

FFE

Zwischenergebnisse der wissenschaftlichen Begleitung der Systemvision2050

06.10.2021



Agenda

1

Boxplots - Schlüsselement zur Interpretation von Eingangs- und Ergebnisparametern

2

Inputanalyse - Eingangsparameter und Vergleich mit Referenzstudien

3

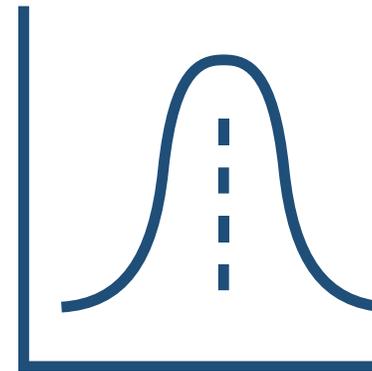
Outputanalyse - Ergebnisparameter und Vergleich mit Referenzstudien

4

Wenn A dann B? - Zusammenhänge zwischen den Parametern

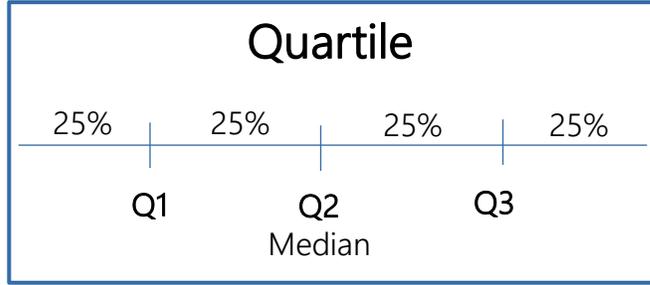
Boxplots

Schlüsselement zur
Interpretation von
Eingangs- und
Ergebnisparametern

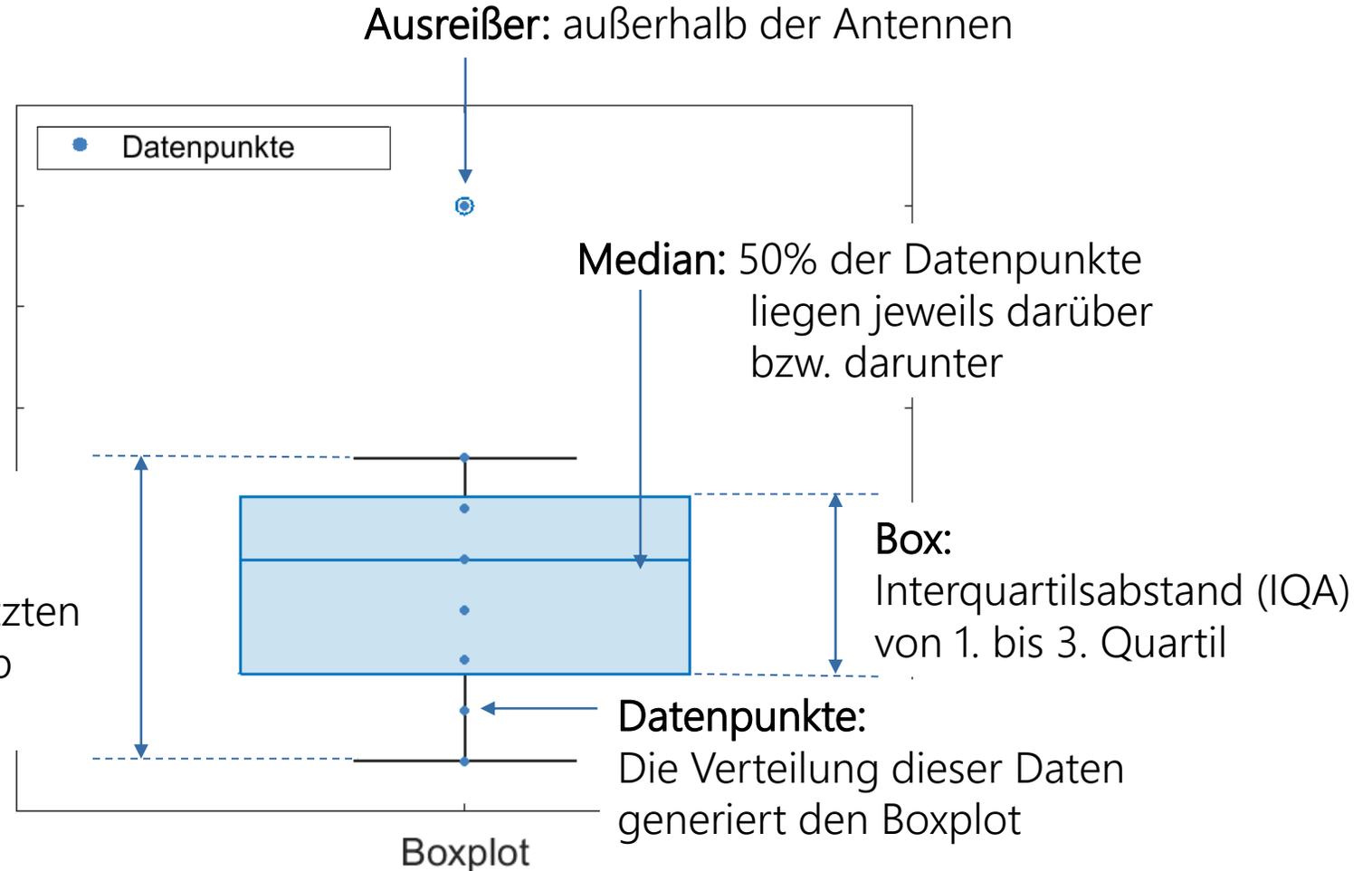


Datenstreuung

Zur Visualisierung der Parameterdaten wird ein Boxplot verwendet. Daraus lassen sich die Streubreite und Datenausreißer ablesen.



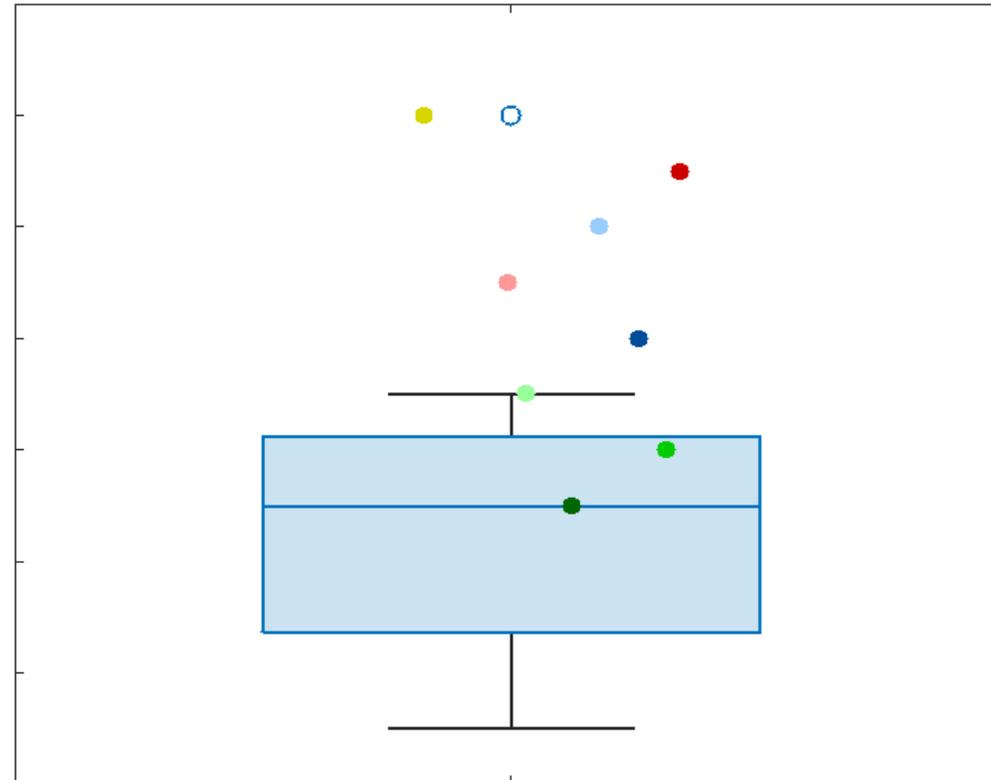
Antennen: bis 1.5-facher IQA von Q1 bzw. Q3 (aber nur bis zum letzten Datenpunkt innerhalb dieses Bereichs)



Die Antennen werden als Maß für die Streubreite der Parameter verwendet

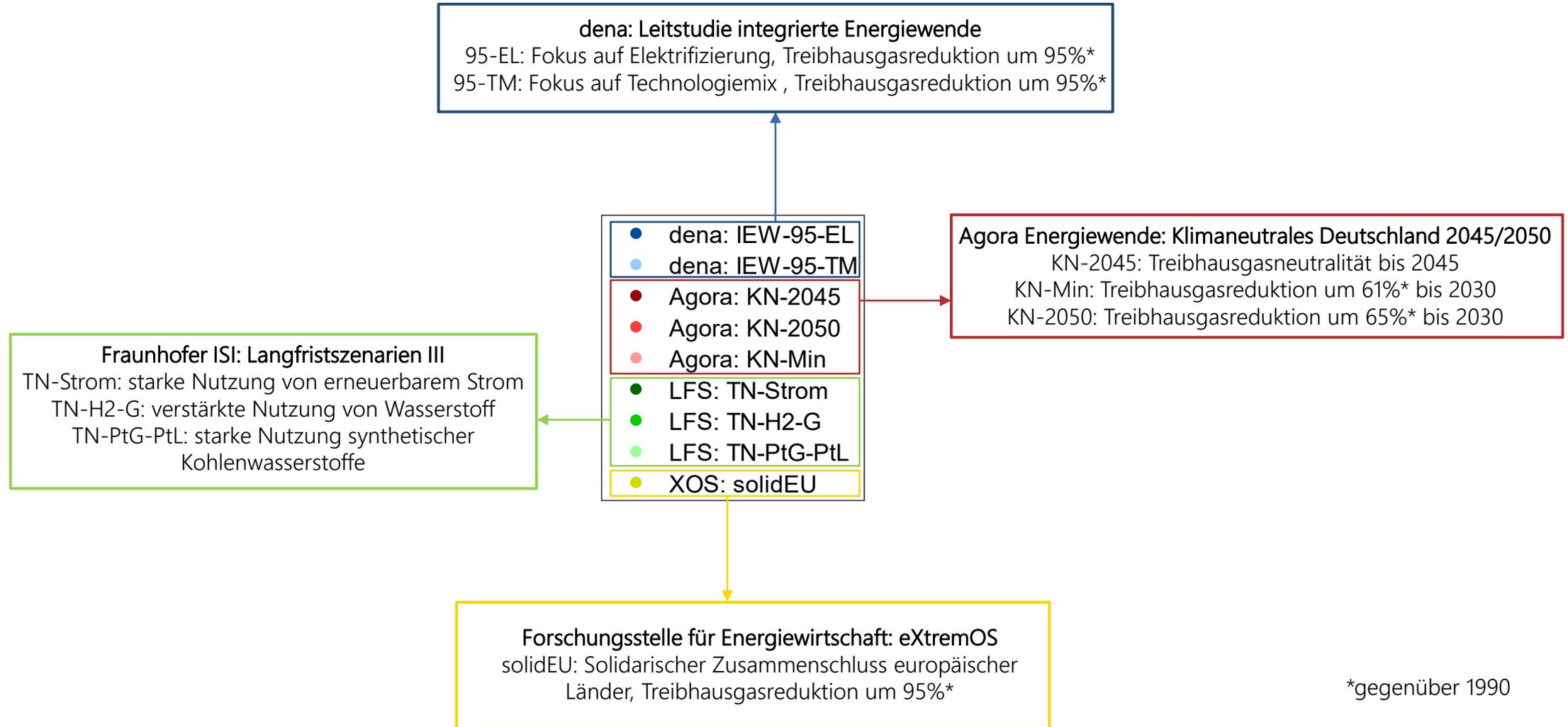
Die Streuung der Parameter wird mit Daten aus Referenzstudien verglichen, die hier farbig dargestellt sind.

- dena: IEW-95-EL
- dena: IEW-95-TM
- Agora: KN-2045
- Agora: KN-2050
- Agora: KN-Min
- LFS: TN-Strom
- LFS: TN-H2-G
- LFS: TN-PtG-PtL
- XOS: solidEU



Boxplot

Die Studienauswahl setzt sich aus Szenarien mit einer hohen Dekarbonisierungs-Rate zusammen



*gegenüber 1990

Durch absolutes und relatives Streuungsmaß kann die Streubreite der Partnerannahmen miteinander verglichen werden

Absolutes Streuungsmaß

Standardabweichung:

$$s = \sqrt{s^2}$$

Berechnet sich aus der Varianz oder mittlere quadratische Abweichung:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Sie ist ein Maß für die **absolute Streuung** der Parameter und ist in der selben Einheit wie die Parameter selbst.

n : Anzahl aller Daten
 x_i : i -ter Datenpunkt
 \bar{x} : arithmetisches Mittel

Relatives Streuungsmaß

Variationskoeffizient:

$$v = \frac{s}{\bar{x}}$$

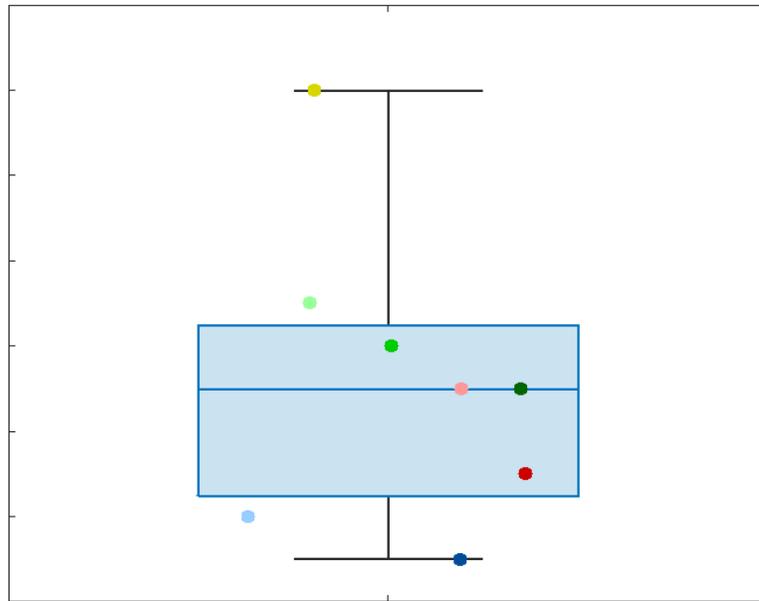
Berechnet sich aus der Standardabweichung s und dem arithmetischen Mittel \bar{x} .

Der Variationskoeffizient ist ein **relatives Streuungsmaß**, da er den Anteil der Streuung am arithmetischen Mittel misst. Somit ermöglicht der Variationskoeffizient den Vergleich der Streuung zwischen zwei Parametern.

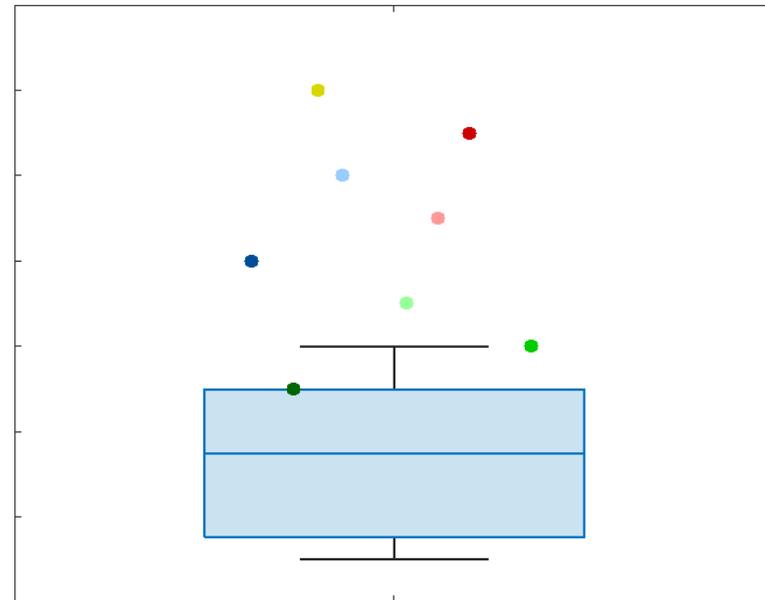
Zum Vergleich der Partnerannahmen mit den Referenzstudien werden die Ergebnisse in zwei Kategorien unterteilt

Deckung mit den Studien

Keine Deckung mit den Studien



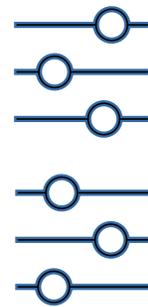
- dena: IEW-95-EL
- dena: IEW-95-TM
- Agora: KN-2045
- Agora: KN-2050
- Agora: KN-Min
- LFS: TN-Strom
- LFS: TN-H2-G
- LFS: TN-PtG-PtL
- XOS: solidEU



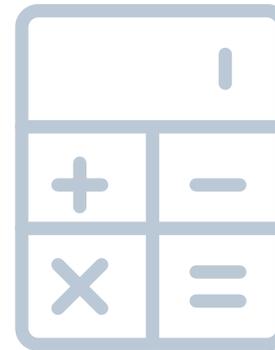
Ein ausgefüllter Kreis symbolisiert Deckung und ein leerer Kreis keine Deckung mit den Referenzstudien

Inputanalyse

Eingangsparameter und Vergleich mit Referenzstudien



Input

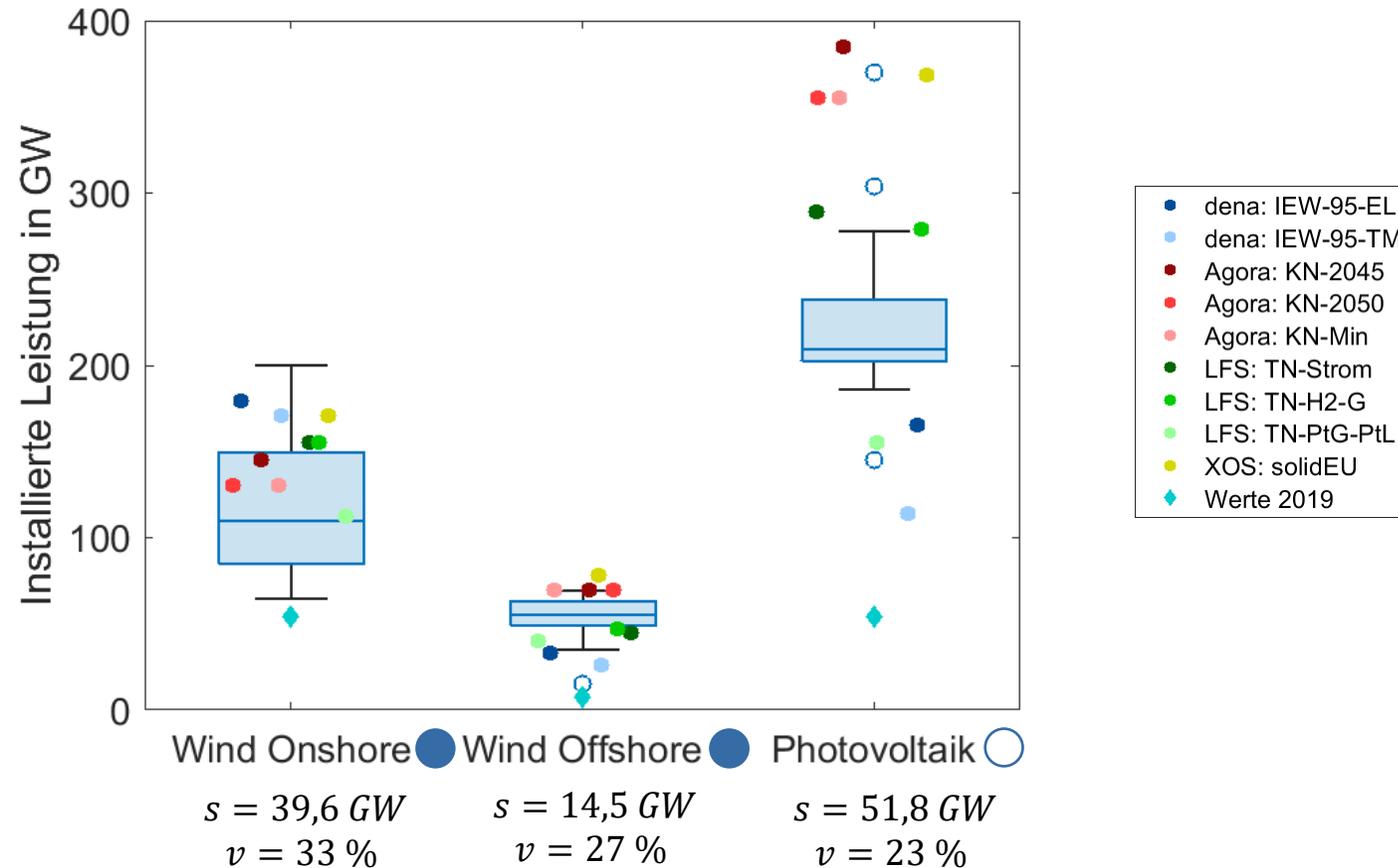


Berechnung



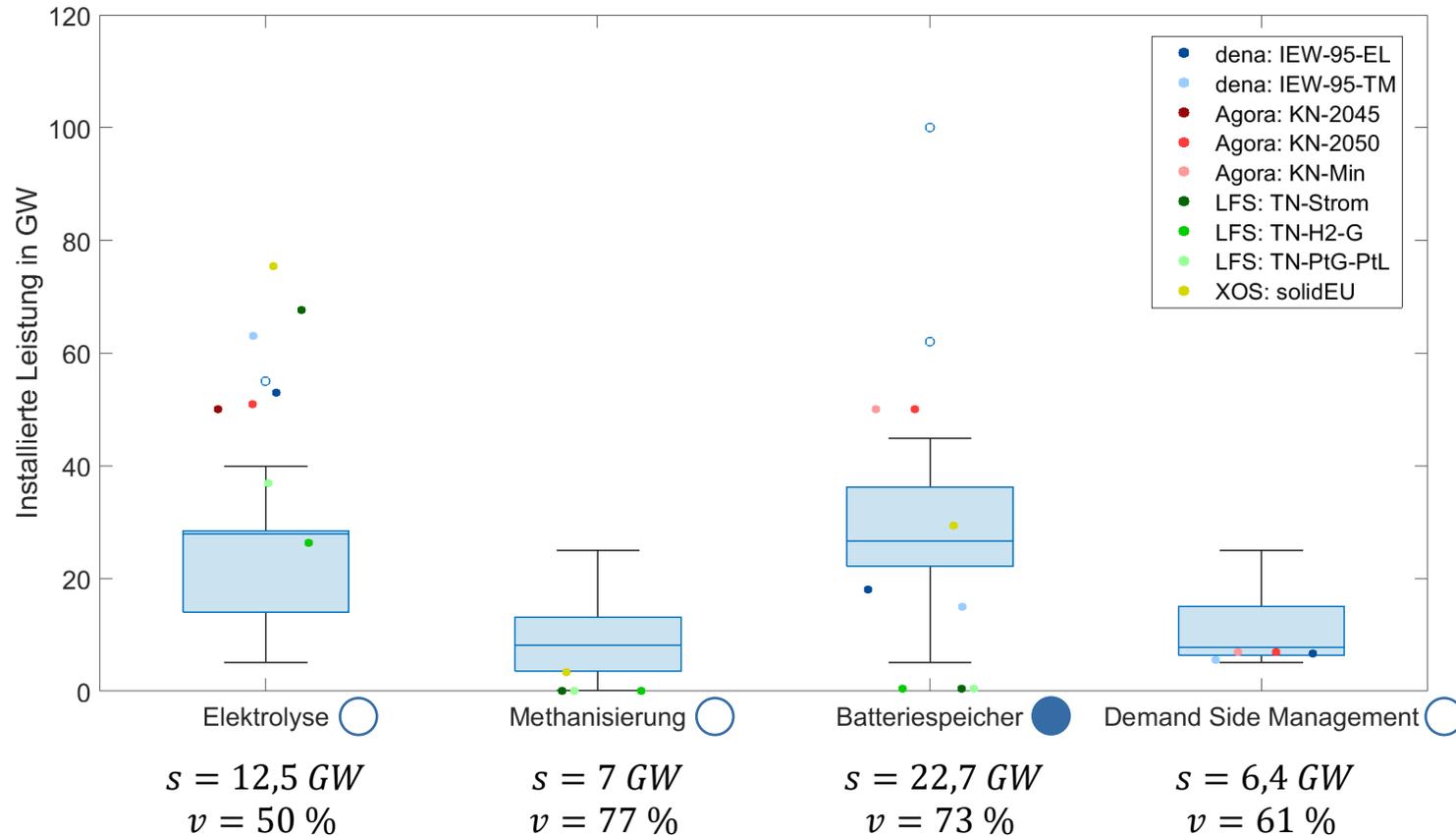
Output

Erneuerbare Energien: Streuung der Partner liegt weitestgehend im Bereich der Referenzstudien, größte Streuung bei der Photovoltaik



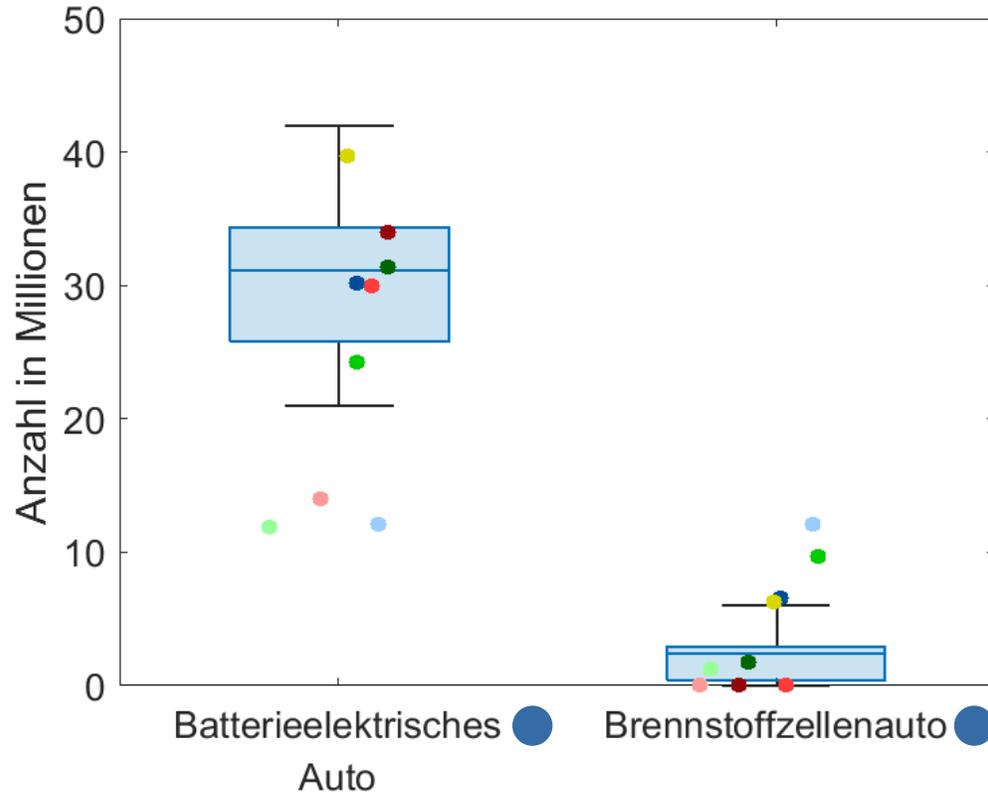
Partner sehen alle einen ähnlich starken Anstieg der EE-Erzeugung wie in Referenzstudien

Elektrolyse und Batteriespeicher weisen die größte installierte Leistung aller Flexibilitätsoptionen aus



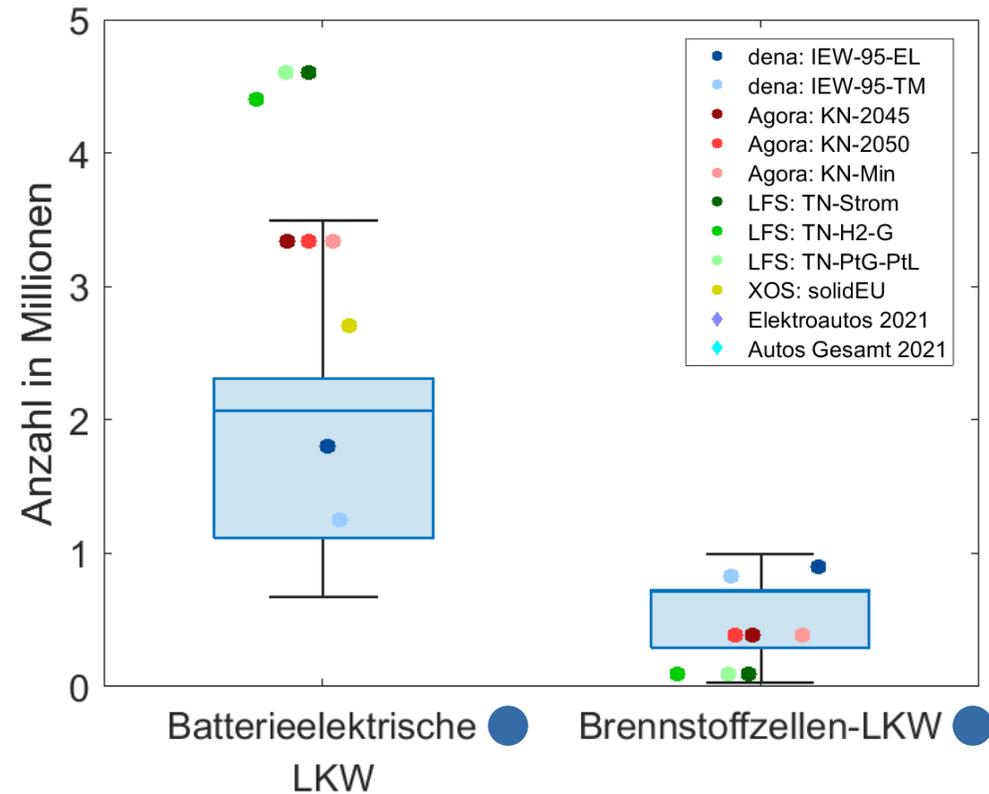
Demand Side Management und Methanisierung wird in den Systemvisionen deutlich höher eingeschätzt als in den Referenzstudien

Starker Anstieg der Elektromobilität bei PKW's und LKW's. Brennstoffzellentechnologie ist in beiden Fällen zweitrangig.



$s = 5,6 \text{ Mio.}$
 $v = 18 \%$

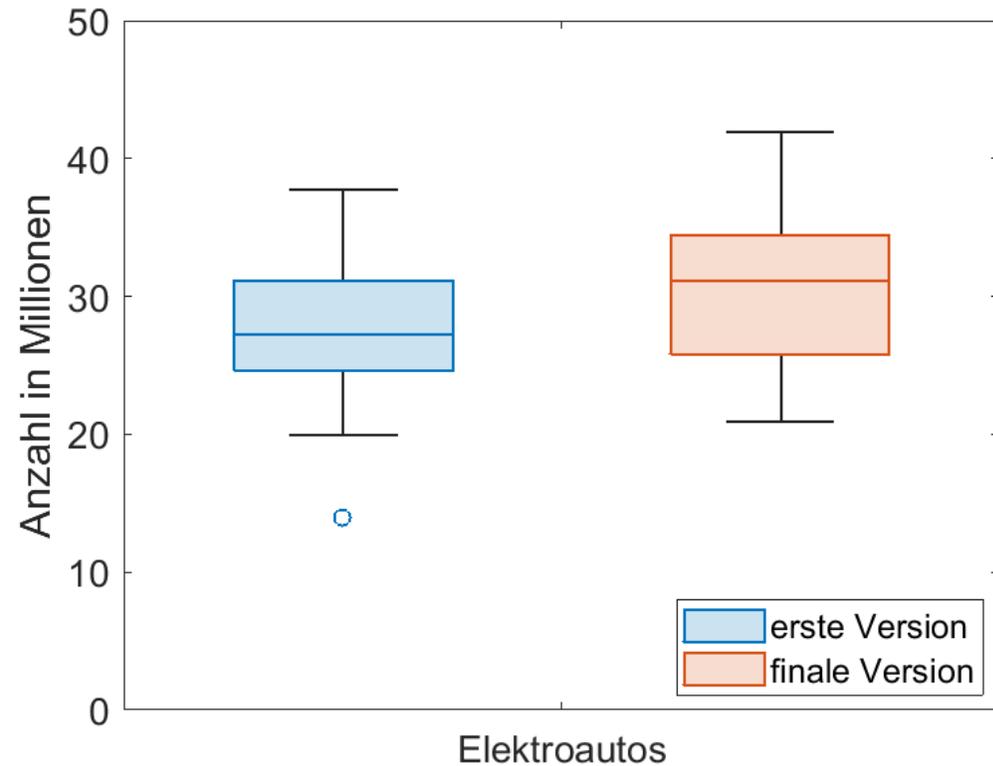
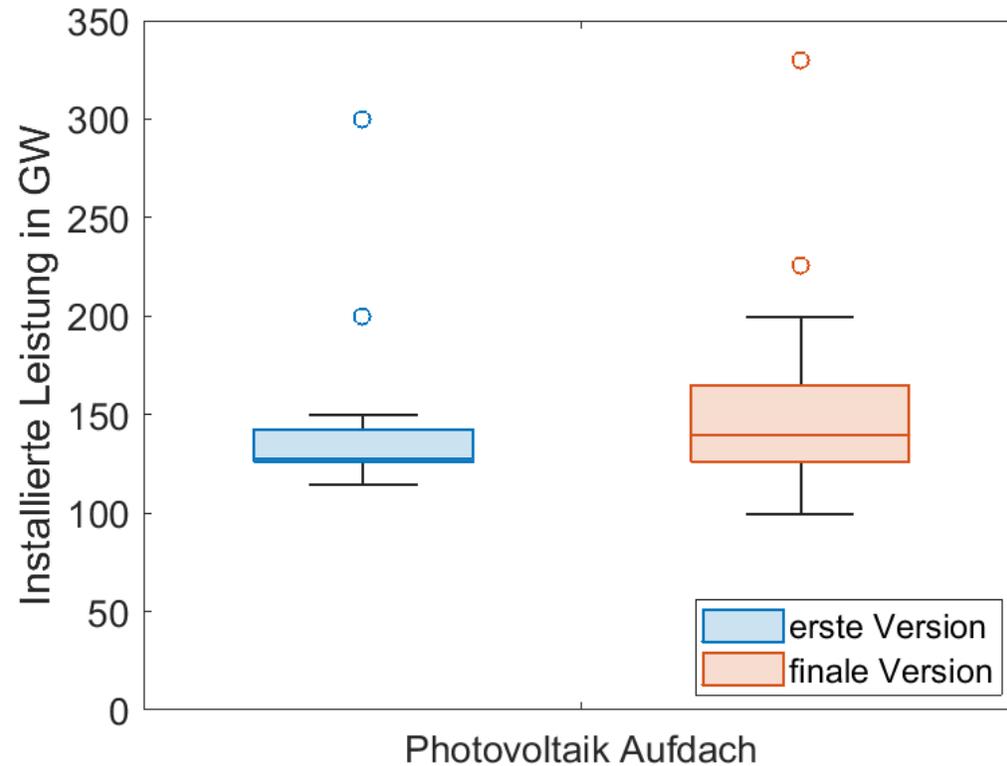
$s = 1,9 \text{ Mio.}$
 $v = 91 \%$



$s = 0,8 \text{ Mio.}$
 $v = 42 \%$

$s = 0,3 \text{ Mio.}$
 $v = 51 \%$

Die Parameter mit den meisten Anpassungen waren Photovoltaik Aufdach und die Anzahl der Elektroautos. In der Regel haben sich die Annahmen der Partner dabei erhöht



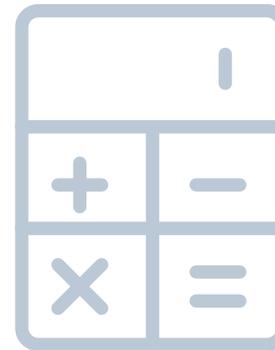
Ein möglicher Grund für nachträgliche Anpassungen kann in der Auswahl der Studien liegen, die Amprion zur Ermittlung der vorgeschlagenen Werte genutzt hat. Neben neuen wurden auch ältere Studien verwendet, die nicht unbedingt dem aktuellen Zeitgeist entsprechen

Outputanalyse

Ergebnisparameter und
Vergleich mit
Referenzstudien



Input

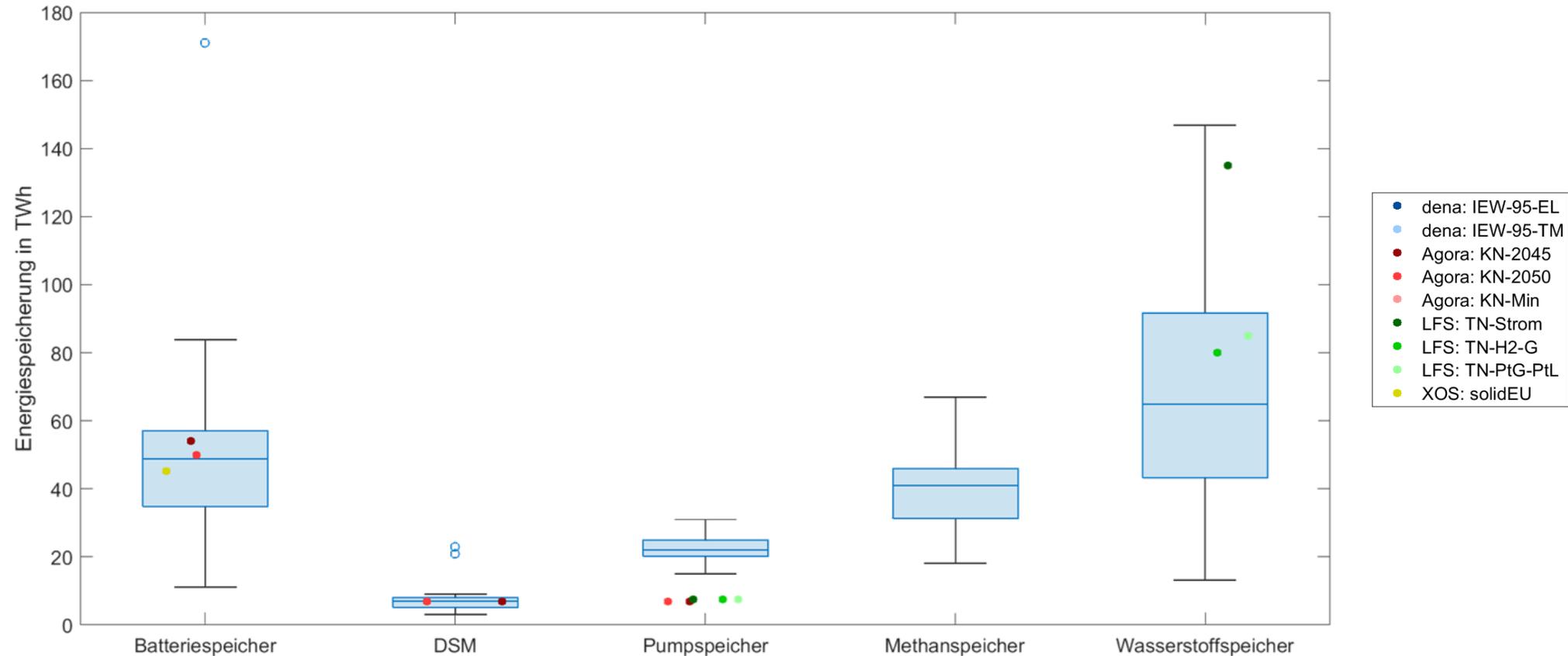


Berechnung

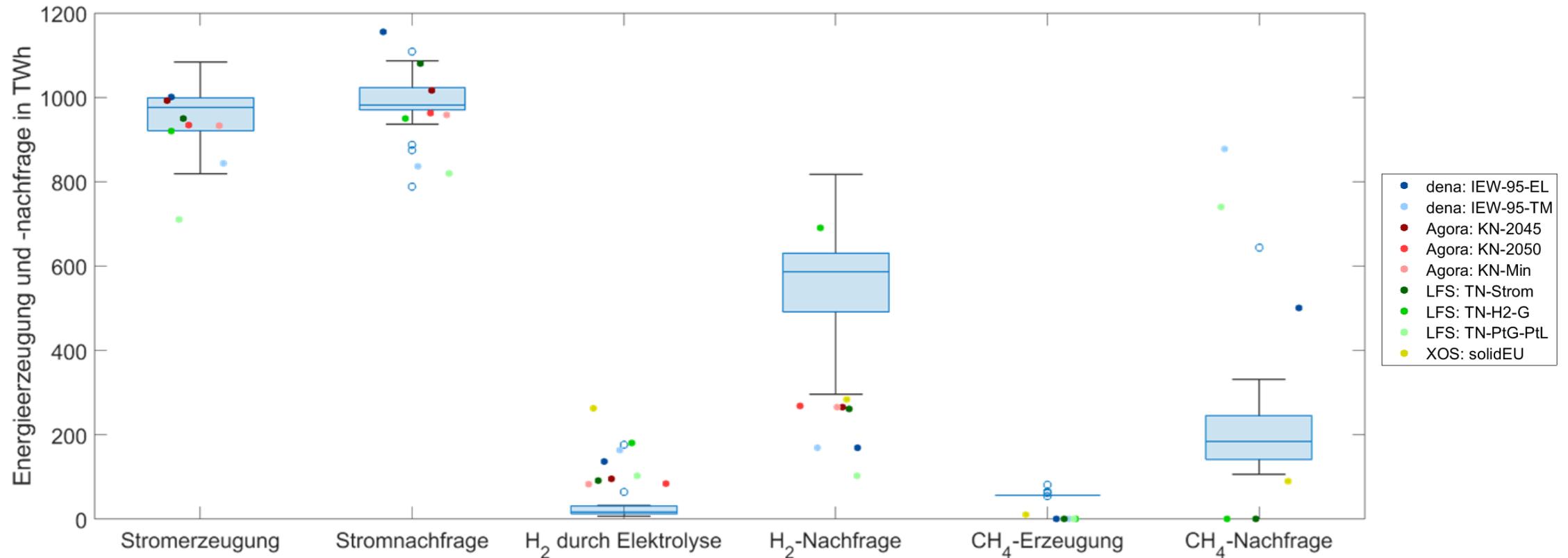


Output

Batterie- und Wasserstoffspeicher gleichen den Großteil der Schwankungen aus, energetisch spielt DSM keine große Rolle

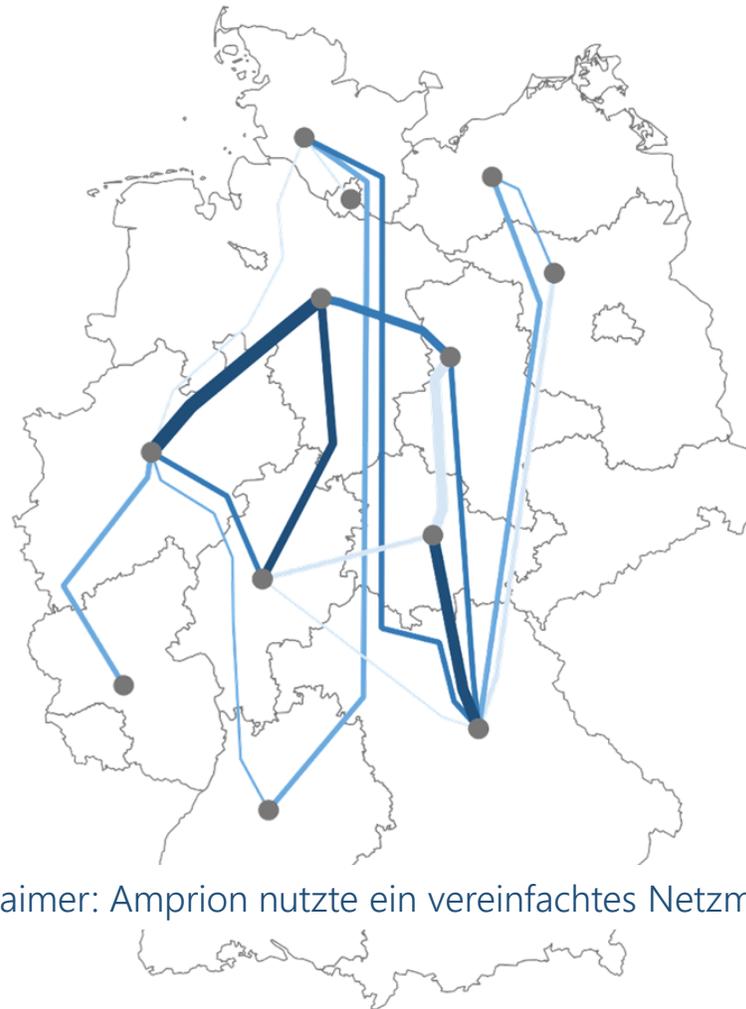


Ein Großteil der Wasserstoff- und Methannachfrage wird importiert



Im Vergleich zu Referenzstudien geringerer heimischer Elektrolyseeinsatz bei gleichzeitig höherer Wasserstoffnachfrage

In den meisten Systemvisionen kommt es zu einem Stromnetzausbau, der über das Netz des NEP21 im Szenario B2040 hinausgeht



Disclaimer: Amprion nutzte ein vereinfachtes Netzmodell

Wie häufig wurde die Leitung ausgebaut?

- ≥0 bis <25 %
- ≥25 bis <50 %
- ≥50 bis <75 %
- ≥75 bis ≤100 %

Die Farbskala gibt an, bei wie viel Prozent der Partner es zu einem Netzausbau gekommen ist.

Wie viel Leistung wurde ausgebaut?

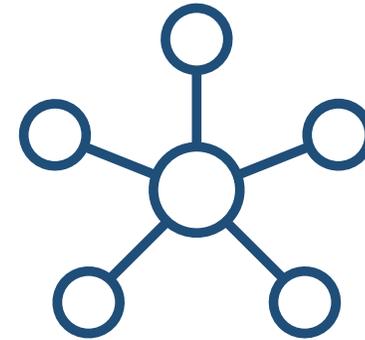
- ≥0.3 bis <1.0 GW
- ≥1.0 bis <2.0 GW
- ≥2.0 bis <3.0 GW
- ≥3.0 bis <4.0 GW
- ≥4.0 bis ≤5.8 GW

Die Linienbreite zeigt den Median der aufsummierten Leistungen aller Partner zwischen den einzelnen Bundesländern.

Besonders häufig und mit hoher Leistung wurden die Strecken Niedersachsen-NRW und Bayern-Thüringen ausgebaut

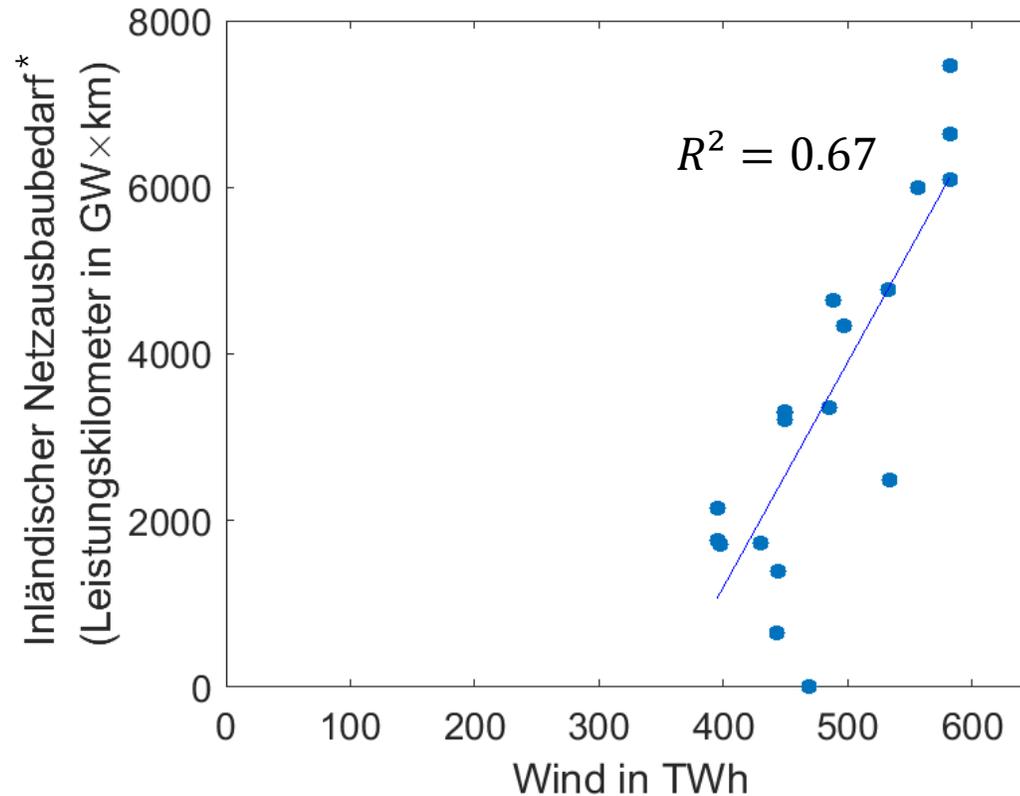
Wenn A dann B?

Zusammenhänge zwischen
den Parametern



Zusammenhänge

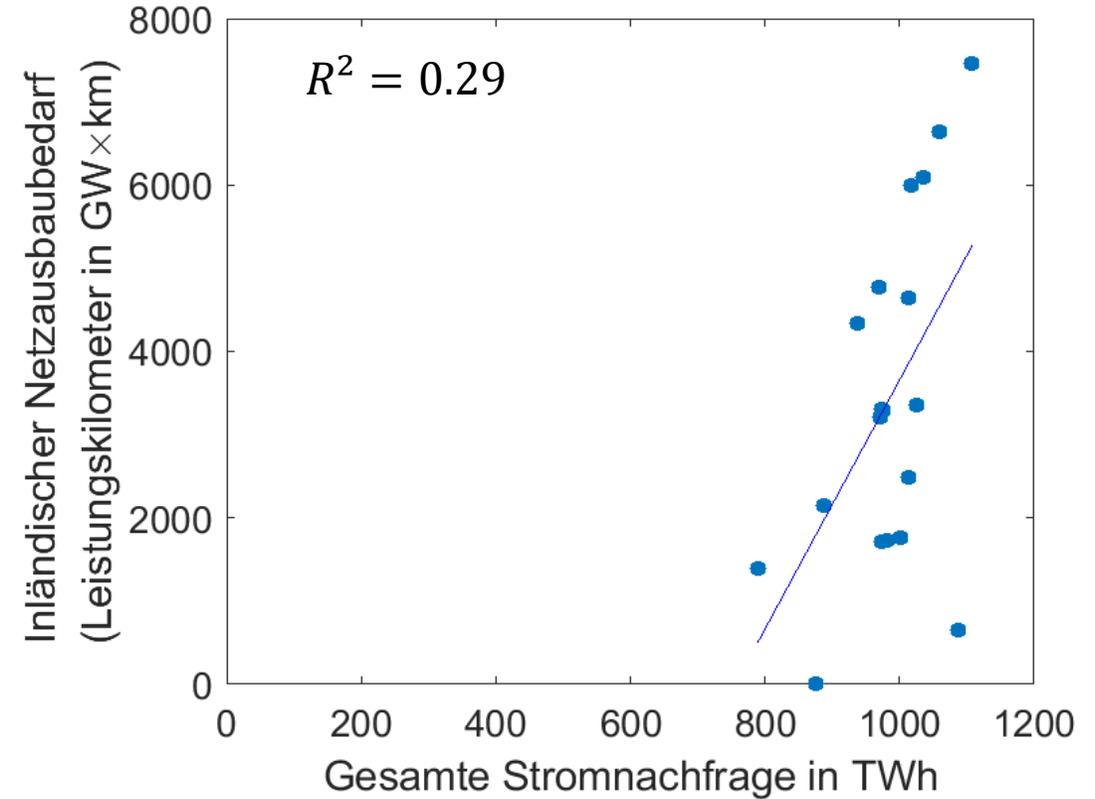
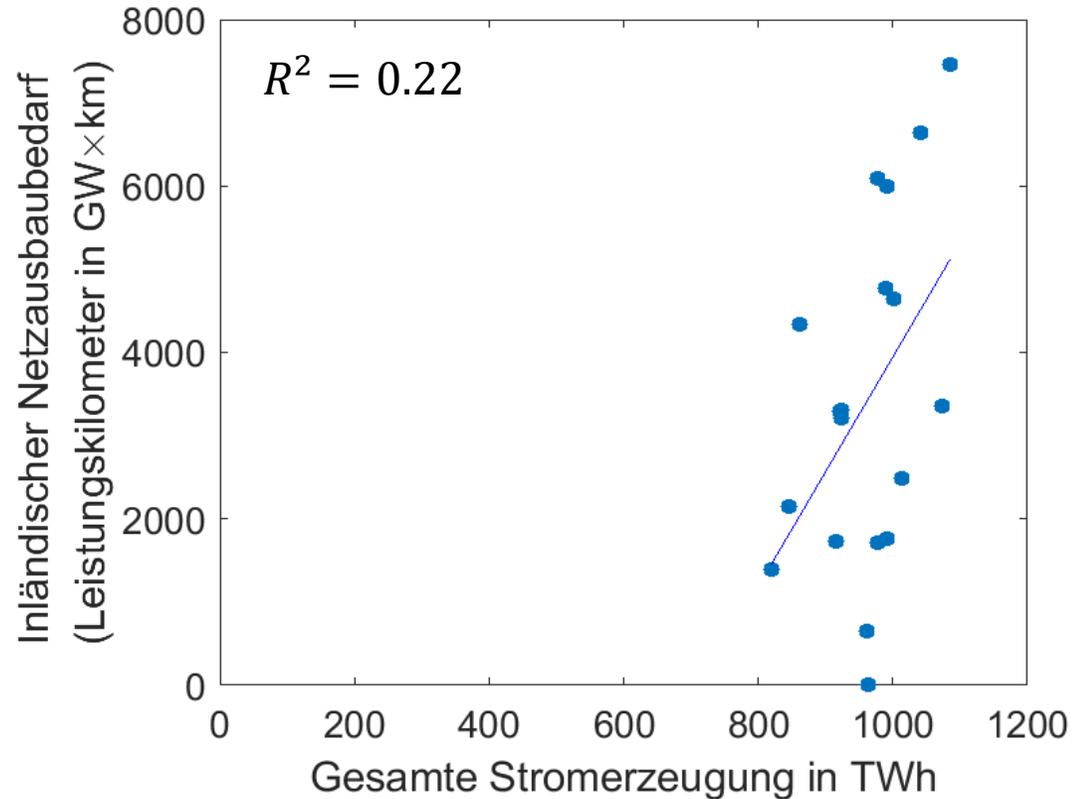
Die moderate Korrelation zwischen der produzierten Windenergie und dem zusätzlichen Netzausbau zeigt: Wind ist nicht alleiniger Treiber des Netzausbaus



Das Bestimmtheitsmaß R^2 gibt an, wie stark Parameter voneinander abhängen. Es kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Dabei stehen höhere Werte für eine bessere Abhängigkeit.

*Ausgewiesener Netzausbaubedarf ist lediglich der Bedarf über den NEP 2021 (B 2040) hinaus und wurde auf Basis eines vereinfachten Netzmodells erfasst

Weder Zusammenhang zwischen gesamter Stromerzeugung und Netzausbaubedarf noch zwischen gesamter Stromnachfrage und Netzausbaubedarf



Gesamtfazit der Begleitung

1. Kernaussage

In allen Systemvisionen wird von einem **starken Zuwachs der volatilen Erzeugung** ausgegangen. Die Annahmen der Partner decken sich mit den Szenarien der Referenzstudien. Insgesamt kann eine **große Streubreite bei der volatilen Erzeugung** beobachtet werden. Insbesondere bei der Photovoltaik zeigen sowohl die Referenzstudien als auch die Annahmen der Partner absolut eine große Streuung.

2. Kernaussage

In den unterschiedlichen Systemvisionen konnten nur **moderate Korrelationen** zwischen Parametern nachgewiesen werden. Beispielsweise konnte der vermehrte Einsatz von **Windenergie nicht als alleiniger Treiber für den Netzausbau** identifiziert werden. D.h. Ergebnisgrößen wie der Netzausbau sind immer im Kontext des gesamten Annahmespektrums zu beurteilen.

3. Kernaussage

Der gewählte Ansatz trägt zur **Wissenserweiterung aller Projektbeteiligten** bei und sollte wissenschaftlich weiter ausgebaut werden. Der Prozess des gemeinsamen Lernens an Modellen **schafft Akzeptanz für Maßnahmen** und ein **besseres Verständnis von Systemzusammenhängen**.



Dr.-Ing. Serafin v. Roon

Geschäftsführer & stellv.

Wissenschaftlicher Leiter

Tel.: +49(0)89 15 81 21- 51

Email: sroon@ffe.de



Dr.-Ing. Christoph Pellingner

Geschäftsführer

Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

Tel.: +49(0)89 15 81 21- 70

Email: cpellingner@ffe.de



M.Sc. Verena Pichler

Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Tel.: +49(0)89 15 81 21- 55

Email: vpichler@ffe.de



Forschungsstelle für Energiewirtschaft

Am Blütenanger 71 – 80995 München

Tel.: +49(0)89 15 81 21 – 0

Email: info@ffe.de

Internet: www.ffe.de

Twitter: @FfE_Muenchen