



MEDEAS

MODELING THE RENEWABLE ENERGY TRANSITION IN EUROPE

ERGEBNISSE UND SCHLUSSFOLGERUNGEN DES PROJEKTES MEDEAS

ABSCHLIESSENDE BROSCHÜRE



VORSTELLUNG DES PROJEKTES

Es ist eine Tatsache, dass sich das weltweite Klima ändert und sich mit unsicheren Folgen und Konsequenzen weiter ändern wird. Unsere Gesellschaft muss deshalb einschreiten und beginnen, die Menge der Emissionen der Treibhausgase durch den Prozess der Dekarbonisierung zu reduzieren. Der Übergang zur kohlenstoffarmen Wirtschaft unter Einsatz erneuerbarer Energiequellen ist wesentlich, er muss jedoch mehrere Ziele erfüllen, inklusive: sozioökonomische Wettbewerbstätigkeit, Umweltschutz, Schaffung hochwertiger Arbeitsplätze und sozialer Wohlstand. Politikgestalter und weitere entscheidenden Personen benötigen ganzheitliche Instrumente, die auf den Bereich Energie fokussieren und gleichzeitig die komplexen Zusammenhänge mit anderen Sektoren berücksichtigen. Die meisten aktuell verfügbaren Modellierungsinstrumente berücksichtigen diese Tatsache nur unzureichend. Fehlende Dokumentationen und Transparenz erschweren weiteren Vergleich der Ergebnisse. Daher war es das Ziel des Projekts MEDEAS, ein führendes Policy-Modellierungswerkzeug zu entwickeln:

Das Ziel des Projektes MEDEAS («Modelling the Energy Development under Environmental and Socioeconomic Constraints») war die Schaffung eines neuen Computermodells, welches die Zukunft des Energiesystems in Europa darstellen

würde, und zwar unter Berücksichtigung der physikalischen und sozialen Grenzen. Die Projektpartner haben deshalb ein fortschrittliches Modellierungsinstrument entwickelt, das durch Rückmeldungen von Partnern aus der Praxis verbessert und mit bestehenden Politiken getestet wurde. Dieses Instrument hat die Ambition, den Übergang zu nachhaltigeren, auf erneuerbaren Energiequellen basierenden Energiesystems in Europa zu unterstützen.

Das Modell MEDEAS ist aus Modulen zusammengestellt, die die Untersuchung von verschiedenen Ebenen und Interessen der Anwender mit einer hohen sektoralen, zeitlicher und räumlichen Auflösung ermöglichen. Die Transparenz des Modells durch die Veröffentlichung einer auf Python (Open-Source Programmiersprache) basierenden kostenlosen Software und die Bereitstellung eines für ein breiteres Publikum bestimmten Anwenderhandbuchs inklusive kostenloser Internet-Kurse und Bildungsmaterialien gesichert.

Das Projekt MEDEAS wurde im Zeitraum 2016–2019 durch ein Konsortium von elf Partnern im Rahmen des Programms der Europäischen Union für Forschung und Innovationen Horizont 2020 (GA 691287) realisiert.

BESCHREIBUNG DES MODELLS

Das im Rahmen des Projektes entwickelte Modellierungswerkzeug hat drei Hauptziele:

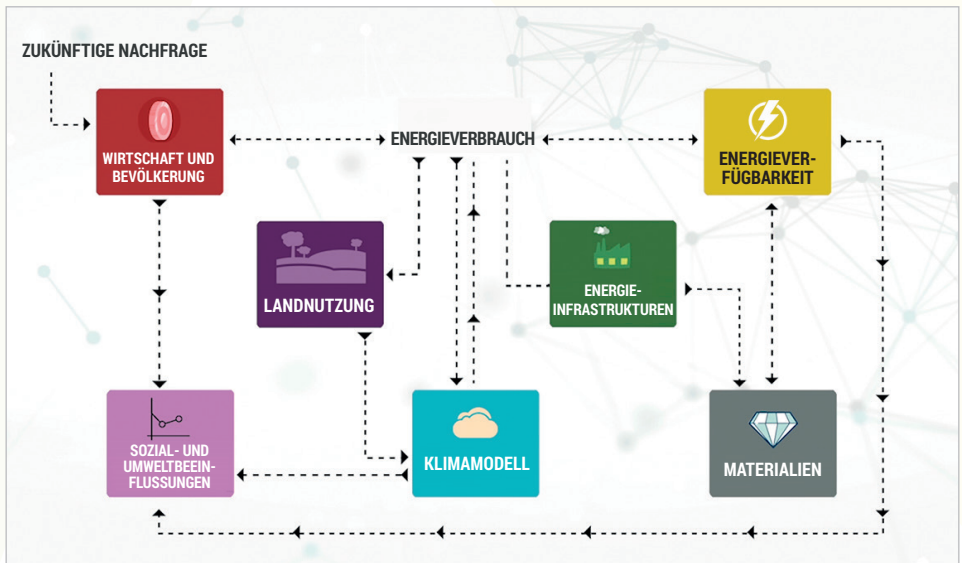
- 1) Identifikation der wichtigsten physikalischen Kennzahlen,
- 2) Betonung der vorhandenen Herausforderung für den Übergang zur kohlenstoffarmen Wirtschaft und
- 3) Vorschlägen von Strategien, wie diesen Herausforderungen zu begegnen ist.

MEDEAS bietet auch Szenarien bis 2050, die die bevorstehenden Herausforderungen und die besten Strategien für die Überwindung der Hindernisse analysieren.

Das Modell MEDEAS-World ist ein globales, ein-regionales Modell von Ökonomie, Umwelt und Energiesystem (oder ein Integrated Assessment Modell, IAM), welche von 1995 bis 2050 läuft und mehr als 4 000 Variablen enthält. Es dient als Rahmen für die europäische Modellversion MEDEAS-Europe, die der Kern des Projektes MEDEAS darstellt. Es wurden auch zwei Modelle für einzelne Länder entwickelt, nämlich für Bulgarien und für Österreich. Das Modellsystem MEDEAS wurde mit einem System-Dynamik-Ansatz entwickelt, der die Integration von Kenntnissen aus verschiedenen Wissenschaftlichen Disziplinen sowie die Rückkopplung verschiedener Subsysteme ermöglicht.

Die Modelle stehen in der (open source) Programmiersprache Python auf der Webseite MEDEAS (<https://www.medeas.eu/model/medeas-model>) zur Verfügung und wurden ursprünglich in der Software Vensim® DSS entwickelt.

Die MEDEAS-Modelle bestehen aus einer modularen und flexiblen Struktur, in der jedes Modul ausgebaut, vereinfacht oder durch eine andere Version oder ein Submodell ersetzt werden kann. Die Modelle sind in sieben Submodule unterteilt:



Dank des innovativen Ansatzes ermöglicht es MEDEAS den Anwendern ökonomische, soziale- und Umweltkennzahlen zu modellieren um den Entscheidungsfindungsprozess zu leiten. MEDEAS trägt somit zum Ausbau des wissenschaftlichen Instrumentariums zur Beantwortung von Fragen bei.

Das Modell MEDEAS wurde mit Unterstützung des Stakeholder Beirats entwickelt, um eine bessere Qualität der Ergebnisse zu gewährleisten und den Bereich der potenziellen Anwender zu maximieren. Eine ausgewogene Mischung von Experten aus verschiedenen, mit dem Projekt zusammenhängenden Bereichen (d.h. Modellentwicklung, Wissenschaft, Politik) wurde bereits früh in den Prozess eingebunden, um ihnen zu ermöglichen, die Entwicklung zu verfolgen und dem Konsortium Rückmeldungen zu geben. Alljährlich fanden persönliche Treffen statt, und dem Beirat wurden laufend Informationen über den Projektfortschritt übermittelt.

ERGEBNISSE DES PROJEKTES MEDEAS

Die wichtigsten Feststellungen der im Projekt MEDEAS erfolgten Forschung sind nachfolgend zusammengefasst:

- Um den erneuerbaren Anteil der Energieversorgung zu erhöhen **werden wir die Nutzung substantiell erhöhen müssen**.
- Die aktuelle **Wachstumsrate von erneuerbarer Energieträgern reichen nicht aus, um bis 2050 CO₂ Neutral zu werden**.
- Falls der Übergang zu erneuerbaren Energiequellen verschoben wird, zeigen die Projektionen große negative Folgen für Beschäftigung, Wirtschaftsaktivitäten und die geplante Reduktion der THG-Emissionen.
- Die Bereitstellung von ausreichend Speicherkapazitäten ist wesentlich zur Gewährleistung der Netzstabilität.
- Die Elektrifizierung sämtlicher Wirtschaftsbereiche wird erforderlich sein, um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren.

Im Projekt MEDEAS wurden Szenarien für den Übergang zu einer kohlenstofffreien Wirtschaft entwickelt, in denen die globale Erwärmung auf unter 2° C zu beschränkt und das CO₂ Reduktionsziel der EU erreicht wird. Drei Szenarien wurden auf der EU-Ebene mit dem Modell berechnet:

- **Fortsetzung der aktuellen Trends** (Business as Usual - BAU): Extrapolation der aktuellen Trends. In diesem Szenario folgen alle Variablen historischen Trends (seit 1995), wie zum Beispiel die jährlichen Zuwachsraten der Windkraft auf dem Festland: 8,7 %, Offshore-Windkraft: 25 %, Solarinstallationen: 9,5 %, Solarparks: 3,6 %.

- **Optimaler Transformation** (Green Growth, OLT): ein leichter Zuwachs der erneuerbaren Energiequellen. Die jährlichen Zuwachsraten der Windkraft auf dem Festland: 17,4 %, Offshore-Windkraft: 25 %, Solarinstallationen: 19 %, Solarparks: 7,2 %.
- **Transformationen (Bezeichnung TRANS)**: maximale Anstrengungen zur Erhöhung der erneuerbaren Energiequellen beginnend im Jahr 2020 mit dem Ziel, die Emissionen der Treibhausgase bis 2050 drastisch herabzusetzen. Die jährlichen Zuwachsraten: Windquellen auf dem Festland: 80 %, Windquellen in der See: 80 %, Solarinstallationen: 60 %, Solarparks: 50 %.

Zu den wichtigsten Schlussfolgerungen aus den Modellergebnissen gehören:

- Das Szenario BAU zeigt wachsende Emissionen und eine dauerhafte Rezession im Zeitraum 2035–2040 und darüber hinaus.
- Das Szenario OLT zeigt zwar ein Wachstum des Brutto-Nationalproduktes, ist jedoch nicht imstande, eine zufriedenstellende Herabsetzung der THG-Emissionen zu gewährleisten (und ist daher nicht mit den Zielen des Pariser Abkommens vereinbar).
- Das Szenario TRANS stabilisiert die Wirtschaft, reduziert den Energiebedarf und zeigt eine drastische Herabsetzung der Emissionen.

Die auf dem Modell basierenden Voraussagen zeigen dass, falls erneuerbare Energiequellen und Speichertechnologien (Speicher und Power-to-X) nicht rasant entwickelt werden, die

wirtschaftliche Stabilisierung (ohne Wachstum) eine mögliche Option für die Dekarbonisierung der Wirtschaft unter Gewährung eines gewissen Wohlstandsniveaus darstellt.

Abschließend hat MEDEAS bestätigt, dass die kommenden Jahrzehnte zu einem der anspruchsvollsten Zeiträume unserer Zivilisation werden. Es wird strukturelle Änderungen geben, die über rein technologische Aspekte hinausgehen und sich auch mit sozialen (z.B. kulturellen und politischen) Aspekten befassen. Wir werden auch neue Lösungen entwickeln müssen, die uns bei der Überwindung von Ressourcenbegrenzungen (von fossile Brennstoffen und weiteren Rohstoffe) helfen und das ganze Wirtschaftssystem auf eine Art und Weise transformieren, welche den unentbehrlichen Übergang ermöglicht.

Die Risiken, nichts zu tun (Business as Usual), oder die Transformation zu verschieben, sind zu hoch, um sie überhaupt zu erwägen. Je länger wir warten, um die notwendigen Änderungen durchzuführen, desto höher werden die Energiekosten werden, die wir aufwenden müssen, und desto mehr Risiken werden wir

sowohl für die künftige Generationen der Menschen als auch für die Ökosysteme des Planeten in Kauf nehmen müssen.

Das White Book für die Politikgestalter

Das MEDEAS White Book beschreibt die Bedeutung der Fragen in Bereichen Modernisierung des Stromnetzes, Elektrifizierung des Verkehrs, Rolle von Erdgas, Energieeffizienz, Energiekosten, der Finanzierung der grenzüberschreitenden Energieinfrastruktur, Preisregulierung, Rohstoffe und Recycling, Umweltauswirkungen, der sozialen und Verhaltensanpassung, Wirtschaftsentwicklung und Klimawandelanpassung. Aufgrund der im Projekt durchgeführten Analysen leitet das Buch anschließend Empfehlungen für langfristige Politik und für Policy-Modellierung ab, die für die Erreichung der Energie- und Klimaziele der EU und für die Umsetzung der Strategie Clean Planet for All wichtig sind. Der Ausgangspunkt für die Szenarienentwicklung war das verfügbare globale Limit für die CO₂-Emissionen zur Beschränkung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2° C, das von den Teilnehmerländer der 21. Konferenz der Partner in Paris (COP21, OSN, Pariser Abkommen, 2015) vereinbart wurde.



WEITERE OUTPUTS DES PROJEKTES MEDEAS

MEDEAS Datenbank

<https://www.medeas.eu>

Analyse der wichtigsten Variablen und Parameter, ihrer Hauptbeziehungen und die Definition der erforderlichen Variablen für den Vergleich der Modelle, die Sensitivitäts-Analyse und den Kreuzvergleich der Modelle.

MEDEAS Modelle in Python

<https://www.medeas.eu/model/medeas-model>

Die Open source der Modell-Versionen sind auf drei geographischen Ebenen zugänglich: Welt, die EU und Österreich.

MEDEAS Video-Anleitungen

https://www.youtube.com/channel/UCI7_M85yAFst5YixTdtDMCw?view_as=subscriber

Fünf Kurzvideos wurden veröffentlicht, die den Modellanwender anleiten, wie die pymedeas-Modelle zu installieren und anzuwenden sind.

MEDEAS Dokument

<https://www.medeas.eu>

Das zwanzigminütige Dokumentation beschreibt das ganze Projekt und fasst die Ziele und deren Hauptergebnisse in einem der breiten Öffentlichkeit zugänglichen Stil und Sprache zusammen. Sie enthält die Sichtweise der breiteren Öffentlichkeit, der Industrie und von Stakeholdern auf das Thema Energie und beschreibt den Stand der Technik der erneuerbaren Energieerzeugungstechnologien. Schließlich zeigt sie Transformations-Szenarien mit Simulationsergebnissen und beschreibt die Rolle der ins Projekt als Berater eingebundenen Experten.

MEDEAS Offener Online-Kurs (MOOC)

<https://www.medeas.eu/model/mooc-course>

Die Kursdauer beträgt sechs Wochen mit einem geschätzten Arbeitsaufwand von 5 Stunden pro Woche. Jedem Thema werden zwei Kurzvideos (10 Minuten) gewidmet, Referenzunterlagen, Hilfsmaterialien, Aufgaben für Studenten und ein Fragebogen für Selbstbewertung. MOOC ist auf die Beschreibung der MEDEAS IAM-Modelle, deren Struktur und Anwendung ausgerichtet. Das Ziel des Kurses ist die Ermutigung der Studentinnen und Studenten, dieses kostenlose Instrument zur Untersuchung der besten Wege für den Übergang zu einer kohlenstofffreien Gesellschaft zu untersuchen.

MEDEAS hat die Organisation der Energetischen Modellierungsplattform (Energy Modelling Platform for Europe, EMP-E) 2019 geführt

<http://www.energymodellingplatform.eu>

MEDEAS hat im Jahr 2019 das Treffen der Plattform geführt, die ein Bestandteil der Gruppe für Modellierung der Energetik H2020 ist und aus zehn aus dem Programm der Europäischen Kommission – Forschung und Innovationen – finanzierten Projekten des Horizontes 2020 besteht.

EMP-E ist alljährliche Konferenz, bei der Wissenschaftler und Politikgestalter zusammenfinden und die aktuellen Fragen und innovativen Herangehensweisen der energetischen Modellierung lösen. Aufgrund der aktiven Einbindung der Vertreter der Europäischen Kommission und der führenden Forschungsarbeiter ist das Ziel der Konferenz, den Abgrund zwischen der wissenschaftlichen Modellierung und der Politikgestaltung auf dem europäischen, regionalen und lokalen Niveau zu überwinden.

MEDEAS Publikationen

Die Partner des Projektkonsortiums haben im Zuge des Projektes einige interessante wissenschaftliche Publikationen verfasst. Die Liste der Publikationen sind auf der [MEDEAS-Website](#) zu finden und stehen auch auf dem Portal ResearchGate zur Verfügung, unter <https://www.researchgate.net/project/MEDEAS>.

INFORMATIONEN ZUM DOKUMENT

Verantwortlicher Partner: [Hnutí DUHA](#)

Problembereich: [WP8 - Kommunikation, Verbreitung und Verwertung der Ergebnisse](#)

Aufgabe: [8.5. Kommunikation des Projektes](#)

Autoren: [Romana Kaclířková](#), [Myrto Theofilidi](#), [Teresa Madurell](#)

Ausgangsart: [Öffentlich](#)

Dieses Dokument wurde durch die Partner des Projektes MEDEAS im Rahmen des Vertrags ES-GA Nr. 691287 vorbereitet. Die in dieser Broschüre angeführten Informationen und Meinungen sind Meinungen der Autoren und müssen die offizielle Stellungnahme der Europäischen Union nicht widerspiegeln. Weder die Organe und Institution der Europäischen Union noch die in ihrem Namen handelnden Personen tragen Verantwortung für die Anwendung der in dieser Publikation enthaltenen Informationen.

KONSORTIUM DES PROJEKTES MEDEAS



Jordi Solé Ollé
(Project coordinator)
 info@medeas.eu

www.medeas.eu

MEDEAS

ProjectMEDEAS

MEDEAS

MEDEAS



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation action programme under grant agreement No 691287. MEDEAS project forms part of the LCE21-2015 group: Modelling and analysing the energy system, its transformation and impacts (social, environmental and economic aspects of the energy system).