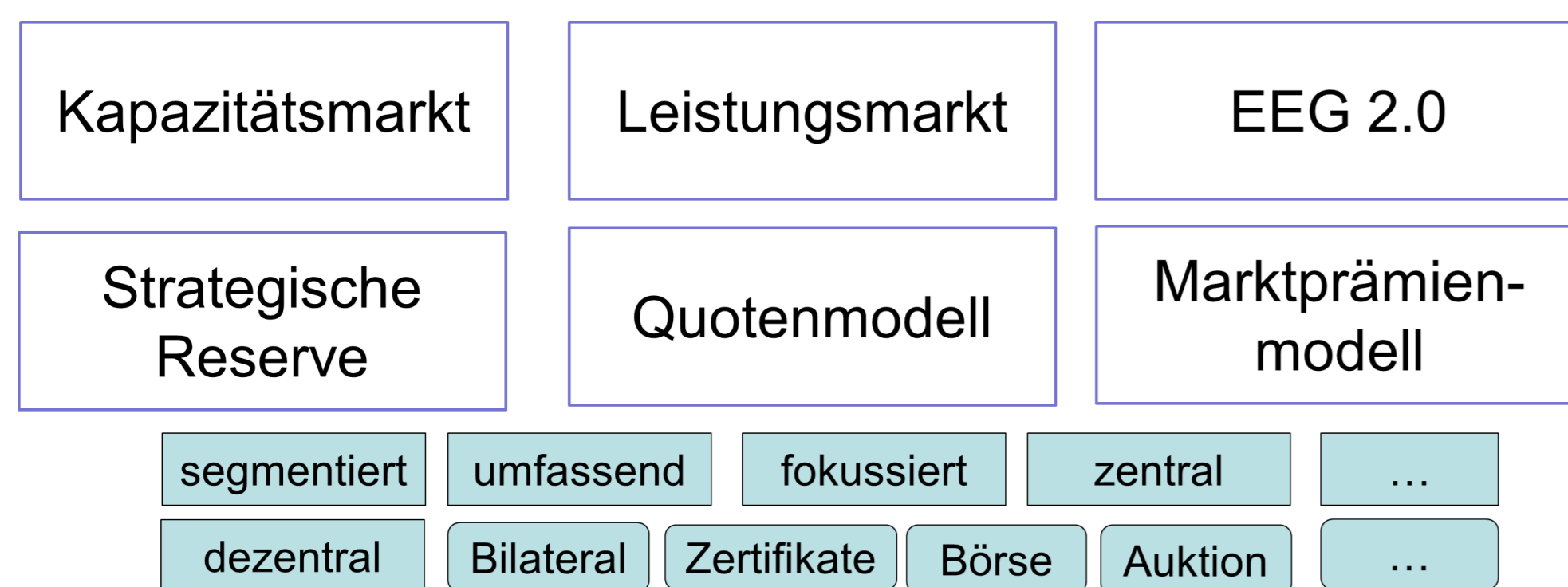


## Problemstellung und Motivation

Das Ziel des zukünftigen Stromsystems ist die Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80%, u. a. durch einen Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromproduktion von 80% bis 2050 (Referenzjahr 1990). Zur Erreichung dieser nachhaltigen Ziele muss ein zukünftiger Strommarkt

- die Integration hoher Anteile fluktuierender Erzeugung,
- die Finanzierung einer sicheren Versorgung

gewährleisten. Viele Ansätze zur Restrukturierung des Marktes werden aktuell diskutiert, z.B.:



Schon heute treten viele neue Akteure mit unterschiedlichem Verhalten hinsichtlich politischer Rahmenbedingungen in den Markt, die zudem große Interaktion untereinander zeigen.

## Zielsetzung

Die strukturelle Aufarbeitung mit der Cross-Impact-Bilanzanalyse ermöglicht:

- ganzheitliches Verständnis der Marktdesignansätze
- Abbildung möglicher Unsicherheiten des ausgewählten Ansatzes
- transparente Analyse trotz hoher Interdisziplinarität
- Berücksichtigung von Korrelationen zwischen Parametern
- Überprüfung der Ansätze mit den gesetzten Zielen
- Offener Diskurs zwischen den Propagatoren der jeweiligen Ansätze
- Identifizierung weiterer Lösungsräume

Beispiel für eine Cross Impact Matrix mit Deskriptoren und Varianten. Die Bewertungsskala des Einflusses der Zeilen auf die Spalten ist:

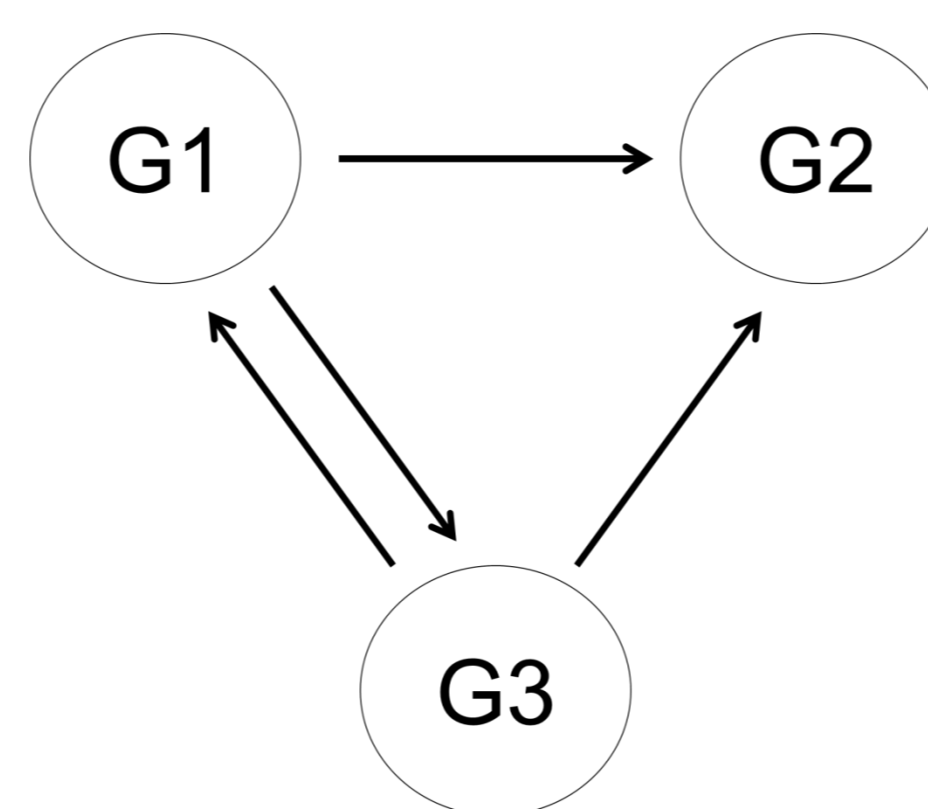
- 3 stark hemmend
- 2 moderat hemmend
- 1 schwach hemmend
- 0 neutral
- +1 schwach fördernd
- +2 moderat fördernd
- +3 stark fördernd

	A		B			C			D		E	
	A.1	A.2	B.1	B.2	B.3	C.1	C.2	C.3	D.1	D.2	E.1	E.2
A Bilanz Angebot-Nachfrage												
A.1 ausgeglichen			-2	-1	-1	2	2	-3	2	-2	-1	1
A.2 unausgeglichen			2	1	1	-2	-2	3	-2	2	1	-1
B Strompreise an der Börse												
B.1 extreme Preisspitzen	0	0				-2	-2	2	-3	2	1	-1
B.2 steigend	0	0				1	2	2	2	-1	3	-3
B.3 fallend	0	0				-1	-1	-1	0	0	-2	2
C Flexibilitätsoptionen												
C.1 Speicher	2	-2	-2	1	1				3	-2	-1	1
C.2 Lastmanagement	2	-2	-2	-1	1				3	-2	-1	1
C.3 Keine	-2	2	1	1	-1				-1	1	1	-1
D Fluktuierende Erneuerbare Energien												
D.1 Zunahme	-3	3	1	-2	2	1	1	-1			-1	1
D.2 Stagnation	1	-1	0	0	0	-1	-1	1			1	-1
E Thermische Erzeuger												
E.1 Zunahme	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	0	0		
E.2 Stagnation	1	-1	0	0	0	1	1	-1	1	-1		

## Multidisziplinäre Methode

Die Cross-Impact-Bilanzanalyse (CIB) ist eine Methode zur Beschreibung von plausiblen Zukunftsentwicklungen. Sie erlaubt die Berücksichtigung von sozialen, technologischen, politischen sowie ökonomischen und ökologischen Determinanten zur Beurteilung möglicher Systeme und Szenarien auf Basis von Expertenurteilen.

Der systemtheoretische Ansatz der CIB basiert auf der paarweisen Interaktion von Größen. Das Gesamtsystem charakterisiert sich durch das so entstehende Wirknetz:



## Anwendung auf den Strommarkt

Der Strommarkt repräsentiert ein multidisziplinäres System. Sein zukünftiges Design muss u.a. folgende Themen berücksichtigen:

- Integration Erneuerbarer Energien in die Märkte
- Refinanzierung der Erzeugungsanlagen
- Gewährleistung der Versorgungssicherheit
- Förderung innovativer Technologien

- Integration in den europäischen Strommarkt
- Vermeidung von Ineffizienzen und Pfadabhängigkeiten

Mittels der CIB wird ein Strommarkt durch *Deskriptoren* und deren *Varianten* in einer Matrix abgebildet und bewertet.

Das gewählte Marktszenario wird bei der Analyse auf Konsistenz und Robustheit geprüft, z.B.:

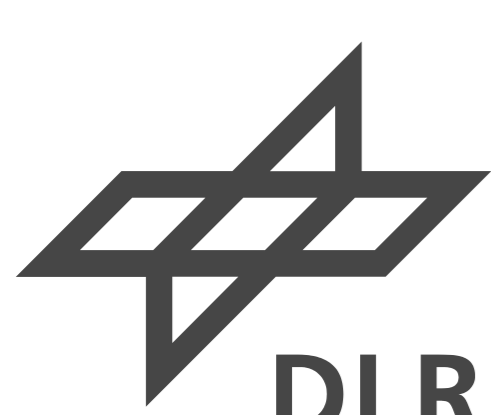
- Ist das Modell vereinbar mit den staatlichen Zielen einer nachhaltigen Energieversorgung?
- Welche Größen reagieren sensitiv auf Interventionen?
- Wie ist die Qualität des Modells (kombinatorisches Gewicht eines konsistenten Zustandes)?

Szenario Nr. 1	Szenario Nr. 2	Szenario Nr. 3
A Bilanz Angebot-Nachfrage: A.2 unausgeglichen	A Bilanz Angebot-Nachfrage: A.1 ausgeglichen	
B Strompreise an der Börse: B.1 extreme Preisspitzen	B Strompreise an der Börse: B.3 fallend	
C Flexibilitätsoptionen: C.3 Keine	C Flexibilitätsoptionen: C.1 Speicher	C Flexibilitätsoptionen: C.2 Lastmanagement
D Fluktuierende Erneuerbare Energien: D.2 Stagnation	D Fluktuierende Erneuerbare Energien: D.1 Zunahme	
E Thermische Erzeuger: E.1 Zunahme	E Thermische Erzeuger: E.2 Stagnation	

Varianten konsistenter Szenarien aus der oben angegebenen Matrix.

Knowledge for Tomorrow

Wissen für Morgen



Deutsches Zentrum  
DLR für Luft- und Raumfahrt

