

Verschränkung des Input-Output-Ansatzes mit dem Elektrizitätswirtschaftsbranchen- modell ATLANTIS

Gerald Feichtinger, Christian Lager, Petra Gsodam, Heinz Stigler
Institut für Elektrizitätswirtschaft und Energieinnovation/TU Graz

11.02.2016

Energie Zentrum Graz

Inhalt

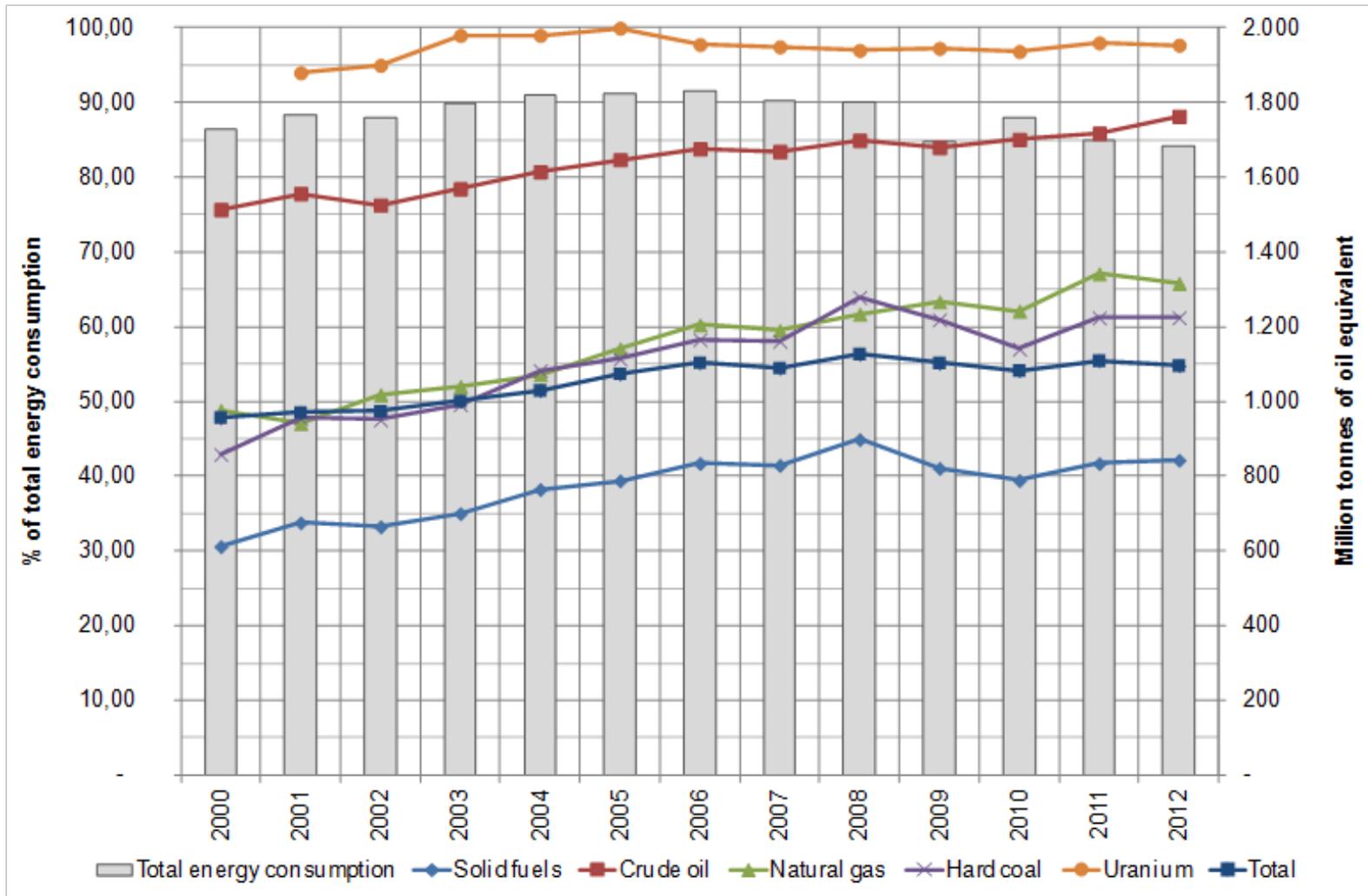
- Motivation
- Multiplikatoranalyse
- Methode
 - Grundmodell
 - Erweiterungen
 - ATLANTIS
- Zusammenfassung



Motivation

- EU-Klimaziele
 - 2020, 2030 sowie Roadmap 2050
 - Reduktion der Energie-Importabhängigkeit, CO₂-Emissionen, ...
- E-Wirtschaft hat grundlegende Paradigmen
 - Langlebigkeit, Leitungsgebundenheit
 - Kapitalintensität erhöht sich durch RES-Umstellung
- Abbildung einer „detaillierteren“ E-Wirtschaft
 - Produktionstechnologien

Motivation | EU-Importabhängigkeit



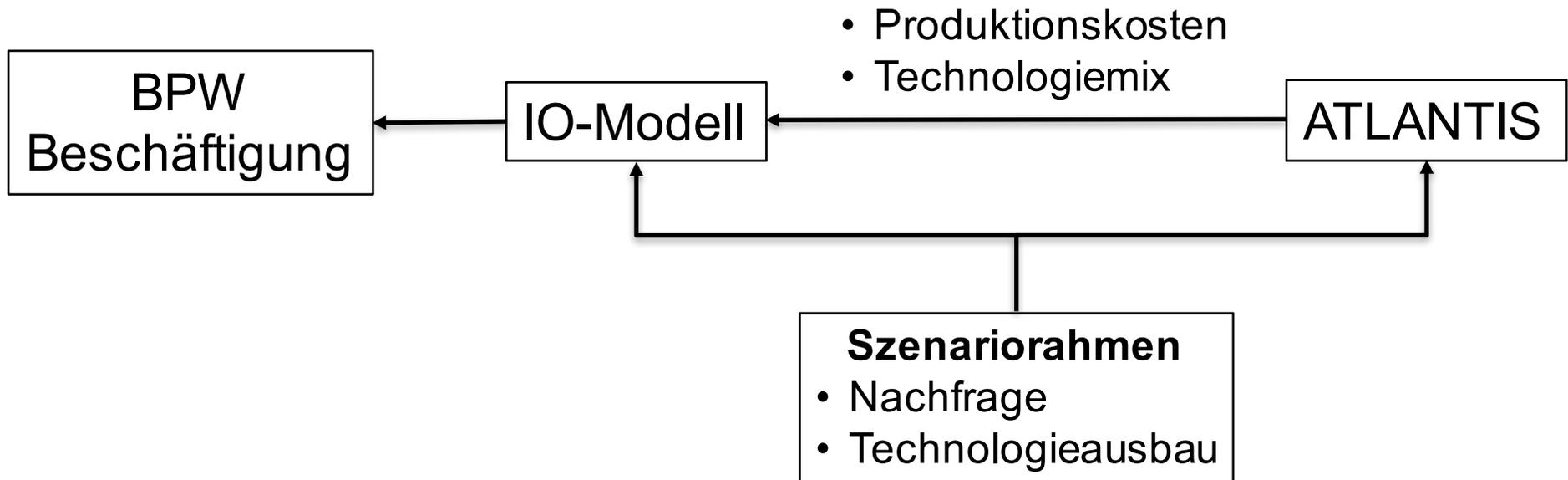
Wahl möglicher (energierelevanter) Sektoren

- Produzenten (Industrien)
 - Elektrizitätswirtschaft (Produktion, Übertragung, Verteilung, Handel)
 - Mineralölwirtschaft
 - Bergbau
 - Transport
- private Konsumenten
 - Heizverhalten
 - Mobilitätsverhalten
 - Wohnraumsanierung (Dämmungen, PV-Anlagen, ...)



Modellkoppelung

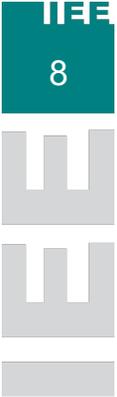
- Kombination IO-A mit ATLANTIS





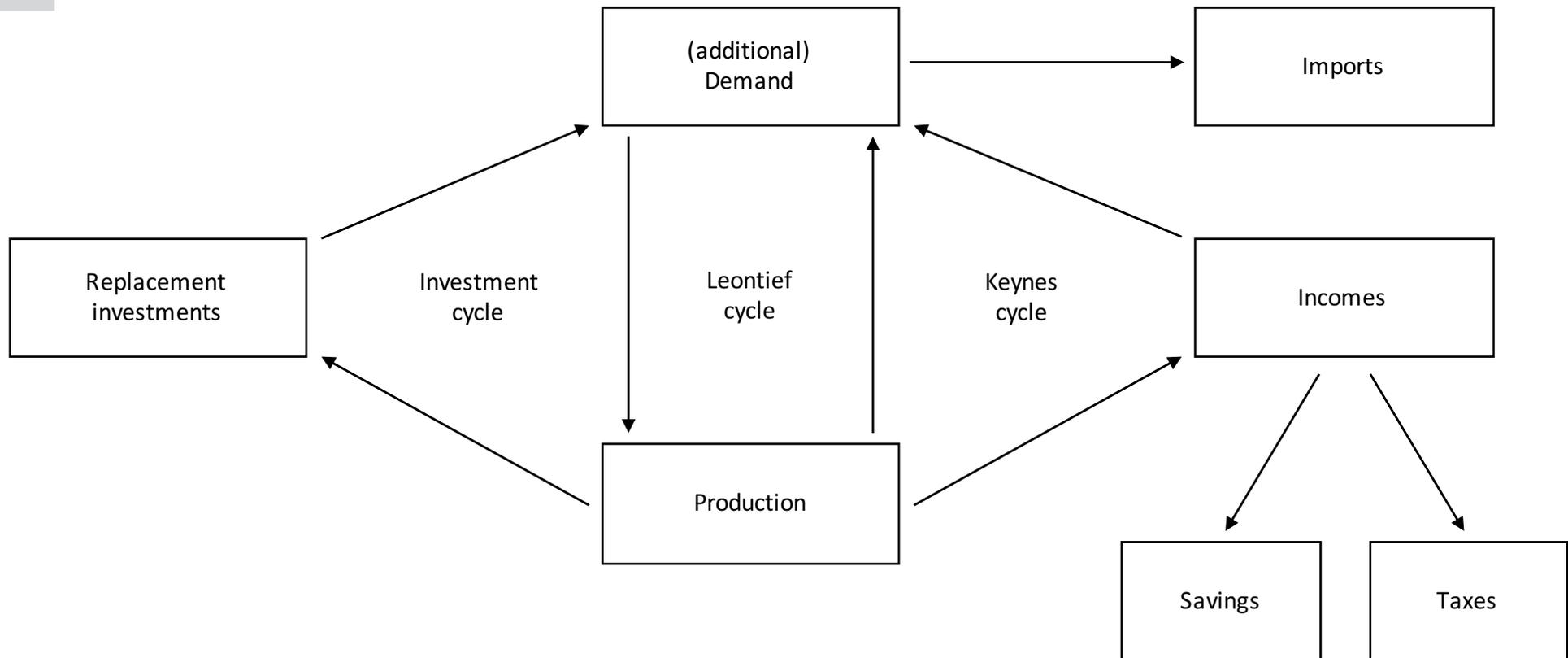
Simulationsmodell ATLANTIS – Eckdaten

- Untersuchung der **Gesamtsystemzusammenhänge** in der kontinentaleuropäischen Elektrizitätswirtschaft
- Modell berücksichtigt **technische** sowie **wirtschaftliche Teilbereiche**: Strombedarf (2800 Knoten), Kraftwerkeinsatz (9600 Kraftwerksblöcke), Ausbauplanung, Börse(n), Lastfluss (6000 Leitungen), Redispatch, ca. 100 Unternehmensbilanzen und Gewinn/Verlustrechnungen
- **Simulationszeitraum** bis 2035 (max. 2050)



Multiplikatoranalyse

- Multiplikatoren der langen/kurzen Frist



Methode

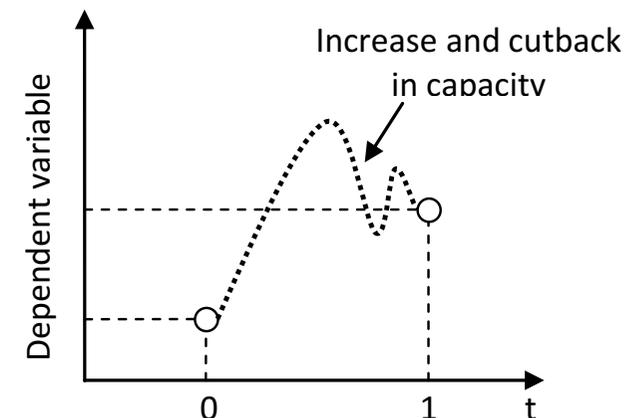
- Input-Output Analyse ([MR]IO-A)
 - „ein“-Land multi-sektoral vs. multi-regional multi-sektoral → inter- und intra-nationale-/sektorale Verflechtungen

- Grundmodell („Leontief-Kreislauf“)

$$x_i^u = \sum_v \sum_j (a_{ij}^{uv} \cdot x_j^v + f_i^{uv}) \rightarrow \mathbf{x} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} + \mathbf{f}$$

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \cdot \mathbf{f} = \mathbf{L} \cdot \mathbf{f}$$

- komparativ-statische Analyse
 - Vergleich „jetzt“ mit irgendwann „später“
 - Anpassungsprozess wird vernachlässigt
→ weil nicht klar abbildbar



- Strukturelle Komponentenzerlegung (SDA)

Annahmen der IO-Analyse

- Warum MRIO und nicht MR-CGE?
 - Komparativ statisch ist wesentlich einfacher als dynamisch
 - CGE bildet einen (vermutlich unrealistischen – geräumte Märkte) von vielen möglichen Anpassungspfaden ab
- Limitierungen und Annahmen
 - Limitational-lineare Produktionsfunktion → keine endogene Technikwahl



Modellerweiterungen

- Technologiewechsel am Bsp. der E-Wirtschaft
 - Abbildung Technologien durch ATLANTIS
 - Nebenrechnungen notwendig
 - „Market-Share“-Ansatz
 - Definition von \emptyset -Technologien für jedes Land
 - Residualvektor (Netze, Handel, ...) um Basisjahr exakt abzubilden
- Variation der Importquoten
 - Inter-regionale Effekte → Bsp. Russland (Gas), Naher Osten (Öl)
- Analyse (Zerlegung der Effekte) via SDA



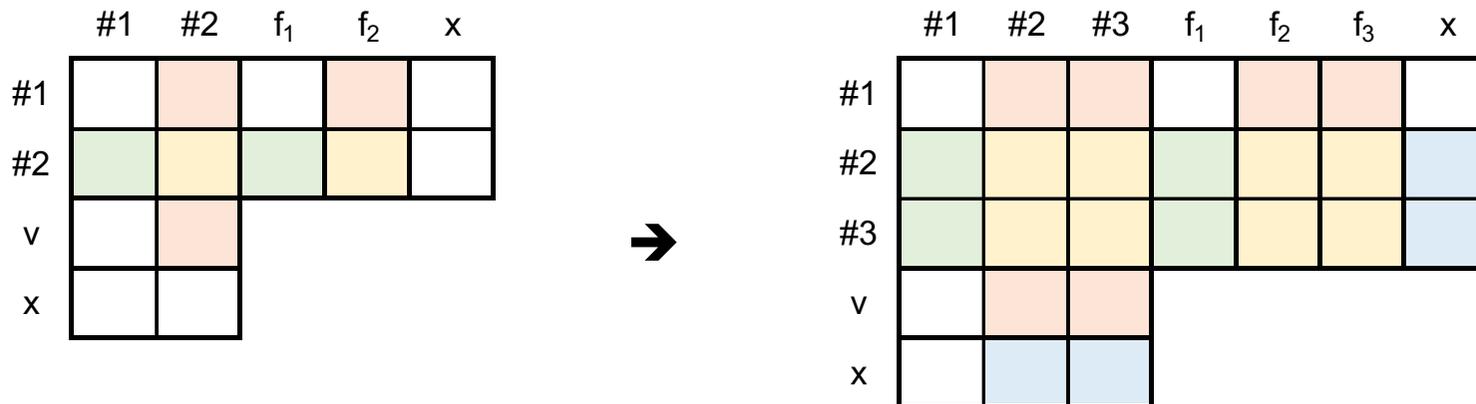
(MR)IO-Tabelle

- Grundlage für analytisches Modell
 - „Aufteilung“ in Sektoren (und Länder)

			Inputs				Final demand						Σ
			Region #1		Region #2		#1			#2			
			Sector 1	Sector 2	Sector 1	Sector 2	k	e	\tilde{f}	k	e	\tilde{f}	
O u t p u t s	#1	1	Z_{11}^{11}	Z_{12}^{11}	Z_{11}^{12}	Z_{12}^{12}	k_1^{11}	e_1^{11}	\tilde{f}_1^{11}	k_1^{12}	e_1^{12}	\tilde{f}_1^{12}	x_1^1
		2	Z_{21}^{11}	Z_{22}^{11}	Z_{21}^{12}	Z_{22}^{12}	k_2^{11}	e_2^{11}	\tilde{f}_2^{11}	k_2^{12}	e_2^{12}	\tilde{f}_2^{12}	x_2^1
	#2	1	Z_{11}^{21}	Z_{12}^{21}	Z_{11}^{22}	Z_{12}^{22}	k_1^{21}	e_1^{21}	\tilde{f}_1^{21}	k_1^{22}	e_1^{22}	\tilde{f}_1^{22}	x_1^1
		2	Z_{21}^{21}	Z_{22}^{21}	Z_{21}^{22}	Z_{22}^{22}	k_2^{21}	e_2^{21}	\tilde{f}_2^{21}	k_2^{22}	e_2^{22}	\tilde{f}_2^{22}	x_2^2
Value added			VA_1^1	VA_2^1	VA_1^2	VA_2^2							
Σ			x_1^1	x_2^1	x_1^2	x_2^2							

Sektor-Disaggregation

- Erweiterung/Disaggregation um Länder/Sektoren per se nicht trivial





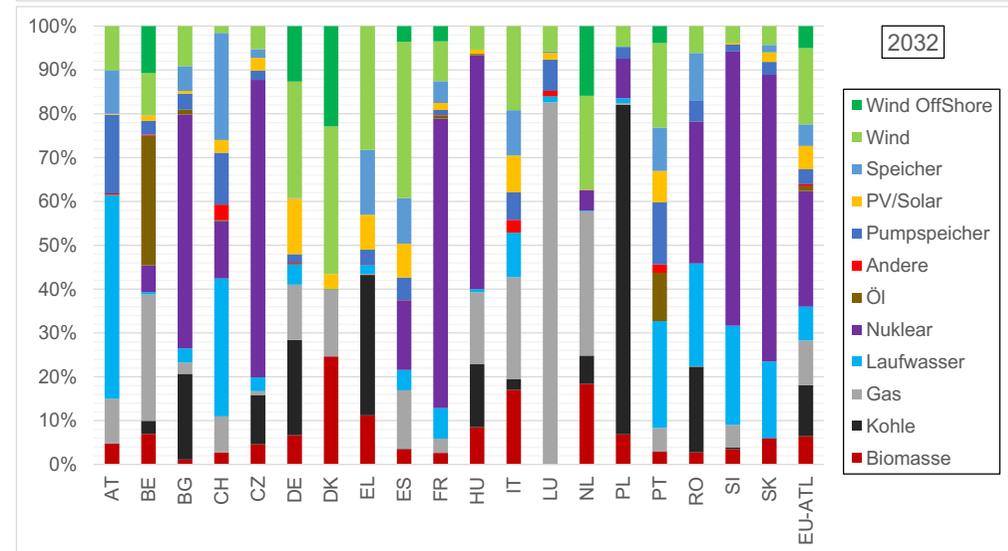
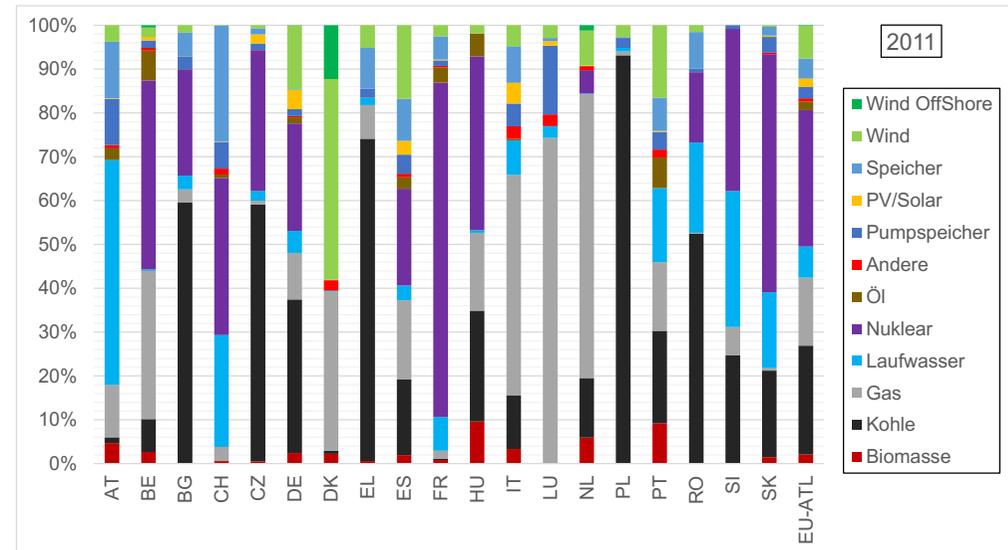
Technologiewechsel

- Market share approach“
 - Technologiewechsel (z.B.: mehr Wind/PV und weniger Kohle)
 - „Engineering data“ für die Definition von \emptyset -Technologie(n)
 - Verwendung von Marktanteile(n)
 - „Nebenrechnung“ → keine Sektordisaggregation direkt in der IOT
- Anpassungen je Land notwendig
 - ev. RAS-Methode

				ΣIOT	Countries
	Market shares	30%	20%	...	100%
	Technology	Hydro	PV	...	ΣIOT
Input coefficients	Intermediate consumption	...	...	...	...
	Replacement investment	...	...	...	...
	Value added (excl. depreciation)	...	...	...	...
	Σ	1	1	1	1
	Labour force	...	...	...	...

Technologiemix im Vergleich

- Referenzszenario
 - Basis NEP 2012
 - forcierte RES-Integration
- Anwendung durch „Market share“-Ansatz möglich



Importquoten

- Exogene Importquoten / Provenienzkoeffizienten
 - Energiewende verursacht möglicherweise Preiseffekte → Effekte sollen via Importquoten vereinfacht abgebildet werden
 - Änderung der Vorleistungsimporte (kein Technologiewechsel!)
- „preisabhängige“ Importquoten
 - Modellierung sehr komplex und zeitintensiv
 - keine modellhafte Anwendung geplant

Zusammenfassung und Ausblick

- Koppelung eines „bottom-up“-Modells (ATLANTIS) mit einem Makro-Modell (IO-A) ist eine notwendige und sinnvolle Erweiterung
- Grundmodell fertiggestellt → Modellkoppelung in Arbeit

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Mag.
Gerald FEICHTINGER

Technische Universität Graz
Institut für Elektrizitätswirtschaft
und Energieinnovation
Inffeldgasse 18
8010 Graz

Tel.: +43 316 873 7909
Fax: +43 316 873 107909

Email: gerald.feichtinger@TUGraz.at
Web: www.IEE.TUGraz.at



 Technische Universität Graz
Erzherzog-Johann-Universität



Institut für Elektrizitätswirtschaft
und Energieinnovation