

# Entwicklung eines Dispatchmodells im Gasmarkt

---

EnInnov 2016

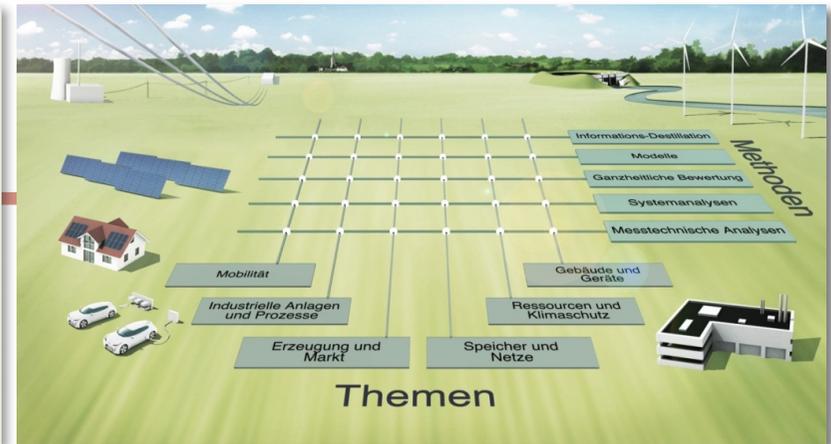
Graz, 12.2.2016

Benedikt Eberl

## Die Forschungsstelle für Energiewirtschaft e.V.

- Unabhängige Forschung seit 65 Jahren
- Ziel der nachuniversitären Weiterbildung
- Enge Zusammenarbeit mit der TU München

- ➔ Breite Fachkompetenz in allen Bereichen der Energiewirtschaft
- ➔ 2001 Gründung der Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH



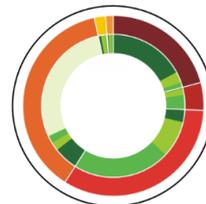
## Tätigkeitsfelder der Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH



Industrielles  
Energie-  
management



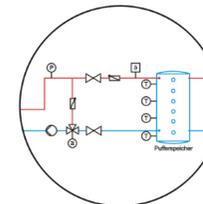
Energie- und  
Klimaschutz-  
konzepte



System- und  
Marktanalysen



Dienstleistungs-  
und Produkt-  
innovation



Planung und  
Messtechnische  
Untersuchung

# Inhalt

---

1

Modellkategorien

2

Beschreibung existierender Modelle

3

Vergleich der Modelle

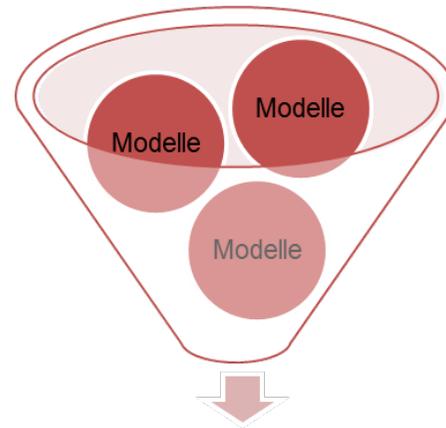
4

Empirische Analyse singulärer Marktereignisse

5

Zusammenfassung & Schlussfolgerungen

# Auswahl der Modelle



Kategorisierung in

Dispatchmodelle

Marktmodelle

Auswahl von drei repräsentativen Modellen

TIGER

COLUMBUS

World Gas Model

Analyse und Vergleich der drei ausgewählten Modelle

# TIGER (ewi) - Dispatchmodell

## Europäischer Gasmarkt

- Hohe temporale Auflösung: 1 Tag
- Hohe geografische Auflösung

## Kanten-Knoten-Struktur

- Rund 750 Kanten: ausschließlich Pipelines
- Über 500 Knoten: z. B. Verbraucher, Speicher, LNG-Terminals

## Nachfrageabbildung

- Weitestgehend preisunelastische Nachfrage; Rückgang nur bei Überschreiten oberer Grenze

## Angebot

- Bezug von LNG, Gas aus innereuropäischer Förderung und Gas aus Förderländern außerhalb Europas
- Preise für die verschiedenen Bezugswege exogen gegeben

Vollkommener Wettbewerb → Die Summe aus Kosten für Gasbezug, Rückvergasung, Speicherkosten und Transportkosten wird minimiert

# COLUMBUS (ewi) - Marktmodell

## Globaler Gasmarkt

- Temporale Auflösung: 1 Monat

## Kanten-Knoten-Struktur

- Kanten: Pipelines und LNG Transportrouten
- Knoten: z. B. Verbraucher, Speicher, LNG-Terminals

## Nachfrageabbildung

- Preiselastische und preisunelastische Nachfrageabbildung möglich

## Angebot

- Stückweise lineare Angebotsfunktion; Abweichungen davon möglich

1-stufiges Cournot-Nash-Oligopol → Die einzelnen Marktteilnehmer maximieren ihre Gewinne:

- Exporteure kaufen Gas in Produktionsregionen und verkaufen es in Nachfrageknoten
- Exporteure verfügen über Marktmacht → 1-stufiges Cournot-Nash-Oligopol
- Auf den weiteren Ebenen der Wertschöpfungskette: vollkommener Wettbewerb

# World Gas Model - Marktmodell

## Globaler Gasmarkt

- Hohe temporale Auflösung: 1 Tag

## Kanten-Knoten-Struktur

- Kanten: Pipelines und LNG Transportrouten
- 65 Knoten: im Regelfall je Staat ein Knoten

## Nachfrageabbildung

- Preiselastische und Preisunelastische Nachfrageabbildung möglich
- Aggregation der Nachfragefunktionen durch einen Gasversorger je Knoten

## Angebot

- Jährliche Produktionskapazität exogen vorgegeben
- Funktion der Produktionskosten verläuft konvex und steigend

2-stufiges Cournot-Nash-Oligopol → Die einzelnen Marktteilnehmer maximieren ihre Gewinne:  
Händler kaufen Gas in Produktionsregionen, können mit Produktionsregionen wirtschaftlich verbunden sein und verkaufen das Erdgas an Versorger und Speicherbetreiber  
Marktmacht bei LNG-Importterminals und Händlern; sonst vollkommener Wettbewerb

# Überblick über die Modelle

	TIGER	COLUMBUS	World Gas Model
<b>Modelltyp</b>	Dispatchmodell	Marktmodell	Marktmodell
<b>Institut</b>	Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (ewi)	Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln (ewi)	DIW Berlin, University of Maryland
<b>Geografische Abdeckung</b>	Europa	Weltweit	Weltweit
<b>Anzahl Knoten</b>	>500	Keine Angaben	65
<b>Wettbewerb</b>	Vollkommener Wettbewerb	Cournot-Nash-Oligopol (Exporteure)	Cournot-Nash-Oligopol (LNG Importeure, Händler)
<b>Zeitschritt</b>	Täglich	Monatlich	Täglich
<b>Zielfunktion</b>	Minimierung der Gesamtkosten	Maximierung der Gewinne der einzelnen Akteure	Maximierung der Gewinne der einzelnen Akteure
<b>Nachfragemodellierung</b>	Unterhalb eines Schwellenwerts unelastische Nachfrage, oberhalb Nachfragerückgang	Unelastische exogene Nachfrage	Aggregierte Nachfragefunktion der Sektoren

# Inhalt

---

1

Motivation - Modellkategorien

2

Beschreibung existierender Modelle

3

Vergleich der Modelle

4

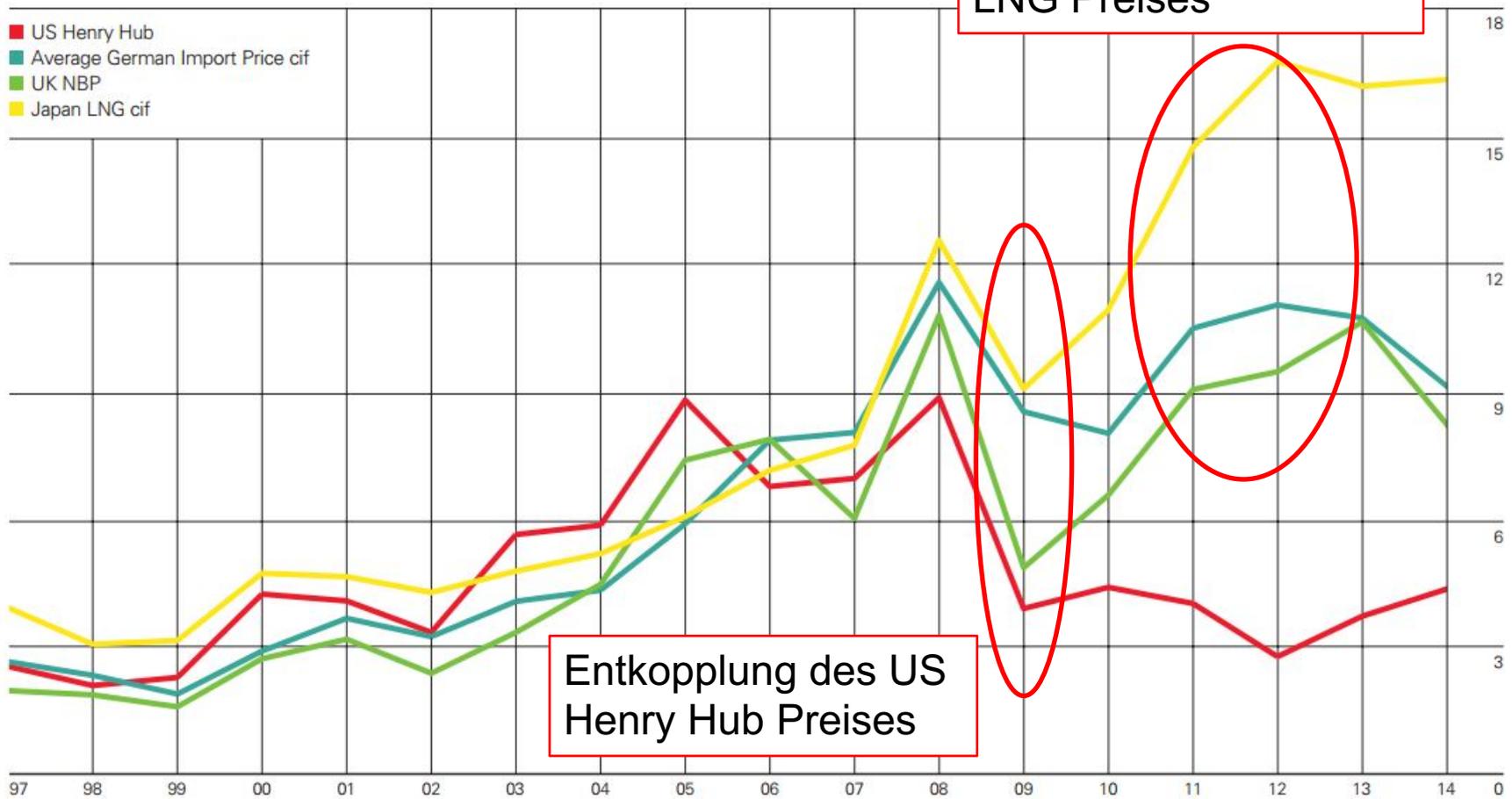
Empirische Analyse singulärer Marktereignisse

5

Zusammenfassung & Schlussfolgerungen

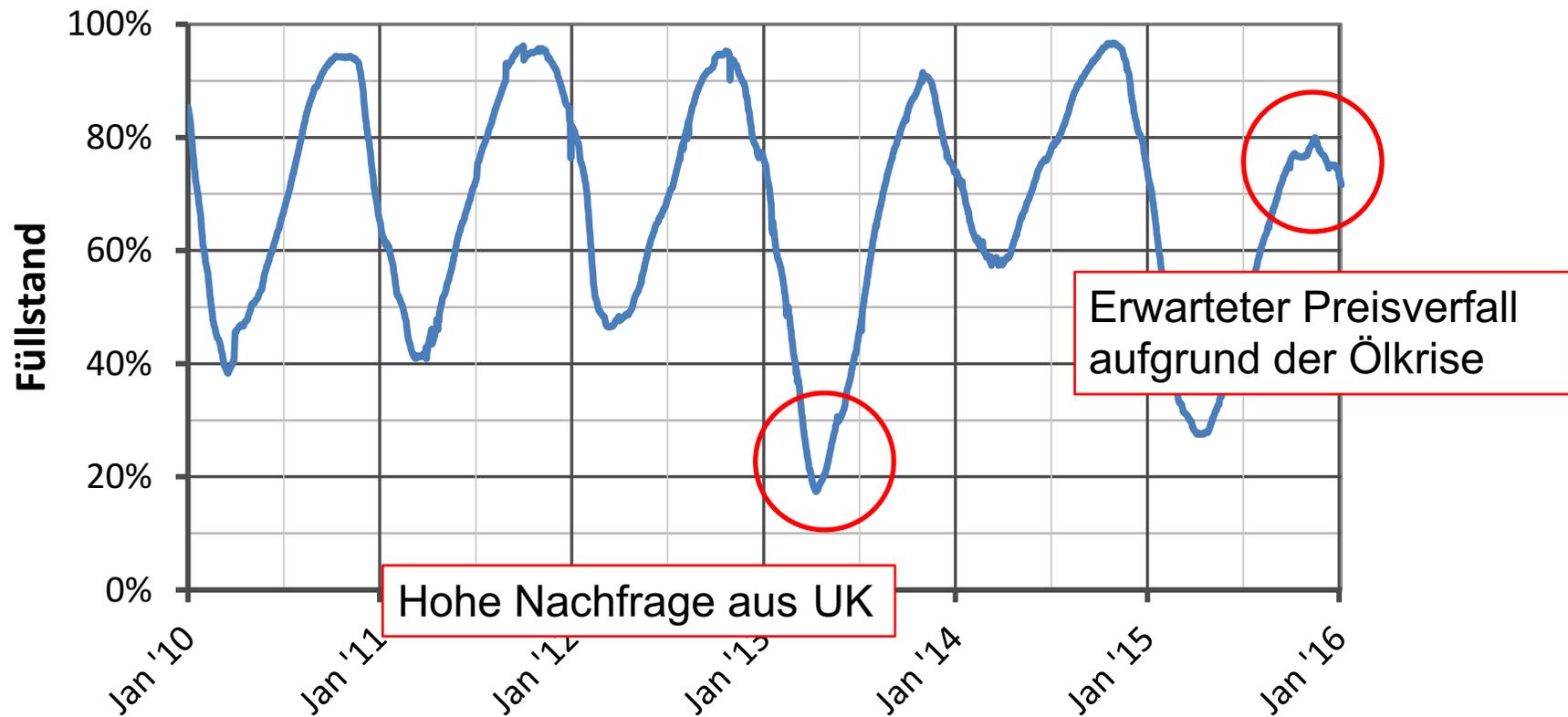
# Entkopplung der globalen Gaspreise

Prices  
\$/Mmbtu



BP Statistical Review of World Energy June 2015

# Füllstände der deutschen Gasspeicher



AGSI+ Transparency Plattform. Brüssel: GIE - Gas Infrastructure Europe, 2015, PRISMA – The Joint European Capacity Platform. platform.prisma-capacity.eu (Oktober 2015). Leipzig: PRISMA European Capacity Platform GmbH, 2015

# Fazit

---

- Dispatchmodelle
  - Infrastrukturorientiert
- Marktmodelle
  - Abbildung der wettbewerblichen Strukturen in der Wertschöpfungskette
- Erhebliche Herausforderungen bei der Modellierung des Erdgasmarkts, abhängig von der Fragestellung Markt- oder Dispatchmodell wählen
- Insbesondere Speicher sind komplex und in Marktmodellen schwierig abzubilden
- Eingeschränkte Validität der Ergebnisse aufgrund singulärer Ereignisse (shale gas boom, Fukushima)
- Abbildung singulärer Ereignisse nur durch Sensibilitätsanalyse möglich
- Forschungsaufgabe: Erstellung Dispatchmodell mit valider Abbildung des Marktes

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

---

Ansprechpartner:  
Benedikt Eberl  
+49 89 158121 47  
[beberl@ffe.de](mailto:beberl@ffe.de)

Forschungsgesellschaft für Energiewirtschaft mbH  
Am Blütenanger 71  
80995 München  
[www.ffegmbh.de](http://www.ffegmbh.de)

# Backup Tiger

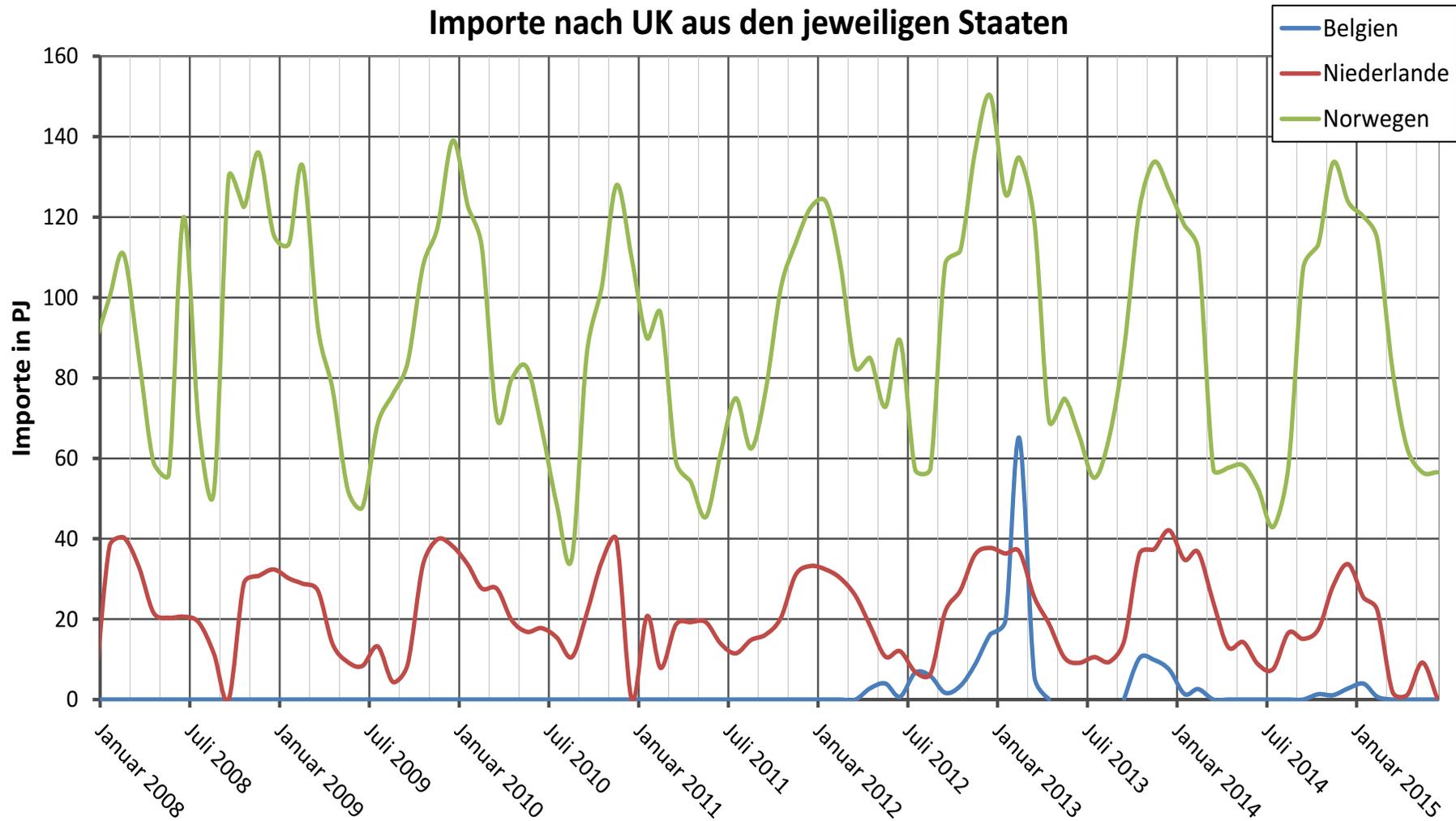
- Zielfunktion

min *Gesamtkosten*

$$\begin{aligned} &= \sum_{t,i} \text{gasbeschaffungskosten}_i * \text{abgenommene Menge}_{t,i} \\ &+ \sum_{t,i,j} \text{transportkosten}_{i,j} * \text{Gasfluss}_{t,i,j} \\ &+ \sum_{t,i} \text{speicherkosten}_i * \text{Füllstand}_{t,i} \\ &+ \sum_{t,i} \text{regasifizierungspreise}_i * \text{LNG Importe}_{t,i} \\ &+ \sum_{t,i} \text{voll} * \text{nachfragerückgang}_{t,i} \end{aligned}$$

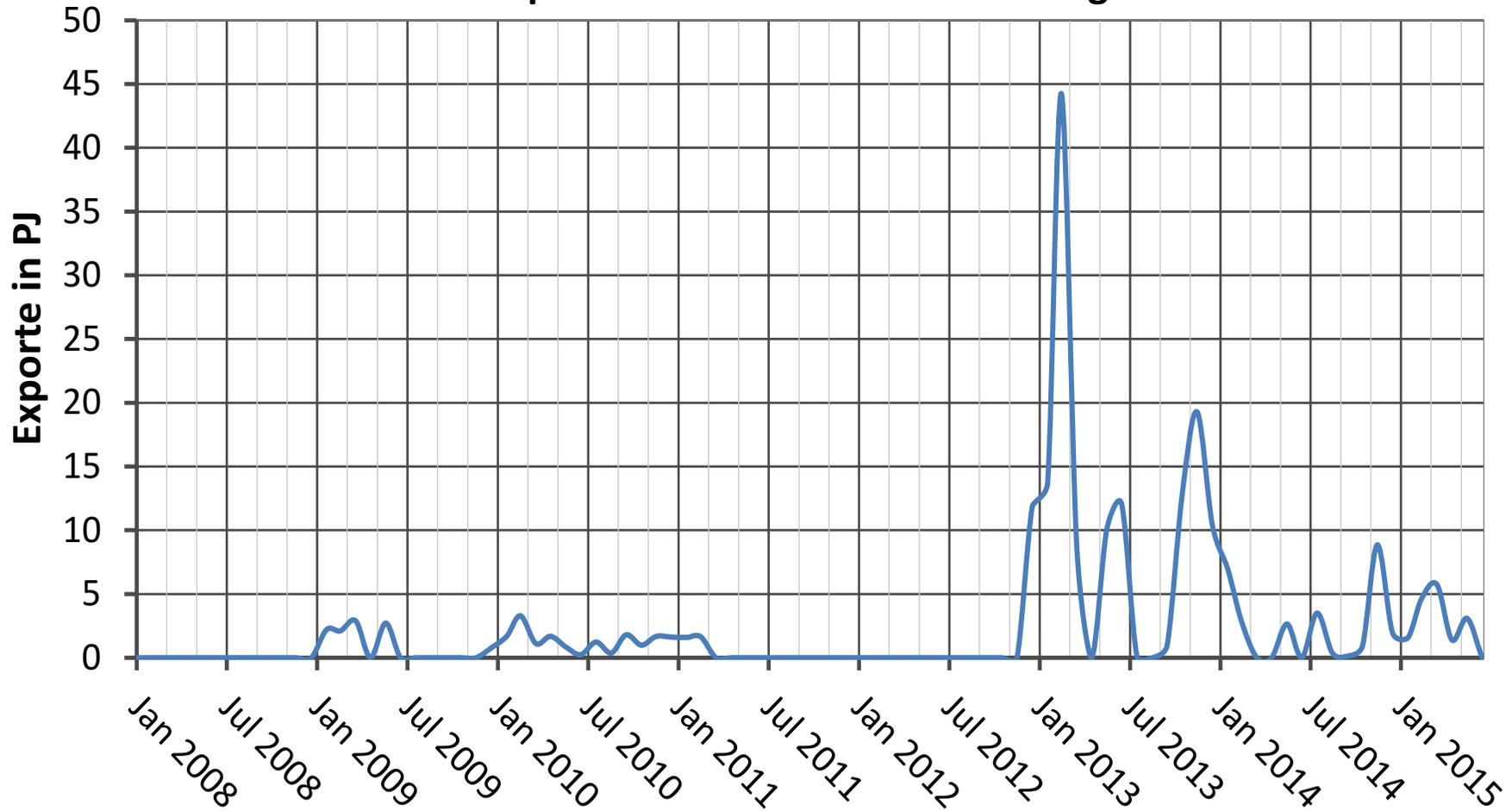
# Backup Gasspeicher 2013

## Importe nach UK aus den jeweiligen Staaten

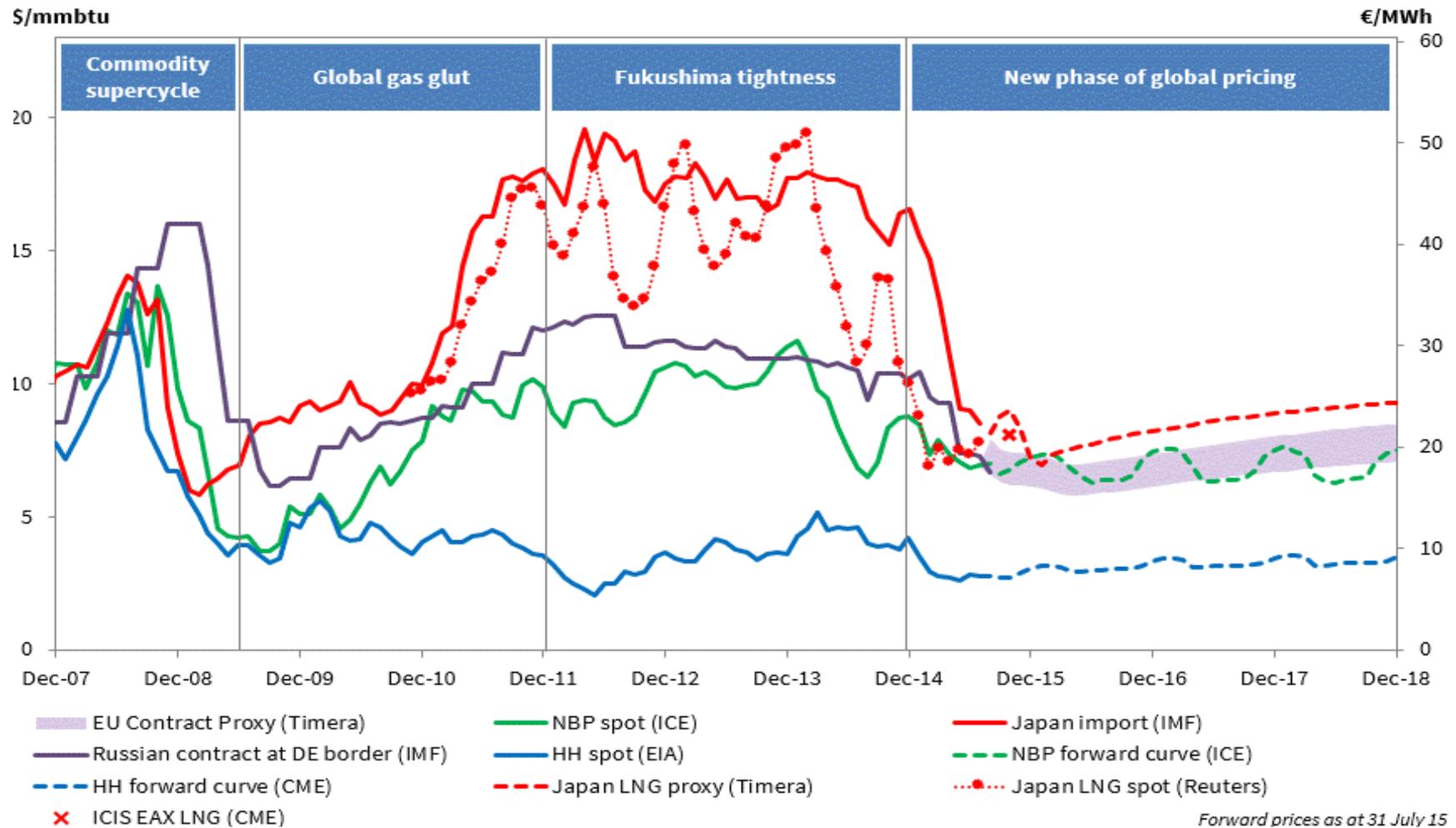


# Backup Gasspeicher 2013

## Exporte aus Deutschland nach Belgien

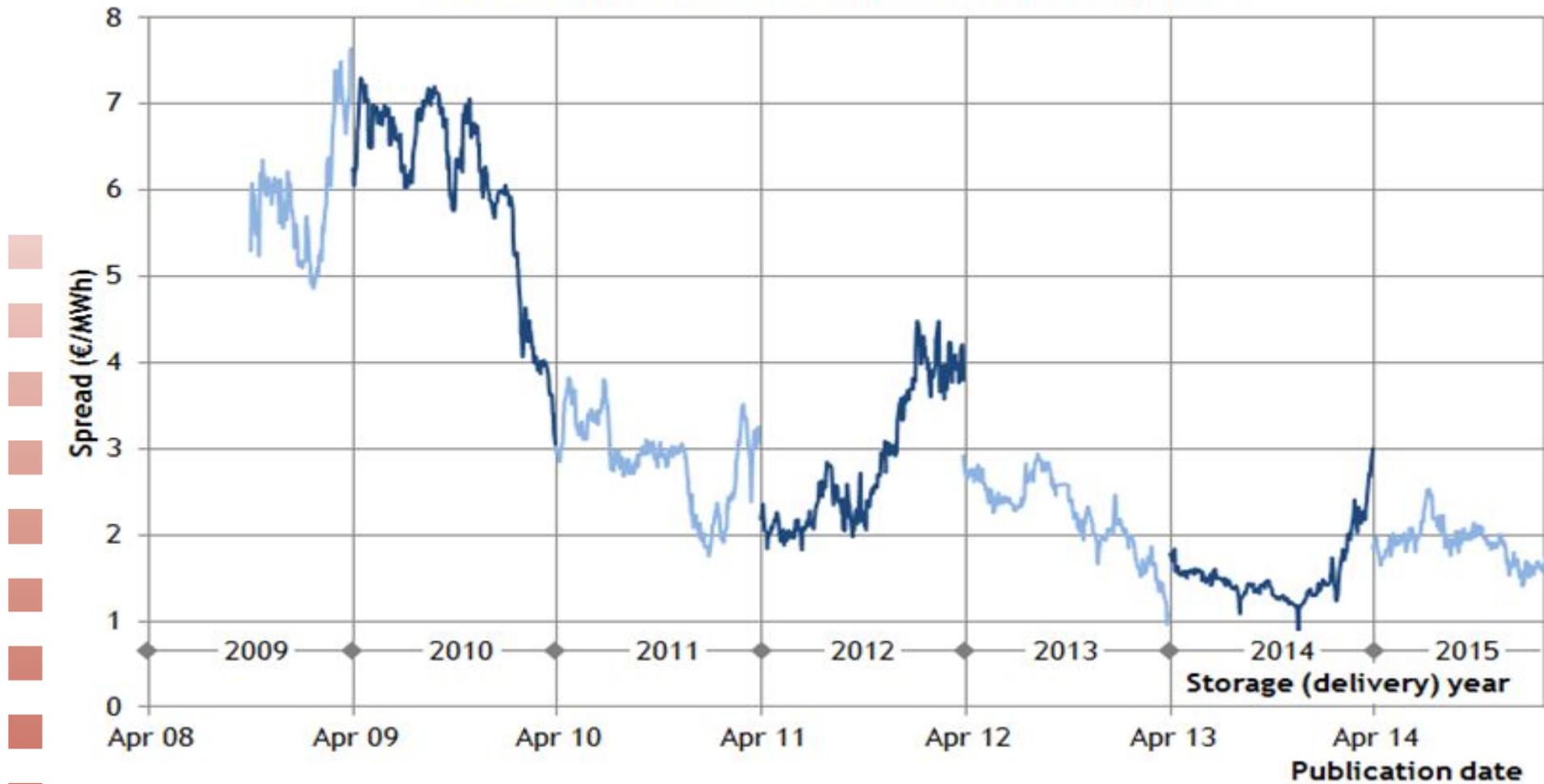


# Backup Entkopplung der Gaspreise



# Backup Gasspeicher 2015

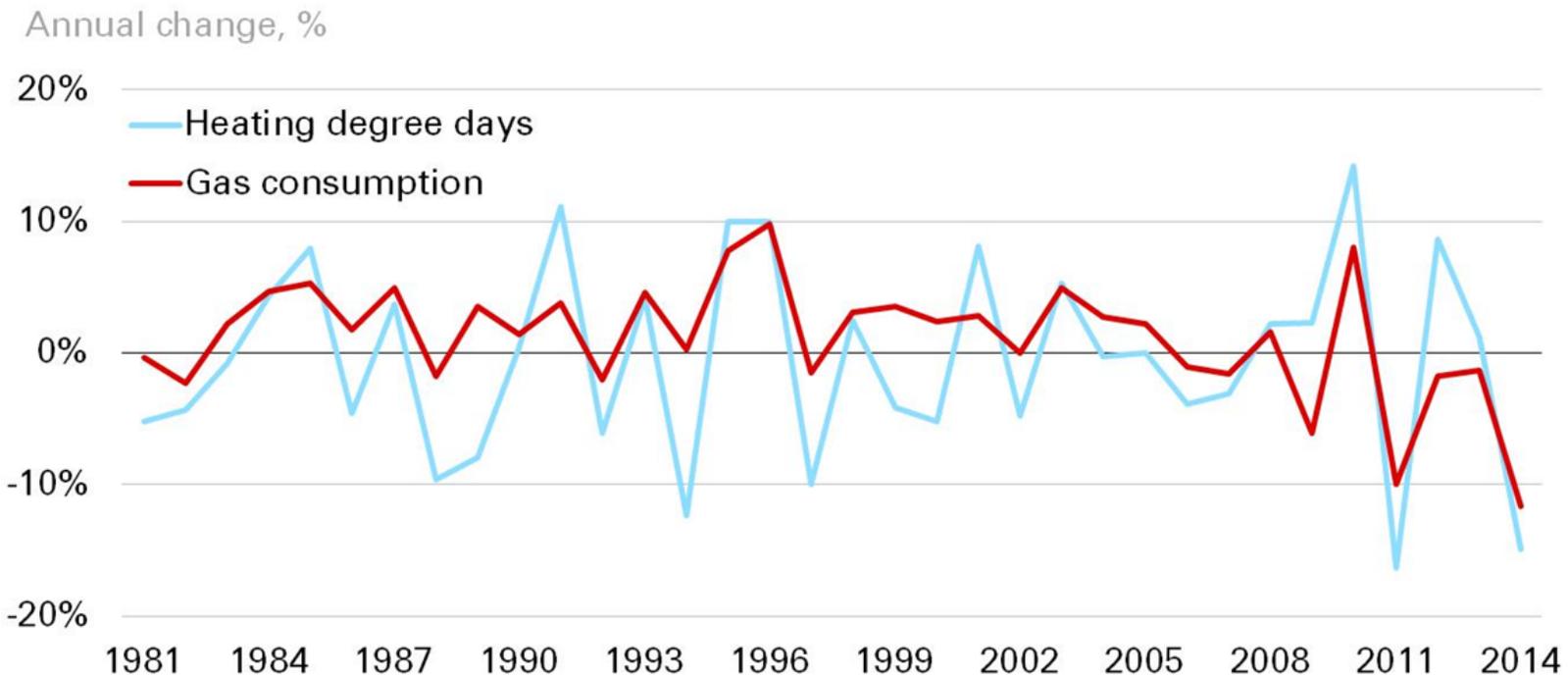
Historic TTF Front Year Summer Winter Spread



# Zusammenhang Heizgradtage und Gasnachfrage EU



## EU gas demand and impact of weather



Source: includes data from Eurostat and IHS.

Note: heating degree days is an indicator of the impact of temperature on space heating demand.

BP Statistical Review of World Energy

# Grenzübergangspreis vs. Börsenreferenzpreis

