

---

# Biogas - ein Teil der Energiewende!?

## Was kommt auf die Biogasanlage der Zukunft zu?

**Oberfränkische Biogas-Fortbildungsseminar,  
Kloster Banz, Bad Staffelstein**

---

Dienstag, 10. Februar 2015  
9:30 bis 16:30 Uhr



**Uwe Holzhammer**, Gruppenleiter Bedarforientierte Energiebereitstellung  
Fraunhofer IWES, Kassel, Deutschland

---

Co-Autoren: Prof. Dr. Michael Nelles, Prof. Dr. Frank Scholwin, Uni Rostock

---

# Fraunhofer IWES Kassel

## Bereich Energieverfahrenstechnik Abteilung Bioenergie-Systemtechnik

---

### Themenschwerpunkte:

- Biogasanlagentechnik (mit eigener Versuchsbiogasanlage)
- effiziente Biogasverwendung (z.B. Mikrogasturbine, BHKW)
- Biogasaufbereitungstechnik und Verfahren
- Biogaseinspeisung in das Erdgasnetz
- Erneuerbares Gas als Kraftstoff
- CO<sub>2</sub>-Versorgung zur E-Gasproduktion (Power-to-Gas)
- bedarfsorientierte Energiebereitstellung
  - Gaspeichertechnik, Automatisierung und Anlagensteuerung,
  - Fütterungsmanagement, bedarfsgerechte Biogasproduktion, Wärmebereitstellung

### Dienstleistung:

- Unabhängige Beratung, Konzeptentwicklung, Wirtschaftlichkeitsanalysen,
- Produktentwicklung (Optimierte Stromvermarktung, Gasspeichermanager, Fütterungsmanager),
- Szenarienentwicklung, unabhängige Vergleichsanalysen und Bewertung,
- Studien (für Unternehmen, kommunale Stadtwerke und Politik)

- Die Energieversorgung: Gestern, Jetzt und Morgen
- Das Energiesystem und die neue Flexibilität!
- Einführung in den Strom- und Regelleistungsmarkt: Was passiert da eigentlich?
- Strom aus Biogas: Aktueller Stand, wo stehen wir?
- Flexible Strommengen aus Biogas: Eine Gesamtkostenanalyse
- Welche zukünftigen Aufgaben könnte es geben?
- Vision (wenn noch Zeit ist)

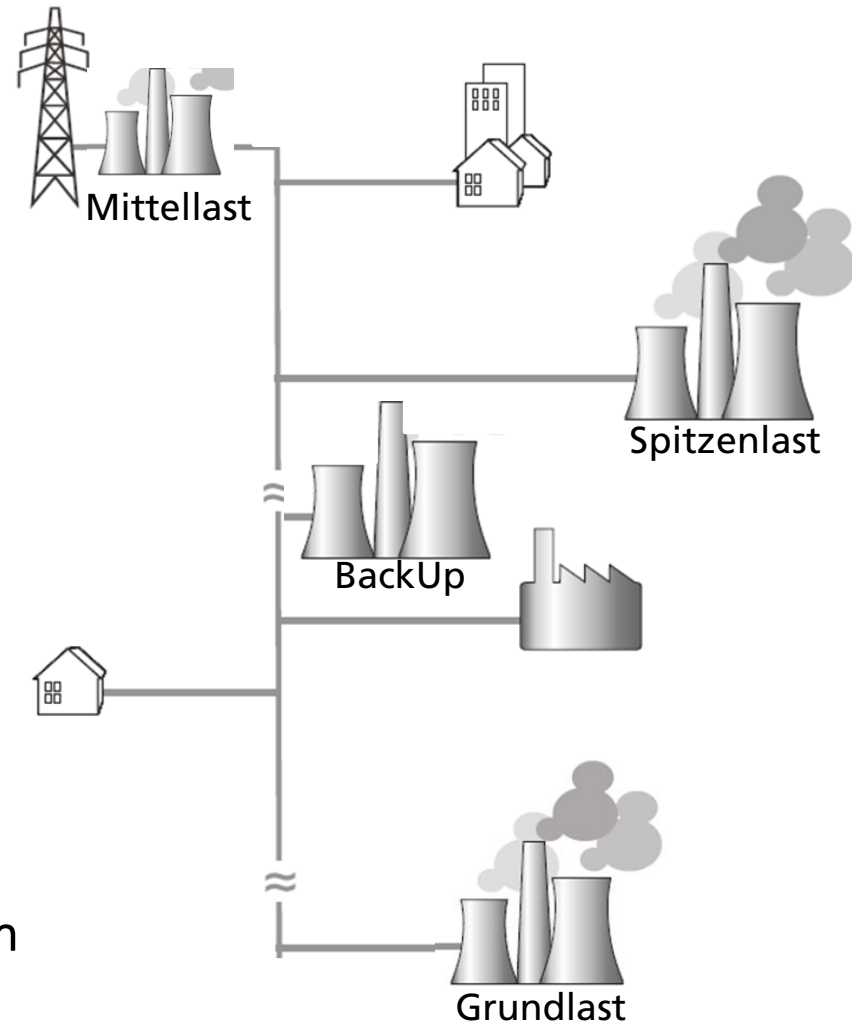
# VORTRAGSSTRUKTUR

# DAS ENERGIEVERSORGUNG GESTERN, JETZT UND MORGEN

---

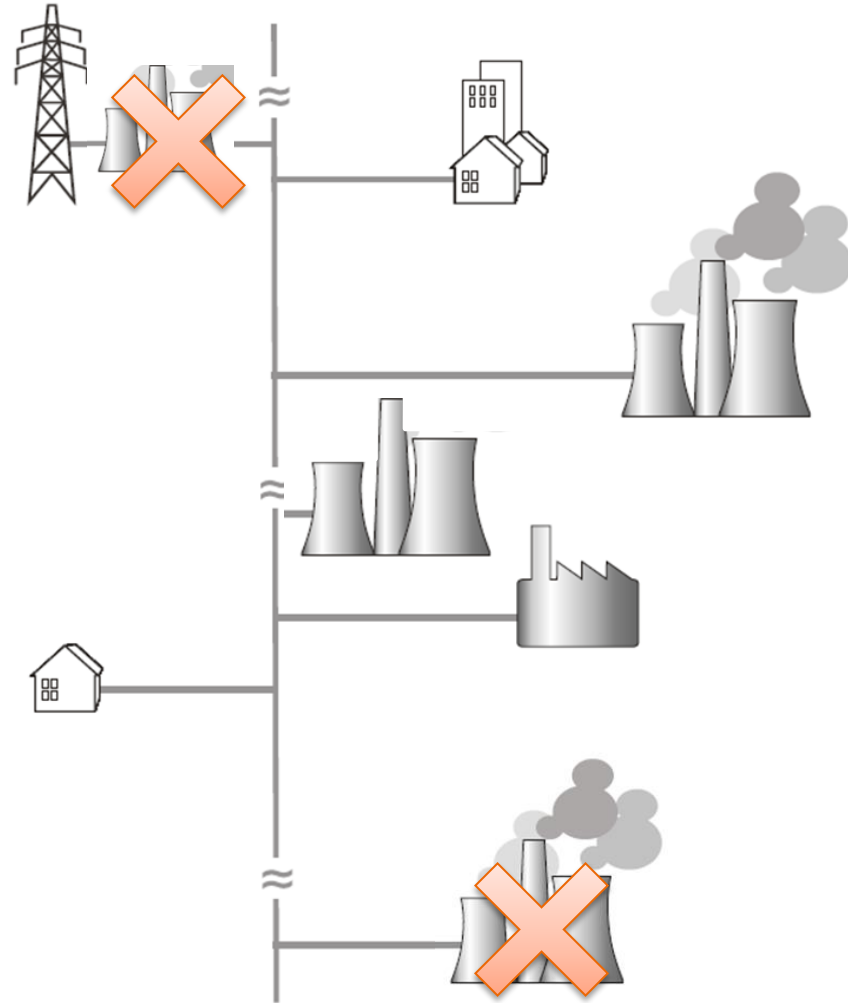
Kurzer historischer Streifzug durch die Stromwirtschaft .....

# Energieversorgung: hohe Versorgungssicherheit (historisch, seit EnWG 1935)



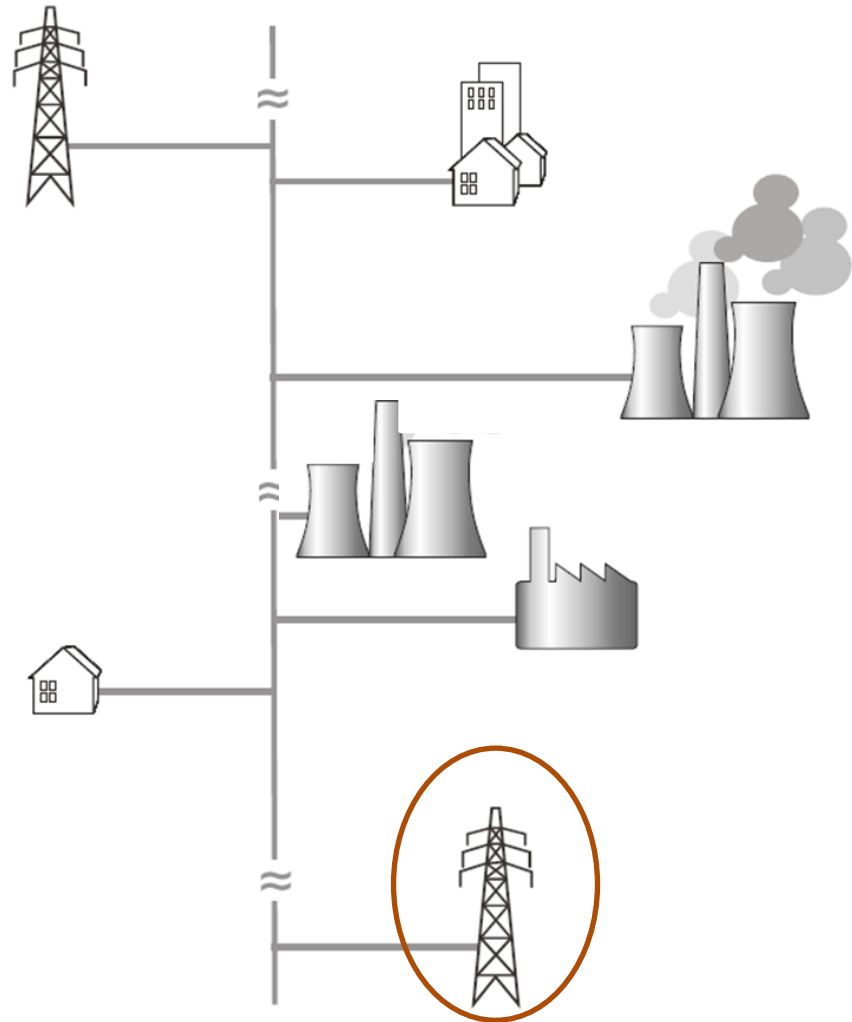
- Regionale Monopole
- Verbinden einzelner Netzeinseln
- Aufbau von enormen Kapazitäten
- kein Wettbewerb

# Kosteneffiziente Versorgungssicherheit – bedeutet Überkapazitäten abbauen (EnWG-Änderung 1998, Liberalisierung) ...



- Abbau redundanter Erzeugungskapazitäten
- neue Akteure organisieren sich
- **Konsolidierung** beginnt und dauert an

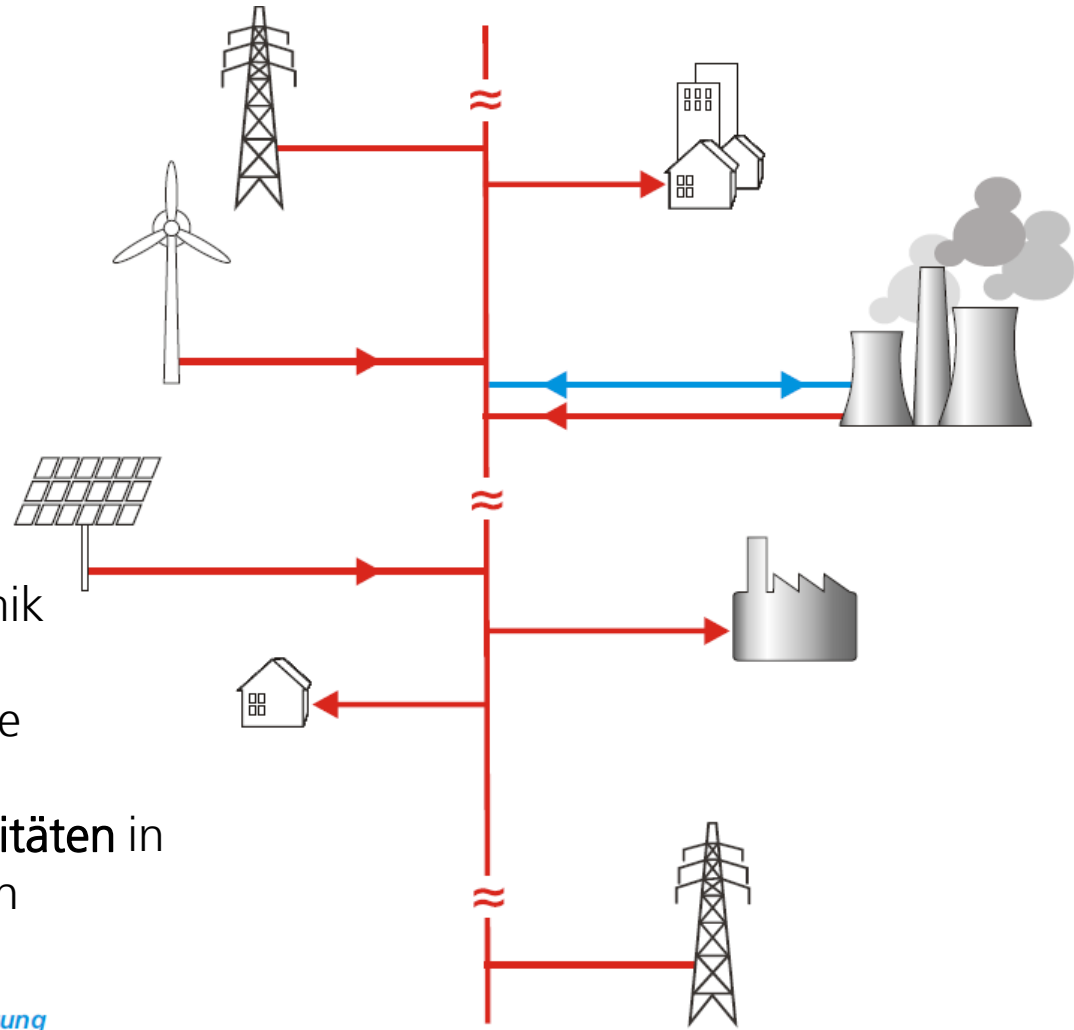
.... und eine bessere Nutzung der technischen Möglichkeiten eines Verbundnetzes.



- Das (Verbund-)Stromnetz wird effizienter zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit eingebunden



# Klimaschutz erhält Einzug: EE-Anlagen werden hinzugebaut (insbesondere seit EEG 2000)



- **hohe EE-Ausbaudynamik**
- **neue Akteursvielfalt**
- **mehr Angebot: fallende Strombörsenpreise**
- **konv. Kraftwerkskapazitäten in betriebswirtschaftlichen Schwierigkeiten**

— *Strom*

— *Systemdienstleistung*

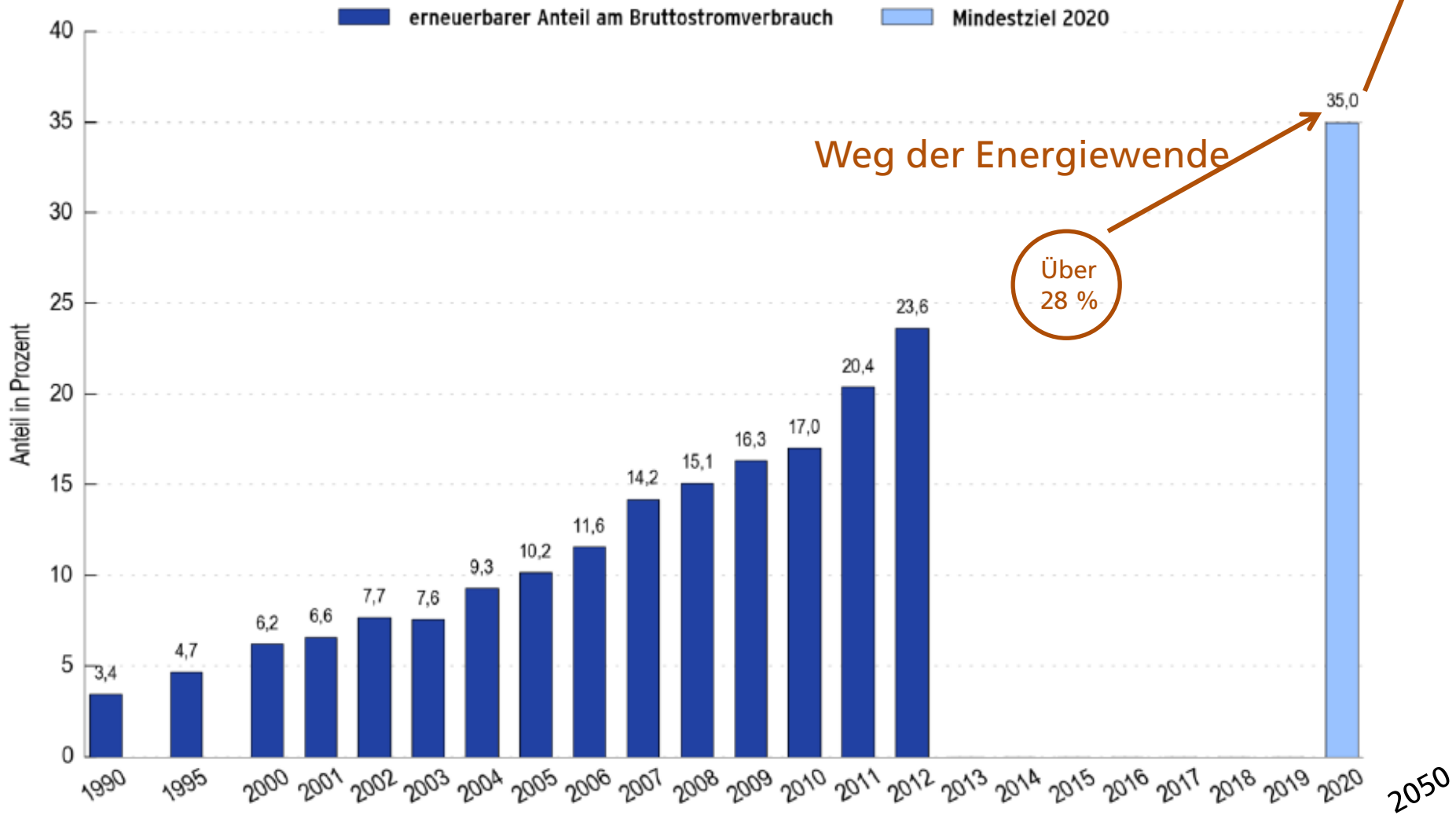
Das zukünftige Energieversorgungssystem soll im optimalen Maße die Aspekte des energiewirtschaftlichen Dreiecks berücksichtigen:



WAS HEIßT DAS NUN – DIE  
ENERGIEWENDE IST AUF DEM WEG?

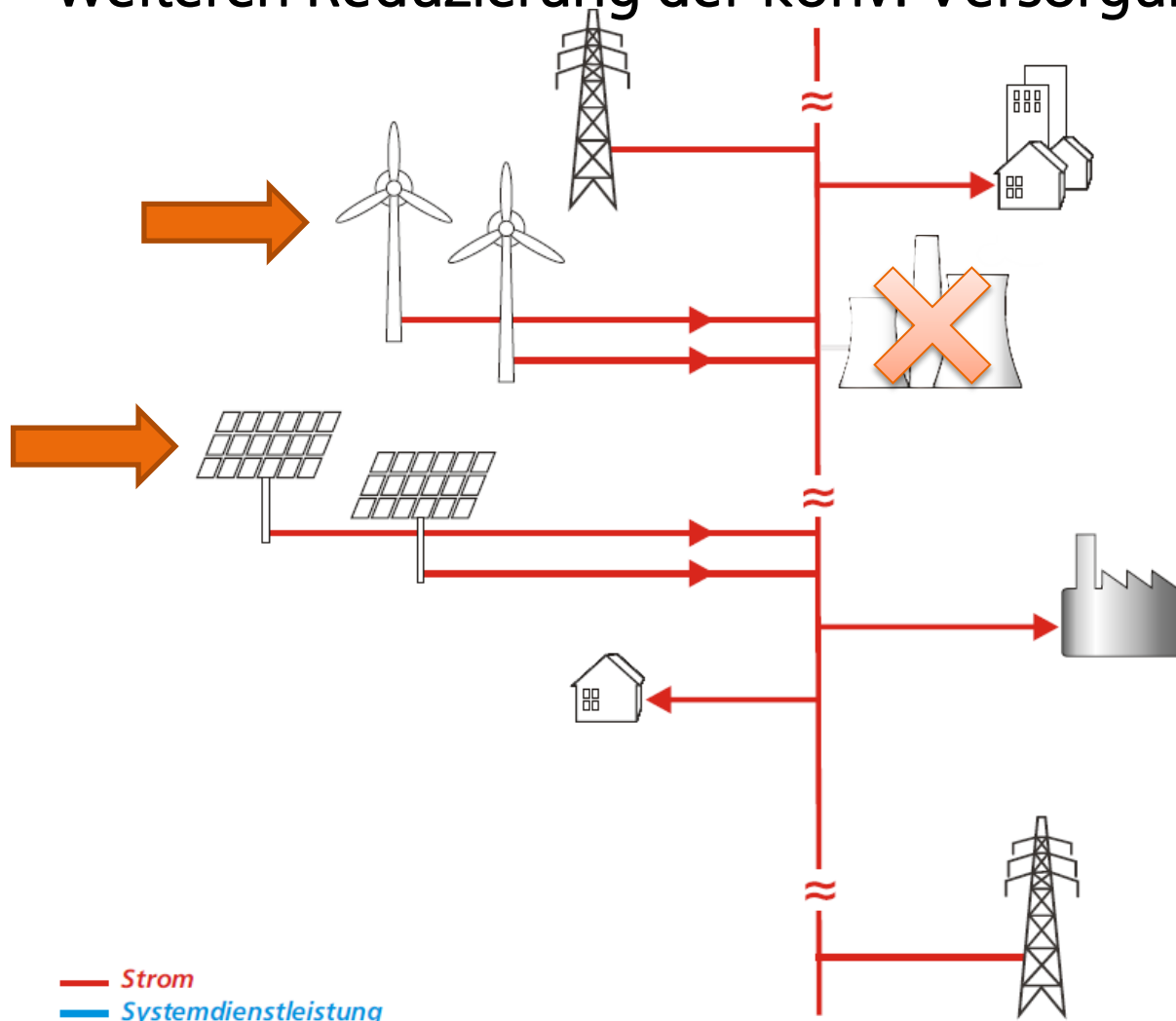
---

# Entwicklung der Anteile erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland

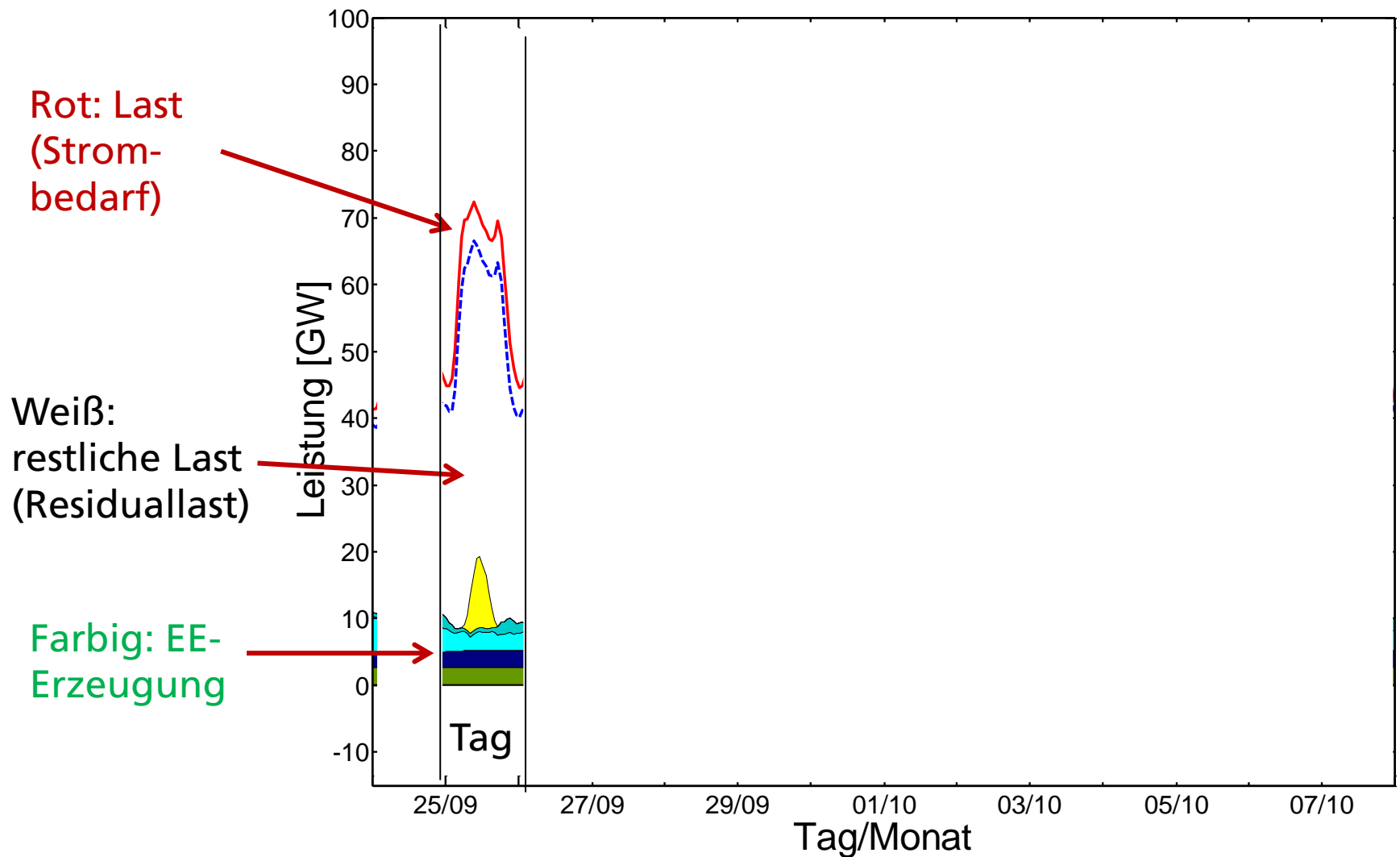


ZSW nach Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Dezember 2013; Angaben vorläufig

Der Zubau von weiteren fluktuierenden EE (fEE) führt zu einer weiteren Reduzierung der konv. Versorgungskapazität.



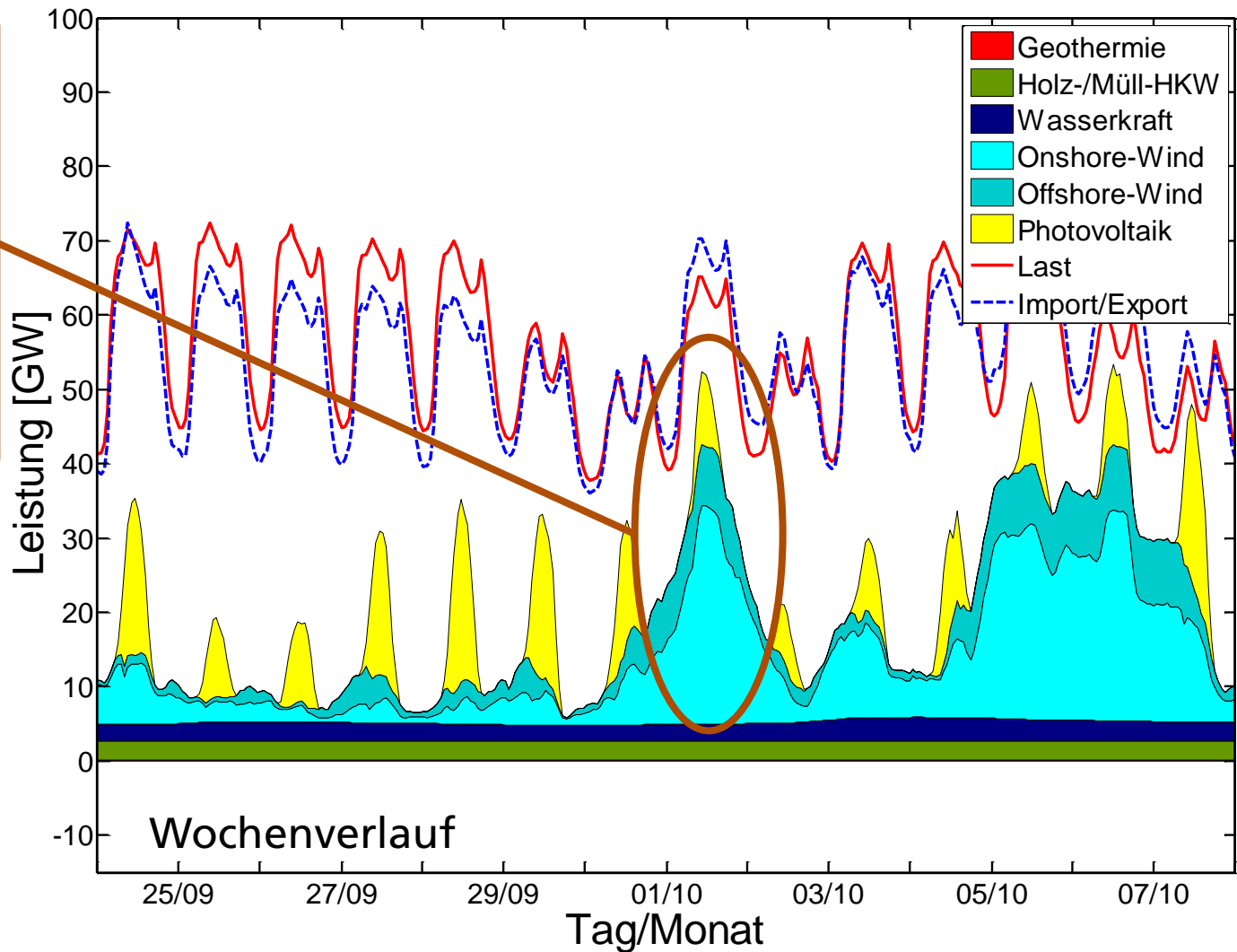
# Strombedarf und Stromversorgung (fEE + restliche Kraftwerke)



Quelle: Fraunhofer IWES Norman Gerhardt

# Strombedarf und Stromversorgung (fEE + restliche Kraftwerke)

Diese Strommengen aus Wind und Sonne werden der Strombörse „notfalls“ zu Null € bereitgestellt.



Quelle: Fraunhofer IWES Norman Gerhardt

# Notwendige Eigenschaften der (residualen) Erzeugungskapazität, um fEE effizient zu integrieren:

(Auswahl)

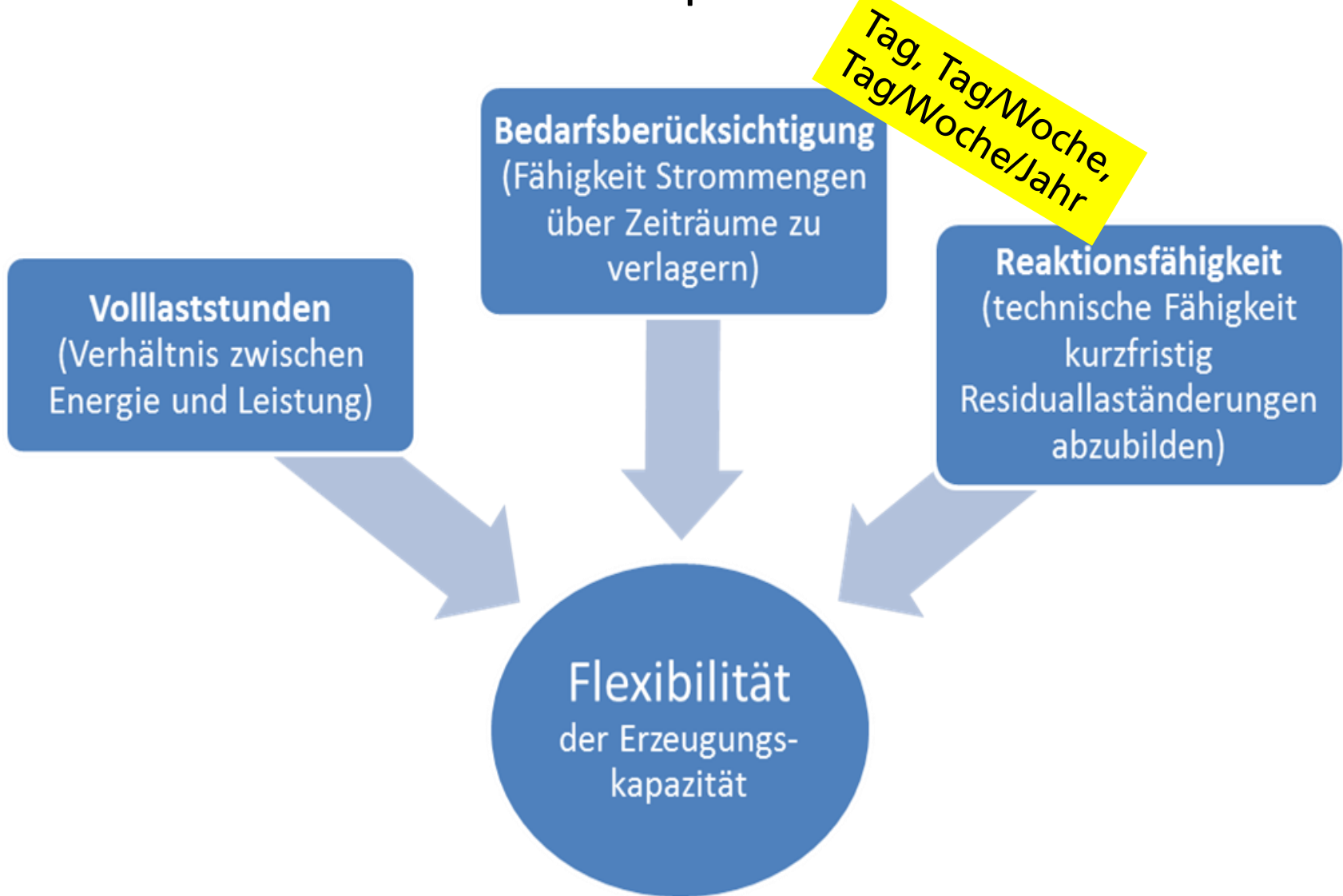
- **große Reaktionsfähigkeit/Flexibilität** der Erzeugungskapazitäten  
(Bedarfsberücksichtigung)
- **schnelle Reaktionszeiten** von 5 bis 10 GW in 15 min
- **geringere Volllaststunden** im Jahr (von Anlagen die chemische Energieträger einsetzen)
- **geringere CO2 Emissionen**
- **kosteneffizient**
- **Stromnetzstabilisierend** / Stromversorgung absichern (SDL)
- **effiziente Nutzung** von fEE-Strommengen
- **Vermeidung** von überschüssigen fEE-Strommengen





Es gilt Flexibilität im Versorgungssystem  
sicher, kosteneffizient und  
umweltfreundlich zu organisieren, um  
die fluktuierenden CO<sub>2</sub>-armen  
Erzeugungskapazitäten zu integrieren!

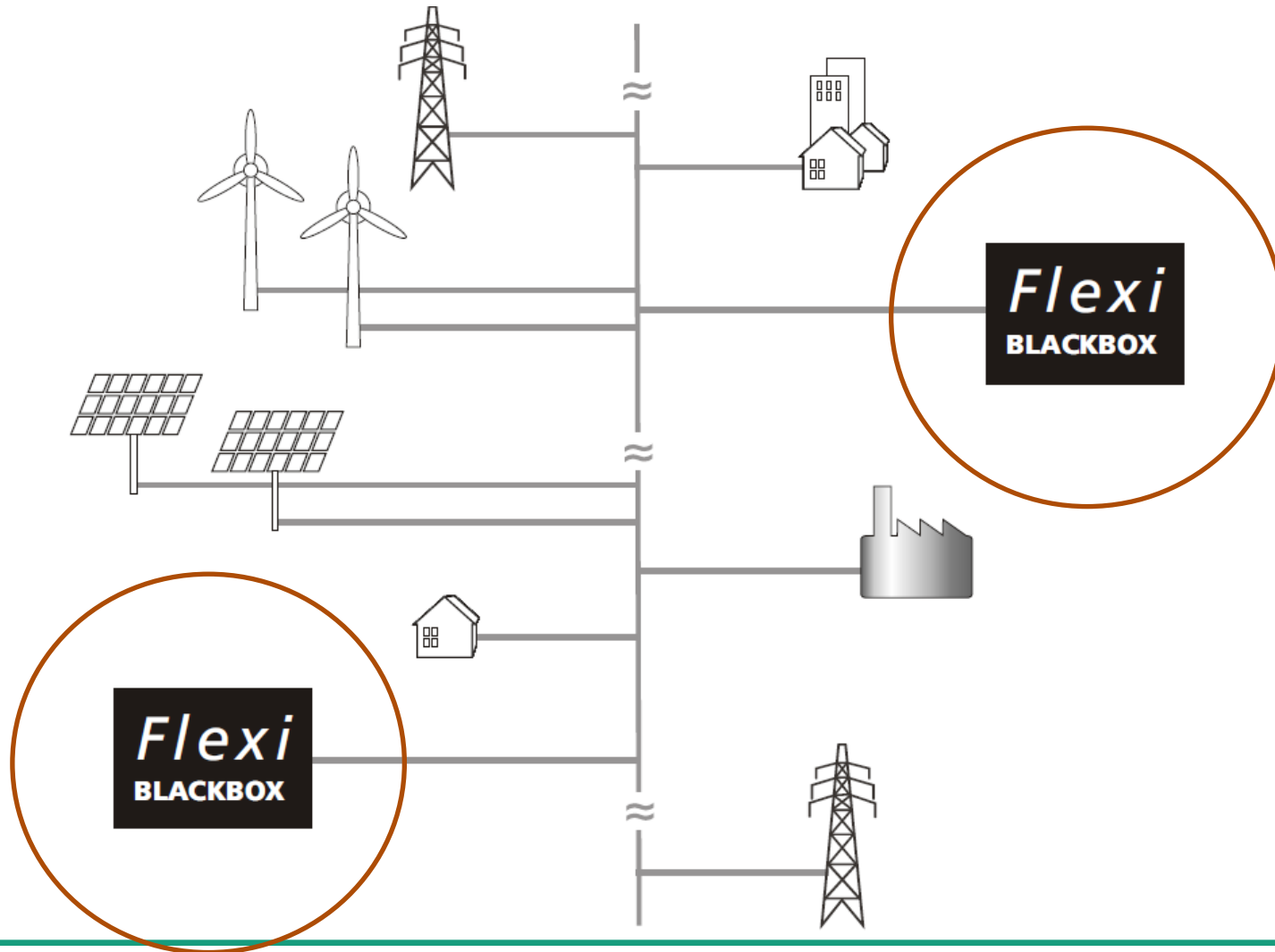
# Was heißt Flexibilität der Stromproduktion?



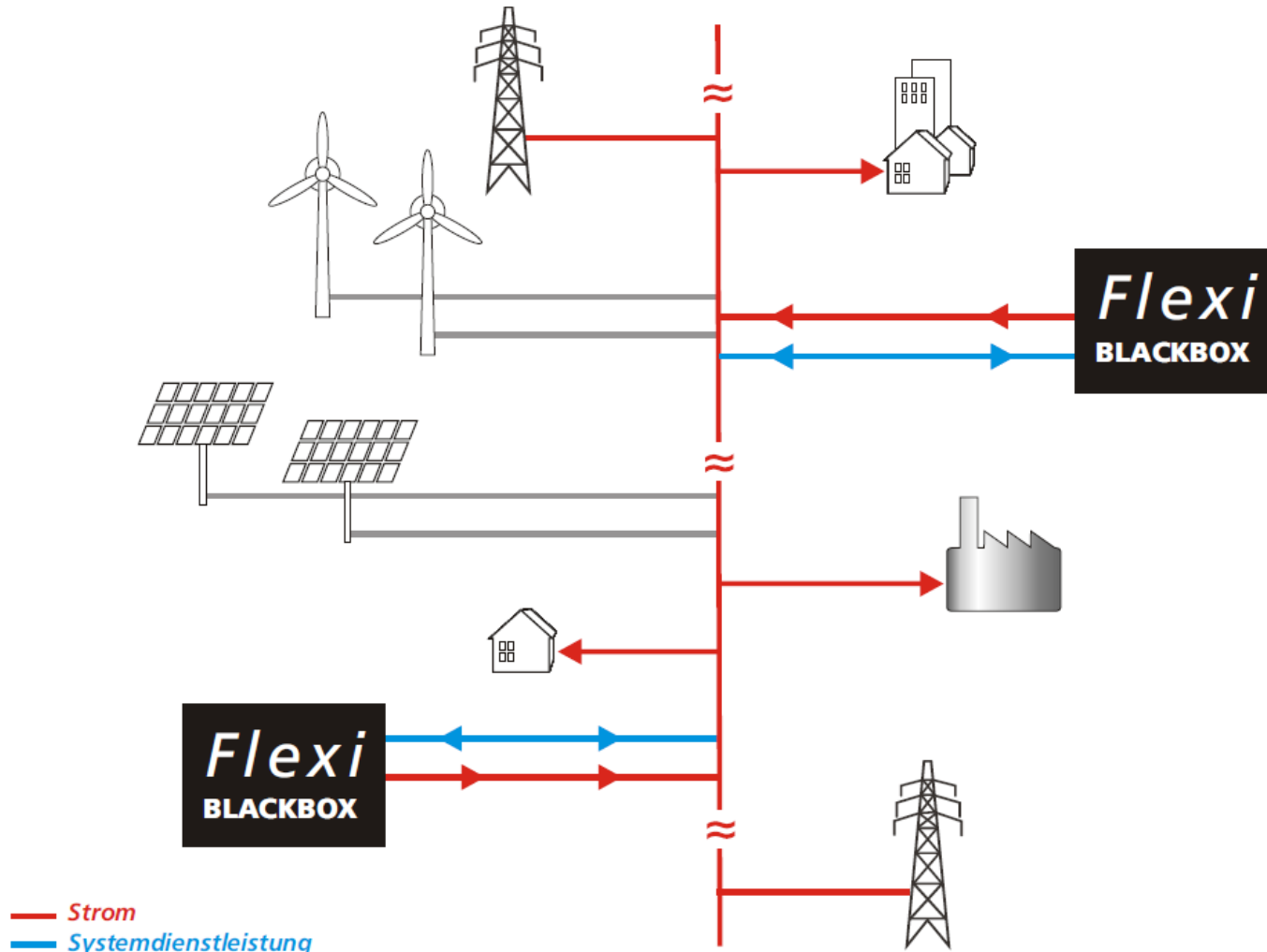
# FLEXIBILITÄT IM VERSORGUNGSSYSTEM DURCH ....

---

# Flexibilität im Versorgungssystem durch die FlexiBLACKBOX



Die FlexiBLACKBOX stellt **Strom** bereit, wenn kein Wind weht und keine Sonne scheint.



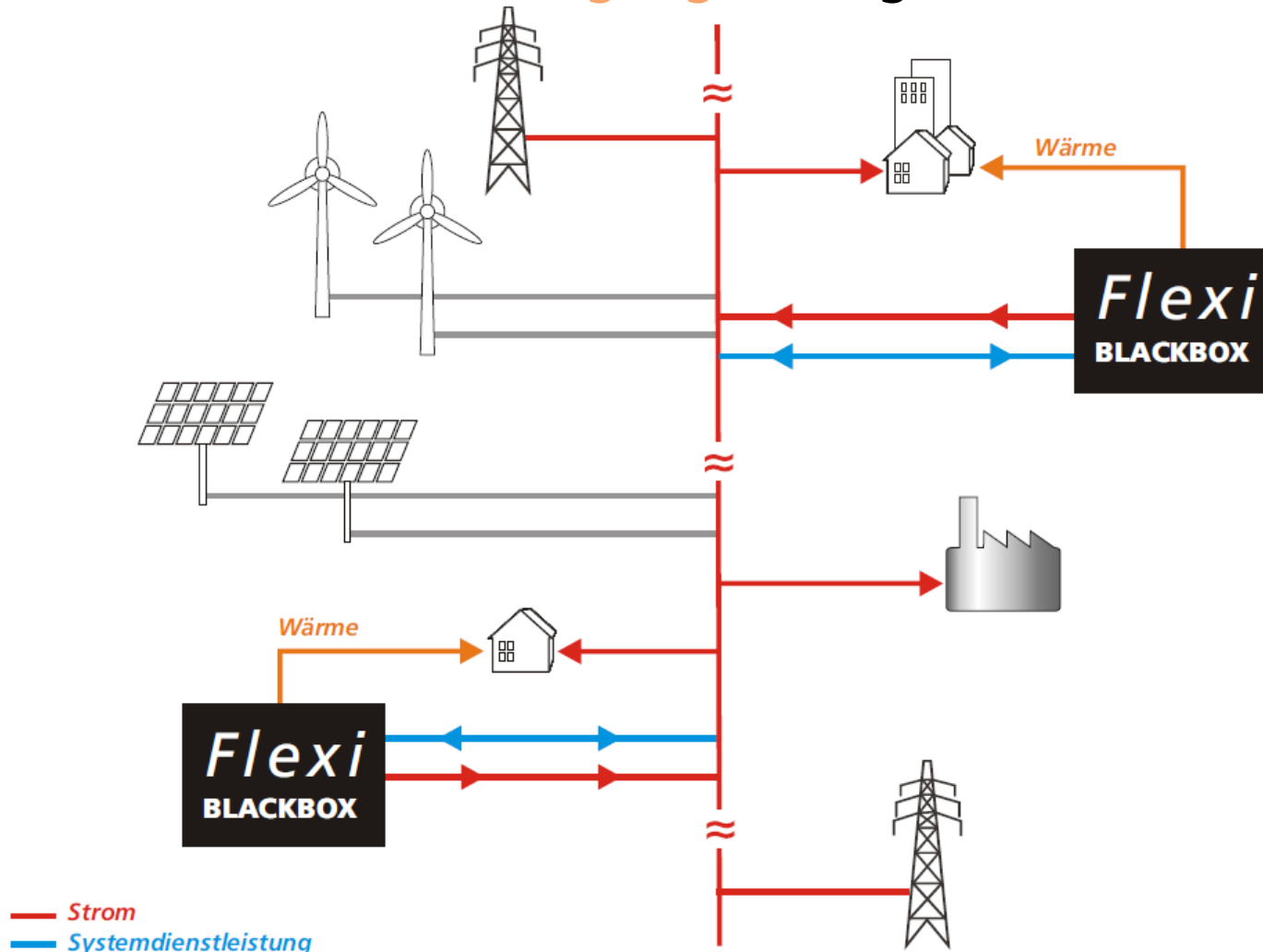
## Einschub: *SDL* - Systemdienstleistungen

Systemdienstleistung um eine sicher Stromübertragung zu gewährleisten!

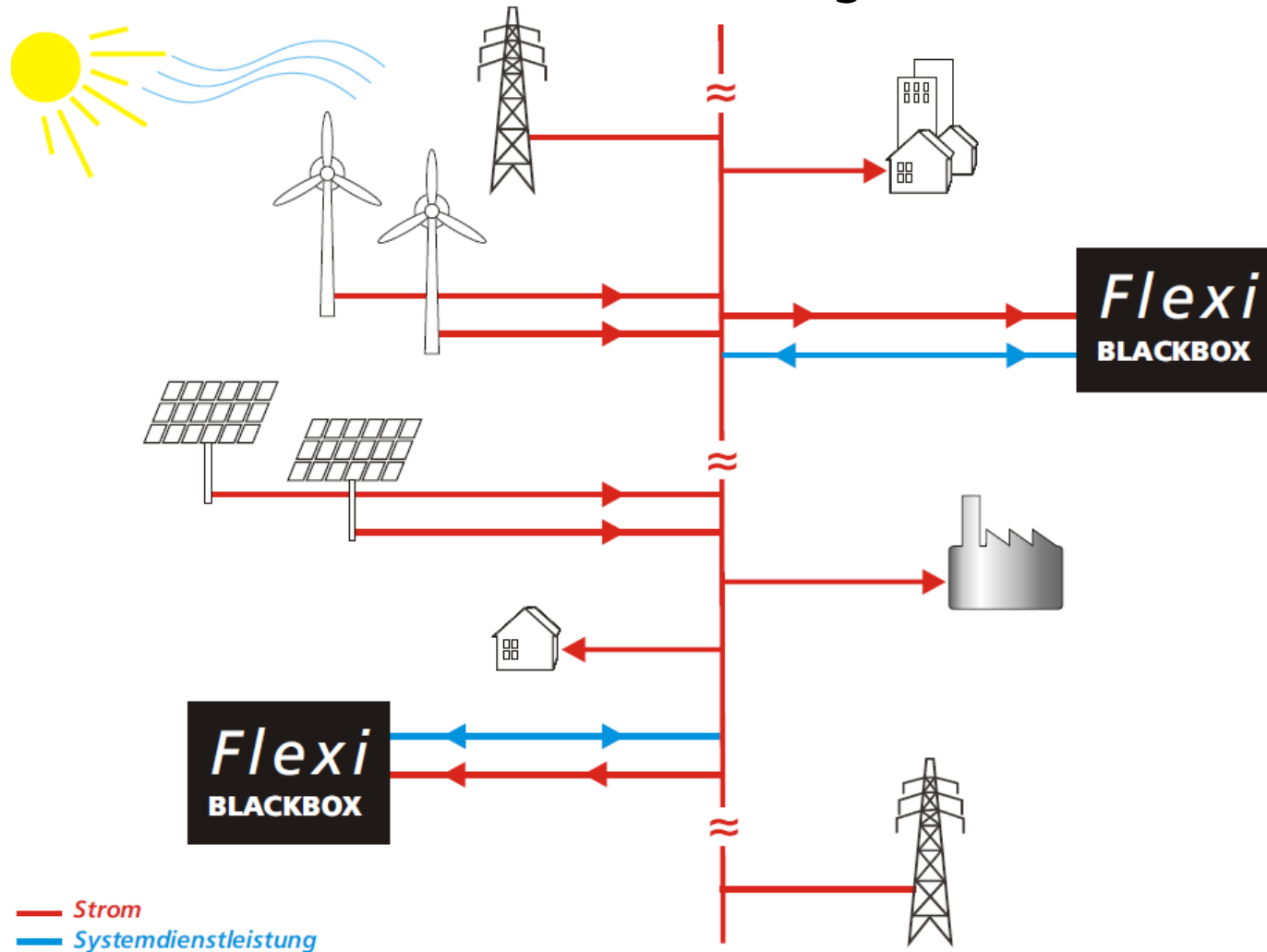
Stichworte:

- Regelleistungsbereitstellung
- Blindleistungsbereitstellung
- Kurzschlussleistung (im Störfall)
- Netzwiederaufbau im Störfall (Schwarzstartfähigkeit)

FlexiBLACKBOX kann auch während dieser Zeit ebenfalls zur effizienten **Wärmeversorgung** beitragen.

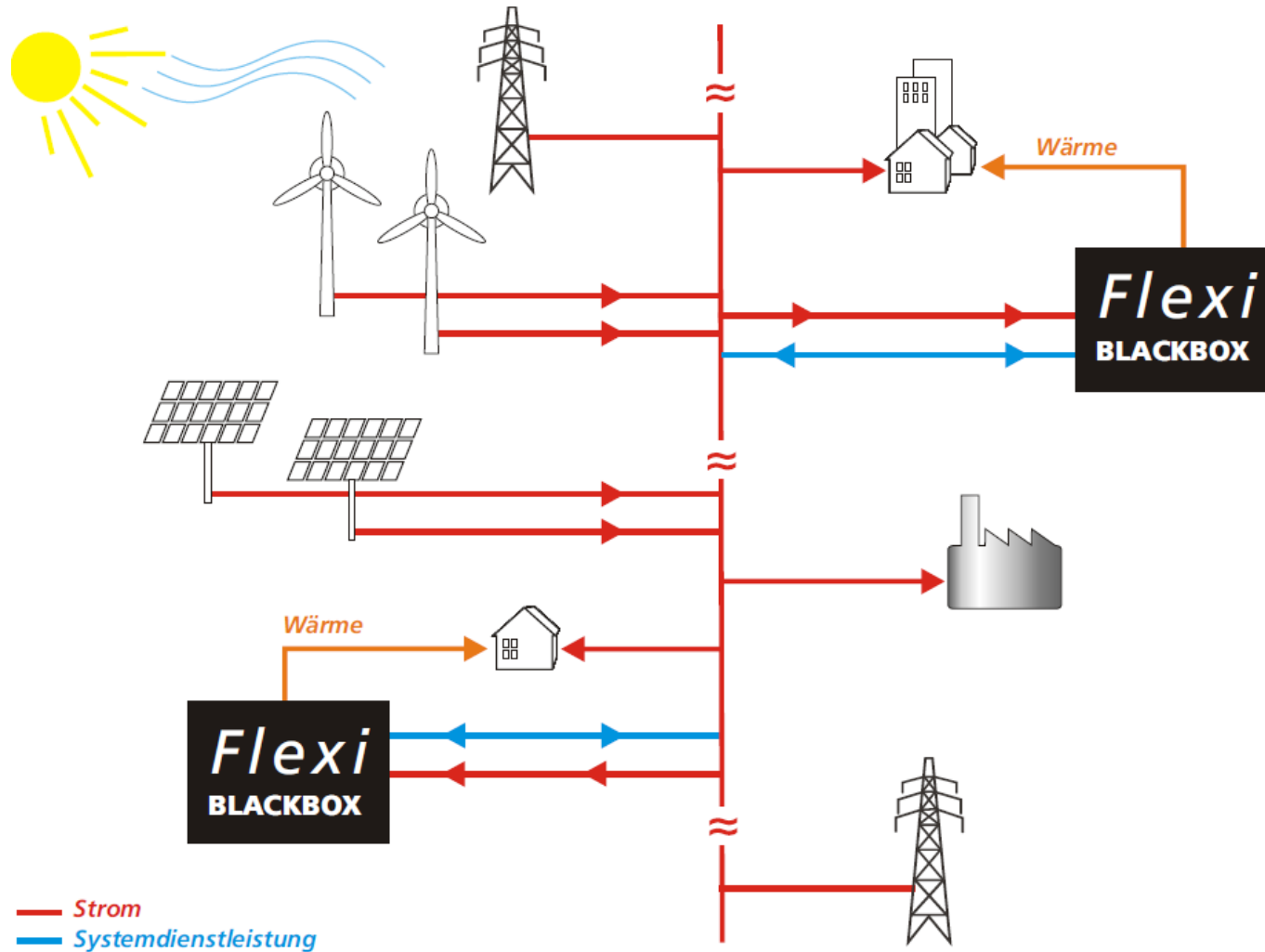


Übersteigt die fEE-Erzeugung den Bedarf, dann nimmt die FlexiBLACKBOX den „überschüssigen“ **Strom** auf .....





... und stellt gleichzeitig z.B. effizient **Wärme** bereit .....



Die FlexiBLACKBOX

# WAS STECKT NUN DAHINTER?

# FlexiBLACKBOX



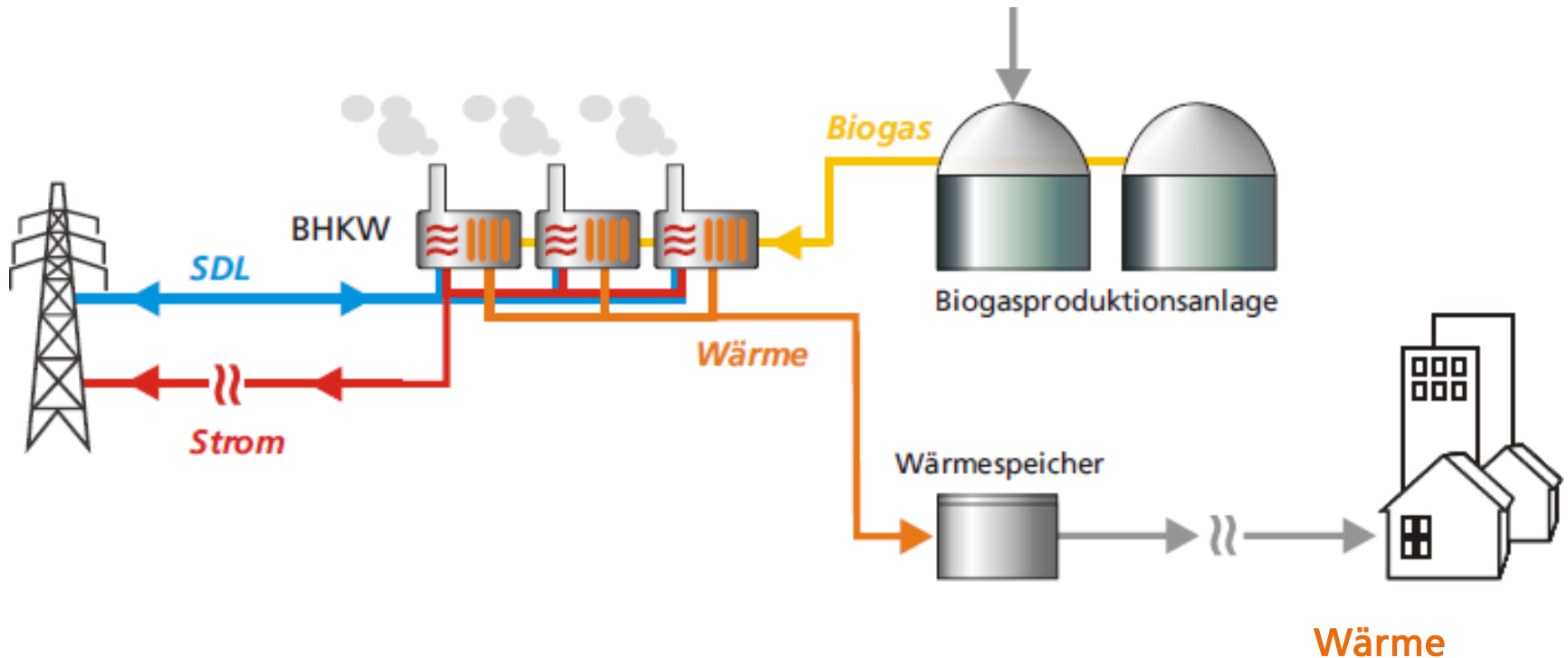
... na, was steckt nun dahinter?

# BIOGASANLAGEN

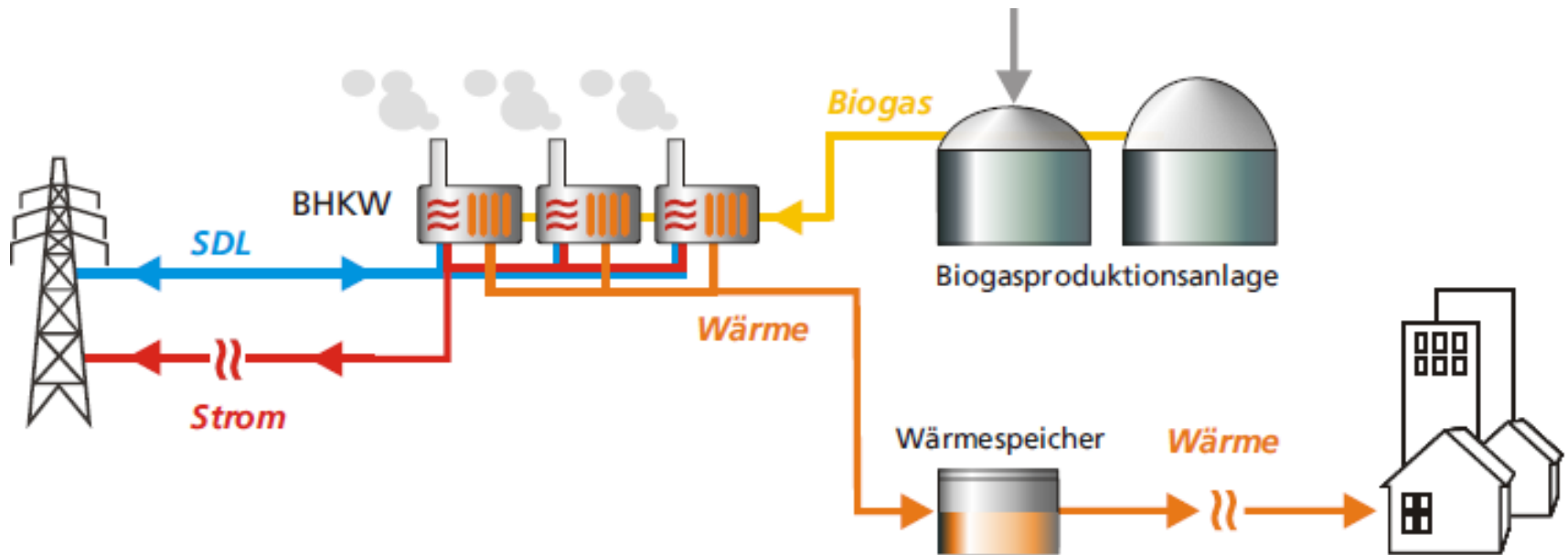
...ALS EIN BESTANDTEIL DER ENERGIEWENDE,

...ALS EINE MÖGLICHKEIT DIE FLEXIBLACKBOX TECHNISCH UMZUSETZEN

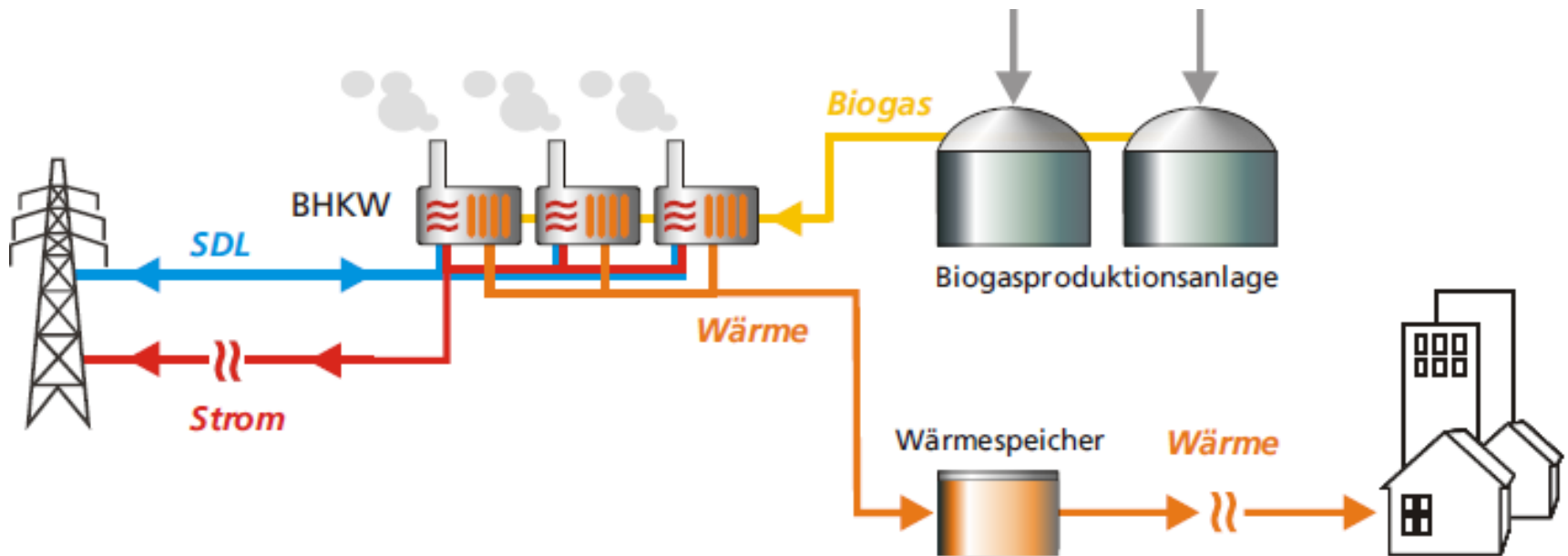
# Beispiel: FlexiBLACKBOX mittels Biogas -1- flexible **Strom-**, **Wärme-**, und **SDL-**Bereitstellung mittels energetischer Nutzung von Biomasse



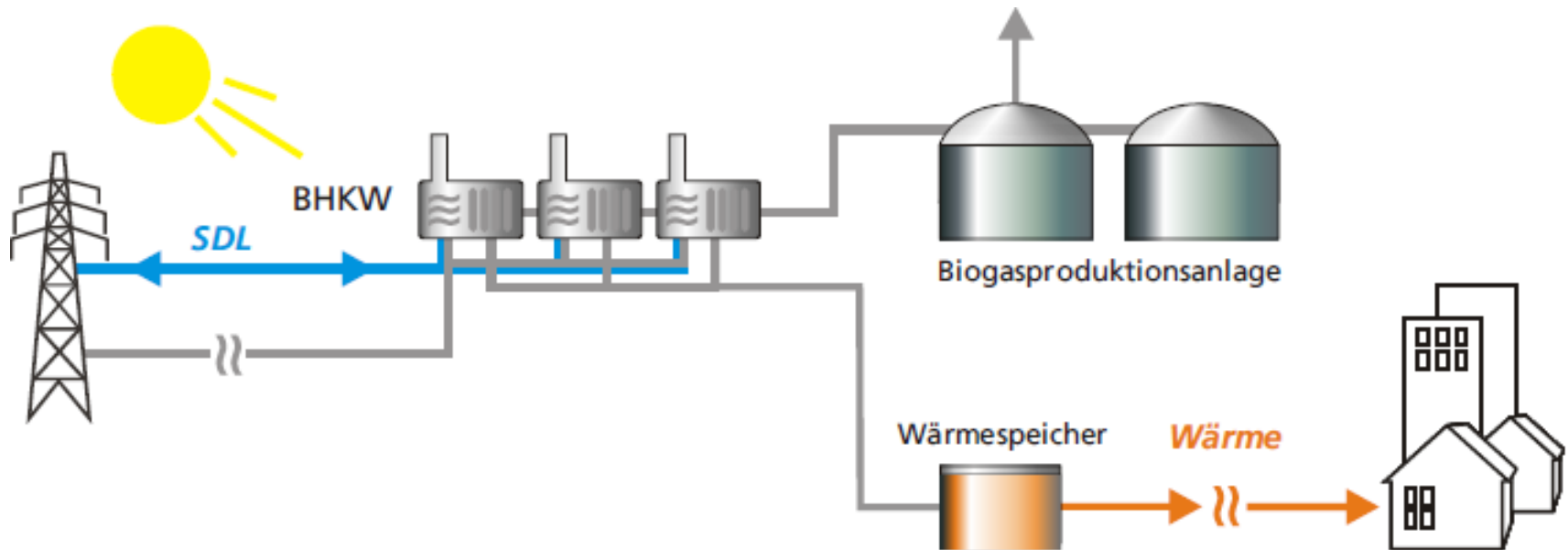
# Beispiel: FlexiBLACKBOX mittels Biogas -2-



# Beispiel: FlexiBLACKBOX mittels Biogas -3-



Wenn relevante fEE zur Stromversorgung zur Verfügung stehen: **Stromproduktion** wird eingestellt, **Wärmeversorgung** erfolgt über Wärmespeicher, **SDL-Bereitstellung** weiter möglich





Biogasanlagen als FlexiBLACKBOX

# BIOGASANLAGEN ALS VOLLWERTIGES ELEMENT DES ENERGIEVERSORGUNGSSYSTEM

---

# Biogasanlagen als vollwertiges Element des Energieversorgungssystem

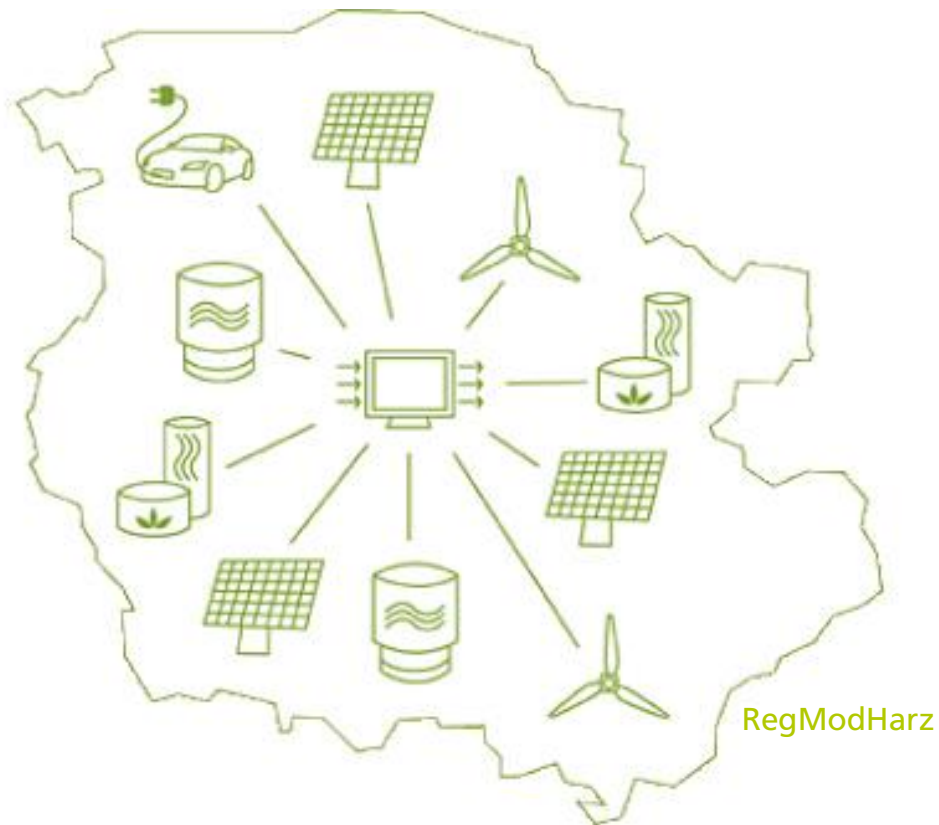
Biogasanlage muss sich am

- a) Strommarkt
- b) Regelleistungsmarkt
- c) Wärmemarkt (ist heute nicht unser Thema)
- d) Rohstoffmarkt (das ist heute schon Ihr Thema)
- e) Düngemittelmarkt (das ist heute ebenfalls schon Ihr Thema)

betätigen.

Zukünftig kommen noch weitere Systemdienstleistungen (SDL) hin zu, in wie fern das ein weiterer Markt wird, ist noch unklar.

## a) Der Strommarkt (Fokus der Strompreis)



# Der EEX Strommarkt ist in verschiedene Strommärkte gegliedert

## Intraday Handel (ID)

Handel von Strommengen **bis zu 45 min** vor Lieferung zum Ausgleich des Bilanzkreises. Wird zum Ausgleich von Prognosefehlern genutzt.

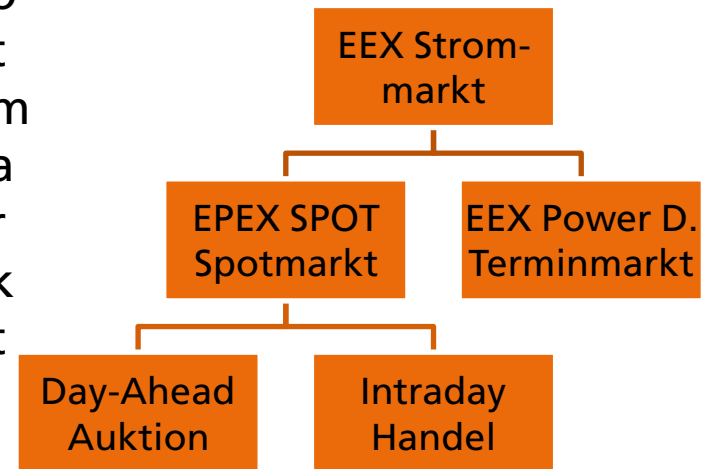
## Day Ahead Handel (DA)

Der Strom wird **bis einen Tag (24 h)** vor der Lieferung gehandelt. Der Preis wird mittels einer Auktion gebildet.

## Termingeschäft (Futures)

Ein Future ist die vertragliche Verpflichtung, eine festgelegte Strommenge zu einem festgelegten Preis in einem festgelegten zukünftigen Zeitraum zu kaufen bzw. zu verkaufen.

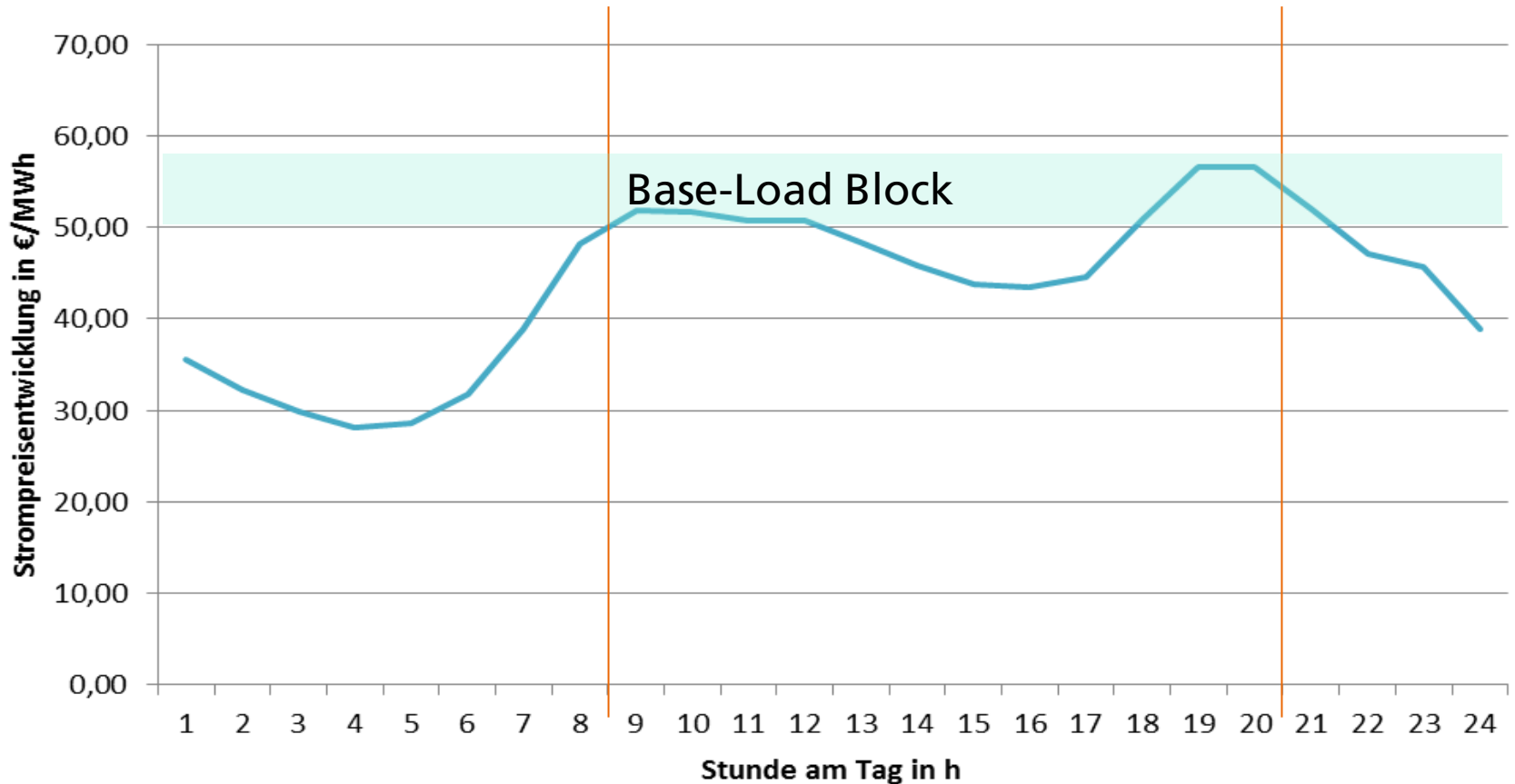
S  
p  
o  
t  
m  
a  
r  
k  
t



**Handelsvolumen:** DA > ID

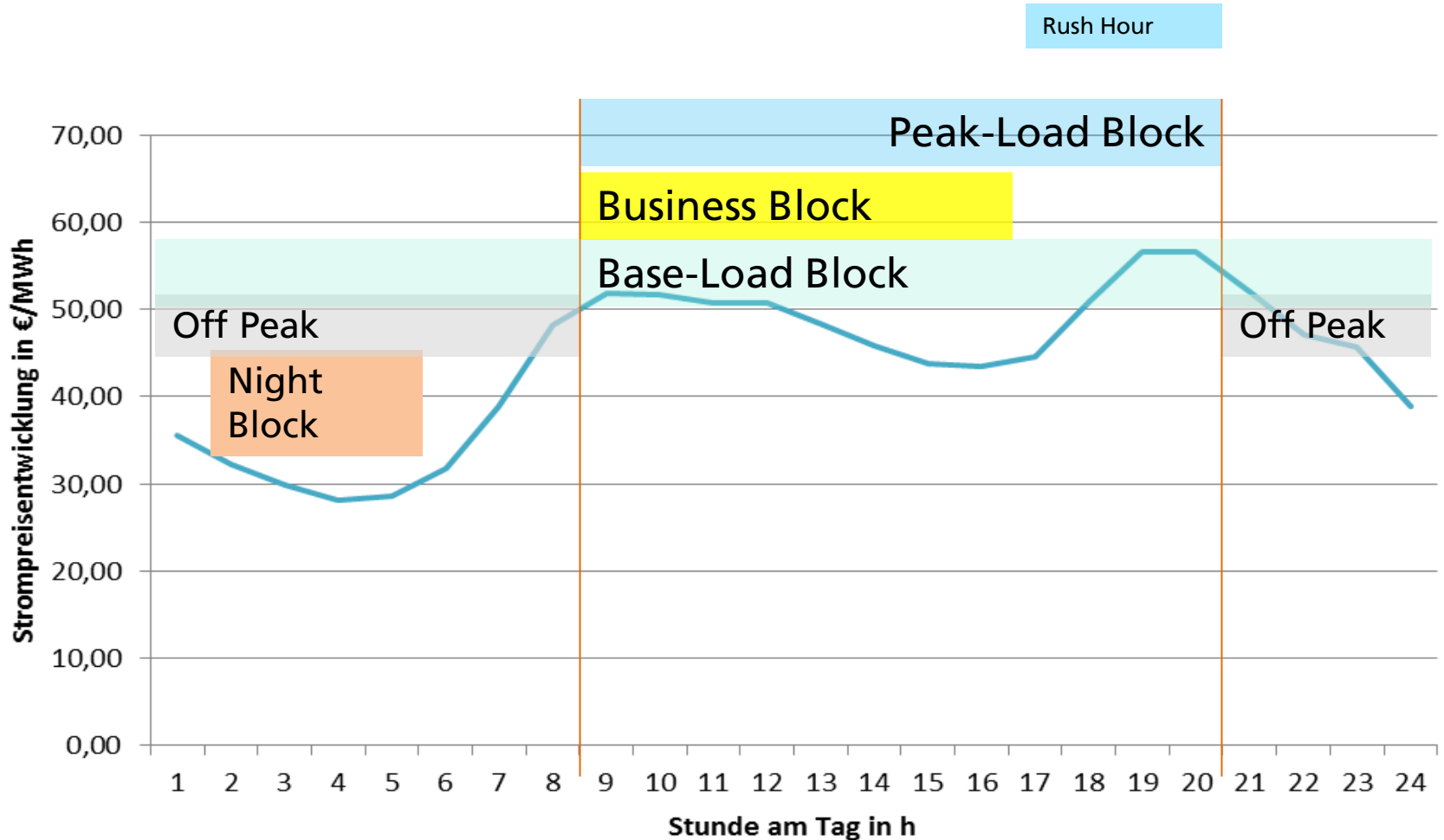
**Preise:** DA < ID

# Angebot und Nachfrage beeinflussen den Strompreis



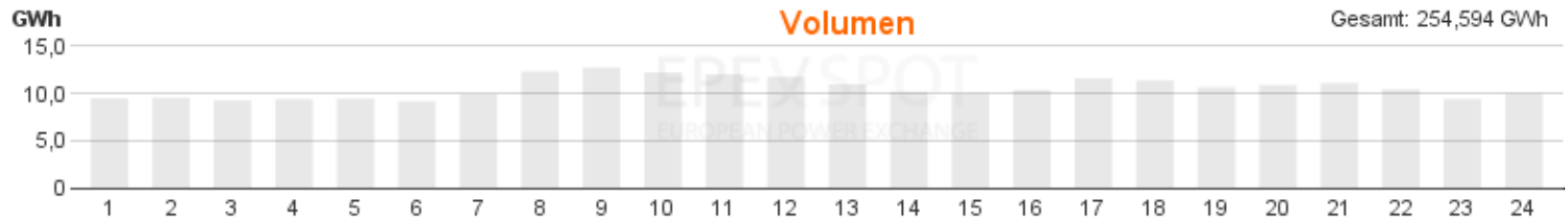
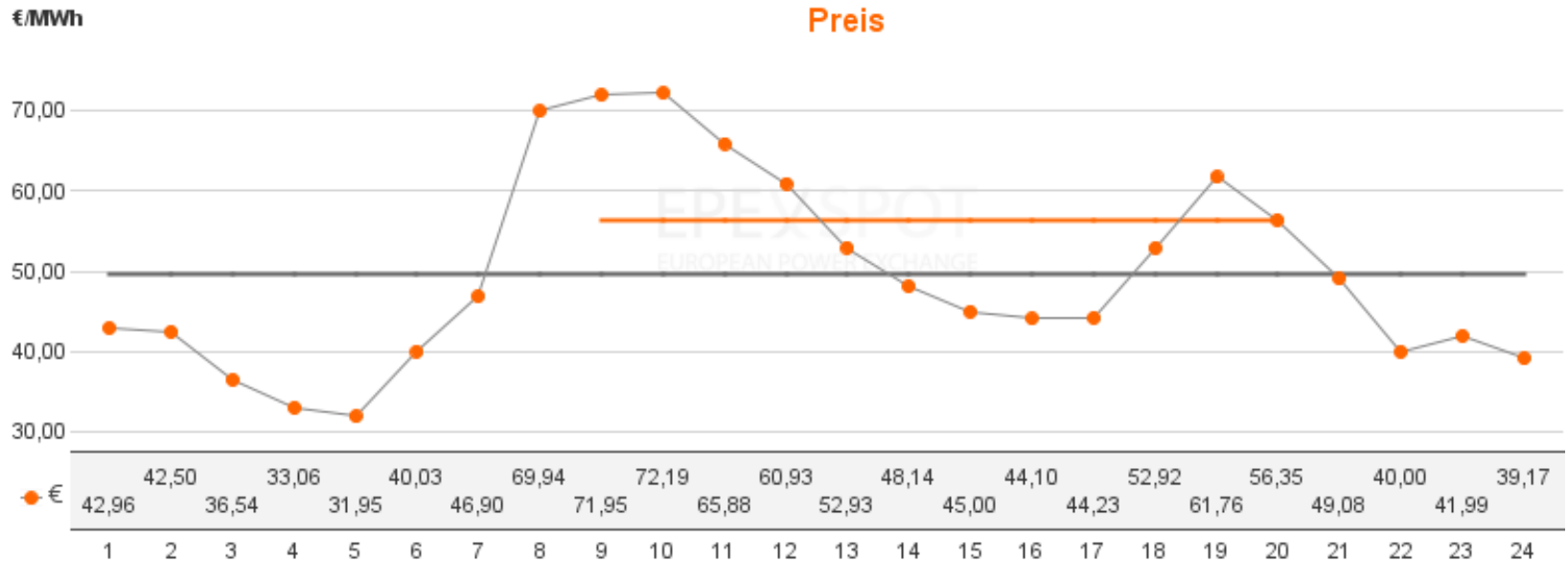
Durchschnittlicher Strompreis an der Strombörse EPES Spot SE im Tagesverlauf, Mittelwert über die Jahre 2011 bis 2013.

# Angebot und Nachfrage beeinflussen den Strompreis



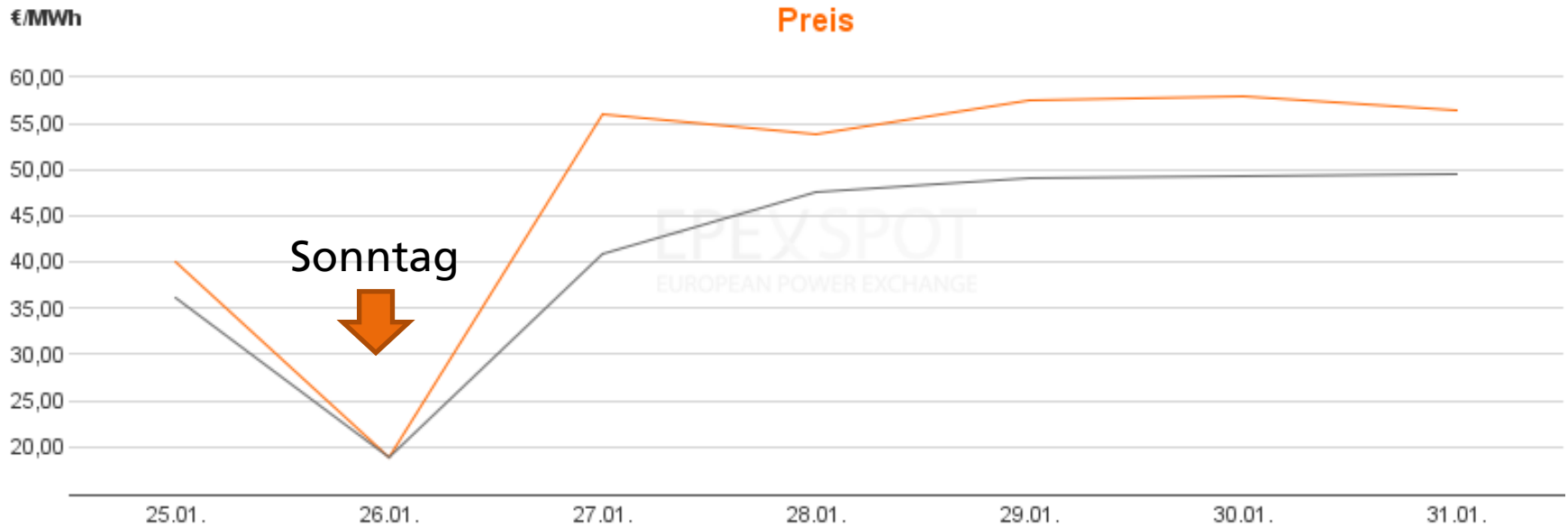
Durchschnittlicher Strompreis an der Strombörse EPES Spot SE im Tagesverlauf, Mittelwert über die Jahre 2011 bis 2013.

# Strompreisentwicklung am 31. Januar 2014 (Quelle EPEX Spot SE)



# Strompreisentwicklung: Woche 25. - 31. Januar. 2014

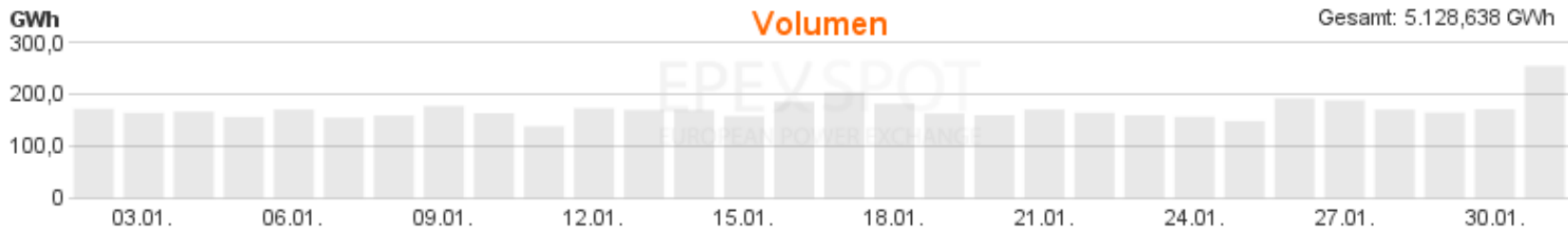
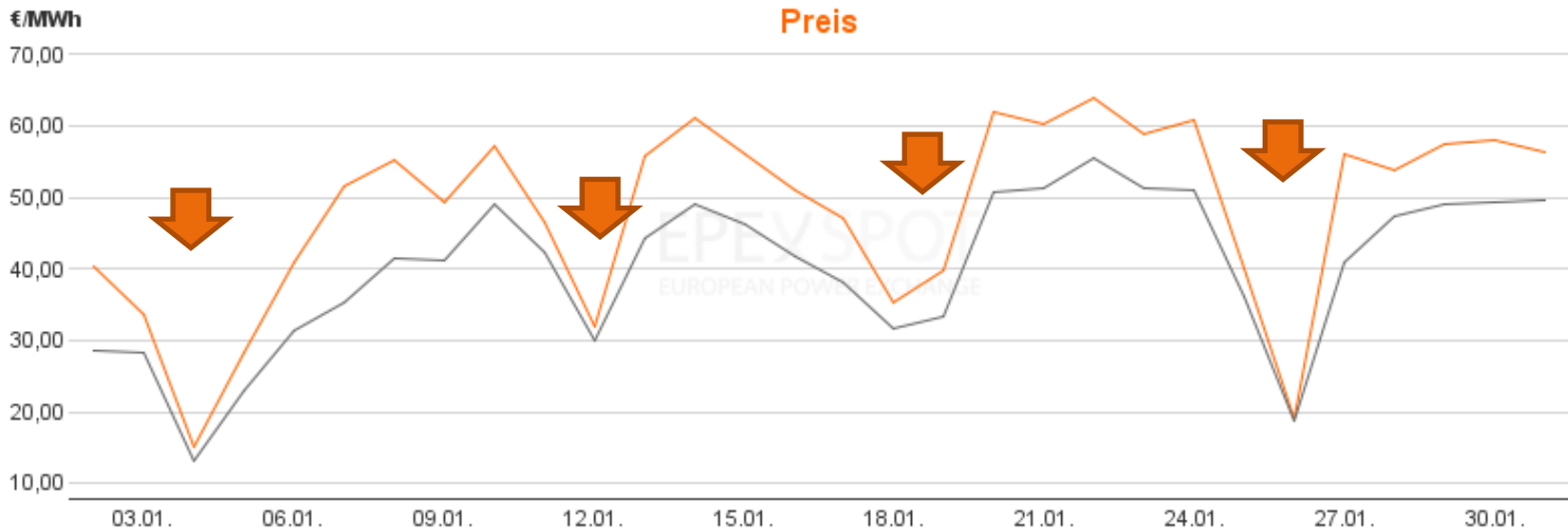
(Quelle EPEX Spot SE)





# Strompreisentwicklung: Wochen 01. - 31. Januar. 2014

(Quelle EPEX Spot SE)



# Preisfindung

## Auktion (Day Ahead)

- Sammeln von zweiseitigen Geboten
- Einmalige Markträumung und Preisfixing
- Keine Vorabinformationen über Mengen und Preise

Bis 24 h  
vor  
Lieferung

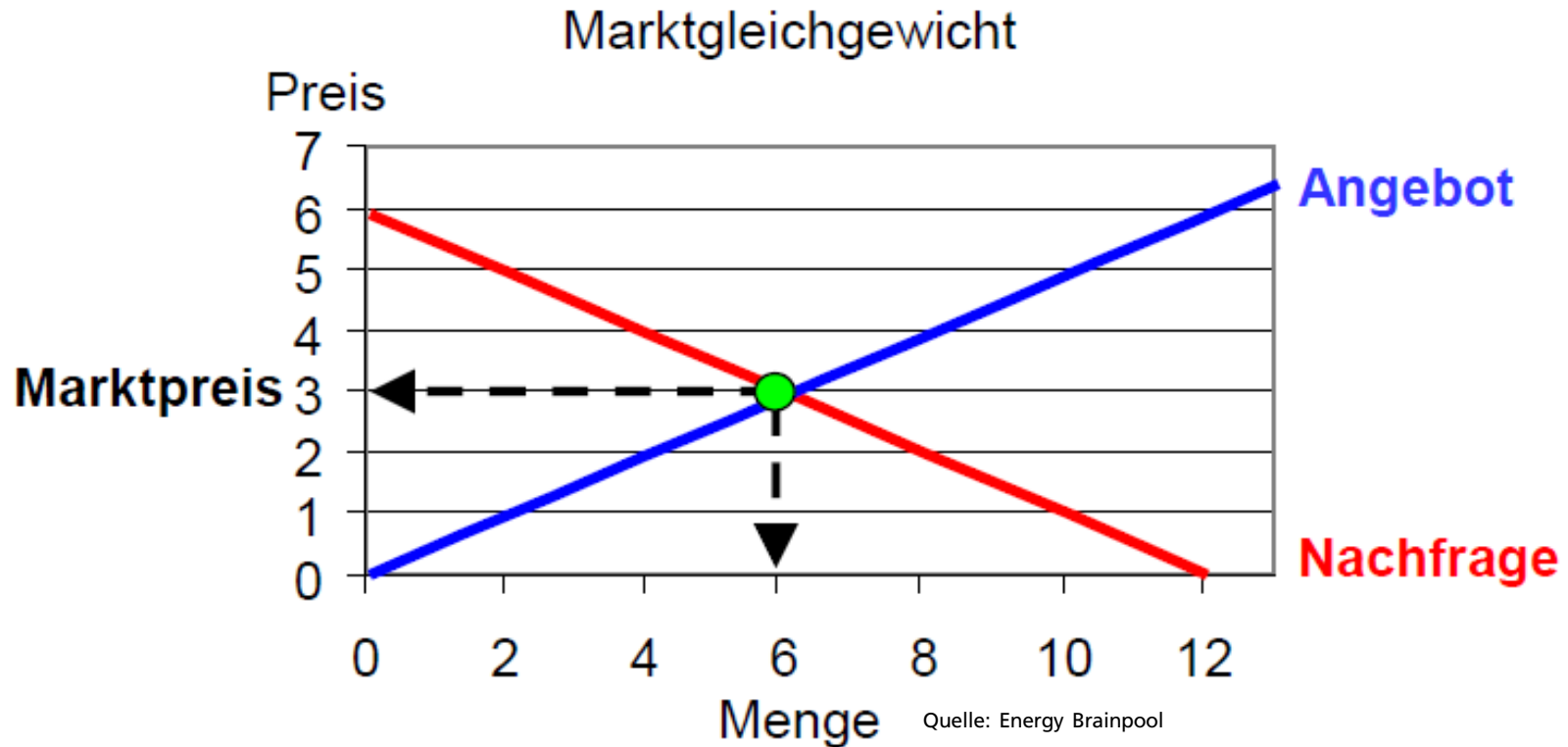
## Kontinuierlichen Handel (z.B. Intraday)

- Laufende Abgaben der Order
- Kauf und Verkauf bei Mengen- und Preistransparenz
- Sofortige Orderausübung

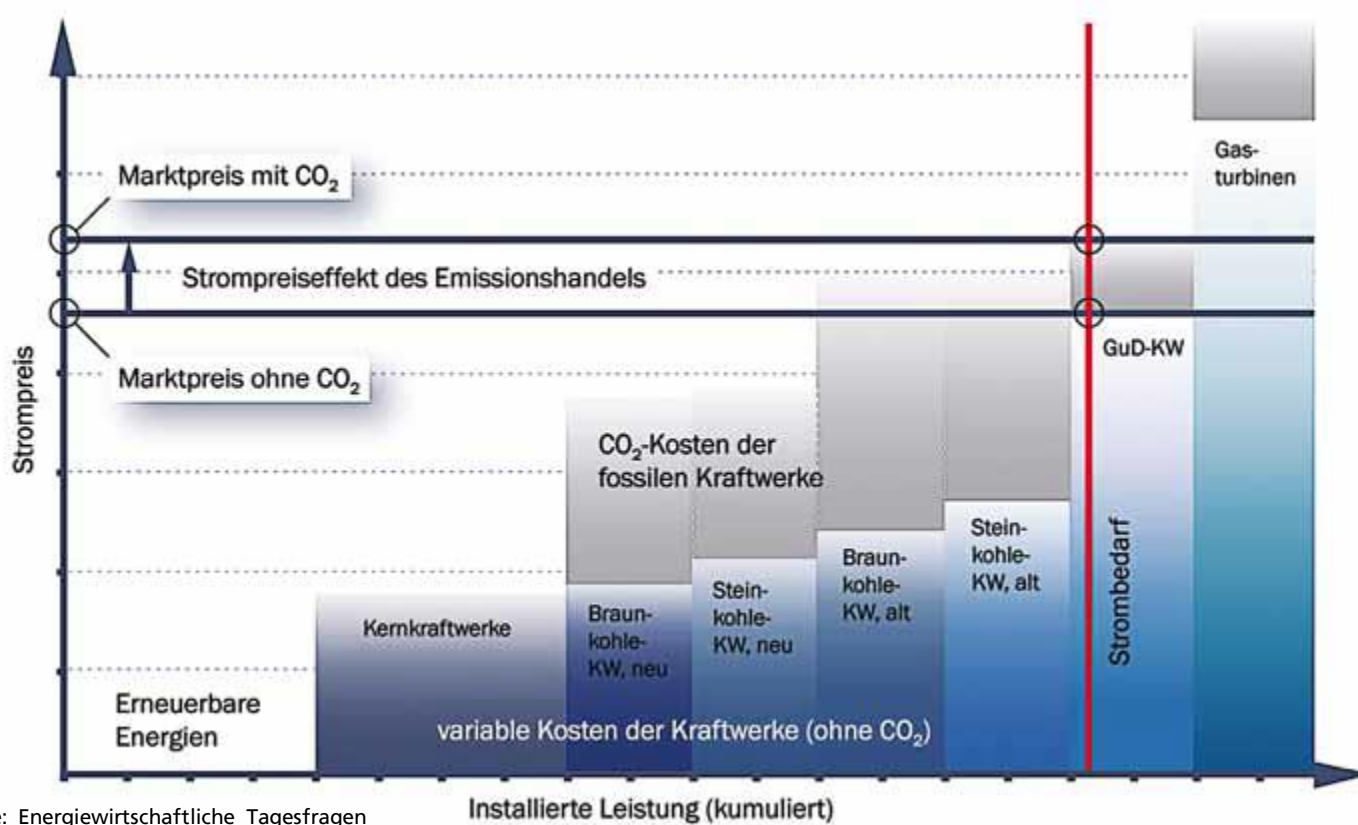
Bis 45  
min vor  
Lieferung

# Preisbildung (Auktion: bis 24 h vor Lieferung)

Angebot und Nachfrage treffen aufeinander: Der Preis bildet sich!  
Gleichgewichtsmenge und Gleichgewichtspreis stellt sich ein.

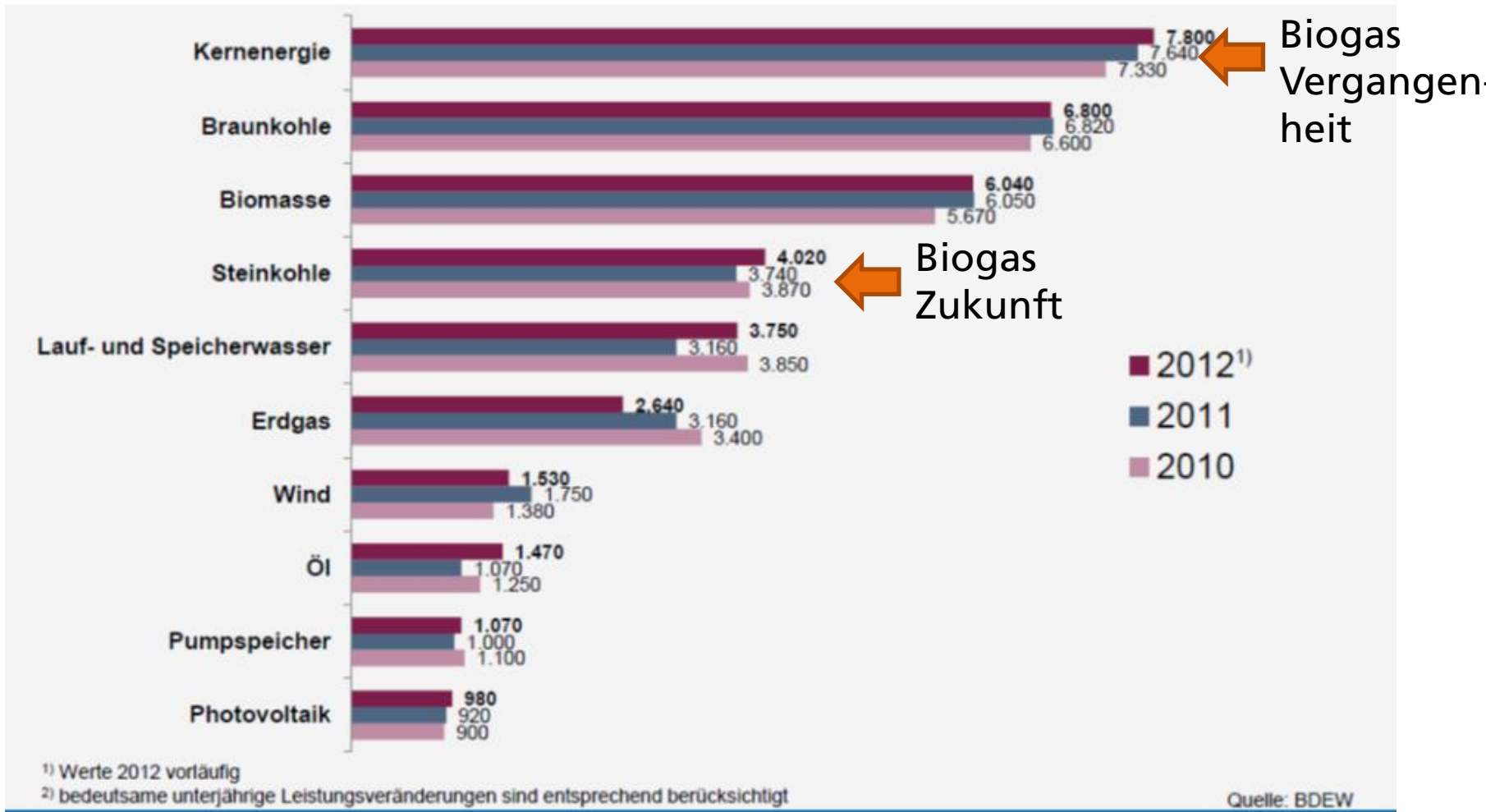


Es stellt sich eine Kraftwerksreihenfolge anhand der Grenzkosten ein. EE, ebenso der Strom aus Biogas, genießen Einspeisevorrang!



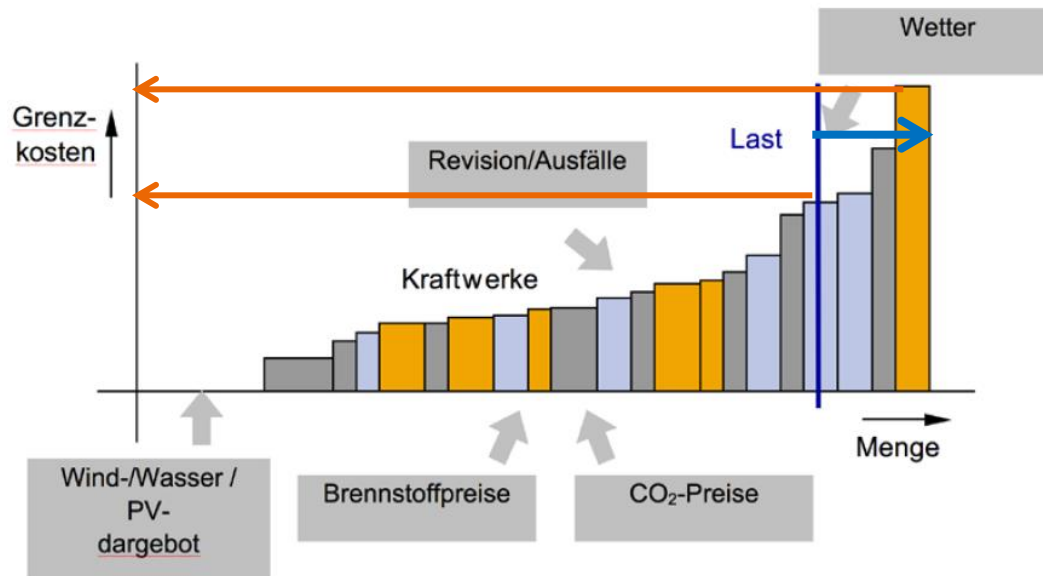
Die Aufteilung welche konv. Kraftwerke sich in Betrieb befinden ist entscheidend von den CO<sub>2</sub> Zertifikatpreisen abhängig, aber auch von den technischen Möglichkeiten flexibel Strom bereitzustellen. Dies ist insbesondere am Ende der Merit-Order von großer Bedeutung. Das Ende rückt mit zunehmenden fEE immer weiter nach links. Was eine Flexibilisierung dieser Kraftwerkstypen notwendig macht (technische Fähigkeit und die betriebswirtschaftliche Möglichkeit mit geringeren Volllaststunden zurecht zu kommen).

Aus der Einsatzreihenfolge ergeben sich (bzw. ergaben sich) bestimmte Volllaststunden, spezifisch der Erzeugungskapazitäten



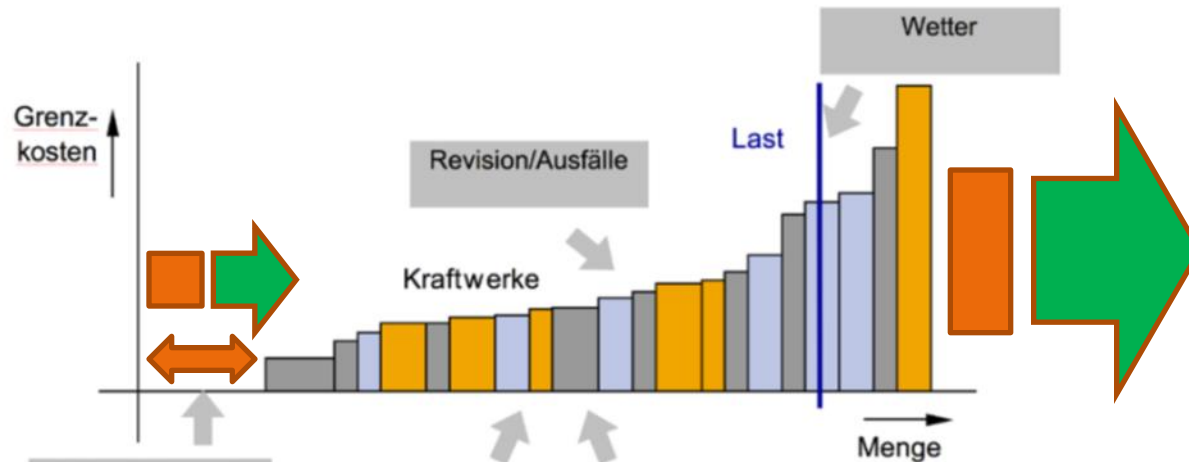
## Zur Vertiefung: Merit-Order (Einsatzreihenfolge)

Die Last, d.h. der Strombedarf ändert sich:  
In Abhängigkeit der Grenzkosten des als „letztes“ in der Merit-Order stehenden Kraftwerks wird der Preis für die gesamte Strommenge gebildet.



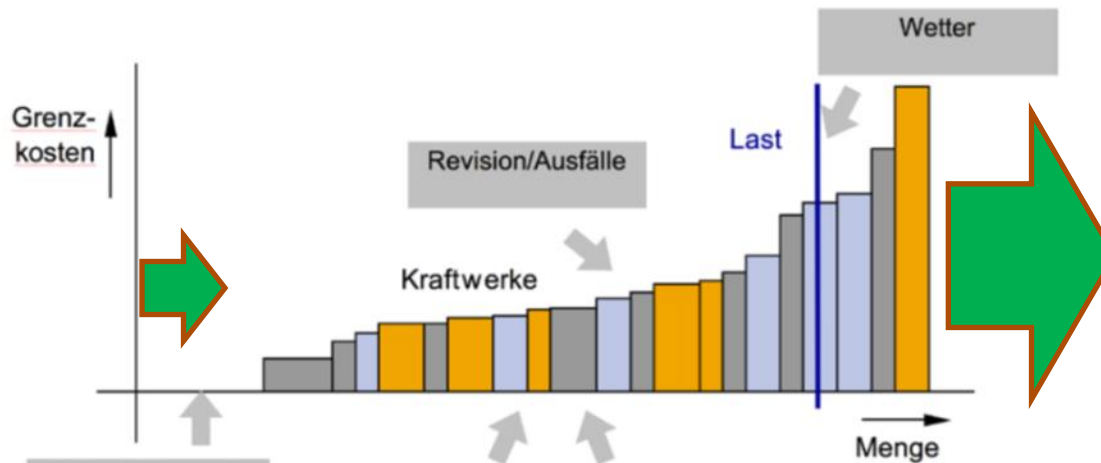
Die Reihenfolge der konv. Kraftwerke werden von: CO<sub>2</sub> Zertifikatpreise, Brennstoffpreise, Strompreise, technische Reaktionsfähigkeit usw. beeinflusst

## Hoher fEE Anteil, mit Grundlastanteil Biomasse



**fEE-Erzeugungsleistung** verändert sich sehr stark je nach Witterung.  
**Biomasse** bleibt als Grundlasterzeugungsblock ebenfalls in der Erzeugung.  
Hohe konv. Leistungen gehen aus dem Betrieb.

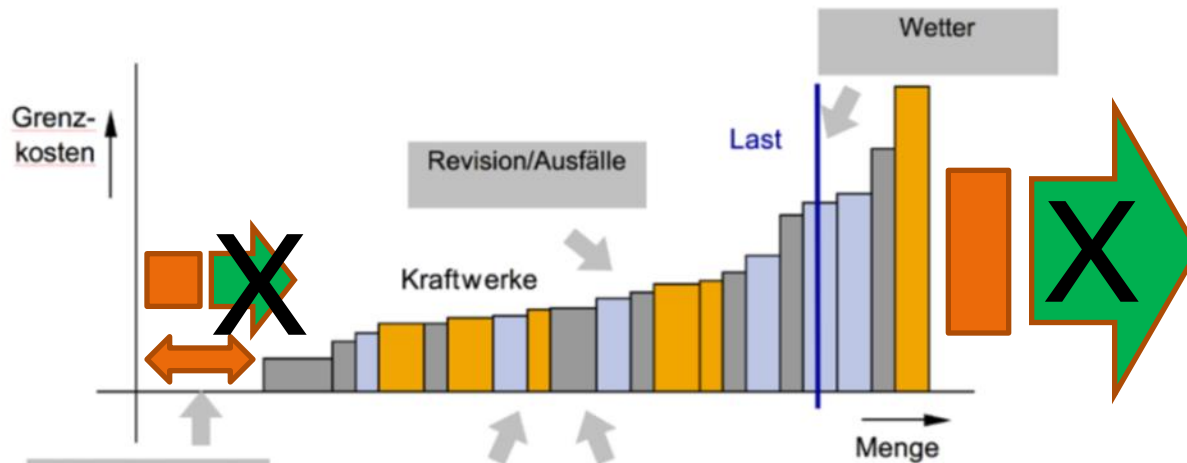
Kein fEE Anteil, mit Grundlastanteil Strom aus Biomasse



**Biomasse** bleibt als Grundlastblock in der Erzeugung.  
Größere konv. Leistungen müssen wieder in Betrieb gehen um die fehlende fEE Leistung auszugleichen.

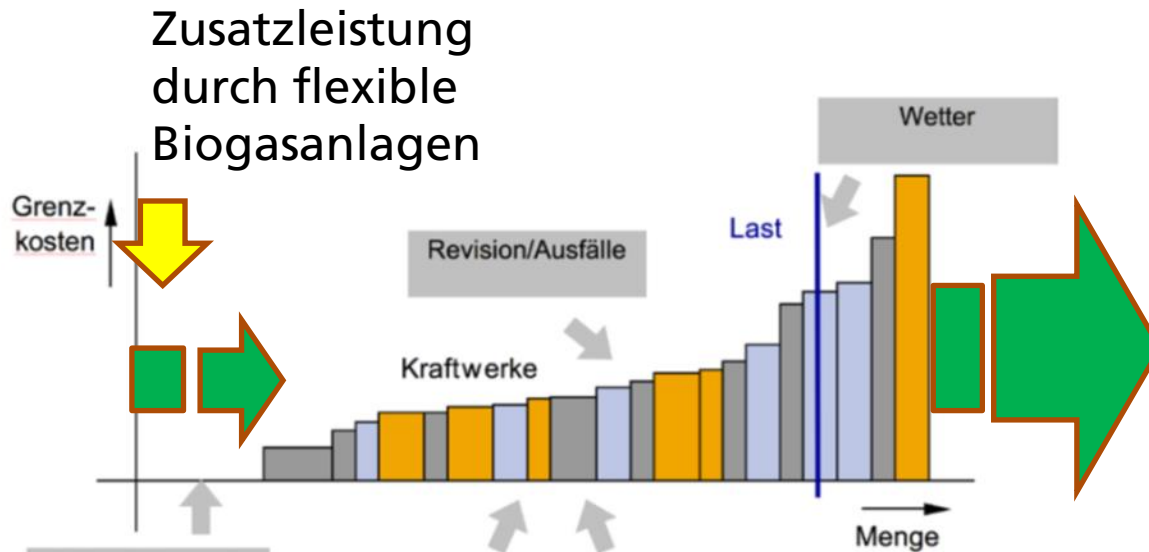


## Hoher fEE Anteil, mit flexibler Stromproduktion aus Biomasse



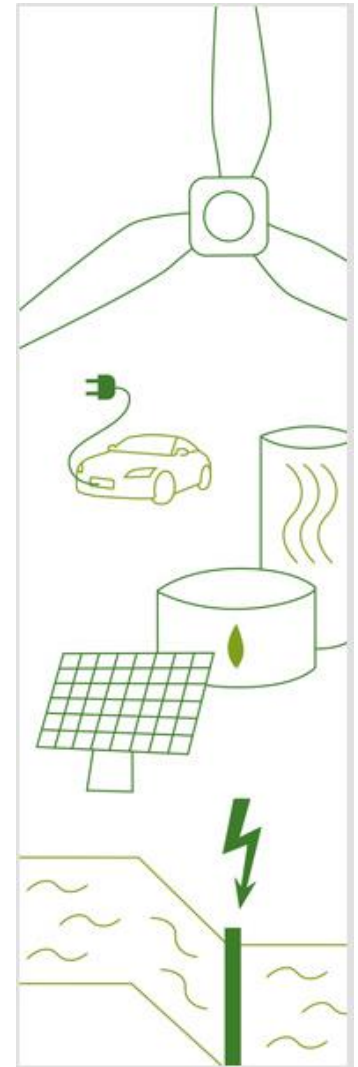
Stromproduktion aus **Biomasse** wird eingestellt, wenn hohe fEE-Anteile im System sind. Es können mehr konv. (flexible) Kraftwerke in Betrieb bleiben, als in Grundlast.

## Kein fEE Anteil, mit flexibler Stromproduktion



Stromproduktion aus **Biomasse** wird verstärkt, bei sehr geringen fEE-Strommengen im System sind. Es müssen weniger konv. Kraftwerke vorgehalten werden, um die max. Last zu bedienen.

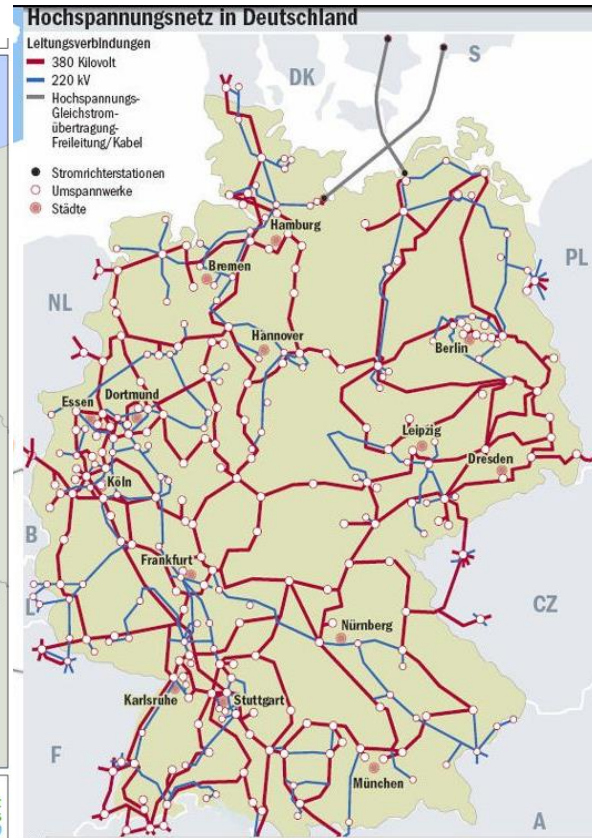
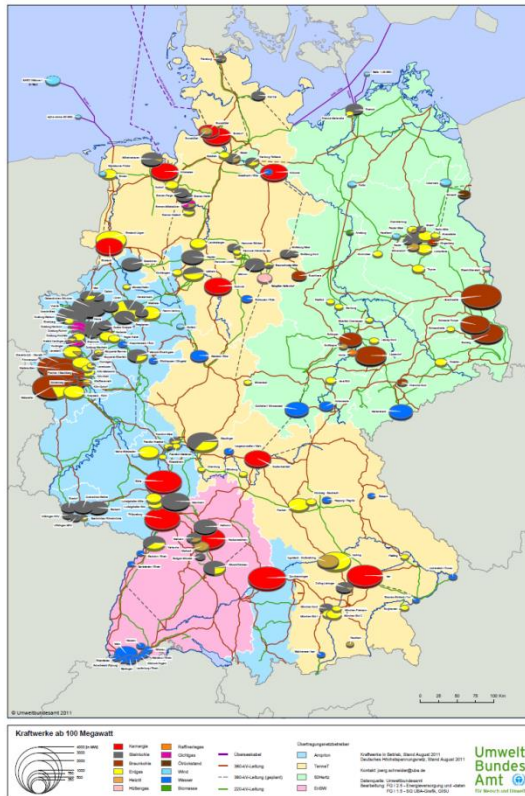
## b) Der Regelleistungsmarkt (Fokus technischer Hintergrund)



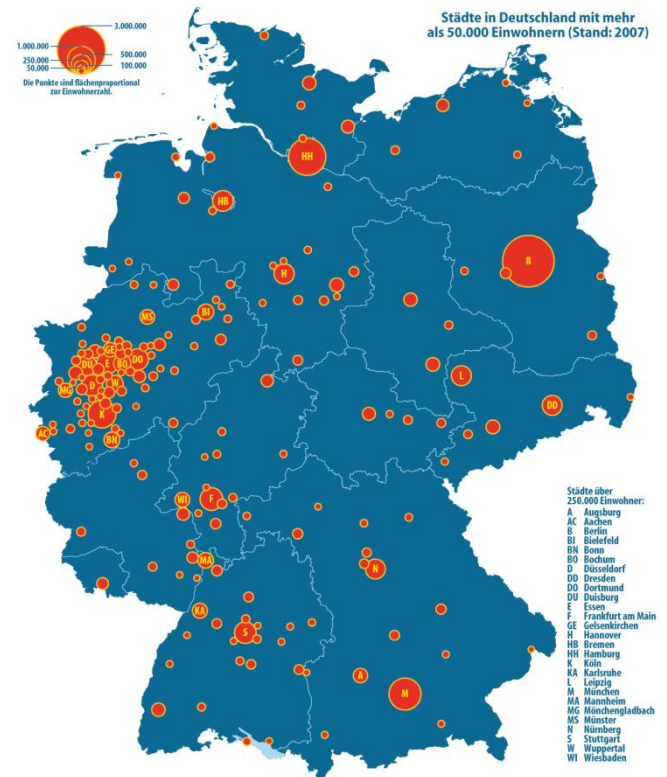
RegModHarz

# Stromübertragung mittels Stromnetze

## Stromerzeugungszentren



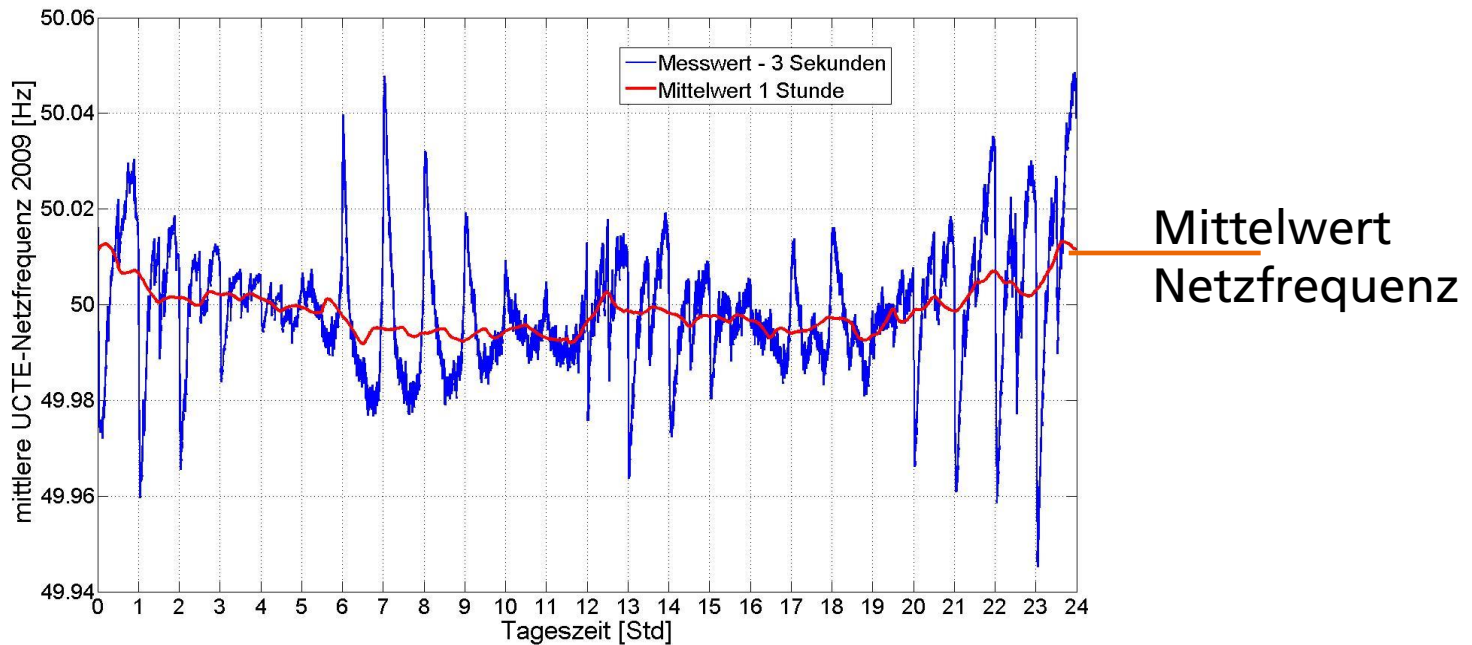
## Stromverbrauchszentren



Stromverbrauch und Stromerzeugung werden durch die Stromnetze zusammengebracht.

# Stromnetzfrequenz

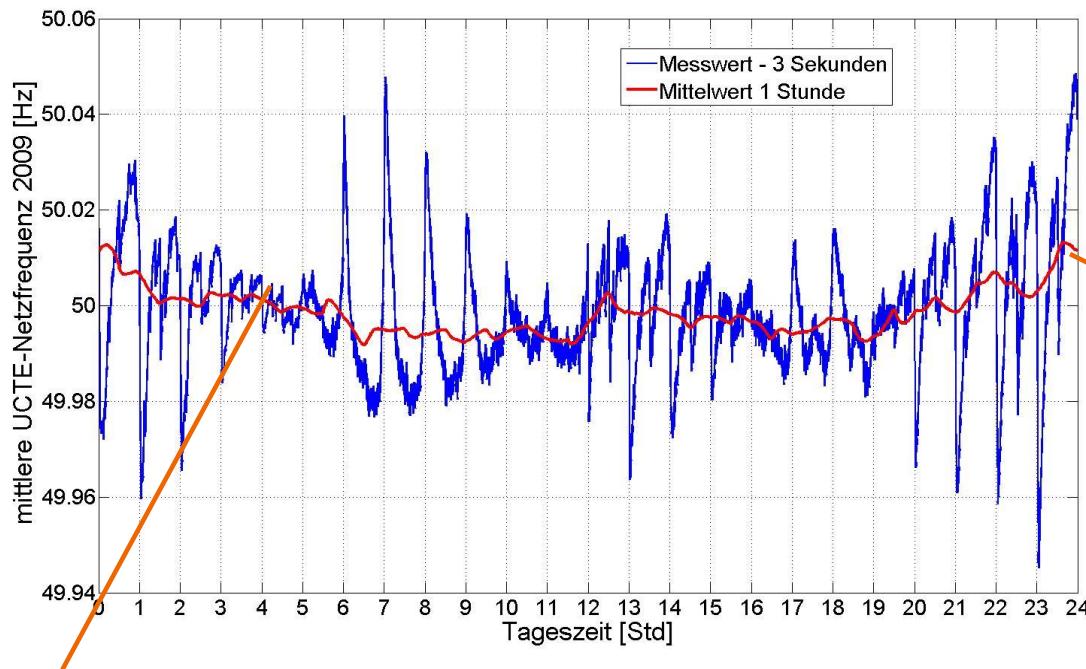
Stromverbrauch  $\equiv$  Stromerzeugung  $\rightarrow$  Netzfrequenz = 50 Hz



Hinweis: Die Sprünge am Anfang/Ende jeder Stunde (blaue Linie) werden hauptsächlich durch den Stromhandel verursacht. (2009)

# Stromnetzfrequenz

Stromverbrauch ~~=~~ Stromerzeugung  $\rightarrow$  Netzfrequenz ~~=~~ 50 Hz



negative RE  
(weniger Strom  
erzeugen als  
geplant)



positive RE  
(mehr Strom  
erzeugen als  
geplant)

Ziel

Mittelwert  
Netzfrequenz

Hinweis: geplant bedeutet: nach Fahrplan

Hinweis: Die Sprünge am Anfang/Ende jeder Stunde (blaue Linie) werden hauptsächlich durch den Stromhandel verursacht. (2009)

# Die Netzfrequenz von 50 Hz

Die Netzfrequenz sinkt, z.B. **Gegenmaßnahme: Stromproduktion erhöhen  
-> Stromverkauf an ÜNB**

- Wenn sich bei gleichbleibender Erzeugung mehr Stromverbrauch einstellt als prognostiziert (-> gutes Fußballspiel das in die Verlängerung geht)
- Kraftwerke aus der Stromerzeugung gehen ( z.B. durch technischen Defekt)
- weniger Wind weht oder Sonne scheint als prognostiziert

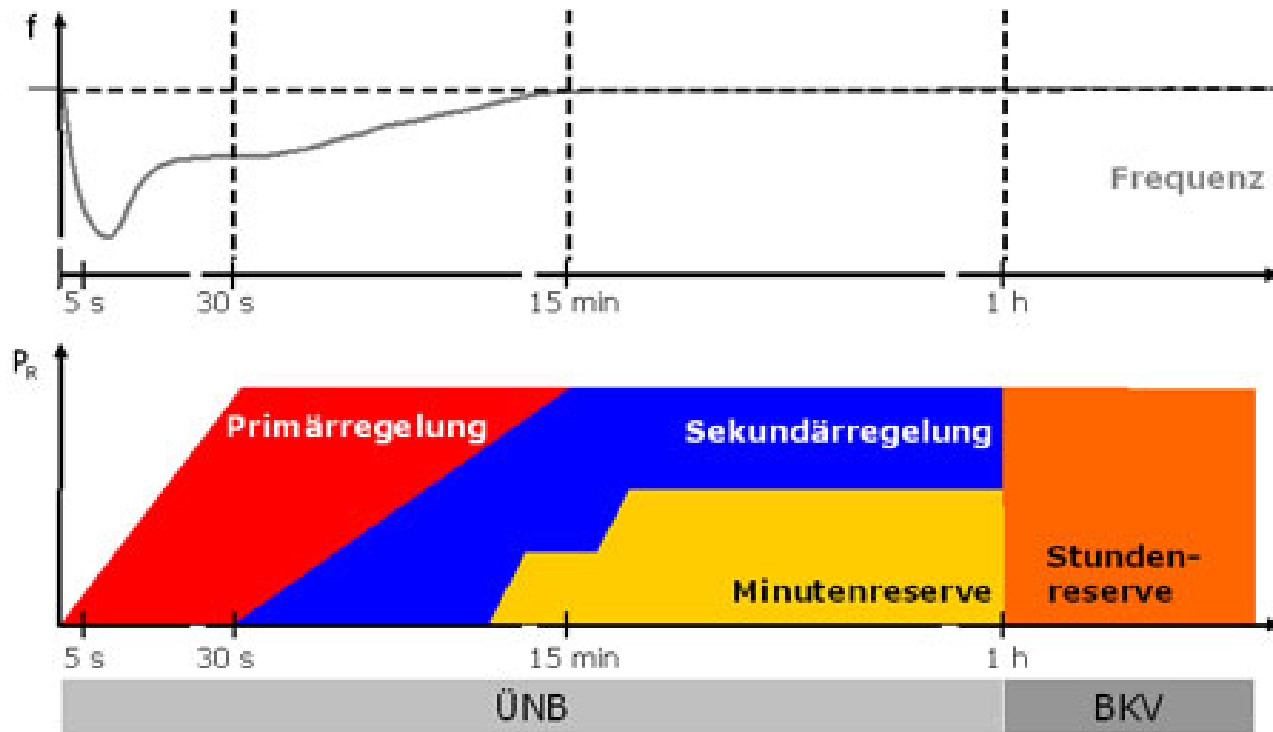
Die Netzfrequenz steigt, z.B. **Gegenmaßnahme: Weniger Stromproduktion  
-> Stromkauf von ÜNB**

- bei gleichbleibender Erzeugung sich weniger Stromverbrauch einstellt als prognostiziert (-> langweiliges Fußballspiel)
- Kraftwerke mehr erzeugen als geplant (-> tendenziell haben die Stromhändler mehr Strom im Portfolio als zu wenig)
- mehr Wind weht oder Sonne scheint als prognostiziert



# Der Mechanismus zum Ausgleich von Unterschieden zwischen Erzeugung und Verbrauch -> Regelenergie

Zur Aufrechterhaltung des Leistungsgleichgewichts von Stromerzeugung und Stromabnahme wird Regelenergie eingesetzt.



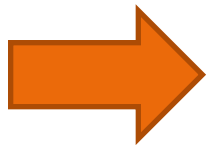


# Die Minutenreserveleistung (MRL) für Biogasanlagen

- Die Mindestlosgröße beträgt 5 MWel und kann durch einen **Anlagen-Pool** bereitgestellt werden.
- Abrechnung erfolgt auf Basis der vereinbarten Leistungsvorhaltung für positive und negative Regelleistung gegenüber dem geplanten Einsatz.
- (derzeit z.T. noch) **telefonischer und fahrplangestützter Abruf** durch den ÜNB
- vollständige **Aktivierung binnen 15 Minuten** ab Abruf
- abzudeckender Zeitraum pro **Störung  $t > 15$  min bis 4 Viertelstunden** bzw. bis zu mehreren Stunden bei mehreren Störungen

# Präqualifikation und Ausschreibung für MRL

Anlagengröße:	beliebiger Pool aus Erzeugern und Lasten
Zielverfügbarkeit:	100%
Mindestleistung:	Keine Anforderung je Einheit
Leistungsgradient des Pools:	$\pm$ PMRL-max/15 min
Mindestanlagen/-poolgröße:	5 MW
Ausschreibezyklus:	1 Tag
Angebotsfrist:	10 Uhr (Vortag)
Tageszeitunterteilung:	in 6 Zeitscheiben (a 4 h)



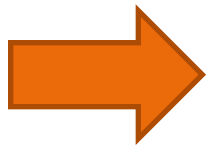
Ist für Biogasanlagen – Pools umsetzbar!

# Die Sekundärregelleistung (SRL) für Biogasanlagen

- Ausschreibungswettbewerb für Sekundärregelleistung findet **wöchentlich** statt.
- Der Bedarf wird in HT (8 bis 20 Uhr) und NT (20 bis 8 Uhr) **aufgegliedert**
- Die **Mindestlosgröße** beträgt +/- 5 MWel und kann durch einen Anlagen-Pool bereitgestellt werden.
- Abrechnung erfolgt auf Basis der vereinbarten Leistungsvorhaltung für positive und negative Regelleistung gegenüber dem geplanten Einsatz.
- Unmittelbare **automatische Aktivierung** durch den betroffenen ÜNB.
- Vollständige Erbringung innerhalb von **maximal 5 min** (Reaktion nach 30 Sek.-120 Sek. muss erkennbar sein).

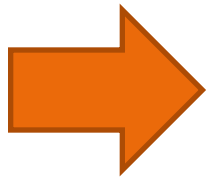
# Präqualifikation und Ausschreibung für SRL

Anlagengröße:	beliebiger Pool aus Erzeugern
Zielverfügbarkeit:	95%
Mindestleistung:	Keine Anforderung je Einheit
Leistungsgradient des Pools:	$\pm P_{SRL-max}/5$ min
Mindestanlagen/-poolgröße:	5 MW <sub>el</sub>
Ausschreibezyklus:	Vorwoche z.B. Mittwoch
Angebotsfrist:	Vorwoche 15 Uhr
Tageszeitunterteilung:	HT / NT



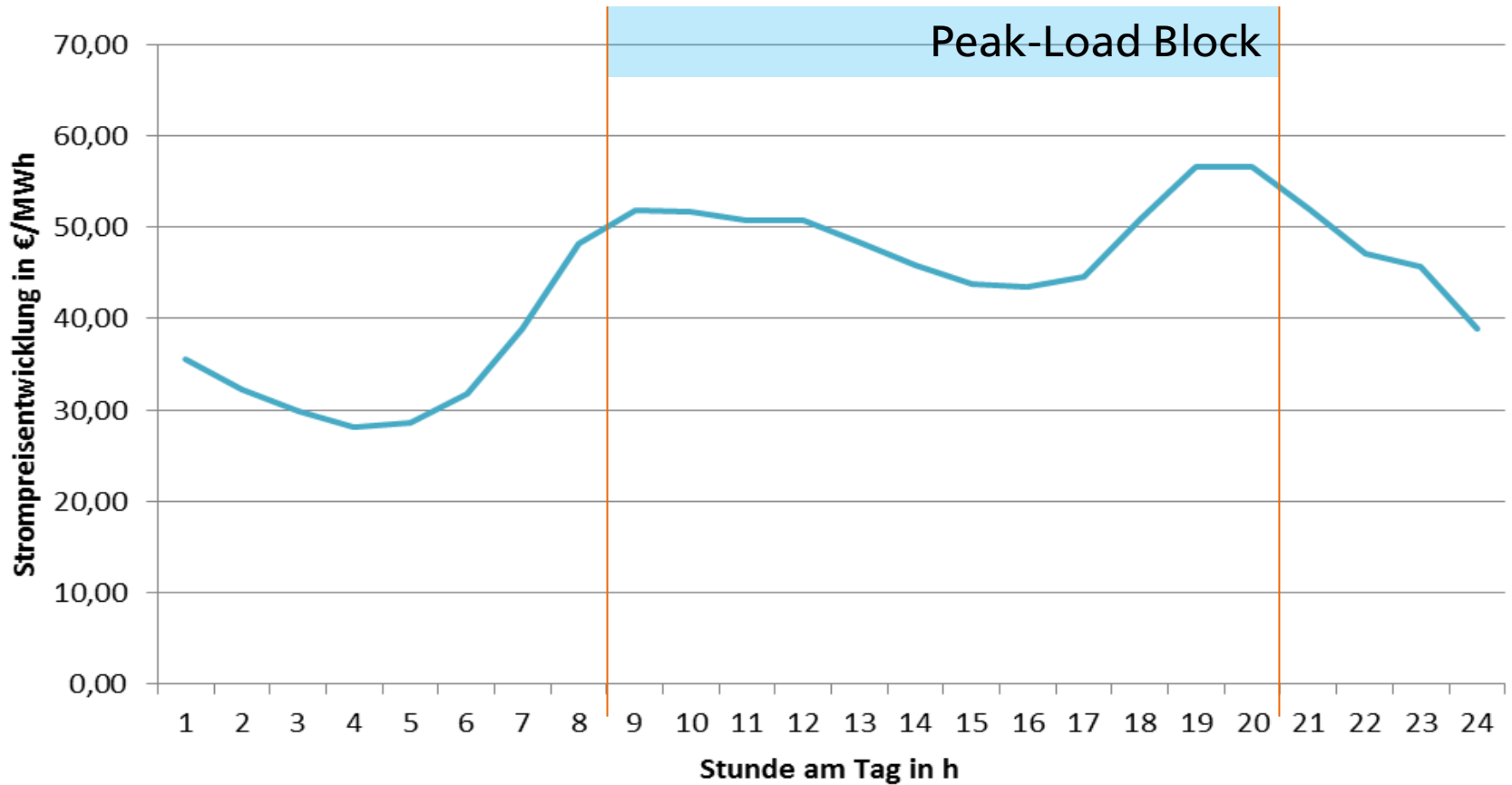
Ist für Biogasanlagen – Pools z. T. umsetzbar!

# Wer trägt die Kosten für die Regelenergie?



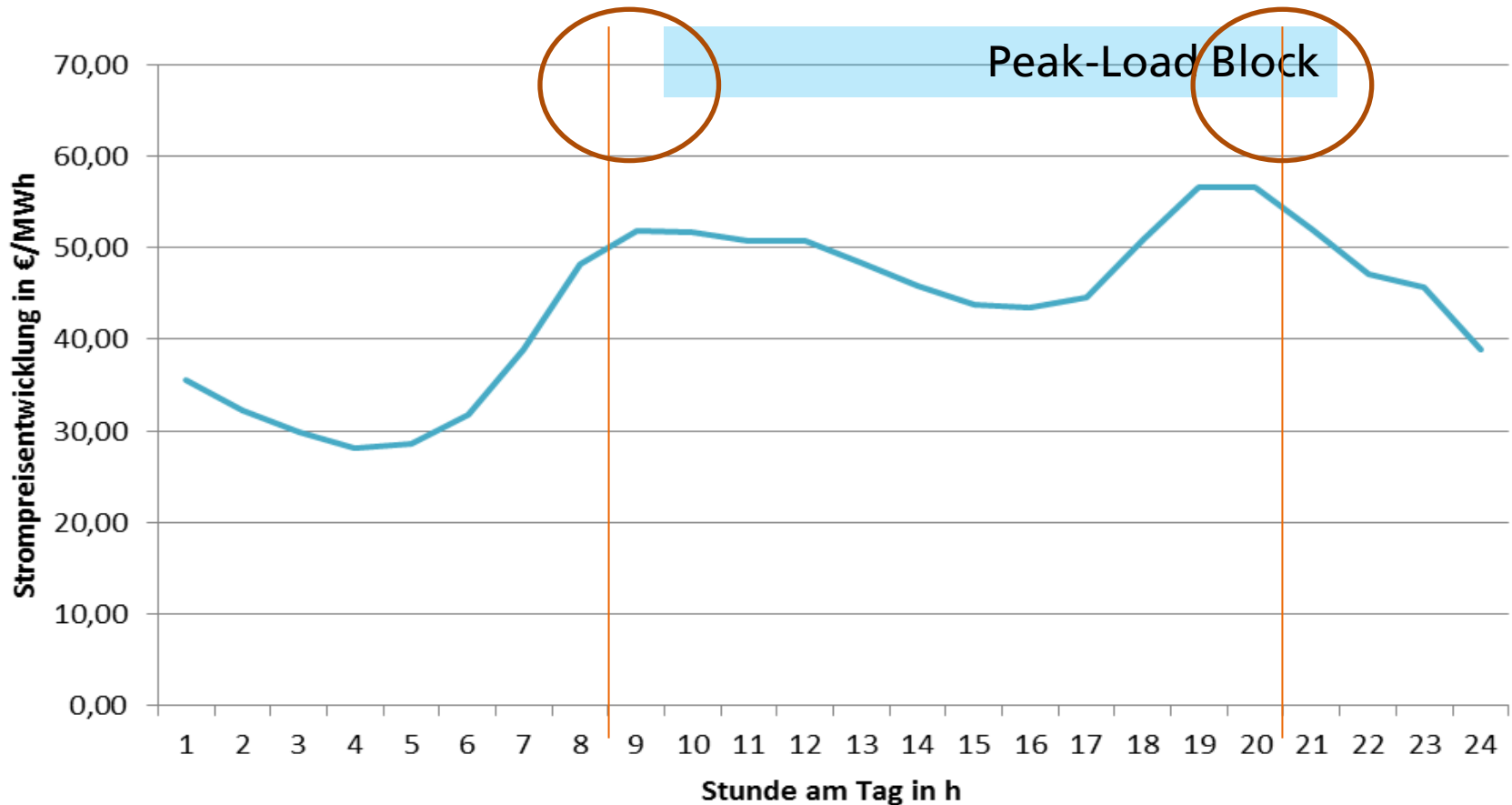
Die Kosten für die eingesetzte Regelenergie wird letztlich dem Stromhändlern als Ausgleichsenergie verrechnet bzw. als Stromnetzentgelte umgelegt!

# Biogasanlagen verkauft für den nächsten Tag den PeakLoadBlock und ....



Durchschnittlicher Strompreis an der Strombörse EPES Spot SE im Tagesverlauf, Mittelwert über die Jahre 2011 bis 2013.

am Lieferdatum startet die Biogasanlagen nicht punktgenau, fallen beim Stromhändler Ausgleichsenergiekosten an\*.



Der Stromhändler versucht diese Kosten durch Portfoliomanagement so klein wie möglich zu halten. Ebenso kann er bei rechtzeitigen Anmelden der Fahrplanungenauigkeit, Korrekturen am Intradaymarkt vornehmen. Die Graphik zeigt den durchschnittlichen Strompreis an der Strombörse EPES Spot SE im Tagesverlauf, Mittelwert über die Jahre 2011 bis 2013.



Die flexible Biogasanlagen

# WIE HAT SICH DIESE THEMA ENTWICKELT – AKTUELLER STAND



# Aktueller Stand der DV von Strom aus Biomasse

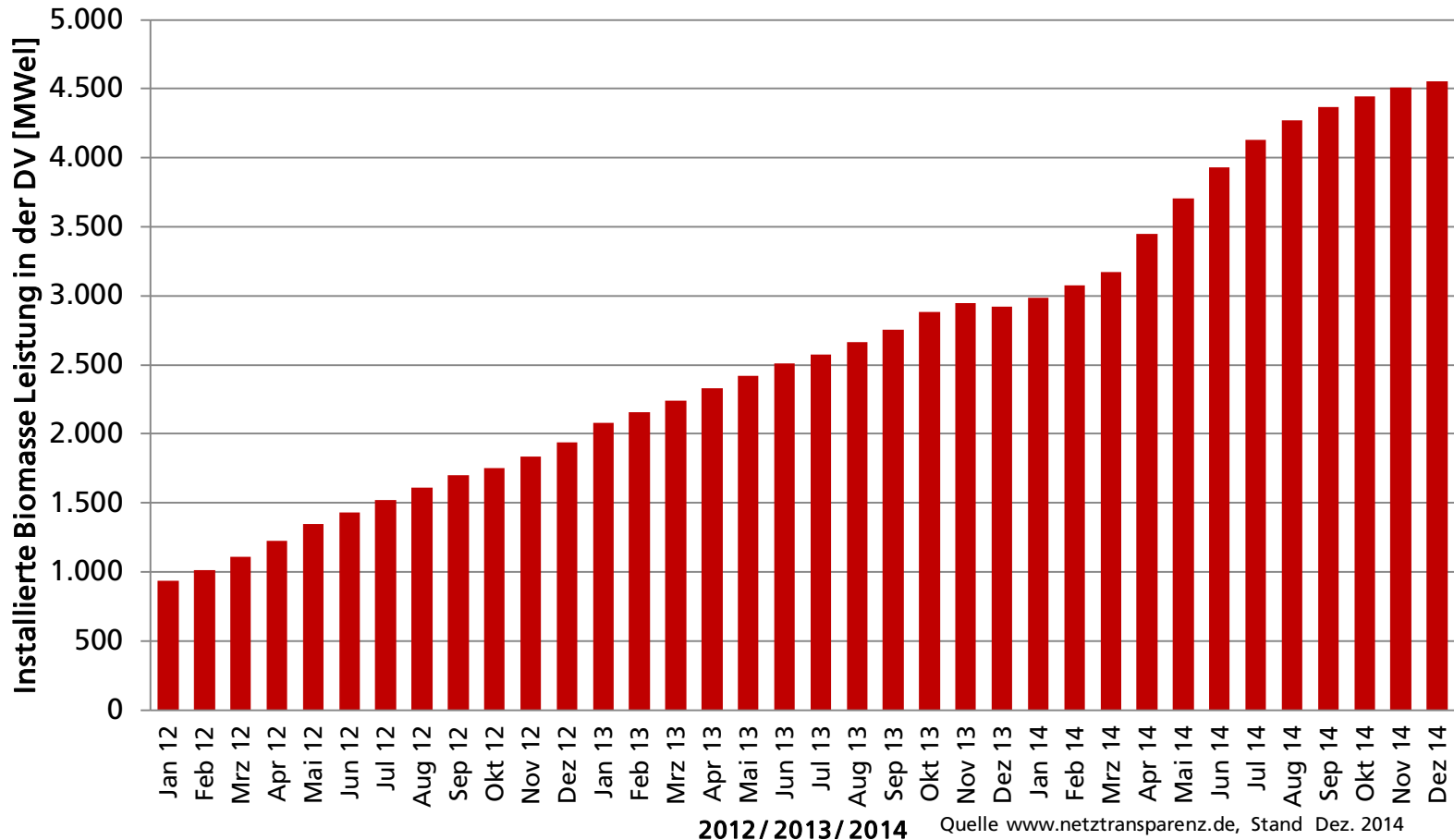
## Der Weg zur flexiblen Stromproduktion

- Die Direktvermarktung von Strom aus Biomasse: ein wichtiger Schritt zur Integration der EE in das Energiesystem
- Voraussetzung für Anlagenbetreiber, sich am Strom- und Regelleistungsmarkt zu beteiligen
- Der Weg von der festen Einspeisevergütung hin zur Direktvermarktung und flexiblen Stromproduktion ist ein Entwicklungs- und Lernprozess
  1. Anlagenbetreiber wechseln von der festen Einspeisevergütung in die Direktvermarktung
  2. Anlagenbetreiber beteiligten sich am RL-Markt
  3. Nach guten Erfahrungen erfolgt der letzte Schritt: Anpassung der Anlage an bedarfsorientierten Betrieb

# Aktueller Stand der DV von Strom aus Biomasse

## Entwicklung der Marktteilnahme seit 2012

- Anlagenleistung von ca. 4,5 GW<sub>el</sub> wird direkt vermarktet
- Insgesamt befinden sich ca. 82 % der Biomasseanlagenleistung\* in der DV

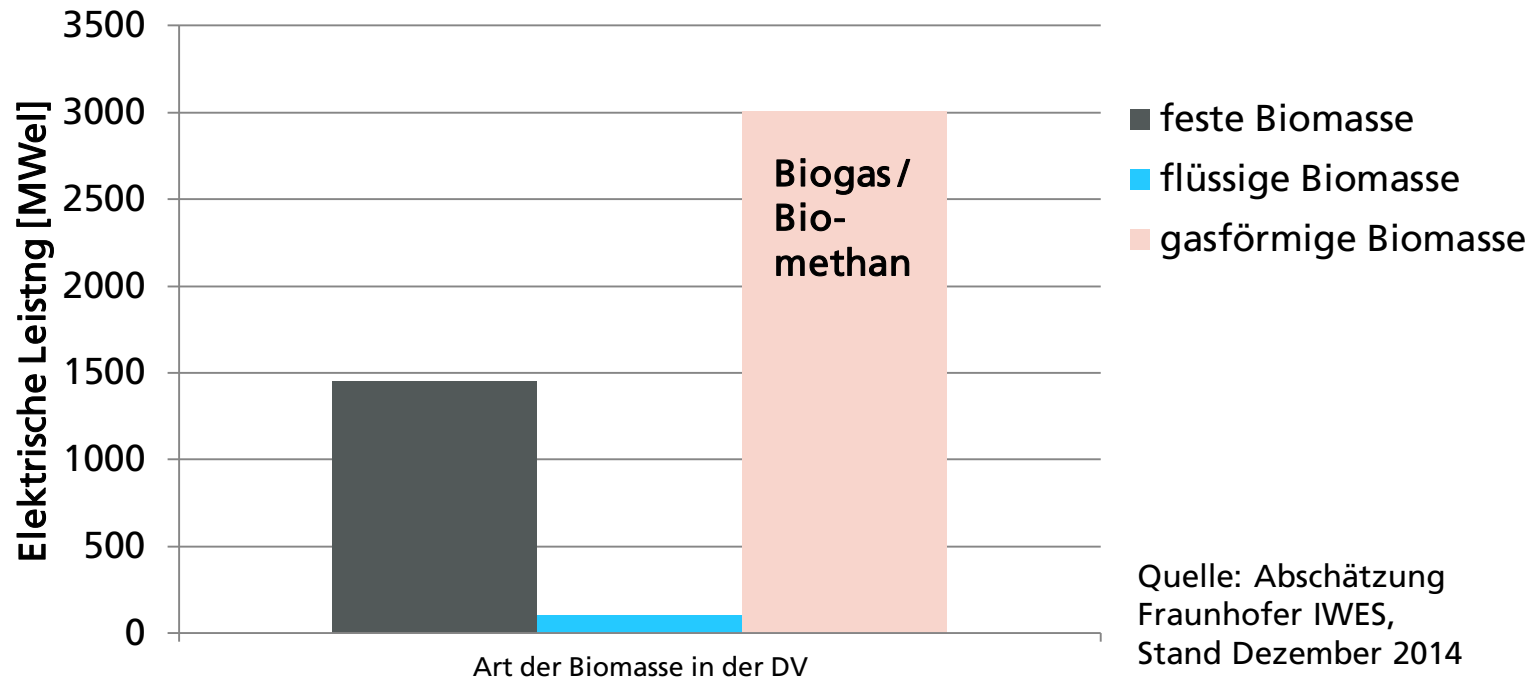


\* Bezogen auf fest, gasförmige und flüssige Biomasse, EEG-förderfähig

# Aktueller Stand der DV von Strom aus Biomasse

## Aufteilung nach Art/ Aggregatzustand

- Ca. 66 % der installierten Anlagenleistung innerhalb der DV entfällt auf gasförmige Biomasse (Biogas und Biomethan)
- Anlagen die Biogas und Biomethan einsetzen: ca. 3 GW<sub>el</sub> (ca. 78% der installierten Leistung)

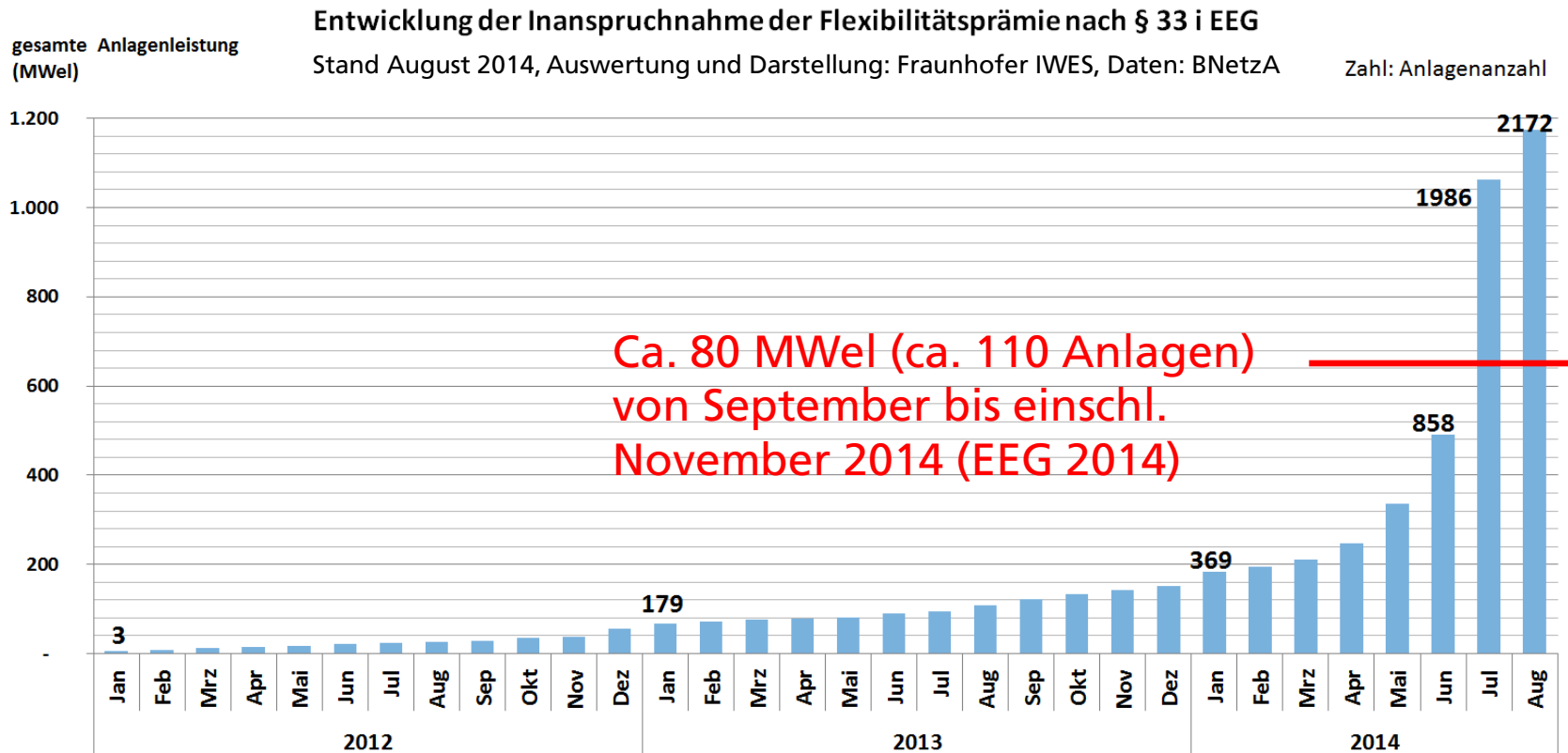


# Stand der Flexibilisierung der Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan



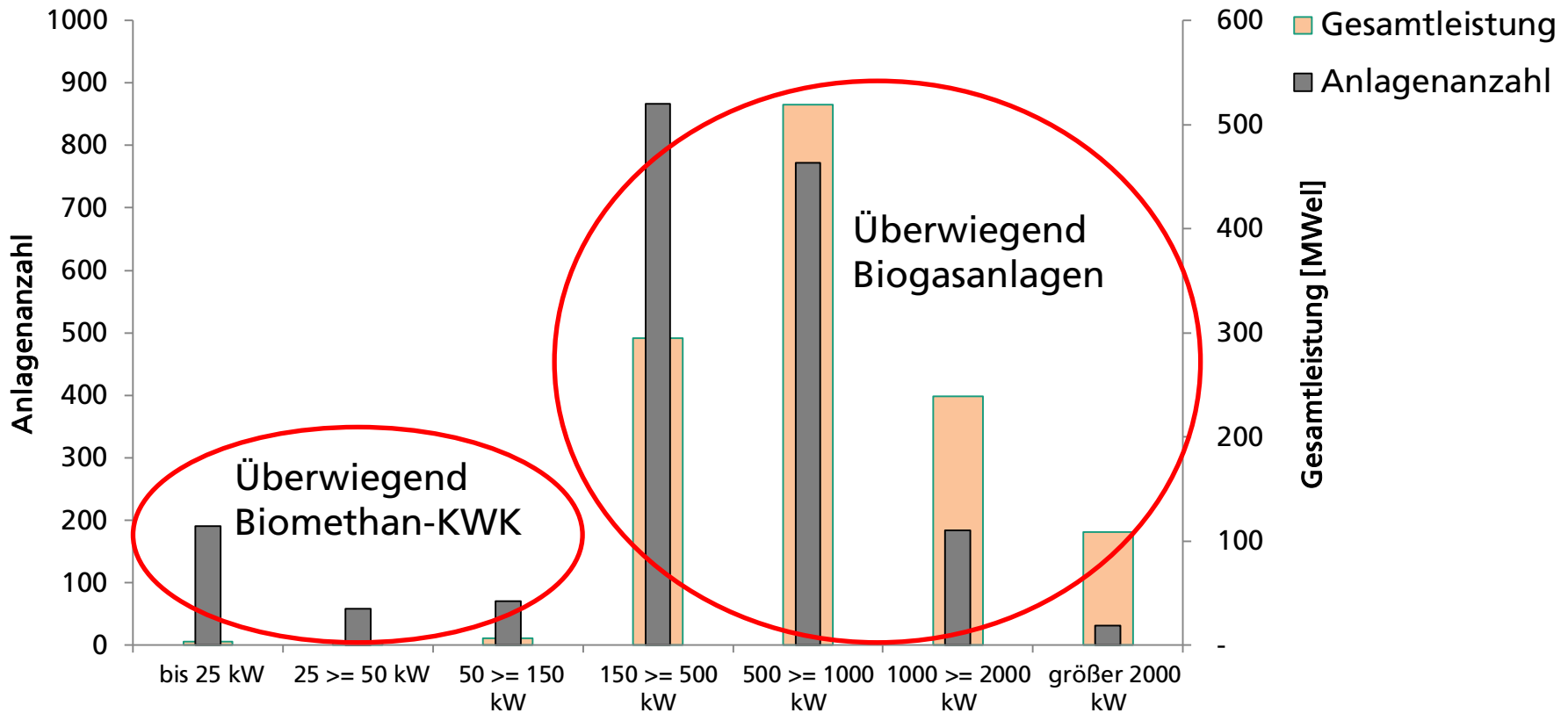
# Stand der Flexibilisierung der Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan

- 2172 Anlagen mit ca. 1.174 MW<sub>el</sub> nutzen aktuell (Stand August 2014) die Flexibilitätsprämie
- Ca. 39 % der Anlagenleistung (Biogas und Biomethan) innerhalb der DV erzeugen den Strom flexibel am Strombedarf orientiert



# Stand der Flexibilisierung der Stromerzeugung aus Biogas und Biomethan

Anlagenanzahl und Anlagengesamtleistung nach Anlagenleistungsgruppen in der Flexibilitätsprämie nach § 33 i EEG (Stand August 2014)



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an BNetzA

# Marktanalyse und Evaluierung der DV auf Basis von Fragebögen



# Marktanalyse und Evaluierung der DV auf Basis von Fragebögen

## Stand Dezember 2014

Konsortium:



- Stromhändler (E2M, WEMAG, Clens, Envitec Energiekontor, Next Kraftwerke, EWE Vertrieb, Stadtwerke München, Natur Strom Trading, Lichtblick, MVV Umwelt Asset)
- Anlagenbetreiber/innen, die direkt angesprochen wurden (auf Messen, Tagungen und persönliche Kontakte) und mit Unterstützung von
  - Fachverband Biogas e.V.
  - Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Nördlingen
  - GDGE e.G., Naturstrom, Lichtblick
  - und anderen
- Umweltgutachter (ERT e.V.)

Vielen Dank für Ihre wertvolle Unterstützung!!!

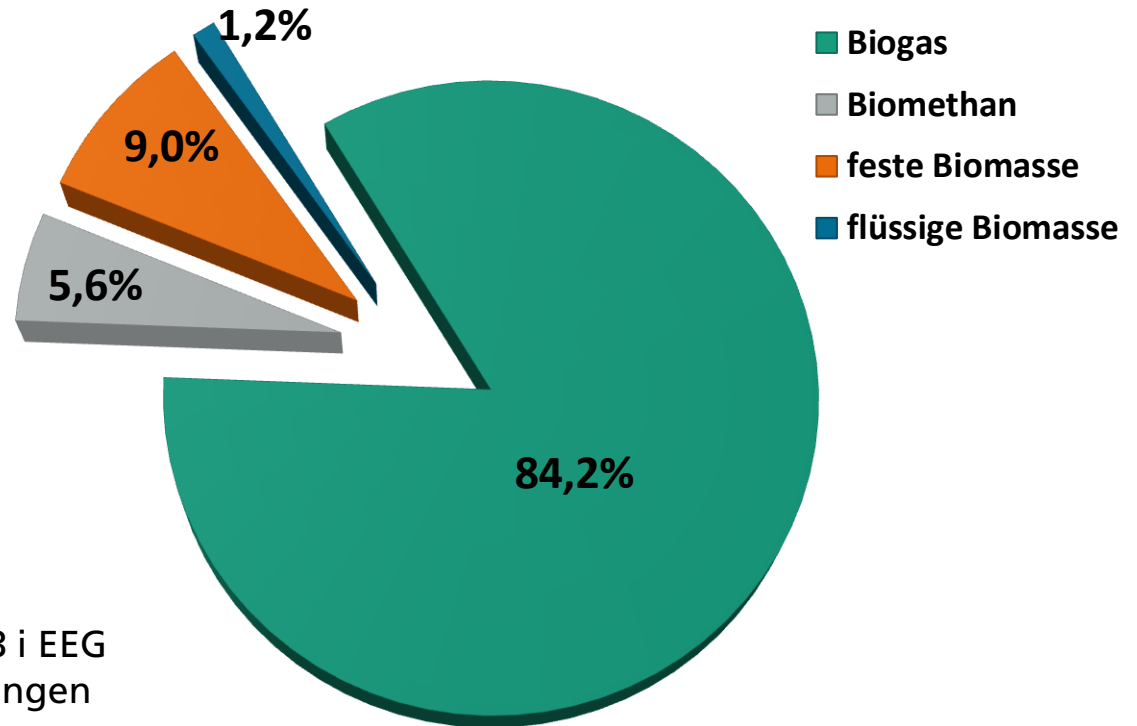


# Marktanalyse und Evaluierung der DV auf Basis von Fragebögen

## Datengrundlage Stromhändler

Aufteilung der installierten Leistung in MW<sub>el</sub> in der Direktvermarktung nach Aggregatzustand  
 (ca. 2255 MW<sub>el</sub> installierte Gesamtleistung (3335 Anlagen) in der Direktvermarktung, Anlagenbegriff nach dem EEG, 10 Stromhändler)

	Installierte Leistung in der Direktvermarktung [MW <sub>el</sub> ]	davon installierte Leistung in der Flexibilitätsprämie [MW <sub>el</sub> ]
Biogas	1899	56,2
Biomethan	127	6,6
Feste Biomasse	202	-
Flüssige Biomasse	27	-



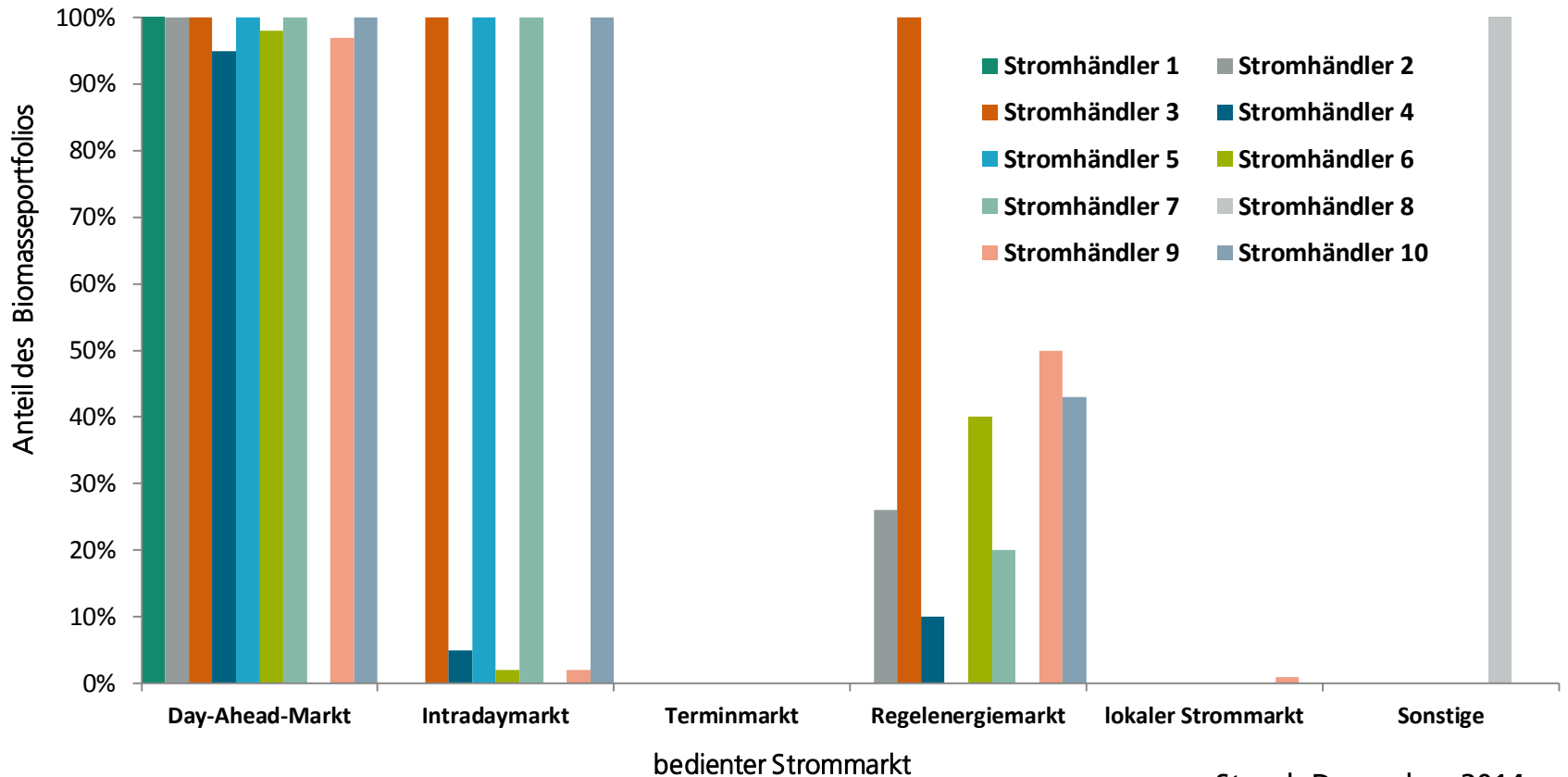
➔ Ca. 63 MW<sub>el</sub> (Biogas und Biomethan) nehmen die Flexibilitätsprämie nach § 33 i EEG 2012 in Anspruch (Auswertungen mit Stand vor August 2014)

Stand: Dezember 2014

# Marktanalyse und Evaluierung der DV auf Basis von Fragebögen

## Datengrundlage Stromhändler

Welche Strommärkte (in % des Biomasse-Portfolios bezogen auf die installierte el. Leistung) werden bedient? (ca. 2255 MWel installierte Gesamtleistung (3335 Anlagen) in der Direktvermarktung, Anlagenbegriff nach dem EEG, 10 Stromhändler)

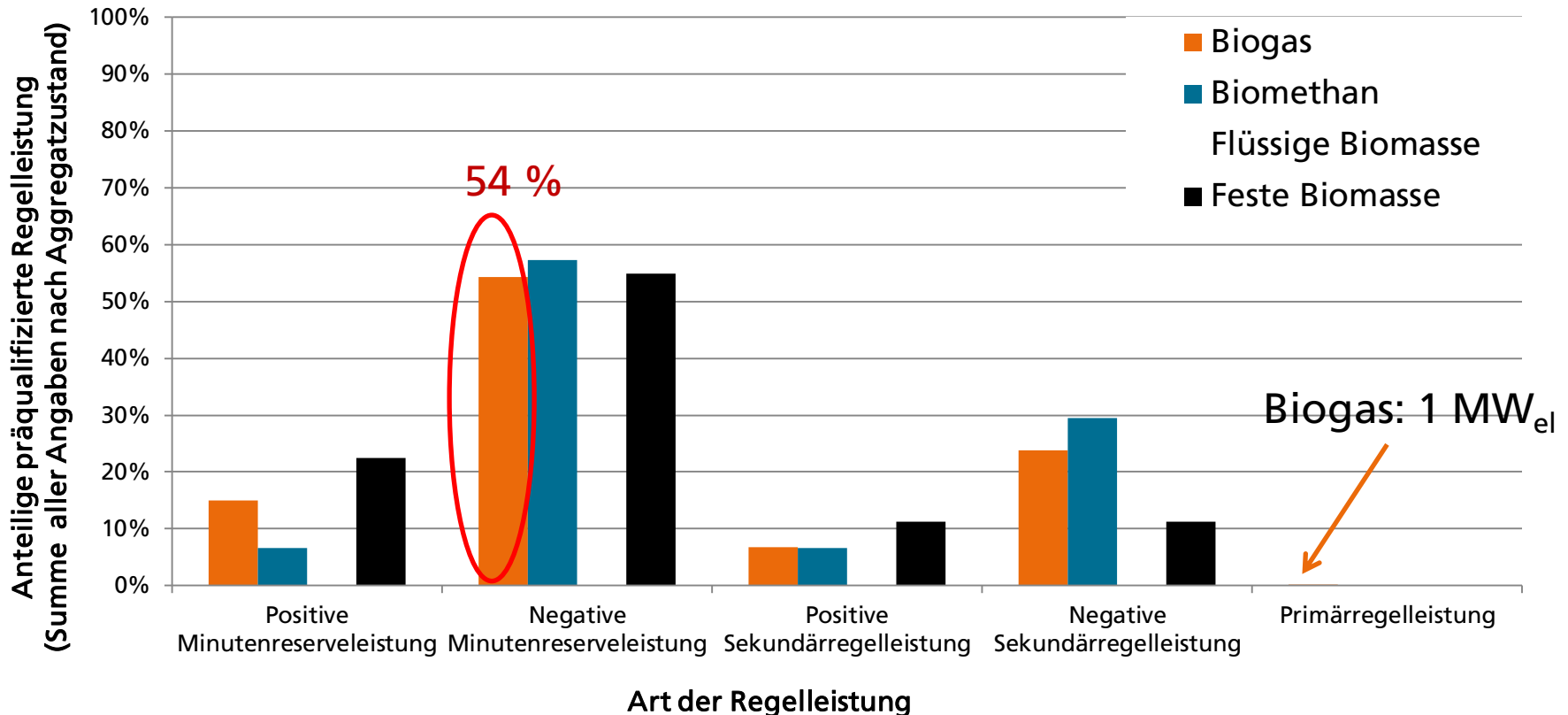


Stand: Dezember 2014

# Marktanalyse und Evaluierung der DV auf Basis von Fragebögen

## Datengrundlage Stromhändler

Präqualifizierte Biomasseleistung nach Biomasseart und Art der Regelleistung  
 (ca. 2255 MW<sub>el</sub> installierte Gesamtleistung (3335 Anlagen) in der Direktvermarktung,  
 Anlagenbegriff nach dem EEG, 10 Stromhändler)



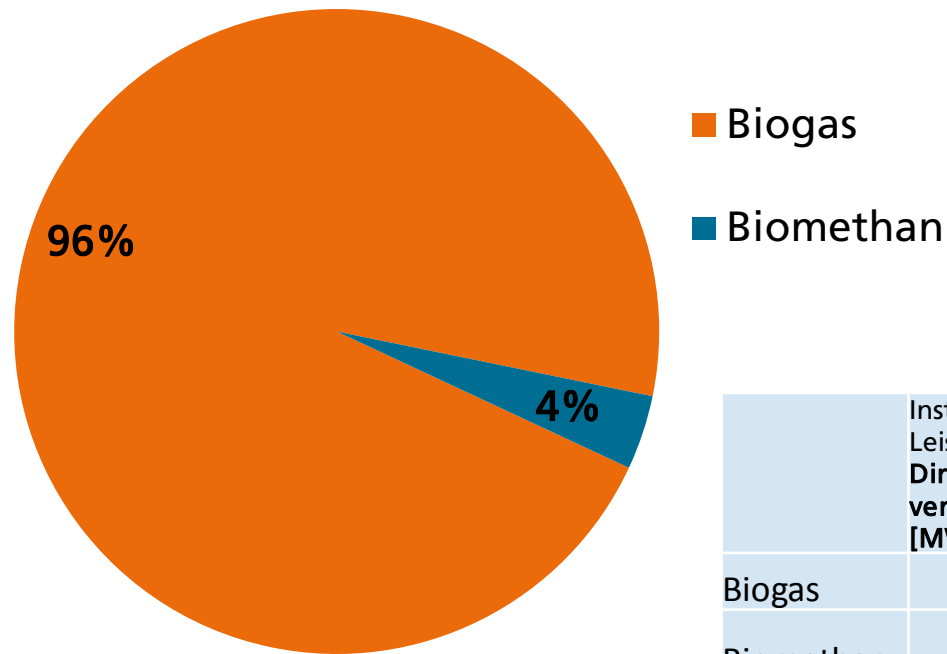
Hinweis: Insgesamt sind in der Auswertung ca. 828 MW<sub>el</sub> Biomasseanlagenleistung für den Regelleistungsmarkt präqualifiziert. Zwei Stromhändler haben keine Angabe zur Zuordnung der Biomasseart gemacht.

Stand: Dezember 2014

# Marktanalyse und Evaluierung der DV auf Basis von Fragebögen

## Datengrundlage Umweltgutachter (Fokus Anlagen die Flexibilitätsprämie nutzen)

Installierte Biomasseleistung in der DV nach Art der Biomasse (ca. 206 MWel (417 Anlagen) in der Direktvermarktung, Anlagenbegriff nach dem EEG)



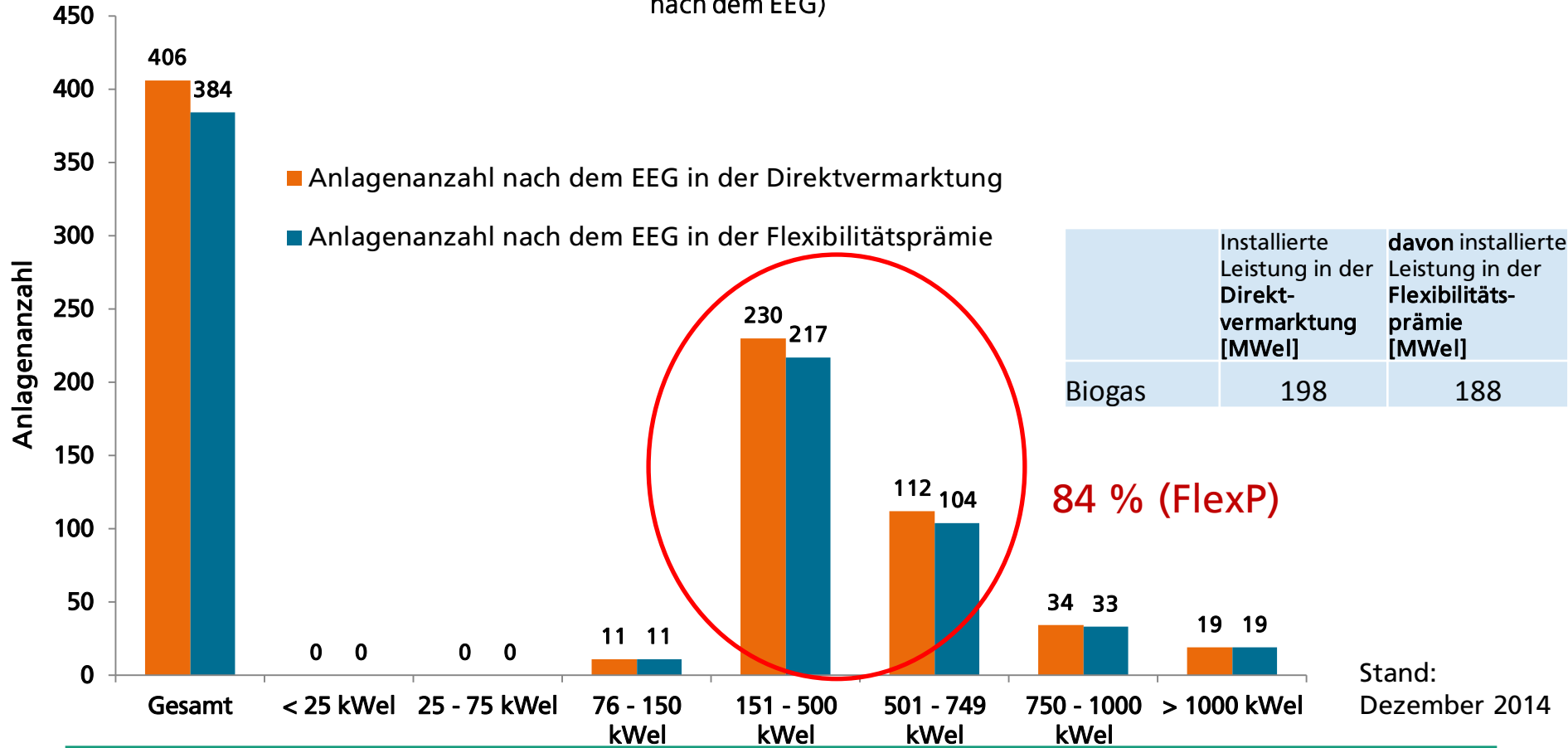
	Installierte Leistung in der Direktvermarktung [MWel]	davon installierte Leistung in der Flexibilitätsprämie [MWel]
Biogas	198	188
Biomethan	7,7	7,7

Stand: Dezember 2014

# Marktanalyse und Evaluierung der DV auf Basis von Fragebögen

## Datengrundlage Umweltgutachter

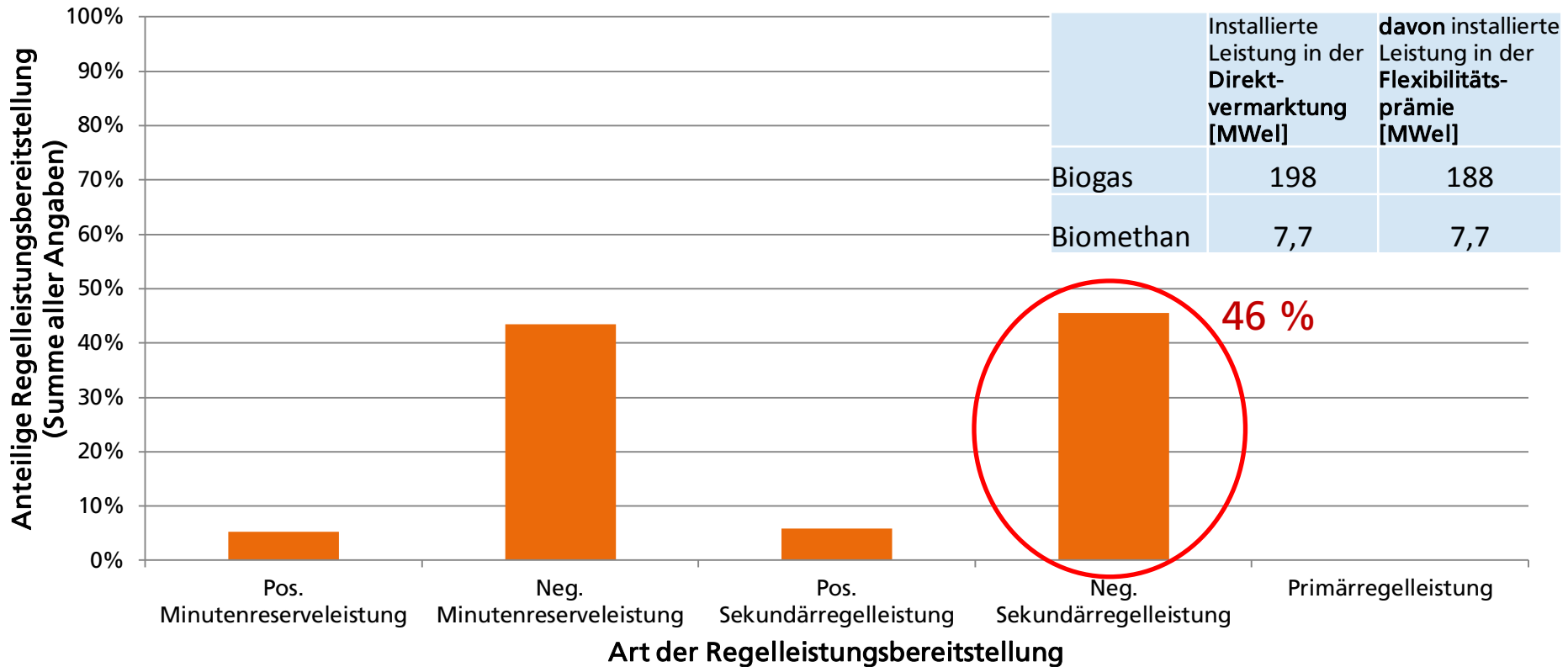
Größenverteilung der Biogasanlagen nach Anlagenleistungsgruppe  
 (198 MWel installierte Leistung (406 Anlagen) in der Flexibilitätsprämie, Anlagenbegriff nach dem EEG)



# Marktanalyse und Evaluierung der DV auf Basis von Fragebögen

## Datengrundlage Umweltgutachter

Welche Form der Regelleistung wird bereitgestellt (Anlagen mit Inanspruchnahme der Flexibilitätsprämie)?  
 (196 MWeI installierte Leistung (395 Anlagen) in der Flexibilitätsprämie, Anlagenbegriff nach dem EEG)



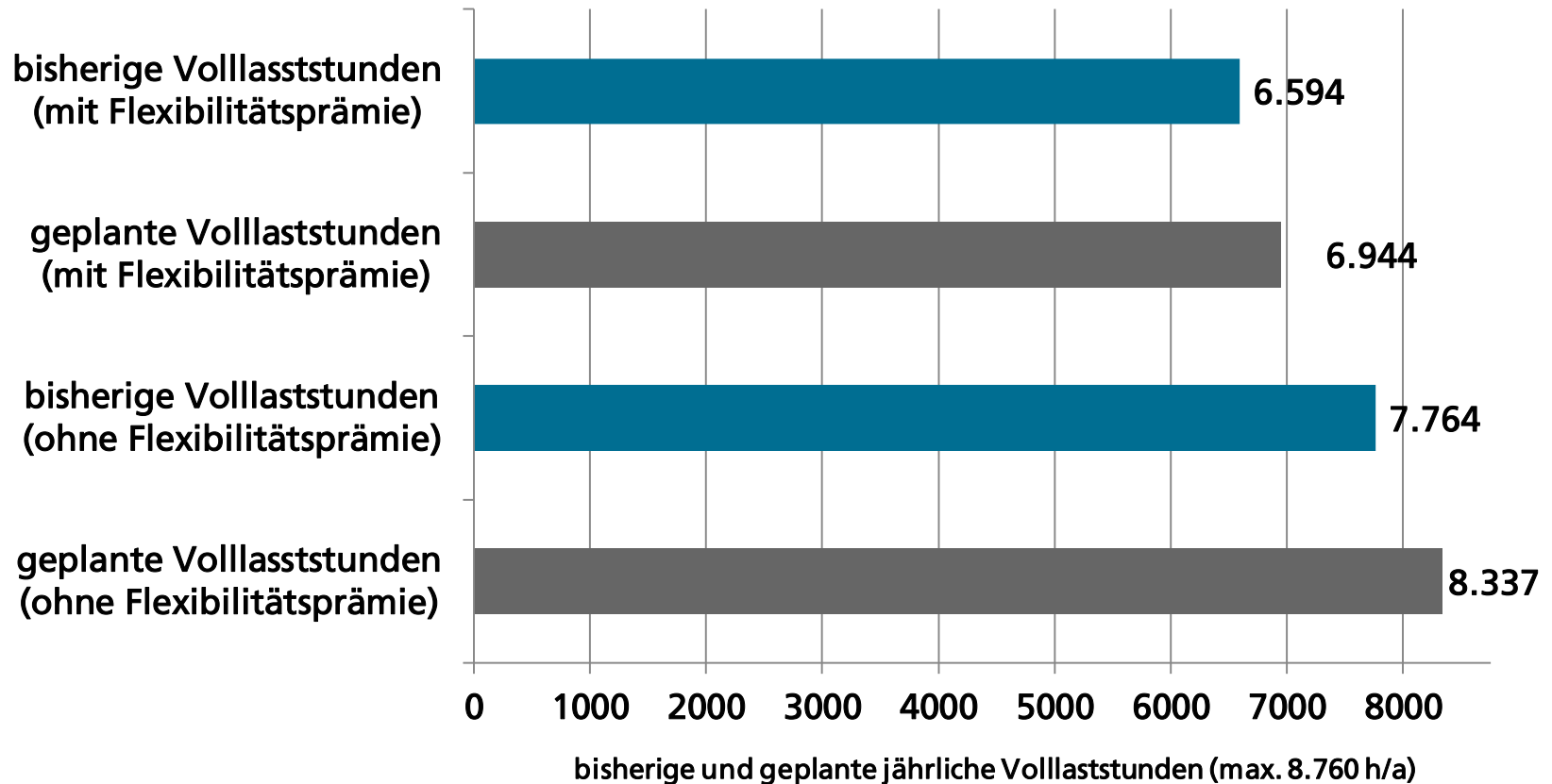
Hinweis: Keine Angabe bei 17 Fragebögen

Stand: Dezember 2014

# Marktanalyse und Evaluierung der DV auf Basis von Fragebögen

## Datengrundlage Umweltgutachter

- Bisherige und geplante Anlagenauslastung mit und ohne Inanspruchnahme der Flexibilitätsprämie nach § 33 i EEG 2012

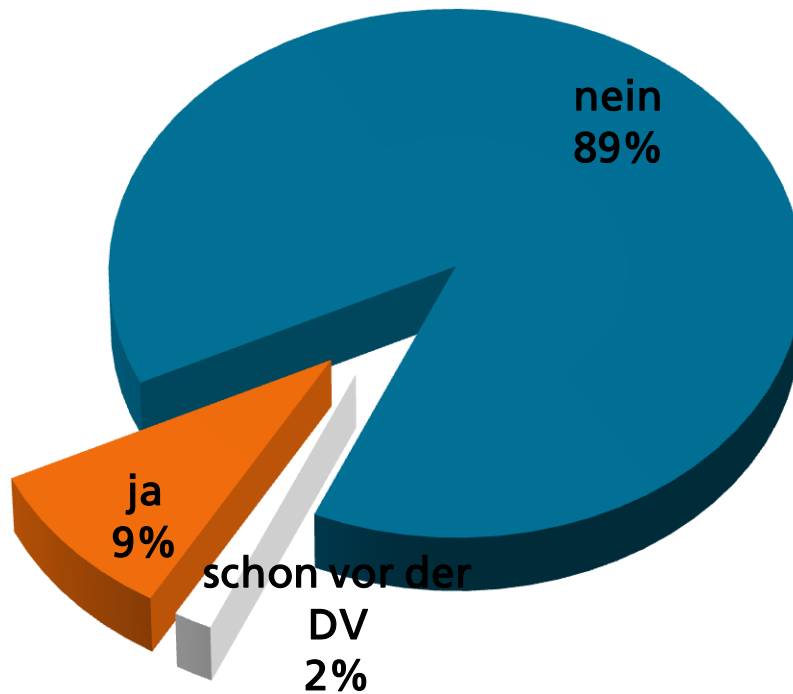


Stand: Dezember 2014

# Marktanalyse und Evaluierung der DV auf Basis von Fragebögen

## Datengrundlage Umweltgutachter

Fällt die Biogasanlage unter die Störfallverordnung (Anlagen mit Inanspruchnahme der Flexibilitätsprämie)?  
(188 MWel in der Flexibilitätsprämie (384 Anlagen), Anlagenbegriff nach dem EEG)



	Installierte Leistung in der Direktvermarktung [MWel]	davon installierte Leistung in der Flexibilitätsprämie [MWel]
Biogas	198	188

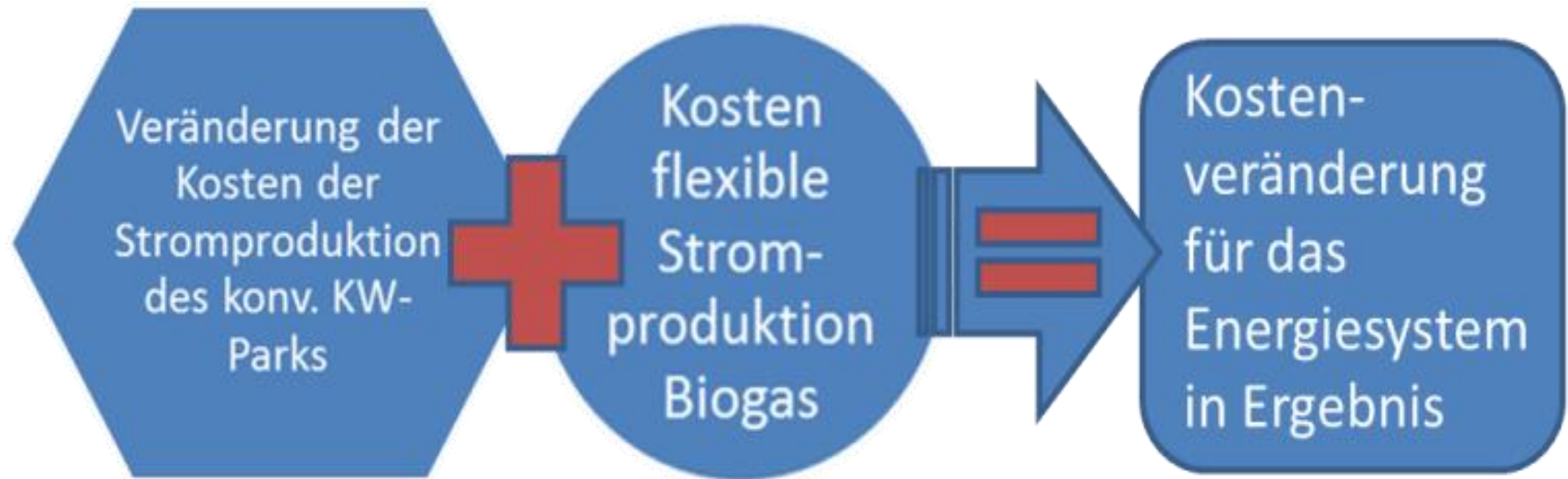
Stand: Dezember 2014



Gesamtkostenanalyse

# WAS KOSTET DIE FLEXIBILISIERUNG?

# Ermittlung der Gesamtkosten für das Energieversorgungssystem



# Kosten der Flexibilisierung der Stromproduktion mittels Biogas



# Kostenveränderung im konv. Kraftwerkspark durch die Flexibilisierung der BGA

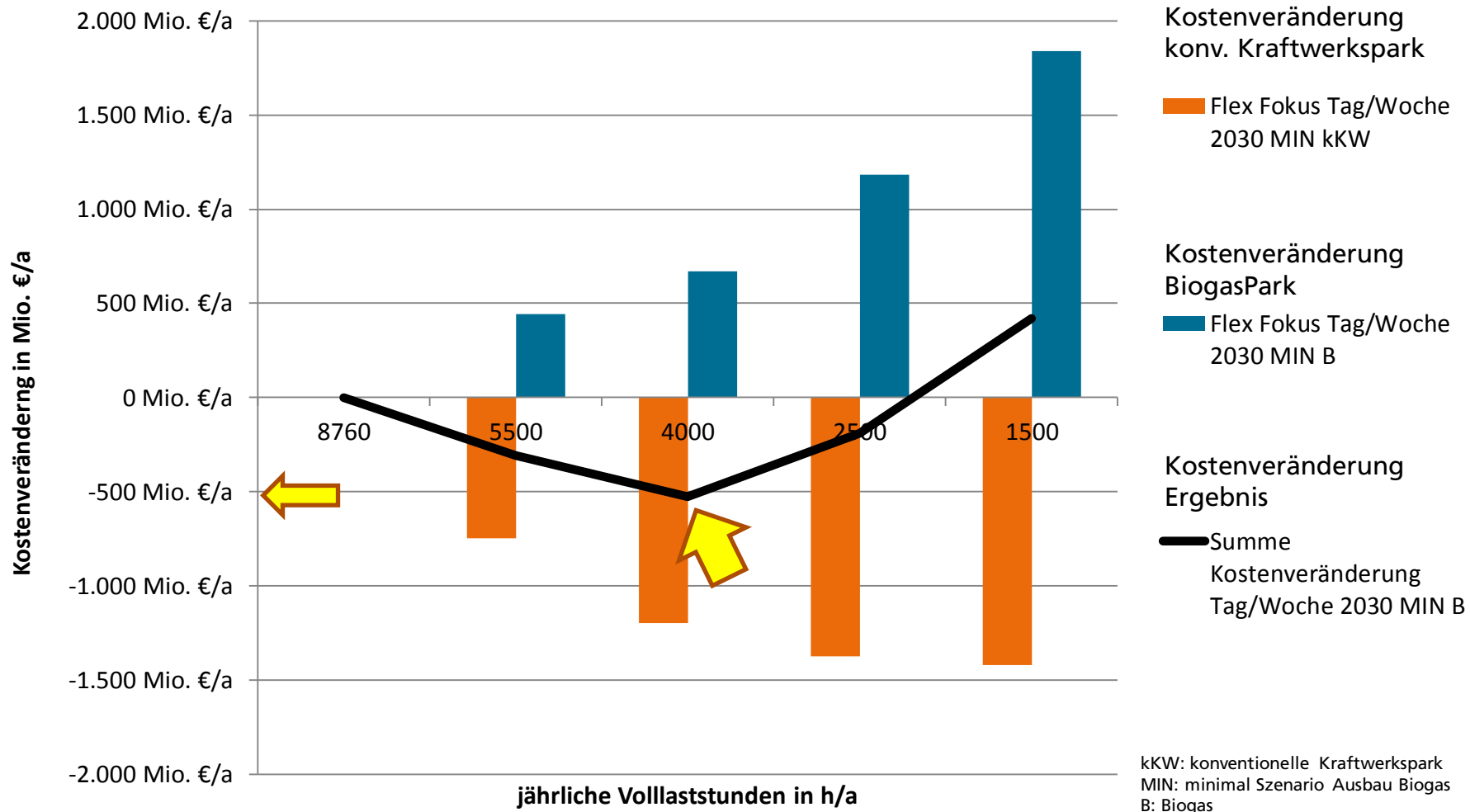


# Grundlage für Gesamtkostenabschätzung (nur kleiner Auszug)

- Simulation des Energiesystems für **2030 mit 60 % EE-Anteil** (LS 2011)
  - Ermittlung des **Fahrplans**, inkl. Starthäufigkeit der Stromerzeugungskapazität in Abhängigkeit der Flexibilität (restriktionsfrei) des BiogasPark mit 30,5 TWhel
  - 50 % Neubaureduktion an konv. KW
- Vereinfachung: Ermittlung einer **Beispieldurchschnittsanlage** mit einer Bemessungsleistung von 500kWel als Grundlage für die Ermittlung der Kostenänderung in Abhängigkeit der Flexibilität der Stromerzeugung dient.
  - Gasspeicherbedarf (Abschlag 10 %) in Abhängigkeit der Flexibilität
  - Fütterungsmanagement reduziert 30 % des Gasspeicherbedarf
  - Technische Kenndaten: z.B. elektrischer Wirkungsgrad 2013 (ASUE 2011) und dessen Entwicklung, Prognose für 2030
  - Weiter Annahmen bitte den Veröffentlichungen von Holzhammer et al. entnehmen



# Gesamtkostenveränderung durch die Flexibilisierung des Energiesystems (60 % EE, 2030, MinSZ, Bedarfsberücksichtigung Tag/Woche)



# WAS HEIßT DAS FÜR DIE ANLAGEN DER ZUKUNFT?

---

# Auswirkungen auf die Biogasanlagen der Zukunft

## BHKW-Anlage mit 4000 VHL im Jahr betrieben (oder darunter)

- BHKW-Technik muss in der Lage sein ca. 1000 bis 1200 Starts im Jahr sicher zu realisieren
- Die technische Reaktionsfähigkeit muss sehr hoch sein (geringe Startzeiten mit hoher Verfügbarkeit)
- Wartungs- und Instandhaltungskosten müssen an diese Betriebsweise angepasst sein (kalkulierbar für Betreiber)

## Gasmanagement muss in der Lage sein auf Wochenschwankungen zu reagieren:

- Gasspeicher
- Gasspeichermanagement
- Fütterungsmanagement
- höherer Automatisierung und Visualisierung





# Zukünftige Aufgaben, zusammengefasst:

## Stromversorgung (Erzeugung)

- Reaktion auf Strombedarfsschwankungen
- größerer Beitrag zur gesicherten Leistung

## Stromübertragung (Netz)

- Stützen der Netzfrequenz (durch RL-Bereitstellung)
- Blindleistungsbereitstellung
- Kurzschlußstrombereitstellung (?)
- Schwarzstartfähigkeit (?)

Wert im  
Moment  
unklar

Beitrag zur  
Versorgungs-  
sicherheit

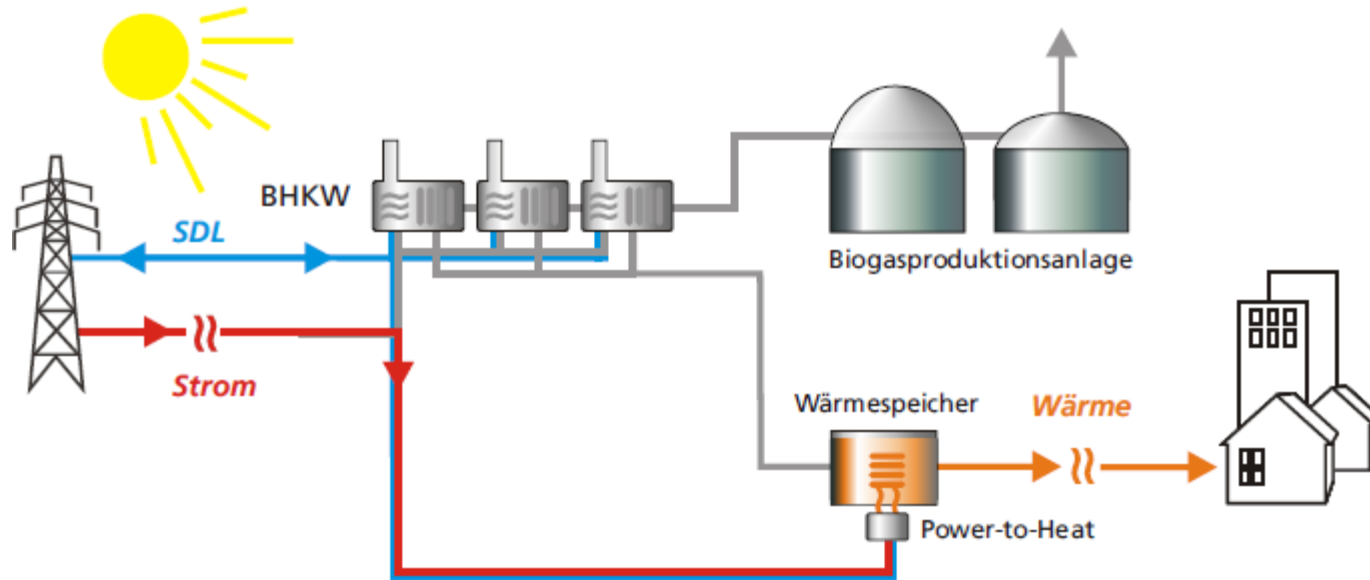
# FAZIT

# Fazit

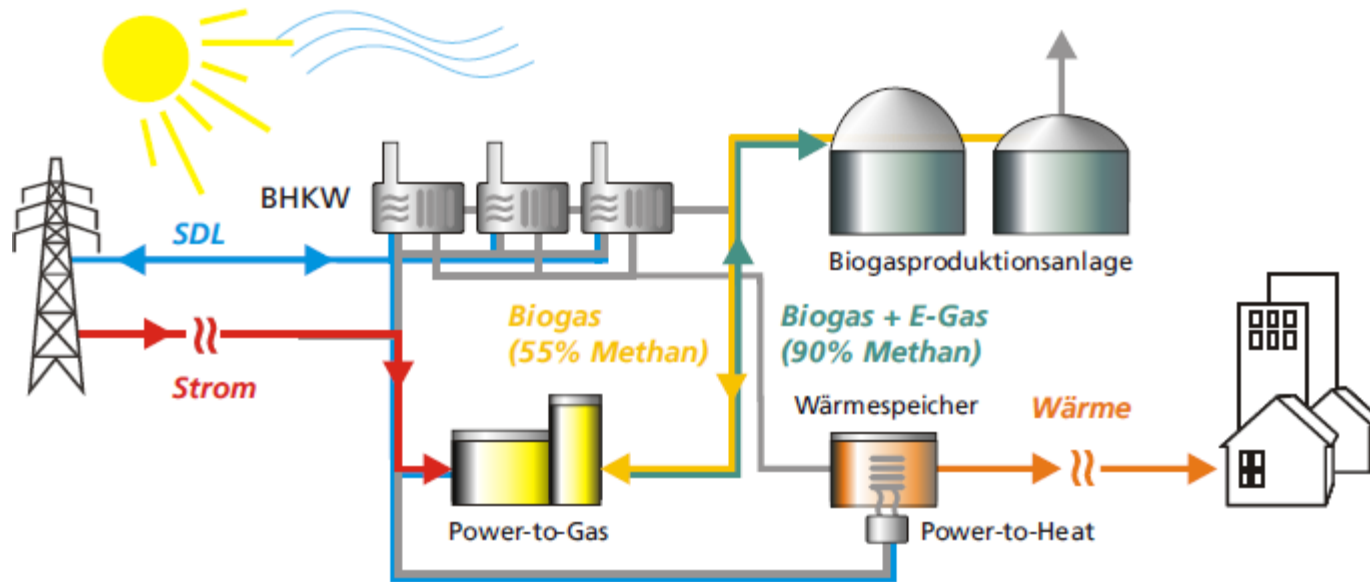
- Das Energiesystem sieht vor großen Veränderungen. Es gilt, **alle technischen Möglichkeiten** intelligent miteinander zu **verknüpfen**.
- Ein Teil dieser Transformation ist die **Flexibilisierung der Stromproduktion aus Biogas**.
- Die **Kosten** für die flexible Stromproduktion sind stark **abhängig** von der angestrebten bzw. **umgesetzten Flexibilität**.
- Die **Flexibilität** können zur **Stromversorgung** und zur **Sicherung der Stromübertragung** genutzt werden.
- Die **Flexibilisierung** der Biogasanlagen ist für das Gesamtsystem **günstiger** als die Grundlastbetriebsweise.
- Der **Biogaspark** sollte in Summe eine **Bedarfsberücksichtigung Tag/Woche** und **4000 VLH /Jahr** umsetzen, um die größte Gesamtkostenreduktion zu erreichen.

VISION (IST NOCH ZEIT?)

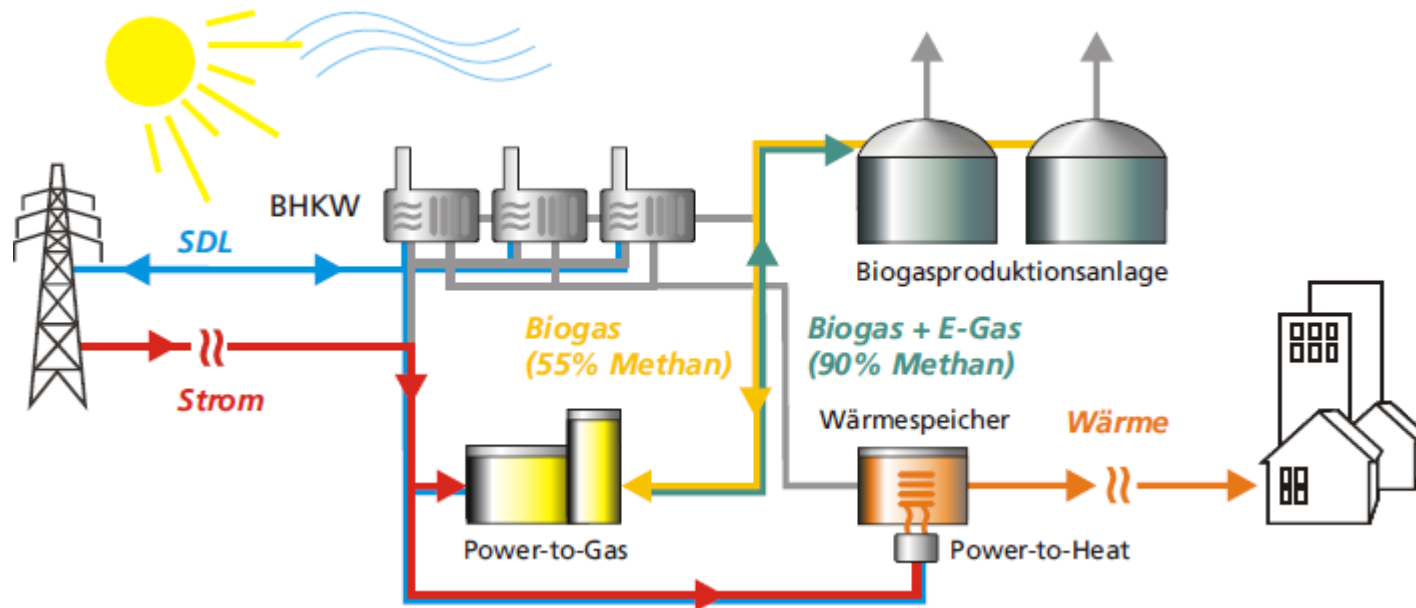
Kombination mit PtH (Power to Heat), nützen von überschüssige z.B. PV-Strommengen, aber was wenn der Wärmespeicher voll ist?



# Zukunft: Die Biogasanlagen werden zur EE-Gasproduktionsanlage durch Kopplung mit *Power to Gas*!

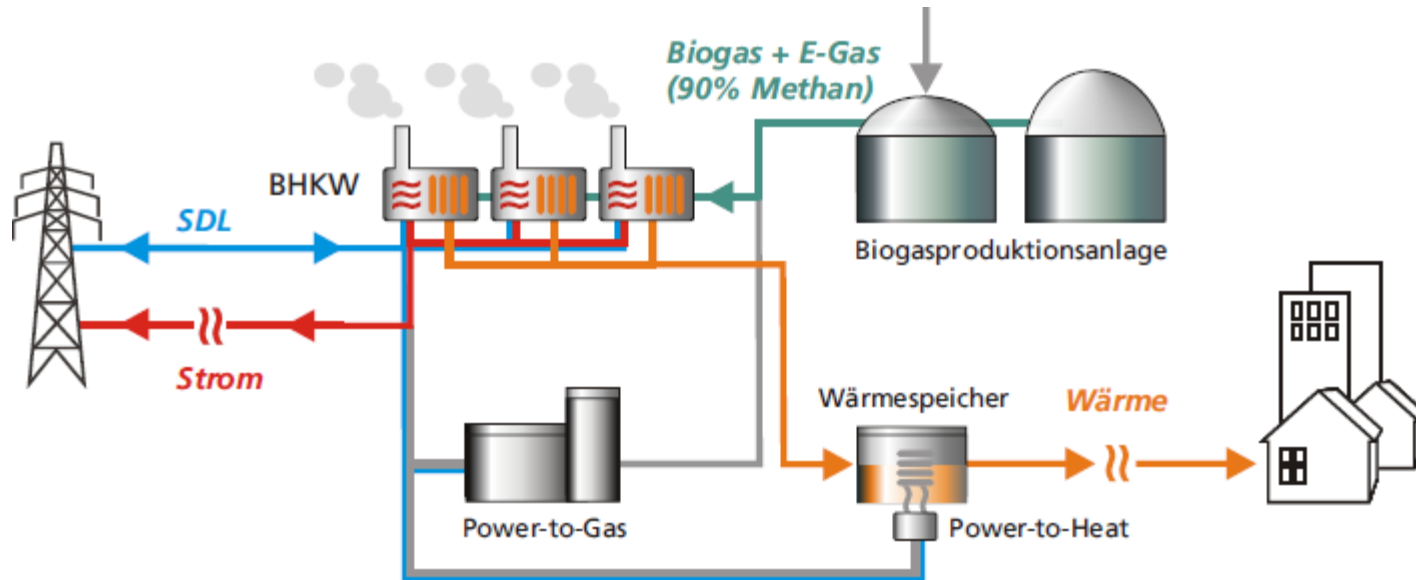


# Zukunft: Die Biogasanlagen werden zur EE-Gasproduktionsanlage durch Kopplung mit *Power to Gas*!



Aus EE-Gas (aus Biomasse und überschüssigen fEE) wird wieder **Strom** und **Wärme**, wenn kein Wind weht und keine Sonne scheint!

Fraunhofer IWES forscht an diesen Themen und sucht nach weiteren Partner die sich für diese und weitere Zukunftsvisionen begeistern! Sprechen Sie uns an!





*Einige der Aspekte wurden im Rahmen von Untersuchungen über das vom BMWi im Rahmen der Querschnittsforschungsförderung unterstützten Projekt OptiKoBi<sup>2</sup> (FKZ 0325326 ) vorgenommen! Vielen Dank für die Förderung!*



*Ebenso werden einzelne Teilaspekte mit Unternehmen gemeinsam mittels angewandter Forschung in den betriebswirtschaftlichen Alltag gebracht. Auch hier vielen Dank für das Vertrauen.*

**Vielen Dank für Ihre geschätzte Aufmerksamkeit!  
Ich freue mich auf Ihre Fragen und die Diskussion.**

## Kontakt:



**Dipl. Ing. (FH) Uwe Holzhammer**

uwe.holzhammer@iwes.fraunhofer.de

0561-7294 439

Gruppenleiter: Bedarfsorientierte Energiebereitstellung

Abteilung: Bioenergie-Systemtechnik

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES

Königstor 59, 34119 Kassel