

Bioenergie rentabel flexibilisieren: Vergleich von Betriebsstrategien für Biogasanlagen

Martin Dotzauer



Agenda

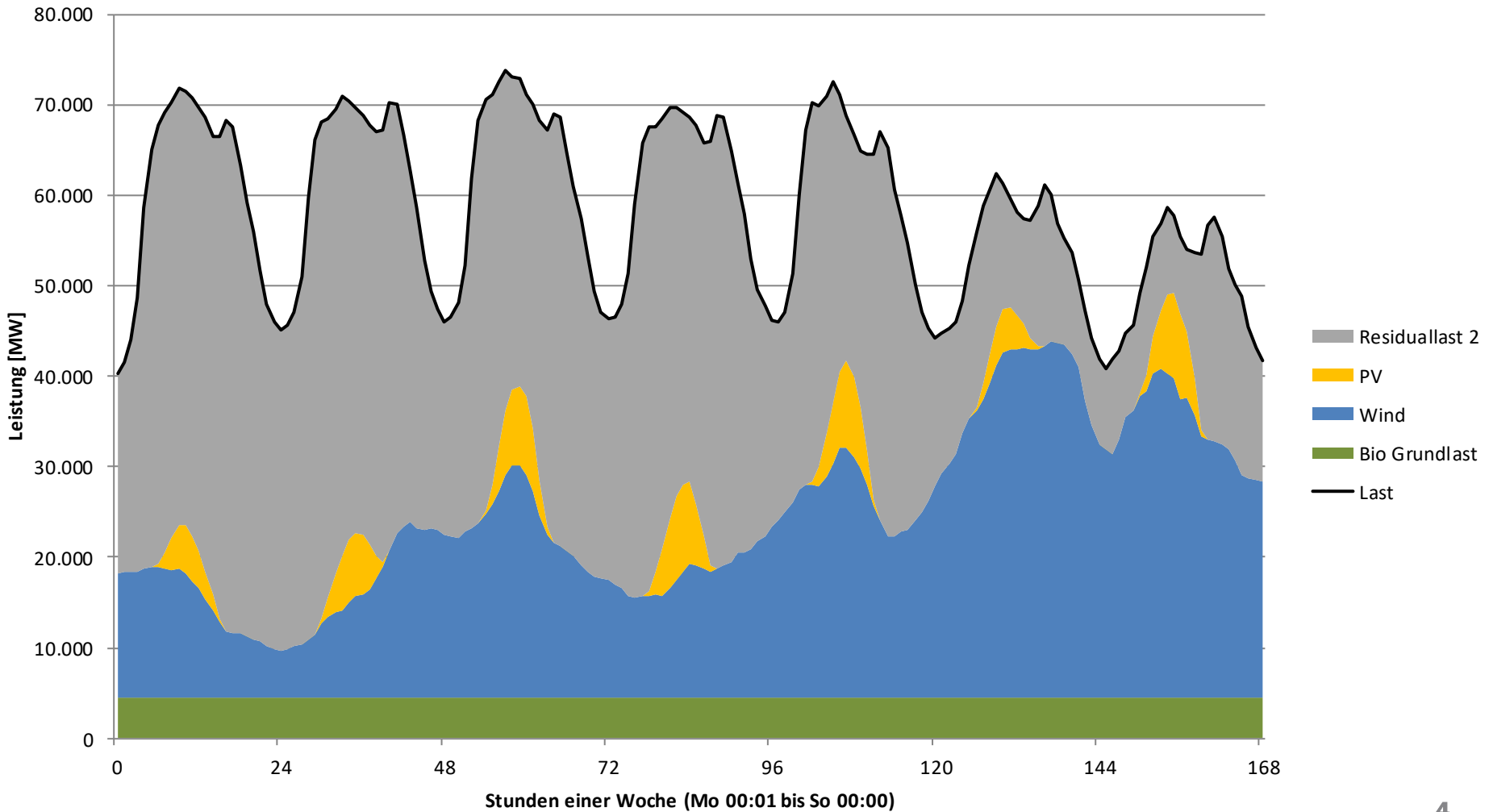


- **Rolle von Flexibilitätsoptionen in der Energiewende**
- **Bioenergie als flexible Ausgleichsoption**
- **Grundlagen der Anlagenflexibilisierung**
- **Betriebsstrategien**
- **Praxisbeispiele**
- **Handlungsempfehlungen**
- **Zusammenfassung**

- **Wind- und Solaranlagen haben in den letzten Dekaden eine Lernkurve durchschritten und besitzen weiteres Kostensenkungspotential**
- **beide Kraftwerkstypen weisen nur marginale Grenzkosten auf**
- **In der Energiewende wird im Stromsektor der Anteil von Solar- und Windstrom sehr stark zunehmen**
- **Erzeugung aus Wind- und Solaranlagen ist witterungsabhängig, ergänzt sich teilweise, weist aber große Schwankungen auf**
- **Zusätzlich passen die Einspeisezeiten nicht immer zu den Bedarfsprofilen im Strommarkt, so dass sich Über- oder Unterdeckungen der residualen Last ergeben können**

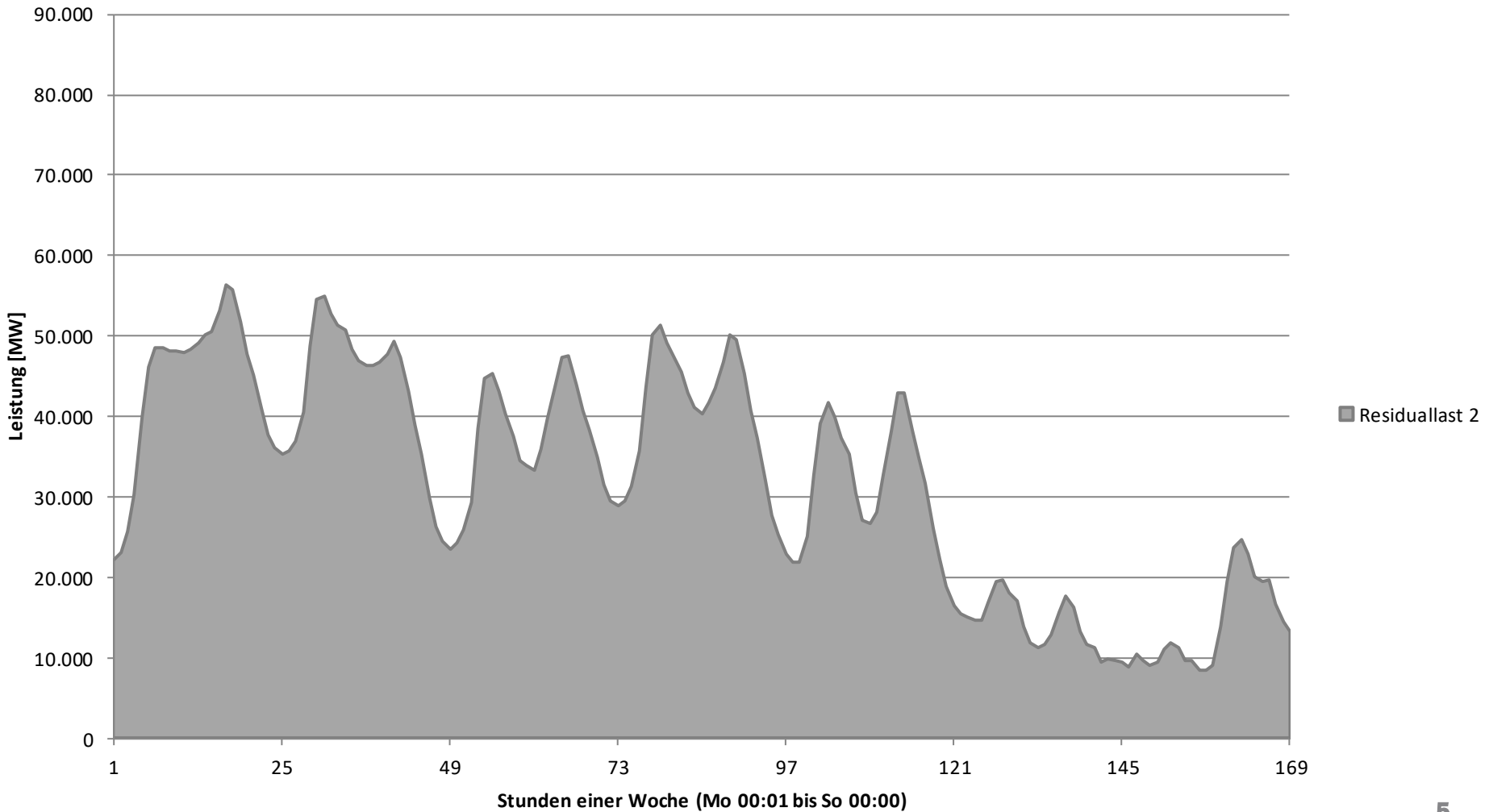
Flexibilitätsoptionen und Energiewende I

Lastkurven Deutschland vom 23.10.2017 bis 29.10.2017



Flexibilitätsoptionen und Energiewende II

Residuallastkurve Deutschland vom 23.10.2017 bis 29.10.2017

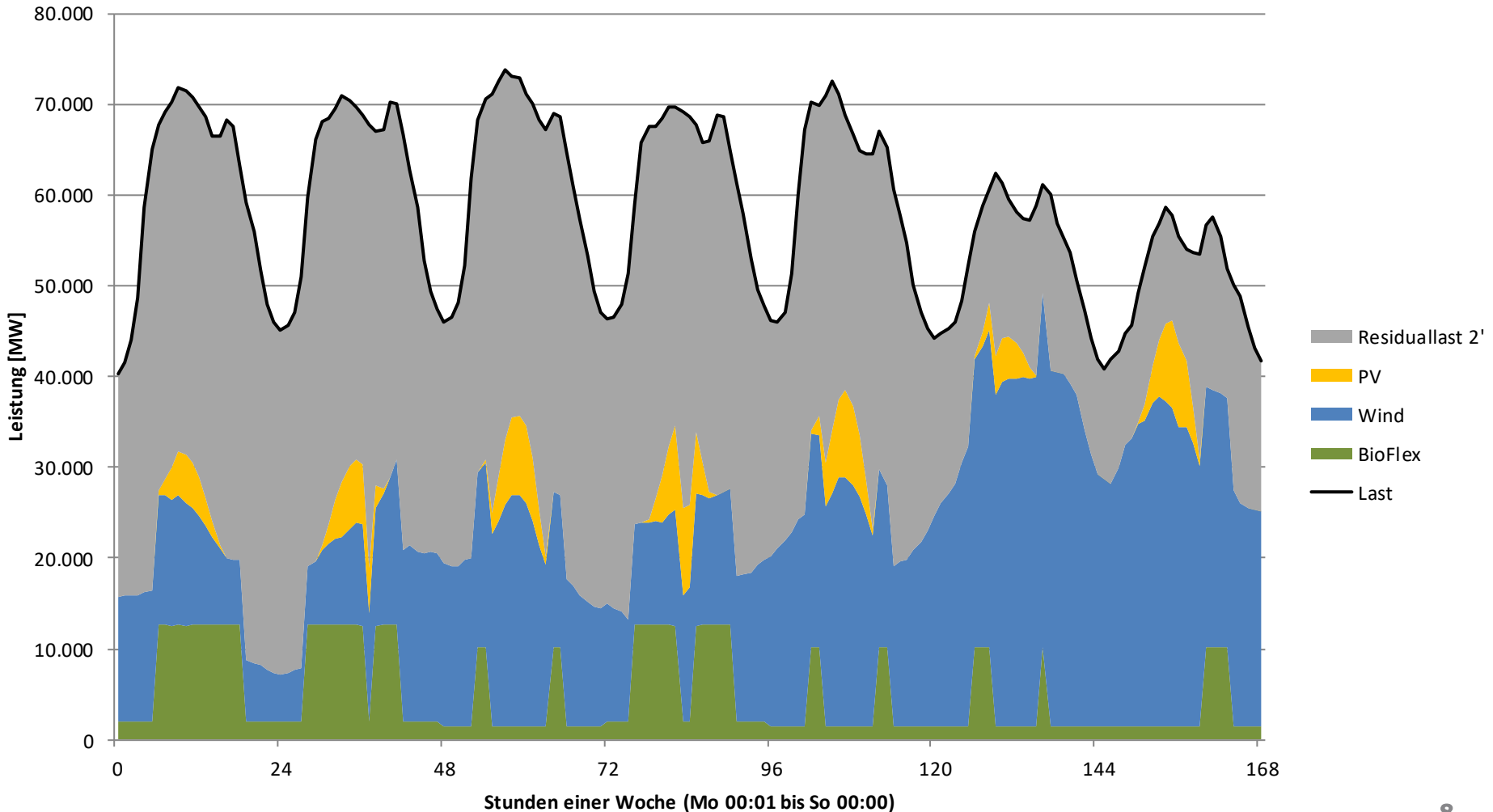


- **Flexibilitätsoptionen (Grundtypen i.e.S. nach Müller et. al.¹):**
 - Abwärtsflexibilität (temporäre Absenkung der Residuallast)
 - Verlagerungsflexibilität (Verlagerung von „Überschüssen“ in Mangelzeiträume)
 - Aufwärtsflexibilität (temporäre Erhöhung der Residuallast)
- **Bioenergietechnologien bietet „Abwärtsflexibilität“**
- **Weitere Flexibilitätsoptionen**
 - Stromnetz (-ausbau) für den überregionalen Ausgleich

- **Residuallast in Deutschland weist schon heute enorme Schwankungsbreiten auf**
- **Residuallastschwankungen werden derzeit vor allem durch fossile Kraftwerke sowie durch Im- und Export von Strom ausgeglichen**
- **Doppelfunktion der Bioenergie**
 - Absolute Absenkung der Residuallast durch (Band-) Einspeisung
→ Funktion als erneuerbare Stromquelle
 - Mögliche Glättung der Residuallast durch bedarfsgerechte Einspeisung
→ Funktion als Flexibilitätsoption

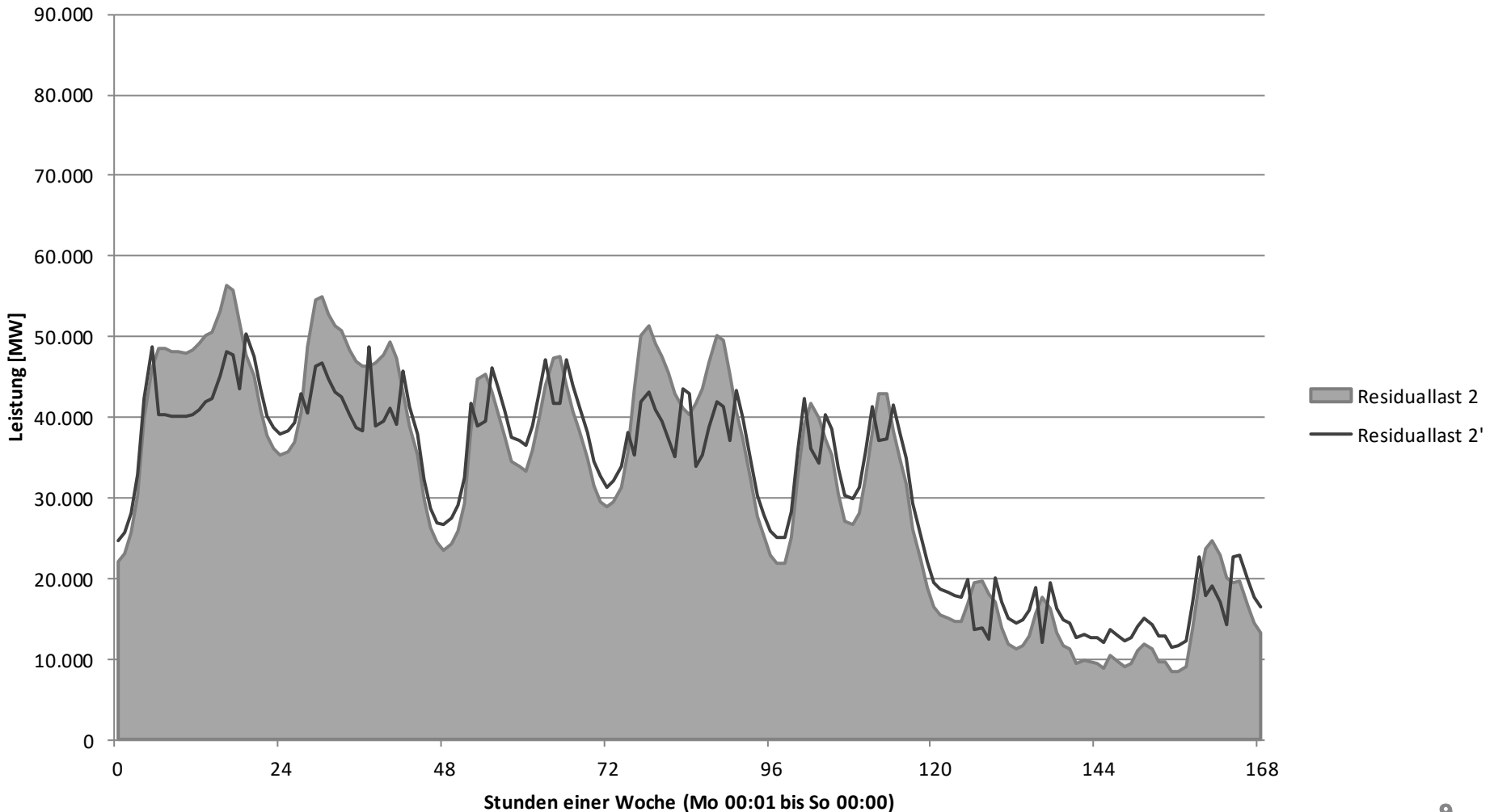
Bioenergie als Flexibilitätsoption III

Lastkurven Deutschland vom 23.10.2017 bis 29.10.2017



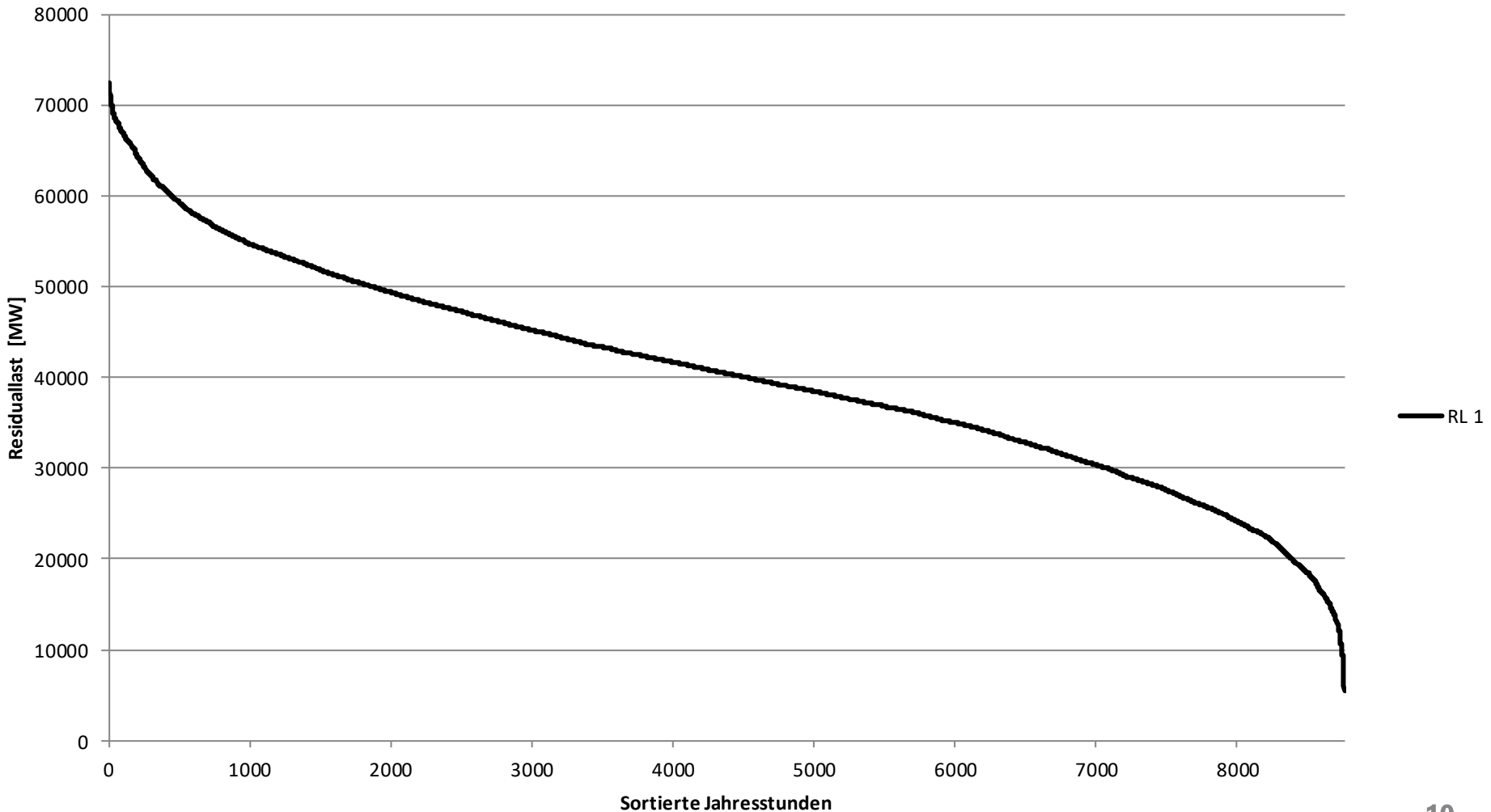
Bioenergie als Flexibilitätsoption IV

Residuallastkurve Deutschland vom 23.10.2017 bis 29.10.2017



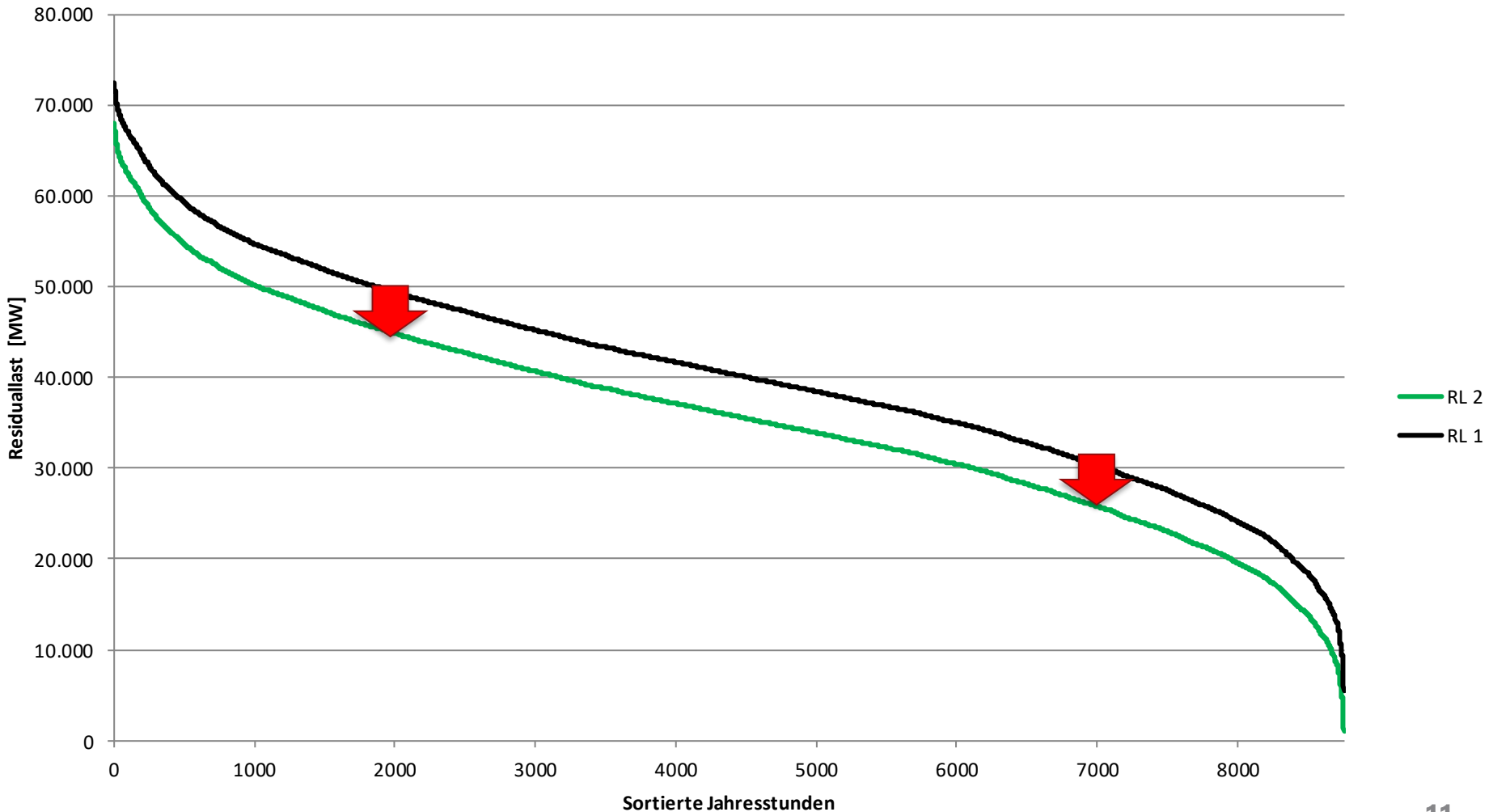
Bioenergie als Flexibilitätsoption V

Residuallast Deutschland 2017



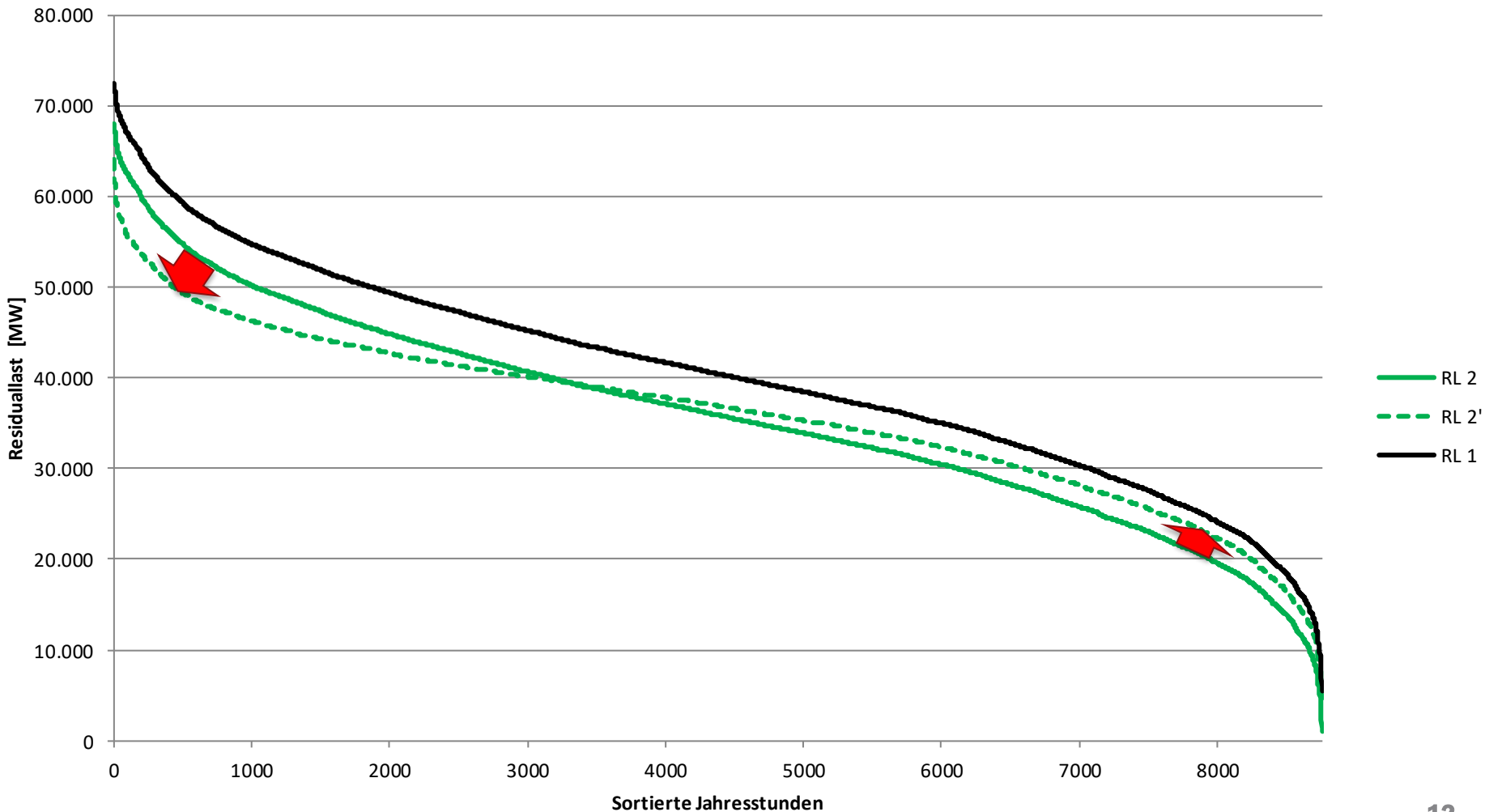
Bioenergie als Flexibilitätsoption VI

Residuallast minus "BioBand" Deutschland 2017



Bioenergie als Flexibilitätsoption VII

Residuallast minus "BioFlex" Deutschland 2017



Rechtsrahmen:

- Seit der EEG-Novelle 2012 können Bestandsanlagen die Flexibilitätsprämie in Anspruch nehmen (bisher nur für Biogasanlagen relevant)
- Flexibilitätsprämie für zusätzlich installierte (bzw. vorgehaltene Leistung)
- die nach dem 30.07. über die Flexibilitätsprämie vergütungsfähige Leistung ist auf 1.350 MW begrenzt
- Für Neuanlagen gibt es seit der EEG-Novelle 2014 einen Flexibilitätszuschlag, gleichzeitig wurde eine Limitierung der Auslastung eingeführt

Grundlagen der Flexibilisierung II



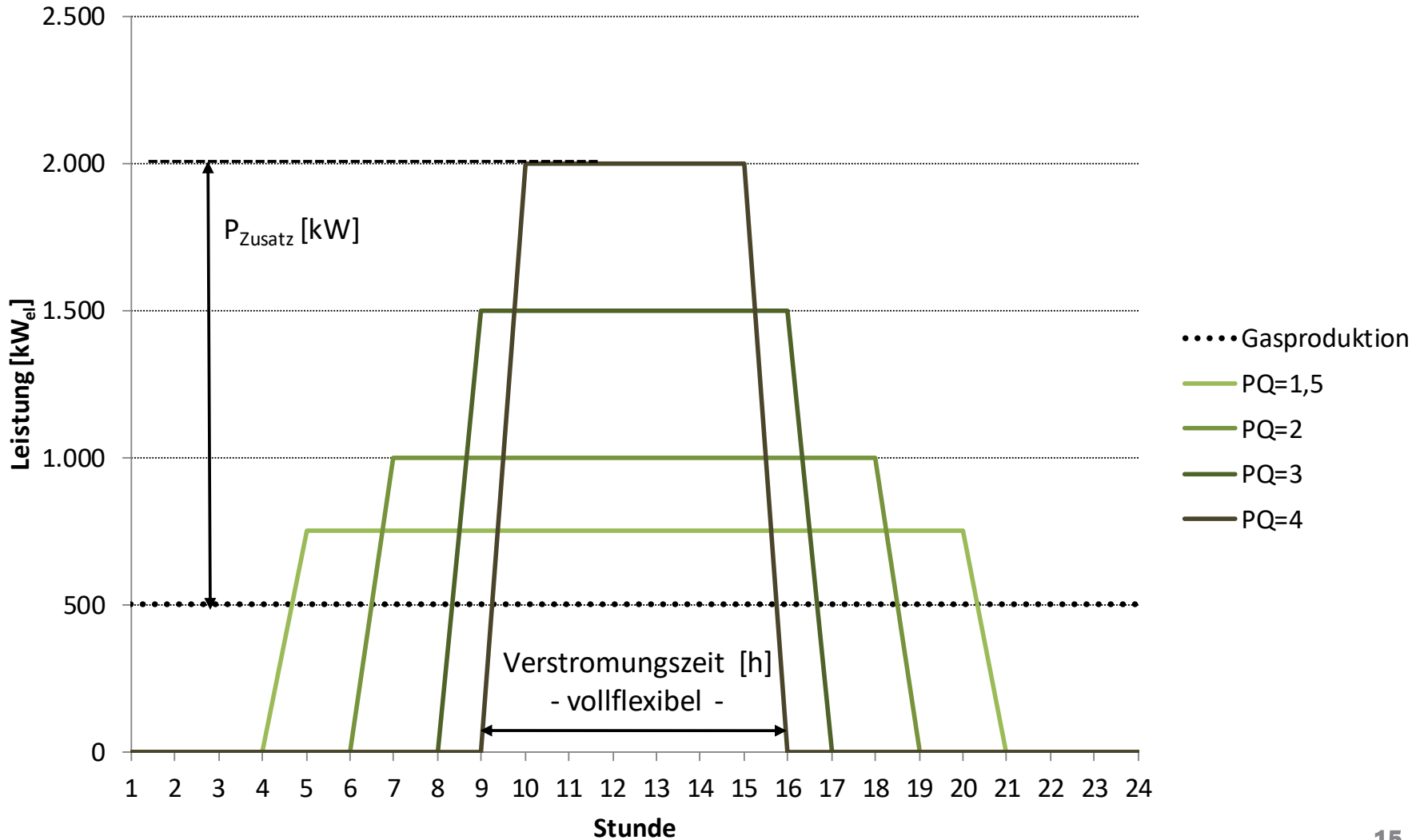
- Für einen flexiblen Betrieb ist eine „Überdimensionierung“ der Verstromungskapazität im Verhältnis zur Gasprodukt notwendig
- Verstromungskapazität = P_{inst}
- Mittlere Gasproduktion = P_{Bem}
- Überdimensionierung (Leistungsquotient) = Q_p

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

- Bei steigendem Leistungsquotienten ($Q_p > 1$) kann die Stromproduktion verdichtet werden

Grundlagen der Flexibilisierung III

Grundschemata der Flexibilisierung von Biogasanlagen

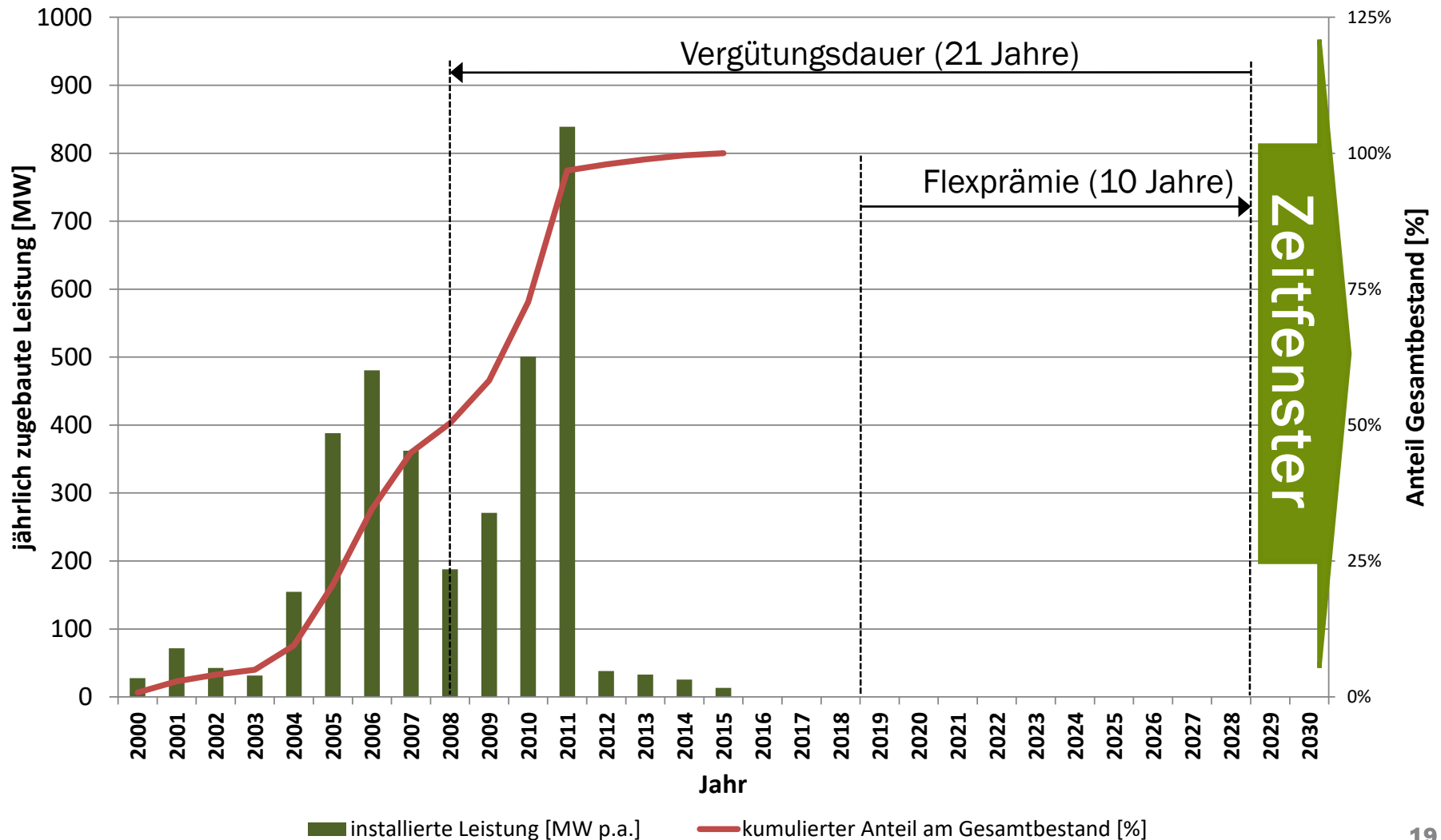


- **technischen Voraussetzungen**
 - **Erhöhung der Verstromungskapazität (bzw. Absenkung der Bemessungsleistung)**
 - **Vorhalten eines ausreichend großen Gasspeichers für die Entkoppelung von (kurzfristig) nicht regelbarer Gasproduktion und alternierendem Gasverbrauch durch das / die BHKW**
 - **Ggf.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

- **Anbieten von Regelleistung (vor allem negative SRL, (andere Produkte möglich) für konstant betriebene BHKW**
- **Teilflexibler Anlagenbetrieb für den Fall das die Anlage mehrere BHKW hat und ein Teil der Maschinen weiter konstant betrieben wird**
- **Vollflexibler Anlagenbetrieb bei dem alle BHKW als ein virtueller Block gefahren wird**
- **i.d.R. empfiehlt sich ein Start-Stopp-Betrieb der Aggregate (geringere Wirkungsgradverluste und höhere Arbitrage-Erträge)**
- **Direktvermarkter können durch das Pooling von Anlagen und eine automatisierte Einsatzplanung verschiedene Märkte bedienen**

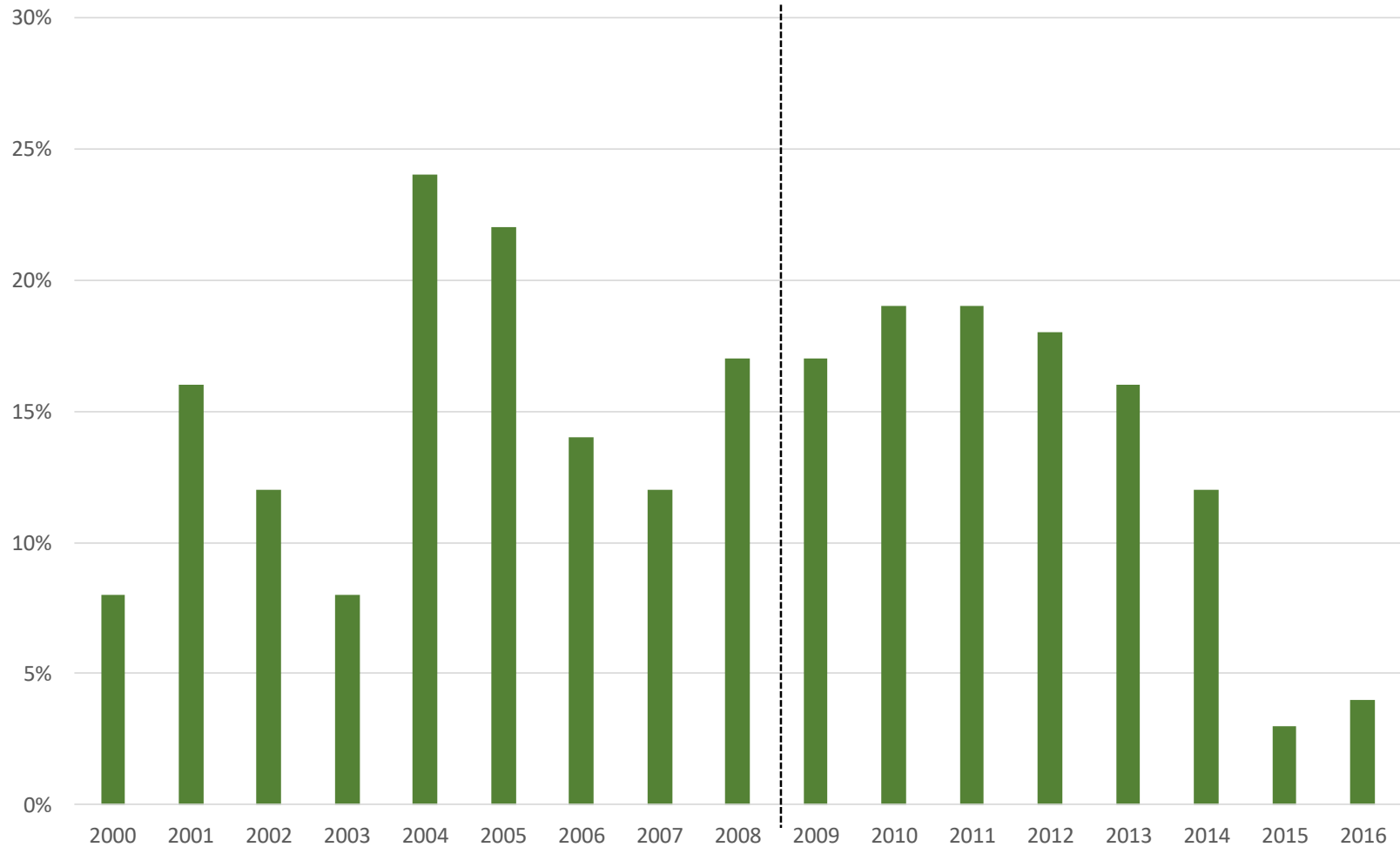
- **Die Flexibilisierung ist zwingende Voraussetzung für eine Teilnahme am Ausschreibungsdesing des EEG 2017 ($Q_p \geq 2$)**
- **Flexibilisierung sollte vor dem Wechsel in die Ausschreibung erfolgen → Abschreibung Zusatzinvestitionen über Flexprämie**
- **„Flexdeckel“ limitiert die zusätzlich installierbare Leistung, ca. die Hälfte der 1.350 MW sind bereits verbraucht**
- **Alternative: Flexibilisierung über die Absenkung der Bemessungsleistung**
 - Pro: keinen Zusatzkomponenten und Kostenoptimierung der Einsatzstoffe
 - Contra: mind. Halbierung des Umsatzes → fehlender Deckungsbeitrag

Zubaudynamik für Biogasanlagen in Deutschland



Betriebsstrategien III

Anteil der Anlagen, je Jahrgang die die Flexprämie in Anspruch nehmen.



Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für flexible Bioenergieanlagen



- **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)

Praxisbeispiel 1 - Anlagensteckbrief



Steckbrief Anlagenbeispiel 1

Anlagenbeschreibung	Anlagenbeispiel 1: Biogasanlage, 200 kW, vorrangige GÜllenutzung		
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 [m ³]	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		

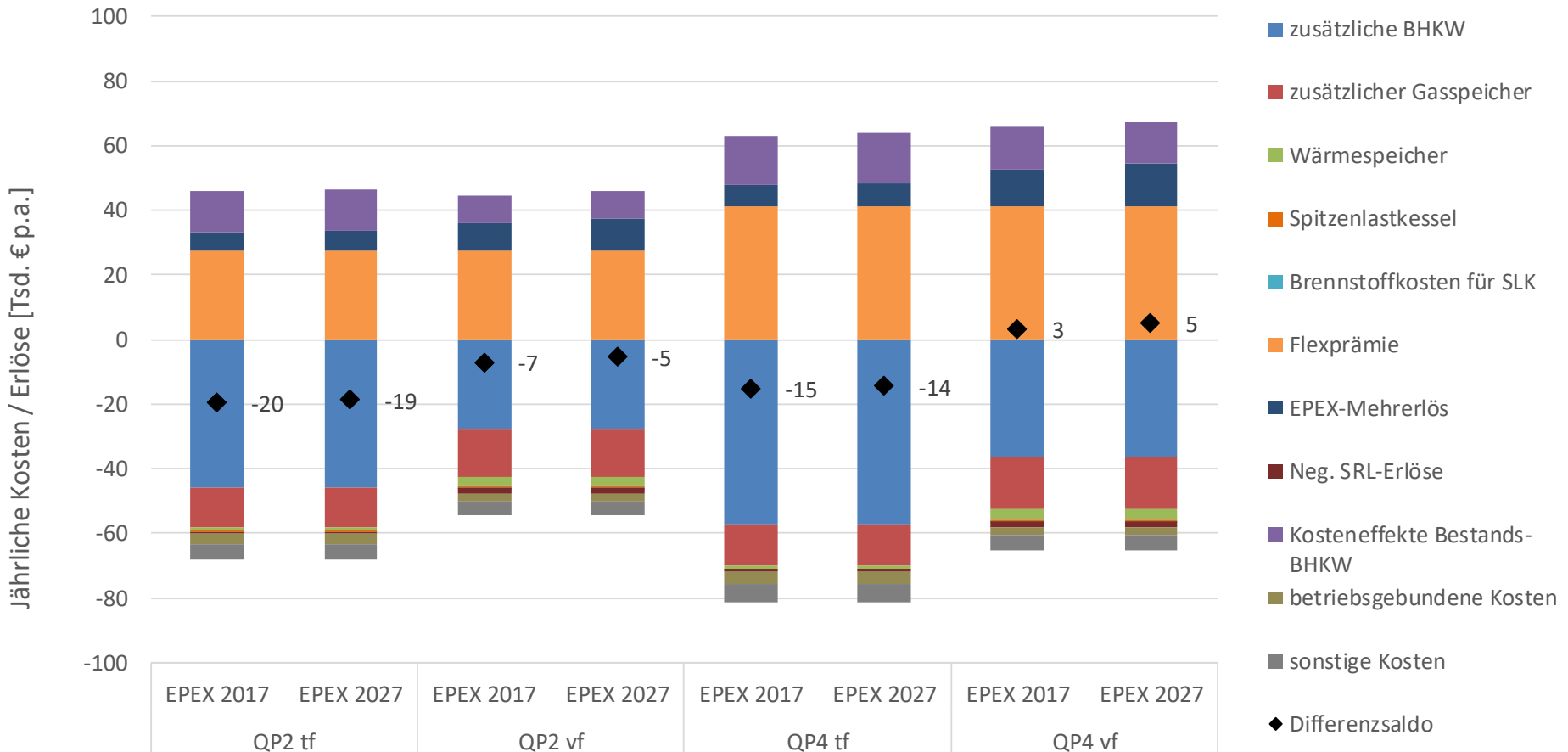
Energieumsatz				
Stromproduktion (brutto) [kWh]	1.689.000	Wärmesenke 1	Einfamilienhaus	100%
Stromeinspeisung (netto) [kWh]	1.523.957	Wärmesenke 2		
Prozesswärmebedarf [kWh]	k. A.	Wärmesenke 3		
Prozesswärmeanteil (alternativ) [%]	7%	Wärmesenke 4		
Externe Wärmenutzung [kWh]	463.928	Wärmesenke 5		

Praxisbeispiel 1 - Flexibilisierungsvarianten



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Anlagenflexibilisierung

Anlagenbeispiel 1 - relative Werte ggü. Status Quo



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 ggf. durch andere Maßnahmen steigern ließe**
- **Wenn die Flexibilisierung als Vorbereitung für die Ausschreibung erfolgt, sollte möglichst stark zugebaut werden**

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

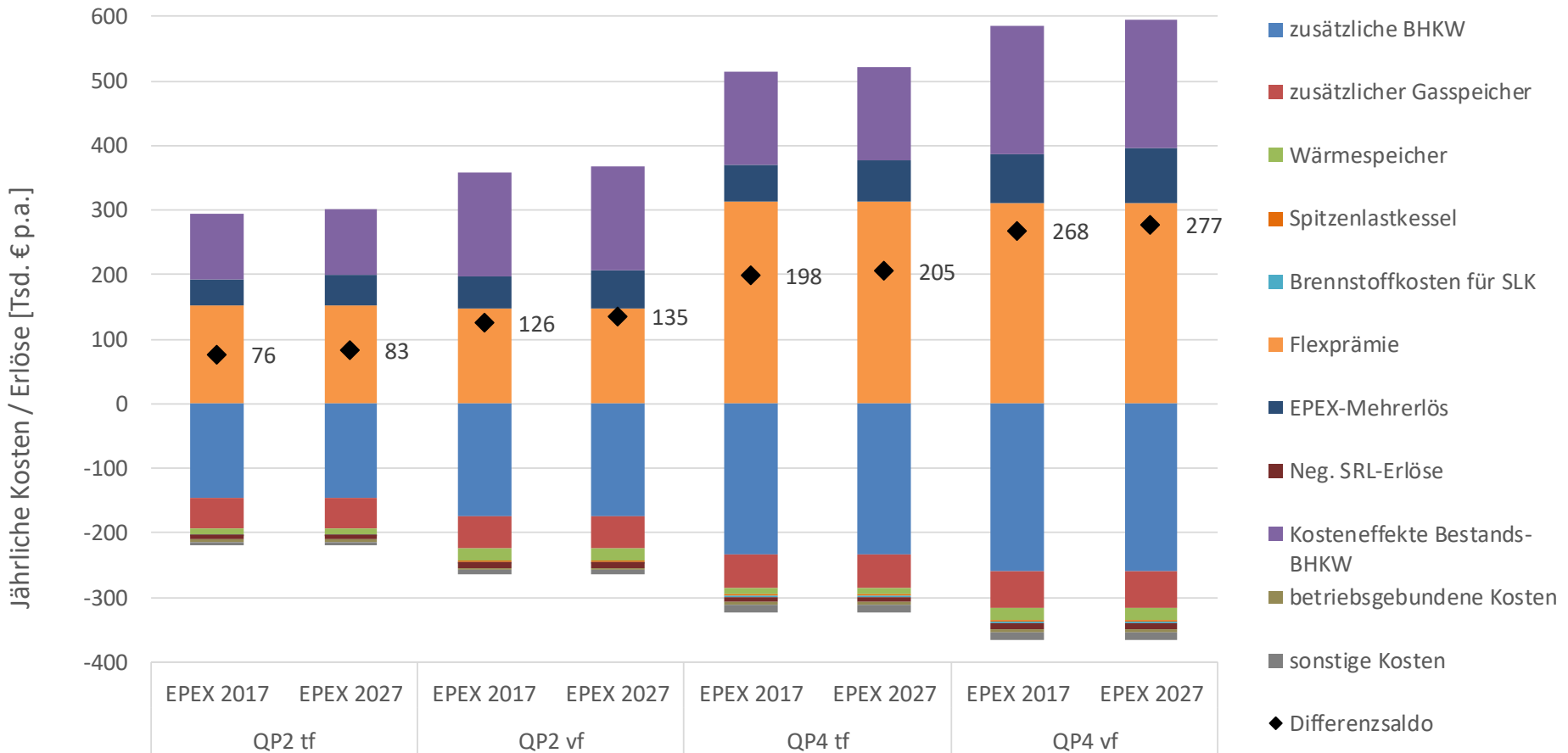
Energieumsatz				
Stromproduktion (brutto) [kWh]	9.769.936	Wärmesenke 1	Metall & Kfz	27%
Stromeinspeisung (netto) [kWh]	9.300.000	Wärmesenke 2	Trocknung	7%
Prozesswärmebedarf [kWh]	k. A.	Wärmesenke 3	Gaststätten	7%
Prozesswärmeanteil (alternativ) [%]	k. A.	Wärmesenke 4	Beherbergung	27%
Externe Wärmenutzung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

Praxisbeispiel 2 - Flexibilisierungsvarianten



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Anlagenflexibilisierung

Anlagenbeispiel 7 - relative Werte ggü. Status Quo



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 Rohgasleitung, Absicherung Wärmeauskoppelung)**

Anlagenbetreiber:

- **In Abhängigkeit der „Restlaufzeit“ entscheiden ob die Anlage noch wirtschaftlich flexibilisierbar ist (Verkürzung der Abschreibung)**
- **Ausschöpfung des „Flexdeckels“ in Sichtweite, sollte bei der Planung mit berücksichtigt werden (wie schnell bin ich wirklich in der Umsetzung?)**
- **Strategisch prüfen ob die Anlage nach der regulären Vergütungsdauer ins Ausschreibungsdesign wechseln soll → Zwingende Flexibilisierung**

Politik:

- **Verknüpfung von Flexibilitätsanforderungen im Ausschreibungsdesign und dem Flexdeckel könnte ein „Flaschenhals“ für den Teilerhalt des Anlagenbestandes sein → Verlust einer verfügbaren Flexibilitätsoption**

- **Flexibilisierung von Bestandsbiogasanlagen ist vor allem bei größeren Anlagen ökonomisch attraktiv**
- **stärkere Überbauung ist unter der Vernachlässigung von möglichen Zusatzkosten für den Netzanschluss vorteilhaft**
- **Wechselwirkungen zur Wärmeauskoppelung sind gegeben, stellen aber kein grundsätzlich Hindernis für hohe Überbauung dar**
- **Teilflexible Fahrweise schneidet in Modellrechnungen immer schlechter ab**
- **Flexibilisierung als „Eintrittskarte“ für die Ausschreibungen erfordert frühzeitige Umsetzung vor dem Vergütungsende**

Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

Ansprechpartner

M.Sc. Martin Dotzauer
martin.dotzauer@dbfz.de
+49 341 2434 385

**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