

# 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

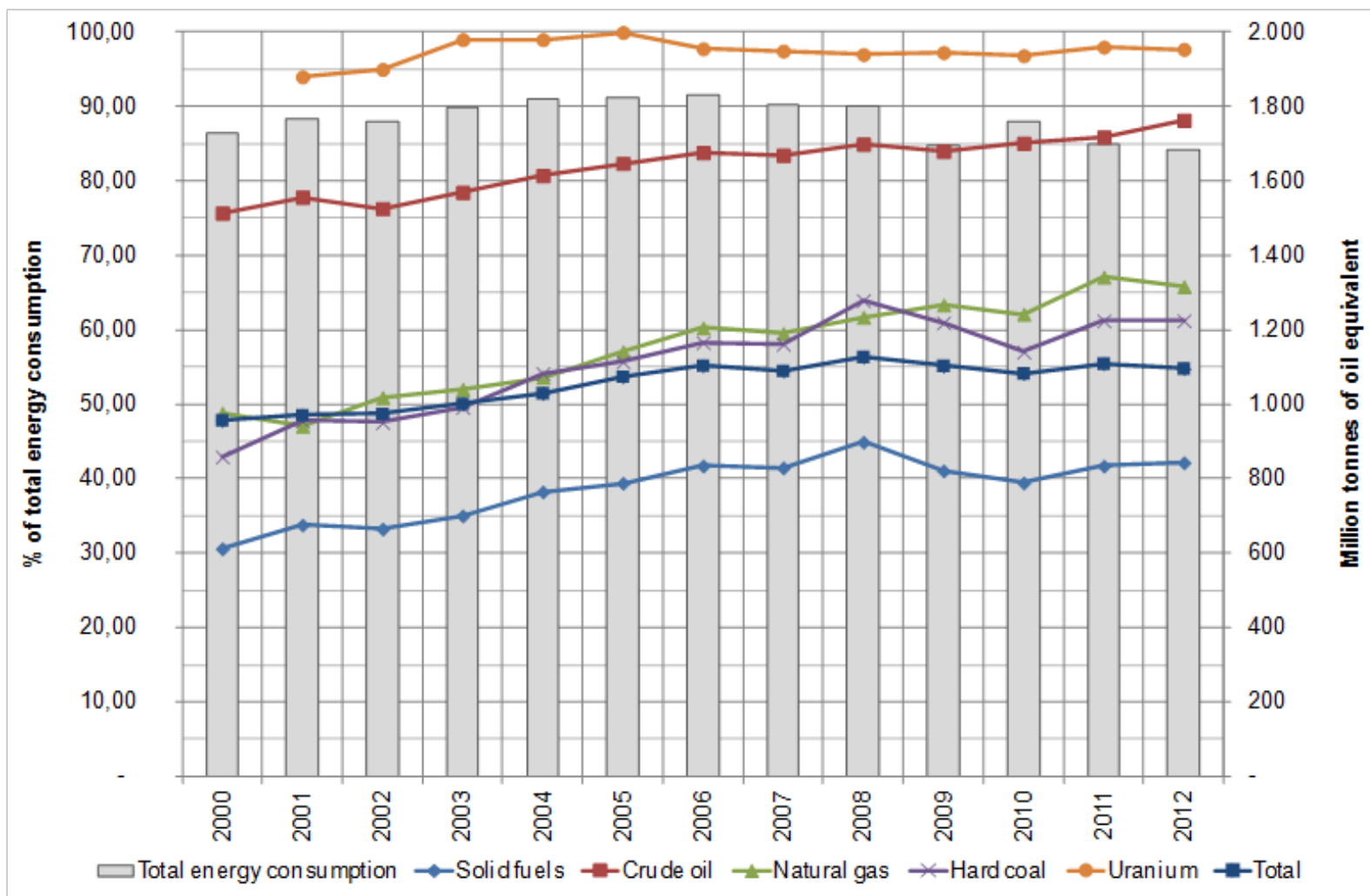
- Motivation
- Multiplikatoranalyse
- Methode
  - Grundmodell
  - Erweiterungen
  - ATLANTIS
- Zusammenfassung



# Motivation

- EU-Klimaziele
  - 2020, 2030 sowie Roadmap 2050
  - Reduktion der Energie-Importabhängigkeit, CO<sub>2</sub>-Emissionen, ...
- E-Wirtschaft hat grundlegende Paradigmen
  - Langlebigkeit, Leitungsgebundenheit
  - Kapitalintensität erhöht sich durch RES-Umstellung
- Abbildung einer „detaillierteren“ E-Wirtschaft
  - Produktionstechnologien

# Motivation | EU-Importabhängigkeit



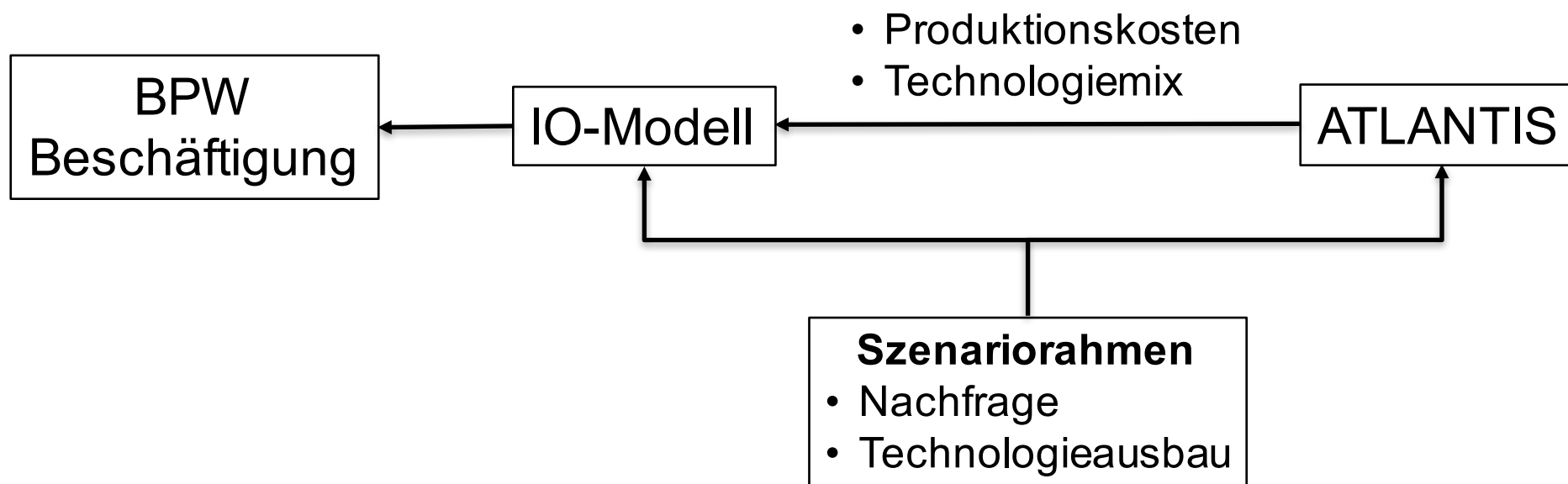


# Wahl möglicher (energierelevanter) Sektoren

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

# Modellkoppelung

- Kombination IO-A mit ATLANTIS



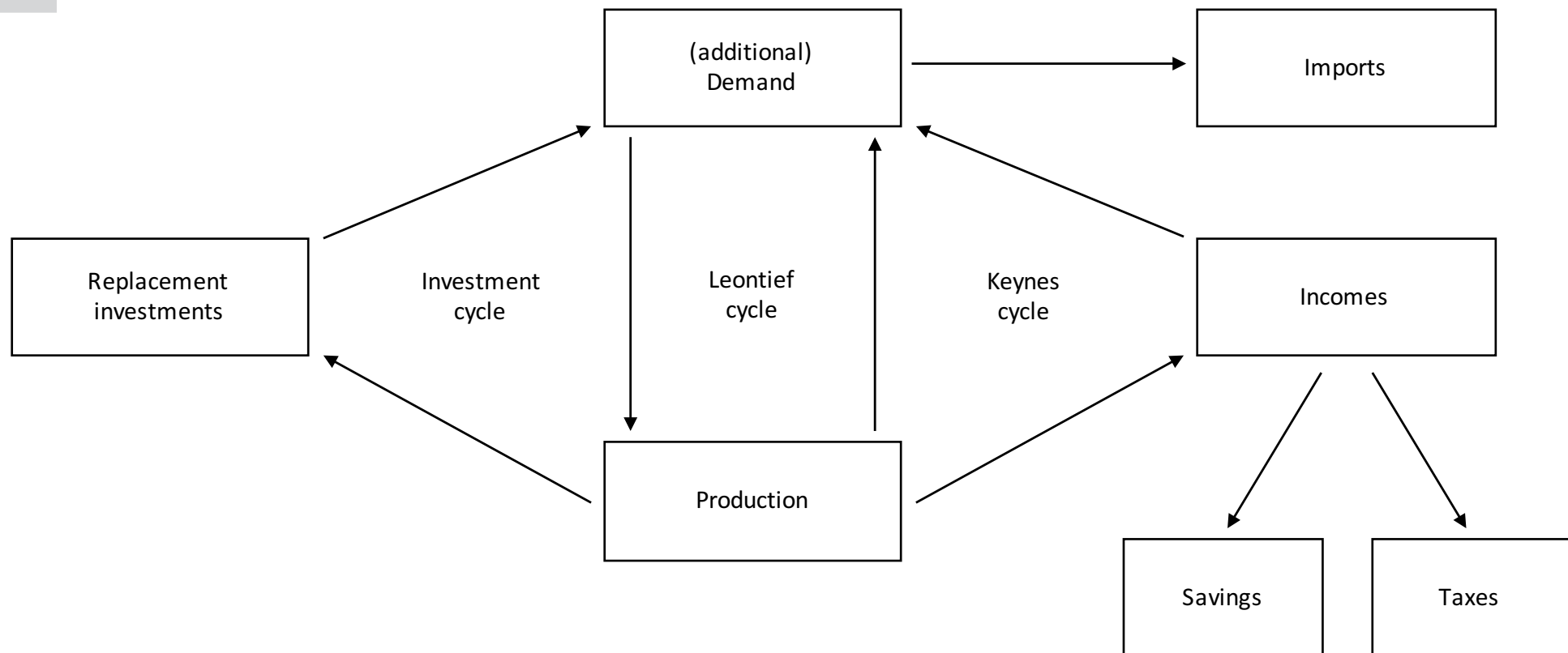


# Simulationsmodell ATLANTIS – Eckdaten

- 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

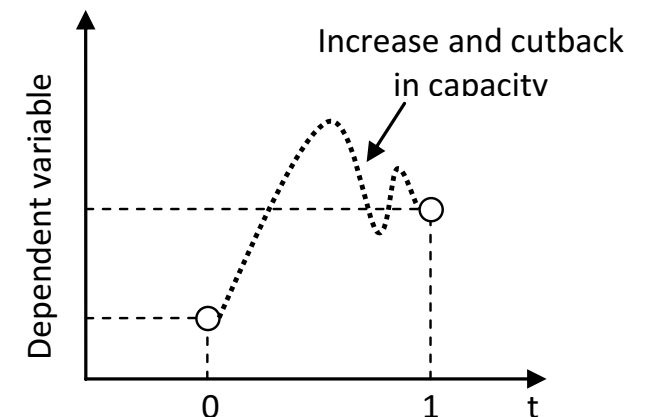
- Input-Output Analyse ([MR]IO-A)
  - „ein“-Land multi-sektoral vs. multi-regional multi-sektoral → inter- und intra-nationale-/sektorale Verflechtungen

- 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 Ø-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

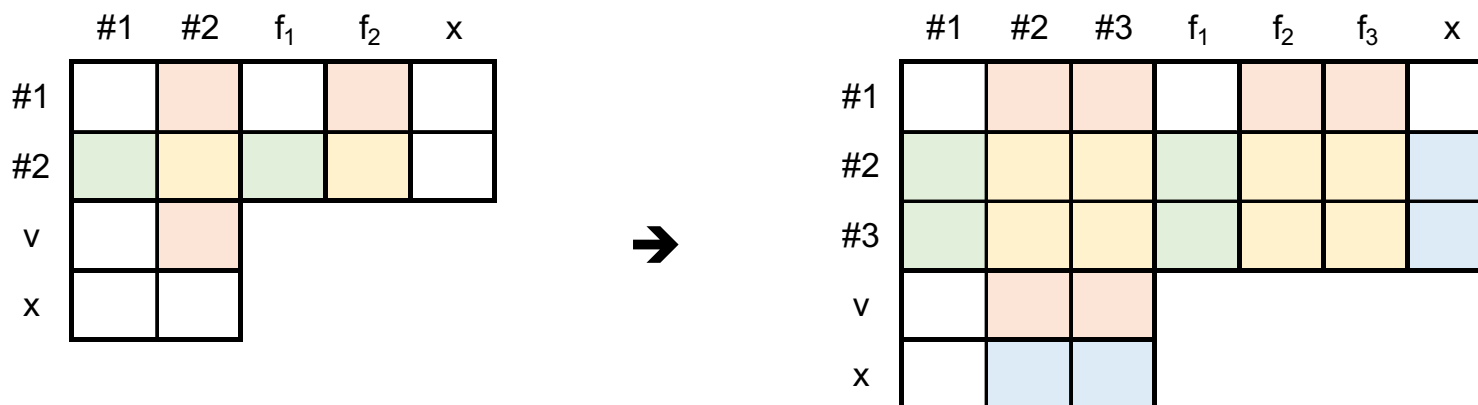
# (MR)IO-Tabelle

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

Region			Inputs				Final demand						$\Sigma$
			#1		#2		#1			#2			
			1	2	1	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			$VA_1^1$	$VA_2^1$	$VA_1^2$	$VA_2^2$							
$\Sigma$			$x_1^1$	$x_2^1$	$x_1^2$	$x_2^2$							

# Sektor-Disaggregation

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



# Technologiewechsel

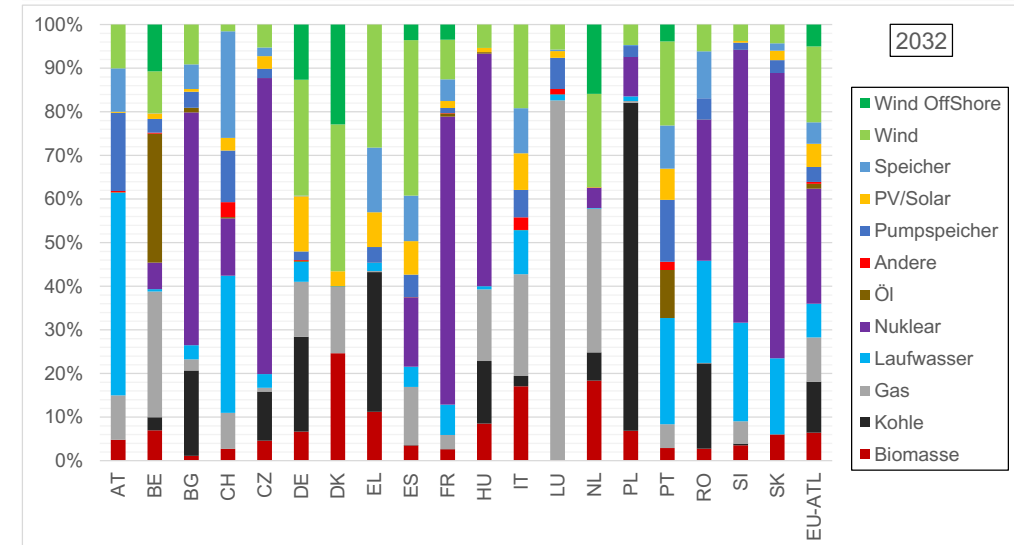
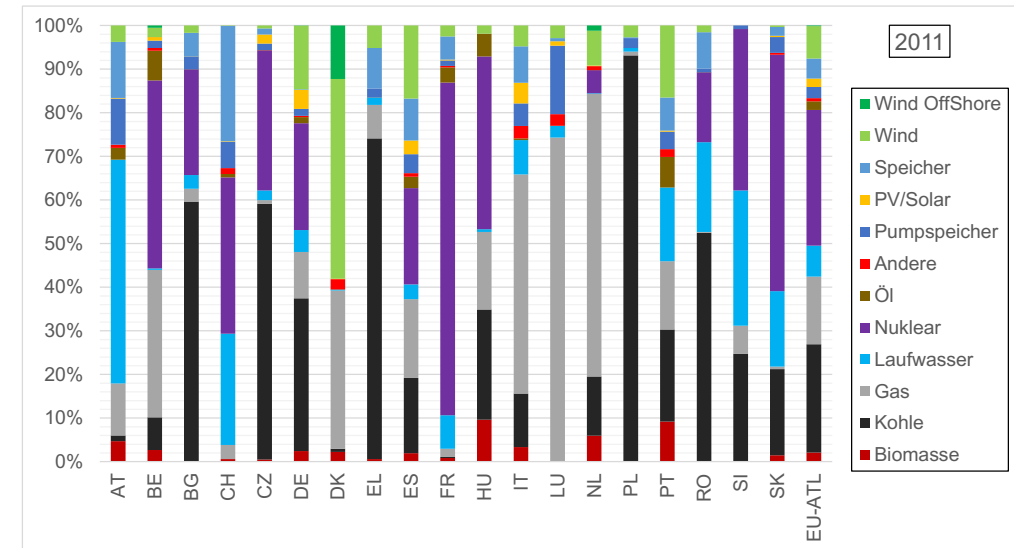
- Market share approach“
  - Technologiewechsel (z.B.: mehr Wind/PV und weniger Kohle)
  - „Engineering data“ für die Definition von Ø-Technologie(n)
  - Verwendung von Marktanteile(n)
  - „Nebenrechnung“ → keine Sektordisaggregation direkt in der IOT
- Anpassungen je Land notwendig
  - ev. RAS-Methode

					Countries
				$\Sigma IOT$	
Market shares	30%	20%	...	100%	
Technology	Hydro	PV	...	$\Sigma IOT$	
Intermediate consumption	...	...	...	...	
Replacement investment	...	...	...	...	
Value added (excl. depreciation)	...	...	...	...	
$\Sigma$	1	1	1	1	
Labour force	...	...	...	...	

Input coefficients

# 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](mailto:gerald.feichtinger@TUGraz.at)  
Web: [www.IEE.TUGraz.at](http://www.IEE.TUGraz.at)

