

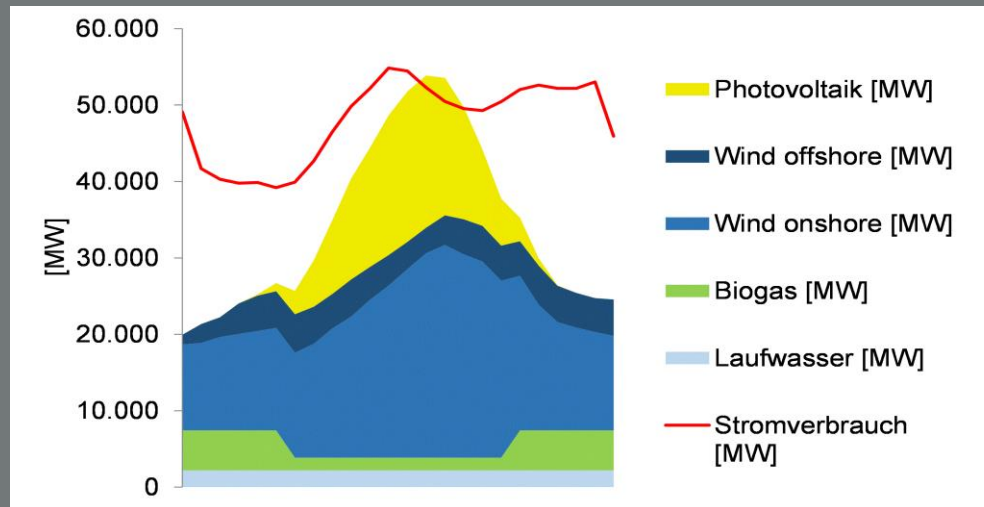
Biogasanlagen als Flexibilitätsoption im zukünftigen Stromsystem

Markus Lauer



Zunehmender Bedarf an Flexibilitätsoptionen

Herausforderungen



Beispielhafter Sommertag

Lösungen
(Auswahl)

1

Demand Side
Management

2

Speicher

3

Steuerbare
Erzeuger

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

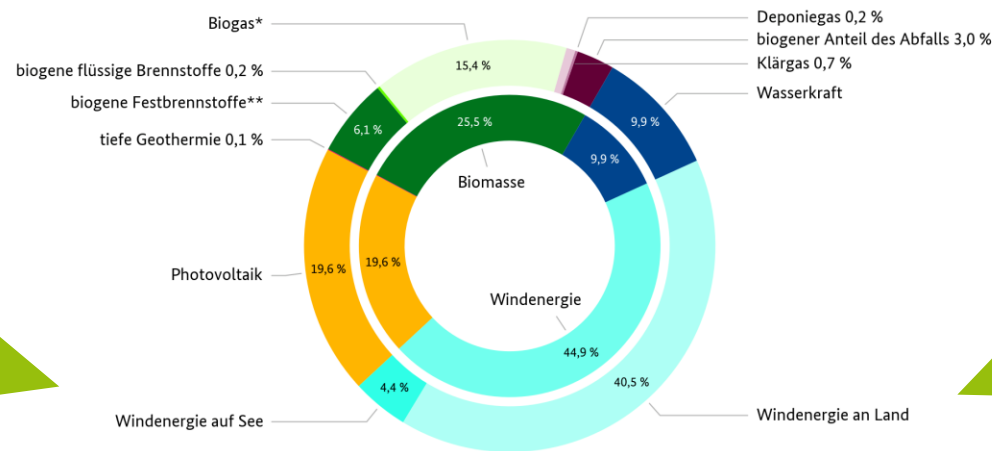


Ca. 60 % der erneuerbaren Stromerzeugung aus **fluktuierenden** Energieträgern



Anteil fluktuierender Stromerzeugung wird zunehmen (EEG 2017)

Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2015
Gesamt: 195,9 Mrd. Kilowattstunden



* inkl. Biomethan, ** inkl. Klärschlamm; BMWi auf Basis Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2016; Angaben vorläufig

Biogas wichtigster Energieträger unter den steuerbaren Erneuerbaren

Weitere Rolle von Biogas?

Abbildung:
<http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Erneuerbare-Energien/erneuerbare-energien-auf-einen-blick.html>

Entwicklung der Bioenergieanlagen

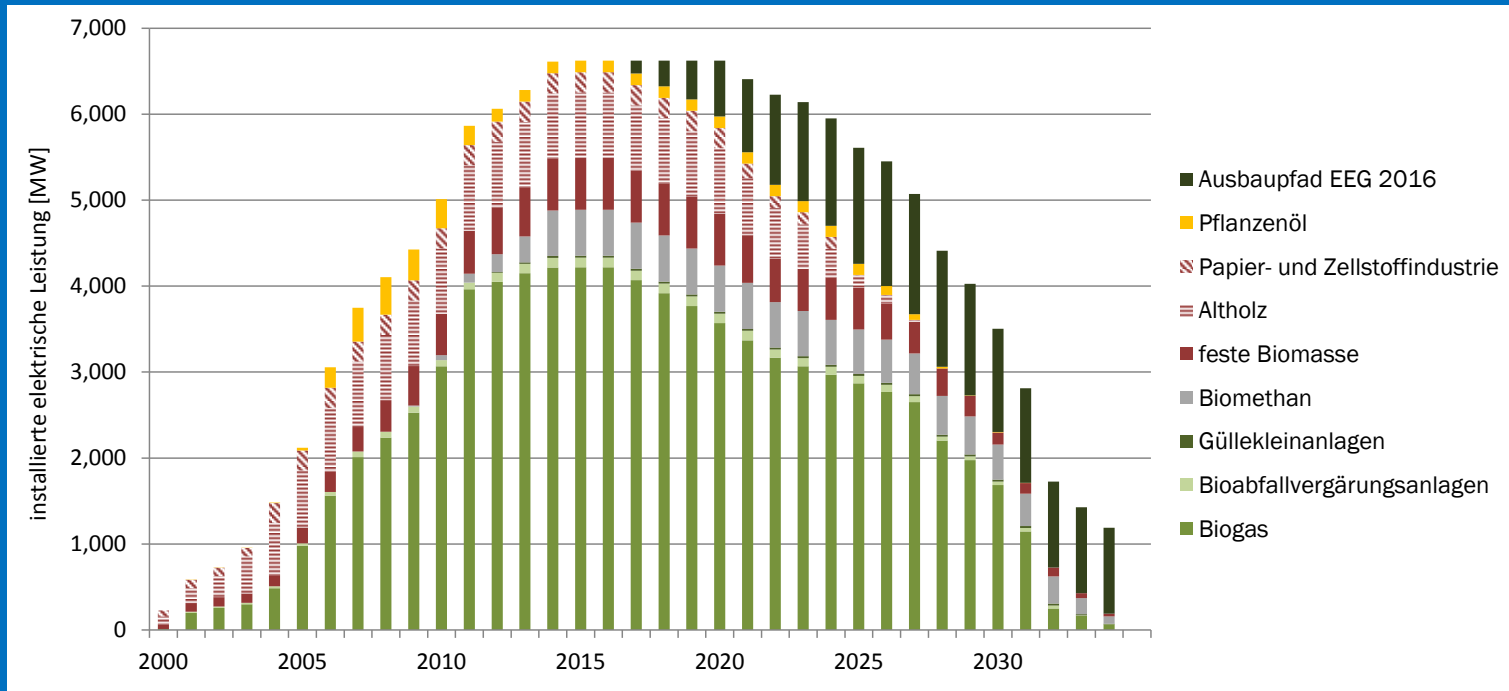


Abb.: M. Scheftelowitz (2016)

Aktueller Ausbaupfad führt zur Reduktion des Bestandes

Paradigmenwechsel bei Biogasanlagen

Anreiz zur Maximierung der Strommenge

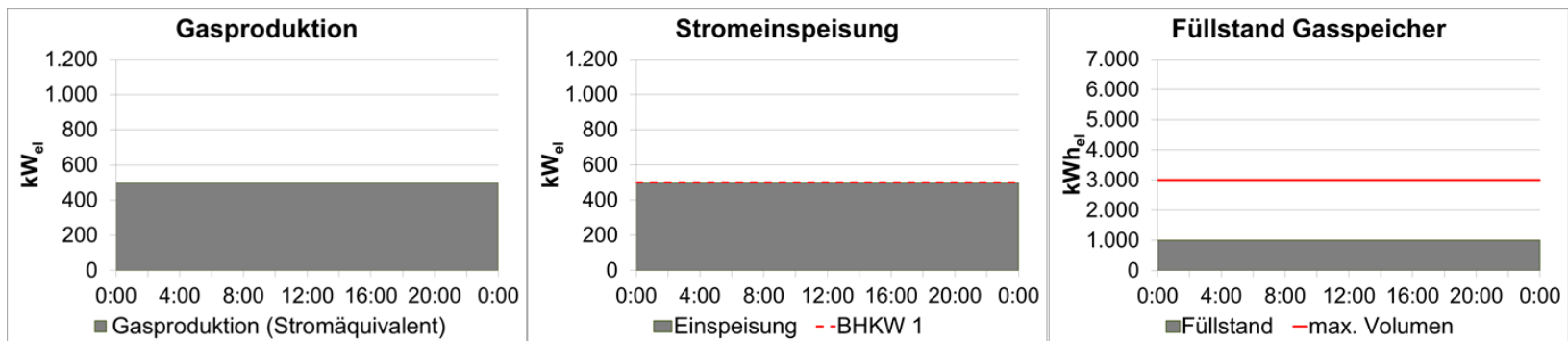
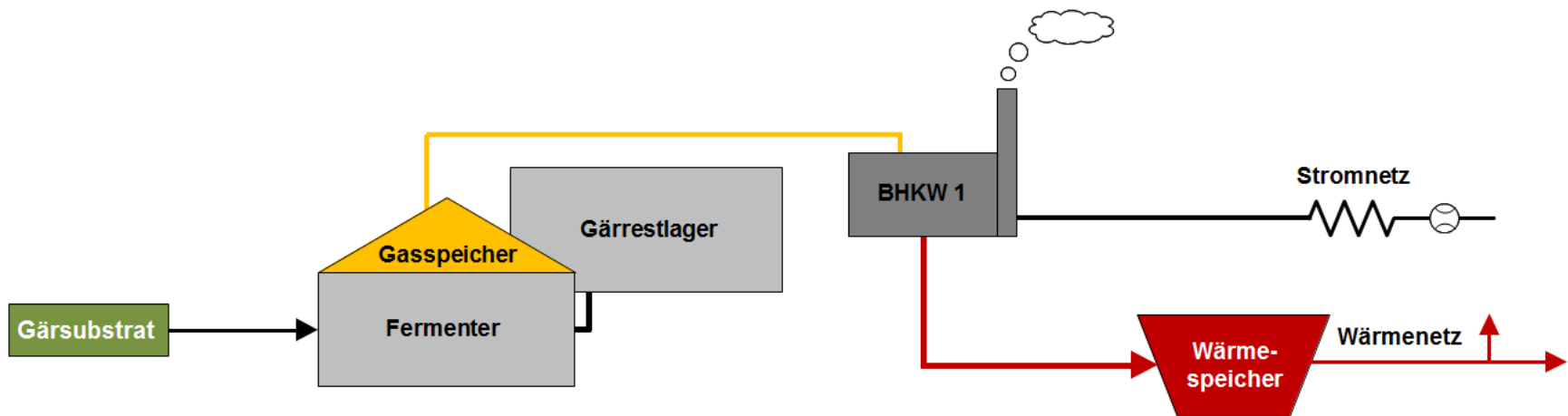


Abb.: verändert nach A. Krautz (2013)

Erhöhte Verstromungsleistung bei konstanter Gasproduktion

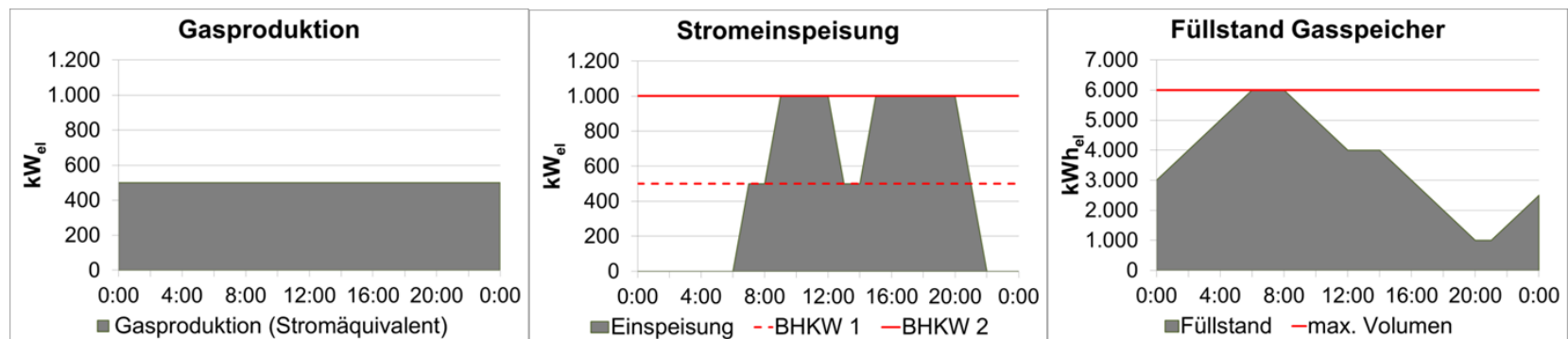
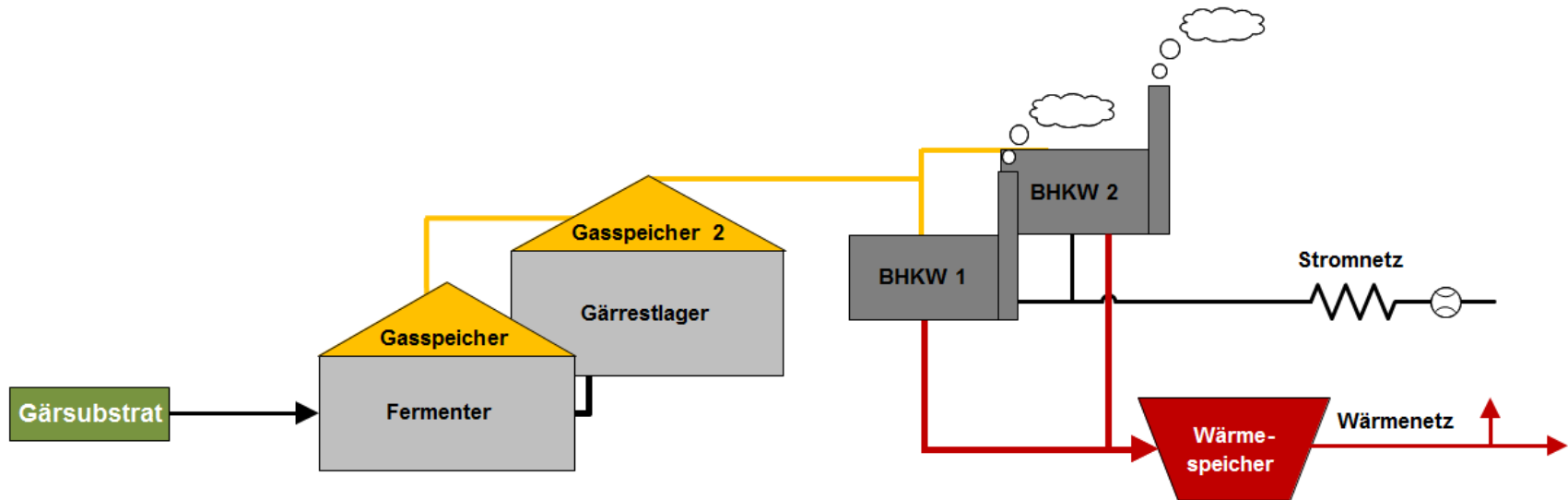
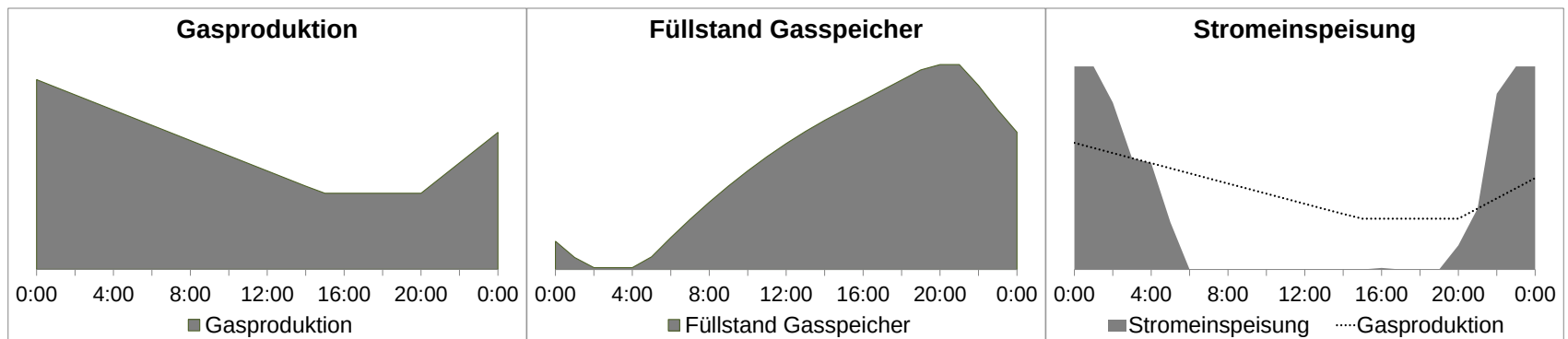
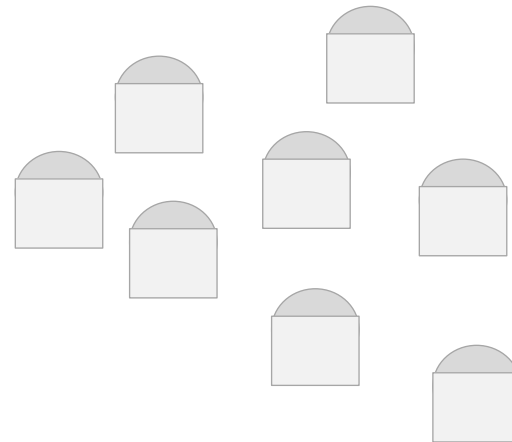


Abb.: verändert nach A. Krautz (2013)

Beispiel gesamter Biogasanlagenbestandes



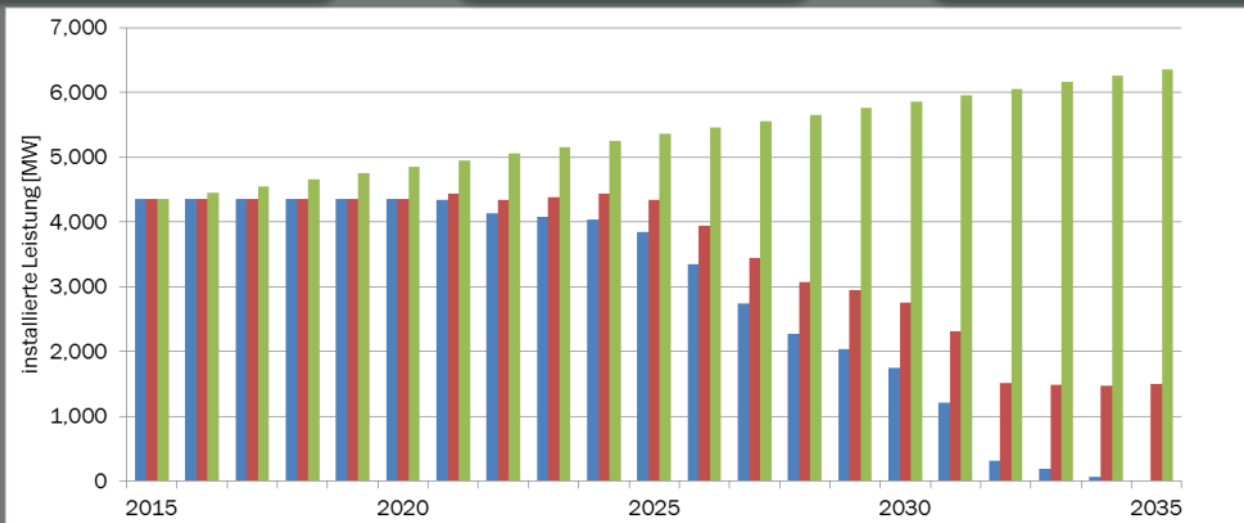
AUSBLICK: Biogasanlagen im zukünftigen Stromsystem

- Definition von drei Ausbaupfaden für Biogas (2016-2035):

Phase out: ohne EEG-Anschlussförderung

Back-up:
Bruttozubau, 1.500 MW bis 2035

Increase:
100 MW/a netto bis 2035



Verändert nach Lauer, M.; Thrän, D. (2017), Biogas plants and surplus generation: Cost driver or reducer in the future German electricity system? Energy Policy 109, 324-336.

Ziel: Erreichung Ausbauziele erneuerbarer Energien nach EEG

- **Zielfunktion:**

$$\min f(\{p_t\}_t^T | \{r_t\}_t^T) = \sum_t (r_t - p_t)^2$$

- **Nebenbedingungen:**

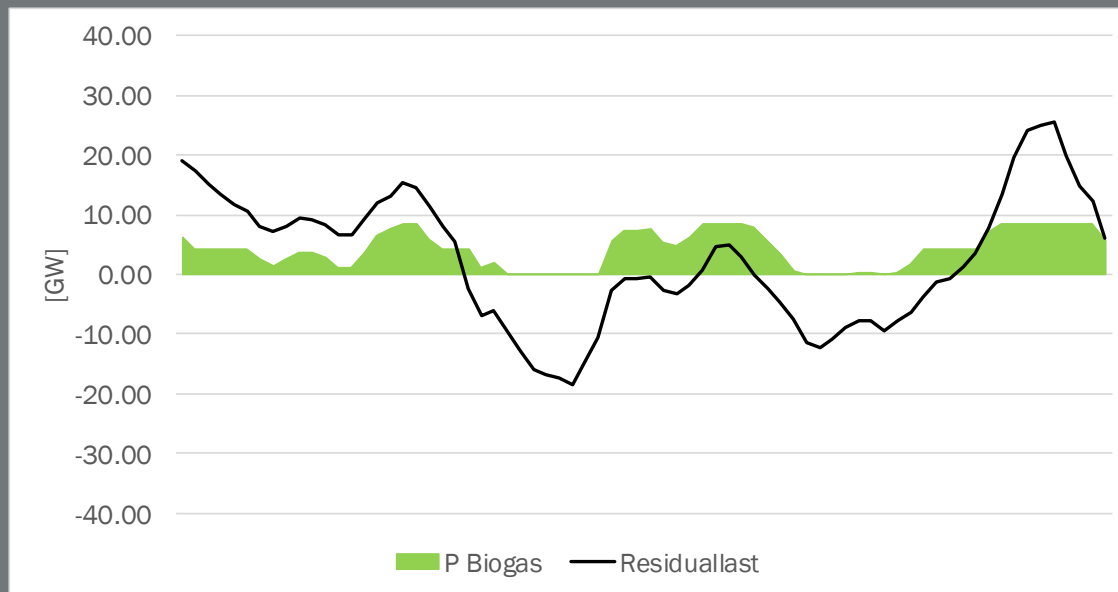
- i. Biogaserzeugung
- ii. Stromproduktion
- iii. Bemessungsleistung
- iv. Gasspeicherkapazität

r_t Residuallast
 p_t Stromerzeugung Biogasanlage

...innerhalb einer Stunde zum
Zeitpunkt t

Reduktion der Residuallast mindert nicht Flexibilitätsbedarf!

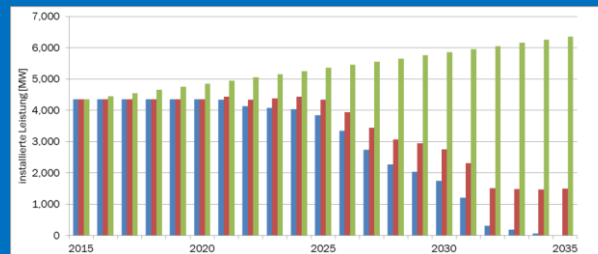
- Einspeisung sollte während negativer Residuallast möglichst vermieden werden.



Übersicht der Szenarien

Anlagenkonfiguration	Gasspeicher [h]	Volllaststunden [h/a]	Installierte Leistung [kWh]
Grundlast	6	8.000	500
Flex Strom	10	4.380	1.000
Flex Strom + Gas			

Anwendung der Szenarien auf die Residuallastkurven im Jahr 2035.



Ergebnisse der Szenarien im Jahr 2035

- Flexible Stromerzeugung aus Biogasanlagen

... reduziert Residuallastminimum und -maximum

... reduziert sowohl negative als auch positive Residuallastsummen

	Min Rlast [GW]	Max Rlast [GW]	SumRlast- [GWh]	SumRlast+ [GWh]
Biogas phase out	-45.10	80.49	-18,748	247,980
Biogas back up				
Grundlast	-43.43	79.78	-17,287	246,519
Flex Strom	-42.68	79.03	-16,804	246,048
Flex Strom + Gas	-42.68	79.03	-16,470	245,702
Biogas increase				
Grundlast	-35.75	76.53	-11,226	240,461
Flex Strom	-31.55	72.33	-9,026	238,327
Flex Strom + Gas	-31.55	72.33	-7,699	236,933

Verändert nach Lauer, M., Röppischer, P., Thrän, D. (2017), Flexible Biogas Plants as Servant for Power Provision Systems with High Shares of Renewables: Contributions to the Reduction of the Residual Load in Germany, 25th European Biomass Conference and Exhibition Stockholm, Conference Proceedings, 1823-1827.

- Improvement**

$$I(f) = \sqrt{f(ref) - f(scenario)}$$

Ergebnisse der Zielfunktion im...

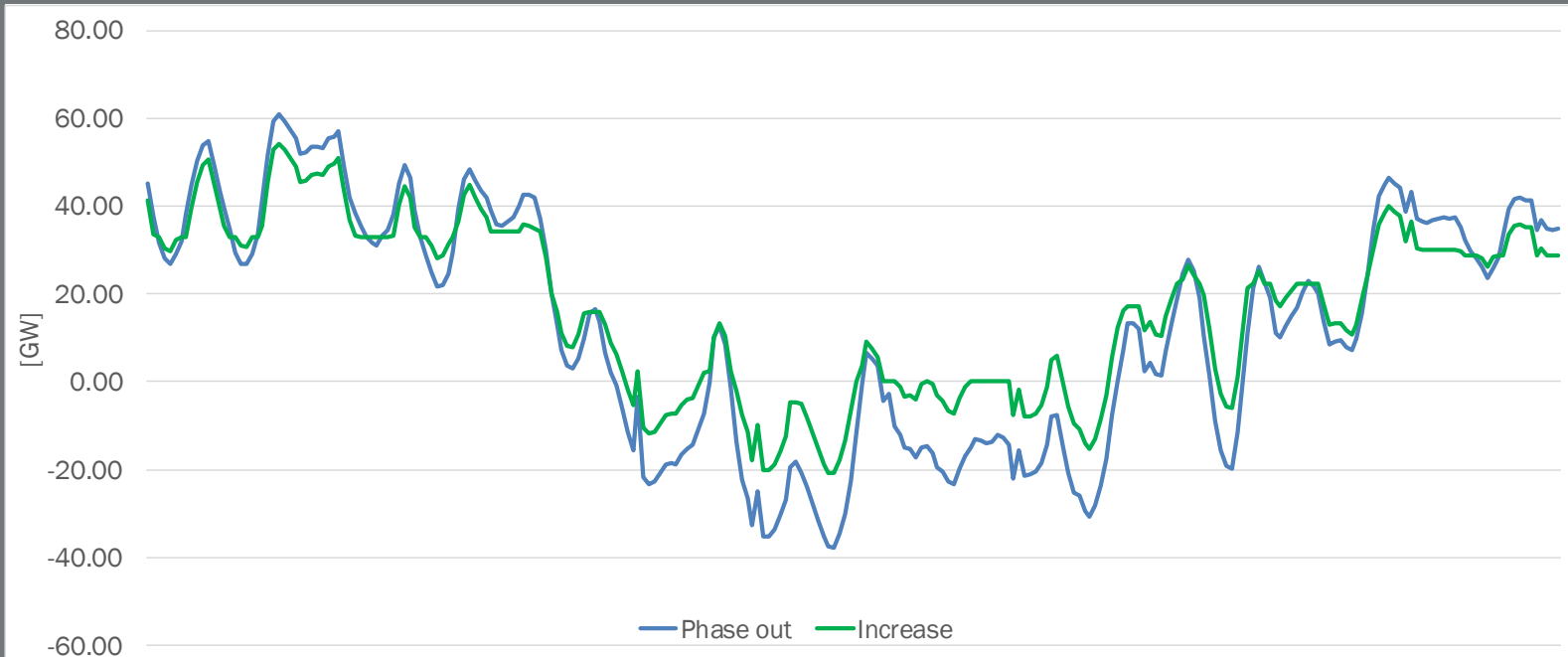
Referenzszenario	f(ref)
betrachteten Szenario	f(scenario)

[MWh]	Back up	Increase
Grundlast	464	1054
Flex Strom	568	1261
Flex Strom + Gas	634	1402

Lauer, M., Röppischer, P., Thrän, D. (2017), Flexible Biogas Plants as Servant for Power Provision Systems with High Shares of Renewables: Contributions to the Reduction of the Residual Load in Germany, 25th European Biomass Conference and Exhibition Stockholm, Conference Proceedings, 1823-1827.

Vergleich der Residuallastkurven

- Vergleich der Extremszenarien, 14 Tage im Jahr 2035

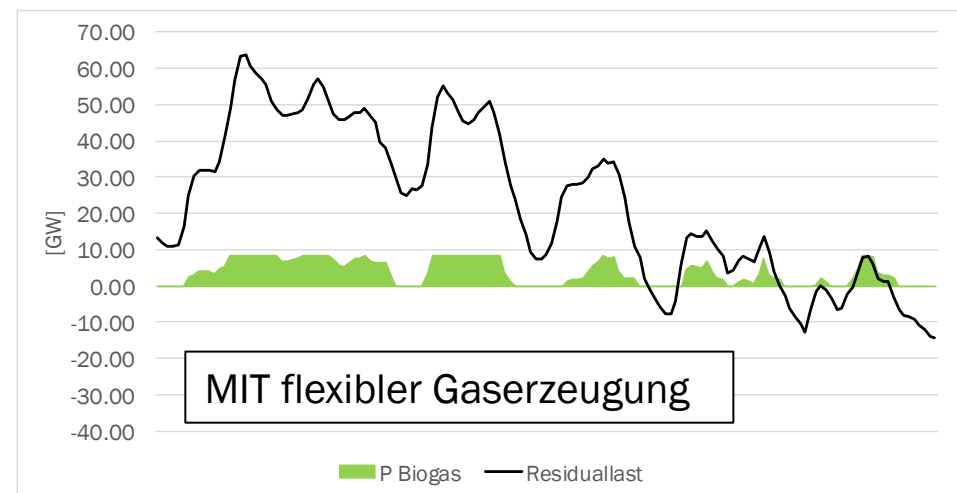
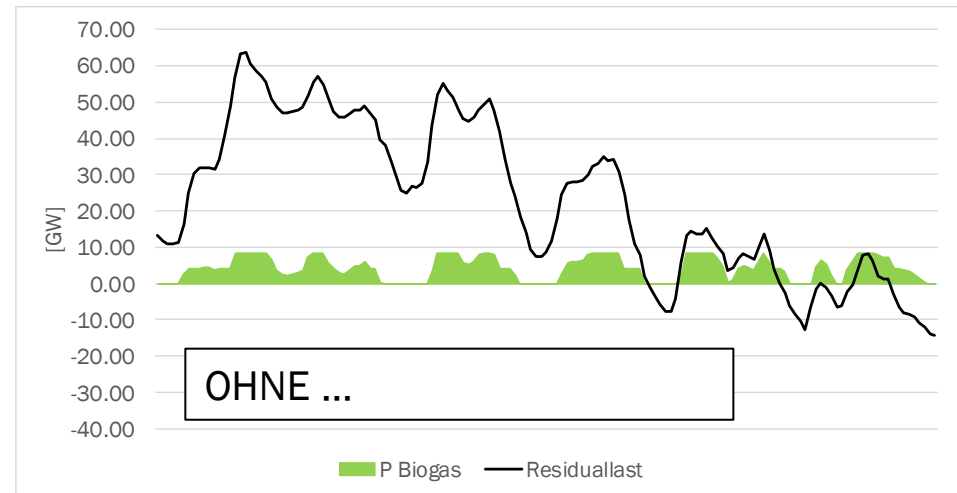


Glättung der Residuallastkurve

Einfluss der flexiblen Gaserzeugung

- **Negative Residuallast:**

Flexible Gaserzeugung ermöglicht eine Ausdehnung der Verstromungspausen.



Lauer, M., Röppischer, P., Thrän, D. (2017), Flexible Biogas Plants as Servant for Power Provision Systems with High Shares of Renewables: Contributions to the Reduction of the Residual Load in Germany, 25th European Biomass Conference and Exhibition Stockholm, Conference Proceedings, 1823-1827.

Biogasanlagen sind eine mögliche Flexibilitätsoption im Stromsystem

1

Flexible Biogasanlagen reduzieren den Bedarf an weiteren Flexibilitätsoptionen.

2

Biogasanlagen sollten möglichst flexibel eingesetzt werden.

3

Biogasanlagen sind eine Möglichkeit zur Systemintegration von fluktuierenden erneuerbaren Energien.

Die zukünftigen Kosten von flexiblen Biogasanlagen müssen weiter analysiert werden.

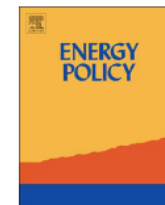
Energy Policy 109 (2017) 324–336



Contents lists available at [ScienceDirect](http://www.sciencedirect.com)

Energy Policy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/enpol



Biogas plants and surplus generation: Cost driver or reducer in the future German electricity system?



Markus Lauer^{a,*}, Daniela Thrän^{a,b}

^a DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH (German Biomass Research Centre), Torgauer Strasse 116, 04347 Leipzig, Germany

^b UFZ Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (Helmholtz Centre for Environmental Research), Permoserstrasse 15, 04318 Leipzig, Germany

ARTICLE INFO

Keywords:

Renewable energies
System integration
Flexible electricity generation
Cost efficiency

ABSTRACT

The proportion of (intermittent) renewable energy in the German electricity system is set to continuously increase over the next decades. This brings along with it the challenge of balancing demand and supply. For this paper, we analyzed the cost efficiency of reducing surplus generation to reduce greenhouse gas emissions in the German electricity system for the period of 2016–2035 through (flexible) biogas plants, taking into consideration different biogas extension paths and modes of operation. We assessed flexible power generation in biogas plants using a quotient of remuneration and surplus generation called the average integration costs of surplus generation (AICSG). We defined the AICSG, which can be interpreted as a new approach to assess and to compare the cost efficiency of flexibility options. Increasing the capacities of flexible biogas plants decreases future surplus generation by up to 35% compared to if these installments were phased out. The best AICSG value was generated in a scenario that had a low rate of constructing new biogas plants. In conclusion, the system integration of intermittent renewable energies requires further technologies that result in additional costs. Therefore, biogas plants are one option for improving the system integration of intermittent renewable energies.

Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

Ansprechpartner

Markus Lauer

Tel. +49 (0)341 2434 – 491

E-Mail: markus.lauer@dbfz.de

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116

D-04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434 – 112

E-Mail: info@dbfz.de

www.dbfz.de