

IZES gGmbH

Die Rolle der Biomasse in der Energiewende – Stand und Ausblick

Dr. Patrick Matschoss

Statuskonferenz Bioenergie 2023, DBFZ Leipzig, 20.09.2023

Die IZES gGmbH

- Heimatstandort Saarbrücken: ca. 65. Menschen
- Hauptstadtbüro: 4 Menschen
- Gemeinnützige GmbH, Hauptgesell.: Saarland (ca. 70%)
- Anwendungsnahe Forschung & Entwicklung, systemische Ausrichtung
- 5 Forschungsfelder
 - Energiemärkte
 - Stoffströme
 - Infrastruktur & Kommunalentwicklung
 - Technische Innovation
 - Umweltpsychologie



Agenda

Biomasse gesamt

Biomasse & Energie

Zukunft Biomasse

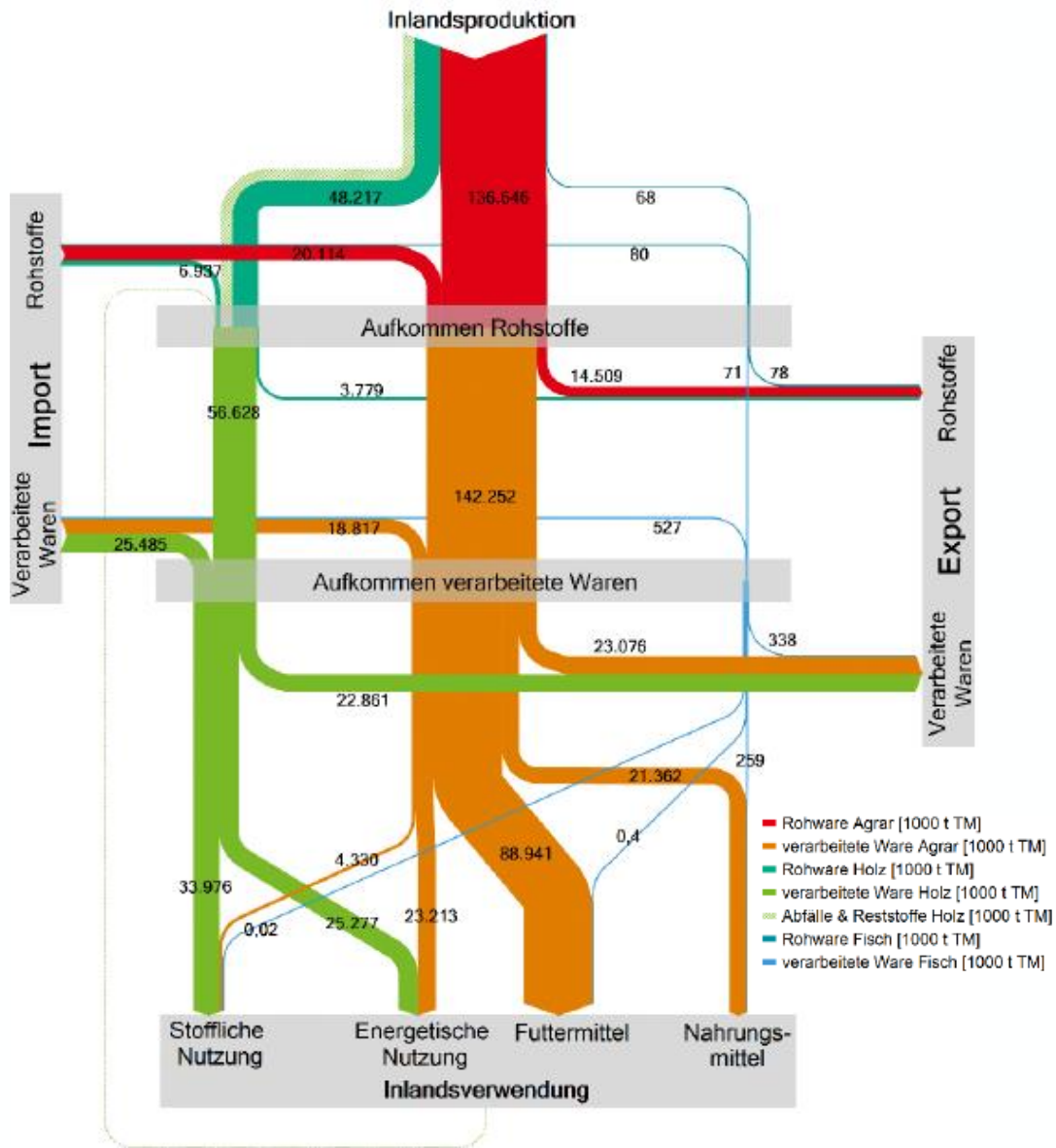
Fokus Prozesswärme

Fokus Strom

Fokus Bio-Kraftstoffe

Nexus stoffl. Verwertung

Biomassenutzung gesamt: Herkunft & Nutzungspfade heute



Anteilige Nutzung verarbeiteter Biomassen an *gesamter* Biomasse

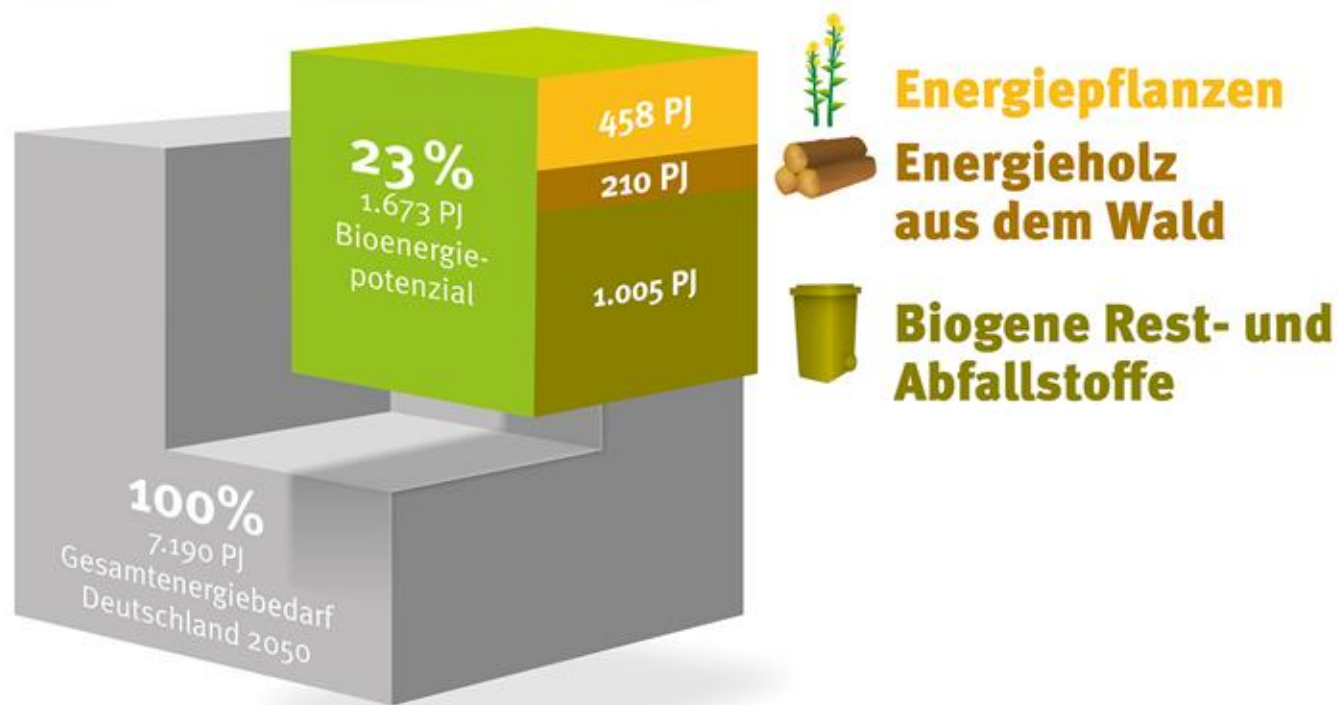
| | stoffl. | energ. | Futter | Nahrung | Export | Gesamt |
|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| Holz | 14% | 10% | | | 9% | 34% |
| Agrar | 2% | 9% | 37% | 9% | 9% | 66% |
| Fisch | 0% | | 0% | 0% | 0% | 0% |
| Gesamt | 16% | 20% | 37% | 9% | 19% | 100% |

- 2/3 der Biomasse kommt aus dem Agrarbereich, davon geht
 - über die Hälfte (37% der gesamten Biomasse) in Futtermittel und
 - je 1/6 (je 9% der gesamten Biomasse) in Energie, Nahrung & Export
- 1/3 der Biomasse kommt aus dem Holzbereich, davon geht
 - zwischen 1/3 und der Hälfte (14% der gesamten Biomasse) in die stoffl. Nutzung sowie
 - knapp 1/3 (10% der gesamten Biomasse) in die energetische Nutzung
- Insg. ist Futter die größte Verwendung, gefolgt von Energie & Export, dann stoffl. Nutzung (hauptsächl. Holz)

Biomassenutzung gesamt: zukünftiges Potential

BIOENERGIEPOTENZIAL 2050

Was kann Bioenergie leisten?



Quellen: FNR, TI, DBFZ

© FNR 2021

- Relevanter Anteil auch in 2050
- Reststoffe als größter und „politisch gesicherter“ Anteil
- Energieholz & -pflanzen dagegen politisch umstritten
- Anteil ansonsten von restlichen Annahmen zum Energiesystem abhängig
 - Gesamtverbrauch
 - Gesamtverbrauch seinerseits von Annahmen abhängig (welche Energieträger, Umwandlungsprozesse etc.)
- Aufteilung zwischen energetischer und stofflicher Nutzung?

Agenda

Biomasse gesamt

Biomasse & Energie

Zukunft Biomasse

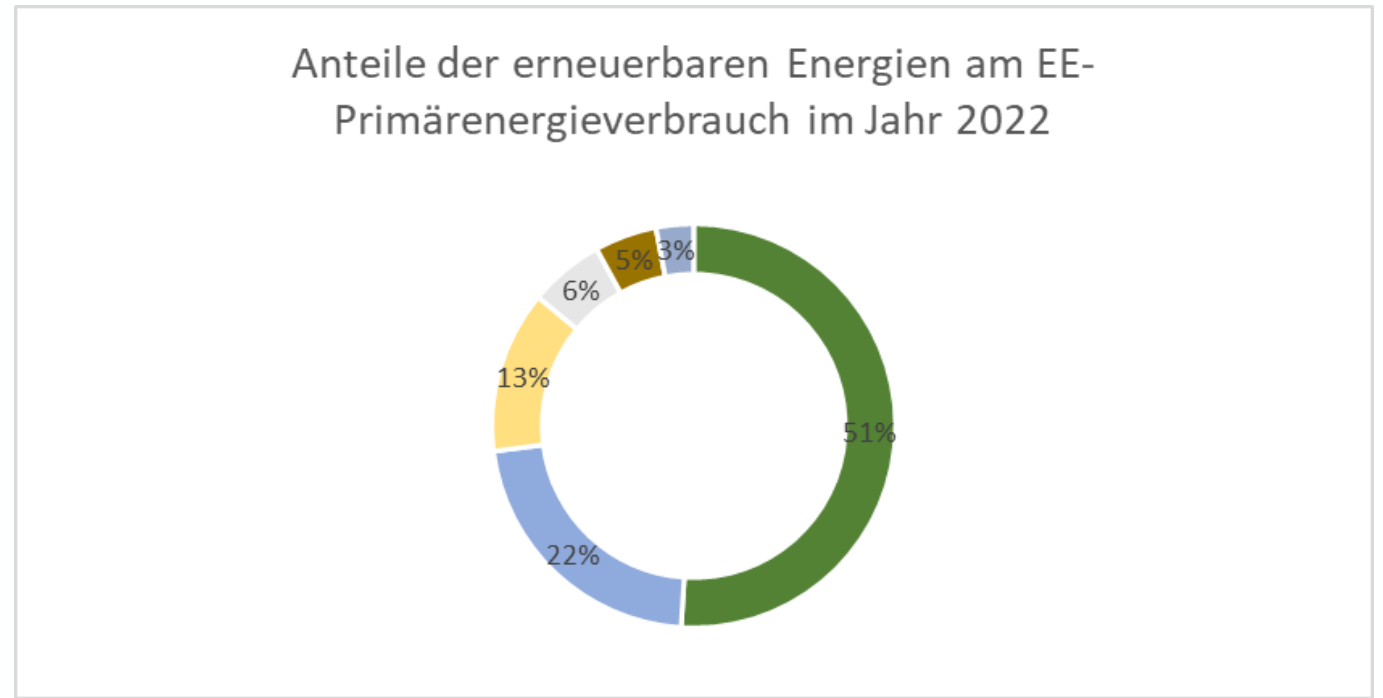
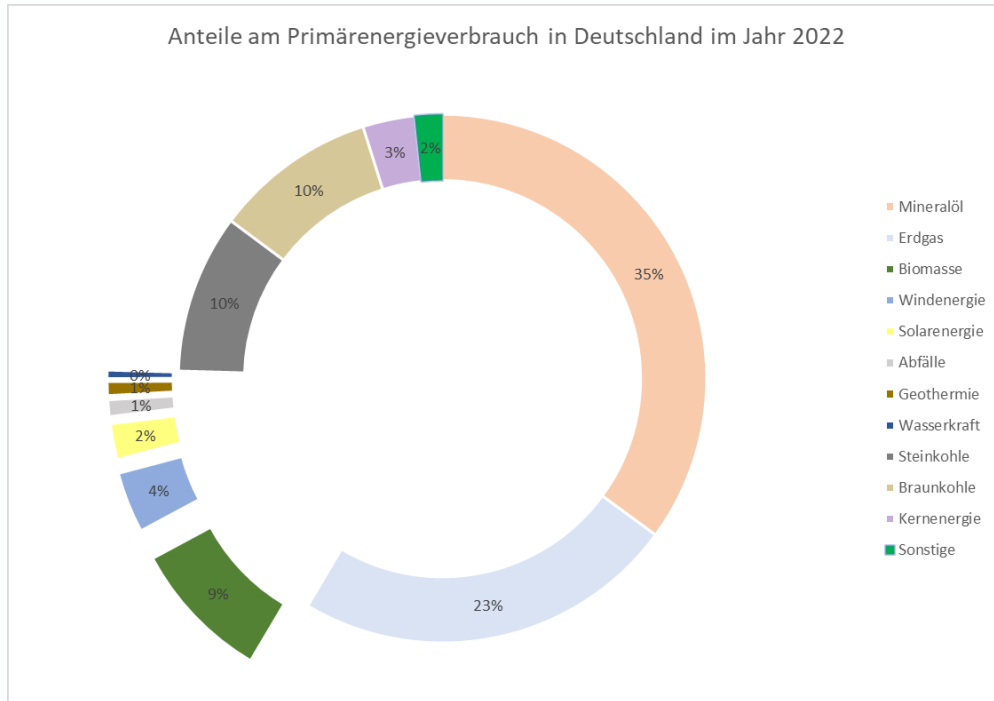
Fokus Prozesswärme

Fokus Strom

Fokus Bio-Kraftstoffe

Nexus stoffl. Verwertung

Biomasse & Primärenergie heute: Bedeutung über alle Sektoren

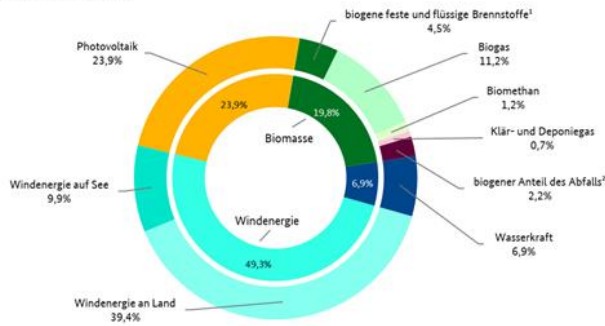


- Mineralöl immer noch auf Platz 1 (35%), Gas auf Platz 2 (23%)
- Erneuerbare Energien über alle Sektoren und Energieträger auf Platz 3 (17%)
- Biomasse als wichtigste EE auf Platz 5 (9%) nach Braun- & Steinkohle (je 10%)
- Biomasse macht gut die Hälfte der EE aus, gefolgt von Wind und Solarenergie

Biomasse(n) & Endenergie heute: Bedeutung in den Verbrauchssektoren

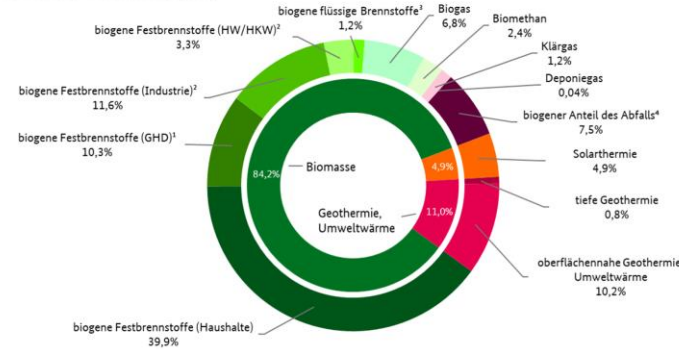


Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2022
Gesamt: 254 Terawattstunden (TWh)



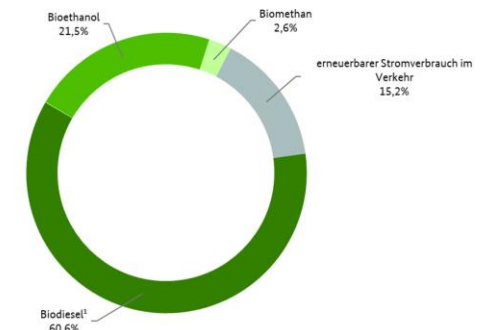
¹ inkl. Klärschlamm; ² biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt
Hinweis: Stromerzeugung aus Geothermie aufgrund sehr geringer Mengen (0,1%) nicht dargestellt
Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte in Deutschland im Jahr 2022
Gesamt: 200,5 Terawattstunden (TWh)



¹ GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen; ² inkl. Klärschlamm und Holzkohle; ³ inkl. Biokraftstoffverbrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär;
⁴ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt
Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien im Verkehrssektor in Deutschland im Jahr 2022
Gesamt: 40,4 Terawattstunden (TWh)



¹ Verbrauch von Biodiesel (inklusive HVO) im Verkehrssektor (ohne Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär)
Hinweis: Beitrag von Pflanzenöl (0,05%) aufgrund der geringen Menge nicht dargestellt
Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

- EE-Anteil (Brutto)Stromerzeugung: 44% (254 TWh)
- Biomasse (50 TWh) auf Platz 3:
 - Anteil Stromerzeugung: 9%
 - Anteil EE-Stromerzeugung: 20%
 - Wichtigste: Biogas: 5% / 11%
- EE-Anteil Endenergieverbrauch (EEV) Wärme & Kälte: 17% (201 TWh)
- Biomassen (169 TWh) auf Platz 1:
 - EEV-Anteil Gesamt: 15%
 - EE-Anteil EEV: 84%
 - Wichtigste: Festbrennstoffe HH: 7% / 40%
- EE-Anteil EEV Verkehr: 7% (40 TWh)
- Biomassen (34 TWh) auf Platz 1:
 - EEV-Anteil Gesamt: 6%
 - EE-Anteil EEV: 85%
 - Wichtigste: Biodiesel: 4% / 60%

Agenda

Biomasse gesamt

Biomasse & Energie

Zukunft Biomasse

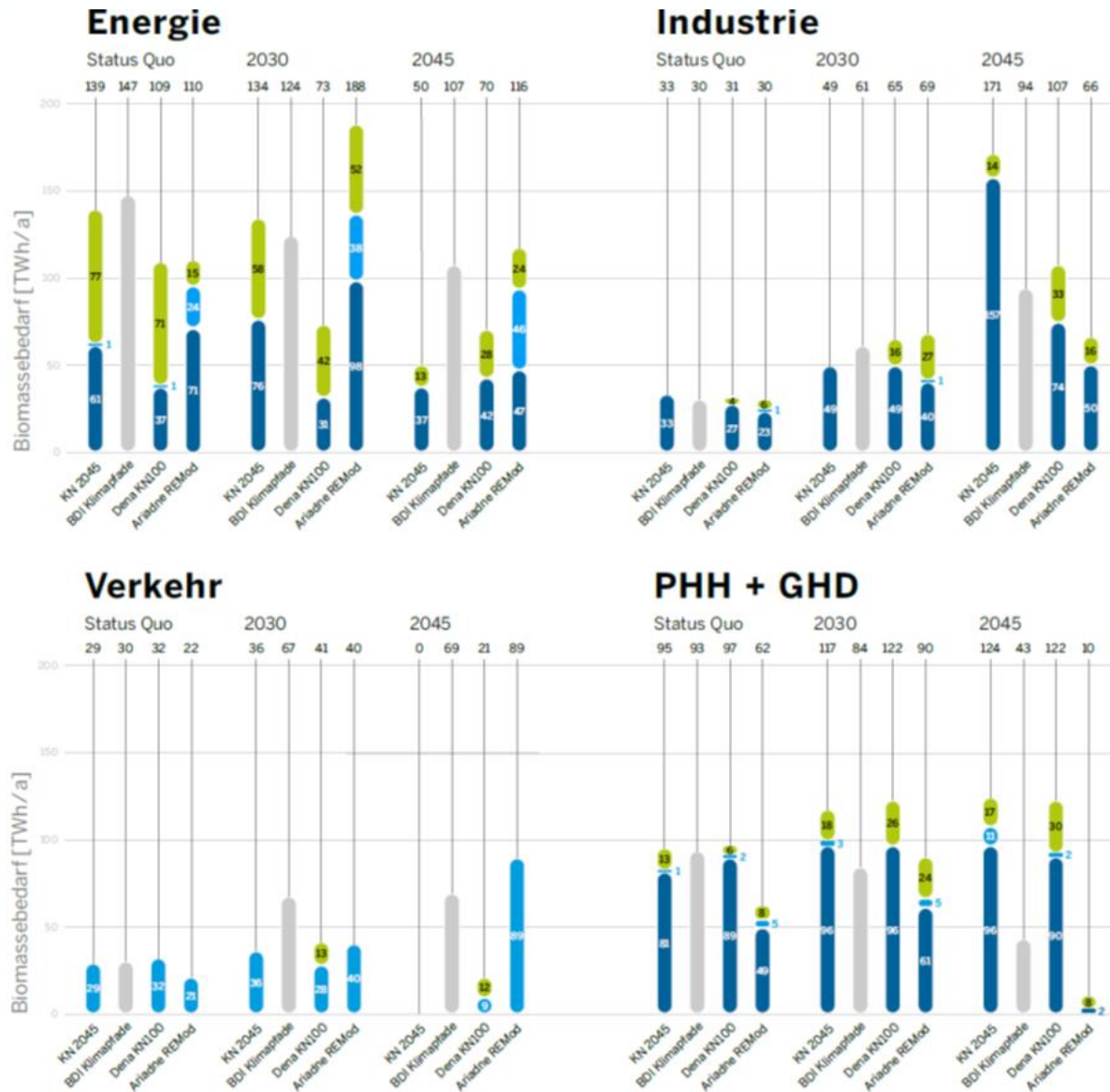
Fokus Prozesswärme

Fokus Strom

Fokus Bio-Kraftstoffe

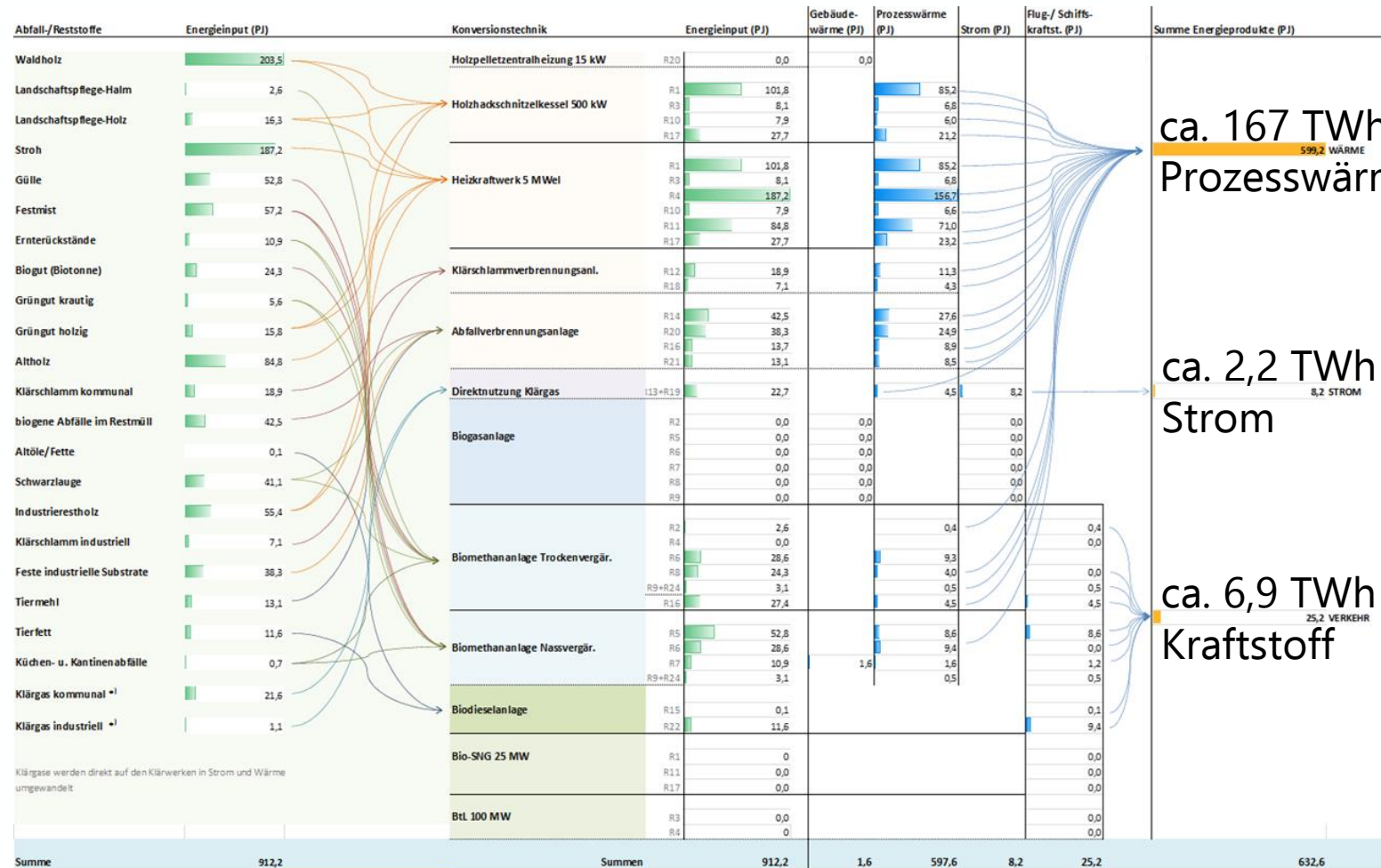
Nexus stoffl. Verwertung

Zukunft Biomasse: Meta-Analyse Modelle



- Meta-Studie „großer“ Szenario-Studien zu Biomasseverwendungen (Agora, BDI, dena, Ariadne, BMWi)
- Im Mittel: langfr. sektorale Umschichtung
 - Energie (Strom): sinkende Biomassebedarfe
 - Industrie (Prozesswärme): steigende Biomassebedarfe
 - Verkehr & PHH+GHD: gemischtes Bild

Zukunft Biomasse: Meta-Studie Reststoffpotentiale & Stoffstrom-Analyse



ca. 167 TWh
599,2 WÄRME
Prozesswärme

ca. 2,2 TWh
8,2 STROM
Strom

ca. 6,9 TWh
25,2 VERKEHR
Kraftstoff

- Meta-Studie Reststoffpotentiale nach Stoffstromoptimierung
- Wärme: „hochkalorische“ Anwendungen (Prozesswärme) aus Exergie-Gründen vorteilhaft
- Strom: nicht Menge, sondern strategische Aufgabe entscheidend
- Kraftstoff: dito
- PS: „niederkalorische“ Wärme in Wärmenetzen kann aus verschiedenen Gründen auch sinnvoll sein (hohe Wärmedichte, schlechte/teure Sanierbarkeit der Häuser, Spitzenlast Winter)

Agenda

Biomasse gesamt

Biomasse & Energie

Zukunft Biomasse

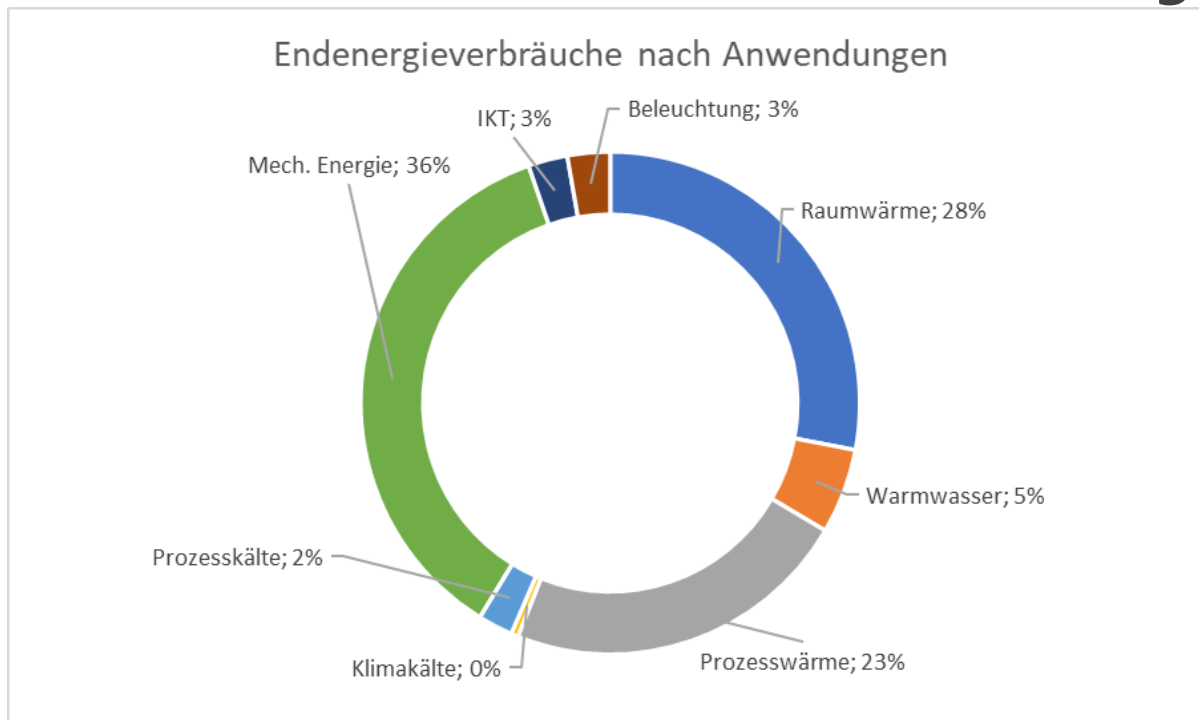
Fokus Prozesswärme

Fokus Strom

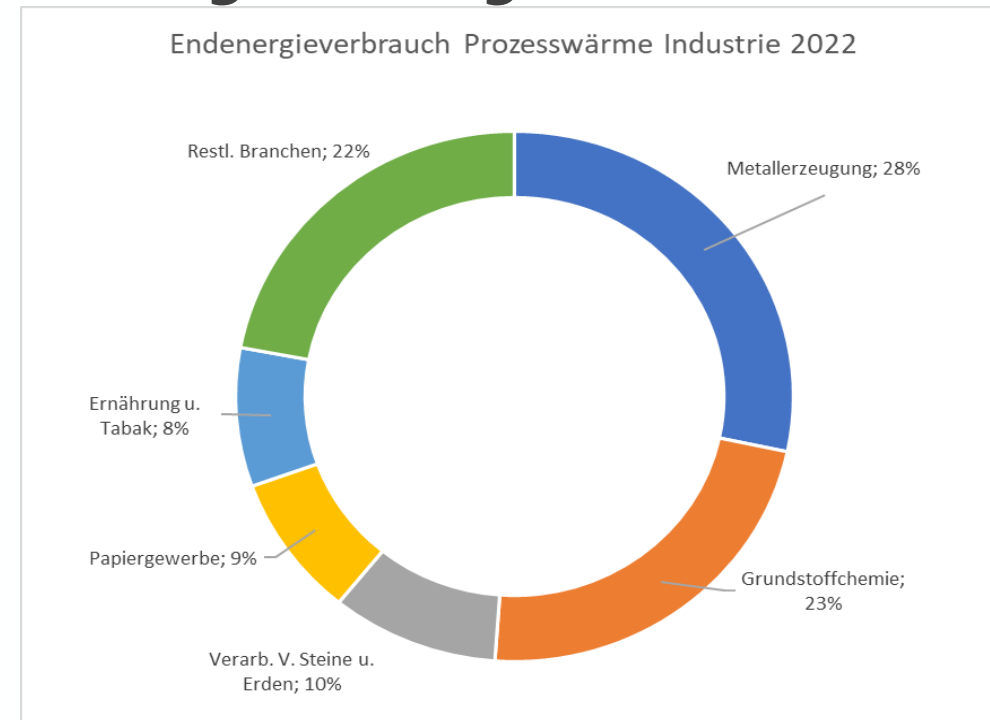
Fokus Bio-Kraftstoffe

Nexus stoffl. Verwertung

Fokus Prozesswärme: Industrielle Energienachfrage & -träger

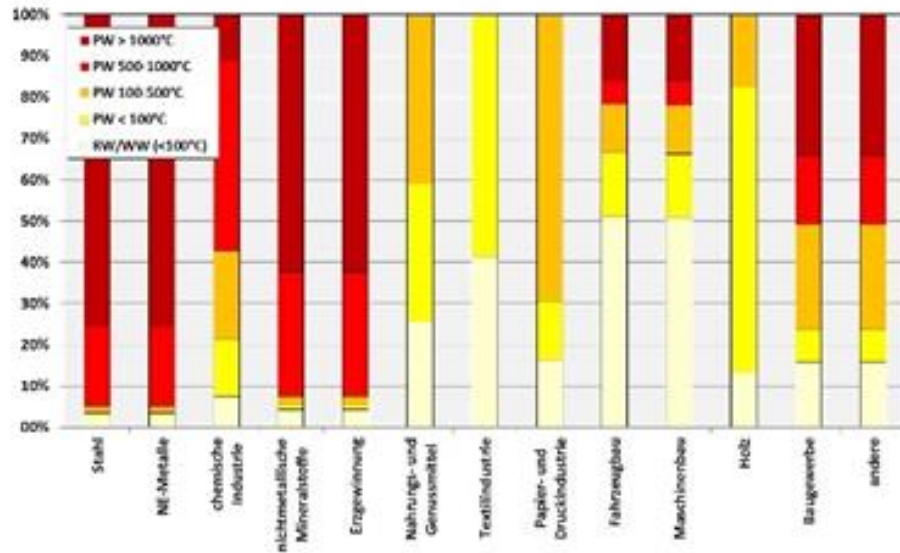


- Struktur Endenergie:
 - „Prozesswärme“ mit 23% des EEV drittgrößte Anwendung
 - größte Anwendungen „mech. Energie“, „Raumwärme“ & „Prozesswärme“ machen zusammen 87% des EEV aus

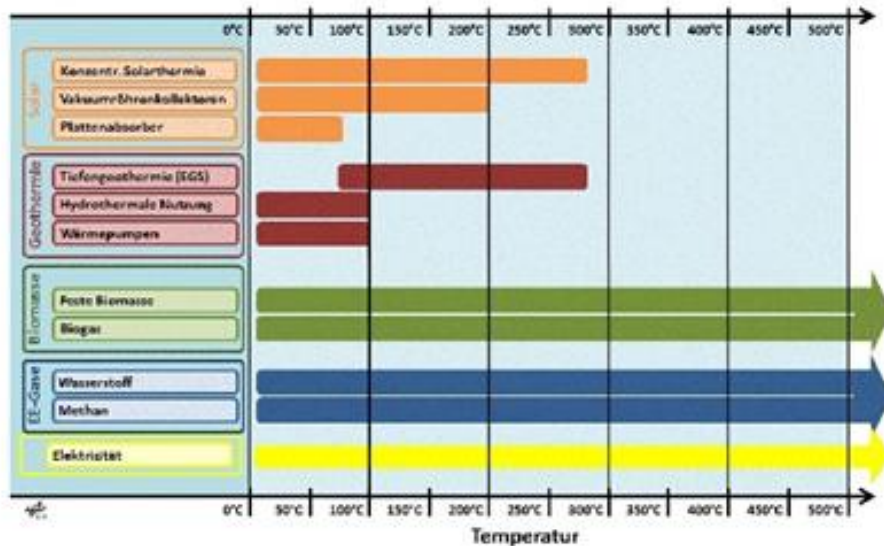


- Prozesswärme: Konzentration auf wenige Branchen
 - Die Hälfte (51%) für „Metallerzeugung“ und „Grundstoffchemie“
 - Gut 3/4 (78%) zusammen mit „Steinen & Erden“, „Papiergewerbe“ & „Ernährung“
- Energiemix für Prozesswärme in diesen Branchen
 - Erneuerbare Energien: 4%
 - Erdgas: 38%

Fokus Prozesswärme: Temperaturbedarfe & Erneuerbare Energien



- Die genannten Branchen mit den höchsten Energiebedarfen benötigen auch die höchsten Temperaturniveaus
- Anteile des Prozesswärmebedarfs mit Temperaturen ab 500°C und höher (hell- & dunkelrot)
 - Stahlerzeugung: rund 95%
 - Chemische Industrie: über 50 %
- Anteile des Prozesswärmebedarfs mit Temperaturen von 100-500°C (orange)
 - Papierindustrie: rund 40%
 - Nahrungsmittelindustrie bis 70%
- Nur wenige EE können diese Temperaturen erzeugen.
 - bis ca. 250-300°C: konzentrierende Solarthermie (je nach Standort) und Tiefengeothermie
 - Höher: biobasierte EE, grüner Wasserstoff, Biomethan, EE-Strom



Agenda

Biomasse gesamt

Biomasse & Energie

Zukunft Biomasse

Fokus Prozesswärme

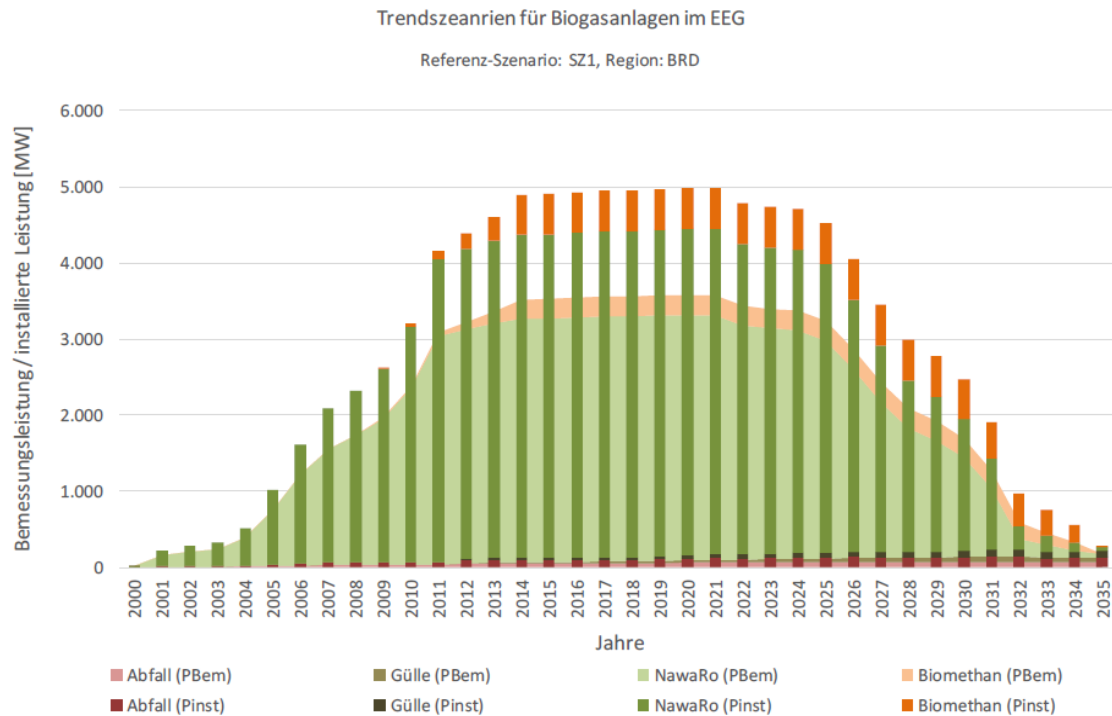
Fokus Strom

Fokus Bio-Kraftstoffe

Nexus stoffl. Verwertung

Fokus Strom: zwischen strategischer Anwendung & Mengenproduktion

- Zukünftige Rolle von Biogasanlagen (BGA):
 - Ausgleich der Residuallast von sehr kurzfristig (Intraday) bis sehr langfristig (saisonal)
 - Systemdienstleistungen (SDL): Regelleistung, zukünftig SDL im Verteilnetz
- Entscheidend: Erhalt (relevanter Teile) des Bestands; Regulierung bildet dies nur unzureichend ab



- Studien gehen – je nach EEG – von Rückgängen der BGA-Kapazitäten bis 2035 um über 2/3 aus
- Bei Auslaufen des BGA-Bestands bis 2035 Wegfall von 30 TWh Strom, 15 TWh Wärme (aus KWK) und 4,8 GW steuerbarer Leistung; notwendige Kompensation (Matschoss et al. 2019, S. 119)
 - 6,1 GW Wind (0,4 GW/a)
 - 19,7 GW PV (0,4 GW/a)
 - 4,8 GW Speicher (0,3 GW/a)
- Neueres, betont optimistisches, Szenario geht vom Wegfall von ca. 15 TWh aus (Dotzauer et al. 2022)
- Bioenergie: Substitut zu Erdgas (Dotzauer et al. 2021 S. 94-6)
 - Bei steigender Strommachfrage steigen BGA-VLH und/oder Zubau von Gas-KW
 - Mangel an anderen Kapazitäten hat gleichen Effekt
- BNetzA (2023, S. 102): Erdgas statt Biomasse bis 2031
 - Neubau Erdgas 16,9 GW
 - 7 GW Biomasse, 3,4 GW FlexOpt (NEA & DSM)

Agenda

Biomasse gesamt

Biomasse & Energie

Zukunft Biomasse

Fokus Prozesswärme

Fokus Strom

Fokus Bio-Kraftstoffe

Nexus stoffl. Verwertung

Fokus Bio-Kraftstoffe: zwischen Regulatorik & Marktverwerfung

- Auch hier gilt: aufgrund hoher Nutzungskonkurrenzen sollten Bio-Kraftstoffe in Bereiche mit „wertvollster“ Verwendung“ gehen
- Diese sind
 - nicht oder schwer elektrifizierbare Bereiche
 - D.h. Luftfahrt, Hochseeschifffahrt, Teile der Binnenschifffahrt
 - Am Boden: nur für Schwerlastverkehr, schwere Landmaschinen
- Später: Ergänzung durch / Konkurrenz zu eFuels & H2

Agenda

Biomasse gesamt

Biomasse & Energie

Zukunft Biomasse

Fokus Prozesswärme

Fokus Strom

Fokus Bio-Kraftstoffe

Nexus stoffl. Verwertung

Nexus stoffl. Verwertung: nat. Biomassestrategie

Ausgewählte Aspekte der nationalen Biomassestrategie (NABIS, Eckpunkte, Sept 2022)

- Priorität stoffliche Nutzung & langfristige CO₂-Bindung
 - Mehrfach- & Kaskadennutzung als Leitprinzip
 - Verzahnung mit Kreislaufwirtschaft
- Energetische Nutzung:
 - Am Ende der Kaskade in bestimmten „hochwertigen“ Verwendungen, d.h.
 - In schwer elektrifizierbaren / nicht anders dekarbonisierbaren Anwendungen (Teilbereiche Industrie, Wärme-Lastspitzen schwer sanierbarer Gebäude)
- Durchgängig gilt: Beachtung von Biodiversitäts- Klima- & weiteren Umweltziele

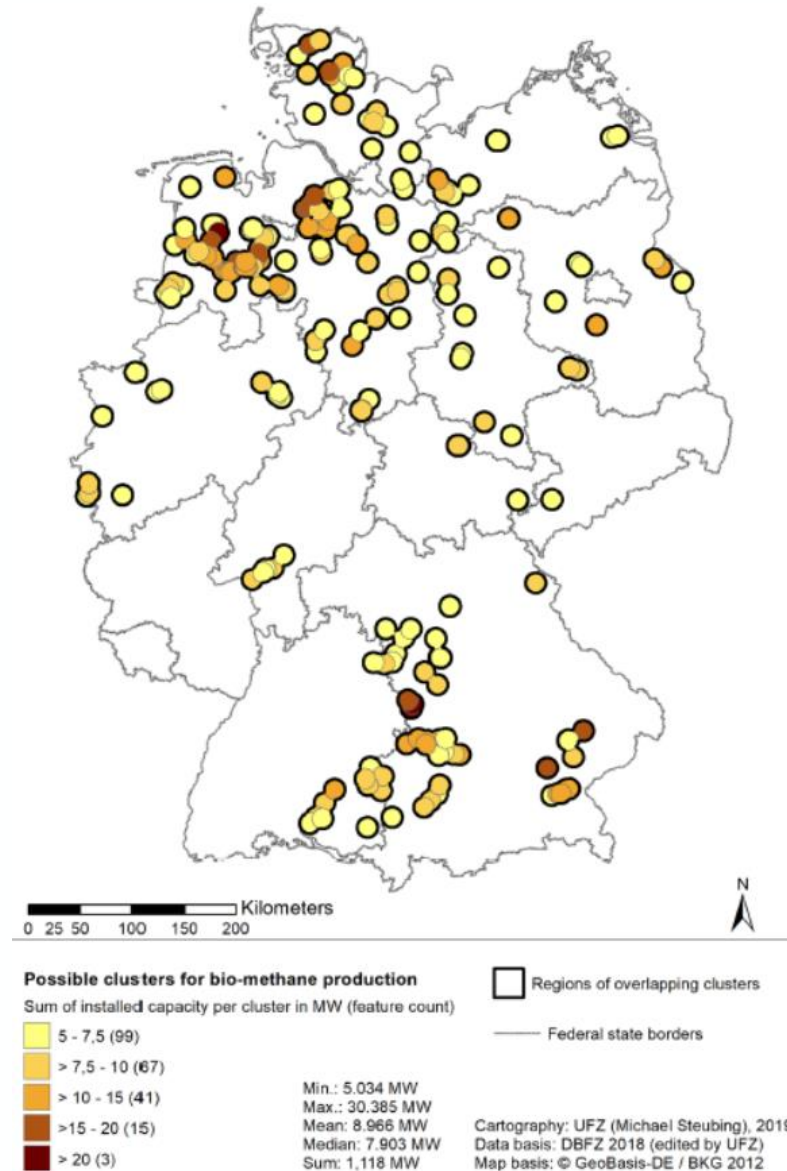
Fazit

- Letztlich herrscht Konkurrenz um knappe Biomasse-Ressourcen; Lösung liegt in
 - Unterschiedlichen Ausgangsstoffen & Anwendungen
 - Unterschiedlichen Bedingungen vor Ort
- Aber: NABIS erfordert langfristigen Transformationsplan; Beachtung von energiewirtschaftlichen Notwendigkeiten und Marktgegebenheiten notwendig

Nexus stoffl. Verwertung: beispielhafter Link Bio-Methan

Bio-Methan, Energie und stoffl. Nutzung

- Biogasaufbereitung (Methanisierung) & Einspeisung in Erdgasnetz
 - Energetische Verwendung: (Prozess- & Fern-) Wärme, Rückverstromung (Dunkelflaute), Verkehr / Kraftstoffe
 - Stoffliche Verwendung: chem. Grundstoffe etc.
- Möglicher Beitrag des BGA-Bestands für 2030
 - ca. 25-33 TWh (22-38% des BGA-Bestands, Matschoss et al. 2020)
 - Biomethan deutlich günstiger als z.B. grüner H₂: 75 vs. 112€/MWh in 2030 (Gatzen & Reger 2022)
- Offene Fragen
 - EEG 2023: Ausschreibungsmengen für Biomethan wurden erhöht, aber: nur in Bezug auf hochflexible Spitzenlastkraftwerke/Strom
 - THG-Quote: einziger Anreiz jenseits des EEG geht in Straßenverkehr
 - Möglicher Rückbau der Gasnetzinfrastruktur / Umbau zu H₂-Infrastrukturen ist zu berücksichtigen



Fazit

- Bio-Methan als erstes Bsp.
- NABIS sieht „neue Bioökonomie“ vor, welche Mengenströme?

Fazit

- *Mit zukünftig sinkendem Potential (Fokus Reststoffe) steigen die Nutzungskonkurrenzen*
- *Im Energiesystem erfordern die steigenden Nutzungskonkurrenzen den Shift hin zu neuen, strategischen Anwendungen (Prozesswärme, systemdienliche Stromerzeugung, ausgewählte Verkehrsanwendungen)*
- *Der Ersatz der bisherigen (mengenbasierten) Stromproduktion bleibt dennoch eine Herausforderung*
- *Gleichzeitig stellt Biomasse den Nexus zur stoffl. Verwertung und CO₂-Speicherung dar*
- *Zu „alten“ stofflichen Anwendungen (Holz, strukturell) kommen neue („neue Bioökonomie“) mit neuen Nutzungskonkurrenzen hinzu, wobei die Mengenströme der letzteren noch unbekannt sind*
- *Politisch die größten Kontroversen: Rolle von NawaRo's, Holz & Nachhaltigkeitsanforderungen*

Literatur

- BNetzA 2023: Bericht zu Stand und Entwicklung der Versorgungssicherheit im Bereich der Versorgung mit Elektrizität. Bundesnetzagentur. Stand: Jan. 2023
- Bringezu et al 2020: Pilotbericht zum Monitoring der deutschen Bioökonomie, Hrsg.: Center for Environmental Systems Research (CESR), Universität Kassel, Kassel, doi:10.17170/kobra-202005131255
- AGEB 2023: Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2022 (AGEB Jahresbericht, Stand 6.3.23), AG Energiebilanzen
- AGEB 2022: Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz in Deutschland. Endenergieverbrauch nach Energieverbrauch und Anwendungszwecken; Stand: Dez. 2022
- BMWK/AGEEStat 2023: Zeitreihen zur Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Deutschland, Stand: Februar 2023
- DLR 2016: Prozesswärme für die Industrie: Einsatz erneuerbarer Technologien abhängig von Temperaturanforderungen
- Dotzauer et al. 2021: BE20plus, Schlussbericht. DEBFZ, IER, IZES, Next Kraftwerke, Uni Hohenheim, UFZ
- Dotzauer et al. 2022: Kurzstudie zur Rolle von Biogas für ein klimaneutrales, 100% erneuerbares Stromsystem 2035. DBFZ, Wuppertal Institut. 7.7.22

Literatur (Forts.)

- Fraunhofer ISI/AGEB 2022: Erstellung von Anwendungsbilanzen für die Jahre 2021 bis 2023 für die Sektoren Industrie und GHD. Studie für die AG Energiebilanzen, Fraunhofer ISI, Karlsruhe, 22.12.22
- Gatzen, C. & Reger, M. 2022: Verfügbarkeit und Kostenvergleich von Wasserstoff – Merit Order für klimafreundliche Gase in 2030 und 2045
- Matschoss et al. 2019: MakroBiogas, Endbericht, DEBFZ, IZES, UFZ
- Matschoss, P. et al 2020: Biomethan A consolidated potential analysis of bio-methane and e-methane using two different methods for a medium-term renewable gas supply in Germany, doi.org/10.1186/s13705-020-00276-z
- NRW.Energy4Climate (Hrsg.) 2023: Nachhaltiger Einsatz von Biomasse – Die Rolle von Biomasse in der Energiewende und in einer klimaneutralen Industrie. Düsseldorf
- UBA 2018: BioRest: Verfügbarkeit und Nutzungsoptionen biogener Abfall- und Reststoffe im Energiesystem (Strom-, Wärme- und Verkehrssektor). IFEU, IZES, Öko-Institut. Uba-Texte 115/2019

Vielen Dank!

Dr. Patrick Matschoss

Telefon +49 30 568 372 94 | matschoss[a]izes.de

IZES gGmbH | Altenkesseler Straße 17, Geb. A1 | 66115 Saarbrücken

Büro Berlin | Albrechtstraße 22 | 10117 Berlin

Telefon: +49 681 844 972 0 | Fax: +49 681 761 799 9