Technische Hochschule Ingolstadt

Institut für neue Energie-Systeme

# *Einfluss der Bereitstellung von Blindleistung und Regelleistung auf die Flexibilität*

*Berlin, 22.09.2017, Strommarktgruppe*
*zu Gast bei Nera – Economic Consulting, Berlin*

Prof. Dr.-Ing. Uwe Holzhammer
Norman Gerhardt (IWES), Dr. Matthias Philipp

Berlin, am 22.09.2017

# *Bereiche des Instituts für neue Energie-Systeme*

Institut für neue Energie-Systeme

## Institut für neue Energie-Systeme

### Bio

**Bioenergie-technik**

Flexibilisierung der Energie-produktion

Biogas-Anlagentechnik

BioErdgastechnik

### Systeme

**Energie-system-technik**

Flexibilisierung des Energie-systems

Smart Markets

Energie -und Systemeffizienz

### Solar

**Solar-energie-technik**

Solare Wärme & Kälte

Gebäudeenergie

Nahwärme

Photovoltaik-Anwendungen

### Geo

**Geo-energie**

Geothermie

Wärme- und Kältespeicherung im Untergrund

System-integration

### Netzwerk

**Netzwerk & Internationale Projekte**

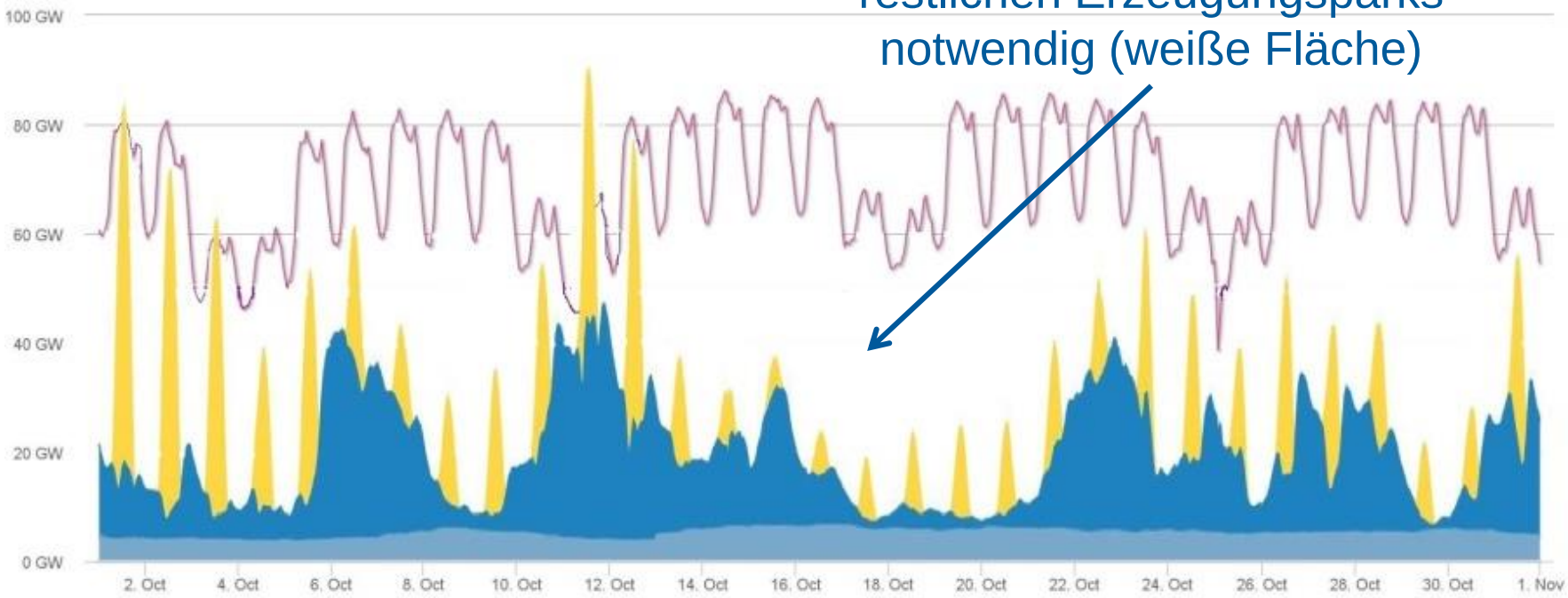
Regionale Technologienetzwerke
Internationale Forschungskooperationen
Technologietransfer

# *Residuallastdeckung erfordert flexible Strombereitstellung*

*(schematische Darstellung)*

Institut für neue Energie-Systeme

Hohe Flexibilität des restlichen Erzeugungsparks notwendig (weiße Fläche)



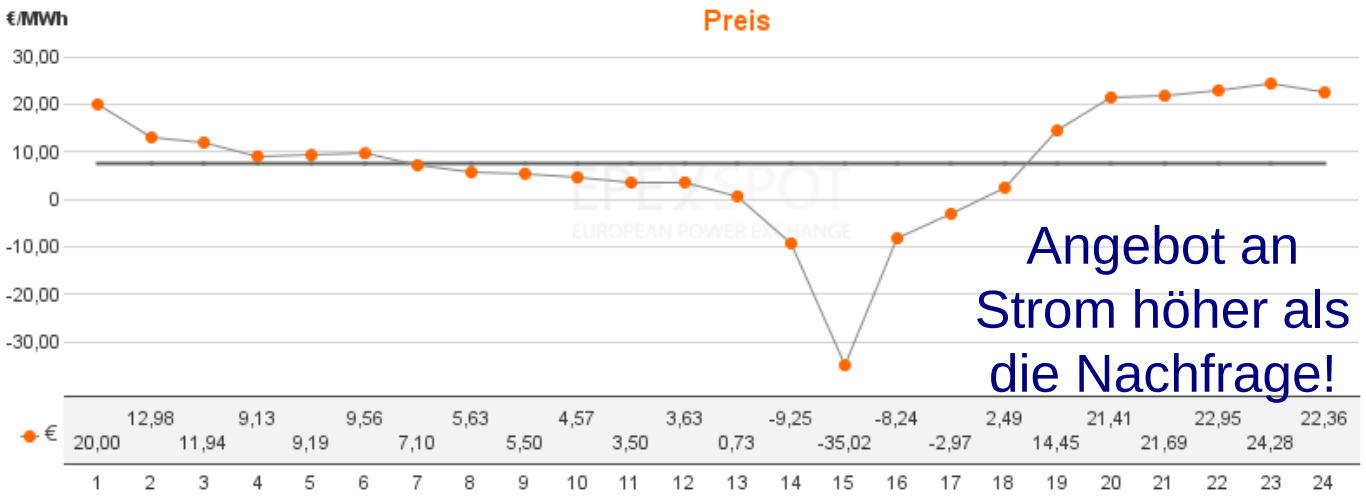

Gelb: Strom aus Sonne; Blau: Strom aus Wind;
Hellblau: Strom aus Wasser; Rote Linie: Last;
⇨ weiße Fläche zwischen Last und EE-Erzeugung: residualer Strombedarf

Bildquellen: Agorameter, Abruf Nov. 2015, verändert durch Holzhammer

# *Angebot und Nachfrage – System ausreichend flexibel?*

Institut für neue Energie-Systeme

Aktuell verhalten sich die **Erzeugungs-kapazitäten** aus **Sicht der Residuallast-versorgung nicht optimal**, so dass es zu sehr niedrigen oder **negativen Preisen** an der Strombörse kommt, obwohl das fluktuierende EE-Angebot (noch) nicht 100 % Lastdeckung übernommen hat.




Angebot an Strom höher als die Nachfrage!

Quelle: EPEXSpot SE, Preise Day Ahead Auktion, Beispieltag 15.05.2016

Wo sind die Stellschrauben um dies zu optimieren? Können steuerbare erneuerbare Erzeugungsanlagen (Biomasseanlagen) dabei eine Rolle spielen?

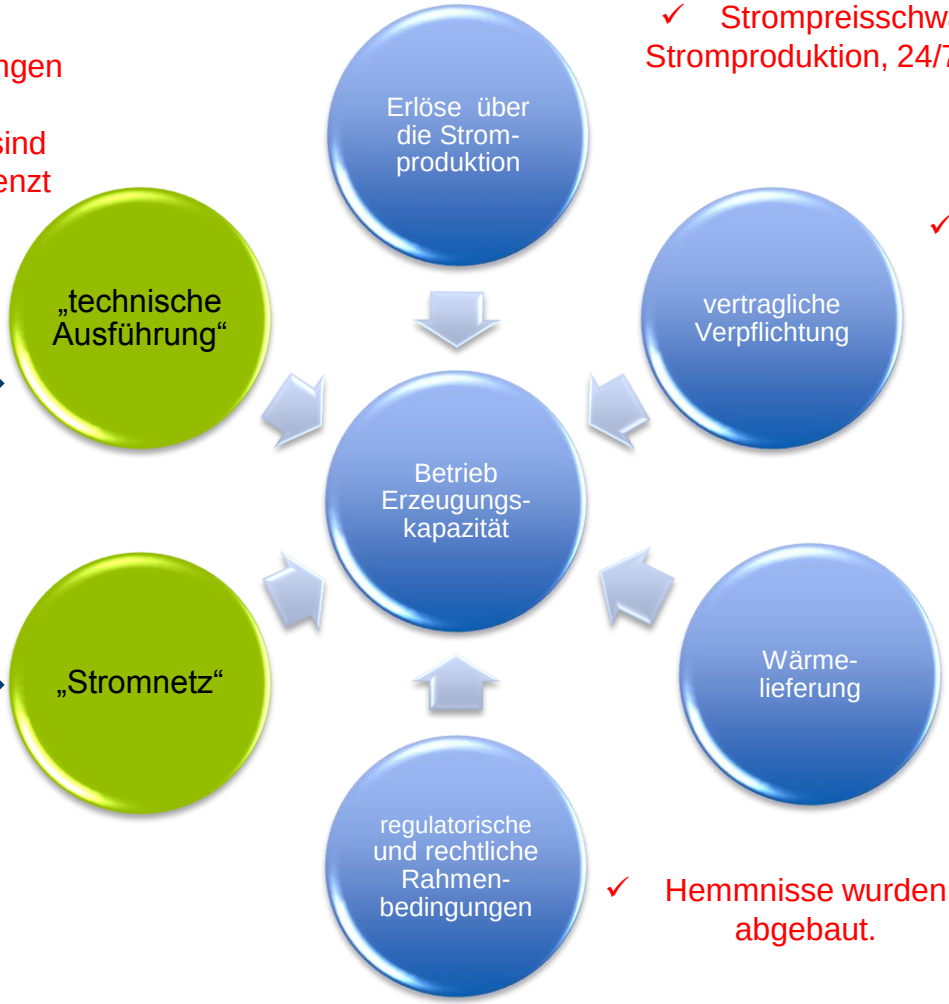
# *Nachfolgend gehen wir für das Jahr **2025** davon aus:*

Institut für neue Energie-Systeme

✓ Technische Anpassungen sind vielfach vorgenommen; sie sind jedoch nicht unbegrenzt machbar!

Fahrplanabweichung bleiben erhalten:
→ Einfluss Regelleistung

Netzseitige Restriktionen bleiben erhalten:
→ Einfluss Blindleistung




✓ Strompreisschwankungen beeinflussen Stromproduktion, 24/7 Stromhandel ist eingeführt.

✓ Langfristige vertragliche Verpflichtungen sind angepasst.

✓ Wärmelieferkonzepte wurde auf schwankende Erzeugung angepasst.

✓ Hemmnisse wurden abgebaut.

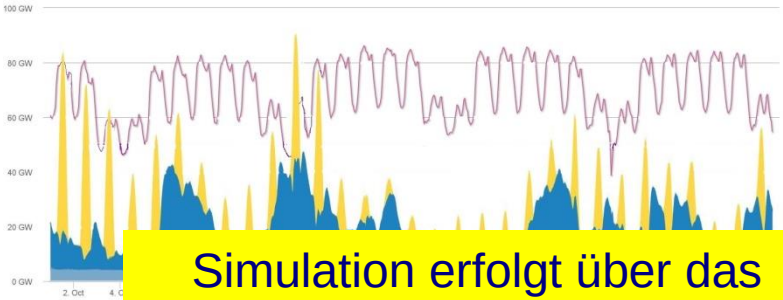
# *Die Residuallastdeckung wird durch die Gewährleistung der netzseitigen Systemstabilität durch die SDL beeinflusst!*

Institut für neue Energie-Systeme

- Residuallastversorgung
  - flexible Strombereitstellung

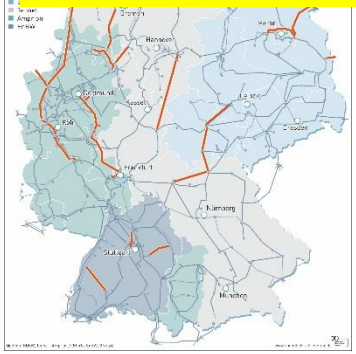
Gibt es hier eine Kollision, die zu lastabweichenden Verhalten führt? Kann die SDL-Bereitstellung durch den BiomassePark Abhilfe schaffen?

1)




Simulation erfolgt über das IWES-Simulationsmodell SCOPE zur Kraftwerkseinsatzoptimierung (Deutschland und Europa)

2)



- Gewährleistung Systemstabilität
  - Bereitstellung von

Systemdienstleistungen (SDL)

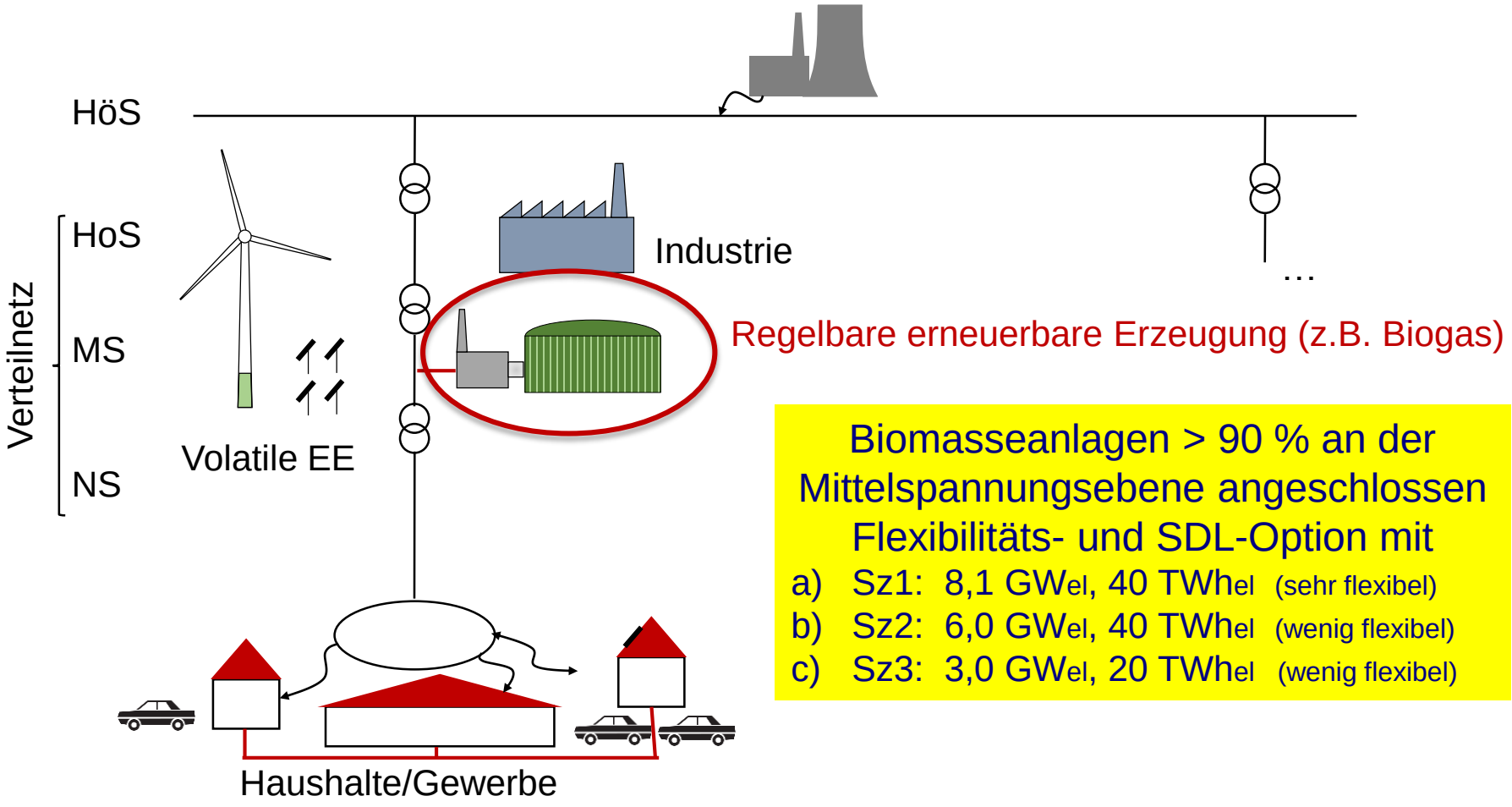
Bildquellen: 1) Agorameter, Abruf Nov. 2015, verändert durch Holzhammer, 2) Agentur für Erneuerbare Energien, Abruf Nov. 2015

# *Bioenergieanlagen als erneuerbare Flexibilitätsoption im Versorgungssystem auf Verteilnetzebene*

Institut für neue Energie-Systeme

*Flexible Erzeugungsanlagen auf Basis von Biomasse, als Erzeugungskapazität zur*

- → Residuallastversorgung
- → Systemdienstleistungsquelle (RL, BL (→ untersucht), Schwarzstartfähigkeit, dyn. Spannungshaltung)



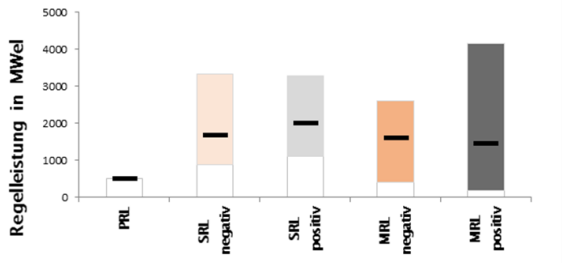

Biomasseanlagen > 90 % an der Mittelspannungsebene angeschlossen
Flexibilitäts- und SDL-Option mit

a) Sz1: 8,1 $GW_{el}$, 40 $TWh_{el}$ (sehr flexibel)
b) Sz2: 6,0 $GW_{el}$, 40 $TWh_{el}$ (wenig flexibel)
c) Sz3: 3,0 $GW_{el}$, 20 $TWh_{el}$ (wenig flexibel)

# Festlegung des Systemdienstleistungsbedarfs für 2025

*Fokus auf* *a) Regelleistungsbedarf*

*b) Blindleistungsbedarf*




**Varianten V1 bis V3:**
BL Anteil der durch konv. und Biomasse-Erzeugungskapazitäten gedeckt werden muss

| V1 | V2 | V3 |
|---|---|---|
| Hoher Blindleistungsanteil | Mittlerer Blindleistungsanteil | Niedriger Blindleistungsanteil |

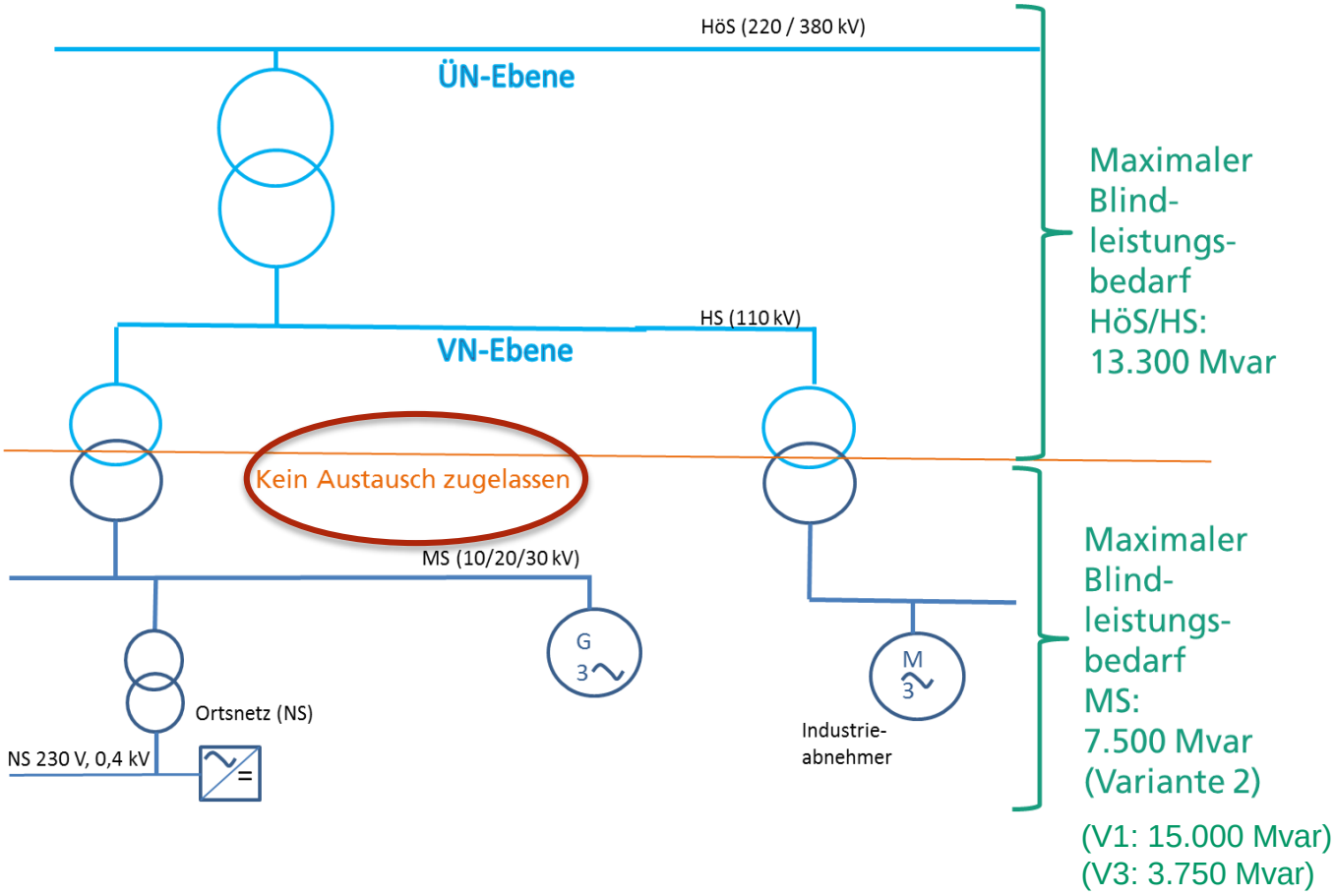
Einfluss der benötigten Blindleistung wird deutlich

Regelleistungsbedarf
(RL-Bedarf)

hoher (V1) / mittlerer (V2) / niedriger (V3) Blindleistungsbedarf (auf MS-Ebene)
(BL-Bedarf)

Systemdienstleistungsbedarf
(SDL-Bedarf)

# *Blindleistungsbedarf: Aufteilung zwischen*
## *a) HöS/HS*
## *b) MS*




(V1: 15.000 Mvar)
(V3: 3.750 Mvar)

# *Untersuchung: In wie weit kann die SDL-Bereitstellung durch den BiomassePark Restriktionen des restlichen Erzeugungsparks reduzieren?*

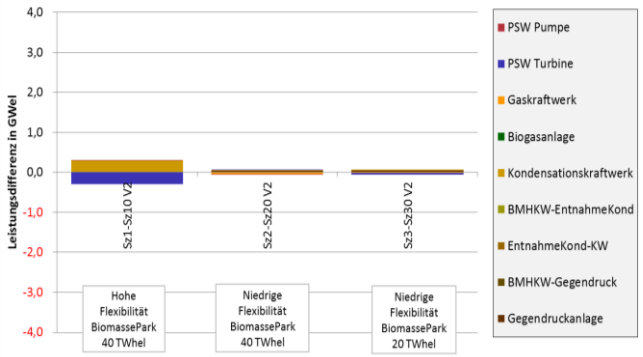
Institut für neue Energie-Systeme

Unter-
suchungs-
gegenstand

**Direkte Wirkung**:
- Stabilisierung der Netzfrequenz
- Regulierung der Spannungshöhe
- Stabilisierung im Fehlerfall

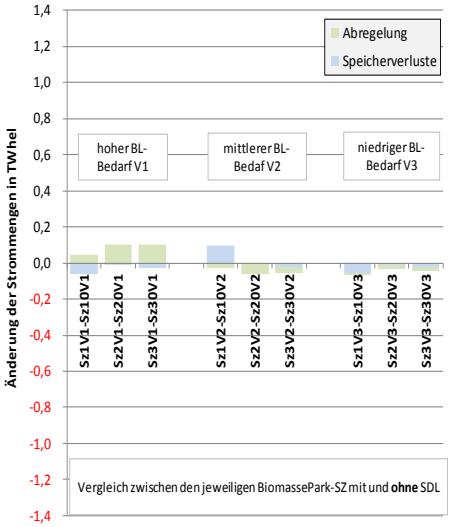
**Indirekte Wirkung**:
- Reduzierung MRU „mehr Platz für EE“ (weniger Abregelung, weniger Speicherverluste)
- Reduktion des konv. Leistungsbedarf
- Vermeidung von alternativer SDL-Technik

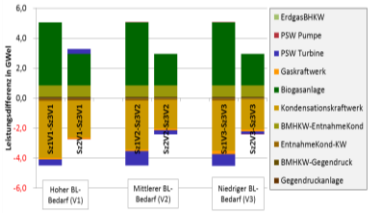
Bereitstellung von SDL und Flexibilität durch den BiomassePark

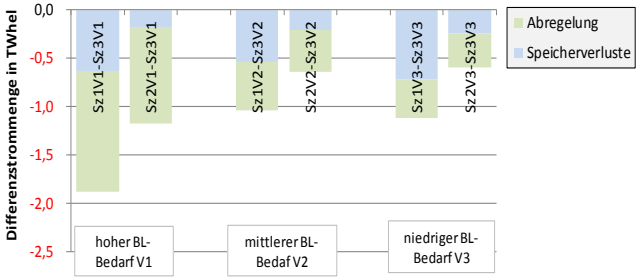



Institut für neue Energie-Systeme

# Simulation, Auswertung, Analysen



# *Zwischenfazit 1: Indirekte Wirkung*

Institut für neue Energie-Systeme

- Der **indirekte Einfluss** der Bereitstellung der SDL durch den BiomassePark auf die kostenoptimale Residuallastversorgung **ist gering!**
  - Geringe Änderung der notwendigen konv. Kraftwerkskapazitäten zur Absicherung der Last
  - Geringe Änderung der nicht nutzbaren Strommengen (Abregelung, Speicherverluste)

- Der **Einfluss der Flexibilität** des BiomasseParks auf die Residuallastversorgung ist **größer** als der Einfluss, den die SDL-Bereitstellung (RL und BL) auf die Struktur der Residuallastversorgung hat!
  - Reduzierung der notwendigen konv. Kraftwerkskapazitäten zur Absicherung der Last
  - Absenkung der nicht nutzbaren Strommengen (Abregelung, Speicherverluste)

# *Untersuchung: In wie weit kann die SDL-Bereitstellung durch Biomassen einen Beitrag zur Deckung des Bedarfs liefern?*

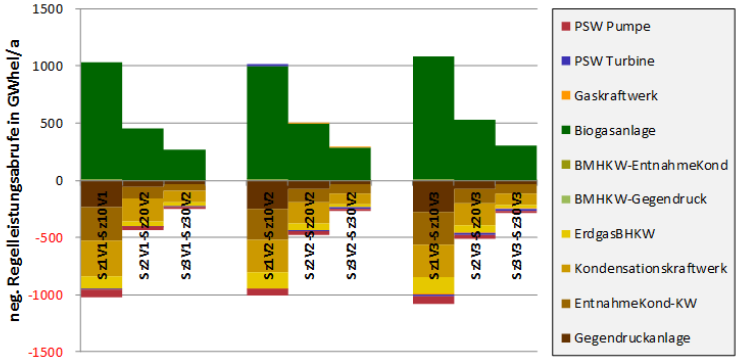
Institut für neue Energie-Systeme

Untersuchungs-gegenstand

**Direkte Wirkung**:
- Stabilisierung der Netzfrequenz
- Regulierung der Spannungshöhe
- Stabilisierung im Fehlerfall

**Indirekte Wirkung**:
- Reduzierung MRU „mehr Platz für EE“ (weniger Abregelung, weniger Speicherverluste)
- Reduktion des konv. Leistungsbedarf
- Vermeidung von alternativer SDL-Technik

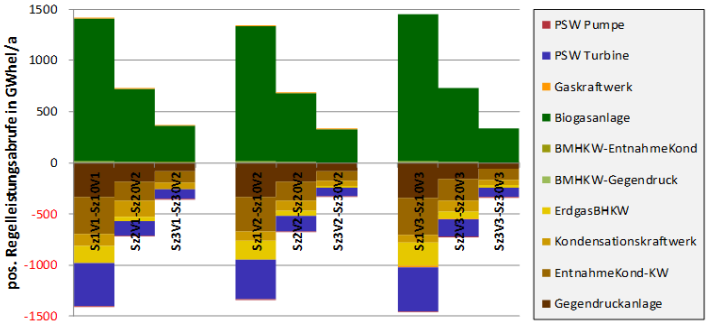
Bereitstellung von SDL und Flexibilität durch den BiomassePark




Institut für neue Energie-Systeme

# Simulation, Auswertung, Analysen

| BiomassePark | | SZ 1 | SZ 2 | SZ 3 | |
|---|---|---|---|---|---|
| Blindleistungspotential BiomassePark (max) | | 2.668 | 1.987 | 994 | Mvar |
| Residualer Blindleistungsbedarf | v1 | 12.778 | 12.759 | 12.740 | Mvar |
| Residualer Blindleistungsbedarf | v2 | 5.467 | 5.448 | 5.429 | Mvar |
| Residualer Blindleistungsbedarf | v3 | 1.885 | 1.885 | 1.875 | Mvar |
| | | | | | |
| Maximal eingebrachte BL-Leistung des BiomasseParks | v1 | 2.663 | 1.988 | 990 | Mvar |
| Maximal eingebrachte BL-Leistung des BiomasseParks | v2 | 2.663 | 1.985 | 992 | Mvar |
| Maximal eingebrachte BL-Leistung des BiomasseParks | v3 | 1.885 | 1.885 | 991 | Mvar |
| | | | | | |
| maximal theoretisch mögliche Kompensation des | v1 | 21% | 16% | 8% | |
| Blindleistungsgesamtbedarfs durch den BiomassePark | v2 | 49% | 36% | 18% | |
| (bezogen auf die Blindleistung)* | v3 | 100% | 100% | 53% | |



# *Zwischenfazit 2:*

Institut für neue Energie-Systeme

- Die Regelleistungsbereitstellung durch den BiomassePark erfolgt in **relevanten Umfang**, insbesondere der **positive Regelleistungsbedarf** wird durch den BiomassePark mit gedeckt
- Blindarbeit wird **umfangreich** durch den BiomassePark geliefert, das **Blindleistungspotential** liegt z.B. beim mittleren Szenario (V2) bei einen Drittel des Bedarfs. Auch wenn durch die räumlichen Restriktionen und der Stromnetztopologie davon vielleicht nur die Hälfte wirken kann, kann der Beitrag als relevant für einen effizienten Netzbetrieb eingestuft werden.

# 4. Zusammenfassung

# *Zusammenfassung der Ergebnisse*

Institut für neue Energie-Systeme

- Der Abbau von **flexibilitätshemmenden Rahmenbedingungen** hat **großen Einfluss** auf eine optimale Residuallastversorgung. Durch konsequenten Abbau der Restriktionen kann die Flexibilität des Gesamtsystems relevant gesteigert werden.
- Die **Blindleistungsbereitstellung** und **Regelleistungslieferung** durch den Biomassepark beeinflusst die Gesamtflexibilität der nicht fluktuierenden Erzeugungsstruktur **nur in geringem Umfang** (indirekte Wirkung gering).
- Der **Blindleistungsbedarf aus den vorgelagerten Netzebenen oder mittels alternativer Technik** kann durch die Bereitstellung von BL mittels des BiomasseParks **relevant reduziert** werden (direkte Wirkung hoch).
- Die **RL-Bereitstellung** durch den BiomassePark stellt ein zusätzliches Angebot dar und steigert den Wettbewerb, ist aber für die Deckung nicht zwingend erforderlich.
- Die **Flexibilisierung der Erzeugungskapazität des BiomasseParks** hat in Abhängigkeit der installierten Leistung **großen Einfluss** auf die konventionelle Residuallastversorgung und reduziert den Bedarf an gesicherter Leistung mittels konv. Kraftwerke.

Gefördert durch

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

Aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages

Institut für neue Energie-Systeme

*Die Untersuchungen zu den Beiträge der Systemtransformation durch die Erbringung von Systemdienstleistungen von biogen betriebenen Erzeugungsanlagen erfolgten im Rahmen des Projektes Symbiose, das durch das BMWi im Rahmen der Querschnittsförderung unterstützt wurde - Vielen Dank dafür!*

# Vielen Dank für Ihre geschätzte Aufmerksamkeit!


**Prof. Dr.-Ing. Uwe Holzhammer**

*Forschungsprofessur Energiesystemtechnik*

*InES – Institut für neue Energie-Systeme*

Esplanade 10, D-85049 Ingolstadt

Tel +49 (0)841 / 9348-5025 (Büro)

uwe.holzhammer@thi.de


Unter Mitarbeit weiterer Kolleginnen und Kollegen:
Eva Hauser, Hermann Guss, Alexander Zipp (IZES),
Norman Gerhardt, Uwe Hofstede, Manuel Stelzer, Rainer Schwinn (Fraunhofer IWES)

*Link zur Studie:*

- Abschlussbericht http://fhgonline.fhg.de/bibliotheken/iwes/holzhammer/2017_03_22_Bericht_Symbiose_IWES_IZES_final.pdf