

# A multi-regional input-output framework to evaluate European energy policies

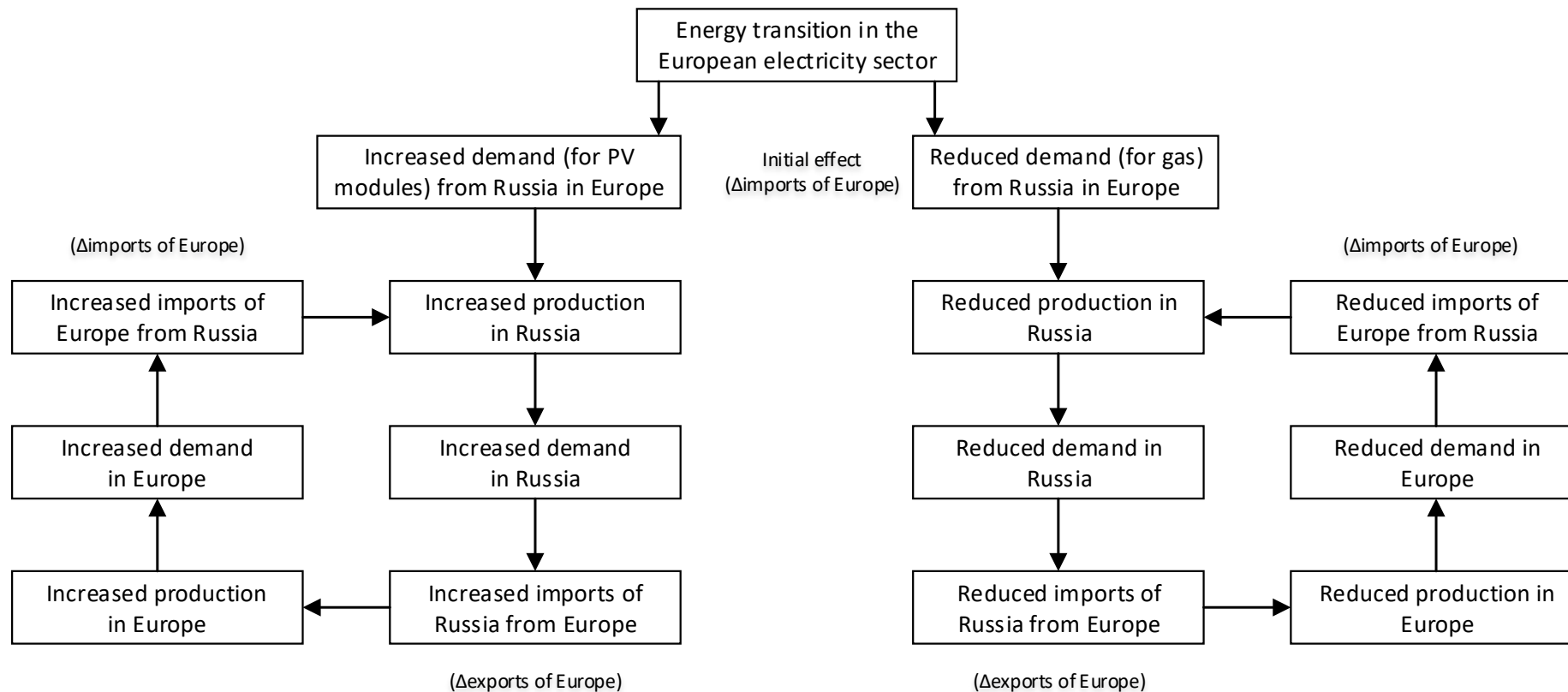
Gerald FEICHTINGER

16.02.2018

# Motivation

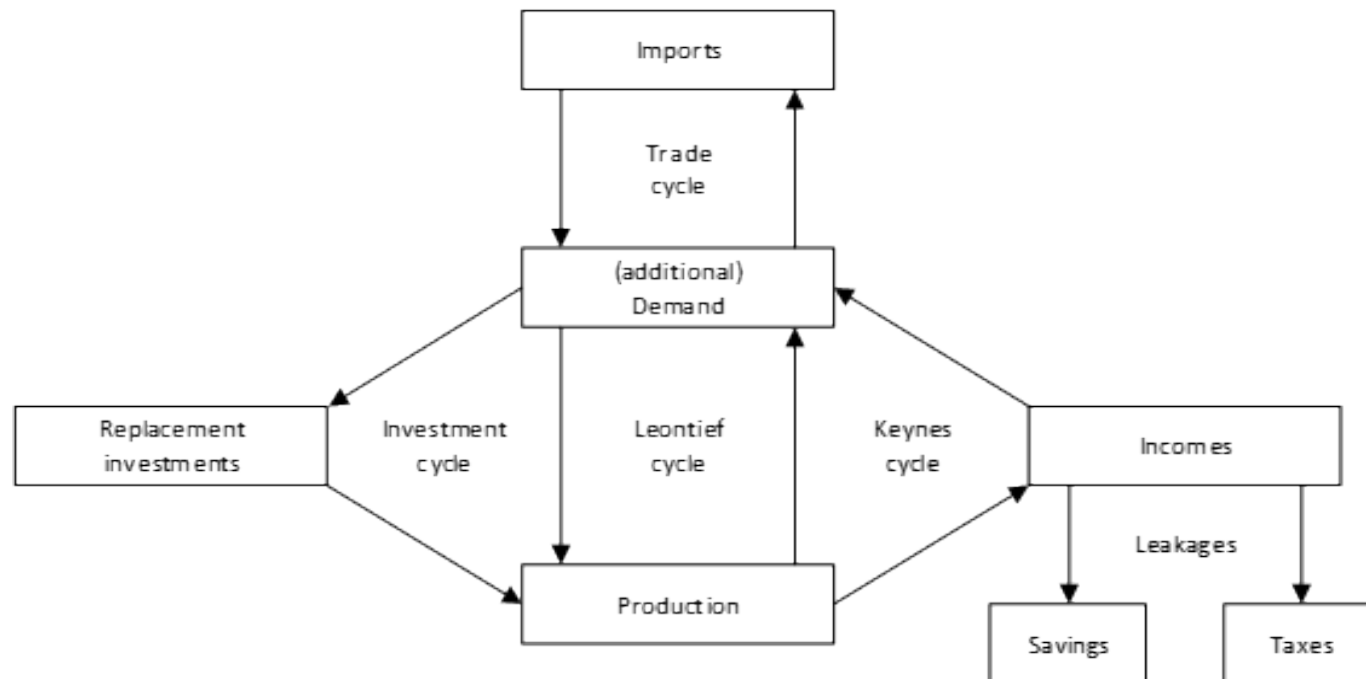
- Europäische Union (EU) fokussiert auf eine sichere, leistbare und nachhaltige Energieversorgung
- Umsetzung der Energiestrategien (2020, 2030, Roadmap 2050) sollen u.a. wettbewerbsfähige „low-carbon“ Volkswirtschaften etablieren und Energieimportabhängigkeit signifikant reduzieren
- „Energiewende“ trifft insbesondere den Elektrizitätssektor und erfordert adäquate sektorübergreifende Untersuchungen

# Multi-regionale wirtschaftliche Kreisläufe



# Nachfrage-/Multiplikatorkreisläufe

- Dauer der exogenen Schocks essentiell für das Modelldesign  
→ „Energiewende“ als „permanent“ Schock im Elektrizitätssektor
- Aktivierung zusätzlicher Nachfragerkreisläufe (Konsum, Investitionen)



# Multi-regionaler Input-Output Ansatz

- Modelldefinition basierend auf der multi-regionalen, multi-sektoralen Input-Output Analyse (MRIO)
  - Unterscheidung zwischen inter-/intra-regionalen sowie inter-sektoralen Verknüpfungen
  - Anwendung der Tabellen aus der World Input-Output Database (WIOD)

$$x_i^r = \sum_s \sum_j (a_{ij}^{rs} \cdot x_j^s + f_i^{rs}) \quad \rightarrow \quad \mathbf{x} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} + \mathbf{f} \quad \rightarrow \quad \mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \cdot \mathbf{f}$$

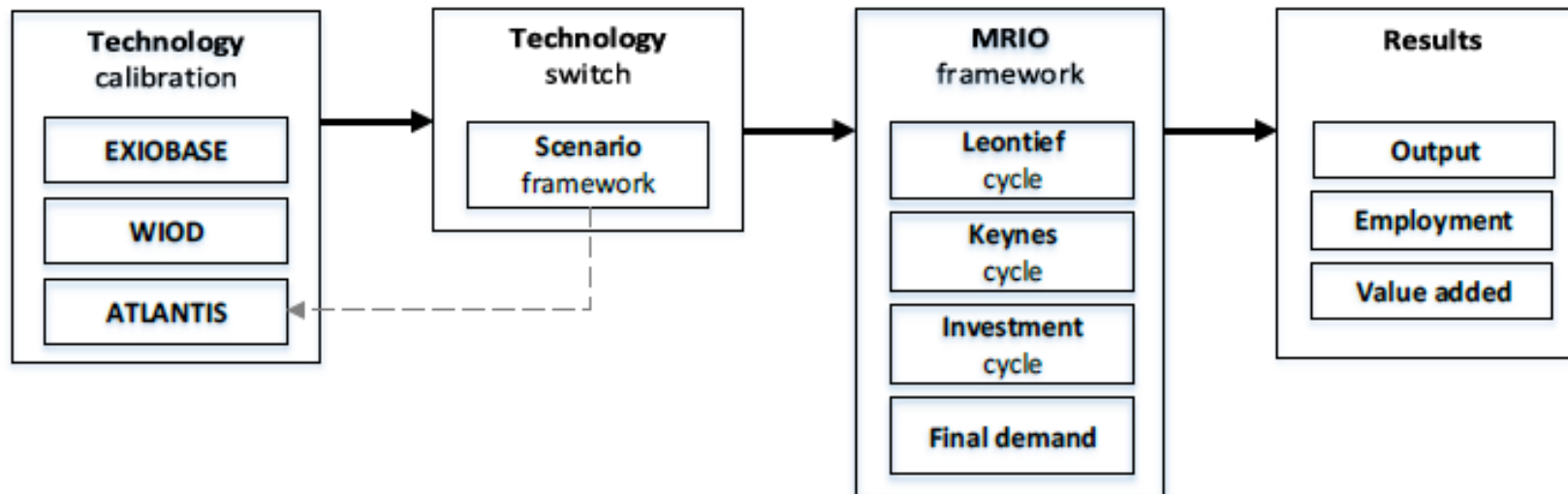
- Komparativ-statische Analyse  $\rightarrow$  konstante Endnachfrage

$$\mathbf{x}_0 = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_0)^{-1} \cdot \mathbf{f} \quad \mathbf{x}_1 = (\mathbf{I} - \mathbf{A}_1)^{-1} \cdot \mathbf{f}$$

- Strukturelle Komponentenzerlegung (SDA)

# „Hybrider“ Modellansatz

- Kopplung des „top-down“ MRIO-Modells mit dem „bottom-up“ Elektrizitätssektor-Modell („ATLANTIS“) → uni-direktionaler soft-link
- Integrales Modelldesign im Elektrizitätssektor



# Elektrizitätssektor-Modell „ATLANTIS“

- „bottom-up“ basiertes Simulationsmodell der kontinental-europäischen Elektrizitätswirtschaft
  - Abbild der physikalischen Realität → Übertragungsnetz, Kraftwerksparks, regionale Strombedarfsverteilung
  - Integration wesentlicher ökonomischen Elemente → Marktmodelle („Merit-Order“), Bilanzen und GuV-Rechnungen (Unternehmen/Land)
- Simulationsergebnisse dienen der Technologie-Kalibrierung je Land
  - Intermediärbedarf, Wertschöpfung, Beschäftigung, Stromproduktion
  - Signifikanter Effekt auf Struktur und Preise der Technologien

# Ausgewählte Technologie-Definitionen

- Definition von Produktionstechnologien im E-Sektor
  - Kohle, Gas, Nuklear, Wasserkraft, Windkraft, Öl, Biomasse, Solar, Andere
  - Abgleich mit WIOD essentiell (!)
  - Mehrstufiges Verfahren

- Technologiestruktur
  - nach Region
  - nach Modellumgebung

unterschiedlich

	Austria <i>with MC</i>		Germany <i>with MC</i>		Austria <i>no MC</i>	
	<i>Coal</i>	<i>Wind</i>	<i>Coal</i>	<i>Wind</i>	<i>Coal</i>	<i>Wind</i>
<b>Intermediate consumption</b>	<b>73,28%</b>	<b>46,12%</b>	<b>58,23%</b>	<b>26,44%</b>	<b>76,02%</b>	<b>55,43%</b>
thereof mining/quarring	27,88%	0,60%	14,10%	0,13%	29,83%	1,02%
thereof coke/petroleum/nuclear	0,91%	0,29%	0,81%	0,15%	1,06%	0,54%
thereof electricity/gas/water	23,07%	20,47%	6,30%	3,20%	24,68%	34,71%
<b>Fixed capital consumption</b>	<b>3,86%</b>	<b>33,13%</b>	<b>3,43%</b>	<b>24,14%</b>	<b>7,58%</b>	<b>22,69%</b>
thereof electrical/optical eq	0,71%	23,70%	0,63%	17,27%	1,39%	16,23%
thereof construction	1,74%	4,86%	1,55%	3,54%	3,42%	3,33%
thereof renting of m&eq	0,72%	0,67%	0,64%	0,48%	1,40%	0,46%
<b>Value added</b>	<b>22,86%</b>	<b>20,75%</b>	<b>38,34%</b>	<b>49,42%</b>	<b>16,40%</b>	<b>21,88%</b>
thereof labour compensation	18,01%	10,66%	27,20%	11,23%	10,44%	8,06%
thereof capital compensation	0,99%	7,25%	7,30%	36,57%	1,83%	9,02%
Labour coefficient	1,52	0,47	2,98	0,52	1,63	0,79



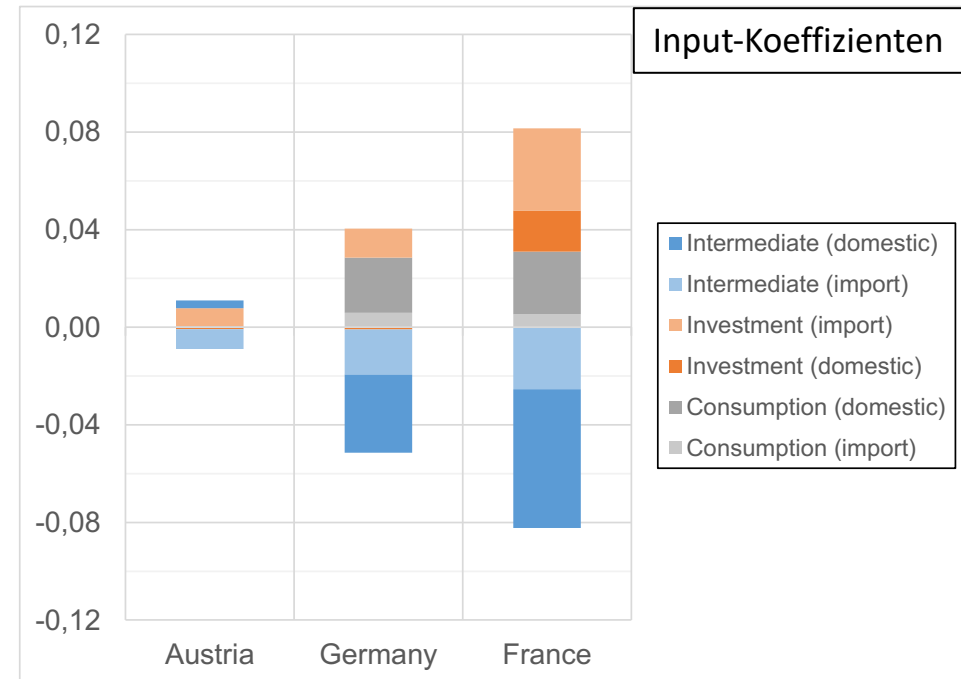
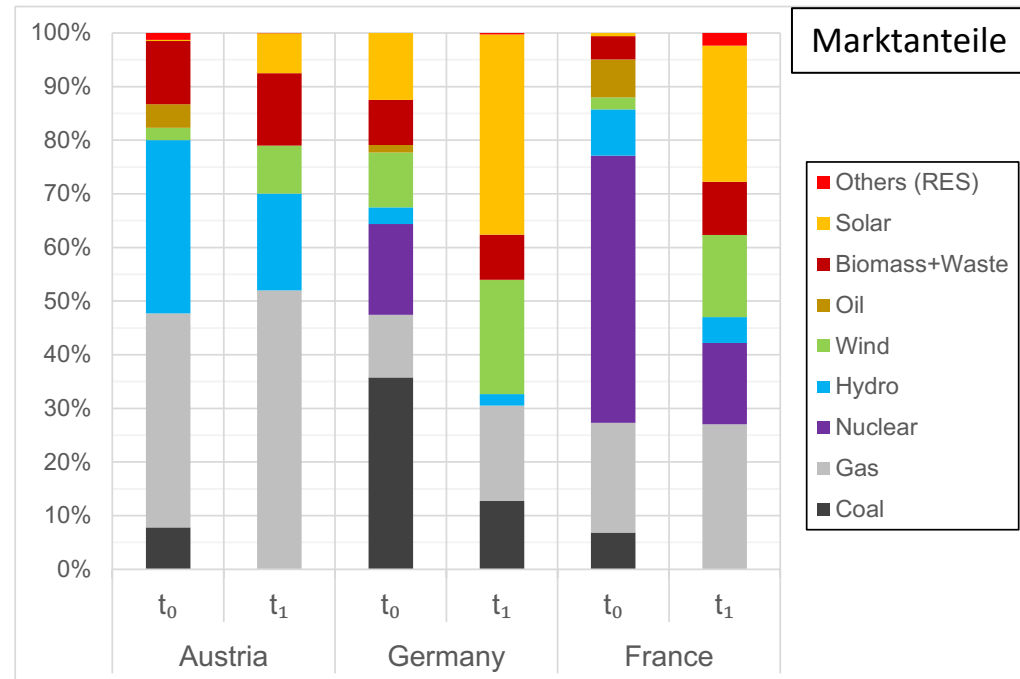
# Technologiewechsel im Elektrizitätssektor

- Ausgangspunkt sind Technologie-Definitionen im Basisjahr
- Technologie-Wechsel basierend auf zukünftigen Marktanteilen
  - Affektiert nur Elektrizitätsproduktionstechnologien (Rest konstant)
  - Berechnung von durchschnittlichen Technologiepreisen notwendig
  - „neue“ Technologien werden als „Durchschnittstechnologie“ berücksichtigt
  - Zukünftige Marktanteile exogen gegeben („EU Reference Scenario 2050“)

→ Ansatz ebenfalls ein mehrstufiges Verfahren

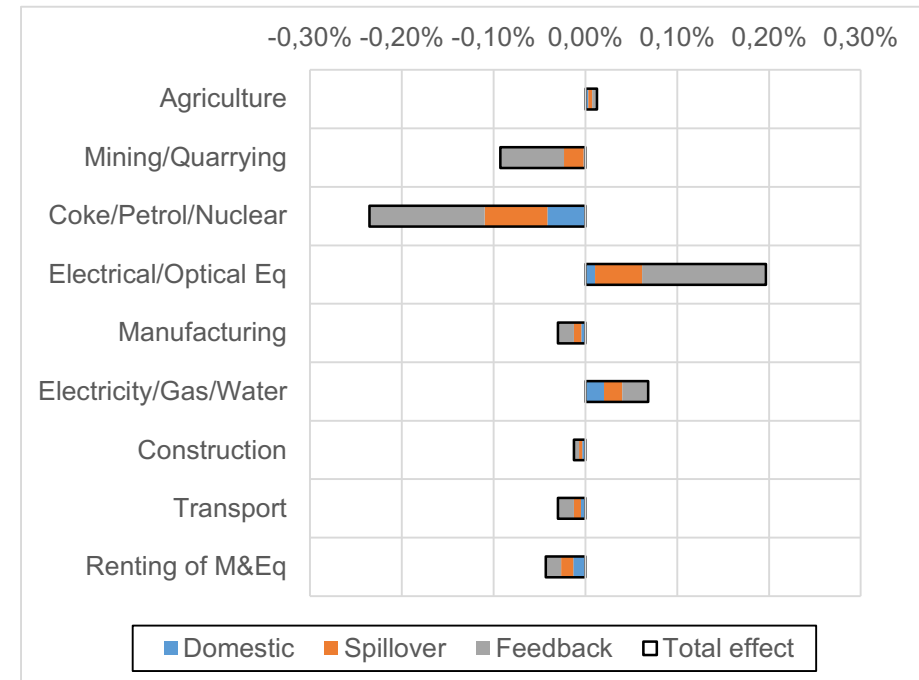
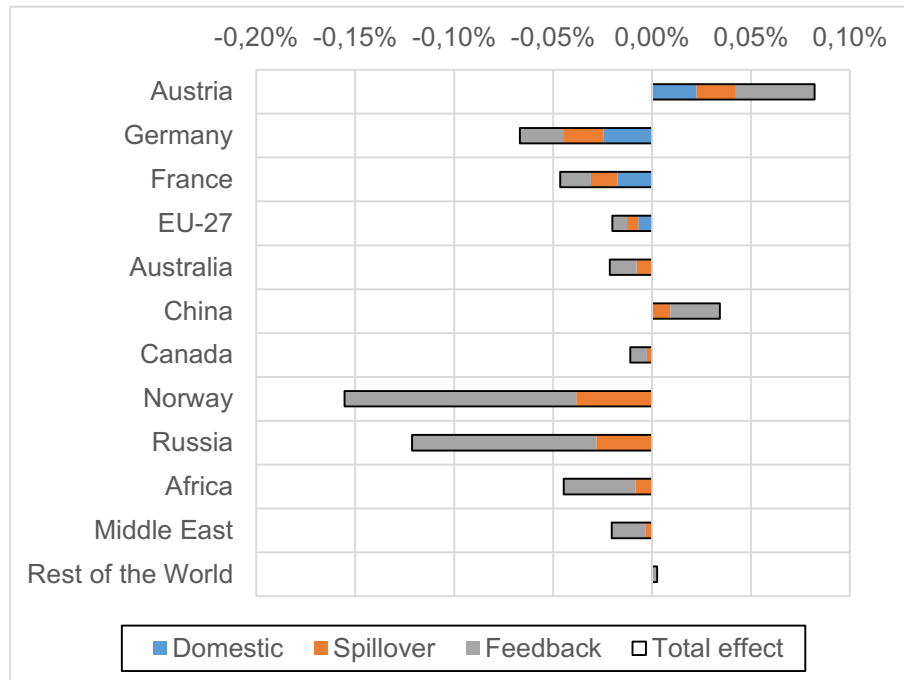
# Basis-Szenario (EU Reference Scenario 2050)

- Marktanteile der RES-Technologien am sektoralen BPW steigen
- Kapital-/Konsumzyklen kompensieren reduzierten Vorleistungsbedarf



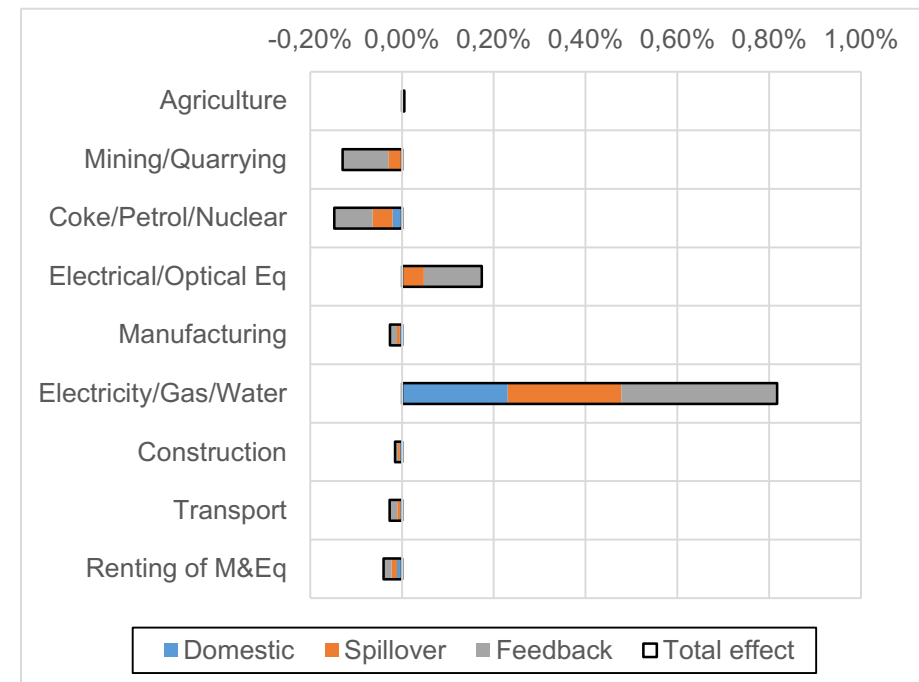
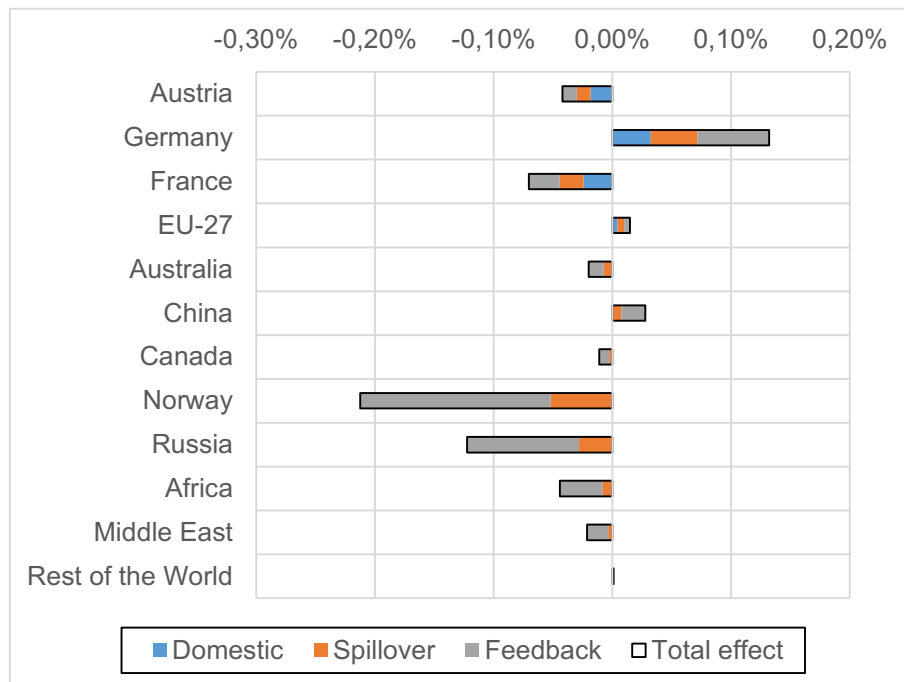
# Effekte auf Bruttoproduktionswert (Output)

- Positive Effekte in Österreich, China und Sektor „el./opt. Erzeugnisse“)
- Negative Effekte in „Primärenergieträger“-produzierenden Ländern



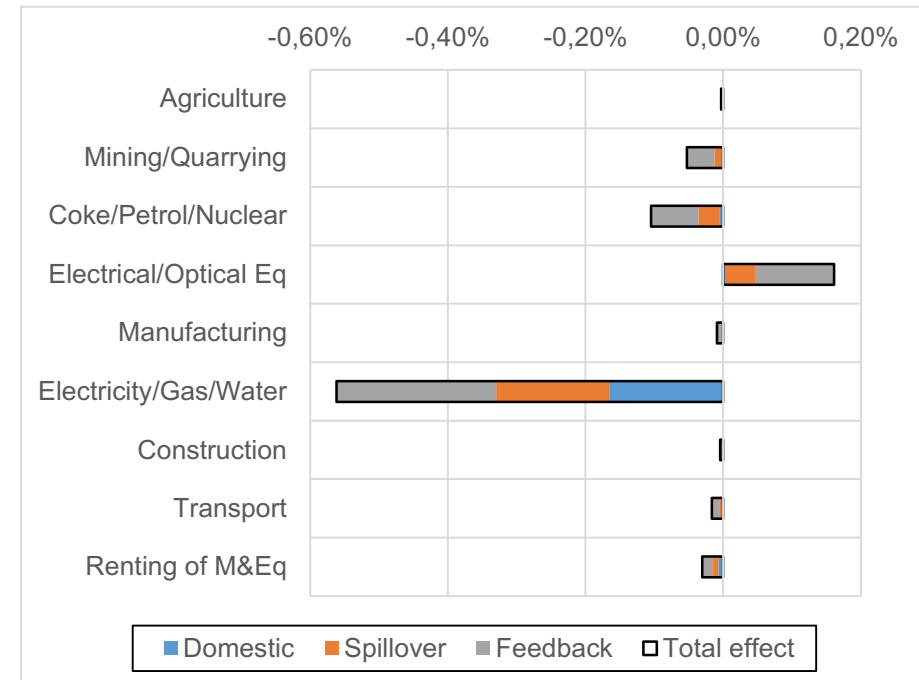
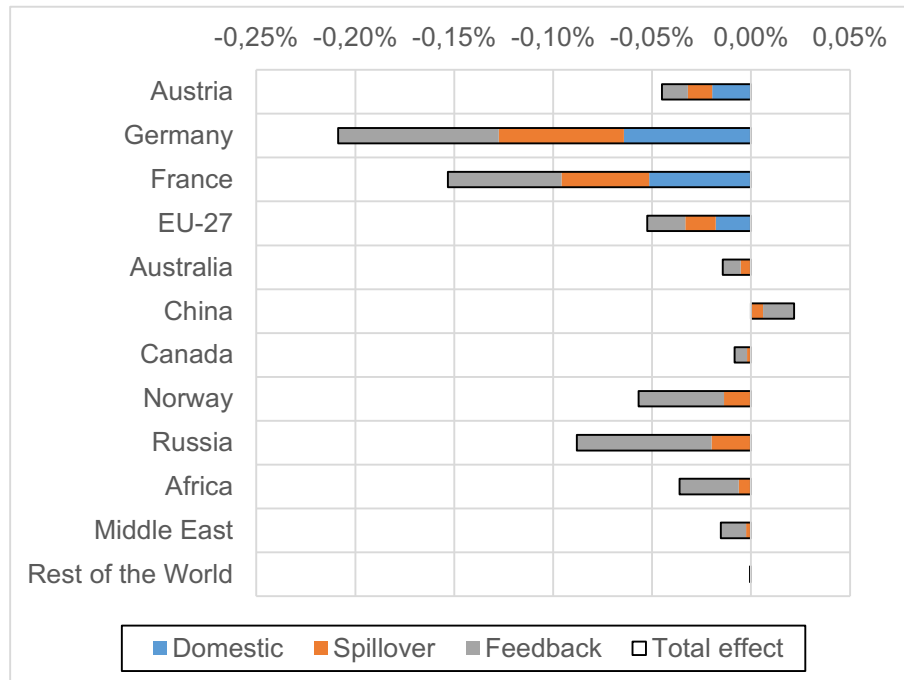
# Effekte auf Wertschöpfung (Value added)

- Positive Effekte in Deutschland („Energiewende“) sowie dem E-Sektor
- Negative Effekte konsistent mit BPW



# Effekte auf Beschäftigung (Employment)

- Positive Effekte in China sowie dem Sektor der Solarproduktion
- Negative Effekte ausschließlich durch E-Sektor bedingt



# Conclusio

- Integration der neuen Nachfragezyklen generiert wesentlich höhere wirtschaftliche Effekte
- Multi-regionaler Modellrahmen unabdingbar
  - Regionen-übergreifende Effekte durch entsprechende wirtschaftliche Verflechtungen
  - Modellkoppelung notwendig um realitätsnähere Ergebnisse zu erzielen
  - Modellansatz sehr datenintensiv („big data“)
- Technologiewechsel im Elektrizitätssektor zeigt
  - Relativ geringe Effekte in den untersuchten Regionen
  - Negative Effekte in den „Primärenergieträger“-exportierenden Ländern
  - RES reduziert sektorale Beschäftigung, aber erhöht lokale Wertschöpfung

Vielen Dank!