

Entwicklung sozio-technischer Szenarien der Stromversorgung in Europa

Yvonne Scholz, 10. Februar 2016
14. Symposium Energieinnovation
Graz



Knowledge for Tomorrow



Motivation

Energiesystem - Szenarienanalyse historisch

a) „Heuristisch-intuitiv“

- Methode subjektiv erfahrungsbasiert
- Zeitlich-räumlich-technologische Komplexität stark begrenzt
- + Ergebnisse im Rahmen der sozioökonomischen Zielsetzungen

b) Modellbasiert

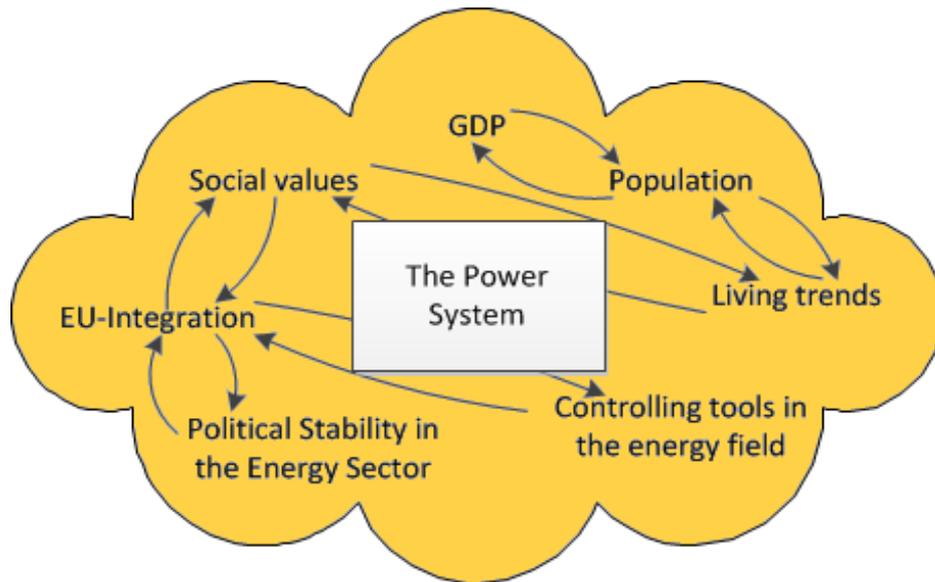
- + Methode wissenschaftlich nachvollziehbar
- + Zeitlich-räumlich-technologisch komplexe Zusammenhänge abbildbar
- Ergebnisse einseitig zielorientiert

→ Kombination der Vor- und Nachteile

- „Entsubjektivierung“ der Heuristik in Form sozio-ökonomischer Kontextszenarien
- Kopplung der Kontextdeskriptoren an Modellparameter
- Modellanwendung mit konsistenter Parameterkombination und Parametrierung



“Kontextszenario” = konsistente Kombination sozio-ökonomischer Deskriptoren



1. Experteninterviews

- relevante “Deskriptoren”
- mögliche Ausprägungen
- Wechselwirkungen

2. Cross-Impact-Bilanzierung

→ mögliche
Deskriptorkombinationen
= konsistente Szenarien

WEIMERJEHLE, Wolfgang ; PREHOFER, Sigrid ; HAUSER, Wolfgang: Kontextszenarien der deutschen Energiewende Eine Datenerhebung zur Analyse gesellschaftlich-politischer Rahmenbedingungen einer soziotechnischen Transformation / ZIRIUS Zentrum für interdisziplinäre Risiko und Innovationsforschung, Universität Stuttgart. 2015. – Working Paper



Wechselwirkungen sozio-ökonomischer Deskriptoren

A(I). Globale Entwicklung – All-gemeine Entwicklung	A(I)1 Market Forces A(I)2 Policy Reform A(I)3 Fortress World A(I)4 Eco-Communalism
A(II). Globale Entwicklung - Weltmarktpreise für fossile Energieträger	A(II)1 Niedriger Preispfad A(II)2 Mittlerer Preispfad A(II)3 Hoher Preispfad
A(III). Globale Entwicklung - Zinsentwicklung	A(III)1 Dauerhaft niedrige Realzinsen A(III)2 Moderate Erholung der Realzinsen A(III)3 Rückkehr zu historischem Zins
B. EU-Integration	B1 EU Renaissance B2 Nobody cares B3 EU under threat
C. Bevölkerungsentwicklung	C1 Niedrige Bevölkerung

39 Deskriptoren

- je 2-4 Ausprägungen
- Bewertung durch 2-4 Experten

	A(I)	A(II)	A(III)	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A(I)		3.0	3.0		1.7 1.0	0.8	0.7 0.7	0.4	1.2 0.3 1.0	1.6 1.5		
A(II)						0.7		0.7	0.7 0.7	1.2 0.7		
A(III)								0.5				
B					0.8 1.1		0.4	2.0	1.6 0.7 0.7	2.0 1.9	2.8 1.8 1.6	
C						1.0 0.8	0.7 1.4	1.0 1.5	0.7 0.7			
D							0.8 2.0	1.0 1.5	0.7 0.7	1.8		

39 x 39 - Matrix

Aggregieren der Einflussmaße:

- Summieren der Beträge der Bewertungen je Deskriptor-Paar
- Teilen durch Ausprägungsanzahl
- Teilen durch Expertenanzahl

Summieren der Zeileneinträge

- Systembestimmende Deskriptoren
- Szenariodefinition

Deskriptor – Modellparameter – Mapping

Fragestellung: wird der sozio-ökonomische Deskriptor X vom Energiesystemmodellparameter Y abgebildet?

- Einzelne, unabhängige Bewertungen
- Diskussion der Abweichungen
- Matrix

Sozio-
ökonomische
Deskriptoren

		Modellparameter										
		Efficiency	Life time	Investment costs and fixed operation costs	Fuel prices	CO2 certificate prices	Interest rate	Annual power demand of additional consumers	Annual conventional power demand	Electric load time series	...	
	ID	7	8	11	13	14	15	18	17	27		
O. Steuerungsinstrumente im Bereich Energie	O	0	0	0	0	1	0	0	1	0		
A(II). Weltmarktpreise für fossile Energieträger	A(II)	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
A(III). Zinsentwicklung	A(III)	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
A(I). Globale Entwicklung	A(I)	0	0	0	1	1	1	1	1	0		
D. BIP-Entwicklung	D	0	0	0	0	0	1	1	1	0		
C. Bevölkerungsentwicklung	C	0	0	0	0	0	0	1	1	0		
T. Wohlstandsentwicklung	T	0	0	0	0	0	0	1	1	0		
E. Arbeitsmarktentwicklung	E	0	0	0	0	0	0	0	1	0		
V. Individuelles Energieverbrauchsverhalten	V	0	0	0	0	0	0	1	1	1		
X. Einstellung der Bevölkerung zur Energiewende / NIMBY	X	0	0	0	0	0	0	1	1	1		
...												



Szenariodefinition (a): Unabhängige Parameter

Modellparameter, die keinen sozio-ökonomischen Deskriptor abbilden, z.B.

- Wirkungsgrade
- Variable Kosten der Stromerzeugung
- Installierte Kapazitäten (Stromerzeugung, -transport, -speicher)
- Lebensdauern
- Emissionsfaktoren
- ...



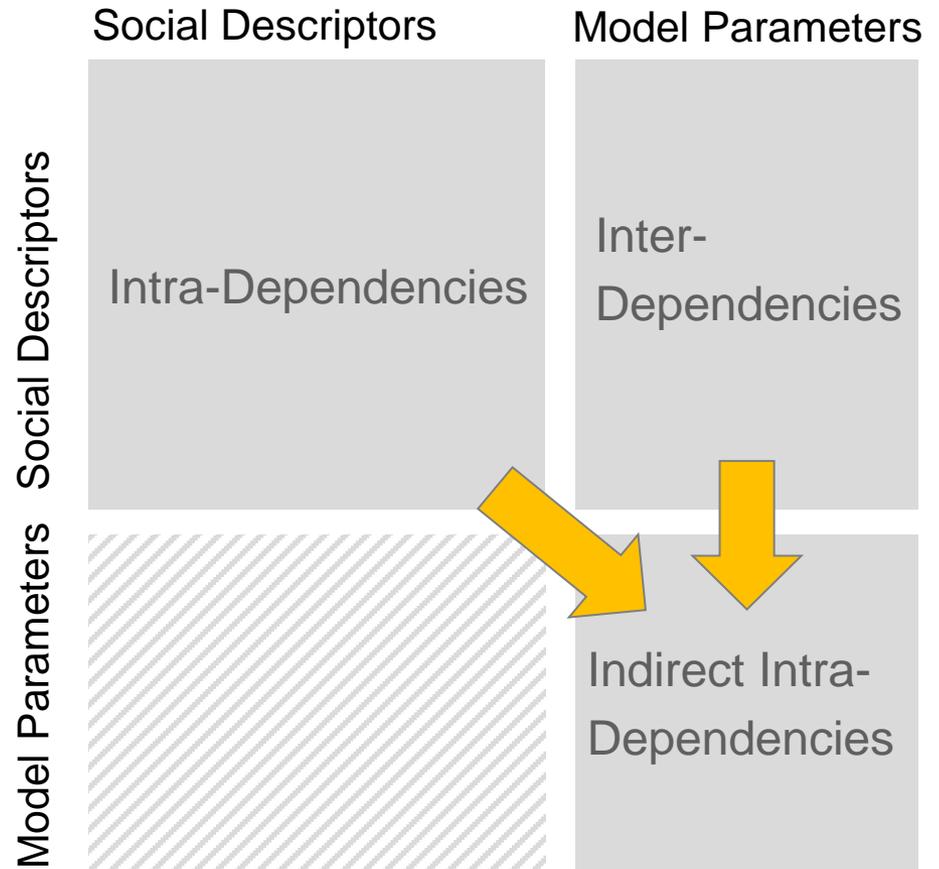
Szenariodefinition (b): Basisparameter

- Identifikation der Deskriptoren mit großem gesamtsystemischem Einfluss **und** Abbildung durch Modellparameter
 - z.B. „EE-Ausbau“, „Internationale Verflechtung der Stromnetze“, „EU-Integration“
 - Auswahl der Deskriptorausprägungen nach Untersuchungszweck
 - z.B. hoher EE-Ausbau, Trend zu stärkerem EU-Stromverbund, „EU-Renaissance“
 - Kombination der Deskriptorausprägungen konsistent?
 - = Gibt es Kontextszenarien mit der gewählten Kombination von Ausprägungen?
- Basisparametrierung anhand Literatur und Deskriptorausprägungen

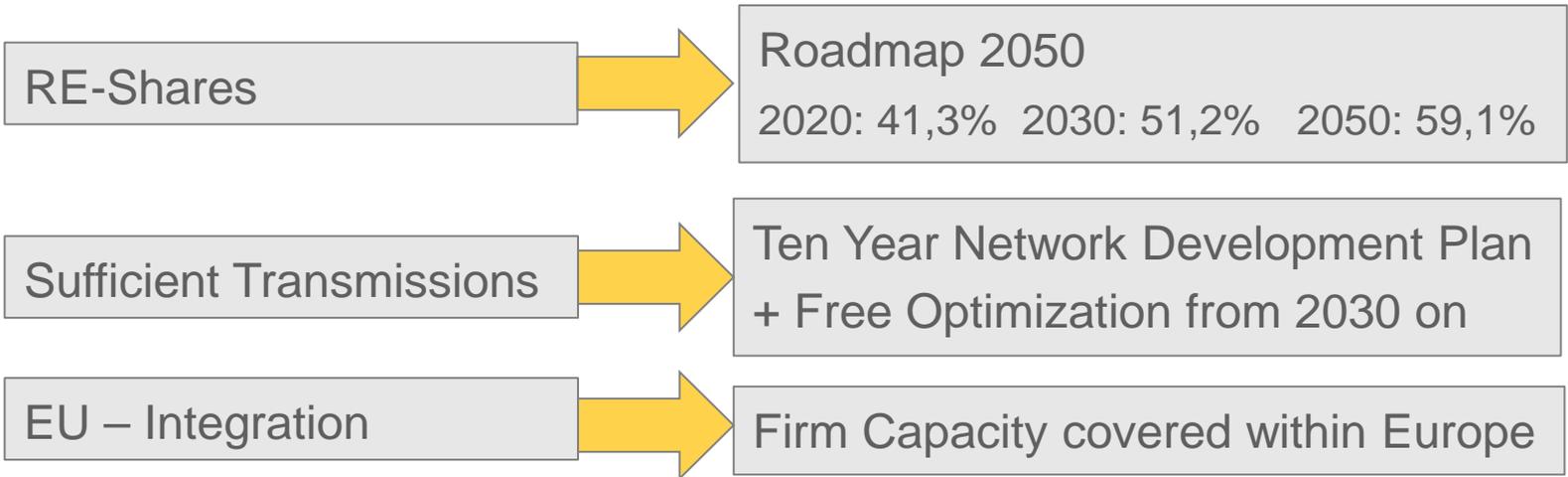


Szenariodefinition (c): Variable Parameter → Sensitivitätsanalyse

Modellparameter mit großer
Auswirkung auf das
Stromsystem
=
Modellparameter mit großer
Wirkung auf andere
Modellparameter

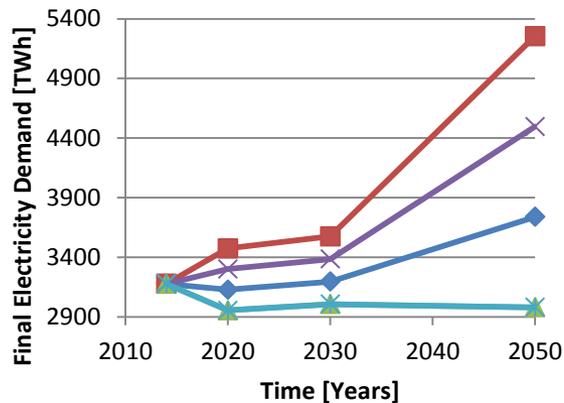


Anwendungsbeispiel: Basisparameter und -parametrierung in REMix

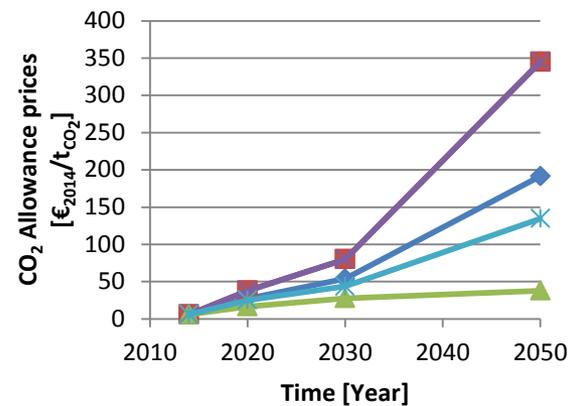


Anwendungsbeispiel: Sensitivitätsanalyse

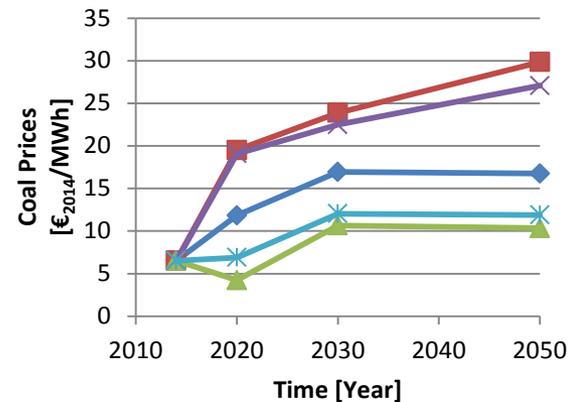
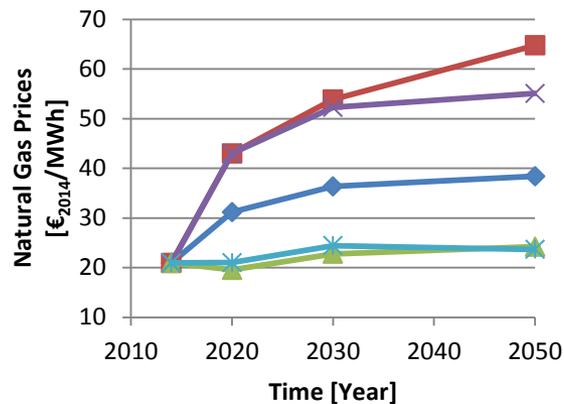
Demand



CO2 allowance prices



Fuel prices

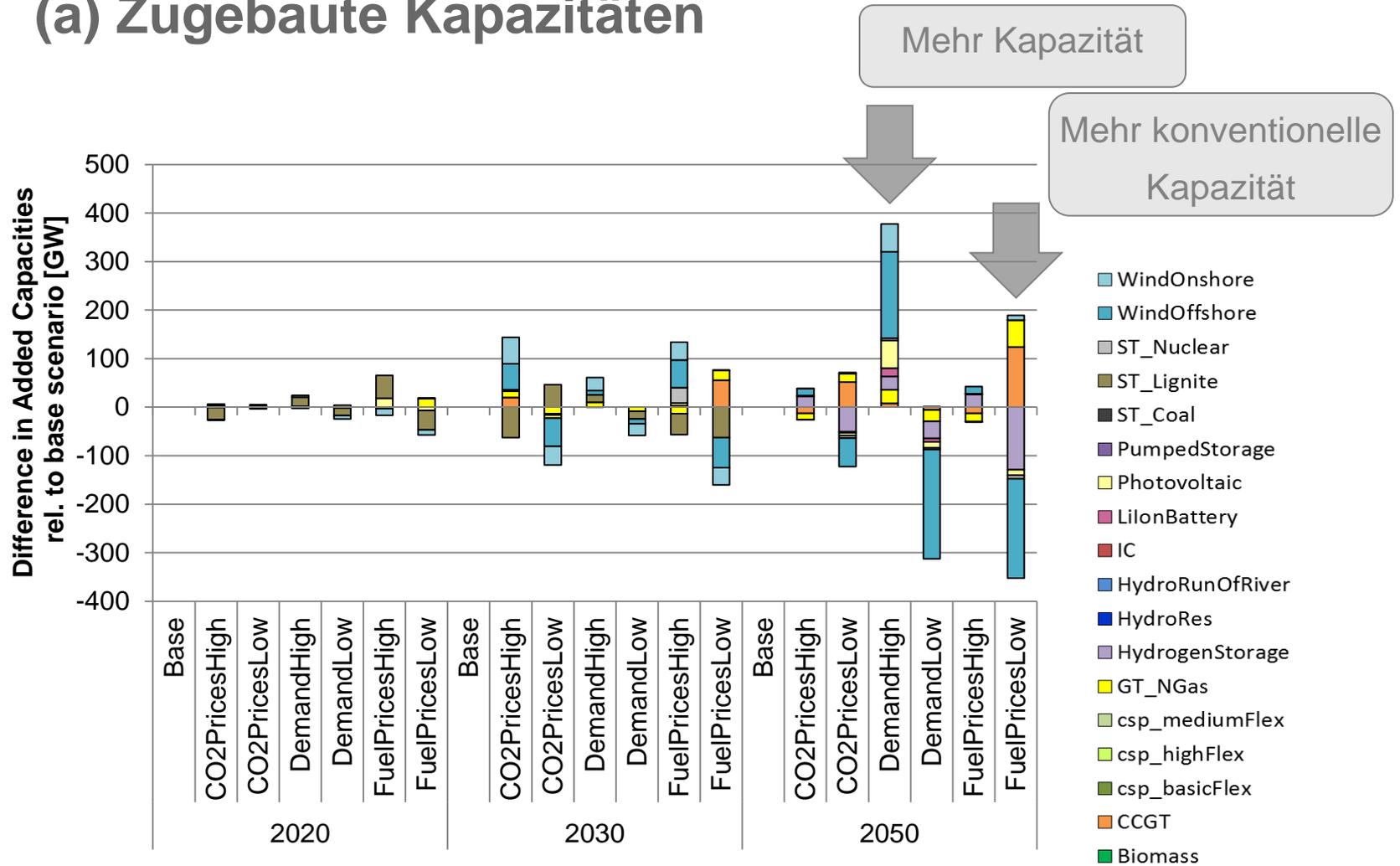


■ Literature Max
 ▲ Literature Min
 ◆ Base Scenario
 ✕ High
 ✱ Low



Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse

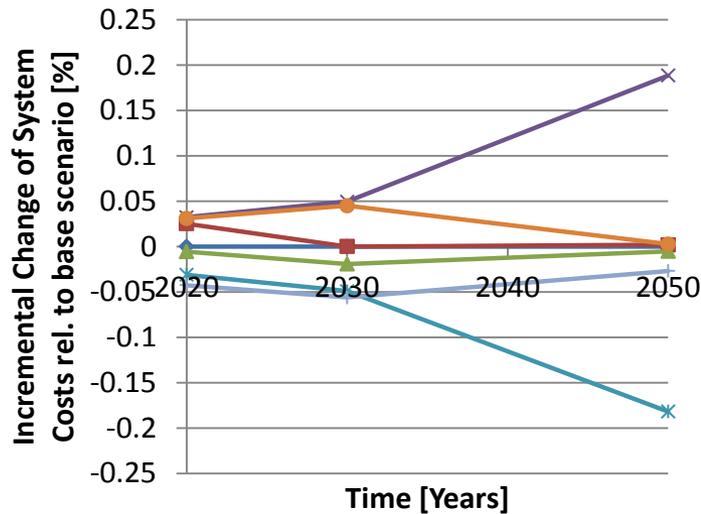
(a) Zugebaute Kapazitäten



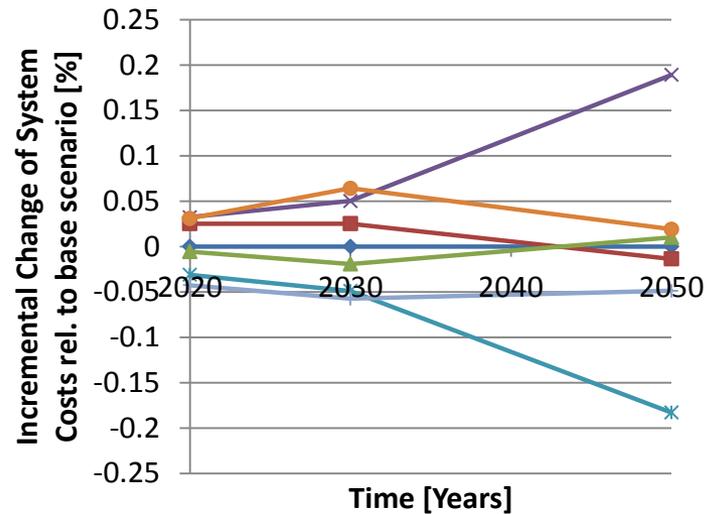
Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse

(b) Systemkosten

Static



Myopic



- ◆ Base
- CO2PricesHigh
- ▲ CO2PricesLow
- ✕ DemandHigh
- * DemandLow
- FuelPricesHigh
- + FuelPricesLow



Zusammenfassung

Sensitivitätsanalyse

Drei Modellparameter im Rahmen der Kontextszenarien variiert:

- CO2-Zertifikatspreise: → geringe Sensitivität der Ergebnisse
- Brennstoffpreise: → Einfluss auf Kapazitätsstruktur
- Strombedarf: → Einfluss auf Kapazitätzubau und Systemkosten

Methodik „sozio-technische Szenarien“

- Konsistente Definition und Parametrierung von Basisparametern und Sensitivitätsparametern anhand sozio-ökonomischer Deskriptoren
→ Einschränkung des Lösungsraums, plausible Ergebnisse
- Nicht „Entsubjektivierung“, sondern „Diversifizierung des Expertenwissens“
 - genaue Planung und Erklärung der Experteninterviews wichtig!
- Qualitative Deskriptoren → Bei Parametrierung Spielraum vorhanden



Ausblick

- Kontextszenarien regionalspezifisch
 - Spezifisch europäische Kontextszenarien erforderlich (pro Land?)
- Um die Reproduzierbarkeit weiter zu verbessern:
 - Quantitative statt qualitative Deskriptoren möglich?
 - Z.B. CO₂-Zertifikatspreise
 - Z.B. Akzeptanz
 - Wie viele Freileitungen können zwischen zwei Ländern gebaut werden?
 - Wie viele Erdkabel können gebaut werden?
 - Oder: Methodik zur Modellparametrierung stärker standardisieren
- „Diversifizierung des Expertenwissens“ für Kopplung Deskriptoren – Modellparameter verbessern

Kontakt: yvonne.scholz@dlr.de

