als Qualitätsmerkmal

PLANETS verbindet ein großes Budget, 18 Partner aus sieben Ländern und drei industrielle Fallstudien. Der breite SSbD-Ansatz erfordert Expertise von Moleküldesign, Prozessentwicklung und Materialprüfung bis zu Toxikologie, Expositionsbewertung, Ökobilanzierung, Kosten, sozialen Wirkungen und regulatorischen Fragen.

Der europäische Mehrwert liegt in dieser Breite der Wertschöpfungsketten. Forschungseinrichtungen, Industrieunternehmen, kleine und mittlere Unternehmen (KMU) sowie weitere Akteure bringen komplementäre Perspektiven ein.

Wirkung über das Projekt hinaus

PLANETS soll nicht nur neue Moleküle und Materialien hervorbringen, sondern auch die Anwendung des SSbD-Rahmens erleichtern. Das Projekt erprobt den Leitfaden der Gemeinsamen Forschungsstelle der Europäischen Kommission (Joint Research Centre, JRC), identifiziert Herausforderungen für Forschungseinrichtungen sowie große und kleine Unternehmen und stellt Trainingsmaterialien bereit. Damit entstehen Entscheidungshilfen für künftige Substitutionen und Beiträge zur regulatorischen Vorbereitung der Industrie. Über Workshops, Schulungen und die Einbindung relevanter Interessengruppen stärkt PLANETS die Qualifizierung, gesellschaftliche Akzeptanz und europäische Souveränität in der nachhaltigen Chemie.

PLANETS setzt auf „Safe and Sustainable by Design“ (SSbD): Technische Leistungsfähigkeit, Sicherheit, Nachhaltigkeit und wirtschaftliche Umsetzbarkeit werden von Beginn an gemeinsam betrachtet.



Projektkonsortium PLANETS. Quelle/Copyright: © CEA

PLANETS

Projektlaufzeit

48 Monate (11/2024 – 10/2028)

EU-Förderbeitrag 14.458.040 Euro

Projekt Nr. 101177608

Webseite/Cordis

<https://www.project-planets.eu/>

<https://cordis.europa.eu/project/id/101177608>

Ansprechperson

Dr. Carl-Christoph Höhne, Fraunhofer ICT

Konsortium

- Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives / CEA (Frankreich, Koordination)
 - Netherlands Organisation for Applied Scientific Research / TNO (Niederlande)
 - Industrial Technical Center of Plastics and Composites / IPC (Frankreich)
-

-
- Syensqo (Frankreich)
 - Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT (Deutschland)
 - Paris Lodron University Salzburg (Österreich)
 - Wacker Chemie AG (Deutschland)
 - Elkem Silicones (Frankreich)
 - Greenchemicals S.r.l. (Italien)
 - BASF SE (Deutschland)
 - Steinbacher Dämmstoff GmbH (Österreich)
 - Chemische Fabrik Budenheim KG (Deutschland)
 - STERNE, EXSTO Group (Frankreich)
 - QSAR Lab Ltd. (Polen)
 - Radboud University Nijmegen (Niederlande)
 - Rina Consulting S.p.A. (Italien)
 - AIMEN Technology Centre (Spanien)
 - BioNanoNet Forschungsgesellschaft mbH (Österreich)
-

Permanentmagnete für Europas industrielle Transformation (PERMANET)

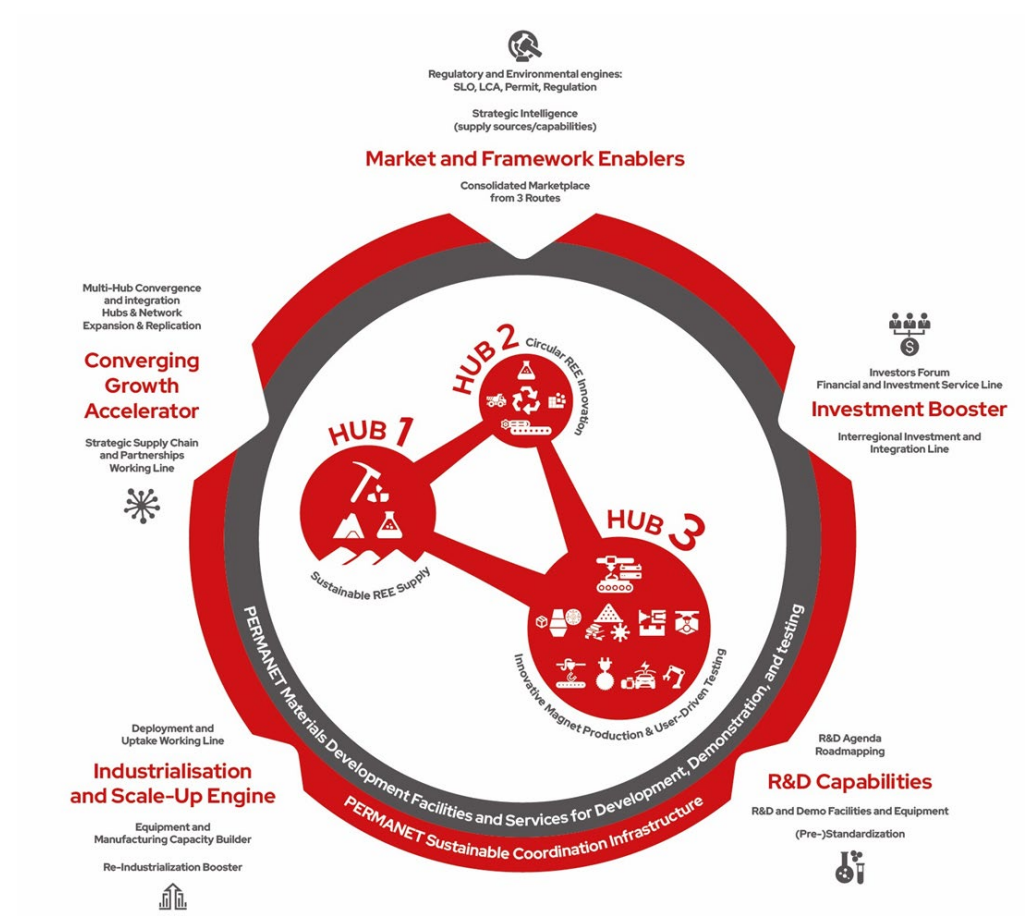
PERMANET baut ein europäisches Innovations- und Versorgungsnetzwerk für Seltene Erden und Permanentmagnete auf - von nachhaltiger Rohstoffversorgung und Kreislaufwirtschaft bis zu Magnetfertigung und Anwendungstests.

Permanentmagnete stecken in Elektromotoren, Windenergieanlagen, Elektronik, Robotik und vielen weiteren Produkten, die für die grüne und digitale Transformation zentral sind. Für leistungsstarke Magnete werden jedoch Seltene Erden benötigt. Europas Industrie ist hier stark von außereuropäischen Lieferketten abhängig, während Nachfrage, geopolitische Risiken und Anforderungen an Nachhaltigkeit zugleich steigen. Genau an dieser strategischen Engstelle setzt das Projekt an. Es soll die europäische Versorgung mit Seltenen Erden und Permanentmagneten resilienter, nachhaltiger und unabhängiger machen. Da-

für werden bislang fragmentierte Kompetenzen aus Rohstoffgewinnung, Verarbeitung, Recycling, Magnetproduktion und industrieller Anwendung in einem gemeinsamen Netzwerk zusammengeführt.

Ein Netzwerk für Europas Magnet-Wertschöpfungskette

Der Ansatz reicht von nachhaltigen Rohstoffquellen und End-of-Life-Strömen über Verarbeitung, Recycling und innovative Produktionsverfahren bis zur Validierung neuer Magnete durch industrielle Endanwender. Damit wird nicht nur eine einzelne Technologie



adressiert, sondern die gesamte Wertschöpfungskette für Permanentmagnete auf Basis Seltener Erden (engl. Rare Earth Elements, REE).

Drei Tech Hubs als Struktur

Das Projekt ist um drei nachhaltige, vernetzte Tech Hubs aufgebaut. Der „Sustainable REE Supply Hub“ fokussiert auf nachhaltige Quellen und Gewinnungsverfahren. Der „Circular REE Innovation Hub“ adressiert Kreislaufösungen aus Elektro- und Elektronikaltgeräten sowie aus weiteren End-of-Life-Strömen. Der Hub für Innovative Magnet Production & User-Driven Testing führt neue Herstellungsprozesse mit Anwendungstests in industriellen Umgebungen zusammen. So wird aus einzelnen Innovationspfaden eine europäische Demonstrations- und Serviceinfrastruktur für die gesamte Magnet-Wertschöpfungskette.

Vom Labor in den industriellen Maßstab

Zentrale Meilensteine sind die Entwicklung von 13 skalierbaren Innovationen, die höhere Technologiereifegrade erreichen sollen, sowie der Aufbau einer europaweiten R&D- und Demonstrationsinfrastruktur. Sie soll Forschung, Pilotierung, Test- und Validierungsleistungen bündeln und Unternehmen den Zugang zu spezialisierten Services erleichtern.

Die technologische Bandbreite ist groß: Sie reicht von der Erschließung nachhaltiger und auch unkonventioneller Rohstoffquellen über Recycling- und Trennverfahren bis zu innovativen Magnetproduktionsmethoden, etwa Pulverherstellung, Sintern, Bonden oder additiven Verfahren. Am Ende steht die Prüfung in realen Anwendungen, unter anderem in E-Mobilität, Energie und industrieller Ausrüstung.

Strategische Stärke durch europäische Kooperation

PERMANET verbindet ein sehr großes Budget, 32 Partner und eine Wertschöpfungskette, die vom Rohstoff bis zur Anwendung reicht. Gerade diese Größenordnung ermög-

licht es, technische Entwicklung, Demonstration, Marktmechanismen, Investitionsfragen und Standardisierung parallel zu bearbeiten.

Der europäische Mehrwert liegt darin, bislang fragmentierte Kompetenzen in einem gemeinsamen Innovations- und Versorgungsnetzwerk zusammenzuführen. Forschungseinrichtungen, Industrieunternehmen, Recyclingakteure, Rohstoffpartner, Verbände, Cluster und Endanwender bringen komplementäre Perspektiven ein. Dadurch können Lösungen nicht nur in einzelnen Ländern erprobt, sondern in eine europäische Struktur für Entwicklung, Demonstration und spätere Markteinführung eingebettet werden. Das Projekt unterstützt übergeordnete europäische Ziele wie Wettbewerbsfähigkeit, Ressourceneffizienz und technologische Souveränität. Es zählt auf den Critical Raw Materials Act, den Green Deal und die europäische Resilienz-Agenda ein, indem es Abhängigkeiten reduziert und Kreislaufwirtschaft in einer strategisch wichtigen Wertschöpfungskette stärkt.

Wirkung über das Projekt hinaus

Über die Förderung hinaus soll eine dauerhafte PERMANET-Struktur entstehen. Vorgeesehen sind Anschluss- und Skalierungsaktivitäten, ein nachhaltiges Geschäftsmodell nach Projektende sowie die Integration in verwandte europäische Initiativen und Cluster. Ziel ist eine Plattform, die dauerhaft Innovationspfade, Investitionsmodelle und Marktmechanismen für kreislauffähige REE- und Magnetlösungen vorbereitet.

PERMANET zeigt, dass Europas industrielle Transformation nicht nur neue Technologien braucht, sondern resiliente Wertschöpfungsketten. Dafür verbindet das Projekt nachhaltige Rohstoffquellen, Recycling, Magnetfertigung und industrielle Anwendung in einem europäischen Netzwerk.



PERMANET

Projektlaufzeit	
40 Monate (10/2024 – 01/2028)	
EU-Förderbeitrag	15.998.160 Euro
Projekt Nr.	101178444
Webseite/Cordis	
https://permanetproject.eu	
https://cordis.europa.eu/project/id/101178444	
Ansprechperson	
Dr. Martin Brüll, Schaeffler	
Konsortium	
• Técnicas Reunidas (Spanien, Koordination) • Politecnico di Milano (Italien) • MagREESource Technology (Frankreich) • Ford Otosan Corporation (Türkei) • Magnosphere GmbH (Deutschland) • MAG (Frankreich) • Fundació Privada Centre CIM UPC (Spanien) • Ingeniería Magnética Aplicada (Spanien) • Institute of Physics, Slovak Academy of Sciences (Slowakei) • ZEOS (Slowenien)	

-
- Lomartov SL (Spanien)
 - Primum d.o.o. (Slowenien)
 - Met Alpine GmbH (Österreich)
 - TECOS Slovenian Tool and Die Development Centre (Slowenien)
 - Leonore Development SL (Spanien)
 - Erion Compliance Organization (Italien)
 - Iberian Sustainable Mining Cluster (Spanien)
 - National Institute for R&D of Materials Physics (Rumänien)
 - N-ABLE (Frankreich)
 - Kolektor KFH (Slowenien)
 - Rhodia Opérations S.A.S. (Frankreich)
 - ETRA d.o.o. (Slowenien)
 - WEEE Forum (Belgien)
 - Université de Liège / GeMMe (Belgien)
 - Pensana PLC (Vereinigtes Königreich)
 - MNLT Innovations (Griechenland)
 - Centro Ricerche Fiat / Stellantis (Italien)
 - Filar-Optomaterials (Italien)
 - Reservas Estratégicas y Sostenibles SL (Spanien)
 - Vitesco Technologies / Schaeffler (Deutschland)
 - Áridos do Mendo (Spanien)
 - ECOTIC (Rumänien)
 - Electrão (Portugal)
-

E-Methanol aus Restgasen der Metallurgie (EMPHATICaL)

EMPHATICaL entwickelt einen industriellen Demonstrator, der Rest-CO und CO₂ aus elektrifizierten metallurgischen Prozessen mit grünem Wasserstoff zu E-Methanol umwandelt. So wird aus schwer vermeidbaren Restemissionen ein Ausgangsstoff für klimafreundlichere Wertschöpfungsketten — und aus Dekarbonisierung ein konkreter industrieller Anwendungsfall.

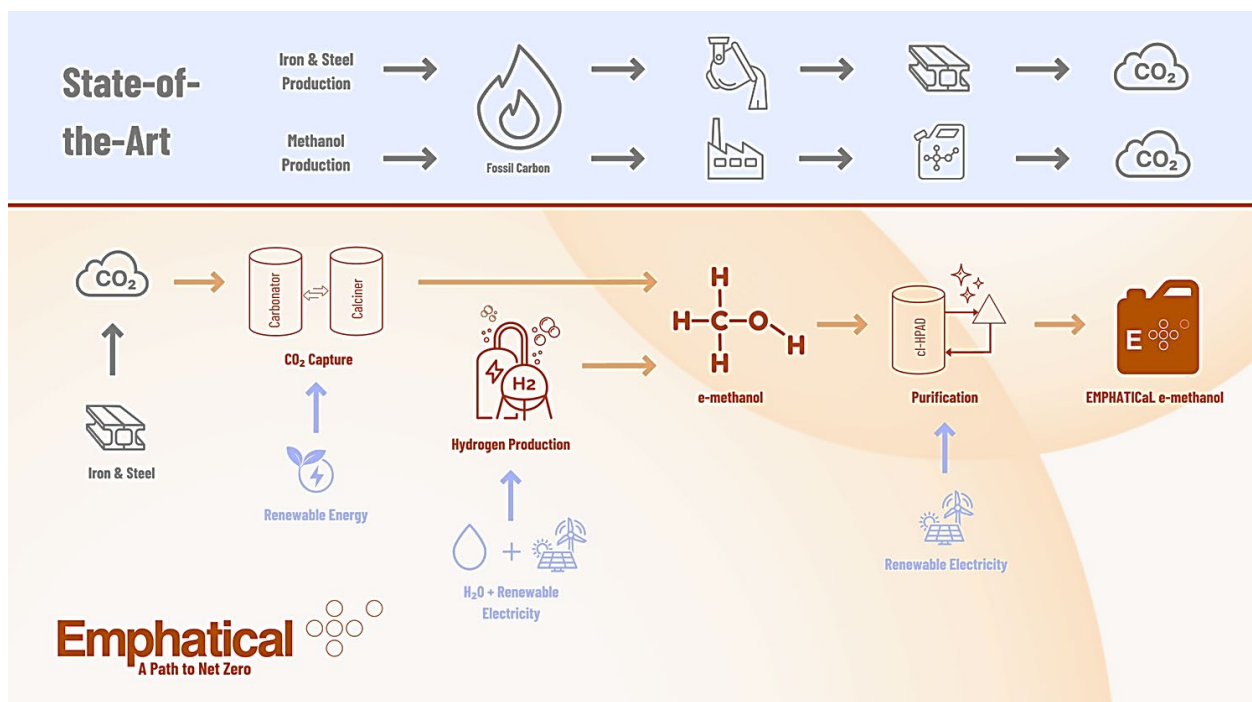
Die metallurgische Industrie steht vor der Aufgabe, Rest-CO- und CO₂-Emissionen aus stark elektrifizierten Prozessen zu nutzen und zugleich neue Wege für eine kreislaforientierte Kohlenstoffwirtschaft zu erschließen. EMPHATICaL setzt genau hier an: Restgase aus der Stahl- und Ferrochromproduktion sollen nicht länger nur als Emissionsquelle betrachtet werden, sondern als Ausgangsstoff für E-Methanol.

Das Projekt verbindet CO₂-Abscheidung, Reinigung, Wasserstoffintegration und Methanolsynthese zu einer durchgängigen Prozesskette. Grüner Wasserstoff und erneuerbare Energie bilden die Grundlage, um aus industriellen Restgasen einen

chemischen Energieträger und Rohstoff zu erzeugen.

Ein Demonstrator auf TRL-7-Niveau

Kern des Vorhabens ist ein First-of-a-Kind-Demonstrator, der die Technologien vom Technologiereifegrad (TRL) 5 auf TRL 7 weiterentwickeln soll. Demonstriert wird der Prozess mit zwei Arten industrieller Restgase; aus der Sekundärstahlproduktion im Lichtbogenofen sowie aus Unterpulverlichtbogenöfen der Ferrochromproduktion. Der Anspruch ist nicht allein CO₂ zu nutzen, sondern den Gesamtprozess wirtschaftlich und energetisch tragfähig zu machen. Ziel ist es, den spezifischen Energieverbrauch und die Produktionskosten jeweils um 25 Prozent zu senken.



Integrierte Prozesskette von CO₂-Abscheidung, Wasserstoffproduktion und E-Methanol-Synthese.
Quelle/Copyright: EMPHATICaL

Damit adressiert das Projekt eine zentrale Hürde für die industrielle Skalierung von CO₂-Abscheidung und -Nutzung (Carbon Capture and Utilisation, CCU).

Digitalisierung und Prozesssteuerung

Digitale Technologien sind fest in das Projekt integriert: KI-basierte Prozesssteuerung, fortschrittliche Prozessmodelle und Systemoptimierungstools sollen die Effizienz verbessern und den Betrieb flexibilisieren. So kann die Prozesskette besser mit erneuerbaren Energien und künftigen intelligenten Energiesystemen zusammengedacht werden.

Wärme effizient integrieren

Ein wichtiger deutscher Beitrag liegt in der Prozessintegration und in Hochtemperatur-Wärmepumpentechnologien. Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) nutzt EMPHATICaL, um diese Technologien innerhalb einer vollständigen industriellen E-Methanol-Wertschöpfungskette weiterzuentwickeln und unter realitätsnahen Bedingungen zu demonstrieren. Damit rückt ein zentraler Effizienzhebel in den Fokus: Nicht nur die einzelnen Prozessschritte müssen funktionieren, sondern auch ihre energetische Kopplung. Wärme, Kompression, Abscheidung und Synthese müssen so zusammenspielen, dass der Gesamtprozess wirtschaftlich und industriell skalierbar wird.

Maßstab für eine vollständige Prozesskette

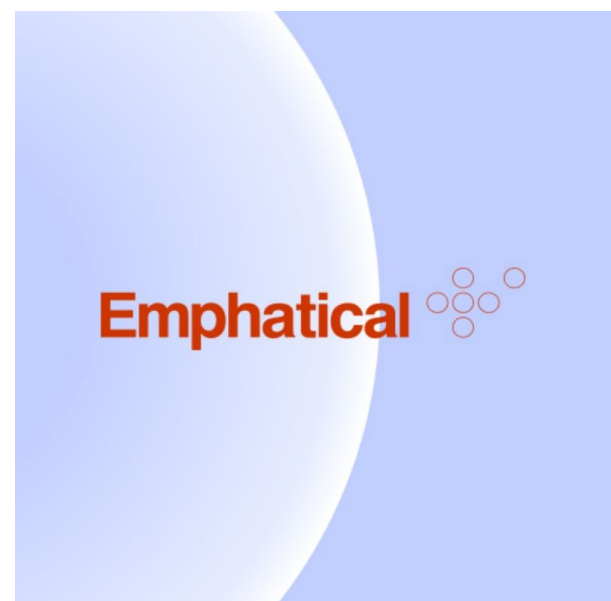
EMPHATICaL demonstriert eine vollständige Prozesskette im industriell relevanten Maßstab. Das große Budget und die europäische Partnerstruktur ermöglichen es, Anlagenbau, Integration, Testbetrieb, Digitalisierung und Bewertung parallel umzusetzen.

Das Konsortium bündelt Kompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette - von CO₂-Abscheidung, Reinigung und Wasserstoffintegration bis zur Methanolsynthese und industriellen Validierung.

Auf dieser Grundlage wird aus einem technologischen Konzept ein belastbarer Pfad zur industriellen Anwendung. Bis 2050 soll der Ansatz perspektivisch eine jährliche Reduktion von 41 Millionen Tonnen CO₂ ermöglichen und damit zu Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit und europäischer Souveränität in klimaneutralen Industrien beitragen.

Wirkung über das Projekt hinaus

Die Ergebnisse werden auf wissenschaftlichen Konferenzen und Industrieplattformen verbreitet und schaffen Grundlagen für Folgeprojekte zur CO₂-Abscheidung, Wasserstoffintegration und E-Methanol-Produktion. Zugleich stärkt das Projekt europäische Kooperationen in Bereichen wie Hochtemperatur-Wärmepumpen, thermische Systemmodellierung und fortschrittliche Kompressionstechnologien.



Aus Restemissionen wird ein Rohstoff: EMPHATICaL zeigt, wie Elektrifizierung, CO₂-Nutzung und E-Methanol-Produktion zu einer industriellen Wertschöpfungskette zusammenwachsen können.

EMPHATICaL

Projektlaufzeit	54 Monate (11/2024 – 04/2029)
EU-Förderbeitrag	17.295.057 Euro
Projekt Nr.	101177725
Webseite/Cordis	https://www.emphatical.eu/ https://cordis.europa.eu/project/id/101177725
Ansprechperson	Yvonne van Delft, TNO Michael Lockan, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V.
Konsortium	• TNO (Niederlande, Koordination) • INERIS (Frankreich) • Politecnico di Milano (Italien) • CO2 Value Europe AISBL (Belgien) • CA.RE. for Engineering (Italien) • Universidad Pontificia Comillas (Spanien)

-
- Technische Universiteit Delft (Niederlande)
 - University College London (Vereinigtes Königreich)
 - CSIC (Spanien)
 - Vargon Alloys Aktiebolag (Schweden)
 - Fundacion CIRCE (Spanien)
 - Sumitomo SHI FW Energi Aktiebolag (Schweden)
 - SWERIM AB (Schweden)
 - Sumitomo SHI FW Energia Polska Sp. z o.o. (Polen)
 - Bright Renewables BV (Niederlande)
 - Sumitomo SHI FW Energia Oy (Finnland)
 - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt / DLR (Deutschland)
 - Celsa Opco, S.A. (Spanien)
 - Laboratorio Energia Ambiente Piacenza (Italien)
 - Sulzer Markets and Technology AG (Schweiz)
-

Aus Industriegebieten werden Hubs for Circularity (IS2H4C)

IS2H4C entwickelt industrielle Symbiosen weiter zu regionalen Kreislauf-Hubs – mit vier Demonstrationszentren und Pilotversuchen im industriellen Maßstab. Das Projekt zeigt, wie Energie-, Material-, Wasser- und Abfallströme besser vernetzt und für nachhaltige Industriegebiete in Europa nutzbar gemacht werden können.

Große integrierte Chemie- und Industrieparks vernetzen Energie-, Material- und Abfallströme bereits seit Langem betriebsübergreifend. Vor allem kleineren oder weniger integrierten Industriearealen fehlen jedoch häufig die Strukturen und Partner, um vergleichbare Synergien zu erschließen. Für eine klimaneutrale und resiliente Industrie reicht es jedoch nicht, einzelne Anlagen effizienter zu machen: Ressourcen, Infrastruktur und Wissen müssen über Unternehmens- und Sektorgrenzen hinweg zusammengeführt werden.

Das Projekt “From Industrial Symbiosis to Hubs for Circularity” (ISH4C) entwickelt Lösungen für sogenannte “Hubs for Circularity” (H4C). In diesen regionalen Ökosystemen werden industrielle, städtische und ländliche Akteure stärker miteinander vernetzt, um Ressourcen effizienter zu nutzen, erneuerbare Energien besser einzubinden, Abfälle zu vermeiden und unvermeidbare feste, flüssige und gasförmige Abfallströme wiederzuverwenden oder zu recyceln. Der Blick richtet sich damit über den einzelnen Betrieb hinaus auf das regionale Industrieökosystem. Entscheidend ist, wie Akteure, Infrastrukturen und Ressourcenflüsse verbunden werden, sodass tragfähige Kreisläufe entstehen. Darin liegt der Mehrwert des umfangreichen europäischen Verbundprojekts: Es schafft einen gemeinsamen Rahmen, um technische Demonstrationen, Datengrundlagen, Geschäftsmodelle, Governance- und Umsetzungsfragen standortübergreifend zu bearbeiten.

Vier Demonstrationszentren in Europa

Die entwickelten Technologien und Integrationsansätze werden an vier Demonstrationsstandorten in den Niederlanden, Deutschland,

Spanien und der Türkei umgesetzt. Die unterschiedlichen Ausgangslagen machen das Vorhaben zu einem Testfeld dafür, wie industrielle Symbiose unter realen Bedingungen weiterentwickelt, skaliert und auf andere Regionen übertragen werden kann. IS2H4C untersucht dabei neben technischen Lösungen auch gesellschaftliche, organisatorische und wirtschaftliche Voraussetzungen. Die Zielmarken sind ambitioniert: Der Energieverbrauch soll um mindestens 10 Prozent, das Abfallaufkommen um mindestens 20 Prozent und die CO₂-Emissionen um mindestens 30 Prozent sinken. Damit erprobt IS2H4C das H4C-Konzept als Modell für nachhaltige regionale Entwicklung in Europa.



Zusammenarbeit sichtbar machen

Ein zentrales Element ist eine digitale Kollaborationsplattform DigitalH4C. Sie bildet Ressourcen, Infrastrukturen und Informationsflüsse in den H4C ab und verknüpft sie mit Modulen zur Entscheidungsunterstützung. Damit werden potenzielle Synergien sichtbar: Welche Stoff- oder Energieströme können gemeinsam genutzt, welche Infrastruktur geteilt

werden? Und welche Akteure müssen zusammenarbeiten, damit aus einer technischen Option ein tragfähiges Kreislaufmodell wird?

Industrielle Symbiose entsteht nicht allein aus einzelnen Technologien. Sie erfordert Transparenz, Vertrauen, belastbare Daten und abgestimmte Entscheidungen. Das Projekt verknüpft technische Demonstration deshalb mit Fragen zu Geschäftsmodellen, Governance, gesellschaftlicher Akzeptanz und Zusammenarbeit.

CO₂-Abtrennung im Industriepark Höchst

Im deutschen Demonstrationszentrum steht die CO₂-Abtrennung aus dem realen Abgasstrom einer industriellen Verbrennungsanlage im Fokus. Die Untersuchungen liefern Daten für die Auslegung großtechnischer Abscheideanlagen. Ihr besonderer Wert liegt in belastbaren Erkenntnissen unter realen Betriebsbedingungen aus dem industriellen Umfeld.



Pilotanlage der GEA-Group zur CO₂-Abtrennung am Standort Industriepark Höchst. Quelle/Copyright: Dominik Burschardt, Nutzungsrechte: InfraserV Höchst

Die Ergebnisse helfen einzuschätzen, welche Technologien und Betriebsweisen sich für den Übergang vom Pilotmaßstab zur großtechnischen Anwendung eignen und welche technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Voraussetzungen an europäischen Industriestandorten erfüllt sein müssen.

Maßstab als Qualitätsmerkmal

Das Vorhaben verbindet vier industrielle Demonstrationszentren mit einer breit aufgestellten europäischen Partnerschaft. Erfahrungen aus unterschiedlichen Standorten können verglichen, angepasst und für weitere Regionen nutzbar gemacht werden. Forschung, Industrie, Cluster, Plattformanbieter und Beratungsakteure bringen komplementäre Perspektiven ein. So erprobt IS2H4C H4C unter realen industriellen Bedingungen und entwickelt übertragbare Lösungen.

Wirkung über das Projekt hinaus

Die gewonnenen Daten und Erfahrungen schaffen eine Grundlage für Entscheidungen zur Umsetzung von H4C in Europa. Sie zeigen, welche technischen, wirtschaftlichen und organisatorischen Anforderungen erfüllt sein müssen, damit aus einzelnen Symbiosen robuste regionale Kreislaufmodelle entstehen. Damit zählt das Projekt auf zentrale Ziele von Horizont Europa ein: Wettbewerbsfähigkeit, Digitalisierung, Nachhaltigkeit und europäische Souveränität. Europa stärkt seine Kompetenzen für die Transformation energie- und ressourcenintensiver Standorte und entwickelt Modelle, die über einzelne Pilotanlagen hinauswirken können.

IS2H4C zeigt, wie aus industriellen Symbiosen regionale Kreislauf-Hubs entstehen - durch gemeinsam genutzte Ressourcen, Infrastrukturen und Wissen.

IS2H4C

Projektlaufzeit	
49 Monate (01/2024 – 01/2028)	
EU-Förderbeitrag	19.931.655 Euro
Projekt Nr.	101138473
Webseite/Cordis	
https://is2h4c-project.eu/ https://cordis.europa.eu/project/id/101138473/de	
Ansprechperson	
Tim Schmidt vom Hofe, Infracerv GmbH & Co. Höchst KG	
Konsortium	
• Universiteit Twente (Niederlande, Koordination) • Montanuniversität Leoben (Österreich) • Technische Universität Dortmund (Deutschland) • Tecnalia Research & Innovation (Spanien) • INEGI (Portugal) • Fraunhofer-Gesellschaft (Deutschland) • Fundacion CIRCE (Spanien) • ICCS (Griechenland) • AEE - Institut für Nachhaltige Technologien (Österreich) • Fundacion Zaragoza Logistics Center (Spanien) • Energy Efficiency in Industrial Processes / EEIP (Belgien) • Istanbul Maden ve Metaller Ihracatci Birlikleri (Türkei) • Cooperatie Waardemakers in Waterstof U.A. (Niederlande) • Cluster de Energia (Spanien) • Consorcio de Aguas Bilbao Bizkaia (Spanien) • Cooperatie Duurzaam Aadorp U.A. (Niederlande)	

-
- KPMG & Associados SROC S.A. (Portugal)
 - Türkiye Petrol Rafinerileri A.S. (Türkei)
 - Arcelik A.S. (Türkei)
 - Smurfit Kappa Nervion S.A. (Spanien)
 - Nortegas Energia Grupo S.L. (Spanien)
 - Sidenor Aceros Especiales S.L. (Spanien)
 - Sidenor Investigacion y Desarrollo S.A. (Spanien)
 - Petronor Innovacion S.L. (Spanien)
 - Calera de Alzo S.L. (Spanien)
 - Calcinor Servicios S.A. (Spanien)
 - Lointek Ingenieria y Tecnicas de Montajes S.L. (Spanien)
 - Lointek Investigacion y Desarrollo S.L. (Spanien)
 - Spouted Bed Solutions S.L. (Spanien)
 - Infracerv GmbH & Co. Höchst KG (Deutschland)
 - Crowdhelix Limited (Irland)
 - Iris Technology Solutions S.L. (Spanien)
 - Workdeck Digital Workplace S.L. (Spanien)
 - Solar Energy Conversion Power Corporation (Belgien)
-

Zaragoza als "Hub for Circularity" (REDOL)

REDOL macht städtische Abfallströme zu Sekundärrohstoffen und erprobt Industrielle-Urbane Symbiose (I-US) als Modell für zirkuläre Städte und Regionen. Am Beispiel Zaragoza (Spanien) zeigt das Projekt, wie kommunale Abfälle aus Verpackungen, Kunststoffen, Bau- und Abbruchmaterialien, Textilien sowie Elektro- und Elektronikaltgeräten in neue Wertschöpfungsketten und zirkuläre Produkte überführt werden können.

REDOL unterstützt Zaragoza und die Region Aragón beim Aufbau eines „Hub for Circularity“. Das Projekt setzt bei einem europäischen Problem an: In Städten entstehen große Mengen fester Siedlungsabfälle, doch ein erheblicher Teil wird noch deponiert oder verbrannt, statt als Ressource in neue Wertschöpfungsketten zurückzukehren.

Der Ansatz verbindet industrielle und urbane Symbiose. Kommunen, Industrie, Entsorger, Recyclingunternehmen, Forschung und Bürgerinnen und Bürger sollen gemeinsam neue Wege schaffen, damit Abfallströme zu Sekundärrohstoffen und schließlich zu zirkulären Produkten werden.

Fünf Wertschöpfungsketten

Im Mittelpunkt stehen fünf strategische Abfallströme: Verpackungen, Kunststoffe, Bau- und Abbruchabfälle, Textilien sowie Elektro- und Elektronikaltgeräte. Aus ihnen sollen zwölf zirkuläre Produkte entstehen, darunter Recyclingpapier, Kunststoffflaschen und -beutel, Automobilkomponenten, verstärkte Spanplatten, zement- und betonbasierte Produkte, zurückgewonnene Metalle und PET-Garne.

Der Pilot in Zaragoza

Die Demonstration ist in Zaragoza verankert und unterstützt die Ambition der Stadt, bis 2040 eine „Zero-Residue-City“ zu werden. Die Lösungen werden nicht isoliert entwickelt, sondern entlang realer Wertschöpfungsketten getestet: Sammlung, Sortierung, Recycling, digitale Rückverfolgbarkeit, Logistik und industrielle Weiterverarbeitung greifen ineinander. Dazu gehören sechs neu entwickelte Sortiergeräte, die in operationalen Umgebungen

eingesetzt und getestet werden sollen, optimierte Recyclingrouten sowie die Entwicklung einer digitalen Plattform für Datenaustausch, Koordination und Rückverfolgbarkeit. Dadurch wird sichtbar, welche Materialströme verfügbar sind, welche Qualität sie haben und wie sie in nachgelagerte industrielle Anwendungen integriert werden können.



Sortier- und Sammlösungen für städtische Abfallströme.
Quelle/Copyright: REDOL-Projekt

Replikation in Europa

Neben Zaragoza sind Prato in Italien, Bornholm in Dänemark und Amsterdam in den Niederlanden als Replikationszonen eingebunden. Sie sollen untersuchen, wie die REDOL-Lösungen an unterschiedliche urbane und industrielle Ausgangsbedingungen angepasst werden können um lokale Hubs mit maßgeschneiderten Governance-Modellen und Aktionsplänen zu schaffen.

Kreislaufwirtschaft im europäischen Systemmaßstab

REDOL verbindet Demonstration, Digitalisierung, Governance, Bürgerbeteiligung und

Replikation. Genau diese Breite macht den Charakter des Projekts aus: Kreislaufwirtschaft wird nicht als einzelne Recyclinglösung verstanden, sondern als Zusammenspiel von Technologie, Infrastruktur, Geschäftsmodellen und lokaler Steuerung.

Der europäische Mehrwert liegt in der Verbindung sehr unterschiedlicher Akteure. Forschungseinrichtungen, Städte, Technologieentwickler, Recycler, Industrieunternehmen und Netzwerke bringen technisches, organisatorisches und politisches Wissen zusammen. Dadurch können zirkuläre Wertschöpfungsketten nicht nur in Zaragoza entwickelt, sondern für andere urbane und industrielle Räume in Europa übertragbar gemacht werden.



Industrielle Sortier- und Recyclingumgebung.
Quelle/Copyright: REDOL-Projekt

Wirkung über das Projekt hinaus

Ein wichtiges Ergebnis ist die Entwicklung langfristiger Strukturen wie des Aragón Circular Economy Cluster CIRCLEAR, durch den der Hub in Zaragoza auf die gesamte Region Aragón in Spanien ausgeweitet wird. Mit der Gründung dieses Clusters wurde eine regionale Plattform geschaffen, die Akteure aus Wirtschaft, Forschung, Verwaltung und lokalen Institutionen vernetzt, um Kräfte zu bündeln und gemeinsam an Zielen der Kreislaufwirtschaft zu arbeiten. Darüber hinaus hat das Projekt die Erkenntnisse aus Zaragoza sowie aus weiteren inspirierenden Initiativen zur Industriell-Urbanen Symbiose (I-US) in Europa

gebündelt und daraus „Guidelines for Hubs for Circularity“ entwickelt. Diese sollen all jene unterstützen, die an der Einrichtung oder Förderung eines lokalen Hubs für I-US interessiert sind. Gleichzeitig fließen identifizierte rechtliche und politische Hemmnisse in die Erarbeitung von Empfehlungen für europäische Entscheidungsträger ein, mit dem Ziel, zentrale politische Rahmenbedingungen anzupassen und die Verbreitung symbiotischer Lösungen in Europa zu beschleunigen.

Damit reicht die Wirkung über die Demonstration in Zaragoza hinaus. Die Erfahrungen aus den Wertschöpfungsketten, der digitalen Plattform und der Zusammenarbeit zwischen Stadt, Industrie und Entsorgungswirtschaft schaffen eine Grundlage um industriell-urbane Symbiosen auch in anderen europäischen Regionen aufzubauen und an lokale Rahmenbedingungen anzupassen.



REDOL zeigt, wie Städte zu Kreislauf-Hubs werden können: Abfall wird nicht als Rest, sondern als Ressource für neue industrielle Wertschöpfung verstanden. Dafür verbindet das Projekt Sammlung, Sortierung, Recycling, digitale Rückverfolgbarkeit und industrielle Weiterverarbeitung zu neuen zirkulären Wertschöpfungsketten.

REDOL

Projektlaufzeit	
48 Monate (12/2022 – 11/2026)	
EU-Förderbeitrag	14.292.023 Euro
Projekt Nr.	101091668
Webseite/Cordis	
https://www.redolproject.eu/ https://cordis.europa.eu/project/id/101091668	
Ansprechperson	
Diego Redondo Taberner, CIRCE Research Centre (REDOL Coordinator) Chiara Coluccia & Victoria Miles, ICLEI Europe	
Konsortium	
• CIRCE Research Centre (Spanien, Koordination) • Fundación AITIIP (Spanien) • AITEX – Asociación de Investigación de la Industria Textil y Cosmética (Spanien) • ICCS / NTUA (Griechenland) • ITENE – Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (Spanien) • Instituto Tecnológico de Aragón / ITA (Spanien) • Universidad de Zaragoza (Spanien) • Next Technology Tecnotessile (Italien) • Luleå Tekniska Universitet (Schweden) • VDZ Technology gGmbH (Deutschland) • AMS Institute – Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions (Niederlande) • Tatuine Medioambiente SL (Spanien) • Casale Gestión de Residuos SL (Spanien) • IRIS Technology Solutions SL (Spanien) • Moses Productos SL (Spanien) • Brilen Tech SA (Spanien)	

-
- Suite5 Data Intelligence Solutions Limited (Zypern)
 - Nuevas Tecnologías para Packaging y Agroalimentarios (Spanien)
 - Strane Innovation (Frankreich)
 - Geonardo Kft. (Ungarn)
 - RINA Consulting – Centro Sviluppo Materiali (Italien)
 - ACTECO Productos y Servicios SL (Spanien)
 - AMB Electrónica Brescia SL (Spanien)
 - SAICA Natur SL (Spanien)
 - Acciona Construcción SA (Spanien)
 - Cemex España Operaciones SL (Spanien)
 - Financiera Maderera SA / Finsa (Spanien)
 - ICLEI European Secretariat GmbH (Deutschland)
 - Energy Efficiency in Industrial Processes ASBL (Belgien)
 - Ayuntamiento de Zaragoza (Spanien)
 - Comune di Prato (Italien)
 - Bornholms Regionskommune (Dänemark)
 - Consorcio de la Agrupación N1 para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos de Huesca (Spanien)
-

Attika als Reallabor für zirkuläre Regionen (THESEUS)

THESEUS macht Attika zum Reallabor für zirkuläre Regionen. Das Projekt vernetzt Städte, Industrie und Forschung um Wasser-, Energie- und Materialströme effizienter zu nutzen und Nebenprodukte als Ressourcen zurückzuführen. Daraus entsteht ein „Hub for Circularity“, der Kreislaufwirtschaft unter realen Bedingungen erprobt und auf weitere Regionen übertragbar machen soll.

Viele Städte und Regionen stehen vor der gleichen Herausforderung: Ressourcen werden genutzt, Abfälle entstehen, Energie- und Materialströme verlaufen nebeneinander ohne ihr Potenzial vollständig auszuschöpfen. Dabei könnten Nebenprodukte, Reststoffe und bislang ungenutzte Stoffströme neue Ausgangspunkte für regionale Wertschöpfung werden. Das Projekt THESEUS baut in Griechenland den ersten „Hub4Circularity“ (H4C) auf und entwickelt dafür Lösungen, die Städte, Industrie, Forschung und weitere Akteure enger miteinander vernetzen.

Attika als Reallabor

Ausgangspunkt ist die Region Attika mit der Metropolregion Athen, dem wirtschaftlichen Zentrum des Landes. Die Region umfasst 68 Gemeinden, rund 3,7 Millionen Einwohnerinnen und Einwohner sowie zahlreiche Industrie- und Stadtgebiete. Damit bietet sie ein anspruchsvolles Umfeld um Kreislaufösungen nicht abstrakt zu planen, sondern unter realen Bedingungen zu erproben. Attika gilt dabei als Ausgangspunkt für eine breitere Transformation. Entwickelte Lösungen sollen schrittweise auf weitere Teile Griechenlands und perspektivisch auf andere europäische Regionen übertragen werden. Der besondere Akzent liegt dabei auf der konkreten Umsetzung vor Ort: Wasser-, Energie- und Materialströme werden unter realen Bedingungen untersucht, digitale Werkzeuge unterstützen Planung und Steuerung, und Gemeinden, Industrie und Forschung werden in gemeinsame Pilotaktivitäten eingebunden.



Wasser, Energie und Materialien gemeinsam steuern

Im Mittelpunkt stehen die drei Bereiche, Wasser, Energie und Materialien, die für nahezu alle europäischen Regionen relevant sind. THESEUS entwickelt und verbessert Technologien, mit denen diese Ströme effizienter erfasst, gesteuert und genutzt werden können. Ziel ist es, bislang ungenutzte Potenziale von Nebenprodukten und Abfällen zu erschließen und daraus neue regionale Kreisläufe aufzubauen. Digitale Plattformen, Datenräume sowie KI- und Robotiklösungen unterstützen die Erfassung, Analyse und Optimierung der Ressourcenströme. Sie helfen dabei, Materialmengen, Qualitäten, Energiebedarfe und Nutzungsmöglichkeiten sichtbar zu machen. Damit entsteht eine operative Grundlage, um Pilotmaßnahmen zu planen, lokale Akteure einzubinden und Kreislaufösungen Schritt für Schritt umzusetzen.

Marmorstaub als Ressource

Die Technische Universität Dresden bringt ihre Expertise für nachhaltige Baustoffe und Kreislaufwirtschaft ein. Ein Schwerpunkt liegt auf der betontechnischen Nutzung von Marmorstaub. Dieser fällt in Griechenland und anderen Regionen in großen Mengen als Nebenprodukt der Natursteinverarbeitung an und wird bislang überwiegend deponiert. Das Projekt untersucht, wie dieser bisher ungenutzte Rohstoff aufbereitet und als Bestandteil nachhaltiger zementgebundener Baustoffe eingesetzt werden kann. Aus einem Nebenprodukt der Natursteinverarbeitung kann ein Ausgangsstoff für neue Baustofflösungen werden. Der deutsche Beitrag macht sichtbar, wie Kreislaufwirtschaft auf Werkstoffebene praktisch umgesetzt werden kann.

Europäische Kooperation für regionale Umsetzung

THESEUS ist ein großvolumiges EU-Projekt mit einem breiten, interdisziplinären Konsortium. Die Zusammenarbeit umfasst Kommunen, Forschungseinrichtungen, Industrieunternehmen, Technologiepartner, Netzwerke und Standardisierungsakteure. Diese Breite ist notwendig, weil Kreislaufösungen viele Schnittstellen aufweisen: technische, organisatorische, wirtschaftliche und politische.

Ein solches Vorhaben erfordert klare Kommunikationswege, strukturierte Zusammenarbeit und effizientes Projektmanagement. Gleichzeitig schafft die langfristig gesicherte Förderung Planungssicherheit für ambitionierte Lösungen. Der europäische Mehrwert liegt darin, regionale Umsetzung in Attika mit Wissen, Technologien und Erfahrungen aus verschiedenen Ländern und Fachgebieten zu verbinden.

Wirkung über Attika hinaus

THESEUS soll über die Projektlaufzeit hinaus Wirkung entfalten. Die Zusammenarbeit im Konsortium schafft eine Grundlage für Folgeprojekte, neue Kooperationsmöglichkeiten

und zusätzliche Märkte für beteiligte Industriepartner. Zugleich stärkt das Projekt die Innovationskraft der beteiligten Akteure und unterstützt neue Wertschöpfungsketten im Bereich Kreislaufwirtschaft.

Damit leistet THESEUS einen Beitrag zu zentralen europäischen Zielen: Nachhaltigkeit, Digitalisierung, Wettbewerbsfähigkeit und technologische Souveränität. Durch regionale Stoffkreisläufe können Primärressourcen geschont, Abfälle reduziert und Abhängigkeiten von importierten Rohstoffen verringert werden. Attika wird damit zu einem Ausgangspunkt für Lösungen, die auch für andere europäische Regionen relevant werden können.

THESEUS zeigt, wie regionale Nebenprodukte neue Wertschöpfung schaffen können. Ein Beispiel ist Marmorstaub aus der Natursteinverarbeitung: Statt deponiert zu werden, soll er als Bestandteil nachhaltiger zementgebundener Baustoffe nutzbar werden. Damit wird aus einem bislang ungenutzten Nebenprodukt ein Ausgangsstoff für nachhaltige Baustoffe.

THESEUS

Projektlaufzeit	
60 Monate (12/2024 – 11/2029)	
EU-Förderbeitrag	19.994.307 Euro
EU Projekt Nr.	101178059
Webseite/Cordis	
https://www.theseus-h4c.eu/ https://cordis.europa.eu/project/id/101178059/	
Kontakt	
Dr. Angelos Amditis & Charalampos Manoussiadis, Institute of Communication & Computer Systems (ICCS)	
Prof. Dr. Marco Liebscher (TU Dresden)	
Konsortium	
• ICCS / Institute of Communication and Computer Systems (Griechenland, Koordination) • CIBOS Innovation (Griechenland) • National Technical University of Athens / NTUA (Griechenland) • Region of Attica (Griechenland) • Develop Athens (Griechenland) • Cities Network for Sustainable Development and Circular Economy (Griechenland) • DETIP – District Heating Municipal Company of Ptolemaida (Griechenland) • Clean Energy Ltd (Griechenland) • CERTH – Centre for Research and Technology Hellas (Griechenland) • NCSR “Demokritos” (Griechenland) • Hellenic Mediterranean University (Griechenland) • Democritus University of Thrace (Griechenland) • University of the Aegean (Griechenland) • Technical University of Crete (Griechenland) • TU Dresden (Deutschland) • Linköping University (Schweden) • A.SPIRE (Belgien)	

- CORE Innovation Centre (Griechenland)
- EMVIS S.A. (Griechenland)
- RISA Sicherheitsanalysen GmbH (Deutschland)
- TELENAVIS (Griechenland)
- IRIS Technology Solutions (Spanien)
- Fundación CIRCE (Spanien)
- Hypertech Sustainability Research and Technology Center (Griechenland)
- GEOCYCLE (Griechenland)
- RECYCOM (Griechenland)
- EYDAP – Athens Water Supply and Sewerage Company (Griechenland)
- Elvalhalcor / HALCOR (Griechenland)
- Thrace Marble (Griechenland)
- Thrace Polyfilms (Griechenland)
- Northern Greece Ceramics / KEBE (Griechenland)
- TSIMIS (Griechenland)
- PANCHART (Griechenland)
- FIBRAN (Griechenland)
- COMO (Griechenland)
- Athenian Brewery (Griechenland)
- RISE Research Institutes of Sweden (Schweden)
- City of Malmö (Schweden)
- SINTEF Helgeland (Norwegen)
- SINTEF (Norwegen)
- Kunnskapsparken Helgeland (Norwegen)
- Helgeland Ferdigbetong (Norwegen)
- Danish Standards (Dänemark)
- Standards Norway (Norwegen)
- Imperial College London (Vereinigtes Königreich)
- University of Huddersfield (Vereinigtes Königreich)
- Tech Hive Labs (Griechenland)
- Assoziierte Partner:
- TVP Solar (Schweiz)
- Mo Industripark (Norwegen)
- Nordland County Council (Norwegen)
- Rana Utvikling (Norwegen)
- Rana kommune (Norwegen)

Hinweise zur Antragstellung

Liebe Interessenten,

mit dem Arbeitsprogramm 2026/2027 ist Horizont Europa in die letzte Phase der aktuellen Programmlaufzeit eingetreten. Das Arbeitsprogramm für den Cluster 4 „Digitales, Industrie und Weltraum“ wurde im Dezember 2025 veröffentlicht und wird ergänzt durch neue horizontale Ausschreibungen, unter anderem zur Unterstützung des Clean Industrial Deal und zu KI in der Wissenschaft.

Für Antragstellende bedeutet das: Wer sich noch an Horizont Europa 2021–2027 beteiligen möchte, sollte frühzeitig prüfen, welche Ausschreibungsthemen zum eigenen Vorhaben passen und welche Einreichungsfristen zu beachten sind.

Insbesondere bei großvolumigen Projekten ist eine sehr frühe Vorbereitung empfehlenswert. Dies gilt beispielsweise für die Clean-Industrial-Deal-Topics im horizontalen Arbeitsprogramm. Im Mittelpunkt stehen groß angelegte

Innovationsvorhaben, die industrielle Demonstration, Marktnähe und europäische Skalierung miteinander verbinden. Entsprechend früh sollten zentrale Elemente wie Demonstrationsansatz, Konsortialstruktur, Verwertungsstrategie, Budgetplanung, Technologiereifegrad-Entwicklung und erwartete Wirkung ausgearbeitet werden.

Bei vielen Topics im Bereich der digitalen und industriellen Technologien liegen die letzten Einreichungsfristen bereits Anfang 2027. Für die horizontalen Clean-Industrial-Deal-Topics endet die Einreichungsfrist im September 2027.

Aktuelle Ausschreibungen, Fristen und weitere Informationen finden Sie im Funding & Tenders Portal der Europäischen Kommission:

- [Cluster 4 „Digital, Industry and Space“](#)
- [Horizontal Activities](#)

Herausgeber: DLR Projektträger / Projektträger Jülich

Kontakt: NKS-DIT@fz-juelich.de

Copyright ©: Nationale Kontaktstelle Digitale und Industrielle Technologien – NKS DIT

Haftungsausschluss: Änderungen und Irrtümer für alle Angaben vorbehalten

Stand: 09.2026 / Mö, Rö

Bildnachweise:

S. 1, cover image: © Sergey Nivens - stock.adobe.com

S. 5, © DLR

S. 6, © Greenovate!

S. 9, © flex4fact.eu/about

S. 11, © PLANETS

S. 12, © CEA

S. 14, © <https://www.permanetproject.eu/>

S. 17, © EU-funded project EMPHATICal (101177725)

S. 18, © EU-funded project EMPHATICal (101177725)

S. 20, © <https://is2h4c-project.eu/>

S. 21, © Dominik Burschardt, Nutzungsrechte: Infraserb Höchst

S. 23, © REDOL project

S. 24, © REDOL project

The presented projects have received funding from the Horizon Europe Research and Innovation Programme under the following Grant Agreement Numbers.: EETHOS (101178624), FLEX4FACT (101058657), PLANETS (101177608), PERMANET (101178444), EMPHATICaL (101177725), IS2H4C (101138473), REDOL (101091668), THESEUS (101178059)



DLR Projektträger



projektträger
jülich