VDI Wissensforum

.Optimierung flexibler Biogasanlagen am Spot- und Regelleistungsmarkt

von

Patrick Hochloff, Fraunhofer IWES

VDI Wissensforum

.Inhalt

- Flexibel am Spotmarkt: Marktprämie vs. Flexibilitätsprämie
- Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

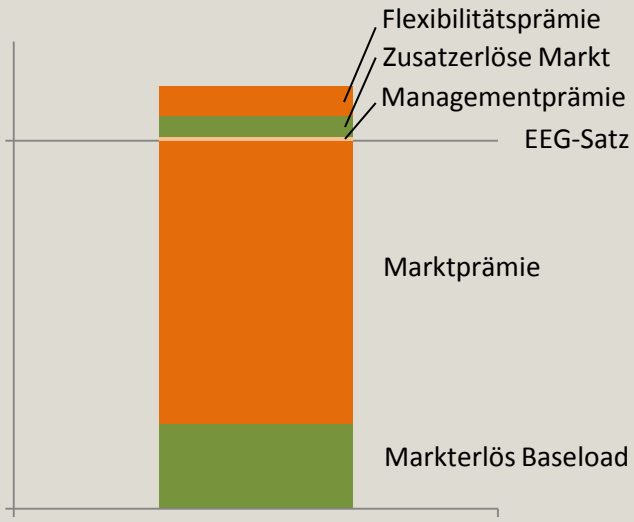
.Flexibel am Spotmarkt: Marktprämie vs. Flexibilitätsprämie

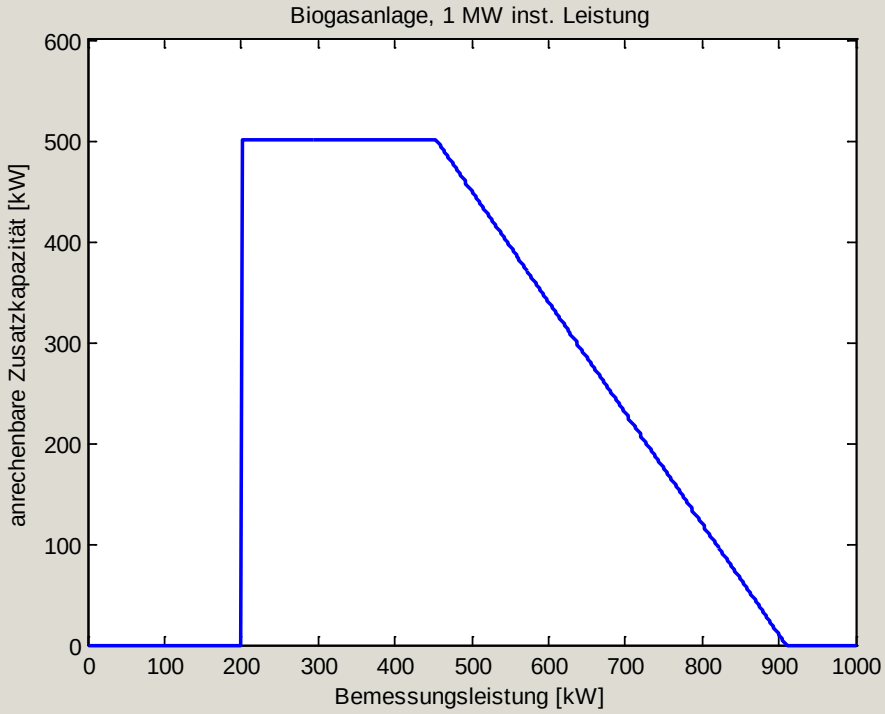
- EEG 2014: Flexibilisierung durch Reduktion der Biogasproduktion
- Wann lohnt sich die Absenkung der Last?

Haase Energietechnik AG

.Flexibel am Spotmarkt: Marktprämie vs. Flexibilitätsprämie

- Marktprämie belohnt Stromerzeugung
- Flexibilitätsprämie belohnt freie Kapazität





.Flexibel am Spotmarkt: Marktprämie vs. Flexibilitätsprämie

- Optimierungsproblem

Randbedingungen

Anlage:

- Kinetik der Biogasproduktion und Brennstoffkosten
- Zwischenspeicher für Biogas mit Verlusten
- BHKW mit Wirkungsgradverlusten in Teillast und Anfahrkosten

Kennzahlen:

- Energieerzeugung bis Schwellwerte
- anrechenbare Zusatzkapazität in Abhängigkeit der Bemessungsleistung

Zielfunktion

Max(Erlöse - Kosten)

Erlöse:

- Spotmarktpreis für Erzeugung
- Prämie für Erzeugung bis Schwellwert
- FlexPrämie für Zusatzkapazität

Kosten:

- Brennstoff-verbrauch zu Brennstoff-kosten
- Anfahrkosten pro BHKW-Start

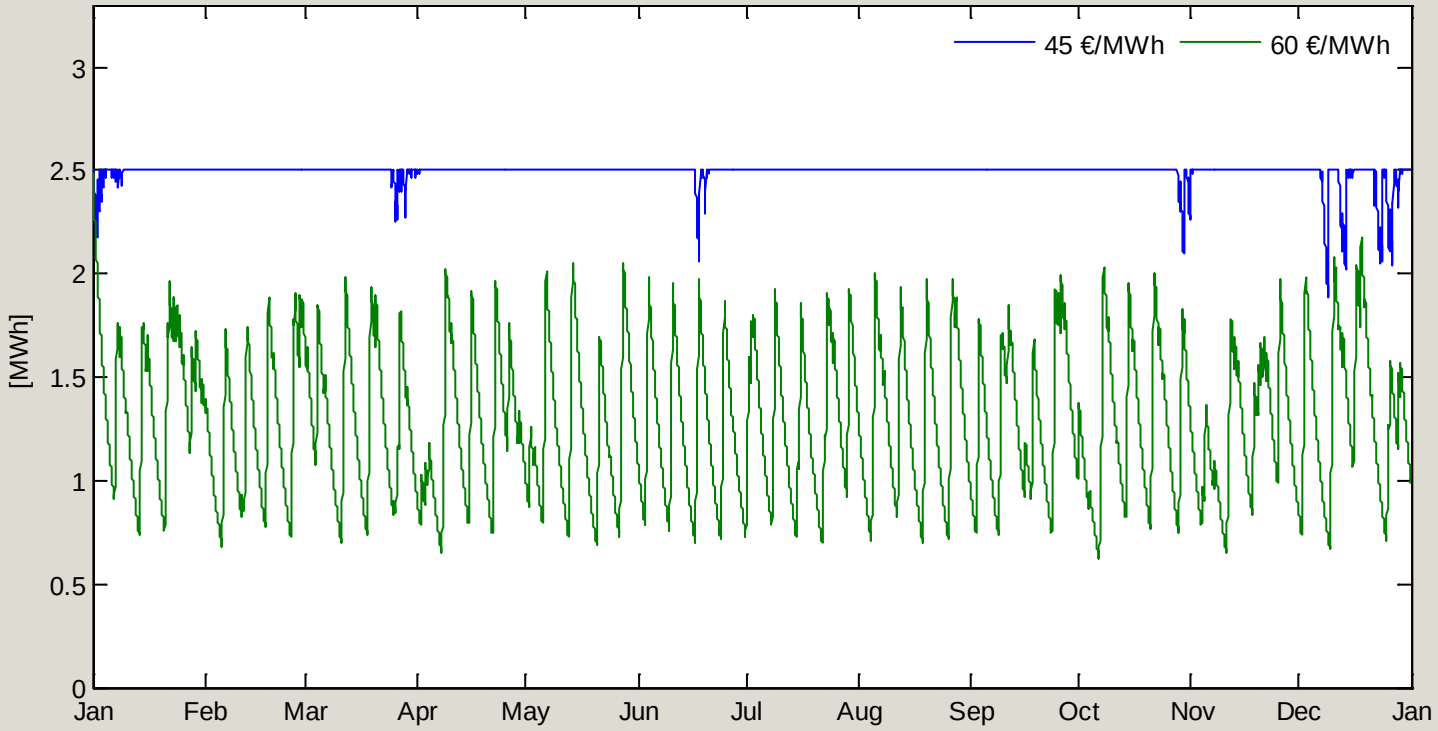
VDI Wissensforum

.Flexibel am Spotmarkt: Marktprämie vs. Flexibilitätsprämie

- Simulation für 1 Jahr in stündlicher Auflösung
- Beispiel mit einer 500 kW und einer 1000 kW-Anlage
- Dynamische Fütterung und 15 MWh-Biogasspeicher
- Variation der Brennstoffkosten
- Strompreise aus 2013

.Flexibel am Spotmarkt: Marktprämie vs. Flexibilitätsprämie

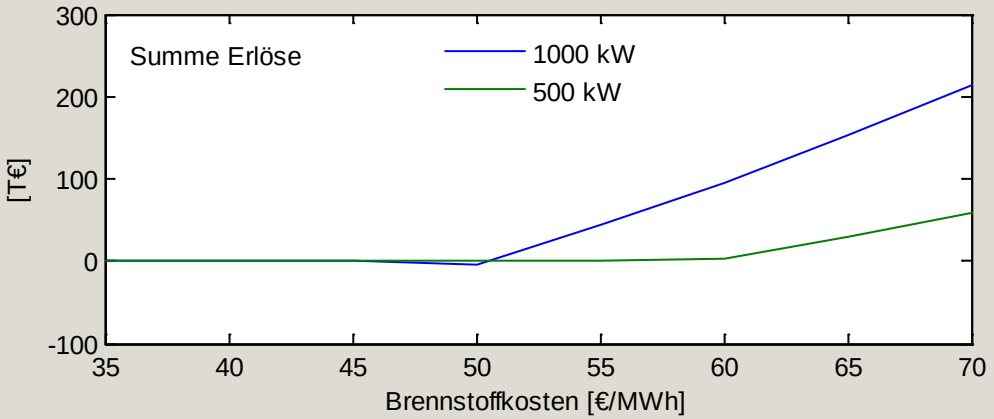
- Fahrplan der Biogasproduktion der 1000 kW-Anlage bei Brennstoffkosten von 45 €/MWh und 60 €/MWh

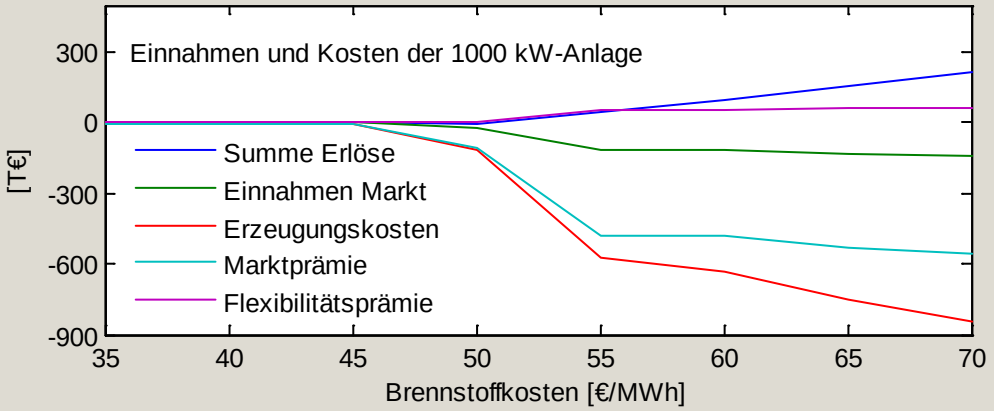


.Flexibel am Spotmarkt: Marktprämie vs. Flexibilitätsprämie

Darstellung Ergebnis:

1. Erhöhung der gesamten Einnahmen
2. Änderung der Einnahmen/Kosten
   - .durch flexiblen Betrieb
   - .als Funktion der Brennstoffkosten





VDI Wissensforum

.Flexibel am Spotmarkt: Marktprämie vs. Flexibilitätsprämie

Zusammenfassung der Ergebnisse aus der Spotmarktoptimierung

1. Sporadische Absenkung der Produktion erhöht Ergebnis marginal
2. Flexibler Anlagenbetrieb lohnt sich nur bei hohen Brennstoffkosten
3. Dynamische Biogasproduktion mit Wochen-Zyklen
4. Vorzug für größere Anlagen durch Schwellwerte der Vergütung
5. FlexPrämie senkt Einstiegspreis für flexiblen Anlagenbetrieb
6. Finanzielle Kompensation bei Brennstoffkostenanstieg ist abhängig von der Wirtschaftlichkeit der Anlage

VDI Wissensforum

.Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

.Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

Biogasanlagen:

- Vorhaltung der Leistung (BHKW) und der Energie (verfügbares Biogas)
- Ausreichend freie Speicherkapazität bei Abruf

Biomethan-Anlagen:

- Vorhaltung der Leistung und 100 %-ige Nutzung der Wärme

Wie beeinflusst die Energierestriktion das Angebot für Regelleistung?

.Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

Problem für das Angebot von Regelleistung:

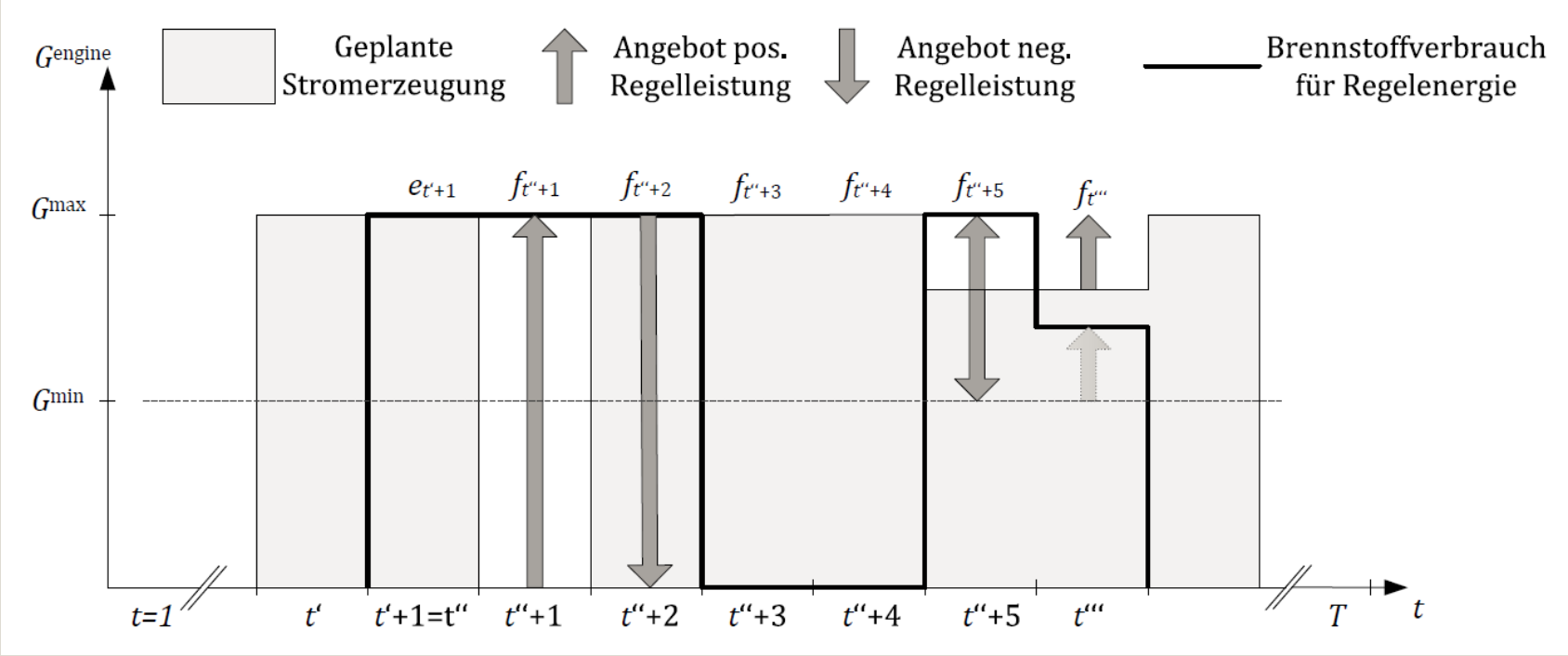
- Exogene Vorgaben (Zeitreihe Biogasproduktion, Wärmeabnahme), nicht anpassbar bei Regelabruf

Freiheitsgrade können modelliert werden:

- Zwischenspeicher Biogas und Wärme
- Intraday-Handel mit ¾-Stunde Vorlauf, aber Regelleistung vorhalten

.Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

- Zusätzliche Restriktionen: z.B. Gasspeicher und Biogasproduktion muss mindestens Brennstoffverbrauch für Regelenergie vorhalten



Nachbearbeitet nach: Hochloff, Braun 2014: Optimizing biogas plants with excess power unit and storage capacitiy in electricity and control reserve markets. Biomass and Bioenergy 65, 2014, pp. 125-135

VDI Wissensforum

.Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

- Optimierungsproblem für Biogasanlage

Randbedingungen Stromproduktion:

- Biogasproduktion konstant
- Zwischenspeicher für Biogas
- BHKW mit Wirkungsgradverlusten in Teillast und Anfahrkosten

Regelleistung:

- Produktbedingungen für Regelleistung
- Leistungsvorhaltung des BHKW
- Energierestriktionen der Anlage

Zielfunktion
Max(Erlöse - Kosten)

Erlöse:

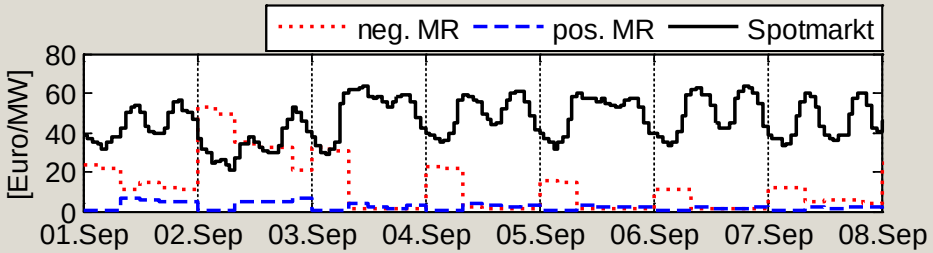
- Spotmarktpreis für Erzeugung
- Erwartete Einnahmen aus Regelleistungs-vorhaltung und -abruf

Kosten:

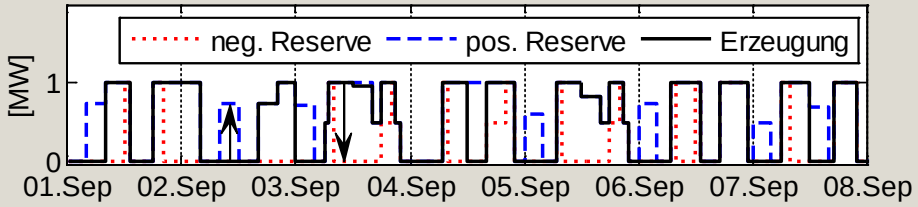
- Brennstoff-verbrauch zu Brennstoff-kosten
- Anfahrkosten pro BHKW-Start

.Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

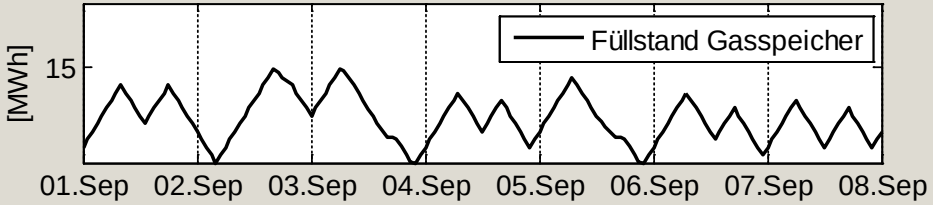
- Bsp. 1 MW-Anlage, 500 kW Biogas, 12 h Speicherkapazität
- Ausschnitt Fahrplan eine Woche: Spotmarkt + Minutenreserve (MR)
- Spotmarkt und MR-Preise:



- Fahrplan Erzeugung und Vorhaltung Regelleistung:

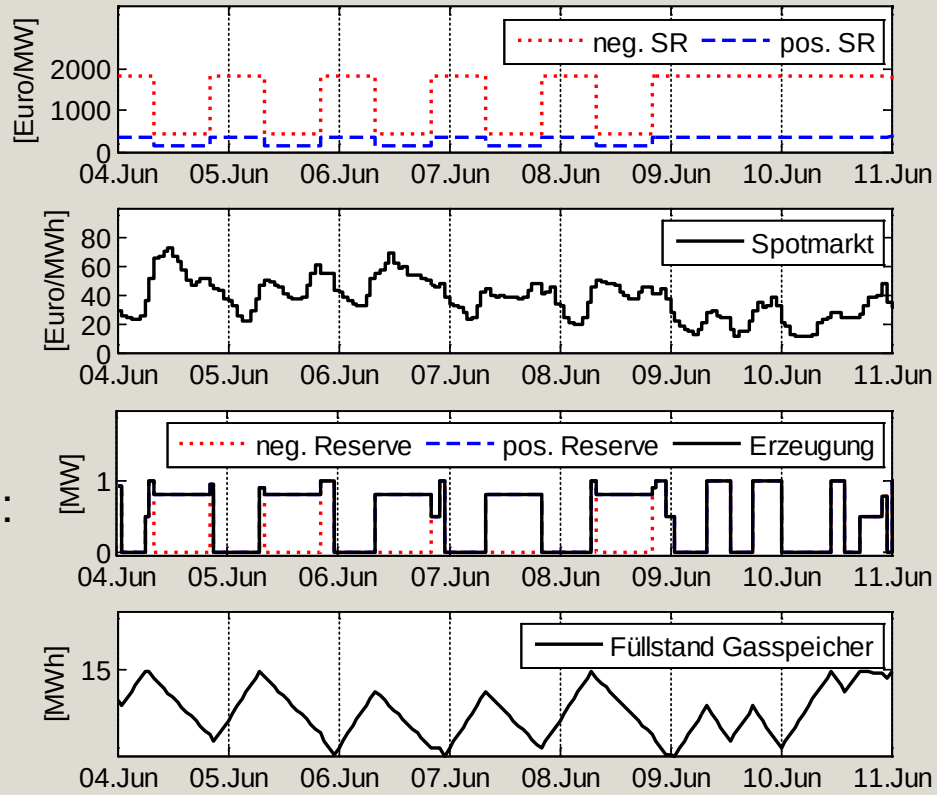


- Gasspeicherfüllstand:



.Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

- Ausschnitt Fahrplan eine Woche: Spotmarkt + Sekundärregelleistung
- Regelleistungspreise:
- Spotmarktpreise:
- Fahrplan Erzeugung und Vorhaltung Regelleistung:
- Gasspeicherfüllstand:



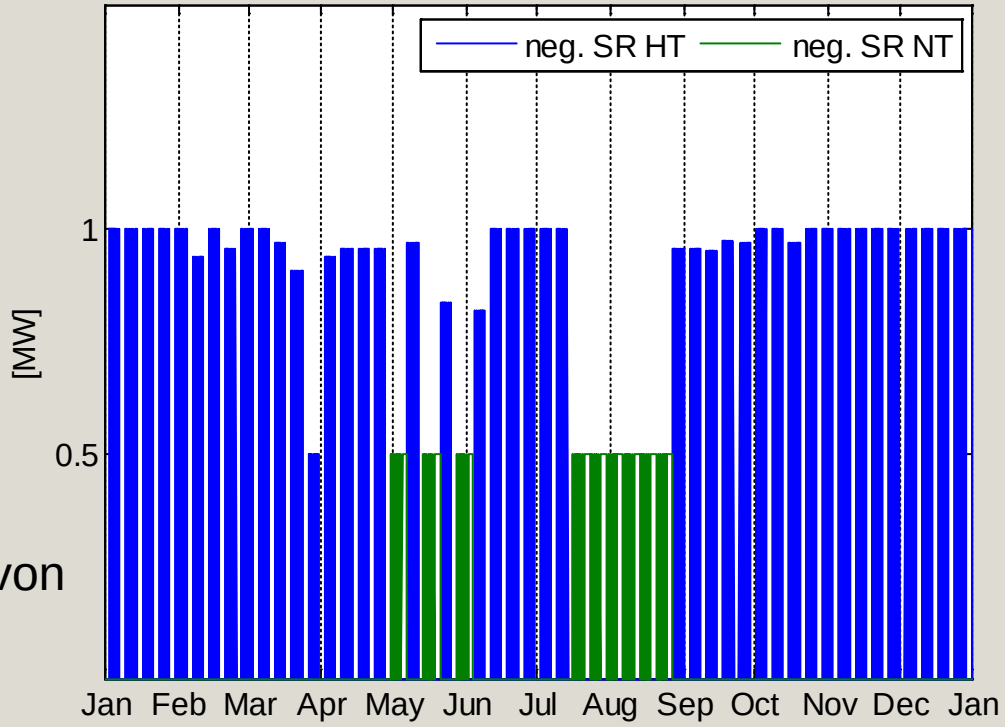
.Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

- Seltene Angebote für positive Sekundärregelleistung
- Angebot negativer Sekundärregelleistung im Jahresverlauf:

Hohe Spotmarktpreise in NT

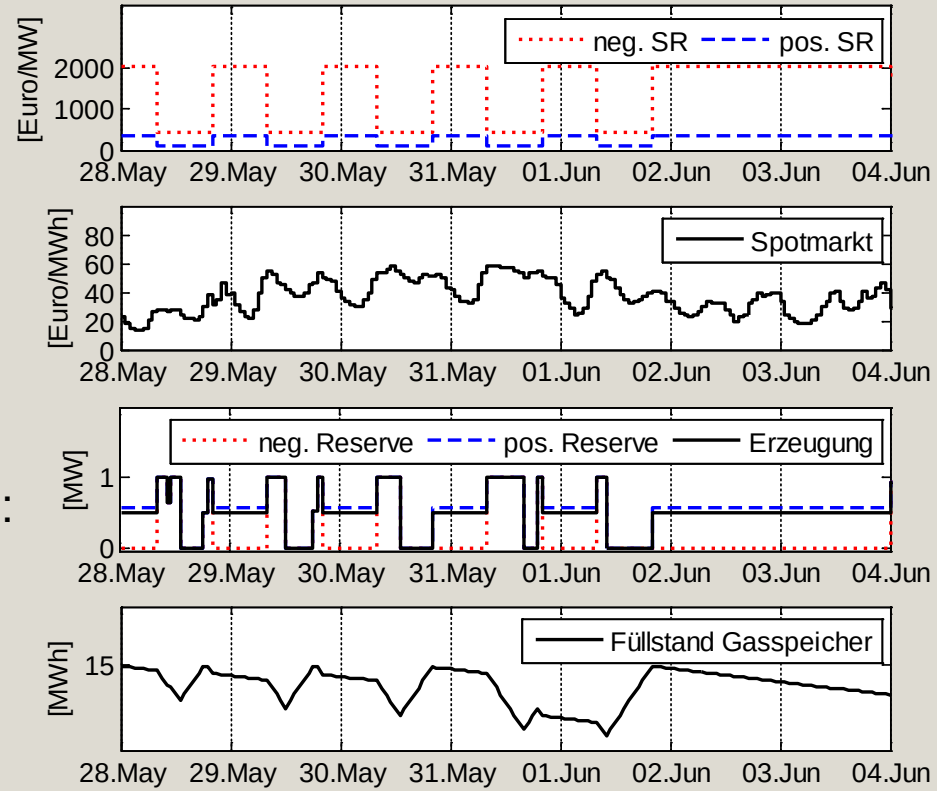
bzw. niedrige Preise in HT

- Reduzierte oder keine RL-Angebote in HT
- Pos./neg. RL-Angebot in NT
- Pos. RL-Angebot abhängig von vorzuhaltender Energie



.Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

- Ausschnitt Fahrplan für neg. Sekundärregelleistung in NT
- Regelleistungspreise:
- Spotmarktpreise:
- Fahrplan Erzeugung und Vorhaltung Regelleistung:
- Gasspeicherfüllstand:



.Regelleistung: Restriktion der Biogasproduktion und Wärmeabnahme

- Einsatzoptimierung:
  - 1 MW BHKW, 12 MWh (* 16 MWh) Speicher, 1,25 MW Biogasproduktion
  - Spotmarkt und Regelleistungspreise aus 2012
  - mittlerer Leistungspreis, keine Netto-Erlöse aus Arbeitspreisen

- Ergebnis: Erhöhung der Zusatzerlöse (= Markteinnahmen - Baseloadmarktwert der Energieerzeugung)

Spotmarkt		Spotmarkt + Minutenreserve	Spotmarkt + Sekundär-regelleistung
38.900 €	100% Abruf vorhalten	44.800 €	59.900 €
-	1,5 h Abruf vorhalten	48.000 €	* 68.000 €
-	10 min Abruf vorhalten	-	66.000 €

VDI Wissensforum

.Vielen Dank

Patrick Hochloff
Fraunhofer IWES
Königstor 59, 34119 Kassel
patrick.hochloff@iwes.fraunhofer.de
0561 7294-214