

Flexibilisierung von Biogasanlagen und optimierte Wärmenutzungskonzepte für Biogasanlagen

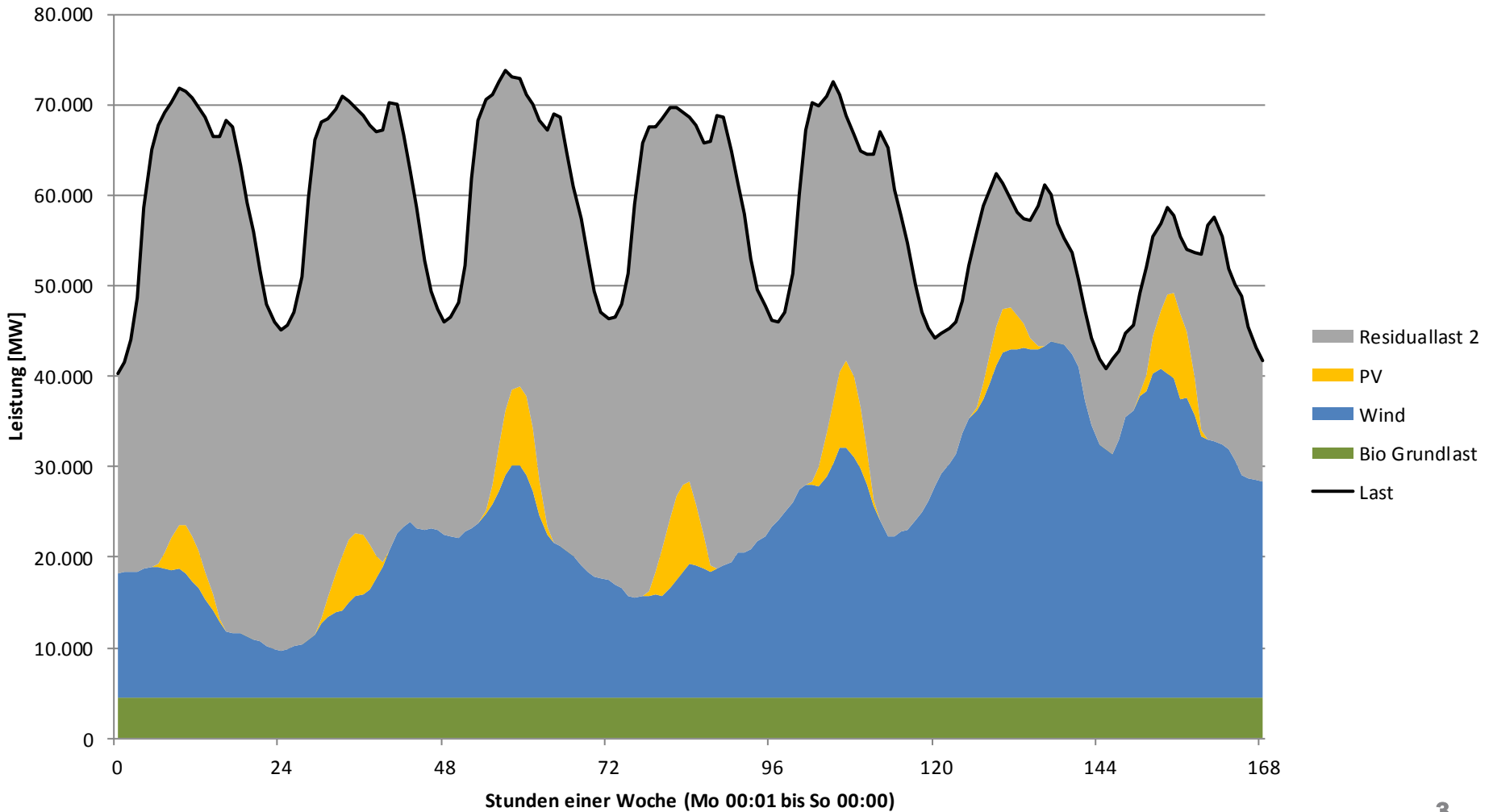
Tino Barchmann, Martin Dotzauer



- **Bioenergie als Flexibilitätsoption**
- **Flexibilisierungsansätze für Biogasanlagen**
- **Flexibilität versus KWK – Synergie oder Antagonismus?**
- **Modellrechnungen für Praxis-Biogasanlagen**
- **Ausblick**
- **Diskussionsthesen**

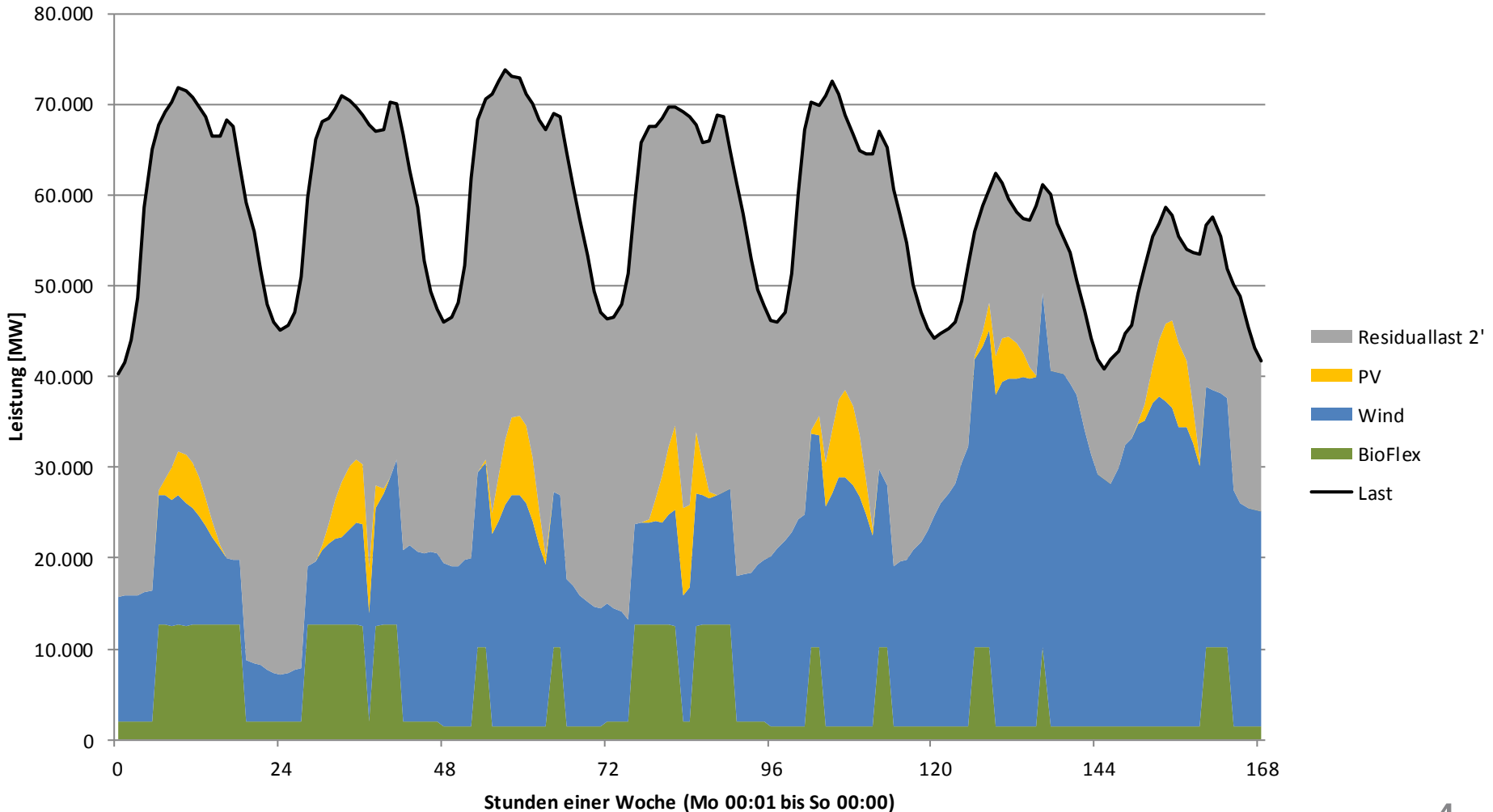
Flexibilitätsoptionen und Energiewende I

Lastkurven Deutschland vom 23.10.2017 bis 29.10.2017



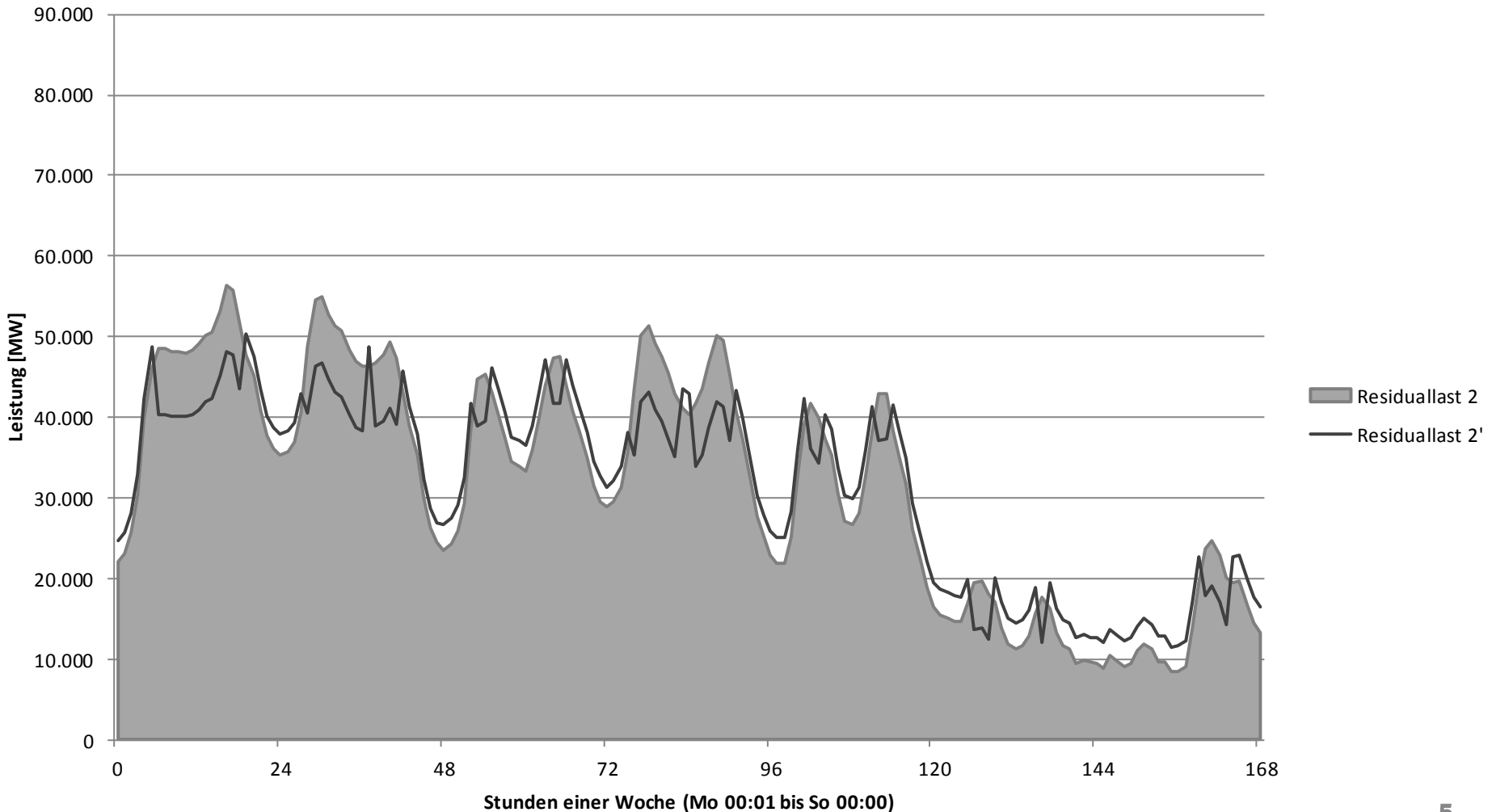
Bioenergie als Flexibilitätsoption III

Lastkurven Deutschland vom 23.10.2017 bis 29.10.2017



Bioenergie als Flexibilitätsoption IV

Residuallastkurve Deutschland vom 23.10.2017 bis 29.10.2017



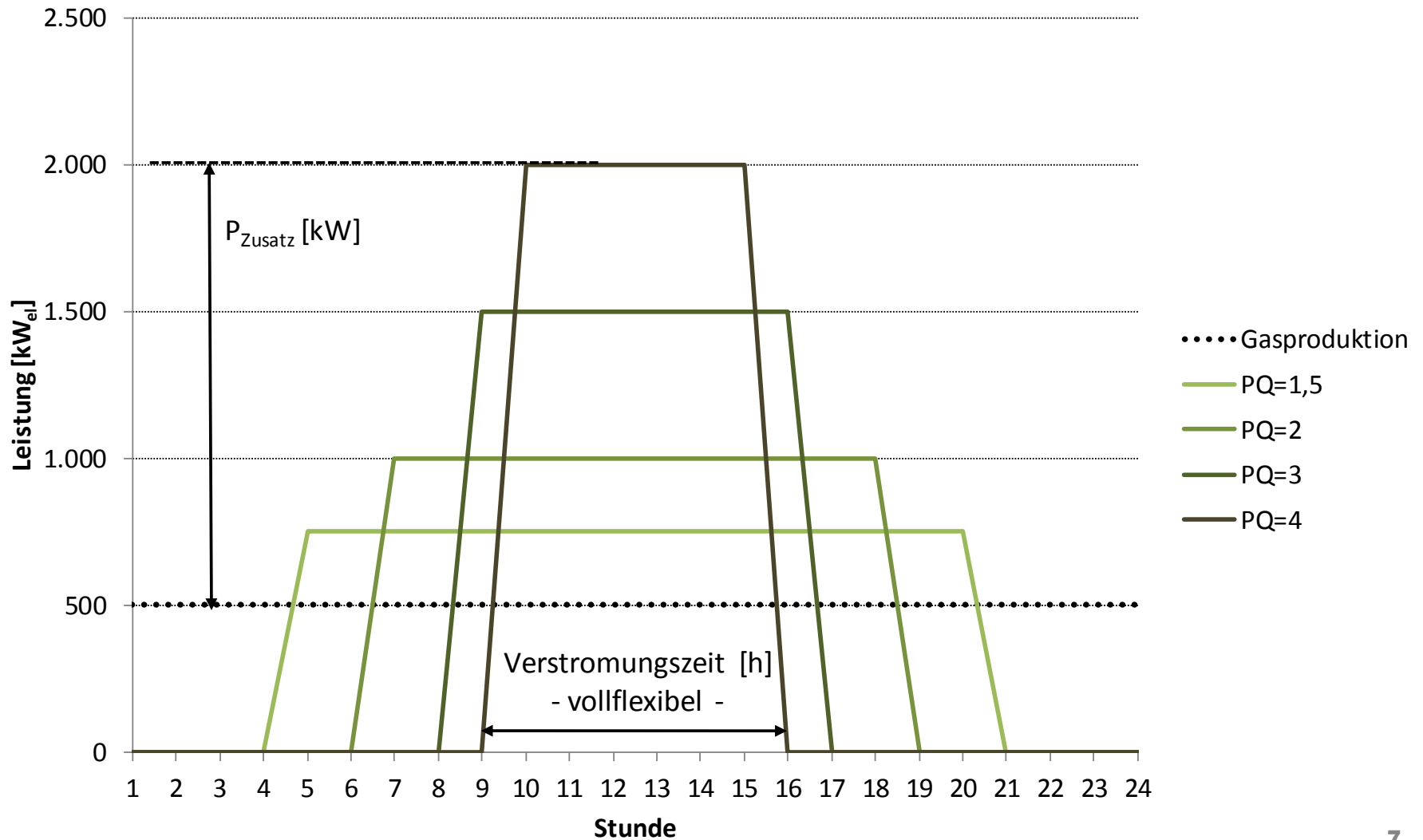
- Für einen flexiblen Betrieb ist eine „Überdimensionierung“ der Verstromungskapazität im Verhältnis zur Gasprodukt notwendig
- Verstromungskapazität = P_{inst}
- Mittlere Gasproduktion = P_{Bem}
- Überdimensionierung (Leistungsquotient) = Q_p

$$Q_p = P_{inst} / P_{Bem}$$

- Bei steigendem Leistungsquotienten ($Q_p > 1$) können die Verstromungsintervalle verdichtet werden

Flexibilisierungsansätze für Biogasanlagen II

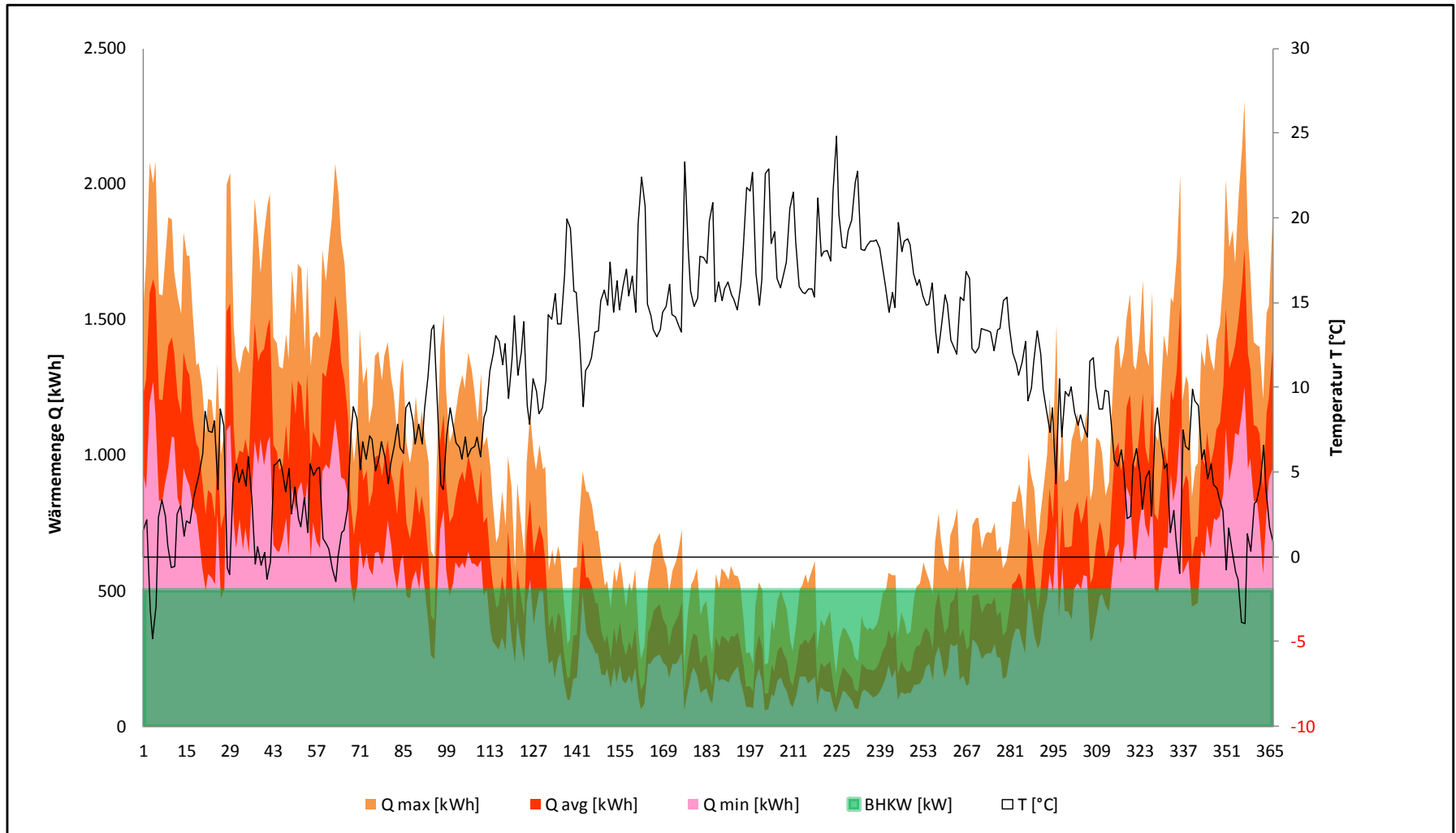
Grundschemata der Flexibilisierung von Biogasanlagen



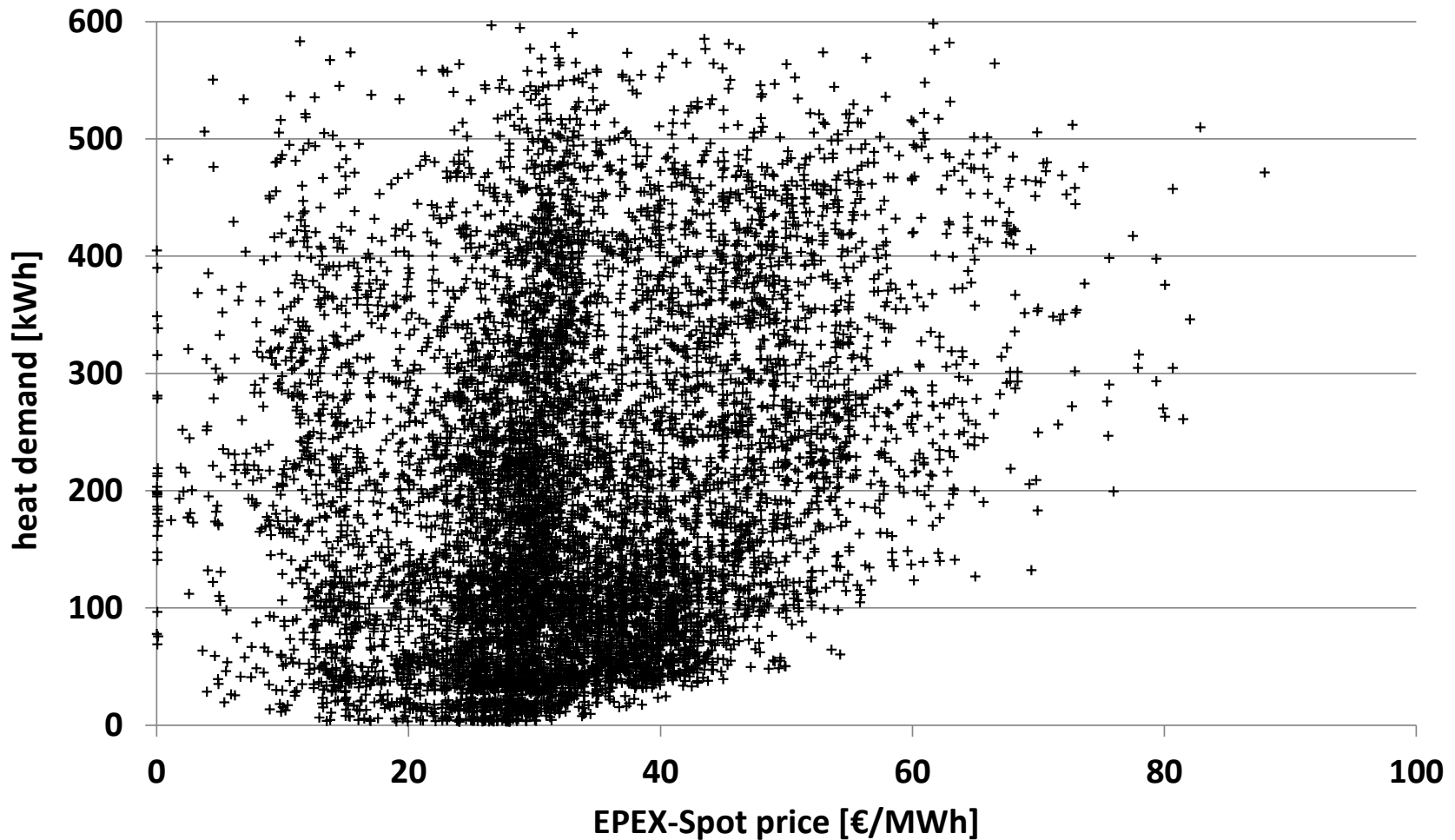
- **technischen Voraussetzungen**
 - **Erhöhung der Verstromungskapazität (bzw. Absenkung der Bemessungsleistung)**
 - **Vorhalten eines ausreichend großen Gasspeichers für die Entkoppelung von (kurzfristig) nicht regelbarer Gasproduktion und alternierendem Gasverbrauch durch das / die BHKW**
 - **Ggf. Anpassung der Anlagenperipherie für die Leistungserweiterung (Gaskonditionierung, Einspeisepunkt)**
 - **Anpassung der Komponenten zur Erhaltung der Wärmeauskoppelung (Wärmespeicher, Spitzenlastkessel)**

Flexibilität versus KWK

Wärmelastprofile mit saisonaler Schwankung



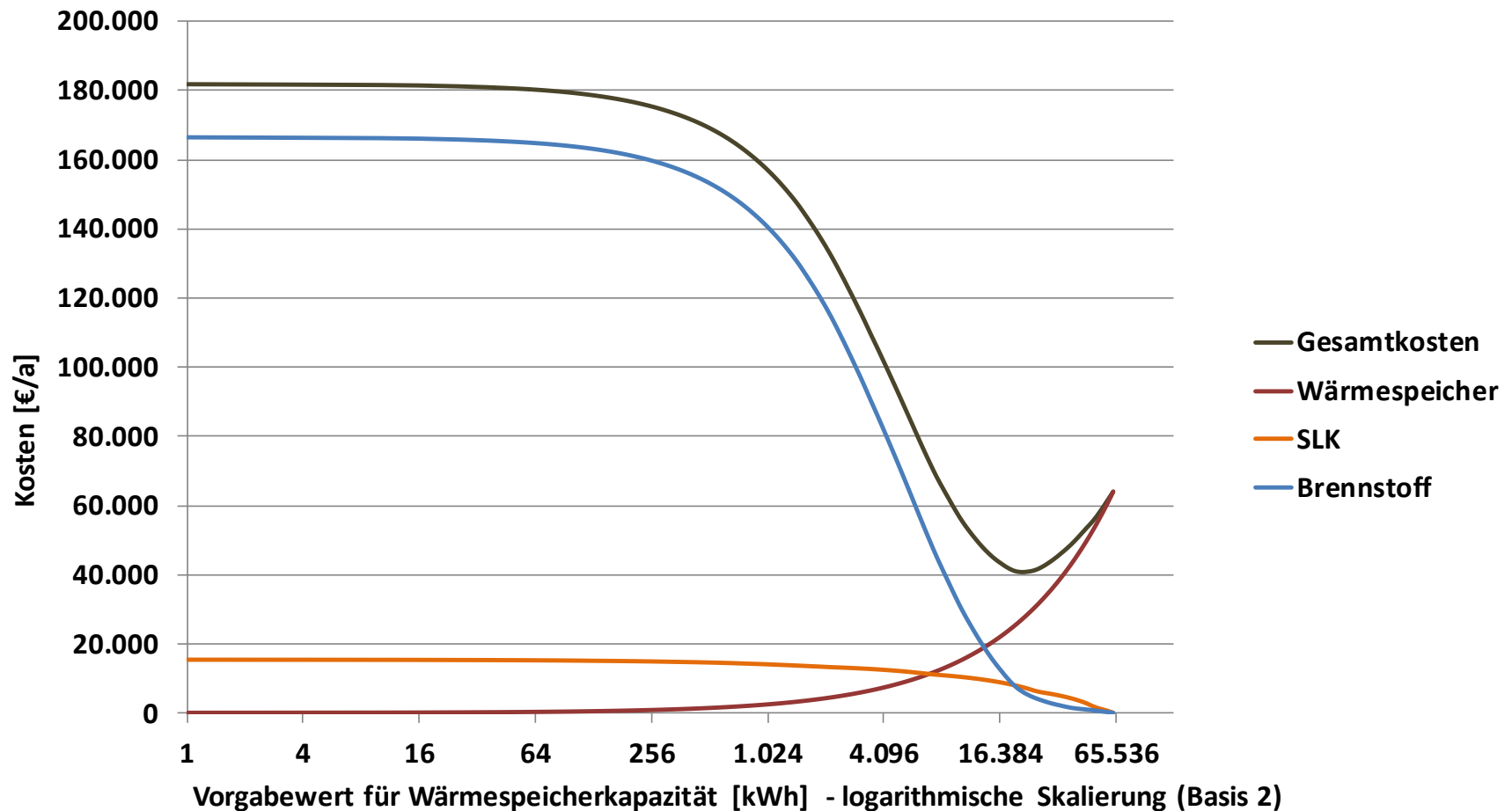
heat demand vs. EPEX Spot-price (2014)



- **Strom ist vergleichsweise schlecht speicherbar**
- **Wärme ist vergleichsweise gut speicherbar**
- **Wärmespeicher und Spitzenlastkessel sind ohnehin oft schon Bestandteile bei Wärmeversorgungskonzepten**
- **Betrieb der Anlagen folgt kurzfristig dem Strombedarfsprofil, Ausgleich von Deckungslücken bei der Wärmeauskoppelung durch Speicher oder Spitzenlastkessel**
- **Längerfristige Orientierung der Betriebsweise am Wärmebedarf sinnvoll für eine möglichst hohe Gesamteffizienz der Biogasanlage**
- **Gleitende Marktprämie reizt stromseitig keinen flexiblen Saisonalbetrieb an, höherer Strompreise im Winterhalbjahr**

Flexibilität versus KWK – Optimierung der Speicher- und Spitzenlastkessel

Optimierungsergebnis - Variante E



- **Berechnungen im Rahmen des Projektes: „*energie-update*“¹ der AEE**
- **Berechnung von standardisierten Flexibilisierungsvarianten von insgesamt 7 Anlagen (6 BGA, 1 Holzheizkraftwerk)**
- **Vereinfachung der Anlagenkonzepte um Berechnungen mit dem BioFlex-Werkzeug des DBFZ durch zu führen**
- **Veröffentlichung der Ergebnisse auf einer Homepage der AEE:
<https://energie-update.de/>**

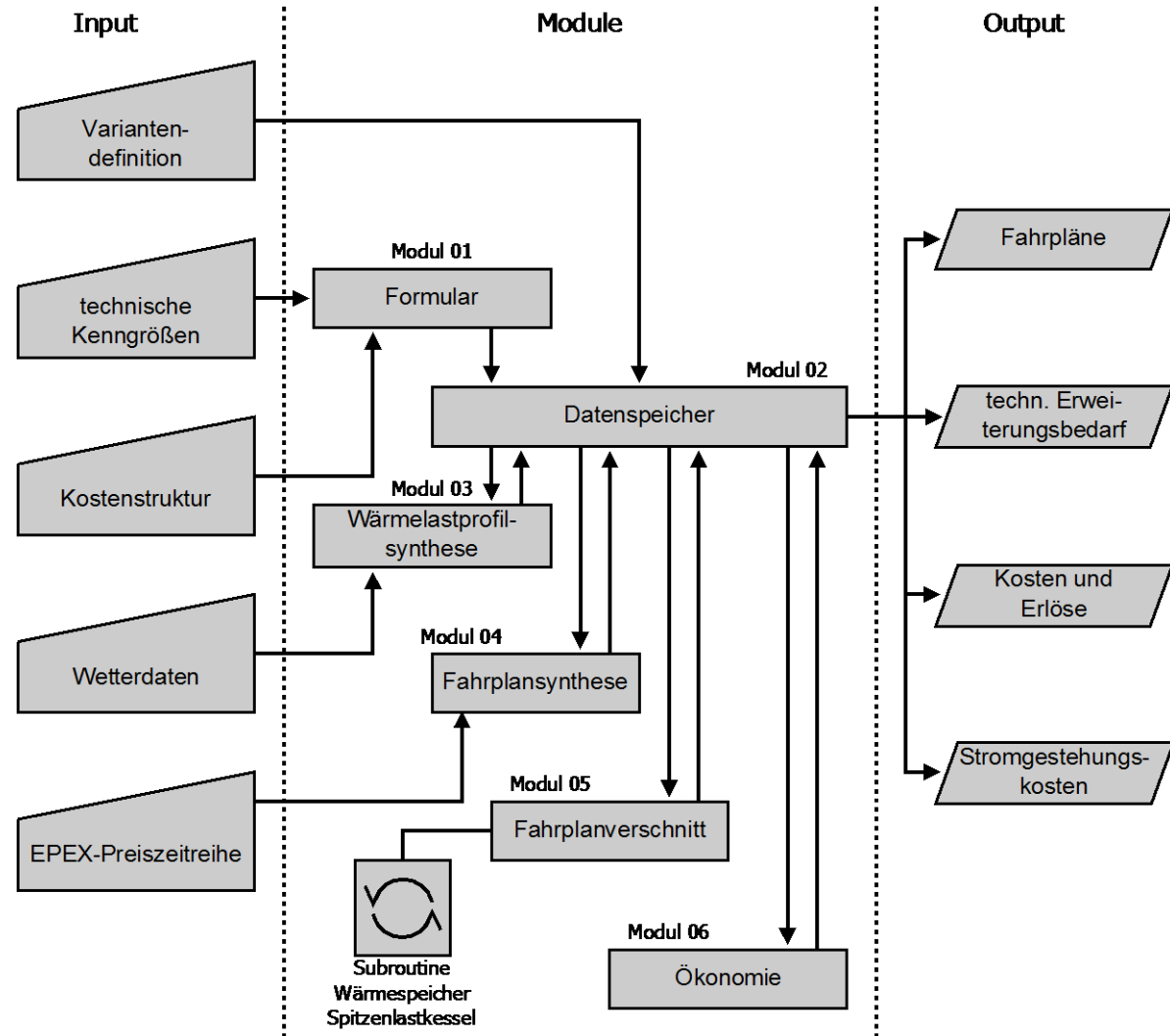
¹ – Projekt Langtitel: „Kommunikationsmaßnahmen für ein besseres Verständnis der Systemintegration Erneuerbarer Energien unter besonderer Berücksichtigung der Rolle der Bioenergie“, gefördert über die Fachagentur nachwachsende Rohstoffe (FNR), durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL)

Modellrechnungen für Praxis-Biogasanlagen

BioFlex-Werkzeugsammlung



- **Weiterentwicklung der Methodik aus dem Projekt OptFlex**
- **Schnelle Standardisierte Berechnungsmethode**
- **Nachteil: Keine echte Optimierung bei der Fahrplanerstellung**



Modellrechnungen für Praxis-Biogasanlagen

Praxisbeispiel 1 - Anlagensteckbrief



Steckbrief Anlagenbeispiel 1

Anlagenbeschreibung	Anlagenbeispiel 1: Biogasanlage, 200 kW, vorrangige Gülle- und Gärrestnutzung		
erstmalige Inbetriebnahme	04.12.2009	Weiterbetrieb bis	k.A.

BHKW	BHKW 1	BHKW 2	BHKW 3	BHKW 4	BHKW 5	BHKW 6
(B)HKW-Bauart	Otto-Gasmotor					
(B)HKW-Betriebsart	Dauerbetrieb					
Installierte Leistung	210					
Elektrischer Wirkungsgrad	38,6%					
Thermischer Wirkungsgrad	41,9%					
Jahresbetriebsstunden (vbh)	7.522					
Inbetriebnahmejahr	2009					

Gasspeicher	Gasspeicher 1	Gasspeicher 2	Gasspeicher 3
Bauart	Fermeter doppelagig		
Inbetriebnahmejahr	2009		
Bruttovolumen [m³]	180		

Einsatzstoffe (ES)	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4	ES 5	ES 6
Substrat Typ	R.-Gülle	R.-Mist	Mais	Gras		
Einsatzmenge (FM) im 5-jähr. Mittel [t]	13.000	20	1.640	1.380		
Anteil an der eingesetzten FM [%]	81%	0%	10%	9%		
Preis im 5-jähr. Mittel [€/t]	3	5	32	56		

Energieumsatz				
Stromproduktion (brutto) [kWh]	1.689.000	Wärmesenke 1	Einfamilienhaus	100%
Stromeinspeisung (netto) [kWh]	1.523.957	Wärmesenke 2		
Prozesswärmebedarf [kWh]	k. A.	Wärmesenke 3		
Prozesswärmeanteil (alternativ) [%]	7%	Wärmesenke 4		
Externe Wärmenutzung [kWh]	463.928	Wärmesenke 5		

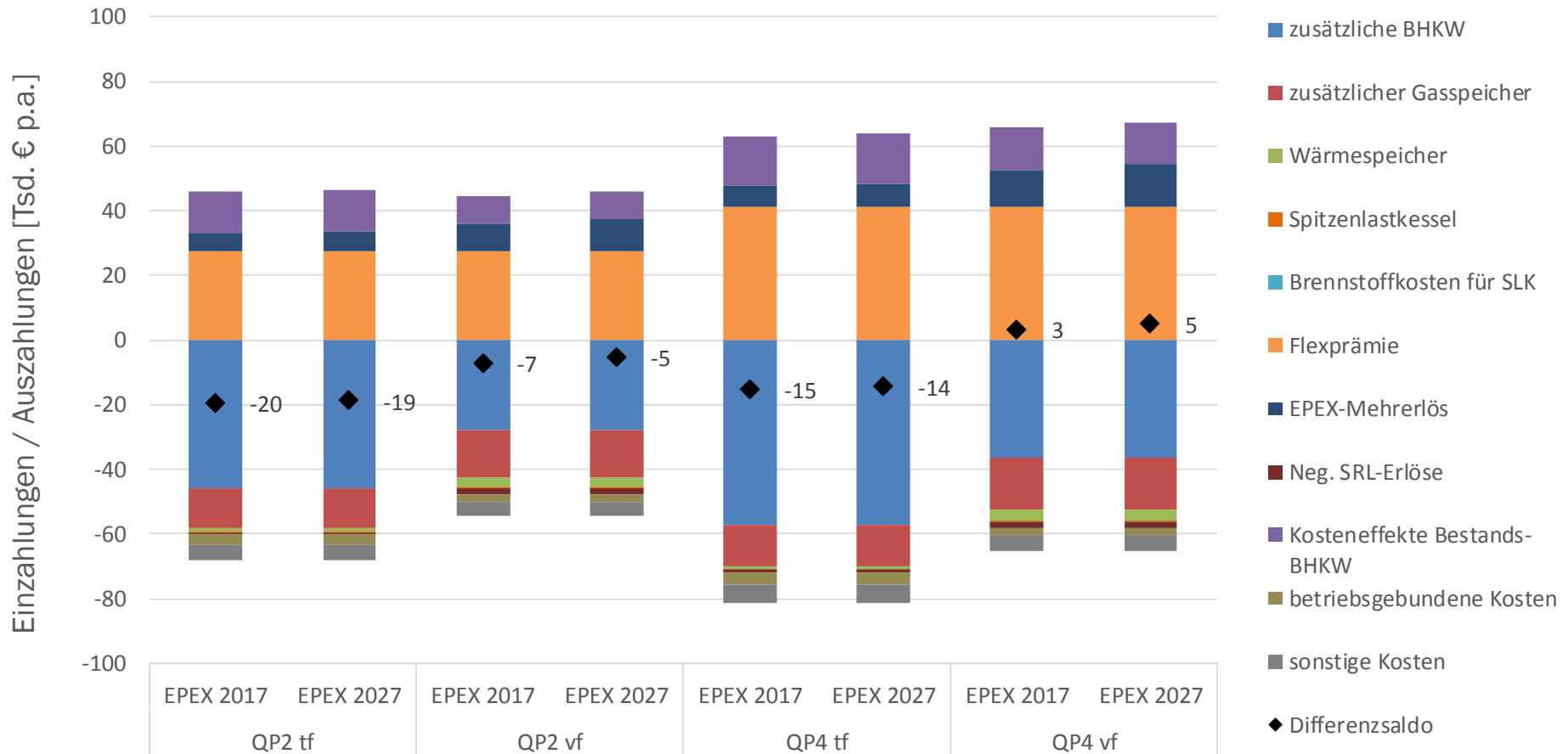
Modellrechnungen für Praxis-Biogasanlagen

Praxisbeispiel 1 - Flexibilisierungsvarianten



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Anlagenflexibilisierung

Anlagenbeispiel 1 - relative Werte ggü. Status Quo



Modellrechnungen für Praxis-Biogasanlagen

Praxisbeispiel 1 - Schlussfolgerungen



- **Anlage ist relativ klein und daher sind die spezifischen Flexibilisierungskosten relativ hoch**
- **Varianten mit moderater Überbauung versprechen keine Amortisation der notwendigen Investitionen**
- **Zusatzaufwendungen für die Absicherung der Wärmeauskoppelung fallen auf Grund des geringen Nutzungsgrades relativ gering aus**
- **Flexprämie kann 10 Jahre beansprucht werden, ggf. ließe sich die Wirtschaftlichkeit durch weitere Maßnahmen steigern**
- **Wenn die Flexibilisierung als Vorbereitung für die Ausschreibung erfolgt, sollte möglichst stark zugebaut werden**

Modellrechnungen für Praxis-Biogasanlagen

Praxisbeispiel 2 - Anlagensteckbrief



Steckbrief Anlagenbeispiel 7

Anlagenbeschreibung	Anlagenbeispiel 7: Gölledominierte Biogasanlage 1.166 kW		
erstmalige Inbetriebnahme	27.12.2001	Weiterbetrieb bis	k.A.

BHKW	BHKW 1	BHKW 2	BHKW 3	BHKW 4	BHKW 5	BHKW 6
(B)HKW-Bauart	Otto-Gasmotor	Otto-Gasmotor				
(B)HKW-Betriebsart	Dauerbetrieb	Dauerbetrieb				
Installierte Leistung	836	330				
Elektrischer Wirkungsgrad	45,0%	37,0%				
Thermischer Wirkungsgrad	45,5%	41,0%				
Jahresbetriebsstunden (vbh)	8.426	8.260				
Inbetriebnahmejahr	2010	2011				

Gasspeicher	Gasspeicher 1	Gasspeicher 2	Gasspeicher 3
Bauart	Fermeter doppelagig	Fermeter doppelagig	
Inbetriebnahmejahr	2000		
Bruttovolumen [m³]	800		

Einsatzstoffe (ES)	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4	ES 5	ES 6
Substrat Typ	R.-Gülle	R.-Gülle	R.-Mist			Futterreste
Einsatzmenge (FM) im 5-jähr. Mittel [t]	100.000	20.000	4.500			4.000
Anteil an der eingesetzten FM [%]	78%	16%	4%			3%
Preis im 5-jähr. Mittel [€/t]	3	3	5			32

Energieumsatz				
Stromproduktion (brutto) [kWh]	9.769.936		Wärmesenke 1	Metall & Kfz 27%
Stromeinspeisung (netto) [kWh]	9.300.000		Wärmesenke 2	Trocknung 7%
Prozesswärmebedarf [kWh]	k. A.		Wärmesenke 3	Gaststätten 7%
Prozesswärmeanteil (alternativ) [%]	k. A.		Wärmesenke 4	Beherbergung 27%
Externe Wärmenutzung [kWh]	3.222.000		Wärmesenke 5	Gemeinde & Feuerwehr 40%

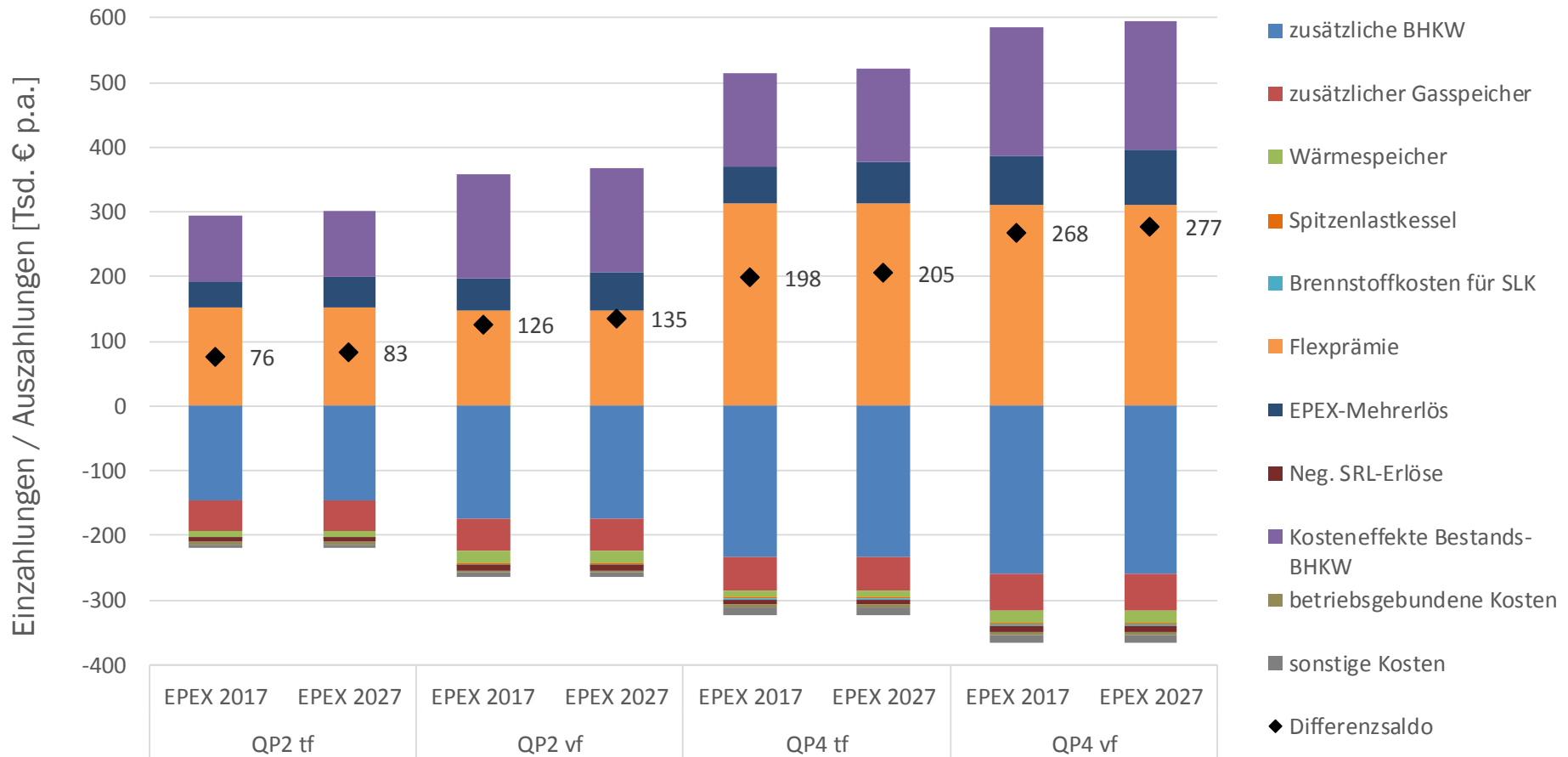
Modellrechnungen für Praxis-Biogasanlagen

Praxisbeispiel 2 - Flexibilisierungsvarianten



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Anlagenflexibilisierung

Anlagenbeispiel 7 - relative Werte ggü. Status Quo



Modellrechnungen für Praxis-Biogasanlagen

Praxisbeispiel 2 - Schlussfolgerungen



- **Mittelgroße Anlage mit mittlerem Wärmenutzungsgrad, die erstmalig 2001 in Betrieb gegangen ist und 2022 aus der regulären Vergütung ausscheiden würde → max. 5 Jahre Flexprämie**
- **Trotz der kurzen Betrachtungsdauer sind alle Varianten im Saldo positiv zu bewerten (bei Berücksichtigung der Restwerte für BHKW)**
- **Die Unterschiede zwischen teil- und vollflexibler Fahrweise sind jeweils sehr stark ausgeprägt**
- **Methodische Unschärfe: Anlage wird als einen zusammengefasster Standort betrachtet, Satteliten-BHKW nicht separat berücksichtigt**
- **Ggf. ist der Satelliten-Standort besser nicht zu flexibilisieren (Kapazität Rohbiogasleitung, Absicherung Wärmeauskoppelung etc.)**

- **Die Anlagenbetreiber benötigen in der Regel mit ausreichendem Vorlauf Informationen über zukunftsfähige (Weiter-) Betriebsstrategien.**
- **Mit dem Ausschreibungsdesign im EEG wurde eine Möglichkeit für den (temporären Weiterbetrieb) geschaffen, der allerdings sehr hohe Anforderungen an die Bestandsanlagen stellt (technisch wie ökonomisch)**
- **Übergeordnetes Projektziel ist:**
„...auf Basis energiewirtschaftlicher und technisch-ökonomischer Analysen verschiedene Geschäftsmodelle zu entwickeln und zu evaluieren, die Betriebsstrategien und Perspektiven für Bestandsanlagen adressieren“

Ausblick – Forschungsvorhaben BE20plus



• **DBFZ**



• **IZES**



• **IER**



**UNIVERSITÄT
HOHENHEIM**

• **Uni Hohenheim (UHH)**

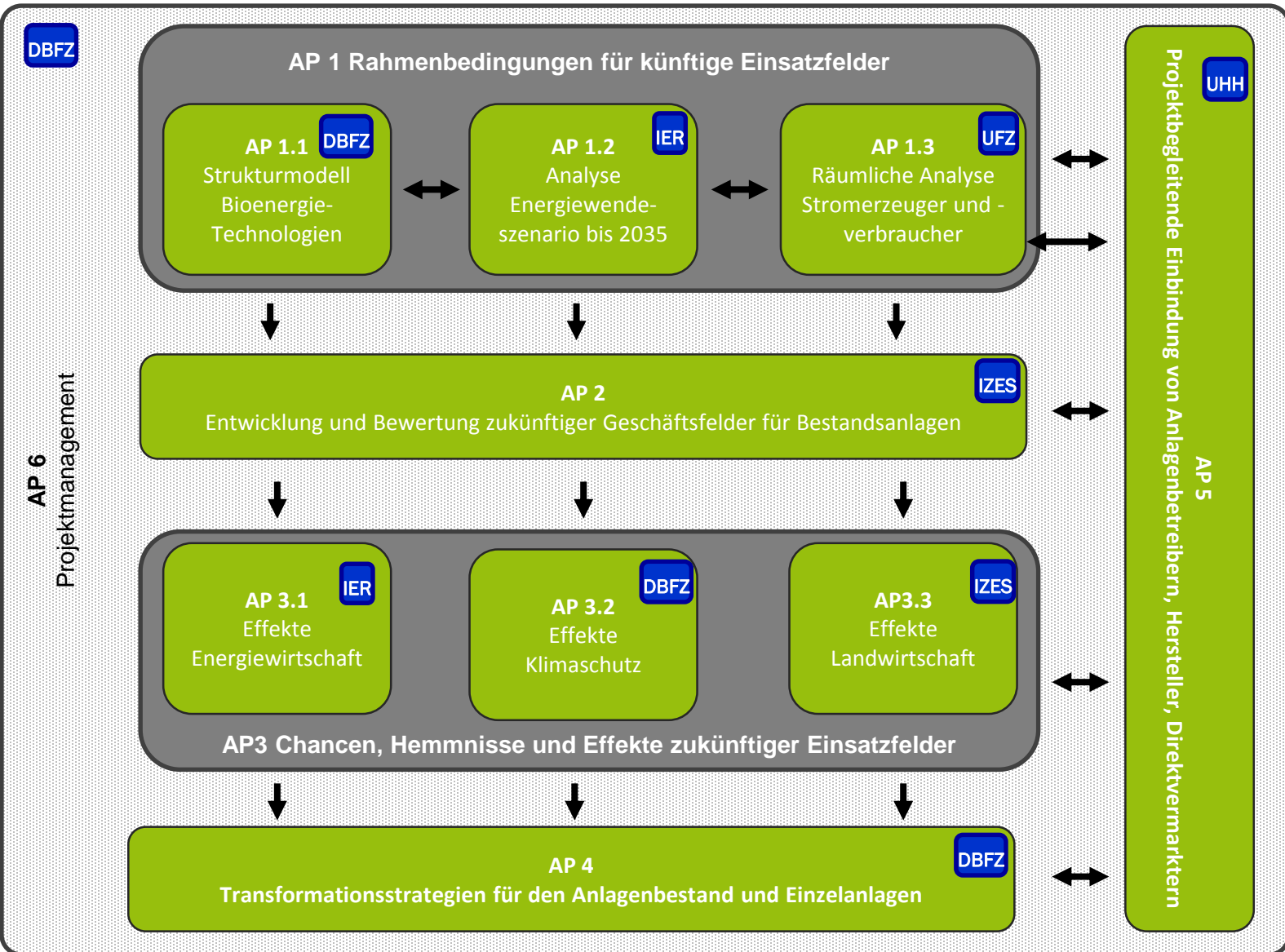


• **UFZ**



• **Next**

Ausblick – Forschungsvorhaben BE20plus



- **Bioenergie ist bei zukünftig steigenden Anteilen fluktuierender Energieerzeugung eine verfügbare Flexibilitätsoption**
- **Flexibler (stromgeführter) Betrieb ist grundsätzlich mit der Wärmeauskoppelung vereinbar**
- **Hohe KWK-Nutzungsgrade erfordern (ohnehin) zusätzliche Komponenten wie Wärmespeicher und Spitzenlastkessel (SLK)**
- **Flexible Fahrweise erhöht den Bedarf für Wärmespeicher und SLK**
- **Flexibilisierung ist mit der Flexibilitätsprämie wirtschaftlich**
- **starke Überbauung ist tendenziell attraktiver**
- **Flexibilisierung ist Voraussetzung für Übergang in die Ausschreibung**

Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

Ansprechpartner

M.Sc. Tino Barchmann

tino.barchmann@dbfz.de

M.Sc Martin Dotzauer

martin.dotzauer@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