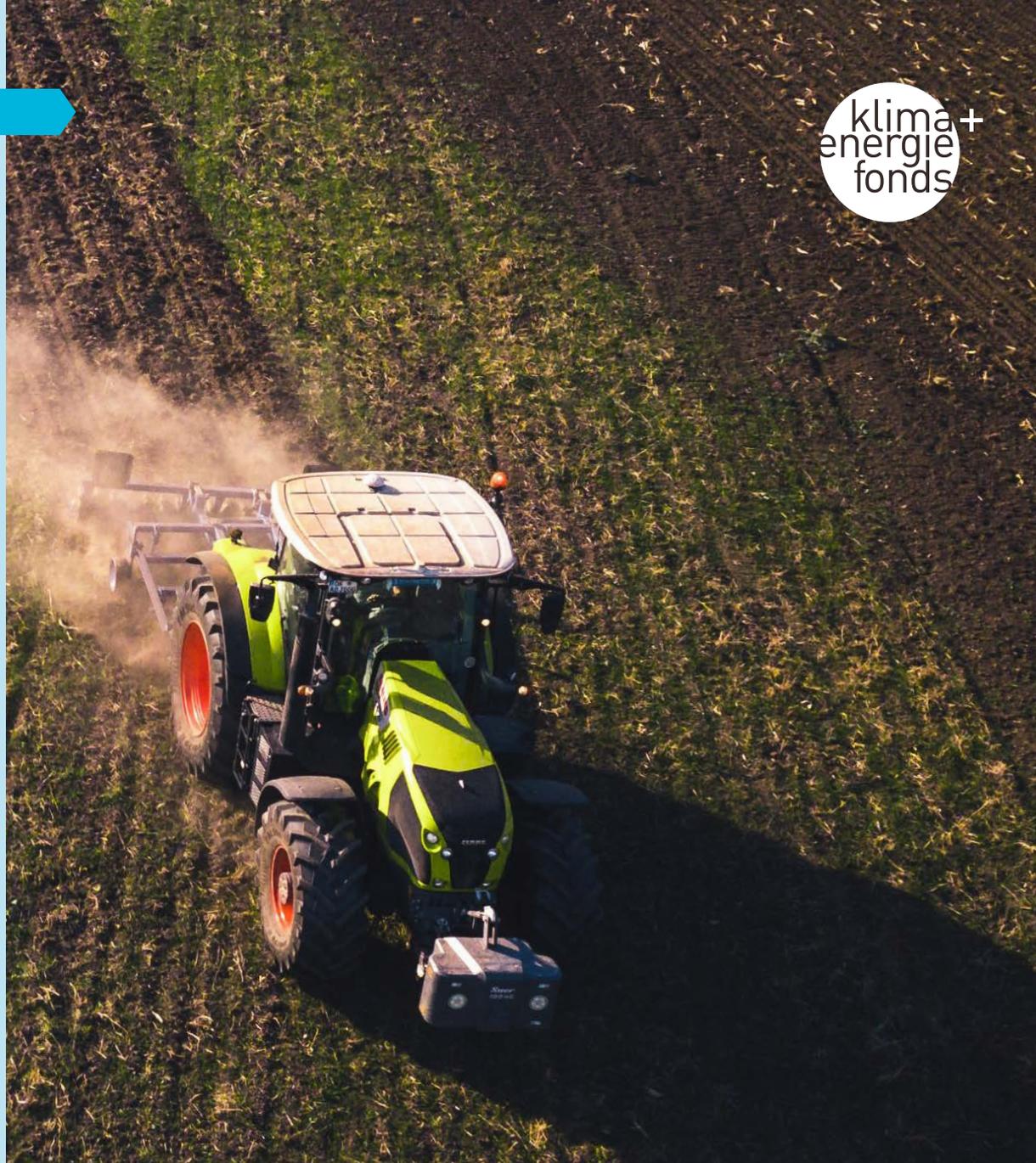


AKTIONSPLAN

STUDIEN



Nahrungs- & Genussmittel, Tabak

Transform.Industry – Transformationspfade und
FTI Fahrplan für eine klimaneutrale Industrie 2040

Wien, Jänner 2024

Erstellt im Auftrag des Klima- und Energiefonds

transform.industry

Aktionsplan Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak

Ausschreibung	Energieforschung 2020
Projektstart	01.10.2021
Projektende	31.07.2023
Auftragnehmer (Institution)	AIT Austrian Institute of Technology GmbH (Koordinator) Österreichische Energieagentur, Montanuniversität Leoben und Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz
Ansprechpartner	Christian Schützenhofer (Projektkoordinator, AIT)
E-Mail	christian.schuetzenhofer@ait.ac.at

Einleitung und Hintergrund	03
1.0 Status Quo	04
1.1 Allgemeine Brancheninformation	04
2.0 Transformationspfade	08
2.1 Zusammenfassung der branchenspezifischen Szenarien-Ergebnisse für die eingesetzten Energieträger	08
2.2 Investitionsbedarfe und potenzielle Stranded Assets	15
2.3 Branchenspezifische Schlüsseltechnologien	16
2.4 Handlungsempfehlungen	28
Literaturverzeichnis	30
Kontaktdaten	30

Einleitung und Hintergrund

Innerhalb der kommenden zwei Jahrzehnte wird Österreich zu einem klimaneutralen Land umgebaut. Die Transformation ist eine gewaltige Herausforderung, besonders in der Industrie. Damit der Umbau erfolgreich wird, braucht es große Mengen erneuerbarer Energie, Investitionen in Produktionsprozesse, die zum Teil noch neu entwickelt werden müssen, sowie einen Innovationsvorsprung im internationalen Wettbewerb.

Das Projekt *transform.industry* liefert Antworten auf die Frage, wie diese Transformation der Industrie in Österreich gelingen kann.

transform.industry ist ein Forschungsprojekt, das den produzierenden Sektor beim Weg in die Klimaneutralität unterstützt. Das Projektteam rund um AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Österreichische Energieagentur, Montanuniversität Leoben und Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz zeigt auf, wie sich Klimaschutz, Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit in unterschiedlichen Bereichen der österreichischen Industrie miteinander vereinbaren lassen.

Eine Bestandsaufnahme in 13 Branchen und die Identifikation von Schlüsseltechnologien, mit denen Treibhausgasemissionen verhindert oder entfernt werden können, bilden das Fundament des Projekts. Anhand von Transformationsszenarien werden der Investitions- und Energiebedarf sowie volkswirtschaftliche und ökologische Effekte abgeschätzt. Auf dieser Basis entwickeln die ExpertInnen gemeinsam mit VertreterInnen der industriellen Praxis einen strategischen Forschungs-, Technologie- und Innovationsfahrplan. Weiters sprechen sie Handlungsempfehlungen aus, welche Rahmenbedingungen geschaffen werden müssen, um innovative Schlüsseltechnologien „Made in Austria“ entwickeln und zur Marktreife bringen und damit die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie weiter ausbauen können.

Die F&E-Dienstleistung ist im Auftrag des Klima- und Energiefonds entstanden und mit Mitteln des Energieforschungsprogramms 2020 finanziert.

1.0 Status Quo

Im ersten Teil dieses Aktionsplans wird ein Überblick über historische Entwicklungen in der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak hinsichtlich Produktionswertes, Wertschöpfung, Unternehmen und Erwerbstätige, Energieeinsatz und Emissionen gegeben.

1.1 Allgemeine Brancheninformation

Die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak weist einen kontinuierlich steigenden Trend des Produktionswertes seit 2005 (Abbildung 1) auf, während die Bruttowertschöpfung deutlich schwächer zunahm. Wie der Produktionswert nahm auch der Produktionsindex entsprechend zu, speziell zwischen 2016 und 2019 kam es hier zu einem besonders starken Anstieg.

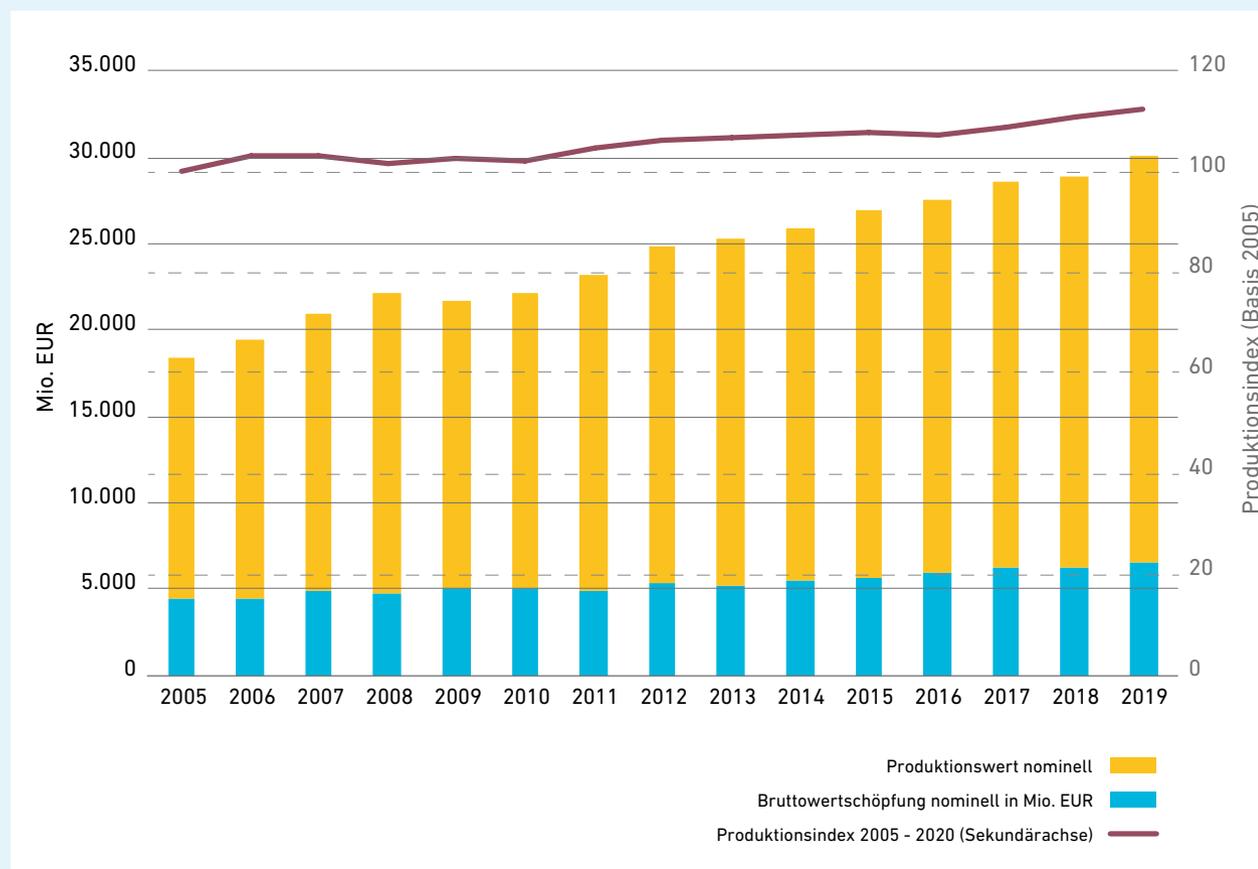


Abbildung 1
Wirtschaftliche Entwicklungen Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak,
Quelle: (Statistik Austria, Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, 2020)

Seit 2008 gab es einen stetigen Zuwachs an Erwerbstätigen in dieser Branche (Abbildung 2). Die Unternehmenszahl nahm im Zeitraum 2008–2012 kontinuierlich ab, danach folgte ein Zuwachs bis 2019.

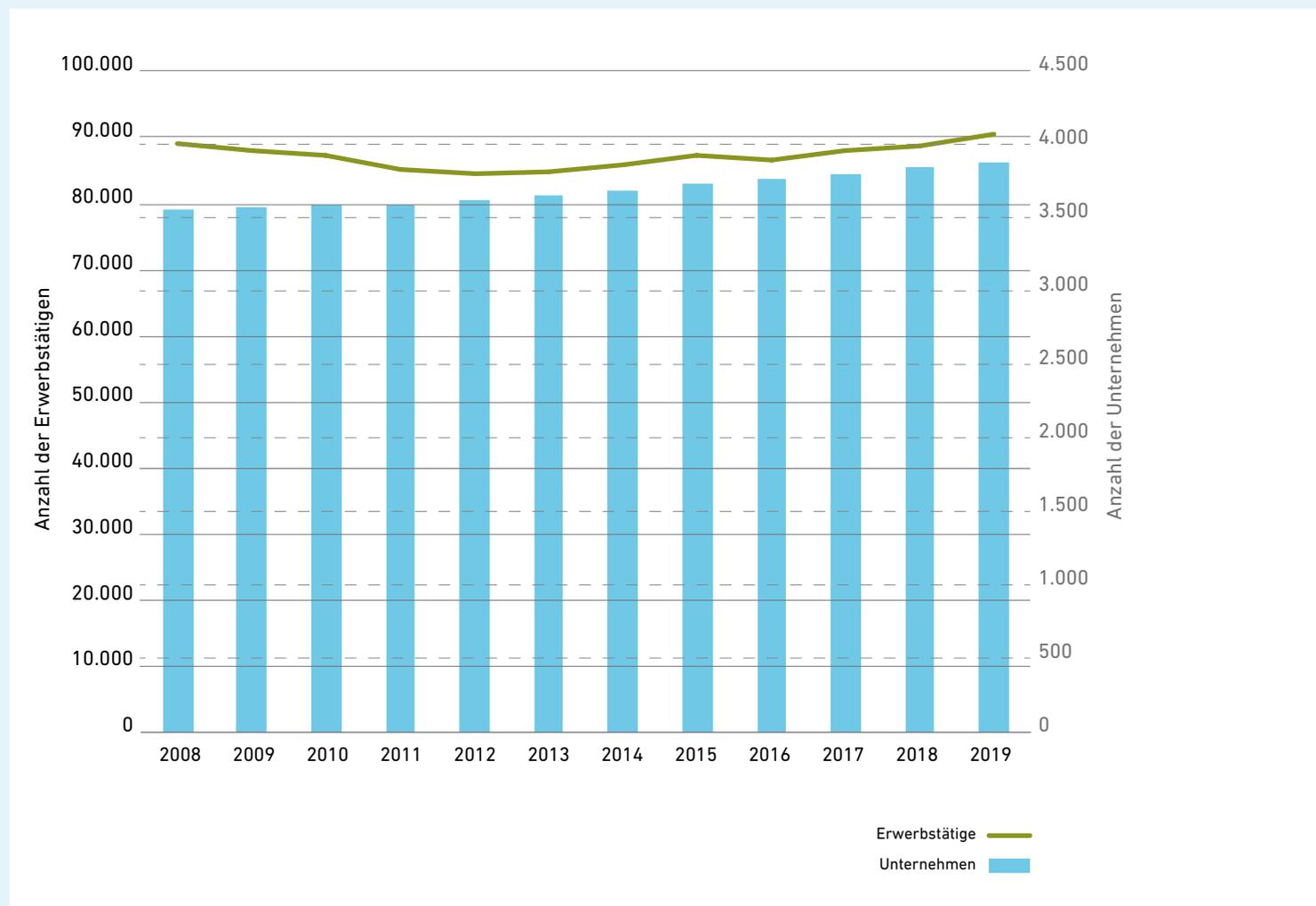


Abbildung 2
Entwicklungen Erwerbstätige & Unternehmen Branche
Nahrungs- und Genussmittel, Tabak, Quelle: (Statistik Austria,
Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, 2020)

Der Energieeinsatz in dieser Branche zeigte eine leichte Abnahme seit 2010 (Abbildung 3). Diese Abnahme ist vor allem durch die Reduktion von Öl im Energieeinsatz seit 2010 getrieben, die anderen Energieträgeranteile

blieben seither weitgehend stabil. Es wird weiters ersichtlich, dass die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak einen hohen Anteil an Erdgaseinsatz aufweist.

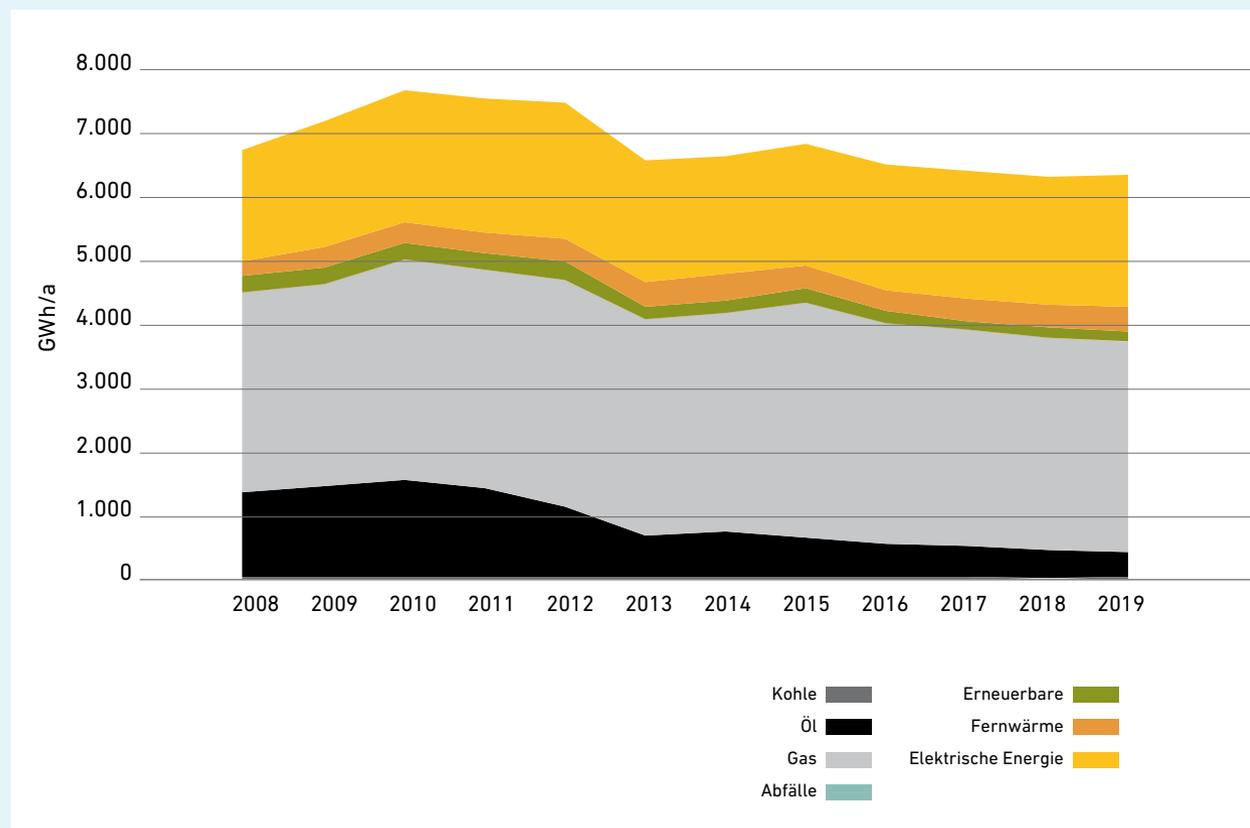


Abbildung 3
Energieeinsatz Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak,
Quelle: (Statistik Austria, Energiegesamtrechnung, 2020)

Die Treibhausgase der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak werden insbesondere durch den hohen Einsatz von Gas bestimmt (Abbildung 4). Die durch den Gaseinsatz verursachten Emissionen blieben seit 2010 sehr stabil, während die Emissionen durch den Einsatz von Öl seither deutlich abnahmen. Zusätzlich spielten

die Emissionen aus dem Einsatz elektrischer Energie eine wichtige Rolle. Die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak war 2019 für unter 4% der gesamten Treibhausgasemissionen des produzierenden Bereichs verantwortlich, an den gesamtösterreichischen Emissionen hatte die Branche einen Anteil von ca. 1%.

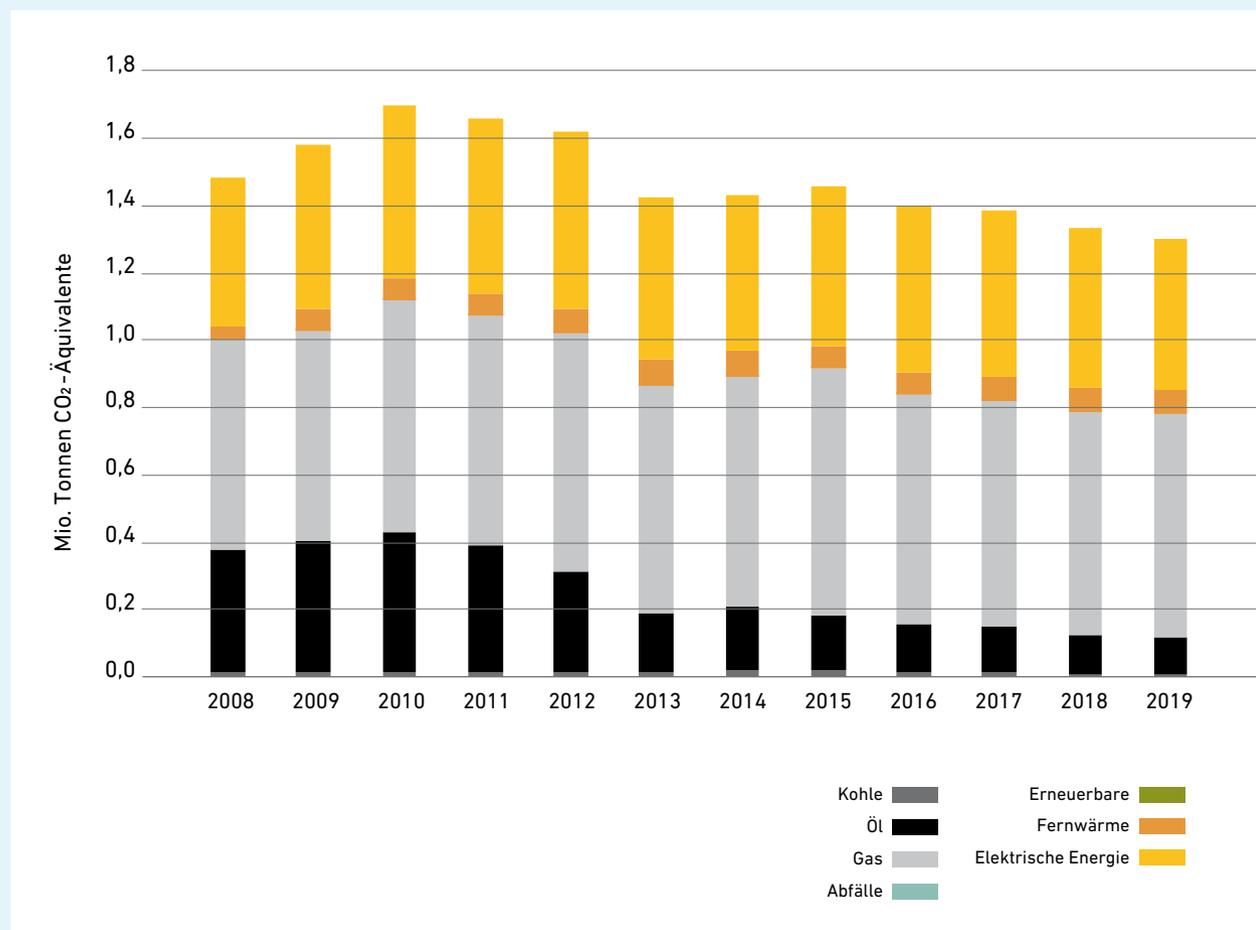


Abbildung 4

Emissionen Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak,
 Quelle: (Statistik Austria, Energiegesamtrechnung, 2020),
 NEFI, eigene Berechnungen

2.0 Transformationspfade

Die Erkenntnisse zur Transformation vom Status Quo zur Klimaneutralität in der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak wurden mit einem mehrstufigen Ansatz gewonnen. Zuerst wurden ausgehend vom Energieeinsatz 2020, der den Übergang zwischen der historischen Betrachtung in Abschnitt 1 zum zukünftigen Energieeinsatz darstellt, zukünftig eingesetzte Energieträger und -mengen für unterschiedliche Entwicklungspfade in Fünfjahresschritten bis 2040 in vier Szenarien modelliert, vgl. Abschnitt 2.1. Ein Überblick zu den Entwicklungspfaden wird im folgenden Abschnitt gegeben, Details zu den Annahmen für die ausgearbeiteten Szenarien finden sich im Gesamtbericht wieder. Auf den Ergebnissen der Szenarien aufbauend wurden volkswirtschaftliche Effekte für den gesamten Industriesektor bzw. die erforderlichen Investitionsbedarfe in der Branche für die einzelnen Entwicklungspfade analysiert, vgl. Abschnitt 2.2. Durch die Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte wurden die branchenspezifischen Schlüsseltechnologien identifiziert und weitere innovationspolitische Handlungsempfehlungen abgeleitet, vgl. Abschnitt 2.3 bzw. 2.4.

Für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak lässt sich festhalten, dass folgende Energieträger zur zukünftig klimaneutralen Energieversorgung beitragen werden:

- Elektrizität sowie je nach Entwicklungspfad
- Umgebungs-/Abwärme,
- Fernwärme,
- Biomasse oder
- erneuerbare Gase, wie bspw. Methan aus biogenen Ressourcen.

Nach Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte der unterschiedlichen Entwicklungspfade für die gesamte Industrie, aber auch der Investitionsbedarf und Energieträger für die Branche selbst, tragen primär die folgenden Maßnahmengruppen zur Zielerreichung einer gesamtheitlich und nachhaltig positiven Transformation bei:

- **Effizienzsteigerung** zur Reduktion des Primärenergieeinsatzes bspw. durch gesteigerte Recyclingraten, Wärmerückgewinnung, Elektrifizierung und Einsatz von industriellen Wärmepumpen
- **Energieträgerwechsel** von fossilen flüssigen und gasförmigen Brennstoffen zu biogenen Brennstoffen für Hochtemperaturprozesse oder Elektrifizierung von Prozessen
- **Kaskadische Nutzung und Maximierung der potenziellen Wertschöpfung von Energieträgern**, um den Importbedarf für Energie und Grundstoffe zu reduzieren. Beispiele dafür sind u. a. die kaskadische Nutzung von Grundstoffen (stoffliche Nutzung vor energetischer Nutzung) oder aber auch der branchenübergreifende Austausch von Energieträgern angepasst an die erzielbare Verbrennungstemperatur, bzw. den Bedarf von Produktionsprozessen.

2.1 Zusammenfassung der branchenspezifischen Szenarien-Ergebnisse für die eingesetzten Energieträger

Der zukünftige Energiebedarf der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak wurde mit der Kombination eines Bottom-Up und Top-Down-Ansatzes abgeschätzt. Basierend auf den bisherigen Entwicklungen der Nutzung von Energie und unter der Annahme klimaneutraler

Energiebereitstellung bis 2040 wurde in vier Szenarien bzw. Entwicklungspfade ermittelt, wie sich der Bedarf an klimaneutralen Energieträgern innerhalb der Branche entwickelt¹. Diese vier Szenarien bilden dabei verschiedene Ansätze und Trends ab, wie die Klimaneutralität in der Industrie erreicht werden kann. Allen Szenarien gemein ist die Annahme einer konstant moderaten Wirtschaftsentwicklung bei gleichbleibenden Erzeugungsmengen von Grundstoffen. Die Annahmen und Entwicklungspfade der einzelnen Szenarien werden im Folgenden in der Diskussion der Ergebnisse für die Branche kurz vorgestellt.

Die Ergebnisse für die vier ermittelten Szenarien im Vergleich zum Status Quo Basisjahr 2020 werden für die Jahre 2025, 2030, 2035 und 2040 und für die eingesetzten Energieträger in *Abbildung 5* dargestellt. Es lassen sich langfristig für 2040 zwei mögliche, mitunter stark gegenläufige Trends für die Branche erkennen: zum einen der Einsatz von erneuerbarem Gas und Fernwärme zum anderen eine zunehmende Elektrifizierung sowie gesteigener Einsatz von Biomasse als Brennstoff. Die folgende Beschreibung behandelt vorrangig das betrachtete Zieljahr 2040.

¹ Die Erzeugung der eingesetzten Endenergieträger und dabei anfallende Emissionen, die dem Sektor Energie zuzuordnen sind, werden in dieser Betrachtung nicht berücksichtigt.

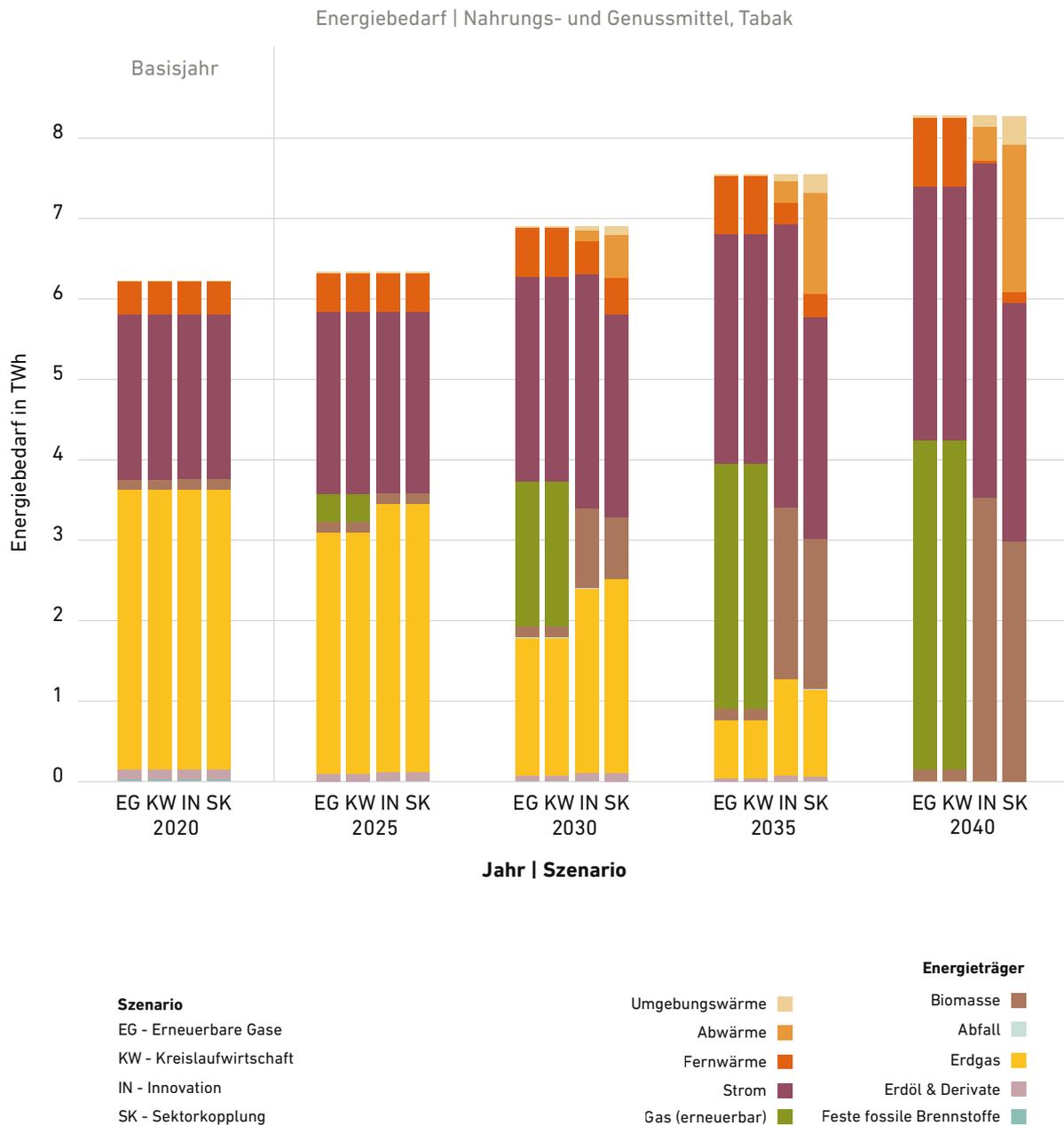


Abbildung 5
Energieverbrauch der Branche gegliedert nach
Energieträgern für den Status Quo 2020 und je
Szenario für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040.

Im Szenario Erneuerbare Gase (EG) erfolgt die Substitution fossiler Energieträger durch den Einsatz erneuerbarer Gase (CH_4 aus biogenen Ressourcen). Darauf aufbauend wird im Szenario Kreislaufwirtschaft (KW) angenommen, dass durch forciertes Recycling in einigen Branchen die Primärstoffherstellung effizienter wird. Für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak ergeben sich keine Unterschiede zwischen diesen zwei Szenarien. Unterschiede sind hier vor allem in den Branchen Steine, Erden, Glas oder Eisen und Stahl ersichtlich.

Das Szenario Innovation (IN) nimmt an, dass durch innovative Technologien die Nutzung von brancheninternen Abwärmepotenzialen verbessert und damit der Verbrauch von konventionellen Energieträgern reduziert werden kann. Für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak ergibt sich dadurch eine Elektrifizierung der Wärmebereitstellung, vorrangig mit Wärmepumpen für unterschiedliche Temperaturen. Für höhere Prozesstemperaturen wird Biomasse eingesetzt. Im Szenario Sektorkopplung (SK) wird vertiefend zum Szenario Innovation zusätzlicher standortübergreifender Austausch von Energieträgern angenommen. Abwärme aber auch hochexergetische² Energieträger werden über Standortgrenzen hinweg, gemäß optimalem exergetischen Einsatz, verwendet. Für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak bedeutet das, dass weniger biogene Energieträger wie Biomasse eingesetzt werden, und mehr Abwärmequellen für Wärmepumpen, mitunter über Betriebsgrenzen hinweg erschlossen werden müssen.

Es lässt sich festhalten, dass in den Szenarien Innovation und Sektorkopplung steigende Elektrifizierung von Prozess- und Raumwärme sowie ein Brennstoffwechsel auf Biomasse zu abnehmendem Erdgasverbrauch bei gleichzeitig steigendem Strombedarf bzw. steigendem Bedarf an (industrieller) Abwärme bzw. Umgebungswärme und Biomasse führen. In den Szenarien Erneuerbare Gase sowie Kreislaufwirtschaft wird der Erdgasverbrauch vorrangig durch den Einsatz von Gasen aus biogenen Ressourcen substituiert. Allen Entwicklungspfaden gemein ist die Relevanz des Einsatzes von Strom in Rahmen einer klimaneutralen Produktion.

Die Erkenntnisse aus der Modellierung zeigen, wie in Abbildung 6 dargestellt, dass sich im Rahmen der analysierten Entwicklungspfade zwei unterschiedliche, stark gegenläufige Trends zeigen. Dazu wird in Abbildung 6 zunächst die Schnittmenge jenes Energieträgermixes gezeigt, der für alle vier Szenarien für 2040 sowie mit der aktuellen Energiebereitstellung (Jahr 2020) ident ist. Diese Darstellung soll verdeutlichen, welche Varianzen aber auch Gemeinsamkeiten die vier Szenarien erzeugen bzw. haben. **Aus dem Anteil der Schnittmenge (die ersten zwei Balken für 2020 mit den Szenarioergebnissen 2040 bis für die Szenarioergebnisse 2040) lässt sich die Robustheit von gesetzten Maßnahmen ablesen.** Es ist mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass der hier dargestellte Energieträgermix in der Branche eingesetzt werden wird. Die residuale Energiemenge, deren Mix keine Überschneidung mit den

² Exergie ist jener Teil der Energie der vollständig in jede andere Energieform umgewandelt werden kann, wie bspw. in technische Arbeit oder Hochtemperaturwärme beim reversiblen Übergang vom Anfangszustand in die Umgebungsbedingungen.

weiteren Ergebnissen hat, ist in weiß dargestellt. Die Schnittmenge des Energieträgermixes, die in der ersten Säule zu sehen ist, setzt sich vorrangig aus Strom und einem sehr geringen Anteil an Biomasse zusammen. Im Vergleich zum Gesamtenergiebedarf 2020 aber auch 2040 ist sie zudem mit weniger als 30 bzw. 25 % gering. Über diese Schnittmenge hinaus, die ab der zweiten Säule in dunkelgrau dargestellt ist, gibt es auch eine kleine weitere Schnittmenge für alle Szenarien für das Jahr 2040, siehe Säule zwei. Der residuale Bedarf für 2040, der immer noch ca. 60 % ausmacht, ist wieder in weiß dargestellt. In den weiteren Säulen werden zusätzlich die unterschiedlichen weiteren Energieträger für die vier Szenarien dargestellt (Säule drei bis sechs). Hier werden folgende Effekte ersichtlich:

- Säule drei und Säule vier sind, wie schon im *Abbildung 5* gezeigt, ident.
- Es gibt zwei grundsätzlich unterschiedliche Trends. Während der erste Trend auf dem Einsatz erneuerbarer Gase aufbaut, ist als zweiter Trend eine zunehmende Elektrifizierung ersichtlich, kombiniert dem Einsatz von Biomasse für Prozesswärme über 200 °C.

Im Gegensatz zur absoluten Energiemenge, die mit dem historischen Produktionsindex aus *Abbildung 1* hochskaliert wird und von 2020 bis 2040 mit dieser Annahme um ca. 30 % zunimmt, ändern sich die relativen Anteile der Nutzenergiesegmente in der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak wenig. Dieses Ergebnis wird in *Abbildung 7* visualisiert. Die Anwendungskategorien mit dem größten Nutzenergieverbrauch in der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak sind zu ca. gleichen Anteilen Prozesswärme < 200 °C sowie > 200 °C und Standmotoren, die beispielsweise auch Kältemaschinen für Kühlprozesse umfassen.

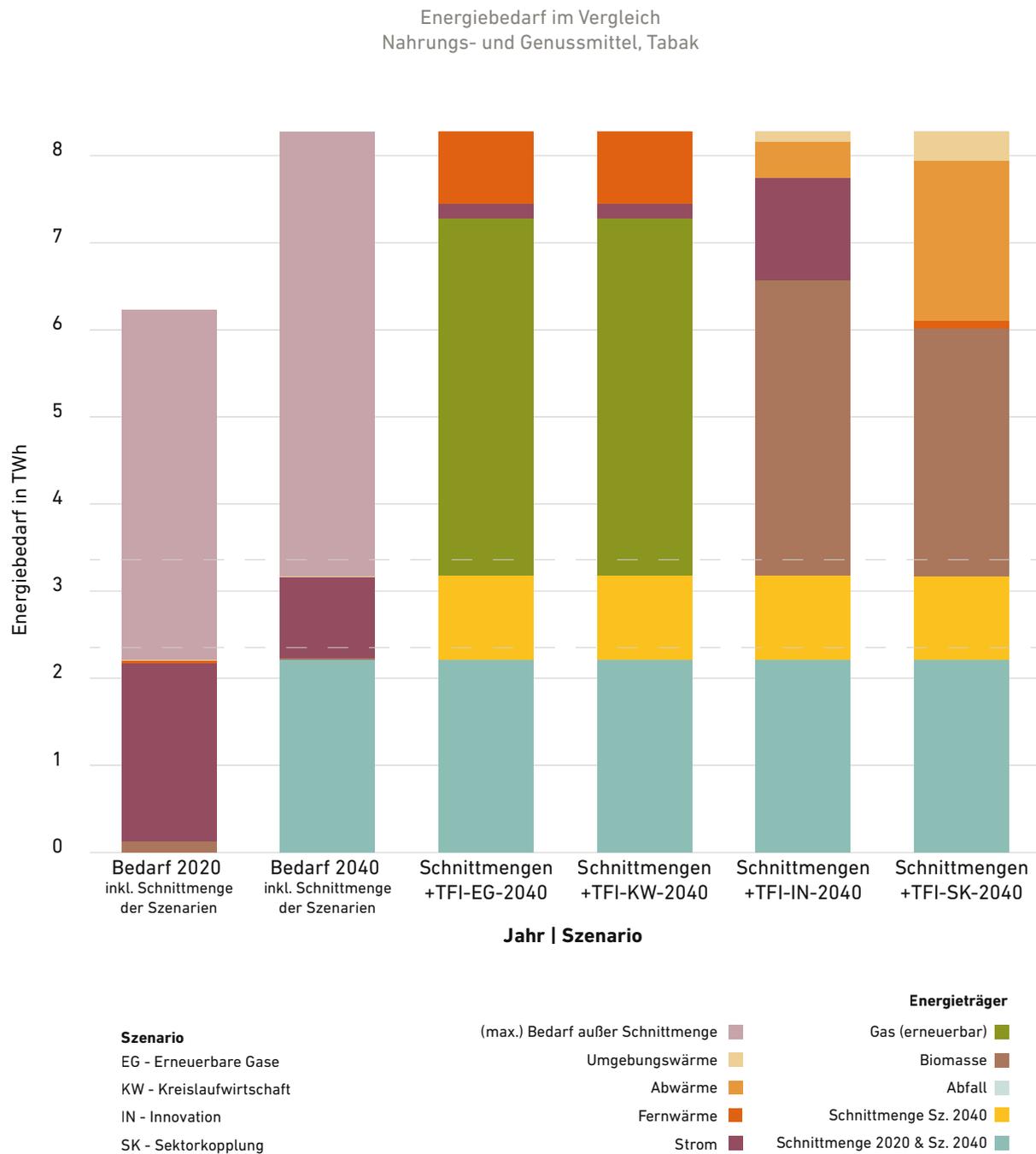


Abbildung 6
 Vergleich des eingesetzten Energieträgermixes
 gemäß Modellergebnis.

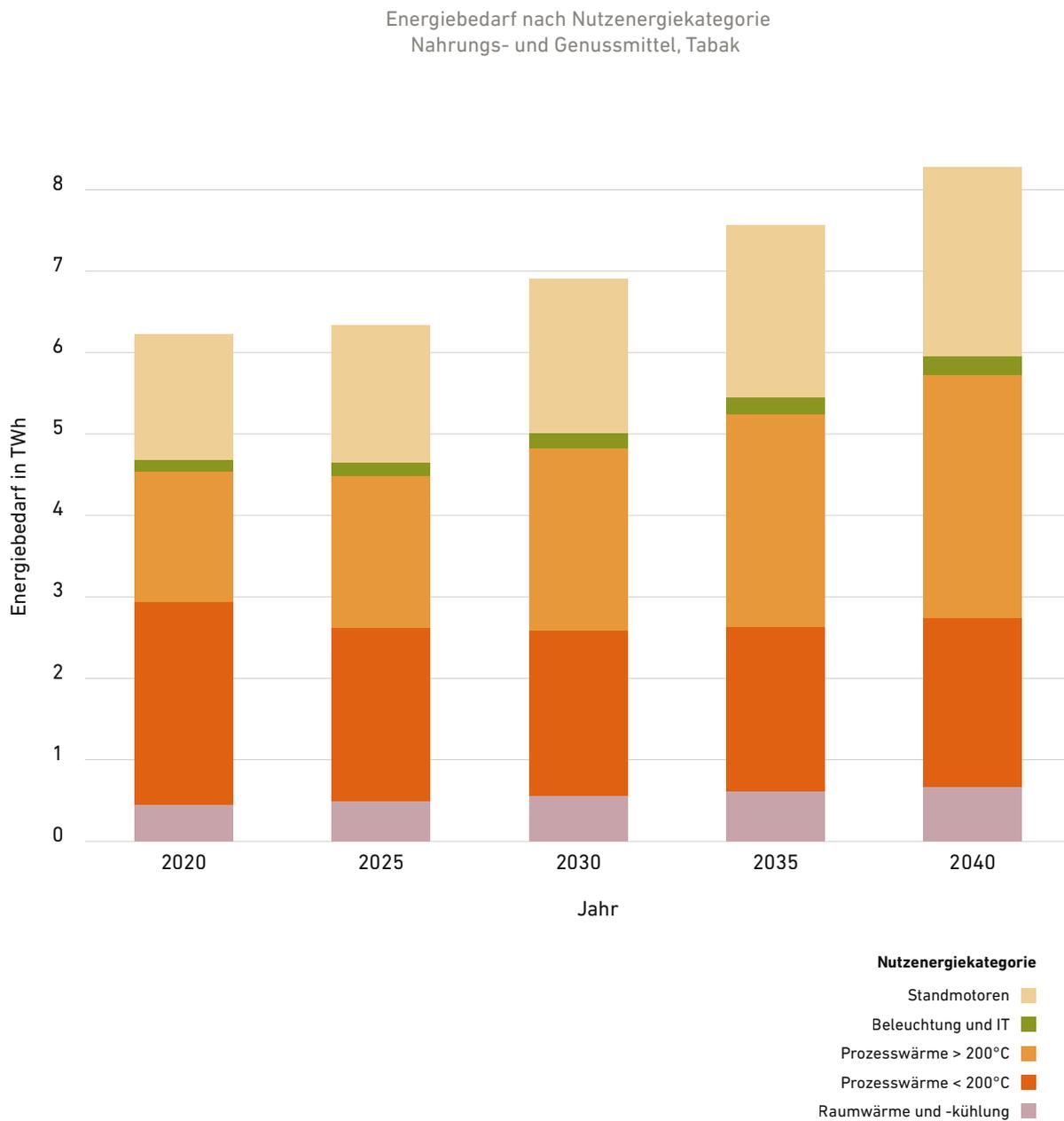


Abbildung 7

Energieverbrauch der Branche gegliedert nach Nutzenergie für den Status Quo 2020 und je Szenario für die Jahre 2025, 2030, 2035, 2040.

2.2 Investitionsbedarfe und potenzielle

Stranded Assets³

Die in den Leistungs- und Strukturdaten der Statistik Austria erfassten Gesamtinvestitionen in der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak lagen in den Jahren 2008–2019 bei durchschnittlich ca. 859 Mio. € pro Jahr. Davon entfielen durchschnittlich 91 % auf Investitionen in Sachanlagen. Bei Beibehalten aktueller Prozessketten und entsprechender Fortschreibung dieser Investitionszyklen würde sich damit ein Gesamtvolumen an Investitionen in Sachanlagen von ca. 6,2 Mrd. € bis 2030 bzw. ca. 14 Mrd. € bis 2040 ergeben. Im Vergleich dazu betragen die ermittelten Investitionskosten für die Transformation, die in erster Linie die Bereitstellung von Raum- und Prozesswärme betreffen, je nach Szenario, bis zu 66 Mio. € pro Jahr bzw. in Summe bis zu 891 Mio. € bis 2040 (siehe Abbildung 8). Davon betreffen rd. 45 % direkte Investitionen für Equipment, der Rest bezieht sich auf indirekte Investition, wie z. B. Engineering, periphere Komponenten, oder Bautätigkeiten.

Der größte Teil der Treibhausgas-Emissionen in dieser Branche entfällt auf den Einsatz von Erdgas für die Bereitstellung von Prozesswärme, oft auch <200 °C. Potenzielle Stranded Assets sind hier in erster Linie vom Transformationspfad (Elektrifizierung, erneuerbare Brennstoffe) abhängig, was auch durch die Analyse der Ergebnisse der Szenarien in Abschnitt 2.1 deutlich wird. Konkurrierende Trends für zukünftige Entwicklungen in dieser Branche sind der Einsatz von erneuerbaren Gasen vs. eine (zunehmende) Elektrifizierung der Prozesswärmebereitstellung und der Einsatz von Biomasse.

Ein weiterer wesentlicher Anteil der Emissionen in dieser Branche entfällt auf den Endenergieeinsatz für Standmotoren. Da ein überwiegender Teil dieser Standmotoren bzw. des Energieeinsatzes bereits heute elektrifiziert ist, werden im Zuge der Transformation zur Klimaneutralität der Branche in diesem Bereich keine nennenswerten Stranded Assets erwartet.

Während aus Sicht des Umstellungsaufwandes vor allem der (weitere) Einsatz von gasförmigen Energieträgern eine naheliegende Lösung darstellt, relativiert die Analyse der makroökonomischen und volkswirtschaftlichen Aspekte, diese Aussage stark. Durch die Transformation im gesamten produzierenden Sektor, nimmt die Zahl der konkurrierenden Prozesse für hochenergetische Energieträger zu. Aus makroökonomischer Perspektive ist daher aufgrund der Empfehlung Energieimporte und den Primärenergieeinsatz zu reduzieren, die Investition in Anlagen zur Raumwärmebereitstellung mittels gasförmiger Ressourcen ein denkbare Stranded Asset. Für erneuerbare Gase erscheint zudem ein Anstieg der Energiekosten, durch vermutlich steigende Nachfrage, als realistischer Entwicklungspfad. Unter diesen Voraussetzungen sind aus makroökonomischer Perspektive vor allem Investitionen in Wärmerückgewinnung und Elektrifizierung als empfehlenswert einzustufen.

³ *Stranded Assets* bezeichnen Investitionsgüter, die einen unerwartet hohen Wertverlust haben und vorzeitig abgeschrieben werden müssen

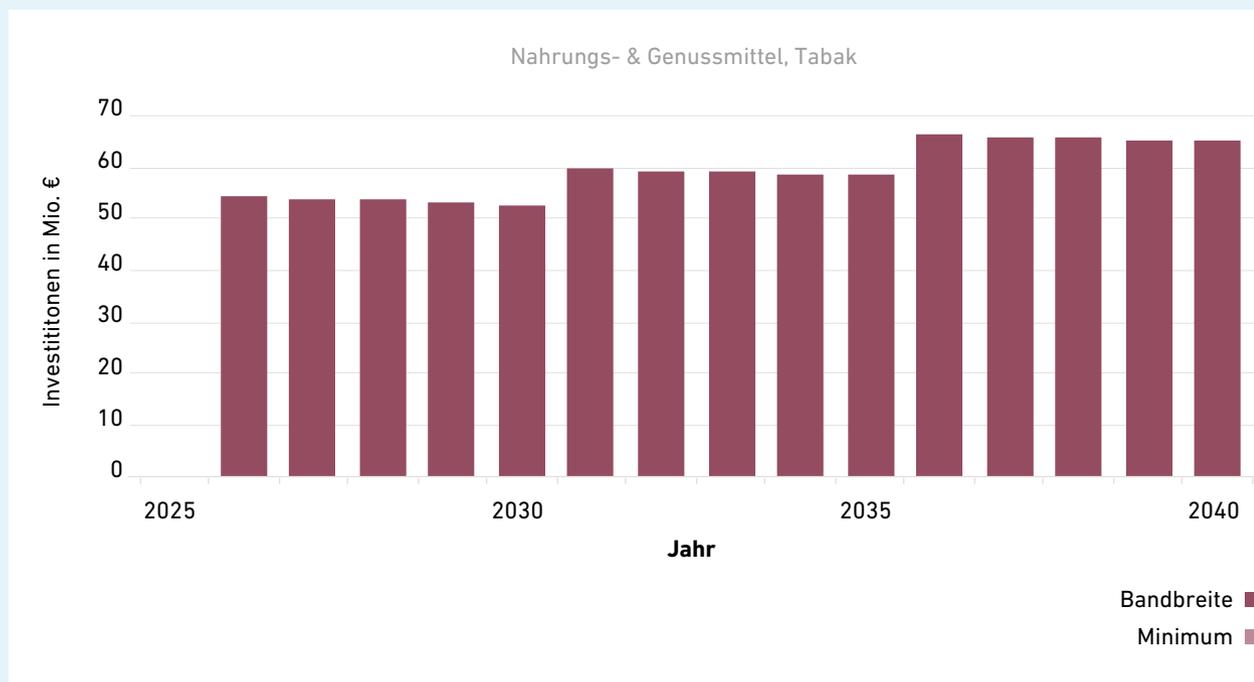


Abbildung 8

Notwendiger Investitionsbedarf für die Transformation (Bandbreite aus den Szenarien) in der Branche Nahrungs- & Genussmittel, Tabak

2.3 Branchenspezifische Schlüsseltechnologien

Die in den Entwicklungspfaden berücksichtigten Maßnahmen für die unterschiedlichen Nutzenergiekategorien (Anwendungsbereiche) wurden in zusammengefasst und hinsichtlich folgender Kriterien verglichen:

- Emissionsreduktions-Potenzial in der Branche (hier werden Anwendungsgebiete mit geringem Energiebedarf als niedriger eingeschätzt im Vergleich zu Anwendungsbereich mit hohem Energiebedarf)
- Investitionsbedarf bzw. Energiekosten im Vgl. zu Alternativen für den Anwendungsbereich (hier werden die spezifischen Investitionskosten sowie Energieträgerkosten für die Technologien und Maßnahmen herangezogen),
- Primärenergiereduktions-Potenzial (hier werden Effizienzverbesserungen im Vergleich zum Status Quo berücksichtigt) und

- Reifegrad der Maßnahme (hier wird berücksichtigt, auf welchem Teil der Skala zwischen vor-marktreif (noch in Entwicklung) und etabliert (Serienprodukt) sich die Technologie oder Maßnahme befindet).

Aus diesen Kriterien wurde unter Berücksichtigung der Analyse der volkswirtschaftlichen Effekte für die gesamte Industrie eine Bewertung jeder Maßnahme für die Branche vorgenommen. Die Bewertungsmöglichkeiten waren „empfehlenswert“, „bedingt empfehlenswert“ und „nicht empfehlenswert“. Maßnahmen, die für die Branche als „(bedingt) empfehlenswert“ eingestuft worden sind in den folgenden zwei Tabellen dargestellt. „Nicht empfehlenswerte“ Maßnahmen für die Branche sind im Folgenden nicht dargestellt.

Anwendungsbereich	Kurzbezeichnung Maßnahme	Emissionsreduktionspotenzial in der Branche bzw. branchenübergreifend (hoch, mittel, niedrig)	Invest-Bedarf in Relationen zu Alternativen im Anwendungsbereich (preiswert, mittel, teuer)	Energiekosten in Relation zu Alternativen im Anwendungsbereich (preiswert, mittel, teuer)	Primärenergie-reduktionspotenzial in Relation zu Alternativen im Anwendungsbereich (hoch, mittel, niedrig)	Reifegrad (vor-marktreif, marktreif, marktverfügbar, etabliert)	Klassifikation der Maßnahme (empfehlenswert, bedingt empfehlenswert, nicht empfehlenswert)
Anwendungs- übergreifend	Reduktion Primärenergiebedarf (Effizienz und Kreislaufwirtschaft)	Mittel	Mittel	Preiswert	Mittel	Marktreif – etabliert	Empfehlenswert
Raumwärme	Integration Wärmepumpen – Nutzung Umgebungswärme oder industrielle Abwärme (standortintern oder -übergreifend)	Mittel	Teuer	Mittel	Hoch	Marktverfügbar	Empfehlenswert
	Direkte Wärmerückgewinnung (standortintern oder -übergreifend)	Mittel	Preiswert	Preiswert	Hoch	Marktverfügbar	Empfehlenswert
	Geothermie	Mittel	Teuer	Preiswert	Hoch	Marktreif	Bedingt empfehlenswert
	Erhalt/Ersatz der Bestandsstruktur & Energieträgerwechsel für fossile Brennstoffe (erneuerbare Gase – grüner H ₂ /erneuerbares CH ₄)	Mittel	Preiswert	Teuer	Niedrig	Etabliert	Bedingt empfehlenswert
	Einsatz Fernwärme	Mittel	Mittel	Teuer	Mittel	Etabliert	Bedingt empfehlenswert
Prozesswärme <200 °C	Erhalt/Ersatz der Bestandsstruktur bzw. Neuanlagen und Energieträgerwechsel für fossile Brennstoffe (erneuerbare Gase – grüner H ₂ /erneuerbares CH ₄)	Hoch	Preiswert	Teuer	Niedrig	Etabliert	Bedingt empfehlenswert
	Erhalt Bestandsstruktur bzw. Neuanlagen für feste Brennstoffe wie Biomasse oder Ersatzbrennstoffe	Hoch	Preiswert	Mittel	Niedrig	Etabliert	Bedingt empfehlenswert
	Elektrifizierung bzw. Integration Hochtemperatur-Wärmepumpe	Hoch	Teuer	Mittel	Hoch	Vor-marktreif	Empfehlenswert
	Branchen-übergreifende direkte Abwärmenutzung	Hoch	Teuer	Preiswert	Hoch	Marktverfügbar	Empfehlenswert



Anwendungsbereich	Kurzbezeichnung Maßnahme	Emissionsreduktionspotenzial in der Branche bzw. branchenübergreifend (hoch, mittel, niedrig)	Invest-Bedarf in Relationen zu Alternativen im Anwendungsbereich (preiswert, mittel, teuer)	Energiekosten in Relation zu Alternativen im Anwendungsbereich (preiswert, mittel, teuer)	Primärenergie-reduktionspotenzial in Relation zu Alternativen im Anwendungsbereich (hoch, mittel, niedrig)	Reifegrad (vor-marktreif, marktreif, marktverfügbar, etabliert)	Klassifikation der Maßnahme (empfehlenswert, bedingt empfehlenswert, nicht empfehlenswert)
Prozesswärme > 200 °C	Erhalt Bestandsstruktur & Energieträgerwechsel für fossile Energieträger (erneuerbare Gase – grüner H ₂ oder erneuerbares CH ₄)	Hoch	Preiswert	Teuer	Niedrig	Etabliert	Empfehlenswert
	Erhalt Bestandsstruktur für feste Energieträger wie Biomasse oder Ersatz-Energieträger	Hoch	Preiswert	Mittel	Niedrig	Etabliert	Empfehlenswert
	Elektrifizierung der Prozesswärmebereitstellung < 1000 °C	Hoch	Mittel	Teuer	Hoch	Marktverfügbar	Empfehlenswert
Standmotoren	Selbstfahrende Arbeitsmaschinen: Ersatz von Dieselantrieben durch batteriebetriebene elektrische Antriebe	Niedrig	Teuer	Mittel	Mittel	Marktreif	Bedingt empfehlenswert
	Selbstfahrende Arbeitsmaschinen: Ersatz von Dieselantrieben durch brennstoffzellenbetriebene elektrische Antriebe	Niedrig	Teuer	Mittel	Niedrig	Vor-marktreif	Bedingt empfehlenswert

Tabelle 1
Branchenspezifische Schlüsseltechnologien für
die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak

Die folgenden Abschnitte fokussieren auf die wichtigsten Technologien – die sogenannten **No-regret-Technologien – in der Branche**. Als solche wurden Technologien bewertet, welche mindestens zwei der folgenden drei Kriterien erfüllen:

1. Basierend auf der Analyse der Szenarien bzw. der Kriterien in Tabelle 1, als empfehlenswert und somit in Summe als **volkswirtschaftlich vorteilhaft** eingestuft.
2. Die Maßnahme hat ein für die Branche **erhebliches Potenzial zur Emissionsminderung** (vgl. Spalte 3 in Tabelle 1).
3. Die Maßnahme kann durch **verbesserte (Energie-) Effizienz** einen positiven Wertschöpfungseffekt in der Branche erzielen und ist somit über mehrere Entwicklungspfade hinweg empfehlenswert (vgl. hohes Primärenergiereduktions-Potenzial Spalte 6 in Tabelle 1).

Daraus abgeleitet werden Maßnahmen wie z. B. der Einsatz erneuerbarer Brennstoffe, Elektrifizierung allgemein und Wärmepumpen bzw. Wärmerückgewinnung für Raum- und Prozesswärme, in diesem Abschnitt detailliert behandelt. Auch anwendungsübergreifende Effizienzmaßnahmen werden beschrieben.

Technologien zur Raumwärmebereitstellung und damit einhergehenden Effizienzverbesserung

Kriterium	Beschreibung: Wärmepumpe zur Raumwärmebereitstellung
Relevanz für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	Der Raumwärmebedarf der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak ist im Vergleich zu den weiteren Anwendungsbereichen niedriger aber dennoch ein relevanter Verbraucher. Raumwärme wird bereits oft durch gegebenen Versorgungsanlagen mitversorgt, wodurch die Vorlauftemperaturen hoch für den Anwendungsfall sind. Die Technologie kann, insbesondere bei entsprechend adaptierten Heizungssystemen, einen Beitrag zur Dekarbonisierung liefern und ist aus Effizienz- und Exergieperspektive als empfehlenswert eingestuft .
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> – Reduktion des Primärenergieeinsatzes durch Nutzung von Abwärme oder Umgebungswärme – Dekarbonisierung der Wärmeerzeugung durch gleichzeitige Dekarbonisierung der Stromversorgung möglich. – In dieser Anwendung übliche kleinere Temperaturdifferenzen zwischen Wärmequelle und Wärmesenke ermöglichen höhere Leistungszahlen und damit größere Energieeinsparung – Im Gebäudebereich etablierte Technologie
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe initiale Investitionen gegenüber Alternativtechnologien, wie zum Beispiel Gaskessel oder Elektrokessel – Status Quo (2023): Geringe laufende Einsparung der Betriebskosten durch aktuelles Preisverhältnis Strom vs. Erdgas (überwiegend eingesetzter Brennstoff zur Wärmeerzeugung) – Bei Nutzung von Bestandssystemen: Hohe Temperaturdifferenzen zwischen Abwärme und Vorlauf- bzw. Warmwassertemperatur reduzieren die Leistungszahl, wodurch Betriebskosten steigen
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> – Komplexität gegenüber konventionellen Technologien erhöht – Vorteile der Technologie nehmen bei geringen Vorlauftemperaturen zu. Ein exklusiver Tausch der Wärmeerzeuger allein ist dazu jedoch oft nicht ausreichend. – Eine Substitution des gesamten Heizungssystems ist herausfordernd, kostenintensiv bzw. kann eine Limitation für diese Technologie sein. – Saisonalität, beispielsweise Abwärme aus Kühlung gegenüber Raumwärmebedarf, kann die Nutzung erschweren
Technische Rahmenbedingungen und Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Technology-Readiness-Level: 9 – Anforderungsanalyse hinsichtlich Temperaturen, Verluste und Effizienz hat einen maßgeblichen Einfluss auf Wirtschaftlichkeit – Für vollständige Dekarbonisierung ist eine dekarbonisierte elektrische Energiebereitstellung Voraussetzung

Tabelle 2

Schlüsseltechnologie Wärmepumpe zur Raumwärmebereitstellung: Eigenschaften der Technologie

Kriterium	Beschreibung: Wärmerückgewinnung zur Raumwärmebereitstellung
Relevanz für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	Der Raumwärmebedarf der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak ist im Vergleich zu den weiteren Anwendungsbereichen niedriger aber dennoch ein relevanter Verbraucher. Raumwärme wird bereits oft durch gegebenen Versorgungsanlagen mitversorgt, wodurch die Vorlauftemperaturen hoch für den Anwendungsfall sind. Die Technologie kann, insbesondere bei entsprechend adaptierten Heizungssystemen, einen Beitrag zur Dekarbonisierung liefern und ist aus Effizienz- und Exergieperspektive als empfehlenswert eingestuft .
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> – Betriebskosten sehr gering, vorrangig für Instandhaltung und Wartung – Reduktion des Primärenergieeinsatzes durch Abwärmenutzung – Vergleichsweise niedrige Investitionskosten
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> – Räumliche Anordnung muss beachtet werden – hohe Entfernungen erschweren die Nutzung – Gleichzeitigkeit erforderlich auf verschiedenen Zeithorizonten wie zum Beispiel Minuten, Stunden, Tage oder saisonal
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> – Komplexität gegenüber konventionellen Systemen höher – Vorteile der Technologie nehmen bei geringen Vorlauftemperaturen zu. Ein exklusiver Tausch der Wärmeerzeuger allein ist dazu oft nicht ausreichend – Eine Substitution des gesamten Heizsystems ist herausfordernd bzw. oft eine Limitation für diese Technologie
Technische Rahmenbedingungen und Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Technology-Readiness-Level: 9 – Anforderungsanalyse hinsichtlich Temperaturen, Verluste und Effizienz hat einen maßgeblichen Einfluss auf Wirtschaftlichkeit – Für vollständige Dekarbonisierung ist die Nutzung dekarbonisierter Abwärmequellen erforderlich

Tabelle 3
Schlüsseltechnologie Wärmerückgewinnung zur
Raumwärmebereitstellung; Eigenschaften der Technologie

Technologien zur Prozesswärmebereitstellung mit hohem Dekarbonisierungspotenzial

Kriterium	Beschreibung: Wärmepumpe zur Prozesswärmebereitstellung
Relevanz für die Branche Nahrungs- und Genuss- mittel, Tabak	<p>Prozesswärme unter 200 °C in der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak liegt mitunter als Dampf vor und verursacht zu ähnlich hohen Anteilen mit Prozesswärme über 200 °C und den Standmotoren mehr als 90 % des Energieverbrauchs in der Branche.</p> <p>Bei einigen Prozessen fällt Abwärme (feuchter Luft, Abwasser, etc.) an. Das Nutzen von Abwärmeströmen als Quelle für Wärmepumpen bietet sich an. Kombinationen aus Wärmepumpen und Dampfverdichtern bieten hohes Anwendungspotenzial für Prozessbedarfe bis 200 °C. Die Technologie der Wärmepumpen kann bei entsprechender Entwicklung in den nächsten Jahren einen kleinen Beitrag zur Dekarbonisierung in der Branche liefern und ist aus Effizienz- und Exergieperspektive als empfehlenswert eingestuft.</p>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> – Abwärmenutzung und dadurch weniger Primärenergieeinsatz bei gleichzeitiger Dekarbonisierung der Stromversorgung möglich – Erhöhung der Energieeffizienz – Kosteneinsparungen und schnelle Amortisationszeiten bei großer Abwärmemenge möglich – Weitere Leistungszahl- und Dampftemperatursteigerung durch Konfigurationen mit Dampfverdichtern möglich
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe initiale Investitionen gegenüber Alternativtechnologien – Status Quo (2023): Geringe laufende Einsparung durch aktuelles Preisverhältnis Strom vs. Erdgas (überwiegend eingesetzter Brennstoff zur Wärmeerzeugung) – Bei hohen Temperaturdifferenzen zwischen Abwärme (Quelle) und Wärmenutzung sinkt die Leistungszahl
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> – Komplexität gegenüber konventionellen Technologien höher – Bisher keine Pilot- und Demoanlagen für Dampferzeugung – Amortisationszeit stark von Verhältnis Strom- zu Gaspreis abhängig. – Abwärme muss gleichzeitig und in ausreichender Menge vorhanden sein, wenn Prozesswärme benötigt wird. – Örtliche Nähe zwischen Wärmequelle und Prozesswärme notwendig, um Wärmeverluste und hohe Installationskosten für Verrohrung zu vermeiden.
Technische Rahmenbedingungen und Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Technology-Readiness-Level: 6–8 für geschlossene Wärmepumpen (IEA, 2022) – Technology-Readiness-Level: 8–9 für Dampfverdichter (IEA, 2022) – Heterogene Anwendungsfälle mit starkem Einfluss der Konfiguration auf die Wirtschaftlichkeit, was eine Standardisierung für verkaufte Anlagen erschwert – Elektrische Anschlussleistung am Standort muss entsprechend gegeben sein – Anforderungsanalyse hinsichtlich Temperaturen, Verluste und Effizienz hat einen maßgeblichen Einfluss auf Wirtschaftlichkeit – Für vollständige Dekarbonisierung ist eine dekarbonisierte elektrische Energiebereitstellung Voraussetzung

Tabelle 4

Schlüsseltechnologie Wärmepumpe zur Prozesswärme-
bereitstellung: Eigenschaften der Technologie

Kriterium	Beschreibung: Wärmerückgewinnung zur Prozesswärmebereitstellung
Relevanz für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	<p>Prozesswärme unter 200 °C in der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak liegt mitunter als Dampf vor und verursacht zu ähnlich hohen Anteilen mit Prozesswärme über 200 °C und den Standmotoren mehr als 90% des Energieverbrauchs in der Branche.</p> <p>Das Potenzial der branchen-internen direkten Wärmerückgewinnung ist als gering einzuschätzen. Für entsprechende Standorte bzw. standortübergreifend kann jedoch direkte Wärmerückgewinnung zur Prozesswärmebereitstellung attraktiv sein. Diese Technologie kann bei entsprechenden Voraussetzungen einen Beitrag zur Dekarbonisierung in der Branche liefern und ist aus Effizienz- und Exergieperspektive als empfehlenswert eingestuft.</p>
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> – Betriebskosten sehr gering (hpts. für Instandhaltung und Wartung) – Reduktion des Primärenergieeinsatzes durch Abwärmenutzung – Vergleichsweise niedrige Investitionskosten
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> – Räumliche Anordnung muss beachtet werden – hohe Entfernungen erschweren die Nutzung – Gleichzeitigkeit erforderlich auf verschiedenen Zeithorizonten wie zum Beispiel Minuten, Stunden, Tage oder saisonal
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> – Komplexität gegenüber konventionellen Systemen höher – Risiko sowie organisatorische Hürden bei standort-übergreifender Nutzung höher als bei Alternativen – Ohne Substitutionsmöglichkeit reduzierte Flexibilität
Technische Rahmenbedingungen und Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Technology-Readiness-Level: 9 – Anforderungsanalyse hinsichtlich Temperaturen, Verluste und Effizienz hat einen maßgeblichen Einfluss auf Wirtschaftlichkeit – Für vollständige Dekarbonisierung ist die Nutzung dekarbonisierter Abwärmequellen erforderlich – Vertragliche Abstimmung bei standort-übergreifender Nutzung entscheidend

Tabelle 5
Schlüsseltechnologie Wärmerückgewinnung zur Prozesswärme-
bereitstellung: Eigenschaften der Technologie

Kriterium	Beschreibung: Elektrifizierung zur Prozesswärmebereitstellung
Relevanz für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	In der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak kann die Bereitstellung der Prozesswärme auch über die Elektrifizierung von Industrieöfen erfolgen. Das Dekarbonisierungspotenzial sowie auch die technische Machbarkeit , bspw. elektrische Heizelemente in Öfen oder zur Thermalölerwärmung sind hoch .
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> – Reduktion Primärenergie – Reduktion Abgasvolumina – Keine Stickoxidzunahme
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> – Risiko für Produktqualität mitunter durch Sauerstoff-Atmosphäre
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> – Elektrische Anschlussleistung am Standort muss entsprechend gegeben sein – Bei hohen Anschlussleistungen Risiko für Ausgleichsenergiekosten – Für vollständige Dekarbonisierung ist eine dekarbonisierte elektrische Energiebereitstellung Voraussetzung – Substitution in Bestandsanlagen ist nur bedingt möglich und muss für Einzelfälle geprüft werden – Für Widerstandsheizungen kann der Flächenbedarf stark zunehmen – Zunehmende technische Herausforderungen bei höheren Temperaturen über 1000 °C
Technische Rahmenbedingungen und Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Technology-Readiness-Level: 9

Tabelle 6

Schlüsseltechnologie Elektrifizierung zur Prozesswärmebereitstellung: Eigenschaften der Technologie

Kriterium	Beschreibung: Energieträgerwechsel (Feststoffe) zur Prozesswärmebereitstellung
Relevanz für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	In der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak werden ca. 30 % der benötigten Energie für Prozesse zwischen 200 und 500 °C eingesetzt, wodurch die Auswirkung dieser Maßnahme auf eine Dekarbonisierung hoch ist. Die Bereitstellung der Prozesswärme über 200 °C erfolgt bei dieser Maßnahme über die Verbrennung fester Brennstoffe in entsprechenden Feuerungsanlagen. Denkbar ist der Einsatz von (zugekaufter) Biomasse sowie der Neubau und zu geringeren Anteilen das Weiternutzen von Feststoffkesseln.
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> – Mögliche Nutzung biogener Reststoffe aus der Produktion bzw. aus externen Quellen – Nutzung bestehender Feststofffeuerungen – Geringe Brennstoffkosten im Fall von Reststoffen – Energieträger zum Teil im Inland verfügbar (abhängig von der absoluten Menge)
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> – Hohe initiale Investitionskosten gegenüber Alternativtechnologien – Luftschadstoffemissionen (z. B. Feinstaub) – Vergleichsweise hohe Betriebskosten für Instandhaltung und Wartung – Große räumliche Distanzen bei der Lieferung sind nicht wirtschaftlich, wodurch das Potenzial der Energieträgermenge begrenzt ist
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> – Verfügbarkeit nachhaltig produzierter Biomasse – Konkurrenz mit Recycling für Ersatzbrennstoffe – ·Logistisch herausfordernd insbesondere Anlieferung und Lagerung – Rohstoffverfügbarkeit limitiert – Strichtrocknung aktuell nicht mit Feststofffeuerung vorgenommen
Technische Rahmenbedingungen und Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Technology-Readiness-Level: 9 – Üblicherweise hohe Brennstoffleistungen im (zweistelligem) Megawattbereich – Aufbereitung Abluft kann erforderlich sein – Logistik notwendig

Tabelle 7

Schlüsseltechnologie Feststofffeuerung für Prozesswärmebereitstellung: Eigenschaften der Technologie

Kriterium	Beschreibung: Energieträgerwechsel (gasförmig) zur Prozesswärmebereitstellung
Relevanz für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	In der Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak werden ca. 30 % der benötigten Energie für Prozesse zwischen 200 und 500 °C eingesetzt, wodurch die Auswirkung dieser Maßnahme auf eine Dekarbonisierung hoch ist. Die Bereitstellung der Prozesswärme über 200 °C erfolgt bei dieser Maßnahme über die Verbrennung erneuerbarer Gase (z. B. Methan biogenen Ursprungs, Wasserstoff, etc.) in entsprechenden Feuerungsanlagen. Die Relevanz dieser Maßnahme, ist je nach Entwicklungspfad sehr hoch oder nicht relevant . Wird keine Elektrifizierung umgesetzt bzw. keine Biomasse eingesetzt, spielen gasförmige Brennstoffe eine große Rolle für den Transformationsprozess .
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> – Nutzung bestehender Anlagen und Infrastruktur, vor allem für den Einsatz von Methan biogenen Ursprungs – Energieträger zum Teil im Inland verfügbar
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> – Hoher Bedarf an erneuerbaren Gasen – Energieträger möglicherweise nicht in ausreichender Menge im Inland verfügbar – Vergleichsweise hohe Energieträgerkosten – Verbrennungstemperaturen steigen bei hohem Wasserstoffgehalt im Brennstoff, wodurch die Stickoxidemissionen ohne nachfolgende Reinigung zunehmen – Bei steigendem Wasserstoffgehalt nehmen die Volumina zu – Umrüstung von Bestandsanlagen bei Wasserstoffeinsatz mitunter notwendig
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> – Verfügbarkeit erneuerbarer Gase, inkl. Importkapazitäten – Einsetzbarkeit von Gas mit hohem Wasserstoff-Anteil bzw. reinem Wasserstoff – Ersatz der Brenner in Bestandsanlagen – Technische Rahmenbedingungen der Lieferinfrastruktur (Gasnetz) müssen gegeben sein
Technische Rahmenbedingungen und Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Technology-Readiness-Level: 9 – Bei Wasserstoffeinsatz: Abgasnachbehandlung möglicherweise erforderlich

Tabelle 8

Schlüsseltechnologie Feuerung für gasförmige Energieträger
 für Prozesswärmebereitstellung: Eigenschaften der Technologie

Technologien zur Verbesserung der Effizienz

Kriterium	Beschreibung: Reduktion der Primärenergie
Relevanz für die Branche Nahrungs- und Genussmittel, Tabak	Bestandsstrukturen in aktuellen Prozessanlagen, wie bspw. kleine Flächen von Wärmeüberträgern, führen aktuell dazu, dass mitunter Energieträger wie Dampf bereitgestellt werden, mit deutlich höheren Temperaturen, als der Prozess erfordert. Speziell für Kochprozesse oder Pasteurisieren kann eine Kombination von optimierten Prozessanforderungen und Temperaturprofilen sowie der Einsatz von Wärmepumpen zu einer starken Reduktion des Primärenergieeinsatzes führen.
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> – Kostenreduktion – Reduktion des Primärmaterial- und -energieeinsatzes
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> – Reicht als Einzelmaßnahme nicht für vollständige Dekarbonisierung – Erfordert bei Prozessumstellungen aber auch beim Senken von Temperaturniveaus mitunter hohe Investitionen und hohen Aufwand
Herausforderungen	<ul style="list-style-type: none"> – Erhalten der Produkteigenschaften und -qualität technisch herausfordernd – Mitunter neue Produkte und Entwicklung erforderlich – Umstellung organisatorischer Abläufe und ev. Prozesse erforderlich
Technische Rahmenbedingungen und Umsetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Technology-Readiness-Level: 9 – Analyse des Produktes erforderlich

Tabelle 9

Schlüsseltechnologien zur Reduktion der Primärenergie:

Eigenschaften der Technologie

2.4 Handlungsempfehlungen

Zusätzlich zu den allgemeinen Handlungsempfehlungen für die gesamte Industrie können für diese Branche folgende spezifische Empfehlungen formuliert werden:

Handlungsfeld	Empfehlungen
Förderung von Forschung und Entwicklung (F&E)	<p>Im Bereich direkter F&E sollte die Entwicklung folgender Technologien gefördert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Energierückgewinnung aus Herstellungsprozessen <ul style="list-style-type: none"> - Koppeln von Kälte und Wärmebereitstellung - Demoanlagen z. B. für Dampferzeugung mit Wärmepumpen ausständig - Best Practice für gekoppelte Kälte und Wärmebereitstellung für unterschiedliche Temperaturanforderungen – Einsparungen durch Prozessoptimierung in der Produktion (z. B. neue oder kombinierte Produktionstechnologien, Materialanpassung, Verbesserung von Wärmeaustausch, Primärenergieeinsparungen) – Einsparungen durch Materialoptimierung <ul style="list-style-type: none"> - Einsatz von lebensmittelechten Recyclingmaterialien für Prozessmaterialien und Verpackungen - Nutzung von Lebensmittelabfällen für Biogasanlagen oder Verbrennung – Förderung der Erstellung von Gesamtkonzepten für Standorte oder für firmenübergreifende Konzepterstellung insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) <ul style="list-style-type: none"> - Förderung von Demonstrationsanlagen für Wärmerückgewinnung und Einsatz von Wärmepumpen
Anreize und Förderungen von Investitionen	<ul style="list-style-type: none"> – Gezielte Investitionsförderung für die Nahrungs- und Genussmittelbranche können helfen, den Automatisierungsgrad zu erhöhen, Anlagen zu modernisieren und auf erneuerbare Energien und deren fluktuierender Erzeugung umzurüsten (> TRL 7/8). Investitionsförderung für die Errichtung von Biogasanlagen und Systemen zur Verwertung von und Vermeidung von Lebensmittelabfällen führen ebenso zu einer Reduktion des CO₂-Fußabdruckes – Übergreifende Förderungen, um potenzielle Synergien zwischen Landwirtschaft und Lebensmittelproduktion besser nutzen zu können, müssen ermöglicht werden – Anreize zur Einstellung von Energie-Managern oder Ähnlichem oder Unterstützung von personellen Kooperationen zwischen Kleinbetrieben
Energieinfrastrukturen und Energiebereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> – Die Verfügbarkeit von erneuerbarem Strom in ausreichender Menge ist Voraussetzung für die erfolgreiche Dekarbonisierung der Branche. Sollte es nicht gelingen, die Versorgung zu gewährleisten, ist Wasserstoff oder Biomethan als alternative Energieträger notwendig. Die Verwendung von Lebensmittelabfällen zur Erzeugung von Biomethan oder Verbrennung zur Wärmeerzeugung muss über entsprechende Konzepte ermöglicht werden und kann so zur Gewährleistung regionaler Energieerzeugung beitragen – Bei der standortübergreifenden Nutzung von erneuerbaren Energieträgern ist die entsprechende (Planungs-)Sicherheit zu gewähren
Bereitstellung von Material und Rohstoffen	<ul style="list-style-type: none"> – Die Entwicklung von systemischen Konzepten zur günstigsten Nutzung von Rohstoffen, Materialien und Abfällen ist zu unterstützen – Durch Recycling oder Upcycling von wertvollen Reststoffen und energetische Nutzung von nicht nutzbaren Lebensmittelabfällen können Treibhausgasemissionen verhindert oder verringert werden



Handlungsfeld	Empfehlungen
Auf- und Ausbau von Infrastrukturen	<ul style="list-style-type: none"> – Ausbau von Biogasanlagen zur Verwertung von Lebensmittelabfällen sowie Ausbau von Fernwärmesystemen zur Abwärmenutzung
Kooperation und Vernetzung	<ul style="list-style-type: none"> – Es bedarf Kooperationen und Vernetzung zur Nutzung von Synergien zwischen Betrieben, insbesondere KMU und der Einbeziehung von landwirtschaftlichen Betrieben im Sinne einer Systembetrachtung und Entwicklung von Gesamtkonzepten – Best Practice Beispiele für gekoppelte Kälte und Wärmebereitstellung für unterschiedliche Temperaturanforderungen sollen im Rahmen von Kooperationen und Netzwerken vorgestellt werden
Gesetzliche Rahmenbedingungen, Standards und Normen	<ul style="list-style-type: none"> – Normen für kleine Wärmepumpen und Dampfverdichter sind noch ausständig und deren Definition ist zu forcieren
Öffentliche Beschaffung und Nachfrage	<ul style="list-style-type: none"> – Überarbeitung von Anforderungen zur innovativen öffentlichen Beschaffung von Lebensmitteln für öffentliche Einrichtungen unter Einbeziehung von Kriterien für nachhaltige, energieeffiziente Produktion
Aus- und Weiterbildung sowie gesellschaftlicher Wandel	<ul style="list-style-type: none"> – Maßnahmen und Programme für die Ausbildung von entsprechendem Personal für die Umsetzung von Prozesswissen, die Entwicklung von Konzepten und Montage von industriellen Wärmepumpen in der Industrie, v. a. zur müssen ergriffen und entwickelt werden – Steigende Energiekosten treiben in letzter Zeit stark die Lebensmittelpreise und damit die Inflation nach oben, Maßnahmen zur Sicherung von Energie und deren Kosten würden hier zu positiven Effekten für die Bevölkerung führen – Nachhaltige Lebensmittelproduktion ist eine der großen gesellschaftlichen Herausforderungen, die eine Transformation der gesamten Lebensmittelkette von der Landwirtschaft bis zur Abfallverwertung bzw. Kreislaufwirtschaft bedingt; der Konsument und damit die Gesellschaft muss dafür sensibilisiert werden

Tabelle 10
Handlungsempfehlungen

Literaturverzeichnis

IEA. (2022). No Title. In *Task 1: Technologies – State of the art and ongoing developments for systems and components*. heatpumpingtechnologies.org/annex58/task1

Statistik Austria, *Energiegesamtrechnung*. (2020). Statistik Austria, Nutzenergieanalyse 2020. www.statistik.at/statistiken/energie-und-umwelt/energie/energiegesamtrechnung

Statistik Austria, *Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung*. (2020). Statistik Austria, Produktionsindex 2020. www.statistik.at/statistiken/volkswirtschaft-und-oeffentliche-finanzen/volkswirtschaftliche-gesamtrechnungen

Kontaktdaten

Projektleiter

Christian Schützenhofer

Center for Energy

AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Giefinggasse 6, 1210 Vienna

christian.schuetzenhofer@ait.ac.at

Herausgeber

Klima- und Energiefonds der österreichischen Bundesregierung

Leopold-Ungar-Platz 2/Stiege 1/Top 142, 1190 Wien

Tel: (+43 1) 585 03 90

office@klimafonds.gv.at

www.klimafonds.gv.at

AutorInnen

Christian Schützenhofer, Verena Alton, Bernhard Gahleitner, Sophie Knöttner,

Klaus Kubeczko, Karl-Heinz Leitner, Beatrix Wepner

AIT Austrian Institute Of Technology

Martin Baumann, Christoph Dolna-Gruber, Bernhard Felber, Andreas Indinger

Österreichische Energieagentur – Austrian Energy Agency (AEA)

Thomas Kienberger, Maedeh Rahnama Mobarakeh, Peter Nagovnak

Lehrstuhl für Energieverbundtechnik/Montanuniversität Leoben (EVT)

Hans Böhm, Sebastian Goers, Simon Moser, Mario Reisinger

Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz (EI-JKU)

Mitwirkende

AEE – Institut für Nachhaltige Technologien

Institut für Energietechnik und Thermodynamik der TU Wien

Für den Inhalt verantwortlich

Die AutorInnen tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Studie.

Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Weder der Klima- und Energiefonds noch das Bundesministerium für Klimaschutz,

Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) sind für die

Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung

www.angieneering.net

Titelfoto

Chris Ensminger

Herstellungsort: Wien

Wir haben diese Broschüre mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt und die Daten überprüft.

Rundungs-, Satz- oder Druckfehler können wir dennoch nicht ausschließen.

www.klimafonds.gv.at





 **Bundesministerium**
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie