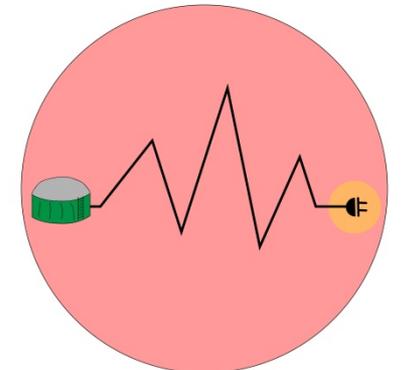


# FLEXSIGNAL – Konzepte für eine bedarfsorientierte, kosteneffiziente und klimaschonende Stromerzeugung aus Bioenergieanlagen

## Abschlussveranstaltung

02.12.2020, Leipzig



03KB150 FLEXSIGNAL



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



## Konzepte für eine bedarfsgerechte Stromproduktion durch Bioenergieanlagen

Michael Steubing, 02.12.2020

# Hintergrund

## Wandel des Stromsystems

- Klimaziele der Bundesregierung: THG-Reduktion bis 2050 um 80 - 95 % (2030: 55 %)
- Energieversorgung muss dafür bis 2050 nahezu vollständig treibhausgasneutral werden
- Anteil EE an Bruttostromverbrauch (lt. EEG 2021)
  - bis 2030: 65 %
  - bis 2050: „gesamte Strom (...) treibhausgasneutral erzeugt wird“
- Wind und Sonne als dominierende Energieträger
  - dargebotsabhängig und mit volatiler Einspeisung
- Bioenergie als verfügbare Option zur Integration von Wind und PV-Strom und zum Ausgleich von Residuallastschwankungen

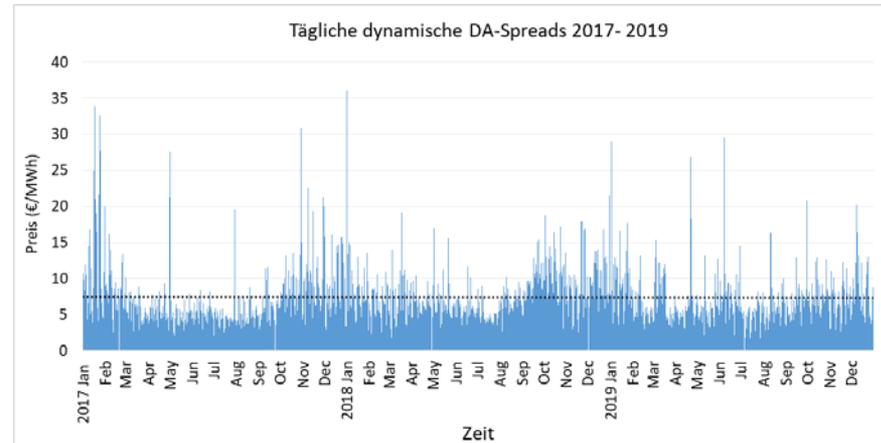
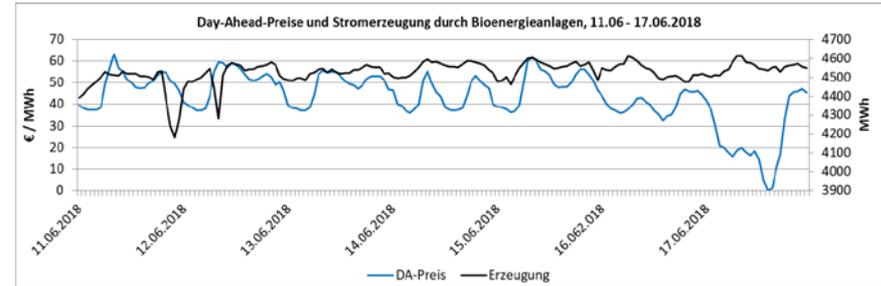


Fotos: UFZ / Künzelmann

# Hintergrund

## Fehlende Anreize für Bioenergieanlagen zur bedarfsgerechten Produktion

- Mind. 2,2 GW flexible Leistung durch BGA und Biomethan-KWK (ca. 3.300 Anlagen)<sup>1</sup>
- Nur ca. 150 Anlagen agieren voll flexibel (Schätzung Projekt „VisuFlex“)
- Bilanzielle Mehrproduktion im Stromsystem (ca. 50 TWh/a) → niedriger base-Preis
- Bislang relativ geringer Wert von Flexibilität, Preisvolatilität aktuell nur um 7-8 €/ MWh (Jahresmittel)
- Preissignale des Strommarktes (Spreads) sind oft nicht attraktiv genug für flexiblen Betrieb
- Flexprämie und Flexzuschlag fördern nur technische Ertüchtigung, tatsächliche Produktion bleibt unberücksichtigt
- Nur für Biogas- und Biomethan-KWK-Anlagen



<sup>1</sup>Stand 06/2019, Quelle: Daniel-Gromke et al. (2019) *Leitfaden Flexibilisierung der Strombereitstellung von Biogasanlagen (LF Flex)*

# Forschungsinteresse

## Forschungsfragen

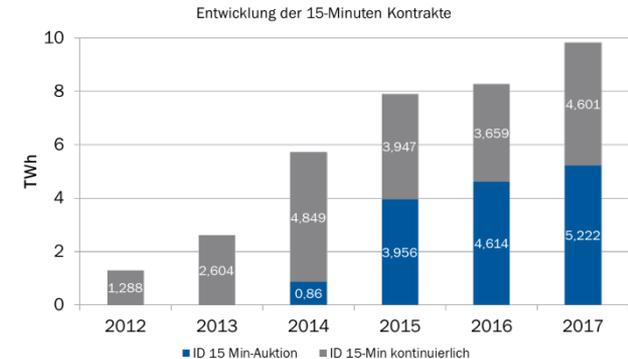
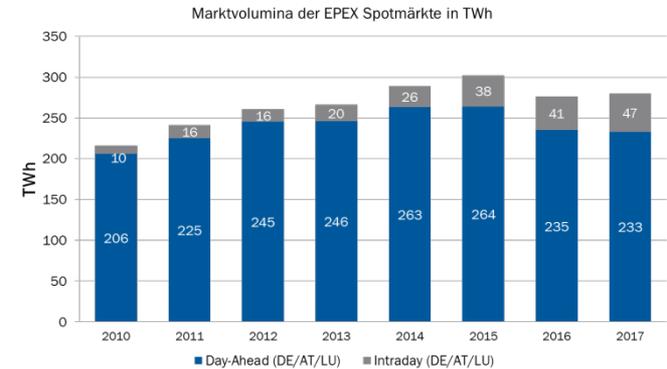
1. Wie lässt sich das vorhandene Flexibilitätpotenzial von Bioenergieanlagen besser ausschöpfen und welche Konzepte sind geeignet, die bedarfsorientierte Stromproduktion anzureizen?
2. Wie lassen sich die veränderten Fahrweisen von Bioenergieanlagen bei Umsetzung der entwickelten Konzepte modellieren und mit welchen ökonomischen, technologischen und ökologischen Auswirkungen auf Bioenergieanlagen muss gerechnet werden?
3. Welche Auswirkungen sind in Zukunft bei der Implementierung eines der erarbeiteten Konzepte auf das gesamte Energiesystem zu erwarten und welche Wechselwirkungen ergeben sich daraus?



# Grundlagen

## Anforderungen an Flexibilitätskonzepte für Bioenergieanlagen

- Müssen anlagenseitige Restriktionen berücksichtigen
  - Speichergrenzen, Wärmelieferverpflichtungen, Erreichung Bemessungsleistung
- Müssen wesentliche Märkte für Strom aus Biomasse adressieren
  - Day-Ahead (DA) als wichtigster Markt für BEA, Intraday mit zunehmender, RL mit abnehmender Bedeutung
- Benötigen zeitliche Komponente als Nachweis für flexible Fahrweise
  - Zeitsensitivität notwendig, um tägliche bis saisonale Unterschiede zu berücksichtigen
- Benötigen einen Indikator für Bedarfssituation
  - Preise der Spotmärkte

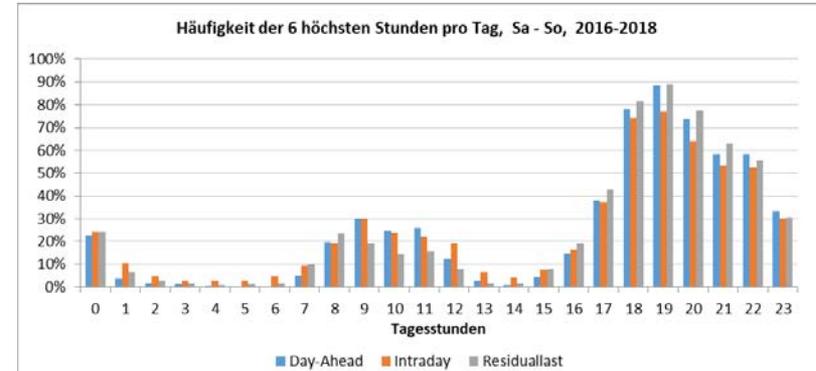
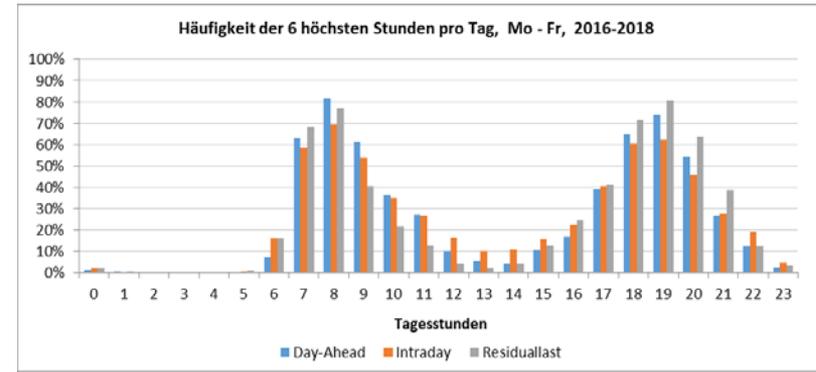


Quelle: eigene Darstellung nach EPEX SPOT SE (2019)

# Grundlagen

## Preise und Residuallast

- Spotmarktpreise berücksichtigen wesentliche Einflussgrößen (Wetterprognosen, verschiedene Erzeugungsoptionen, Verfügbarkeit von Kraftwerken, Import/Export,...)
- An beiden Märkten besteht ein zeitlicher Zusammenhang zwischen der Höhe der Preise und der Residuallast
- Preise als geeigneter Indikator für Bedarfssituation



Quelle: eigene Darstellung (Datenbasis: Open Power Systems Data 2020, EPEX SPOT SE 2019)

# Grundlagen

## Konzept-Definition im Projekt

---

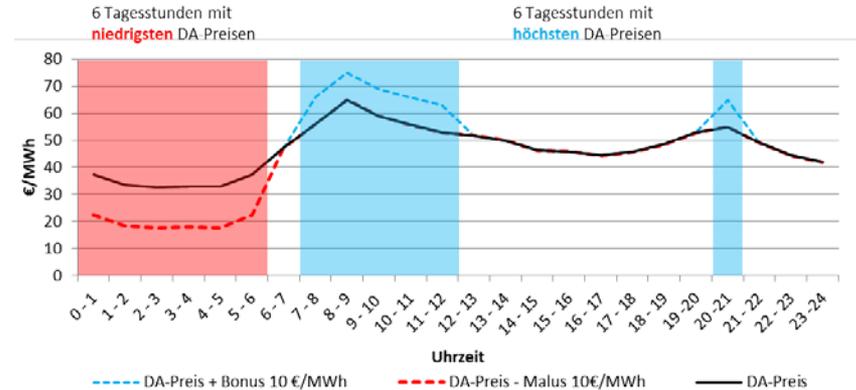
Die Definition für „Konzept“ im Rahmen von FLEXSIGNAL lautet:

*„Wirkmechanismus, der durch **gezielte Verstärkung der Preissignale** der Spotmärkte den Anreiz zur **bedarfsorientierten** Stromeinspeisung von Bioenergieanlagen erhöht und diese **wirtschaftlich attraktiver als die Bandeinspeisung** macht.“*

# Anreiz-Konzepte I

## Day-Ahead-Bonus: Funktionsweise

- Day-Ahead-Markt als aktuell wichtigster Markt für Strom aus Biomasse
- Ziel: Anreiz zur Produktion in Zeiten mit hohem Bedarf, Bereitstellung (täglich) planbarer Flexibilität
- Preisgekoppeltes Bonus-/Malus-System zur gezielten Verstärkung der Preisspitzen:
  - ➔ Bonus von 10 €/ MWh in den 6 Stunden mit den höchsten Preisen
  - ➔ Malus von 10 €/ MWh in den 6 Stunden mit den niedrigsten preisen



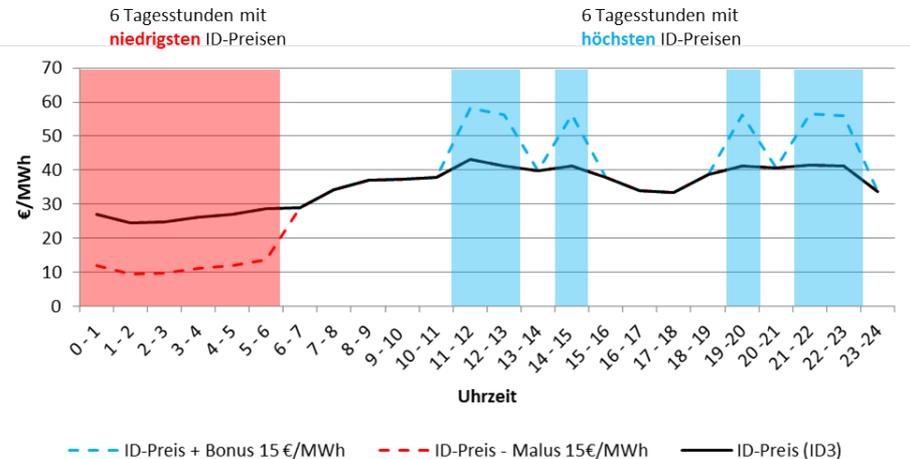
# Day-Ahead-Bonus Elemente

<b>Anreizmechanismus:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bonuszahlung auf den Day-Ahead-Preis (DA) in den 6 Tagesstunden mit den höchsten Preisen</li><li>• Malus-Abzug auf den DA-Preis in den 6 Tagesstunden mit den tiefsten Preisen</li><li>• Zusätzlich zu sonstigen Vergütungen (z.B. Marktprämie, Flexprämie, Flexzuschlag)</li></ul>
<b>Höhe des Bonus:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10 €/ MWh</li></ul>
<b>Höhe des Malus:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 10 €/ MWh</li></ul>
<b>Bezugsgröße:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Stündlicher DA-Preis</li></ul>
<b>Häufigkeit Bonus / Malus</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• max. 2.190 h / Jahr (2.196 h in Schaltjahren)</li></ul>
<b>Grenzbedingungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kein Bonus, wenn Monatsmittel der DA-Spreads &gt; 20 €/ MWh</li><li>• Kein Bonus bei negativen Preisen</li><li>• Kein Malus bei negativen Preisen</li><li>• Kein Malus bei Preisen &lt; 10 €/ MWh</li></ul>
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anlage muss in Direktvermarktung sein</li><li>• (Bio-)Technologieoffen, aber Anlage muss technisch in der Lage sein, flexibel zu produzieren</li><li>• Höchstbemessungsleistung darf nicht überschritten werden</li></ul>
<b>Laufzeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 5 Jahre</li></ul>
<b>Sonstiges:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ermittlung der Bonus- / Malus-Stunden sowie der Grenz-Bedingungen erfolgt monatlich ex-post</li></ul>

# Anreiz-Konzepte II

## Intraday-Bonus: Funktionsweise

- Gleiche Funktionsweise wie DA-Bonus, aber höherer Bonus bzw. Malus
- Zielt auf Bereitstellung **kurzfristiger** innertägiger Flexibilität ((viertel)-stündlich)
- Bonus 15 €/ MWh, Malus 15 €/ MWh
  - Intraday-Preise reflektieren tatsächliche (physische) Knappheit
  - Größter Wert von Flexibilität am ID-Handel
  - Teilnahme ist komplexer bzw. aufwändiger, Anreiz muss daher größer sein



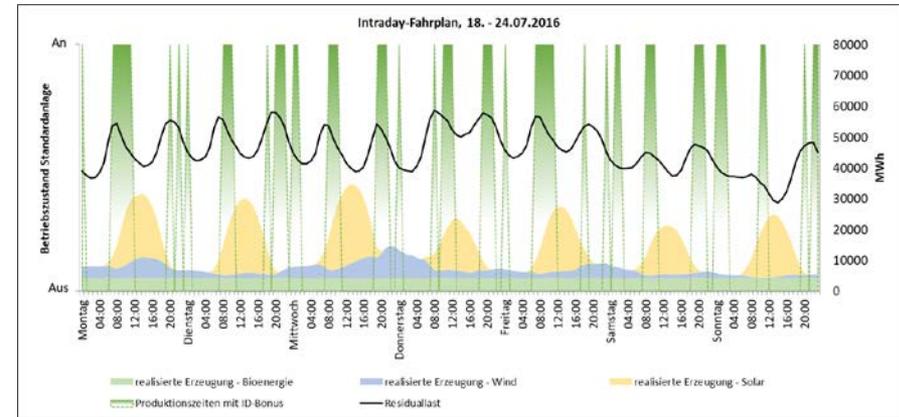
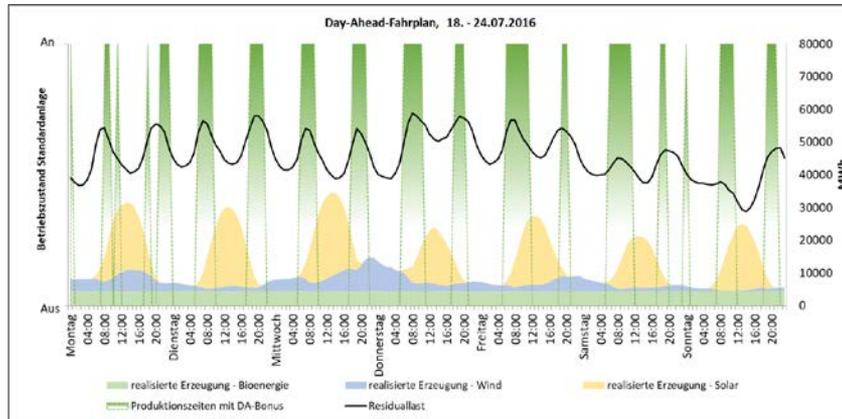
# Intraday-Bonus Elemente

<b>Anreizmechanismus:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Bonuszahlung auf den individuell erzielten Intraday (ID)-Preis in den 6 Tagesstunden mit den höchsten Preisen</b></li><li>• Malus-Abzug auf den ID-Preis in den 6 Tagesstunden mit den tiefsten Preisen</li><li>• Zusätzlich zu sonstigen Vergütungen (z.B. Marktprämie, Flexprämie, Flexzuschlag)</li></ul>
<b>Höhe des Bonus:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>15 €/ MWh</b></li></ul>
<b>Höhe des Malus:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>15 €/ MWh</b></li></ul>
<b>Bezugsgröße:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>ID3 - Indexpreis des kontinuierlichen Intraday-Handels</b></li></ul>
<b>Häufigkeit Bonus / Malus</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• max. 2.190 h / Jahr (2.196 h in Schaltjahren)</li></ul>
<b>Grenzbedingungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Kein Bonus, wenn Monatsmittel der ID-Spreads &gt; 20 €/ MWh</b></li><li>• Kein Bonus bei negativen Preisen</li><li>• Kein Malus bei negativen Preisen</li><li>• <b>Kein Malus bei Preisen &lt; 15 €/ MWh</b></li></ul>
<b>Voraussetzungen:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anlage muss in Direktvermarktung sein</li><li>• <b>(Bio-)Technologieoffen, aber Anlage muss technisch in der Lage sein, die Leistung kurzfristig (&lt; 1h) zu erhöhen/verringern</b></li><li>• Höchstbemessungsleistung darf nicht überschritten werden</li></ul>
<b>Laufzeit:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 5 Jahre</li></ul>
<b>Sonstiges:</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ermittlung der Bonus- / Malus-Stunden sowie der Grenz-Bedingungen erfolgt monatlich ex-post</li></ul>

# Einspeisezeiten und Residuallast I

## Fahrweise unter Berücksichtigung der Konzepte

- Durch preisoptimierte Fahrpläne wird die Produktion in Zeiten mit hoher Residuallast verlagert.
- Produktion erfolgt v.a. außerhalb der Einspeisespitzen durch PV.
- Day-Ahead- und Intraday-Bonus verstärken den Anreiz zur Produktion während dieser Zeiten.

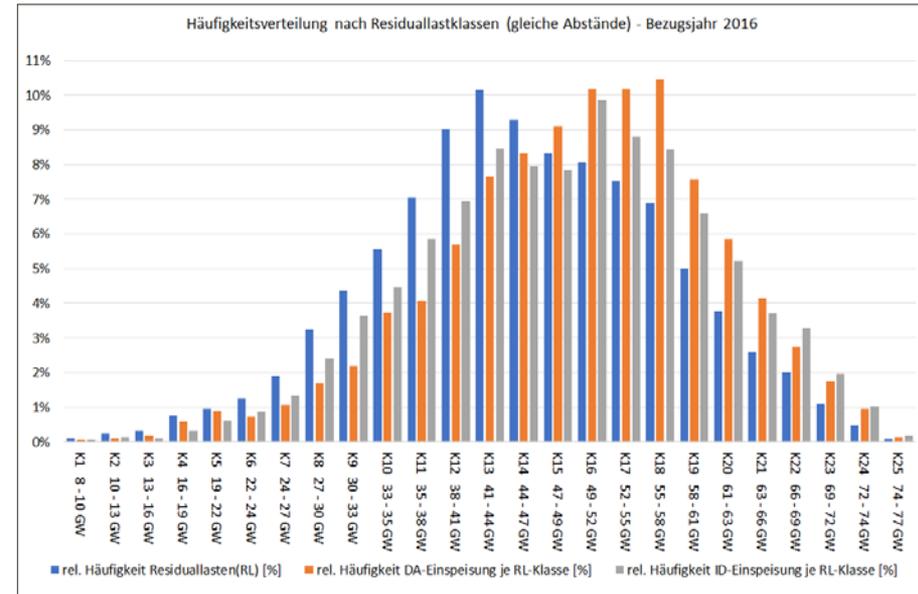


Quelle beide Graphiken: eigene Darstellung (Datenbasis: DBFZ, BNetzA, Open Power Systems Data 2020)

# Einspeisezeiten und Residuallast II

## Fahrweise unter Berücksichtigung der Konzepte

- Einspeisung einer Standardanlage (500 kW  $P_{\text{Bem}}$ , 1.500 kW  $P_{\text{inst}}$ ) mit optimiertem Fahrplan unter Berücksichtigung der Konzepte
- Überlagerung mit anliegender Residuallast während der Einspeisezeiten zeigt:
  - Häufigere Einspeisung in Klassen höherer RL (> 47 GW)
  - 44 - 66 GW häufiger DA-Vermarktung
  - > 66 GW häufiger ID-Vermarktung
  - Bedienung von RL-Spitzen über ID-Vermarktung



# Kernaussagen

---

- Die **erlösoptimierte Fahrweise** führt dazu, dass die Stromproduktion bedarfsorientiert erfolgt. Es werden vermehrt Residuallastspitzen bedient und der Residuallastgang geglättet.
- Die Bonus-Konzepte **vergrößern den Anreiz**, die Fahrweise im Rahmen einer Erlösoptimierung flexibel anzupassen.
- Die Konzepte haben den Charakter einer **Anschubfinanzierung** zur Erleichterung der Teilnahme an den Spotmärkten
- Bei einer an den vorgestellten Konzepten orientierten, flexiblen Anlagenfahrweise können **deutliche Mehrerlöse** gegenüber einer unflexiblen Fahrweise generiert werden → Details in Vortrag DBFZ

**Vielen Dank für die  
Aufmerksamkeit!**

**Michael Steubing**

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ

Department Bioenergie

michael.steubing@ufz.de

+ 49 341 - 2434 594

Permoser Straße 15

04318 Leipzig

# Kontakt

## **Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung - UFZ**

Department Bioenergie  
Michael Steubing  
michael.steubing@ufz.de  
+ 49 341 - 2434 594

## **DBFZ – Deutsches Biomasseforschungszentrum**

Bereich Bioenergiesysteme  
Martin Dotzauer  
martin.dotzauer@dbfz.de  
+ 49 341 - 2434 385

## **Universität Duisburg-Essen**

Lehrstuhl für Energiewirtschaft  
Christoph Weber  
christoph.weber@uni-due.de  
+49 201 - 1832 966