

Die Rolle der Biomasse in der Energiewende

>> *Energiepolitisches online-Frühstück*

Online, 20.04.2023

***Bernhard Wern & Dr. Patrick Matschoss
für das TRANSBIO-Team***

- Verbundprojekt, finanziert durch BMEL/FNR
- Laufzeit: 01.05.2021 – 30.04.2024
- 1 Projekt, 4 Partner
- Ziel: Stärkung des Praxistransfers der Post-EEG-Projekte



➤ Anlagenspezifische Post-EEG Fragen

- Wie weiter nach 20 Jahren EEG-Förderung (Verlängerung, neues Geschäftsfeld, Stilllegung)?
- steigende Anforderungen bei Laufzeitverlängerung ...
- Welches Geschäftsfeld passt zu „meiner“ Anlage?

➤ Systemische Post-EEG Fragen

- Welche Kompetenzen zeichnen Bioenergieanlagen aus und machen sie systemrelevant?
- Wo soll die Bioenergie als Ganzes zukünftig 2030 / 2050 stehen? Welche Rolle(n) soll sie im Energiesystem und in der Landwirtschaft übernehmen?



© DBFZ 2021 M. Dotzauer



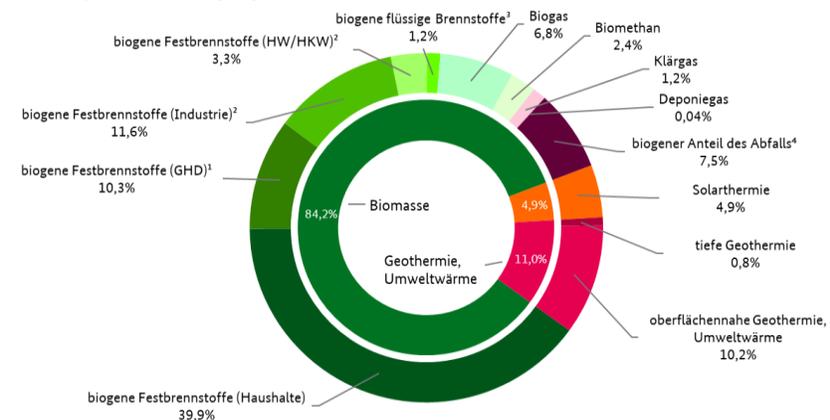
- ❖ *Aktuell ist Bioenergie klimaneutral kaum zu ersetzen*
- ❖ *Zukünftig sollte Bioenergie v. a. in strategischen Anwendungen eingesetzt werden*
- ❖ *Gleichzeitig stellt Biomasse den Nexus zur stoffl. Verwertung und CO₂-Speicherung dar*
- ❖ *Nachhaltige Biomassepotentiale schließen auch NawaRo's und Holz mit ein*

- ❖ **AKTUELLE ANWENDUNGEN BIOENERGIE**
- ❖ ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGEN BIOENERGIE
- ❖ NEXUS STOFFL. VERWERTUNG BIOMASSE
- ❖ NACHHALTIGE BIOMASSEPOTENTIALE
- ❖ AUSGEWÄHLTE REGULIERUNGSASPEKTE BIOMASSE

Status Bioenergie: aktuelle Anwendungen

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien für Wärme und Kälte in Deutschland im Jahr 2022

Gesamt: 200,5 Terawattstunden (TWh)

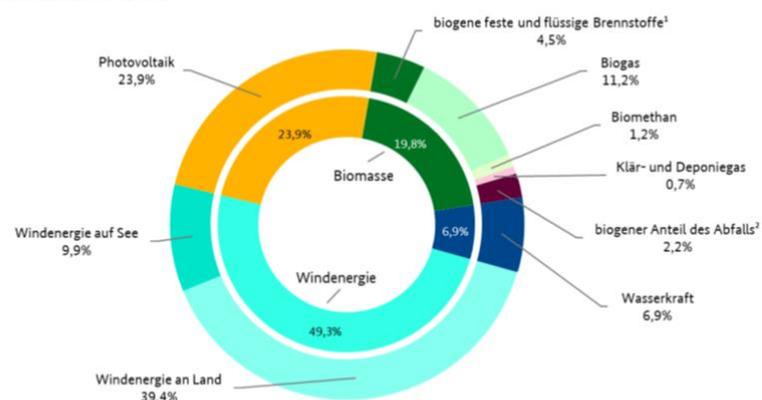


¹ GHD = Gewerbe, Handel, Dienstleistungen; ² inkl. Klärschlamm und Holzkohle; ³ inkl. Biokraftstoffverbrauch für Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Luftverkehr; ⁴ biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2022

Gesamt: 254 Terawattstunden (TWh)

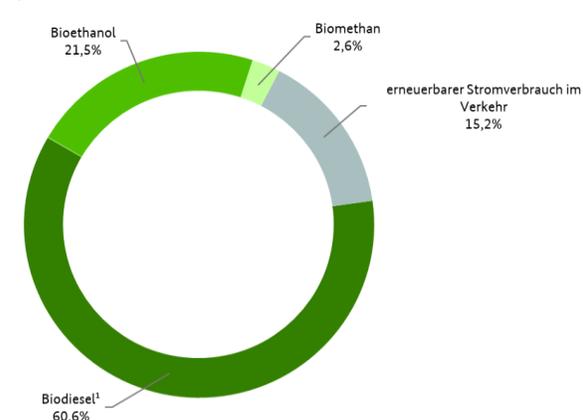


¹ inkl. Klärschlamm; ² biogener Anteil des Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 % angesetzt
Hinweis: Stromerzeugung aus Geothermie aufgrund sehr geringer Mengen (0,1%) nicht dargestellt

Quelle: Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien-Statistik (AGEE-Stat); Stand: Februar 2023

Endenergieverbrauch erneuerbarer Energien 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 an Wärme-/Kältebereitstellung
gesamt: 17%

Anteil Biomasse:
84% (169 TWh)

EE-Anteil am
Bruttostromverbrauch
gesamt: 46%

Anteil Biomasse
Bruttostromerzeugung:
20% (50 TWh)

EE-Anteil am
Verkehrssektor
gesamt: 6,8%

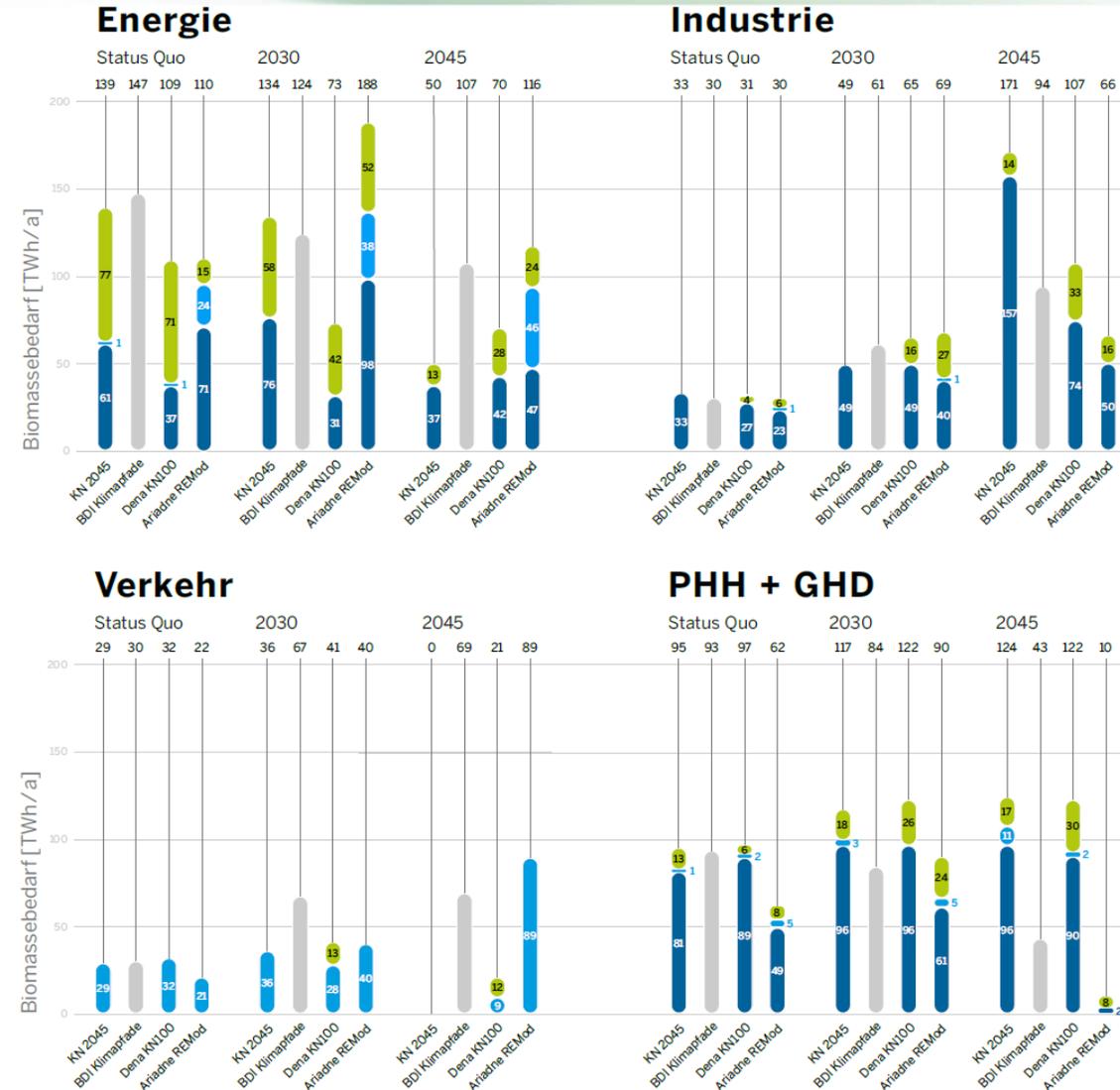
Anteil Biomasse:
85% (34 TWh)

- ❖ AKTUELLE ANWENDUNGEN BIOENERGIE
- ❖ ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGEN BIOENERGIE
- ❖ NEXUS STOFFL. VERWERTUNG BIOMASSE
- ❖ NACHHALTIGE BIOMASSEPOTENTIALE
- ❖ AUSGEWÄHLTE REGULIERUNGSASPEKTE BIOMASSE

Zukunft Bioenergie: strategische Anwendungen

- ❖ Meta-Studie „großer“ Szenario-Studien (Agora, BDI, dena, Ariadne, BMWi) zu Biomasseverwendungen

- ❖ Im Mittel: langfr. sektorale Umschichtung
 - ❖ Sinkende Biomassebedarfe in Energie (Strom)
 - ❖ Steigende Biomassebedarfe in Industrie
 - ❖ Gemischtes Bild in Verkehr & PHH+GHD



Zukunft Bioenergie: strategische Anwendungen

Meta-Studie zu Reststoffpotentialen nach Stoffstromoptimierung

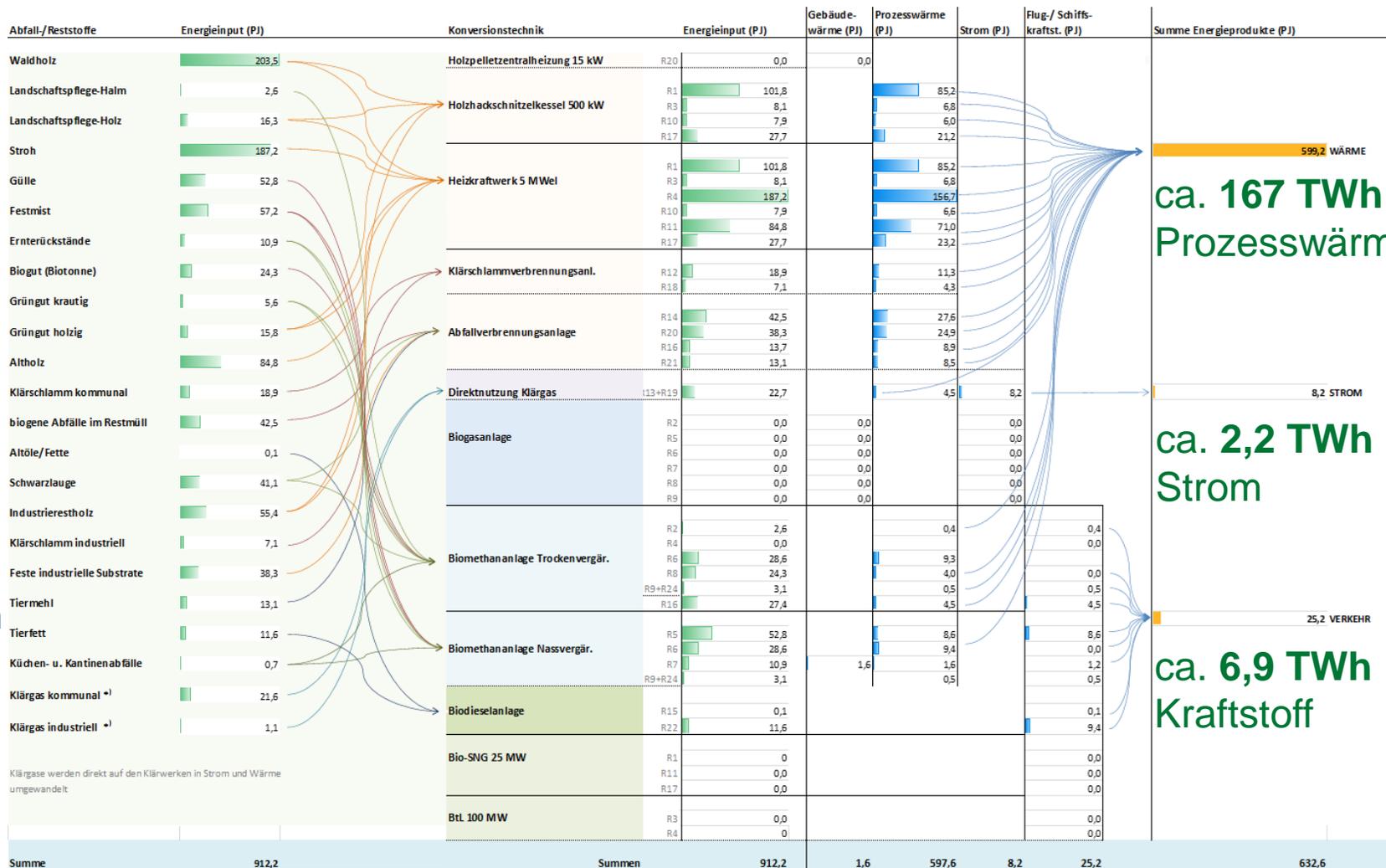
Wärme:

„hochkalorische“ Anwendungen (Prozesswärme) aus Exergie-Gründen vorteilhaft

Aber: „niederkalorische“ Anwendungen in Wärmenetzen aus unterschiedlichen Gründen auch sinnvoll

Strom: nicht Menge, sondern strategische Aufgabe entscheidend

Kraftstoff: dito



Zukunft Bioenergie: strategische Anwendung Prozesswärme

- „hochkalorischen“ Anwendungen: neben hohen Wärmebedarfen, v.a. auch hohe Temperaturen
- Durch andere EE kaum möglich, reine industrielle Effizienzstrategie nicht ausreichend
- Aufgrund punktueller Quellen gute Möglichkeit zur Einbindung von CCS/CCU (Ziel: negative THG-Emissionen)
- Biomasse als C-Träger: Bedarf nicht-fossiler C-Quellen bei Prozessen mit Kohlenstoffbedarf (z.B. Stahl)
- Konzentriert in wenigen Branchen / Bereichen: Lösungen übertragbar

Zukunft Bioenergie: strategische Anwendung Wärmenetze (Nah- & Fernwärme)

- ❖ Gemeinsame Strom- und Wärmeerzeugung sinnvoll (KWK), bisher nur 20% in KWK und davon nur 28% mit Biomasse
- ❖ Reine Sanierungs- & Wärmepumpenstrategie: i) hohe Sanierungskosten & ii) hoher Stromverbrauch;
- ❖ Wärmenetze v.a. bei hohen Wärmedichten und/oder geringem Mietzins (Sanierungskosten!) vorteilhaft
- ❖ Biomasse für Spitzenlast (Wärme, saisonale Fahrweise) & Reduktion des Stromverbrauchs (Wärmepumpe) → Vom Bioenergiedorf zum hybriden System
- ❖ Städtisch: eher Groß-KWK, Biomethan oder feste Biomasse v.a. Altholz
- ❖ Ländlich:
 - ❖ häufig noch hoher Bestand an Öl-Einzelheizungen
 - ❖ Jenseits des Energiesystems: Zusammenhang zwischen Biogasanlage und sonstigen Systemleistungen in Landwirtschaft, Landschaftspflege und nicht-energetischer THG-Reduktion (s. Abb.)

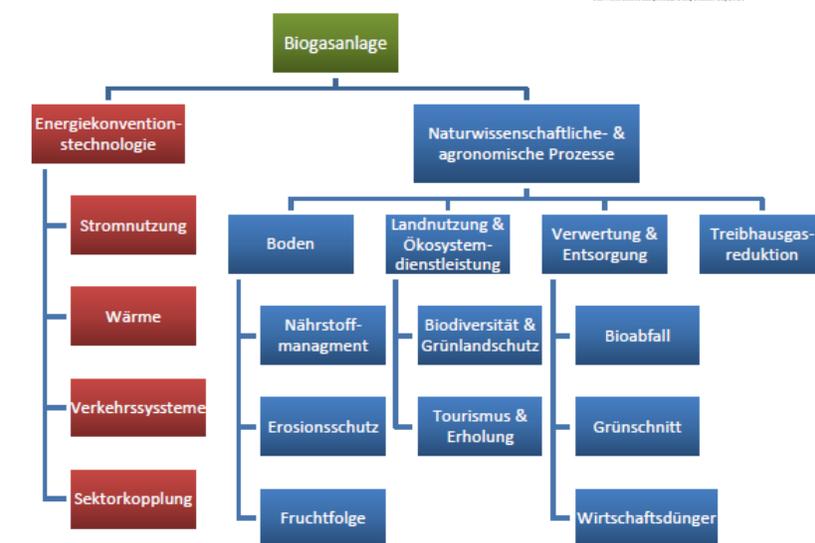
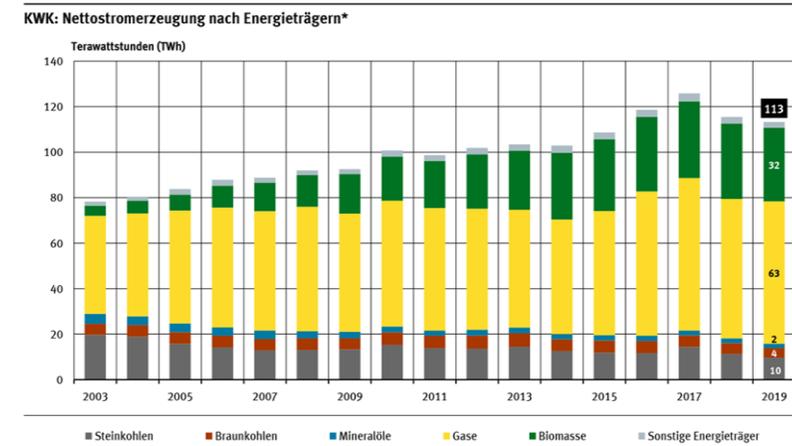


Abbildung 1: Verschiedene Funktionen von Biogasanlagen (eigene Darstellung)

- ❖ Zukünftige Rolle von Biogasanlagen (BGA): Absicherung des Wind- & PV-dominierten Systems
 - ❖ Ausgleich der Residuallast von sehr kurzfristig (Intraday: Stabilisierung von fEE-Marktwerten) bis sehr langfristig (saisonal: kalte Dunkelflaute)
 - ❖ Zusätzlich Systemdienstleistungen (SDL): Regelleistung, zukünftig SDL im Verteilnetz
 - ❖ Dezentrale, skalierbare Technologie
 - ❖ Dezentraler Netzausgleich, idealer Netzpartner zu PV (Tagesverlauf + Saisonal)
 - ❖ Synergiepotentiale mit Agri-PV auf Grünland: Grassilage als saisonaler Speicher auf gleicher Fläche

- ❖ Bedeutung / Beitrag des BGA-Bestands
 - ❖ Flexibilitäts- und Kapazitätsbedarf: höhere Ausschreibungsmengen sichern höhere Anteile am Bestand
 - ❖ THG-Reduktion: Biomasseverstromung die einzige EE-Alternative angesichts von Atom- & Kohleausstieg sowie schleppendem EE-Ausbau; das direkte Substitut wäre Erdgas
 - ❖ Bei hohen fEE-Anteilen sinken durch Bestandserhalt die Gesamtsystemkosten

Zukunft Bioenergie: strategische Anwendung flexible Stromproduktion

Regulierung & Szenarien

- Studien gehen – je nach EEG – von Rückgängen der Biomassekapazitäten bis 2035 um über 2/3 aus (MakroBiogas, BE20plus)
- Ein neueres – betont optimistisches – Szenario geht mit Blick auf die Stromproduktion aus Biogas vom Wegfall von ca. 15 TWh/a aus (Dotzauer et al. 2022)

Fazit

- Biogas sichert Wind- & PV-System ab, kann Strom produzieren, wann & wo er gebraucht wird
- THG-neutrales „Einspringen“ in Mengenproduktion, bei hohen fEE-Anteilen Senkung der Systemkosten
- Entscheidend ist Erhalt (relevanter Teile) des Bestands; Regulierung bildet dies nur unzureichend ab
- Durch KWK gleichzeitig link zur Wärme

Kein Schwerpunkt von TRANSBIO, aber

- Nur für nicht oder schwer elektrifizierbare Bereiche
- Luftfahrt
- Hochseeschifffahrt, Teile der Binnenschifffahrt
- Am Boden: nur für Schwerlastverkehr, schwere Landmaschinen, Konkurrenz zu eFuels & H2 (später ...)

- ❖ AKTUELLE ANWENDUNGEN BIOENERGIE
- ❖ ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGEN BIOENERGIE
- ❖ **NEXUS STOFFL. VERWERTUNG BIOMASSE**
- ❖ NACHHALTIGE BIOMASSEPOTENTIALE
- ❖ AUSGEWÄHLTE REGULIERUNGSASPEKTE BIOMASSE

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

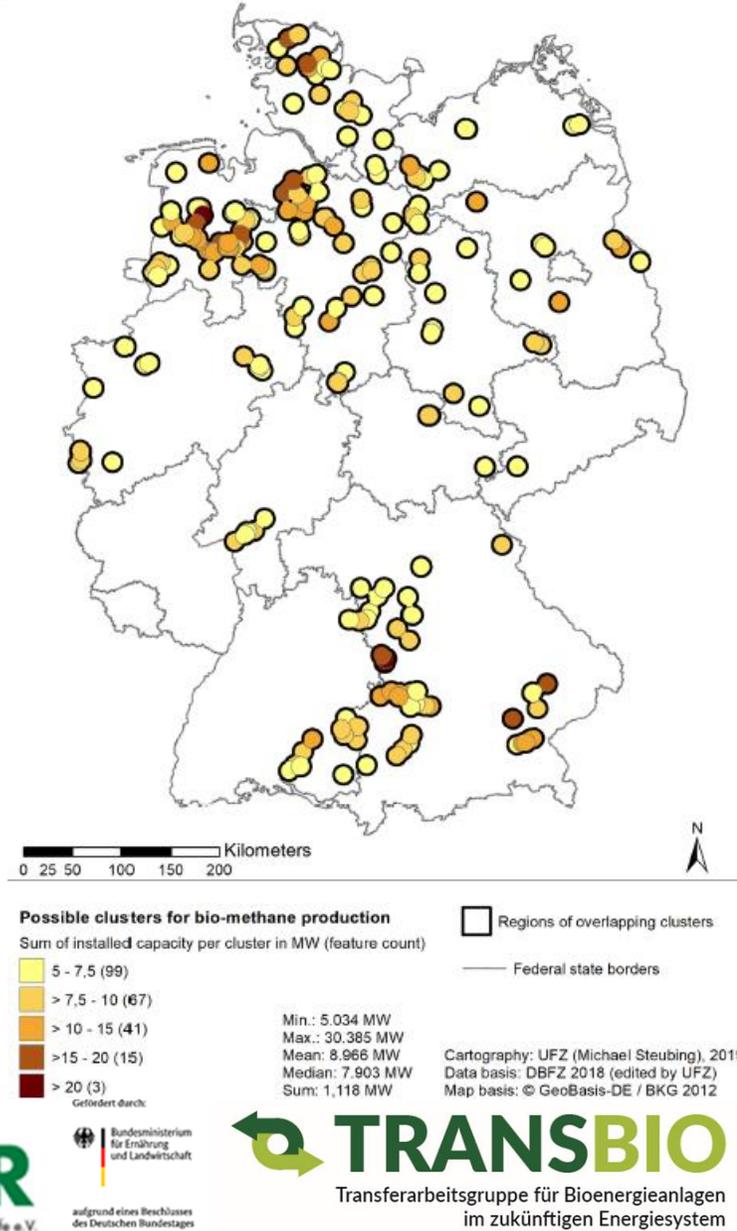
- ❖ **Letztlich herrscht Konkurrenz um knappe Biomasse-Ressourcen; Lösung liegt in**
 - ❖ Unterschiedlichen Ausgangsstoffen & Anwendungen
 - ❖ Unterschiedlichen Bedingungen vor Ort
- ❖ **Aber: NABIS erfordert langfristigen Transformationsplan; Beachtung von energiewirtschaftlichen Notwendigkeiten und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

Nexus stoffl. Verwertung Biomasse: Bio-Methan als beispielhafter Link

- 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



Es gibt viele Möglichkeiten der bioökonomischen Nutzungen

➤ „Herkömmliche Bioökonomie“ z.B. Dachstühle durch Holz, Lebensmittel...

→ Auswirkungen auf Potenziale

➤ Herstellung von bisher „fossilen Produkten“, z.B. Gewinnung mittelkettiger Carbonsäuren (Capron- & Capryl-Säuren) für chemische Industrie (Schmiermittel, Pharmaka, Kosmetika, Futter- & Lebensmittel)

→ Auswirkungen auf Potenziale

➤ Innovative Produkte

→ derzeit noch keine Potenzialnachfragen

➤ Kombination Energie und stoffliche Nutzung bei organischen Düngern durch Biogas / Bioabfallvergärungsanlagen / Pyrolyseanlagen

→ keine Auswirkungen auf Potenziale

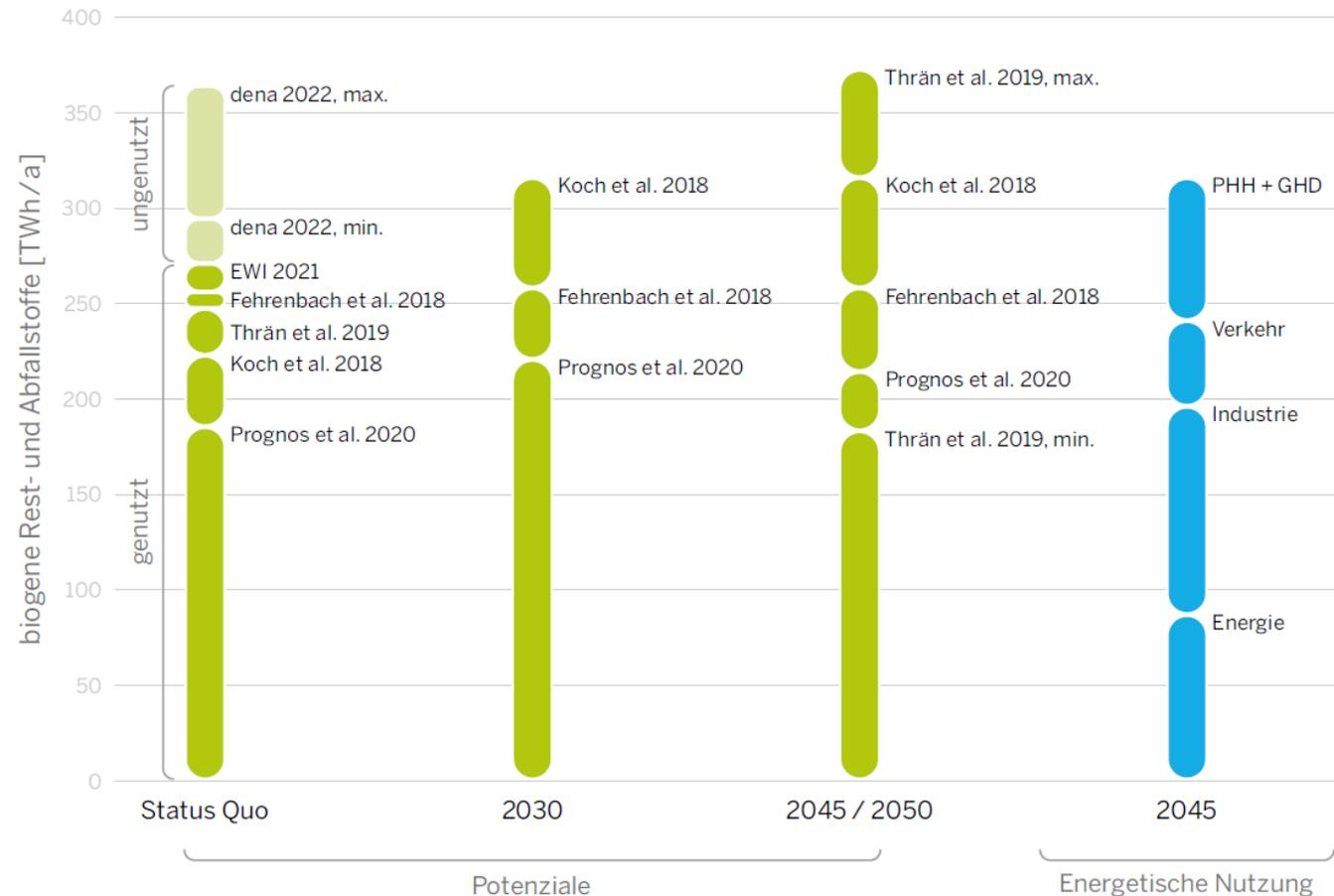
- ❖ AKTUELLE ANWENDUNGEN BIOENERGIE
- ❖ ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGEN BIOENERGIE
- ❖ NEXUS STOFFL. VERWERTUNG BIOMASSE
- ❖ **NACHHALTIGE BIOMASSEPOTENTIALE**
- ❖ AUSGEWÄHLTE REGULIERUNGSASPEKTE BIOMASSE

Potenziale

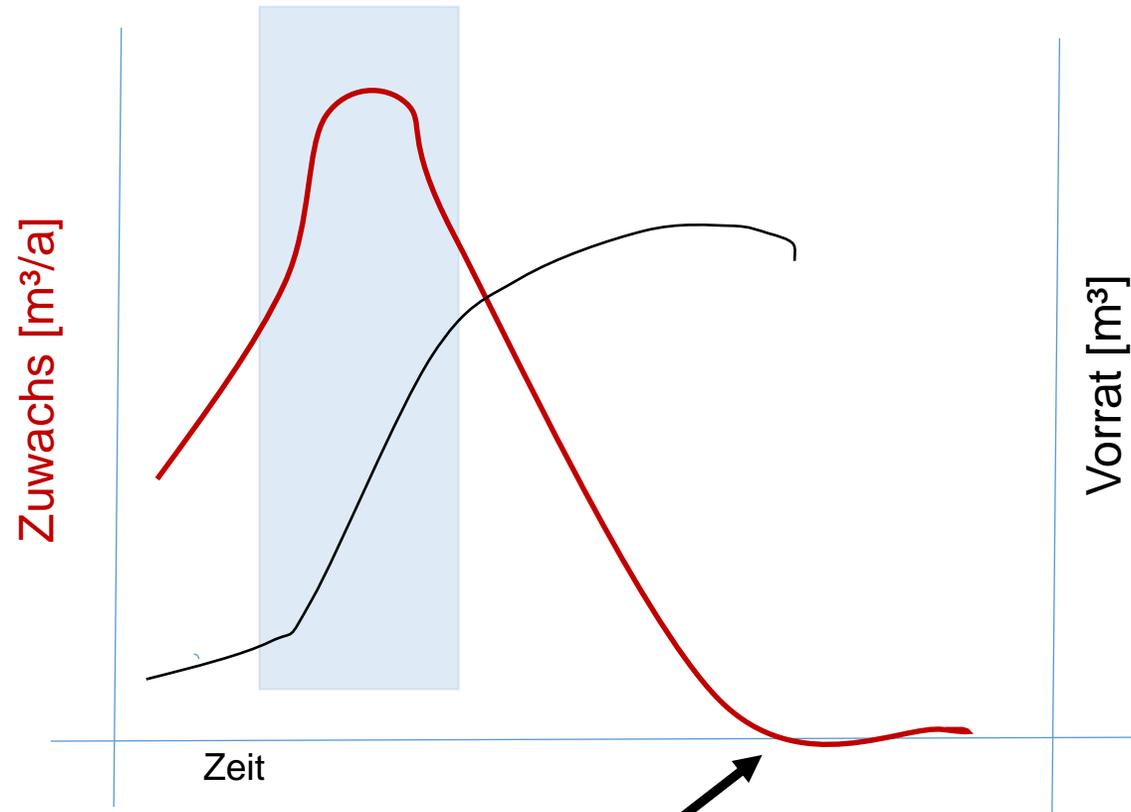
- ❖ Potentiale reichen (bei vollst. Erschließung) zur Deckung energetischer Bedarfe aus, wenn
 - ❖ derzeitige Anbaubiomasse weiterhin verwendet werden kann
 - ❖ durch Kaskadenprozesse und Rückgang des Futterbedarfs zusätzlich Potentiale freigesetzt werden
 - ❖ der Wald eine aktive CO₂-Senke (der Zuwachs möglichst hoch) bleibt

- ❖ Aber: Aktuell nimmt dt. Versorgung mit biologischen Rohstoffen weltweit ca. 50 mio. ha in Anspruch (eigene Ackerfläche 17 mio. ha) (Bioökonomierat 2022, S. 46)

Potenzial biogener Rest- und Abfallstoffe



Stark vereinfacht nach Kramer et al. (1988): Waldwachstumslehre. Paul Parey Verlag

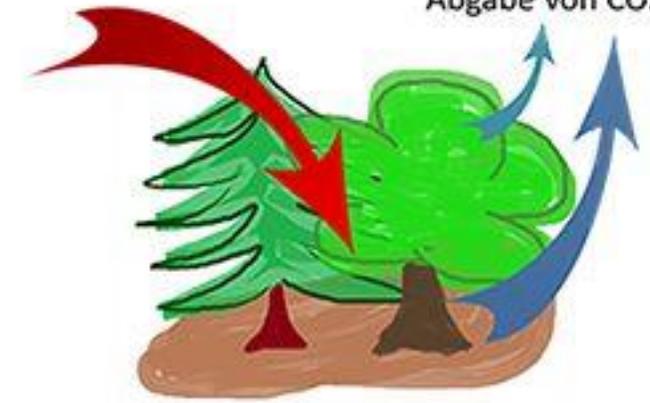


Steady state des großen C-Kreislaufes, gut erklärt in Otto, H.-J. (1994): Waldökologie, Ulmer Verlag

Bestandeszuwachs und Vorrat eines Waldes – sehr vereinfachte Darstellung, frei Hand gezeichnet

Photosynthese
Aufnahme von CO₂

Zellatmung und
Zersetzung von Totholz
Abgabe von CO₂



Grafik aus www.wsl-junior.de (Zugriff am 23.06.2021),
Steady state des C Kreislaufes, gut erklärt für Schüler
<https://www.wsl-junior.ch/de/wald/so-funktionieren-baeume/nehmen-baeume-staendig-mehr-co2-aus-der-luft-auf-als-sie-co2-abgeben.html>

NawaRo's und Holz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern Mitteleuropas

Waldspeicher heute mit C zu füllen bedeutet

- Verlust der künftigen CO₂ Bindung des Waldes
- Erhöhtes Risikos des Verlusts älterer Wälder in Zukunft (Schadereignisse)
- Erschwerung des Umbaus in klimaresiliente Wälder
- Künftige Generationen müssen mit einer geringeren CO₂ Speicherfähigkeit der Wälder auskommen
- Sektor LULUCF wird in den nächsten Jahren als Senke funktionieren aber in Zukunft evtl. zur Quelle werden
- Bruch der forstlichen Nachhaltigkeit

Energetische Nutzung von Holz aus dem Wald ist besser als Nutzung fossiler Energien, da der Speicher Wald nicht stabil „füllbar“ ist.

Stoffliche Nutzung von Holz aus dem Wald erhöht den Produktspeicher zusätzlich.

- ❖ AKTUELLE ANWENDUNGEN BIOENERGIE
- ❖ ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGEN BIOENERGIE
- ❖ NEXUS STOFFL. VERWERTUNG BIOMASSE
- ❖ NACHHALTIGE BIOMASSEPOTENTIALE
- ❖ AUSGEWÄHLTE REGULIERUNGSASPEKTE BIOMASSE

Regulierung national: EEG

- ❖ Zielwerte / Mengengerüste Biomasse für 2030
 - ❖ Osterpaket 2022 / EEG 2023: 8,4 GW
 - ❖ BMWK (2023) & BNetzA (2023): 7 GW
- ❖ Weitere stufenweise Absenkung des Maisdeckels
 - ❖ 2023: 40%
 - ❖ 2024-2025: 35%
 - ❖ 2026-2028: 30%
- ❖ Ausschreibungspflicht (151 kW - 20 MW, Festlegung BNetzA in 02/2023 für 12 Monate):
 - ❖ Höchstwert Neu in Betrieb genommene: 17,67 ct/kWh
 - ❖ Höchstwert Bestehende 19,83 ct/kWh
 - ❖ Degressionssenkung auf 0,5%/Jahr anstelle 1%
 - ❖ Anschlussförderung nach erfolgreicher Teilnahme von drei auf fünf Jahre
 - ❖ Vergütung für hochflexible Biomethananlagen verbessert: Höchstwert um 0,5 ct/kWh angehoben

Ausschreibungsmengen		
Jahr	Biogas	Biomethan
2023	600 MW	600 MW
2024	500 MW	600 MW
2025	400 MW	600 MW
2026	300 MW	600 MW
2027	300 MW	600 MW
2028	300 MW	600 MW

- ❖ **Neuverhandlung Erneuerbare Energien Richtlinie (RED III)**
 - ❖ Ab 2026 sollen für Bestandsanlagen analoge Regelung zu Neuanlagen gelten: 80% THG-Reduktion
 - ❖ Konsequenzen für BGA-Bestand (erste, vorläufige Rechnungen des IER)
 - ❖ weitere Absenkung des Maisanteils (im Anlagenmittel) auf rund 20%
 - ❖ Absenkung der Gasproduktion (im Anlagenmittel) um 20%
 - ❖ Notwendigkeit neuer Anlagenteile / Fermenter etc. -> höhere Kosten, die entsprechend höhere Preise erfordern
- ❖ **REPowerEU**
 - ❖ Aktionsprogramm für bezahlbare Energie & zur Verringerung der Abhängigkeit von russischem Gas
 - ❖ Verdoppelung des EU-weiten Biomethan-Ziels für 2030 auf 35 Mrd. Kubikmeter
 - ❖ Fast 12fachen Menge (EBA 2022) in 7 Jahren
 - ❖ It. einer Studie sind EU-weit ausreichend Potentiale vorhanden (Guidehouse 2022)
- ❖ **Fazit Regulierung: Widerspruch zwischen Ansprüchen und rechtlichen Vorgaben / ökon. Anreizen**

Take Aways / Key messages

- ❖ *Aktuell ist Bioenergie* (Biogas und feste Biomasse) der dominante erneuerbare Energieträger in Wärme und Verkehr und die drittgrößte Kraft im Stromsektor und daher *kaum klimaneutral zu ersetzen*
- ❖ *Zukünftig sollte Bioenergie* als speicher- und steuerbare Energie mit hoher Energiedichte v. a. *in strategischen Anwendungen* (flexible Stromproduktion, Prozess- & Fernwärme, ausgewählte Bio-Kraftstoffe) des auf Wind & PV basierenden Energiesystems *eingesetzt werden*
- ❖ *Gleichzeitig stellt Biomasse* als CO₂-Träger *den Nexus zur stoffl. Verwertung* (chem. Grundstoffe, Baustoffe, Bioökonomie-Konzepte) *und CO₂-Speicherung dar*
- ❖ *Nachhaltige Biomassepotentiale schließen* – neben Reststoffen – *auch* (in begrenzten Umfang) *NawaRo's und Holz* aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern Mitteleuropas *mit ein*

- ❖ Bioökonomierat 2022: Bioökonomie: gemeinsam eine nachhaltige Zukunft gestalten. 1. Arbeitspapier des III. Bioökonomierates
- ❖ BE20 plus 2021: Bioenergie – Potentiale, Langfrist-perspektiven und Strategien für Anlagen zur Stromerzeugung nach 2020 (BE20plus) – Schlussbericht. DBFZ, IZES, IER, UFZ, Uni Hohenheim, Next Kraftwerke. 4.2.21
- ❖ BMWK 2023: Handlungsempfehlungen zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit mit Elektrizität, Januar 2023
- ❖ BNetzA 2023: Bericht zu Stand und Entwicklung der Versorgungssicherheit im Bereich der Versorgung mit Elektrizität, Januar 2023
- ❖ Dotzauer et al. 2022: Kurzstudie zur Rolle von Biogas für ein klimaneutrales, 100% erneuerbares Stromsystem 2035. DBFZ, Wuppertal Institut. 7.7.22
- ❖ EBA 2022: Delivering 35bcm of biomethane by 2030. European Biogas Association. 25.04.2022
- ❖ Gatzen, C. & Reger, M. 2022: Verfügbarkeit und Kostenvergleich von Wasserstoff – Merit Order für klimafreundliche Gase in 2030 und 2045
- ❖ Guidehouse 2022: Biomethane production potentials in the EU. Feasibility of REPowerEU 2030 targets, production potentials in the member states and outlook to 2050. A gas for climate report. July 2022
- ❖ Makrobiogas 2019: Analyse gesamtökonomischer Effekte von Biogasanlagen. Schlussbericht. IZES, DBFZ, UFZ. 12.11.19
- ❖ 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 für Ihre Aufmerksamkeit!

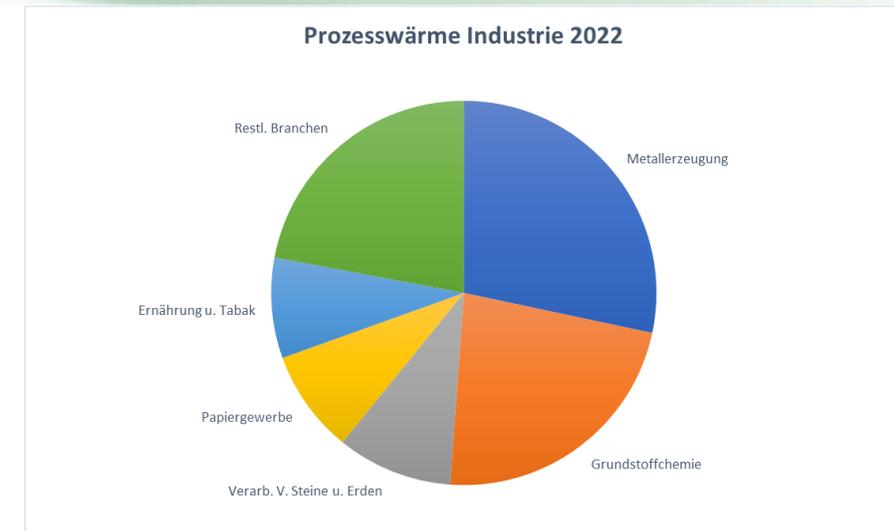
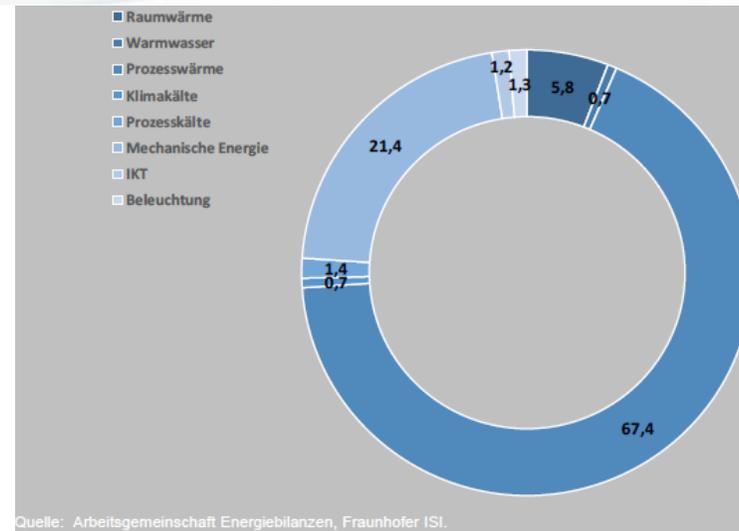
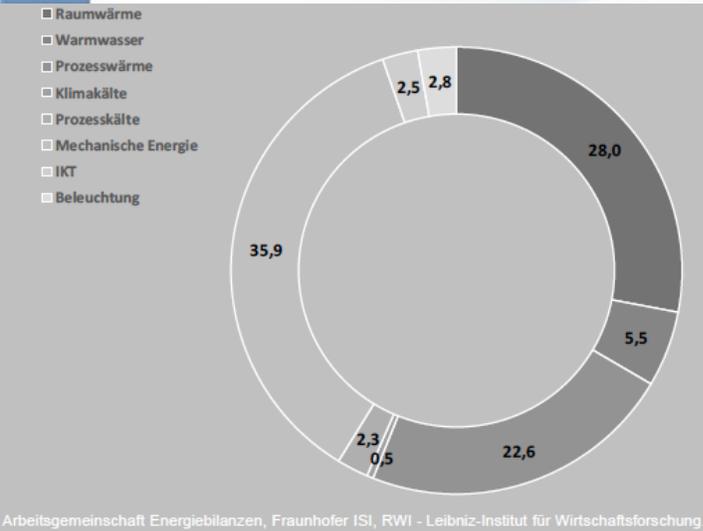
Bernhard Wern & Dr. Patrick Matschoss
für das TRANSBIO-Team

IZES gGmbH, Büro Berlin
Albrechtstr. 22
D-10117 Berlin

wern@izes.de & matschoss@izes.de

BACKUP

Zukunft Bioenergie: Anwendungsfeld Prozessenergie



Endenergieverbrauch (EEV) gesamt (alle Sektoren)

- 34% für Raumwärme & Warmwasser („niederkalorisch“)
- 23% für Prozesswärme („hochkalorisch“)

EEV Industrie

- 7% für Raumwärme & Warmwasser („niederkalorisch“)
- 67% für Prozesswärme („hochkalorisch“)

Prozesswärme Industrie

- 51% alleine durch Metallerzeugung & Grundstoffchemie
- 78% zusammen mit Steine & Erden, Papier und Ernährung