

Geschäftsmodell „Flexibilisierung von Holzheizkraftwerken“ – Welche Zusatzerlöse sind möglich?

Martin Dotzauer



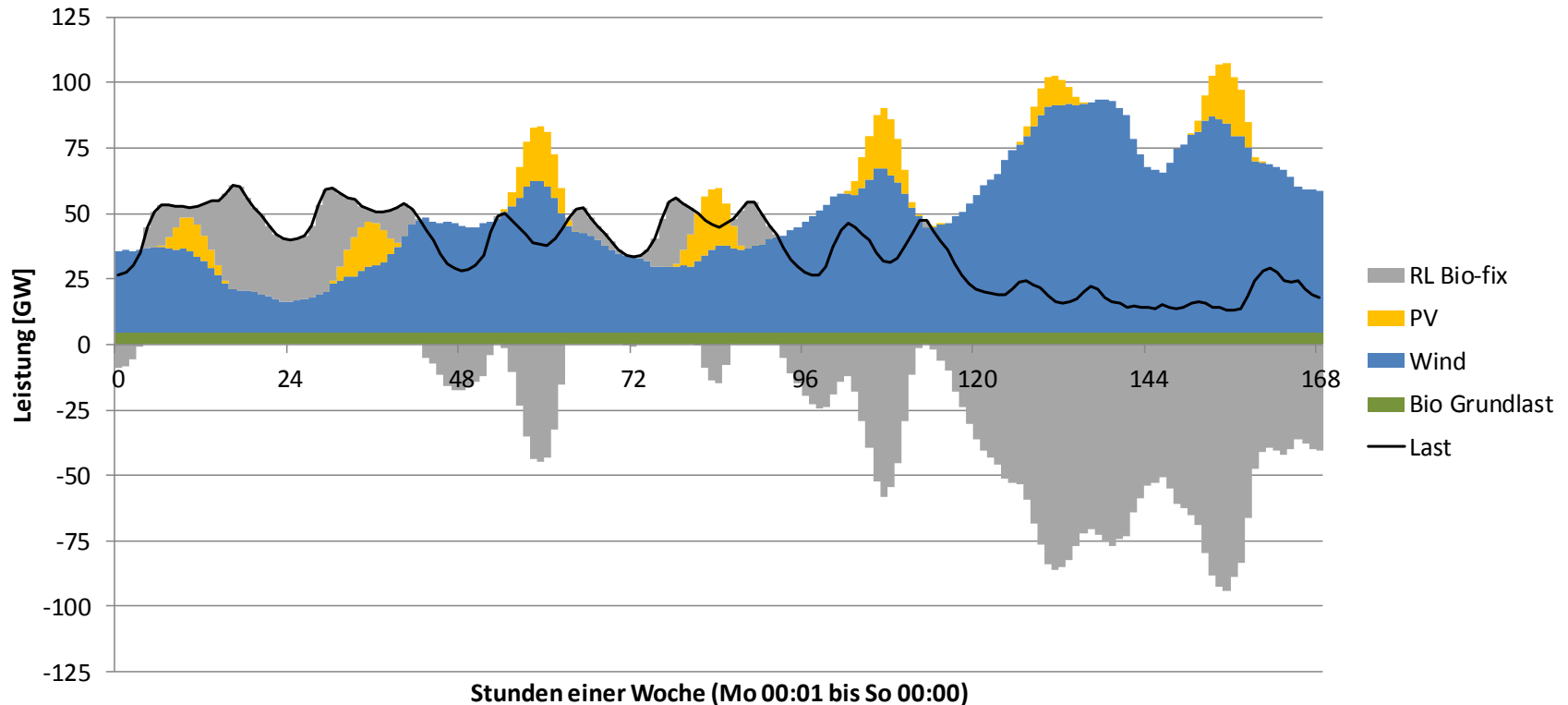
Agenda



- **Rolle von Flexibilitätsoptionen in der Energiewende**
- **Residuallastausgleich durch Flexibilitätsoptionen**
- **Grundlagen der Anlagenflexibilisierung**
- **Betriebsstrategien für Holzheizkraftwerke**
- **Praxisbeispiel**
- **Zusammenfassung**

Residuallastausgleich durch Flexibilitätsoptionen

Lastkurven Deutschland vom 23.10.2030 bis 29.10.2030



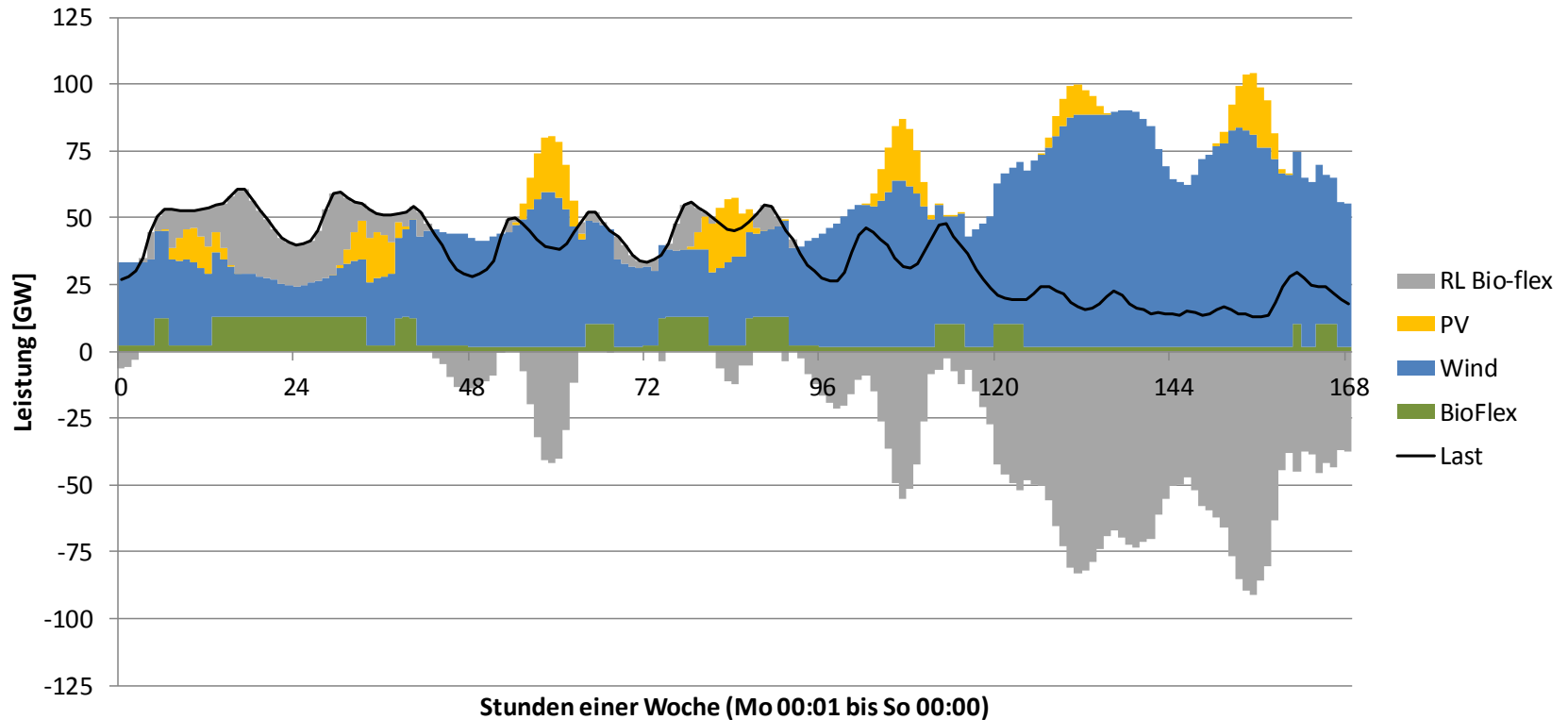
Residuallastausgleich durch Flexibilitätsoptionen



- **Residuallast (RL) in Deutschland weist schon heute enorme Schwankungsbreiten auf, zukünftig häufiger negative RL**
- **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

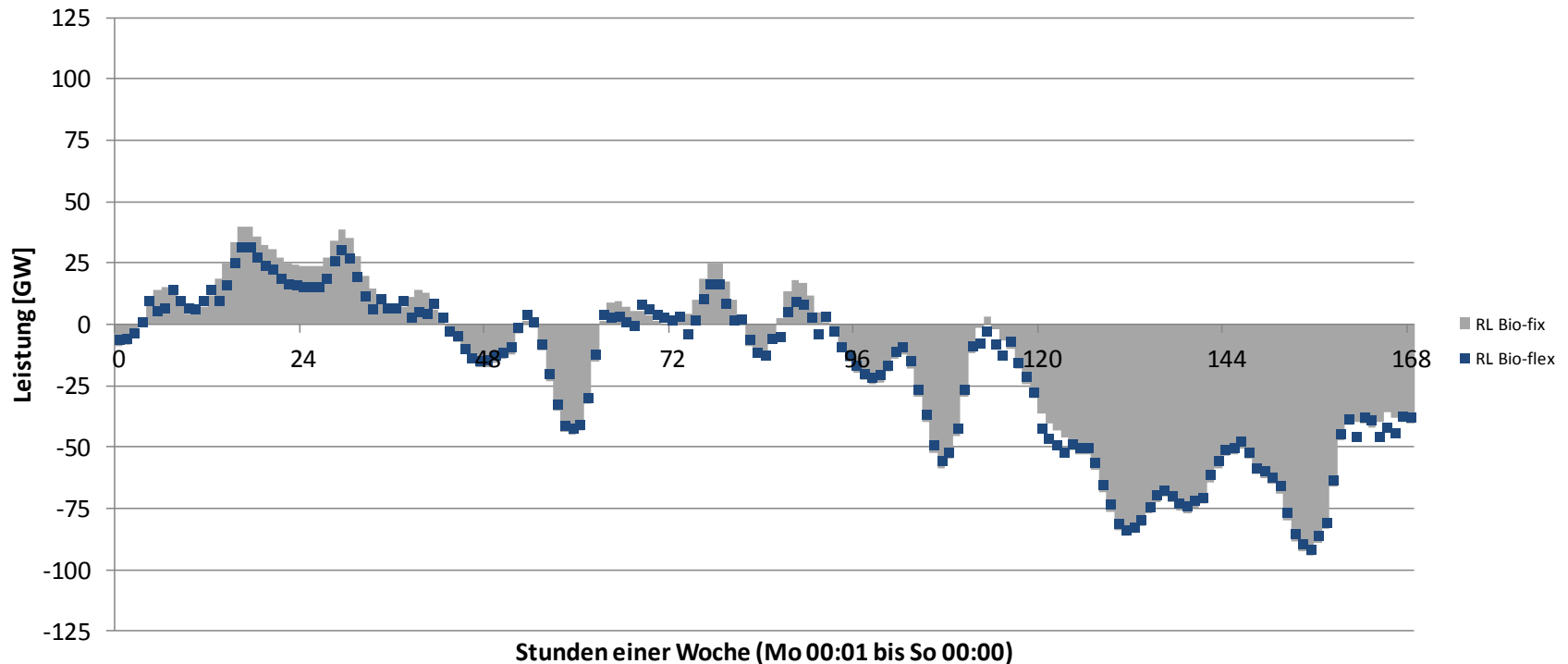
Residuallastausgleich durch Flexibilitätsoptionen

Lastkurven Deutschland vom 23.10.2030 bis 29.10.2030



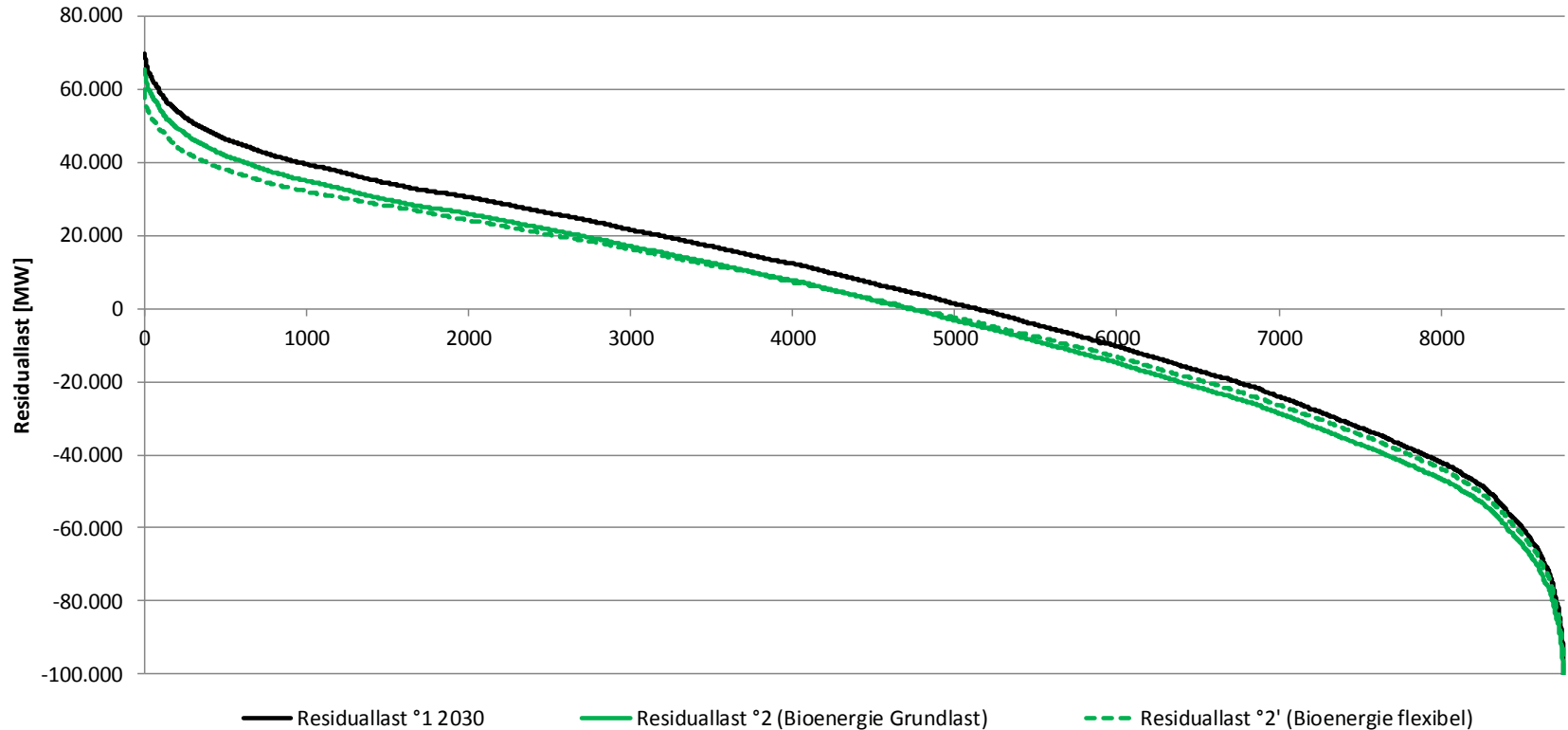
Residuallastausgleich durch Flexibilitätsoptionen

Residuallastkurven (konstante / flexible Bioenergie) Deutschland vom 23.10.2030 bis 29.10.2030



Praxisbeispiel - Untersuchungsvarianten

Residuallast minus BioFlex Deutschland 2030

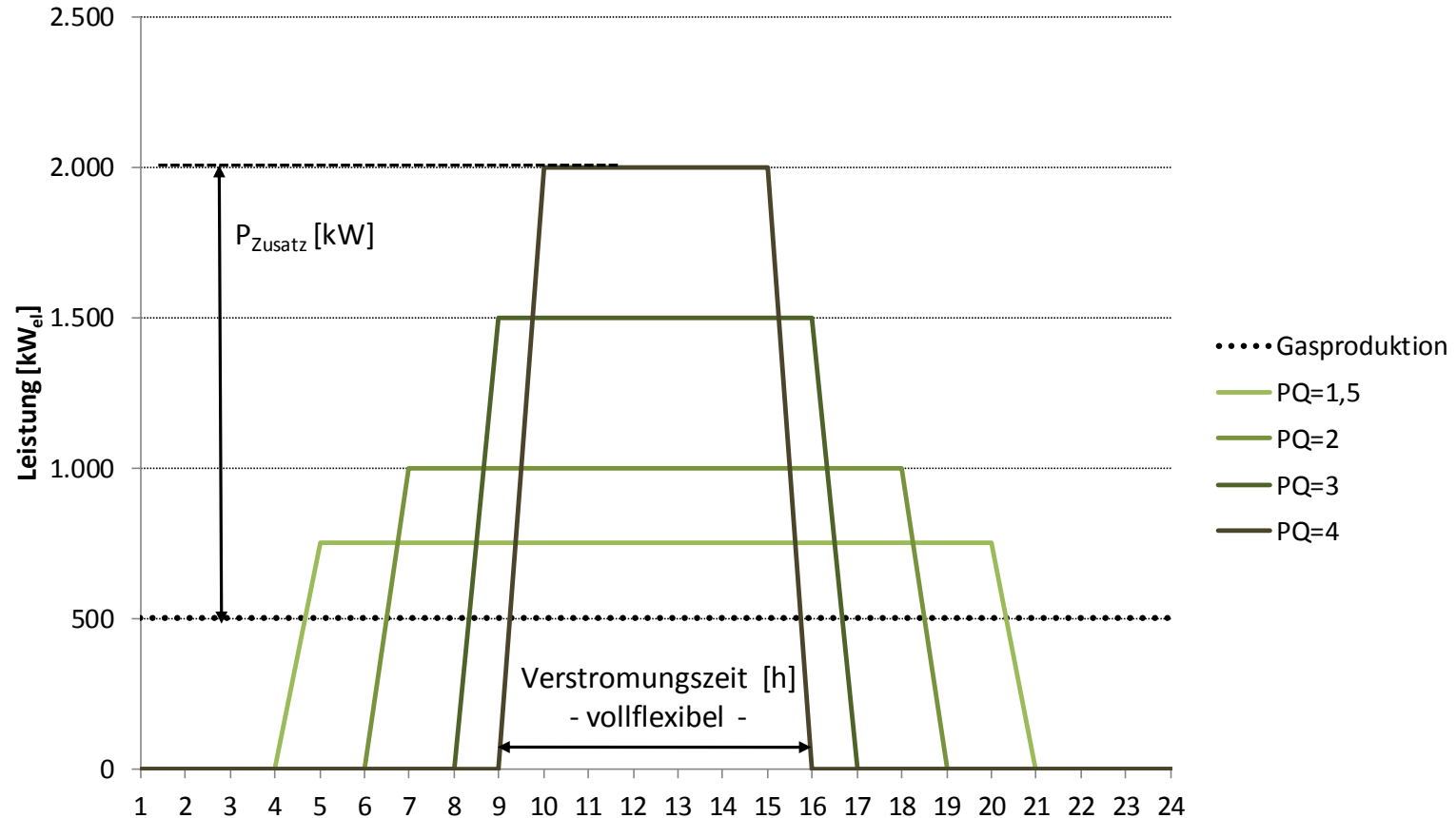


Grundlagen der Flexibilisierung I

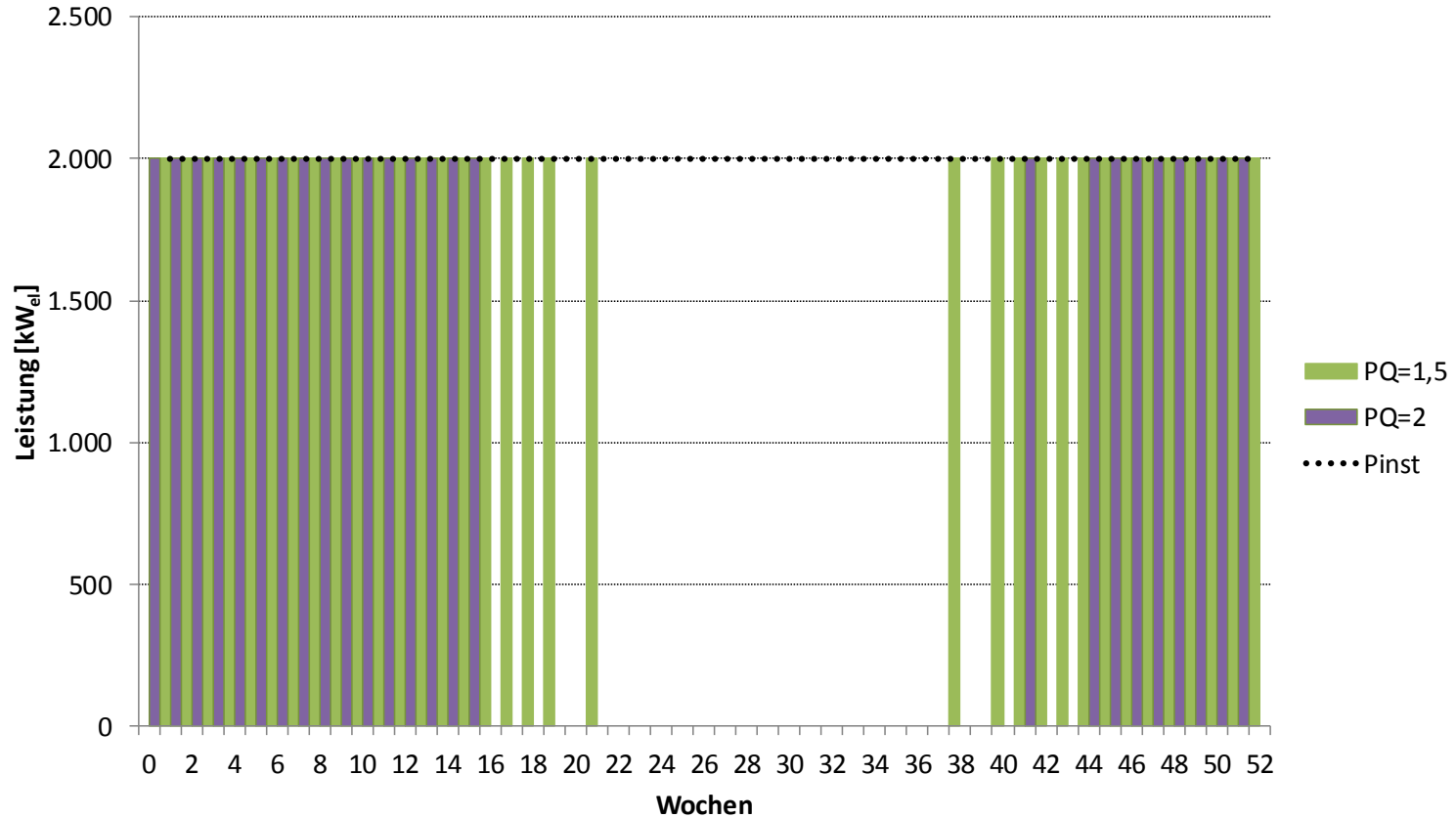
- **flexibler Betrieb erfordert eine „Überdimensionierung“ der Verstromungskapazität gegenüber der Bemessungsleistung (Durchschnittsleistung über ein Jahr)**
- **Verstromungskapazität = P_{inst}**
- **Mittlere Stromproduktion = P_{Bem}**
- **Überdimensionierung (Leistungsquotient) $P_{inst}/P_{Bem} = Q_p$**
- **Bei Leistungsquotienten $Q_p \gg 1$ kann die Stromproduktion gezielt auf bestimmte Zeiträume konzentriert werden**

- **technischen Voraussetzungen**
 - **a) Erhöhung der Verstromungskapazität → eher für BGA**
 - **b) Absenkung der Bemessungsleistung → eher für HHKW**
 - **Erhöhung der Verstromungskapazität erfordert Erweiterung der Wärme-Kraft-Maschinen und ggf. Anpassung der Peripherie**
 - **Absenkung der Bemessungsleistung vermindert den Umsatz für Haupt- und Nebenprodukte und i.d.R. den Deckungsbeitrag**
 - **Je nach Betriebsweise und Konzept Anpassung der Komponenten zur Wärmeauskoppelung (Speicher, Spitzenlastkessel)**

Grundlagen der Flexibilisierung - Biogas



Grundlagen der Flexibilisierung - HKW



- **Anbieten von Regelleistung vor allem negativer SRL, (andere Produkte möglich aber unattraktiv) bei geringem technischem Aufwand**
- **Fahrplanbetrieb als Tagesblöcke, für Stundenblöcke sind die Gesamtanlagen zu träge bzw. bräuchte es Dampfspeicher**
- **i.d.R. werden Anlagen mit hoher Wärmeauskoppelung heute saisonal betrieben → bedarfsorientierte Betriebsweise (langfristige Flexibilität)**
- **Im Vergleich zu Biogasanlagen fehlt die im EEG verankerte Flexibilitätsprämie als Anreizinstrument für Bestandsanlagen**
- **Direktvermarkter können durch das Pooling von Anlagen und eine automatisierte Einsatzplanung verschiedene Märkte bedienen**

Praxisbeispiel eines flexiblen HKW



- **Berechnungen im Rahmen des Projektes: „*energie-update*“¹ der AEE**
- **standardisierten Flexibilisierungsvarianten für 1 HKW (+6 BGA)**
- **Vereinfachung der Anlagenkonzepte und automatisierte Berechnung mit dem BioFlex-Werkzeug des DBFZ, Einsatzoptimierung tageweise**
- **Das Holzheizkraftwerk wurde hier durch Leistungserweiterung (Zubau zusätzlicher Kessel- und Turbinenkapazität) flexibilisiert**
- **Veröffentlichung der Ergebnisse auf einer Homepage der AEE:
<https://energie-update.de/>**

Steckbrief Praxisanlage



Anlagenbeschreibung		Anlagenkonfiguration 8: Holzheizkraftwerk 4.405 kW	
erstmalige Inbetriebnahme	11.12.2014	Weiterbetrieb bis	k.A.

KWK-Anlage	
KWK-Aggregat	Dampfturbine
Betriebsart	Dauerbetrieb
Installierte Leistung	4.405
Elektrischer Wirkungsgrad	25,0%
Thermischer Wirkungsgrad	45,0%
Jahresbetriebsstunden (vbh)	8.089
Inbetriebnahmejahr	2014

Einsatzstoffe (ES)	ES 1	ES 2
Substrat Typ	Waldresth.	LaPf.-Holz
Mengen FM (5-jähr. Mittel) [t]	32.000	31.000
Anteil an der eingesetzten FM [%]	51%	49%
Preis im 5-jähr. Mittel [€/t]	41	41

Energieumsatz				
Stromproduktion (brutto) [kWh]	35.632.045	Wärmesenke 1	Papier und Druck	100%
Stromeinspeisung (netto) [kWh]	34.563.084	Wärmesenke 2		
Prozesswärmebedarf [kWh]	3.206.884	Wärmesenke 3		
Prozesswärmeanteil (alternativ) [%]	k.A.	Wärmesenke 4		
Externe Wärmenutzung [kWh]	60.930.797	Wärmesenke 5		

Praxisbeispiel - Untersuchungsvarianten

- **Aufstellung der Betriebskonzepte:**
 - Überbauungsgrad / Betriebsweise / Zielfunktion für Fahrplan
- **PQ1,5 tf – W**
 - 1,5fache Überbauung / teilflexibler Betrieb / Wärmegeführte Fahrweise
- **PQ1,5 tf – S**
 - 1,5fache Überbauung / teilflexibler Betrieb / Stromgeführte Fahrweise
- **PQ1,5 vf – S**
 - 1,5fache Überbauung / vollflexibler Betrieb / Stromgeführte Fahrweise
- **PQ2 vf – S**
 - 1,5fache Überbauung / vollflexibler Betrieb / Stromgeführte Fahrweise

Praxisbeispiel - Untersuchungsvarianten



Ref. / PQ1,5 tf-W / PQ1,5 tf-S / PQ1,5 vf-W / PQ1,5 vf-WS

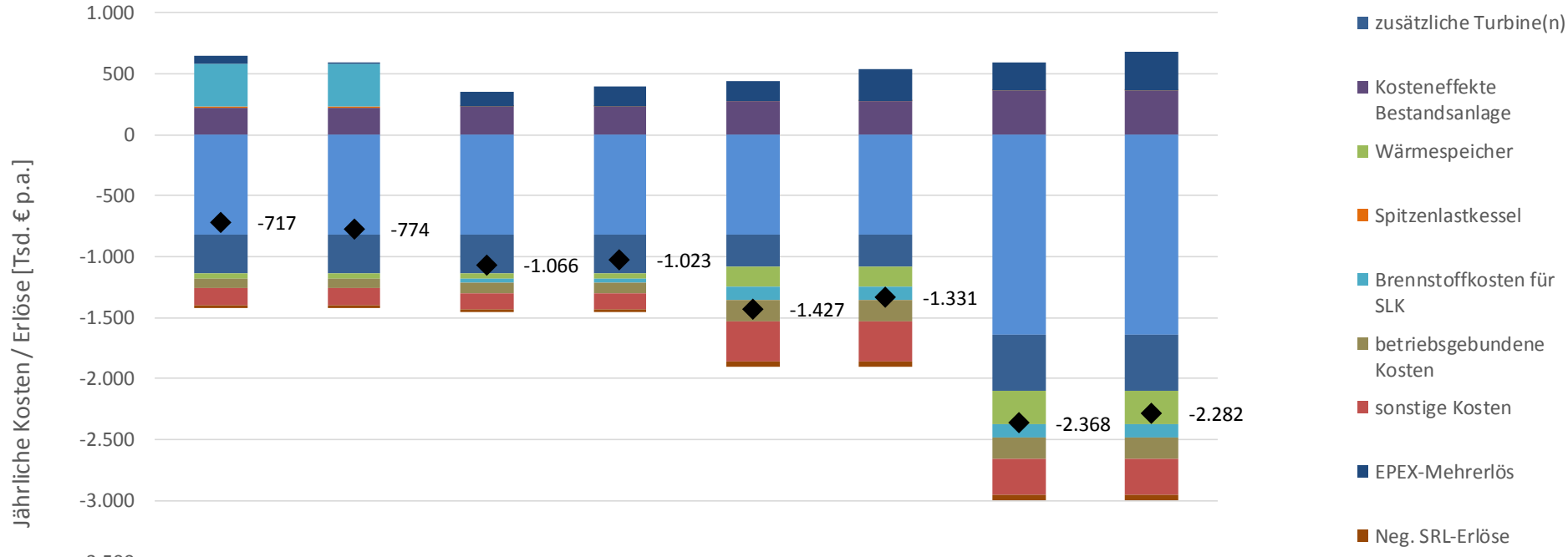
Monat	Tag	Tagesstunde	Jahrestunde	0	Bezugsjahr:				
					Fahrplan:				
					2027	2027	2027	2027	2027
Technik Nr.:					PRM VF 24/365	PRM VF 24/365	PRM VF 24/365	PRM VF 24/365	PRM VF 24/365
					1	2	3	4	5
30.12.15	364	1	8.713	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	2	8.714	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	3	8.715	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	4	8.716	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	5	8.717	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	6	8.718	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	7	8.719	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	8	8.720	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	9	8.721	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	10	8.722	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	11	8.723	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	12	8.724	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	13	8.725	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	14	8.726	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	15	8.727	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	16	8.728	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	17	8.729	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	18	8.730	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	19	8.731	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	20	8.732	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	21	8.733	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	22	8.734	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	23	8.735	0	4.068	6.439	2.034	0	0
30.12.15	364	24	8.736	0	4.068	6.439	2.034	0	0
31.12.15	365	1	8.737	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	2	8.738	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	3	8.739	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	4	8.740	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	5	8.741	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	6	8.742	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	7	8.743	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	8	8.744	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	9	8.745	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	10	8.746	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	11	8.747	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	12	8.748	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	13	8.749	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	14	8.750	0	4.068	2.034	2.034	0	0
31.12.15	365	15	8.751	0	4.068	2.034	2.034	0	0

Praxisbeispiel - Untersuchungsvarianten



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung Anlagenflexibilisierung

Anlagenkonzept 8 - relative Werte ggü. Status Quo



EPEX 2017	EPEX 2027	EPEX 2017	EPEX 2027	EPEX 2017	EPEX 2027	EPEX 2017	EPEX 2027
PO1: E+f+W		PO1: E+f+S		PO1: E+f+S		PO2: f+S	

- zusätzlicher Kessel
- zusätzliche Turbine(n)
- Kosteneffekte Bestandsanlage
- Wärmespeicher
- Spitzenlastkessel
- Brennstoffkosten für SLK
- betriebsgebundene Kosten
- sonstige Kosten
- EPEX-Mehrerlös
- Neg. SRL-Erlöse
- ◆ Differenzsaldo

Praxisbeispiel - Untersuchungsvarianten

- **Die Flexibilisierung des Holzheizkraftwerkes rechnet sich im Saldo in keiner der untersuchten Varianten gegenüber dem Status Quo**
- **Trotz einiger positiver Erlösbestandteile fallen die Investitionen, überproportional höher aus als die möglichen Erlöse**
- **Fehlende Flexibilitätsprämie führt dazu, dass sich ein stärkerer Zubau tendenziell schlechter darstellt**
- **Bei moderatem Zubau (bzw. allg. Flexibilisierung) empfiehlt sich eher eine wärmegeführte anstatt einer stromgeführten Fahrweise**
- **Keine der Varianten verspricht einen wirtschaftlichen Mehrwert für den Anlagenbetreiber → von einer Flexibilisierung ist abzuraten**

Praxisbeispiel - Untersuchungsvarianten



- **Die Flexibilisierung des Holzheizkraftwerkes rechnet sich im Saldo in keiner der untersuchten Varianten gegenüber dem Status Quo**
- **Trotz einiger positiver Erlösbestandteile fallen die Investitionen, überproportional höher aus als die möglichen Erlöse**
- **Fehlende Flexibilitätsprämie führt dazu, dass sich ein stärkerer Zubau tendenziell schlechter darstellt**
- **Bei moderatem Zubau (bzw. allg. Flexibilisierung) empfiehlt sich eher eine wärmegeführte anstatt einer stromgeführten Fahrweise**
- **Keine der Varianten verspricht einen wirtschaftlichen Mehrwert für den Anlagenbetreiber → von einer Flexibilisierung ist abzuraten**

Deutsches Biomasseforschungszentrum

gemeinnützige GmbH



Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

Ansprechpartner

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