

EnergyTransition/2012/2020/2050

**Reform-Strategien für das österreichische Energiesystem
zur Unterstützung der Politikziele 2012, 2020 und 2050**

Projektproposal

1 Kurzfassungen / Abstracts

1.1 Kurzfassung

Beschreiben Sie die Ausgangslage, die Ziele und die Inhalte des Vorhabens in deutscher Sprache!

a) fünfzeilige Kurzfassung (Synopsis) in deutscher Sprache

Strategien für eine Restrukturierung des österreichischen Energiesystems werden notwendig wegen einer Reihe von neuen energie- und klimapolitischen Zielsetzungen: Bis 2012 wegen des Kyoto-Protokolls, bis 2020 wegen der ambitionierten EU-Ziele und bis 2050 wegen der sich entwickelnden Zielsetzungen im UNFCCC-Prozess. Gemeinsam mit Stakeholdern werden in einer fundierten Modellanalyse die mit diesen zeitlichen Meilensteinen kompatiblen Restrukturierungs-Strategien erarbeitet.

b) Kurzfassung in deutscher Sprache, maximal eine Seite

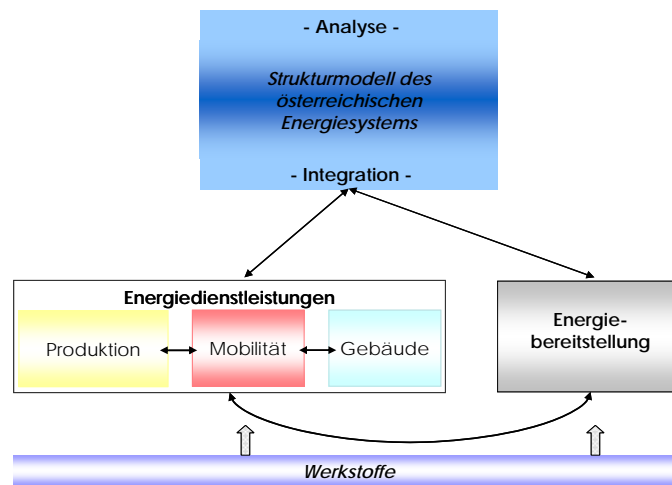
Eine Reihe von aktuellen Fragestellungen aus der Energie- und Klimapolitik in Österreich motivieren dieses Forschungsprojekt:

- Was bedeuten die energie- und klimapolitischen relevanten Zielsetzungen für 2012, 2020 und 2050 für Österreich?
- Welche Restrukturierungs-Strategien stehen für die Erreichung dieser Ziele zur Verfügung?
- Welche technologischen Impulse könnten mit den dafür erforderlichen Investitionen gesetzt werden und welche gesamtwirtschaftlichen Effekte sind dadurch zu erwarten?

Für diese Fragestellungen werden sowohl inhaltlich auch methodisch in mehrfacher Weise innovative Ansätze gewählt, die auf dem Konzept der Technology Wedges von Pacala und Sokolow (Science, 2004) aufbauen.

- Für die wichtigsten Energie-Dienstleistungen in den Bereichen Mobilität, Gebäude und Produktion werden die Entwicklung des Bedarfs sowie die technologischen Optionen und die wirtschaftlichen Implikationen für Innovationen bei den Anwendungs- und Transformations-Technologien analysiert.
- In Hinblick auf die Primärenergieträger wird explizit die konkurrierende stoffliche Nutzung von energetisch nutzbaren Rohstoffen berücksichtigt und das Innovations- und Effizienzpotential durch neue Werkstoffe beleuchtet.

Abbildung: Der integrative Ansatz



Die dafür entwickelte Methodik samt den zugehörigen Modellen kann in Zukunft dazu dienen, sowohl bessere Projektionen und ein aktuelleres Monitoring von Energienachfrage und Emissionen zu erhalten als auch neue Energietechnologien hinsichtlich ihrer kurz- und langfristigen technologischen und wirtschaftlichen Effekte zu beurteilen.

Bei der Durchführung des Projektes wird ein enger Dialog mit den relevanten Stakeholdern angestrebt, um damit Inhalt und Ergebnisse und deren Akzeptanz zu verbessern.

1.2 Abstract

Please describe the present situation as well as the targets of the project planned in English language.

a) Synopsis in English language (5 lines)

A number of targets from energy and climate policy require a restructuring of the Austrian energy system. These targets refer to the end of the commitment period under the Kyoto Protocol by 2012, to the ambitious EU targets set for 2020 and to the emerging goals for 2050 in the UNFCCC process. Together with stakeholders we will develop compatible restructuring strategies corresponding to these temporal milestones.

b) Summary in English language (1 page max.)

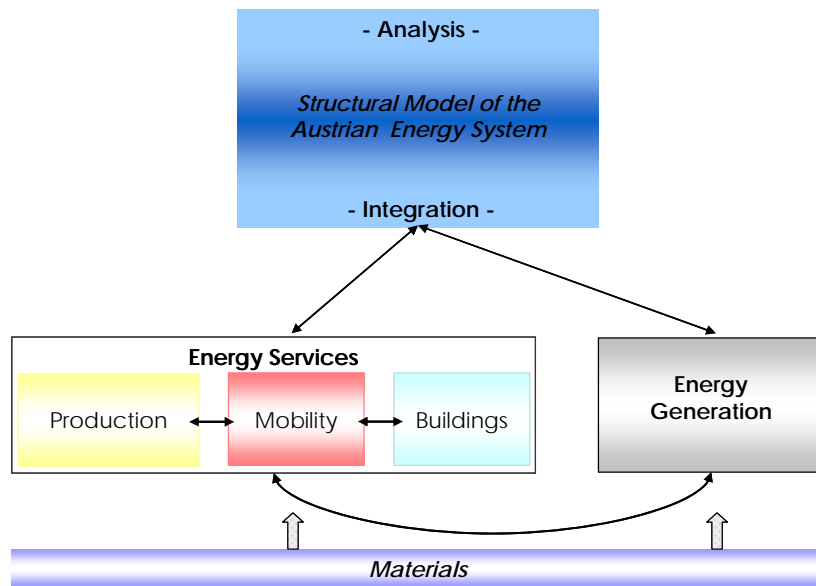
A number of challenging questions emerging from energy and climate policy motivate this research project:

- What do the new targets of energy and climate policy for 2012, 2020 and 2050 mean for Austria?
- What restructuring strategies could be compatible with these targets?
- What technologies could be stimulated with the investments required and what macro economic impacts could be expected?

The proposed research project offers a number of novel suggestions as regards content and methodology for analyzing these questions. This approach is based on the concept of technology wedges by Pacala und Sokolow (Science, 2004).

- For the most important energy services – mobility, buildings and production – developments in demand as well as innovative technological options and their economic impacts are analyzed for application and transformation technologies.
- For primary energy the competing material use of energy resources is explicitly taken into account and in addition the innovative and efficiency potential of advanced materials like polymers is evaluated.

Graph: Integrated Approach



The methodology developed and the corresponding modeling tools are most adequate for providing better projections and monitoring of energy demand and emissions. In addition, new energy technologies can be evaluated as to their short- and long-term technological and economic impacts.

For improving the research approach used and the acceptance of results it is intended to conduct this project in a close dialogue with relevant stakeholders.

2 Wissenschaftlich-technische Beschreibung

2.1 Ausgangslage, Ziele und Innovationsgehalt des Projekts

Die Beschreibung muss folgender Struktur folgen:

2.1.1. **Innovationsgehalt:** Verbesserung zu bestehenden Lösungen, Neuheitsgrad, Technologiesprung, Vergleich zum Stand der Technik („Stand des Wissens“)

Die neuen Herausforderungen für die Energie- und Klimapolitik

Dieses Forschungsprojekt ist motiviert durch eine Reihe von aktuellen Fragestellungen an Politik und Unternehmungen, die im Kontext der Energie- und Klimapolitik in Österreich zu beantworten sind:

- Was bedeuten für Österreich die für die Energie- und Klimapolitik relevanten Zielsetzungen für 2012, 2020 und 2050?
- Welche Restrukturierungs-Strategien stehen zur Erreichung dieser Ziele zur Verfügung?
- Welche technologischen Impulse könnten mit den dafür erforderlichen Investitionen gesetzt werden und welche gesamtwirtschaftlichen Effekte sind dabei zu erwarten?

Für die Beantwortung dieser Fragestellungen werden sowohl inhaltlich als auch methodisch in mehrfacher Weise innovative Ansätze gewählt.

- Für die wichtigsten Energie-Dienstleistungen, nämlich in den Bereichen Mobilität, Gebäude und Produktion, werden die Entwicklung des Bedarfs sowie die technologischen Optionen und die wirtschaftlichen Implikationen für Innovationen bei den Anwendungs- und Transformations-Technologien analysiert.
- Bei den Primärenergieträgern wird darüber hinaus explizit die konkurrierende stoffliche Nutzung von energetisch nutzbaren Rohstoffen berücksichtigt und das Innovations- und Effizienzpotential durch neue Werkstoffe aufgegriffen.

Die dafür entwickelte Methodik samt den zugehörigen Modellen kann in Zukunft dazu dienen, sowohl bessere Projektionen und ein aktuelleres Monitoring von Energienachfrage und energiebedingten Emissionen zu erhalten als auch neue Energietechnologien hinsichtlich ihrer kurz- und langfristigen technologischen und wirtschaftlichen Effekte zu beurteilen.

Bei der Durchführung des Projektes wird ein enger Dialog mit den relevanten Stakeholdern angestrebt, um durch die Einbringung von unterschiedlichen Erfahrungswerten Inhalt und damit Ergebnisse des Projekts zu verbessern sowie deren Akzeptanz zu erhöhen.

Die innovativen Projektelemente

In mehrfacher Hinsicht werden in diesem Projekt innovative Schritte gesetzt.

○ **Integrierte Energiedienstleistungen**

Statt Energieverbräuchen stehen Energiedienstleistungen für Mobilität, Gebäude und Produktion im Mittelpunkt der Analyse. Diese Energiedienstleistungen werden mit ihren Wechselwirkungen sowie ihren Auswirkungen auf die Energiebereitstellung und den Materialverbrauch integriert betrachtet. So hat beispielsweise die Raumordnung Auswirkungen auf die Energiedienstleistung Mobilität und den Energiebedarf für Wohnen (Einfamilienhäuser versus verdichteter Wohnbau).

○ **Strategische Technologieentscheidungen im Energiesystem**

Ausgehend von den gewünschten Energiedienstleistungen wird explizit sichtbar gemacht, wie Technologieentscheidungen sowohl die Energie- als auch Materialflüsse bestimmen (beispielsweise der Raumwärmebedarf in einem Passivhaus oder in einem konventionellen Gebäude). Es werden kaskadisch alle Ebenen des Energiesystems von den Anwendungstechnologien über die Transformationstechnologien bis zur Bereitstellung von Primärenergie analysiert. Das unterscheidet die im vorgeschlagenen Projekt angewandte Methodik grundlegend von konventionellen Analysen des Energiesystems, die sich schwerpunktmäßig an den Zusammenhängen zwischen wirtschaftlicher Aktivität und Endenergie bzw. Bruttoenergie orientieren.

○ **Strategische Technologieentscheidungen bei Werkstoffen**

Bisher weitgehend unbeachtet blieb die Interaktion zwischen den in einer Wirtschaft verwendeten Werkstoffen und dem daraus resultierenden Energieverbrauch. Beispielsweise eröffnen sich durch Innovationen in der Kunststofftechnik neue Optionen für die Fahrzeugtechnik (Leichtbauweise) und Solartechnologien (Substitution von Kupfer und Silizium) mit entsprechenden Auswirkungen auf die Energiedienstleistungen und auf alle Ebenen des Energiesystems (vgl. GUA - Gesellschaft für umfassende Analysen, The contribution of plastic products to resource efficiency, Vienna 2005). Die Möglichkeit der Substitution von energieintensiven Werkstoffen, wie Stahl und Aluminium, durch Kunststoffe hat weitreichende Implikationen für die Anwendungstechnologien des Energiesystems und wird in diesem Projekt erstmals in einer umfassenden Analyse des Energiesystems integriert.

○ **Technologieorientierte Modellmethodik**

Im Kontrast zu jenen Analysen des Energiesystems, deren Fokus auf Energieverbräuchen liegt, betont dieses Projektes die Rolle von Energiedienstleistungen und die Implikationen für Energieverbräuche aufgrund der Technologiewahl bei Anwendung und Transformation von Energie. Bewusst wurde deshalb ein Ansatz gewählt, der die Rolle dieser Technologieentscheidungen klar sichtbar macht. Die gewählte Modellmethodik basiert auf dem Konzept der Technology Wedges, mit dem explizit die Auswirkung von Technologieentscheidungen sowohl auf Investitionsvorgänge als auch auf den Bedarf an Energie dargestellt wird.

Das Konzept der Technology Wedges basiert auf Forschungsarbeiten an der Princeton University und beschreibt Gruppen von technologischen Maßnahmen, die jeweils einen signifikanten Beitrag zur Reduktion des Energieverbrauchs und der Emissionen im Vergleich zu derzeit angewendeten Technologien leisten können. Dieser Ansatz unterscheidet sich somit deutlich von konventionellen Analysen des Energiesystems, die sich typischerweise nur eingeschränkt mit grundlegenden und spezifischen technologischen Transformationen beschäftigen.

In dreifacher Hinsicht erweitert das vorliegende Projekt die bisherigen Forschungsarbeiten zu Technology Wedges: Erstens wird in der geplanten Dimension erstmals ein solches Modell für Österreich entwickelt; zweitens wird die Technologiewahl im Hinblick auf die verwendeten Werkstoffe erweitert und drittens werden die ökonomischen Implikationen von Technologieentscheidungen differenziert sowohl für Investitionen als auch laufenden Energiebedarf integriert.

Das Design des Modellkonzeptes der Technology Wedges wird in den nachfolgenden Abbildungen sichtbar gemacht. Abbildung 1 zeigt das Strukturmodell des Energiesystems mit der energetischen Kaskade von den Energiedienstleistungen bis zur Primärenergie. Das wirtschaftliche Umfeld – wie wirtschaftliche Aktivität, Kapital- und Energiepreise – beeinflusst die Nachfrage nach Energiedienstleistungen. Aus der Wahl der Anwendungs- und Transformationstechnologien folgt der Bedarf an Energie für den Endverbrauch und an Primärenergie. Die mit dem Modell simulierbaren Entscheidungen betreffen Einflüsse auf die Energiedienstleistungen, auf die Anwendungs- und Transformationstechnologien sowie den Mix der Primärenergieträger.

Abbildung 1: Strukturmodell des Energiesystems

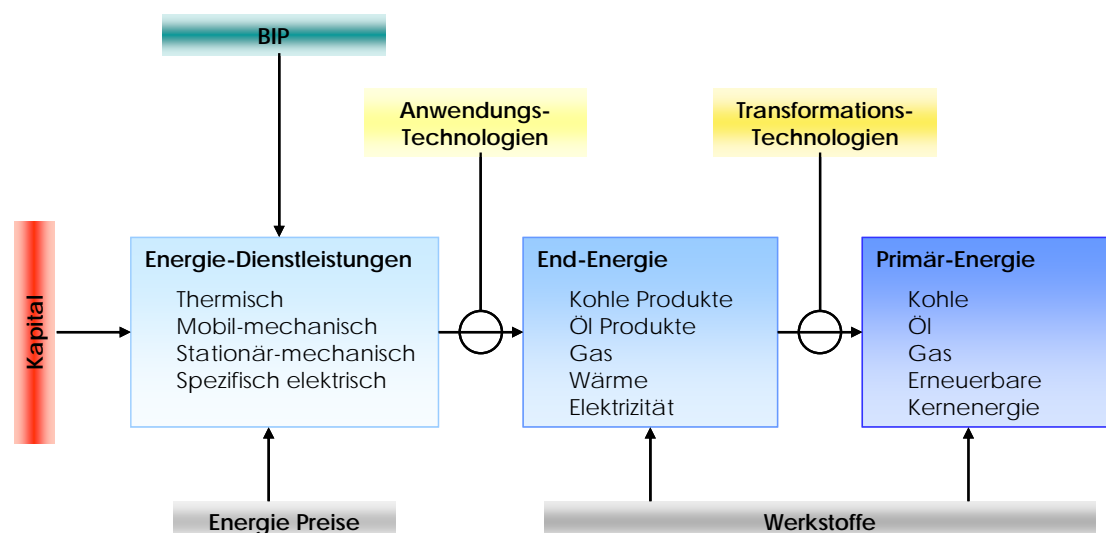
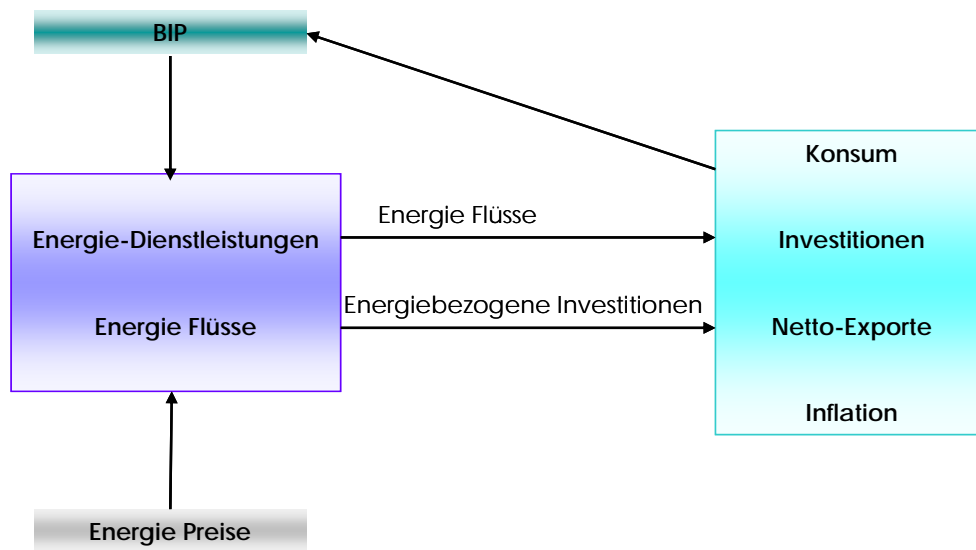


Abbildung 2: Einbettung des Energiemodells in ein gesamtwirtschaftliches Strukturmodell



Das Strukturmodell des Energiesektors ist eingebettet in ein gesamtwirtschaftliches Strukturmodell, wie aus Abbildung 2 ersichtlich, mit Feedback-Beziehungen zwischen beiden Modellen. Vom Energiemodell folgen als Output mit gesamtwirtschaftlichen Folgen die Energieflüsse und mit dem Energiesystem zusammenhängende Investitionen. Das gesamtwirtschaftliche Umfeld wiederum ist eine Bestimmungsgröße für die diversen Energiedienstleistungen und für die relevanten Energietechnologien.

o „Low energy – low carbon – low distance“ Strukturen für 2012, 2020 und 2050

Das Projekt macht sichtbar, wie der Übergang zu „low energy – low carbon – low distance“ Strukturen in Österreich bewältigt werden könnte. Diese Reform-Optionen werden für die drei politisch relevanten Zeithorizonte dargestellt: die Kyoto-Erfüllungsperiode bis 2012, die Energie- und Klimaziele der EU für 2020 sowie die sich für 2050 abzeichnenden Begrenzungen für Treibhausgasemissionen.

Die Integration der drei Zeithorizonte ist ein innovatives und essentielles Element dieses Projektes zur Verbesserung der politischen Entscheidungsprozesse für energie- und klimarelevante Entscheidungen. Kurzfristig scheinbar sinnvolle Investitionen bei Haushalten und Unternehmen können sich mittelfristig als Stranded Investments erweisen. Beispiele für solche potentiellen Konflikte sind kurzfristige Kosteneinsparungen hinsichtlich der thermischen Qualität von Gebäuden und Kraftwerksbauten.

Die inhaltlichen Schwerpunkte

Das Projekt umfasst drei inhaltliche Schwerpunkte:

- Ein energetischer Schwerpunkt analysiert die Technologieoptionen zur Bereitstellung von bestimmten Energie-Dienstleistungen bis zur dafür erforderlichen Primär-Energie.
- Ein werkstofflicher Schwerpunkt beschäftigt sich mit der konkurrierenden werkstofflichen Nutzung von biogenen und fossilen Rohstoffen.

- Ein wirtschaftlicher Schwerpunkt integriert die beiden technologischen Schwerpunkte in einer makroökonomischen Analyse.

Innerhalb dieser inhaltlichen Schwerpunkte werden folgende Technologieoptionen bevorzugt behandelt:

- Thermische Energie-Dienstleistungen für Gebäude und Produktion
- Mechanische Energie-Dienstleistungen für mobile und stationäre Antriebe
- Spezifisch-elektrische Energie-Dienstleistungen für Beleuchtung und Elektronik
- Transformations-Technologien auf kleineren Skalen
- Erneuerbare Primär-Energien
- Hochwertige Polymere zur Substitution von Stahl und Aluminium
- Kaskadische Nutzung von biogenen Rohstoffen

Eine völlig neue Argumentation wird durch die Aufnahme von technologischen Optionen für die konkurrierende werkstoffliche Nutzung von bisher weitgehend energetisch genutzten Rohstoffen gesetzt. Anstöße dazu gibt die bereits bestehende konkurrierende Nachfrage nach Biomasse sowohl für die stoffliche Nutzung in der Papier- und Zellstoffindustrie als auch für die energetische Nutzung zur Bereitstellung von Wärme und Elektrizität. Langfristig zeichnet sich eine ähnliche Situation bei einigen fossilen Rohstoffen, vor allem bei Erdöl ab, das verstärkt zu hochwertigen Polymeren verarbeitet werden könnte und damit eine Substitutionsmöglichkeit für die energieintensive Stahl- und Aluminiumproduktion darstellen würde.

Die gewählten technologischen Fragestellungen erfordern eine entsprechende Weiterentwicklung sowohl der konventionellen Modellansätze des Energiesektors als auch makroökonomischer Modellansätze zur Analyse der wirtschaftlichen Effekte von bestimmten Technologieoptionen. Essentiell ist dabei die Unterscheidung zwischen der Investitionsphase und der Nutzungsphase von Technologien. Jede Technologie wird demnach sowohl in Hinblick auf die Investitionskosten als auch die Betriebsaufwendungen der laufenden Nutzung beschrieben.

Die Auswahl und Bewertung der Technologieoptionen erfolgt in Abstimmung mit den wichtigsten Akteuren des Energiesektors, des Unternehmenssektors und relevanter Entscheidungsträger in der Administration sowie in der Energieforschung. Zusätzlich wird ein Informationsaustausch mit für die Projekthalte relevanten internationalen Institutionen, wie dem Paul Scherer Institut der ETH Zürich und den Fraunhofer Instituten, angestrebt. Diese Vorgangsweise gewährleistet eine laufende Diskussion der Forschungsinhalte sowie die Verbreitung der Projektergebnisse.

Die an Dienstleistungen und Funktionalitäten orientierte Methodik

Das Projekt verwendet zwei methodische Ansätze. Erstens wird für die speziell untersuchten Energie-Dienstleistungen und Werkstoffstrategien ein Katalog von vorhandenen Technologien samt deren Entwicklungspotentialen und Kostenabschätzungen für Investition und An-

wendung erstellt. Zweitens werden die ausgewählten Technologien modellmäßig hinsichtlich ihrer Dynamik bis zu den Zielzeitpunkten 2012, 2020 und 2050 und hinsichtlich ihrer gesamtwirtschaftlichen Effekte analysiert.

Die wesentliche methodische Neuerung des Forschungsprojekts ist die konsequente Orientierung an der Energie-Dienstleistung sowie dem in Abbildung 3 dargestellten integrierten Ansatz. Dies ist dadurch motiviert, dass Endverbraucher nicht an der Bereitstellung der Energie interessiert sind, sondern an deren Nutzen.

Das Forschungsprojekt beginnt daher gemeinsam mit Stakeholdern mit der Entwicklung von unterschiedlichen Pfaden für Energie-Dienstleistungen – den Storylines. Sodann folgt für diese Energie-Dienstleistungen eine Darstellung der Optionen für eine Bereitstellung durch nachhaltige, zukunftsfähige Technologien. Hierbei wird es immer wieder zur Substitution von Energie durch Materialien (z.B. Heizenergie – Isolationsmaterial) kommen.

Die Beschreibung der Storylines umfasst:

- den erforderlichen Investitionsaufwand
- die mit den Investitionen verbundenen gesamtwirtschaftlichen Wirkungen
- den erforderlichen Betriebsmittelaufwand und die hiermit verbundenen gesamtwirtschaftlichen Wirkungen
- verursachte Treibhausgase

Die besondere Herausforderung besteht im Vergleich gänzlich unterschiedlicher Dienstleistungs-Technologien (z.B. Passivhaus-Qualität oder Nutzung von Industrieabwärme). In der Folge werden Interaktionen und Gegensätze herausgearbeitet (z.B. Verträglichkeit von Passivhaustechnologie mit Biomasseheizung) sowie derzeit noch weitgehend ungenutzten Synergien (z.B. Biomasseheizungen mit dezentraler Stromherstellung).

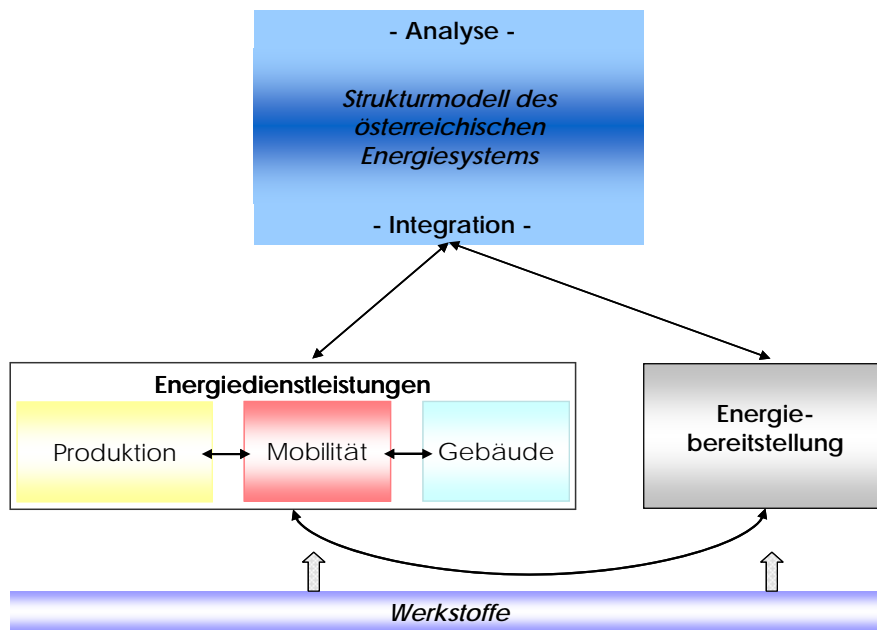
Ergänzend zu den energetischen Dienstleistungen wird bei Werkstoffen deren Funktionalität als Kriterium für ihre Verwendung eingeführt, die beispielsweise mechanische und thermische Qualitäten beinhalten kann.

Das Projekt gliedert sich in die unter 2.2.1 beschriebenen Workpackages für Gebäude, Mobilität, Produktion, Energiebereitstellung und Werkstoffe und Energiebedarf, die über die gemeinsame Methodik der Technology Wedges vernetzt sind. Daraus ergeben sich auch wohldefinierte Schnittstellen, über die die Workpackages Informationen austauschen und in ein integriertes Modell zusammenführen. Diese Vernetzung wird auch in der internen Organisationsstruktur des Projekts sichtbar, bei der die Lead-Partner der einzelnen Arbeitspakete wohl schwerpunktmäßig die Verantwortung für das jeweilige Arbeitspaket haben, aber immer unter dem Blickwinkel der modellmäßigen Integration. In der Projektabwicklung wird durch die regelmäßig stattfindenden internen Workshops dafür Rechnung getragen (siehe Gantt-Diagramm, Formularteil A 2.2.1, Workpackage 7).

Konkret bedeutet das für die Arbeitspakete Gebäude, Mobilität und Produktion, ausgehend von den jeweiligen Energiedienstleistungen die Bestimmung der dafür erforderlichen Endenergie in Abhängigkeit von den gewählten Anwendungstechnologien. Im Arbeitspaket "Energiebereitstellung" werden die vorher bestimmten Endenergiemengen in Abhängigkeit von den gewählten Transformationstechnologien in den Primärenergiebedarf aufgeschlüsselt.

Das Arbeitspaket "Werkstoffe und Energiebedarf" hat eine Querschnittsfunktion und liefert übergreifende Technologieinformationen an die anderen Arbeitspakete. Im Arbeitspaket "Integration und Analyse" wird diese Verknüpfung der Arbeitspakete in einem formalen Modell dargestellt. Grafisch wird dieser integrative Ansatz aus folgender Abbildung ersichtlich.

Abbildung 3: Der integrative Modellansatz

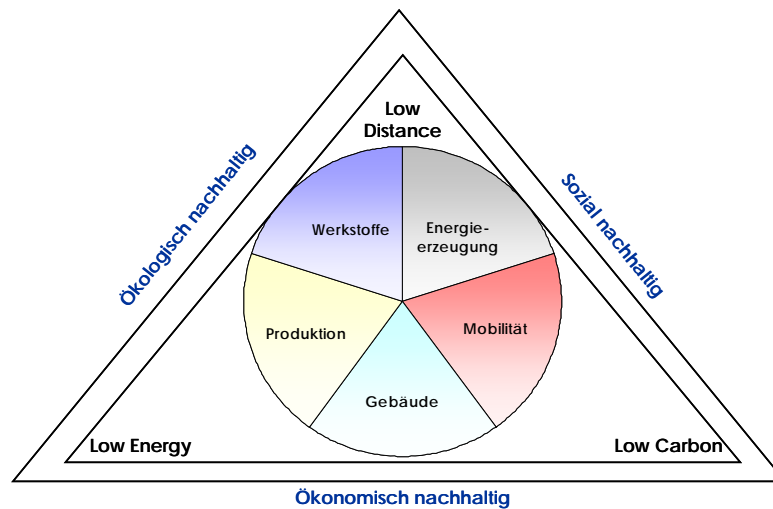


Das Modeling Tool

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel "Die innovativen Projektelemente" angesprochen, stellt das zu entwickelnde Modeling Tool ein integrierendes methodisches Element dar.

Kern des Projekts ist die Entwicklung eines Instruments, das eine Beurteilung von unterschiedlichen Energieszenarien ermöglicht, die eine Transformation des Energiesystems zu Strukturen anstrebt, die durch die Qualitäten "low energy – low carbon – low distance" beschrieben und in Abbildung 4 illustriert sind. Die Konzeption des dafür entwickelten Modells ist insofern neu, als es konsequent dem von Pacala und Sokolow (Science, 2004) kreierte Modellierungsansatz der Technology Wedges folgt. Dieses stark technologie-orientierte Konzept sieht das Energie-System als eine Sequenz von Technologie-Entscheidungen.

Abbildung 4: Nachhaltige Energiestrategien



Die mit einer modellbasierten Methodik durchgeführten Analysen erlauben Aussagen über Transformationsstrategien für das Energiesystem einerseits nach drei Zeitschritten:

- Die Kyoto-Erfüllungsperiode bis 2012
Welche Strategien haben kurzfristige Priorität ohne längerfristig unerwünschte technologische lock-in Effekte auszulösen?
- Die Post-Kyotoperiode bis 2020
Welche Transformationsoptionen sind im Hinblick auf die von der EU formulierten Energie- und Klimaziele verfügbar?
- Die langfristige Perspektive bis 2050
Welche Technologie-Orientierungen folgen aus den langfristig erforderlichen Reduktionen von Treibhausgasen?

und andererseits nach den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit:

- Ökonomisch: Orientierung an Energiedienstleistungen, die für gewünschte ökonomische Entwicklung verfügbar sein sollen. Auslösung von Technologieimpulsen mit positiven Effekten auf Standortsicherheit, Wettbewerbsfähigkeit.
- Ökologisch: Unterstützung der EU 2020-Ziele. Technologien zur Reduktion und Substitution fossiler Energieträger.
- Sozial: Sozial verträgliche Übergangsstrategien. Sichtbarmachen von Energiestrategien, die die Vulnerabilität der Gesellschaft bezüglich ausländischer Schocks durch Preiserhöhungen und mengenmäßige Verknappungen reduzieren.

Energie-Dienstleistungen

Der Ausgangspunkt ist immer die Feststellung der aktuellen bzw. künftig erwarteten oder wünschenswerten Energie-Dienstleistungen.

Für die drei zentralen Bereiche, nämlich

- Mobilität,
- Gebäude und
- Produktion

sind die die wichtigsten Energie-Dienstleistungen

- thermische Energie-Dienstleistungen (auf unterschiedlichen Temperatur-Niveaus),
- mechanische Energie-Dienstleistungen (für stationäre oder mobile Antriebe) sowie
- spezifische elektrische Energie-Dienstleistungen (für Beleuchtung und Elektronik).

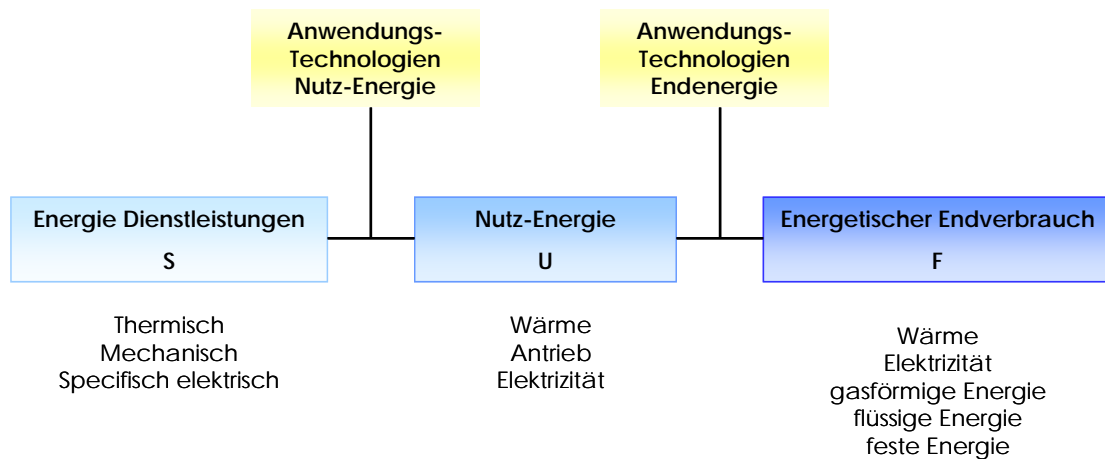
Hervorzuheben ist, dass nur die Energie-Dienstleistungen und nicht die daraus resultierenden Energie-Flüsse als wohlstandsrelevant anzusehen sind.

Nutz-Energie und End-Energie

Für die Erbringung einer Energie-Dienstleistung, beispielsweise die Temperierung eines Gebäudes, ist Nutz-Energie erforderlich, deren Menge wiederum von der eingesetzten Anwendungs-Technologie abhängt. Beispielsweise variiert die Menge an erforderlicher Nutzenergie für eine gewünschte Raumtemperatur in Abhängigkeit von der thermischen Qualität des Gebäudes. Die Nutz-Energie ist oft das Ergebnis einer Anwendungs-Technologie für End-Energie, beispielsweise der Output aus einem Wärmetauscher, der End-Energie in Form von Wärme als Input erhält.

Abbildung 5 zeigt die erste Modell-Komponente aus Abbildung 1 als Prozesskette von den Energie-Dienstleistungen über die Nutz-Energie bis zur End-Energie und die Rolle der zugehörigen Anwendungs-Technologien. Diese Prozessketten werden für die angesprochenen Kategorien an Energie-Dienstleistungen in allen drei Bereichen des Energiesystems dargestellt und sind die kausalen Faktoren für die Energie-Nachfrage: neben den Energie-Dienstleistungen zusätzlich noch die Technologie-Entscheidungen über die Produktivität der Anwendungs-Technologien.

Abbildung 5: Struktur der Energie-Nachfrage



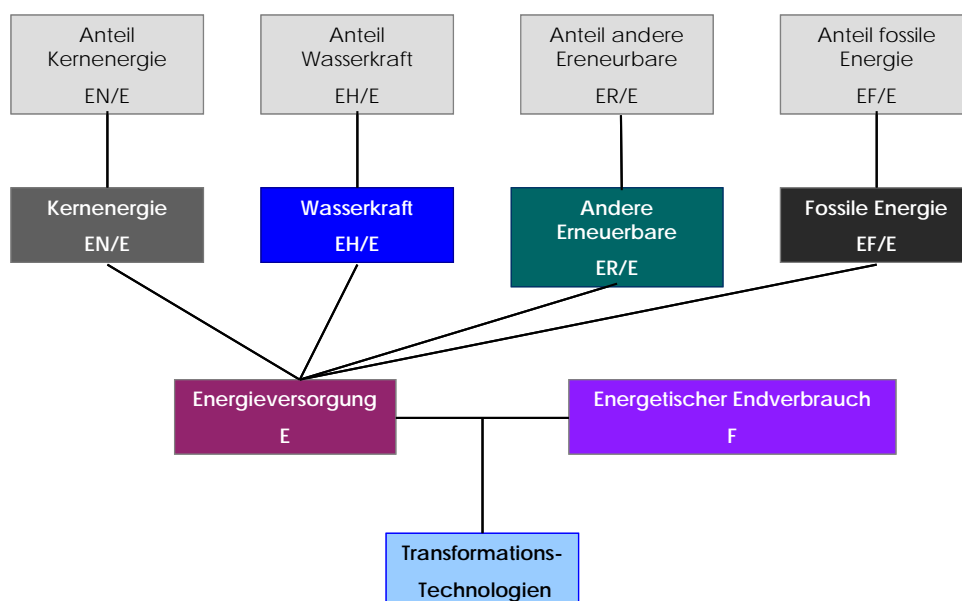
Die Transformation von Primär-Energie zu End-Energie

Die zweite Modell-Komponente widmet sich der Energie-Aufbringung und beschreibt die Transformation von Primär-Energie zu den Energieträgern für End-Energie. Zwei Technologie-Entscheidungen werden dabei sichtbar:

- der Mix der Primär-Energie (vor allem die Rolle von nicht-fossiler Energie) und
- die Effizienz der Transformations- und Verteilungs-Technologien (vor allem die Nutzung von Wärme bei der thermischen Erzeugung von Elektrizität).

Abbildung 6 erläutert die Struktur der Energie-Aufbringung, die sowohl von der Menge als auch von der Qualität mit der im vorangegangenen Schritt bestimmten End-Energie kongruent sein soll.

Abbildung 6: Struktur der Energie-Aufbringung

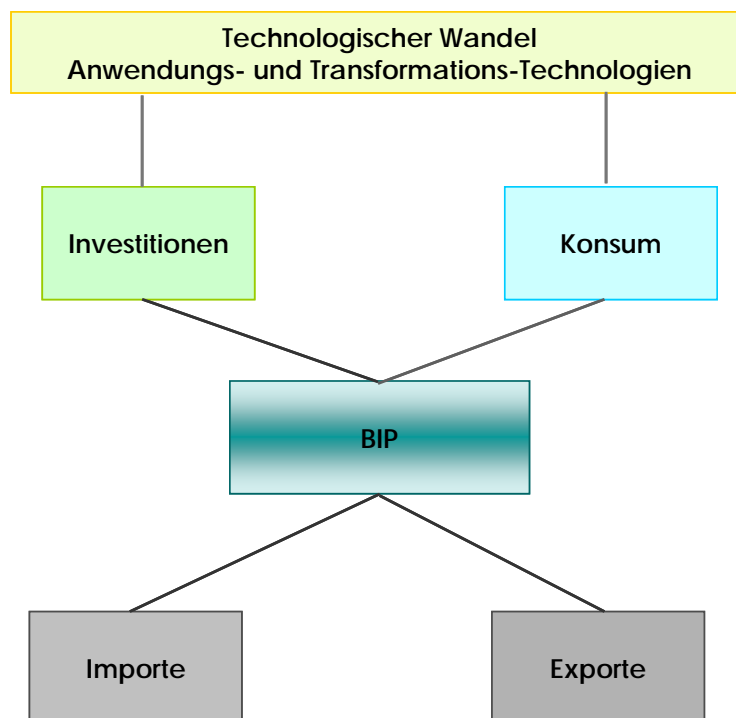


Die makroökonomischen Effekte von Technologie-Änderungen

In der dritten Modell-Komponente werden die makroökonomischen Effekte von Änderungen in den Anwendungs- und Transformations-Technologien abgeschätzt. Typischerweise zerfällt jede dieser Änderungen in eine Investitions- und in eine Nutzungsphase. Beispielsweise löst die thermische Sanierung eines Gebäudes Investitionstätigkeiten aus, die durch die Bauwirtschaft erfüllt werden; nach dieser Investition reduziert sich der Aufwand für Heizenergie, der die damit verbundenen Konsumausgaben reduziert. Weitere Effekte betreffen den Importbedarf an Energie.

In Abbildung 7 werden analog zum gesamtwirtschaftlichen Strukturmodell in Abbildung 2 die Effekte von Technologieänderungen dargestellt. Betont wird hier die notwendige Unterscheidung von Investitions- und Nutzungsphase.

Abbildung 7: Makroökonomischer Modul



Das Konzept der Technology Wedges

Wie bereits oben beschrieben, ist ein zentrales Element für die Anwendung dieses integrierten Strukturmodells für den Energie-Sektor und die Gesamtwirtschaft das Konzept der Technology Wedges.

Darunter wird eine Technologie-Entscheidung verstanden, deren Wirkung von der Art und der Intensität der Veränderung einer Technologie bestimmt wird. Im Fall der thermischen Gebäudesanierung ist das beispielsweise die Höhe der Sanierungsrate, von der die Folgeeffekte über die kommenden Jahre bestimmt werden. Ähnliches gilt für den Übergang zu Zero

Emissions Fahrzeugen oder der kombinierten Erzeugung von Elektrizität und Wärme in Strukturen von Distributed Generation und Smart Grids.

Ein Hauptziel dieses Forschungsprojektes ist die Identifikation von Restrukturierungs-Strategien, die sich an den energie- und klimapolitischen Zielen für 2012, 2020 und 2050 orientieren. Die Optionen für solche Strategien werden als Technology Wedges dargestellt.

Projektionen für Energie-Dienstleistungen und Energie-Flüsse

Gleichsam als ein Nebenprodukt der vorgestellten Modell-Analysen fallen Projektionen über Energie-Flüsse für die zeitlichen Meilensteine 2012, 2020 und 2050 an.

Besonderes Gewicht erhalten dabei die Projektionen für 2012, dem Ende der ersten Kyoto-Erfüllungsperiode. Damit sollen einerseits Hinweise erhalten werden, in welcher Distanz sich Österreich zum Kyoto-Emissionsziel befindet und andererseits Aussagen gewonnen werden, mit welchem Aufwand an technologischer Änderung welche reduktionswirksamen Effekte erreichbar wären.

Methodische Besonderheiten

Auf zwei methodische Besonderheiten in der verwendeten Modell-Konzeption der Technology Wedges sei noch verwiesen.

Erstens werden bewusst nur Strukturen des Energiesystems und deren Änderungen aufgrund von Technologie-Entscheidungen dargestellt, nicht aber die Mechanismen, die solche Änderungen generieren. Die Ausweitung der Argumentation auf solche Mechanismen, wie etwa die Rolle von Energiepreisen und institutionellen Änderungen, würde den bewusst eingeschränkten Inhalt dieses Forschungsprojektes überschreiten.

Zweitens wird sorgfältig abgewogen, welche Rolle ökonometrischen Verfahren bei der Bestimmung von Modell-Parametern zukommt. Das wird eher der Fall sein bei Projektionen, die bis 2012 reichen, immer weniger jedoch, je weiter in die Zukunft projiziert wird, da in diesen Entscheidungsräumen die Vergangenheitsinformation immer weniger relevant wird.

2.1.2. **Entwicklungsrisiko** in finanzieller und technischer Hinsicht (bei der Projektart Grundlagenstudie nicht relevant)

Ein Risiko besteht in der Fülle der notwendigen Daten und in der Tatsache, dass technologische Aspekte sowohl hinsichtlich der Auswirkungen bei Investitionen und bei der Nutzung über einen langen Zeitraum bewertet werden müssen. Allenfalls fehlende Daten werden durch Stichprobenerhebungen ergänzt. Unsicherheiten in den Daten und in den Modellparametern werden durch Sensitivitätsanalysen abgeschätzt.

2.1.3. **Relevanz** des Vorhabens im Verhältnis zu vergleichbaren, bestehenden Lösungen (Bedeutung des Problems, Relevanz für Österreich)

Die Projektpartner können für das vorgeschlagene Projekt auf einer Reihe von Forschungsprojekten aufbauen, wie

- Innovation & Klima – Technologische Optionen zur Verbesserung der wirtschaftlichen Strukturen in den Bereichen Mobilität, Gebäude sowie Energie und Industrie
- TranSust – FP-5 Projekt „Modelling the Transition to Sustainable Economic Structures“
- TransustScan - FP-6 Projekt „Scanning Policy Scenarios for the Transition to Sustainable Economic Structures“
- Österreichische Umwelttechnikindustrie – Die Erfolge und Potentiale dieser Branche.

Eine in diesem Umfang und methodischer Konsequenz wie die im vorliegenden Forschungsprojekt vorgeschlagene Analyse des österreichischen Energiesystems ist noch nicht verfügbar.

2.1.4. *Beschreibung der angestrebten **Projektergebnisse** und der **Lösungswege***

Die angestrebten Projektergebnisse zerfallen in folgende Komponenten:

- Eine in diesem Umfang bisher nicht verfügbare Datenbasis über das österreichische Energiesystem dient als Ausgangspunkt für über das aktuelle Forschungsprojekt hinausgehende Analysen.
- Eine ausführliche Knowledge Base über aktuelle und in Entwicklung befindliche Anwendungs- und Transformations-Technologien samt den Perspektiven für neue Werkstoffe unterstützt Investitionsentscheidungen in Unternehmungen und Haushalten.
- Ein innovatives Modeling Tool, das im Rahmen des Projekt erstellt wird, ermöglicht eine enge Verknüpfung der Datenbasis von Energie-Dienstleistungen und Energie-Flüssen mit den aktuellen und absehbaren Technologien für die Anwendung und Transformation von Energie.

2.1.5. **Einsatzmöglichkeit und Nutzen** der Projektergebnisse bzw. der neuen Technologien

Die Projektergebnisse sind für drei Gruppen von Adressaten von Relevanz:

- Für die politischen Entscheidungsprozesse soll sichtbar werden, welche Optionen zur Restrukturierung des österreichischen Energiesystems für die Zielperioden 2012, 2020 und 2050 zur Verfügung stehen und welche gesamtwirtschaftlichen Effekte damit verbunden sind.
- Die im Sektor Energie tätigen Unternehmungen sollen Hinweise erhalten, welche Investitionsstrategien mit den für die Energie- und Klimapolitik verbundenen Zielsetzungen kompatibel sind.
- In der allgemeinen Öffentlichkeit soll mit den Ergebnissen des Forschungsprojektes das Bewusstsein geweckt werden, dass nur eine breit akzeptierte Veränderung im Umgang mit Energie die Umsetzung der aktuellen energie- und klimapolitischen Ziele ermöglicht.

Besondere Bedeutung kommt dem in diesem Forschungsprojekt entwickelten Modeling Tool zu, dessen Verwendungsmöglichkeit viele Entscheidungsprozesse in Politik und Unternehmungen unterstützen soll:

- Von besonderer Aktualität ist das Monitoring der Maßnahmen, mit denen Österreich bis 2012 die Ziele des Kyoto-Protokolls erreichen will.
- Vermutlich wird schon in der ersten Projektphase innerhalb der EU die Aufteilung der Gemeinschaftsziele für 2020 auf die Mitgliedsstaaten erfolgen (Target Sharing), wodurch sich für Österreich die Notwendigkeit der Entwicklung von damit kompatiblen Energie- und Klimastrategien ergibt.
- Da Österreich sowohl über die EU als auch über den UNFCCC-Prozess in die Diskussion über langfristig anzustrebende Reduktionsziele für Treibhausgase eingebunden ist, sind dafür die für 2050 im Rahmen dieses Forschungsprojektes ermittelten Perspektiven hilfreich.