
Upgrading von Biogasanlagen

Zukünftige Anforderungen, Herausforderungen und Hemmnisse

Dr. Henning Hahn

10. Fachtagung Biogas, Potsdam 9.12.2015



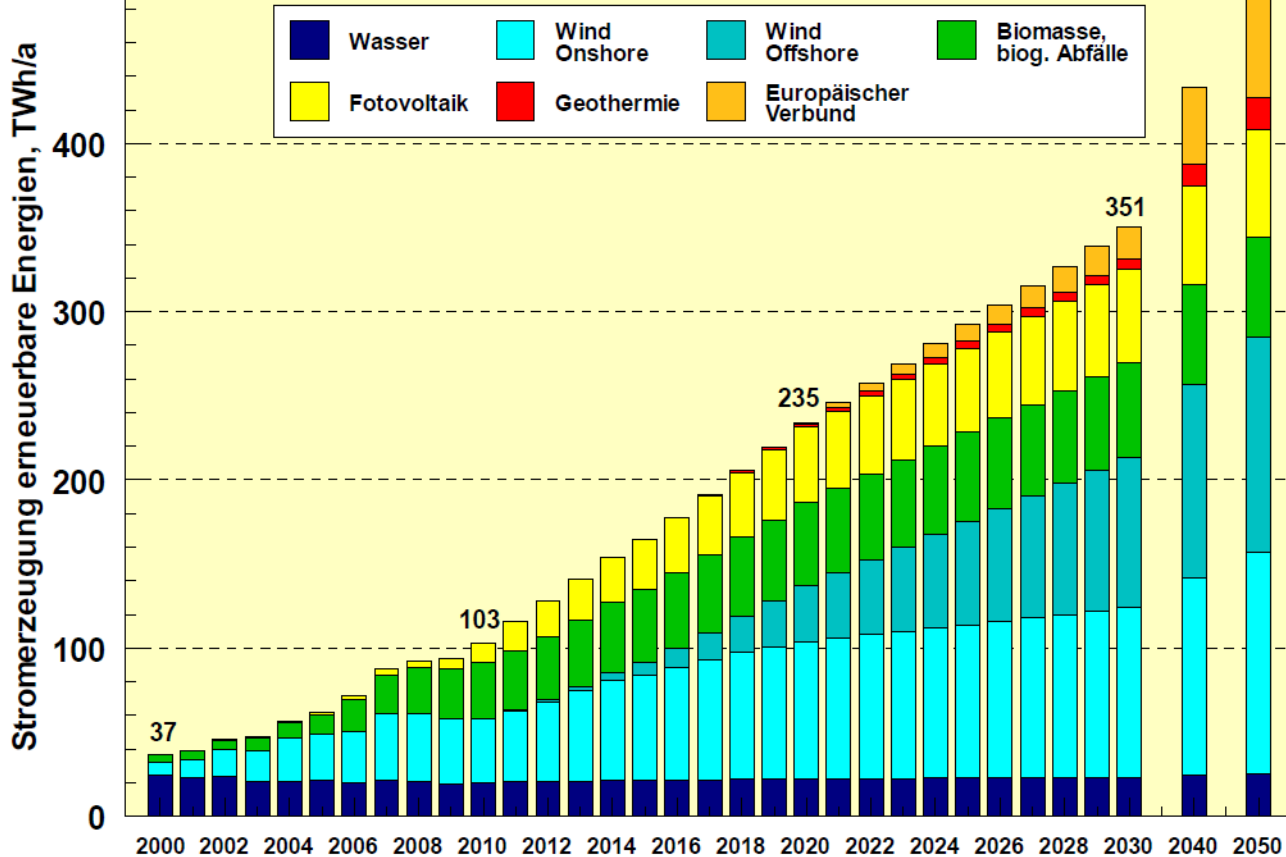
Bildquelle: Krautkremer, IWES

Vortragsstruktur

1. **Anforderungen** an Biogasanlagen aus Sicht eines zukünftigen EE-Systems
2. **Herausforderung:** Upgrading von Biogasanlagen hin zu flexiblen Stromerzeugern
3. **Aktueller Stand der flexiblen Biogasverstromung** – Wie geht's weiter?

Anforderungen aus Sicht des Energieversorgungssystems

Wozu brauchen wir Strom aus Biomasse in Zukunft?



Bruttostromproduktion:

- Heute: ca. 27 %
- Ziel 2050: 80 %
- Dargestellt: 100 %

Ausbau EE:

- Tragende Säule fluktuierende EE
- Dynamischer Zubau von PV und Windenergieanlagen

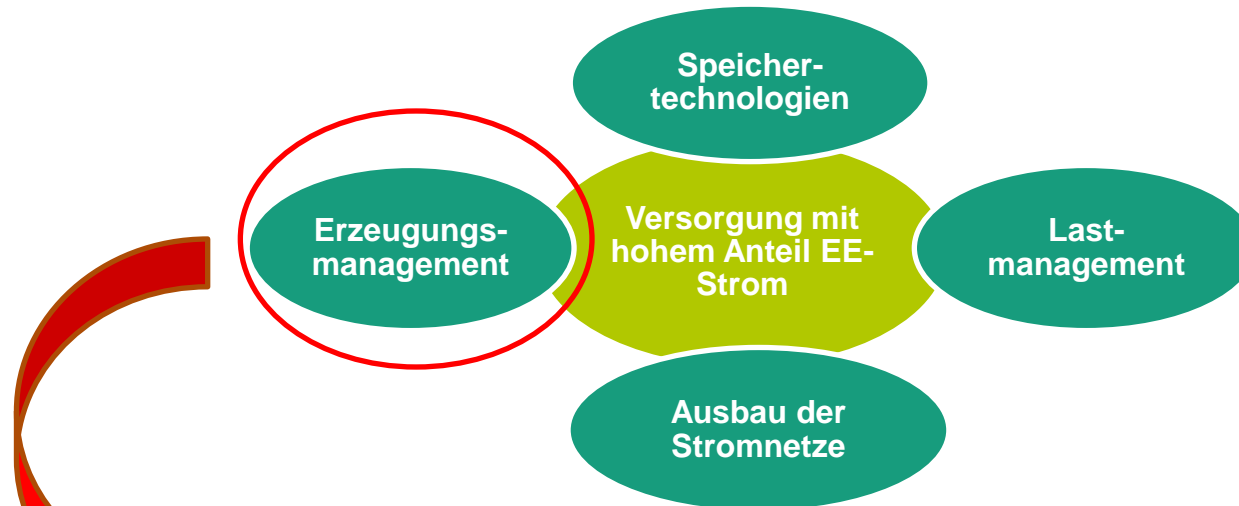
→ steigende Anforderungen, den schwankenden Strombedarf durch die zukünftig stärker schwankende Stromerzeugung zu decken

Quelle: Nitsch et al., Langfristszenarien 2011

Anforderungen aus Sicht des Energieversorgungssystems

Warum bedarfsorientiert Biogas bereit stellen?

Steigende Anforderungen an zukünftige Stromversorgungsstrukturen sind nur lösbar durch:

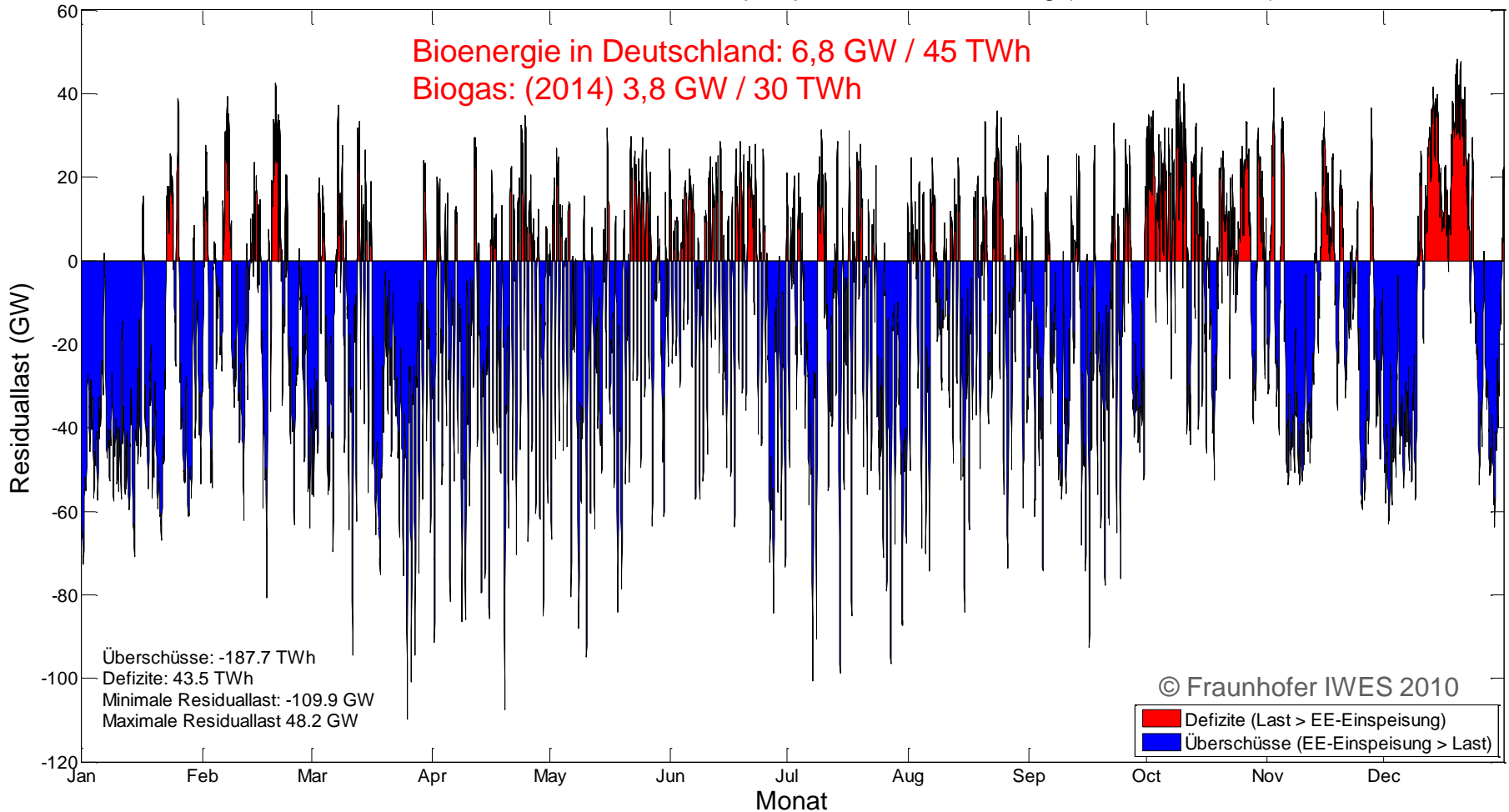


Energie aus Biomasse, insbesondere Biogas und Biomethan, bietet den Vorteil, unabhängig von Witterungseinflüssen flexibel verstromt werden zu können.

Zukünftig gilt es, die Stromproduktion aus Biogas zu steuern und am Strombedarf zur Deckung der Residuallast auszurichten!

Anforderungen aus Sicht des Energieversorgungssystems

Residuallast ohne E-Mobilität, Wärmepumpen und Klimatisierung (Meteo-Jahr 2007)



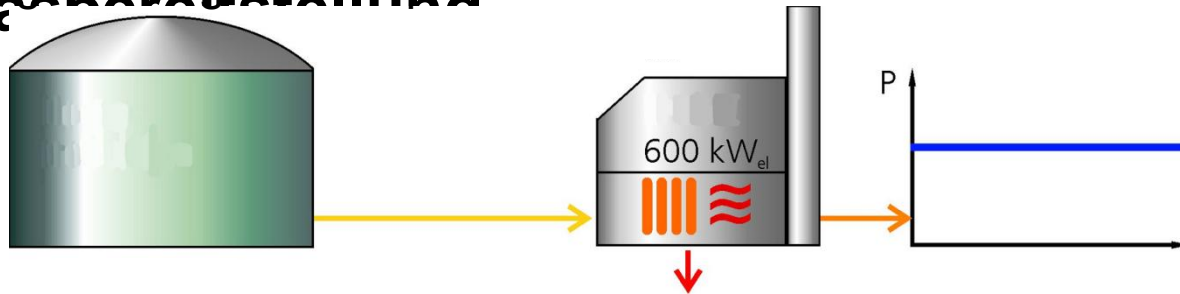
Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% Strom aus EE

© Fraunhofer IWES

Anforderungen aus Sicht des Energieversorgungssystems

Anforderungen an die bedarfsorientierte

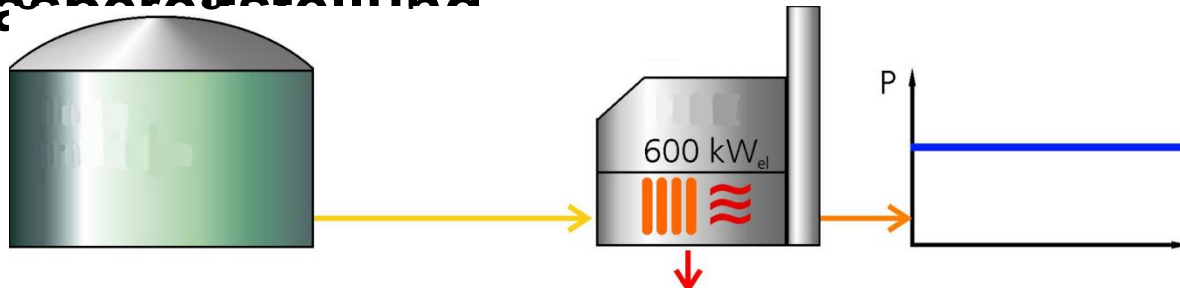
Bisheriges Anlagenkonzept:
Biogas



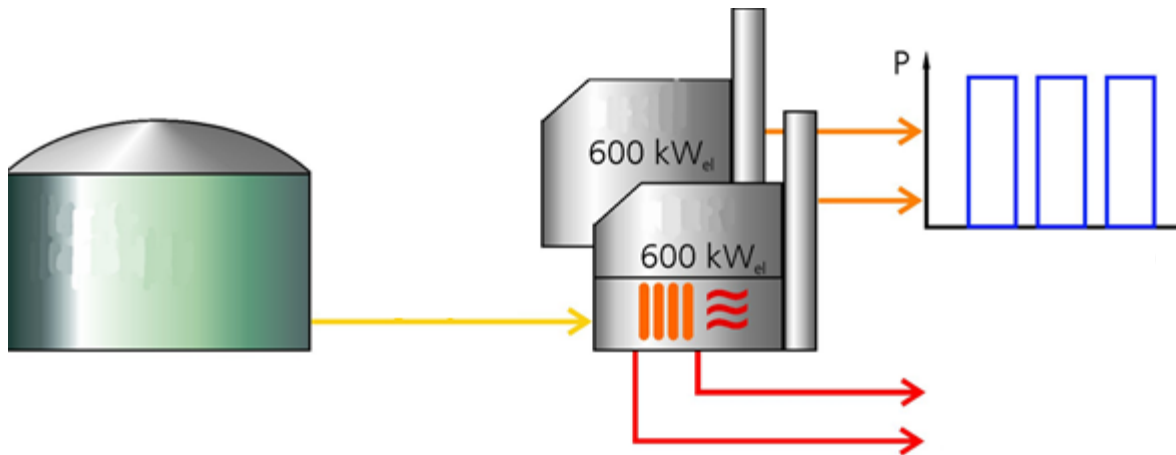
Anforderungen aus Sicht des Energieversorgungssystems

Anforderungen an die bedarfsorientierte

Bisheriges Anlagenkonzept:
Biogas



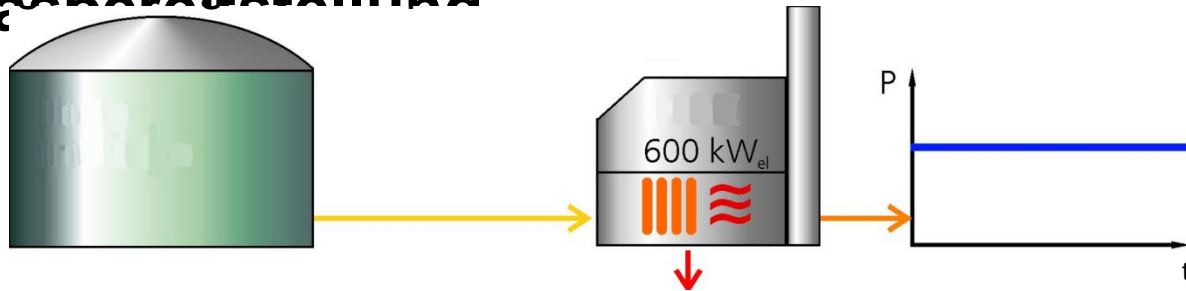
Anlagenkonzept für eine bedarfsorientierte Verstromung:



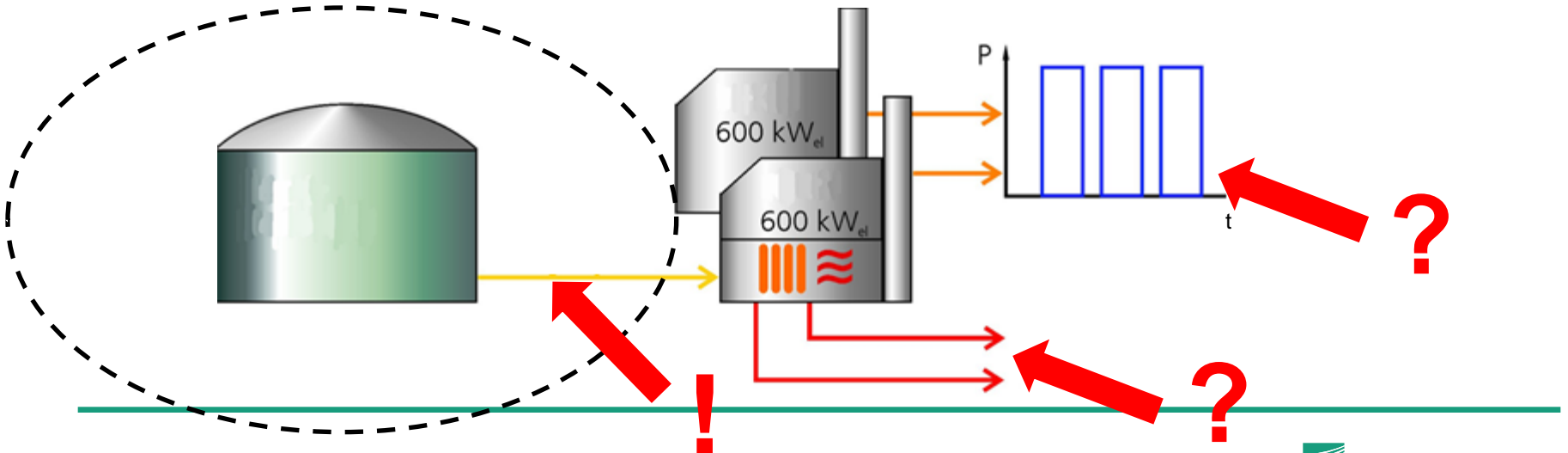
Anforderungen aus Sicht des Energieversorgungssystems

Anforderungen an die bedarfsorientierte

Bisheriges Anlagenkonzept:
Biogas

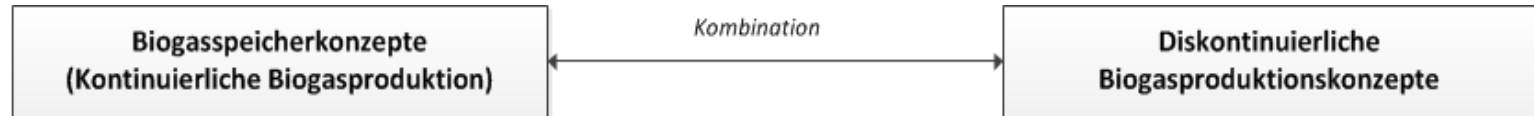


Anlagenkonzept für eine bedarfsorientierte Verstromung:

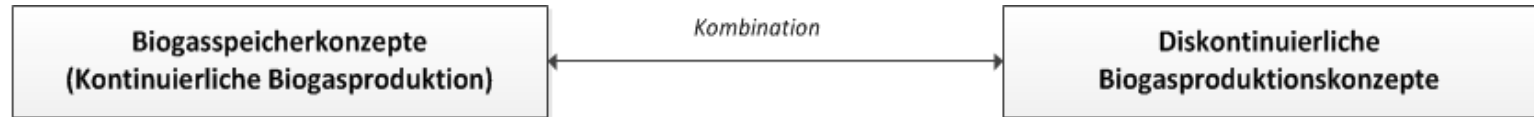


Upgrading von Biogasanlagen

Upgrading von Biogasanlagen -Anlagenkonfigurationen

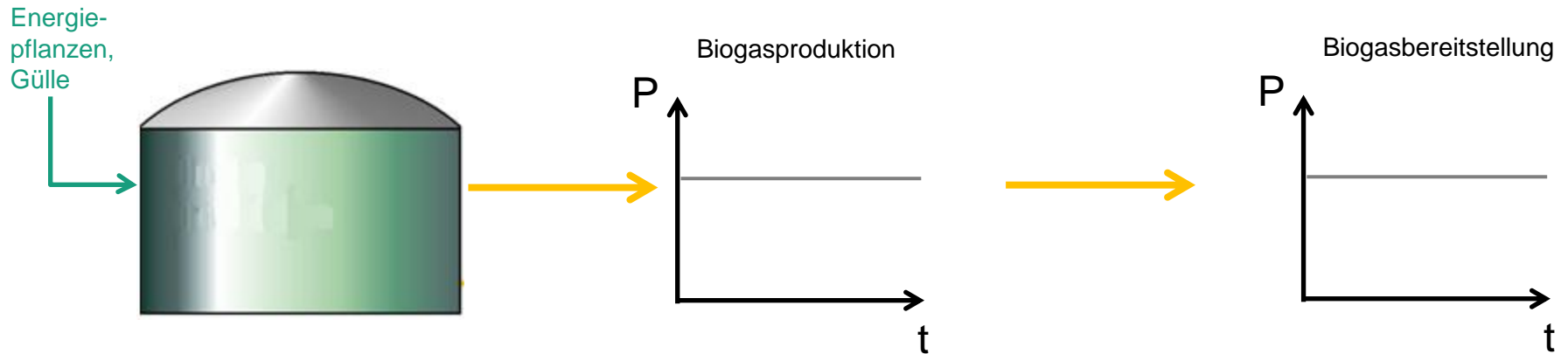


Upgrading von Biogasanlagen -Anlagenkonfigurationen



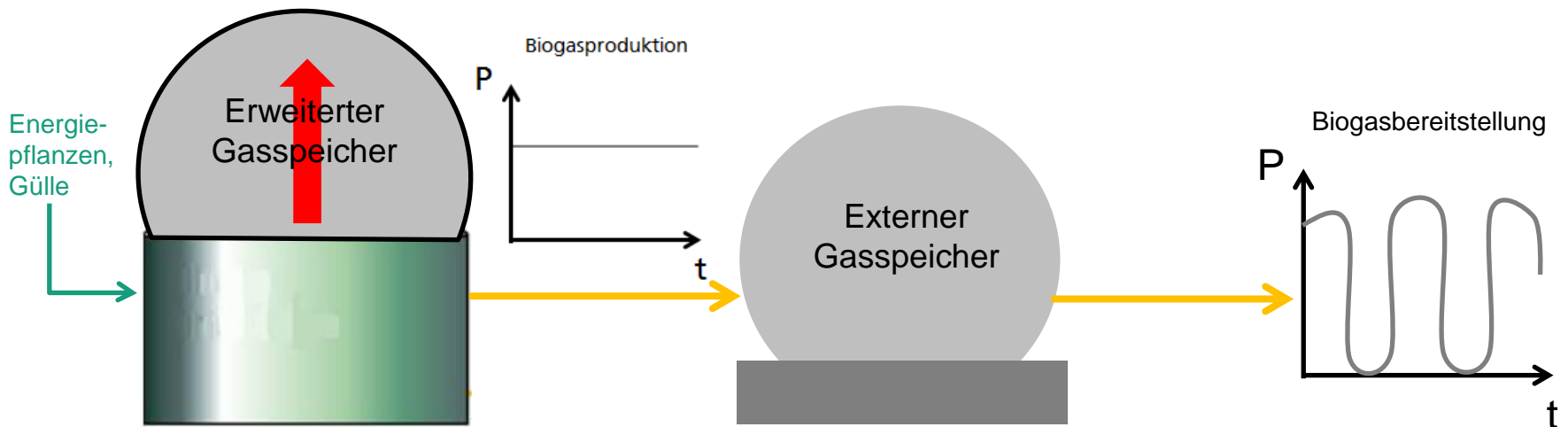
- + Gasspeichererweiterung intern/extern
- + Kein Eingriff in die Prozessbiologie
- + Heutiger Stand der Technik
- Ausreichendes Platzangebot erforderlich
- Gesetzliche Auflagen beim Überschreiten bestimmter Gasspeichermengen
- Gasverluste durch die Gasmembrane

Upgrading von Biogasanlagen - Standardkonzept

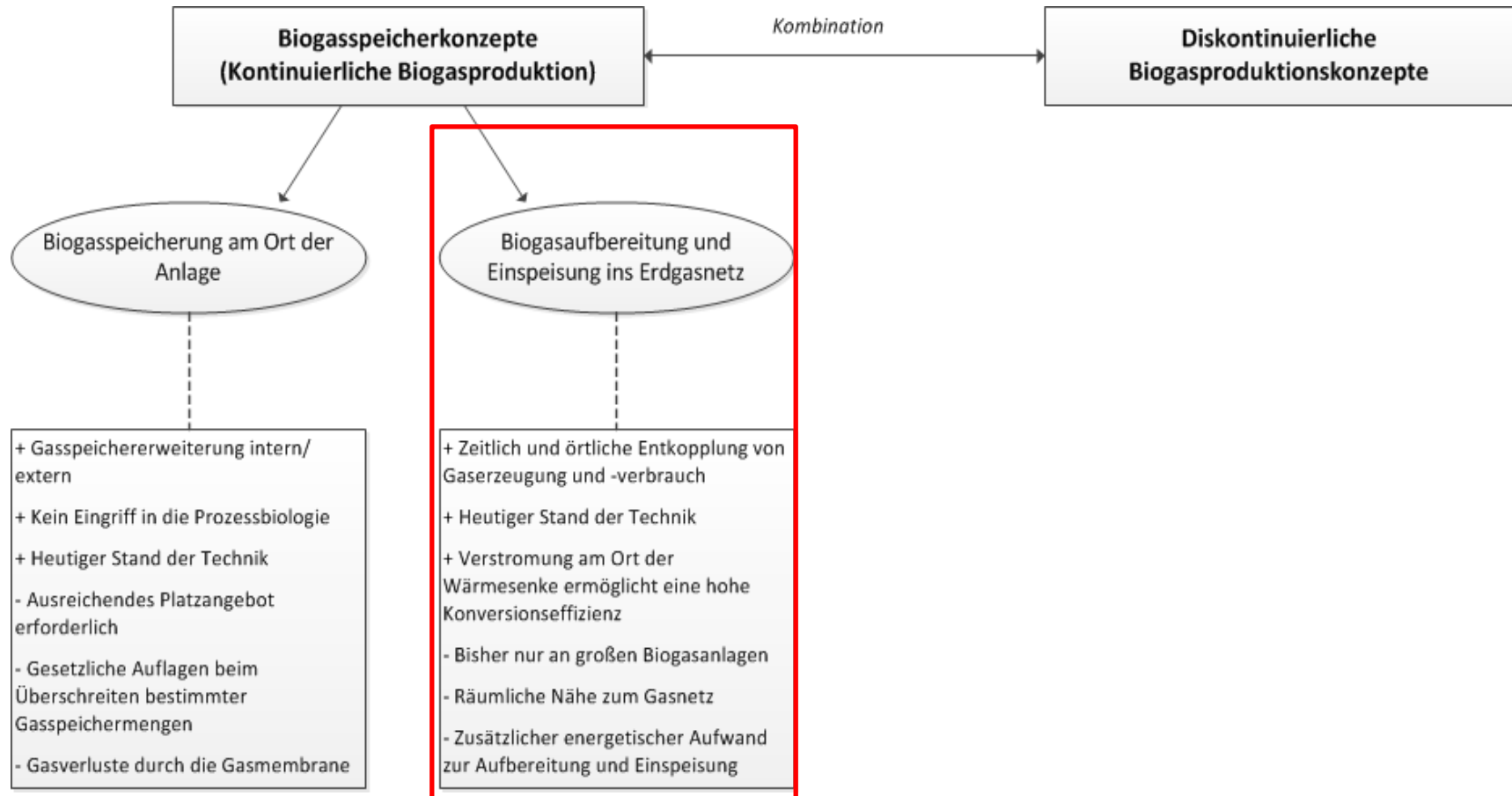


Upgrading von Biogasanlagen

BGA mit erweitertem Biogasspeicher (BGA-BS)



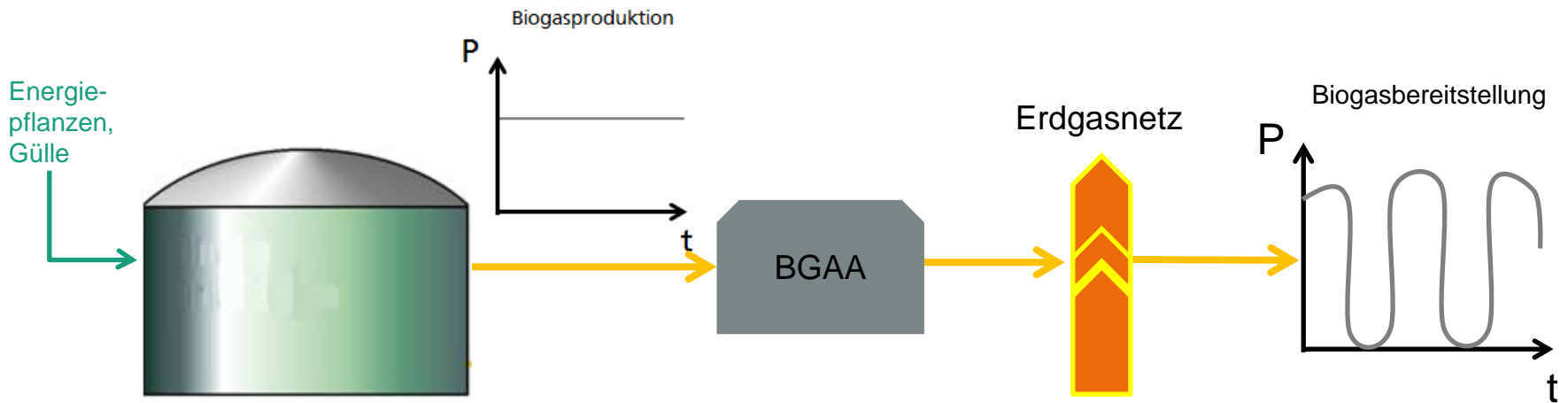
Upgrading von Biogasanlagen -Anlagenkonfigurationen



Biogasanlagenkonfigurationen zur bedarfsorientierten Biogasbereitstellung

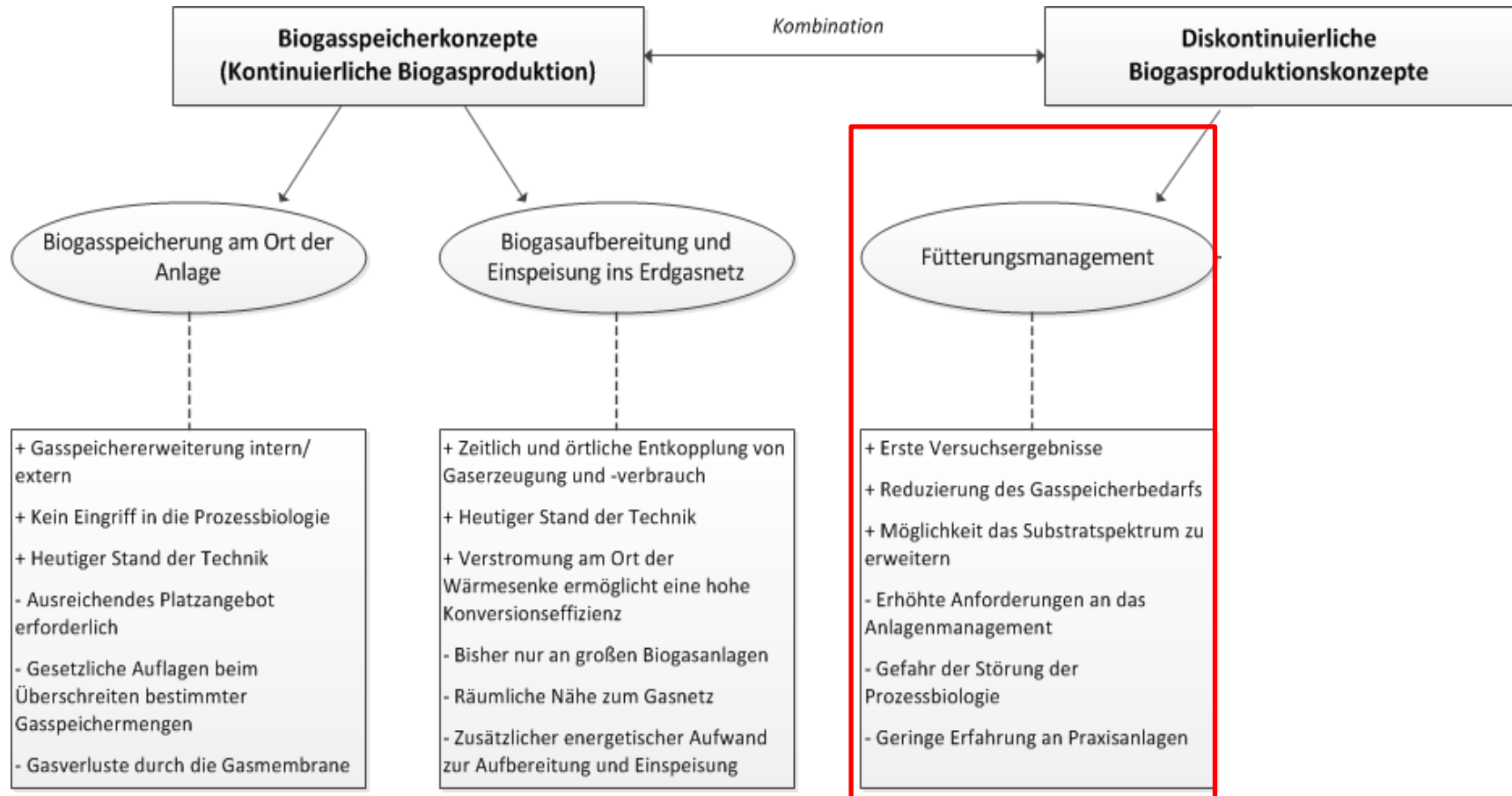
Stand der Technik und Forschung

BGA mit Biogasaufbereitung und Einspeisung (BGAA)



Biogasanlagenkonfigurationen zur bedarfsorientierten Biogasbereitstellung

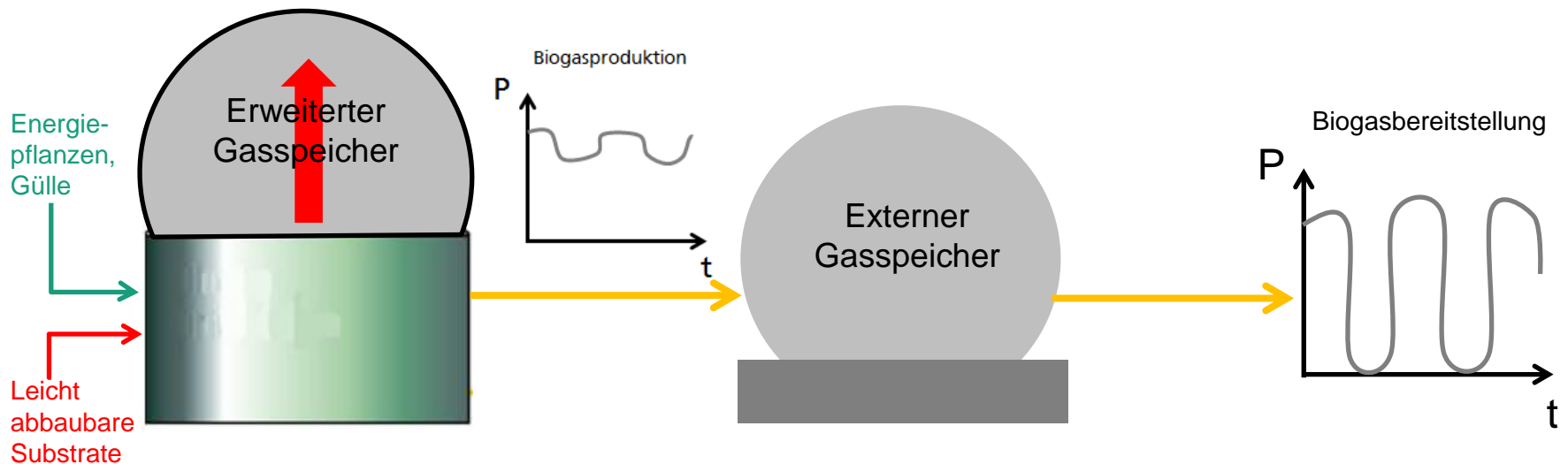
Stand der Technik und Forschung



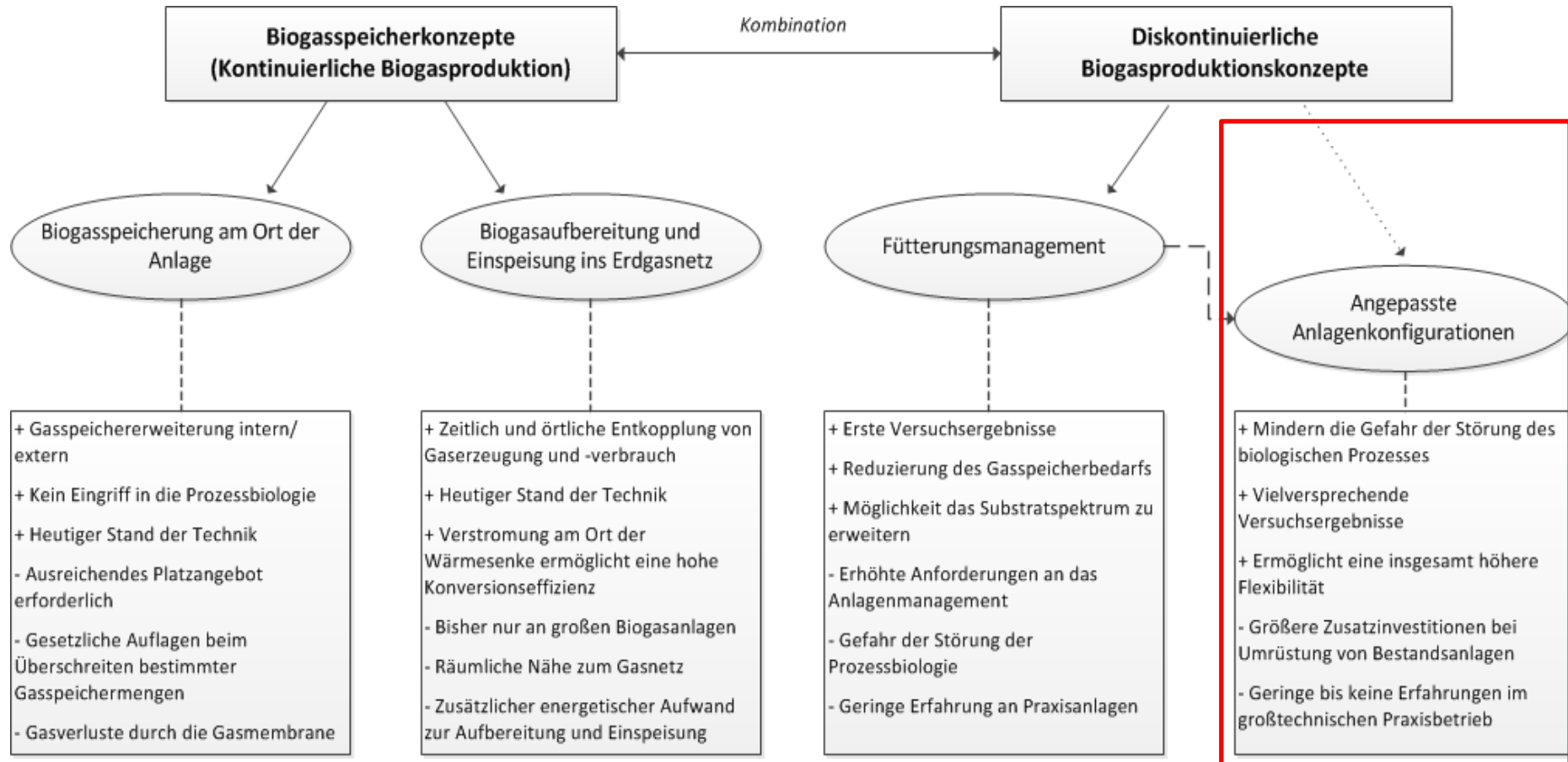
Biogasanlagenkonfigurationen zur bedarfsorientierten Biogasbereitstellung

Stand der Technik und Forschung

BGA mit Fütterungsmanagement (BGA-FM)



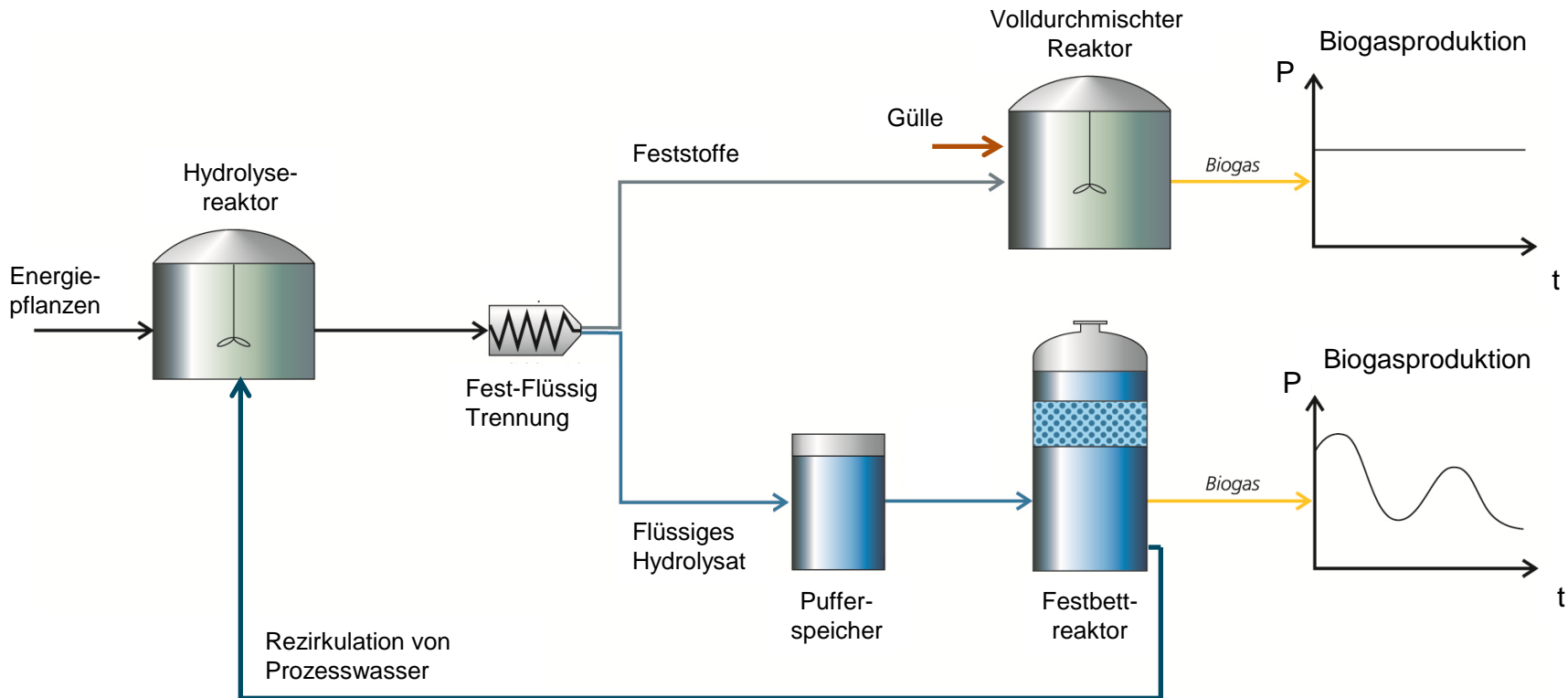
Upgrading von Biogasanlagen -Anlagenkonfigurationen



Biogasanlagenkonfigurationen zur bedarfsorientierten Biogasbereitstellung

Stand der Technik und Forschung

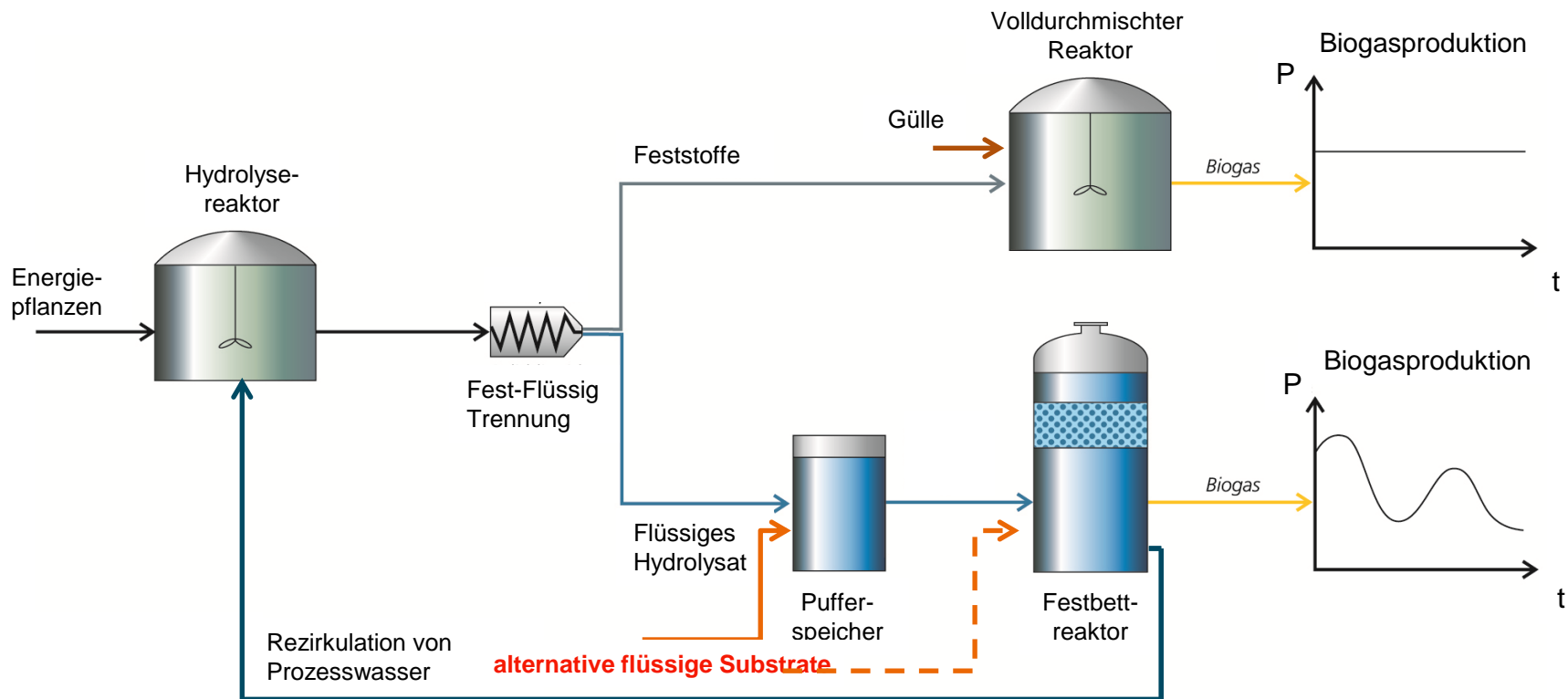
ReBi-Anlage (ReBi)



Biogasanlagenkonfigurationen zur bedarfsorientierten Biogasbereitstellung

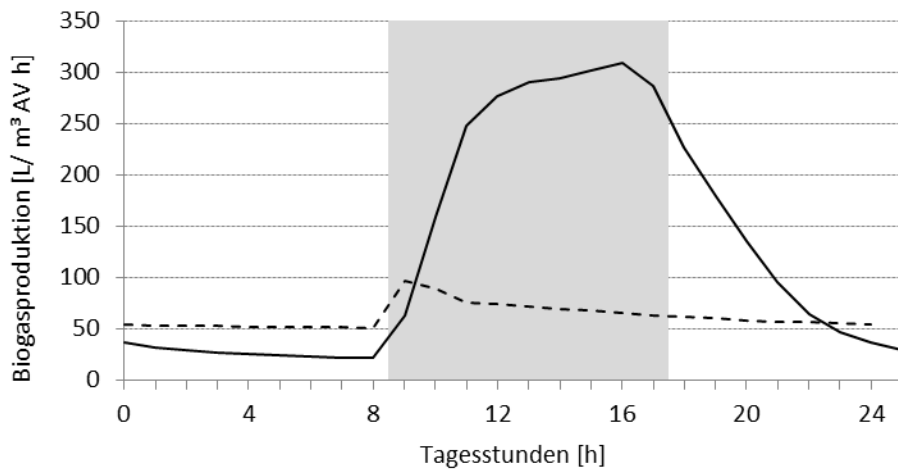
Stand der Technik und Forschung

ReBi mit zusätzlicher Vergärung flüssiger Substrate (ReBi-IFBB)



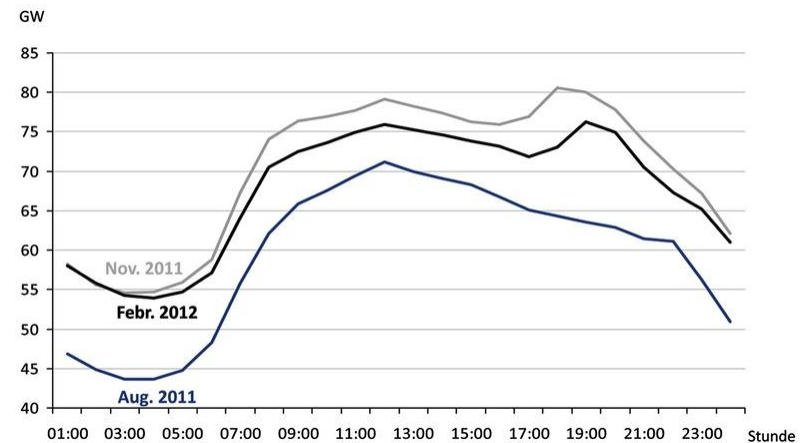
Versuchsergebnisse – Flexible Biogasproduktion

Gasproduktion im Tagesverlauf bei 8 h Fütterung



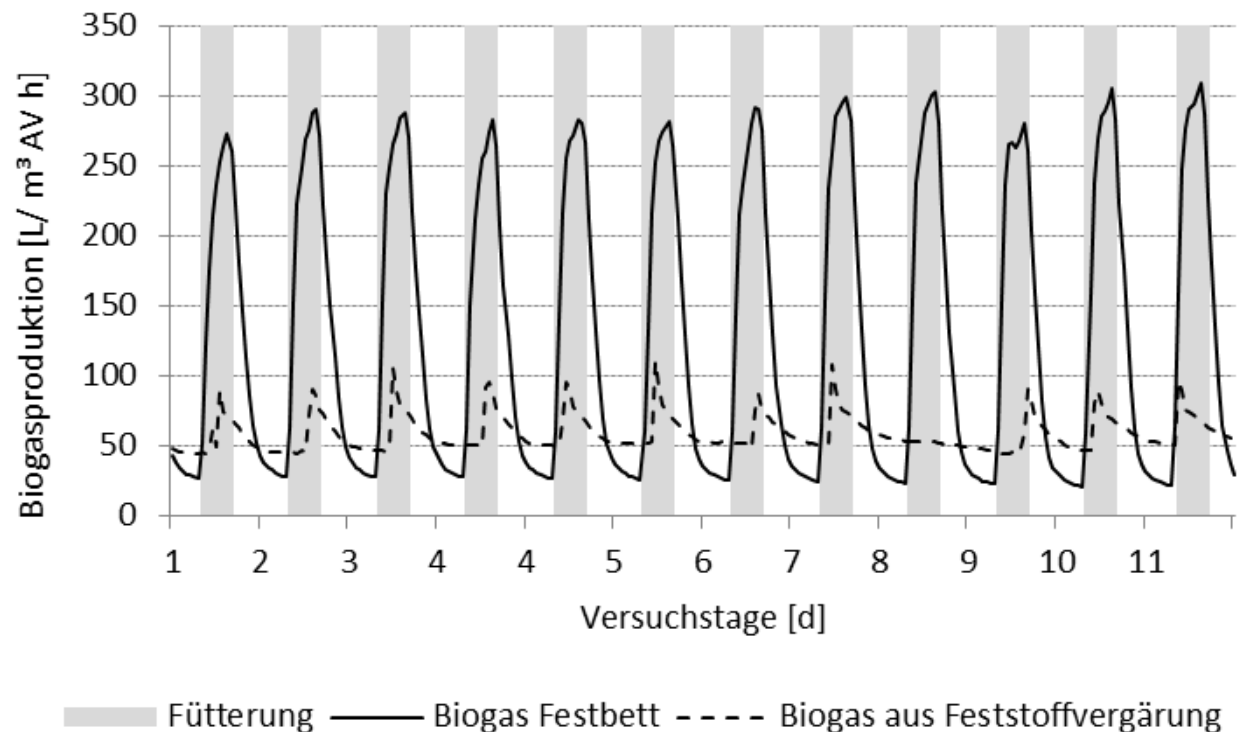
■ Fütterung — Biogas Festbett - - - - Biogas aus Feststoffvergärung

Tageslastgang in versch. Jahreszeiten



Versuchsergebnisse – Flexible Biogasproduktion

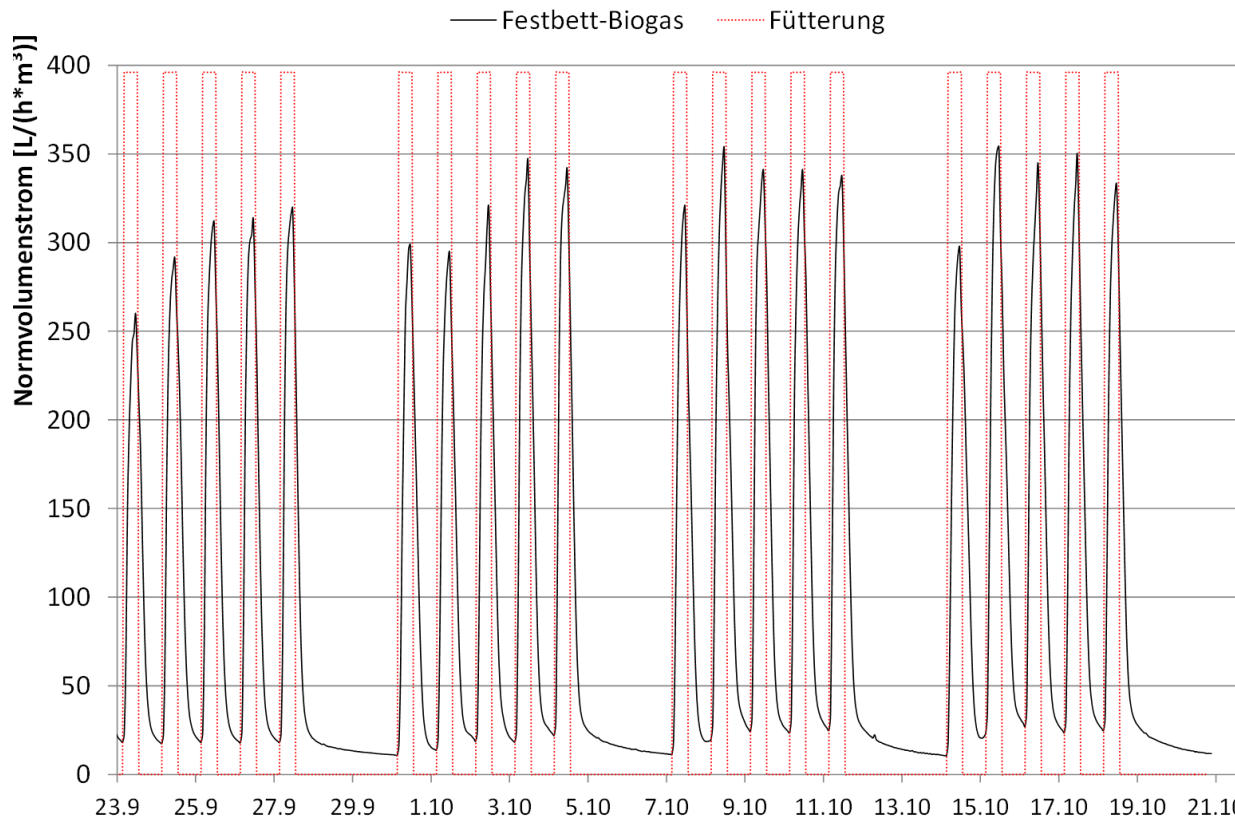
Flexible Biogasproduktion durch eine Fütterung von 8 Stunden pro Tag



Quelle: Ganagin et al. 2013

Versuchsergebnisse – Flexible Biogasproduktion

Flexible Biogasproduktion unter Berücksichtigung des Strombedarfes im Laufe der Woche



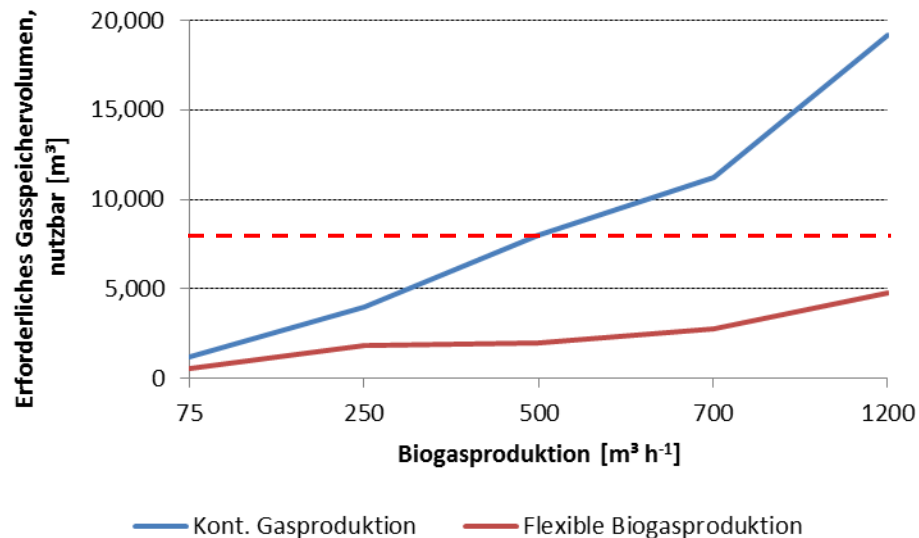
Quelle: Ganagin et al. 2013

Versuchsergebnisse – Flexible Biogasproduktion

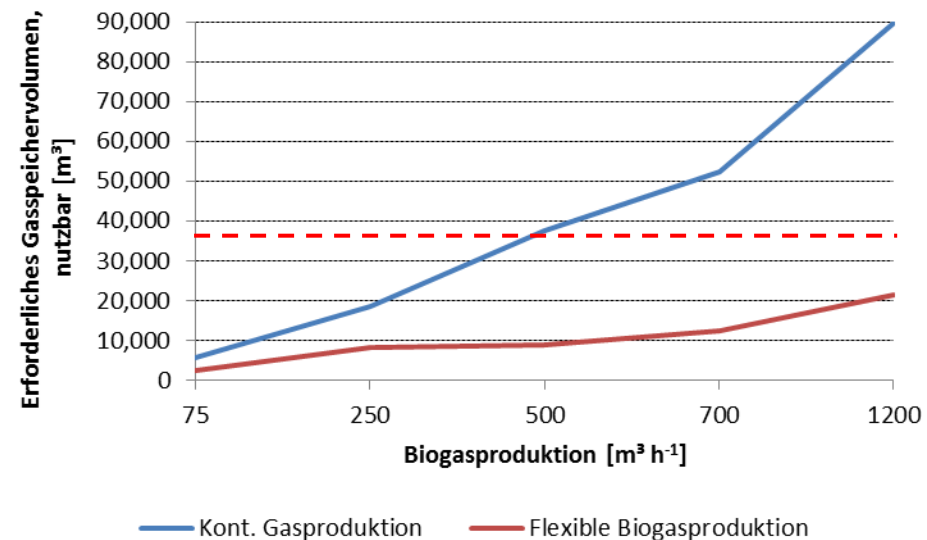
Erforderlicher nutzbarer Gasspeicherbedarf bei flexibler Stromproduktion

- Platzbedarf für die Gasspeicherung (extern) muss vorhanden sein
- Lt. BImSchV auf 10t und 50t begrenzt

Stromproduktion 8h/Tag



3 Tage keine Stromproduktion



Quelle: Hahn et al. 2014

Ökonomische Bewertung

Ergebnisse

Zusätzliche Gasbereitstellungskosten

Gasbereitstellungskosten BGA:

1325 kW_{Hi}: 6,1 € MWh⁻¹_{Hi}; 2650 kW_{Hi}: 5,8 € MWh⁻¹_{Hi}; 3710 kW_{Hi}: 5,7 € MWh⁻¹_{Hi}

Thermische Kapazität [kW_{Hi}]

Ökonomische Bewertung

Ergebnisse

Zusätzliche Gasbereitstellungskosten

Gasbereitstellungskosten BGA:

1325 kW_{Hi}: 6,1 € MWh⁻¹_{Hi}; 2650 kW_{Hi}: 5,8 € MWh⁻¹_{Hi}; 3710 kW_{Hi}: 5,7 € MWh⁻¹_{Hi}

a) Biogasbereitstellung an 8 h d⁻¹ (Szenario A)



Ökonomische Bewertung

Ergebnisse

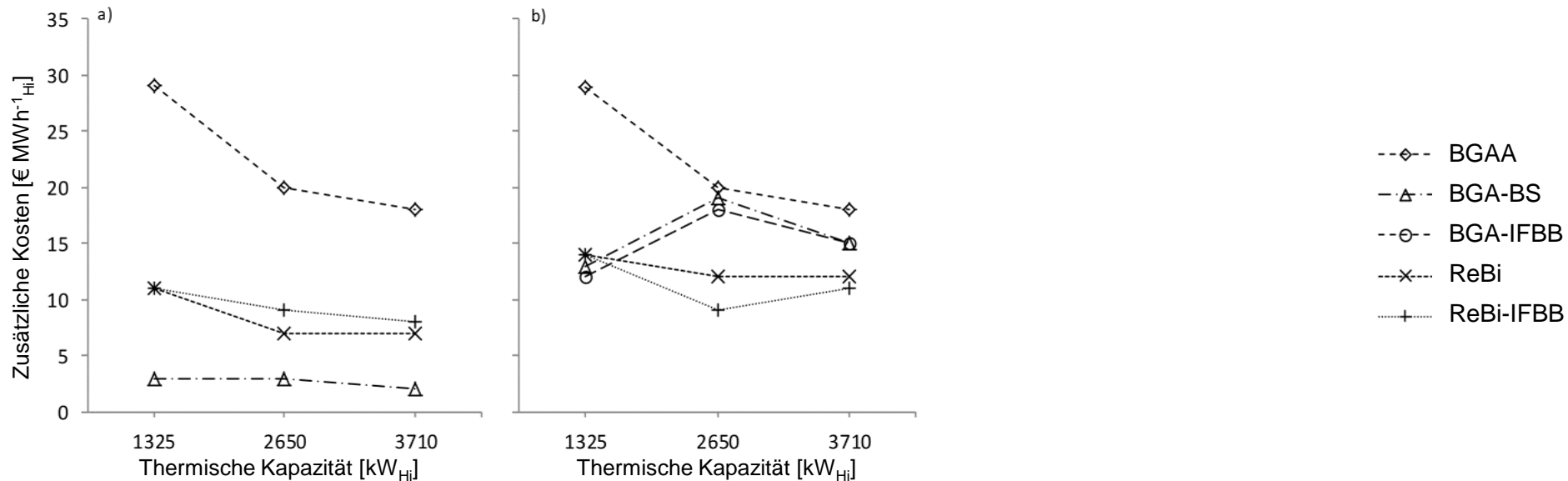
Zusätzliche Gasbereitstellungskosten

Gasbereitstellungskosten BGA:

1325 kW_{Hi}: 6,1 € MWh⁻¹_{Hi}; 2650 kW_{Hi}: 5,8 € MWh⁻¹_{Hi}; 3710 kW_{Hi}: 5,7 € MWh⁻¹_{Hi}

a) Biogasbereitstellung an 8 h d⁻¹ (Szenario A)

b) 72 h ohne Biogasbedarf pro Woche (Szenario B)



Ökonomische Bewertung

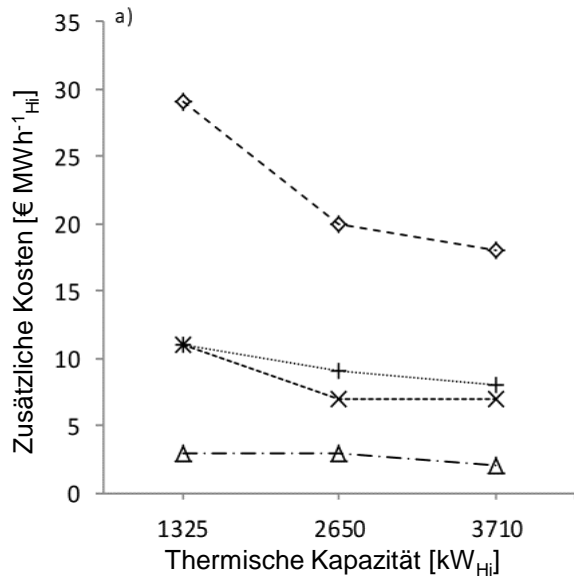
Ergebnisse

Zusätzliche Gasbereitstellungskosten

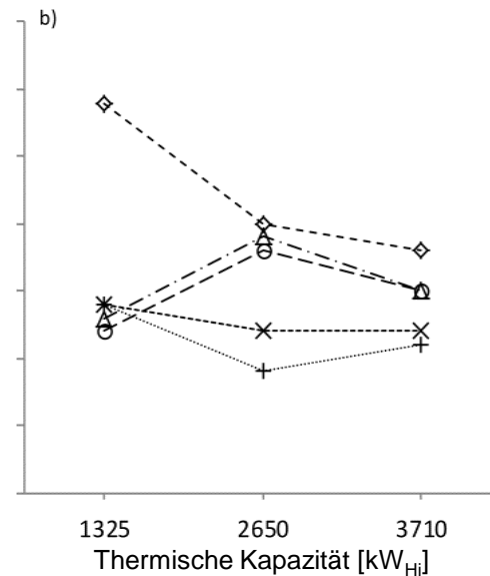
Gasbereitstellungskosten BGA:

1325 kW_{Hi}: 6,1 € MWh⁻¹_{Hi}; 2650 kW_{Hi}: 5,8 € MWh⁻¹_{Hi}; 3710 kW_{Hi}: 5,7 € MWh⁻¹_{Hi}

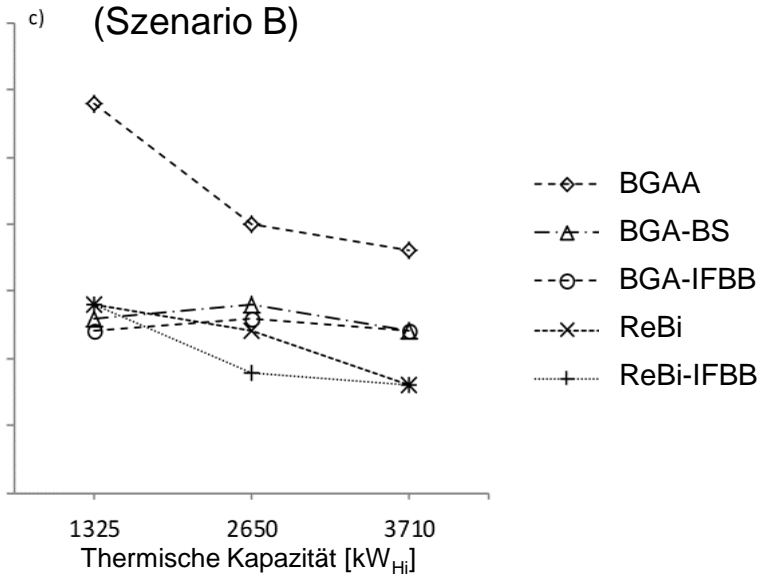
a) Biogasbereitstellung an 8 h d⁻¹ (Szenario A)



b) 72 h ohne Biogasbedarf pro Woche (Szenario B)



c) Ohne Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen (Szenario B)



Ökonomische Bewertung - Schlussfolgerungen

Szenario: 8 Std. Bedarf

- Zusätzliche Gasbereitstellungskosten (ohne BGAA): 2 - 11 € MWh⁻¹_{Hi}
- + Konfigurationen mit Biogasspeicherung an der Anlage

Szenario: 72 Std. Pause

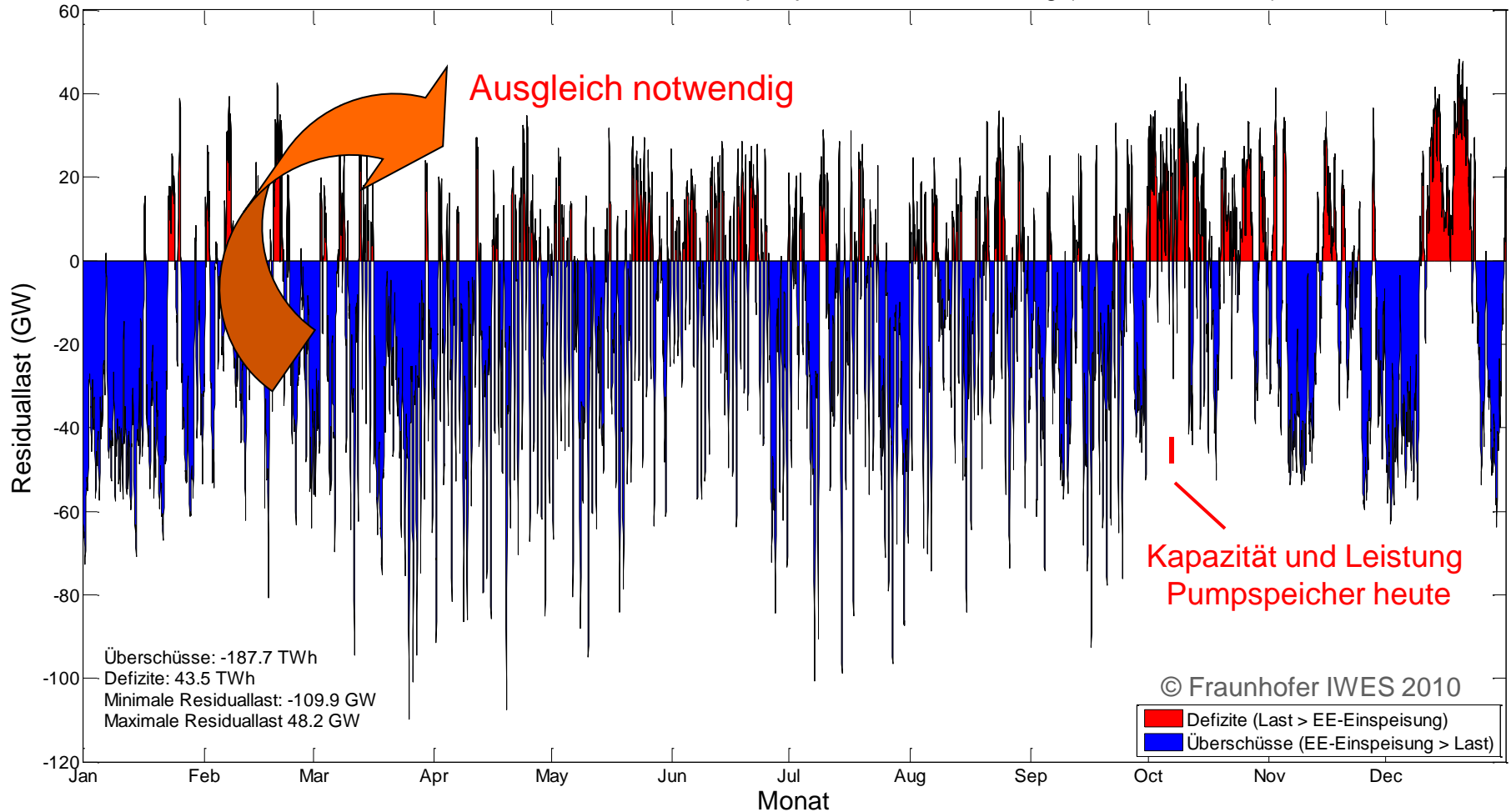
- Zusätzliche Gasbereitstellungskosten (ohne BGAA): 9 - 19 € MWh⁻¹_{Hi}
 - + Anlagen mit flexibler Biogasproduktion profitierten von den Kosteneinsparungen durch die geringer erforderlichen Biogasspeicherkapazitäten
-
- Substratkosten haben den größten Einfluss auf die Biogasbereitstellungskosten
 - Anlagen mit Hydrolyse könnten von einer erhöhten Substratnutzungseffizienz profitieren

Hessischen Biogas Forschungszentrum (HBFZ) in Bad Hersfeld



Ausblick

Residuallast ohne E-Mobilität, Wärmepumpen und Klimatisierung (Meteo-Jahr 2007)

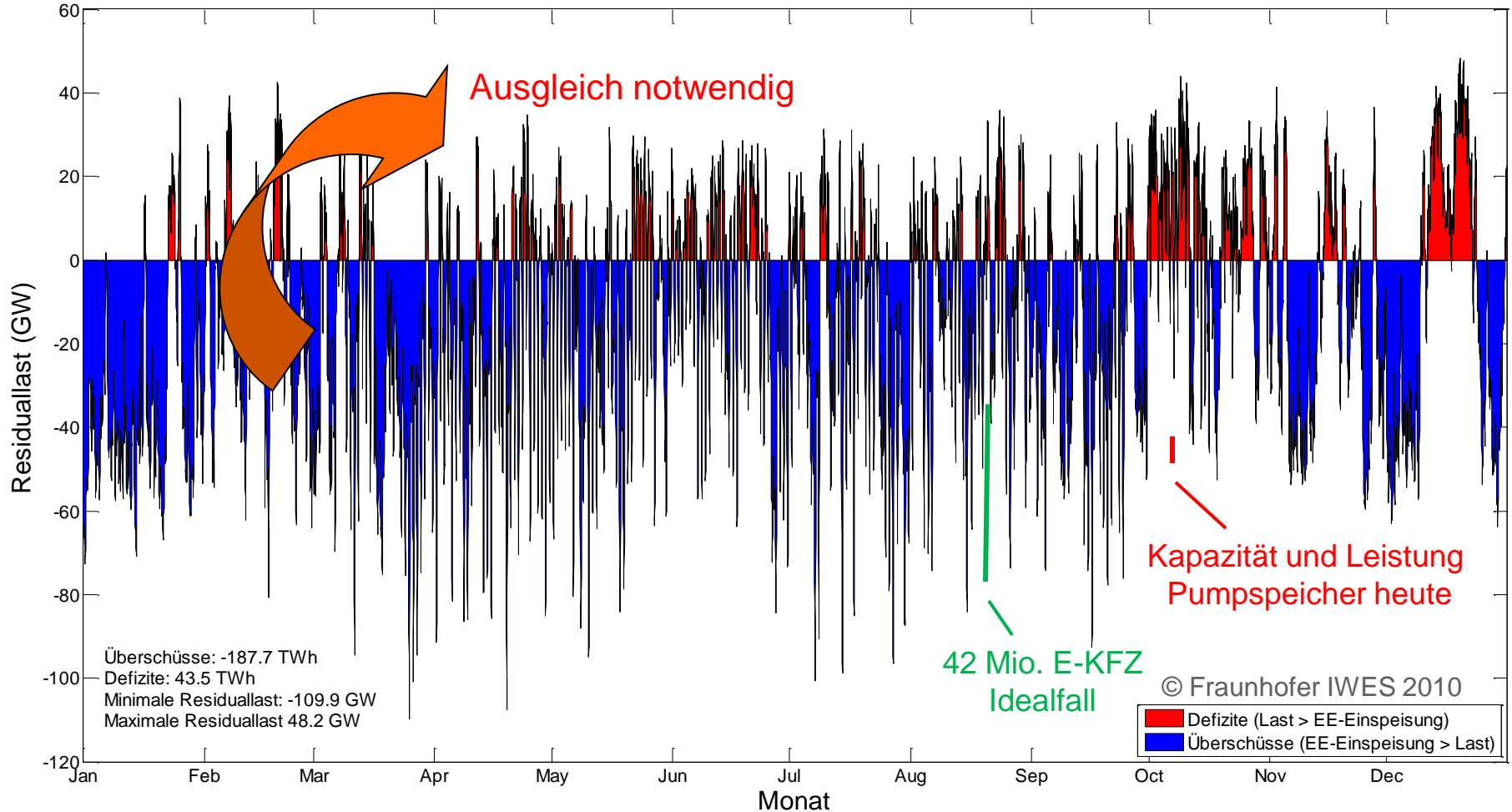


Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% Strom aus EE

© Fraunhofer IWES

Ausblick

Residuallast ohne E-Mobilität, Wärmepumpen und Klimatisierung (Meteo-Jahr 2007)

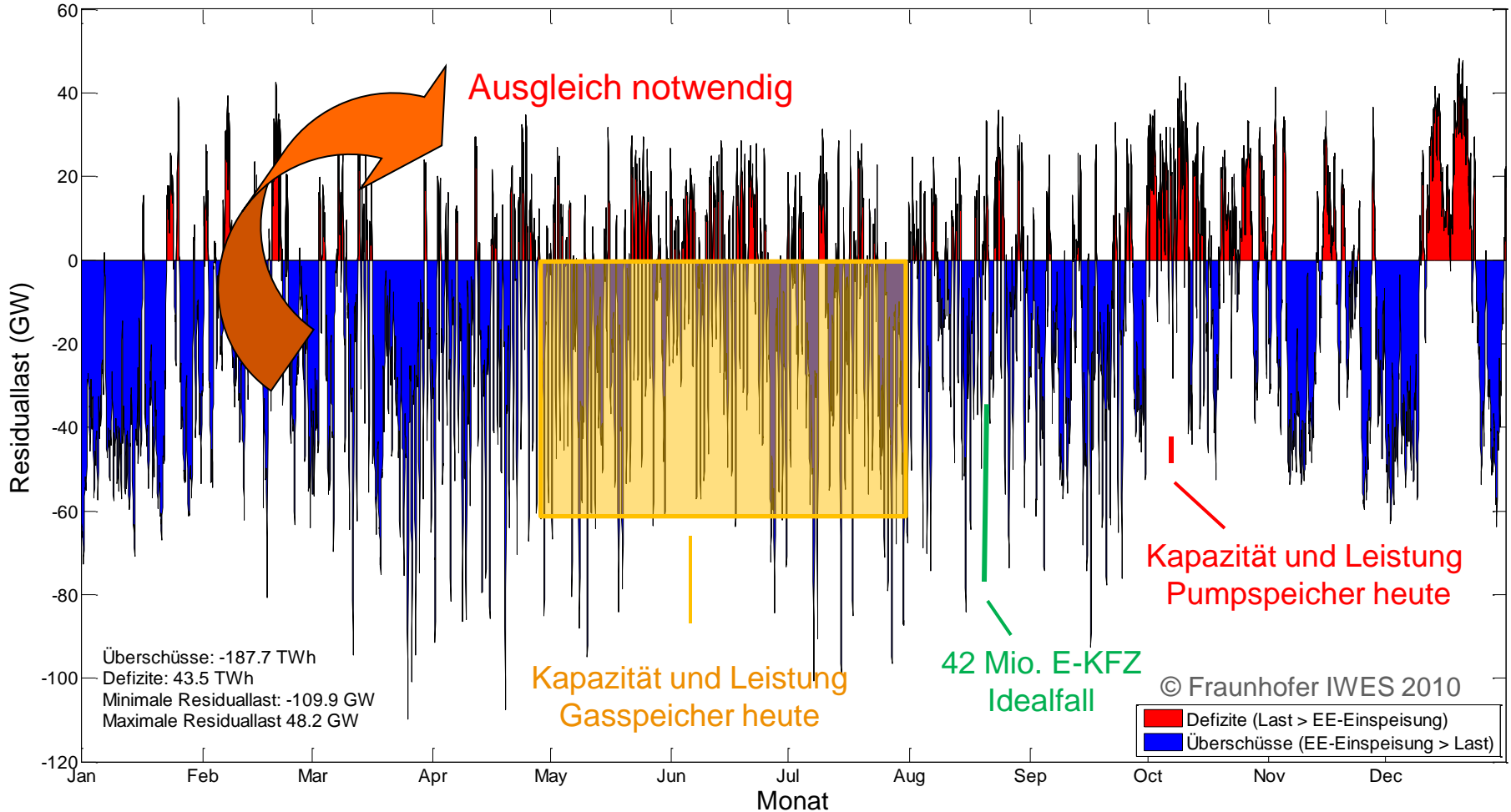


Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% Strom aus EE

© Fraunhofer IWES

Ausblick

Residuallast ohne E-Mobilität, Wärmepumpen und Klimatisierung (Meteo-Jahr 2007)



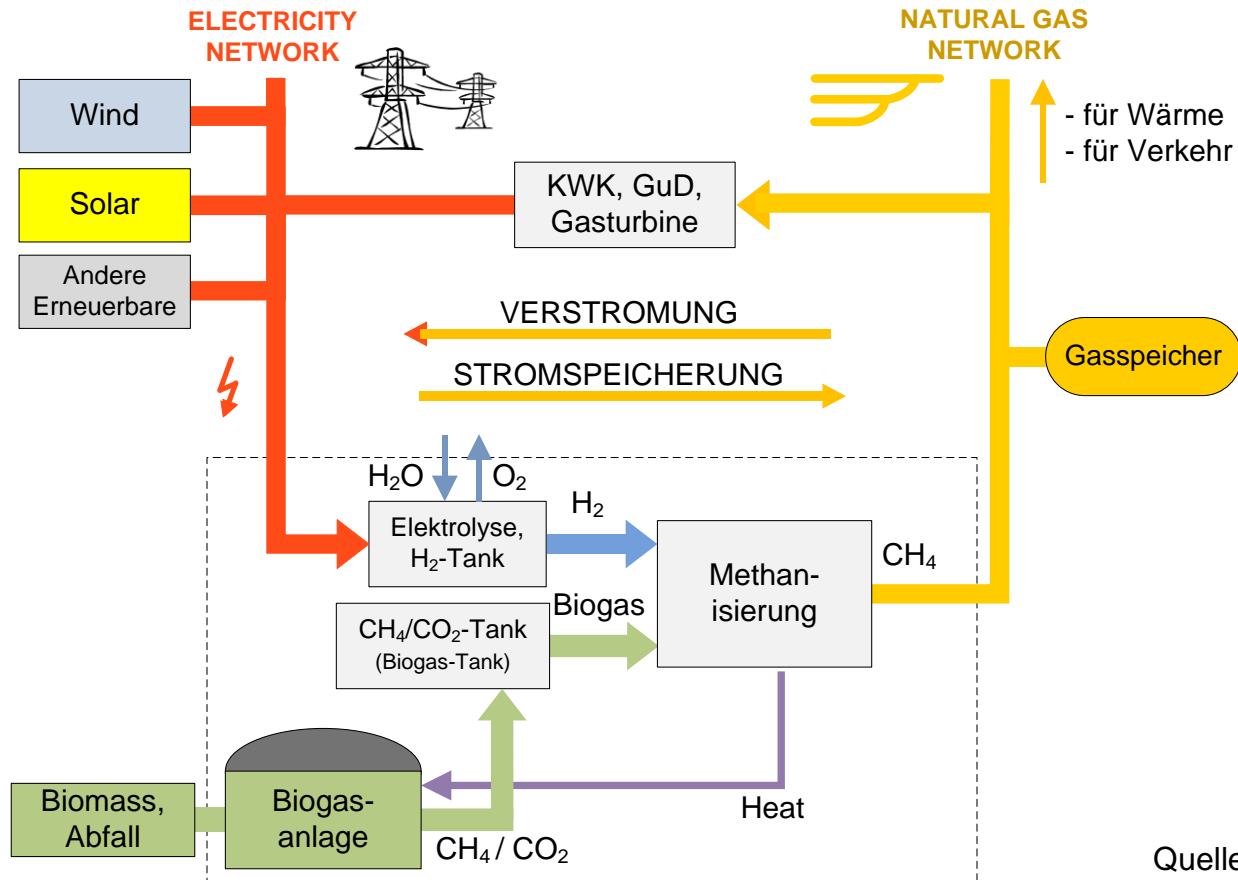
→ Gasspeicher = 1500 bis 3000-fache Kapazität aller Pumpspeicher (bei $\eta_{GT,GuD} = 28-55\%$)

Quelle: IWES-Berechnungen für UBA Energieziel 100% Strom aus EE

© Fraunhofer IWES

Ausblick

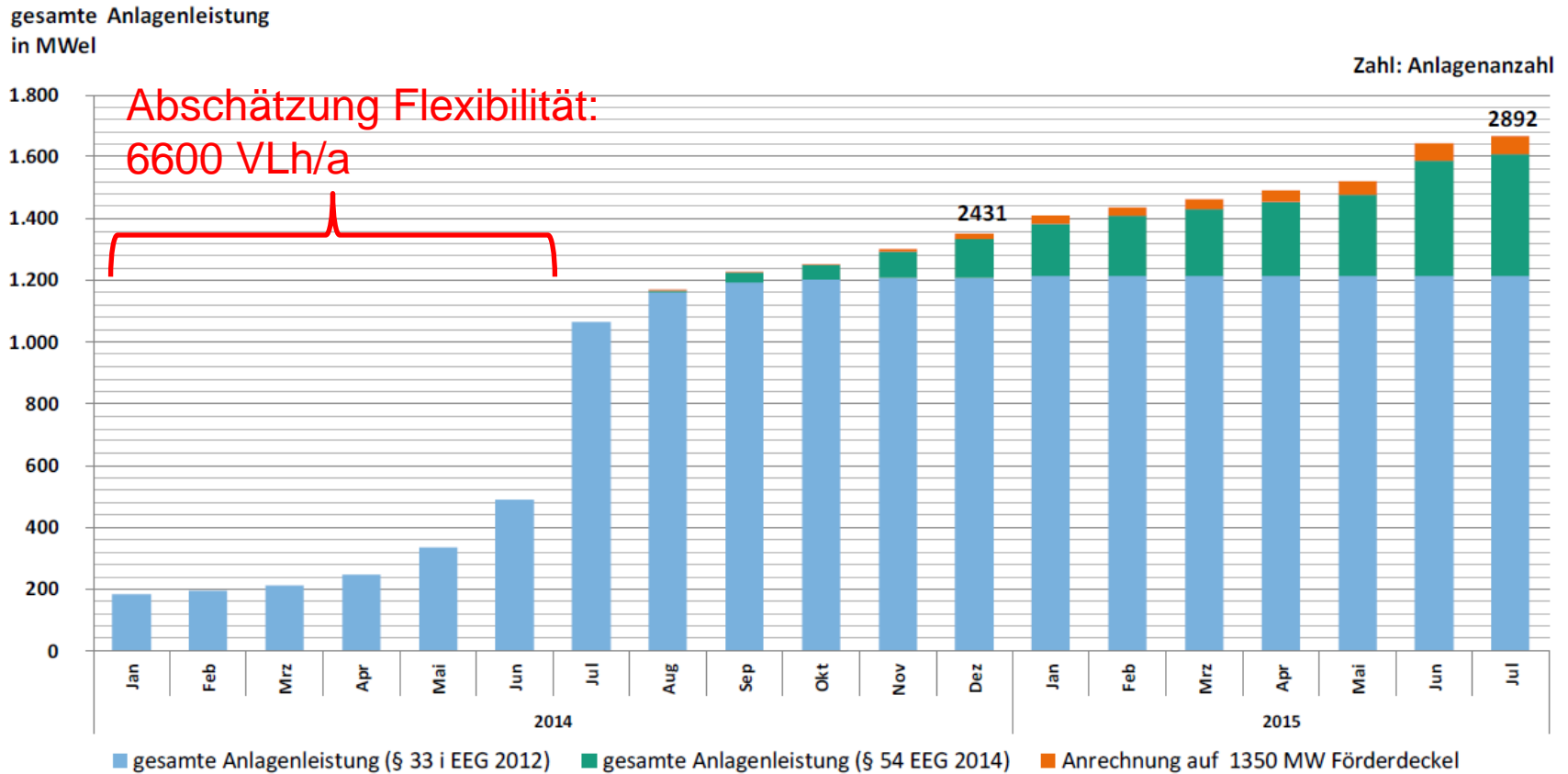
Direkte Methanisierung mit Biogas



Quelle: Specht et al, 2009
Sternier, 2009

Aktueller Stand – Flexibilität im Anlagenpark

Flexibilitätsprämie nach EEG 2012 und EEG 2014
 -> über 50 % der Biogasanlagen in der DV*

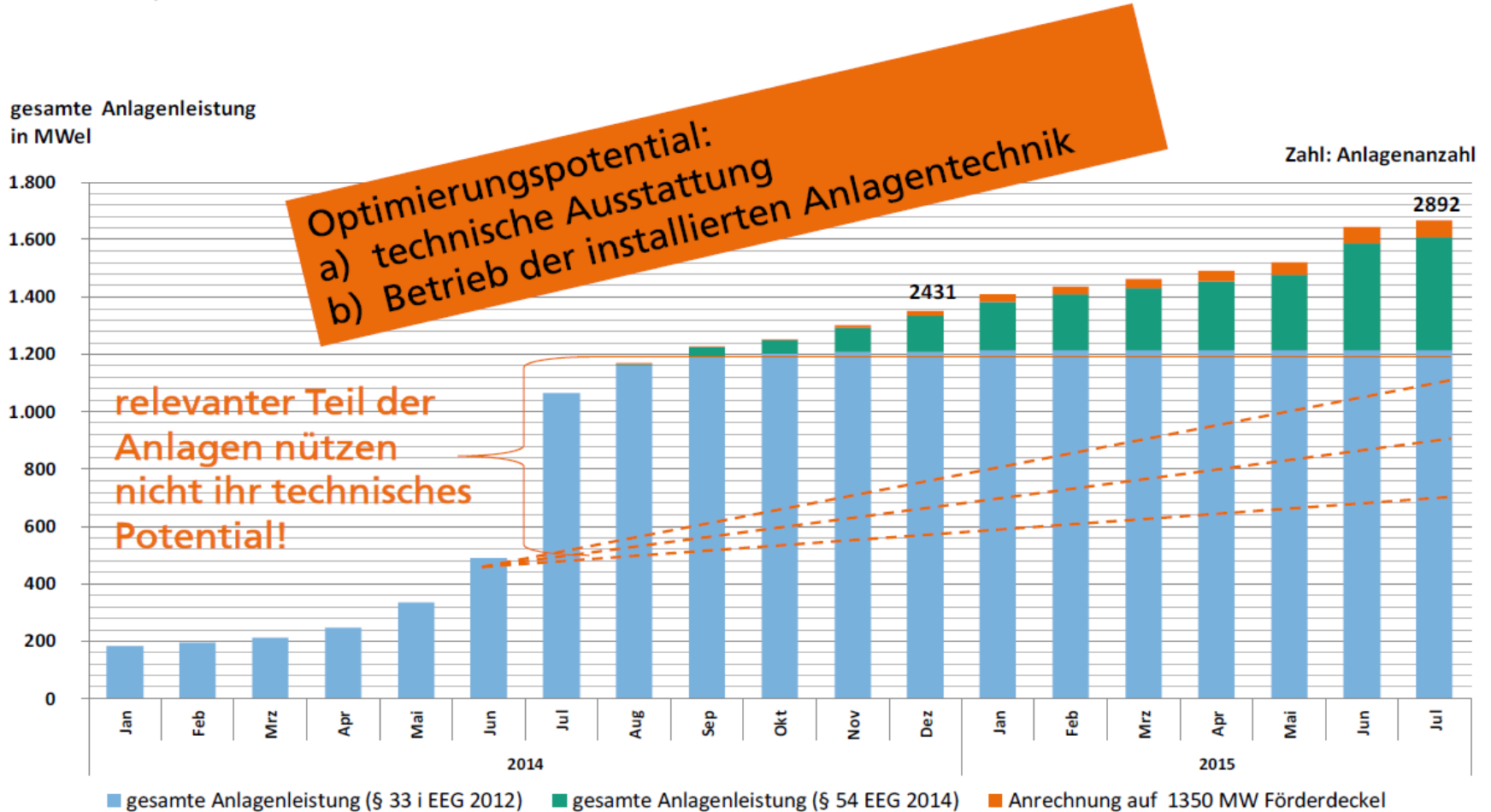


*bezogen auf die Leistung

Quelle: Holzhammer et al. 2015

Aktueller Stand – Flexibilität im Anlagenpark

Flexibilitätsprämie nach EEG 2012 und EEG 2014 (Interpretation Fraunhofer IWES)



Quelle: Holzhammer et al. 2015

Wie geht's weiter?

- Biogasanlagen können ein wesentliches Element einer zukünftigen erneuerbaren Energieversorgung darstellen und das Portfolio an EE-Erzeugern vervollständigen.
- Aufgabe von Praxis und Forschung ist es, den aus der Energiewende resultierenden neuen Anforderungen an den Biogasanlagenbestand gerecht zu werden und diesen zu flexibilisieren **und damit den Wert des Biogasstroms zu erhöhen!**
- **1.Schritt:** auf Basis von Biogasspeicherkonzepten
- **2. Schritt:** diskontinuierliche Biogasproduktion zum Ausgleich von längeren Zeiten ohne Biogasbedarf zur Verstromung
 - + ermöglicht eine insgesamt höhere Verstromungsflexibilität
 - + ausgeweitetes Substrateinsatzspektrum (Substratnutzungseffizienz)
- **3. Schritt:** Kombination von Biogasanlagen mit P2G-Anlagen
- Bestimmung des Wert des Biogasstroms - über den Strompreis hinaus
- Marktentwicklung?!

Herzlichen Dank ...

Kontakt: Dr. Henning Hahn

Fraunhofer IWES

Königstor 59

34119 Kassel

E-Mail: Henning.Hahn@gmx.de

Tel.: 0561-7294-261