

Rhein Ruhr **Power**



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Anforderungen an den Kraftwerkspark der Zukunft

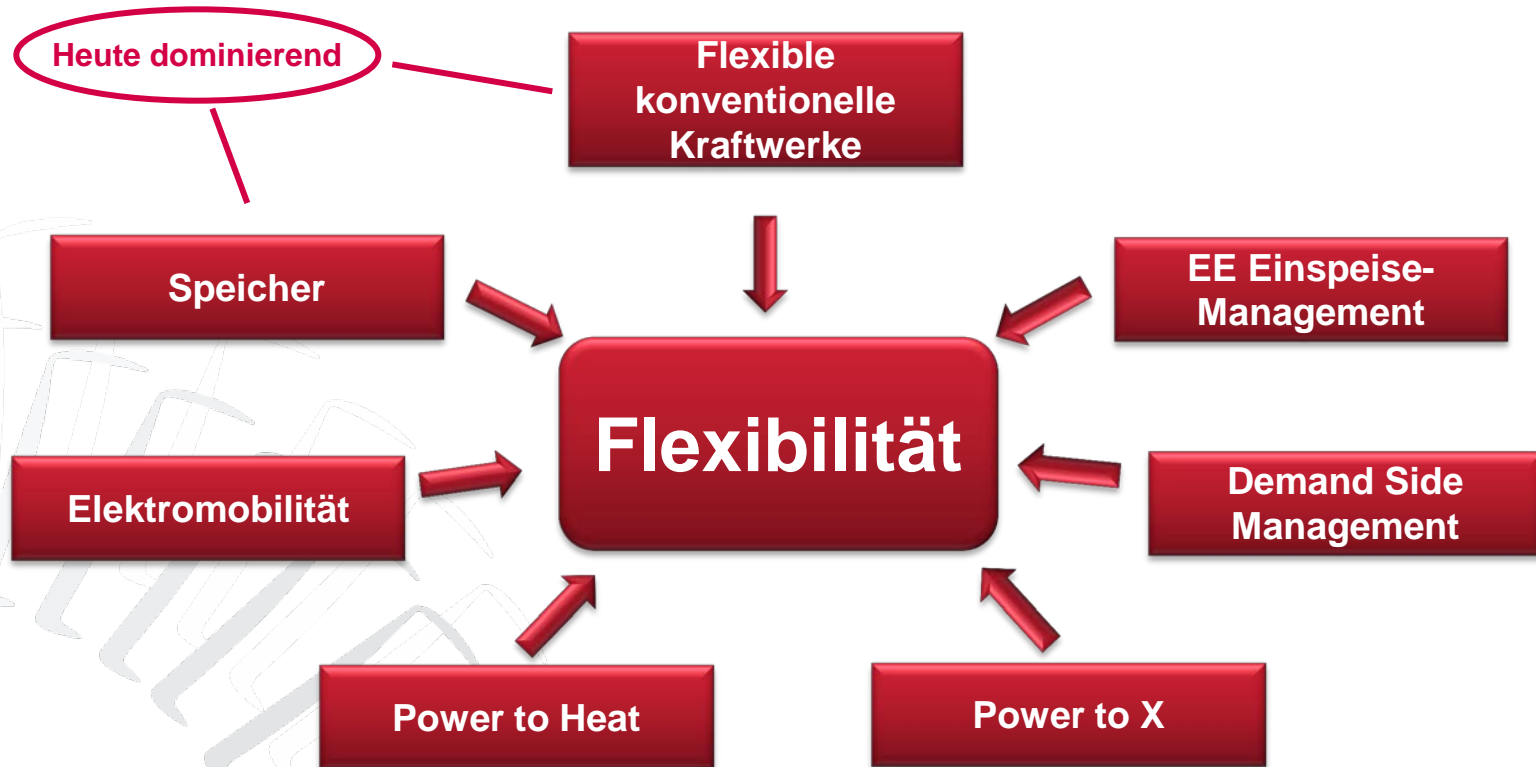
PD Dr. Dietmar Lindenberger

ewi Energy Research & Scenarios gGmbH, Köln

Flexible Kraftwerke für die Energiewende

25. Mai 2016, Düsseldorf

- Ausbau der erneuerbaren Energien führt – neben einer Absenkung der Residuallast – zu einer stärkeren Volatilität von Residuallast und Strompreis.
- Die volatilere Residuallast ist von konventionellen Kraftwerken abzufahren (die aus Gründen der Versorgungssicherheit -z.B. bei „Dunkelflaute“- ohnehin weiter benötigt werden).
- Bei erhöhter Volatilität von Residuallast und Strompreis stellt sich die Frage nach (wirtschaftlichen) Maßnahmen zur Ermöglichung einer flexibleren Fahrweise der Kraftwerke.
- Maßnahmen der Kraftwerksflexibilisierung stehen im Wettbewerb mit konkurrierenden Flexibilitätsoptionen.



Der Wettbewerb zwischen Flexibilitätsoptionen ist ein effizienter und fairer Mechanismus das optimale Portfolio der Techniken zu identifizieren, um diese Aufgabe zu bewältigen

ewi quantifiziert zukünftige Flexibilitätsanforderungen im Strommarkt

- **Ziel:**

Bestimmung des Werts von Kraftwerksflexibilität im Gesamtsystem durch eine Verbesserung von Flexibilitätsparametern

- **Methodik:**

Modellberechnungen mittels (blockscharfem) Strommarktmodell MORE (Deutschland im Strombinnenmarkt) für den stündlich-aufgelösten Spotmarkt

- **Ansatz:**

Variation technischer Parameter der Referenzkraftwerke

- Entwicklung des **Kraftwerksparks** in Deutschland basiert auf dem **Netzentwicklungsplan 2014** (NEP) der ÜNBs

- **Zukünftige Nachfrage** wird als näherungsweise **konstant** angenommen (NEP)

- **CO₂ Zertifikatspreis** basiert ebenfalls auf dem **NEP**:

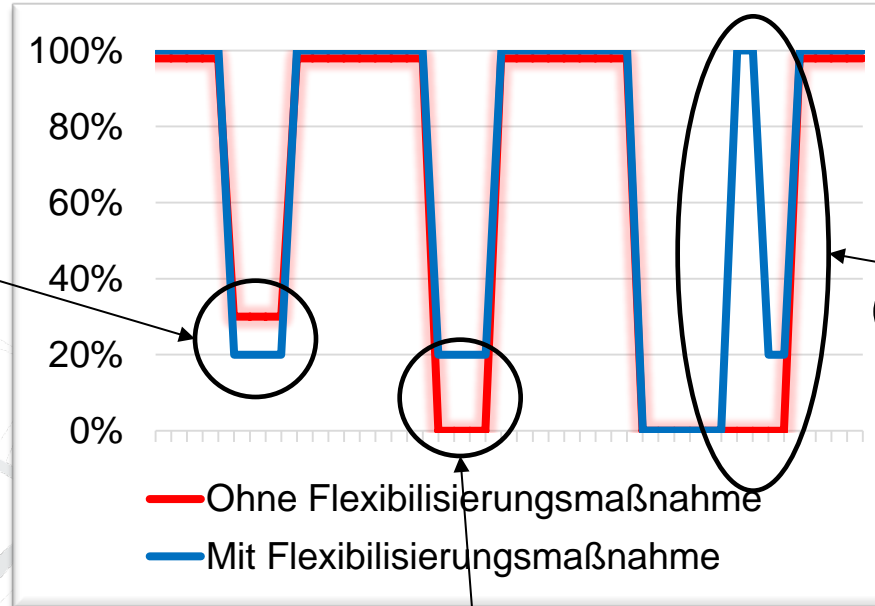
	2012	2020	2024	2034
[EUR/t]	13	21	29	48

- Installierte Kapazität in anderen Ländern basiert auf dem **Referenzszenario der EU Energy Trends 2030**

- **Brennstoffpreisentwicklung** basiert auf dem World Energy Outlook (**WEO**) 2013 New Policies

Verbesserte Kraftwerksflexibilität hat mehrere positive Effekte

Schematische Kraftwerksfahrweise



1
Geringere Mindestlast...
... kann Brennstoffkosten und CO₂-Emissionen sparen

2
Geringere Mindestlast (anstatt Abfahren) ...
... spart Anfahrkosten und kann zur Netzstabilität beitragen

3
Früheres Anfahren ...
... kann Residuallast besser abdecken und Systemkosten sparen

Erhöhte Flexibilität kann technische und ökonomische Leistung von Kraftwerken verbessern

Mindestlast-Absenkung

- Referenzanlage deutlich verbessert
- Zugehörige Kraftwerksklasse moderat besser



- Voerde, Schwarze Pumpe:
Mindestlast -15%-Punkte
- Zugehörige Kraftwerksklasse:
Mindestlast -5%-Punkte (relativ)

Verbessertes Anfahrverhalten

- Referenzanlage deutlich verbessert
- Zugehörige Kraftwerksklasse moderat besser



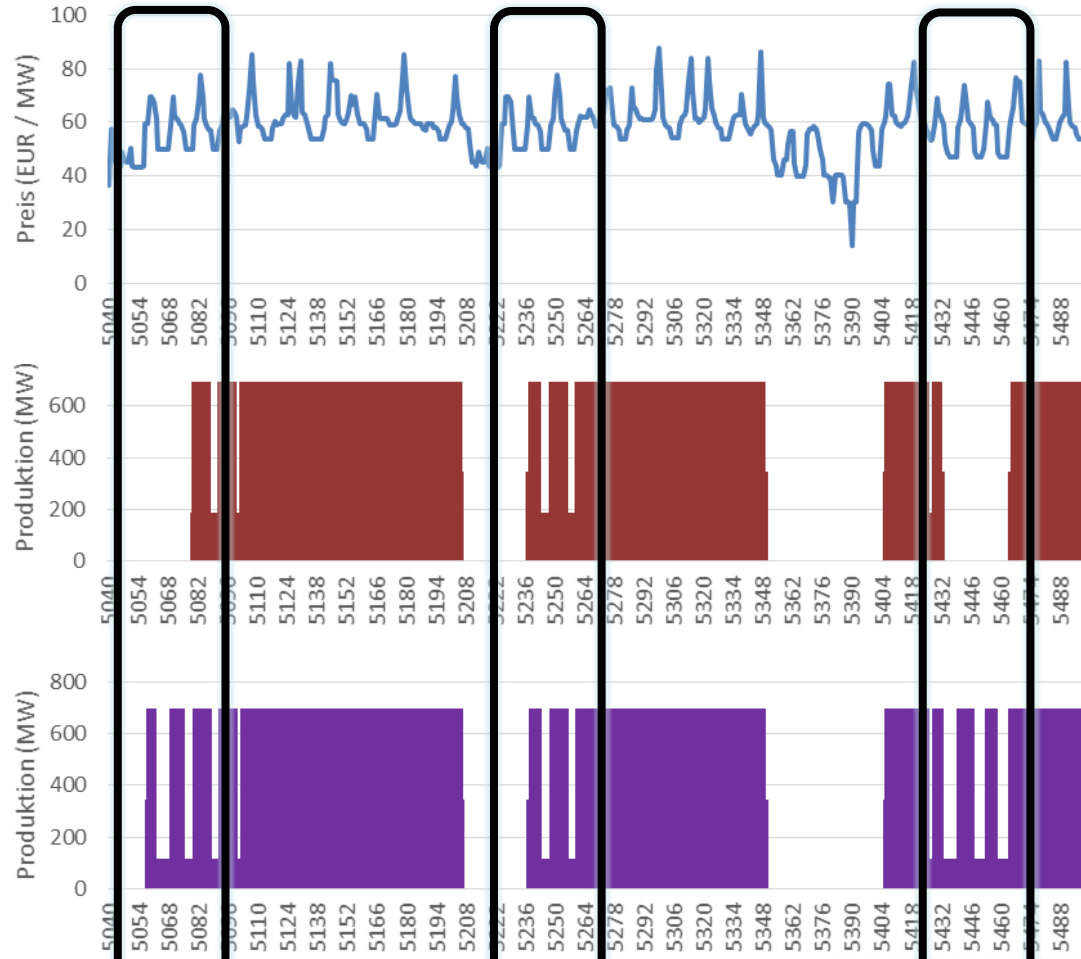
- Voerde, Schwarze Pumpe:
**-20% Anfahrerenergie,
-50% Anfahrzeit (heiß)**
- Stein- u. Braunkohlekraftwerke:
**-10% Anfahrerenergie
-30% Anfahrzeit (heiß)**

Positive Effekte der Flexibilisierung auf die modellierte Fahrweise (Voerde A, Juli 2024)

Day-ahead-Strompreis

Fahrweise bei moderat abgesenkter Mindestlast

Fahrweise bei stark abgesenkter Mindestlast

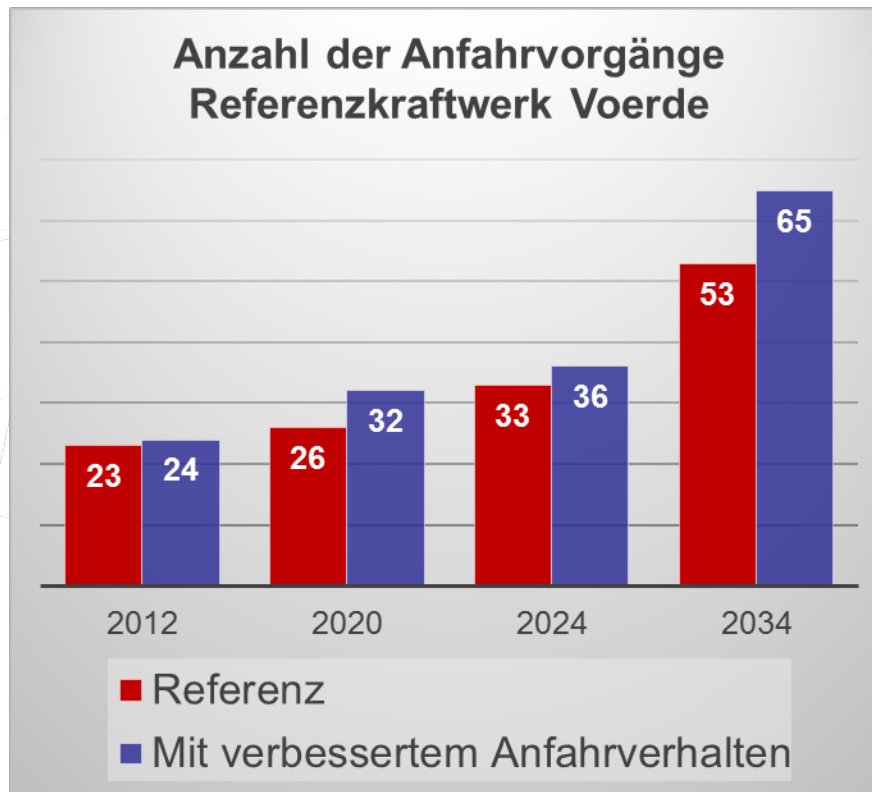


Früheres Anfahren

Geringere Mindestlast

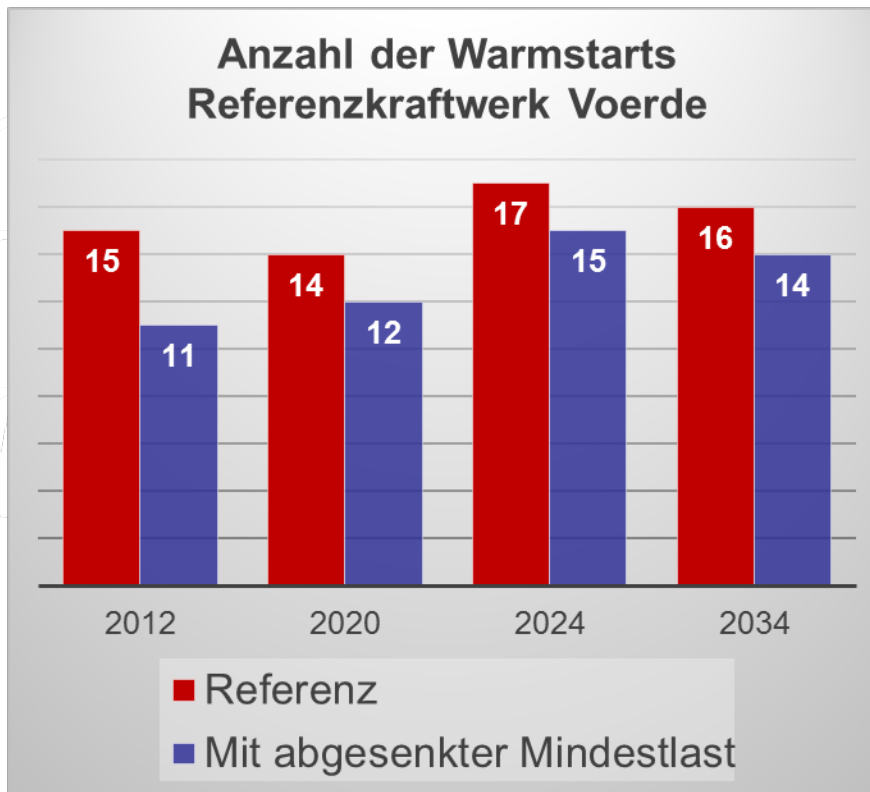
Geringere Mindestlast statt Abfahren

Exemplarische Ergebnisse: Verbessertes Anfahrverhalten ermöglicht kostengünstigere Starts



- Zukünftig sind mehr Anfahrvorgänge zu erwarten, insb. für Steinkohlekraftwerke.
- Ein verbessertes Anfahrverhalten ermöglicht im Zuge der Einsatzoptimierung kostengünstigeres Anfahren.
- Daher steigt die Zahl der Anfahrvorgänge bei verbesserten Anfahrverhalten.

Exemplarische Ergebnisse: Abgesenkte Mindestlast vermeidet Abfahren und Warmstarts



- Ein Kraftwerk fährt in Mindestlast um kurzfristige unrentable Marktsituationen zu vermeiden
- Eine reduzierte Mindestlast ermöglicht im Zuge der Einsatzoptimierung die Vermeidung von teureren Warmstarts
- Im Mindestlastzustand kann das Kraftwerk zusätzlich an Kurzfristmärkten partizipieren (Intraday, Regelenergie)

Exemplarische Ergebnisse: Auswirkungen auf Deckungsbeiträge (nur Spotmarkt)

Differenz von Deckungsbeiträgen zwischen stark und moderat verbessertem Anfahrverhalten Base-Szenario, in 1000 EUR

Anlage	2020	2024	2034
Voerde	527	729	1.665
Schwarze Pumpe	69	89	570

Differenz von Deckungsbeiträgen zwischen stark und moderat abgesenkter Mindestlast Base-Szenario, in 1000 EUR

Anlage	2020	2024	2034
Voerde	90	75	14
Schwarze Pumpe	4	4	0

- Die Erhöhung von Deckungsbeiträgen auf dem Spotmarkt (mit kurzfristigen GK-Preisen) durch Flexibilitätsmaßnahmen sind moderat.
- Allerdings bestehen hier noch nicht untersuchte - zusätzliche Erlöspotentiale auf Kurzfristmärkten (Intraday, Regelenergie) - insbesondere ermöglicht durch reduzierte Mindestlast und folglich längere Zeit am Netz.

Dies ist Gegenstand weiterer Forschung.

- Die Wirtschaftlichkeit von „Partner-Dampf-Kraftwerken“ insgesamt hängt ferner ab von der längerfristig nötigen Vergütung für gesicherte Leistung (durch Knappheitspreise oder eventuelle Kapazitätsmechanismen).

- Im Projekt wurde der Einfluss von Flexibilisierungsmaßnahmen bei Kraftwerken auf das Einsatzverhalten am Day-ahead-Markt untersucht.
- Ein verbessertes Anfahrverhalten ermöglicht günstigere Starts.
- Eine abgesenkte Mindestlast vermeidet Warmstarts und somit Kosten.
- Für eine gesamtheitliche Bewertung der Flexibilitätsmaßnahmen müssen ebenso die Kurzfristmärkte (Intraday, Regelenergie) berücksichtigt werden.
- Dies ist Fokus weiterer Forschung.
- Die Wirtschaftlichkeit von „Partner-Dampf-Kraftwerken“ insgesamt hängt ferner ab von der längerfristig nötigen Vergütung für gesicherte Leistung durch Knappheitspreise oder eventuelle Kapazitätsmechanismen.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Kontakt:

PD Dr. Dietmar Lindenberger

ewi Energy Research & Scenarios gGmbH

Vogelsanger Straße 321 | 50827 Köln, Germany

Tel. +49 221/277 29-108 | E-Mail: dietmar.lindenberger@uni-koeln.de