
Konzepte der bedarfsorientierten Biogasbereitstellung für einen flexiblen Verstromungsbetrieb

Gasspeicherung vs. alternativer Verfahren

Dr. Henning Hahn, M.Eng. Alexander Möhring



ALB Biogastagung „Voraussetzung und Chancen eines flexiblen Biogasbetriebs“, Bad Hersfeld 10.02.2016

Fraunhofer IWES



Hauptaufgabe:
Kosteneffiziente
Windenergieanlage



Hauptaufgabe:
Integration erneuerbarer
Energieträger in bestehende
Energieversorgungsstrukturen
für eine nachhaltige und sichere
Energieversorgung

Fraunhofer Gesellschaft



Herkulesaufgabe: „Energiewende“

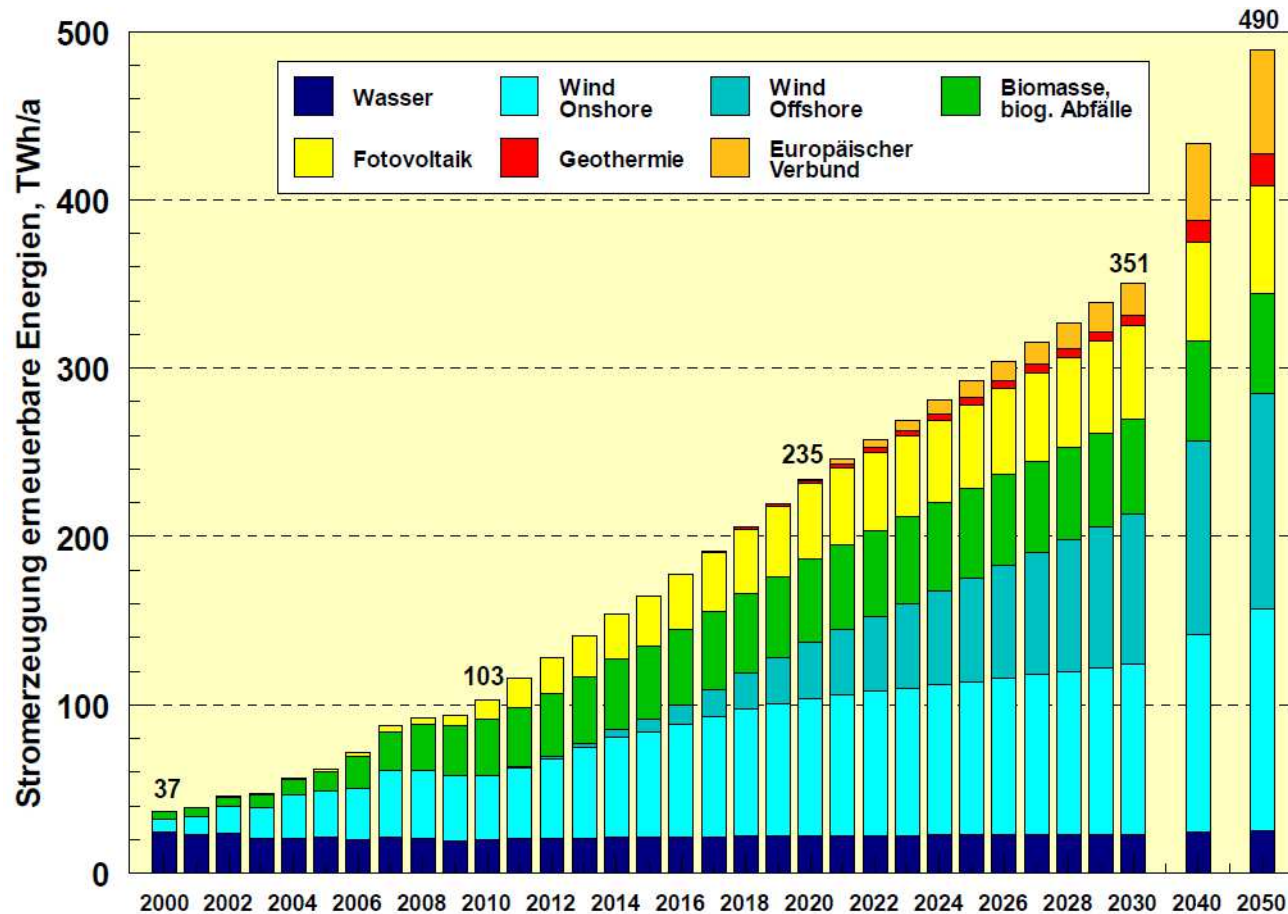


Wie können wir die Herkulesaufgabe(n) lösen (technisch, wirtschaftlich)?

Welches wird die Aufgabe der Bioenergie (bzw. von Biogasanlagen) dabei sein?

Hintergrund

Warum bedarfsorientiert Biogas verstromen?



Quelle: Nitsch et al., Langfristszenarien 2011

EE-Anteil an der Bruttostromproduktion:

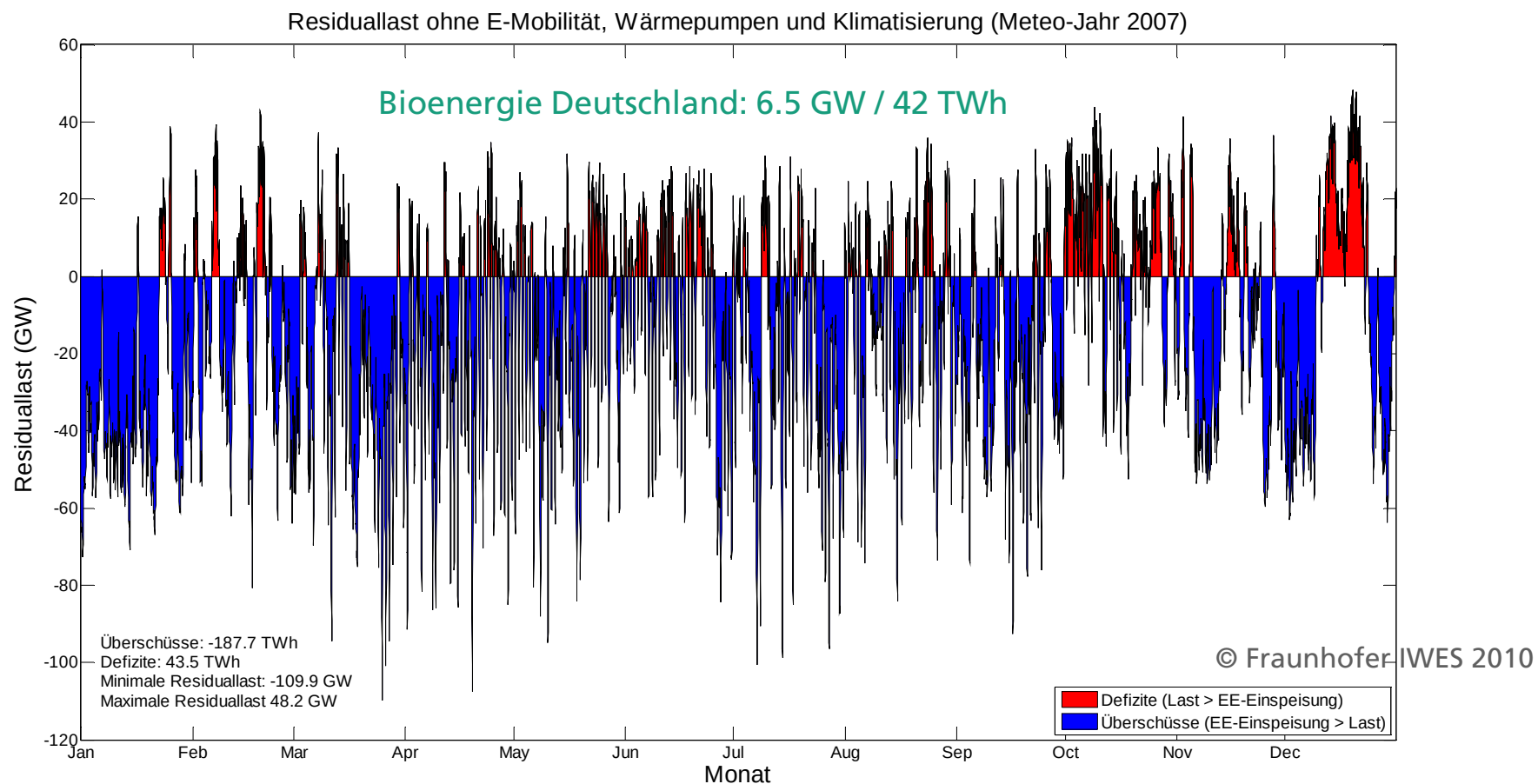
- Heute: ca. 27 %
- Ziel 2050: 80 %
- Dargestellt: 100 %

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

Warum bedarfsorientiert Biogas verstromen?



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

Warum bedarfsorientiert Biogas verstromen?

Herausforderung

- ..die schwankende Stromnachfrage mit der fluktuierenden Stromerzeugung zu decken.

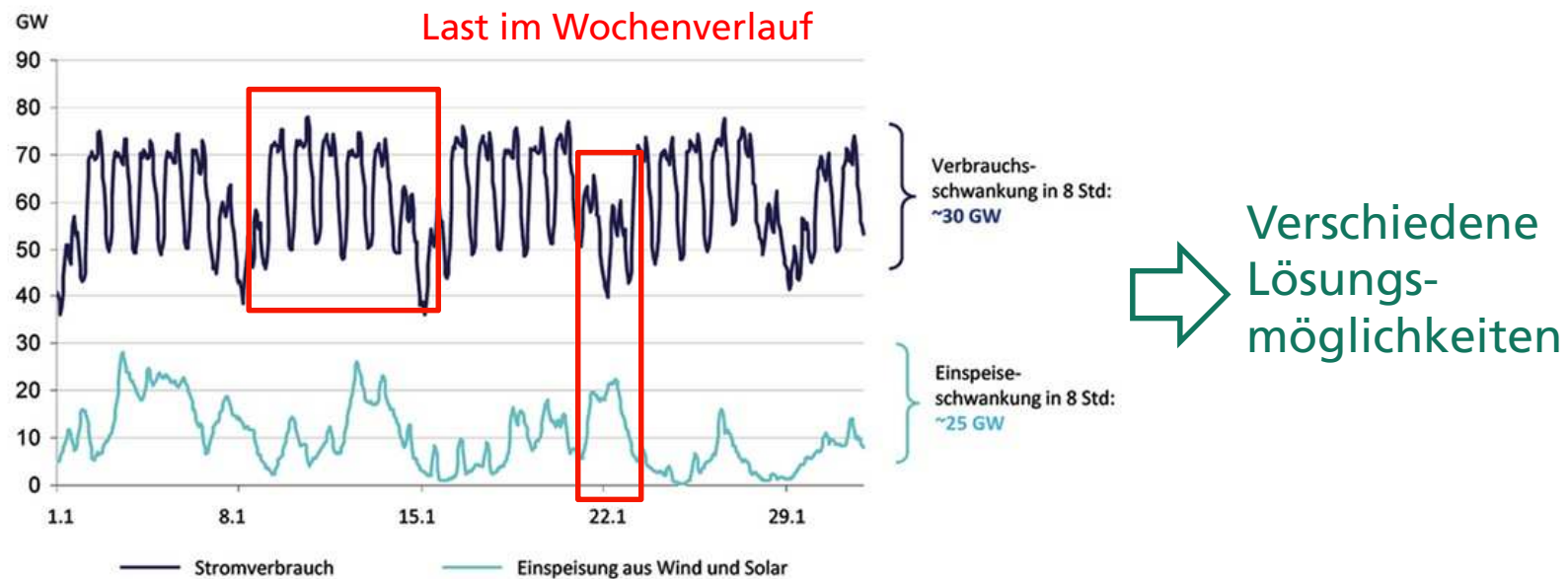
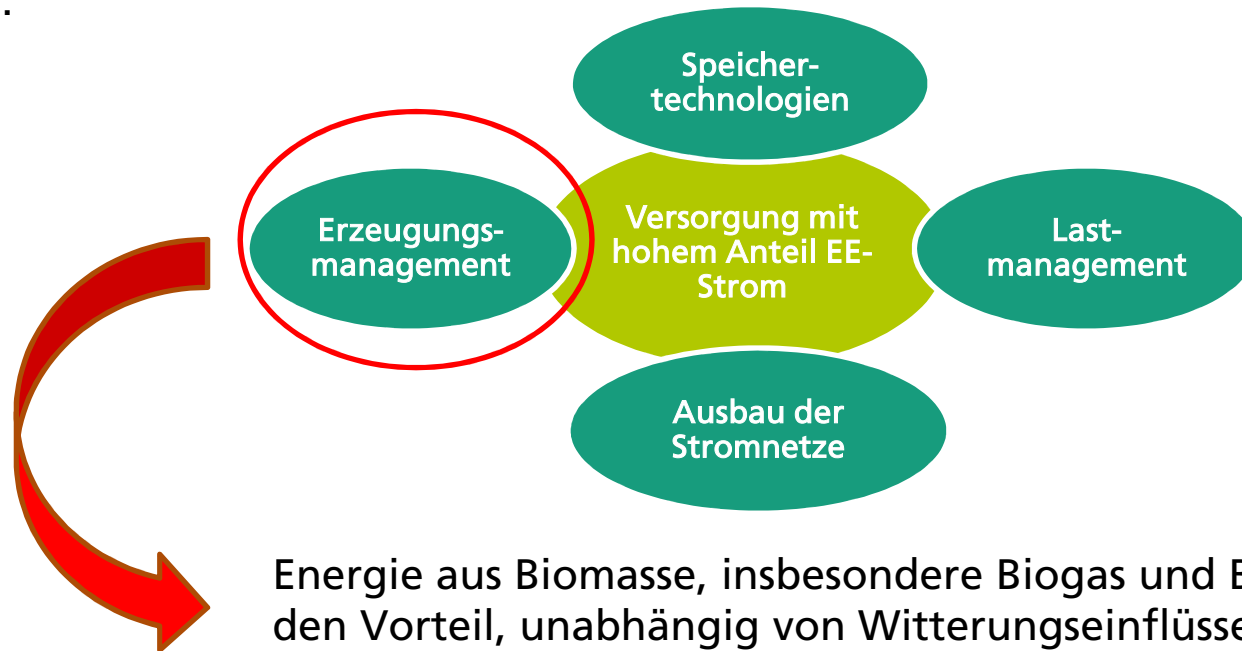


Abb.: Einspeise- und Stromverbrauchsschwankungen, Januar 2012

Quelle: entso-e, eex

Warum bedarfsorientiert Biogas verstromen?

Steigende Anforderungen an zukünftige Stromversorgungsstrukturen sind nur lösbar durch:



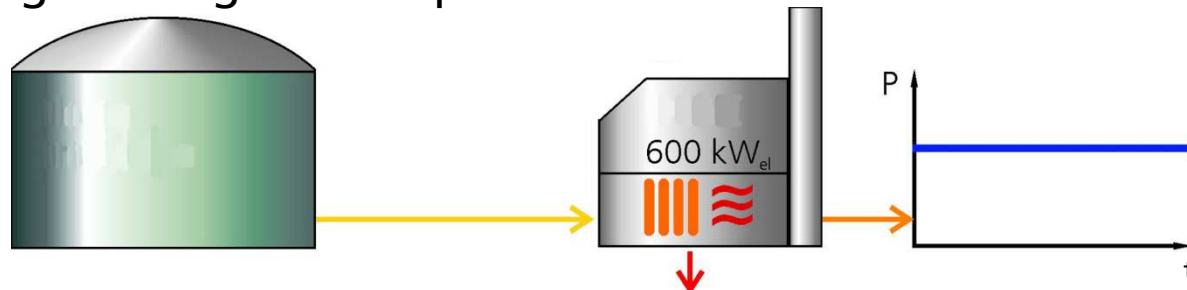
Energie aus Biomasse, insbesondere Biogas und Biomethan, bietet den Vorteil, unabhängig von Witterungseinflüssen flexibel verstromt werden zu können.

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

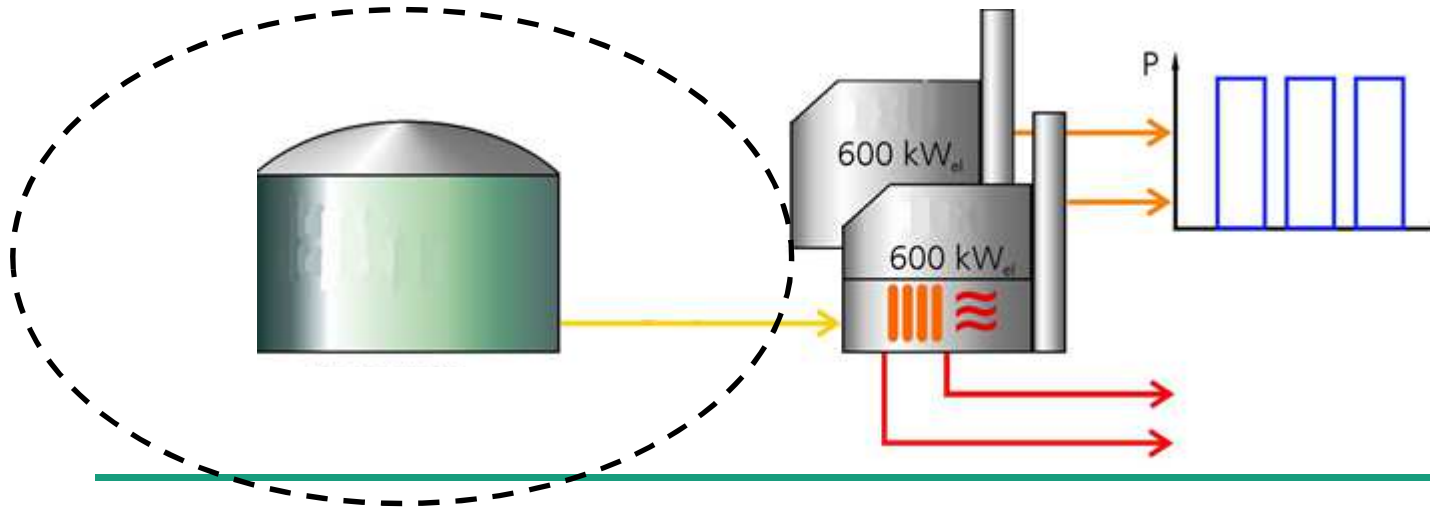
Hintergrund

Anforderungen an die bedarfsorientierte Biogasbereitstellung

Bisheriges Anlagenkonzept:



Anlagenkonzept für eine bedarfsorientierte Verstromung:



Biogasspeicherung

Gasspeicher

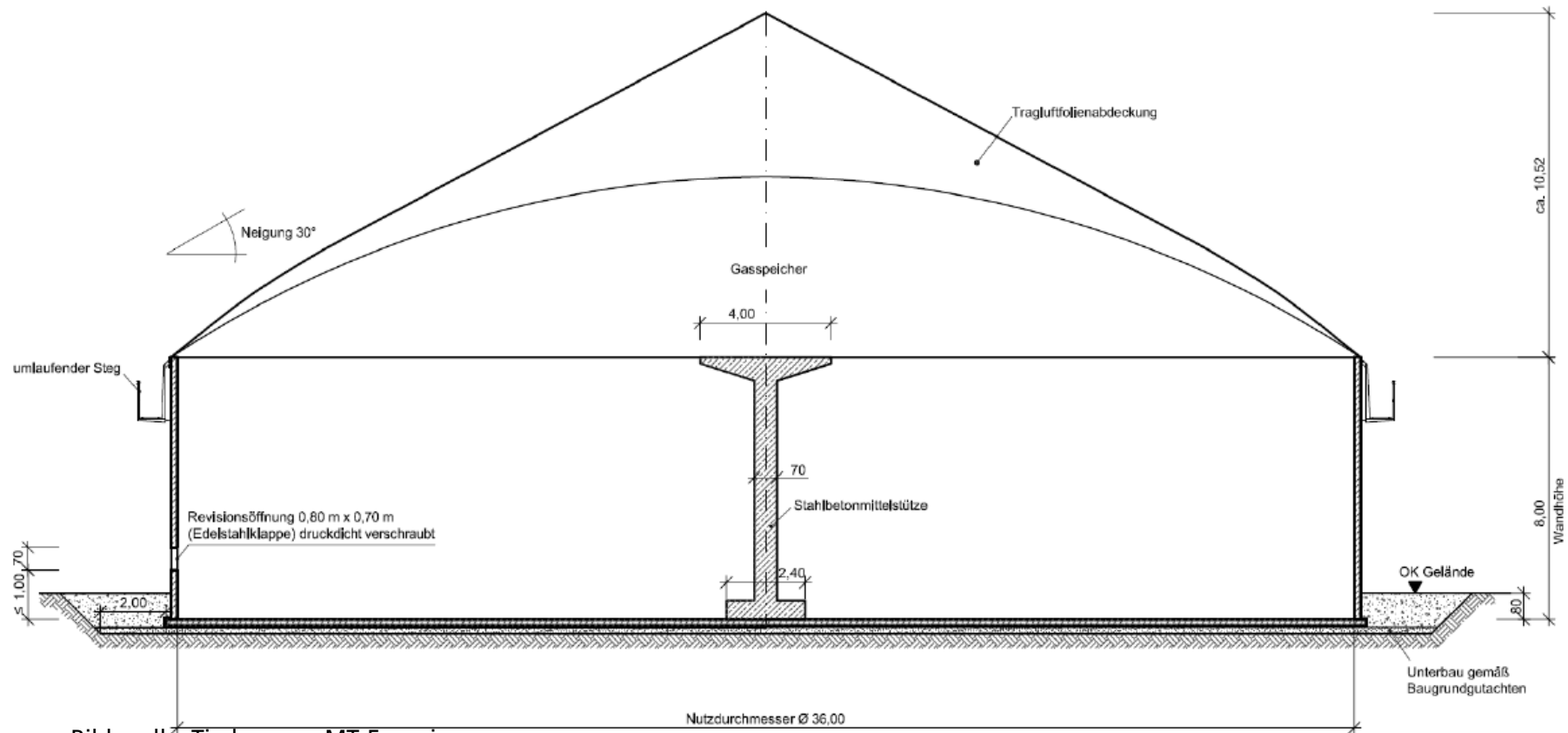


- Verfahrenstechnische Entkopplung Biogasproduktion (Fermenter) und des Gasbedarfs zur Verstromung (BHKW)
- Üblich 2-4 h Vorrat, wünschenswert 8-12 h und mehr (Arbeitsvolumen!)
- Füllstandsmessung (Druck, Länge, Radar, US, IR)
- Sicherheit; Störfallverordnung
Grenzen bei: ca. 8.000 m³, 40.000 m³

Interne Gasspeichererweiterung (luftgetragene Doppelmembrane)

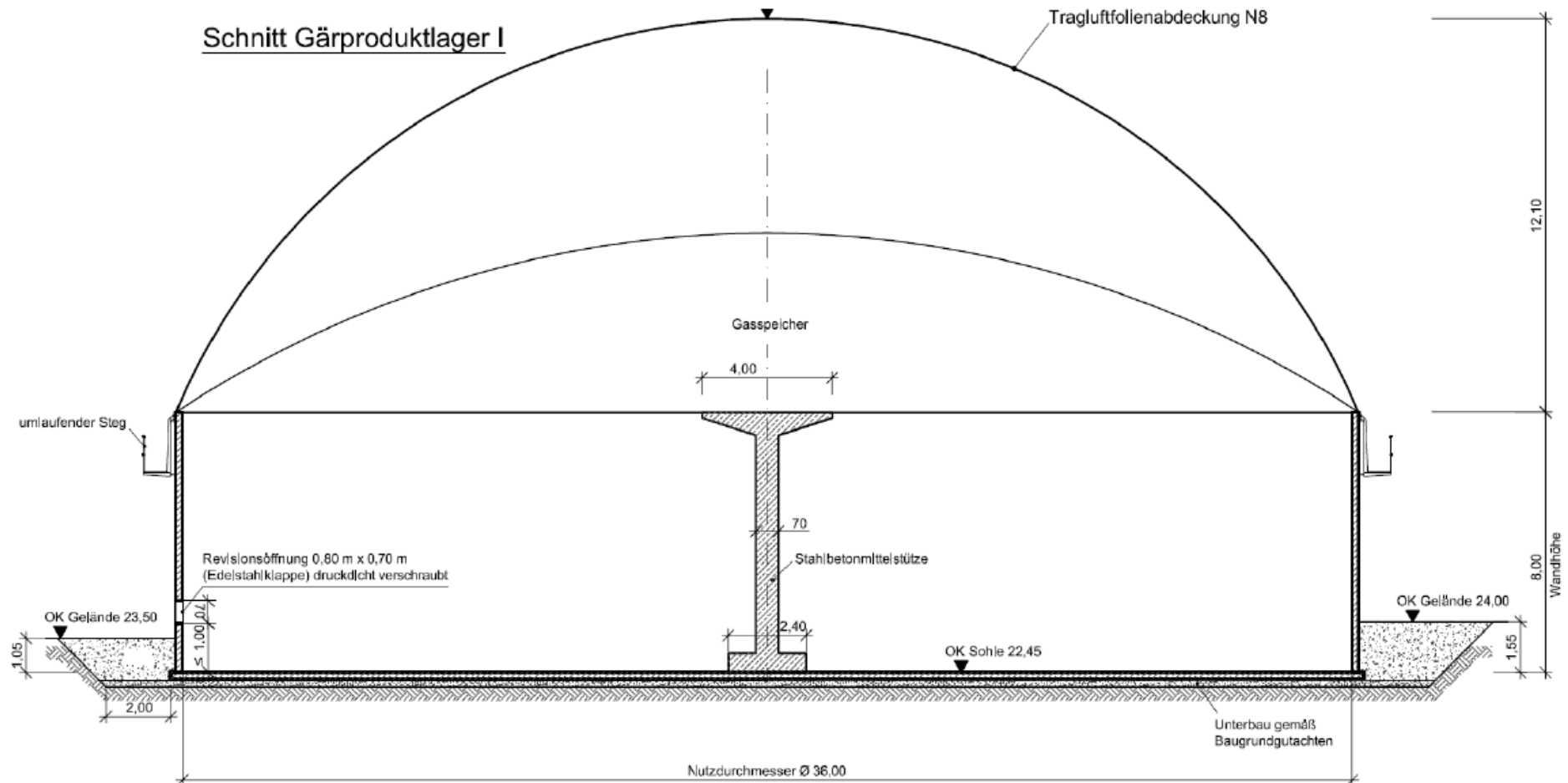
-> Zeltdächer sind nur bedingt geeignet

Schnitt Gärproduktlager I



Bildquelle: Tiedemann, MT-Energie

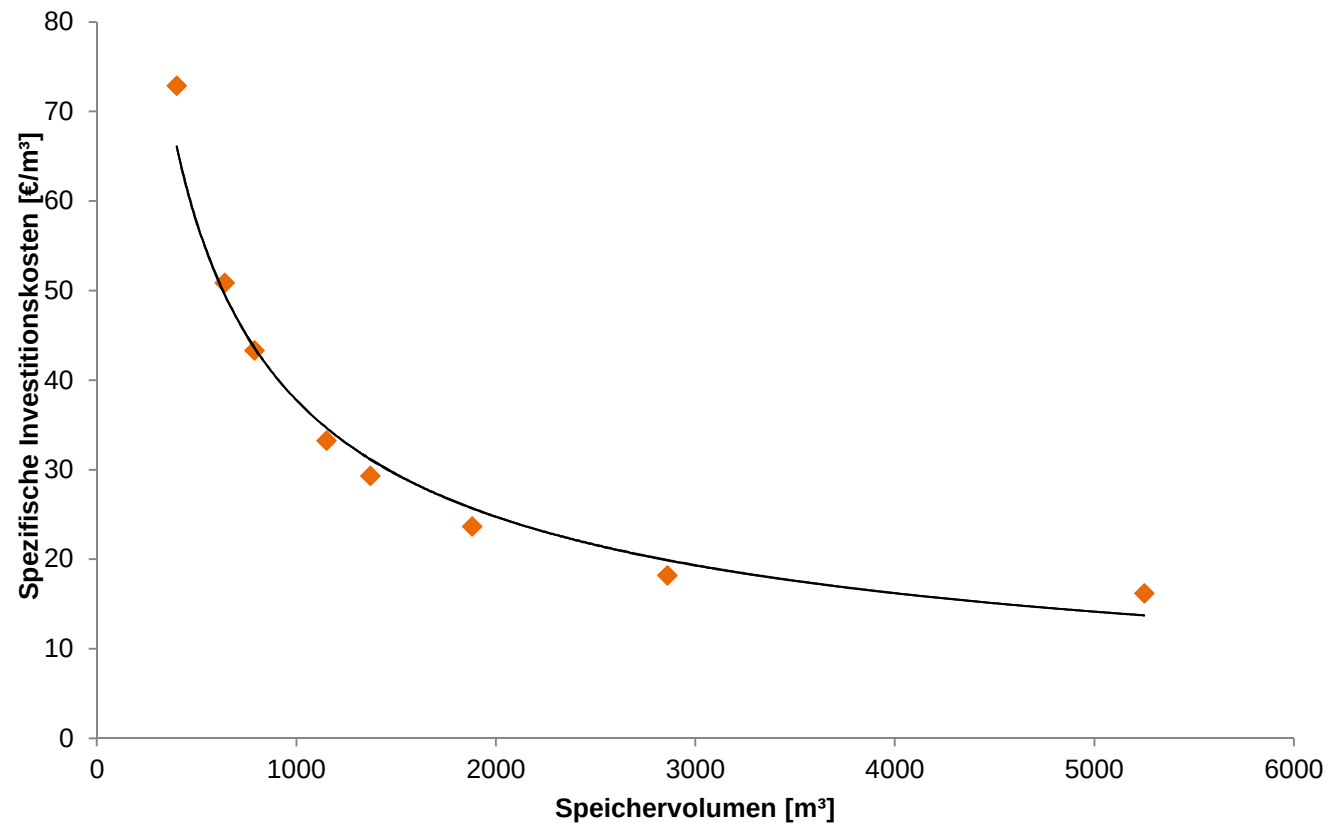
Interne Gasspeichererweiterung



Bildquelle: Tiedemann, MT-Energie

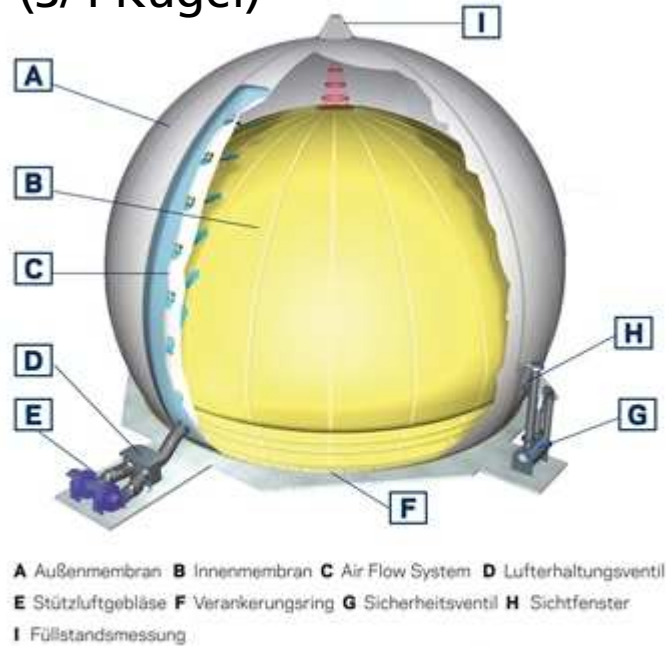
Kosten interner Gasspeicher (Doppelmembrangasspeicher)

Kostenfunktion interne Doppelmembranspeicher (Komplettsystem)



Externe Gasspeichererweiterung

Doppelmembran Kugelgasspeicher
(3/4 Kugel)



Gassack
(meist eingehaust)

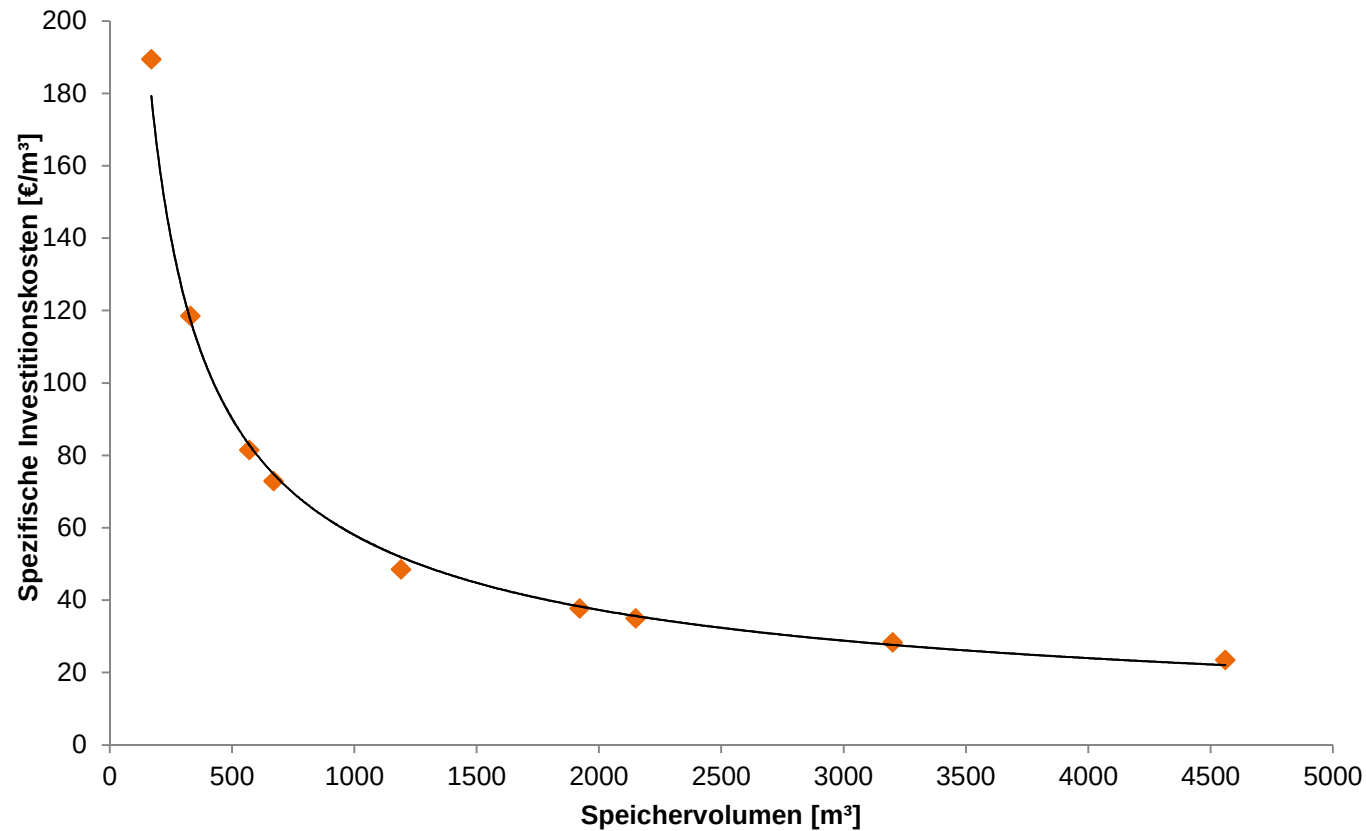


Bildquelle: Sattler, CENOTECH

-> bis ca. 5.000 m³ Speicherkapazität je externem Speicher

Kosten externer Gasspeicher (Kugelgasspeicher)

Kostenfunktion externe Doppelmembranspeicher (Komplettsystem)



Gasspeicherauslegung

Annahmen:

Gasfeuchte: 10 Vol.%, Auslegungstemperatur (T): 323,15 K, Gasdruck (p): 1.005 hPa,
Faktor Messungenauigkeit Gasproduktion: 1,25, Faktor Gasfüllstandsmessung: 1,1,
Gleichzeitigkeitsfaktor: 0,86

Formel Gasspeicherauslegung:

$$V_N = \frac{V \times T_N \times p}{T \times p_N}$$

Korrekturfaktor:

V_N x Messungenauigkeit(en) x Gleichzeitigkeitsfaktor

-> Korrekturfaktor interner Speicher: 1,6

-> Korrekturfaktor externer Speicher: 1,2

Vorsicht: Nach BImSchV – Berücksichtigung aller Volumina die potentiell mit Gas befüllt sein können (Gärrestlager, Rohrvoluminas, etc.)

Alternativen zur Gasspeicherung

Bedarfsorientiert, flexible Biogasproduktion mit einem angepassten Anlagenkonzept (ReBi)

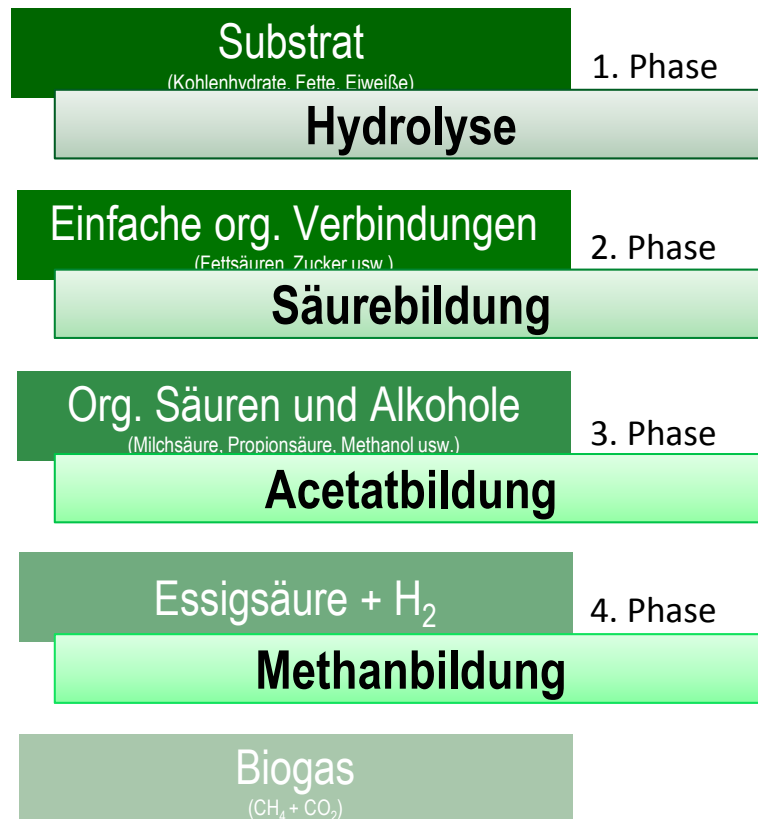


Abbildung: Ganagin, HAWK 2013

Die Idee

- (1) Leicht abbaubares Substrat durch Prozesstrennung zu erzeugen und
- (2) in einem Hochleistungsfermenter flexibel zu vergären

ReBi 2.0 ein Anlagenkonzept zur flexiblen Biogasproduktion

Ein Forschungsprojekt von IWES und HAWK (FG Neutec)

ReBi-Verfahren

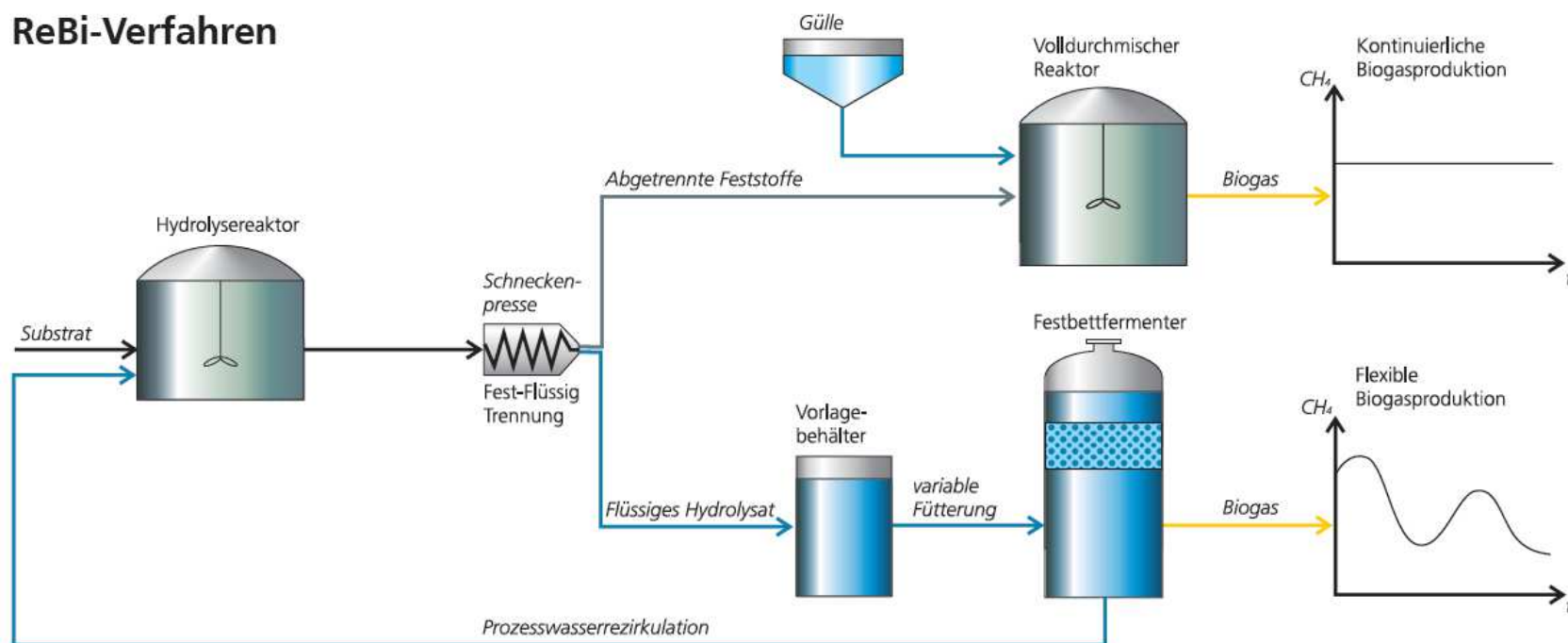


Abbildung: verändert nach Ganagin, HAWK 2011

ReBi 2.0 – Ein Forschungsprojekt am Eichhof

Ziele des Forschungsprojektes:

- Überführung der Versuchsergebnisse zur flexiblen Biogasproduktion aus dem Technikum in den Demonstrationsmaßstab
- Ausweitung des eingesetzten Substratspektrums in der Technikumsanlage

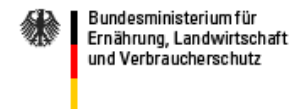
Förderzeitraum: 24 Monate (Projektbeginn 1.12.2015; Ende 30.11.2017)

Projektkonsortium:

- FG NEUTec, HAWK-Göttingen: Betrieb der Versuchsanlage mit alternativen Substraten
- LHL: Begleitung der Versuchsdurchführung mit Laboranalysen
- FLEXBIO Technologie UG: Begleitung des Anlagenbaus
- Fraunhofer IWES: Energiesystemtechnische Begleitung

Fördergeber:

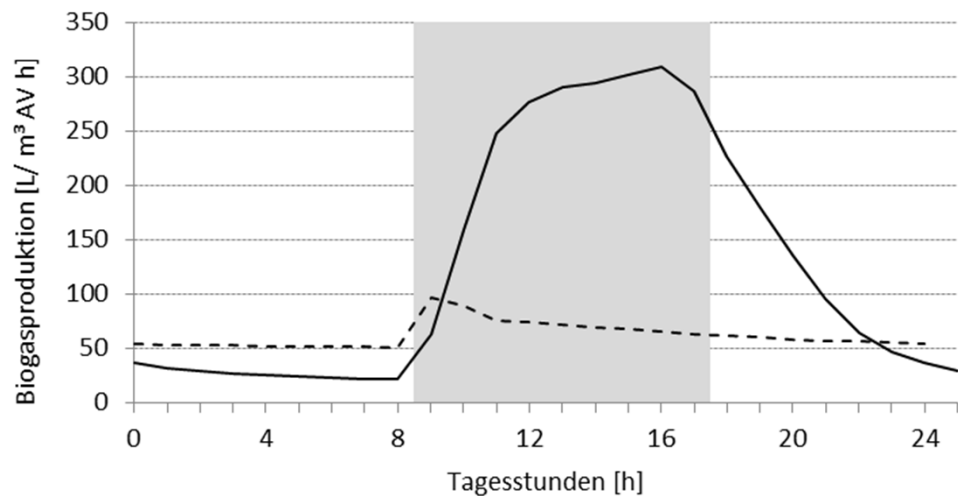
FNR e.V. (BMEL) im Rahmen des Energie und Klimafonds



Versuchsergebnisse

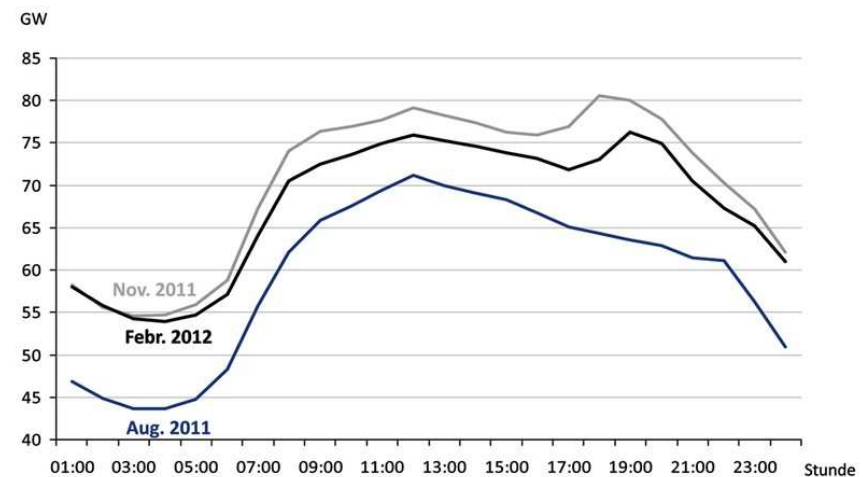
– Flexible Biogasproduktion mit der ReBi-Anlage aus dem Technikum der HAWK

Gasproduktion im Tagesverlauf bei 8 h Fütterung



■ Fütterung — Biogas Festbett - - - Biogas aus Feststoffvergärung

Tageslastgang in versch. Jahreszeiten

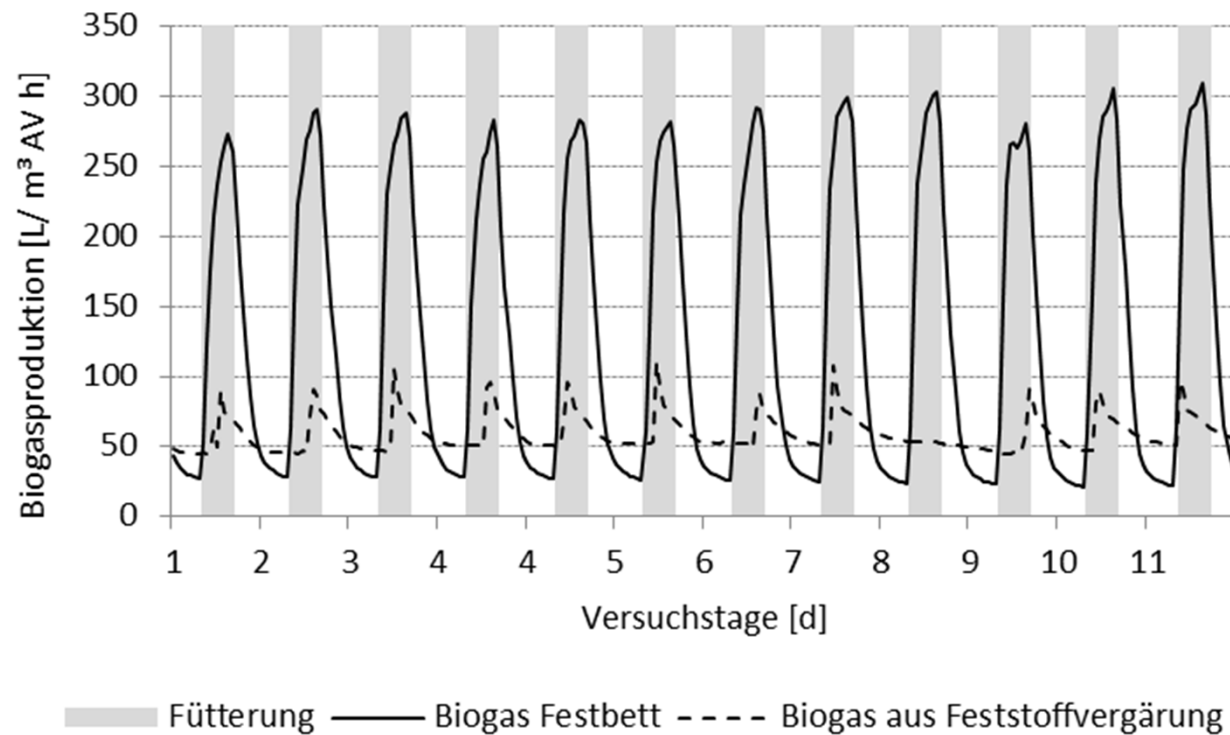


Quelle: Ganagin, HAWK 2013

V Versuchsergebnisse

– Flexible Biogasproduktion mit der ReBi-Anlage

Flexible Biogasproduktion durch eine Fütterung von 8 Stunden pro Tag

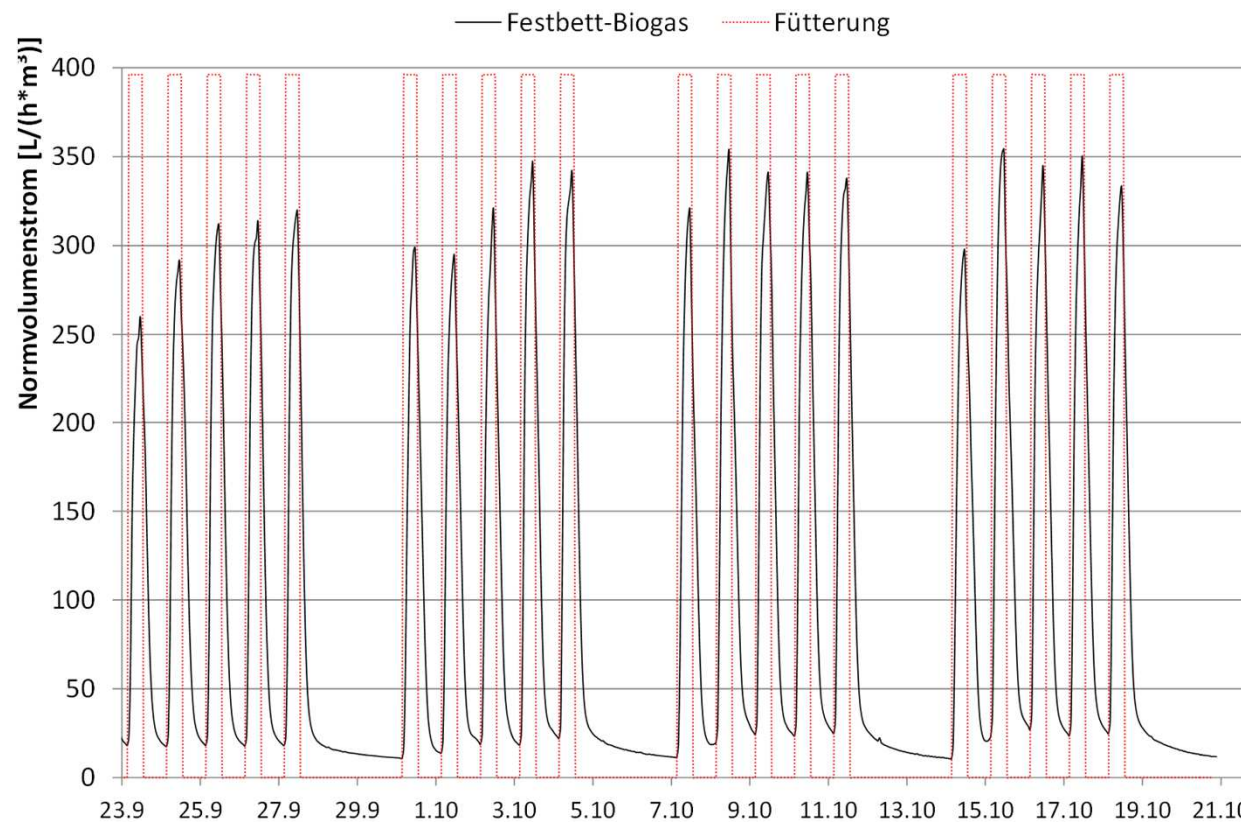


Quelle: Ganagin, HAWK 2013

Versuchsergebnisse

– Flexible Biogasproduktion mit der ReBi-Anlage

Berücksichtigung des Strombedarfes im Laufe der Woche

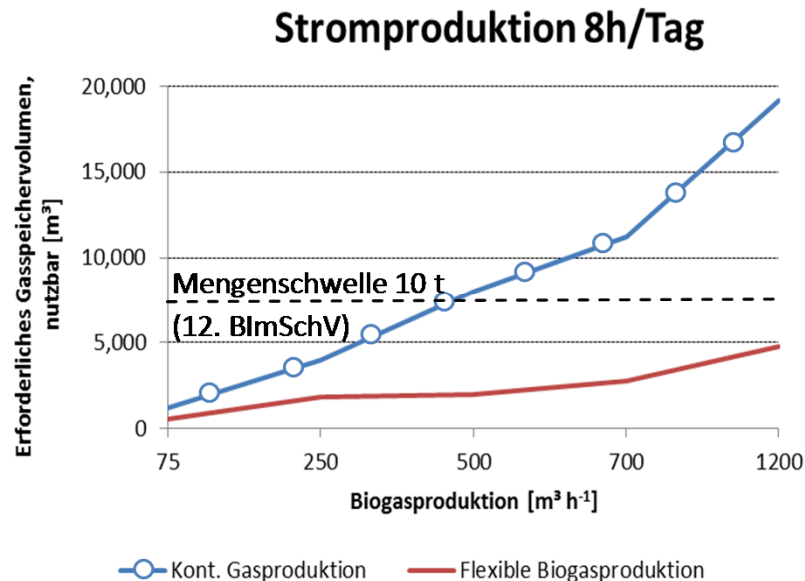


Quelle: Ganagin, HAWK 2013

Bewertung der Versuchsergebnisse

Erforderlicher nutzbarer Gasspeicherbedarf bei flexibler Stromproduktion

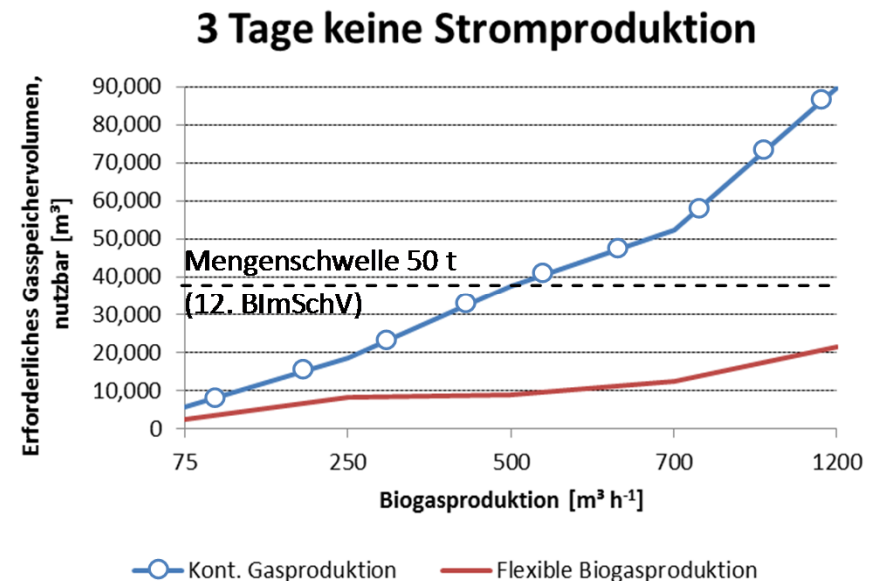
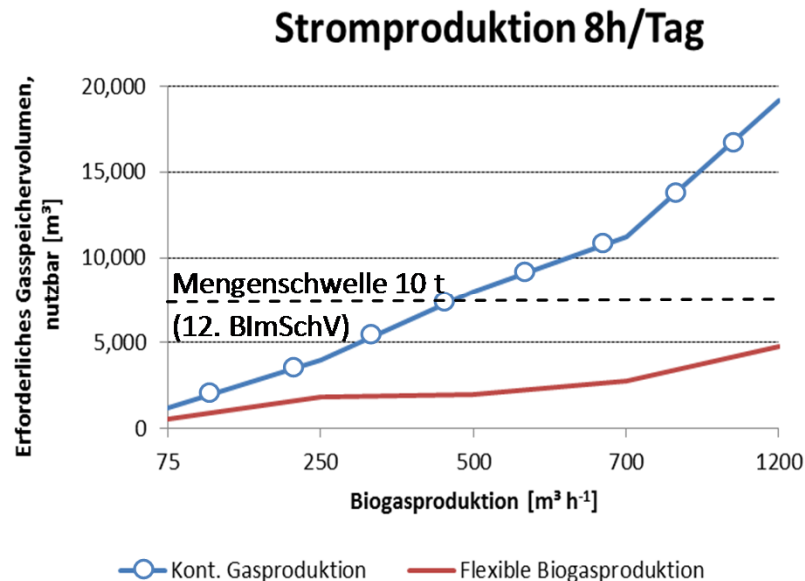
- Platzbedarf für die Gasspeicherung(extern) muss vorhanden sein
- Lt. BImSchV auf 10t und 50t begrenzt



Bewertung der Versuchsergebnisse

Erforderlicher nutzbarer Gasspeicherbedarf bei flexibler Stromproduktion

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



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

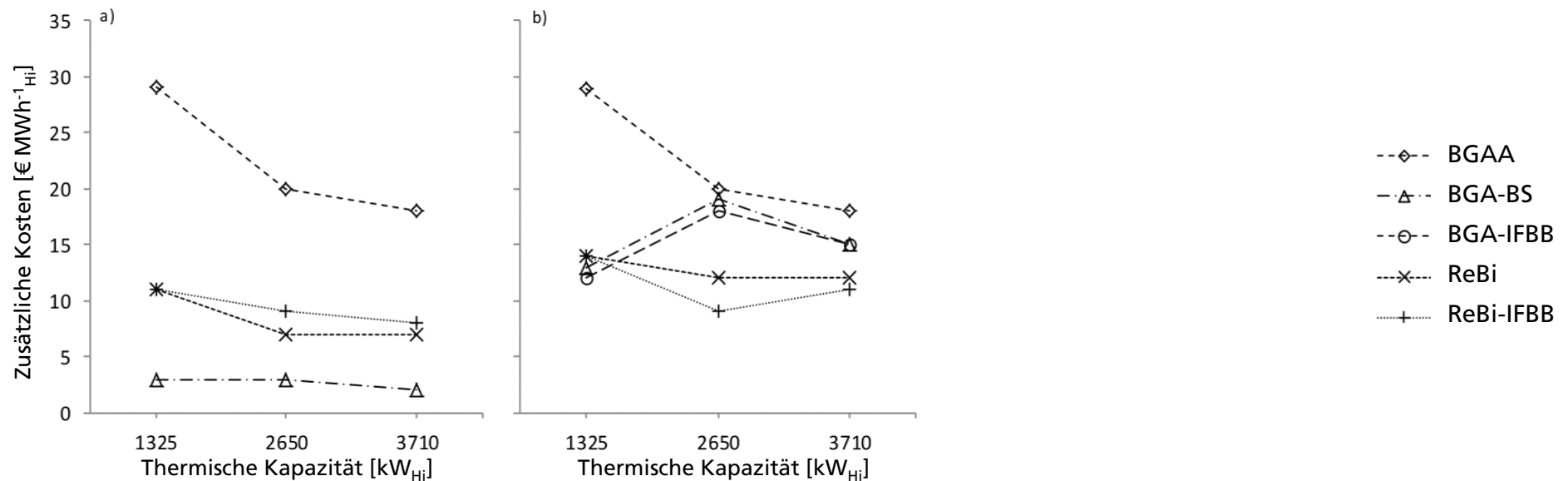
Ergebnisse

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

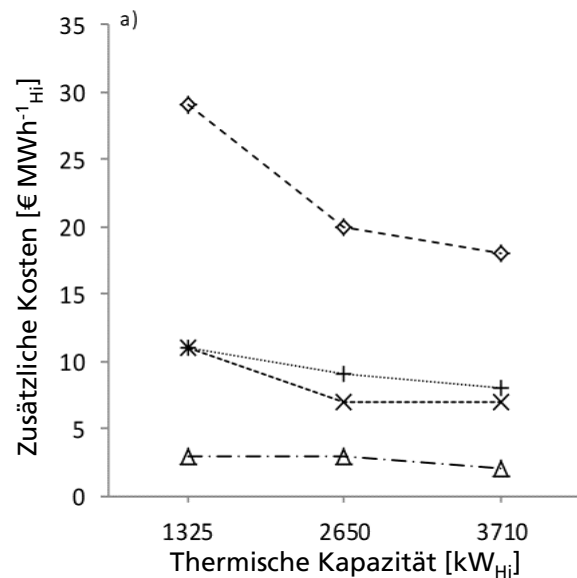
Ergebnisse

Zusätzliche Gasbereitstellungskosten

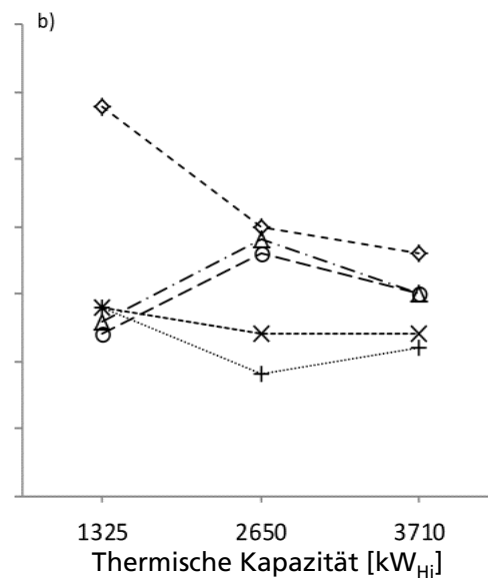
Gasbereitstellungskosten BGA:

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

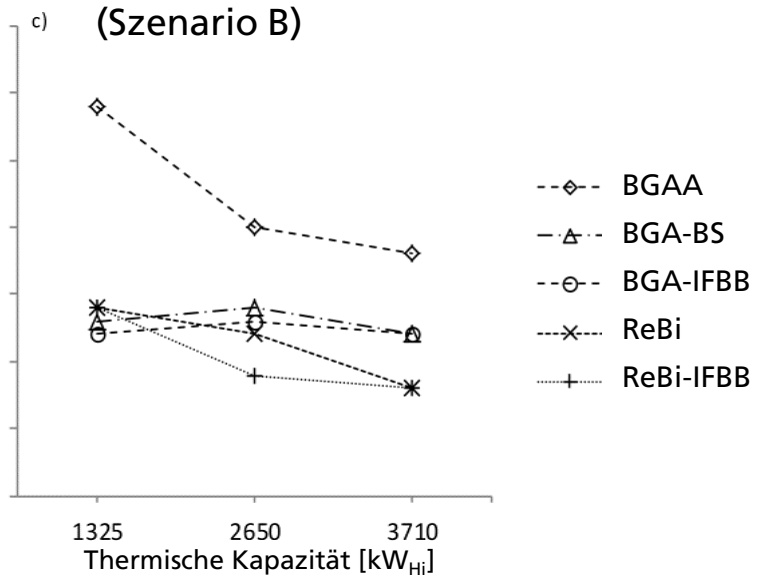
a) Biogasbereitstellung an 8 h d⁻¹ (Szenario A)



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



c) Ohne Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen (Szenario B)



Variable Biogasproduktion an Bestandsbiogasanlagen

- Bedarfsorientierte Beeinflussung der Biogasproduktion durch ein angepasstes Fütterungsmanagement
- Wahl und Menge der zugeführten Substrate
- **Ziel:** Verlagerung der Gasproduktion in Bedarfszeiten um Investitionen in Gasspeicherkapazitäten einzusparen
- **Chance:** Ausweitung des Substratspektrums auf alternative Energiepflanzen

UBEDB – Upgrading von Bestandsanlagen hin zu flexiblen Gaslieferanten

Ziele des Forschungsprojektes:

- 1) **Technisch:** Welches Gasverlagerungspotential kann realisiert werden?
- 2) **Wirtschaftlich:** Wie flexibel muss die Gasproduktion sein um geg. alternativer Konzepte kostengünstiger zu sein?
- 3) **Ökologisch:** Kann dadurch der Substrateinsatz an BGAs erweitert werden?
- 4) **Praxis:** Ableitung von Empfehlungen für Anlagenbetreiber

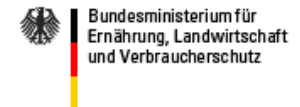
Förderzeitraum: 24 Monate (1.07.2015 – 31.06.2017)

Projektkonsortium:

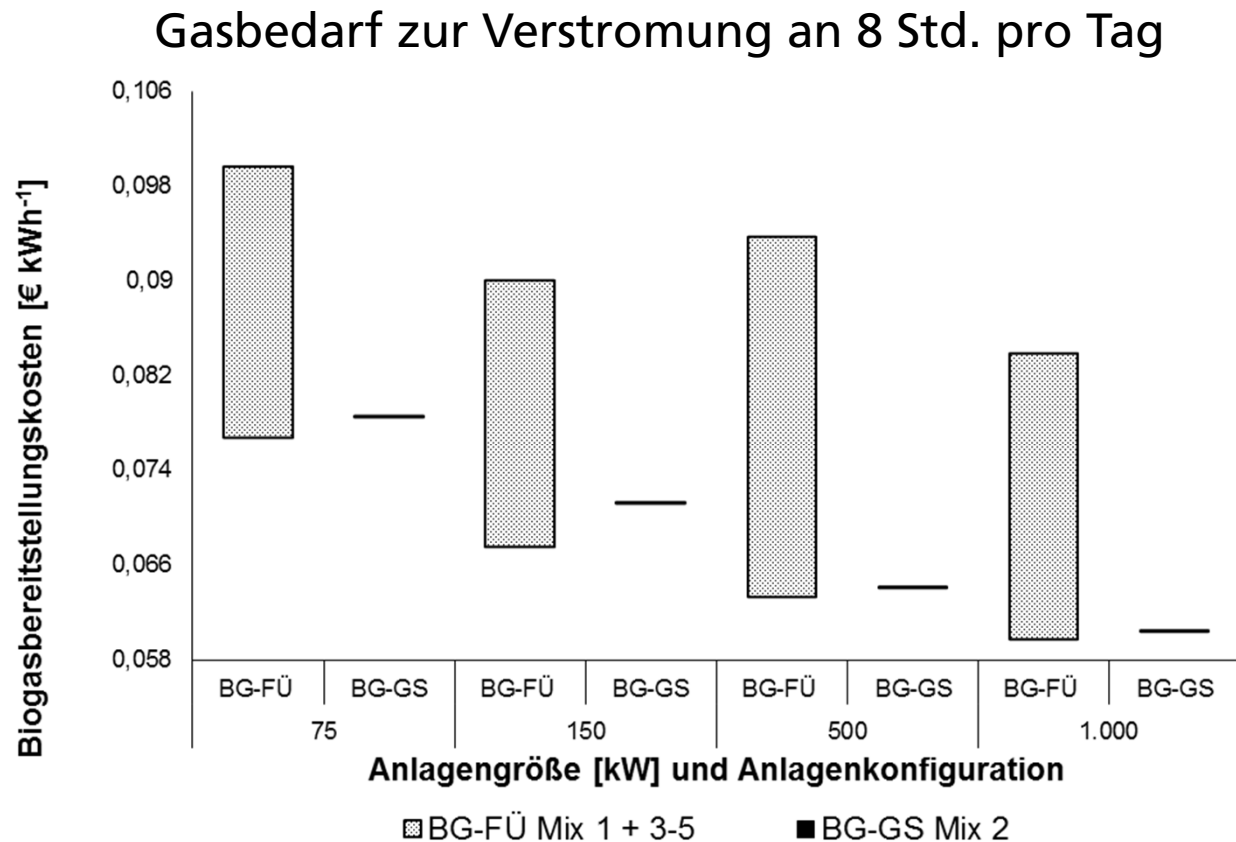
- LHL: Variable Biogasproduktion im Labor
- Fraunhofer IWES: Überführung der Laborergebnisse auf die Forschungsbiogasanlage
- Maschinenring Kassel: Praktische Begleitung der Versuche

Fördergeber:

FNR e.V. (BMEL) im Rahmen des Energie und Klimafonds

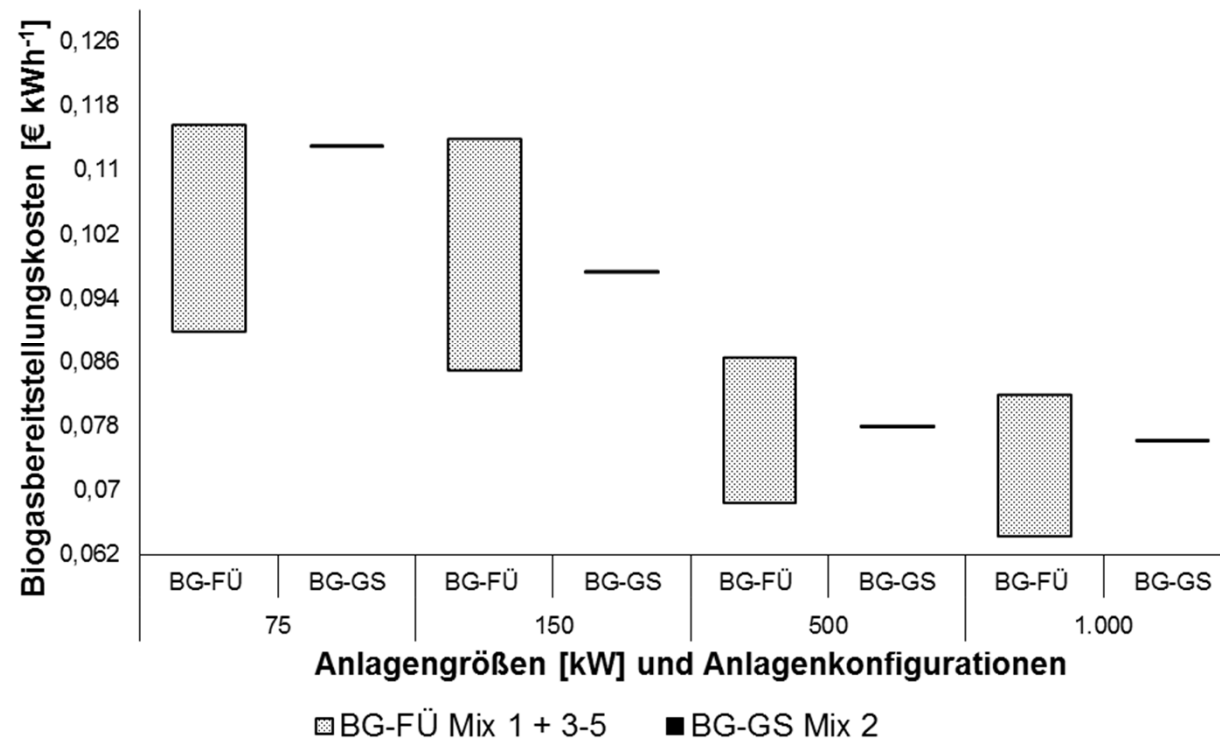


Ökonomische Gegenüberstellung Gasspeicherung vs. variable Biogasproduktion



Ökonomische Gegenüberstellung Gasspeicherung vs. variable Biogasproduktion

3 Tage ohne Gasbedarf zur Verstromung



Leistungen einer flexiblen Biogasanlage

	Untertägig	Tag/Woche Saisonal
Ausgleich Residuallast	(i) Substratmanagement (ii) Speicherung im Erdgasnetz	
Regelleistung		
	- Gasspeicherung vor-Ort - Verschiebung der Stromproduktion	
Verwertung von Überschussstrom	Biogas	

Quelle: Guido Erhardt, Fachverband Biogas

Ausblick

- Energie aus Biogas/Bioenergie gilt es am Systembedarf auszurichten
 - Im Stromsektor ist das die flexible Verstromung
- Welche Flexibilität von Biogasanlagen erwünscht ist werden zukünftige Marktbedingungen (Erlösmöglichkeiten) zeigen
- Abhängig davon haben verschiedene Biogasanlagenkonzepte ihre Vorteile
 - *Kurzfristige Flexibilität:* Gasspeicher
 - *Langfristige Flexibilität:* Variable Gasproduktion/ Innovative Anlagenkonzepte
- Bereitstellungskosten für Flexibilitätsdienstleistungen von Biogasanlagen gegenüber Alternativen werden über den Marktanteil entscheiden
- Wenig technische Alternativen für längerfristigen Ausgleich der Residuallast!

- Substratkosten!! – Lösung: alternative Energiepflanzen?
- Der ökologische Mehrwert für den Boden und die Fruchtfolge darf nicht ausschließlich über den Strompreis refinanziert werden!