

# Vom Kontextszenario zum vollständigen Energieszenario – Erfahrungen aus EnergyTrans A2

Tobias Naegler (DLR TT-STB)

3. Präsenztreffen des Forschungsnetzwerkes Energiesystemanalyse

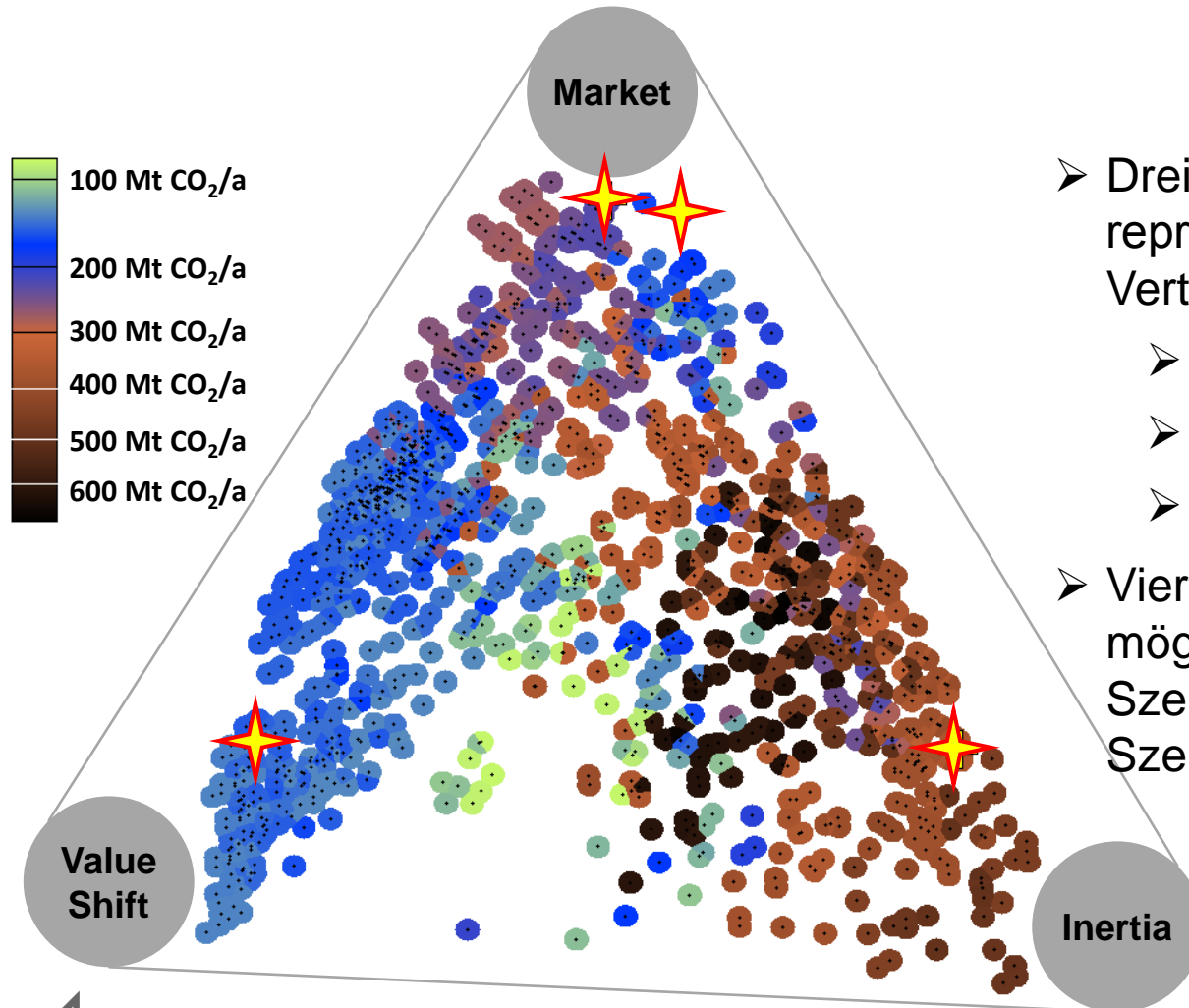
Aachen, 24. Mai 2019



Wissen für Morgen



# Auswahl der nachzumodellierenden Kontextszenarien



- Drei Kontext-Szenarien repräsentativ für „Pole“ der Verteilung:
  - Market
  - Value Shift
  - Inertia
- Viertes Kontext-Szenario: möglichst nah an Annahmen im Szenario B der BMUB-Langfrist-Szenarien 2011 → „Target“



# Szenariorentwicklungs-Tool MESAP

**sozio-ökon. Rahmendaten:** BIP, BWS, Bevölkerung, ...

**Energie-  
intensitäten**

**Nutzenergiebedarf**  
Industrie, Haushalte, GHD  
(RW, WW, PW, ME, IKT, ...)

**Verkehrsleistungen**  
Personen- & Güterverkehr  
(Straße, Schiene, Schiff, Flugzeug)

**Marktanteile  
Technologien/  
Energieträger**

**Endenergiebedarf**  
nach Anwendung / Technologie / Energieträger

**Marktanteile  
Technologien/  
Energieträger**

**Umwandlungssektor**  
Erzeugung Strom, Fernwärme, (synth.)  
Kraftstoffe & Gase

**Primärenergieverbrauch**

**(CO<sub>2</sub>-)  
Emissionen**

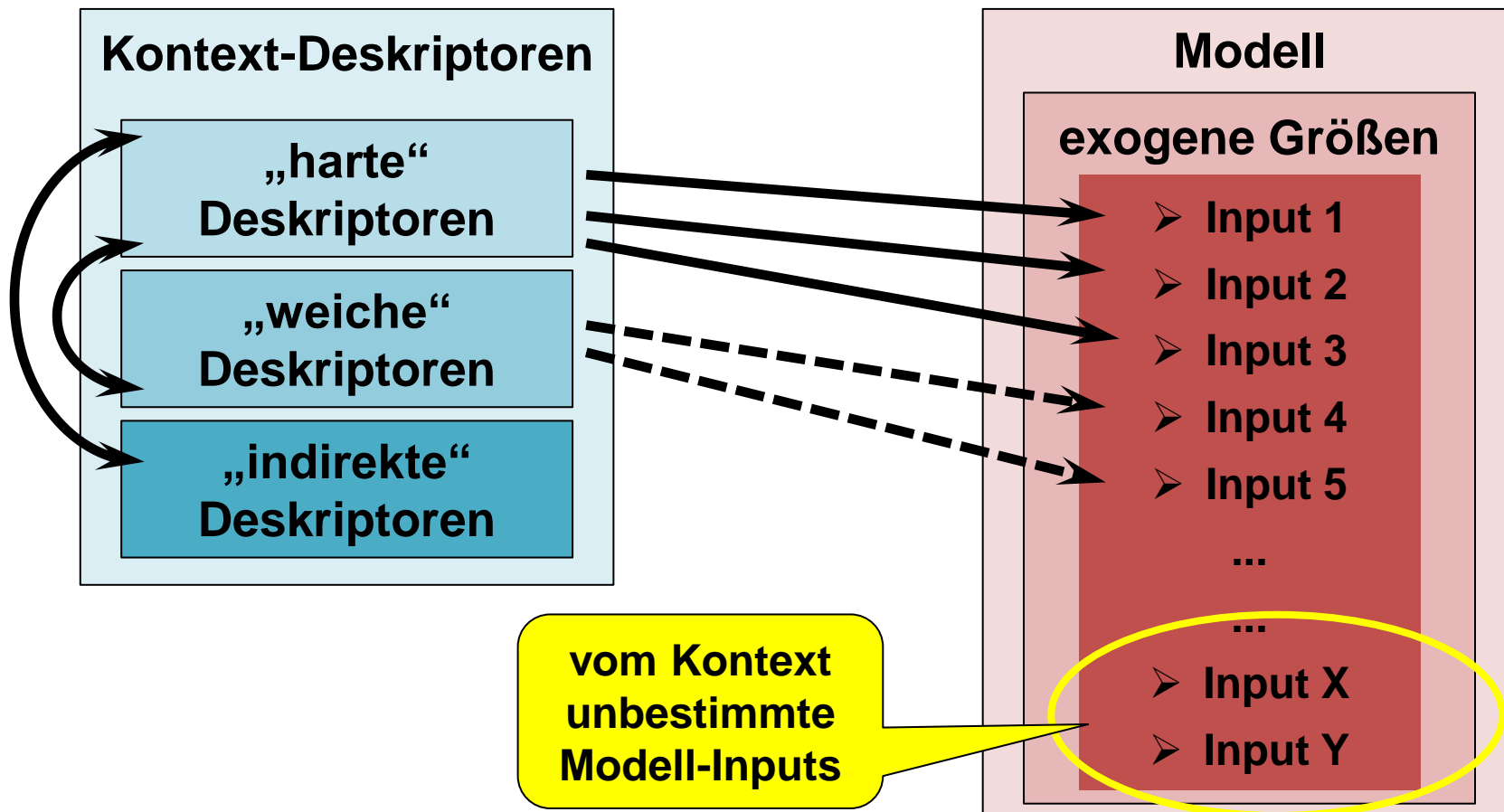
**(neu) installierte  
Leistungen**

**Gestehungskosten,  
Investitionen  
(Strom, Wärme)**

**technisch-ökonom. Rahmendaten:**  
Effizienz, Stromkennzahl, JAZ, Auslastung,  
Kosten, Emissionsfaktoren, ...



# Matching von Kontext-Deskriptoren mit Modell-Inputs



# Beispiele „harte“ Deskriptoren

Deskriptor	Einheit	Rolle für ES-Modell
<b>harte „Treiber“-Deskriptoren</b>		
Bevölkerungsentwicklung	Mio.	EEV Haushalte, Personenverkehrsaufkommen
BIP-Entwicklung	%/a	EEV Industrie, EEV GHD
Effizienzentwicklung HH-Geräte	%/a	Stromverbr. IKT, mech. Energie, Kälte → EEV Haushalte
Effizienzentwicklung PKW (Verbrennungsmotor)	%/a	spezifischer Verbrauch (MJ/pkm) → EEV Verkehr
Effizienzentwicklung PKW (Elektro)	%/a	spezifischer Verbrauch (MJ/pkm) → EEV Verkehr
Effizienzentwicklung Industrie	%/a	Energieintensität Industrie → EEV Industrie
Effizienzentwicklung GHD	%/a	Energieintensität GHD → EEV GHD
Wohntrends	m <sup>2</sup> /cap	Wohnraum pro Kopf → EEV Haushalte



# Beispiele „weiche“ Deskriptoren

Deskriptor	Einheit	Rolle für ES-Modell
<b>weiche „Treiber“-Deskriptoren</b>		
Tertiärisierung (GHD-Anteil Beschäftigte)	%	BIP-Anteil Industrie vs. BIP-Anteil GHD
Sanierungstiefe/-rate Gebäude	% bzw. %/a	Wärmebedarf Gebäude
Tendenz Zentralität/Dezentralität Stromproduktion & Speicher	qualitativ	weitestgehend identisch mit EE-Ausbau
Ausbau netzgebundener Wärme	qualitativ	Fernwärme, KWK, EE-Wärme-Technologien
Investitionen in neue Fahrzeugkonzepte und Infrastruktur	%	Anteil „neuer“ KFZ-Technologien (BEV, PHEV, H2-FCV) an Personenverkehrsleistung
Rebound individueller Energieverbrauch	qualitativ	PKW-Verkehrsleistung, Wärmebedarf Privatgebäude
EE-Ausbau Strom	TWh/a	nationale EE-Strom-Produktion
EE-Ausbau Wärme	TWh/a	nationale EE-Wärme-Produktion

**Vorgehensweise:** plausible Quantifizierung weicher Deskriptoren und/oder Einsatz von Untermodellen





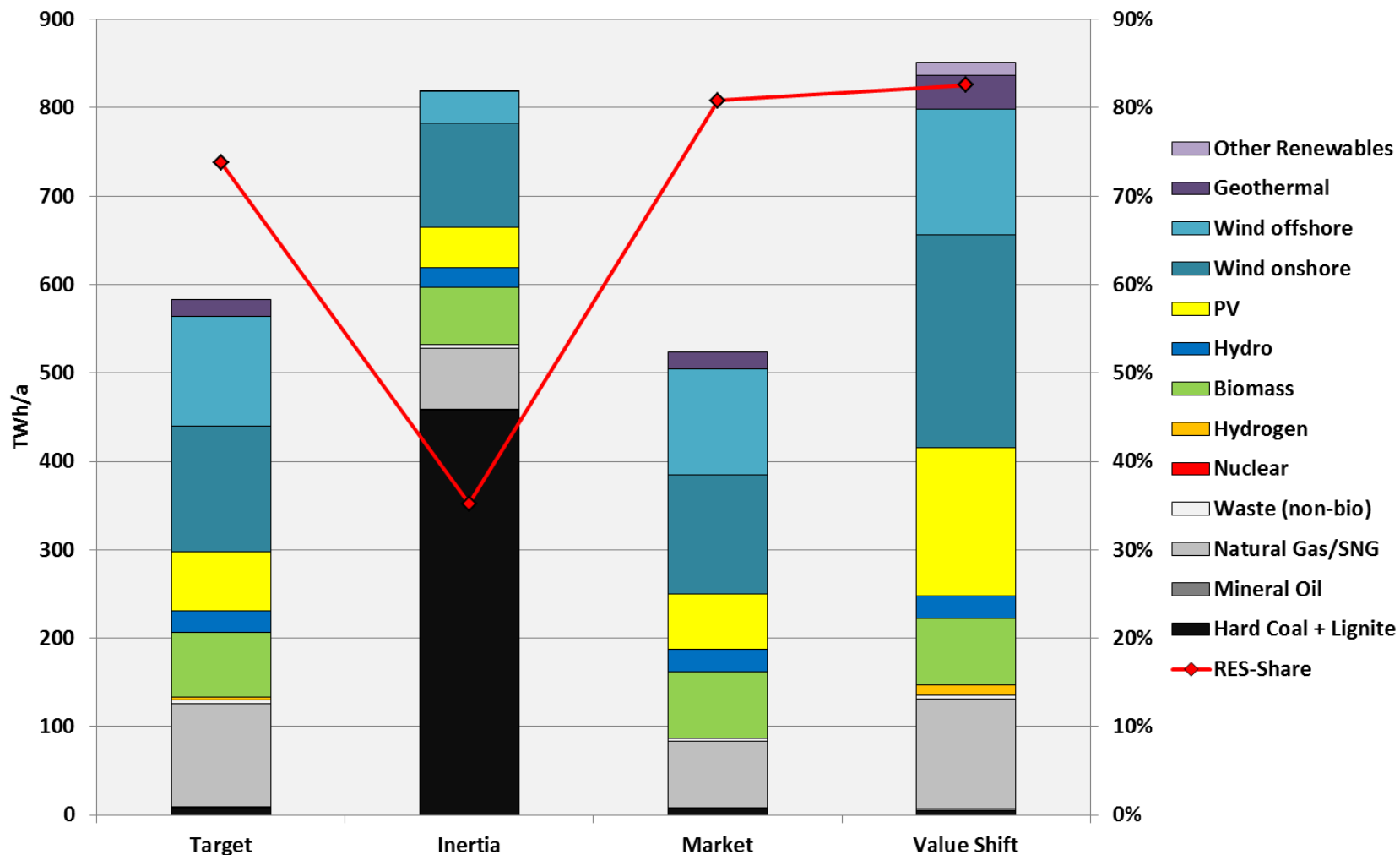
# Beispiele für wichtigen Modell-Input, der durch Kontext-Deskriptoren (zunächst) nicht bestimmt wird:

- Ausstieg **Kohleverstromung**?
- Potentiale **Biomasse** und Verwendung für energetische Zwecke
- Portfolio **EE-Wärmeerzeugung**, Rolle elektrische Wärmepumpen
- Marktanteile „neue“ **Antriebskonzepte im Personenverkehr** (BEV, PHEV, FCEV)
- Antriebskonzepte / Brennstoffe im **Güterverkehr**
- Rolle von **P2X**
- etc. etc. etc.

**Vorgehensweise:** Plausible Wahl der Wertes der Input-Größe entsprechend dem „Geist“ des Kontext-Szenarios, auf Basis von Ergebnissen anderer Studien und des eigenen Expertenwissens!

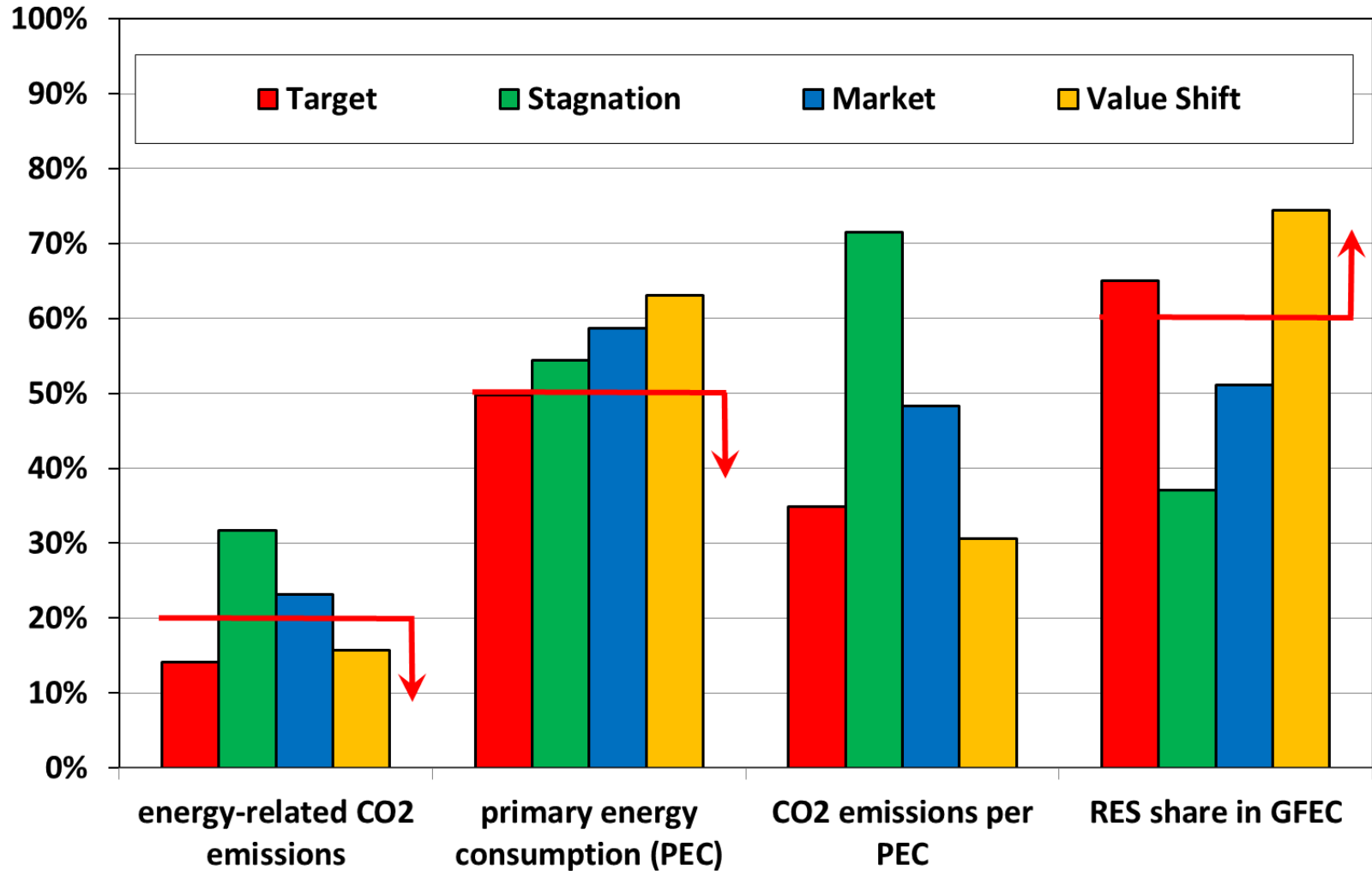


# Ergebnisse: Stromerzeugung im Jahr 2050





# Ergebnisse: CO2-Emissionen, PEV, EE-Anteile



# Fazit: Möglichkeiten und Herausforderungen

## ➤ **Möglichkeiten:**

- system. **Erstellung konsistenter Rahmenannahmen** für Modelle möglich
- system. **Erfassung möglicher Unsicherheiten** des Kontextes für Szenarien
- Analyse der **notwendigen gesellschaftlichen Voraussetzungen** für bestimmte Transformationsstrategien

## ➤ **Herausforderungen:**

- bzgl. Auswahl Deskriptoren und Deskriptor-Varianten:
  - genaue Abstimmung auf Fragestellung bzw. Modell(e) nötig
  - präzise (möglichst quantitative) Definition Indikatoren
- geringe Anzahl der Deskriptor-Varianten (idR 2-4)
  - Kompromiss zwischen Granularität und Zeitaufwand
- „unbestimmter“ Modellinput und „weiche“ Deskriptoren erfordern weitere Annahmen des Modellierers im „Geist“ des Szenarios
  - **transparente Vorgehensweise** erfordert **hohen zeitlichen Aufwand** bei Recherche und Dokumentation der Annahmen/Interpretationen
- Ergebnisse Kontext-Szenario manchmal überraschend
  - Gefahr mangelnder „Akzeptanz“ durch Modellierer!
- methodische Spannung zwischen explorativer CIB und normativen Szenarien

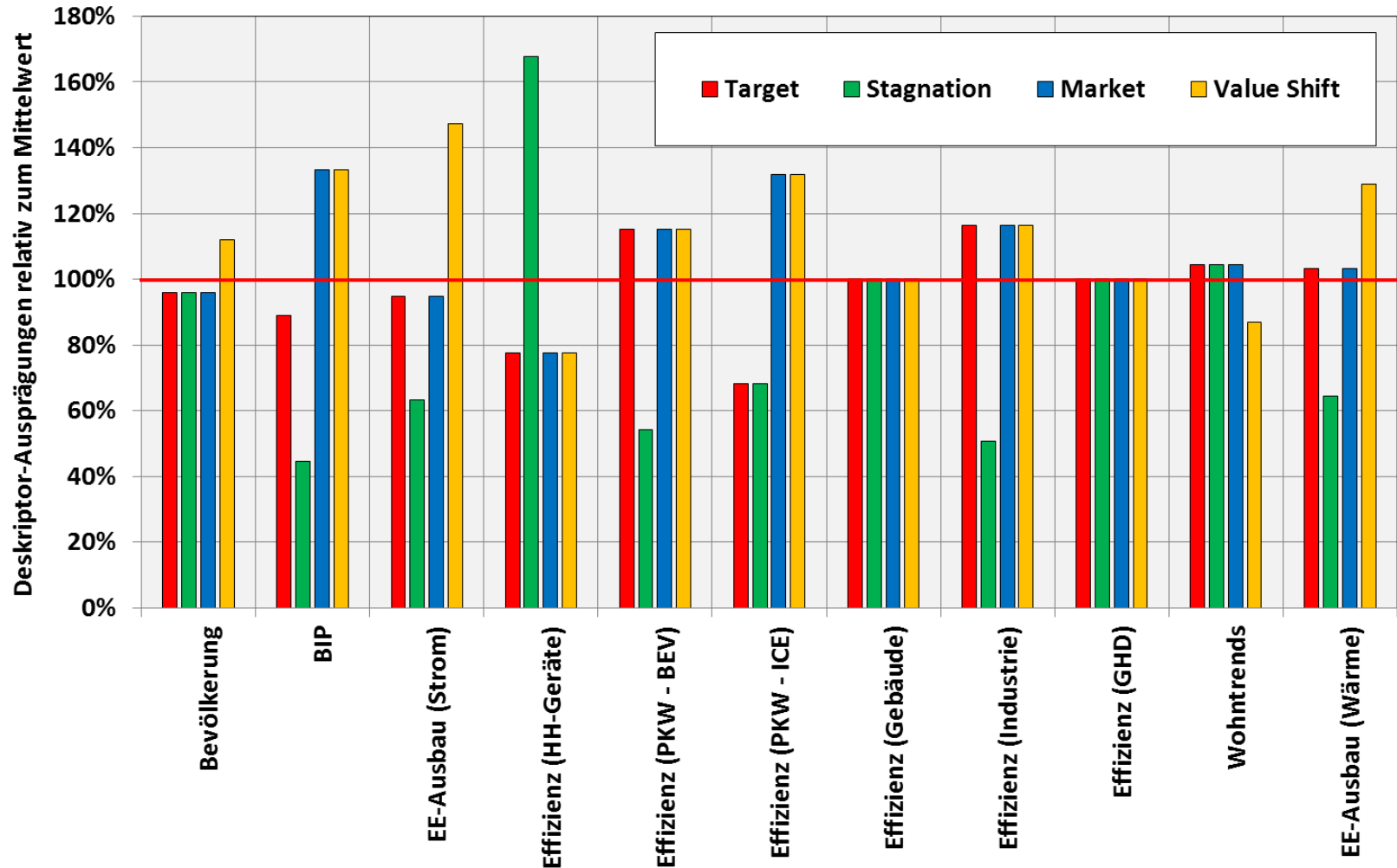


**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Fragen, Kommentare, Anregungen?**



# Unterschiede Deskriptor-Ausprägungen Szenarien für ausgewählte harte und weiche Deskriptoren



# Freiheitsgrade in der Modellierung: Interpretation „weicher“ Treiber (Beispiel 1)

- „Anteile neuer Fahrzeugtechnologien an Verkehrsleistung individueller Personenverkehr“

20%	50%	100%
-----	-----	------

- quantitative Vorgabe, aber unzureichend detailliert für Modellierung
- Marktanteile Antriebstechnologie muss konkretisiert werden (Elektro vs. Wasserstoff)
- Orientierung an LS2011A, aber auch andere Wahl prinzipiell möglich
- signifikante Auswirkungen auf Modelloutput, z.B:
  - Strombedarf → Emissionen CO<sub>2</sub>, Luftschadstoffe
  - Biokraftstoffbedarf (über PHEV) → Flächenverbrauch Biomasse, Schadstoffemissionen Biokraftstoffmotoren



# Freiheitsgrade in der Modellierung: Interpretation „weicher“ Treiber (Beispiel 2)

- „Ausbau netzgebundene Wärme“:

<b>kein</b> verstärkter Ausbau der Nah- und Fernwärmenetze	verstärkter Ausbau der Nah- und Fernwärmenetze
--	--

→ FW-Anteil an NT-Wärme

→ KWK-Anteil Stromerzeugung

→ Technologie-Mix EE-Wärme

- netzgebunden: Geothermie, Biomasse (KWK, HW), solare Nahwärme
- individuell: Wärmepumpen, Biomasse-EH, Solarthermie (WW, HÜ)
- grundsätzliche Herausforderung hier: konsistente Umsetzung
  - EE-Wärme-Ausbau differenziert nach Technologien
  - Effizienzsteigerung Wärmebereich
  - Ausbau netzgebundener Wärme
- Auswirkung auf
  - Mix fossile Wärme (KWK vs. HW vs. Einzelheizung) → CO<sub>2</sub>-Emissionen
  - Wärmepumpen → Strombedarf → CO<sub>2</sub>-Emissionen





# Freiheitsgrade in der Modellierung: Interpretation „weicher“ Treiber (Beispiel 1)

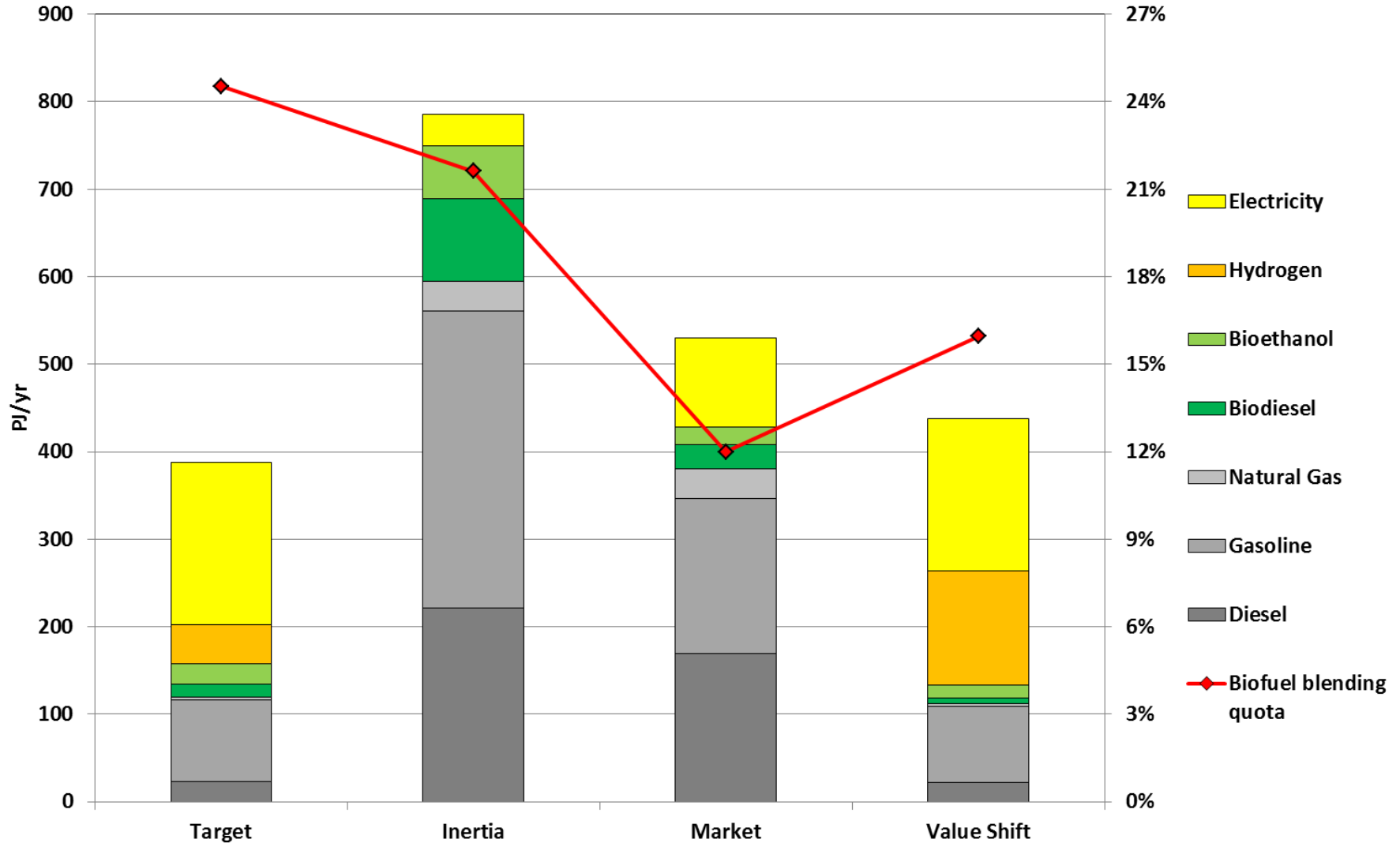
- „Rebound im individuellen Energieverbrauch“

Trend zu kleinem Rebound	Trend zu moderatem Rebound	Trend zu starkem Rebound
--------------------------	----------------------------	--------------------------

- im Modell umgesetzt in Bereichen
  - Mobilität (Personenverkehrsleistung)
  - Raumwärme (mittlerer spezifischer Raumwärmebedarf)
- *nicht* umgesetzt:
  - Strombedarf: da harte Vorgaben für Verbrauchsentwicklung Strom
- Literaturlauswertung: direkter Rebound Verkehr, Raumwärme <20%
- „kleiner Rebound“: Referenz
- „moderater Rebound“: Verkehrsleistung & spez. Raumwärmebedarf +7%
- „starker Rebound“: Verkehrsleistung & spez. Raumwärmebedarf +15%



# Ergebnisse: EEV Personen-Straßenverkehr (für 2050)



# Herausforderungen I

- Ausfüllen der CIB-Matrix
  - erfordert ein sehr gutes Verständnis für die Methodik, um Fehler zu vermeiden
  - erfordert gemeinsames Verständnis der Deskriptoren und Varianten durch alle beteiligten Experten
- Deskriptoren-Ausprägungen und Matrix-Zusammenhänge beschreiben mittlere Zusammenhänge über längeren Zeitraum → keine Differenzierung über Zeit möglich
- Komplexität der Zusammenhänge zwischen mehr als zwei Deskriptoren können nur vereinfacht berücksichtigt werden (z.B. wenn Ausprägungen zweier Deskriptoren A und B von Wert eines dritten Deskriptors abhängen)
- für komplexe Zusammenhänge könnte es sinnvoller sein, auf Modellergebnisse zurückzugreifen als auf Experten-Einschätzungen
- methodische Spannung zwischen explorativem CIB-Ansatz und normativen Szenarien
- Ergebnisse Kontext-Szenario manchmal überraschend → Gefahr mangelnder „Akzeptanz“ durch Modellierer!



## Herausforderungen II

- Auswahl Deskriptoren und Varianten: → genaue Abstimmung auf Fragestellung bzw. Modell(e) nötig
- geringe Anzahl der Deskriptor-Varianten (idR 2-4) → Gefahr holzschnittartiger Energieszenarien
- präzise Definition Indikatoren wünschenswert (wenn möglich quantitativ)
- „unbestimmter“ Modellinput und „weiche“ Deskriptoren erfordern weitere Annahmen des Modellierers im „Geist“ des Szenarios → **transparente Vorgehensweise** erfordert **hohen zeitlichen Aufwand** bei Recherche und Dokumentation der Annahmen/Interpretationen durch Modellierer
- insgesamt **hoher Zeitaufwand** bis zur fertigen Erstellung der Kontextszenarien und der Energieszenarien
- Modellierer plädieren eher für mehr Deskriptoren/Varianten, CIB-ExpertInnen für weniger...

