

## BioFlex

Integratives Energieinfrastrukturplanungstool für sektorübergreifenden Resilienz- und Flexibilisierungskonzepten.

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Energieforschung (e!MISSION), Energieforschung, Energieforschung Ausschreibung 2022	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.12.2023	<b>Projektende</b>	28.02.2025
<b>Zeitraum</b>	2023 - 2025	<b>Projektlaufzeit</b>	15 Monate
<b>Keywords</b>	Simulationstool, Interdisziplinarität, Energie, Bioökonomie, Risiken, Unsicherheiten, Flexibilität, Resilienz		

### Projektbeschreibung

In weniger als sieben Jahren soll die österreichische Stromversorgung bilanziell gänzlich aus erneuerbaren Energieträgern gedeckt werden, und sich das Land auf der Zielgeraden zur Erreichung der Klimaneutralität befinden. Um diesen Transformationsprozess zu informieren, versuchen zahlreiche inter- und transdisziplinäre Szenarien des Projektkonsortiums ein Bild davon zu zeichnen, wie die Energieinfrastruktur, inklusive Produktion, Transport, Umwandlung und Einsatz in den nächsten Jahrzehnten aussehen könnten. Vorprojekte zeigen jedoch ernstzunehmende Mangel dieser Planungstools auf. So ist zum Beispiel die zukünftige Bereitstellung und Nachfrage verschiedener Energieressourcen von wachsenden Unsicherheiten geprägt, denen zurzeit nicht ausreichend Aufmerksamkeit geschenkt wird.

Das Sondierungsprojekt BioFlex dient zur Vorbereitung von Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsvorhaben, die zum Ziel haben, vorausschauend zukünftige Risiken des Klimawandels auf die Energieinfrastruktur soweit als möglich zu vermeiden und sich ergebende Chancen zu nutzen. Chancen ergeben sich in erster Linie durch die gemeinsame Planung von Maßnahmen zur Steigerung der Infrastruktur-Resilienz im Bezug auf extreme Wetterereignisse und Maßnahmen zur Flexibilisierung im Bezug auf regelmäßige Schwankungen. Zusätzliche Chancen bringt die strategische Kopplung zwischen Infrastruktursystemen um Engpässe und Defizite durch die gezielte Umwandlung von unterschiedlichen Ressourcen auszugleichen.

In einer innovativen, sektorübergreifende Risikoanalyse kommen, bereits für andere Länder erprobte Untersuchungen zu langen Zeitserien volatilen Erneuerbarer Stromproduktion zum Einsatz um gehäufter auftretende und akutere, extreme Residuallastevents nun auch für Österreich zu identifizieren. Die Methode wird auf ausgewählte Fälle der fluktuierenden Bioenergiebereitstellung übertragen. Anhand einzigartiger Expertise zu Biomasseversorgungskettenplanung werden so nicht nur sektorübergreifende Ausgleichmaßnahmen, sondern auch Klimawandelauswirkungen und andere Risiken für Energieinfrastrukturen abseits des Stromsektors identifiziert. Eine neue, gut abgestimmte Epistemologie hilft Gemeinsamkeiten der unterschiedlichen Unsicherheiten und die Problemstellung für die weitere Sondierung besser zu beschreiben. Im nächsten Schritt gibt ein Überblick zu existierenden internationalen und nationalen Infrastrukturplanungstools Aufschluss zu ihren derzeitigen Limitierungen im Umgang mit Klimawandelauswirkungen und

anderen Unsicherheiten. Daraus ergibt sich ein Anforderungsprofil, das innerhalb des Konsortiums und mit einflussreichen Systemmodellierern diskutiert wird um vielversprechende Lösungsansätze zu identifizieren. In einem publizierbaren F&E&I Leitfaden werden die Stärken, Schwächen, Möglichkeiten und Gefahren, notwendige Ressourcen und Erfolgsaussichten weiterführender Vorhaben dargestellt und zielgerecht kommuniziert.

Das angestrebte Ergebniss ist ein Paradigmenwechsel im Umgang mit den wachsenden und vielschichtigen Unsicherheiten in der Energieinfrastrukturplanung. Radikal neu gedachte, sektorübergreifende und integrative Resilienz- und Flexibilisierungskonzepte können nur dann zur Anwendung kommen, wenn ihr gesellschaftlicher Nutzen in Planungstools gezeigt werden. So kann die Gestaltung von notwendigen politischen und Marktrahmenbedingungen informiert werden. Dadurch können Synergien gehoben, „Stranded Assets“ vermieden, technologische und ökonomische Risiken verringert, „strategische Intelligenz“ zwischen Infrastrukturen verbessert und diese auf die aktuellen großen gesellschaftlichen Herausforderungen vorbereitet werden. Kurz gesagt löst der sondierte Ansatz das „Missing-money-problem“ das sich aus geringer Vollaststundenauslastung bei flexiblen Bioenergie-, aber auch Wasserstofftechnologien und Batterien ergibt und hebt die Relevanz von Vorräten, Speichern, Redundanzen, und allen voran der Kopplung zwischen Infrastrukturen zum intelligenten Austausch vielfältiger Ressourcen.

## **Abstract**

In less than seven years, Austria's electricity supply is expected to be entirely covered by renewable energy sources, and the country will be on the home stretch to achieving climate neutrality. To inform this transformation process, numerous inter- and transdisciplinary scenarios by the project consortium attempt to paint a picture of what the energy infrastructure, including production, transport, conversion and deployment, could look like in the coming decades. However, preliminary projects show serious shortcomings of these planning tools. For example, the future supply and demand of various energy resources is characterised by growing uncertainties that are currently not given sufficient attention.

The BioFlex exploratory project serves to prepare research, development and innovation projects that aim to proactively avoid future risks of climate change on the energy infrastructure as far as possible and to exploit opportunities that arise. Opportunities arise primarily from the joint planning of measures to increase infrastructure resilience in relation to extreme weather events and measures to increase flexibility in relation to regular fluctuations. Additional opportunities come from strategic coupling between infrastructure systems to compensate for bottlenecks and deficits through the targeted transformation of different resources.

For the first time, therefore, an uncertainty-measures matrix categorises different uncertainties, risks, resilience and flexibility measures for electricity and bioenergy infrastructures. Based on the matrix, existing and established planning tools are examined to see how they deal with the different uncertainties and measures and the opportunities and threats of multi-sector coupling. Diagnostic scenarios will be formulated to allow energy infrastructure planning tools to be tested for their uncertainty measures coverage. The diagnostic scenarios are used to test own tools for the identified requirements. For this purpose, two tools are used, one with a focus on electricity infrastructure and one with a focus on bioenergy infrastructure. Possibilities and limitations of the own tools, their combination and extension in follow-up projects are discussed and summarised. The results will be prepared for a scientific publication to enhance the relevance and quality of the exploratory and follow-up projects. An R&D&I guide for tools for strategic, integrative planning and implementation of cross-sectoral resilience and flexibility concepts will be published. A publishable guide will include a SWOT analysis, resource requirements

and an assessment of the likelihood of success of the follow-up project. National and international experts will be involved to best align the follow-up projects with ongoing developments, identify further collaborations and demonstrate the broad applicability of the results.

The desired result is a paradigm shift in dealing with the growing and complex uncertainties in energy and other infrastructure planning. Radically rethought, cross-sectoral and integrative resilience and flexibility concepts can only be applied if their societal benefits are demonstrated in planning tools. This can inform the design of necessary policy and market frameworks. This can leverage synergies, avoid stranded assets, reduce technological and economic risks, improve "strategic intelligence" between infrastructures and prepare them for the current grand societal challenges. In short, the explored approach solves the "missing money problem" resulting from low full load hour utilisation of flexible bioenergy, but also hydrogen technologies and batteries, and highlights the relevance of stocks, storage, redundancies, and above all the coupling between infrastructures for the intelligent exchange of diverse resources.

## **Endberichtkurzfassung**

1. Entwicklung eines 3D-Integrationsrahmenwerks: Das BioFlex-Projekt hat ein dreidimensionales (3D) Integrationsrahmenwerk entwickelt, das die technologische, zeitliche und räumliche Dimension der Systemintegration umfasst. Dieses Rahmenwerk ermöglicht eine umfassende Betrachtung der Wechselwirkungen und Synergien zwischen verschiedenen Energieträgern und Netztypen.
2. Meta-Analyse der österreichischen Forschungsgemeinschaft: Eine umfassende Meta-Analyse der österreichischen Energiesystemplanungskapazitäten wurde durchgeführt. Diese Analyse identifizierte wichtige Integrationslücken und lieferte wertvolle Empfehlungen zur Verbesserung der Modellierungsinfrastruktur in Österreich.
3. Systemintegrationsfolgenabschätzung (SIFA): Das Projekt hebt die Notwendigkeit einer verstärkten Systemintegrationsfolgenabschätzung hervor, um Ressourceneffizienz und Zuverlässigkeit als Synergien und nicht als Kompromiss zu verstehen. Dies ist entscheidend, um nachhaltige und zuverlässige Energiesysteme zu planen.
4. Modellierung von Unsicherheiten und Störungen: Durch den Einsatz von Modellen wie dem Biomasseversorgungsmodell BeWhere und dem Stromsystemmodell MEDEA wurden die Auswirkungen von Unsicherheiten und Störungen auf die Energieversorgung simuliert und optimiert. Diese Modelle halfen, die Resilienz und Flexibilität des Energiesystems zu bewerten.
5. Empfehlungen zur Verbesserung der Modellierungsinfrastruktur: Das Projekt lieferte konkrete Empfehlungen zur Verbesserung der österreichischen Modellierungsinfrastruktur für Energiesysteme. Dazu gehört die Integration von Flexibilitätsoptionen, die Berücksichtigung von Klimaszenarien und die Bewertung von Infrastrukturschäden durch Extremwetterereignisse.
6. Wissenschaftliche Publikationen und Kollaborationen: Das Projekt führte zu mehreren wissenschaftlichen Publikationen und Präsentationen auf internationalen Konferenzen. Eine Kollaborationsdatenbank wurde erstellt, um die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Forschungsgruppen zu fördern und die Schließung von Integrationslücken zu erleichtern.

Diese Ergebnisse tragen wesentlich dazu bei, die Planung und den Betrieb von Energiesystemen in Österreich zu verbessern und die Herausforderungen des Klimawandels effektiv zu meistern.

Wir stellen diesem Endbericht einen Überblick der zahlreichen Ergebnisse voran, die in unterschiedlichen Formaten im Zusammenhang mit dem BioFlex Projekt veröffentlicht wurden:

Wissenschaftliche Publikation zur österreichischen Energiesystemplanung:

3D Integration gaps in energy system planning – a meta-review of Austrian practices (under review). Schipfer F., Harasek M., Tiwari S., Kraxner F., Schmidt J., Wehrle S., Asasia Kolur N., Thrän D., Esmaeili Aliabadi D., Breunig H. in Energy Research & Social Science

vorher als Preprint auf Zenodo <https://doi.org/10.5281/zenodo.15276174>

Kollaborationsdatenbank zur Schließung der Integration gaps in Österreich auf Basis von über 1.000 wissenschaftlichen Publikationen und mit 125 analysierten Authorinnen aus 56 Forschungsgruppen. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15276174>

Projektpräsentation auf dem Symposium Energieinnovation 2024 in der TU Graz

Schipfer, F., Harasek, M., Schmidt, J., Wehrle, S., Kraxner, F., & Tiwari, S. (2024, February 15). Flexibility and Resilience in Energy System Models . 18. Symposium Energieinnovation (EnInnov 2024), Graz, Austria. <https://doi.org/10.34726/5599>

Projektpräsentation am Klimatag 2024 auf der TU Wien

Schipfer, F., Harasek, M., Schmidt, J., Wehrle, S., Kraxner, F., & Tiwari, S. (2024, April 3). Flexibility and resilience via system integration . 24. Österreichischer Klimatag (2024, Wien, AT), TU Wien, Austria. <https://doi.org/10.34726/6180>

Panel zu Bioökonomieimplikationen auf der IEA Bioenergie Konferenz 2024 in São Paulo

IEA Bioenergy TCP End of Triennium Konferenz, São Paulo, Brasilien am 23.10.2024

als Video zum nachschauen hier: <https://youtu.be/PHL7IG7icyE?si=42WzZ3Ko-p1RN189>

Gemeinsamer Workshop mit der IEA Energiesystemmodellierungsgruppe in Turin

Schipfer, F. (2023, November 17). Reframing flexibility beyond power. Winter 2023 Semi-Annual ETSAP Meeting, Turin, Italy. <https://doi.org/10.34726/5361>

sowie Zusammenfassung hier:

<https://task44.ieabioenergy.com/publications/exploring-flexibility-from-renewable-hydrogen-and-bioenergy-in-energy-system-modelling-workshop-on-17-november-2023-summary-and-outlook/>

Modellerweiterung des Medea Modells - BOKU/INWE

Die Erweiterungen werden zur Zeit für Folgeprojekte vom BOKU Team evaluiert. Wir diskutieren sie im Anhang dieses Endberichts.

<https://github.com/inwe-boku/medea>

Modellerweiterung des BeWhere Modells - IIASA/AFE

Die Erweiterungen werden zur Zeit für Folgeprojekte vom BOKU Team evaluiert. Wir diskutieren sie im Anhang dieses Endberichts.

<https://iiasa.ac.at/models-tools-data/bewhere>

Laufendes Folgeprojekt: IIASA als Host für die internationale Leitung des IEA Bioenergy TCP Task44 Projektes zu Bioökonomiesystemintegration und flexible Bioenergie

<https://task44.ieabioenergy.com/about-us/task-44-members/>

## **Projektkoordinator**

- Technische Universität Wien

## **Projektpartner**

- Universität für Bodenkultur Wien
- "Internationales Institut für angewandte Systemanalyse"- "International Institute for Applied Systems Analysis"