

# Wasserstoff aus Biomasse – Eine Einordnung

Jörg Kretzschmar, Stephanie Hauschild



WT.SH Veranstaltung „Kaffee, Tee und Wasserstoff“ am 29.09.2021

# Nationale Wasserstoffstrategie und Bioenergie/ Biomasse

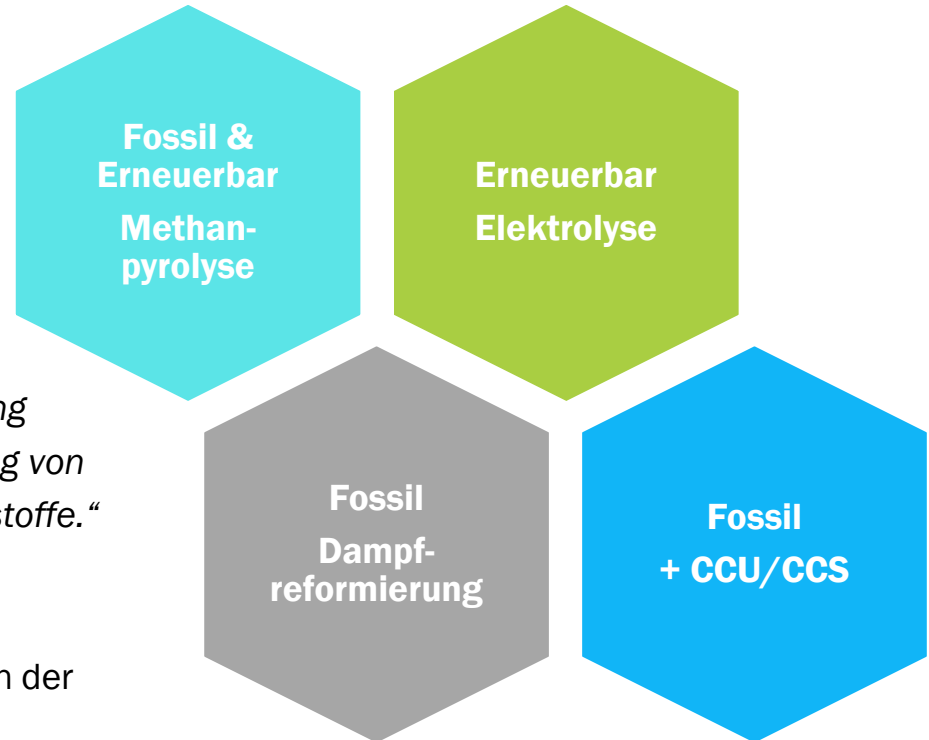
- „Biomasse“ = 0
- „Biokraftstoff“ = 1\*
- „biobasierte Verfahren der Wasserstofferzeugung“ = 1\*\*

\*Zitat NWS:

*„Entwicklung und Förderung von Anlagen zur Erzeugung strombasierter Kraftstoffe, insbesondere zur Erzeugung von strombasiertem Kerosin, und fortschrittlicher Biokraftstoffe.“*

\*\*Zitat NWS

„...zum Beispiel Elektrolyse sowie biobasierte Verfahren der Wasserstofferzeugung, Methanpyrolyse („türkiser“ Wasserstoff), künstliche Photosynthese und Brennstoffzellen.“

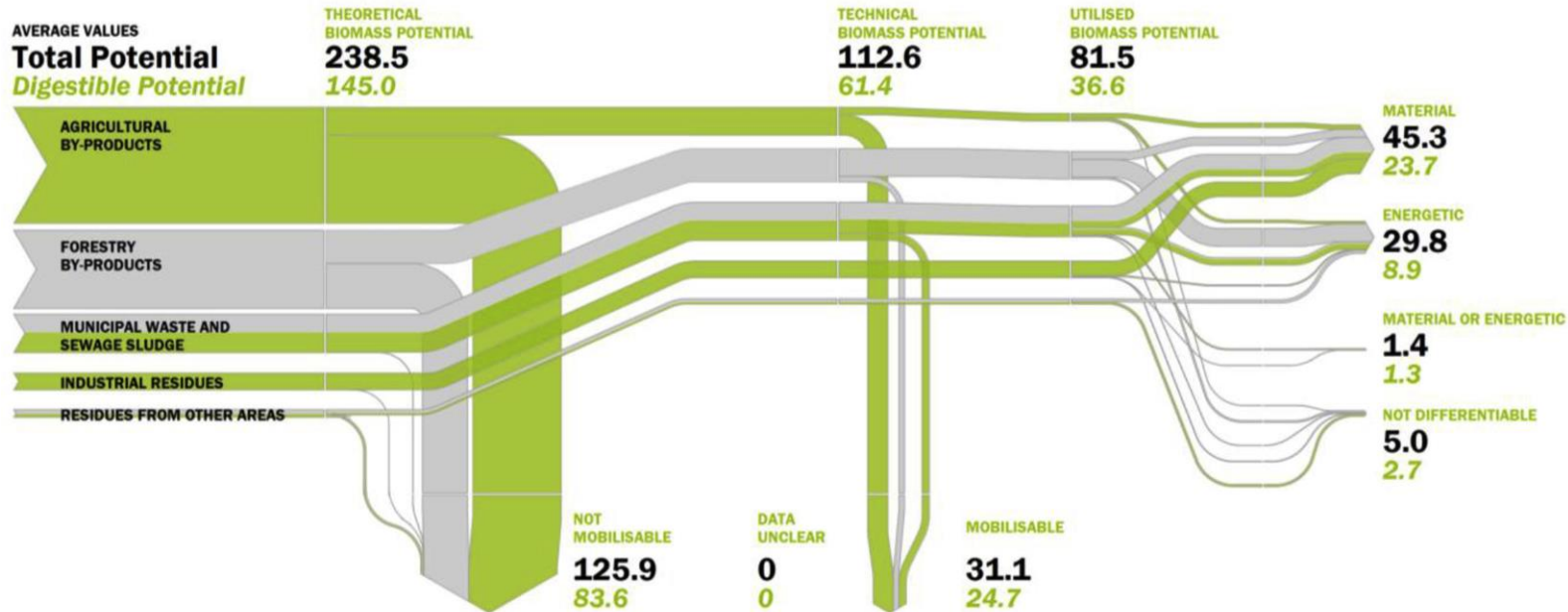


## Nutzung von Reststoffen zur Erzeugung von Wasserstoff

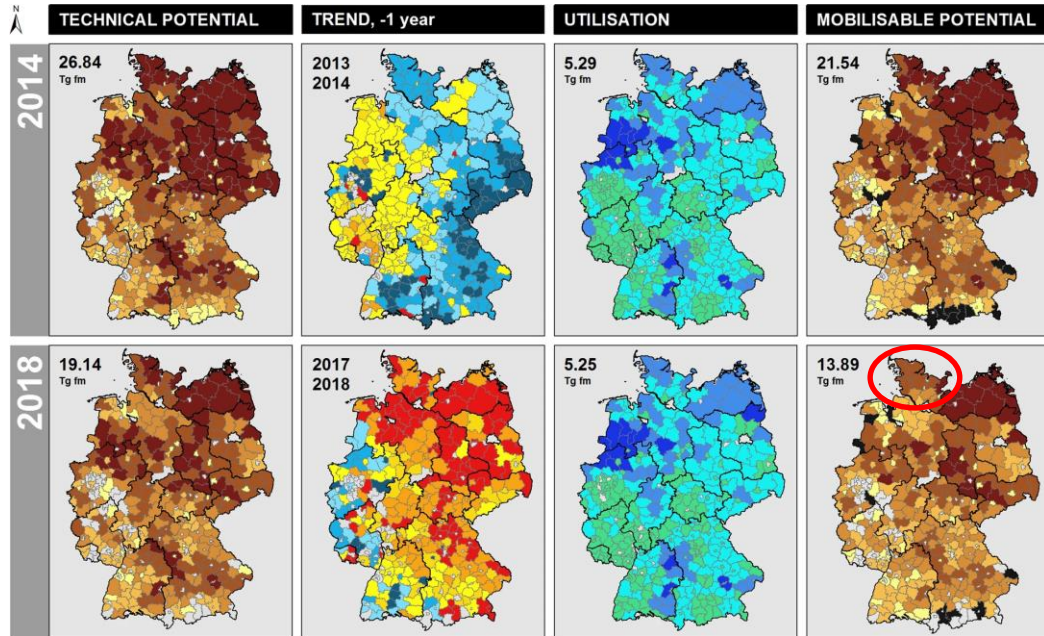
- **Landwirtschaftliche Nebenprodukte:** Zwischenfrüchte, Stroh, Rübenblatt, Gülle, Festmist, ...
- **Holz und forstwirtschaftliche Reststoffe:** Waldrestholz, Rinde, Sägenebenprodukte,...
- **Industrielle Reststoffe:** aus Nahrungsmittelproduktion, Futtermittelherstellung, Tabakverarbeitung, Chemie-/Pharma-/Hefeindustrie, Bioethanolproduktion, Glycerin aus Biodieselproduktion,...
- **Siedlungsabfälle:** Biotonne, Grünschnitt, Klärschlämme, ...

# Biomassepotenziale – biogene Reststoffe

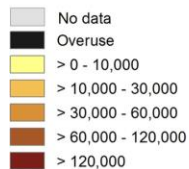
- Durchschnittswerte verfügbarer Reststoffe in  $10^6$  t Trockenmasse



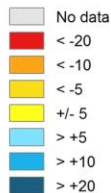
# Biomassepotenziale – Stroh



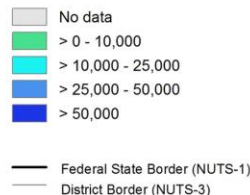
**STRAW POTENTIALS**  
Tg fm



**TREND**  
%



**UTILISATION**  
Tg fm

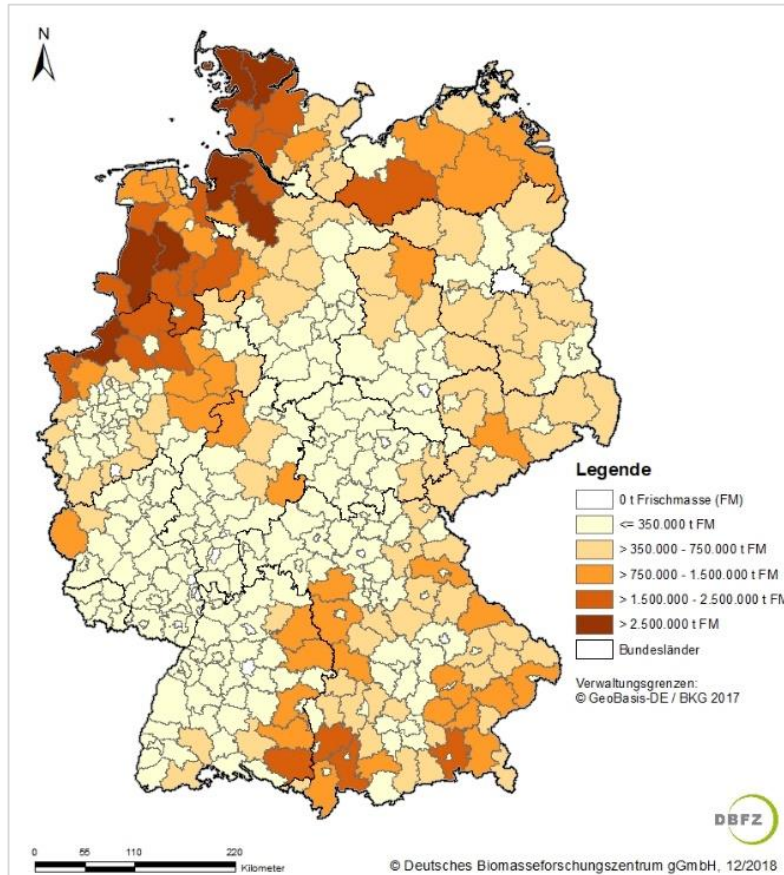


0 100 200 km

- Regionale Verteilung der Potenziale für Stroh auf Frischmassebasis
- 1 Tg = 10<sup>6</sup> t

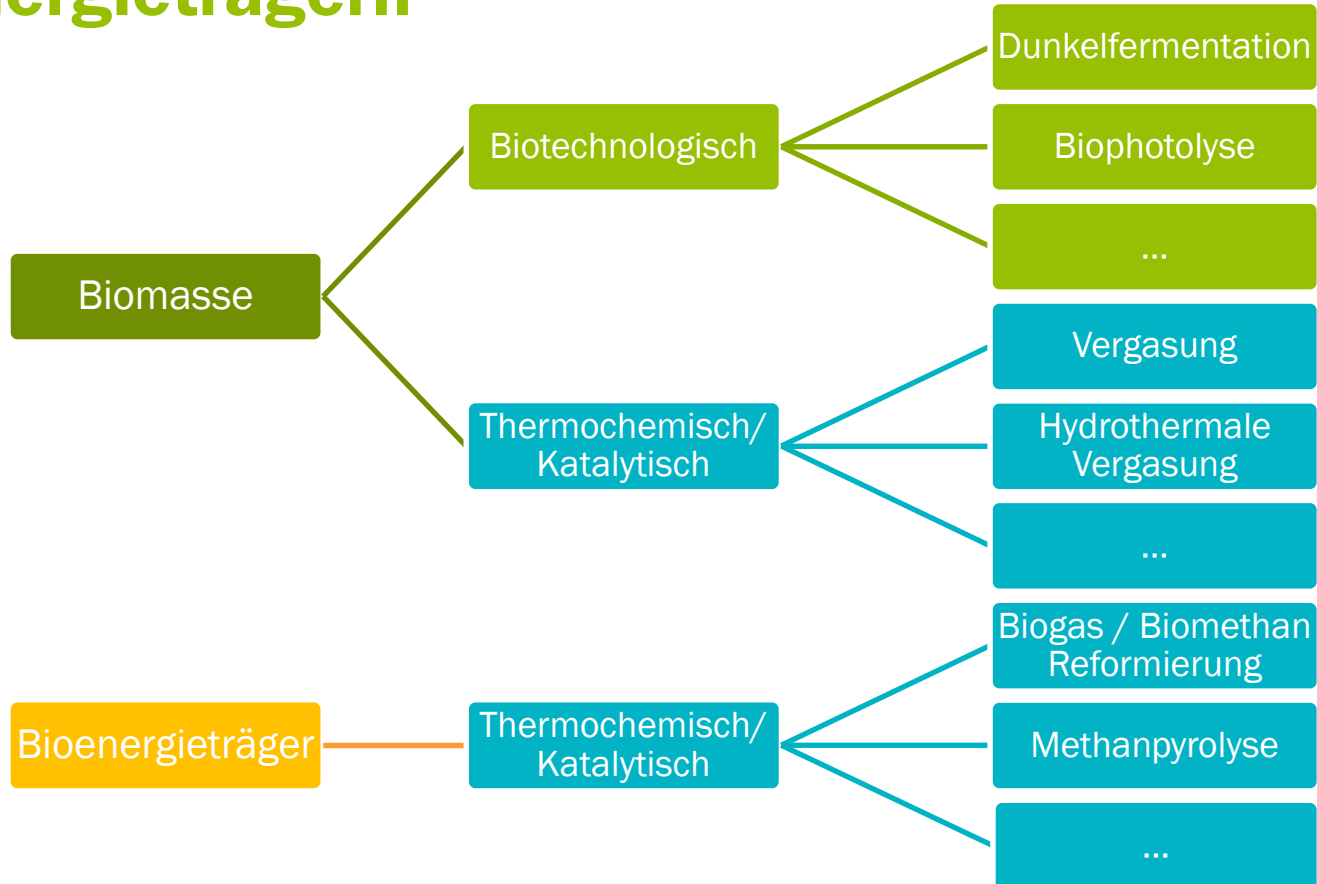
Brosowski, A., Bill, R. & Thrän, D. Temporal and spatial availability of cereal straw in Germany—Case study: Biomethane for the transport sector. *Energy Sustain Soc* 10, 42 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13705-020-00274-1>

# Biomassepotenziale – tier. Exkremente



- Regionale Verteilung der technischen Potenziale für Rinder- und Schweinegülle (aufsummiert, in t pro Jahr) auf Frischmassebasis.

# Wasserstoffproduktion aus Biomasse / Bioenergieträgern



# Technologien | Biotechnologisch | Dunkelfermentation



<b>Verfahren</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bakterielle Erzeugung von Wasserstoff, CO<sub>2</sub>, organischen Säuren und Alkoholen</li><li>• Identisch mit den ersten Stufen des Biogasprozesses → Kombination mit der Biogasproduktion</li></ul>
<b>Einsatzstoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alle Substrate die für die anaerobe Vergärung zur Verfügung stehen, Substrate mit einem niedrigen TS (&lt; 10 %) und hohem Kohlenhydratanteil werden bevorzugt</li><li>• Mikroorganismen: verschiedene anaerobe, fermentative Bakterien</li></ul>
<b>TRL</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 4 – 5</li><li>• Demonstration im 10 m<sup>2</sup> Maßstab → Projekt HyperFerment2 (Fraunhofer IFF)</li></ul>
<b>Produkte/ Reinheit/ Kosten</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• ~50 % CO<sub>2</sub> und ~50 % H<sub>2</sub>, Spurengase</li><li>• Nach Druckwechseladsorption (PSA) &gt; 99 % möglich</li><li>• ~6,50 € / kg H<sub>2</sub> (ohne PSA)</li></ul>
<b>Entwicklungs- bedarf</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• langfristige Verhinderung der Methanogenese, Steigerung der Produktselektivität und Ausbeute, systemische Betrachtungen und technologische Demonstrationen von Prozessketten (insbesondere bei Bereitstellung von Koppelprodukten), Reaktor- und Prozessentwicklung/ -validierung</li></ul>



# Technologien | Thermochemisch | Vergasung



Verfahren	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trockene, lignocellulosehaltige Biomasse <math>\rightarrow T = \sim 700 - 1000^\circ\text{C}</math>, erhöhter Druck <math>\rightarrow</math> gasförmiges Synthesegas durch Reaktion mit einem Vergasungsmittel, z.B. Wasserdampf,</li><li>• Erhöhung des <math>\text{H}_2</math>-Anteils <math>\rightarrow</math> Wassergas-Shift-Reaktion: <math>\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CO}_2 + \text{H}_2</math></li><li>• Gasreinigung, Abtrennung und Aufreinigung der Wasserstofffraktion z. B. PSA</li><li>• Prozesswärme: Teilverbrennung der eingesetzten Biomasse oder externe Zufuhr</li></ul>
Einsatzstoffe	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lignocellulosehaltige Biomasse</li></ul>
TRL	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gesamtkette: 5-7</li></ul>
Produkte/ Reinheit/ Kosten	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hauptbestandteile Synthesegas: <math>\text{CO}</math>, <math>\text{CO}_2</math>, <math>\text{H}_2</math> und <math>\text{CH}_4</math></li><li>• Nach PSA: &gt; 99 % möglich</li></ul>
Entwicklungs- bedarf	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gasreinigung und Gasaufbereitung zum Wasserstoff</li><li>• Wechselnde Zusammensetzungen von Biomasse (Brennstoff) beeinflussen die Produktgasqualität und somit die Aufbereitungsstrecke</li></ul>

# Technologien | Thermochemisch | Biogas-/ Biomethan-Reformierung



Verfahren	<ul style="list-style-type: none"><li>• Biogas → Entfernung von S- und Cl-Verbindungen (Katalysatorgifte) → Wasserdampfreformierung zur Produktion von CO und H<sub>2</sub> (endotherm) &gt; Wassergas-Shift-Reaktion zur Erhöhung des H<sub>2</sub> Anteils (exotherm) → Kompression, Trocknung → Druckwechseladsorption (PSA) zur Aufreinigung der Wasserstofffraktion</li></ul>
Einsatzstoffe	<ul style="list-style-type: none"><li>• Biogas, Biomethan, (Erdgas)</li></ul>
TRL	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gesamtkette: 6-8</li><li>• Horizon 2020: <a href="https://www.bioroburplus.org/pages/home.aspx">https://www.bioroburplus.org/pages/home.aspx</a></li><li>• BtX energy GmbH</li></ul>
Produkte / Reinheit	<ul style="list-style-type: none"><li>• CO, CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub></li><li>• nach PSA H<sub>2</sub> &gt; 99 % möglich</li></ul>
Entwicklungs- bedarf	<ul style="list-style-type: none"><li>• Biogasaufbereitung und Untersuchung Effekte biogasspezifischer Störstoffe (H<sub>2</sub>S, Siliziumverbindungen, NH<sub>3</sub>, etc.) auf die Katalysatoraktivität</li><li>• Gleichbleibende Produktqualitäten bei wechselnden Biogaszusammensetzungen aufgrund variierender Rohstoffquellen</li><li>• Katalysatorscreening → bessere der Selektivität, Aktivität und niedrigere Koksbildung</li></ul>

# Technologien | Thermochemisch | Methanpyrolyse



Verfahren	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>\text{CH}_4</math> wird bei hohen Temperaturen (nicht-katalytische Methanpyrolyse <math>&gt; 1200\text{ }^\circ\text{C}</math>) in <math>\text{H}_2</math> und festen Kohlenstoff (C) gespalten <math>\rightarrow \text{CH}_4 \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{C}</math></li><li>• Notwendige Prozessenergie: 1) elektrisch, über ein Plasma oder Lichtbogen, 2) Verbrennung von einem Teil des <math>\text{CH}_4</math></li></ul>
Einsatzstoffe	<ul style="list-style-type: none"><li>• Biomethan, (Erdgas)</li></ul>
TRL	<ul style="list-style-type: none"><li>• 4-9 (Pyrolyse von Erdgas)</li></ul>
Produkte/ Reinheit/ Kosten	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hochreiner <math>\text{H}_2</math></li></ul>
Entwicklungsbedarf	<ul style="list-style-type: none"><li>• Einsatz von Katalysatoren <math>\rightarrow</math> Auswirkung von Verunreinigungen im Eduktgas, Koksbildung (C-Anhaftung auf Katalysatoren)</li></ul>

# Reinheit vs. Nutzungsoption



- Wasserstoff aus Biomasse bedarf (fast) immer einer Aufreinigung  
→ Qualitätsanforderungen der **ISO/DIS 14687** oder **DIN EN 17124!!**
- Zumischung zu Erdgas bzw. methanreichen Gasen  
→ „**Biohytane**“ → keine Regelungen/ Qualitätsstandards

## Wasserstoff aus oder mit Biomasse?

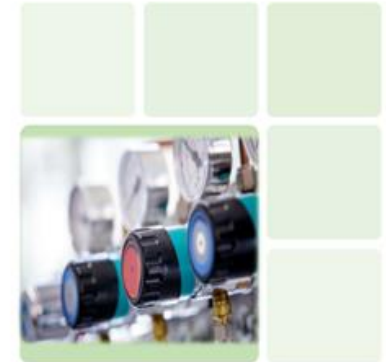
- Wasserstoff aus Biomasse ist und bleibt vergleichsweise teuer
- Verwendung von Elektrowasserstoff in Zusammenhang mit biogenem Kohlenstoff → Methanisierung von  $\text{CO}_2$ , z. B. aus Biogasanlagen, ggf. Methanolsynthese aus Syngas/ Biogas, ...
- Herstellung und Nutzung von biogenem Wasserstoff je nach Passfähigkeit!



### Wasserstoffqualitätsanforderungen

Anforderungen der ISO/DIS 14687 bzw. DIN EN 17124 an die verschiedenen Wasserstoffqualitäten und Auswirkungen hinsichtlich  $\text{H}_2$ - und  $\text{H}_2$ -Gemischtransport sowie resultierende Vermarktungs- und Einsatzmöglichkeiten für Gasversorger

Studie



# Wasserstoff aus und mit Biomasse – Sichtweise des DBFZ



**Potenziale** | Biomasseressourcen und daraus hergestellte Produkten in Bezug auf ihren erneuerbaren Kohlenstoffanteil; u.a. Einordnung und Kontextualisierung von Biomassepotenzialen im Sinne ihres Kohlenstoffpotenzials, Passfähigkeit zu Land-/Forstwirtschaft inkl. nachhaltiger Landnutzungskonzepte



**Technologien** | (Weiter-)Entwicklung von integrierten Konversions- und Aufbereitungstechnologien mit besonderem Fokus auf sektorübergreifende Technologien und Anlagenkonzepte unter Kopplung von grünem Wasserstoff aus und mit Biomasse zu Folgeprodukten sowie Passfähigkeit zur bestehenden Infrastruktur und Produktionsprozessen relevanter Industriezweige



**Anwendung** | Systemintegration von grünem Wasserstoff mit Biomasse v.a. im Bezug auf Systemdienstleistungen und flexibler Produktion, der Nutzung von Speichern, Produktqualitäten (Normen und Qualitätsanforderungen), sowie der Weiterentwicklung der Einsatzfelder von grünem Wasserstoff und v.a. dessen Folgeprodukte



**System- und Technologiebewertung** | vergleichende Bewertung von grünem Wasserstoff aus und mit Biomasse hinsichtlich (i) Klimaschutzbeitrag, (ii) Kosten und Optimierungspotenziale, (iii) möglicher Nachhaltigkeitsrisiken und Wegen zur Absicherung der nachhaltigen Erzeugung von grünem Wasserstoff (z.B. durch Nachhaltigkeitszertifizierung) sowie (iv) möglicher Hemmnisse für den Einsatz von grünem Wasserstoff.





## **Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft**

### **Kontakt:**

Dr. rer. nat. Jörg Kretzschmar

E-Mail: [joerg.kretzschmar@dbfz.de](mailto:joerg.kretzschmar@dbfz.de)

Tel.: +49 (0)341 2434-419

**DBFZ Deutsches  
Biomasseforschungszentrum  
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116

D-04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-112

E-Mail: [info@dbfz.de](mailto:info@dbfz.de)

[www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)