

Power-to-Gas: Netzzugangsmodelle und Marktdesign

Martin Robinius^{1*}, Michael Küster², Detlef Stolten³

(1) Forschungszentrum Jülich IEK-3, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich,
+49 2461 61-3077, m.robinius@fz-juelich.de, www.fz-juelich.de/iek/iek-3

(2) Creos Deutschland GmbH, Am Halberg 4, 66121 Saarbrücken,
+49 681 2106-130, michael.kuester@creos.net, www.creos.net

(3) Forschungszentrum Jülich IEK-3, Wilhelm-Johnen-Straße, 52428 Jülich,
+49 2461 61-3076, d.stolten@fz-juelich.de, www.fz-juelich.de/iek/iek-3

Inhalt

- **Hintergrund**
- **Das Zielsystem**
- **Vergleichssystem: Erdgas**
- **Markterwartungen**
- **Zusammenfassung**

Die Energiewende braucht tragfähige Technologien



Treiber

- Klimawandel
- Versorgungssicherheit
- Wirtschaftswachstum
- Lokale Emissionen

Tragfähige Technologien

- Erneuerbare Energie
- Elektromobilität
- Effiziente Fossile Kraftwerke
- Fossile Kraft-Wärme-Kopplung

Ziele

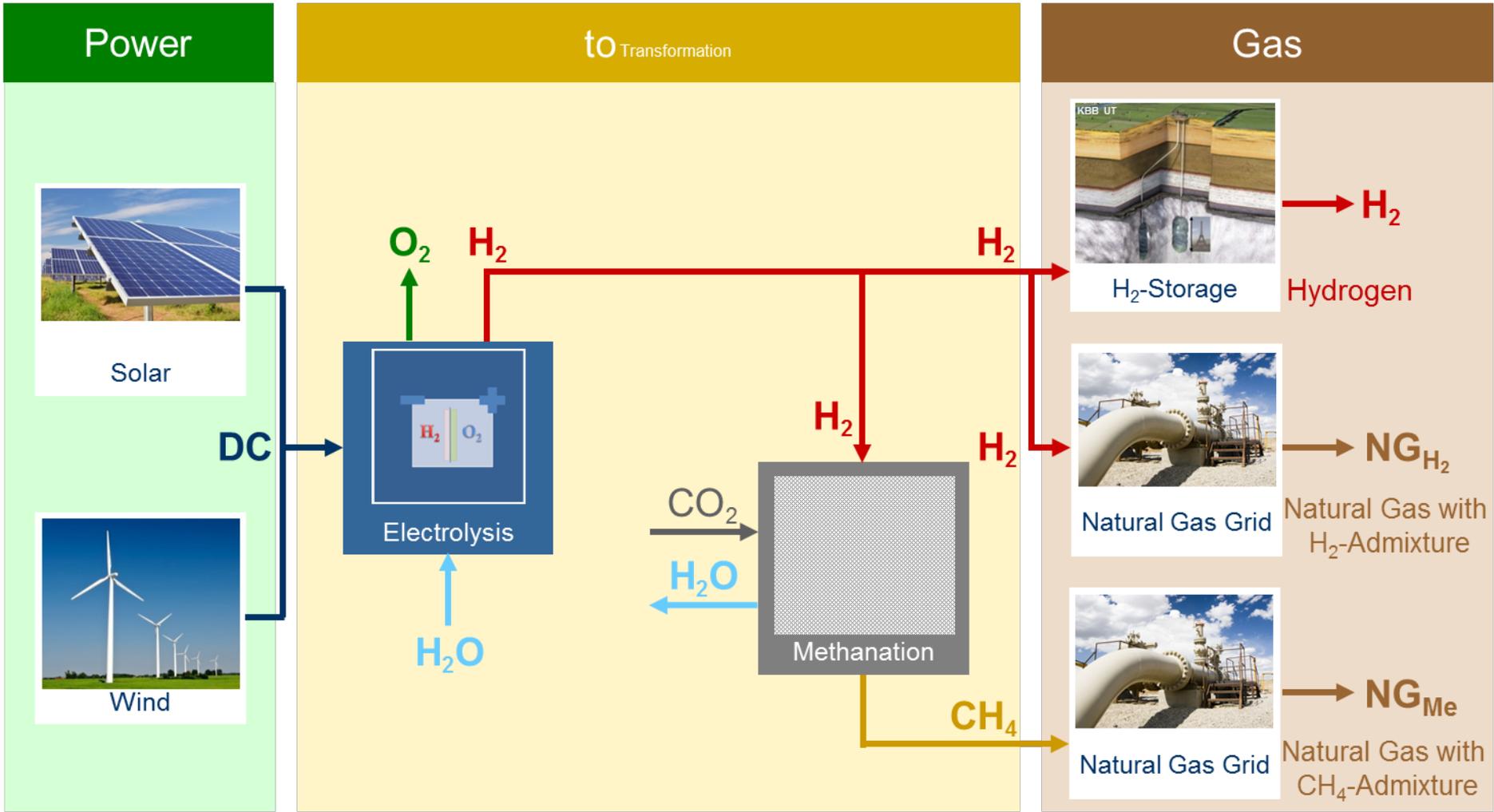
- Reduktion der Klimagasemissionen bezogen auf 1990 ohne Kernenergie
- 40 % bis 2020
 - 55 % bis 2030
 - 70 % bis 2040
 - 80-95 % bis 2050

Stromwirtschaft und Verkehr wachsen zusammen

- Elektromobilität
- Versorgungsinfrastruktur
- Speicherung

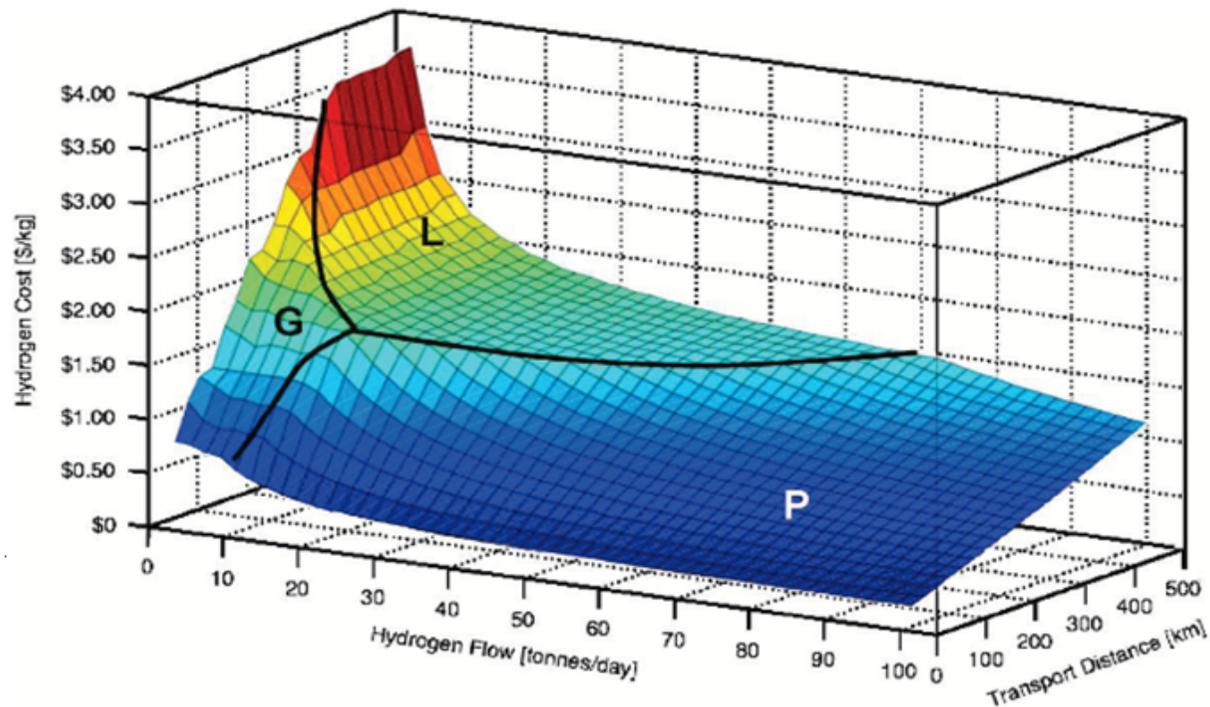
Stolten, D., Grube, T., Schiebahn, S., Tietze, V. (2013): Eine Systemanalyse zur Implementierung erneuerbarer Energien in Deutschland. Wind-to-Gas, 4. Energiekolloquium der Chemiegesellschaften.

Power to Gas: Excess power to chemically bound energy



Schiebahn, S., Grube, T., Robinius, M., Zhao, L., Otto, A., Kumar, B., Weber, M., Stolten, D. (2013): Power to Gas in Transition to Renewable Energy Systems, D. Stolten and V. Scherer, Editors. 2013, Wiley-VCH. p. 813-849.

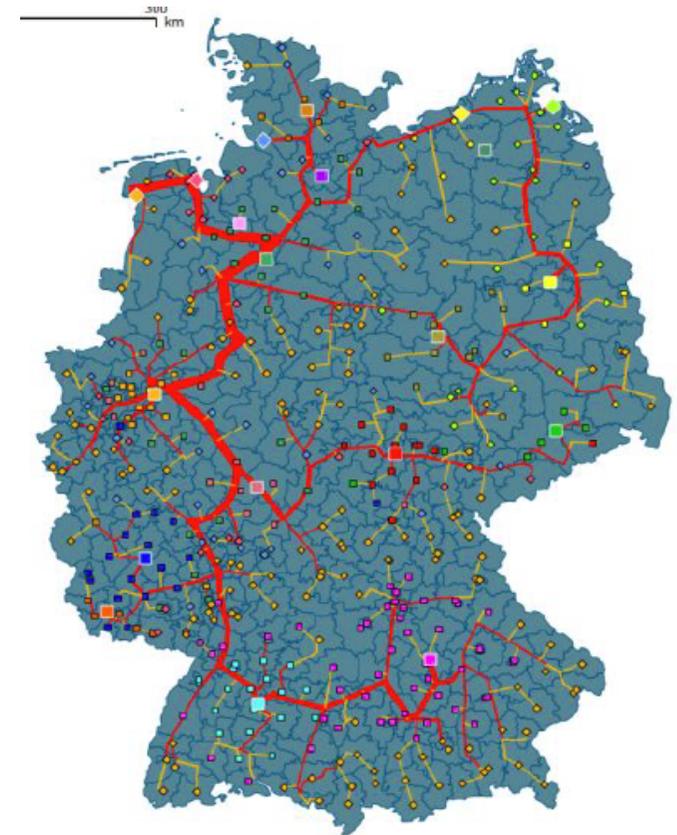
Das Zielsystem: Wasserstoffpipelinennetz



Minimale Transportkosten für Wasserstoff in Abhängigkeit von Massenfluss und Transportentfernung.

Mit G = gasförmiger Transport via Lkw, L = flüssiger Transport via Lkw und P = gasförmiger Transport via Pipeline

Yang, C. and J. Ogden, *Determining the lowest-cost hydrogen delivery mode*. International Journal of Hydrogen Energy, 2007. 32(2): p. 268-286



Krieg, D., *Konzept und Kosten eines Pipelinesystems zur Versorgung des deutschen Straßenverkehrs mit Wasserstoff*, Jülich: Forschungszentrum, Zentralbibliothek.

Vergleichssystem: Erdgasnetz

Pipelineinvestitionen:

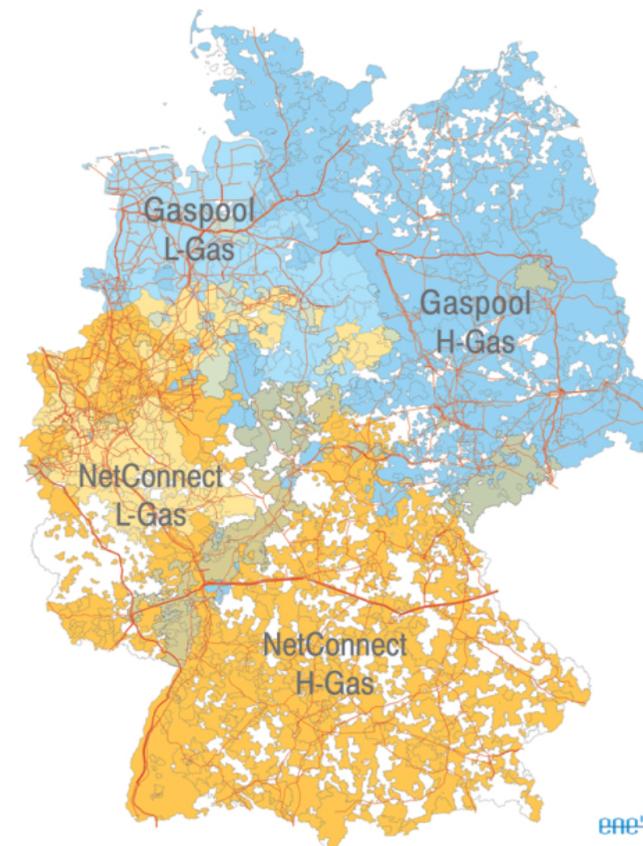
Hohe Spezifität

Geschaffenes Abhängigkeitsverhältnis

Entwicklung Erdgasmarkt

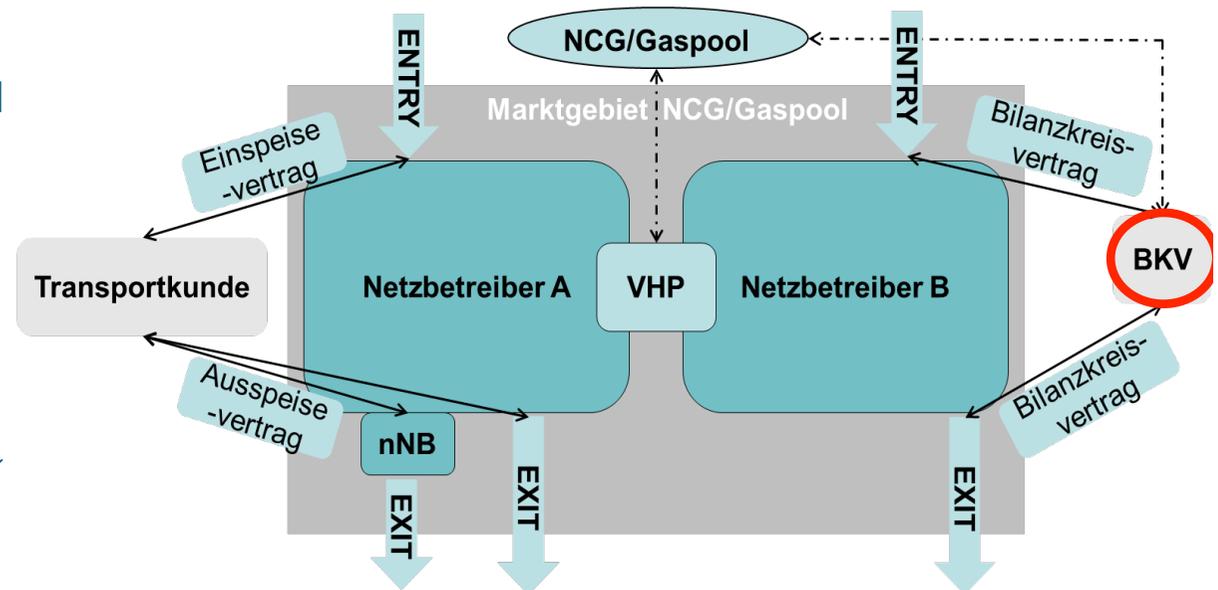
- Ab Mitte 1960: Take -or-Pay-Verträge
→ faktisch kein Gas zu Gas Wettbewerb
- 1986: Ölpreisverfall
- 1993: Gründung von Wingas
→ Bau paralleler Fernleitungen
→ Preiskampf in der Nähe der Wingas-Pipeline
- Essential-Facilities-Doktrin →
Diskriminierungsfreier Zugang zu
Essential-Facilities (Pipelinennetz)
-
- GABi Gas zum 01.10.2008: Markt- und
Bilanzierungsregeln
- Zum 01.10.2006: Kontraktpfadmodell
→ Zweivertragsmodell

Deutsche Marktgebiete: NetConnect Germany und GASPOOL



Zweivertragsmodell: Entry-Exit-Modell

- Gas an Entrypunkten eingespeist und an Exitpunkten ausgespeist
- An Punkten wird entsprechende Kapazität für den Transport gebucht
- Keine Leistungskapazitätsbuchung
 - (Punkt zu Punkt) sondern zwei Verträge → Transaktionskosten↓
- Einspeise- und Ausspeiseverträge unabhängig voneinander gebucht

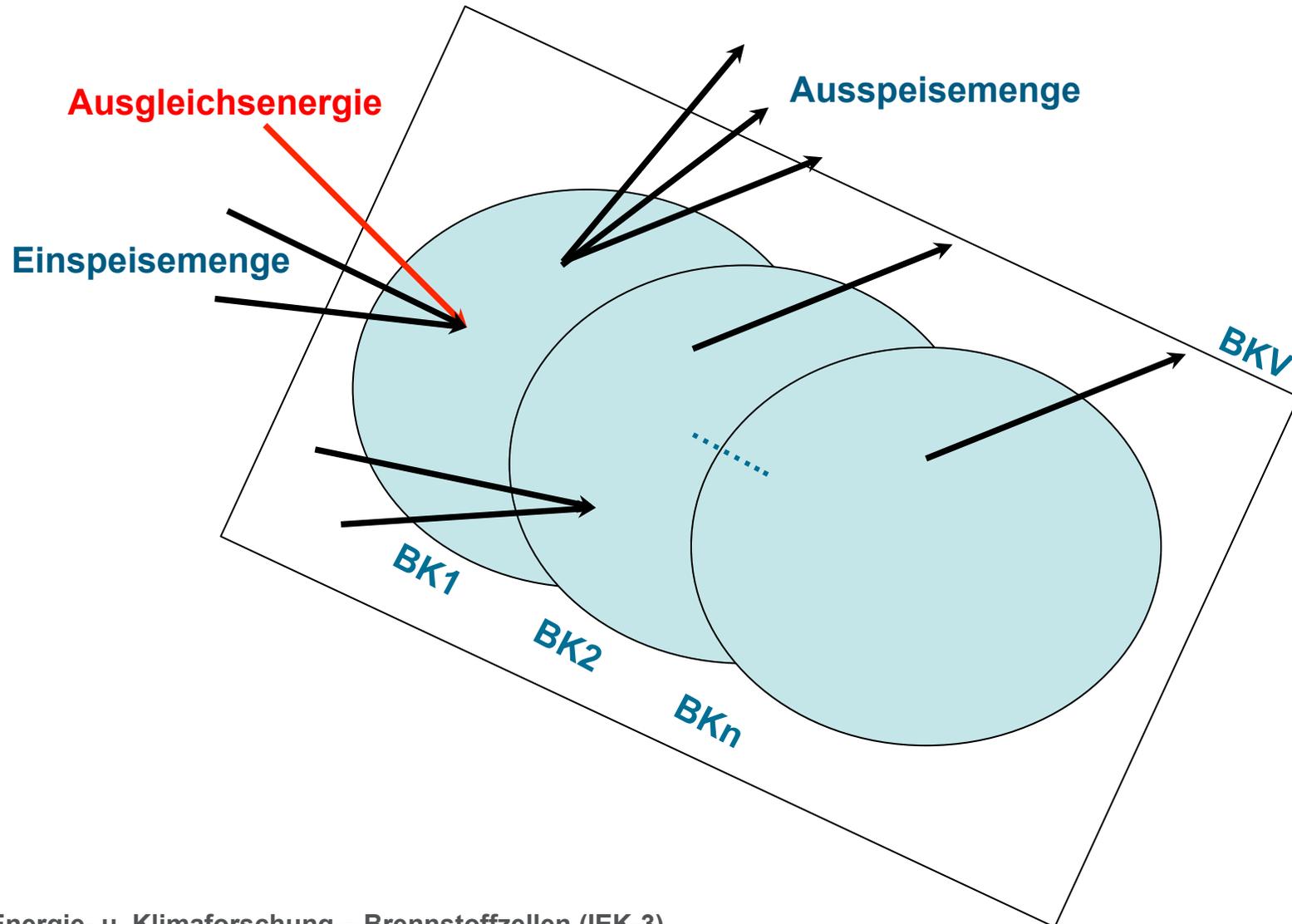


VHP: Virtueller Handelspunkt z.B. European Energy Exchange
 nNB: nachgelagerte Netzbetreiber
 BKV: Bilanzkreis-Verantwortlicher
 NCG: Net Connect Germany

In Anlehnung an:
 NetConnect Germany (2009): Marktgebietskooperation NetConnect Germany- Erweiterung zum 01.10.2009.
 Grübel, A. (2006): Neue Entwicklungen im Gasmarkt.

[1] Janssen (2006): Entry-Exit-Modelle im Erdgastransport und ihre Weiterentwicklung in Deutschland, S. 6 ff.

[2] Ströbele (1998): Energiewirtschaft- Einführung in Theorie und Politik, München



Ausgewählte Zeitreihentypen

Einspeisemenge →

- I. Einspeisung Netzbetreiber (Entry System Operator, ENTRYSO):
 - Grenzübergangspunkten
 - Marktgebietskopplungspunkten
 - Einspeicherung in das Netz aus Speichieranlagen (auch für Wasserstoff)

 - Allokiert, wie nominiert:
Energiemengenprognose abzuleitende Mengenmeldung
 - Allokiert, wie gemessen:
Stationsspezifischer Messwert

- II. Einspeisung am virtuellen Handelspunkt (ENTRYVHP):
 - Mit Bezugszeitreihe in Bilanzkreis beaufschlagt (VHP, Börse)

Ausspeisemenge →

- I. Ausspeisung Netzbetreiber (Exit System Operator, EXITSO)
 - Speichieranlagen (Einspeicherung)
 - Marktgebietsübergänge
 - Verkäufe am VHP (Ausspeisung am virtuellen Handelspunkt, EXITVHP)
 - Bilanzierungsregeln identisch mit ENTRYSO und ENTRYVHP.

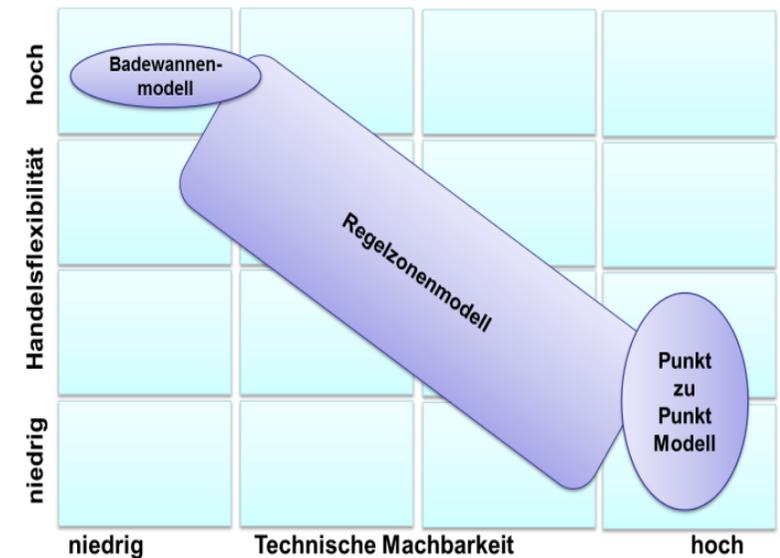
- II. Industriekunden mit registrierender Leistungsmessung (RLM-Ausspeisestellen)
 - **Registrierende Leistungsmessung mit Tagesband (RLMmT)**
 - Registrierende Leistungsmessung RLM ohne Tagesband (RLMoT)

- III. Gewerbe- und Haushaltskunden: synthetische Standardlastprofile (SLPsyn) oder analytische Lastprofile (SLPana)

Übernahme für Wasserstoffpipelinenetz

Grundsätzlich drei Zugangsmodelle:

- **Badewannen-Modell**
- **Regelzonenmodell**
- **Kontraktpfadmodell**



In Anlehnung an: Wagner, U., R. Igelspacher, and H. Roth, *Netzzugangsmodelle für Gas im Spannungsfeld von Technik und Handlungsflexibilität*. *Energiewirtschaftliche Tagesfragen*, 2004(9): p. 562-568.

- **Jedes Handelsgeschäft besitzt konkrete Quelle-Senke-Verbindung**
- **Lieferung erfolgt vollumfänglich → Gashändler muss entsprechende Kapazität buchen**
- **Fiktiver Transportpfad: Kontraktpfad (daher auch: Kontraktpfadmodell)**

+ Stets maximale Kapazität vermarktet	- Große Anzahl von komplexen Verträgen
+ Transportentgelt verursachergerecht berechnet	- Hohe Transaktionskosten
	- Keine effizienzsteigernden Preissignale

- **Innerhalb eines Gebiets (Zone) Möglichkeit zu jeder Zeit in das Gasnetz ein- und auszuspeisen**
- **Ort innerhalb des Gebiets frei wählbar und zeitlich flexibel**
- **Entgelte räumlich nicht aufgelöst und transaktionsunabhängig**
 - **Bsp. Briefmarke (daher auch: Briefmarkenmodell)**
- **Modell inhärenten Annahmen:**
 - **Ausreichend große Leitungs- und Pufferreserve**
 - **Hoher Vermaschungsgrad des Netzes**

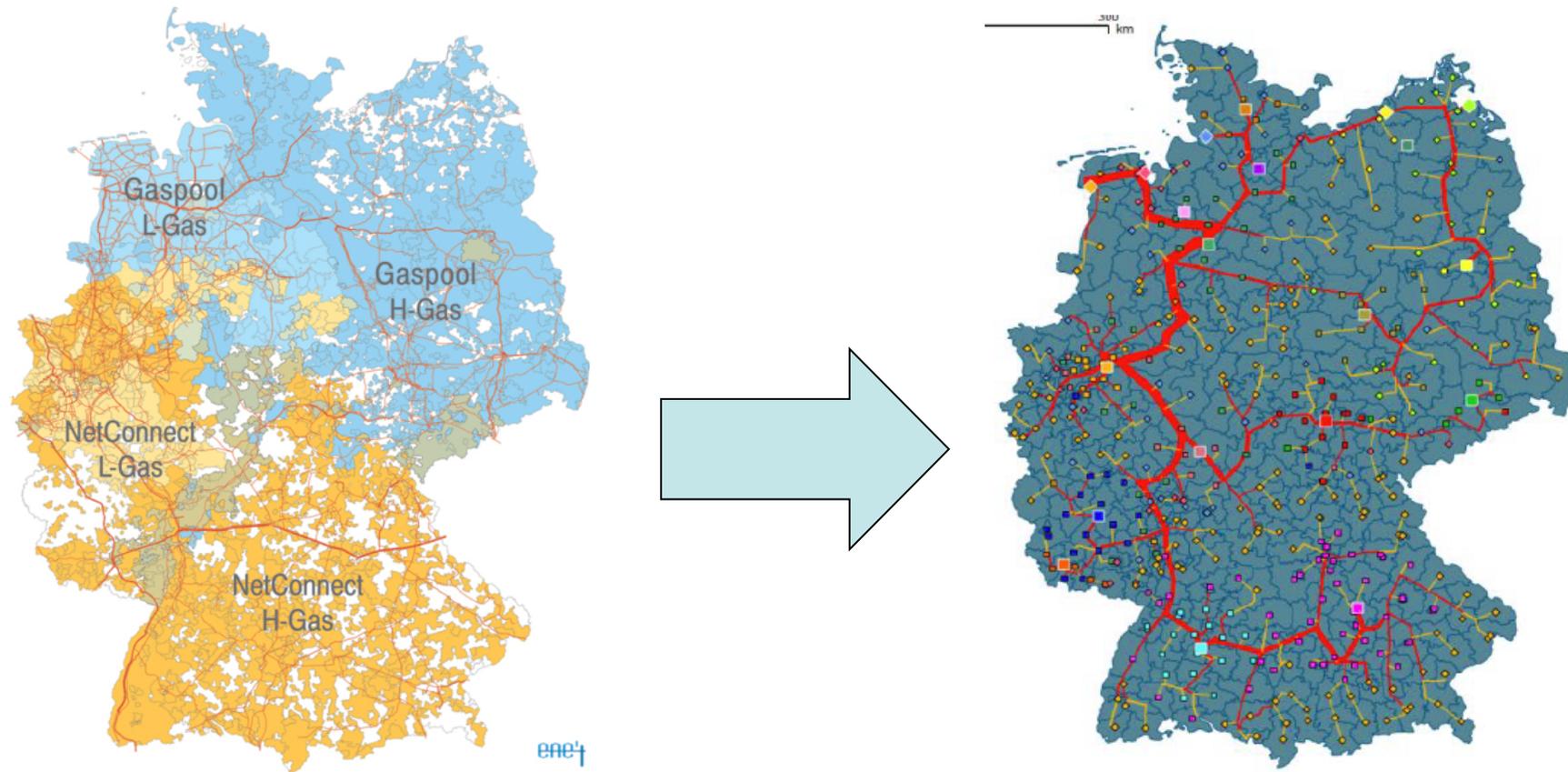
+	Einfachheit	-	Keine begrenzten Transportkapazitäten
+	Vollständig diskriminierungsfrei	-	Technik fern

- **Netztechnische Gegebenheiten werden beachtet**
 - **Vorhandenen Kapazitätsbeschränkungen**
 - **Daher: Quelle- Senke-Beziehung nicht durch eine frei wählbare Strecke bestimmt**
- **Netzgebiet wird in mehrere Teilgebiete zerlegt (Regelzonen)**
- **Transportrestriktionen nur an den Grenzen der Regelzonen**
- **Innerhalb Regelzone: Badewannenmodell**
- **Dimensionierung Regelzonen:**
 - **Technische Realisierbarkeit \leftrightarrow Ansprüche des Handels**

Wasserstoffmarkt:

- Zu Anfang volumetrisch kleiner
- Wettbewerbsverhalten:
Ähnlichen Marktregeln?! → Vergleichbares Preisverhalten
- Hohe Überschussmengen (Strom) → Rückläufige Wasserstoffpreise
- Niedrige negative Residuallast → Höhere Wasserstoffpreise
 - *Entkopplung durch Speicherung und Verzahnung (Methanisierung, Einspeisung Erdgasnetz)*
 - *Neue Einsatzmöglichkeit kommunaler Speicher- und Optimierungsanlagen*

- **Entwicklung Erdgasmarkt vergleichbar für Wasserstoffmarkt (Pipeline)**
- **Entry-Exit Modell als Zielsystem des Netzzugangsmodells für H₂**
 - **Zu Anfang wahrscheinlich Kontraktpfadmodell**
- ***GABi Gas erfüllt grundlegende Bedingungen für Wasserstoffmarkt***
 - **Registrierende Leistungsmessung mit Tagesband (RLMmT) für Tankstellen**
- ***Bei gleichen Marktregeln → Hohe Preisamplituden***
 - **Entkopplung durch Speicher und Verzahnung**



**VIELEN DANK FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT**

BACKUP

Pipelineinvestitionen:

- Hohe Spezifität
- Geschaffenes Abhängigkeitsverhältnis

Ab Mitte 1960: Take-or-Pay-Verträge (ToP)

- **Produzent: Liefert bestimmte jährliche Maximalmenge → Preisrisiko**
- **Abnehmer: Bezahlt bestimmte Mindestmenge (unabhängig nach Abnahme) → Mengenrisiko**
- **Laufzeiten bis zu 25 Jahre, daher bspw. Ölpreisbindung**
- **Faktisch kein Gas-zu-Gas-Wettbewerb**

Quasi Integration durch
Langfristverträge

Auch: ‚Prinzip des anlegbaren Preises‘ oder ‚Net-back-Rechnung‘ [1, 2]

↳ Im deutschen **Erd**gasmarkt nicht mehr erlaubt [2]

[1] Janssen (2006): Entry-Exit-Modelle im Erdgastransport und ihre Weiterentwicklung in Deutschland, S. 6 ff.

[2] Ströbele (1998): Energiewirtschaft- Einführung in Theorie und Politik, München

1986: Ölpreisverfall

1993: Gründung von Wingas (65% BASF-Tochter/ 35% Gazprom)

- **Bau paralleler Fernleitungen: Preiskampf in der Nähe der Wingas Pipeline**

Ende der 90er: Essential-Facilities-Doktrin

- **Regulierung der Stufen auf denen Wettbewerb nicht möglich ist**
- **Diskriminierungsfreier Zugang zu Essential-Facilities (Pipelinennetz)**
- **Third Party Access (TPA)**
- **Deutschland: Verhandelter Netzzugang (alleine in EU)**
- **Betreiber BGW [1] und VKU [2] sowie Verbraucher BDI [3] und VIK [4]**
- **Ergebnis: Transaktionsabhängiges Kontraktpfadmodell als Übergang**

[1] Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft e.V.

[2] Verband kommunaler Unternehmen

[3] Bundesverband der deutschen Industrie e.V.

[4] Verband der Industriellen Energie- und Kraftwirtschaft e.V.

Industrieverbände forderten Entry-Exit-Modell

- **BGW und VKU lehnten ab (technisch nicht umsetzbar)**

April 2003: Abbruch der Verbände Verhandlungen

Juni 2003: EU verbietet verhandelten Netzzugang

- **Stattdessen: Sektor spezifische Regulierungsbehörde**

Juni 2005: Transaktionsunabhängiges Entry-Exit-Modells in Deutschland

- **BNetzA Erdgaswirtschaft**