

# Publizierbarer Endbericht

Gilt für Studien aus der Programmlinie Forschung

## A) Projektdaten

| Allgemeines zum Projekt                                               |                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kurztitel:</b>                                                     | BIOSTRAT                                                                                                                                                                             |
| <b>Langtitel:</b>                                                     | Strategies for the optimal bioenergy use in Austria from societies point-of-view – Scenarios up to 2050                                                                              |
| <b>Zitiervorschlag:</b>                                               | Dißbauer C., Ajanovic A., Berndes G., Foldal C.B., Fuhrmann M., Haas R., Jandl R., Schindlbacher A., Strasser C., Wächter J. (2025): BIOSTRAT Projekt. Klima und Energiefonds, Wien. |
| <b>Programm inkl. Jahr:</b>                                           | Austrian Climate Research Programme (ACRP) 15th Call (2022)                                                                                                                          |
| <b>Dauer:</b>                                                         | 01.09.2023 bis 31.08.2025                                                                                                                                                            |
| <b>KoordinatorIn/<br/>ProjekteinreicherIn:</b>                        | BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH (BEST)                                                                                                                            |
| <b>Kontaktperson Name:</b>                                            | Christa Dißbauer                                                                                                                                                                     |
| <b>Kontaktperson<br/>Adresse:</b>                                     | Gewerbepark Haag 3, 3250 Wieselburg-Land, AUSTRIA                                                                                                                                    |
| <b>Kontaktperson<br/>Telefon:</b>                                     | +43 5 02378-9455                                                                                                                                                                     |
| <b>Kontaktperson E-Mail:</b>                                          | <a href="mailto:christa.dissauer@best-research.eu">christa.dissauer@best-research.eu</a>                                                                                             |
| <b>Projekt- und<br/>KooperationspartnerIn<br/>(inkl. Bundesland):</b> | TU Wien, Energy Economics Group (TU Wien - EEG)<br>Bundesforschungszentrum für Wald (BFW)<br>Göran Berndes, Sweden (Chalmers, IEA Task 45)                                           |
| <b>Schlagwörter:</b>                                                  | Bioenergie, CO <sub>2</sub> Emissionen, Kosten, Nachhaltiges Waldmanagement                                                                                                          |
| <b>Projektgesamtkosten:</b>                                           | 295.121 €                                                                                                                                                                            |
| <b>Fördersumme:</b>                                                   | 295.121 €                                                                                                                                                                            |
| <b>Klimafonds-Nr:</b>                                                 | <b>F0999901520</b>                                                                                                                                                                   |
| <b>Erstellt am:</b>                                                   | 31.08.2025                                                                                                                                                                           |

## B) Projektübersicht

### 1 Kurzfassung

Das **primäre Ziel des Projekts** war es, **optimierte Nutzungspfade für Bioenergie in Österreich bis 2050** zu identifizieren, um die **langfristige Verfügbarkeit nachhaltiger Biomasse** zu sichern und gleichzeitig **Treibhausgasemissionen (GHG)** und Gesamtkosten zu minimieren. Das Projekt verfolgte einen **interdisziplinären, modellbasierten Ansatz** mit jährlicher Auflösung bis 2050. Die zentralen Komponenten waren:

- **Biomasseverfügbarkeit:** Bewertung nachhaltig verfügbarer Biomasse, mit Fokus auf Waldholz und der Funktion von Wäldern als CO<sub>2</sub>-Senken. Es wurden die wichtigsten Rohstoffsortimente nach Volumen betrachtet. Nachhaltige Erntestandards wurden angewendet. Der Importanteil für Holz wurde als konstant angenommen, während landwirtschaftliche Reststoffe strikt aus inländischer Produktion berücksichtigt wurden.
- **Ökobilanz (LCA):** Quantifizierung der GHG-Emissionen (Global Warming Potential, GWP) und des kumulativen Primärenergiebedarfs (CED) ausgewählter Bioenergiepfade, normiert auf 1 kWh Endenergie.
- **Wirtschaftlichkeitsanalyse:** Szenariobasierte Kostenbewertung von Bioenergiepfaden im Vergleich zu fossilen Alternativen, inkl. zweier CO<sub>2</sub>-Preisszenarien: niedrig (€200/t CO<sub>2</sub>) und hoch (€400/t CO<sub>2</sub>) bis 2050.

#### **Biomasseverfügbarkeit**

- **Waldholz:** Die jährlichen Erntemengen in österreichischen Wäldern werden bis 2050 leicht abnehmen. Die Prognosen sind jedoch unsicher, da Extremwetterereignisse oder Veränderungen der Waldflächen nicht berücksichtigt werden können.
- **Landwirtschaftliche und Abfallbiomasse:** Stroh, Gülle und biogene Abfälle könnten bis 2050 rund **40 PJ Energie** liefern, etwa 3 % des aktuellen Energiebedarfs Österreichs. Die Mobilisierung dieses Potenzials ist aufgrund von Flächenkonkurrenz (Nahrungsmittel, Photovoltaik) herausfordernd.

#### **Umweltperformance**

- **GHG-Reduktionspotenzial:** Biomasse spart im Vergleich zu fossilen Energieträgern erheblich CO<sub>2</sub> ein. Beispielsweise liegt der GWP von BioSNG aus Biomasse bei 0,044–0,076 kg CO<sub>2</sub>-eq./kWh gegenüber 0,249 kg CO<sub>2</sub>-eq./kWh bei fossilem Erdgas. Biomasse-Fernwärme emittiert 0,013–0,030 kg CO<sub>2</sub>-eq./kWh versus österreichischer Durchschnitt 0,180 kg CO<sub>2</sub>-eq./kWh.

- **Systemeffizienz:** KWK-Anlagen sind ökologisch am vorteilhaftesten. Stromerzeugung ohne Wärmenutzung verursacht die höchsten Umweltauswirkungen pro kWh.

### Wirtschaftlichkeit

- **Heizsysteme:** Biomasse in Einzelheizungen und lokalen/distriktweiten Heiznetzen ist aktuell die kosteneffektivste Anwendung und bleibt dies voraussichtlich bis 2050.
- **KWK-Anlagen:** Wettbewerbsfähig, insbesondere im Winter, und entscheidend für 100 % erneuerbare Stromversorgung in Österreich.
- **CO<sub>2</sub>-Preiswirkung:** Ein höherer CO<sub>2</sub>-Preis verbessert die Wirtschaftlichkeit von Biomassetechnologien. Die Nutzung kostengünstiger Rohstoffe wie Rinde oder Schwarzlauge erhöht die Kosteneffizienz erheblich.
- **Hemmnisse:** Hauptbarrieren sind hohe Investitionskosten und niedrige Wirkungsgrade vieler Biomassetechnologien.

### Biomassezuweisung und Versorgungslücken

- Inländische Biomasse kann den Bedarf in Hochtemperatur-Industrie, Stromerzeugung, Fernwärme und Wohngebäuden bis 2050 decken.
- Versorgungslücken bestehen bei Niedertemperatur-Industriewärme und im Verkehrssektor, wo fortgeschrittene Biokraftstoffe für die Defossilisierung der Luftfahrt benötigt werden.
- Insgesamt wird ein nationaler Versorgungsdefizit von **3–4 % des Bioenergiebedarfs** prognostiziert, das durch Importe oder andere erneuerbare Energieträger gedeckt werden müsste.

### Schlussfolgerungen und strategische Empfehlungen

- **Nachhaltige Waldbewirtschaftung:** Klimaanpassende Forstpraktiken sind entscheidend, um CO<sub>2</sub>-Verluste zu minimieren und die Waldgesundheit zu erhalten.
- **Mobilisierung ungenutzter Potenziale:** Schaffung rechtlicher und logistischer Rahmenbedingungen für landwirtschaftliche Reststoffe und biogene Abfälle (z. B. End-of-Waste-Politik, dezentrale Biomasse-Hubs).
- **Strategische Bioenergieeinsätze:**
  - Unterstützung kosteneffizienter Anwendungen wie Wohn- und Fernwärme fortführen.
  - Biomasse schrittweise auf „hard-to-abate“ Sektoren (Hochtemperatur-Industrie) lenken.
  - KWK als flexible und steuerbare Ressource für Netzstabilität sichern.
  - Stromproduktion ohne Wärmenutzung nur in Notfällen

## 2 Executive Summary

The project's primary goal was to identify **optimized pathways for bioenergy use in Austria** until 2050, in order to secure **long-term sustainable biomass availability** while minimizing **greenhouse gas (GHG) emissions** and overall costs. The project applied an **interdisciplinary, model-based approach** with annual resolution until 2050. Key components included:

- **Biomass availability:** Assessment of sustainably available biomass, focusing on forest wood and the role of forests as carbon sinks. The study focused on the most significant raw material assortments by volume. Sustainable harvesting principles were applied. Import shares for wood were assumed constant, whereas agricultural residues were considered strictly domestic.
- **Life cycle assessment (LCA):** Quantification of GHG emissions (Global Warming Potential, GWP) and cumulative primary energy demand (CED) for selected bioenergy pathways, standardized to 1 kWh of final energy (heat, electricity, or fuel).
- **Economic analysis:** Scenario-based cost evaluation of bioenergy pathways compared to fossil alternatives, including two CO<sub>2</sub> price scenarios: a low-price scenario (€200/t CO<sub>2</sub>) and a high-price scenario (€400/t CO<sub>2</sub>) by 2050.

### Biomass Availability

- **Forest biomass:** Annual harvest volumes from Austrian forests are projected to decrease slightly by 2050, although projections are uncertain due to possible extreme weather events and changes in forest area.
- **Agricultural and waste biomass:** Straw, manure, and biogenic waste could provide about **40 PJ of energy** by 2050, roughly 3 % of Austria's current energy demand. Mobilization is challenging due to competition with food production and photovoltaic land use.

### Environmental Performance

- **GHG reduction potential:** Biomass provides substantial emission savings compared to fossil fuels. For example, BioSNG from biomass has a GWP of 0.044–0.076 kg CO<sub>2</sub>-eq./kWh, compared to 0.249 kg CO<sub>2</sub>-eq./kWh for fossil natural gas. Biomass-based district heating emits 0.013–0.030 kg CO<sub>2</sub>-eq./kWh versus the Austrian average of 0.180 kg CO<sub>2</sub>-eq./kWh.
- **System efficiency:** Combined heat and power (CHP) is the most environmentally favorable option. Electricity-only generation without heat recovery results in the highest environmental impact per kWh.

## Economic Viability

- Biomass use in individual heating systems and local/district heating networks is currently the most cost-effective application and is projected to remain so until 2050. CHP plants are largely competitive, especially in winter, and are critical for achieving 100 % renewable electricity in Austria.
- A higher CO<sub>2</sub> price improves the economic outlook for biomass technologies. Using low-cost feedstocks, such as residues and by-products (e.g., bark, black liquor), significantly improves cost-effectiveness.
- Main barriers to wider adoption are high investment costs and lower conversion efficiencies of many biomass technologies.

## Biomass Allocation and Supply Gaps

- Domestic biomass potential can largely meet projected demand in high-temperature industry, electricity, district heating, and residential heating sectors by 2050. Supply gaps remain for low-temperature industrial heat and the transport sector, where advanced biofuels are needed to decarbonize aviation.
- Overall, the study projects a national supply deficit of 3–4 % of the bioenergy demand in the analyzed sectors, which would need to be covered by imports or other renewable energy sources.

## Conclusions and Strategic Recommendations

- **Sustainable forest management:** Climate change threatens the function of forests as carbon sinks. Climate-adaptive forestry practices are essential to minimize carbon losses and maintain forest health.
- **Mobilize untapped potentials:** Legal and logistical frameworks should be developed to better utilize agricultural residues and biogenic waste (e.g., end-of-waste policies, decentralized biomass hubs).
- **Strategic deployment of bioenergy:**
  - Continue supporting cost-effective applications like residential and district heating.
  - Gradually shift biomass use toward hard-to-abate sectors, such as high-temperature industrial processes where electrification is not feasible.
  - Recognize CHP as a flexible and dispatchable resource for grid stability, especially in winter.
  - Limit electricity-only production from biomass to emergency situations.

### 3 Hintergrund und Zielsetzung

Ziel des Forschungsvorhabens war die Identifikation optimierter Nutzungspfade für Bioenergie bis zum Jahr 2050 auf Basis dynamischer Szenarien. Damit soll ein substanzieller Beitrag zur langfristigen Sicherung nachhaltiger Biomasseverfügbarkeit geleistet werden – unter gleichzeitiger Minimierung der Treibhausgasemissionen (THG) und Gesamtkosten. Da die THG-Minderungspotenziale stark vom jeweiligen Nutzungspfad abhängen, ist eine differenzierte, systematische Analyse erforderlich.

BIOSTRAT adressiert zentrale Herausforderungen der nachhaltigen Bioenergienutzung und konzentriert sich auf folgende Schwerpunkte:

- **Potenzialanalyse:** Erhebung und Bewertung nachhaltig erschließbarer Biomassepotenziale mit Fokus auf Holzbiomasse, unter Einbeziehung der Waldfunktion als Kohlenstoffsенke.
- **Ökobilanzen:** Erstellung vergleichender Lebenszyklusanalysen für ausgewählte Bioenergie-Nutzungspfade zur Quantifizierung ihrer Treibhausgas-minderungspotenziale.
- **Kostenanalysen:** Szenariobasierte Bewertung der Kosten ausgewählter Nutzungspfade bis zum Jahr 2050.

Ein zentrales Analyseziel ist die Identifikation jener Energieträger, die aus den verfügbaren primären Biomasseressourcen - etwa Pellets, Hackschnitzel oder Biokraftstoffe - vorrangig hergestellt und in den relevanten Sektoren (Wärme, Strom, Verkehr) bevorzugt eingesetzt werden sollten. Dabei wird die sektorale Nachfrageentwicklung bis 2050 berücksichtigt.

Die methodische Basis bildet eine dynamische Modellierung auf Jahresbasis bis 2050, die sowohl mengenmäßige als auch strukturelle Entwicklungen abbildet.

Die ökonomische Bewertung erfolgte über einen Vergleich der Gesamtkosten einzelner Biomassefraktionen untereinander sowie im Verhältnis zu fossilen Referenzsystemen.

Für die ökologische Bewertung wurden umfassende Ökobilanzen erstellt, die eine vergleichende Analyse der Treibhausgas-minderungspotenziale sämtlicher untersuchter Nutzungspfade ermöglichen.

Die Ergebnisse liefern eine belastbare Entscheidungsgrundlage für die Priorisierung von Bioenergiepfaden und deren Integration in eine klimaneutrale Energieversorgung. Damit trägt das Projekt sowohl zur wissenschaftlichen Vertiefung der Nachhaltigkeitsbewertung von Bioenergie als auch zur Erreichung nationaler und europäischer Klimaziele sowie zur Umsetzung der Bioökonomiestrategie bei.

## 4 Projektinhalt und Ergebnis(se)

Zur Gewährleistung der langfristig nachhaltigen Verfügbarkeit von Biomasse ist eine Optimierung der Nutzung bestehender und zukünftig verfügbarer Biomassepotenziale – einschließlich deren energetischer Verwendung – erforderlich. Das Ziel des Projekts **BIOSTRAT** besteht darin, auf der Grundlage modellgestützter Szenarien optimierte Bioenergiepfade für das Jahr 2050 zu identifizieren und darzustellen. Diese Szenarien basieren auf der Analyse historischer und aktueller Potenzial- sowie Kosten- und Preisentwicklungen und beinhalten die Evaluierung der Treibhausgasemissionen der relevanten Konversionstechnologien.

Der methodische Schwerpunkt lag zunächst auf der Erhebung, Aufbereitung und Validierung der für die Modellierung erforderlichen Datengrundlagen. Dies umfasste insbesondere die Zusammenstellung historischer Preisreihen sowie die Erfassung und Aufbereitung von Informationen zur Verfügbarkeit biogener Ressourcen. Darauf aufbauend wurden die technisch und nachhaltig nutzbaren Biomassepotenziale bis zum Jahr 2050 auf jährlicher Basis abgeschätzt.

Parallel dazu erfolgte die Durchführung einer **Ökobilanz** (*Life Cycle Assessment, LCA*) der betrachteten Bioenergiepfade. Ziel war die Quantifizierung sowohl der Treibhausgasemissionen als auch des kumulierten Primärenergiebedarfs entlang der jeweiligen Wertschöpfungsketten. Als **funktionelle Einheit** – d. h. als Bezugsgröße, auf die sämtliche Stoff- und Energieströme sowie Umweltwirkungen normiert wurden – wurde 1 kWh Endenergie (Wärme, Strom oder Kraftstoff) festgelegt. Die betrachteten Wirkungskategorien umfassten das **Treibhauspotenzial** (*Global Warming Potential, GWP*) in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten sowie den **kumulierten Energieaufwand** (*Cumulative Energy Demand, CED*), der den gesamten Primärenergieeinsatz über den Lebenszyklus beschreibt.

Ein zusätzlicher Untersuchungsaspekt betraf die **Holznutzung** im Kontext der Funktion des **Waldes als Kohlenstoffsенke**. Wird nachhaltig erzeugte Holzbiomasse zur Substitution fossiler Energieträger eingesetzt, ergibt sich in der Regel eine positive Klimawirkung: Der Kohlenstoff verbleibt im biogenen Kreislauf, die CO<sub>2</sub>-Aufnahme und -Abgabe des Waldes sind bilanziell ausgeglichen, und es wird kein zusätzlicher fossiler Kohlenstoff in die Atmosphäre emittiert. Tritt jedoch Konkurrenz zu emissionsfreien Energiequellen auf, ist eine Neubewertung erforderlich, bei der die ökologischen Wirkungen der jeweiligen Alternativen berücksichtigt werden müssen. Das Thema der Holznutzung im Zusammenhang mit der Funktion des Waldes als Kohlenstoffsенke wurde ebenfalls im **Factsheet „Kohlenstofffestlegung durch Waldbewirtschaftung“** behandelt.

Die **Kosten und die Wirtschaftlichkeit** von Bioenergiepfaden in Österreich bis zum Jahr 2050 wurden bewertet. Dabei wurde ein Vergleich mit konventionellen Alternativen vorgenommen und die Auswirkungen unterschiedlicher **CO<sub>2</sub>-Preisniveaus** bewertet. Auf der Grundlage der Ergebnisse zum nachhaltigen

Potenzial für die energetische Nutzung verschiedener Biomasse- sowie der umfassenden Analyse ihrer Wirtschaftlichkeit und potenziellen Anwendungsbereiche wurden die ermittelten Biomassepotenziale den jeweiligen Sektoren zugeordnet. So konnte bewertet werden, inwieweit der sektorale Energiebedarf gedeckt werden kann und bestehende **Diskrepanzen zwischen künftiger Versorgung und Nachfrage** ermittelt werden.

## 4.1 Erhebung der verfügbaren Biomassemengen

Die Marktverfügbarkeit sowie das nachhaltige Potenzial wurden bis zum Jahr 2050 für holzartige Biomasse, landwirtschaftliche Biomasse, Reststoffe und biogene Abfälle untersucht. Der Schwerpunkt lag auf der Ermittlung des **realistisch nutzbaren Potenzials**. Für holzartige Biomasse wurde zusätzlich ein Szenario berücksichtigt, in dem ein Teil des Brennholzes bis 2050 einer stofflichen Nutzung zugeführt wird.

Für die Bewertung der künftigen Verfügbarkeit von holzartiger Biomasse und Bioenergie wurden Ergebnisse des Projekts **CareForParis** (Weiss et al. 2020) herangezogen. Die zugrunde liegenden Daten sind – abgesehen von den Projektberichten – nicht öffentlich zugänglich; ihre Nutzung für BIOSTRAT wurde durch das Konsortium von CareForParis genehmigt. Dabei ist zu betonen, dass es sich bei den Ergebnissen nicht um Prognosen handelt. Vielmehr wurden mögliche zukünftige Bedingungen für das Waldwachstum in einem Stakeholder-Prozess diskutiert, um verschiedene Handlungsoptionen der Forstwirtschaft im Kontext des Klimawandels zu erfassen. Ziel war es, die Auswirkungen veränderter Bewirtschaftungsstrategien auf die Verfügbarkeit von Holzprodukten und Bioenergie abzuschätzen.

Die Simulationen basieren auf den Wachstumsentwicklungen österreichischer Wälder gemäß der **Österreichischen Waldinventur** sowie auf Wachstumssimulationen mit dem Modell *Caldis*, das mit österreichischen Daten parametrisiert ist. Der Simulationszeitraum von CareForParis erstreckt sich von 2010 bis 2150. Dieser lange Zeitraum ist erforderlich, da der Holzvorrat in Österreich im Verhältnis zur jährlichen Holzbereitstellung – sowohl aus geplanter Nutzung als auch aus Störungen – sehr groß ist und mehrere Jahrzehnte simulierten Waldmanagements nötig sind, um belastbare Muster zu erkennen. Im Gegensatz dazu ist der Zeithorizont von BIOSTRAT deutlich kürzer und auf die Zielsetzungen des Projekts abgestimmt: Untersucht wird, welche Formen der energetischen Biomassenutzung bis 2050 realisierbar sind.

Für BIOSTRAT erwies sich das **Business-as-Usual-Szenario** von CareForParis als relevant und wurde entsprechend ausgewertet. Dieses Szenario geht von einer Fortführung der Waldbewirtschaftung und Holznutzung wie in den vergangenen 20 Jahren aus, wobei das Waldwachstum durch ein regionalisiertes Klimaszenario der RCP-4.5-Familie gesteuert wird. Dieses Szenario unterstellt eine moderate Erwärmung leicht oberhalb des 2-°C-Ziels des Pariser Abkommens. Zum Vergleich wurden auch Simulationen auf Basis eines Szenarios

der RCP-8.5-Familie betrachtet, dass eine starke, ungebremste Erwärmung bis zum Ende des Jahrhunderts annimmt. Innerhalb des Betrachtungszeitraums von BIOSTRAT zeigten sich jedoch kaum Unterschiede zwischen den beiden Klimaszenarien, da die stärksten Erwärmungsschübe erst in der zweiten Hälfte des Jahrhunderts auftreten. Auf dieser Grundlage wurde für BIOSTRAT ausschließlich mit dem Business-as-Usual-Szenario gearbeitet.

Es lässt sich festhalten, dass Holz in Österreich eine zentrale Rolle spielt. Zum einen verfügt das Land über einen hohen Waldanteil (nahezu 50 % der Landesfläche) und – auch unter Einbeziehung von Importen – über eine hohe Marktverfügbarkeit von holzartiger Biomasse. Zum anderen sind die Holzverarbeitenden Industrien stark ausgeprägt: Insbesondere die Sägeindustrie, aber auch die Papier- und Plattenindustrie, besitzen eine bedeutende internationale Stellung. Folglich wird auch künftig ein beträchtlicher Teil der Holzbiomasse für energetische Zwecke verfügbar sein.

Die Berechnungen auf Grundlage des CareForParis-Business-as-Usual-Szenarios zeigen, dass die jährlichen Einschlagsmengen und damit auch die für die energetische Nutzung verfügbaren Mengen aus österreichischen Wäldern bis 2050 nur leicht zurückgehen werden. Es ist jedoch zu beachten, dass das Modell weder potenzielle Zunahmen der Waldfläche noch extreme Ereignisse wie Stürme oder Trockenperioden berücksichtigt. In diesen Bereichen bestehen daher erhebliche Unsicherheiten in den Projektionen. Auf Grundlage der im RCP-4.5-Szenario prognostizierten Holzeinschlagsmengen sowie der Holzentflussdaten für Österreich (Strimitzer et al., 2023a, 2023b) wurden Projektionen zur Entwicklung von Rinde und Sägewerksnebenprodukten bis 2050 erstellt. Die Importmengen von Rundholz und Sägenebenprodukten wurden dabei konstant gehalten, orientiert am Durchschnitt der Jahre 2010–2021. Dies spiegelt die starke Importabhängigkeit der österreichischen Sägewerksindustrie sowie ihre etablierten Handelsnetzwerke und langfristigen Beziehungen zu internationalen Partnern wider.

Die Abschätzung des Potenzials landwirtschaftlicher Biomasse und biogener Reststoffe erfolgte in zwei Hauptschritten:

Quantifizierung der technischen Verfügbarkeit verschiedener landwirtschaftlicher Reststoffe und biogener Abfallströme für das Basisjahr 2022. Berücksichtigt wurden hierbei Ernterückstände (Stroh und Maiskolbenspindeln), biogene Abfälle (ohne holzige Biomasse), holzige Abfälle aus Schnittmaßnahmen, Altholz aus dem Post-Consumer-Bereich, Klärschlamm, Schwarzlauge sowie Reststoffe aus der Papierindustrie (Papierschlamm und Faserreste).

Entwicklung realistischer Potenzialszenarien für das Jahr 2050. Diese wurden auf Grundlage von Expertengesprächen, Konsultationen mit externen Stakeholdern sowie einschlägiger Literatur (z. B. Dißbauer et al., 2019) erarbeitet. Die Projektionen berücksichtigen erwartete Entwicklungen, sektorspezifische Restriktionen sowie politische Rahmenannahmen.

Für Miscanthus (Anbau auf Grenzertragsflächen), Schwarzlauge und Reststoffe der Papierindustrie (Papierschlamm, Faserreste) wurde keine Zunahme der verfügbaren Mengen angenommen, da in beiden Sektoren stagnierende Trends zu beobachten sind. Dagegen wurden biogene Abfälle, Altholz und Klärschlamm auf Basis der Bevölkerungsprognosen von Statistik Austria fortgeschrieben.

Die Entwicklung von Kurzumtriebsplantagen (Short Rotation Coppice, SRC) wurde konservativ bewertet. Im Jahr 2022 betrug die Fläche unter SRC in Österreich lediglich 1.044 ha. Es wurde angenommen, dass bis 2030 rund 2,33 % der nationalen Fläche mit der Kategorie „ertragsschwaches Dauergrünland einschließlich Brachflächen“ in SRC umgewandelt werden, steigend auf 5 % bis 2040. Diese zurückhaltenden Annahmen reflektieren die starke Flächenkonkurrenz, insbesondere mit der Nahrungsmittelproduktion sowie neuen Nutzungen wie Photovoltaik-Installationen.

Für landwirtschaftliche Ernterückstände wie Stroh (aus Getreide- und Maisproduktion) und Maiskolbenspindeln wurden die Projektionen an den erwarteten Rückgang der Viehhaltung und des Fleischkonsums in Österreich angepasst. Auf Grundlage der von AMA beobachteten Entwicklungen wird bis 2050 ein Rückgang des Fleischkonsums um 8,26 % prognostiziert, was zu einer relativen Flächenzunahme für den Getreideanbau führt (Dißauer et al., 2019). Gleichwohl wurden praxisrelevante Einschränkungen wie das dezentrale Aufkommen der Reststoffe, Nachhaltigkeitskriterien und konkurrierende Nutzungen (z. B. als Düngemittel oder Einstreu) berücksichtigt. Um diese Faktoren abzubilden, wurde nur ein Teil des theoretischen Potenzials als nachhaltig nutzbar angenommen: Nutzungsrate Getreidestroh: 10 %, Maisstroh: 40 % (Einarsson et al., 2015).

## 4.2 Kohlenstofffestlegung durch Waldbewirtschaftung

Von den österreichischen Wäldern wird erwartet, dass sie durch die Bindung von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre einen wesentlichen Beitrag zur Erfüllung der nationalen Verpflichtungen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen leisten. Gleichzeitig sollen sie die Bioökonomie sowohl mit Holzsortimenten für die stoffliche Nutzung als auch mit Biomasse für die Energieproduktion versorgen. Ob diese Zielsetzungen gleichzeitig erreicht werden können, ist jedoch ungewiss. Der rasch fortschreitende Klimawandel führt vermehrt zu Schadereignissen, die die CO<sub>2</sub>-Senkenleistung der Wälder mindern.

Neben der aktiven Anpassung der Wälder an den Klimawandel („*klimafitte Wälder*“) bestehen Möglichkeiten, den Kohlenstoffvorrat in der Biomasse – und damit die CO<sub>2</sub>-Bindung – zumindest temporär zu erhöhen. Hierzu zählen ein wachstumsoptimiertes Management und/oder eine Reduktion der Holznutzungen, um zusätzliche Kohlenstoffspeicherung in der Waldbiomasse zu ermöglichen. Dies müsste mit einer Verschiebung in der Wertschöpfungskette hin zu langlebigeren, hochwertigeren Holzprodukten einhergehen.

Gleichzeitig bergen hohe Biomassevorräte im Wald das Risiko erheblicher Kohlenstoffverluste durch großflächige Störungen wie Waldbrände, Borkenkäferbefall oder Sturmschäden. In der Diskussion darf zudem nicht übersehen werden, dass die bereits heute deutlich spürbaren Auswirkungen des Klimawandels die Wälder in Österreich stark belasten.

Eine Ausweitung der CO<sub>2</sub>-Senkenleistung österreichischer Wälder kann daher nur gelingen, wenn **Treibhausgasemissionen in allen Sektoren deutlich reduziert werden**, sodass die globale Erwärmung in einem beherrschbaren Rahmen bleibt, und wenn sich die Waldbewirtschaftung **zügig und konsequent an die veränderten klimatischen Bedingungen anpasst**.

### 4.3 Lebenszyklusanalyse ausgewählter Bioenergiepfade

Eine Lebenszyklusanalyse (LCA) der betrachteten Bioenergiepfade wurde durchgeführt. Die Bezugsgröße (Funktionelle Einheit), auf die alle Ein- und Ausgangsströme sowie Umweltwirkungen bezogen werden, wurde auf 1 kWh (Wärme, Strom oder Kraftstoff) festgelegt. Berechnet wurden die Wirkungskategorien Globales Erwärmungspotenzial (GWP), angegeben als CO<sub>2</sub>-Äquivalent, sowie der kumulative Energiebedarf (CED), der den gesamten Primärenergieeinsatz über den Lebenszyklus beschreibt.

Für die Berechnung der Umweltwirkungen wurde die Software OpenLCA 2.0 in Verbindung mit der Datenbank ecoinvent v3.9 verwendet. Dabei kamen Hintergrunddaten aus ecoinvent („Allocation, cut-off by classification“) zum Einsatz, die an den aktuellen Stand der Technik angepasst und durch Daten von Referenzanlagen in Österreich sowie wissenschaftliche Publikationen und Berichte aktualisiert wurden.

Im ersten Schritt wurden die vorgelagerten Emissionen und der Energiebedarf für die einzelnen Rohstoffe ermittelt. Im zweiten Schritt erfolgte die Integration dieser Daten mit der Bewertung der Umwandlungsprozesse unter Berücksichtigung des jeweiligen Energiegehalts und der Prozessparameter.

Die folgende Abbildung zeigt die berechneten vorgelagerten Emissionen der Biomasse-Lieferketten (Abbildung 1). Es wird zwischen holzartiger Biomasse (grün dargestellt) sowie landwirtschaftlicher Biomasse, Reststoffen und biogenen Abfällen (gelb dargestellt) unterschieden.

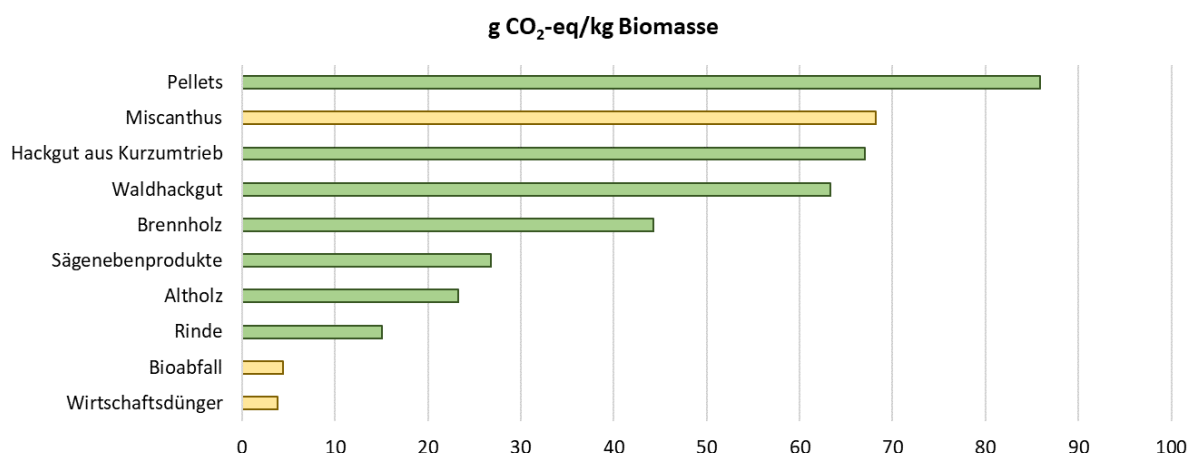


Abbildung 1: Treibhauspotenzial der vorgelagerten Biomasseketten in Gramm Kohlendioxidäquivalent pro Kilogramm Biomasse (SRC = Kurzumtrieb, grüne Balken = holzige Biomasse, gelbe Balken = landwirtschaftliche Biomasse, Rückstände und biogene Abfälle)

Das Global Warming Potential (GWP) steigt mit zusätzlichen Verarbeitungsschritten. Die „Produktion“ von Gülle und biogenen Abfall verursachen selbst keine direkten Emissionen; relevant ist jedoch der Transport. Das GWP ist für diese Rohstoffe sowie für Rinde am geringsten. Rinde verursacht ebenfalls keine direkten Umweltbelastungen, da sie ein Nebenprodukt der Forst- und Holzindustrie ist; Emissionen entstehen jedoch durch Transport. Sägenebenprodukte werden auf Basis wirtschaftlicher Allokation zu 10 % der Emissionen aus Forstwirtschaft, Ernte und Sägen zugerechnet.

Altholz selbst ist ebenfalls nicht mit Produktionsemissionen verbunden, wohl aber mit den Emissionen aus Zerkleinerung und Transport. Waldhackgut sowie Hackgut aus Kurzumtriebsplantagen verursachen Emissionen durch Anbau, Ernte und Zerkleinerung. Miscanthus ist ebenfalls mit Emissionen aus Anbau, Ernte und Zerkleinerung verbunden, da hierfür landwirtschaftliche Maschinen mit hohem Treibstoffverbrauch eingesetzt werden. Holzpellets umfassen zusätzlich die Schritte Trocknung und Pressung, die Wärme- und Strombedarf erzeugen und somit ebenfalls Treibhausgasemissionen verursachen.

Die kombinierten Umweltbelastungen der Biomasse-Vor- und -Umwandlungsketten sind in Abbildung 2, Abbildung 3 und dargestellt.

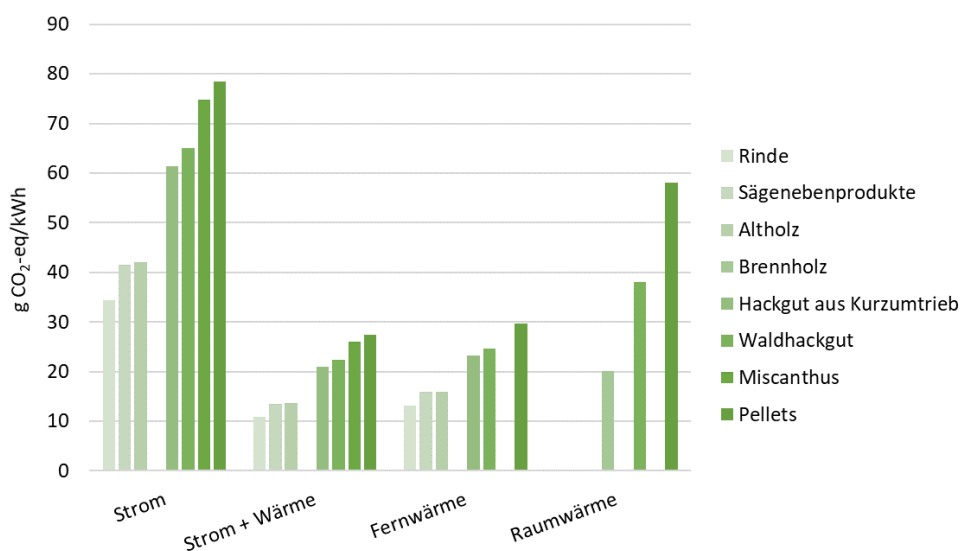


Abbildung 2: Treibhausgasemissionen der Prozesse nach Rohstoffen – **Strom & Wärme** – in Gramm CO<sub>2</sub> – Äquivalente pro kWh.

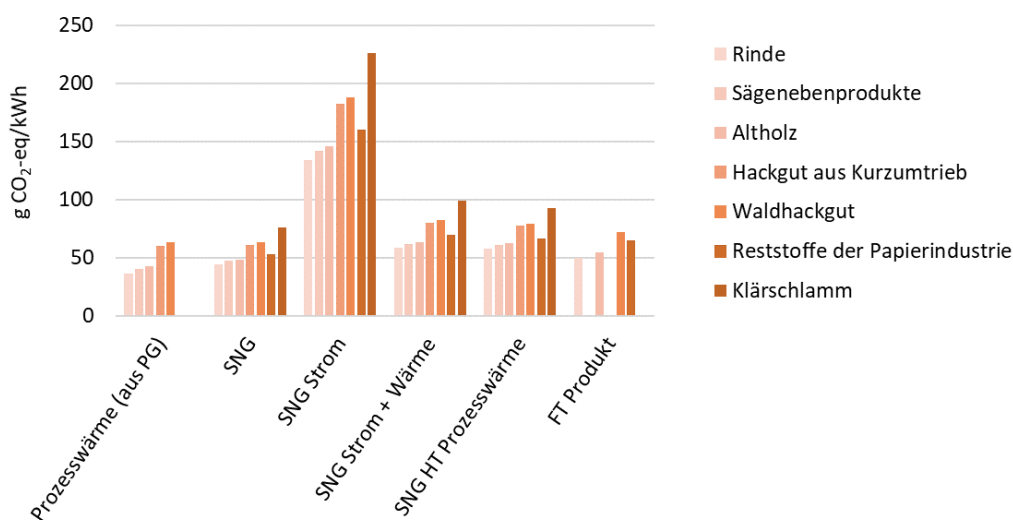


Abbildung 3: Treibhausgasemissionen der Prozesse nach Rohstoffen – **Thermo-chemische Gaserzeugung** – in Gramm CO<sub>2</sub> – Äquivalente pro kWh. (PG= Produktgas, HT=Hochtemperatur)

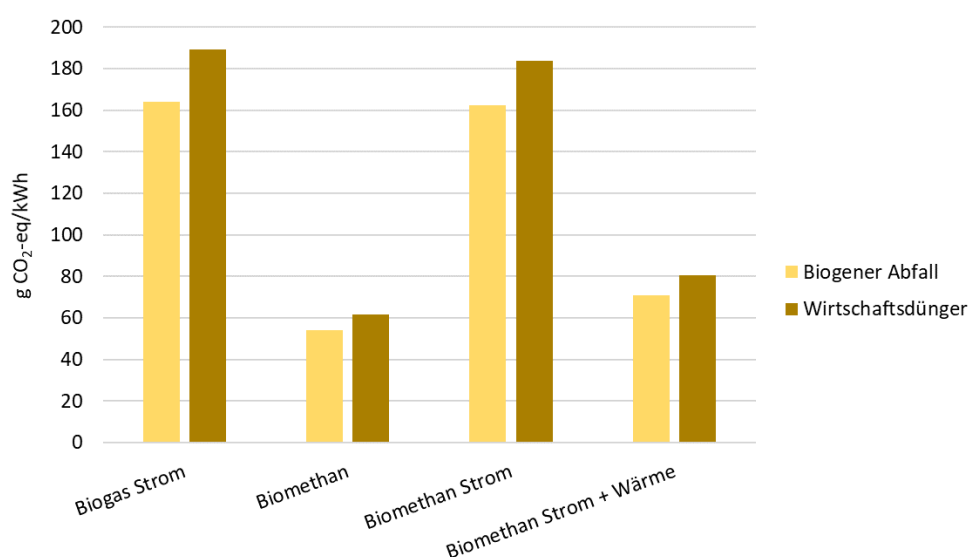


Abbildung 4: Treibhausgasemissionen der Prozesse nach Rohstoffen – **anaerobe Vergärung, Biogas** – in Gramm CO<sub>2</sub> – Äquivalente pro kWh. Anm.: Es wurden **keine** Gutschriften für Wirtschaftsdünger Verwertung berücksichtigt - Vgl. Renewable Energy Directive; Standardwerte für Wirtschaftsdünger inkl. Gutschrift, geschlossenes Gärrestlager: ca. -300 g CO<sub>2</sub>-eq pro kWh Strom aus Biogas; ca. -320 g CO<sub>2</sub>-eq pro kWh Biomethan

Beim Vergleich aller Pfade wird deutlich, dass die Stromerzeugung ohne Wärmenutzung aus ökologischer Sicht die ungünstigste Option ist, da die Effizienz gering ist. Werden alle Umweltbelastungen ausschließlich der erzeugten elektrischen Energie zugerechnet, entstehen die höchsten Auswirkungen bei der Stromerzeugung aus BioSNG, Biogas oder Biomethan.

Die berechneten GWP-Werte (Global Warming Potential) für die Stromerzeugung ohne Wärmenutzung liegen bei:

- 0,034–0,078 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh für direkte Stromerzeugung,
- 0,134–0,226 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh für Strom aus BioSNG,
- 0,164–0,189 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh für Strom aus Biogas,
- 0,162–0,184 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh für Strom aus Biomethan.

Zum Vergleich: Der durchschnittliche Emissionsfaktor des österreichischen Strommixes liegt bei 0,226 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh (Umweltbundesamt Österreich, 2023a). Die hohen Werte resultieren vor allem daraus, dass die entstehende Wärme ungenutzt bleibt. Werden die Emissionen auf die Summe von Strom und Wärme in KWK-Systemen verteilt, liegen die GWP-Werte bei:

- 0,011–0,027 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh für Biomasse-KWK,
- 0,059–0,099 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh für BioSNG-KWK,
- 0,071–0,080 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh für Biomethan-KWK.

Für Fernwärme liegen die berechneten GWP-Werte zwischen 0,013 und 0,030 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh. Der durchschnittliche Emissionsfaktor der österreichischen Fernwärme beträgt etwa 0,180 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh, überwiegend fossilen

Ursprungs. Der Einsatz von Biomasse kann daher sowohl im Strom- als auch im Wärmesektor die Treibhausgasemissionen deutlich reduzieren. Dennoch ist aus mehreren Perspektiven die Nutzung der Abwärme wünschenswert.

Ein Vergleich des Energieträgers Synthetic Natural Gas (BioSNG aus Biomassevergasung) mit fossilem Erdgas zeigt: Erdgas hat ein durchschnittliches GWP von 0,249 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh, während für BioSNG 0,044–0,076 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh berechnet wurde. Neue Prozesssimulationen mit optimiertem Betrieb und alternativer Gasreinigung zeigen zusätzliche mögliche Reduzierungen des GWP um bis zu 25 % gegenüber den hier dargestellten Werten. Diese Werte spiegeln den aktuellen Stand der Technik wider.

Für biochemische Umwandlungswege (Biogas, Biomethan, KWK) ist ein Vergleich komplexer. Üblich ist, bei der Verwertung von Rohstoffen wie Gülle Emissionsgutschriften zu berücksichtigen, da alternative Szenarien vermiedene Emissionen darstellen. Für die anaerobe Vergärung biogener Abfälle gibt es keine Gutschriften. In diesem Projekt wurde ein GWP von 46–53 g CO<sub>2</sub>-Äq./MJ Strom aus Biogas ohne Berücksichtigung von Gutschriften berechnet. Biomethan kann wie BioSNG mit Erdgas verglichen werden und weist deutlich geringere Emissionen auf (0,054–0,062 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh für Biomethan vs. 0,249 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh für Erdgas).

#### 4.4 Kosten der Bioenergiepfade und Szenarienmodellierung

Die Kosten und die Wirtschaftlichkeit der Bioenergie-Nutzungswege in Österreich bis 2050 wurden durch die Entwicklung von Szenarien auf der Grundlage von Modellierungen ermittelt. Die Analyse umfasst die Bewertung der aktuellen Gesamtproduktionskosten und ihrer Hauptkomponenten, wie Kapitalkosten, Rohstoffkosten, Betriebs- und Wartungskosten sowie CO<sub>2</sub>-Kosten, für ausgewählte Energieträger in verschiedenen Endverbrauchsbereichen und Umwandlungsprozessen, siehe als Beispiel Abbildung 5. Die Abbildung zeigt eine Aufschlüsselung der Gesamtproduktionskosten in Kapital-, Energieeinsatz(=Waldhackgut), Betriebs- und Wartungs- sowie CO<sub>2</sub>-Kosten für das Jahr 2024. Es ist ersichtlich, dass mit Ausnahme von Strom aus KWK die Biomasse-Energiekosten den größten Kostenanteil ausmachen und dass die Nutzung von Biomasse zur Energieerzeugung für Anwendungen im Heizungsbereich am günstigsten ist.

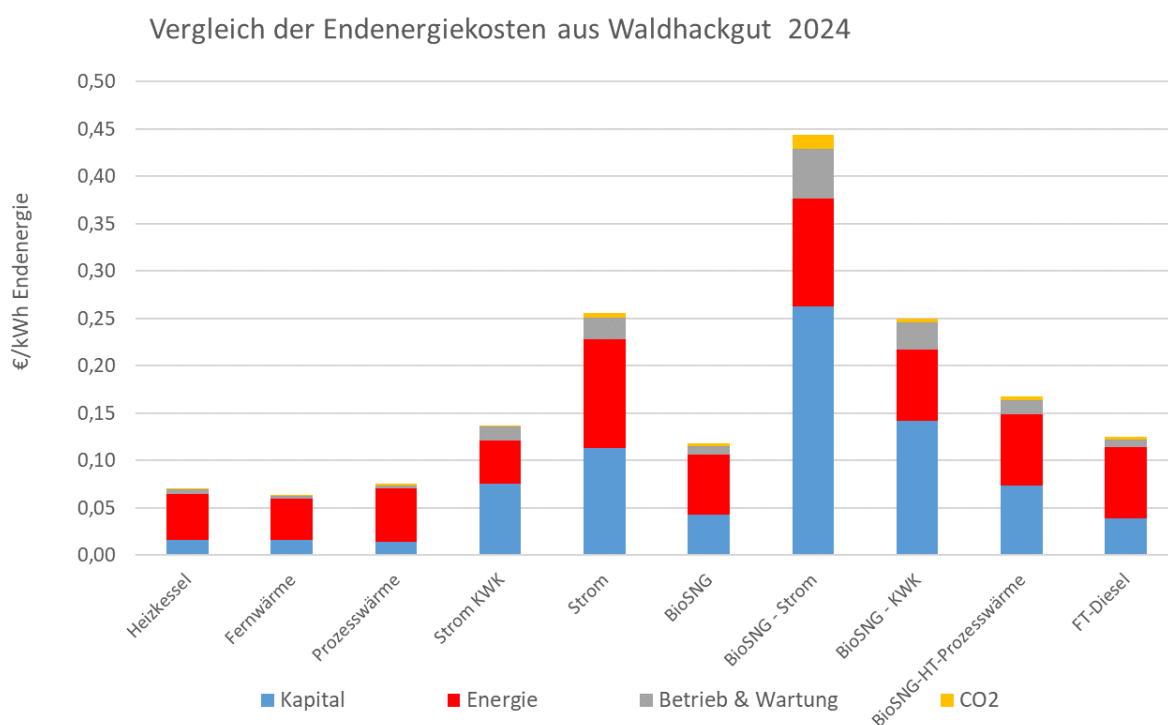


Abbildung 5: Anteile verschiedener Kategorien von Produktionskosten (Kapital-, Energie- (inkl. Biomasse), Betriebs- und Wartungs- sowie CO<sub>2</sub>-Kosten) verschiedener Bioenergieprodukte aus Waldhackgut im Jahr 2024

Darüber hinaus wurde untersucht, wie sich die Produktionskosten verschiedener Bioenergiepfade bis 2050 im Vergleich zu konventionellen Alternativen voraussichtlich entwickeln werden. Zusätzlich wurden für die ökonomische Analyse zwei CO<sub>2</sub>-Preisszenarien bis 2050 angenommen: ein Niedrigpreisszenario mit einem Anstieg auf bis zu 200 €/t CO<sub>2</sub> im Jahr 2050 sowie ein Hochpreisszenario mit einem Anstieg auf 400 €/t CO<sub>2</sub> bis 2050.

Abbildung 6 vergleicht die Kosten der Bioenergiepfade basierend auf Waldhackgut mit den Kosten von Erdgas für das Jahr 2050 auf der Grundlage des Szenarios mit niedrigem CO<sub>2</sub>-Preis. Es zeigt sich, dass – mit Ausnahme der Stromerzeugung mit und ohne Wärmenutzung sowie der Produktion von BioSNG und dessen Verwendung – alle Anwendungen auf Basis von Holzhackschnitzeln wirtschaftlich wettbewerbsfähig sind und alle Wärmeanteile (Wärme aus Kesseln, Fernwärme und Prozesswärme) günstiger sind als ihre konventionellen Alternativen.

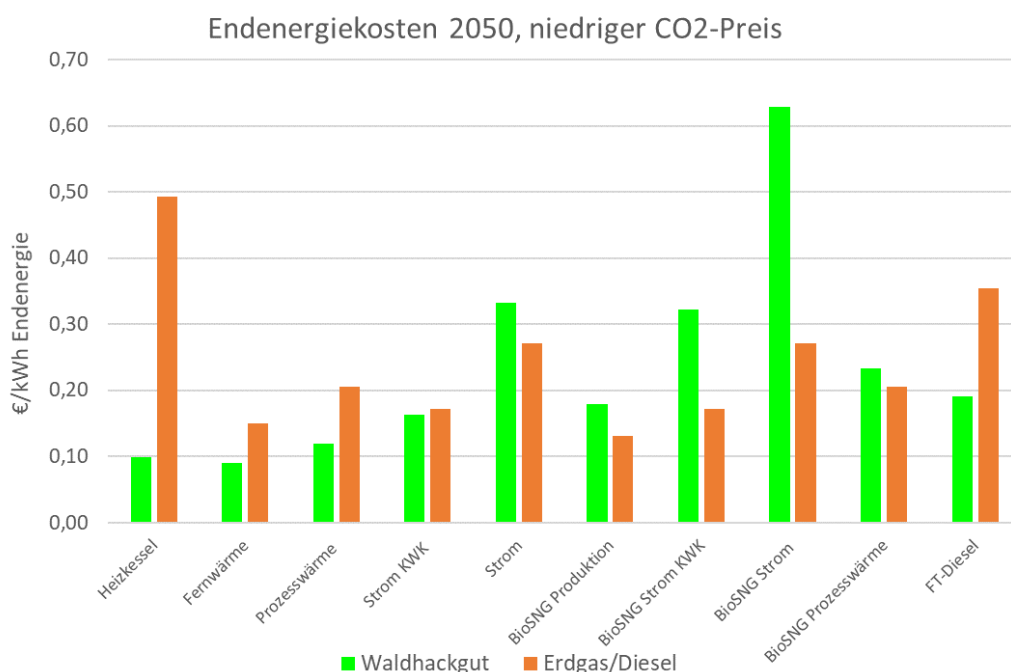


Abbildung 6: Vergleich der Endenergiekosten verschiedener Energiepfade basierend auf Waldhackgut und Erdgas (bzw. Diesel) im Jahr 2050 im Szenario mit **niedrigem** CO<sub>2</sub>-Preis

Werden die Vergleiche im Szenario mit hohem CO<sub>2</sub>-Preis bis 2050 durchgeführt, sind die Aussichten für Biomasse besser, insbesondere für die Stromerzeugung mit und ohne Wärmenutzung sowie für die BioSNG-Produktion (siehe Abbildung 7). Dies ist im Wesentlichen auf den Einfluss des höheren CO<sub>2</sub>-Preises zurückzuführen.

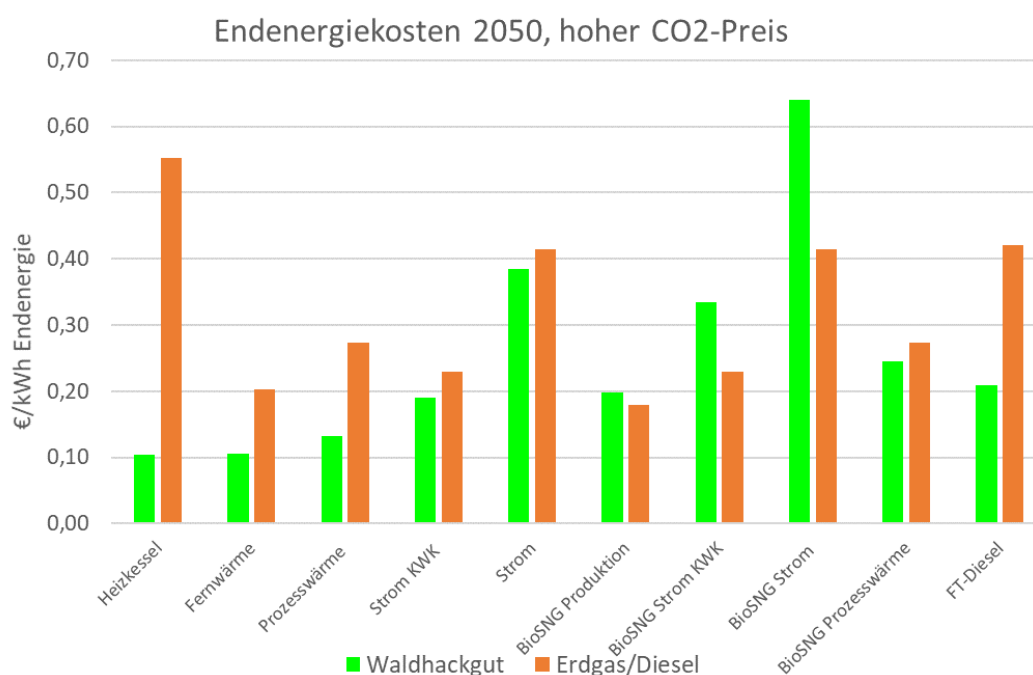


Abbildung 7: Vergleich der Endenergiekosten verschiedener Energiepfade basierend auf Waldhackgut und Erdgas (bzw. Diesel) im Jahr 2050 im Szenario mit **hohem** CO<sub>2</sub>-Preis

Das hohe CO<sub>2</sub>-Preisszenario vergrößert die Kostenunterschiede zu fossilen Energieträgern in den Anwendungen, in denen Biomasse bereits zuvor wirtschaftlich war. Neue Anwendungen basierend auf Waldhackgut werden dadurch jedoch nicht wirtschaftlich. Die Produktion von BioSNG sowie die Stromerzeugung bleiben weiterhin günstiger mit fossilen Alternativen, wobei sich die Kostenlücke allmählich verringert. Allerdings kann die Verwendung von Nebenprodukten und Reststoffen, die Kosten deutlich senken, wodurch die Bioenergie günstiger wird als die fossile Alternative. Dies wird in am Beispiel der BioSNG-Produktion basierend auf verschiedenen Rohstoffen im Jahr 2050 dargestellt.

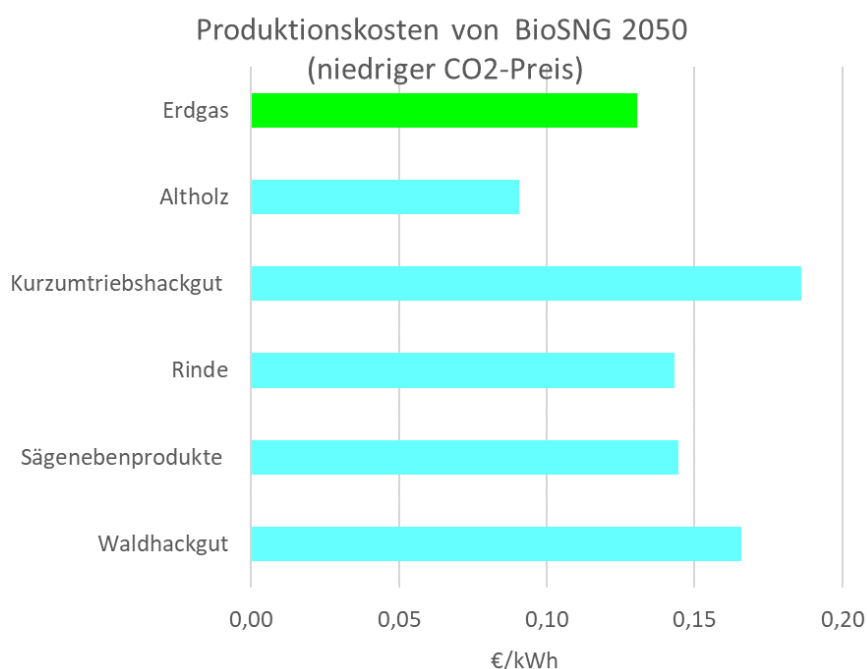


Abbildung 8: Vergleich der Gesamtproduktionskosten von synthetischem Gas aus der Biomassevergasung (BioSNG) mit denen von Erdgas (Großhandelspreis) im Jahr 2025 – Szenario mit **niedrigem** CO<sub>2</sub>-Preis

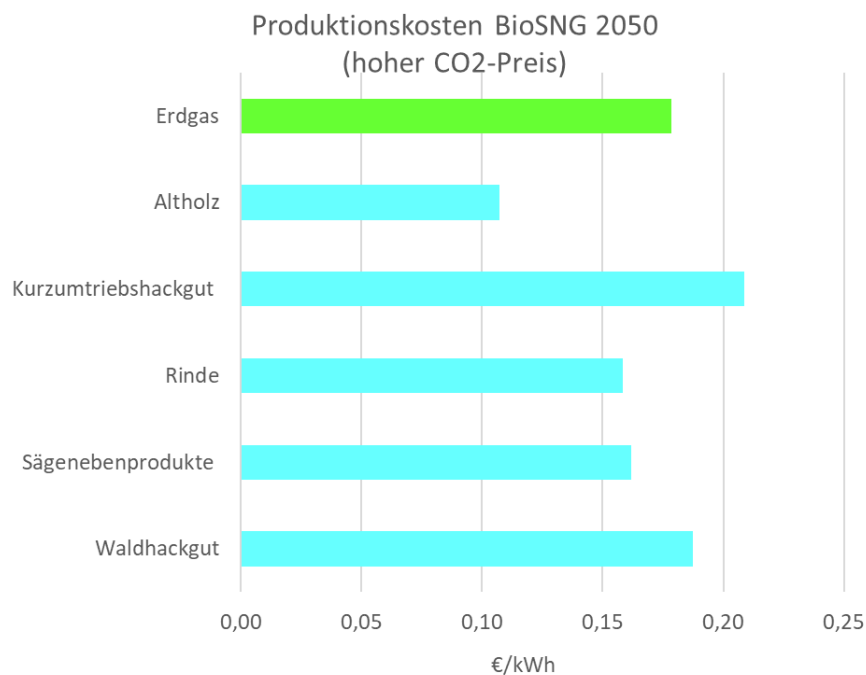


Abbildung 9: Vergleich der Gesamtproduktionskosten von synthetischem Gas aus der Biomassevergasung (BioSNG) mit denen von Erdgas (Großhandelspreis) im Jahr 2025 – Szenario mit **hohem** CO<sub>2</sub>-Preis

Die wichtigsten Ergebnisse aus der ökonomischen Analyse sind:

- Unter den aktuellen und erwarteten Rahmenbedingungen bis 2050 bleibt der Einsatz von Biomasse für Einzelheizungen sowie Nah- und Fernwärmenetze die kostengünstigste Option.
- Bei der Stromerzeugung sind KWK-Anlagen auf Basis von Hackgut – insbesondere in den Wintermonaten – weitgehend wettbewerbsfähig. Sie sind ein entscheidender Baustein für das Ziel Österreichs, eine 100 % erneuerbare Stromversorgung zu erreichen. Eine reine Stromproduktion ohne Wärmenutzung sollte hingegen auf Ausnahmesituationen wie Extremwetterereignisse beschränkt bleiben.
- Einfluss des CO<sub>2</sub>-Preises:
  - Im niedrigen CO<sub>2</sub>-Preisszenario vergrößert sich der Kostenvorteil der Biomasse dort, wo sie bereits heute konkurrenzfähig ist. Für die BioSNG-Produktion und die Stromerzeugung aus Hackgut bleiben fossile Alternativen jedoch günstiger.
  - Rest- und Nebenprodukte wie Schwarzlauge, Rinde oder Altholz eröffnen zusätzliche nachhaltige und ökonomisch attraktive Nutzungsmöglichkeiten, da ihre Marktpreise vergleichsweise niedrig sind.
  - Ein kontinuierlich steigender CO<sub>2</sub>-Preis verbessert die Wirtschaftlichkeit von heute noch nicht wettbewerbsfähigen Anwendungen und steigert langfristig die Attraktivität von Biomassetechnologien.

- Ein großes Hemmnis liegt weiterhin in den hohen Investitionskosten von Bioenergietechnologien. Zudem sind die Umwandlungsfaktoren hinsichtlich der Hauptprodukte einzelner Biomassetechnologien noch zu verbessern. Um diese Barrieren zu überwinden, sind weitere Forschung, technologische Innovationen und gezielte Investitionsförderungen erforderlich.

Anschließend wurden die verfügbaren Biomasse-mengen auf die verschiedenen Sektoren basierend auf ihrer Wirtschaftlichkeit inkl. CO<sub>2</sub>-Kosten auf die Nachfragesektoren verteilt. Die Daten für das prognostizierte **zukünftige Nachfrage** stammen aus dem **WEM-Szenario des Umweltbundesamts** (UBA, 2023b). Folgende Priorisierungen wurden vorgenommen:

**Hochtemperatur-Industrieprozesse:** In Bereichen, in denen Elektrifizierung und alternative Brennstoffe derzeit nur begrenzt möglich bzw. verfügbar sind, stellt dieser Sektor die höchste Priorität dar. Hier erweisen sich Rinde, andere Sägenebenprodukte und Schwarzlauge aufgrund ihrer Kosteneffizienz und der nahtlosen Integration in die bestehende Zellstoff- und Papierindustrie als bevorzugte Biomasserohstoffe.

**Kraft-Wärme-Kopplung (KWK):** Insbesondere zur Deckung saisonaler Spitzenlasten im Winter stellt KWK die nächste Prioritätsstufe dar. Dieser Einsatz kann überwiegend durch Sägenebenprodukte und Rinde unterstützt werden.

**Dezentrale Fernwärmesysteme:** Der fortgesetzte Einsatz von Waldhackgut ohne zusätzliche Regulierung erscheint machbar und entspricht der aktuellen Praxis.

**Weitere Allokationsempfehlungen:** Für übrige Biomasse-mengen ist ein Bottom-up-Ansatz sinnvoll. Diese Mengen sollten in Anwendungen fließen, in denen Biomasse bereits wirtschaftlich tragfähig ist, z. B. kleine Heizsysteme in Wohngebäuden, neue Fernwärmeinstallationen oder Niedertemperatur-Industrieprozesse.

### **Verkehrssektor:**

Hier ergibt sich ein komplexeres Bild. Die Bedeutung von Biokraftstoffen erster Generation wird bis 2040 voraussichtlich abnehmen, bedingt durch EU-Nachhaltigkeitsanforderungen und das geplante Auslaufen von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor. Im Gegensatz dazu gewinnen fortgeschrittene Biokraftstoffe – insbesondere Fischer-Tropsch (FT) Kerosin – als nachhaltige Flugkraftstoffe (SAFs) an Bedeutung und schließen eine kritische Lücke bei der Defossilisierung des Langstreckenluftverkehrs. Allerdings bestehen hier weiterhin erhebliche Unsicherheiten.

Die Ergebnisse der Allokation werden im nächsten Kapitel dargestellt.

## 4.6 Biomasseallokation im Kontext von Netto-Null-Emissionen

### Hochtemperaturprozesswärme

Der Sektor mit der höchsten Priorität ist die Hochtemperaturprozesswärme in der Industrie. Im Jahr 2023 wurden etwa 16 PJ Primärenergie in diesem Bereich durch Bioenergie bereitgestellt (NEA Österreich, 2023). Der prognostizierte Endenergiebedarf von 18 bis 23 PJ für den Zeitraum 2030–2050<sup>1</sup> kann durch Hochtemperatur-Prozesswärme über die BioSNG Produktion unter Verwendung von Klärschlamm und Schwarzlauge gedeckt werden kann (Abbildung 10).

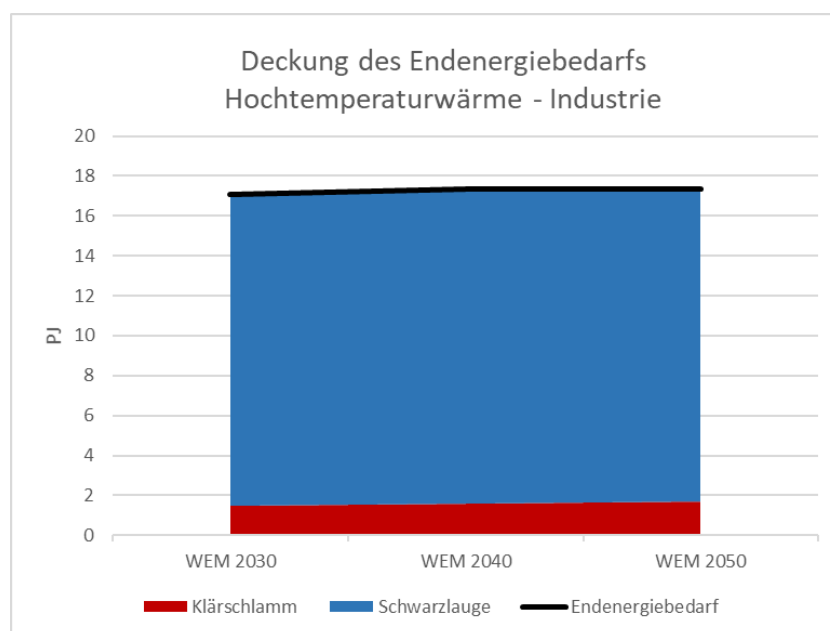


Abbildung 10: Prognostizierte Deckung des Endenergiebedarfs für den Hochtemperaturwärme Sektor bis 2050 (WEM = Emissionsszenario „with existing measures“)

### Stromproduktion

Im Jahr 2022 wurde Biomasse Stromproduktion in KWK Anlagen vorwiegend durch Waldhackgut, Rinde, Altholz, Sägenebenprodukte, Altholz und Schwarzlauge abgedeckt. In Abbildung 11 ist die zukünftige Abdeckung dargestellt, die größtenteils durch Sägenebenprodukte, Rinde, Schwarzlauge und Gülle erfolgt. Kleinere Mengen werden durch biogene Abfälle bereitgestellt.

<sup>1</sup>Hinweis: Für die Hochtemperaturwärme wurde der aktuelle Anteil aus 2022 von 28 % für Temperaturen über 400 °C gemäß NEA (2023) zugrunde gelegt. Für substituierbare Energieträger bis 1000 °C könnten jedoch auch andere kohlenstoffarme Alternativen in Frage kommen, z. B. industrielle Wärmepumpen oder andere strombasierte Prozesse.

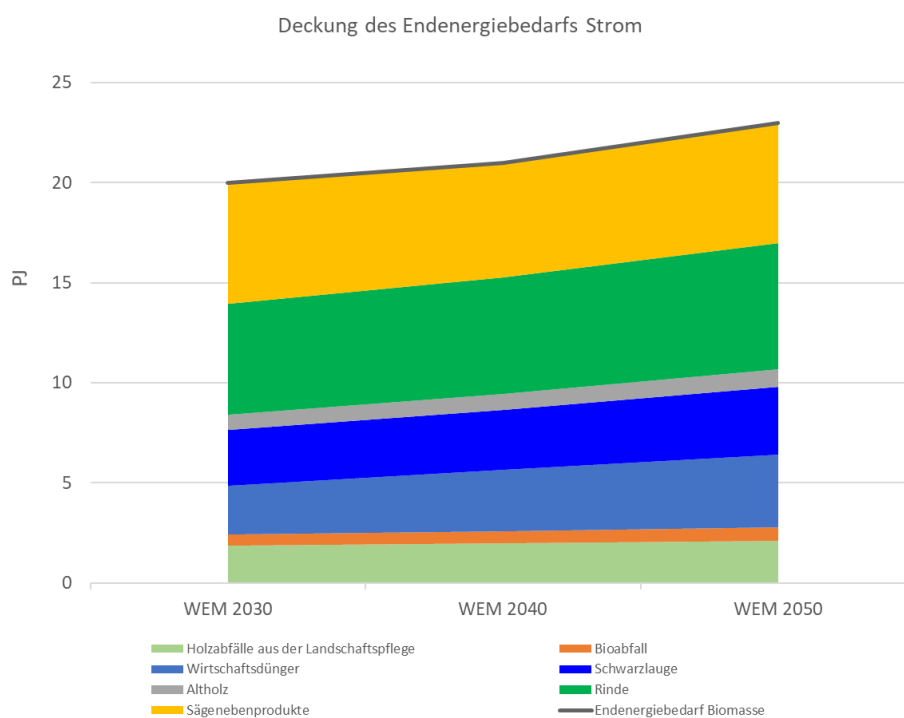


Abbildung 11: Prognostizierte Deckung der Strom-Endenergienachfrage bis 2050 (WEM = Emissionsszenario „with existing measures“)

## Fernwärme

Derzeit wird der Fernwärmesektor durch Waldhackgut, Rinde, Industrie-Altholz und Sägenebenprodukte abgedeckt. Die vorliegenden Analysen zeigen, dass er künftig über die nutzbare Wärme aus KWK-Anlagen zur Stromerzeugung sowie durch Sägenebenprodukte, Hackgut aus Kurzumtriebsholz und Waldhackgut gedeckt werden kann (Abbildung 12).

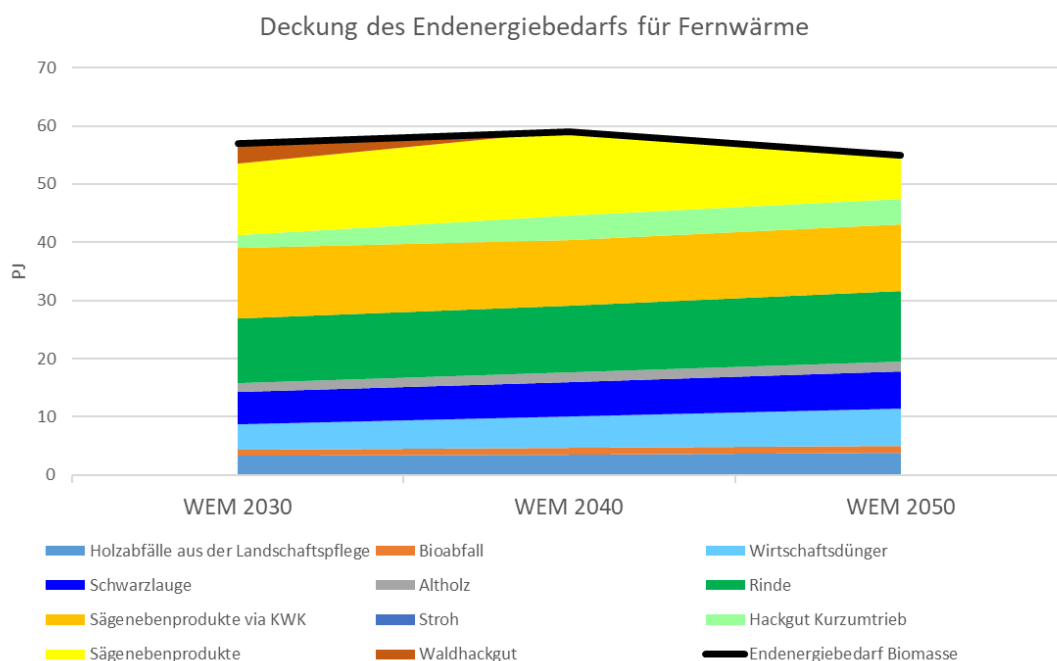


Abbildung 12: Prognostizierte Deckung der Endenergienachfrage im Fernwärmesektor bis 2050 (WEM = Emissionsszenario „with existing measures“)

## Heizungen in Wohngebäuden

Der Raumwärme im Gebäudesektor wird derzeit durch Briketts, Pellets, Holz-Hackgut sowie Stückholz bereitgestellt. Im Zeitraum 2030 bis 2050 kann dieser Sektor, der die Bereiche Haushalte, Dienstleistungen und Landwirtschaft umfasst, durch Stückholz<sup>2</sup>, regionale Brennholzimporte, Pellets und Waldhackgut gedeckt werden (Abbildung 13).

<sup>2</sup> Die Daten zum Stückholz berücksichtigen ein Szenario der zunehmenden **stofflichen Nutzung**, was den in der Abbildung 13 dargestellten Rückgang erklärt.

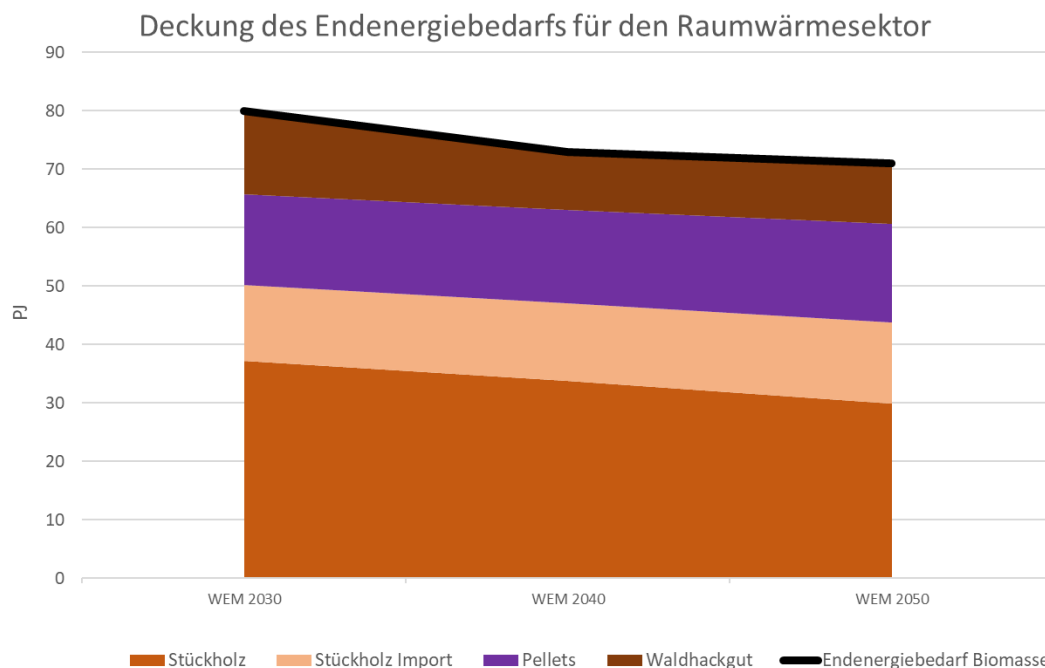


Abbildung 13: Prognostizierte Deckung der Endenergienachfrage im Bereich der Wohnraumheizungen im Gebäudesektor bis 2050 (WEM = Emissionsszenario „with existing measures“)

## Niedrigtemperaturwärme für die Industrie

Dies ist der erste Sektor, in dem die Analyse gezeigt hat, dass nicht genügend Biomasse verfügbar ist, um den prognostizierten Bedarf vollständig zu decken. Während im Jahr 2030 noch rund die Hälfte des Bedarfs unversorgt bleibt, nähert sich das Biomasseangebot bis 2050 dem Bedarf durch Mobilisierung von landwirtschaftlichen Reststoffpotentialen deutlich an.

Der Biomassebedarf in diesem Sektor kann in Zukunft hauptsächlich durch Stroh, Maisspindeln, Waldhackgut, Sägenebenprodukte sowie durch einen kleinen Anteil an Miscanthus gedeckt werden (Abbildung 14). Der verbleibende Bedarf könnte jedoch durch andere erneuerbare Energieträger wie Solarthermie oder Wärmepumpen abgedeckt werden.

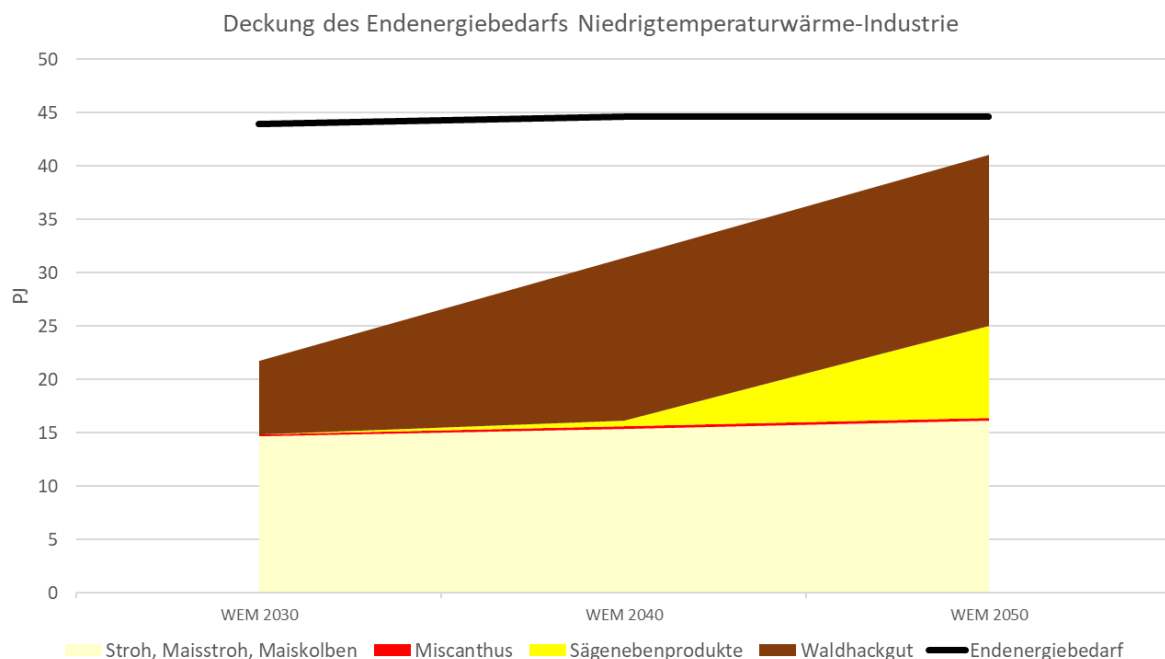


Abbildung 14: Prognostizierte Deckung der Endenergienachfrage im Bereich der Niedrigtemperaturwärme für die Industrie bis 2050 (WEM = Emissionsszenario „with existing measures“; der Anstieg der Sägenebenprodukte ab 2040 ergibt sich aus freiwerdenden Mengen aus dem Fernwärmesektor)

## Verkehr

Der Einsatz von Biomasse im Verkehr sinkt von rund 20 PJ im Jahr 2021 auf etwa 10 PJ im Jahr 2050. Hintergrund ist, dass die derzeit im Straßenverkehr verwendeten Biokraftstoffe der ersten Generation bis 2050 weitgehend auslaufen werden – vor allem aufgrund von EU-Vorgaben. Der verbleibende Bedarf muss daher überwiegend durch FT-Diesel/Kerosin gedeckt werden, ergänzt um kleinere Mengen anderer nachhaltiger Flugkraftstoffe (SAF) für den Luftverkehr.

Unsere Analyse zeigt jedoch, dass die in dieser Studie berücksichtigten nach der Versorgung der anderen Sektoren verbleibenden Biomasse-mengen nicht ausreichen, um den gesamten Bedarf zu decken. Im Rahmen dieser Untersuchung wird davon ausgegangen, dass im Zeitraum 2030 bis 2050 konstant etwa 7 PJ für die Herstellung von FT-Diesel bereitgestellt werden können.

Wie sich der Markt für SAF langfristig entwickeln wird, ist allerdings derzeit schwer vorherzusagen. Sollte Europa den Aufbau einer nennenswerten SAF-Produktion ernsthaft vorantreiben, wären internationale Kooperationen notwendig, um nachhaltige Lieferketten über Ländergrenzen hinweg zu etablieren.

## Gesamter Endenergiebedarf

Abbildung 15 zeigt die prognostizierte Endenergienachfrage der analysierten Sektoren sowie das gesamte Biomasseversorgungspotenzial bis 2050. In Österreich können etwa 3–4 % weniger Bioenergie als nachgefragt bereitgestellt

werden; der verbleibende Bedarf müsste durch Biomasseimporte oder andere erneuerbare Energieträger gedeckt werden.

Dabei gilt es zu beachten, dass sich dieses Projekt ausschließlich auf die mengenmäßig relevantesten Rohstoffsortimente konzentrierte. Die geschätzten Erntemengen basieren auf Nachhaltigkeitsprinzipien, um eine umweltgerechte Ressourcennutzung sicherzustellen. Bei der Holzbiomasse wurde angenommen, dass der relative Anteil von Importen im Verlauf der Analyse konstant bleibt. Für landwirtschaftliche Reststoffe wurden hingegen keine Importe berücksichtigt, um eine strikt inländische Versorgungsperspektive abzubilden. Zusätzlich wurde für Brennholz ein höherer Anteil für die stoffliche (nicht-energetische) Nutzung angesetzt, im Einklang mit der Kaskadennutzung. Diese methodischen Annahmen stellen einen bewusst konservativen Ansatz zur Abschätzung des verfügbaren Biomassepotenzials dar, während andere Studien den Potentialbegriff großzügiger bzw. umfassender auslegen (z.B. Strimitzer et al., 2025)

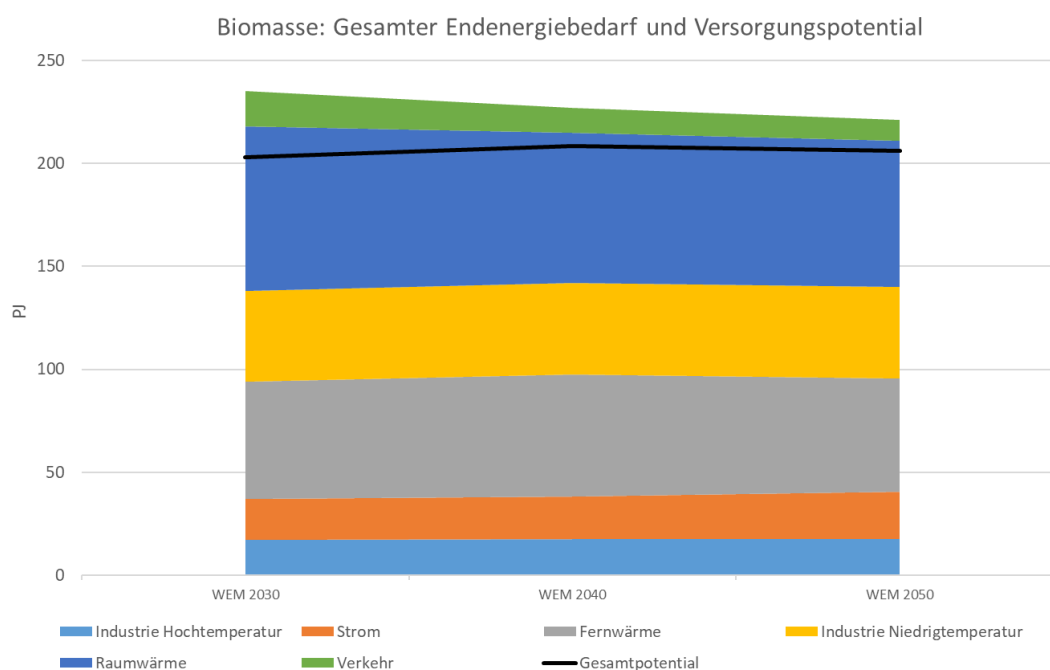


Abbildung 15: Prognostizierter Biomasse-Energiebedarf und verfügbares Versorgungspotenzial in den untersuchten Sektoren bis 2050. Das Biomasseversorgungspotential ergibt sich aus dem nachhaltigen, heimischen Aufkommen und umfasst nicht alle verfügbaren Reststoffe. (WEM = Emissionsszenario „with existing measures“)

## 5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit einer gezielten und flexiblen Biomassestrategie, die technologische Reife, politische Rahmenbedingungen und sektorenspezifische Defossilisierungsherausforderungen ausbalanciert. Eine koordinierte Vorgehensweise ist entscheidend, um sicherzustellen, dass Biomasseressourcen unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten effektiv zur Erreichung von Netto-Null-Emissionen beitragen.

Biomasse und Wälder spielen eine Schlüsselrolle in Österreichs Energiewende und Klimapolitik. Wälder binden Kohlenstoff, liefern den Rohstoff Holz und erfüllen vielfältige ökologische und wirtschaftliche Funktionen. Gleichzeitig erfordert der Klimawandel eine rasche Anpassung der Forst- und Landnutzung, um die Senkenleistung zu sichern und vorhandene Potenziale zu erschließen. Biomasse – ob aus Wald, Landwirtschaft oder Reststoffen – kann wesentlich zur Defossilierung beitragen, muss jedoch nachhaltig, effizient und im Sinne des Kaskadenprinzips eingesetzt werden.

### Österreichische Wälder und Kohlenstoffmanagement

- Österreichs Wälder und die damit verbundene Holzverarbeitende Industrie sind ein zentraler Bestandteil des Kohlenstoffkreislaufs. Sie tragen zum Klimaschutz bei, indem sie CO<sub>2</sub> in Biomasse, Böden und Holzprodukten binden.
- Die Waldbewirtschaftung verfolgt vielfältige Ziele: Sie versorgt die Bioökonomie mit dem nachwachsenden Rohstoff Holz, schützt vor Naturgefahren, filtert Luft und Wasser und prägt das Landschaftsbild. Diese Multifunktionalität der klimaintelligenten Forstwirtschaft geht mit einer hohen Kohlenstoffspeicherung einher.
- Klimawandelbedingte Schäden durch Stürme, Brände, Trockenheit und Borkenkäfer nehmen zu. Dadurch sinkt die CO<sub>2</sub>-Senkenfunktion der Wälder, teilweise werden sie sogar zu Netto-Emittenten.
- Eine rasche Anpassung der Forstwirtschaft ist notwendig, um Kohlenstoffverluste zu minimieren und die Senkenleistung zu erhalten oder zu verbessern. Dazu gehören die Auswahl klimaresilienter Baumarten, optimierte Nutzungskonzepte sowie eine Ausweitung der Waldfläche.
- Angesichts des derzeitigen Klimawandels ist die Zukunftsfähigkeit der Wälder ungewiss; ihre Rolle als Kohlenstoffsенke nimmt ab.

### Nutzung von Biomasse – Kaskadenprinzipien

- Holz soll bevorzugt für langlebige Produkte (z. B. Bauwesen, Konstruktion) verwendet werden, da es Kohlenstoff über Jahrzehnte speichert.
- Eine Verlagerung von energetischer zu stofflicher Nutzung senkt Emissionen jedoch nicht automatisch. Wird weniger Biomasse energetisch

genutzt, könnte die Abhängigkeit von fossilen Energien steigen – sofern erneuerbare Alternativen nicht rasch ausgebaut werden.

- Nachhaltig erzeugte Biomasse (Restholz, Sägenebenprodukte, Pellets, Brennholz etc.) bleibt mittelfristig ein unverzichtbarer Bestandteil der österreichischen Energiewende.
- Langlebige Holzprodukte ersetzen emissionsintensive Materialien und können am Ende ihres Lebenszyklus energetisch genutzt werden – dies entspricht dem Prinzip der Kaskadennutzung.
- **Empfehlungen:**
  - Österreichs Wettbewerbsfähigkeit in der Holzverarbeitenden Industrie sichern und gleichzeitig nachhaltige Forstwirtschaft gewährleisten.
  - Notfallpläne und Logistikinfrastuktur für Kalamitätsholz entwickeln (inkl. kostengünstiger Nasslagerung und dezentraler Verarbeitungszentren).

### **Unerschlossenes Potenzial: Landwirtschaftliche Biomasse und Reststoffe**

- Täglich werden in Österreich über 10 Hektar – überwiegend landwirtschaftliche Flächen – für Industrie, Wohnbau oder Infrastruktur beansprucht. Dies erschwert die Ausweitung der Biomasseproduktion und unterstreicht die Bedeutung von Rest- und Abfallströmen. Zusätzlich wird landwirtschaftliche Fläche voraussichtlich künftig verstärkt für Photovoltaik genutzt.
- Reststoffe wie Stroh, Gülle oder Klärschlamm sind vielversprechende biogene Ressourcen, deren Mobilisierung jedoch herausfordernd bleibt.
- Landwirtschaftliche Biomasse, Reststoffe und biogene Abfälle könnten bis 2050 rund 40 PJ liefern (siehe auch Abbildung 11 und Abbildung 12)– etwa 3 % des heutigen Energiebedarfs.
- **Empfehlungen:**
  - Landwirtschaftliche Flächen besser schützen, Bodenversiegelung begrenzen und Doppelnutzungsmodelle (Agri-PV) fördern.
  - Rechtliche Rahmenbedingungen schaffen, um Abfall in nutzbare Biomasse zu überführen („End-of-Waste“-Ansätze).
  - Stillgelegte Industrie- und Gewerbeflächen reaktivieren und Brachgrasflächen nutzen.
  - Dezentrale Biomasse-Hubs etablieren, um Reststoffe zu sammeln, vorzubehandeln und zu lagern.
  - Forschung und Entwicklung effizienter Technologien (z. B. Pyrolyse, thermische Vergasung) gezielt unterstützen.

- Bewusstseinsbildung: Landwirte und ländliche Akteure über ökonomische und ökologische Vorteile von Reststoff-Bioenergie informieren (Schulungen, Pilotprojekte).

## Bioenergie

- Biomasse ist aktuell eine kostengünstige und gut verfügbare Energiequelle, insbesondere im Bereich der Raumwärme und Nah-/Fernwärme. Diese Anwendungen sollten kurzfristig weiter gefördert werden, da sie technisch ausgereift und leistbar sind. Insbesondere Pelletsfeuerungen sind sehr gut geeignet, um den Bestand von (alten) Ölkessel zu substituieren.
- Mit dem Übergang zu einer klimaneutralen Wirtschaft muss sich die Rolle der Biomasse verändern: Sie ist begrenzt und sollte dort eingesetzt werden, wo es keine praktikablen Alternativen gibt.
- Biomasse liefert deutliche Treibhausgaseinsparungspotential gegenüber fossilen Energieträgern. Das volle Klimaschutzpotenzial hängt jedoch von der Rohstoffwahl, der Systemgestaltung und der Nutzung von Koppelprodukten (insbesondere Wärme) ab.
- Biomassebasierte Fernwärme (0,013–0,030 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh) weist eine deutlich geringere Klimawirkung auf als der österreichische Durchschnitt (0,180 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh).
- Synthetisches Erdgas (BioSNG, 0,04–0,08 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh) und Biomethan bieten erhebliche Einsparungen gegenüber fossilem Erdgas (0,24 kg CO<sub>2</sub>-Äq./kWh).
- **Empfehlungen:**
  - Unterstützung für Biomasseheizungen in Haushalten und kleinen Wärmenetzen, besonders im ländlichen Raum, aufrechterhalten.
  - Planungssicherheit für bestehende Infrastrukturen gewährleisten.
  - Biomasse schrittweise in Hochtemperaturprozessen (Stahl, Zement)<sup>3</sup> einsetzen, wo Elektrifizierung nicht möglich ist.
  - Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) als verlässliche, steuerbare Ressource anerkennen – insbesondere für Wintermonate und die Netzstabilität.
  - Biomasse-Stromproduktion (ohne Wärmenutzung) nur in Ausnahmesituationen (Notfall, Extremwetter) fördern.
  - Integrierte Systeme unterstützen, die Strom- und Wärmeerzeugung kombinieren und so die Effizienz maximieren.

---

<sup>3</sup> Am Pfad der Defossilisierung der Eisen- und Stahlindustrie kann Biomasse einen wertvollen Beitrag leisten.

- Politische und marktbasierte Instrumente (z. B. grüne Zertifikate, flexible Tarife) einsetzen, um Biomasse dort zu lenken, wo sie den größten Nutzen bringt.
- Infrastruktur für BioSNG und Biomethan als strategische Bausteine der Gas-Defossilisierung ausbauen.
- Prozessoptimierungen (z. B. verbesserte Gasreinigung) fördern, um Effizienz zu steigern und die Klimabilanz zu verbessern.
- Treibhausgasbasierte Anreize für erneuerbare Gase einführen (z. B. Contracts for Difference, Steuervergünstigungen).
- Biokohle als dezentrale Möglichkeit zur dauerhaften CO<sub>2</sub> Einspeicherung fördern (sowohl die technologische Entwicklung als auch den rechtlichen Rahmen).

### **Nationale Biomasse-Roadmap 2050**

Eine klare, adaptive Roadmap für die nachhaltige Biomassenutzung bis 2050 ist erforderlich. Sie sollte mit den langfristigen Klima- und Biodiversitätszielen Österreichs abgestimmt sein und enthalten:

- messbare Meilensteine,
- sektorspezifische Ziele,
- Risikopuffer für Versorgungsschocks,
- sowie eine nationale Biomassestrategie für Importe/Exporte mit klaren Nachhaltigkeitskriterien und Prioritäten für verschiedene Sektoren.

## C) Projektdetails

### 6 Methodik

Ziel des Forschungsprojekts ist die wissenschaftlich fundierte Bewertung der langfristigen Potenziale der Bioenergienutzung in Österreich unter besonderer Berücksichtigung von Kohlenstoffbilanzen, ökonomischen Rahmenbedingungen und technologischer Entwicklung. Um die hohe Komplexität und Systemdynamik dieses Themas adäquat abzubilden, wurde ein interdisziplinärer, modellbasierter Forschungsansatz gewählt, der qualitative und quantitative Methoden integriert.

Die zentrale methodische Grundlage bildet die Entwicklung eines dynamischen Simulationsmodells mit einer zeitlichen Auflösung auf Jahresbasis bis 2050. Dieses Modell erlaubt es, unterschiedliche Szenarien hinsichtlich Ressourcennutzung, Technologieeffizienzen und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen abzubilden und ihre Auswirkungen auf den Energieoutput und Versorgungsstruktur systematisch zu analysieren.

Die Analyse der **nachhaltig verfügbaren Biomasse** **bis 2050** erfolgt primär auf Grundlage aktueller statistischer Datenquellen sowie bestehender Studien zur Bioenergie in Österreich. Insbesondere für den Bereich Holzbiomasse wurden die Care4Paris-Szenarien herangezogen, welche umfassende Annahmen zu zukünftiger Waldnutzung, Ressourcenzusammensetzung und verfügbarer Energiemenge enthalten. Ergänzt wurden diese durch Hochrechnungen auf Basis historischer Entwicklungen, technologischer Trends und Einschätzungen von Expert:innen aus Wissenschaft und Praxis. Die Auswahl der relevantesten Rohstoffe erfolgte im Rahmen mehrerer Stakeholder-Workshops, in denen zentrale Akteur:innen (z. B. Forstwirtschaft, Energiewirtschaft, Politik, NGOs) qualitative Rückmeldungen zu den vorgestellten Potenzialabschätzungen gegeben haben. Basierend auf dieser Rückkopplung wurden die energetisch und mengenmäßig bedeutendsten Rohstoffe priorisiert und in die Modellierung übernommen. Basierend auf diesen Ergebnissen wurden die Bioenergie-Ketten ausgewählt, die im weiteren Prozessverlauf näher untersucht wurden.

Tabelle 1: Ausgewählte Bioenergiepfade

|                                    | Raumwärme | Fernwärme | Prozesswärme<br>(aus Produktgas) | Strom | Strom +<br>Wärme | BioSNG | BioSNG -<br>Strom | BioSNG -<br>Strom +<br>Wärme | BioSNG - HT-<br>Prozesswärme | Fischer-<br>Tropsch<br>Produkt | FT<br>Mitteldestillat | Biogas<br>Strom | Biogas<br>Methan | Biomethan<br>- Strom | Biomethan -<br>Strom +<br>Wärme |
|------------------------------------|-----------|-----------|----------------------------------|-------|------------------|--------|-------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------------|------------------|----------------------|---------------------------------|
| Brennholz                          | x         |           |                                  |       |                  |        |                   |                              |                              |                                |                       |                 |                  |                      |                                 |
| Waldhackgut                        | x         | x         | x                                | x     | x                | x      | x                 | x                            | x                            | x                              | x                     |                 |                  |                      |                                 |
| Sägenebenprodukte                  |           | x         | x                                | x     | x                | x      | x                 | x                            | x                            |                                |                       |                 |                  |                      |                                 |
| Rinde                              |           | x         | x                                | x     | x                | x      | x                 | x                            | x                            | x                              | x                     |                 |                  |                      |                                 |
| Pellets                            | x         | x         |                                  | x     | x                |        |                   |                              |                              |                                |                       |                 |                  |                      |                                 |
| Kurzumtriebsholz                   |           | x         | x                                | x     | x                | x      | x                 | x                            | x                            |                                |                       |                 |                  |                      |                                 |
| Energiegräser                      |           |           | x                                | x     | x                |        |                   |                              |                              |                                |                       |                 |                  |                      |                                 |
| Wirtschaftsdünger                  |           |           |                                  |       |                  |        |                   |                              |                              |                                |                       | x               | x                | x                    | x                               |
| Bioabfälle                         |           |           |                                  |       |                  |        |                   |                              |                              |                                |                       | x               | x                | x                    | x                               |
| Klärschlamm                        |           |           |                                  |       |                  | x      | x                 | x                            | x                            |                                |                       |                 |                  |                      |                                 |
| Abfälle aus der<br>Papierindustrie |           |           |                                  |       |                  | x      | x                 | x                            | x                            | x                              | x                     |                 |                  |                      |                                 |
| Schwarzlauge                       |           | x         |                                  | x     | x                | x      | x                 | x                            | x                            |                                |                       |                 |                  |                      |                                 |
| Altholz                            |           | x         | x                                | x     | x                | x      | x                 | x                            | x                            | x                              | x                     |                 |                  |                      |                                 |

Die **Kohlenstoff - Festlegung in österreichischen Wäldern** wurde in einem basierend auf aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen entwickelten Forest Management Fact Sheets berücksichtigt. Das Fact-Sheet soll aufzeigen, was der österreichische Wald zur Bindung von Kohlenstoff beitragen kann und gleichzeitig Denkanstöße für die Waldbewirtschaftung und den Umgang mit der Ressource Holz geben. Das Fact Sheet zur Kohlenstofffestlegung im österreichischen Wald wird im Rahmen des Forschungsansatzes eingesetzt, um eine sachlich fundierte, kompakte und anwendungsorientierte Datengrundlage zur Kohlenstoffdynamik in heimischen Wäldern bereitzustellen.

Zur Bewertung der Umweltauswirkungen wurde ein **Life-Cycle-Assessment**-Ansatz gewählt. Dabei wurden die Treibhausgasemissionen und der kumulierte Energiebedarf der ausgewählten Bioenergiepfade berechnet. Alle relevanten Prozessschritte – von der Rohstoffgewinnung über Transport, Umwandlung und Nutzung – wurden einbezogen. Die LCA (Life Cycle Assessment) wurde gewählt, weil sie als international anerkannter, wissenschaftlich fundierter Standard die umfassendste Methode zur Bewertung der Umweltauswirkungen von Produkten, Prozessen oder Energiesystemen darstellt. Die LCA ermöglicht eine einheitliche Vergleichsbasis durch die Definition einer funktionellen Einheit (z. B. g CO<sub>2</sub>eq pro kWh Energieoutput). Dadurch können verschiedene Technologien verglichen und hinsichtlich ihrer Klimawirkung bewertet werden.

Im **ökonomischen Teil der Analyse** werden folgende Kostenkategorien modelliert:

- Rohstoffkosten: Abhängig von Art, Herkunft und Aufbereitung der Biomasse
- Investitionskosten: Technologieabhängige CAPEX für Umwandlungsanlagen
- Betriebs- und Wartungskosten (O&M): Laufende Kosten pro Technologiepfad
- CO<sub>2</sub>-Kosten: Eingepreiste Emissionen auf Basis aktueller und projektionierter CO<sub>2</sub>-Preise im EU-ETS-System

Diese Parameter werden für jeden Technologiestrang quantifiziert und in Szenarienvarianten integriert. Die ökonomische Analyse ist ein unverzichtbarer Bestandteil des Forschungsansatzes, da sie zentrale Fragen der Machbarkeit, Wettbewerbsfähigkeit und politischen Steuerbarkeit der Nutzung holzbasierter Bioenergie adressiert. Sie ergänzt die technische und ökologische Bewertung um eine wirtschaftliche Perspektive und ermöglicht eine realistische Einschätzung, unter welchen Bedingungen Bioenergie Systeme tatsächlich tragfähig und wirksam umgesetzt werden können.

Die **Szenarien** beruhen auf einer dynamischen Modellierung mit jährlicher Auflösung bis 2050. Modelliert werden unter anderem:

- Verfügbarkeit und Nutzung von Biomasse
- Preisentwicklung (fossiler) Energieträger
- Technologisches Lernen (Kosten- und Effizienzsteigerung)
- CO<sub>2</sub>-Kosten
- Nachfrageentwicklung nach Bioenergie in unterschiedlichen Sektoren

Die Integration von Technologischem Lernen erlaubt es, zukünftige Entwicklungen realistischer abzubilden – sowohl hinsichtlich sinkender Investitionskosten als auch steigender Konversionseffizienz.

Der gewählte methodische Ansatz kombiniert robuste quantitative Modellierung mit qualitativem Stakeholder-Input, fundierter Ökobilanzierung und ökonomischer Bewertung. Durch die szenariobasierte Herangehensweise können Unsicherheiten adressiert und unterschiedliche Zukunftspfade transparent dargestellt werden. Damit bietet der Forschungsansatz eine tragfähige Grundlage für wissenschaftlich fundierte, praxisrelevante Aussagen zur Rolle von Bioenergie im zukünftigen Energiesystem Österreichs.

## 7 Arbeits- und Zeitplan

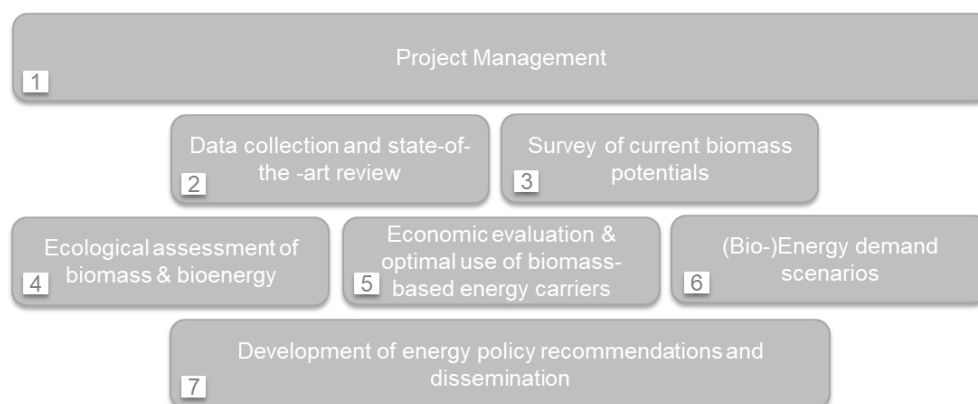


Abbildung 16: BIOSTRAT Arbeitspakete

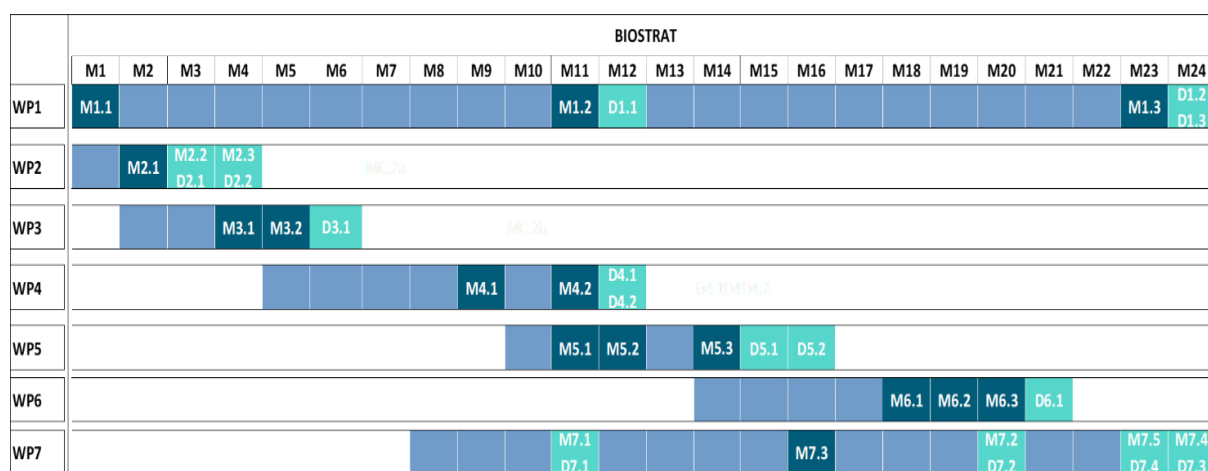


Abbildung 17: BIOSTRAT Zeitplan

## 8 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

| Jahr | Art der Disseminierung | Veranstaltung / Journal                                         | Titel / Fokus                                                  | Autoren/ Vortragende | Ort / Link                                                            | Status         |
|------|------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2023 | Online-Beitrag         | Webseiten der Projektpartner, BEST Newsletter                   | Project start presentation                                     | Christa Dißbauer     | <a href="#">Link1</a> , <a href="#">Link2</a> , <a href="#">Link3</a> | Veröffentlicht |
| 2023 | Newsletter             | BEST Newsletter                                                 | Project progress                                               | Christa Dißbauer     | —                                                                     | Veröffentlicht |
| 2023 | Fact Sheets            | BEST Website, BEST Newsletter, LinkedIn                         | Forest Management Fact Sheets                                  | BFW & BEST           | <a href="#">Link</a>                                                  | Veröffentlicht |
| 2023 | Vortrag                | proPellets Austria Verbandstagung (16.11.2023)                  | BIOSTRAT project presentation                                  | Christoph Strasser   | Wien                                                                  | Abgehalten     |
| 2023 | Vortrag                | Closed Cycles and the Circular Society 2023 (01.–05.10.2023)    | <i>Carbon neutrality of energy produced from woody biomass</i> | Robert Jandl         | International Ecological Engineering Society                          | Abgehalten     |
| 2024 | Vortrag                | EnInnov2024 – 18th Symposium Energieinnovation (14.–16.02.2024) | First project results                                          | Christoph Strasser   | Graz                                                                  | Abgehalten     |
| 2024 | Vortrag & Poster       | 24. Österreichischer Klimatag (02.–04.04.2024)                  | Interim project status                                         | Christa Dißbauer     | Wien                                                                  | Abgehalten     |

|      |                              |                                                                  |                                                                                                                        |                                                                                                              |                                                                                                |                |
|------|------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 2024 | Vortrag                      | 32nd European Biomass Conference and Exhibition (24.–27.06.2024) | Biomass availability and global warming potential                                                                      |                                                                                                              | Marseille                                                                                      | Abgehalten     |
| 2024 | Artikel                      | <i>Ecological Engineering</i>                                    | <i>Carbon dioxide neutrality of sustainably managed forests of Austria</i>                                             | Robert Jandl, Herbert Hager, Florian Kraxner, Thomas Ledermann, Peter Weiss                                  | <a href="https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2024.107417">DOI: 10.1016/j.ecoleng.2024.107417</a> | Veröffentlicht |
| 2025 | Vortrag                      | IEWT 2025 (26.–28.02.2025)                                       | <i>Economic prospects for the use of biomass-based energy in Austria with different CO<sub>2</sub> price scenarios</i> | —                                                                                                            | TU Wien, Wien                                                                                  | Abgehalten     |
| 2025 | Poster & Proceedings-Beitrag | 33rd European Biomass Conference and Exhibition (09.–12.06.2025) | Life Cycle Assessment results                                                                                          | —                                                                                                            | Valencia                                                                                       | Abgehalten     |
| 2025 | Abstract                     | 20th SDEWES Conference (05.–10.10.2025)                          | <i>The costs of bioenergy use from forests in Austria – Scenarios up to 2050</i>                                       | —                                                                                                            | Dubrovnik                                                                                      | Akzeptiert     |
| 2026 | Abstract                     | 8th Central European Biomass Conference (21.–23.01.2026)         | <i>Strategies for the optimal bioenergy use in Austria up to 2050 based on LCA</i>                                     | —                                                                                                            | Graz                                                                                           | Akzeptiert     |
| 2026 | Artikel                      | Biomass & Bioenergy                                              | GHG reduction potential of biomass gasification pathways: An Austrian life cycle emission analysis                     | Doris Matschegg, Marilene Fuhrmann, Christoph Strasser, Philipp Krobath, Elisabeth Wetterlund, Tobias Stern, | —                                                                                              | Eingereicht    |

|  |  |  |  |                     |  |  |
|--|--|--|--|---------------------|--|--|
|  |  |  |  | Christa<br>Dißbauer |  |  |
|--|--|--|--|---------------------|--|--|

## 9 Referenzen

Dißbauer, C.; Rehling, B.; Strasser, C. (2019): Machbarkeitsuntersuchung Methan aus Biomasse. Wieselburg, BIOENERGY2020+.

Einarsson, R. et al. (2025): Estimating the EU biogas potential from manure and crop residues – a spatial analysis. Report No. 2015:07, f3 The Swedish Knowledge Centre for Renewable Transportation Fuels, Sweden. Available at [www.f3centre.se](http://www.f3centre.se)

Statistik Austria, Nutzenergieanalyse (NEA) 2022 (Wien 2023)

Strimitzer, L.; Wlcek, B.; Bergamo, A.; Nemestothy, K. (2023a): Holzströme in Österreich. Online verfügbar: [https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:e2efadef-ab3b-4b7c-8b28-60b058f22b35/Holzstr%C3%B6me\\_%C3%96sterreich\\_2021\\_2023%2018%2008.pdf](https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:e2efadef-ab3b-4b7c-8b28-60b058f22b35/Holzstr%C3%B6me_%C3%96sterreich_2021_2023%2018%2008.pdf) (20.11.2023)

Strimitzer, L.; Wlcek, B.; Bergamo, A.; Nemestothy, K. (2023b): Holzströme in Österreich. Online verfügbar: [https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:41cd999f-6cc9-406c-ae3a-75d1e69d1d20/Holzstr%C3%B6me\\_%C3%96sterreich\\_Energetische\\_Verwendung\\_2021\\_2023%2018%2008.pdf](https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:41cd999f-6cc9-406c-ae3a-75d1e69d1d20/Holzstr%C3%B6me_%C3%96sterreich_Energetische_Verwendung_2021_2023%2018%2008.pdf) (20.11.2023)

Strimitzer, L.; Wlcek, B.; Hauser, J.; Bergamo, A.; Steininger, A.C.; Jaros, B. (2025): Biomassestrategie 2025 – 2040 - Strategie zur optimalen Nutzung von Biomasse in Österreich, Österreichische Energieagentur, Wien.

Umweltbundesamt (2023a): Berechnung von Treibhausgas (THG)-Emissionen verschiedener Energieträger.

<https://secure.umweltbundesamt.at/co2mon/co2mon.html> (2024/08/26)

UBA - Umweltbundesamt (2023b): Energie- und Treibhausgas-Szenarien.

Weiss, P., Braun, M., Fritz, D., Gschwantner, T., Hesser, F., Jandl, R., Kindermann, G., Koller, T., Ledermann, T., Ludvig, A., Pölz, W., Schadauer, K., Schmid, B.F., Schmid, C., Schwarzbauer, P., Weiss, G., 2020. Adaptation for carbon efficient forests and the entire wood value chain (including a policy decision 12173 support tool) - Evaluating pathways supporting the Paris Agreement. Endbericht zum Projekt 12174 CareforParis. Vienna, Austria.

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte sowie die barrierefreie Gestaltung der Projektbeschreibung, übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.

Die Fördernehmerin/der Fördernehmer erklärt mit Übermittlung der Projektbeschreibung ausdrücklich über die Rechte am bereitgestellten Bildmaterial frei zu verfügen und dem Klima- und Energiefonds das unentgeltliche, nicht exklusive, zeitlich und örtlich unbeschränkte sowie unwiderrufliche Recht einräumen zu können, das Bildmaterial auf jede bekannte und zukünftig bekanntwerdende Verwertungsart zu nutzen. Für den Fall einer Inanspruchnahme des Klima- und Energiefonds durch Dritte, die die Rechteinhaberschaft am Bildmaterial behaupten, verpflichtet sich die Fördernehmerin/der Fördernehmer den Klima- und Energiefonds vollumfänglich schad- und klaglos zu halten.