European Commission

Fallstudie

# Agri-PV im Rheinischen Steinkohlenrevier

Sophia Schneider, Jannis Beutel

*März 2024*

*Energie*

**EUROPÄISCHE KOMMISSION**
Generaldirektion für Energie
Direktion B - Gerechter Übergang, Verbraucher, Energiesicherheit, Effizienz und Innovation Referat
B.1 - Verbraucher, lokale Initiativen, gerechter Übergang

*EC-ENER-JUST-TRANSITION@ec.europa.eu Europäische*

*Kommission*
*B-1049 Brüssel*

ISBN: 978-92-68-23907-0 doi: 10.2833/6065505 MJ-01-25-013-DE-N

Manuskript abgeschlossen im Oktober 2024 1.
Dieses Dokument sollte nicht als repräsentativ für den offiziellen Standpunkt der Europäischen Kommission angesehen werden.
Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union, 2025

© Europäische Union, 2025

Die Politik der Weiterverwendung von Dokumenten der Europäischen Kommission wird durch den Beschluss 2011/833/EU der Kommission vom 12. Dezember 2011 über die Weiterverwendung von Dokumenten der Kommission (ABl. L 330 vom 14.12.2011, S. 39) umgesetzt. Sofern nicht anders angegeben, wird die Weiterverwendung dieses Dokuments unter einer Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) Lizenz genehmigt (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Dies bedeutet, dass die Wiederverwendung unter der Voraussetzung gestattet ist, dass eine angemessene Quellenangabe gemacht wird und alle Änderungen angegeben werden. Die Europäische Kommission haftet nicht für Folgen, die sich aus der Weiterverwendung ergeben.

Für die Verwendung oder Vervielfältigung von Elementen, die nicht Eigentum der Europäischen sind, muss unter Umständen direkt bei jeweiligen Rechtsinhabern eine Genehmigung eingeholt werden.

CASE STUDY

# Agri-PV in der Rheinischen Kohleregion

Das Innovationslabor Agri Food-Energy-Park (AgriFEe) im Rheinischen Revier erforscht die flächeneffiziente Nutzung von Agri-Photovoltaik in Kombination mit verschiedenen Pflanzen. Auf einer Testfläche von rund zwei Hektar steht das Projekt beispielhaft für den innovationsorientierten Ansatz der Kohleregion, die strategisch darauf abzielt, ein Vorreiter in der Entwicklung grüner Technologien und der Bioökonomie zu werden.

## BESCHREIBUNG

Ort: Morschenich-Alt, Nordrhein-Westfalen, Deutschland Art der

Maßnahme: Agri-PV-Forschungsanlage

Akteure: Forschung (Forschungszentrum Jülich, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme), lokale Landwirte

Finanzierungsbedingungen: Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des nationalen Finanzierungsregelungen für die Kohleregionen

## KEYPOINTS

### APPROACH

- Strategische Unterstützung der technologischen Innovation im Bereich der Bioökonomie, um die lokale Industrie von der Nutzung fossiler Ressourcen auf nachhaltige Alternativen umzustellen
- Doppelnutzung von Flächen durch ein Innovationslabor zur Erforschung der Potenziale von Agri-PV im Rahmen des Strukturwandels im Rheinischen Revier

### ACHIEVEMENTS

- Bearbeitung von Genehmigungsverfahren und Eintreten für Vereinfachung von Genehmigungsverfahren
- Ernteerfolg mit Ackerbohne und anderen Spezialpflanzen
- Automatisierte Aufzeichnung von Messdaten
- Einbindung der Erfahrungen in ein größeres Projekt in der Region

### ENABLINGKONDITIONEN

- Enge Zusammenarbeit mit und Unterstützung durch Landbesitzer, Forschungspartner und Landwirte
- Teil eines breiteren Bioökonomie-Netzwerks sein
- Finanzielle Unterstützung durch nationale Förderfonds

### KEYCHALLENGES

- Langwieriges Zulassungsverfahren aufgrund fehlender rechtlicher Rahmenbedingungen und mangelnder Erfahrung
- Hohe Baukosten
- Öffentliche Akzeptanz von Veränderungen in der Landschaft

# Einführung

Ehemalige Kohleregionen verfügen sowohl über eine nutzbare Energieinfrastruktur als auch über große (renaturierte) Flächen, die für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien geeignet sein könnten. Angesichts der wachsenden Herausforderungen des Klimawandels, der Energiewende und der Nutzungskonkurrenzen gewinnen Doppelnutzungen wie Agri-PV zunehmend an Bedeutung. Für Regionen im Strukturwandel, wie z.B. das Rheinische Revier, können Agri-PV-Systeme zu einer nachhaltigen Entwicklung und zu wirtschaftlichen Chancen beitragen.
in vielerlei Hinsicht: Sie können Strom aus erneuerbaren Energiequellen liefern, neue Wertschöpfungsketten für Landwirtschaft und Gartenbau schaffen und neue Rohstoffe für die liefern.[1]

Die Forschungs- und Demonstrationsanlage Agri-PV im Rheinischen Revier ist Teil eines der 14 so genannten "Innovation Labs" der Bioökonomie-Initiative 'BioökonomieREVIER' (siehe Kasten). Jedes der Innovationslabore konzentriert sich auf eine Forschungsagenda, die ein hohes Potenzial für eine kommerzielle Anwendung in der Region hat und zur Transformation von einer fossil basierten zu einer klimaneutralen Wirtschaft beitragen kann. Die Etablierung der Bioökonomie-Initiative selbst ist in der übergeordneten Strategie der Rheinischen Bergbauregion verankert, die den *Ressourcenschutz und die Agrarwirtschaft* als einen der fünf Schlüsselbereiche für die zukünftige Entwicklung. Heute sind im Rheinischen Revier rund 53.900 Arbeitsplätze in der Land- und Ernährungswirtschaft und rund 36.300 industrielle Arbeitsplätze mit einem Gesamtumsatz von rund€ 34,4 Milliarden mit Bioökonomie verbunden.[2]

## Die 14 Innovationslabore der Bioökonomie-Initiative

**Innovative Landwirtschaft**

*AZUR*: Vom Anbau zum Wirkstoff
- regionale Wertschöpfung mit Heilpflanzen am Beispiel der Arnika

*APV 2.0*: Agrophotovoltaik 2.0 - Kopplung von Pflanzenproduktion und Photovoltaik

*MarginalesFeldLabor*: Feldlabor für landwirtschaftliche Produktionssysteme auf marginalen Standorten

*DG-RR*: Digitales Geosystem des rheinischen Reviers

*BrainergyFieldLab*: Landwirtschaftliche Robotik auf der Brainergy

Park Jülich

*SL_BioDig*: Schnittstelle zwischen Bioökonomie und Digitalisierung

**Biotechnologie und die Kunststoffindustrie**

*SenseUp_Prot*: Industrielle Produktion von therapeutischen Peptiden im Rheinischen Revier

*PlastiQuant*: (Mikro-)Kunststoffmanagement für eine zirkuläre Bioökonomie und mikroplastikfreie Lebensmittel

*ProtLab*: Maßgeschneiderte Proteinprodukte und -systeme für Pflanzengesundheit und digitale Landwirtschaft

*AutoBioTech*: Automatisierungstechnologien für die Entwicklung von industriellen Bioprozessen für hochwertige Produkte

**Integrierte Bioraffinerie**

*DeMoBio*: Dezentrale modulare Bioraffinerie-Container

*UpRePP*: Upcycling von regionalen Reststoffen zur Herstellung von Plattformchemikalien

*E-HyBio*: Elektrohybride Trennverfahren für eine emissionsarme Bioökonomie

*AlgenSolarBoxen*: Entwicklung und Bau von zwei Demonstratoren für das Nährstoffrecycling aus Abwässern

1 https://www.biooekonomierevier.de/Innovationslabor_APV_2_0
2 https://www.biooekonomierevier.de/Studienserie_Biooekonomiepotenziale_im_Rheinischen_Revier

Neben der Förderung wissenschaftlicher Erkenntnisse besteht das Hauptziel von BioökonomieREVIER darin, anhand von Beispielen aus der Praxis zu zeigen, wie eine engere Verzahnung und ein Wissenstransfer von der Forschung zur Industrie zu einer verbesserten Wertschöpfung und Nachhaltigkeit führen können. Mit finanzieller Unterstützung von
Mit einem Fördervolumen von rund 72 Millionen Euro des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) wird die "Modellregion Bioökonomie" mit mehr als 70 Projekten in einer ersten fünfjährigen Förderphase unterstützt.

Auf der Morschenich-Alt bei Jülich führen Forscher zweier Forschungsinstitute seit 2022 einen Feldversuch mit der Agri-PV-Technologie mit einer installierten Leistung von 300 kWp durch. Auf zwei Hektar wurden vier Versuchsfelder mit unterschiedlichen Agri-PV-Systemen angelegt, sowie drei weitere Kontrollfelder, auf denen die jeweiligen Pflanzen ohne PV-Dach angebaut werden. Mit diesem Feldversuch will das Projektteam herausfinden, welche Arten von PV-Anlagen für welche Kulturen sinnvoll sind und wie man die Flächen möglichst effizient nutzen kann, damit sich die Doppelnutzung lohnt.
Die Forscher arbeiten eng mit örtlichen Landwirten und Gärtnern zusammen.[3]

3 https://www.fz-juelich.de/de/forschung/energie/agri-pv

## Was ist Agri-PV?

Der Begriff "Agri-PV" beschreibt Technologien, die eine Doppelnutzung von Flächen für die landwirtschaftliche Produktion und die Stromerzeugung mit Hilfe von Solarzellen ermöglichen. Der zunehmende Wettbewerb um Land und die Zunahme extremer Wetterereignisse lenken die Aufmerksamkeit auf diese Technologie. Die PV-Anlage speichert nicht nur Sonnenenergie, sondern schützt auch die
Pflanzen darunter. Diese Strukturen spenden Schatten, schützen vor Hagel und Frost und sind witterungsbeständig.[4] Die Stromerzeugung in Agri-PV-Systemen erfolgt auf ähnliche Weise wie bei Freiflächenanlagen. Allerdings sind die technischen Spezifikationen und Installationsanforderungen für agri-PV-Systeme sind komplexer, da die genutzte Fläche gleichzeitig bewirtschaftet werden muss.
Die Modultechnik, die Höhe und die Ausrichtung des Systems sowie der Unterbau bzw. das Fundament müssen unbedingt an die Bewirtschaftung mit landwirtschaftlichen Maschinen und die Bedürfnisse des Bodens angepasst werden.
Pflanzen. Auch ein effektives Licht- und Wassermanagement ist für die Erzielung optimaler Erträge unerlässlich.

4 https://www.helmholtz-klima.de/aktuelles/agri-photovoltaik-sauber- er-strom-vom-bauernhof

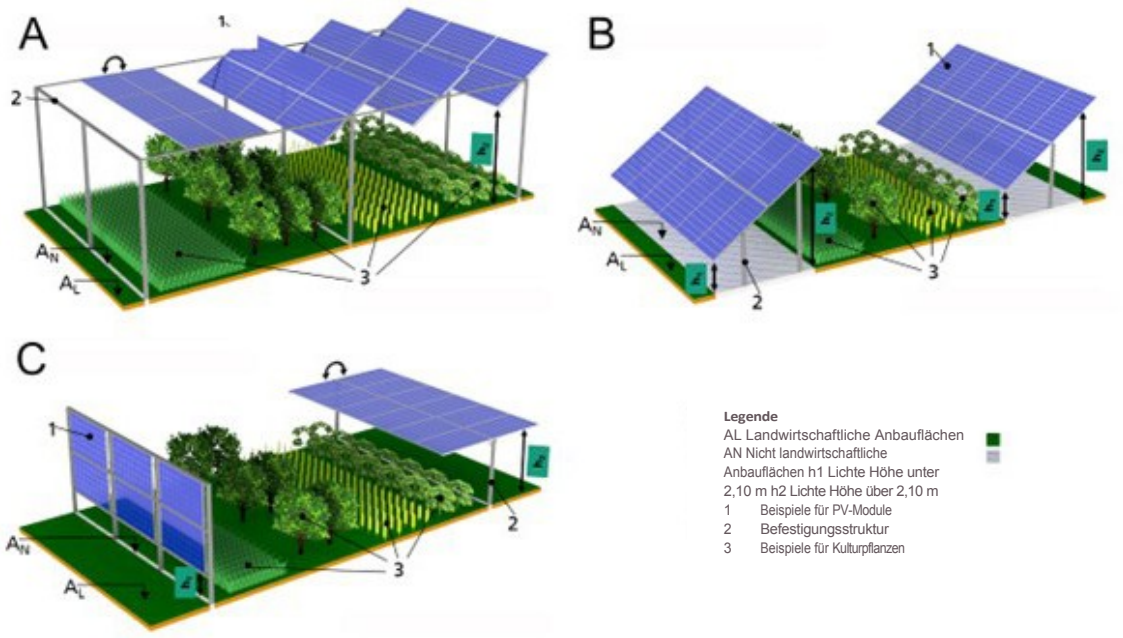


ABBILDUNG: ILLUSTRATION DER KATEGORIEN UND FORMEN EINES GRI -PV (ABBILDUNG A: ILLUSTRATION EINER KA TEGOR Y I-AUFSTELLUNG; ABBILDUNG B: ILLUSTRATION EINER KA TEGOR YII-AUFSTELLUNG, VARIANTE 1; C: ILLUSTRATION EINER KA TEGOR YII-AUFSTELLUNG, VARIANTEN 1 UND 2). QUELLE: FRAUNHOFE R

Es kann zwischen offenen und geschlossenen Systemen unterschieden werden. Geschlossene Systeme sind in erster Linie PV-Gewächshäuser. Offene landwirtschaftliche Photovoltaikanlagen können in zwei Hauptkategorien unterteilt werden: Freiflächenanlagen und Aufständerungen. Bei aufgeständerten Anlagen befinden sich die PV-Module in einer Höhe von mindestens 2,1 Metern über dem Boden. In diesem Fall findet die landwirtschaftliche Nutzung unterhalb der PV-Module statt, während bei Freiflächenanlagen die Flächen zwischen den PV-Modulen in der Regel bewirtschaftet werden. Die PV-Paneele können entweder fest oder verstellbar sein, wobei die verstellbaren Paneele das Experimentieren mit der optimalen Ausrichtung zur Förderung der Stromerzeugung und des Pflanzenwachstums ermöglichen (siehe Abbildung).

Kleine Anlagen können Strom für den Eigenbedarf der Landwirte erzeugen, während größere Anlagen potenziell genug Strom für die Einspeisung ins allgemeine Netz erzeugen können.

### Agri-PV für ehemalige Kohleregionen

Die derzeitige wirtschaftliche Tragfähigkeit von Agri-PV-Parks ist nur bei großflächiger Anwendung von über 20 Hektar. Ehemalige Kohleregionen mit Bedarf an Flächenumwidmung könnten an der Entwicklung von Agri-PV interessiert sein; allerdings ist die Bodenqualität ein sehr wichtiger Faktor für ein solches Projekt. Es ist auch wichtig zu überlegen, welche Pflanzen einen höheren Ertrag bringen werden
auf lange Sicht. Topfpflanzen und sandige Böden sind im Allgemeinen mit Agri-PV kompatibel, und der Boden
Die Zusammensetzung der PV-Anlage kann für die gewählte Kultur und die damit verbundenen landwirtschaftlichen Tätigkeiten optimiert werden. Die derzeitigen bewährten Verfahren legen nahe, dass **zuerst die Form der Landwirtschaft ausgewählt und dann die PV-Anlage angepasst werden sollte, und nicht umgekehrt.**

## Die wichtigsten Herausforderungen

Zu Beginn des Forschungsprojekts war das **Genehmigungsverfahren** für den Bau der Forschungsanlage sehr schwierig und langwierig, da die Behörden mit Agri-PV-Anlagen nicht vertraut waren. Derzeit gibt es in Deutschland keine Bestimmungen für Agri-PV in der Flächennutzungsverordnung, mit klaren Einschränkungen für Gebäude in ländlichen Gebieten. Die Kombination von Landwirtschaft und PV-Anlagen bringt zwei Regelungsbereiche zusammen, die in der Vergangenheit wenig miteinander zu tun hatten.[5] Das Fehlen klarer und einheitlicher
Vorschriften auf lokaler, nationaler und europäischer Ebene sind ein absehbares Hindernis auch für andere Kohleregionen in Europa, die Optionen für Agri-PV-Anlagen prüfen wollen.

5 https://www.fz-juelich.de/de/forschung/energie/agri-pv

Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass die Behörden nicht über die nötige Erfahrung verfügen, um die Tragfähigkeit eines Projekts zu beurteilen, wie es bei anderen Übergangsprojekten der Fall ist. Sie sind auf den Rat von Experten angewiesen, um fundierte Entscheidungen zu treffen.

Ein weiteres großes Hindernis für die Verbreitung von Agri-PV sind die **hohen Kosten**. Während die Kosten für PV-Module erheblich gesunken sind, machen die Stahlpreise für die hohen Gerüste und Solarenergiespeichersysteme den Bau zu einem teuren Unterfangen. Hohe Kosten können auch mit dem Netzanschluss verbunden sein, je nachdem, wie weit der nächste Netzanschlusspunkt entfernt ist.[6] Laut Fraunhofer ISE liegen die nivellierten Energiekosten für (offene) Agri-PV-Systeme derzeit bei
zwischen 5,2 und 8,7 Cent pro Kilowattstunde in Süddeutschland und 7,1 bzw. 11,9 Cent pro Kilowattstunde in Norddeutschland geschätzt. Die von den Forschern angenommenen spezifischen Investitionen liegen zwischen 900 und 1700 Euro pro Kilowatt.[7] Die vorgenommenen Bewertungen deuten derzeit darauf hin, dass nur große Agri-PV-Projekte wirtschaftlich tragfähig sind (siehe Kasten).

Es kann noch weitere Herausforderungen geben, wie z. B. Rückwirkungen auf die Anwohner (so genannter **"Not-in-my-backyard"-Effekt**). Die Forschungsanlage im rheinischen Kohlerevier erhält häufig Kommentare von Anwohnern zu ihrem Aussehen.
Die PV-Paneele sind aus der Ferne sichtbar und können nicht von der umgebenden Vegetation verdeckt werden. Die Errichtung von Agri-PV-Anlagen führt zu erheblichen Veränderungen des Landschaftsbildes, was zu Widerständen führen kann oder
Widerstand von Anwohnern, wenn sie in größerem Umfang eingesetzt werden (wie bei der Windenergienutzung, die in eine frühere CRiT-Fallstudie). Solche Widerstände könnten vermieden werden, indem sichergestellt wird, dass auch die Einheimischen von der Entwicklung der EE profitieren.

## Bedingungen für die Ermöglichung

Die Zusammenführung von Forschung und Praxis ist für den Erfolg der Energiewende und einer nachhaltigen Landwirtschaft unerlässlich. Dieses Projekt zeichnet sich durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern und Interessenvertretern, einschließlich Landwirten, Gartenbauern und Gemeinden, aus. Solche Partnerschaften sind der Schlüssel für die Entwicklung von Systemen, die auf die spezifischen Bedingungen der Region zugeschnitten sind. Sie stellen sicher, dass eine Region umfassend auf den Übergang vorbereitet ist, und erleichtern die schnellstmögliche Umsetzung. Zweitens ermöglichen die wertvollen Rückmeldungen der Landwirte eine künftige Optimierung der landwirtschaftlichen PV-Systeme entsprechend ihren Bedürfnissen und Anbaumethoden.

6 https://www.tfz.bayern.de/mam/cms08/rohstoffpflanzen/dateien/231005_p_tfz_leitfaden_agri-pv.pdf

7 Die geschätzten Preisunterschiede beruhen auf Marktdaten für Investitionskosten, Wartung und technische Parameter. Quelle: https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/studie-stromgestehungskosten-erneuer-bare-energien.html, S.19

In der Anfangsphase des Projekts und während des gesamten Bauprozesses holte der Grundstückseigentümer die erforderlichen Genehmigungen bei den zuständigen Behörden ein. Angesichts des Mangels
Wie bereits erwähnt, trug sein Engagement maßgeblich dazu bei, das Projekt auf den Weg zu bringen. Darüber hinaus fördert die Einbindung in ein breiteres Bioökonomienetzwerk und die Nutzung der Verbindungen innerhalb eines Netzwerks zwischen Landwirten, Wissenschaftlern und Industrie das gegenseitige Lernen und den Wissensaustausch.

Das Projekt erhielt eine Anschubfinanzierung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) für den Zeitraum 2019 - 2021 (APV 2.0) und eine Anschlussfinanzierung für den Zeitraum 2022 - 2026 (AgriFEe)[8].

DIE FORSCHUNGS- UND DEMONSTRATIONSANLAGE FÜR EINE GRIV OL TAICS IN MORSCHENICH -AL T.QUELLEN: FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH /RALF -UWE LIMBA CH

## Errungenschaften

Die Ergebnisse der seit vier Jahren durchgeführten Pflanzenforschung sind bisher positiv. Das Forschungsteam begann die Tests mit einer sehr empfindlichen Pflanze, der Ackerbohne. Die Forschung zeigte, dass die Beschattung durch Solarzellen den Ertrag nicht wesentlich beeinträchtigt. Die Installation eines Bewässerungssystems wirkte sich positiv auf das Pflanzenwachstum aus. Darüber hinaus erbrachte die Forschung positive Ergebnisse mit Heilpflanzen wie der Kapuzinerkresse.

Außerdem entdeckten die Forscher, dass die Agri-PV-Anlage den Anbau von Pflanzen ermöglicht, die sonst
in Deutschland nicht gedeihen, auch nicht Olivenbäume, da die Pflanze Niederschläge wirksam zurückhält und Frostschäden in den Wintermonaten verhindert.

In den kommenden Jahren werden die Forscher weitere Mikroklimastudien durchführen und weitere Erkenntnisse darüber gewinnen, wie Anbausysteme optimiert werden können.

8 https://www.land.nrw/pressemitteilung/start-des-forschungsverbunds-modell- region-biooekonomie-im-rheinischen-revier

Ein weiterer Meilenstein des Projekts ist die automatische Erfassung von Messdaten. Es gibt zwei vollautomatische Batteriesonden mit verschiedenen optischen Sensoren, die Anlagenmessungen vornehmen. Damit kann der Zustand der Anlagen unter der PV-Anlage und im Kontrollbereich ohne PV-Module rund um die Uhr gleichzeitig analysiert werden, ohne die Pflanzen zu beschädigen.[9]

Außerdem unterstützen die Forscher ein größeres Agri-PV-Projekt im selben Gebiet.[10] Seit Juni 2023 baut RWE am Rande des Braunkohletagebaus Garzweiler auf einer Rekultivierungsfläche eine Agri-PV-Anlage
von rund sieben Hektar. Hier sind drei verschiedene Agri-PV-Konzepte geplant. Das Forschungszentrum Jülich bringt seine Expertise auf dem Gebiet der Pflanzenproduktion und Bioökonomie ein. Das neue Projekt profitiert von seinen Erfahrungen aus Forschungsprojekt.

## Weitere Lektüre

- Website des AgriFE-Projekts: https://www. biooekonomierevier.de/Innovationslabor_APV_2_0
- Website des Fraunhofer ISE Projektpartners: https:// www.ise.fraunhofer.de/en/key-topics/integrated- photovoltaics/agrivoltaics.
- RWE-Demonstrationsanlage für Agrar-PV: https://www. rwe.com/de/press/rwe-renewables/2022-12-22- rwe- plant-innovative-demonstrationsanlage-fuer-agrivoltaik/

## Kontakte

- Dr. Matthias Meier-Grüll, Leiter des Innovationslabors "Agricultural Food Energy Campus", Forschungszentrum Jülich GmbH

9 pand=Übersetzungenhttps://www.fz-juelich.de/de/forschung/unsere-forschung/energie/agri-pv?ex-,fzjsettings,nearest-institut
10 https://www.fz-juelich.de/de/aktuelles/news/meldungen/2024/neue-agri-pho- tovoltaikanlage-mit-juelicher-expertise-im-rheinischen-revier-in-betrieb

## IN KONTAKT MIT DER EU TRETEN

### Persönlich

Überall in der Europäischen Union gibt es Hunderte von Europe Direct-Zentren. Die Adresse des Zentrums in Nähe finden Sie online (european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us_en ).

### Telefonisch oder schriftlich

Europe Direct ist ein Dienst, der Ihre Fragen zur Europäischen beantwortet. Sie können diesen Dienst kontaktieren:

- per gebührenfreiem Telefon: 00 800 6 7 8 9 10 11 (einige Betreiber können für diese Anrufe Gebühren verlangen),
- unter der folgenden Standardnummer: +32 22999696,
- über das folgende Formular: .european-union.europa.eu/contact-eu/write-us_en

## INFORMATIONEN ÜBER DIE EU FINDEN

### Online

Informationen über die Europäische Union in allen Amtssprachen der EU sind auf der Europa-Website (european-union.europa.eu) verfügbar.

### EU-Veröffentlichungen

Sie können EU-Veröffentlichungen unter op.europa.eu/de/publications einsehen oder bestellen. Mehrere Exemplare der kostenlosen Veröffentlichungen können Sie bei Europe Direct oder bei Ihrem örtlichen Dokumentationszentrum (european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us_en ) anfordern.

### EU-Recht und zugehörige Dokumente

Zugang zu rechtlichen Informationen der EU, einschließlich des gesamten EU-Rechts seit 1951 in allen offiziellen Sprachfassungen, erhalten Sie über EUR-Lex (eur-lex.europa.eu).

### Offene Daten der EU

Das Portal data.europa.eu bietet Zugang zu offenen Datensätzen der Organe, Einrichtungen und Agenturen der EU. Diese können kostenlos heruntergeladen und weiterverwendet werden, sowohl für kommerzielle als auch für nichtkommerzielle Zwecke. Das Portal bietet auch Zugang zu einer Vielzahl von Datensätzen aus europäischen Ländern.

## Initiative für Kohleregionen im Wandel

Die Initiative für die Kohleregionen im Wandel wird von der Europäischen Kommission geleitet.

ec.europa.eu/coal-regions-in-transition

secretariat@coalregions.eu

@Energy4Europe

Publications Office
of the European Union