

Die Auswirkungen von klimapolitischen Maßnahmen auf den österreichischen Arbeitsmarkt

ExpertInnenbericht

Dr. Großmann, A., Dr. Wolter M. I. (GWS)
Dr. Hinterberger, F., Püls, L.

Osnabrück, Wien (2020)

Inhalt

Inhalt	2
1 Klimaschutzmaßnahmen und ihre Implikationen für den Arbeitsmarkt	6
2 Erweiterte Arbeitsmarktmodellierung	8
3 Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf die CO₂-Emissionen – ein Literaturüberblick	15
3.1 Österreichs Beitrag zur Erreichung der Klimaziele von Paris.....	15
3.2 Maßnahmen im Gebäudesektor.....	18
3.3 Ausbau Erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung	20
3.4 Steigerung der Energieeffizienz	22
3.5 Steigerung der Ressourceneffizienz	23
3.6 Einführung einer CO ₂ -Steuer und Rückvergütung an Privathaushalte.....	25
3.7 Preissteigerungen im europäischen Handelssystem (ETS)	28
3.8 Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen.....	29
3.9 Maßnahmen im Verkehrssektor	32
3.9.1 Infrastrukturmaßnahmen Verkehr	32
3.9.2 Preisliche Maßnahmen im Verkehr	35
3.9.3 Tempolimits und Raumplanung.....	38
4 Vorgehen bei der modellgestützten Szenarioanalyse	40
4.1 Allgemeines Vorgehen.....	40
4.2 Ausgestaltung der Szenarien	41
4.3 Maßnahmen, die nicht Teil der modellgestützten Szenarioanalyse sind.....	43
5 Ergebnisse des Transformationsszenarios	45
5.1 Ausgestaltung des Szenarios.....	45
5.2 Ergebnisse	47
6 Ergebnisse des Zielerreichungsszenarios	57
6.1 Ausgestaltung des Szenarios.....	57
6.2 Ergebnisse	57
7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	63
Annex	66
1 Das Modell e3.at im Überblick	67
1.1 Ein allgemeiner Überblick	67
1.2 Die Beschäftigung nach Branchen.....	71

2 Ergebnisse der Teilszenarien des Transformationsszenarios	75
2.1 Maßnahmen im Gebäudesektor.....	76
2.2 Ausbau erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung	80
2.3 Steigerung der Energieeffizienz	85
2.4 Steigerung der Ressourceneffizienz	92
2.5 Einführung einer CO ₂ -Steuer und Rückvergütung an private Haushalte.....	98
2.6 CO ₂ -Preissteigerung im Emissionshandelssystem (EHS).....	103
2.7 Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen.....	108
2.8 Maßnahmen im Verkehrssektor	112
Tabellenverzeichnis.....	118
Abbildungsverzeichnis.....	119
Literaturverzeichnis.....	121
Abkürzungen.....	131

Executive Summary

Österreichs Regierung hat sich zum Ziel gesetzt, die Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 zu erreichen. Für 2030 bedeutet das eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 50% in zehn Jahren. Die vorliegende Studie untersucht die Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf CO₂-Emissionen und den Arbeitsmarkt mittels modellgestützter Folgenabschätzungen.

Eine 50%ige Reduktion der Emissionen ist bei der Bündelung aller diskutierten Optionen sowie einem schnellen und klimagerechten Umbau des Kapitalstocks (Bauten und Ausrüstungsgüter) möglich. Großes CO₂-Einsparpotenzial gibt es insbesondere im Verkehrs- und Gebäudesektor sowie in der energieintensiven Industrie. Die umfassenden investiven Maßnahmen müssen zur Erreichung des Ziels von Verhaltensanpassungen bei Haushalten und Unternehmen begleitet werden.

Die Besteuerung klimaschädlichen Verhaltens und der Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen können einen Finanzierungsbeitrag zu einer klimafreundlichen Wirtschaft in Österreich leisten. Staatliche Unterstützung bleibt trotzdem notwendig vor allem in Anbetracht des aktuell niedrigen CO₂- und Ölpreises.

Der Übergang zu einer neuen, emissionsärmeren Wirtschaftsweise bis 2030 hat in Summe kaum Auswirkungen auf das Beschäftigungsniveau. Allerdings gibt es weitreichende und strukturelle Wirkungen in relativ kurzer Zeit (zehn Jahre) für Branchen und Berufe, die den Bedarf an Umschulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen erhöhen.

Danksagung

Wir danken unseren GesprächspartnerInnen sowie TeilnehmerInnen an den ExpertInnen-Workshops Andreas Breitenfellner (Oesterreichische Nationalbank), Holger Heinfellner (Umweltbundesamt), Franz Hölzl (ehemaliger Leiter Nachhaltigkeit Spar), Claudia Kettner (Österreichische Institut für Wirtschaftsforschung), Mathias Kirchner (Universität für Bodenkultur Wien), Daniela Kletzan-Slamanig (Wirtschaftsforschungsinstitut), Lukas Kranzl (Technische Universität Wien), Helga Kromp-Kolb (em. Universität für Bodenkultur Wien), Beate Littig (Institut für höhere Studien), Gustav Resch (TU Wien), Ingeborg Schwarzl (Climate Change Centre Austria). Außerdem danken wir den KollegInnen aus dem Ministerium, Valerie Bösch, Pia-Maria Wieninger, Robert Titelbach und Johannes Schweighofer, sowie Ronja Mutschmann-Sánchez und Barbara Dissauer (SERI) für ihre Unterstützung.

1 Klimaschutzmaßnahmen und ihre Implikationen für den Arbeitsmarkt

Das Projekt „Auswirkungen der Klimapolitik auf den Österreichischen Arbeitsmarkt“ geht der Frage nach, welche Folgen sich für die Beschäftigtenzahl (gegliedert nach Branchen und Berufen) ergeben können, wenn Maßnahmen zur Vermeidung des Klimawandels ergriffen werden. Dazu wird ein Bündel klimapolitischer Maßnahmen (z. B. energetische Gebäude-sanierung, Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel) festgelegt, das eine signifikante Einsparung von CO₂-Emissionen erwarten lässt. Die Wirkungen der Einzelmaßnahmen hinsichtlich ihrer Folgen auf die Arbeitskräftenachfrage, aber auch die CO₂-Einsparungsmöglichkeiten werden modellgestützt analysiert. Dazu wird das e3.at(economy-energy-environment)-Modell für Österreich eingesetzt, um die Wirkungen bis zum Jahr 2030 zu quantifizieren.

Basierend auf einer Literaturrecherche werden Maßnahmen identifiziert, die ein signifikantes CO₂-Einsparpotenzial erreichen können. Dabei geht es nicht allein darum, die Maßnahme selbst zu identifizieren, sondern auch darum, zu klären, in welchem Maße Modellparameter (z. B. Investitionen oder Verhaltensänderungen) mit der erhofften CO₂-Emissionsminderung verbunden werden. Die Ergebnisse der literaturbasierten Recherche zu den Effekten verschiedener Vermeidungsmaßnahmen und der zugrundeliegenden Parameter sind im Arbeitspapier (Hinterberger/Püls 2020) beschrieben und führen basierend auf ihren CO₂-Einsparpotenzialen zu einer Vorauswahl der zu analysierenden Maßnahmen. Diese wurden mit FachexpertInnen diskutiert und konkretisiert. Aufgrund der Fristigkeit der Simulation (die Szenario-rechnungen berücksichtigen den Zeitraum 2020 bis 2030) wurden die Annahmen angepasst. Zum Beispiel musste die Möglichkeit der Umstellung der Stahlindustrie auf eine klimafreundliche Produktion, die Direktreduktion mit Wasserstoff, fallengelassen werden, da dies nach ExpertInnenmeinungen bis zum Jahr 2030 nicht umsetzbar ist.

Letztendlich wurden zwei Gesamtszenarien entwickelt und ihre Auswirkungen anschließend auf Wirtschaft und Umwelt berechnet: Das Transformationsszenario umfasst ein Annahmen-set, das Maßnahmen enthält, die bis zum Jahr 2030 als umsetzbar eingeschätzt werden, die gewünschte CO₂-Reduktion aber verfehlen. Demgegenüber geht das Zielerreichungsszenario davon aus, dass die CO₂-Emissionen gegenüber dem Jahr 2020 um 50% gesenkt werden können.

Der Umbau der österreichischen Wirtschaft hin zu einer CO₂-ärmeren, ressourcenschonenderen und damit nachhaltigeren Wirtschaftsweise bringt einen tiefgreifenden Strukturwandel mit sich, welcher auch auf dem Arbeitsmarkt wirkt und die Beschäftigtenzahlen nach Branchen verändert. Damit ist auch verbunden, dass sich die Anforderungen an die Beschäftigten in Form von Fähig- und Fertigkeiten ändern.

Im Folgenden wird die erweiterte Arbeitsmarktmodellierung im Modell e3.at dargestellt (Kapitel 2), die die Heterogenität des Arbeitskräftebedarfs durch die Differenzierung des Arbeitskräftebedarfs nach Berufen abbildet. Mithilfe einer modellgestützten Szenarioanalyse werden anschließend die ausgewählten, einzelnen Klimaschutzmaßnahmen mit dem Modell e3.at gerechnet, die ein signifikantes CO₂-Einsparpotenzial (Kapitel 3) erreichen können. In Kapitel 4 wird das Vorgehen bei der Szenarioanalyse beschrieben und ein Überblick über Maßnahmen gegeben, die nicht im Modell abgebildet werden können. Kapitel 5 und 6 stellen die Modellergebnisse für das „Transformationsszenario“ und das „Zielerreichungsszenario“ vor und Kapitel 7 enthält abschließend die Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der Analyse.

2 Erweiterte Arbeitsmarktmodellierung

Das bestehende Modell e3.at (Annex 1) ist zwar bereits in der Lage, die Beschäftigungsbedarfe nach Branchen zu projizieren, eine Aussage über Berufe ist bisher jedoch nicht möglich. Daher umfasst das Projekt „Auswirkungen der Klimapolitik auf den Österreichischen Arbeitsmarkt“ eine entsprechende Erweiterung, welche auf Erfahrungen aus den Arbeiten des QuBe-Projektes (www.gube-projekt.de) basiert. Das QuBe-Projekt wird seit 2007 unter der gemeinsamen Leitung des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB, Bonn) und des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB, Nürnberg) in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS, Osnabrück) durchgeführt. Es gibt einen langfristigen Überblick über die voraussichtliche Entwicklung des Arbeitskräftebedarfs und -angebotes nach im Bildungsprozess erworbener formaler Qualifikationen der Bevölkerung, Anforderungen der Unternehmen und benötigter Kompetenzen. Die drei Dimensionen sind mit dem Wandel der Berufsstruktur verbunden. Wesentliche Triebfeder für die Veränderung der Struktur der Berufe ist dabei auf der Bedarfsseite des Arbeitsmarktes der Wandel der Branchenstrukturen bezogen auf die Beschäftigtenzahlen.

Für die Abbildung des Wandels der Berufsstrukturen auf der Bedarfsseite des Arbeitsmarktes im Modell e3.at bedarf es eines geeigneten Datensatzes, der die Beschäftigtenzahlen nach Branchen¹ mit denen nach Berufen in einen Zusammenhang setzt und einer darauf basierenden erweiterten Modellierung, der im Folgenden kurz beschrieben wird. Eine ausführliche Darstellung und Auswertung des Datensatzes finden sich im Arbeitspapier (Wolter/Großmann 2020).

Datensatz

In Zusammenarbeit mit dem Institut für höhere Studien (IHS)² sind die Dimensionen des Datensatzes festgelegt worden, der für eine gewählte Branchengliederung (ÖNACE 2008) die jeweils spezifische Verteilung auf Berufsgruppen gegliedert nach

¹ Im Folgenden wird der Begriff „Branche“ synonym für Wirtschaftszweig verwendet.

² Frau Titelbach des Instituts für höhere Studien hat entscheidend daran mitgewirkt, dass der Datensatz nicht nur für die Modellerweiterung geeignet ist, sondern auch den statistischen Gegebenheiten Österreichs Rechnung trägt. Ohne ihr Dazutun wäre die Durchführung des Projektes nicht möglich gewesen.

der Ö-ISCO-08 bereithält. Im Ergebnis ist eine Matrix mit 23 Branchen und 21 Berufsfeldern für die Jahre 2011/12 bis 2017/18 entstanden (siehe Tabelle 1 und Tabelle 2).

Das IHS hat diese Matrix mittels einer Auswertung des Mikrozensus gefüllt. Die Anzahl der Erwerbstätigen (in Personen und Stunden) wurden in dieser Dimensionierung erstellt. Zudem liegt auch das Einkommen nach Berufsfeldern aus dem Mikrozensus vor. Dieses ist insofern hilfreich, als bei einer Veränderung der Berufsfeldstruktur so auch eine Verschiebung der Einkommensstruktur sichtbar wird.

Tabelle 1: Berufsfelder – gewählte Gliederung der Berufe gemäß der Ö-ISCO 08

Ö-ISCO 08 – Zweisteller	Bezeichnung der Berufsfelder
1, 2, 3	Angehörige der regulären Streitkräfte *)
11, 12, 13, 14	Führungskräfte
21, 24, 25, 26	Übrige akademische Berufe
22	Akademische und verwandte Gesundheitsberufe
23	Lehrkräfte
31	Ingenieurtechnische und vergleichbare Fachkräfte
32, 34, 35	Übrige TechnikerInnen und gleichrangige nichttechnische Berufe
33	Nicht akademische betriebswirtschaftliche und kaufmännische Fachkräfte und Verwaltungsfachkräfte
41, 42, 43, 44	Bürokräfte und verwandte Berufe
51	Berufe im Bereich personenbezogener Dienstleistungen
52	Verkaufskräfte
53	Betreuungsberufe
54	Schutzkräfte und Sicherheitsbedienstete
61, 62	Fachkräfte in Land- und Forstwirtschaft und Fischerei
71	Bau- und Ausbaufachkräfte sowie verwandte Berufe, ausgenommen ElektrikerInnen
72	MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen und verwandte Berufe

Ö-ISCO 08 – Zweisteller	Bezeichnung der Berufsfelder
73, 74, 75	Übrige handwerks- und verwandte Berufe, inklusive ElektrikerInnen
81, 82, 83	BedienerInnen von Anlagen und Maschinen und Montageberufe
91	Reinigungspersonal und Hilfskräfte
92, 93, 94, 95, 96	Übrige Hilfsarbeitskräfte

Quelle: eigene Zusammenstellung gemäß Ö-ISCO 08 (Statistik Austria 2018a), *) die Angehörigen der regulären Streitkräfte werden bei den empirischen Auswertungen nicht weiter berücksichtigt, da kein Zusammenhang zum Transformationsprozess gesehen wird.

Tabelle 2: Zusammengefasste Branchen – gewählte Gliederung der Wirtschaftszweige gemäß der ÖNACE 2008

ÖNACE 2008 – Zweisteller	Bezeichnung der zusammengefassten Branchen
1, 2, 3	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
6, 7, 8, 9	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden
10, 11, 12	Nahrungsmittel, Getränke und Tabak
13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 31, 32, 33	Übrige Herstellung von Waren
24, 25	Metallerzeugung, -bearbeitung und -erzeugnisse
26, 27	Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen sowie von elektrischen Ausrüstungen (kurz: elektronische Erzeugnisse)
28	Maschinenbau
29, 30	Fahrzeugbau
35, 36, 37, 38, 39	Energieversorgung, Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen (kurz: Ver- und Entsorgung, Recycling)
41, 42, 43	Bau
45, 46, 47	Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (kurz: Handel)
49, 50, 51, 52, 53	Verkehr und Lagerei

ÖNACE 2008 – Zweisteller	Bezeichnung der zusammengefassten Branchen
55, 56	Beherbergung und Gastronomie
58, 59, 60, 61, 62, 63	Information und Kommunikation
64, 65, 66, 68	Erbringung von Finanz- und Versicherungsdienstleistungen sowie Grundstücks- und Wohnungswesen (kurz: Banken, Versicherung, Immobilien)
69, 70, 71, 72, 73, 74, 75	Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen (kurz: freiberufliche & wissenschaftlich Dienstleistungen)
77, 78, 79, 80, 81, 82	Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen
84	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversicherung
85	Erziehung und Unterricht
86	Gesundheitswesen
87, 88	Heime und Sozialwesen
90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99	Übrige Dienstleistungen

Quelle: eigene Zusammenstellung gemäß ÖNACE 08 (Statistik Austria 2018a)

Erweiterte Arbeitsmarktmodellierung

Für die Anschlussfähigkeit der erweiterten Arbeitsmarktmodellierung an die bestehende Modellierung wurden zunächst die Ergebnisse für die 74 Wirtschaftszweige (j) bezogen auf die Zahl der Beschäftigten (bas) zu den in Tabelle 2 aufgeführten Gruppen von Wirtschaftszweigen (J) für die vorliegenden Jahre (t) zusammengefasst ($basgwz$).

$$basgwz_j^t = \sum_{j \in J} bas_j^t$$

Die Branchen-Berufsfelder-Matrix (BBM) wird in eine Anteilsmatrix $BBMA$ umgeformt, welche die branchenspezifische Berufsfeldstruktur in Prozent abbildet.

$$BBMA_{ij}^{2017/18} = BBM_{ij}^{2017/18} / BBM_{.j}^{2017/18} * 100$$

Die *BBMA* ist für die Zukunft nicht konstant. Es wird vielmehr unterstellt, dass sich die Anteilsverschiebungen der branchenspezifischen Berufsfeldstrukturen, die sich in den Jahren 2011/12 bis 2017/18 ergeben haben, regelbasiert fortsetzen. Die in der Vergangenheit beobachteten durchschnittlichen Anteilsverschiebungen *DBBMA* werden auf Plausibilität geprüft und für die Zukunft angewandt:

$$BBMA_{ij}^{t+1} = BBMA_{ij}^t + DBBMA_{ij}^{2012-2018} / 2$$

Die Halbierung der Veränderungspunkte erfolgt wegen des kurzen Stützzeitraumes 2011/12 bis 2017/18. Sie entspricht der Annahme, dass für die Jahre 2018 bis 2030 in etwa jene Dynamik der Anteile unterstellt wird, die in den Jahren 2012 bis 2018 gemessen wurde.

Mit *basgwz* und *BBMA* kann nun die Fortschreibung der Beschäftigten nach Berufsfeldern *basb* erfolgen:

$$basbf_i^t = \sum_j BBMA_{ij}^t * basgwz_j^t$$

Um eine Abschätzung der Lohnentwicklung nach Berufen zu ermöglichen, wird ein einfaches Verfahren angewendet. Die Lohnentwicklung auf Basis der zusammengefassten Branchen wird mit dem jeweiligen Anteil einer Branche an einem Berufsfeld multipliziert und summiert. Es ergibt sich eine gewichtete Wachstumsdynamik der Berufsfeldlöhne, die unterstellt, dass sich die relativen Nettolohnunterschiede zwischen Berufsfeldern in einer Branche im Zeitverlauf nicht ändern. Für die Projektion der Berufsfeldlöhne ist das Ergebnis nur ein Indikator, der aber ausreicht, um zu beurteilen, ob die getroffenen Maßnahmen zur Erreichung der CO₂-Ziele bezogen auf Nettolöhne bestimmte Berufsfelder bevorzugen. Damit dieser Indikator (*lind*) berechnet werden kann, muss die ursprüngliche Branchen-Berufsfelder-Matrix *BBM* anders als bei den bisherigen Berechnungen, die die Verteilung von Beschäftigten auf Berufsfelder zum Ziel hatte, als Gewichtungsmatrix der Branchenlohnentwicklung verwendet werden. Sie wird mit *BBMA'* bezeichnet.

$$BBMA'_{ij}^{2017/18} = BBM_{ij}^{2017/18} / BBM_{i.}^{2017/18} * 100$$

Unter Verwendung des Branchenlohnes pro Stunde (*s/s*) kann der Indikator für die Nettolohnentwicklungen nach Berufsfeldern (*lind*) ermittelt werden:

$$lind_i^t = \sum_J BBMA'_{ij}^t * WR(sls_gwz_j^t)$$

Im Ergebnis liefert die erweiterte Arbeitsmarktmodellierung im Modell e3.at eine Projektion der Berufsfelder und ihrer Lohnentwicklungen, welche auf empiriegeleiteten, dynamischen Berufsfeldstrukturen der Wirtschaftszweige in Abhängigkeit vom strukturellen Wandel basiert.

Veränderungen der Jahresarbeitszeiten nach Branchen sind bereits im Modell e3.at erfasst. Um die Wirkungen für die Berufsfelder abzubilden, wird ein Indikator für die Wochenarbeitszeit nach Berufsfeldern *BBMW* berechnet. Dazu werden die in e3.at vorliegenden Jahresarbeitszeiten nach 74 Branchen (*j*) verwendet (*jabwz*) und zu der 21er Branchengliederung (*J*) zusammengefasst. Die Jahresarbeitszeiten werden mit den Beschäftigtenzahlen multipliziert und es ergibt sich das Arbeitsvolumen nach 74 Branchen (*avbwz*). Das Arbeitsvolumen wird dann analog zu dem Vorgehen bei den Beschäftigten zu den *J*-Branchen aggregiert. Dieses Arbeitsvolumen (*avbgwz*) wird durch die Beschäftigtenzahlen (*basgwz*) dividiert. Das Ergebnis ist das Arbeitsvolumen (*jabgwz*) nach *J* Branchen.

$$jabgwz_j^t = avbgwz_gwz_j^t / basgwz_j^t$$

Anschließend werden die Matrixwerte (*BBMW*) mit den Veränderungsfaktoren der *jabgwz* multipliziert, um branchenspezifische Veränderungen der Wochenarbeitszeiten nach Berufsfeldern zu ermitteln. Es wird somit unterstellt, dass sich z. B. die Arbeitszeitverkürzungen in einer Branche proportional auf ihre spezifischen Berufsfelder gleich auswirken.

$$BBMW_{ij}^t = BBMW_{ij}^{t-1} * \frac{jabgwz_j^t}{jabgwz_j^{t-1}}$$

Die Ergebnismatrix *BBMW* wird mit der Anzahl der Beschäftigten multipliziert, welche sich aus der Anteilinformation bezogen auf die Berufsfeldstruktur einer Branche *BBMA* multipliziert mit der Beschäftigtenzahl für diese zusammengefasste Branche *basgwz* ergibt. Durch eine Aggregation über die Branchen *J* entsteht das Arbeitsvolumen nach Berufsfeldern in Stunden pro Woche *avbabf*. Wird anschließend durch die Beschäftigtenzahl *basb* geteilt, ergibt sich die Wochenarbeitszeit nach Berufsfeldern *jabb*:

$$avbabf_i^t = \sum_j BBMA_{ij}^t * basgwz_j^t * BBMW_{ij}^t$$

$$jabbf_i^t = avbabf_i^t / basb_i^t$$

Leistungsfähigkeit des Ansatzes

Die Erweiterung des Modells e3.at ist ein erster Schritt, um die Bedarfsseite des Arbeitsmarktes nicht nur nach Wirtschaftszweigen, sondern auch nach Berufsfeldern zu erfassen. Die Modellierung fußt auf einem vom IHS neu geschaffenen Datensatz, der dazu geeignet ist, Branchenstrukturveränderungen aufzunehmen und ihre Folgen für die Berufsfeldstruktur aufzuzeigen. Zusammen mit dem Lohnindikator können auch berufsspezifische Lohnentwicklungen abgeschätzt werden. Die Informationen zu den Arbeitszeiten können indikativ die Veränderungen der Wochenarbeitszeiten nach Berufsfeldern sichtbar machen.

Einschränkend ist festzustellen, dass die Berufsfeldstruktur unter anderem auch von weiteren Einflüssen wie den Veränderungen relativer Lohngefüge zwischen Branchen und Berufsfeldern verändert werden kann (z. B. Maier et al. 2014, S. 19 ff.). Es ist also zu prüfen, ob die Einbeziehung berufsspezifischer Lohnentwicklung in eine Modellierung der branchenspezifischen Berufsfeldstrukturen die Ergebnisse verbessert. Eine empirische Schätzung der Zusammenhänge kann derzeit noch nicht erfolgen, da noch nicht genügend Zeitpunkte aus dem Mikrozensus vorliegen.

Wegen des kurzen Stützzeitraums für die regelgebundenen Veränderungen der branchenspezifischen Berufsfeldstrukturen wurden die Ergebnisse, die sich aufgrund der Strukturverschiebungen ergeben, evaluiert. Dazu wurden zwei Szenarien gerechnet, die eine konstante und eine veränderte Berufsfeldstruktur berücksichtigen. Die sich ergebenden Unterschiede für die Berufsfeldstruktur insgesamt wurden mit den Ergebnissen anderer Studien (z. B. QuBe-Projekt aus Deutschland; Mesch 2014) verglichen, um die Plausibilität berechneter Trends (z. B. zurückgehende Anteile von Hilfskräften) zu überprüfen.

3 Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen auf die CO₂-Emissionen – ein Literaturüberblick

Dieses Kapitel fasst zunächst (in 3.1) den Stand der Debatte über den österreichischen Beitrag zu den Klimazielen von Paris zusammen – und zwar erstmals für das (politisch) im Regierungsprogramm auf Basis des europäischen Green Deal formulierte Ziel einer „Klimaneutralität“ bis spätestens 2040 (Stand Februar: 2020). Dann werden die einzelnen Maßnahmen anhand einer Literaturstudie beschrieben (3.2–3.8), um daraus die konkreten im Projekt zu modellierenden Maßnahmen abzuleiten (Kapitel 4). Die wissenschaftliche Debatte wie auch die Erfahrung aus einschlägigen Modellierungsprojekten zeigen, dass nur eine Kombination aus einer Vielzahl dieser Maßnahmen zum angestrebten Ziel führen kann (CCCA et al. 2019, POLFREE 2016, meetPASS 2019).

3.1 Österreichs Beitrag zur Erreichung der Klimaziele von Paris

Aktuell werden in Österreich etwa 80 Mt CO₂^ä emittiert, von denen 30 Mt CO₂^ä im europäischen Handelssystem (ETS) erfasst sind und 50 Mt CO₂^ä auf die anderen Bereiche entfallen („Non-ETS“: Verkehr, Privathaushalte, Landwirtschaft sowie der nicht im ETS erfasste Teil der Wirtschaft). Wir begründen im Folgenden diese Zahlen, brechen die Werte auf die einzelnen Sektoren herunter und gehen auf den ohne Maßnahmen zu erwartenden, weiteren Trend ein.

Beginnen wir damit, aus den vorhandenen Daten eine Schätzung für 2020 abzugeben. Das Umweltbundesamt (2019b, S. 11) berechnet für 2018 insgesamt 79 Mt CO₂^ä, wovon ca. 28,4 Mt auf die gemeldeten Emissionen der Emissionshandelsanlagen (ETS) entfielen und ca. 50,6 Mt CO₂^ä auf Bereiche, die diesem System nicht unterliegen. Letztere verteilen sich auf die Sektoren Energie und Industrie (6,2 Mt), soweit sie nicht dem Energiehandelssystem unterliegen, Verkehr (23,8 Mt), Gebäude (7,8 Mt), Landwirtschaft (8,1 Mt), Abfallwirtschaft (2,8 Mt) sowie fluorierte Gase (1,9 Mt).

Schleicher und Kirchengast (2019, S. 4) schätzen im aktuellen Monitoring nach dem österreichischen Klimaschutzgesetz (KSG)³ die Emissionen für 2019 auf 80,8 Mt CO₂ä (davon Anlagen im ETS: 29,0; Non-ETS: 51,8 Mt). Österreich überschreitet dabei die Zielvorgaben von 48,8 Mt des Klimaschutzgesetzes (KSG) zur Umsetzung der EU-Entscheidung über die Aufteilung von Anstrengungen zur Reduktion von Treibhausgas-Emissionen („Effort-Sharing-Entscheidung“ 2009/406/EG (ESD)) für den Non-ETS Bereich im Jahr 2020 um 2 Mt CO₂ä.

Als Ausgangspunkt für unsere weitere Analyse leiten wir daraus als Annahme für 2020 einen Ausgangswert von **80 Mt CO₂ä** (davon 30 Mt im ETS und 50 Mt für alle Sektoren, die nicht dem Energiehandelssystem unterliegen) ab. Letztere verteilen sich gemäß unserer Annahme sowie auf Basis der aktuellen Trends nach Schleicher und Kirchengast (2019) wie folgt auf die folgenden Sektoren: Energie und Industrie (soweit sie nicht dem Energiehandelssystem unterliegen): 6 Mt, Verkehr: 23 Mt, Gebäude: 8 Mt, Landwirtschaft: 8 Mt, Abfallwirtschaft: 3 Mt und flourierte Gase: 2 Mt. Für 2030 schätzt das Umweltbundesamt (2019a) aufgrund der bis zum Jahr 2018 bereits beschlossenen Maßnahmen (WEM: „with existing measures“) eine Reduktion auf rund 74 Mt, davon 26,1 Mt im ETS-Bereich und 47,9 im Non-ETS-Bereich.

Als Ergebnis der Pariser Klimakonferenz wurde im Dezember 2015 festgelegt, dass die globale Erwärmung der Atmosphäre auf deutlich unter 2 °C, möglichst 1,5 °C im Vergleich zu vorindustriellen Levels begrenzt werden soll. Der Internationale Klimarat (IPCC) hat dieses Ziel 2018 insofern konkretisiert, als dass global insgesamt nicht mehr als 580 bis 770 Gigatonnen CO₂ä emittiert werden dürfen, wenn das Ziel mit einer Wahrscheinlichkeit von 50% erreicht werden soll. Würde ein Aufteilungsschlüssel entsprechend eines Pro-Kopf-Budgets, das jedem Menschen zur Verfügung steht, die Grundlage bilden, entspräche das für Europa ca. 60 und für Österreich lediglich einer Gigatonne. Beim heutigen Verbrauch wäre dieses Kontingent in etwa 10 bis 15 Jahren ausgeschöpft.

Abgeleitet von diesen Vorgaben wurden in der EU Zielwerte für ein sogenanntes Effort-Sharing erarbeitet, die für Österreich bis 2030 eine Reduktion von 36% in den nicht vom europäischen Emissionshandel-System (ETS) erfassten Bereichen im Vergleich zu 2005 vorsehen (Verordnung zur Festlegung verbindlicher nationaler

³ https://www.bmnt.gv.at/umwelt/klimaschutz/klimapolitik_national/klimaschutzgesetz/ksg.html (abgerufen am 01.12.2019)

Jahresziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2021 bis 2030, Europäische Union 2018).

Mit ihrem europäischen *Green Deal* setzt sich die Europäische Kommission Klimaneutralität als Ziel. Bis 2030 sollen die Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990 um 55% reduziert werden (Europäische Kommission 2019, S. 5). Dies ist eine Verschärfung der aktuellen Ziele der EU. In der entsprechenden Verordnung der EU von 2018 war noch von einer Reduktion von 40% gegenüber 1990 und 30% gegenüber 2005 die Rede (Europäische Union 2018, S. 1).

Ein Paris-kompatibles CO₂-Budget und dementsprechende Reduktionspfade, um Klimaneutralität in Österreich zu erreichen, fordert nun auch das österreichische Regierungsprogramm 2020–2024 (Die neue Volkspartei und Die Grünen 2020, S. 104) – aber anders als die EU-Kommission schon „bis spätestens 2040“. Das würde für 2030 eine Reduktion um 50% gegenüber 2020 bedeuten – einerseits unter Berücksichtigung dessen, dass Maßnahmen eine gewisse Anlaufzeit benötigen, um zu greifen, andererseits die zweiten 50% aber einen größeren Aufwand erfordern als die ersten 50%, weil vermutlich zuerst die „low-hanging fruits“ „geerntet“ werden können. Bezogen auf den Ausgangswert von 80 Mt CO₂^ä und davon 50 Mt im Non-ETS-Bereich ergibt das einen neuen Zielwert von 25 Mt CO₂^ä.

Daraus leiten wir für das Jahr 2030 eine Reduktion der CO₂-Emissionen in Höhe von 4 Mt im nicht dem ETS unterliegenden Energie- und Industriesektor, 13 Mt im Verkehr, 2 Mt bei den Gebäuden, 4 Mt in der Landwirtschaft sowie jeweils 1 Mt in der Abfallwirtschaft und bei den flourierten Gasen ab.

Wenn wir nun im Folgenden einzelne Maßnahmen (*ceteris paribus*) besprechen, ist zu beachten, dass diese teilweise überlappende Ergebnisse liefern, zum Beispiel dann, wenn Investitionen in die Gebäudesanierung geringere Effekte liefern, wenn der Anteil erneuerbarer Wärmezeugung gleichzeitig erhöht wird. Ähnliches gilt, wenn etwa die von einer CO₂-Steuer ausgehenden Anreizeffekte geringer ausfallen, wenn Investitionen in den öffentlichen Verkehr schon zu einer Verlagerung im Modal Split (i. e. Verkehrsmittelwahl) beitragen. Andererseits machen Investitionen in den öffentlichen Verkehr einen Umstieg überhaupt erst möglich (und verändern damit aus der Vergangenheit bekannte Preiselastizitäten). Ähnliches gilt für die Effekte einer allfälligen Arbeitszeitverkürzung, wenn die Folgen niedriger Einkommen bei einer aufgrund der relativen Preise veränderten Konsumstruktur geringer ausfallen als ohne eine CO₂-Steuer.

Andererseits ist das Ziel der Klimaneutralität nur unter voller Ausnutzung dieser sogenannten „Sektorenkopplung“ (siehe etwa Deutsche Energie-Agentur 2018) möglich. Anders gesagt: Die an sich gewünschte und notwendige Sektorenkopplung erschwert die Zielformulierung ebenso wie die partielle Analyse der Zielerreichung, bedeutet aber gleichzeitig, dass Ziele, die sich ceteris paribus auf einzelne Sektoren beziehen, höher angesetzt werden müssen als aus der oben angestellten Gesamtbetrachtung zunächst ersichtlich ist.

Sehen wir uns nun die einzelnen Bereiche genauer an.

3.2 Maßnahmen im Gebäudesektor

Im Gegensatz zu anderen Sektoren konnten in der Vergangenheit im Sektor Gebäude nennenswerte Emissionseinsparungen erzielt werden. Jedoch steckt noch immer enormes Einsparungspotential im Gebäudesektor. Der Energieeinsatz zur Bereitstellung von Raumwärme macht mit einem Drittel des österreichischen Gesamtenergieeinsatzes etwa 20% des österreichischen CO₂-Ausstoßes (Non-ETS) aus (Kranzl et al. 2018, S. 1). Auch haben klimapolitische Maßnahmen aufgrund der Langlebigkeit von Gebäuden (min. 30 Jahre) besonders langfristige Auswirkungen.

Der Gebäudesektor war 2018 für 7,8 Mt CO₂^ä verantwortlich. Wir nehmen für 2020 einen Wert von 8 Mt an, der sich durch die Maßnahmen des österreichischen NEKPs bis 2030 um 3 Mt auf 5 Mt CO₂^ä reduzieren soll (BMNT 2019b). Entsprechend den noch ambitionierteren Anforderungen an die Klimaneutralität, die im Regierungsprogramm formuliert wurde, sollen bis 2030 insgesamt 50% reduziert werden. Da besonders im Gebäudesektor ein hohes CO₂-Einsparungspotential steckt, haben wir eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 6 Mt auf 2 Mt CO₂^ä (i. e. 75%) im Jahr 2030 als Ziel angenommen.

Im österreichischen NEKP ist eine „langfristige Renovierungsstrategie“ vorgesehen. Einen großen wirtschaftlichen Antrieb sollen thermische Sanierungen bringen. Gleichzeitig soll der Einsatz von fossiler Energie im Neubau weitgehend durch erneuerbare Energie ersetzt werden, wozu begleitend Informations- und Bewusstseinsbildungsaktivitäten geplant sind. Gesamtinvestitionskosten für klimapolitische Maßnahmen im Bereich Gebäude und Industrie belaufen sich hier auf rund 30 Mrd. € bis 2030 (Industrie: 4 Mrd. €, thermische Gebäudesanierung: 16 Mrd. €, Heizungssystemerneuerung: 9 Mrd. € und Energieeffizienz & Abwärmenutzung 0,7 Mrd. €) (BMNT 2019b, S. 24, 75, 178, 264).

Im Regierungsprogramm 2020–2024 wird eine Sanierungsrate „in Richtung eines Zielwerts von 3%“ gefordert. Als Maßnahmen werden eine „Förderinitiative“, eine „Weiterentwicklung der Wohnbauförderung“ sowie unter anderem die „Forcierung des Holzbaus und ökologischer Baumaterialien“ genannt. Zwar wird von „Green Jobs“ gesprochen, konkrete Zahlen über Kosten, Investitionsbedarf, erwartete Einsparungen oder Arbeitplatzeffekte finden sich aber nicht.

Die Studie „Wärmezukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich“ (Kranzl et al. 2018, S. 35 ff.) der Energy Economics Group der TU Wien zeigt, wie die Beheizung von Gebäuden⁴ bis zum Jahr 2050 CO₂-neutral gestaltet werden kann. Unter anderem werden folgende Maßnahmen für ein Energiewendeszenario empfohlen:

- Erhöhung der Siedlungsdichte. Anteil der Mehrgeschoßwohnbauten auf 52% bis 2030 (im Vgl. zu 50% im Referenzszenario)
- Reduktion der Nutzfläche im Neubau um 6% bis 2030
- Gebäudeindividueller Sanierungsfahrplan: ab 2022 verpflichtende Sanierung bei Überschreiten eines Heizwärmebedarfs von 210 Kilowattstunden pro m²
- Ab dem Jahr 2025 bis 2035: Verpflichtung zum Ersatz bestehender öl- und kohlebefeuerter Heizkessel, die älter als 27 Jahre sind. Ab dem Jahr 2035 bis 2044 für Kessel, die älter als 19 Jahre sind. Eine weitere Verschärfung folgt mit dem Jahr 2040.
- Verbot von fossil befeuerten Heizölkesseln in Neubauten ab 2020 und für Bestandsgebäude ab dem Jahr 2025
- Einführung einer Nutzungspflicht von erneuerbaren Energieträgern im Neubau ab 2021
- Einschränkung des Einsatzes von Erdgas
- Im Vergleich zum Referenzszenario, wo die Förderungsmittel sinken, wird hier ein kontinuierlicher Anstieg ab 2030 vorgeschlagen. Der Gesamtumfang soll im Jahr 2050 rund 630 Mio. € betragen.
- Des Weiteren wird auch hier eine Erhöhung der CO₂-Abgabe empfohlen. Diese soll ab 2025 25 € pro Tonne CO₂ und ab 2050 200 € pro Tonne CO₂ betragen.

Zurzeit werden jährlich rund 3 Mrd. € in Sanierungen, Wärmetechnologien und Instandsetzungen investiert. Für die oben genannten Maßnahmen müssten im Zeit-

⁴ Mit Ausnahme von Industriegebäuden wurde der komplette Gebäudebestand untersucht.

raum 2021–2030 pro Jahr zusätzlich rund 1,5 Mrd. € an finanziellen Mitteln eingesetzt werden. So könnten die jährlichen Beheizungskosten von aktuell 9 Mrd. € auf 8 Mrd. € im Jahr 2030, 6,7 Mrd. € im Jahr 2040 und weniger als 6 Mrd. € im Jahr 2050 senken (Kranzl et al. 2018, S. 7).

Demnach könnten die CO₂-Emissionen (unter der Annahme, dass der Energiemix für die Stromerzeugung und Fernwärme aus erneuerbaren Quellen stammt und Erdgaseinsatz durch Biomethan und Wasserstoff ersetzt wird) bis zum Jahr 2050 beinahe gegen Null gesenkt werden. Für das Jahr 2030 wird auf Basis der genannten Maßnahmen eine Reduktion auf ca. 5 Mt CO₂^a prognostiziert.

Des Weiteren wirkt sich das Energiewendeszenario positiv auf die Beschäftigung in der Energiebranche selbst aus. Aufgrund von zusätzlichen Investitionen für thermische Sanierungen und durch den Umstieg auf erneuerbare Heizsysteme können 2020–2030 27 000, 2030–2040 40 000 und 2040–2050 37 000 neue Arbeitsplätze geschaffen werden. Dies beinhaltet Arbeitsplätze in den Bereichen Produktion, Handel und Installationstechnik (Kranzl et al. 2018, S. 11).

3.3 Ausbau Erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung

In der Vergangenheit dominierten Wasser- und Wärmekraftwerke die österreichische Stromversorgung. Durch die zunehmende Liberalisierung des Strommarktes (1996–2009) wurde Österreich vom Nettostromimporteure zum Exporteur. Seit ca. 20 Jahren wächst die Stromproduktion aus den „neuen Erneuerbaren“ (wie Windenergie, Photovoltaik etc.) rasant – jedoch auch der Strombedarf insgesamt. Weitere Investitionen in erneuerbare Energien sind ein unabdingbarer Beitrag zur Erreichung der eingegangenen klimapolitischen Verpflichtungen. Darüber hinaus wird durch diese der nationale Selbstversorgungsgrad gestärkt (Biermayr 2019, S. 6). Es wird hier ausschließlich der Stromsektor betrachtet.

Der Sektor Energie war 2017 laut Umweltbundesamt (2019: Austria's National Inventory Report) für rund 56,0 Mt CO₂^a verantwortlich. Dieser Wert beinhaltet neben der hier relevanten Energiebranche selbst (11,2 Mt) auch die Fertigungs- und Bauindustrie (11,2 Mt)⁵ und den Sektor Transport (24 Mt) (Anderl et al. 2019, S. 55) und

⁵ Dazu kommen 17,2 Mt CO₂^a aus (nicht-energetischen) industriellen Prozessen und Produkten.

würde laut TU Wien (2017: Stromzukunft Österreich) im Referenzszenario bis 2030 national bilanziell auf 15,6 Mt CO₂^a ansteigen.

Österreich hat sich sowohl im Regierungsprogramm 2020–2024 als auch auf europäischer Ebene verpflichtet, den Anteil der erneuerbaren Energie am Stromverbrauch bis zum Jahr 2030 auf 100% (national bilanziell) anzuheben.

Der NEKP schlägt auf Grundlage von Berechnungen des Umweltbundesamtes vor, erneuerbare Energie um 28–32 TWh auszubauen: Im Detail soll Wasserkraft um 6–7 TWh, Biomasse um 2 TWh, Windkraft um 10–12 TWh und Photovoltaik um 10–11 TWh ausgebaut werden.⁶ Würde die Wasserkraft aus der Betrachtung ausgeklammert werden, würde dies eine Vervielfachung der Kapazität der erneuerbaren Energie zwischen 2018 und 2030 bedeuten (Schmidt und Baumgartner 2018). Die Kosten für den Ausbau der Stromerzeugung würden sich laut NEKP auf 2–3 Mrd. € pro Jahr belaufen (BMNT 2019b, S. 264).

Die Publikationen der TU Wien „Empowering Austria“ und „Stromzukunft Österreich“ schlagen vor, die Produktion erneuerbarer Energie im Vergleich zum Basisjahr 2015 um 20 TWh zu erhöhen (Wasserkraft: 6,7 TWh, Windkraft: 7,1 TWh und Photovoltaik: 6,2 TWh). Dieser Ausbau bedeutet durchschnittlich 2 Mrd. € Investitionen pro Jahr für den Ausbau der Erzeugungsanlagen. Um dem wachsenden Energiebedarf zu entsprechen, werden in den Netzausbau pro Jahr zurzeit durchschnittlich 0,1 Mrd. € investiert (Resch und Liebmann 2016; Haas et al. 2017).

Laut Peter Traupmann, Geschäftsführer der Österreichischen Energieagentur, sind positive Beschäftigungseffekte durch die Energiewende zu erwarten (Österreichische Energieagentur 2019).

Die Studie „Wirtschaftskraft Erneuerbarer Energie in Österreich“ (2013) untersuchte volkswirtschaftliche Konsequenzen des vermehrten Ausbaus erneuerbarer Energieträger in den Jahren 2000 bis 2011. Die Stromproduktion stieg von 277 PJ auf

⁶ Im NEKP sind diese Pfade nach Sektoren und Technologien sehr detailliert aufgeschlüsselt (BMNT 2019, S. 80–83). Das Regierungsprogramm 2020–2024 spricht leicht abweichend von einem „Zubau von 27 TWh“, welcher auf 11 TWh Photovoltaik, 10 TWh Windkraft, 5 TWh Wasserkraft und 1 TWh Biomasse verteilt wird. Als Förderungsvolumen allein für PV-Anlagen wird ein Jahres-Maximum von 1 Mrd. € angegeben, wobei „innovative Sonderprogramme im Klima- und Energiefonds [...] möglich“ bleiben sollen. Für den gesamten Endenergieverbrauch bedeutet das eine Anhebung von ca. 33,4 (2018) auf 45–50%.

373 PJ⁷ an. Hier ergab sich ein höheres durchschnittliches Beschäftigungsniveau von zusätzlich 3 300 Beschäftigten pro Jahr im Vergleich zu einem Szenario ohne Umstellung Richtung erneuerbare Energie (Bointner 2013). Laut Haas et al. (2017) steigt infolge des zukünftig geplanten weiteren Ausbaus erneuerbarer Energie der erwartete Beschäftigungseffekt stark an.

Wir nehmen für 2020 einen CO₂-Ausstoß in Höhe von 12 Mt an. Dieser Wert würde laut Haas et al. (2017) im Referenzszenario national bilanziell auf 15,6 Mt ansteigen.

Entsprechend der referierten Studien und ExpertInnenbefragung schlagen wir vor:

- Ausbau erneuerbarer Energie um 35 TWh, die sich wie folgt untergliedert:
 - 18 TWh Photovoltaik (~11,01 GW)
 - 14 TWh Windenergie (~4,84 GW)
 - 3 TWh Wasserkraft (~1 GW)
 - 2 TWh Biomasse (~0,28 GW)
- Abbau fossiler Energieträger
- Ausbau Netze

Die **CO₂-Einsparungen** bis 2030 betragen dabei im Vergleich zum Referenzszenario **13,7 Mt CO₂^ä**. Das **Investitionsvolumen** für den gesamten Ausbau, inklusive Netze, beträgt etwa **5 Mrd. € jährlich**.

3.4 Steigerung der Energieeffizienz

Neben dem Ausbau erneuerbarer Energie ist die Energieeffizienz eine wichtige Größe, die eine CO₂-Reduktion ohne Einschränkungen der Lebensqualität unterstützen kann. Diese Maßnahme bezieht sich auf das gesamte Ausmaß der österreichischen THG-Emissionen in Höhe von 80 Mt CO₂^ä. Hierbei handelt es sich also eigentlich nicht um eigene Maßnahmen im Sinne dieses Arbeitspapiers, sondern um Zielvorgaben für die anderen Maßnahmen.

Als Ziel für Maßnahmen mit Einfluss auf die Zielgröße Energieeffizienz formuliert der NEKP die „Verbesserung der Primärenergieeffizienz“ um 25–30% gegenüber 2015,

⁷ 1 TWh entspricht 3,6 PJ.

die dann wieder auf die Einzelsektoren Gebäude, Verkehr und Industrie herunter gebrochen werden.

Das ist durchaus ambitioniert, hat sie sich jedoch – gemessen an der makroökonomischen Energieintensität (Endenergieverbrauch/BIP) – im letzten Jahrzehnt nur um die Hälfte dieses Werts verbessert (BMNT 2018a). Daten über Kosten, Einsparungs- und Beschäftigungseffekte in diesem Zeitraum liegen auch nicht vor.

Ein Rückschluss aus den im Effizienzmonitoring (BMNT 2018a) beobachteten Bottom-up-Effekten (Addition der Effekte einzelner Projekte) auf gesamtwirtschaftliche Kennzahlen der CO₂-Einsparung scheint auf Grundlage der vorhandenen Daten nicht möglich.

Das Umweltbundesamt hält in seiner Studie von 2015 anstatt eines erwarteten Anstiegs im Energieverbrauch in Höhe von 58 PJ eine Reduktion um 18 PJ für möglich, also eine relative Entkopplung von 76 PJ. Prozentuell entspräche das aber nur 3,5% Reduktion für den gesamten Zeitraum. Eine Umrechnung auf Treibhausgasreduktionen und wirtschaftliche Größen (Investitionen) lässt sich daraus aber nicht ableiten.

3.5 Steigerung der Ressourceneffizienz

Neben Energieressourcen beeinflussen auch die materiellen Ressourcen den Klimawandel stark. Die Reduktion des Verbrauchs von Ressourcen trägt wesentlich zur Erreichung der Klimaziele bei. Die Beschaffung, Förderung, Be- und Verarbeitung von Ressourcen und schließlich auch das Recycling sowie die Entsorgung dabei entstehender Abfälle erfordern Energie – und einige zentrale industrielle Prozesse, wie die Herstellung von Stahl oder Zement, verursachen direkt klimaschädliche Emissionen. Darüber hinaus ist die Extraktion und Verarbeitung von Ressourcen selbst für die Beeinflussung ökologischer Gleichgewichte verantwortlich, welche wiederum zur Überschreitung „planetarer Grenzen“ (Rockström et al. 2009; Steffen et al. 2015) beitragen.

Aufbauend auf dem Ressourceneffizienz Aktionsplan (REAP von 2012) wurde 2018 die Ressourceneffizienz-Initiative RESET aufgelegt, mit der die europäische Kreislaufwirtschaftsinitiative in Österreich umgesetzt werden soll (BMNT 2018b).

Das Thema Ressourceneffizienz hat spätestens seit der Veröffentlichung des „Circular-Economy-Package“ der EU-Kommission und der richtungweisenden Publikation der Ellen-MacArthur-Foundation (2017) Eingang in die europäische und globale Wirtschaftspolitik gefunden. Im österreichischen Regierungsprogramm wird es unter dem Titel „Kreislaufwirtschaft fördern und Abfallpolitik gestalten“ behandelt (Die neue Volkspartei und Die Grünen 2020, S. 141 f.).

Dass eine Dekarbonisierungspolitik zur Erreichung ambitionierter Klimaziele wie die des Pariser Abkommens von einer deutlichen Verringerung der Ressourcenintensität begleitet werden muss, ist heute Common Sense.⁸ „Die gesteigerte Ressourceneffizienz führt zu THG-Einsparungen, zudem hat sie positive Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt und schafft Rahmenbedingungen für Innovationen“ heißt es etwa im Ref.-NEKP mit Verweis auf die Erkenntnisse der Ellen MacArthur Foundation. Auch die Möglichkeiten einer Sharing Economy und langlebiger Produkte werden hier im Ref.-NEKP behandelt. Auf Produktebene werden auf Basis der Ökodesign-Richtlinie strenge Vorschriften bezüglich der Garantieansprüche (Lebensdauer), der Reparier- und Recyclingfähigkeit sowie der Anreize für die Reduktion von Lebensmittelabfällen empfohlen.

2019 wurden in einer Reihe von Ressourceneffizienzprojekten Möglichkeiten aufgezeigt, wie gerade die energieeffiziente Industrie in Österreich, aber auch in Deutschland, substantiell zur Dekarbonisierung beitragen kann, z. B. „New Energy for Industry“ (NEFI, www.nefi.at), oder „Klimaneutrale Industrie“ (Graichen et al. 2019). Letztere postuliert etwa eine Reduktion der Treibhausgasemissionen in der Grundstoffindustrie um 25% bis 2030.

In Anlehnung an die Arbeit der Ressourceneffizienzagentur NRW könnte z. B. als Teil der österreichischen Initiative RESET 2020 ein **Ressourceneffizienzberatungs- und Förderprogramm** aufgelegt werden, das dazu dient, auch unter dem Einfluss der fortschreitenden Digitalisierung im verarbeitenden Gewerbe die **Ressourceneffizienz um 1% pro Jahr zu verbessern**. Die **Kosten** ergeben sich aus einer einprozentigen Erhöhung der Weiterbildungs- und Beratungsleistungen der Unternehmen, die zu 50% vom Staat gefördert werden. Zusätzlich sind Investitionen der Unternehmen in Höhe von 0,5 Mrd. € pro Jahr erforderlich, die sich über einen Zeitraum von drei Jahren amortisieren. Außerdem werden die Kosten des Staates

⁸ Siehe etwa die „10 Key Messages on Climate Change“ des International Resource Panels der UNO (<https://www.resourcepanel.org/reports/10-key-messages-climate-change>, abgerufen am 07.03.2020)

für Aufbau und Unterhaltung der Ressourceneffizienzagentur mit 0,02 Mrd. € pro Jahr beziffert. Daten über Arbeitsplatz- und CO₂-Einsparungseffekte liegen dazu nicht vor und werden in der Szenarioanalyse mithilfe des Modells berechnet. Wir rechnen mit einer Reduktion von 3,5 Mt CO₂^a ohne Sektorkopplungseffekte.

3.6 Einführung einer CO₂-Steuer und Rückvergütung an Privathaushalte

Das Thema Umweltsteuer ist eines der wissenschaftlich am intensivsten bearbeiteten Felder. Seit den ersten theoretischen Ansätzen von Pigou (1920), Binswanger et al. (1983) und – in Österreich – Aubauer und Bruckmann (1985) ist das Konzept einer (sozial-)ökologischen Steuerreform aus der Debatte um eine nachhaltige Transformation der Gesellschaft nicht mehr wegzudenken. Einen umfassenden Überblick über die gesamtwirtschaftlichen Effekte einer sozial-ökologischen Steuerreform gab es für Deutschland schon vor 15 Jahren von Michael Kohlhaas (2005).

Im Rahmen dieses Projekts geht es im Vergleich zu den anderen Maßnahmen um ein umfangreicheres Paket. Neben der Einführung einer CO₂-Steuer in Bereichen, die nicht vom europäischen CO₂-Handelssystem erfasst sind, geht es hier um die gleichzeitige, aufkommensneutrale Erhöhung oder Einführung von Transferleistungen bzw. von Steuerentlastungen. Dazu kommen mögliche Ausgleichszahlungen an EU-Außengrenzen.

Eine sozial-ökologische Steuerreform wird unter Ökonomen als zentrales Instrument gesehen, die Reduktion von Treibhausgasen durch entsprechende Anreize voranzutreiben. Da die EU in Steuerfragen nur begrenzt zuständig ist, findet sich bezüglich CO₂-Steuern auch wenig im europäischen *Green Deal*. Sehr interessant ist allerdings der Vorschlag eines möglichen Ausgleichsmechanismus an den EU-Außengrenzen.

Im österreichischen NEKP werden eine „weitere Ökologisierung des Anreiz-, Förder- und Steuersystems“, die „Ausweitung des Handelssystems (ETS) auf weitere Sektoren“ sowie „ETS-Auktionserlöse für klima- und energierelevante Projekte“ jeweils als „Option“ angeführt.

Im Regierungsprogramm 2020–2024 wird das Thema im Steuerkapitel unter „Wirtschaft & Finanzen“ abgehandelt. Dabei wird detailliert auf eine ökologische Steuerreform eingegangen. Als konkrete Maßnahmen werden eine Flugticketabgabe und

Lkw-Maut sowie eine Ökologisierung der NoVA genannt (siehe dazu 3.8). Als „zweiter Schritt“ sollen „aufkommensneutral klimaschädliche Emissionen wirksam bepreist und Unternehmen sowie Private sektoral entlastet werden“. Da Details erst durch eine Task Force ausgearbeitet werden sollen, gibt es bislang noch keine Zahlen über Kosten, Investitionsbedarf, erwartete Einsparungen oder Arbeitsplatzeffekte (Die neue Volkspartei und Die Grünen 2020, S. 78 f.).

Ein zentraler Anspruch – bei dem sich die meisten Studien einig sind – ist die sogenannte „Aufkommensneutralität“, welche gewährleistet, dass durch die zusätzliche Besteuerung das Gesamtaufkommen – und damit die Steuerlast – nicht steigt. 2015 wurden beispielsweise detaillierte Berechnungen vorgelegt, die die gesamtwirtschaftlichen Ergebnisse einer solchen Reform für Österreich zeigen (Grossmann 2015). Dabei wurde ein umfassendes Paket von Steuern im Ausmaß von 5 Mrd. € pro Jahr angenommen. Als Effekte wurden ein Abbau von 3,6 Mt CO₂-Emissionen, ein Beschäftigungseffekt von 17 400 neuen Arbeitsplätzen (Vollzeitäquivalenten) sowie leicht positive wirtschaftliche Auswirkungen auf das Bruttosozialprodukt um 0,1 Prozentpunkte errechnet. Neben einer CO₂-Steuer wurden dabei auch eine Erhöhung der MÖSt, eine Baustoffsteuer sowie eine Erhöhung der Maut für Pkw und Lkw sowie eine Flugverkehrsabgabe angenommen.

In jüngster Zeit hat sich die Debatte von einem Ausgleich über die Einkommenssteuer bzw. die Lohnnebenkosten hin zu einem „Ökobonus“ pro Kopf oder pro Haushalt verlagert. In diesem Zusammenhang ist v. a. das umfangreiche Klimafonds-geförderte Projekt „Carbon Taxes in Austria (CATs)“ des WIFO relevant. In einer Anfragebeantwortung des Budgetdienstes des österreichischen Parlaments (2019) wurde eine mögliche Steuerverteilung noch detaillierter analysiert.

In CATs werden ambitionierte Steuersätze mit unterschiedlichen Kompensationsmaßnahmen kombiniert. In einem „High“-Szenario wird ein CO₂-Preis von 315 € pro Tonne CO₂ angenommen. Die Effekte auf die CO₂-Emissionen werden dabei nur prozentual mit 10% angegeben, was absolut bis 2030 etwa 3 Mt CO₂^a ausmacht (Kirchner et al. 2018, S. 20).

Der Budgetdienst beziffert die finanziellen Auswirkungen einer solchen Steuer pro Kopf und Jahr mit 458 €. Hochgerechnet auf einen Haushalt bedeutet das durchschnittlich etwas über 1.000 €. Die resultierenden steuerlichen Mehreinnahmen in Höhe von 3,9 Mrd. € pro Jahr könnten dabei als Pro-Kopf-Transfer zurückerstattet werden. Z. B. könnten Personen ab 14 Jahren 491 € und unter 14 Jahren 245 € pro

Jahr ausbezahlt bekommen. Diese Verteilung würde zu einer insgesamt progressiven Wirkung führen, bei der einkommensschwächere Haushalte letztlich profitieren würden (Budgetdienst der Republik Österreich 2019, S. 6, 21).

Hinzuweisen ist hier wieder auf die Sektorkopplung, denn einerseits unterstützt die ökosoziale Steuerreform diverse Anreize zur CO₂-Reduktion, andererseits schmälert eine bereits durch andere Maßnahmen (etwa Gebäudesanierung oder Erhöhung des erneuerbaren Stromanteils) erzeugte Reduktion die Effekte von sozial-ökologischen Steuern. Dabei ist zu beachten, dass ein Teil der in diesem Papier referierten Studien die Einführung einer CO₂-Bepreisung bei der Darstellung der jeweiligen Effekte bereits voraussetzt (z. B. die oben zitierte Studie zur Gebäudesanierung von Kranzl et al.), andere Arbeiten jedoch auf eine solche Annahme verzichten (z. B. der weiter unten referierte Sachstandsbericht Mobilität).

Zur Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit kann eine EU-weite „border tax“ auf den importierten „Carbon Footprint“⁹ je Branche dienen, wenn sich aufgrund ähnlicher Maßnahmen in anderen EU-Staaten innerhalb der EU kein nennenswerter Wettbewerbsnachteil ergibt. Ein Grenzausgleich ist aber an der EU-Außengrenze vonnöten – zumindest gegenüber Ländern, die keine ambitionierte Klimapolitik betreiben.

Für die Umsetzung im Modell sind weitere Annahmen notwendig (z. B. CO₂-Fußabdruck der Importe). Als Einnahmen dafür wäre vor allem für die Finanzierung des EU-Budgets ein niedriger 3-stelliger Euro-Milliardenbetrag möglich,¹⁰ um den die österreichischen Steuereinnahmen dann (anteilig) weiter gesenkt werden könnten.

Optional können noch weitere Maßnahmen wie die Erhöhung der Mineralölsteuer, eine Reform der Dienstwagenbesteuerung oder eine Baustoffabgabe modelliert werden (siehe oben). Auf preisliche Maßnahmen im Verkehrsbereich gehen wir in 3.8 näher ein.

⁹ Carbon Footprint (zu Deutsch CO₂-Fußabdruck) beziffert Kohlenstoffdioxid-Emissionen von Produkten oder Aktivitäten.

¹⁰ <https://www.oekonomenstimme.org/artikel/2018/08/eu-weite-klimazoelle-als-eigenmittelquelle-zur-finanzierung-des-eu-budgets/>, abgerufen am 07.03.2020.

3.7 Preissteigerungen im europäischen Handelssystem (ETS)

Neben steuerlichen Maßnahmen für CO₂-Emissionen kommt dem europäischen Handelssystem für Treibhausgase (ETS) eine besondere Rolle zu, wenn es um preisliche Anreize zur Reduzierung der CO₂-Emissionen geht. Die Auktionserlöse betragen aktuell (2018 und 2019) jeweils ca. 0,2 Mrd. € pro Jahr, so Claudia Kettner, Klimaexpertin vom WIFO, in einem Radiointerview.

Die dem ETS unterworfenen Emissionen belaufen sich aktuell (2020) auf geschätzte 30 Mt CO₂^a und sollten bis 2030 auf die Hälfte reduziert werden. Eine aktuell auch von der EU-Kommission angestrebte Verschärfung des ETS könnte dabei einen wesentlichen Beitrag leisten. Hier geht es vor allem um drei Themen: Erstens die Abschaffung der Privilegierung des Flugverkehrs durch gratis Zuteilung, zweitens die Einführung eines Mindestpreises und drittens der Ausgleich der Preisdifferenzen an der EU-Außengrenze.

Die EU-Kommission fordert in ihrem Green New Deal eine Verringerung der den Luftverkehrsunternehmen im Rahmen des Emissionshandelssystems kostenlos zuteilten Zertifikate und eine Verringerung der Luftverkehrsemissionen um bis zu 10%. Dies scheint angesichts des Anteils der Luftverkehrsemissionen, die in Österreich etwa ein Drittel der Emissionen aller Pkws ausmachen, unambitioniert. Für Österreich wäre die Reduktion knapp 0,3 Mt CO₂^a bis 2030.

Jedenfalls bekennt sich auch der NEKP zu einer entsprechenden Maßnahme: „Durch ein schrittweises Abschaffen der kostenlosen Zuteilung von CO₂-Emissionsrechten (EU-ETS) an Fluglinien sollte die damit einhergehende Mehrbelastung der Fluglinien durch eine effizientere Luftüberwachung möglichst weit kompensiert werden“ (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2019, S. 69). Außerdem wird für 2030 ein Zertifikatspreis von knapp 35 € pro Tonne CO₂^a empfohlen (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus 2019, S. 218).

Im Regierungsprogramm 2020–2024 wird nun der „Einsatz für ein wirkungsvolles ETS-System und einen CO₂-Mindestpreis auf europäischer Ebene“ angekündigt sowie die „Erfüllung der Effort-Sharing-Ziele im Non-ETS-Bereich [...] (derzeit minus 36%) mit Blick auf die zu erwartende Erhöhung der EU-Ziele“ zu sichern (S. 104).

In der internationalen Diskussion wird in diesem Zusammenhang oft von einem festzulegenden Mindestpreis (floor price) gesprochen (siehe etwa Edenhofer et al.

2017), der auch in dem bereits im vorhergehenden Kapitel von Kirchner et al. (2018) als Ergänzung zu einer CO₂-Steuer im Non-ETS-Bereich vorgeschlagen wird.

Dabei ist – ebenso wie bei der Steuer – ein Grenzausgleich zu überlegen. Jedenfalls ist aber zu diskutieren, wie die österreichische und europäische CO₂-intensive Industrie auf solche Maßnahmen reagieren kann, ohne erhebliche Wettbewerbsnachteile zu erleiden. Das betrifft insbesondere – aber nicht nur – die Stahl- und Zementindustrie (siehe etwa Agora Energiewende und Wuppertal Institut 2019).

Schließlich darf nicht übersehen werden, dass den Wettbewerbsnachteilen einiger Branchen auch erhebliche Chancen gegenüberstehen. So arbeitet beispielsweise die Kunststoffindustrie an Konzepten, ihre Anwendungsgebiete gerade unter Klima-Gesichtspunkten erheblich auszuweiten – etwa vom Fahrzeugbau bis hin zur Bauwirtschaft.

Im Projekt meetPASS wurde eine lineare Erhöhung der Zertifikatpreise im ETS (von 20 auf 200 € bis 2050) sowie Einführung einer CO₂-Steuer in Nicht-ETS-Sektoren in Höhe des ETS-Zertifikatpreises im Jahr 2025 und schrittweise Erhöhung auf 200 € bis 2050 angenommen.

Nicht zuletzt wurde im Projekt POLFREE gezeigt, dass ein europäischer Alleingang in Richtung Klima- und Ressourcenschutz zwar nicht in eine „2-Grad-Welt“ führen kann, jedenfalls aber die Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Wirtschaft erhöht.

3.8 Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen

Als dritter fiskalischer Maßnahmenbereich wird seit Jahren ein Abbau kontraproduktiver, (im Speziellen) klimaschädlicher Subventionen diskutiert, um die Anreize für klimafreundliches Verhalten von Haushalten und Wirtschaft zu stärken.

Im NEKP sind die „Identifikation und (ein) stufenweiser Abbau kontraproduktiver Anreize und Subventionen“ geplant, welche laut Modellierungsergebnissen ca. 5,2 Mt CO₂^a betragen (BMNT 2019b, S. 16, 255).¹¹ In der Übersichtstabelle geplanter Maßnahmen wird die Beseitigung von klimaschädlichen Förderungen mehrfach genannt.

¹¹ Auf S. 255, bei der Beschreibung der Modellierungsergebnisse, wird diese dann nur mehr als „Option“ bezeichnet.

„Vor dem Hintergrund der Zielbestimmung der budgetären Nachhaltigkeit gilt es für die Periode 2021–2030 begleitende Gegenfinanzierungsstrategien zu entwickeln. Ein Prozess zur Identifikation und zum stufenweisen Abbau kontraproduktiver Anreize und Subventionen stellt dabei einen wichtigen Eckpfeiler der strategischen Begleitmaßnahmen für eine budgetschonende Zielerreichung dar.“, heißt es etwa im Kapitel über Finanzierungsmaßnahmen. Ansonsten wird das Thema nicht näher ausgeführt.

In einem interministeriellen Prozess soll eine „Liste“ von Förderungen bzw. Anreizen, die kontraproduktiv sind, erstellt werden. Als Arbeitsdefinition zur Kontraproduktivität nennt der NEKP: „Eine öffentliche Maßnahme ist im Sinne der *Integrierten Klima- und Energiestrategie* dann als kontraproduktiver Anreiz bzw. direkte oder indirekte Förderung/Subvention zu bezeichnen, wenn ihre Effekte der Einhaltung der völkerrechtlich und unionsrechtlich verbindlichen Klima- und Energieziele entgegenwirken und die Implementierung der Maßnahme somit (i) eine Erhöhung des THG-Emissionsniveaus, (ii) eine Reduktion des Anteils erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch und/oder (iii) eine Reduktion der Energieeffizienz zur Folge hat. Besondere Relevanz kommt in diesem Zusammenhang negativen Effekten auf das THG-Emissionsniveau (jetzt und in den folgenden Jahren inkl. Langfristeffekten) zu.“ (BMNT 2019b, S. 172, 173).

Und als Definition einer Maßnahme: „Maßnahmen im Sinne der Arbeitsdefinition zu Kontraproduktivität können et al. folgende Förderungen/Subventionen bzw. Anreize umfassen: (i) Direkte Subventionen (zweckgebundene Zuschüsse und Darlehen), (ii) Indirekte Subventionen (inkl. Steuervergünstigungen) und sonstige steuerpolitische Anreize, (iii) Nicht in Anspruch genommene Bürgschaften/Garantien und (iv) Gezielte Begünstigungen im Rahmen staatlicher Regulierung und sonstige ordnungspolitische Anreize.“

Eine „Abschaffung der Subventionen für fossile Brennstoffe“ fordert auch der *Green Deal* der EU-Kommission. Im Regierungsprogramm 2020–2024 wird allgemein ein Bekenntnis zu einem Ende der Finanzierung und der Subventionen für fossile Infra-

Bei der Beschreibung der Modellierungsergebnisse wird nur mehr eine Reduktion von 2 Mt CO₂^a als Ziel definiert. Die restlichen 3,2 Mt CO₂^a obliegen dem Handlungsspielraum der zukünftigen Regierung.

strukturen und Energieträger auf europäischer Ebene festgehalten. Explizit genannte Maßnahmen sind eine Ökologisierung des Dienstwagenprivilegs sowie der PendlerInnenpauschale (Die neue Volkspartei und Die Grünen 2020, S. 79, 104).

Im Mittel der Jahre 2010 und 2013 betrug umweltschädliche Subventionen in Österreich 3,8 bis 4,7 Mrd. € pro Jahr. Steuerbegünstigungen machten den größten Anteil aus, aber auch die zum Teil unentgeltliche Zuteilung von CO₂-Zertifikaten zählte dazu. Dabei entfiel der größte Anteil mit ungefähr 50% (2,0–2,2 Mrd. €) auf den Sektor Verkehr, danach folgten der Sektor Energie mit 33% (1,4–1,7 Mrd. €) und der Sektor Wohnen mit 14% (0,39–0,79 Mrd. €) (Kletzan-Slamanig und Köppl 2016, S. 611). Die privaten Haushalte erhielten 40% der umweltkontraproduktiven Förderungen (z. B. Pendlerförderung, Steuerbegünstigung von Dienstwagen, Wohnbauförderungen). Die Unternehmen profitierten demgegenüber zu 60% von den Subventionen fossiler Energieträger, insbesondere in den Bereichen Energieerzeugung, Steuerbefreiung der Schifffahrt bzw. von Kerosin. Außerdem profitierten sie am meisten (rund 70%) im Vergleich zu privaten Haushalten von der Mineralölsteuerbegünstigung für Dieselfahrzeuge (Kletzan-Slamanig und Köppl 2016, S. 5, 83)

Eine Abschätzung der CO₂-Effekte und ökonomischer Effekte findet sich in der Literatur nicht. Der NEKP spricht von Einsparungsmöglichkeiten in Höhe von ca. 2 Mt CO₂^ä. Die Arbeitsplatzeffekte können in Analogie zur oben referierten Ökosozialen Steuerreform nur grob mit 5 000 Vollzeitäquivalenten abgeschätzt werden.

Das WIFO untergliedert umweltschädliche Subventionen in Österreich in folgende drei Bereiche (Kletzan-Slamanig und Köppl 2016, S. 34):

- Verkehr
- Wohnen
- Energiebereitstellung und -nutzung, darunter fällt z. B. die Energieabgabevergütung

Dabei profitieren v. a. die Wirtschaftsbereiche der Papier- und Pappeerzeugung, Metallerzeugung und -bearbeitung sowie die chemische Erzeugung.

Zu beachten ist hier wie bei einer sozial-ökologischen Steuerreform die Sektorkopplung, denn einerseits unterstützt der Abbau kontraproduktiver Subventionen die Anreize zur CO₂-Reduktion, andererseits schmälert eine bereits durch andere Maßnahmen erzeugte Reduktion ihre Effekte.

3.9 Maßnahmen im Verkehrssektor

Der Sektor Verkehr ist in Österreich der größte CO₂-Emittent außerhalb der Sektoren des Emissionshandelssystems. Auch hier ist eine klare Abgrenzung schwierig, weil das Thema mehrfache Überschneidungen zu den Unterkapiteln *Investitionen in erneuerbare Energien* und *Abbau klimaschädlicher Subventionen* aufweist.

In den Jahren 1990 bis 2017 ist der Ausstoß des Sektors Verkehrs um 71% angestiegen, wobei ein wesentlicher Teil des Zuwachses auf den Straßenverkehr zurückzuführen ist. Der Straßenverkehr ist heute für rund 99% der gesamten Treibhausgasemissionen des Sektors Verkehr verantwortlich (Zechmeister et al. 2017, S. 102–4).

Wir nehmen für 2020 einen Wert von 23 Mt CO₂^ä an, der durch die Maßnahmen des österreichischen NEKPs bis 2030 um 7,3 Mt auf 15,7 Mt (CO₂^ä) sinken soll (BMNT 2019b). Entsprechend der Anforderungen an die Klimaneutralität schlagen wir eine Reduktion der CO₂-Emissionen um 10 Mt auf 13 Mt CO₂^ä (i.e. 43,5%) im Jahr 2030 als Ziel vor.

Der Sachstandsbericht Mobilität des Umweltbundesamts (Heinfellner et al. 2019) ist die umfangreichste Quelle in dem Bereich Verkehr. Hier werden diverse Maßnahmen mit ihrem CO₂-Einsparungspotential dargestellt.

Aufgrund der Komplexität des Themas Verkehr fassen wir die empfohlenen Maßnahmen gebündelt in Unterkapiteln zusammen: Infrastrukturmaßnahmen (3.8.1), preisliche Maßnahmen (Maut, Klimaticket, Flugverkehrsabgabe, 3.8.2) sowie sonstige Maßnahmen (Tempolimits und Raumplanung, 3.8.3).

3.9.1 Infrastrukturmaßnahmen Verkehr

Verlagerung des Gütertransportes auf die Schiene

In Österreich werden ca. 30% der Güterverkehrsleistung durch die Bahn getragen. Im europäischen Vergleich (ca. 15%) ist Österreich zwar Vorreiter, doch besteht auch hier noch beachtliches CO₂-Einsparungspotential. 18% der Treibhausgasemissionen im Sektor Verkehr sind auf den Güterverkehr zurückzuführen (BMNT 2019b; Gansterer 2018). Im Jahr 2018 transportierte die Bahn rund 105,3 Mt Güter

(Stabsabteilung Statistik: WKO 2019). Dies soll durch einen Ausbau der Rahmenbedingungen für den gebrochenen bzw. kombinierten Verkehr (KV) und eine Erhöhung der Förderung für den KV sowie Erhöhung der Anschlussbahnförderungen geschehen. Die jährliche Förderung soll von 2,4 Mio. € (Stand: 2013) auf ca. 4,8 Mio. € ab dem Jahr 2020 bis 2030 erhöht werden. Dies hätte eine Verlagerung von weiteren 15 Mt des Gütertransportes auf das Schienennetz und damit Einsparungen von 0,37 Mt CO₂^a bis 2030 zur Folge (Heinfellner et al. 2019, S. 183).

Laut einer Studie des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) aus dem Jahr 2016 wurden an einem Werktag rund 100 Mio. Kilometer pro Werktag zurückgelegt. Diese schlüsselten sich in etwa auf:

- 47% Pkw = 46,06 Mio. Kilometer
- 17% ÖV = 16,66 Mio. Kilometer
- 17% zu Fuß = 16,66 Mio. Kilometer
- 7% Rad = 6,86 Mio. Kilometer
- 12% Pkw mitfahrend = 11,76 Mio. Kilometer

Erhöhung der Investitionen zur Förderung des öffentlichen Verkehrs

Eine weitere Maßnahme aus dem Sachstandsbericht Mobilität ist die zusätzliche Förderung des öffentlichen Verkehrs. Der öffentliche Verkehr soll erstens durch eine Verdichtung der Infrastruktur und zweitens durch eine Verdichtung des Fahrplans ausgebaut werden. Zurzeit werden jährlich ca. 2,5 Mrd. € in die Infrastruktur investiert. Wenn ab dem Jahr 2025 weitere 0,5 Mrd. € aufgewendet werden, könnten 0,11 Mt CO₂^a bis 2030 zusätzlich eingespart werden (Heinfellner et al. 2019, S. 49).

Im öffentlichen Verkehr in Österreich sind rund 90 000 Personen beschäftigt. In ihrem Bericht „Wohlstand der Zukunft“ schätzt die Bundesarbeitskammer, dass das Passagieraufkommen durch den Bevölkerungsanstieg in der Ostregion bis 2030 um 20% steigen wird. Daraus würde sich ein Beschäftigungsanstieg um 20% (i. e. 17 000 Beschäftigte ergeben (AK 2019).

Aus der Studie der Industriellenvereinigung „Der ökonomische Fußabdruck des Systems Bahn“ wird der hohe Stellenwert der Bahn für Produktivität und Arbeit ersichtlich. Eine langfristige Ausweitung des Eisenbahnkapitalstocks um 1% bedeutet für die gesamtwirtschaftliche Produktivität eine Steigerung von 0,1%. Diese Produktivi-

tätssteigerung wirkt sich wiederum positiv auf die Beschäftigung aus; eine Steigerung von 0,09% ist zu erwarten. Aus je 68.300 € Investitionsausgaben für den Eisenbahnkapitalstock entsteht ein zusätzlicher Arbeitsplatz in der österreichischen Gesamtwirtschaft (Economica 2013, S. 18 f.).

Steigerung des Anteils von Rad- und Fußverkehr

In der Klima- und Energiestrategie „Mission2030“ wird eine knappe Verdoppelung des Radverkehrs von 7% auf 13% (i. e. um 6% bzw. ca. 6 Mio. Kilometer) bis zum Jahr 2025 gefordert (BMNT und BMVIT 2018). Dieses Ziel ist auch im österreichischen NEKP wiederzufinden (BMNT 2019b, S. 111). Die damit verbundenen Kosten belaufen sich auf rund 0,2 Mrd. € pro Jahr, jedoch ist das CO₂-Einsparungspotential hier nicht genau spezifiziert. Das Umweltbundesamt stuft das Ziel als zu ambitioniert ein und schlägt im Sachstandsbericht Mobilität eine Steigerung des Anteils von Rad- und Fußverkehr um 1,5 % bis 2030 vor. Hier ist ein Einsparungspotenzial von 0,36 Mt CO₂^a bis 2030 angegeben. Die genauen Kosten für diesen Ausbau sind jedoch nicht aufgeschlüsselt (Heinfellner et al. 2019). Die Bundesarbeitskammer fordert eine jährliche Investitionssumme von 0,04 Mrd. € für Radinfrastruktur (AK 2019).

Elektrifizierung der Fahrzeuge

Eine komplette Umstellung auf vollelektrische Fahrzeuge bis 2050 würde 1,2 Millionen Ladestellen in Österreich erfordern und einen Investitionsbedarf von 51 Mrd. € bedeuten, so eine Studie der TU Wien.¹² Ein Drittel davon (i. e. 0,36 Mio.) bis 2030 aufzustellen, erfordert Investitionen in Höhe von 1,7 Mrd. € pro Jahr. Laut Sachstandsbericht Mobilität könnte dieser Ausbau 0,8 Mt CO₂^a reduzieren (Heinfellner et al. 2019).

Im NEKP wird eine 100%ige Netzabdeckung bis zum Jahr 2030 angestrebt. Die Investitionskosten für den dafür vorgesehenen Ausbau der Ladeinfrastruktur und das Gesamtvolumen der neu angeschafften E-Fahrzeuge sollen sich bis 2030 auf 3,6 Mrd. € pro Jahr belaufen (BMNT 2019b, S. 123, 263).

¹² https://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20190516_OTS0236/stromtankstellen-fuer-elektroautos-erfordern-investitionen-in-milliardenhoehe, abgerufen am 07.03.2020.

Anhand der Studie „E-MAPP: E-Mobility and the Austrian Production Potential“ (2016) bringt der E-Mobilitätsausbau (ein) besonderes Potential für die österreichische Wertschöpfung und könnte rund 33 900 Arbeitsplätze bis zum Jahr 2030 mit sich bringen. Im internationalen Vergleich könnte die österreichische Automobilindustrie, ohne die durch den Ausbau neu geschaffenen Branchen, nur ein geringes Wachstum verzeichnen.

Eine höhere Beschäftigung in Österreich würden (hier) die Bereiche Ladeinfrastruktur, Fahrzeugproduktion und Produktionstechnologien verzeichnen. Im Unterschied zu konventionellen Fahrzeugen weisen z. B. Produktionstechnologien und -strukturen im Bereich der E-Mobilität einen hohen Entwicklungsbedarf auf. Die Studie empfiehlt daher, gezielt österreichische Produzenten zu fördern.

Auch in der Studie „Elektromobilität – Chance für die österreichische Wirtschaft“ (2012) sind positive Beschäftigungseffekte durch E-Mobilität zu erkennen. Im Jahr 2030 wird die Beschäftigung mit 14 800 Vollzeitäquivalenten in diesem Bereich vier Mal so hoch sein wie noch im Jahr 2020. Hierbei sind aber nur Daten für die Pkw-Produktion sowie die Herstellung von Ladepunkten erfasst. Das Gesamtpotential für den österreichischen Arbeitsmarkt könnte sogar bei rund 57 100 Vollzeitbeschäftigten liegen (Geringer et al. 2012, S. 120).

Vollausbau der Oberleitungen

Der Sachbestandsbericht „Mobilität des Umweltbundesamtes“ schlägt die Einführung eines Stromversorgungsnetzes für Lkws auf Autobahnen und Schnellstraßen als eine Maßnahme zur Mobilitätswende vor. Bei einem 50%igen Ausbau bis 2030 würden 1,3 Mrd. € Investitionskosten anfallen und ca. 2,7 Mt CO₂^ä eingespart werden. Die Kosten ergeben sich aus der Annahme, dass das österreichische Straßennetz ca. 2 183 Kilometer umfasst und 1,2 Mio. € pro Kilometer für den Ausbau anfallen würden.

3.9.2 Preisliche Maßnahmen im Verkehr

Der größte Teil der klimaschädlichen Subventionen in Österreich ist, wie in Kapitel 9 *Abbau klimaschädlicher Subventionen* im Detail ausgeführt, mit ca. 50% auf den Sektor Verkehr bezogen (Kletzan-Slamanig und Köppl 2016). Auf EU-Ebene gibt es ähnliche Tendenzen. Laut der Studie „Taxes in the Field of Aviation and their impact“

(2018), die im Auftrag der EU-Kommission verfasst wurde, wird der Flugverkehr innerhalb der EU um 70 Mrd. € pro Jahr subventioniert. Die Luftfahrt ist sowohl von der MÖSt als auch von einer Umsatzsteuerabgabe befreit (VCÖ 2019). Für die Gestaltung einer effizienten Klimapolitik sollte der Preis eines Verkehrsmittels möglichst seine tatsächlichen Kosten widerspiegeln. Als Lösung für die bestehende Missbalance wird innerhalb der EU diskutiert, die Preise der Zertifikate im ETS für den Flugverkehr angemessen zu erhöhen.

Im Sachstandsbericht Mobilität wurden die Effekte einer angepassten Flugticketabgabe nicht quantifiziert, weil sie sich gemäß „internationaler Berichtslogik“ nur zu einem geringen Teil (weniger als 0,05 Mt.) auf die österreichischen Emissionen von 80 Mt CO₂^a anrechnen lassen.

1-2-3-Österreich-Ticket („Klimaticket“)

Im Regierungsprogramm wird die Einführung ermäßigter Tickets für den öffentlichen Verkehr empfohlen. Die Jahreskarte soll einheitlich je Bundesland 1 € pro Tag kosten bzw. 3 € pro Tag für das gesamte Bundesgebiet. Sebastian Kummer (Wirtschaftsuniversität Wien, Vorstand des Instituts für Transportwesen) beziffert im Interview mit Sabine Loho (Puls4) die Kosten für das vorgeschlagene Klimaticket auf mindestens 1 Mrd. € pro Jahr. Einerseits kämen hier Kompensationszahlungen an die Verkehrsbetriebe für die entgangenen Einnahmen zum Tragen, und andererseits müsste das Angebot der öffentlichen Verkehrsmittel stark ausgeweitet werden.

Im Regierungsprogramm sind Investitionen in Höhe von 2 Mrd. € für die nächsten fünf Jahre dafür vorgesehen. Im Ö1-Interview betont Klimaexpertin Claudia Kettner (WIFO), dass diese Zahl viel zu niedrig veranschlagt sei und ein Betrag von 2 Mrd. € pro Jahr realistischer erscheint.

Maut

Im Regierungsprogramm ist (nur) die „Prüfung einer eigenen Mautkategorie für Autobusse bzw. Reisebusse zur Reduktion des Individualverkehrs“ vorgesehen (Die neue Volkspartei und Die Grünen 2020, S. 131).

Bei der kilometerabhängigen Maut soll von 0,3 € pro Kilometer ausgegangen werden. Dazu soll ein Tempolimit von 30/80/100 Kilometer pro Stunde kommen.

Innenstadtmaut

Ein Innenstadtmaut, auch City Maut genannt, von 4 € pro Einfahrt in die Stadt soll 2025 eingeführt werden und könnte die Treibhausgase um 0,41 Mt CO₂^a reduzieren. Emissionsfreie Fahrzeuge sind von der geplanten Infrastrukturabgabe ausgenommen. Es handelt sich hierbei um eine fahrleistungsunabhängige Maut, die bei jeder Einfahrt in eine festgelegte Zone anfällt. Eine Erhöhung der City Maut würde die Mobilitätskosten pro Haushalt um 1% steigern. Die zu erwartenden Auswirkungen auf die generelle wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit sind aufgrund der dezent angelegten Höhe der Maut relativ gering. Es ist mit einem kurzfristigen Anstieg der Betriebskosten für fossil betriebene Pkw zu rechnen, aus langfristiger Sicht sind allerdings positive Effekte wahrscheinlich. Die Einführung einer solchen City Maut hätte nach einer Gewöhnungsphase eine Steigerung der Lebensqualität für die BewohnerInnen des betroffenen Gebiets (für die BewohnerInnen) zur Folge, da Treibhausgas-, Luftschadstoff- und Lärmemissionen verringert würden und durch den verminderten Pkw-Anteil mehr öffentlicher Raum zur Verfügung stünde (Heinfellner et al. 2019).

Pkw-Maut

Die Einführung von nutzungsabhängigen Infrastrukturgebühren für Pkw auf allen Straßen in Höhe von 0,022 € pro Kilometer ab dem Jahr 2031, mit einer linearen Steigerung auf 0,046 € pro Kilometer bis 2050 könnte 0,13 Mt CO₂^a bis zum Jahr 2030 einsparen.

Die kilometerabhängige Pkw-Maut kann in ihrer Ausgestaltung variieren, je nachdem, ob fixe Gebühren pro Kilometer oder variable Tarife je nach Strecke festgelegt werden bzw. welche weiteren Faktoren (Tageszeit, Schadstoffklasse etc.) noch mit einbezogen werden. Eine solche Maßnahme hätte aufgrund der relativ geringen Kostenerhöhung für Pkw-NutzerInnen geringe bis mittelgroße Auswirkungen. Kurzfristig ist mit negativen Effekten auf Einkommen, private Konsumausgaben und Wettbewerbsfähigkeit zu rechnen. Es fallen höhere Betriebskosten im Privatbetrieb, in der Landwirtschaft, in der Industrie u. a. sowie steigende Produktionskosten an. Durch den entstehenden Nachfragerückgang würde die heimische Kfz-Industrie zunächst einmal geschwächt, allerdings würde sich in weiterer Folge die Nachfrage auf effizientere Pkw verlagern. Die Abhängigkeit von Importen fossiler Energieträger würde sich in Folge reduzieren. Der Staat kann dem entstandenen Nachfragerück-

gang durch eigene Ausgaben, die durch die höheren Staatseinnahmen möglich werden, entgegenwirken. Langfristig stellen sich zunehmend positive Effekte ein. Es werden Anreize zur Umstellung auf emissionsfreie Verkehrsmittel und öffentlichen Verkehr gesetzt, die privaten Konsumausgaben erhöhen sich im Bereich des öffentlichen Verkehrs. Das Aufkommen des motorisierten Individualverkehrs würde mit einer solchen Maßnahme reguliert und die Finanzlast abhängig von der Fahrleistung verteilt werden. Die tatsächliche Wirkung einer solchen Maut hängt vom parallelen Ausbau des öffentlichen Verkehrsnetzes ab (Heinfellner et al. 2019).

Lkw-Maut

Fast die Hälfte (44%) der Emissionen im Straßenverkehr entfallen auf den Lkw-Verkehr. Die Einführung einer flächendeckenden Lkw-Maut, also eine Ausweitung der bisherigen Maut auf Landes- und Gemeindestraßen ab 2025 könnte den Ausstoß um 0,19 Mt CO₂^ä im Jahr 2030 reduzieren. Abhängig vom CO₂-Ausstoß der Lkws werden Zuschläge berechnet. Durch eine solche Maßnahme sind Einbußen bei der MÖSt zu erwarten sowie kurzfristige negative Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit. Mittel- und langfristig gleichen sich diese jedoch aus und es ist mit positiven Effekten zu rechnen, da ein Anreiz auf das Umsteigen auf und Investieren in emissionsärmere Lkw besteht. Es gilt hier, klare und wettbewerbskonforme Rahmenbedingungen zu setzen. Im Sinne der Ökologisierung der Maut ist zu berücksichtigen, dass für Lkws mit nachhaltigerem Antrieb geringere Tarife anzusetzen sind. Prinzipiell sind die Mauttarife progressiv zu gestalten, um eine generelle Verlagerung auf den Schienenverkehr einzuleiten (Heinfellner et al. 2019).

Dabei ist zu beachten, dass im Sachstandsbericht Mobilität keine Sektorkopplung berücksichtigt wurde, welche Effekte einer ökosozialen Steuerreform (beispielsweise also die Ergebnisse) deutlich verändern könnten.

3.9.3 Tempolimits und Raumplanung

Laut Sachstandsbericht Mobilität stellt eine „Anpassung der Höchstgeschwindigkeit für Pkw und LNF mit 0,46 Mt CO₂^ä neben der Einführung der Elektromobilität die effektivste Maßnahme zur Reduktion der Treibhausgasemissionen“ dar (Heinfellner et al. 2019, S. 39).

Dementsprechend wird im Sachbestandsbericht Mobilität empfohlen, die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten bei Pkws ab 2020 von 100 Kilometer pro Stunde außerorts auf 80 Kilometer pro Stunde und auf Autobahnen und Schnellstraßen von 130 Kilometer pro Stunde auf 100 Kilometer pro Stunde zu reduzieren, wobei die Höchstgeschwindigkeit von 130 Kilometer pro Stunde für Zero Emission Vehicles (ZEV) bestehen bleibt. Das bringt ein Einsparungspotential von geschätzten 0,828 Mt CO₂^ä mit sich. Die Umsetzung der Maßnahme ist mit geringen Kosten verbunden (Heinfellner et al. 2019).

Der Einbezug in die Raumplanung bringt laut Sachstandsbericht ein Einsparungspotenzial von 0,44 Mt CO₂^ä (Heinfellner et al. 2019, S. 46).

Fassen wir die vorgeschlagenen Maßnahmen in der folgenden Tabelle zusammen, so ist zu sehen, dass die im Sachstandsbericht Mobilität beschriebenen Maßnahmen nicht ausreichen, das definierte Ziel einer Reduktion um 10 Mt CO₂^ä zu erreichen.

Tabelle 3: Effekte der Klimaschutzmaßnahmen im Bereich Verkehr

Maßnahmen	IST 2020*	SOLL 2030*	Diff.*	Investitionen**	Sonstige Kosten**	Arbeitsplatz- effekt (VZÄ)
Infrastrukturmaßnahmen Verkehr			3	20	20	30 000
Preisliche Maßnahmen im Verkehr			1,5			
Tempolimits und Raumplanung			1,5			
Gesamt	23	17	6	20	20	30 000

*in Mt CO₂^ä

**für den Zeitraum 2021–2030, in Mrd. €

4 Vorgehen bei der modellgestützten Szenarioanalyse

4.1 Allgemeines Vorgehen

Das Modell e3.at wird eingesetzt, um die Implikationen von klimapolitischen Maßnahmen, die in Szenarien spezifiziert werden, zu quantifizieren. Szenarien sind dabei nicht als Prognosen zu verstehen, sondern zeigen Entwicklungspfade auf, die Reaktionen auf die getroffenen Annahmen sind.

Alle Szenarien gehen von einem Set gleicher exogenen Vorgaben aus, wie zum Beispiel internationale wirtschaftliche Entwicklungen und Bevölkerungsprojektionen. Die Alternativszenarien unterscheiden sich hinsichtlich ihrer zusätzlich spezifischen Ausgestaltung, die für jedes Szenario vorab beschrieben wird. Anschließend werden jeweils die Ergebnisse von zwei Szenarien miteinander verglichen. Die dabei identifizierten Abweichungen können dann auf die verschiedenen Annahmen in den Szenarien und den ausgelösten Reaktionen im (sonst unveränderten) Modellsystem zurückgeführt werden („Was-wäre-wenn-Analyse“).

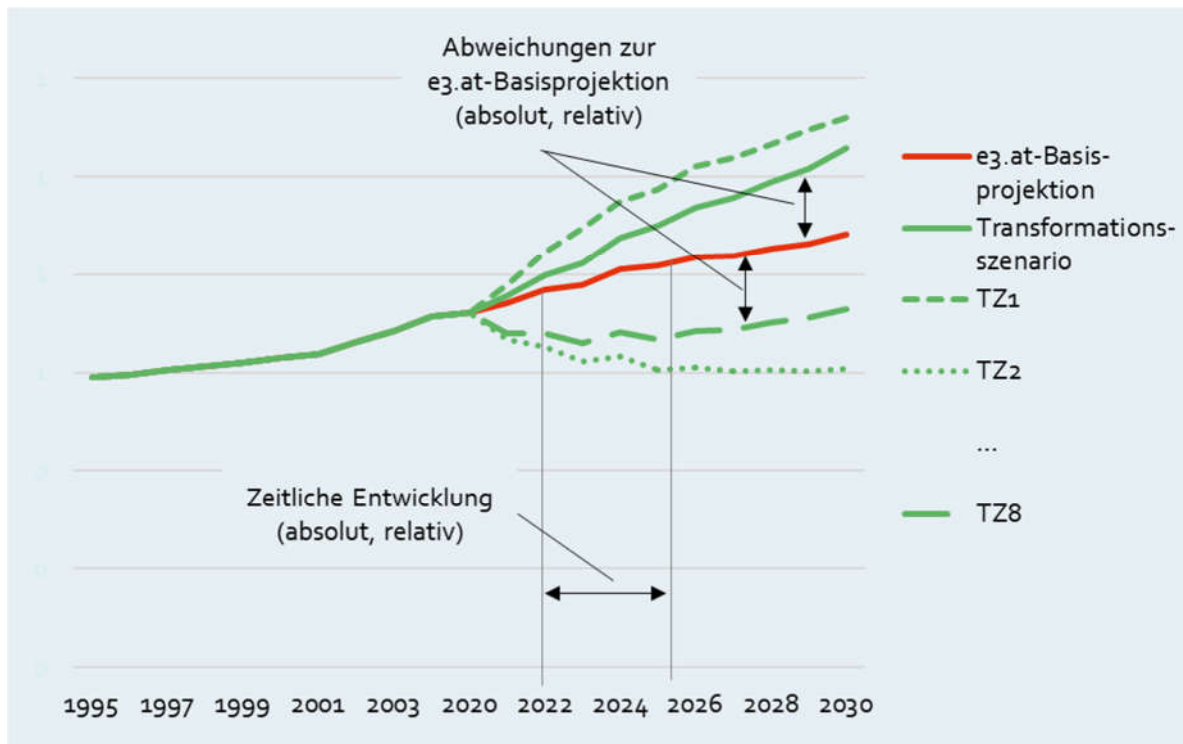
Als Vergleichsbasis dient die e3.at-Basisprojektion, die im Rahmen des meetPASS-Projektes spezifiziert wurde. Die Annahmen und Ergebnisse sind in Stocker et al. (2019) und Großmann et al. (2019) im Detail beschrieben. Diese Ergebnisse beruhen auf den modellierten Zusammenhängen des (sozio-)ökonomischen Systems, des Energiesektors und der Umwelt in Österreich sowie weiteren zentralen Annahmen, die exogen dem Modellsystem vorgegeben werden. Dazu gehören insbesondere Vorgaben zur Entwicklung der Weltmarktpreise, der Ausbau der erneuerbaren Energien, Energieeffizienzpfade für die Industrie, den Gebäude- und Verkehrssektor und CO₂-Preise.

Alle Alternativszenarien werden ab dem Jahr 2021 gerechnet, sodass Differenzen zwischen der e3.at-Basisprojektion erst ab diesem Jahr auftreten können. Zuvor entsprechen die Verläufe der Basisprojektion. Die Ergebnisse der Alternativszenarien werden in den nachfolgenden Kapiteln als Abweichungen von der e3.at-Basisprojektion dargestellt (zeitpunktbezogen relativ und absolut als auch intertemporal, siehe Abbildung 1). Zusätzlich werden nach Analyseschwerpunkt ausgewählte Größen in ihrem Verlauf dargestellt.

In diesem Projekt wurden zwei Alternativszenarien – namentlich das Transformationsszenario und das Zielerreichungsszenario – berechnet. Zusätzlich wurden die

dem Transformationsszenario zugrundeliegenden Einzelmaßnahmen separat in Teilszenarien (TZ1 bis TZ8) quantifiziert und ebenfalls mit der e3.at-Basisprojektion verglichen.

Abbildung 1: Möglichkeiten der Ergebnisdarstellung



TZ1 Maßnahmen im Gebäudesektor; **TZ2** Ausbau erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung; **TZ3** Steigerung der Energieeffizienz; **TZ4** Steigerung der Ressourceneffizienz; **TZ5** Einführung einer CO₂-Steuer und Rückvergütung an private Haushalte; **TZ6** CO₂-Preissteigerung im Emissionshandelssystem; **TZ7** Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen; **TZ8** Maßnahmen im Verkehrssektor

Quelle: eigene Darstellung

4.2 Ausgestaltung der Szenarien

Für die Zielerreichung, die CO₂-Emissionen um 50% zu senken, sind Maßnahmen sowohl in Sektoren nötig, die dem Emissionshandelssystem unterliegen als auch im Nicht-Emissionshandel („effort sharing“). Der Maßnahmenkatalog ist umfangreich – er berücksichtigt investive Maßnahmen, preisliche Anreize und setzt auch auf Verhaltensanpassungen. Da die Wirkungsweisen und ihr Beitrag zur CO₂-Einsparung

unterschiedlich sind (GWS, EWI, Prognos 2014), werden diese sowohl separat betrachtet (siehe Teilszenarien im Annex 2) als auch gemeinsam im Transformationszenario (Kapitel 5) berechnet.

In den Teilszenarien (Annex 2) werden die gesamtwirtschaftlichen und umweltrelevanten Effekte für jedes Szenario separat herausgestellt, während sie sich im Gesamtszenario gegenseitig beeinflussen. Eine Verstärkung der positiven Effekte kann z. B. zu Tage treten, wenn der Ausbau der Elektromobilität mit dem Ausbau erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung einhergeht. Hier zeigt sich die Vorteilhaftigkeit der sogenannten Sektorkopplung: Je weniger fossile Energieträger im Energiesektor zur Stromerzeugung eingesetzt werden, desto klimafreundlicher ist der Verkehrssektor.

Während Maßnahmen wie die „Einführung einer CO₂-Steuer“ und der „Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen“ dem Staat zusätzliche Einnahmen generieren bzw. Ausgaben reduzieren, belasten Maßnahmen mit staatlich geförderten Investitionen das Staatsbudget. In den Gesamtszenarien „Transformation“ und „Zielerreichung“ werden diese Effekte gleichzeitig berücksichtigt. In allen Szenarien wird davon ausgegangen, dass die zusätzlichen Staatsausgaben schuldenfinanziert sind und damit nicht mit kompensatorischen Maßnahmen wie einer Steuererhöhung verbunden sind.

Die gewählten Maßnahmen und Annahmen basieren auf der Literaturstudie (Kapitel 3), welche mit FachexpertInnen diskutiert und konkretisiert wurde. Aufgrund der Fristigkeit der Szenarien (diese berücksichtigen den Zeitraum 2021 bis 2030) wurden die Annahmen teilweise angepasst. Zum Beispiel musste die Möglichkeit der Umstellung der Stahlindustrie auf klimafreundliche Stahlerzeugung (Direktreduktion mit Wasserstoff) fallengelassen werden, da diese nach ExpertInnenmeinungen bis zum Jahr 2030 nicht umsetzbar ist.

Letztendlich wurden zwei Gesamtszenarien entwickelt und anschließend ihre Auswirkungen auf Wirtschaft und Umwelt quantifiziert: Das **Transformationsszenario** umfasst ein Annahmenset, das Maßnahmen enthält, die bis zum Jahr 2030 als umsetzbar eingeschätzt werden, die gewünschte CO₂-Reduktion aber verfehlen. Demgegenüber geht das **Zielerreichungsszenario** davon aus, dass die CO₂-Emissionen gegenüber dem Jahr 2020 um 50% gesenkt werden können.

4.3 Maßnahmen, die nicht Teil der modellgestützten Szenarioanalyse sind

Nicht alle Maßnahmen, die der Literaturstudie zufolge größere CO₂-Einsparungen bringen, können im Modell im Rahmen von Szenarioanalysen umgesetzt werden. Das Modell e3.at ist durch einen höheren Abstraktionsgrad gekennzeichnet, der es nicht immer ermöglicht, alle denkbaren Zusammenhänge sachgerecht abzubilden. Das betrifft in erster Linie Maßnahmen, die eine mikroökonomische Analyse bzw. detailreichere Modellierungen (z. B. im Verkehrssektor) erfordern.

Ein Beispiel dafür ist die (kleine und große) Pendlerpauschale. Ihre Gewährung hängt davon ab, ob es die Möglichkeit gibt und es auch zumutbar ist, den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) zu nutzen und wird beeinflusst von der Pendlerdistanz und der Häufigkeit des Pendelns. Die Finanzierung erfolgt über einen Steuerfreibetrag, der von dem individuell zu versteuernden Einkommen abhängig ist. Für die sachgerechte Erfassung der Einkommenseffekte ist ein Mikrosimulationsmodell mit Individualdaten u. a. zu Einkommen, Pendlerdistanz und Erreichbarkeit mit dem ÖPNV nötig. Wie letztendlich die Ökologisierung der Pendlerpauschale auf das Verkehrsverhalten der Individuen wirkt, ist also neben der Möglichkeit, andere Verkehrsmittel in Anspruch zu nehmen, auch von der Einkommenssituation abhängig. Für die Berechnung des CO₂-Einsparpotenzials wurde z. B. das Metropolitan Activity Relocation Simulators (MARS) der Technischen Universität Wien sowie das Network Emission Modells (NEMO) der Technischen Universität Graz eingesetzt (Heinfellner et al. 2019). Auch für die Modellierung des CO₂-Einsparpotenzials bei klimagerechter Raumplanung und der Einführung eines Tempolimits kommen diese Modelle aufgrund ihres hohen Detailgrades im Verkehrssektor und der Flächennutzung zum Einsatz.

Das Modell e3.at bildet die energiebedingten CO₂-Emissionen ab, die insgesamt 98% aller Treibhausgasemissionen (THGE) darstellen, aber nicht die übrigen THGE. In den Sektoren Landwirtschaft und Abfall sind die übrigen THGE dominierend, aber im Vergleich zu den gesamten THGE gering. Laut THGE-Bilanz des Jahres 2016 wurden insgesamt 75,5 Mt CO₂-Äquivalente emittiert – darunter 1,6 Mt CO₂-Äquivalente in der Abfallwirtschaft und 7,3 Mt CO₂-Äquivalente in der Landwirtschaft. Bei Maßnahmen, die z. B. auf geringeren Fleischkonsum und geringere Lebensmittelabfälle abzielen, können zwar die CO₂-Einsparungen abgebildet werden, aber nicht die Einsparungen an den THGE Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O).

Die folgende Tabelle listet jene Maßnahmen auf, die nicht mit dem Modell quantifiziert werden. Die in Klammern ergänzten CO₂-Einsparungen sind Angaben, die sich in der Literatur wiederfinden. Insgesamt werden so 9–13 Mt CO₂-Äquivalente von den erwarteten 40 Mt CO₂-Einsparungen im Modell e3.at nicht abgebildet.

Tabelle 4: Überblick über nicht modellierte Maßnahmen und ihre erwarteten CO₂-Einsparungen

Maßnahmen	Einsparung in CO ₂ ä
Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen (Pendlerpauschale)	1,5*
Maßnahmen im Verkehrssektor	
... Tempolimit	0,46 bis 0,9**
... Raumplanung	0,4**
... Maut	1,5*
Veränderung von Ernährungsgewohnheiten (weniger Fleisch) und Vermeidung von Lebensmittelabfällen	2 bis 5*
Abfallwirtschaft	2*
Fluorierte Gase	1*
Arbeitszeitverkürzung	
... 4-Tage-Woche	0,25***
... 1%ige Reduktion der Arbeitszeit	0,3 bis 0,6****
Insgesamt	9–13

Quellen: * Kapitel 3; ** Heinfellner et al. (2019); *** ÖGB 2020; **** Frey 2019; Knight et al. 2012 (Studienergebnisse angewendet auf Österreich)

5 Ergebnisse des Transformationsszenarios

Das Transformationsszenario umfasst sämtliche im Annex 2 aufgeführten Maßnahmen mit ihren Annahmen, die basierend auf den Erkenntnissen der Literaturstudie zusammengetragen sowie mit ExpertInnen diskutiert wurden und bis zum Jahr 2030 auch potenziell umsetzbar sind.

Vor der Berechnung des Transformationsszenarios mit dem Modell e3.at wurden alle Teilszenarien einzeln quantifiziert. Die Ergebnisse sind im Anhang 2.1 bis 2.8 dargestellt und zeigen, dass die Modellergebnisse nicht die auf Basis der Literaturstudie erwarteten CO₂-Einsparpotenziale in jedem Teilszenario erreichen. Hauptsächlich für die Abweichungen zu den erwarteten CO₂-Minderungspfaden ist die singuläre Betrachtung der Maßnahmen und damit die fehlende Möglichkeit der Sektorkopplung, sprich das gleichzeitige Zusammenwirken verschiedener Maßnahmen. Das ist auch darauf zurückzuführen, dass in den verwendeten Studien ebenfalls schon Maßnahmenbündel analysiert wurden, was die Zuordnung der CO₂-Effekte auf Einzelmaßnahmen schwierig macht.

5.1 Ausgestaltung des Szenarios

Die im Transformationsszenario getroffenen Annahmen betreffen die Sektoren Gebäude, Energie, Verkehr und die Industrie. Die Maßnahmen (Gesetze, Förderprogramme, Preisreize etc.) zielen auf die Steigerung der Ressourceneffizienz ab – insb. der Energieeffizienz und des Ausbaus erneuerbarer Energien –, aber auch auf Suffizienz und Verhaltensanpassungen.

Tabelle 5 ordnet den betrachteten energiewirtschaftlichen Sektoren (Zeilen der Tabelle) jeweils die Maßnahmen und das angestrebte Ziel (Spalten der Tabelle) zu. Die Quellen und Ergebnisse der ExpertInnenkonsultation zu den Annahmen sind sowohl im Kapitel 3 beschrieben als auch im Annex 2.1 bis 2.8 bei den Teilszenarien zusammengefasst.

Tabelle 5: Maßnahmen in den Sektoren im Überblick

	Ausbau EE	Ressourcen-/ Energieeffizienz	Verhaltensanpassungen/ Suffizienz
Energie-sektor	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂-Preissteigerung im EHS auf 315 € pro t CO₂ • Investitionsförderung (5 Mrd. € p. a., davon 50% Staat) 		<ul style="list-style-type: none"> • Abschaffung umweltkontraproduktiver Subventionen, u. a. Herstellerprivileg für die ProduzentInnen von Energieerzeugnissen
Verkehrs-sektor	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung einer CO₂-Steuer von bis zu 315 € pro t CO₂ für Nicht-EHS-Sektoren 	<ul style="list-style-type: none"> • Investitionsförderung (2 Mrd. € p. a., 100% Staat) 	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung einer CO₂-Steuer von bis zu 315 € pro t CO₂ für Nicht-EHS-Sektoren bei gleichzeitiger Rückvergütung • Radverkehr verdrängt Pkw-Fahrleistung in Höhe von 6 Mio. km • Nachfrage nach ÖPNV steigt um 20 Mio. km • Günstigere Ticketpreise (123-Ticket) finanziert der Staat mit 1 Mrd. € • 50% der Pkw-Fahrleistung bis zum Jahr 2030 mit E-Pkw
Gebäude-sektor	<ul style="list-style-type: none"> • Investitionsförderung • Verbot von Kohle- und Ölheizungen • Einführung einer Nutzungspflicht für erneuerbare Energien • Einführung einer CO₂-Steuer von bis zu 315 € pro t CO₂ für Nicht-EHS-Sektoren 	<ul style="list-style-type: none"> • Investitionsförderung (2 Mrd. € p. a., davon 50% Staat) 	<ul style="list-style-type: none"> • Reduktion der Wohnfläche um -6% • Reduktion der Zimmertemperatur in Privathaushalten um 1°C
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung einer CO₂-Steuer von bis zu 315 € pro t CO₂ für Nicht-EHS-Sektoren bzw. • CO₂-Preissteigerung im EHS 315 € pro t CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> • Investitionsförderung (50% Staat) • Energieberatung der Unternehmen (50% Staat) 	<ul style="list-style-type: none"> • Abschaffung umweltkontraproduktiver Subventionen, u. a. Energieabgabenrückvergütung, Energiesteuerbefreiung für die nicht-energetische Verwendung fossiler Energieträger

Quelle: eigene Darstellung

5.2 Ergebnisse

Die ergriffenen Maßnahmen in den Sektoren führen zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen von 21 Mt. Damit reicht das Maßnahmenbündel trotz der erheblichen Einsparungen nicht aus, um die CO₂-Emissionen um 50% bzw. 40 Mt gegenüber dem Jahr 2020 zu reduzieren. Ein Einsparpotenzial (u. a. Tempolimit, Raumplanung, Land- und Abfallwirtschaft) in Höhe von 9–13 Mt CO₂ konnte in den Modellrechnungen u. a. wegen der notwendigen Mikrofundierung nicht einbezogen werden. Unter Berücksichtigung dieses Potenzials sind die CO₂-Emissionen um ca. 31 Mt niedriger.

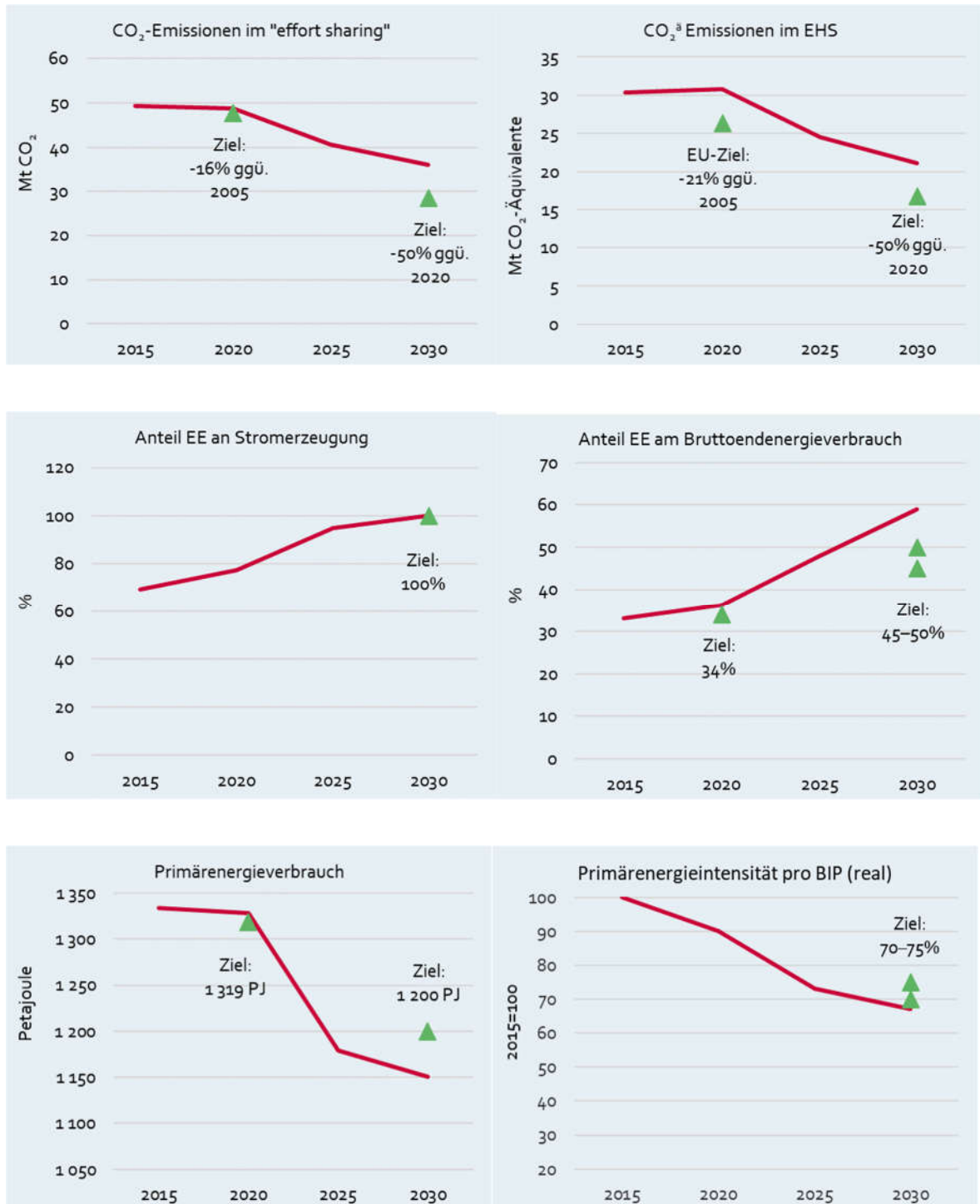
Zudem bleiben die Einsparungen der CO₂-Emissionen im Emissionshandel hinter den Erwartungen zurück. Der größte Emittent unter den betroffenen Branchen im Emissionshandel – die Metallerzeugung mit 13 Mt CO₂^ä – wird nicht ohne Technologieumstellung, Verlagerung von Produktionsstandorten oder Produktionsdrosselung in der Lage sein, seine Emissionen maßgeblich zu senken. Technologische Alternativen (Stichwort Wasserstoff) sind nach ExpertInnenmeinungen nicht vor dem Jahr 2030 umsetzbar. Unter Berücksichtigung auch dieses theoretischen Potenzials betragen die CO₂-Einsparungen 38 Mt.

Das ist ein gutes Ergebnis, da es auch noch Maßnahmen geben kann, die hier nicht umgesetzt wurden oder die heute noch nicht bekannt sind. Sicher ist aber auch, dass der Weg zum Ziel ständiger Anstrengung und kontinuierlicher Umsetzungskontrollen bedarf und dass es nicht die EINE Maßnahme gibt. Vielmehr ist ein Bündel von Maßnahmen notwendig, die gleichzeitig implementiert werden müssen.

Sowohl der Ausbau erneuerbarer Energien als auch die Steigerung der Ressourceneffizienz – insbesondere der Energieeffizienz – tragen zur Reduktion der CO₂-Emissionen bei. Österreichs Ziele hinsichtlich der Senkung des Primärenergieverbrauchs auf mindestens 1 200 PJ kann erreicht werden. Ebenso wie die Senkung der Primärenergieintensität auf mindestens 70–75% (Abbildung 2). Die Reduktion des Endenergieverbrauchs spiegelt sich im Rückgang des Primärenergieverbrauchs wider. Wird der Primärenergieverbrauchs in Relation zum preisbereinigten BIP gesetzt, zeigt sich, dass sich das Wirtschaftswachstum und der Energieeinsatz weiter entkoppeln können.

Der Strom kann bis 2030 vollständig regenerativ erzeugt werden. Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch steigt auf 60% und liegt damit höher als das anvisierte Ziel von 45–50%.

Abbildung 2: Transformationsszenario – Zielerreichungsgrad für ausgewählte Energie- und CO₂-Kennzahlen, 2015–2030

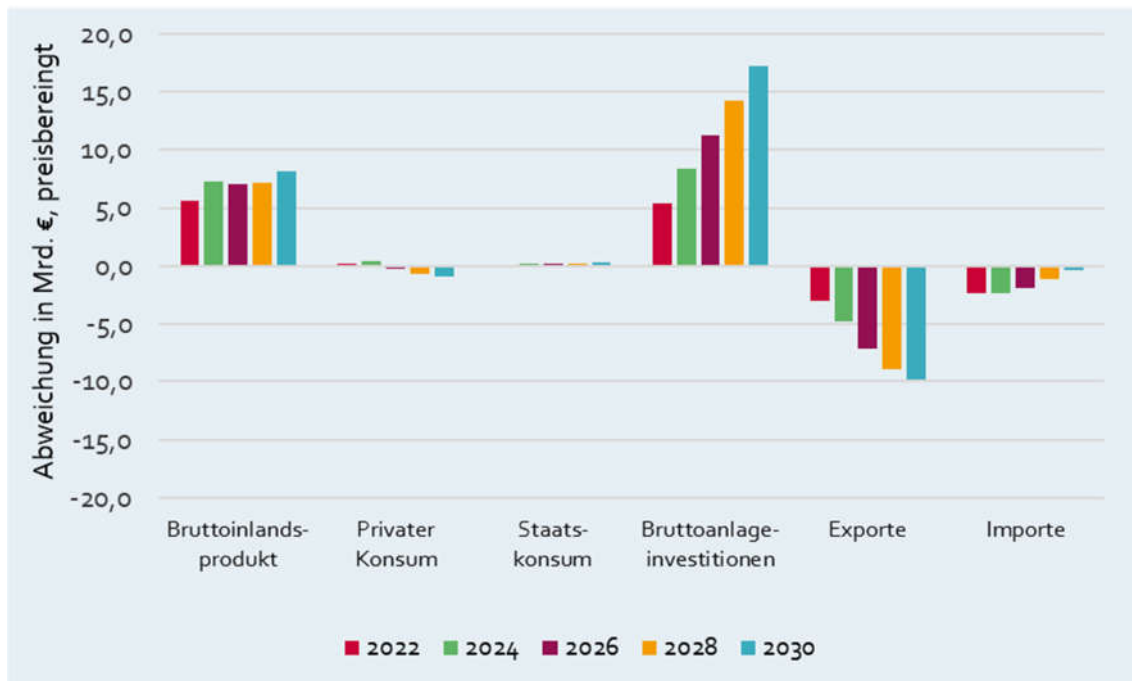


Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Das Wirtschaftswachstum beschleunigt sich durch Mehrinvestitionen und geringen Importe. Das BIP ist bis zu 2 Prozentpunkte bzw. 8 Mrd. € höher als in der e3.at-

Basisprojektion (Abbildung 3). Bemerkenswert ist, dass die Importe trotz höherem Bruttoinlandsprodukt rückläufig sind. An der Stelle zeigt sich die Wirksamkeit der Effizienz- und Suffizienzmaßnahmen, die den Energieverbrauch reduzieren. Als rohstoffarmes Land muss Österreich die fossilen Brenn- und Treibstoffe zu einem Großteil importieren.

Abbildung 3: Transformationsszenario – Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Mit der Einsparung an CO₂-Emissionen sind zusätzliche Investitionen in Höhe von durchschnittlich gut 10 Mrd. € p. a. verbunden – darunter für die Gebäudesanierung (2 Mrd. €), den Ausbau erneuerbarer Energien (5 Mrd. €) und im Verkehrssektor (2 Mrd. €).

Die gesamte Konsumnachfrage der Privathaushalte ist im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion zum Ende des Szenariozeitraums um knapp 1 Mrd. € bzw. 0,5% niedriger. Vor allem „Waren und Dienstleistungen für den Betrieb von Fahrzeugen“ gehen um 1 Mrd. € bzw. 9% zurück – sowohl durch die Treibstoffpreissteigerung infolge der CO₂-Steuer als auch aufgrund der Umstellung auf Elektro-Pkw (Abbildung 4). Der Stromverbrauch der Privathaushalte steigt dadurch. Der Konsumverwendungszweck „Strom, Gas, u. a. Brennstoffe“ erhöht sich um 0,2 Mrd. € bzw. 4%. Die-

ser erfasst auch den geringeren Verbrauch an Heizenergie durch die Sanierungsaktivitäten. Zusätzlich wirken sich die geringere Wohnfläche der Privathaushalte und die niedrigere Raumtemperatur auf den Energieverbrauch aus. Dadurch ist die Nachfrage nach „Strom, Gas u. a. Brennstoffen“ weniger stark als im TZ8 (siehe Annex 2.8).

Abbildung 4: Transformationsszenario – Veränderungen der Konsumverwendungszwecke der Privathaushalte im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Die Reduktion der Ticketpreise im Nahverkehr zeigt sich im Zuwachs am Konsumverwendungszweck „Verkehrsdienstleistungen“ von 0,1 Mrd. € bzw. gut 2% gegenüber der e3.at-Basisprojektion. Anstatt den eigenen Pkw zu nutzen, wird öfter auf den ÖPNV umgestiegen. Die häufigere Nutzung des ÖPNV und des Fahrrads sowie die höheren Preise für Elektro-Pkw lassen erwarten, dass auch die Nachfrage nach Pkws geringer ist (-0,3 Mrd. € bzw. 4%).

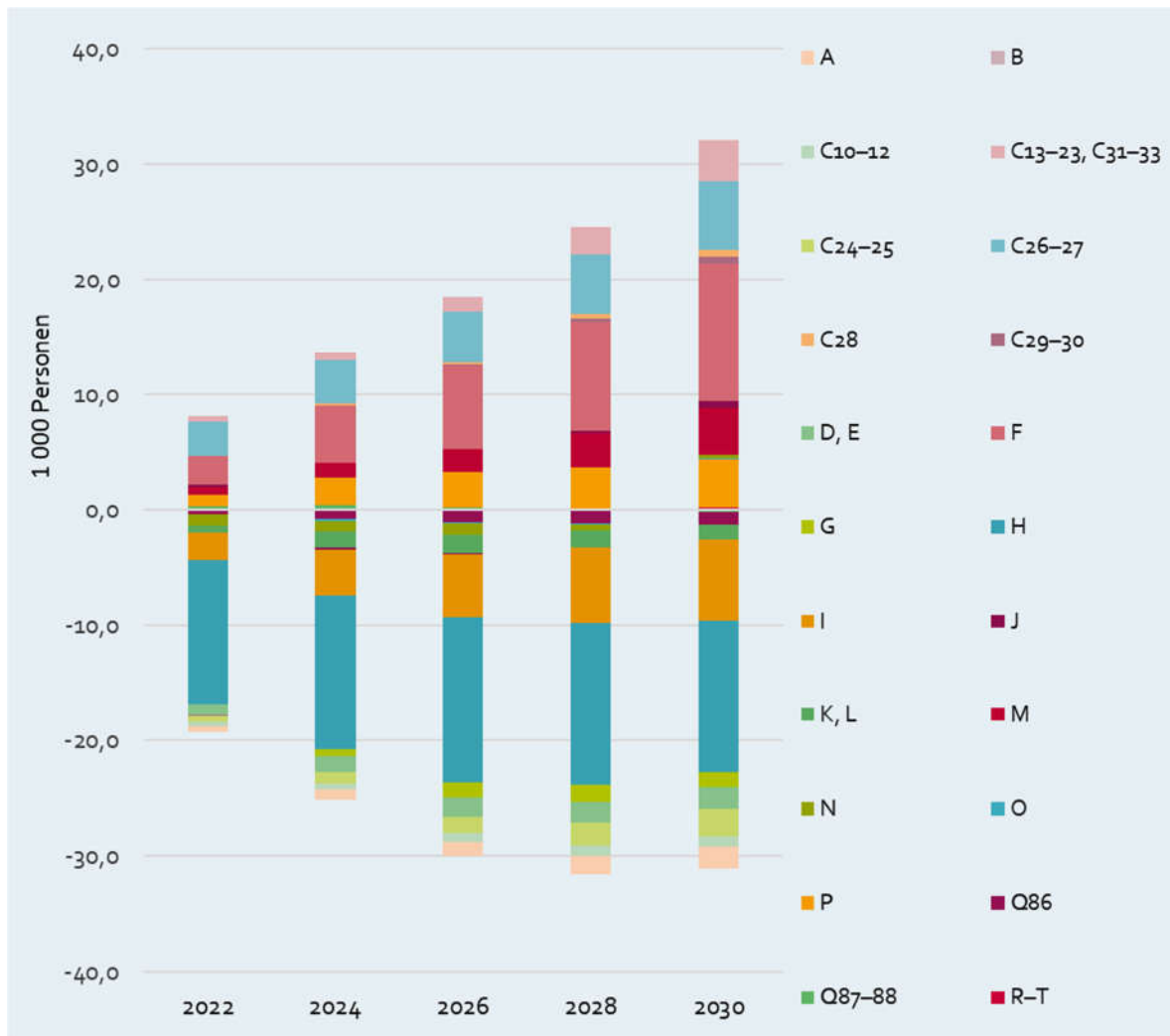
Die höheren Preise durch die CO₂-Steuer und die CO₂-Preissteigerungen im Emissionshandel belasten die Wettbewerbsfähigkeit exportorientierter Unternehmen. Die Exporte sind um bis zu knapp 4% bzw. 10 Mrd. € niedriger. Würde berücksichtigt werden, dass im Ausland auch die CO₂-Preise im gleichen Maße steigen (Stichwort koordiniertes Vorgehen in Europa), wäre die Wettbewerbsfähigkeit zumindest in Europa unverändert. Die Auswirkungen auf die Exporte sind hier als „worst case“ zu interpretieren.

Auch das Importwachstum ist schwächer – insbesondere durch die geringere Nachfrage nach Kohle, Erdöl und -gas sowie Erdölprodukten. Die steigenden Importe an energieeffizienteren Maschinen und Ausrüstungen sowie Vorleistungen zur Produktion schmälern diesen Rückgang. Insgesamt ist der Außenhandelsaldo negativ.

Die Nachfrage nach Beschäftigten insgesamt ist im Zeitablauf betrachtet überwiegend niedriger als in der e3.at-Basisprojektion, wobei es Gewinner- und Verliererbranchen gibt (Abbildung 5). Zunächst überwiegen die Effekte der Verliererbranchen. Demnach sind bis zu 11 Tsd. Arbeitsplätze weniger vorhanden als in der e3.at-Basisprojektion. Im Zeitablauf nehmen die Effekte der Gewinnerbranchen zu, sodass im Jahr 2030 1 Tsd. Personen mehr im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion beschäftigt sind. Bei einem koordinierten Vorgehen in Europa wären hier bessere Ergebnisse zu erwarten. Nichtsdestotrotz sind die Effekte bezogen auf die Gesamtbeschäftigung mit maximal 0,3% klein.

Die Beschäftigung verändert sich vor allem zugunsten des Baugewerbes (+12 Tsd. Personen), den „HerstellerInnen von DV-geräten, elektronischen, optischen Erzeugnissen, elektrischen Ausrüstungen“ (+6 Tsd. Personen), der „Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung und Entwicklung, Werbung, sonstigen freiberuflichen Tätigkeiten, Veterinärwesen“, der Branche „Erziehung und Unterricht“ (jeweils +4 Tsd. Personen) sowie zugunsten der „HerstellerInnen von Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonstige Waren, Reparatur und Installation“ (+knapp 4 Tsd. Personen).

Abbildung 5: Transformationsszenario – Veränderungen der Anzahl von Beschäftigten nach Branchen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion

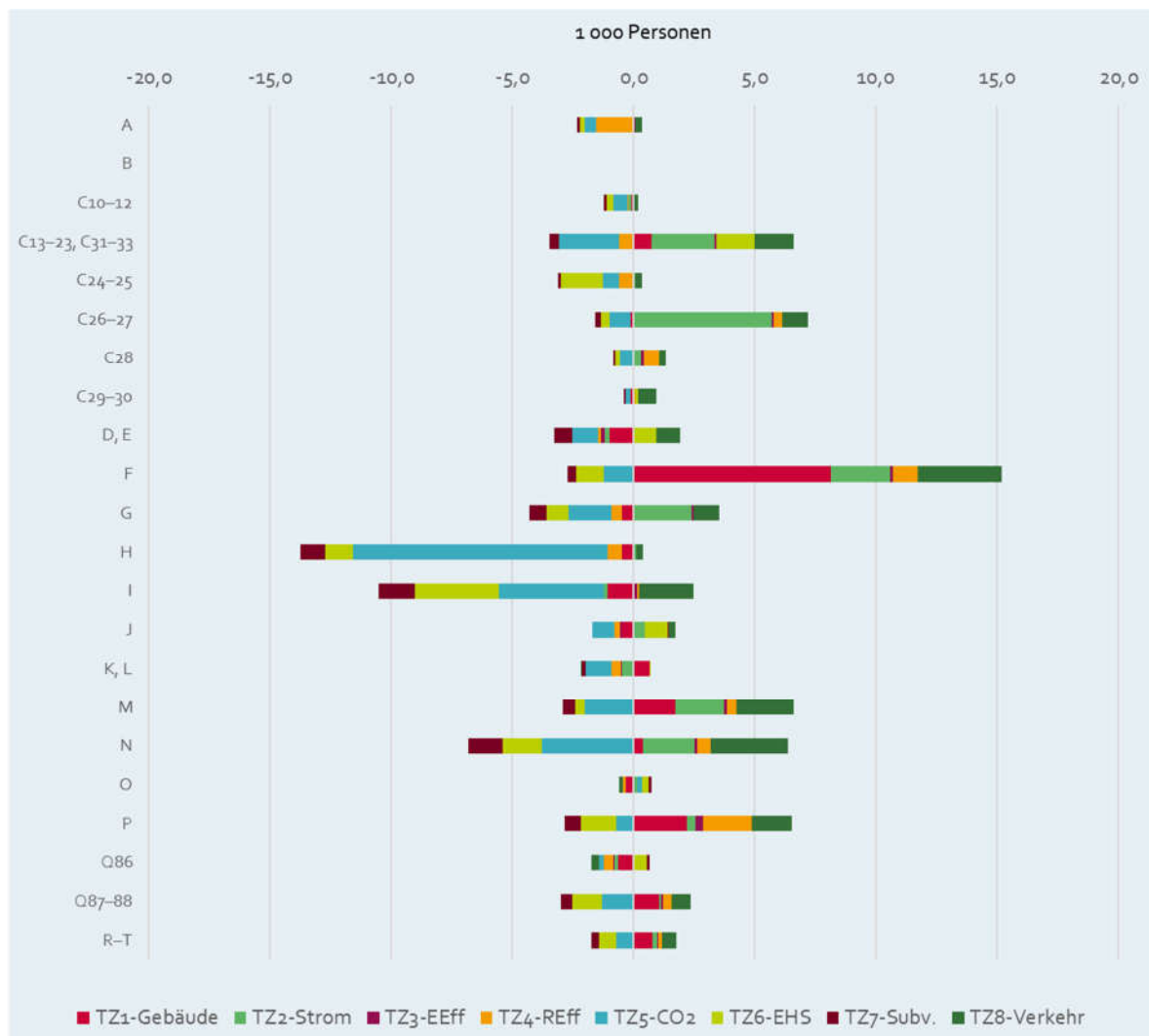


A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10–12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13–23, C31–33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24–25** Metallerzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallerz. **C26–27** Herstellung v. DV-geräten, elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29–30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen; **N** Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87–88** Heime, Sozialwesen; **R–T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte

Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Während das Baugewerbe vor allem von den Sanierungsaktivitäten profitiert, wirkt der Ausbau EE insbesondere positiv auf die „Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen, optischen Erzeugnissen, elektrischen Ausrüstungen“ (Abbildung 6). Die Beschäftigungszuwächse in der Branche „Erziehung und Unterricht“ gehen mit dem steigenden Beratungs- und Weiterbildungsbedarf in den Unternehmen einher. Sowohl bei der Verbesserung der Ressourceneffizienz (TZ4) als auch bei der Energieeffizienz in Gebäuden (TZ1) sind qualifizierte Fachkräfte essenziell.

Abbildung 6: Transformationsszenario – Veränderungen der Anzahl von Beschäftigten nach Branchen und Teilszenarien im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10–12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13–23, C31–33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24–25** Metallerzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallerz. **C26–27** Herstellung v. DV-geräten,

elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29–30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen; **N** Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87–88** Heime, Sozialwesen; **R–T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte

TZ1-Gebäude Maßnahmen im Gebäudesektor, **TZ2-Strom** Ausbau erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung; **TZ3-EEff** Steigerung der Energieeffizienz; **TZ4-REff** Steigerung der Ressourceneffizienz; **TZ5-CO₂** Einführung einer CO₂-Steuer und Rückvergütung an private Haushalte; **TZ6-EHS** CO₂-Preissteigerung im Emissionshandelssystem; **TZ7-Subv.** Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen; **TZ8-Verkehr** Maßnahmen im Verkehrssektor

Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Ein im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion niedrigeres Beschäftigungsniveau ist für die Branchen „Verkehr, Lagerei, Post“ (-13 Tsd. Personen), „Beherbergung, Gastronomie“

(-7 Tsd. Personen), „Metallerzeugung, -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen“ (gut -2 Tsd. Personen) sowie „Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei“ und „Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung“ (jeweils -2 Tsd. Personen) festzustellen.

Die Reaktion im Bereich „Lagerei, Verkehr und Post“ geht auf die Einführung der CO₂-Steuer und der Maßnahmen im Verkehr zurück, die eine rückläufige Nachfrage nach Tankstellendienstleistungen nach sich zieht. Auch die niedrigeren Beschäftigungseffekte im Bereich der Energieversorgung stehen direkt mit den Sanierungsaktivitäten und den Energieeffizienzmaßnahmen im Zusammenhang. Der geringere Zuwachs an Jobs in der Branche „Metallerzeugung und -bearbeitung“ lässt sich auf das TZ6 „Emissionshandel“ zurückführen.

Die Beschäftigungseffekte in den Branchen „Beherbergung, Gastronomie“, „Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz“ sowie bei den Unternehmensdienstleistern sind weitere indirekte Folgen der Klimaschutzmaßnahmen insgesamt, die über Nachfrageeffekte der Industrie und Einkommenseffekte der Haushalte wirken.

Der Beschäftigungsstrukturwandel nach Branchen bewirkt auch Änderungen in der Berufsstruktur. Die Veränderungen sind für die Berufe geringer als für die Branchen, da der Berufsmix (vgl. Wolter/Großmann 2020) in den Branchen stabil bleibt und

Berufe nicht ausschließlich einer Branche zugeordnet werden können. Stark gefragte Berufe sind die „(Aus-)Baufachkräfte u. verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen“ (knapp +5 Tsd.), die für die Umsetzung der Sanierungsaktivitäten benötigt werden sowie „NaturwissenschaftlerInnen, MathematikerInnen, IngenieurInnen“ (+3 Tsd.) und „Ingenieurtechnische Fachkräfte“ (+2 Tsd.), die im Zusammenhang mit dem Ausbau EE zu sehen sind. Aufgrund des höheren Beratungs- und Weiterbildungsbedarfs sind 2,6 Tsd. zusätzliche Lehrkräfte gefragt (Abbildung 7).

Bei den Berufsgruppen sind besonders diejenigen benachteiligt, die im Zusammenhang mit der geringeren Verkehrsleistung stehen. Die Berufsgruppe „BedienerInnen stationärer und mobiler Anlagen, Maschinen und Montageberufe“ sind um ca. 4 Tsd. Personen niedriger. Auch die „Büro- und Sekretariatskräfte“ sind betroffen (-2 Tsd. Personen).

„Berufe im Bereich personenbezogener Dienstleistungen“ (-3,5 Tsd. Personen) sind ebenfalls weniger gefragt, da sowohl im „Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz“ als auch in der „Beherbergung, Gastronomie“ weniger Arbeitsplätze entstehen. Der Rückgang der Fachkräfte in der Land- und Forstwirtschaft (-1,6 Tsd. Personen) geht auf die geringere Produktion infolge von Ressourceneffizienzsteigerung und damit auch Beschäftigung in der Land- und Forstwirtschaft zurück.

Insgesamt ist festzustellen, dass trotz nur geringer, schließlich sogar leicht positiver Entwicklungen auf dem Arbeitsmarkt der „shift“ zwischen Branchen und Berufen groß ist und die Anpassung für Beschäftigte und Betriebe an ein neues Regime des Wirtschaftens entsprechend hoch ausfallen. Da der Übergang zügig erfolgen muss (zehn Jahre), sind Hilfestellungen seitens der Politik zur Begleitung des Übergangs in Form von z. B. Weiterbildungsmaßnahmen sinnvoll.

Abbildung 7: Transformationsszenario: Veränderungen der Anzahl von Beschäftigten nach Berufsfeldern im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



ISCO-2-St.: 11, 12, 13, 14 GeschäftsführerInnen, Führungskräfte; **ISCO-2-St.: 21, 24, 25, 26** Natur-, Sozialwissenschaftler-, Mathematiker-, IngenieurInnen, BWLerInnen, IKT, JuristInnen, Kulturberufe; **ISCO-2-St.: 22** Akademische, verwandte Gesundheitsberufe; **ISCO-2-St.: 23** Lehrkräfte; **ISCO-2-St.: 31** Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 32, 34, 35** Assistenzberufe im Gesundheitswesen, nicht akademische juristische, sozialpflegerische, kulturelle u. verwandte Fachkräfte, IKT; **ISCO-2-St.: 33** Nicht akademische betriebswirtschaftliche, kaufmännische FK, Verwaltungsfachkräfte; **ISCO-2-St.: 41, 42, 43, 44** Büro- und Sekretariatskräfte, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 51** Berufe im Bereich personenbezogener DL; **ISCO-2-St.: 52** Verkaufskräfte; **ISCO-2-St.: 53** Betreuungsberufe; **ISCO-2-St.: 54** Schutzkräfte, Sicherheitsbedienstete; **ISCO-2-St.: 61, 62** Fachkräfte in der Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; **ISCO-2-St.: 71** (Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen; **ISCO-2-St.: 72** MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 73, 74, 75** Präzisions-, Kunsthandwerker-, Drucker-, Elektriker-, ElektronikerInnen, Nahrungsmittel-, Holzverarbeitung, BekleidungsherstellerInnen, verw. handwerkliche Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 81, 82, 83** BedienerInnen stationärer u. mobiler Anlagen, Maschinen, Montageberufe, FahrzeugführerInnen; **ISCO-2-St.: 91** Reinigungspersonal, Hilfskräfte; **ISCO-2-St.: 92, 93, 94, 95, 96** Hilfsarbeiter-, Straßenhändler-, AbfallentsorgungsarbeiterInnen, sonst. Hilfskräfte

Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

6 Ergebnisse des Zielerreichungsszenarios

6.1 Ausgestaltung des Szenarios

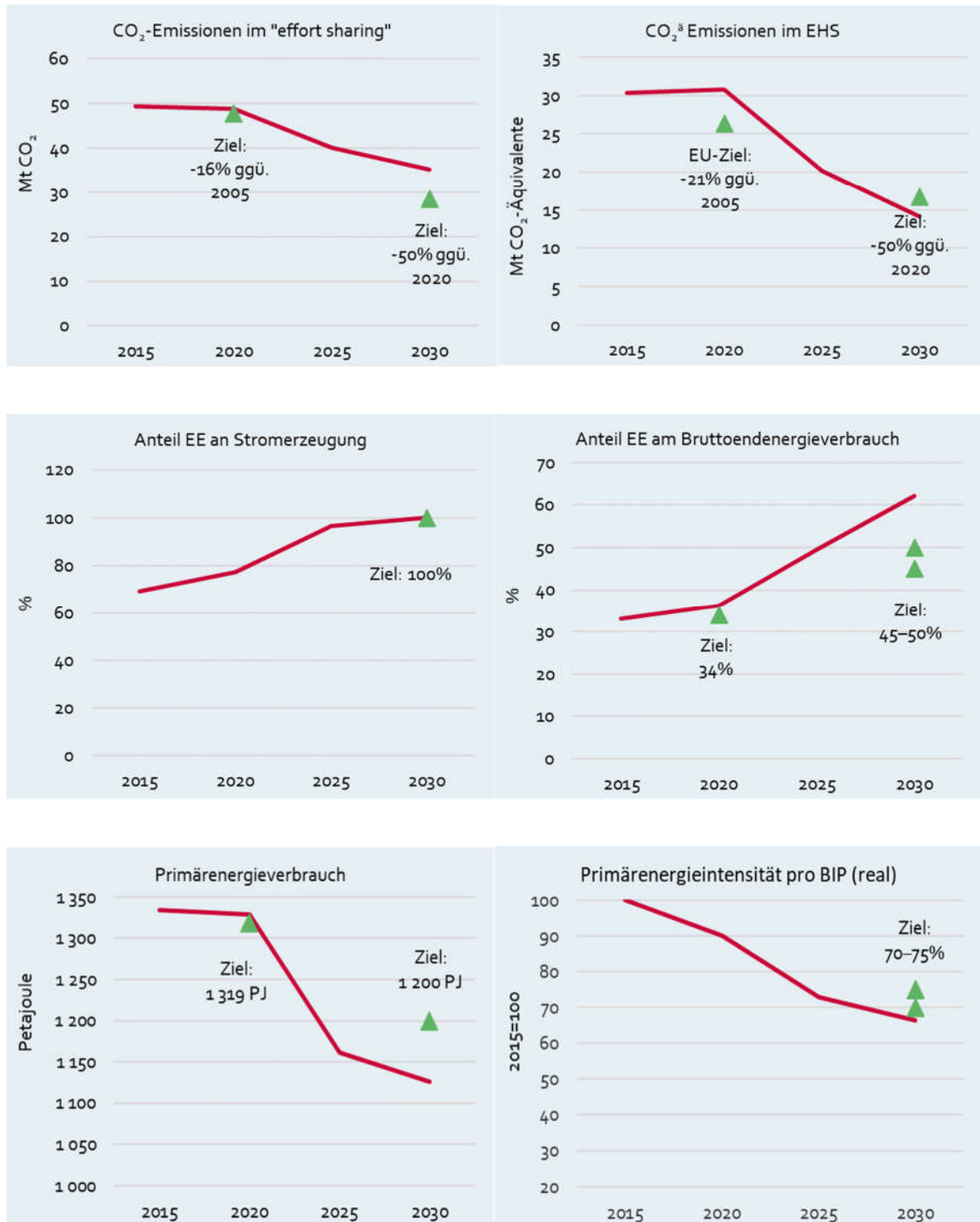
Für die Erreichung der CO₂-Einsparung in Höhe von 50% werden weitere Annahmen getroffen. Im Teilszenario 6 hat sich gezeigt, dass die HerstellerInnen von Metallereugnissen bei einer Beschränkung der Emissionsrechte nicht in der Lage sind, vor dem Jahr 2030 die Wasserstofftechnologie in ausreichendem Maße einzusetzen. Es bestehen nur die Möglichkeiten, die Produktion zu reduzieren und oder ins Nicht-EU-Ausland zu verlagern. In diesem Szenario wird unterstellt, dass Österreich bis zum Jahr 2030 die Exporte von Metallereugnissen reduziert. Das betrifft etwa die Hälfte aller Metalle und Halbzeuge. Die andere Hälfte wird als Vorleistungsprodukt im inländischen Produktionsprozess eingesetzt.

CO₂-Einsparpotenzial besteht auch noch durch die Umstellung der Fernwärmeproduktion auf erneuerbare Energien. Im Unterschied zur Stromerzeugung ist der EE-Anteil in der Fernwärmeproduktion mit 46% (Statistik Austria 2016) geringer. Zu einem Großteil wird Fernwärme aus Erdgas erzeugt, aber auch Erdölprodukten und Kohle. Es wird nun davon ausgegangen, dass biogene Brenn- und Treibstoffe die fossilen Energieträger weitgehend ersetzen. Laut dem integrierten nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich sind ca. 1,7 Mrd. € an Investitionen in erneuerbare Fernwärme und Netze notwendig (BMNT 2019b, S. 264).

6.2 Ergebnisse

Im Zielerreichungsszenario können die CO₂-Emissionen unter Berücksichtigung der nicht modellierten Maßnahmen um 50% reduziert werden. Die Reduktion des Energieverbrauchs in der Metallereugung erhöht den Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch und der Primärenergieverbrauch sinkt weiter (Abbildung 8).

Abbildung 8: Zielerreichungsszenario – Zielerreichung für ausgewählte Energie- und CO₂-Kennzahlen, 2015–2030



Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Die annahmegemäße Reduktion der Exporte von Metallerzeugnissen reduziert den Export insgesamt nochmals um 10 Mrd. € gegenüber dem Transformationsszenario

und ist damit 20 Mrd. € bzw. 7,5% niedriger als in der e3.at-Basisprojektion (Abbildung 9). Da die MetallerzeugerInnen weniger produzieren, kaufen diese auch weniger Vorleistungsgüter ein. Darunter sind fossile Brennstoffe und Energie sowie verschiedene Dienstleister (darunter Dienstleister der Abwasserversorgung, Großhandels- und Landverkehrsleistungen). Da ein Teil dieser Güter aus dem Ausland kommt, ist nicht nur die heimische Nachfrage geringer, sondern auch die Importe. Gegenüber der e3.at-Basisprojektion sind diese um bis zu 7 Mrd. € bzw. 3% geringer.

Die zusätzlichen Investitionen in erneuerbare Fernwärme und Netze setzen neben den investiven Maßnahmen im Transformationsszenario positive Wachstumspulse. Im Durchschnitt sind die Investitionen ca. 12 Mrd. € höher.

Abbildung 9: Zielerreichungsszenario – Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Der Privatkonsum ist bei geringeren Einkommenszuwächsen und weniger Beschäftigten um bis zu 3 Mrd. € bzw. 1,7% schwächer als in der e3.at-Basisprojektion. In der metallerzeugenden Industrie fallen bei geringerem Produktionsniveau knapp

10 Tsd. Jobs weg (davon gut 7 Tsd. zusätzlich zum Transformationsszenario, Abbildung 10). Weitere Auswirkungen zeigen sich bei Zulieferern so z. B. im „Groß-, Einzelhandel“ (-5 Tsd. Personen).

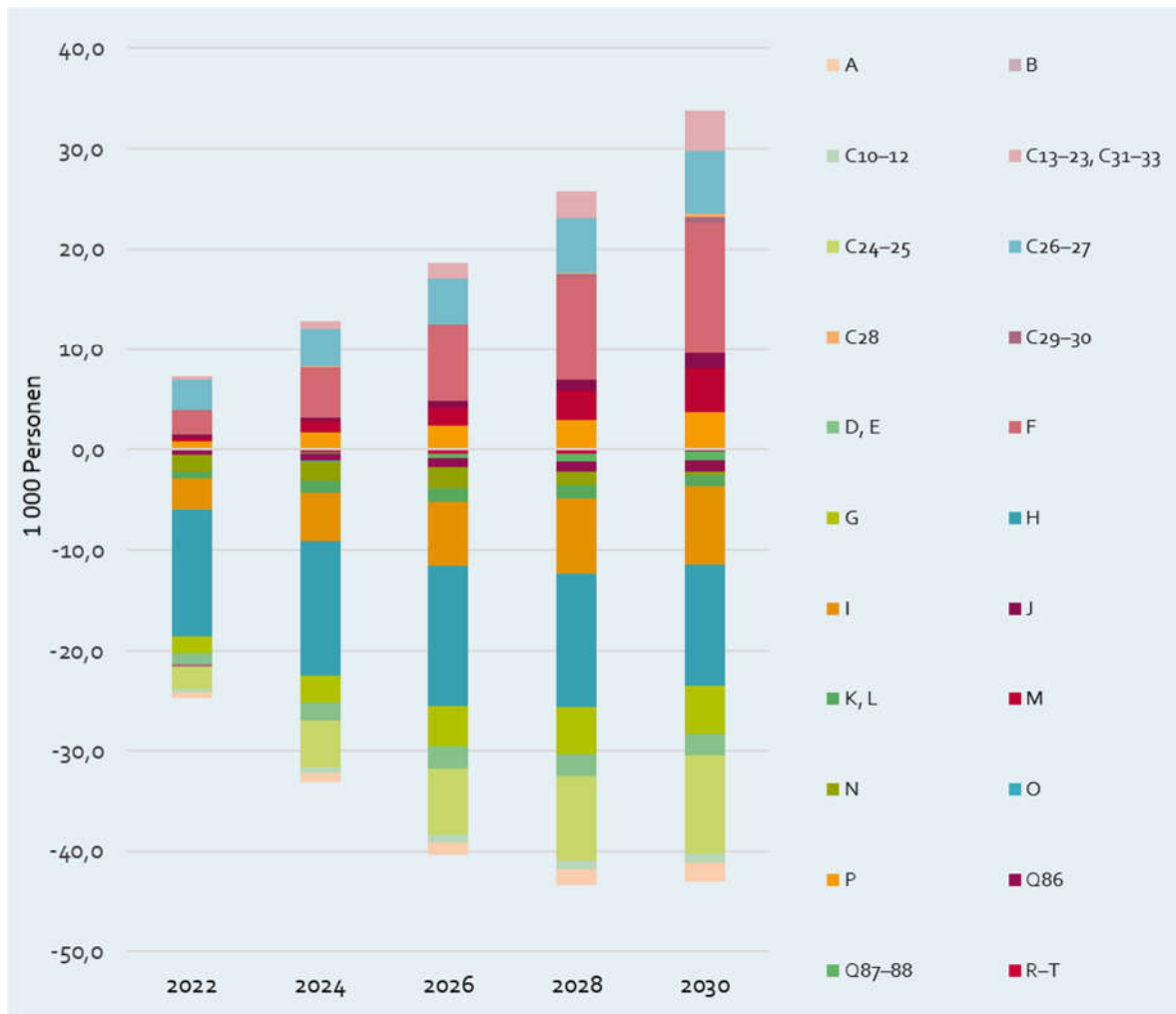
Vorteilhaft wirken sich die Investitionen in erneuerbare Fernwärme und Netze auf die Beschäftigung in den Branchen „Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe“ und „Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations- und Informations-DL“ aus. Insgesamt ist die Beschäftigung aber um 9 Tsd. Personen niedriger als in der e3.at-Basisprojektion. Das entspricht 0,2% der Gesamtbeschäftigung.

Die Veränderung der Beschäftigungsstruktur nach Branchen spiegelt sich ebenso in den Berufsfeldern wider (Abbildung 11). Vorherrschende Berufsbilder in der Branche „Metallerzeugung“ sind „MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe“, „Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte“ und „Verkaufskräfte“. Die Nachfrage nach diesen Berufen ist zwischen 1 bis 2 Tsd. Personen niedriger als im Transformationsszenario.

Im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion sind die ingenieurtechnischen Berufe stärker nachgefragt, da sie vom Ausbau erneuerbarer Energien und der Elektromobilität profitieren und diese Entwicklung durch den Abbau von Arbeitsplätzen in der Metall-erzeugenden Industrie nicht vollständig kompensiert wird. Im Unterschied dazu verstärkt sich der negative Effekt für die beiden anderen Berufsbilder. Während Personen mit Ausbildung im Berufsfeld „MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe“ im Transformationsszenario stärker nachgefragt wurden, ist der Bedarf im Zielerreichungsszenario nun geringer. Für die „Verkaufskräfte“ verstärkt sich die geringere Nachfrage noch, da auch der Großhandel unter der Entwicklung in diesem Szenario leidet und die Verkaufskräfte ein dominierendes Berufsfeld darstellen.

Es zeigt sich, dass eine Zielerreichung weitere Umbaumaßnahmen des ökonomischen Wirtschaftssystems notwendig machen. Wenn der Wandel der Produktionsweise schneller vonstattengeht, ist durchaus eine bessere Beschäftigungsentwicklung zu erwarten.

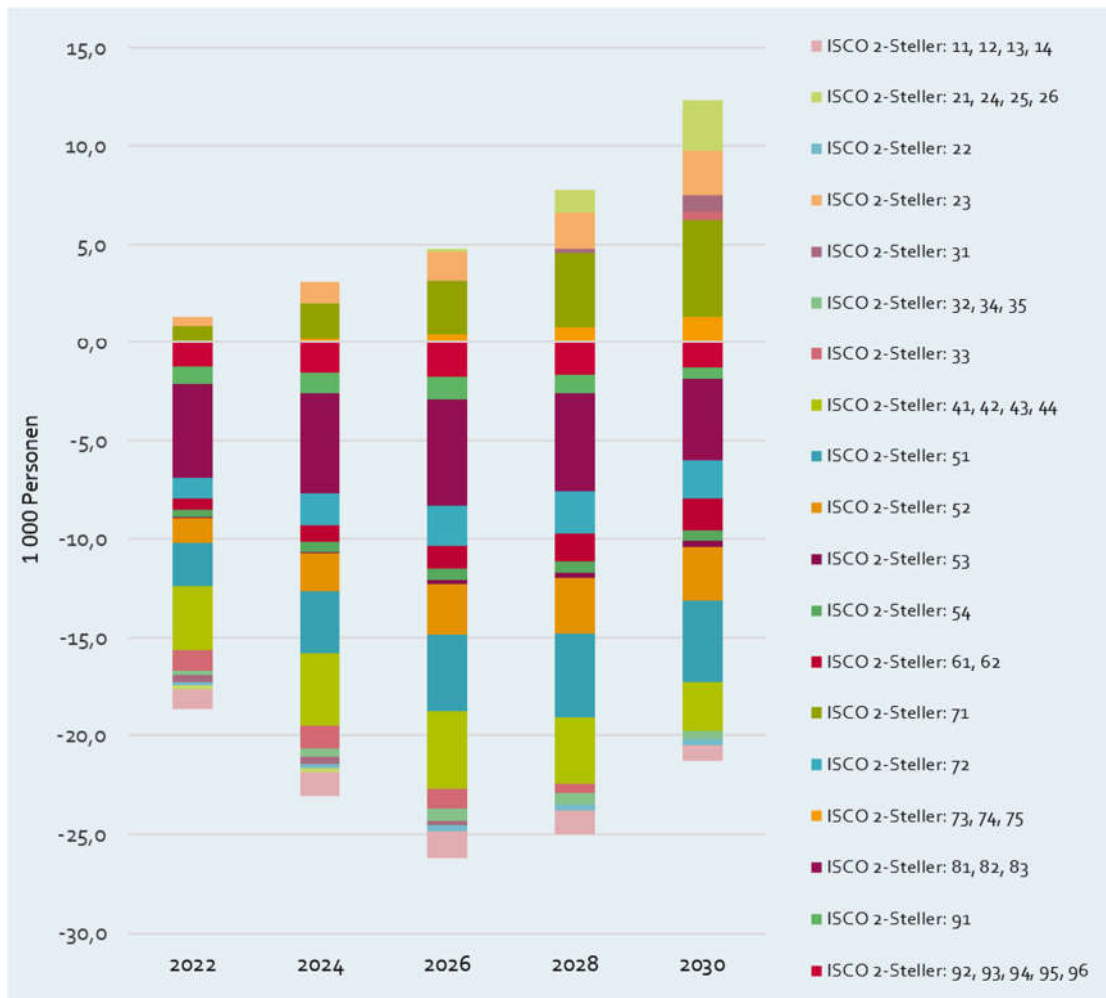
Abbildung 10: Zielerreichungsszenario – Veränderungen der Anzahl von Beschäftigten nach Branchen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10–12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13–23, C31–33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24–25** Metallherzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallherz. **C26–27** Herstellung v. DV-geräten, elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29–30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen; **N** Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87–88** Heime, Sozialwesen; **R–T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte

Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Abbildung 11: Zielerreichungsszenario – Veränderungen der Anzahl von Beschäftigten nach Berufsfeldern im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



ISCO-2-St.: 11, 12, 13, 14 GeschäftsführerInnen, Führungskräfte; **ISCO-2-St.: 21, 24, 25, 26** Natur-, Sozialwissenschaftler-, Mathematiker-, IngenieurInnen, BWLERInnen, IKT, JuristInnen, Kulturberufe; **ISCO-2-St.: 22** Akademische, verwandte Gesundheitsberufe; **ISCO-2-St.: 23** Lehrkräfte; **ISCO-2-St.: 31** Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 32, 34, 35** Assistenzberufe im Gesundheitswesen, nicht akademische juristische, sozialpflegerische, kulturelle u. verwandte Fachkräfte, IKT; **ISCO-2-St.: 33** Nicht akademische betriebswirtschaftliche, kaufmännische FK, Verwaltungsfachkräfte; **ISCO-2-St.: 41, 42, 43, 44** Büro- und Sekretariatskräfte, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 51** Berufe im Bereich personenbezogener DL; **ISCO-2-St.: 52** Verkaufskräfte; **ISCO-2-St.: 53** Betreuungsberufe; **ISCO-2-St.: 54** Schutzkräfte, Sicherheitsbedienstete; **ISCO-2-St.: 61, 62** Fachkräfte in der Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; **ISCO-2-St.: 71** (Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen; **ISCO-2-St.: 72** MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 73, 74, 75** Präzisions-, Kunsthandwerker-, Drucker-, Elektriker-, ElektronikerInnen, Nahrungsmittel-, Holzverarbeitung, BekleidungsherstellerInnen, verw. handwerkliche Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 81, 82, 83** BedienerInnen stationärer u. mobiler Anlagen, Maschinen, Montageberufe, FahrzeugführerInnen; **ISCO-2-St.: 91** Reinigungspersonal, Hilfskräfte; **ISCO-2-St.: 92, 93, 94, 95, 96** Hilfsarbeiter-, Straßenhändler-, AbfallentsorgungsarbeiterInnen, sonst. Hilfskräfte

Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

7 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Österreichs Regierung hat sich zum Ziel gesetzt, die Klimaneutralität bis zum Jahr 2040 zu erreichen, sodass bis zum Jahr 2030 50% der CO₂-Emissionen eingespart werden müssen. Die von der vorliegenden Studie durchgerechneten Maßnahmen haben das Potenzial, zu diesem Ziel beizutragen.

Allerdings müssen schnell enorme und kontinuierliche Anstrengungen unternommen werden, um das Ziel zu erreichen. Großes CO₂-Einsparpotenzial gibt es insbesondere im Verkehrs- und Gebäudesektor sowie in der energieintensiven Industrie. Bis zum Jahr 2030 kann jedoch nicht jedes Potenzial gehoben werden, so z. B. die Implementierung der Wasserstofftechnologie in die Produktionsprozesse. Auch reichen einzelne Maßnahmen nicht aus, sondern nur die Bündelung aller möglichen Optionen.

Hohe Investitionen sind notwendig, um den Kapitalstock bezogen auf Bauten und Ausrüstungsgüter (z. B. Maschinen, Fahrzeuge) möglichst schnell und klimagerecht umzubauen. Dazu zählen der Ausbau erneuerbarer Energien im Energiesektor, die Nutzung erneuerbar erzeugten Stroms im Verkehrssektor sowie Effizienzmaßnahmen in der Industrie und im Gebäudesektor. Verhaltensänderungen müssen das Maßnahmenset komplementieren, um das CO₂-Ziel zu erreichen.

Zur Finanzierung der Maßnahmen können Einnahmen durch die Besteuerung klimaschädlichen Verhaltens und der Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen beitragen. Staatliche Unterstützung ist aber unumgänglich. Die Covid19-Krise sollte eine Möglichkeit darstellen, die notwendigen Anschubinvestitionen für die Wirtschaft schneller und auf ein Ziel ausgerichtet zu initiieren und nachhaltig zu gestalten (Lutz et al. 2020). Ansonsten entstehen die nächsten „Lock-in“-Effekte, die eine Senkung der CO₂-Emissionen für die nächsten Jahre verhindern. Der aktuell niedrige CO₂- und Ölpreis bieten jedenfalls keinen Anreiz für klimafreundliche Investitionen.

Auf dem Arbeitsmarkt haben die Klimaschutzmaßnahmen weitreichende (strukturelle) Wirkungen, auch wenn der Gesamteffekt mit maximal 0,3% an der Gesamtbeschäftigung relativ zu jährlichen Veränderungen klein ist: Einerseits schaffen investive Maßnahmen wie die Gebäudesanierung und der Ausbau erneuerbarer Energien Arbeitsplätze. Andere Studien weisen für Österreich noch höhere Beschäftigungseffekte aus. Kranzl et al. (2018, S. 93) erwarten zusätzlich 34 Tsd. Beschäftigte im Wärmewende-Szenario. Im Unterschied zu der vorliegenden Studie werden dort die

Bruttobeschäftigten ausgewiesen, d. h. Verluste von Arbeitsplätzen in anderen Branchen werden nicht eingerechnet. Zudem werden die Arbeitsplatzeffekte für die gesamte Wertschöpfungskette (Produktion, Handel, Installation) berücksichtigt (so auch in Bointner et al. 2013).

Andererseits führen die Einführung einer CO₂-Steuer und die Beschränkung der Emissionsrechte zu Wachstumsverlusten und negativen Effekten auf das Gesamtniveau des Arbeitskräftebedarfes. Mit den passenden, kompensatorischen Gegenmaßnahmen wie einer Senkung der Lohnnebenkosten kann nicht nur die Umwelt profitieren, sondern es können gleichzeitig Anreize für die Schaffung von mehr Jobs gegeben werden. Das ist das Ergebnis mehrerer Studien in Österreich und anderen Ländern (Kirchner et al. 2018, Großmann et al. 2015, Ekins/Speck 2011). Die Ergebnisse der Teilszenarien 5 (CO₂-Steuer) und 6 (Emissionshandel) sind daher als „worst case“ zu interpretieren.

Die im Teilszenario 5 unterstellte Rückvergütung der CO₂-Steuereinnahmen vermindert die Belastung einkommensschwacher Haushalte. Die Analyse der Einkommens- und Konsumstruktur ebendieser Haushalte zeigt, dass sie sonst besonders von einer CO₂-Steuer betroffen wären: die Ausgaben für Mobilität, Wärme und Strom sind über die Einkommensgruppen ähnlich (Großmann et al. 2011, 2013). Größensparnisse sind für einkommensschwache Haushalte kaum möglich, da es Großteils Einpersonenhaushalte und somit keine „Doppelverdiener“ sind. Die Berücksichtigung der sozialen Dimension ist eine wichtige Voraussetzung für die Akzeptanz von Klimaschutzmaßnahmen (Kirchner et al. 2018; Schneller et al. 2020).

Zudem sind strukturelle Verschiebungen am Arbeitsmarkt zu beobachten: Im „Baugewerbe“ und bei den „HerstellerInnen von datenverarbeitenden Geräten und elektrischen Ausrüstungen“ entstehen neue Jobs, während im Verkehrssektor und bei den „HerstellerInnen von Metallernzeugnissen“ mehr Arbeitsplätze verloren gehen als in einer Welt ohne zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen. Diese Strukturverschiebungen zeigen sich auch in den Berufsfeldern. „(Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen“ sowie „Lehrkräfte“ werden bedeutender. Weiterbildungsmaßnahmen sind essenziell, um zu erkennen, wo Effizienzpotenziale gehoben werden können und deren Umsetzung möglich ist.

Die Beschäftigtenzahl bleibt im Übergang zu einer neuen, emissionsärmeren Wirtschaftsweise nahezu unverändert. Allerdings ist der Shift zwischen den Branchen und auch dadurch bedingt zwischen den Berufen erheblich. Personen mit einer bestimmten Beruf-Branchen-Kombination verlieren ihren Job, gleichzeitig entstehen

aber in anderen Branchen und anderen Berufen neue Arbeitsplätze. Um jemandem, der seinen Arbeitsplatz verloren hat, den Übergang zu einem neuen Arbeitsplatz zu erleichtern oder überhaupt zu ermöglichen, sind Maßnahmen der Weiterbildung oder Umschulung geeignet.

Annex

1 Das Modell e3.at im Überblick

1.1 Ein allgemeiner Überblick

Das Modell e3.at (economy, energy, environment, Austria) (Großmann et al. 2019, Lehr et al. 2016, Stocker et al. 2014, 2011, 2011a) ist ein Projektions- und Simulationsmodell für Österreich. Es bildet die österreichische Wirtschaft, die Umwelt und das Energiesystem ab und erfasst die Wechselwirkungen zwischen der ökonomischen Entwicklung, dem Energie- und Materialverbrauch sowie den CO₂-Emissionen. Alle drei Komponenten werden in einem ganzheitlichen und konsistenten Modellrahmen abgebildet und geben dem Modell seinen Namen.

Der ökonomische Teil des e3.at-Modells stellt die österreichische Wirtschaft sowohl als Ganzes als auch differenziert nach 74 Wirtschaftszweigen (WZ) dar (Großmann et al. 2017). Das Wirtschaftsgeschehen wird angebots- (Arbeitskräfte, Energie, Kapital, Vorleistungen) und nachfrageseitig (privater und öffentlicher Konsum, Bruttoinvestitionen, Exporte und Importe) für alle Wirtschaftszweige bzw. Gütergruppen erfasst. Der Wirtschaftskreislauf wird vollständig – von der Produktion über die Einkommensentstehung, Einkommensumverteilung bis zur Einkommensverwendung und Vermögensbildung – abgebildet und die Einnahmen und Ausgaben der ökonomischen AkteureInnen (Unternehmen, Staat, private Haushalte, Ausland) wie in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) dargestellt unterschieden (siehe Wirtschaftsmodell in Abbildung 12). Eine zentrale Größe der VGR ist das verfügbare Einkommen, das sowohl von der aktuellen Arbeitsmarktlage als auch den Umverteilungsaktivitäten des Staates über Steuern und Abgaben beeinflusst wird. Neben weiteren Größen wie den Verkaufspreisen ist das verfügbare Einkommen eine wichtige Bestimmungsgröße für die Konsumnachfrage privater Haushalte.

Die Nachfrage nach österreichischen Exportgütern wird mit dem Modell GINFORS ermittelt (Distelkamp, Meyer 2018). Das Modell bildet die Handelsströme zwischen 38 Ländern ab und ermittelt für Österreich sowohl die Exportnachfrage als auch die Importpreise für 59 Gütergruppen in Abhängigkeit von der Weltkonjunktur.

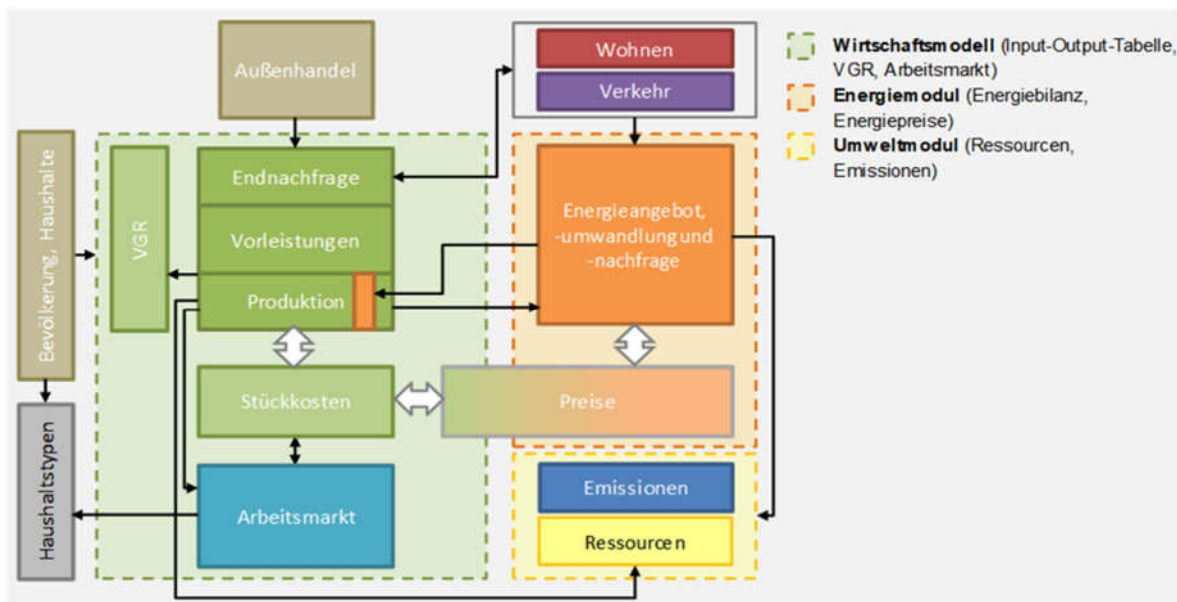
Die Nachfrage nach Investitionsgütern wird jeweils für Wohnbauten, sonstige Bauten, Ausrüstung, Fahrzeuge und andere Investitionsgüter bestimmt. Eine wichtige Bestimmungsgröße für die Wohnbauten ist die Anzahl von Haushalten, die wiederum abhängig ist von der Bevölkerungsentwicklung. Für Investitionsgüter wie z. B.

Maschinen ist die wirtschaftliche Dynamik – vor allem im verarbeitenden Gewerbe – entscheidend.

Der Zusammenhang zwischen Nachfrage und Angebot wird über die Leontief-Produktionsfunktion abgebildet. Aus der Input-Output-Tabelle werden über die dargestellte Vorleistungsverflechtung die Kostenstruktur für die Vorleistungsgüter und darunter auch der Energieeinsatz der Branchen erkennbar. Unter Berücksichtigung der Primärinputs (ArbeitnehmerInnenentgelte, Abschreibungen, Nettoproduktionsabgaben) kann die Kostenstruktur für jeden WZ vollständig abgebildet werden.

Für die Ermittlung der Herstellungspreise wird auf die Stückkosten abgestellt, die über die einzelnen Kostenkomponenten wie z. B. Vorleistungen, Löhne, Abschreibungen ermittelt werden. Des Weiteren wird auch je nach Wettbewerbssituation eine Gewinnmarge in der Preisgestaltung berücksichtigt. Die Herstellungspreise plus Nettogütersteuern bestimmen die Absatzpreise und gehen in die Konsumnachfrage der privaten Haushalte ein.

Abbildung 12: Schematische Abbildung der Modellstruktur von e3.at



Quelle: eigene Darstellung

Die ökonomische Modellierung folgt dem Ansatz der INFORUM-Gruppe, die sich durch eine Bottom-up-Modellierung und vollständige Integration auszeichnet (Almon

1991). Auch Cambridge Econometrics¹³ folgt einem Ansatz, der Input-Output-Modelle und ökonometrische Methoden verbindet. Während der Modellierungsansatz sehr ähnlich ist, unterscheidet sich die verwendete Modellbau-Software, denn e3.at beruht auf einer In-house-Software der GWS namens „solve“.

Das Energiemodell stellt die Zusammenhänge zwischen dem Energieangebot, der Energieumwandlung und der Energienachfrage für verschiedene fossile und erneuerbare Energieträger in Terajoule (TJ) dar, wie sie in der Energiebilanz der Statistik Austria erfasst werden. Die Energienachfrage wird für die größten Verbraucher (Industrie, private Haushalte und Verkehr) detailliert abgebildet.

Treiber der branchenspezifischen Energienachfrage in der Industrie und im Gewerbe-, Handels- und Dienstleistungssektor (GHD) ist die ökonomische Entwicklung der Branchen, die jeweilige Energieintensität der Produktionsprozesse sowie die Energiepreisentwicklung.

Der Energieverbrauch der privaten Haushalte – insbesondere durch den Wärmebedarf dominiert – wird im Detail über ein regionales Wohnungsbestandsmodul ermittelt, das die Eigenschaften des Wohnungsbestandes in neun Bundesländern erfasst (z. B. Baualtersklassen, Energieverbrauch pro Quadratmeter, eingesetzter Energieträger zur Wärmeerzeugung). Der Einfluss von Sanierungsmaßnahmen am Wohnungsbestand und Energieeffizienzrichtlinien für Wohnungsneubauten auf den Energieverbrauch können quantifiziert werden.

Das Verkehrsmodul unterscheidet zwischen dem Pkw- und dem übrigen Verkehr (u. a. Lkw, Busse). Für den Pkw-Verkehr werden der Bestand, die Fahrleistungen und der Energieverbrauch nach Antriebs- bzw. Kraftstoffart erfasst. Die Entwicklung der Fahrleistungen und der Durchschnittsverbrauch der Pkw-Flotte bestimmen den Treibstoffverbrauch der Pkw. Für den übrigen Verkehr wird der Energieverbrauch direkt in Verbindung mit der wirtschaftlichen Entwicklung ermittelt. Zeittrends erfassen Änderungen in der Energieeffizienz.

Die Energienachfrage aller Sektoren bedingt das Energieangebot. Die Energie wird entweder inländisch produziert oder importiert, wobei fossile Energieträger überwiegend importiert werden. Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien (EE) reduziert sich

¹³ www.camecon.com

entsprechend die Importabhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Gleichzeitig müssen auch Investitionen in erneuerbare Energiequellen getätigt werden, welche produktions- und beschäftigungssteigernde Effekte in betroffenen WZ bewirken können.

Der EE-Ausbau hat unmittelbar Effekte auf die Ressourcen und Emissionen, die im Umweltmodul erfasst sind. Einerseits sinkt der Verbrauch fossiler Energieträger, andererseits steigt die Nachfrage nach Biomasse und den Materialien, die zur Herstellung der EE-Technologien benötigt werden.

Das Modell e3.at bildet den direkten Materialeinsatz (inländische Entnahme und Importe) nach drei Hauptkategorien – Biomasse, Erze und fossile Energieträger in der Eurostat-Klassifikation – mit insgesamt 16 Untergliederungen ab. Diese Materialien werden jenen WZ zugeordnet, die für die Extraktion bzw. den Import verantwortlich sind.

Des Weiteren werden insbesondere die energiebedingten CO₂-Emissionen, die ca. 84 Prozent der gesamten CO₂-Emissionen bzw. 72 Prozent aller Treibhausgasemissionen bedingen, über Emissionsfaktoren mit dem Verbrauch fossiler Energieträger verknüpft. Die übrigen Treibhausgasemissionen sind nicht im Modellsystem abgebildet.

In einem makroökonomischen Modell wird üblicherweise das Verhalten aller Haushalte gemeinsam betrachtet. Für die Analyse sozialer und verteilungspolitischer Auswirkungen ist die Betrachtung von Haushaltstypen dienlicher. Im Modell e3.at werden zunächst die Haushalte nach Haushaltsgröße (Ein-, Zwei-, Drei-, Vier- und Fünf- und Mehrpersonenhaushalte) und nach Einkommensquintilen differenziert. Für jeden Haushaltstyp liegen Informationen über die Anzahl der Haushalte, Einkommensarten (Bruttolöhne, Transfers, sonstige Einkommen), Abgaben, Konsumausgaben (Ausgaben für Wärme, Verkehr, Strom und übrige Ausgaben) und CO₂-Emissionen vor. Anschließend werden alle haushaltstypspezifischen Größen mit relevanten Größen des Modellsystems in Bezug gesetzt und die Anzahl der Haushaltstypen mithilfe der Haushaltsprognose der Statistik Austria projiziert. Die Einkommensarten und Konsumausgaben der Haushaltstypen werden mit den korrespondierenden Größen der VGR fortgeschrieben. Die Konsumausgaben werden für die Konsumverwendungszwecke einzeln projiziert. Einkommens- und Preiseffekte, die sich durch die Kreislaufzusammenhänge ergeben, können dabei berücksichtigt werden.

Alle Datensätze, auf denen das Modell aufbaut, beruhen auf öffentlichen Statistiken (u. a. von Statistik Austria). Die in Abbildung 12 dargestellten Modellzusammenhänge werden sowohl über Identitäten (z. B. im Input-Output-Zusammenhang) als auch über Verhaltensgleichungen, die empirisch validiert sind, erfasst. Die Spezifikation des Modells ist mit der Schätzung von Einzelgleichungen allerdings nicht abgeschlossen. Das vollständige, nicht-lineare, interdependente Modellgleichungssystem wird über den Gauß-Seidel-Algorithmus iterativ gelöst. Das Modellsystem gilt als gelöst, wenn das Konvergenzkriterium erfüllt ist. Solange dies nicht der Fall ist, werden alle Modellgleichungen erneut berechnet.

e3.at ist ein dynamisches Modell, dessen Treiber exogen vorgegebene Größen wie die Bevölkerungsentwicklung und die Welthandelsprojektion des GINFORS-Modells sind. Diese Impulse lösen Anpassungsreaktionen in dem hochinterdependenten, nicht-linearen Modell aus. Der Modellierungsansatz, der neben Mengeneffekten auch Einkommens- und Preiseffekte erfasst, liefert zudem die folgenden weiteren Multiplikatoren, welche die Dynamik des Systems ebenfalls bestimmen:

- Leontief-Multiplikator: Zeigt die direkten und indirekten Auswirkungen von Nachfrageänderungen (u. a. Konsum, Investitionen) auf die Produktion.
- Beschäftigungs-, Einkommensmultiplikator: Produktionssteigerungen führen zu mehr Jobs und damit zu höheren Einkommen, die zu einer höheren Nachfrage führen (induzierter Effekt).
- Investitionsakzelerator: Gibt die notwendigen Investitionen an, um den für die Produktion benötigten Kapitalstock aufgrund der Güternachfrage zu erhalten.

Im Unterschied zu einfachen statischen I-O-Modellen sind die Mengen- und Preisreaktionen in diesem makro-ökonometrischen I-O-Modell empirisch basiert, berücksichtigen die Überwälzung von Kosten und beziehen so die Wettbewerbssituation auf den unterschiedlichen Gütermärkten und dem Arbeitsmarkt ein.

1.2 Die Beschäftigung nach Branchen

Die Bestimmung der Beschäftigung nach Branchen wird über wirtschaftszweigspezifische Arbeitsmarktnachfragefunktionen, welche die Bedarfe an Arbeitsstunden ($avba$) nach Branchen (j) abbilden, ökonometrisch ermittelt. Die Nachfrage in Stunden hängt von der zu erstellenden preisbereinigten Produktion (ysr) und den Stundenlöhnen (s/s) relativ zum Produktionspreis (ps) ab. Ferner ist im Standardansatz eine Trendkomponente (T) vorgesehen. Für jeden Wirtschaftszweig gilt der Schätzansatz:

$$avba_j^t = f(ysr_j^t, sls_j^t / ps_j^t, T)$$

Der Ansatz wird doppelt logarithmisch geschätzt, sodass die Koeffizienten Elastizitäten darstellen. Während eine Produktionserweiterung auch mit mehr Arbeitseinsatz einhergeht, wirken Lohnsteigerungen, die stärker als die am Markt realisierten Absatzpreissteigerungen sind, negativ. Der Trend steht für autonome technische Veränderungen.

Die Arbeitsnachfrage wird damit von der preisbereinigten Produktion und den Realöhnen beeinflusst. Die preisbereinigte Produktion ist das Ergebnis der Vorleistungs- und Endnachfrage, die im Input-Output-Kontext (Abbildung 12) ermittelt wird. Die Preise sind das Ergebnis einer Angebotspreiskalkulation, die auf den branchenspezifischen Stückkostenrechnungen – und damit auf den Kosten der spezifischen Inputs (u. a. Energie- und Materialeinsatz) – basieren. Insofern werden bei der Arbeitsnachfrage sowohl nachfrage- wie angebotsindizierte Größen verwendet. Die Löhne selbst sind von der branchenspezifischen Entwicklung, gemessen als nominale Produktion (*ysn*) pro Stunde (*avba*), und der gesamtwirtschaftlichen Arbeitsmarktlage, ausgedrückt durch den gesamtwirtschaftlichen Stundenlohnsatz (*SLS*), abhängig. Auf diesen wirken wiederum die gesamtwirtschaftlichen Preis- und Produktivitätsentwicklungen sowie die Situation an Arbeitsmarkt ein.

$$sls_j^t = f(ysn_j^t / avba_j^t, SLS^t)$$

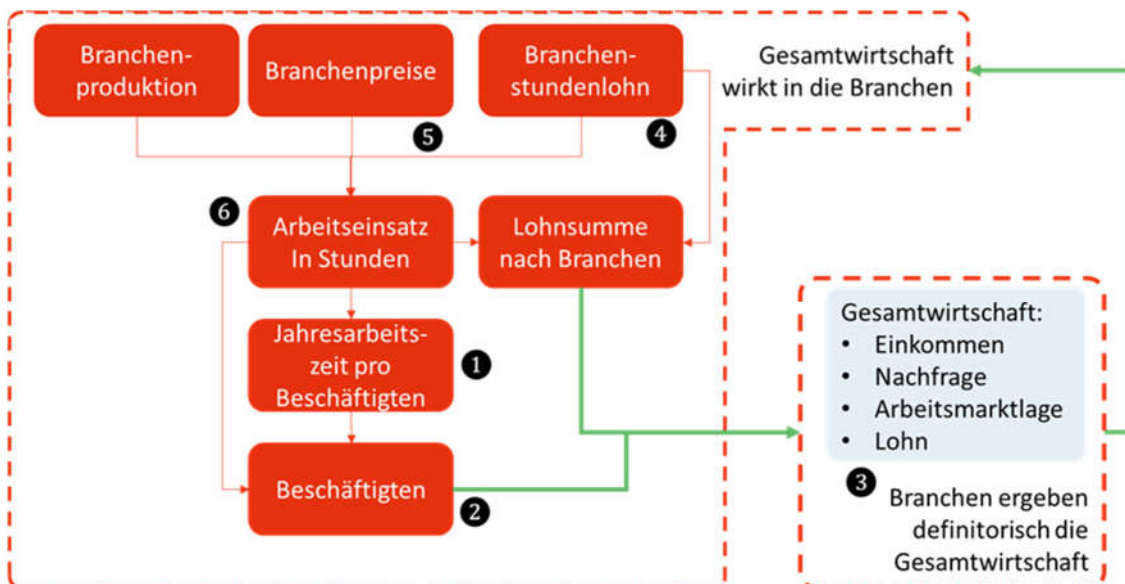
Die Zahl der Beschäftigten nach Branchen, *baswz*, wird durch Division der branchenspezifischen Arbeitsvolumen und die durchschnittliche Jahresarbeitszeit, *jabwz*, bestimmt. Die Jahresarbeitszeit im Projektionszeitraum ist das Ergebnis von Trendschätzungen, welche um die Veränderungen des Arbeitsvolumens des aktuellen Jahres zum Vorjahr ergänzt werden. Diese Modellierung führt dazu, dass die Trendkomponente in konjunkturell stabilen Zeiten einen starken Einfluss auf die branchenspezifische Jahresarbeitszeit nimmt und damit z. B. Teilzeitarbeit zunimmt. In konjunkturell stark bewegten Jahren reagieren die Unternehmen vorübergehend z. B. durch reduzierte Stundenzahlen und Abbau von Überstunden. Die Wirkung eines konjunkturellen Abschwungs auf die Beschäftigtenzahlen erfolgt damit zeitverzögert.

Wird das Volumen in Stunden mit den Stundenlöhnen multipliziert und über die Wirtschaftszweige addiert, ergibt sich die gesamtwirtschaftliche Lohnsumme, die direkt

(Lohnzahlungen) oder indirekt (über das Sozialversicherungssystem) in das verfügbare Einkommen der privaten Haushalte eingeht. Abbildung 13 stellt die modellierten Zusammenhänge des Arbeitsmarktes vereinfacht dar.

Die grünen Pfeile veranschaulichen den zirkulären Zusammenhang: Die branchenspezifischen Ergebnisse wirken sowohl auf die Gesamtwirtschaft als auch über die Konsumgüternachfrage (über das Einkommen der privaten Haushalte) auf die Branchen. Die Modellierung ermittelt diese wechselseitigen Beziehungen durch ein iteratives Lösungsverfahren, welches alle Modellgrößen mehrmals pro Jahr berechnet und damit Rückkopplungseffekte berücksichtigt.

Abbildung 13: Detailansicht e3.at – Arbeitsmarkt



Quelle: eigene Darstellung

Werden beispielsweise die Jahresarbeitszeiten (1) in einem Szenario reduziert, nimmt die Zahl der Beschäftigten bei einem gegebenen und benötigten Arbeitsvolumen zu (2). Während die Lohnsummen (Stunden mal Stundenlohn) und damit die Einkommen anfangs ohne weitere Annahmen unverändert bleiben, steigt der gesamtwirtschaftliche Lohn (3), da das Verhältnis von Beschäftigten (Bedarfsseite) zu Erwerbspersonen (Angebotsseite) größer wird. Die Folge sind branchenspezifisch steigende Branchenlöhne (4), die ihrerseits wegen der Stückkostenkalkulation der Unternehmen höhere Branchenpreise (5) nach sich ziehen. Diese führen z. B. zu höheren Exportpreisen und verändern die internationale Wett-

bewerbsfähigkeit. Steigen die Löhne stärker als die Branchenpreise, wird die Arbeitsnachfrage in Stunden (6) wegen einer steigenden Arbeitsproduktivität zurückgehen. Der Wirkmechanismus beginnt von Neuem. Das Ergebnis sinkender Arbeitszeiten ist dann eine größere Zahl an Beschäftigten bei einem geringeren Arbeitsvolumen bei höheren Löhnen und Preisen. Die Preissteigerungen wirken sich dann z. B. durch niedrigere Exporte negativ auf das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt aus. Höhere Lohnsummen wirken via Konsum der privaten Haushalte positiv auf das Bruttoinlandsprodukt. Das gesamtwirtschaftliche Ergebnis ist grundsätzlich offen.

2 Ergebnisse der Teilszenarien des Transformations-szenarios

Im Folgenden werden basierend auf den Erkenntnissen der Literaturstudie (Hinterberger/Püls 2020) Annahmen getroffen, die zum Ziel haben, die CO₂-Emissionen deutlich zu senken.

Bevor die Effekte für das Transformationsszenario berechnet werden, wird dieses Szenario in Teilszenarien zerlegt und die Auswirkungen der Maßnahmen einzeln quantifiziert. Um Überschneidungen der Effekte zu vermeiden, werden die Annahmen der Teilszenarien (TZ) strikt voneinander getrennt. Die Zusammenführung aller Teilszenarien ergibt das vollständige Maßnahmenbündel, welches zur gewünschten Reduktion der CO₂-Emissionen führen soll. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die mit dem Modell quantifizierten CO₂-Einsparungen in den Teilszenarien.

Tabelle 6: CO₂-Einsparungen in Mt der Teilszenarien im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030

Szenario/Indikator	CO ₂ -Einsparungen (Mt) ggü. e3.at-Basisprojektion
Gebäude (TZ1)	-3
EE-Ausbau Stromerzeugung (TZ2)	-6
Energieeffizienz (TZ3)	-2
Ressourceneffizienz (TZ4)	-0,5
CO ₂ -Steuer (TZ5)	-6
EHS (TZ6)	-4
Subventionsabbau (TZ7)	-0,4
Verkehr (TZ8)	-2

Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at (gerundete Zahlen)

2.1 Maßnahmen im Gebäudesektor

Möglichkeiten zur Minderung der CO₂-Emissionen des Gebäudesektors sind Maßnahmen, die sowohl auf technische Maßnahmen wie die Erhöhung der Energieeffizienz, dem stärkeren Einsatz erneuerbarer Energien in der Wärmeerzeugung als auch auf Suffizienz durch Verhaltensanpassungen abzielen. Das Teilszenario 1 umfasst die folgenden Einstellungen:

- Wohnfläche ist um 6% niedriger im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion
- Privathaushalte reduzieren die Zimmertemperatur um 1 °C
- Forcierte energetische Sanierung von Wohn- und Nichtwohngebäuden führt zur Steigerung der Sanierungsrate um 1 Prozentpunkt gegenüber der e3.at-Basisprojektion
- Verbot von Kohle- und Ölheizungen im Neubau sowie Einführung einer Nutzungspflicht für erneuerbarer Energien (u. a. Wärmepumpen und Solarthermie) im Neubau und beim Kesseltausch
- Investitionssumme beträgt real durchschnittlich 2 Mrd. € p. a.; Staat, Wohnungswirtschaft und Privathaushalte tragen die Kosten zu gleichen Teilen.

Die Ausgestaltung des Maßnahmenpakets insbesondere die technischen Maßnahmen bedürfen flankierender wirtschaftspolitischer Maßnahmen. Ohne das Ordnungsrecht, gesetzliche Verpflichtungen (z. B. Sanierungsverpflichtung), Verbote (z. B. das Verbot von Ölkesseln), finanzielle Förderungen und Informationskampagnen (z. B. Sanierungsfahrplan) kann nicht von einer vollständigen Umsetzung der Maßnahmen ausgegangen werden.

Die thermische Sanierung trägt zur Reduktion des Wärmebedarfs um gut 40 PJ über den Zeitraum von zehn Jahren in Wohn- und Nichtwohngebäuden bei. Weiteres Einsparpotenzial bieten sowohl die Reduktion der zu beheizenden Wohnfläche als auch die Reduktion der Raumtemperatur um 1 °C. In der Industrie nimmt der Energieverbrauch etwas zu, da die Produktionstätigkeit infolge der höheren Bautätigkeit steigt.

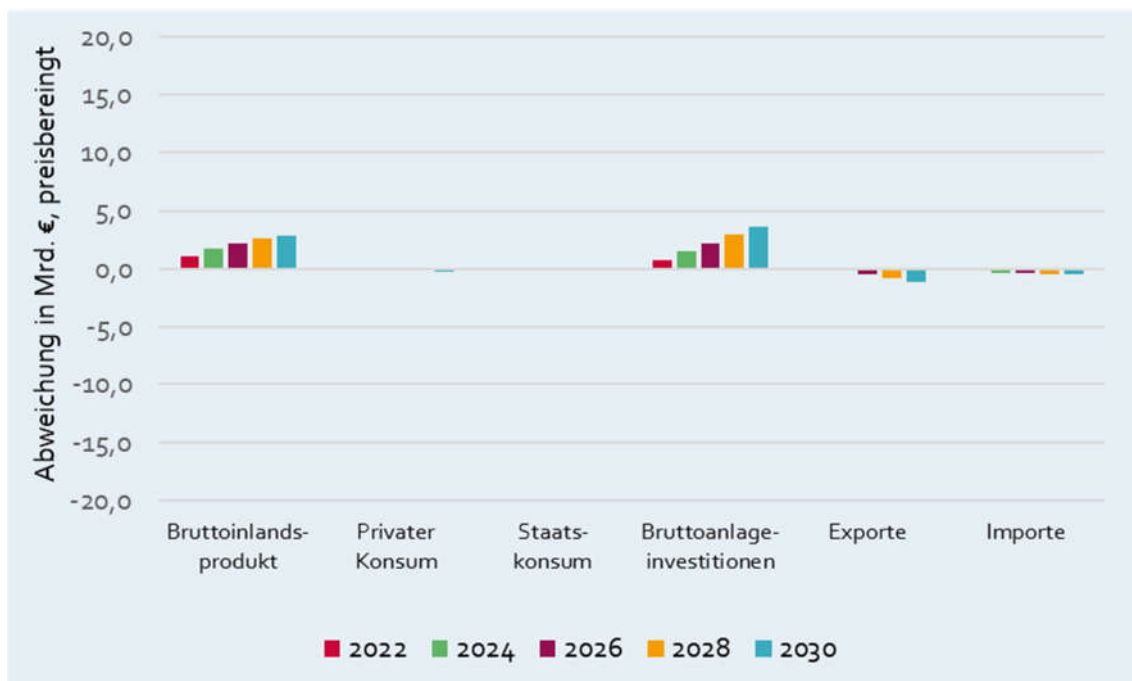
Das Verbot von Kohle- und Ölheizungen im Neubau als auch die Einführung einer Nutzungspflicht von erneuerbaren Energien im Neubau und beim Heizkesseltausch spiegelt sich in der Nutzung der Energieträger wider. Der Einsatz von Erdgas, Kohle, Heizöl und Fernwärme zu Heizzwecken reduziert sich um 50 PJ gegenüber der e3.at-Basisprojektion und stattdessen werden erneuerbare Energie wie Biomasse, Solarthermie und Wärmepumpen eingesetzt.

Die Effizienzmaßnahmen und der stärkere Einsatz EE bewirken einen Rückgang der CO₂-Emissionen um knapp 3 Mt CO₂ gegenüber der e3.at-Basisprojektion. Im Gebäudesektor werden im Vergleich zum Jahr 2020 4 Mt CO₂ eingespart. Die Einsparung ist geringer als erwartet (siehe WP2), da die Fernwärme wie in der e3.at Basisprojektion auch unter dem Einsatz von Erdgas erzeugt wird.

Die in diesem Szenario unterstellten Maßnahmen im Gebäudesektor reichen nicht aus, um Österreichs Ziele weder im Hinblick auf den Primärenergieverbrauch, den Anteil EE am Bruttoendenergieverbrauch noch das CO₂-Ziel im „effort sharing“ zu erreichen.

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Gebäudesanierung sind positiv zu beurteilen. Das BIP steigt um bis zu 0,7% bzw. 3 Mrd. € gegenüber der e3.at-Basisprojektion (Abbildung 14). Investitionen werden angeregt und zusätzliche Beschäftigungseffekte induziert. Davon profitieren insbesondere die Bauwirtschaft und zuliefernde Unternehmen.

Abbildung 14: TZ1 – Gebäude: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Die Skalierung der y-Achse wurde aufgrund der besseren Vergleichbarkeit der Effekte in den Teilszenarien und im Gesamtszenario gewählt.

Die Investitionen von durchschnittlich preisbereinigt 2 Mrd. € p. a. belasten die Einkommenssituation der privaten Haushalte, da Eigentumswohnungen und -häuser von Sanierungsmaßnahmen betroffen sind. Es wird davon ausgegangen, dass etwa 50% der Investitionen auf die Wohnungswirtschaft entfallen und 50% auf Privathaushalte mit Wohneigentum. Da der Staat annahmegemäß die Hälfte der Investitionssumme finanziert, wird die Belastung aufgrund der Sanierungsaktivitäten reduziert. Gleichzeitig verschlechtert sich der Finanzierungssaldo des Staates.

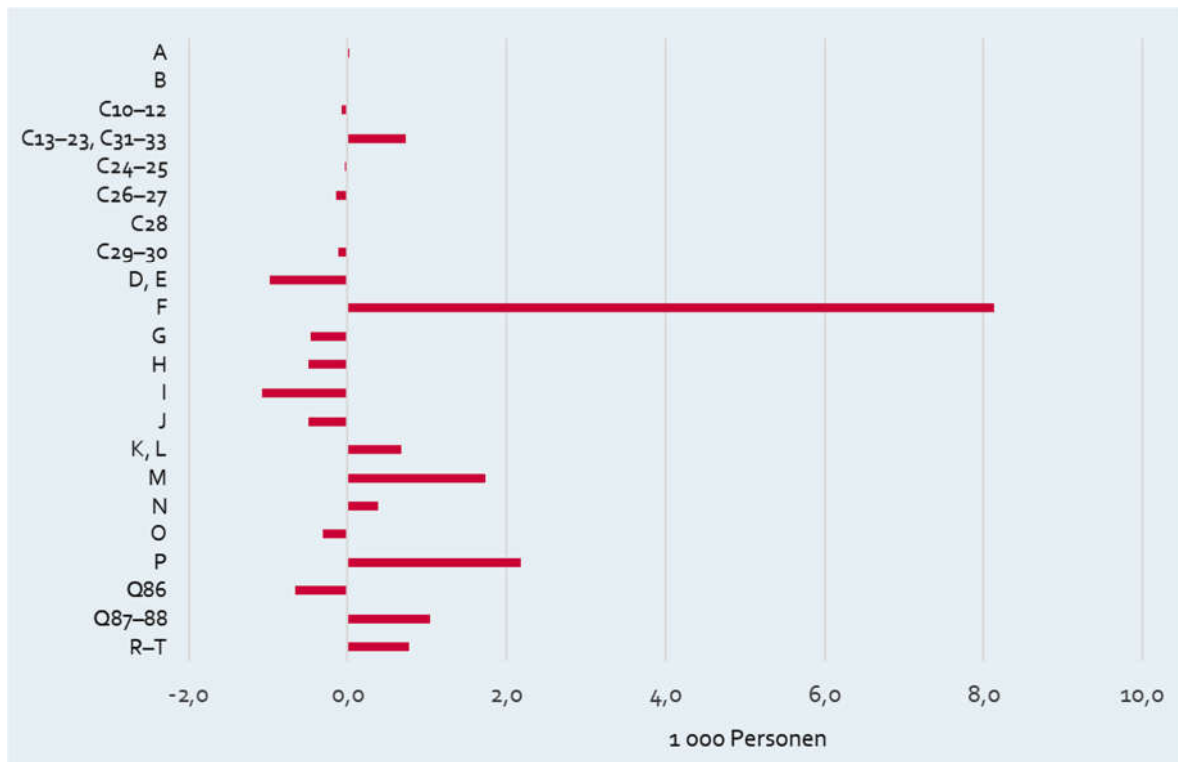
Die Wohnungswirtschaft wird im Rahmen der gesetzlichen Möglichkeiten die Kosten über Mietpreissteigerungen auf die Mieter überwälzen. Gleichzeitig reduzieren sich die Energiekosten in Abhängigkeit vom Sanierungserfolg. Dieser ist je nach Energieeffizienz eines Gebäudes vor der Sanierung und der Größe der Wohnung unterschiedlich.

Der geringere Energiekonsum spiegelt sich sowohl in der geringeren Nachfrage nach „Strom, Gas u. a. Brennstoffe“ (-7%) wider als auch in den niedrigeren Importen fossiler Rohstoffe (-14%). Der Konsum der privaten Haushalte reduziert sich im Zeitverlauf um bis zu -0,3 Mrd. € bzw. -0,1% im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.

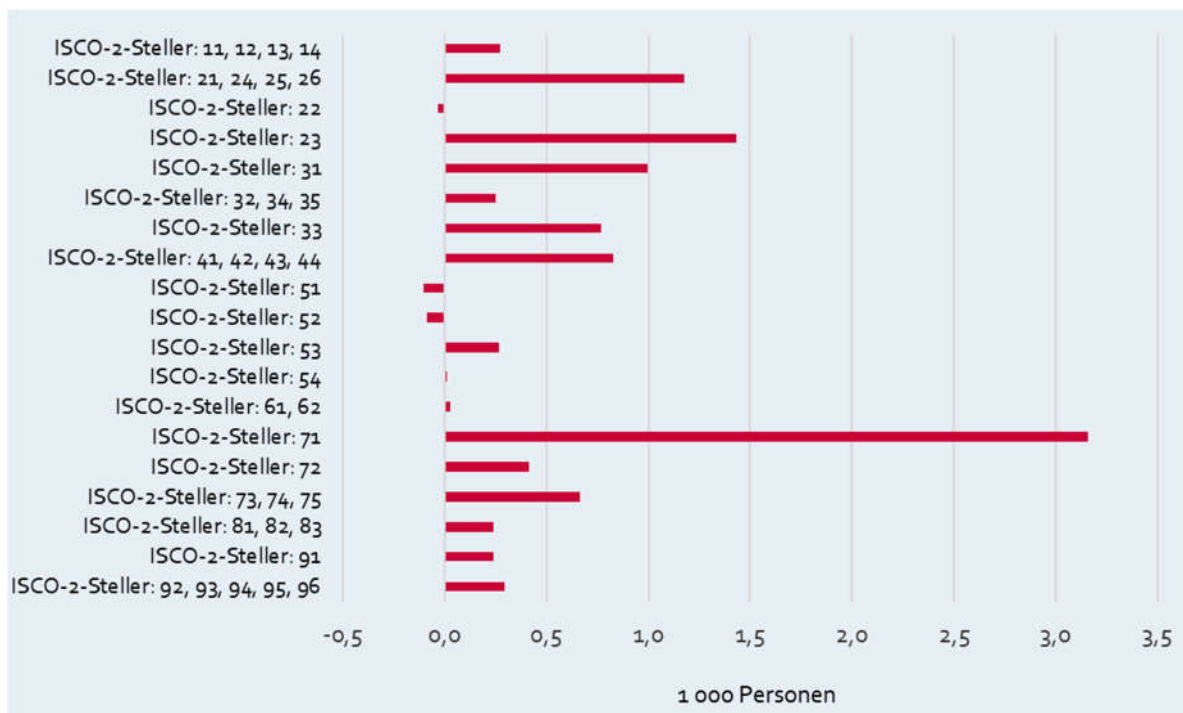
Die Anzahl von Beschäftigten erhöht sich um bis zu 11 Tsd. Personen gegenüber der e3.at-Basisprojektion. Die Beschäftigtenstruktur (Abbildung 15 oben) verändert sich vor allem zugunsten des Baugewerbes (+8 Tsd.) und damit verbundenen Unternehmen wie Architektur- und Ingenieurbüros (+1,7 Tsd.). Auch andere Dienstleister profitieren infolge der höheren Wirtschaftstätigkeit. Im Bereich Energieversorgung ist der Zuwachs an Beschäftigten geringer (-0,7 Tsd.) als in der e3.at Basisprojektion, da die Energienachfrage infolge der Sanierungsaktivitäten schwächer ist (Abbildung 15).

Der Beschäftigungsstrukturwandel bewirkt auch Änderungen in der Berufsstruktur. Vor allem Baufachkräfte und Lehrkräfte sind gefragt (Abbildung 15 unten). Für eine erfolgreiche Umsetzung der Sanierungsaktivitäten ist es essenziell, die Fachkräfte im Bauhandwerk weiter zu qualifizieren, damit sie die erforderlichen höheren Sanierungsstandards umsetzen können. Zugleich muss die Zahl der Fachkräfte aufgestockt werden, um den höheren Bedarf decken zu können.

Abbildung 15: TZ1 – Gebäude: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030



A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10–12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13–23, C31–33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24–25** Metallherzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallherz. **C26–27** Herstellung v. DV-geräten, elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29–30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen; **N** Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87–88** Heime, Sozialwesen; **R–T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte



ISCO-2-St.: 11, 12, 13, 14 GeschäftsführerInnen, Führungskräfte; **ISCO-2-St.: 21, 24, 25, 26** Natur-, Sozialwissenschaftler-, Mathematiker-, IngenieurInnen, BWLerInnen, IKT, JuristInnen, Kulturberufe; **ISCO-2-St.: 22** Akademische, verwandte Gesundheitsberufe; **ISCO-2-St.: 23** Lehrkräfte; **ISCO-2-St.: 31** Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 32, 34, 35** Assistenzberufe im Gesundheitswesen, nicht akademische juristische, sozialpflegerische, kulturelle u. verwandte Fachkräfte, IKT; **ISCO-2-St.: 33** Nicht akademische betriebswirtschaftliche, kaufmännische FK, Verwaltungsfachkräfte; **ISCO-2-St.: 41, 42, 43, 44** Büro- und Sekretariatskräfte, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 51** Berufe im Bereich personenbezogener DL; **ISCO-2-St.: 52** Verkaufskräfte; **ISCO-2-St.: 53** Betreuungsberufe; **ISCO-2-St.: 54** Schutzkräfte, Sicherheitsbedienstete; **ISCO-2-St.: 61, 62** Fachkräfte in der Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; **ISCO-2-St.: 71** (Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen; **ISCO-2-St.: 72** MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 73, 74, 75** Präzisions-, Kunsthandwerker-, Drucker-, Elektriker-, ElektronikerInnen, Nahrungsmittel-, Holzverarbeitung, BekleidungsherstellerInnen, verw. handwerkliche Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 81, 82, 83** BedienerInnen stationärer u. mobiler Anlagen, Maschinen, Montageberufe, FahrzeugführerInnen; **ISCO-2-St.: 91** Reinigungspersonal, Hilfskräfte; **ISCO-2-St.: 92, 93, 94, 95, 96** Hilfsarbeiter-, Straßenhändler-, AbfallentsorgungsarbeiterInnen, sonst. Hilfskräfte
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

2.2 Ausbau erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung

Für die Ausschöpfung der CO₂-Einsparpotenziale in der Stromerzeugung wird von den folgenden Ausbaupfaden erneuerbarer Energien ausgegangen:

- Wasserkraft: +3 TWh
- Photovoltaik: +18 TWh
- Wind: +14 TWh

- Biomasse: +2 TWh
- Die mit dem weiteren Ausbau EE in Höhe von insgesamt 33–40 TWh verbundenen realen Investitionen inklusive Netzausbau summieren sich auf durchschnittlich 5 Mrd. € p. a.
- Der Staat subventioniert den Ausbau EE zu 50%.

Die potenziellen Ausbaupfade der EE übersteigen den Strombedarf in diesem TZ. Ab dem Jahr 2027 kann Strom vollständig erneuerbar erzeugt werden. Die CO₂-Emissionen der Energiewirtschaft sinken infolge dieser Entwicklungen gegenüber der e3.at-Basisprojektion um ca. 6 Mio. t CO₂ auf gut 4 Mio. t CO₂ im Jahr 2030. Strom wird in Österreich 2018 bereits zu 73% erneuerbar erzeugt (Statistik Austria 2018b). Bei der Anwendung eines Standardemissionsfaktors, der mit einer Bandbreite von 115–209¹⁴ g/CO₂ pro kWh angegeben wird, können maximal zwischen 4 bis 8 Mt eingespart werden.

Aufgrund von „rebound“-Effekten wird ein Teil der CO₂-Einsparung kompensiert. Der Energieverbrauch steigt durch die höhere Wirtschaftsleistung an. Zwar wird der Strom ab dem Jahr 2027 CO₂-frei produziert, aber Erdgas, Mineralölzeugnisse und Kohle werden nach wie vor zur Wärmeerzeugung, für Mobilitätszwecke und in der Produktion eingesetzt.

Die in diesem Szenario unterstellten Ausbaupfade für EE helfen Österreichs Anteil der EE sowohl an der Stromerzeugung als auch am Bruttoendenergieverbrauch zu erreichen. Im Hinblick auf die Primärenergieintensität wird das Ziel verfehlt.

Gesamtwirtschaftlich zeigen die Investitionen in den Ausbau EE positive Effekte. Das BIP steigt um 1,4% bzw. gut 5 Mrd. €. Infolge der Nutzung heimischer, erneuerbarer Energieträger kann die Abhängigkeit von fossilen Importen (-16%) reduziert werden. Gleichzeitig werden benötigte elektrische Ausrüstungen für EE-Anlagen importiert. Insgesamt überwiegt dieser Effekt und die Importe steigen um bis zu 1,5 Mrd. € bzw. 0,7%.

Die Herstellung von Anlagen zur Nutzung EE finden sich insbesondere in den folgenden Produktionsbereichen (Tabelle 7, Lehr et al. 2015). Die angegebenen Im-

¹⁴ https://www.energyagency.at/fileadmin/dam/pdf/projekte/klimapolitik/3_SEAP-Vorlage-Technischer-Anhang.pdf; https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Events/Eninnov2012/files/pr/PR_Beermann_2.pdf, abgerufen am 10.06.2020.

portquoten (Anteil der Vorleistungsimporte an der Bruttoproduktion) sind aus der österreichischen Input-Output-Tabelle für das Jahr 2016 abgeleitet und zeigen die Abhängigkeit von ausländischen Vorleistungen. Die Vorleistungsstruktur der EE-Anlagen unterscheidet sich allerdings zwischen den genutzten Energieträgern (Wind, PV, Biomasse etc.) und damit auch die Importabhängigkeit (siehe Lehr et al. 2015, S. 42).

Tabelle 7: Symmetrische Input-Output-Tabelle 2016

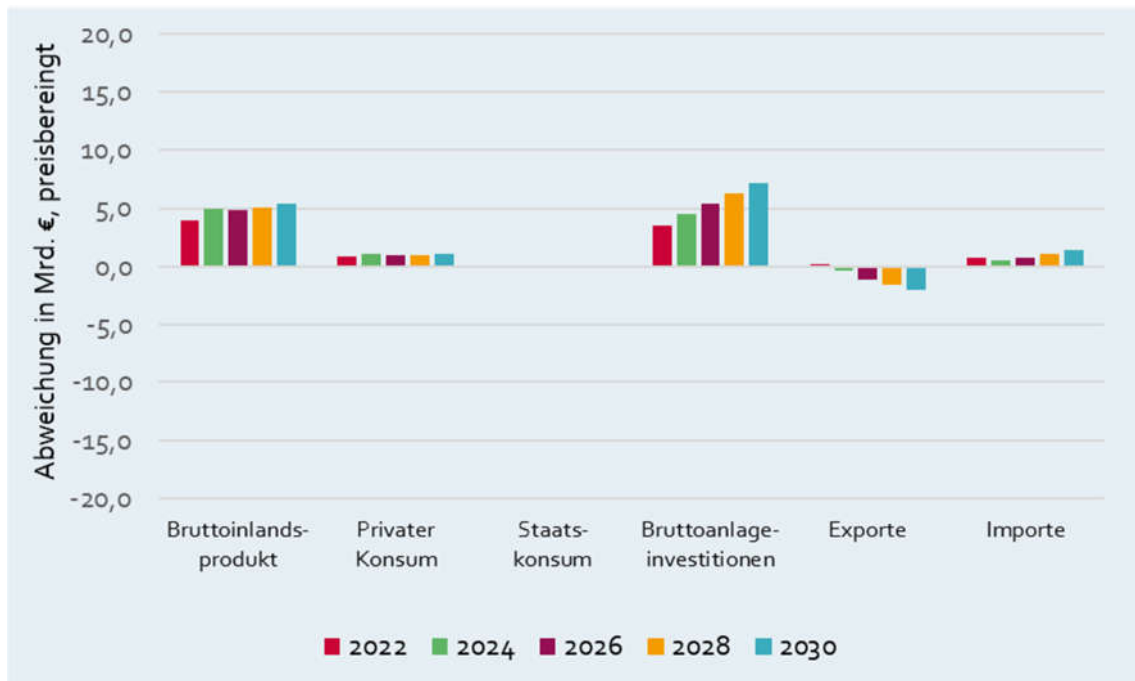
CPA code	Produktionsbereiche	Importquoten
C20	Chemische Erzeugnisse	53%
C23	Andere nicht-metallische mineralische Produkte	21%
C24	Basismetalle	37%
C26	Datenverarbeitungsgeräte, elektronische Bauelemente und optische Erzeugnisse	39%
C27	Elektrische Ausrüstung	37%
C28	Maschinen und Ausrüstung a. n. g.	38%
F	Bau	11%
M71	Dienstleistungen von Architektur- und Ingenieurbüros; technische Untersuchungen und Analysen	7%

Quelle: Statistik Austria (http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/volkswirtschaftliche_gesamtrechnungen/input-output-statistik/index.html, abgerufen am 01.04.2020)

Die hohen Investitionen in EE zeigen sich in stärker steigenden Abschreibungen der Energieunternehmen. Diese überwälzen einen Teil der Kosten auf die Stromnachfrage. Sowohl private als auch gewerbliche Abnehmer sehen sich steigenden Strompreisen gegenüber. Die Wettbewerbsfähigkeit vor allem exportorientierter Unternehmen mit energieintensiver Produktion muss mit höheren Preisen umgehen. Gesamtwirtschaftlich schwächt sich das Exportwachstum ab und ist bis zu 2 Mrd. € bzw. 0,8% niedriger ist als in der e3.at-Basisprojektion.

Ein Teil der Produktion der EE-Anlagen findet nicht in Österreich statt. Die Installation der EE-Anlagen sorgt aber vollständig für eine höhere Wertschöpfung in Österreich. Das höhere Beschäftigungs- und Einkommensniveau führt zu mehr Konsum der Privathaushalte (0,6% bzw. 1 Mrd. €).

Abbildung 16: TZ2 – EE Strom: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



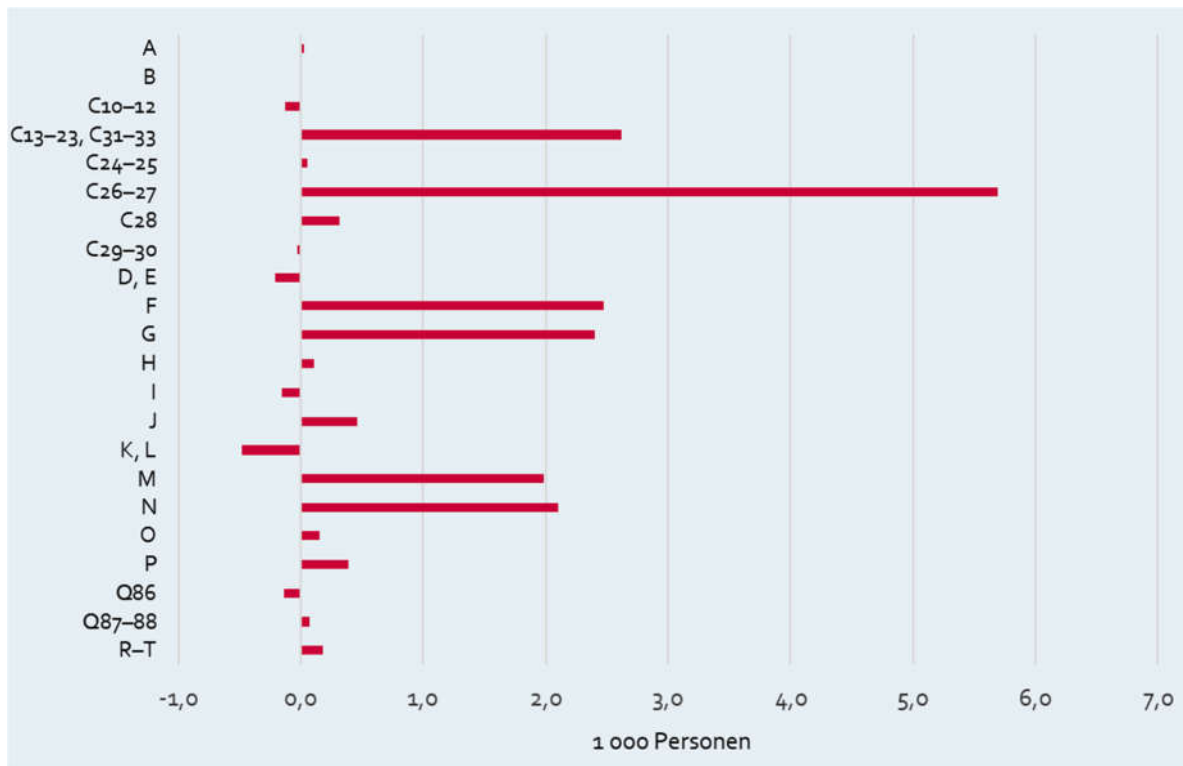
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Die Skalierung der y-Achse wurde aufgrund der besseren Vergleichbarkeit der Effekte in den Teilszenarien und im Gesamtszenario gewählt.

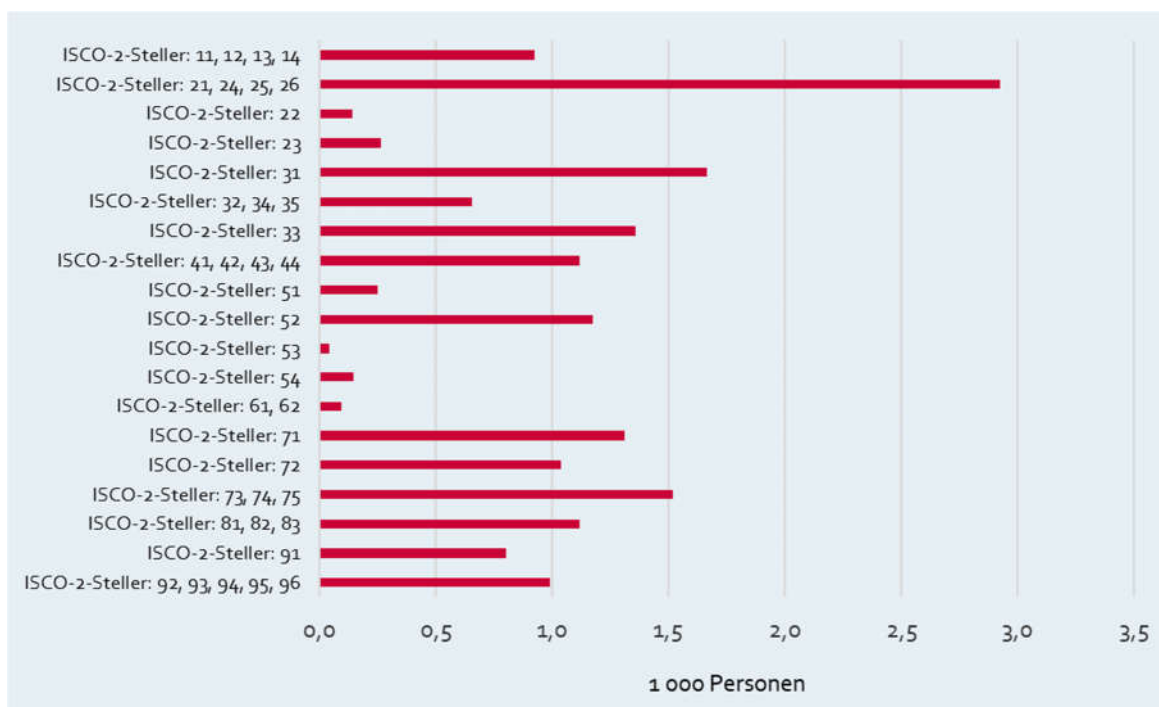
Die im Inland geschaffenen Jobs entstehen vor allem in den Branchen „Herstellung von elektrischen Ausrüstungen“ und „Datenverarbeitungsgeräten“ sowie in der „Installation von Maschinen“, „Architektur und Ingenieurbüros“. Insgesamt sind um bis zu 18 Tsd. Personen mehr beschäftigt als in der e3.at-Basisprojektion.

Bei den Beschäftigten nach Berufsfeldern zeigt sich der stärkste Zuwachs für „NaturwissenschaftlerInnen, MathematikerInnen, IngenieurInnen“ und „Ingenieurtechnische Fachkräfte“, die im Zusammenhang mit dem Ausbau EE zu sehen sind.

Abbildung 17: TZ2 – EE Strom: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030



A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10–12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13–23, C31–33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24–25** Metallherzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallherz. **C26–27** Herstellung v. DV-geräten, elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29–30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen; **N** Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87–88** Heime, Sozialwesen; **R–T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte



ISCO-2-St.: 11, 12, 13, 14 GeschäftsführerInnen, Führungskräfte; **ISCO-2-St.: 21, 24, 25, 26** Natur-, Sozialwissenschaftler-, Mathematiker-, IngenieurInnen, BWLerInnen, IKT, JuristInnen, Kulturberufe; **ISCO-2-St.: 22** Akademische, verwandte Gesundheitsberufe; **ISCO-2-St.: 23** Lehrkräfte; **ISCO-2-St.: 31** Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 32, 34, 35** Assistenzberufe im Gesundheitswesen, nicht akademische juristische, sozialpflegerische, kulturelle u. verwandte Fachkräfte, IKT; **ISCO-2-St.: 33** Nicht akademische betriebswirtschaftliche, kaufmännische FK, Verwaltungsfachkräfte; **ISCO-2-St.: 41, 42, 43, 44** Büro- und Sekretariatskräfte, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 51** Berufe im Bereich personenbezogener DL; **ISCO-2-St.: 52** Verkaufskräfte; **ISCO-2-St.: 53** Betreuungsberufe; **ISCO-2-St.: 54** Schutzkräfte, Sicherheitsbedienstete; **ISCO-2-St.: 61, 62** Fachkräfte in der Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; **ISCO-2-St.: 71** (Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen; **ISCO-2-St.: 72** MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 73, 74, 75** Präzisions-, Kunsthandwerker-, Drucker-, Elektriker-, ElektronikerInnen, Nahrungsmittel-, Holzverarbeitung, BekleidungsherstellerInnen, verw. handwerkliche Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 81, 82, 83** BedienerInnen stationärer u. mobiler Anlagen, Maschinen, Montageberufe, FahrzeugführerInnen; **ISCO-2-St.: 91** Reinigungspersonal, Hilfskräfte; **ISCO-2-St.: 92, 93, 94, 95, 96** Hilfsarbeiter-, Straßenhändler-, AbfallentsorgungsarbeiterInnen, sonst. Hilfskräfte
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

2.3 Steigerung der Energieeffizienz

Zur Reduktion des Energieverbrauchs in der Industrie werden die folgenden Annahmen im 3. Teilszenario gesetzt:

- Effizienzmaßnahmen werden vom verarbeitenden Gewerbe umgesetzt, insbesondere energieintensive Unternehmen
- Energieeinsparungen von 5% nach zehn Jahren

- Effizienzmaßnahmen amortisieren sich nach zehn Jahren
- ▲ 50% der Investitionssumme subventioniert der Staat
- Energieberatung der Unternehmen

Für die Umsetzung von Effizienzmaßnahmen sind Investitionsförderungen des Staates wichtig, da diese Maßnahmen oftmals über dem „üblichen“ Amortisationszeitraum der Unternehmen liegen. Die energieintensive Industrie in Österreich gehört laut Klima- und Energiefonds bereits zu den „energieeffizientesten der Welt“ (DHK et al. 2018, S. 54). Weitere Einsparungen sind mit hohen Kosten verbunden.

In Österreich gibt es vielfältige Investitionsförderungen im Bereich Energie. Im Bereich der Energieeffizienz sind dies u. a. die Landes-Umweltförderung für effiziente Energienutzung und die Bundes-Umweltförderung mit dem Förderschwerpunkt „Energiesparen“ sowie das Energie-Technologie-Programm Oberösterreich (DHK et al. 2018).

Anhand der Energieinputkoeffizienten des verarbeitenden Gewerbes und des Bau-sektors in Österreich (Tabelle 8) wurden die energieintensiven Branchen nach dem Einsatz der jeweiligen Energieträger identifiziert. „Strom und Gas“ (D35) werden insbesondere von der Papier-, metallherstellenden und chemischen Industrie sowie den HerstellerInnen von Holz,--waren und HerstellerInnen von Glas, -waren, Keramik nachgefragt. Die MetallherstellerInnen und die HerstellerInnen nicht-mineralischer Erzeugnisse setzen zugleich auch in hohem Maße Kohle, Erdöl (B), Kokerei- und Mineralölerzeugnisse (C19) ein.

Die in Tabelle 8 rot markierten Bereiche wurden für die weitere Analyse ausgewählt. Auch wenn die Baubranche nicht zum verarbeitenden Gewerbe zählt, wurde sie wegen ihres relevanten Energieeinsatzes mit berücksichtigt.

Tabelle 8: Energieinputkoeffizienten 2016

CPA-Code	Produktionsbereiche	D35 Strom, Gas	C19 Kokerei u. Mineralöl-erzeugnisse	B Bergbau-erzeugnisse
C10–12	Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabak	0,015	0,002	0,001
C13–15	Textilien, Bekleidung, Leder und -waren	0,012	0,001	0,000

CPA-Code	Produktionsbereiche	D35 Strom, Gas	C19 Kokerei u. Mineralöl-erzeugnisse	B Bergbau-erzeugnisse
C16	Holz sowie Holz- und Korkwaren (ohne Möbel); Flecht- und Korbwaren	0,018	0,002	0,000
C17	Papier, Pappe und Waren daraus	0,044	0,001	0,011
C18	Druck u. DL der Vervielfältigung v. bespielten Ton-, Bild- u. Datenträger	0,012	0,000	0,000
C19	Kokerei- u. Mineralöl-erzeugnisse	0,000	0,036	0,671
C20	Chemische Erzeugnisse	0,031	0,005	0,041
C21	Pharmazeutische Erzeugnisse	0,017	0,000	0,000
C22	Gummi- u. Kunststoffwaren	0,015	0,001	0,001
C23	Glas- u. Glaswaren, Keramik, verarbeitete Steine u. Erden	0,043	0,008	0,068
C24	Metalle	0,044	0,026	0,047
C25	Metallerzeugnisse	0,011	0,001	0,000
C26	Datenverarbeitungsgeräte, elektronische u. optische Erzeugnisse	0,005	0,000	0,000
C27	Elektrische Ausrüstungen	0,006	0,003	0,001
C28	Maschinen	0,004	0,001	0,000
C29	Kraftwagen u. Kraftwagenteile	0,004	0,001	0,000
C30	Sonstige Fahrzeuge	0,004	0,001	0,000
C31–32	Möbel, Waren a. n. g	0,007	0,001	0,001
C33	Reparatur- u. Installationsarbeiten an Maschinen u. Ausrüstungen	0,003	0,001	0,000
F	Bau	0,002	0,006	0,006

Quelle: eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria (http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/volkswirtschaftliche_gesamtrechnungen/input-output-statistik/index.html, abgerufen am 01.04.2020)

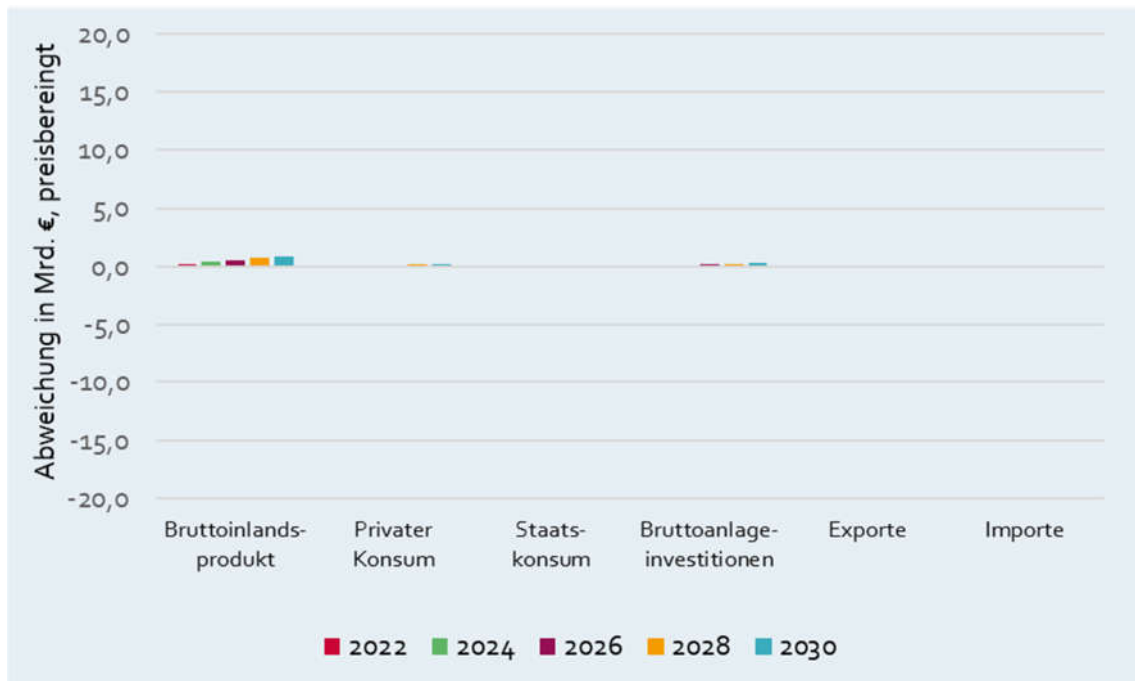
Die Effizienzmaßnahmen bewirken einen geringeren Energieverbrauch von bis zu 17 PJ bzw. 1,5%. Die CO₂-Emissionen in der Industrie sind im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion um 0,6 Mt niedriger. Insgesamt sinken die CO₂-Emissionen auf 1,3 Mt, da auch der Energiesektor weniger Strom u. a. aus fossilen Energieträgern produziert.

Die Effizienzmaßnahmen in diesem Teilszenario reichen nicht aus, um Österreichs Ziele weder im Hinblick auf den Primärenergieverbrauch, den Anteil EE am Bruttoendenergieverbrauch noch das CO₂-Ziel im „effort sharing“ zu erreichen.

Es wird davon ausgegangen, dass die Effizienzinvestitionen über den gesamten Zeitraum preisbereinigt 2,0 Mrd. € betragen. Dabei wird unterstellt, dass die erwarteten Energiekosteneinsparungen von 5% etwa die Höhe der Investitionen determinieren. Der investive Impuls beschleunigt das Wirtschaftswachstum. Das BIP steigt um 0,2% bzw. 1 Mrd. € gegenüber der e3.at-Basisprojektion.

Der Außenhandelsaldo verbessert sich. Die geringeren Energiekosten eröffnen den Unternehmen Gestaltungsspielräume bei der Preissetzung, sodass die Absatzchancen auf den Weltmärkten erhöht werden können. Das Importwachstum entschleunigt sich durch die geringere Energienachfrage. Höhere Importe von energieeffizienteren Maschinen und Ausrüstungen sowie Vorleistungen zur Produktion kompensieren diesen Rückgang nicht.

Abbildung 18: TZ3 – Energieeffizienz: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion

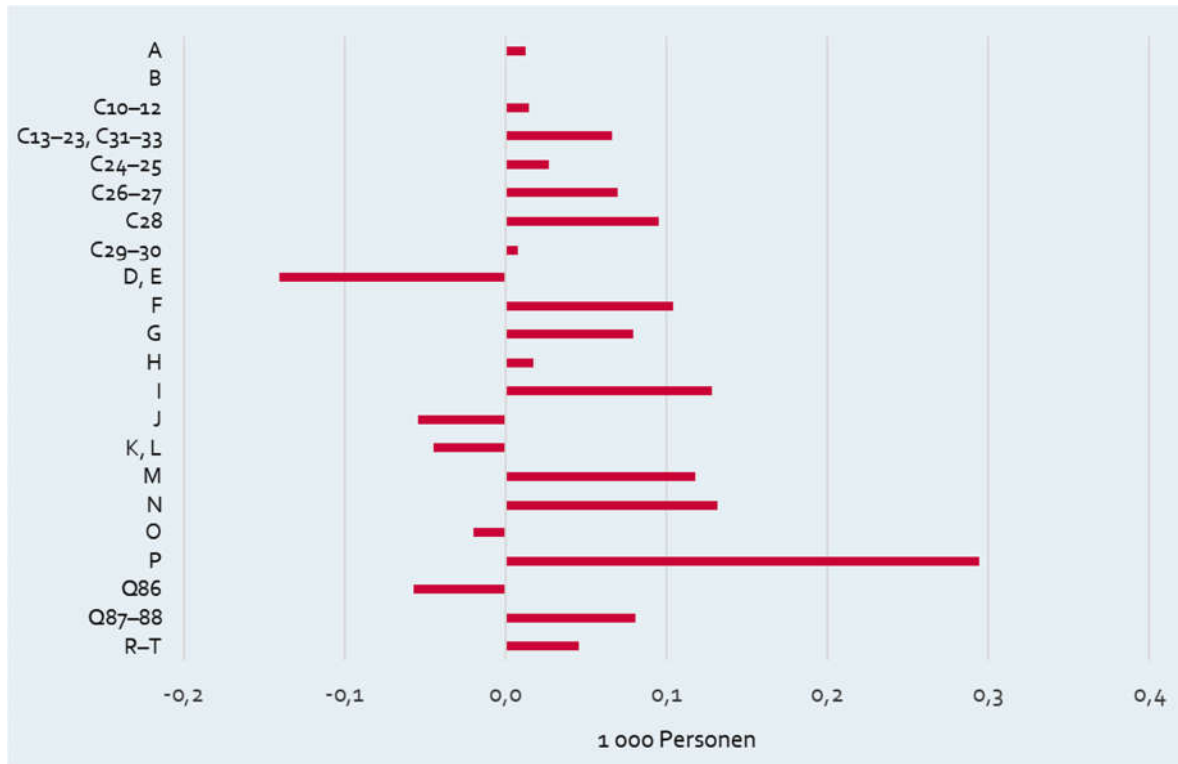


Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

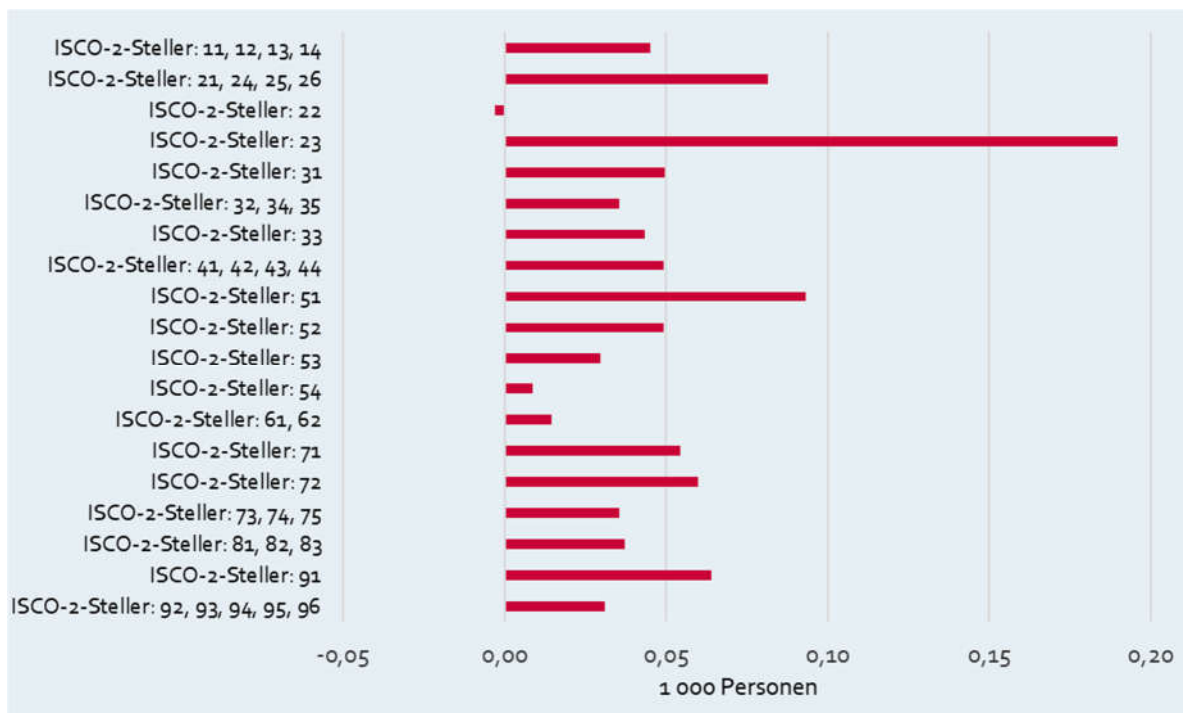
Die Skalierung der y-Achse wurde aufgrund der besseren Vergleichbarkeit der Effekte in den Teilszenarien und im Gesamtszenario gewählt.

Bei nur kleinen gesamtwirtschaftlichen Effekten steigt auch die Anzahl von Beschäftigten mit insg. 1 Tsd. kaum. Die zusätzliche Nachfrage der investierenden Wirtschaftsbereiche nach energieeffizienten Geräten und Maschinen führt zu direkten Produktions- und Beschäftigungseffekten vor allem im Maschinenbau und Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen. Positive Beschäftigungseffekte werden zudem durch steigende Beratungsleistungen zur Verbesserung der Energieeffizienz erwartet und indirekte Effekte ergeben sich durch die induzierte Konsumnachfrage durch das höhere volkswirtschaftliche Einkommen. Aufgrund geringerer Energienachfrage und Energieproduktion gibt es im Bereich der Energieversorgung weniger Jobs.

Abbildung 19: TZ3 – Energieeffizienz: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030



A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10-12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13-23, C31-33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24-25** Metallherzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallherz. **C26-27** Herstellung v. DV-geräten, elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29-30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen; **N** Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87-88** Heime, Sozialwesen; **R-T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte



ISCO-2-St.: 11, 12, 13, 14 GeschäftsführerInnen, Führungskräfte; **ISCO-2-St.: 21, 24, 25, 26** Natur-, Sozialwissenschaftler-, Mathematiker-, IngenieurInnen, BWLerInnen, IKT, JuristInnen, Kulturberufe; **ISCO-2-St.: 22** Akademische, verwandte Gesundheitsberufe; **ISCO-2-St.: 23** Lehrkräfte; **ISCO-2-St.: 31** Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 32, 34, 35** Assistenzberufe im Gesundheitswesen, nicht akademische juristische, sozialpflegerische, kulturelle u. verwandte Fachkräfte, IKT; **ISCO-2-St.: 33** Nicht akademische betriebswirtschaftliche, kaufmännische FK, Verwaltungsfachkräfte; **ISCO-2-St.: 41, 42, 43, 44** Büro- und Sekretariatskräfte, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 51** Berufe im Bereich personenbezogener DL; **ISCO-2-St.: 52** Verkaufskräfte; **ISCO-2-St.: 53** Betreuungsberufe; **ISCO-2-St.: 54** Schutzkräfte, Sicherheitsbedienstete; **ISCO-2-St.: 61, 62** Fachkräfte in der Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; **ISCO-2-St.: 71** (Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen; **ISCO-2-St.: 72** MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 73, 74, 75** Präzisions-, Kunsthandwerker-, Drucker-, Elektriker-, ElektronikerInnen, Nahrungsmittel-, Holzverarbeitung, BekleidungsherstellerInnen, verw. handwerkliche Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 81, 82, 83** BedienerInnen stationärer u. mobiler Anlagen, Maschinen, Montageberufe, FahrzeugführerInnen; **ISCO-2-St.: 91** Reinigungspersonal, Hilfskräfte; **ISCO-2-St.: 92, 93, 94, 95, 96** Hilfsarbeiter-, Straßenhändler-, AbfallentsorgungsarbeiterInnen, sonst. Hilfskräfte
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Bei den ArbeitnehmerInnen nach Berufsfeldern zeigen sich auch nur geringe Effekte. Den größten Zuwachs gibt es hingegen im Berufsfeld „Erziehung und Unterricht“. Hier zeigen sich die Auswirkungen der steigenden Beratungsbedarfs für die Verbesserung der Energieeffizienz in den Unternehmen.

2.4 Steigerung der Ressourceneffizienz

Zur Steigerung der Ressourceneffizienz (exklusive Energie) im verarbeitenden Gewerbe werden die folgenden Annahmen getroffen:

- Ressourceneffizienzmaßnahmen werden vom verarbeitenden Gewerbe (exkl. Kokerei und Mineralölverarbeitung) umgesetzt; insbesondere materialintensive Unternehmen
- Beratungs- und Förderprogramme werden durchgeführt – diese werden zu 50% vom Staat gefördert
- Investitionen in Maschinen und Ausrüstung, die eine höhere Ressourceneffizienz von pauschal 1% ermöglichen, entsprechen Investitionen in Höhe von 1,5 Mrd. € p. a.

Die größten wertmäßigen Vorleistungslieferungen an Ressourcen (exkl. Energie, Wasser) im verarbeitenden Gewerbe sind Basismetalle, chemische Produkte und Metallerzeugnisse (Tabelle 9). Die Bereiche, die Materialien im Wert von über 2,5 Mrd. € an das verarbeitende Gewerbe liefern (rot markierte Werte), werden in der weiteren Analyse berücksichtigt.

Tabelle 9: Materialeinsatz in Mio. € im verarbeitenden Gewerbe 2016

CPA-Code	Materialeinsatz an	In Mio. €
A01	Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd sowie damit verbundene Dienstleistungen	4.136
A02	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	1.504
A03	Fische, Fischereierzeugnisse; Aquakulturerzeugnisse; Dienstleistungen für die Fischerei	17
B	Bergbauerzeugnisse, Steine und Erden	1.692
C10–12	Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabak	4.228
C13–15	Textilien, Bekleidung, Leder, -waren	1.354
C16	Holz sowie Holz- und Korkwaren (ohne Möbel); Flecht- und Korbwaren	2.919
C17	Papier, Pappe und Waren daraus	2.923

CPA-Code	Materialeinsatz an	In Mio. €
C18	Druckereileistungen, Dienstleistungen der Vervielfältigung v. bespielten Ton-, Bild-, Datenträger	184
C19	Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	630
C20	Chemische Erzeugnisse	10.890
C21	Pharmazeutische Erzeugnisse	684
C22	Gummi- und Kunststoffwaren	2.615
C23	Glas- und Glaswaren, Keramik, verarbeitete Steine u. Erden	1.430
C24	Metalle	11.086
C25	Metallerzeugnisse	7.854

Quelle: eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria (http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/volkswirtschaftliche_gesamtrechnungen/input-output-statistik/index.html, abgerufen am 01.04.2020)

Für die Branchen des verarbeitenden Gewerbes sind die Materialinputkoeffizienten (Materialeinsatz relativ zur Produktion) der ausgewählten Bereiche in Tabelle 10 dargestellt. Die HerstellerInnen von Nahrungsmitteln, Getränken und Tabak setzen insbesondere landwirtschaftliche Güter für die Produktion ein. Zudem werden Verpackungsmaterialien aus Metallerzeugnissen (Alufolien), Plastik und Papier genutzt. In der Produktion von Metallerzeugnissen dominiert der Einsatz von Metallen abseits der In-sich-Lieferungen der Branche.

Im 4. TZ wird pauschal angenommen, dass in den selektierten Branchen des verarbeitenden Gewerbes für die gewählten Materialien Einsparungen – durch den Einsatz moderner Maschinen und Techniken – in Höhe von 1% möglich sind. Dies betrifft insgesamt 38 Materialinputkoeffizienten.

Die Effizienzmaßnahmen bewirken einen geringeren Materialverbrauch im verarbeitenden Gewerbe. Bei der Herstellung dieser Ressourcen wird auch Energie verbraucht, die um insgesamt 6 PJ sinkt. Die CO₂-Emissionen fallen mit 0,7 Mt nur etwas niedriger aus als im Jahr 2020, da die höhere Wirtschaftsleistung die eingesparte Energie teilweise kompensiert.

Die Ressourceneffizienzmaßnahmen helfen nicht, Österreichs Ziele im Hinblick auf den Primärenergieverbrauch, den Anteil EE am Bruttoendenergieverbrauch sowie das CO₂-Ziel im „effort sharing“ zu erreichen.

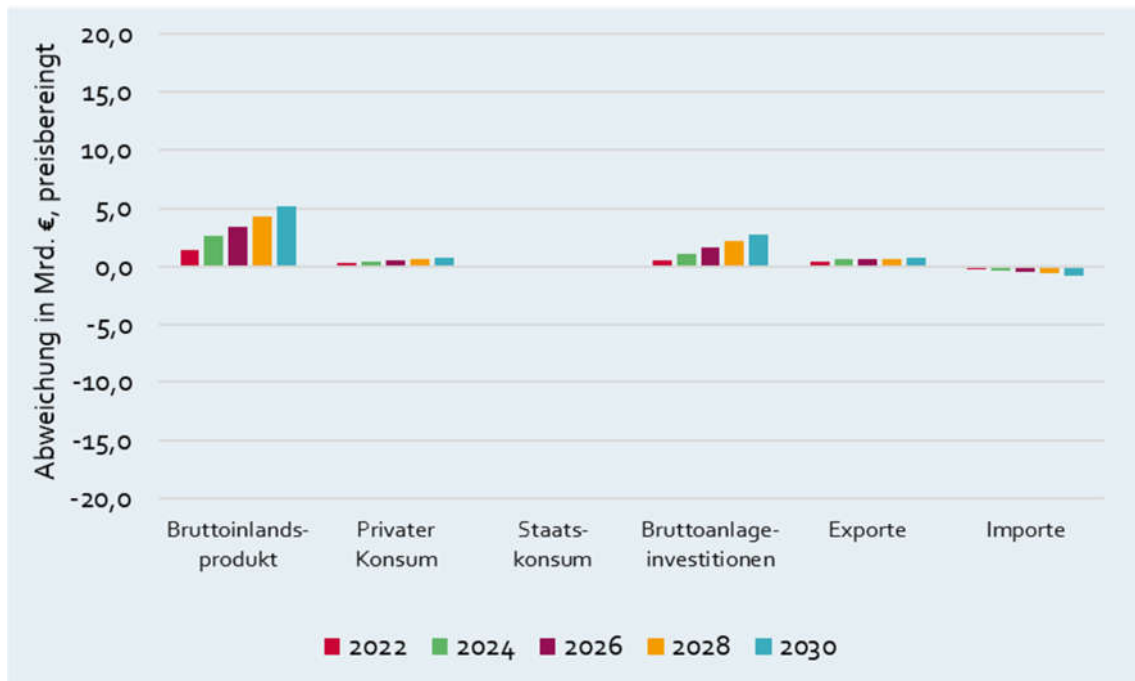
Tabelle 10: Materialinputkoeffizienten für Branchen des verarbeitenden Gewerbes (2016)

	Materialinput								Summe
	Landwirt- schaftliche Produkte	Nahrungs- mittel, Getränke, Tabak	Holz-, waren	Papier, Pappe	Chemische Erzeugnisse	Gummi-, Kunststof waren	Metalle	Metall- erzeugnisse	
Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd sowie damit verbundene Dienstleistungen	0,22	0,09	0,01	0,00	0,04	0,01	0,00	0,01	0,38
Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Fische, Fischereierzeugnisse; Aquakulturerzeugnisse; Dienstleistungen für die Fischerei	0,00	0,21	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,23
Bergbauerzeugnisse, Steine und Erden	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,06
Nahrungs- und Futtermittel, Getränke, Tabak	0,193	0,187	0,001	0,015	0,011	0,021	0,000	0,028	0,46
Textilien, Bekleidung, Leder, -waren	0,003	0,035	0,001	0,006	0,095	0,012	0,000	0,004	0,16
Holz sowie Holz- und Korkwaren (ohne Möbel); Flecht- und Korbwaren	0,000	0,000	0,282	0,022	0,014	0,006	0,001	0,012	0,34
Papier, Pappe und Waren daraus	0,000	0,005	0,008	0,213	0,056	0,008	0,004	0,000	0,29
Druckereileistungen, Dienstleistungen der Vervielfältigung v. bespielten Ton-, Bild-, Datenträger	0,000	0,000	0,001	0,231	0,035	0,036	0,002	0,001	0,31
Kokerei- und Mineralölerzeugnisse	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046	0,001	0,000	0,000	0,05
Chemische Erzeugnisse	0,005	0,010	0,001	0,022	0,489	0,008	0,003	0,001	0,54
Pharmazeutische Erzeugnisse	0,001	0,018	0,000	0,015	0,075	0,016	0,000	0,002	0,13
Gummi- und Kunststoffwaren	0,003	0,000	0,003	0,011	0,270	0,091	0,010	0,010	0,40
Glas- und Glaswaren, Keramik, verarbeitete Steine u. Erden	0,000	0,000	0,003	0,007	0,042	0,018	0,004	0,012	0,09
Metalle	0,000	0,000	0,002	0,000	0,010	0,001	0,362	0,021	0,40
Metallerzeugnisse	0,000	0,000	0,004	0,003	0,013	0,006	0,171	0,212	0,41
Datenverarbeitungsgeräte, elektronische und optische Erzeugnisse	0,000	0,000	0,002	0,003	0,064	0,010	0,017	0,021	0,12
Elektrische Ausrüstungen	0,000	0,000	0,001	0,002	0,025	0,022	0,081	0,045	0,17
Maschinen	0,000	0,000	0,001	0,003	0,004	0,019	0,052	0,103	0,18
Kraftwagen und Kraftwagenteile	0,000	0,000	0,001	0,000	0,013	0,018	0,035	0,025	0,09
Sonstige Fahrzeuge	0,000	0,000	0,001	0,003	0,031	0,026	0,031	0,095	0,19
Möbel; Waren a. n. g.	0,000	0,000	0,054	0,005	0,021	0,023	0,141	0,042	0,29
Reparatur- und Installationsarbeiten an Maschinen und Ausrüstungen	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	0,021	0,047	0,08

Quelle: eigene Berechnungen basierend auf Statistik Austria (http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/volkswirtschaftliche_gesamtrechnungen/input-output-statistik/index.html, abgerufen am 01.04.2020)

Der investive Impuls beträgt preisbereinigt durchschnittlich 1,5 Mrd. €. Die Nachfrage nach Maschinen und Ausrüstungen erhöht den gesamtwirtschaftlichen Wachstumspfad. Das BIP steigt um 1,3% bzw. gut 5 Mrd. € (Abbildung 20). Aufgrund der verbesserten Ressourceneffizienz setzen Unternehmen weniger Material ein, was die Produktionskosten senkt. Andererseits müssen zumindest 50% der Beratungsleistungen über die Möglichkeiten der Ressourceneffizienzsteigerung und die Investitionen finanziert werden. Der Außenhandelsaldo verbessert sich durch höhere Exporte und gleichzeitig geringeren Importe.

Abbildung 20: TZ4 – Ressourceneffizienz: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

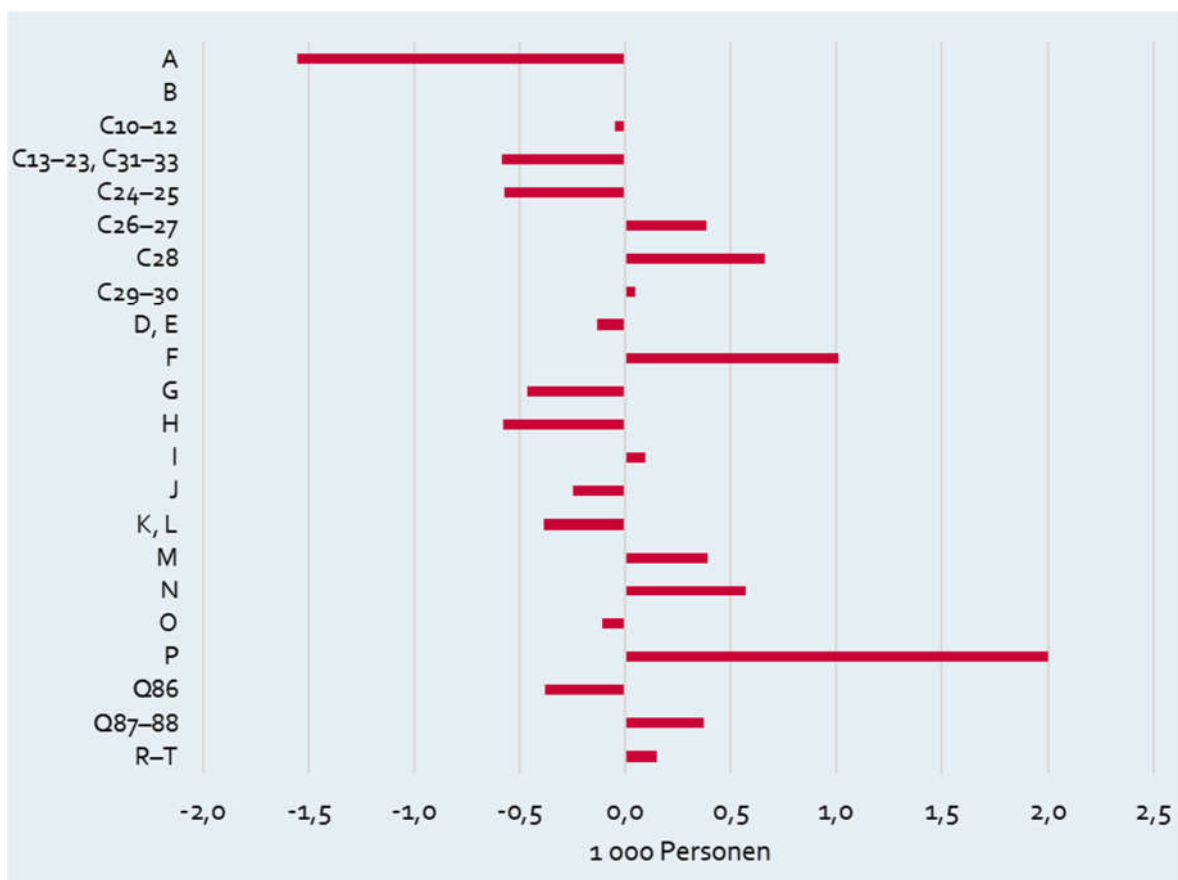
Die Skalierung der y-Achse wurde aufgrund der besseren Vergleichbarkeit der Effekte in den Teilszenarien und im Gesamtszenario gewählt.

Die Beschäftigung liegt im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion um 0,6 Tsd. Personen höher. Ein Blick auf die Beschäftigungsstruktur zeigt die Gewinner und Verlierer. Zuwächse zeigen sich in den Branchen, die von den Investitionsimpulsen profitieren, wie die Baubranche und der Maschinenbau. Die Nachfrage nach Beratungsleistung zur Verbesserung der Ressourceneffizienz ist im Bereich „Erziehung und Unterricht“ sichtbar.

Ein niedrigeres Beschäftigungsniveau im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion ist in Branchen erkennbar, in denen die gewünschte Verbesserung der Ressourceneffizienz zu niedrigeren Produktions- und damit auch Beschäftigungseffekten führt. So reduziert sich die Nachfrage nach landwirtschaftlichen Gütern und der Zuwachs an Jobs verlangsamt sich. Damit fällt die Anzahl von Beschäftigten mit 1,6 Tsd. Personen niedriger aus als in der e3.at-Basisprojektion. Auch die Anzahl von Jobs im Großhandel- und Einzelhandel sowie im Transportwesen ist geringer, da auch weniger Vorleistungsgüter transportiert werden müssen.

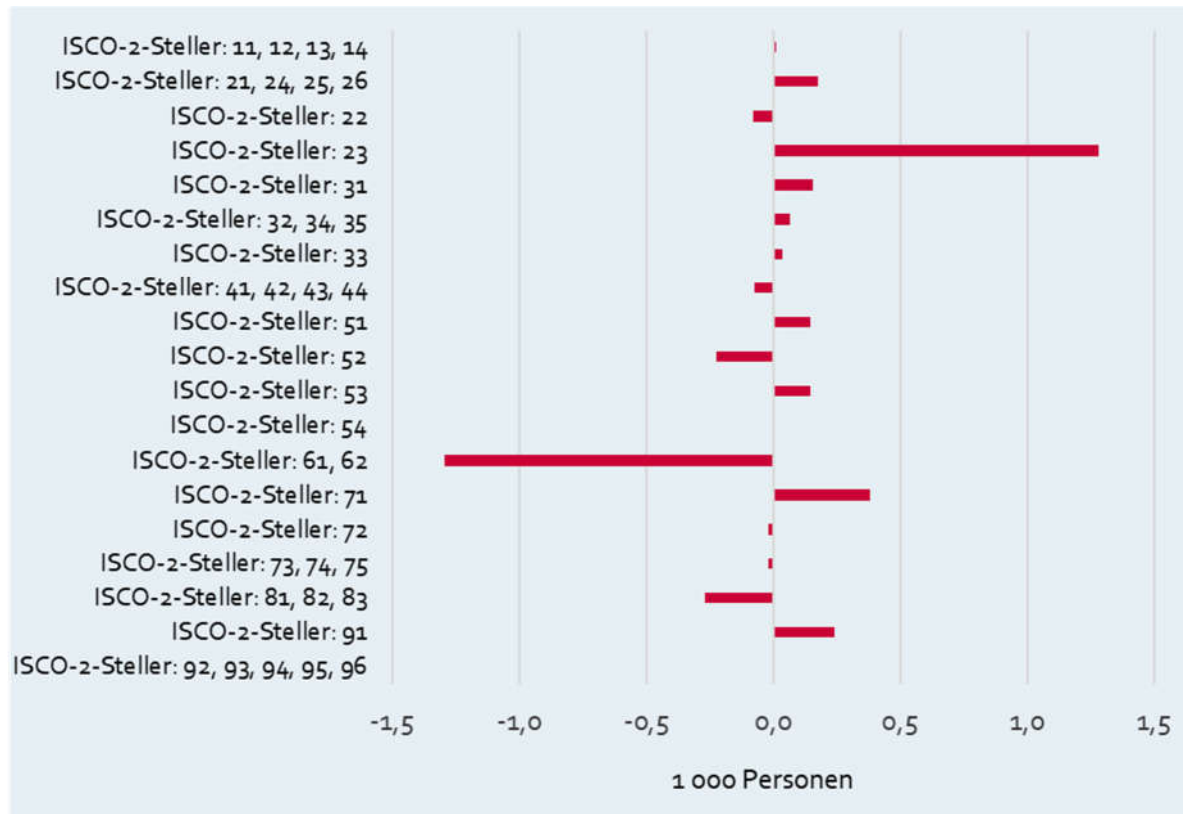
Bei den ArbeitnehmerInnen nach Berufsfeldern zeigt sich der Effekt der höheren Beratungsleistungen der Unternehmen und der Fachkräfte in der Land- und Forstwirtschaft recht deutlich. Berufe, die im Zusammenhang mit den Investitionen zu sehen sind – wie die „(Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe“ und „Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte“ – sehen sich einer stärkeren Nachfrage gegenüber.

Abbildung 21: TZ4 – Ressourceneffizienz: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030



A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10–12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13–23, C31–33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24–25** Metallherzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallherz. **C26–27** Herstellung v. DV-geräten, elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29–30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen;

N Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87–88** Heime, Sozialwesen; **R–T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte



ISCO-2-St.: 11, 12, 13, 14 GeschäftsführerInnen, Führungskräfte; **ISCO-2-St.: 21, 24, 25, 26** Natur-, Sozialwissenschaftler-, Mathematiker-, IngenieurInnen, BWLerInnen, IKT, JuristInnen, Kulturberufe; **ISCO-2-St.: 22** Akademische, verwandte Gesundheitsberufe; **ISCO-2-St.: 23** Lehrkräfte; **ISCO-2-St.: 31** Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 32, 34, 35** Assistenzberufe im Gesundheitswesen, nicht akademische juristische, sozialpflegerische, kulturelle u. verwandte Fachkräfte, IKT; **ISCO-2-St.: 33** Nicht akademische betriebswirtschaftliche, kaufmännische FK, Verwaltungsfachkräfte; **ISCO-2-St.: 41, 42, 43, 44** Büro- und Sekretariatskräfte, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 51** Berufe im Bereich personenbezogener DL; **ISCO-2-St.: 52** Verkaufskräfte; **ISCO-2-St.: 53** Betreuungsberufe; **ISCO-2-St.: 54** Schutzkräfte, Sicherheitsbedienstete; **ISCO-2-St.: 61, 62** Fachkräfte in der Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; **ISCO-2-St.: 71** (Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen; **ISCO-2-St.: 72** MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 73, 74, 75** Präzisions-, Kunsthandwerker-, Drucker-, Elektriker-, ElektronikerInnen, Nahrungsmittel-, Holzverarbeitung, BekleidungsHerstellerInnen, verw. handwerkliche Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 81, 82, 83** BedienerInnen stationärer u. mobiler Anlagen, Maschinen, Montageberufe, FahrzeugführerInnen; **ISCO-2-St.: 91** Reinigungspersonal, Hilfskräfte; **ISCO-2-St.: 92, 93, 94, 95, 96** Hilfsarbeiter-, Straßenhändler-, AbfallentsorgungsarbeiterInnen, sonst. Hilfskräfte
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Die Wirkung auf die Landwirtschaft ist auch davon berührt, inwieweit landwirtschaftliche Produkte weiter importiert werden. Wenn mit der effizienteren Wirtschaftsweise

auch ein Trend zu mehr regionalen Produkte einhergeht, können Beschäftigungsrückgänge geringer sein.

2.5 Einführung einer CO₂-Steuer und Rückvergütung an private Haushalte

Die Maßnahme im 5. Teilszenario zielt darauf ab, CO₂-haltige Energieträger in den Bereichen zu besteuern, die nicht bereits dem Emissionshandel unterliegen. Der CO₂-Preis soll für diese Energieträger bis zu 315 € pro Tonne betragen. Der CO₂-Gehalt von bspw. Benzin und Diesel wird bereits über die Mineralölsteuer erfasst – allerdings in unterschiedlichem Maße. Um eine Doppelbesteuerung zu vermeiden, wird das bei der Anhebung der CO₂-Steuer für die fossilen Energieträger berücksichtigt.

- Einführung einer CO₂-Steuer von bis zu 315 € pro t CO₂ in den Bereichen, die nicht dem Emissionshandel unterliegen
- Tabelle 11 stellt die Anhebung der CO₂-Steuer unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen CO₂-Besteuerung nach Energieträgern dar.
- Privathaushalte erhalten eine Pro-Kopf-Rückvergütung basierend auf den gesamten CO₂-Steuereinnahmen der Privathaushalte
- Es werden weder Effizienzinvestitionen (in Gebäude, Maschinen und Ausrüstungen) noch in die Nutzung EE (u. a. Elektrofahrzeuge) getätigt.

Tabelle 11: CO₂-Steuererhöhung in 3 Stufen in €/t CO₂ nach Energieträgern

Energieträger	1. Stufe (2021)	2. Stufe (2024)	3. Stufe (2027)
Benzin	40	80	120
Diesel	56	112	168
Heizöl	92	183	275
Gas	95	189	284
Kohle	99	198	297

Quelle: In Anlehnung an Kirchner et al. 2018

Von der Anhebung der CO₂-Steuer ist hauptsächlich der Gebäude- und Verkehrssektor (außer Flugverkehr) betroffen. Der Energiesektor und die Industrie unterliegen hauptsächlich den Regelungen des Emissionshandelssystems.

Die Anhebung der CO₂-Steuer verteuert die Nutzung fossiler Ressourcen. Die Konsumentenpreissteigerungen für „Strom, Gas und Brennstoffe“ und „Waren und Dienstleistungen für den Betrieb von Privatfahrzeugen“ betragen ca. 14% bzw. 14%. Die Verbrauchsreaktionen (Reduktion der Raumtemperatur, Verzicht auf „Freizeitverkehr“, Wechsel zu ÖPNV) sind gering. Die Preiselastizität beträgt kurzfristig zwischen etwa -1% und -3% (siehe auch Kirchner et al. 2018, Köppl, Sommer 2016, Kletzan et al. 2008). Zudem kommt zum Tragen, dass ein nicht unerheblicher Teil der privaten Haushalte mit erneuerbarer Energie (u. a. Holz, Pellets, Wärmepumpen) heizt, die nicht von der CO₂-Steuer betroffen sind.

Im Verkehrssektor werden weitgehend fossile Energieträger eingesetzt. Entscheidend für die Reaktion der Treibstoffnachfrage privater Haushalte sind nicht nur die höheren Benzin- und Dieselpreise, sondern auch die Entwicklung des Einkommens, welches verbrauchserhöhend wirkt. Die Reaktion der Treibstoffnachfrage im gewerblichen Verkehr umfasst auch den Tanktourismus. Dieser sorgt für bis zu ca. 7 Mt CO₂-Emissionen (30% der CO₂-Emissionen im Verkehrsbereich) zusätzlich (Trafico et al. 2009).

Die kurzfristigen Effekte durch die Einführung der CO₂-Steuer bewirken einen Rückgang der Energienachfrage von insgesamt 7%, am stärksten im Verkehrssektor (knapp -18%). In der Industrie und im Bereich „Gewerbe, Handel, Dienstleistungen“

sind es jeweils ca. -2%. Langfristig werden größere Einspareffekte erwartet, da neben den Verhaltensänderungen auch investive Maßnahmen ergriffen werden. Die CO₂-Emissionen gehen um ca. 6 Mt auf knapp 45 Mt im Jahr 2030 zurück.

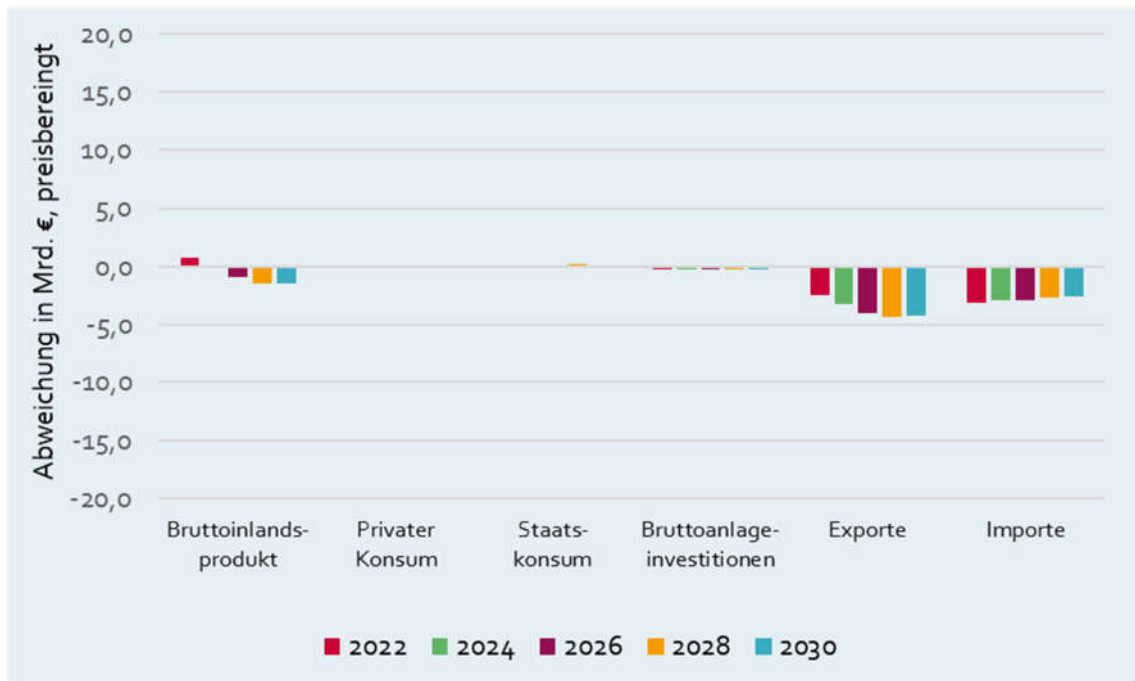
Durch die Einführung einer CO₂-Steuer kann Österreich das Ziel, die Primärenergieintensität auf 70–75% zu senken, gerade erreichen. Allen anderen Zielen wird sich angenähert.

Der gesamtwirtschaftliche Wachstumspfad ist niedriger als in der e3.at-Basisprojektion, da die höheren Preise die Wettbewerbsfähigkeit exportorientierter Unternehmen belasten. Die Exporte fallen um bis zu 1,7% bzw. gut 4 Mrd. € niedriger aus. Die Situation dürfte sich weniger pessimistisch darstellen, wenn Österreich nicht im Alleingang eine CO₂-Steuer einführt, da HandelspartnerInnen dann keine preislichen Wettbewerbsvorteile hätten.

Auch das Importwachstum ist insbesondere durch die geringere Nachfrage nach Erdöl und Erdölprodukten schwächer. Insgesamt ist der Außenhandelsaldo negativ. Zu Beginn der Simulation gehen die fossilen Importe stärker zurück als die Exporte – mit positiven Folgen für das BIP.

Die Nachfrage nach Konsumgütern, die durch die CO₂-Steuer teurer werden (u. a. Treibstoffe und Heizenergie) und auf welche die Konsumenten sehr sensibel reagieren, fällt schwächer aus. Insgesamt sind die preisbereinigten Konsumausgaben nur leicht niedriger als in der e3.at-Basisprojektion. Die Rückvergütung der CO₂-Steuer an die Privathaushalte wirkt sich vorteilhaft aus.

Abbildung 22: TZ5 – CO₂-Steuer: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



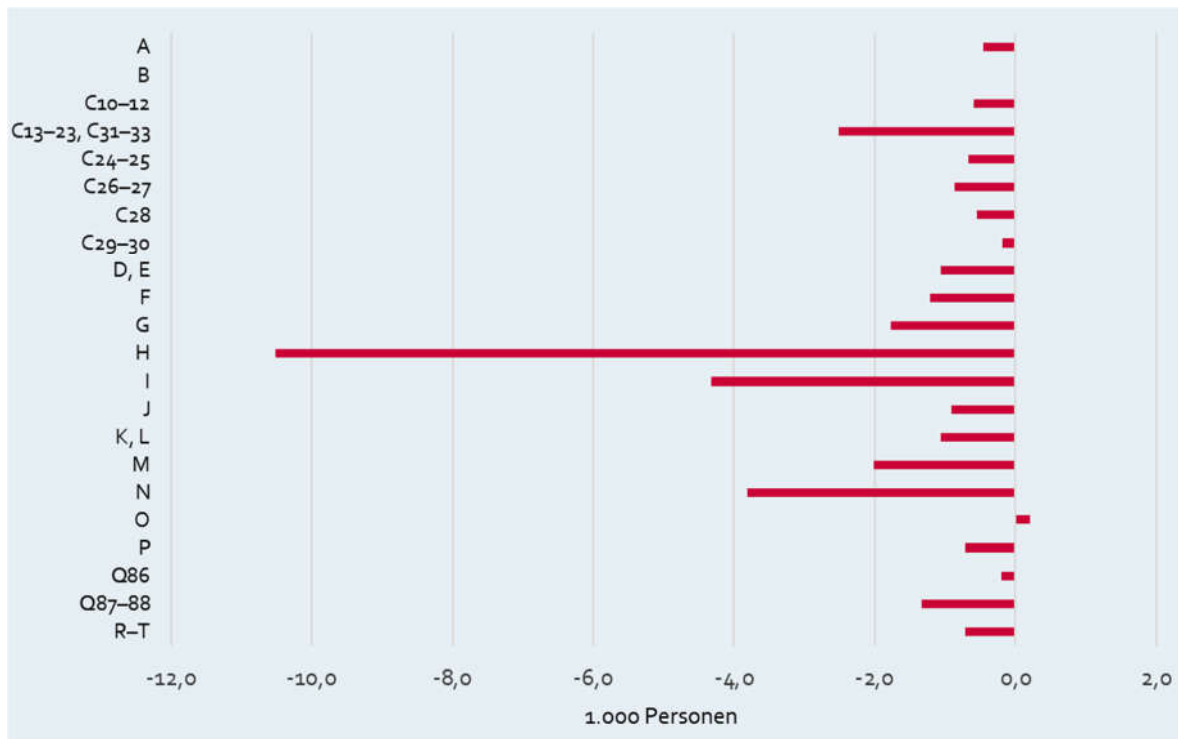
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Die Skalierung der y-Achse wurde aufgrund der besseren Vergleichbarkeit der Effekte in den Teilszenarien und im Gesamtszenario gewählt.

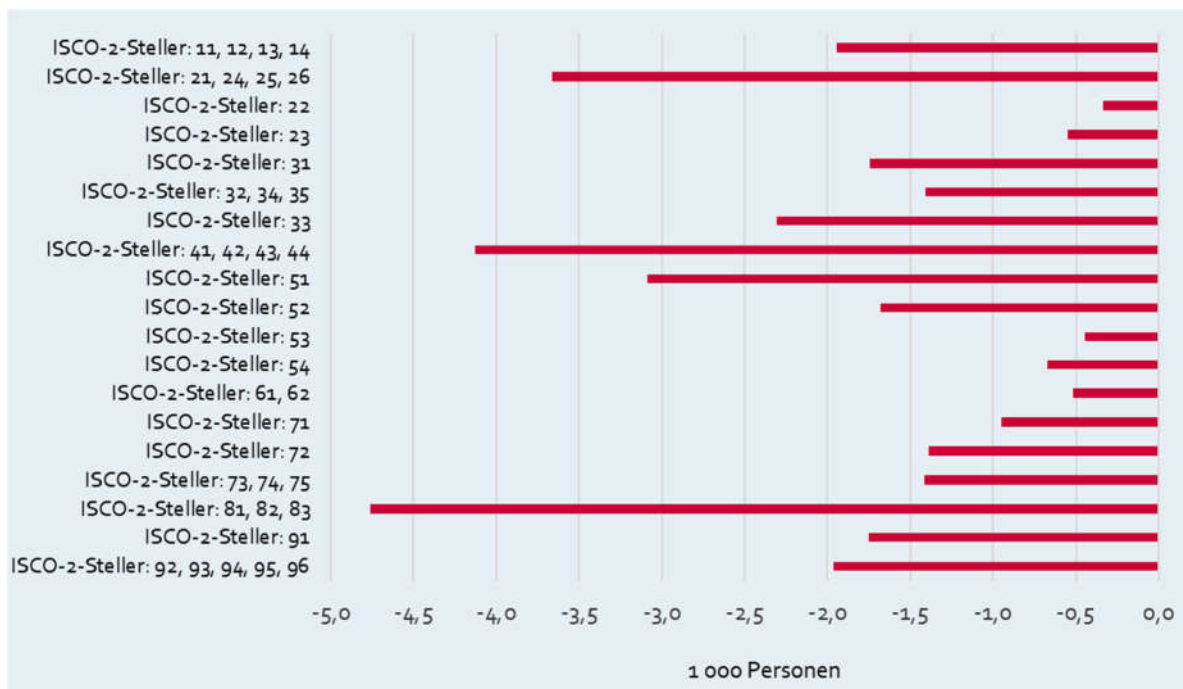
Das langsamere Wirtschaftswachstum impliziert ein niedrigeres Beschäftigungsniveau. Gegenüber der e3.at-Basisprojektion sind es 35. Tsd. Personen. Die stärksten Reaktionen sind im Bereich „Lagerei, Verkehr und Post“ (-11 Tsd.) zu beobachten, gefolgt von „Beherbergung, Gastronomie“ und „Vermietung beweglicher Sachen, Arbeitskräftevermittlung und Reisebüros“ mit jeweils ca. -4 Tsd. Personen (Abbildung 23).

Bei den Berufsgruppen sind besonders diejenigen betroffen, die im Zusammenhang mit der geringeren Verkehrsleistung stehen. Die Berufsgruppe „BedienerInnen stationärer und mobiler Anlagen, Maschinen und Montageberufe“ sind um ca. 5 Tsd. Personen niedriger. Auch die „Büro- und Sekretariatskräfte“ sind dadurch betroffen (ca. 4 Tsd. Personen).

Abbildung 23: TZ5 – CO₂-Steuer: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030



A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10–12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13–23, C31–33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24–25** Metallherzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallherz. **C26–27** Herstellung v. DV-geräten, elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29–30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen; **N** Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87–88** Heime, Sozialwesen; **R–T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte



ISCO-2-St.: 11, 12, 13, 14 GeschäftsführerInnen, Führungskräfte; **ISCO-2-St.: 21, 24, 25, 26** Natur-, Sozialwissenschaftler-, Mathematiker-, IngenieurInnen, BWLerInnen, IKT, JuristInnen, Kulturberufe; **ISCO-2-St.: 22** Akademische, verwandte Gesundheitsberufe; **ISCO-2-St.: 23** Lehrkräfte; **ISCO-2-St.: 31** Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 32, 34, 35** Assistenzberufe im Gesundheitswesen, nicht akademische juristische, sozialpflegerische, kulturelle u. verwandte Fachkräfte, IKT; **ISCO-2-St.: 33** Nicht akademische betriebswirtschaftliche, kaufmännische FK, Verwaltungsfachkräfte; **ISCO-2-St.: 41, 42, 43, 44** Büro- und Sekretariatskräfte, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 51** Berufe im Bereich personenbezogener DL; **ISCO-2-St.: 52** Verkaufskräfte; **ISCO-2-St.: 53** Betreuungsberufe; **ISCO-2-St.: 54** Schutzkräfte, Sicherheitsbedienstete; **ISCO-2-St.: 61, 62** Fachkräfte in der Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; **ISCO-2-St.: 71** (Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen; **ISCO-2-St.: 72** MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 73, 74, 75** Präzisions-, Kunsthandwerker-, Drucker-, Elektriker-, ElektronikerInnen, Nahrungsmittel-, Holzverarbeitung, BekleidungsherstellerInnen, verw. handwerkliche Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 81, 82, 83** BedienerInnen stationärer u. mobiler Anlagen, Maschinen, Montageberufe, FahrzeugführerInnen; **ISCO-2-St.: 91** Reinigungspersonal, Hilfskräfte; **ISCO-2-St.: 92, 93, 94, 95, 96** Hilfsarbeiter-, Straßenhändler-, AbfallentsorgungsarbeiterInnen, sonst. Hilfskräfte
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

2.6 CO₂-Preissteigerung im Emissionshandelssystem (EHS)

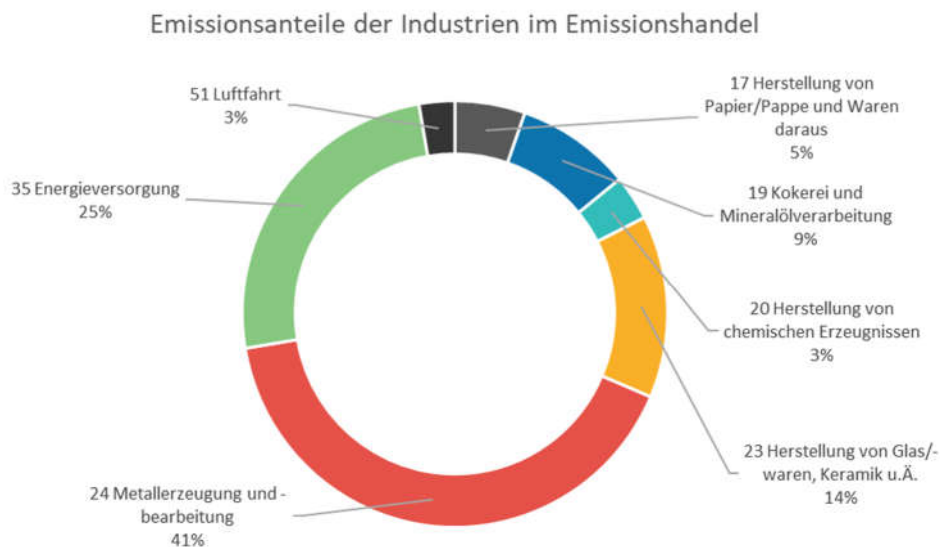
Dem 6. Teilszenario liegen die folgenden Annahmen zugrunde:

- Emissionsrechte gehen bezogen auf die derzeitig emittierten Mengen um 50% zurück. Dadurch steigt der CO₂-Preis im EHS auf bis 2030 auf 315 € pro t CO₂ (ab 2021 50 €/t CO₂, ab 2025 100 €/t CO₂).
- Keine Abwanderung ins EU-Ausland

- Investitionen in EE-Technologien der Industrie
- Keine weiteren Effizienzmaßnahmen und Ausbau EE im Energiesektor (Teil des 2. u. 3. TZ)
- Ab einem CO₂-Zertifikatspreis von 50 €/tCO₂ können sich – in Abhängigkeit vom Energieeinsatz – Investitionen in EE in der Industrie rentieren.

Der größte Emittent unter den betroffenen Branchen sind die MetallherzeugerInnen mit 41% bzw. 13 Mt CO₂^ä, gefolgt von den EnergieversorgerInnen mit 25% bzw. 8 Mt CO₂^ä und den HerstellerInnen von Glas, -waren und Keramik mit 14% bzw. 4 Mt CO₂^ä (Abbildung 24).

Abbildung 24: Emissionsanteile der Industrien im EHS (2017)



Quelle: eigene Darstellung basierend auf Daten von <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/dashboards/emissions-trading-viewer-1>, abgerufen am 10.06.2020.

Für einige der Bereiche wie die Luftfahrt und die HerstellerInnen von Kokerei und Mineralölherzeugnissen wird es kurzfristig keine Möglichkeit geben, auf EE zu wechseln und damit die Emissionen zu reduzieren. In Abhängigkeit von der Preisreagibilität reduziert sich die Nachfrage nach Flugreisen, Treibstoffen und Energiedienstleistungen.

Die MetallherzeugerInnen setzen insbesondere Erdgas und Kohle im Produktionsprozess ein. Eine Umstellung auf Direktreduktion – vor allem mit Wasserstoff – ist bis zum Jahr 2030 nicht zu erwarten. In der UBA-Studie (2017, S. 25) wird erst ab dem

Jahr 2035 mit der Umstellung auf Direktreduktion mithilfe von Erdgas und ab 2040 mit Wasserstoff gerechnet. Damit können gerade die CO₂-Emissionen des größten Emittenten im Emissionshandel nicht durch die Umstellung auf erneuerbare Energien vermieden werden.

Für Heizwerke und KWK-Anlagen wird angenommen, dass diese zunehmend Gas und Erdölprodukte durch Biomasse und brennbare Abfälle ersetzen. Auch im Herstellungsprozess von chemischen Produkten, Papier sowie Glas und Keramik wird davon ausgegangen, dass statt Erdgas vor allem Biomasse und auch Strom genutzt wird. Biomasse ist geeignet, um industrielle Prozesswärme¹⁵ in der benötigten Temperatur zu erzeugen.

Die CO₂-Emissionen insgesamt reduzieren sich um gut 3 Mt. Eine 50%ige CO₂-Reduktion wird annahmegemäß sowohl in der chemischen und in der Papierindustrie als auch bei den HerstellerInnen von Glas und Keramik gegenüber dem Jahr 2020 erreicht. Auch in der Energieversorgung und im Luftverkehr können die CO₂-Emissionen gegenüber der e3.at-Basisprojektion um 11% bzw. 6% reduziert werden, aber im Vergleich zum Jahr 2020 ist das Niveau annähernd gleich.

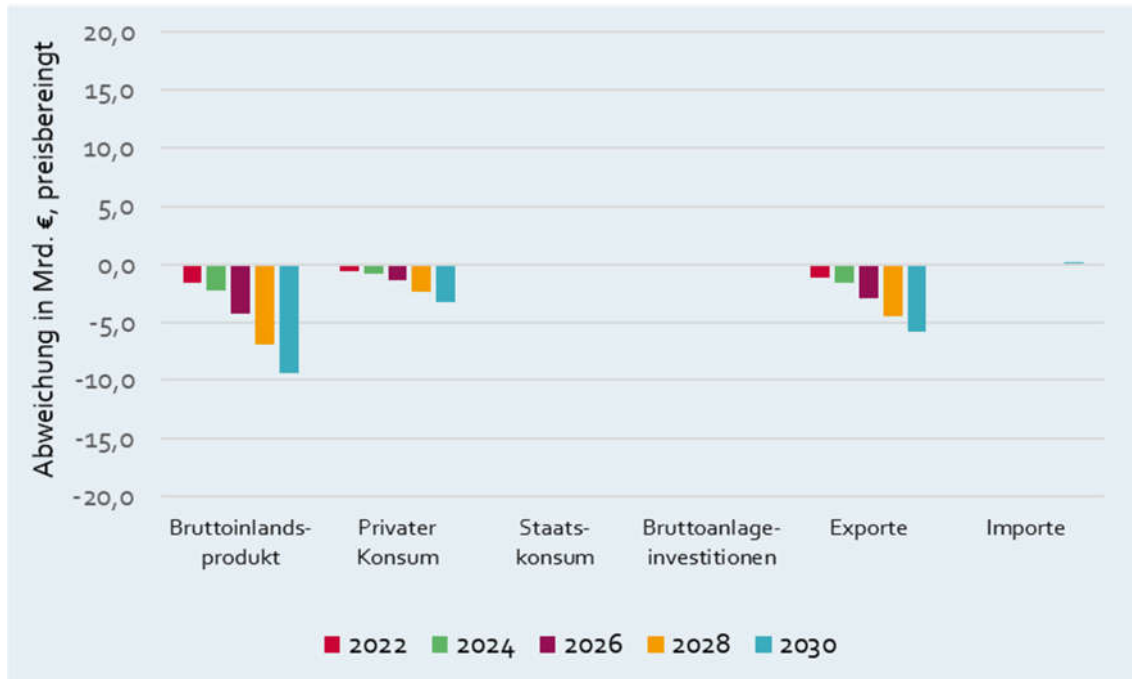
In diesem TZ kann sich Österreich an die gesetzten Ziele bezüglich der CO₂-Emissionsreduktion, der Primärenergieintensität und des Anteils EE am Bruttoendenergieverbrauch annähern.

Von der Anhebung des CO₂-Zertifikatepreises ist der Großteil des Energiesektors, die energieintensive Industrie und der Flugverkehr betroffen. Je mehr fossile Energie anteilig im Produktionsprozess eingesetzt wird, umso höher der Preisanstieg mit Folgen für den Absatz. Die Preise steigen zwischen 1,6% für chemische Erzeugnisse und 32% für Metallerzeugnisse im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion. Das belastet auch die preisliche Wettbewerbsfähigkeit, sodass die Exporte sinken.

Der Investitionspfad in diesem Szenario weicht von dem der e3.at-Basisprojektion kaum ab. Investitionen, die sonst auch getätigt würden, werden „umgelenkt“ und für Maschinen und Anlagen verwendet, die die Nutzung erneuerbarer Energien möglich machen. Der Kapitalstock bleibt so erhalten, wird aber umstrukturiert.

¹⁵ https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/1131.Renews_Kompakt_Prozesswaerme.pdf, abgerufen am 10.06.2020.

Abbildung 25: TZ6 – Emissionshandel: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



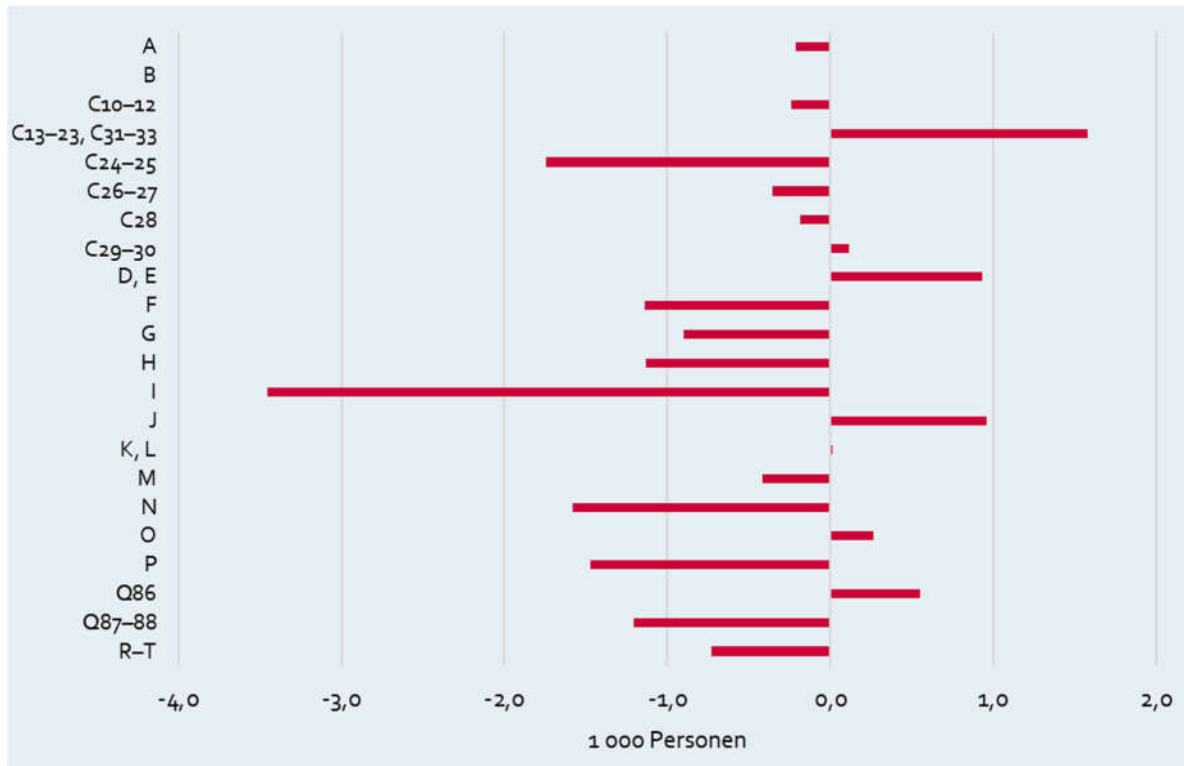
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Die Skalierung der y-Achse wurde aufgrund der besseren Vergleichbarkeit der Effekte in den Teilszenarien und im Gesamtszenario gewählt.

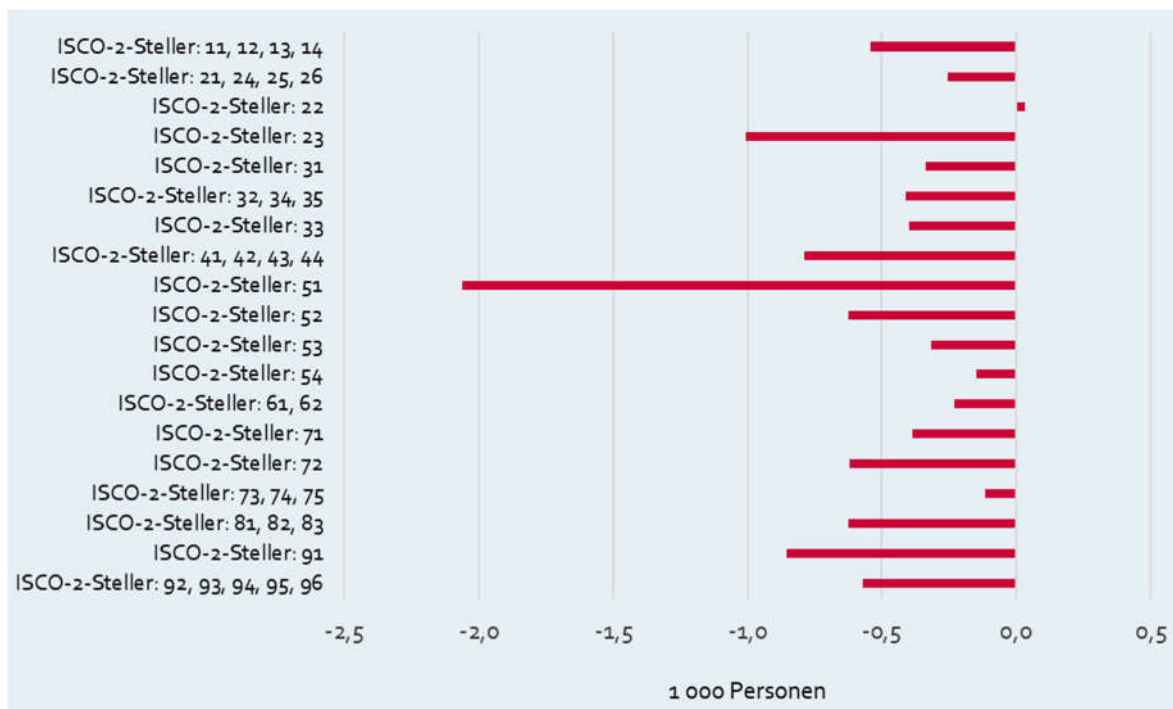
Auch die Nachfrage der Privathaushalte ist niedriger, da der Einkommenszuwachs schwächer ist. Bei niedrigerer Inlands- und Auslandsnachfrage geht das BIP im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion um 9 Mrd. € bzw. -2,4% zurück.

Die Zahl der Beschäftigten geht um bis zu 10 Tsd. Personen zurück. Neben den energie-intensiven Branchen wirkt sich dies auch in Dienstleistungsbereichen wie dem Beherbergungswesen und der Gastronomie aus, die die Folgen der schlechteren Einkommenssituation der Haushalte spüren. Daher geht auch der Bedarf an „Berufen im Bereich personenbezogener Dienstleistungen“ zurück (ca. 2 Tsd. Personen).

Abbildung 26: TZ6 – Emissionshandel: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030



A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10-12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13-23, C31-33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24-25** Metallherzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallherz. **C26-27** Herstellung v. DV-geräten, elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29-30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen; **N** Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87-88** Heime, Sozialwesen; **R-T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte



ISCO-2-St.: 11, 12, 13, 14 GeschäftsführerInnen, Führungskräfte; **ISCO-2-St.: 21, 24, 25, 26** Natur-, Sozialwissenschaftler-, Mathematiker-, IngenieurInnen, BWLerInnen, IKT, JuristInnen, Kulturberufe; **ISCO-2-St.: 22** Akademische, verwandte Gesundheitsberufe; **ISCO-2-St.: 23** Lehrkräfte; **ISCO-2-St.: 31** Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 32, 34, 35** Assistenzberufe im Gesundheitswesen, nicht akademische juristische, sozialpflegerische, kulturelle u. verwandte Fachkräfte, IKT; **ISCO-2-St.: 33** Nicht akademische betriebswirtschaftliche, kaufmännische FK, Verwaltungsfachkräfte; **ISCO-2-St.: 41, 42, 43, 44** Büro- und Sekretariatskräfte, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 51** Berufe im Bereich personenbezogener DL; **ISCO-2-St.: 52** Verkaufskräfte; **ISCO-2-St.: 53** Betreuungsberufe; **ISCO-2-St.: 54** Schutzkräfte, Sicherheitsbedienstete; **ISCO-2-St.: 61, 62** Fachkräfte in der Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; **ISCO-2-St.: 71** (Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen; **ISCO-2-St.: 72** MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 73, 74, 75** Präzisions-, Kunsthandwerker-, Drucker-, Elektriker-, ElektronikerInnen, Nahrungsmittel-, Holzverarbeitung, BekleidungsherstellerInnen, verw. handwerkliche Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 81, 82, 83** BedienerInnen stationärer u. mobiler Anlagen, Maschinen, Montageberufe, FahrzeugführerInnen; **ISCO-2-St.: 91** Reinigungspersonal, Hilfskräfte; **ISCO-2-St.: 92, 93, 94, 95, 96** Hilfsarbeiter-, Straßenhändler-, AbfallentsorgungsarbeiterInnen, sonst. Hilfskräfte
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

2.7 Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen

Wie in Kapitel 3 dargestellt, können die Effekte zum Abbau umweltkontraproduktiver Subventionen nur eingeschränkt abgebildet werden. Zudem sind einige Maßnahmen wie die Abschaffung der Mineralölsteuervergünstigung von Diesel bereits im 5. Teilszenario erfasst.

Dieses Teilszenario behandelt die folgenden umweltkontraproduktiven Subventionen:

- Energieabgabenrückvergütung für energieintensive Unternehmen (0,4 Mrd. €)
- Energiesteuerbefreiung für die nicht-energetische Verwendung fossiler Energieträger (0,3 Mrd. €)
- Herstellerprivileg für die ProduzentInnen von Energieerzeugnissen (0,38 Mrd. €)
- Mineralölsteuerbefreiung von Kerosin im Flugverkehr (0,38 Mrd. €)
- Mehrwertsteuerbefreiung für internationale Flüge (0,185 Mrd. €)
- Mineralölsteuerbefreiung der Binnenschifffahrt (0,05 Mrd. €)
- Keine weiteren Investitionen in die Verbesserung der Energieeffizienz u. den Ausbau EE

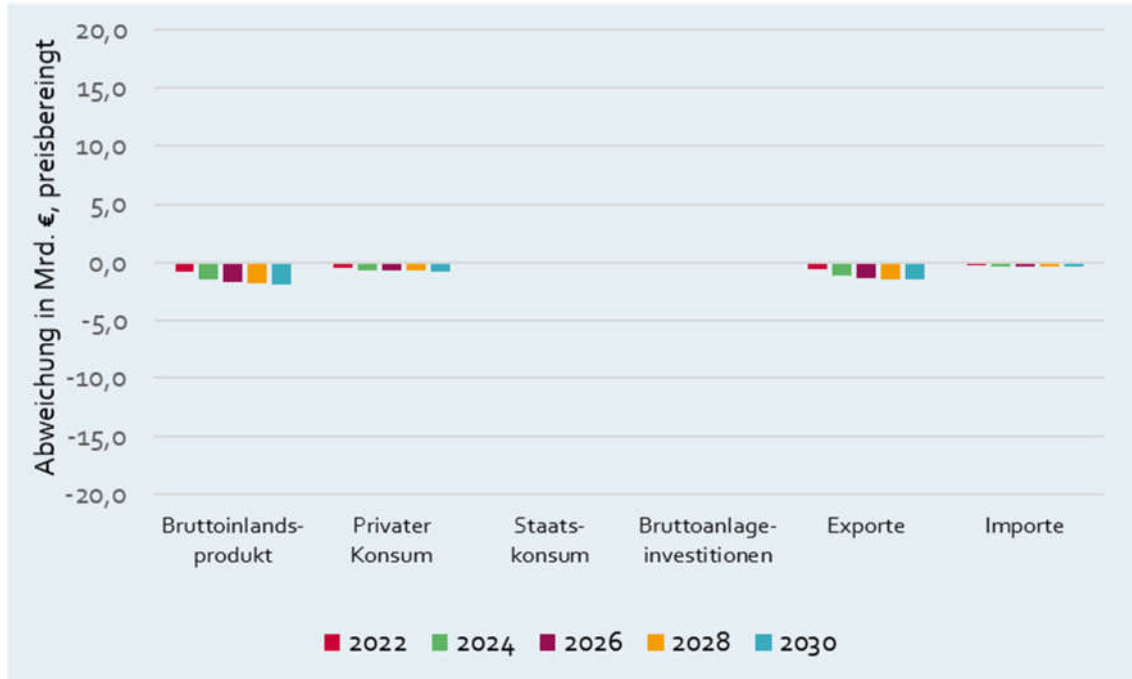
Insgesamt werden 1,7 Mrd. € weniger an Subventionen vergeben. Der Abbau findet schrittweise bis zum Jahr 2025 statt. Infolgedessen steigen die Preise für Energie, energieintensiv hergestellte Produkte wie z. B. Metalle, Papier, Glas sowie der Flug- und Schifffverkehr. Die Energienachfrage sinkt gegenüber der e3.at-Basisprojektion am stärksten im Verkehr und in der Industrie mit jeweils ca. -0,5%. Insgesamt reduziert sich der Endenergieverbrauch bis zu 4 PJ. Für die CO₂-Emissionen bedeutet das einen Rückgang um 0,4 Mt CO₂ gegenüber dem Jahr 2020.

Der Abbau der Subventionen verbessert zwar die finanzielle Situation des Staates, aufgrund des schwächeren BIP-Wachstums aber weniger als die eingesparten Subventionen, da die Einkommensteuern und Sozialbeiträge aufgrund der Einkommenssituation geringer ausfallen.

Exporte und Konsum werden durch die höheren Preise belastet und verlaufen auf einem niedrigeren Wachstumspfad als in der e3.at-Basisprojektion. Die Exporte sind um bis zu -1,4 Mrd. € bzw. -0,6% niedriger, der Konsum der Privathaushalte um bis zu -0,7 Mrd. € bzw. -0,4%. Die Energieimporte gehen um -0,3 Mrd. € zurück.

Das Bruttoinlandsprodukt ist im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion niedriger – auch, weil die eingesparten umweltkontraproduktiven Subventionen – in diesem Teilszenario – nicht zusätzlich für klimafreundliche Zwecke, wie beispielsweise der Finanzierung des ÖPNV, wieder ausgegeben werden.

Abbildung 27: TZ7 – Subventionsabbau: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion

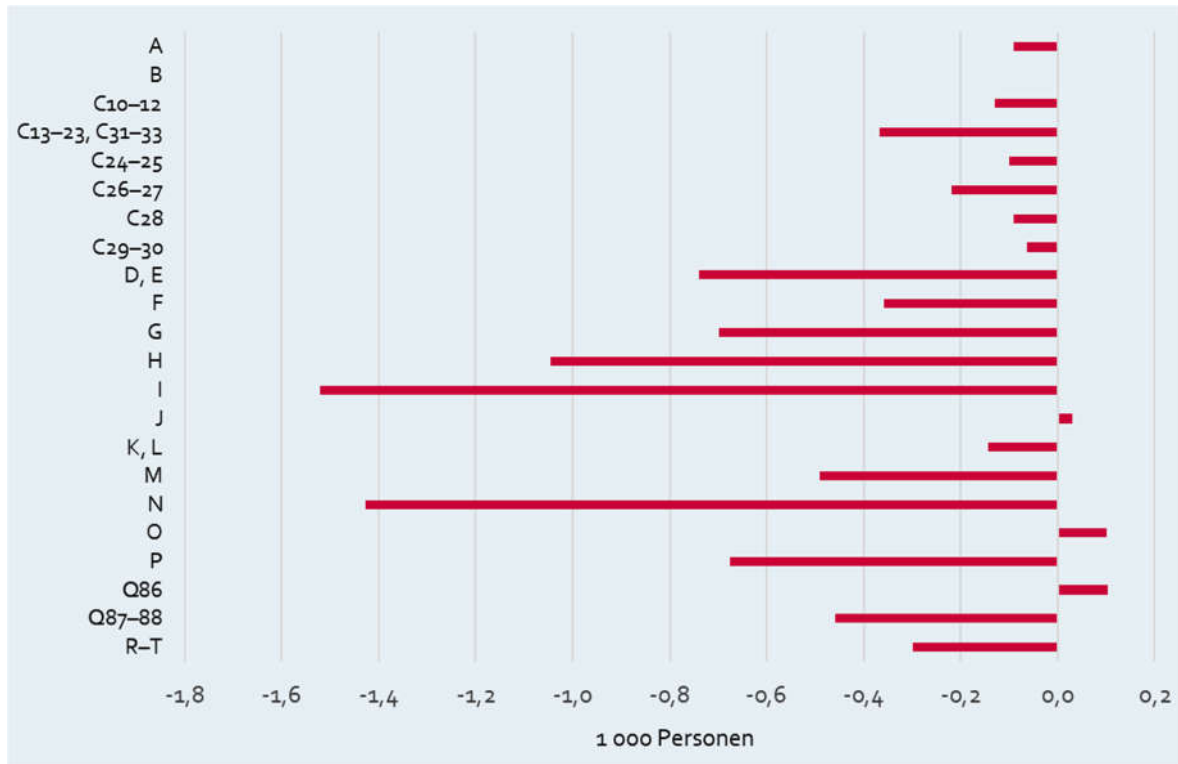


Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

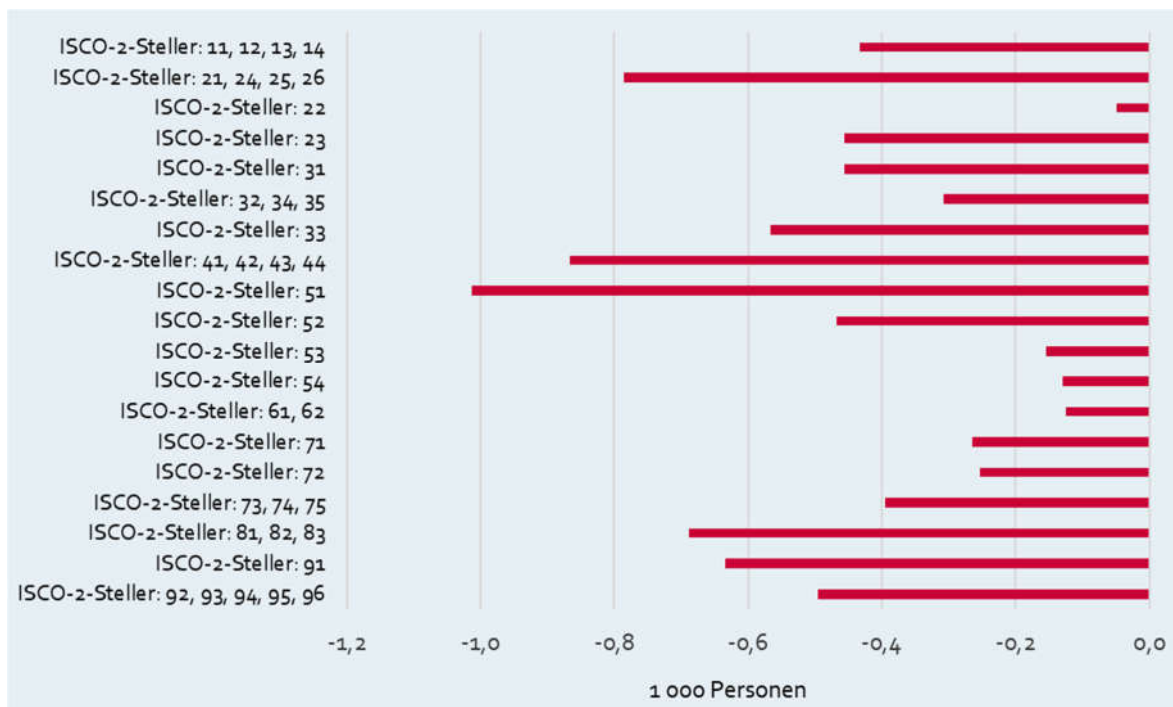
Die Skalierung der y-Achse wurde aufgrund der besseren Vergleichbarkeit der Effekte in den Teilszenarien und im Gesamtszenario gewählt.

Das Beschäftigungsniveau verringert sich bei geringerem Produktionsniveau um 8,5 Tsd. Personen gegenüber der e3.at-Basisprojektion. Neben den Branchen, die direkt von dem Subventionsabbau und damit höheren Preisen für Güter und Verkehrsdienstleistungen betroffen sind, wie der Energie- und Verkehrssektor (-0,6 Tsd. bzw. -1 Tsd. Personen), sind indirekte Auswirkungen via Einkommensveränderung auch für Konsumgüterbereiche (u. a. Beherbergung und Gastronomie) zu sehen.

Abbildung 28: TZ7 – Subventionsabbau: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030



A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10-12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13-23, C31-33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24-25** Metallerzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallerz. **C26-27** Herstellung v. DV-geräten, elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29-30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen; **N** Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87-88** Heime, Sozialwesen; **R-T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte



ISCO-2-St.: 11, 12, 13, 14 GeschäftsführerInnen, Führungskräfte; **ISCO-2-St.: 21, 24, 25, 26** Natur-, Sozialwissenschaftler-, Mathematiker-, IngenieurInnen, BWLerInnen, IKT, JuristInnen, Kulturberufe; **ISCO-2-St.: 22** Akademische, verwandte Gesundheitsberufe; **ISCO-2-St.: 23** Lehrkräfte; **ISCO-2-St.: 31** Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 32, 34, 35** Assistenzberufe im Gesundheitswesen, nicht akademische juristische, sozialpflegerische, kulturelle u. verwandte Fachkräfte, IKT; **ISCO-2-St.: 33** Nicht akademische betriebswirtschaftliche, kaufmännische FK, Verwaltungsfachkräfte; **ISCO-2-St.: 41, 42, 43, 44** Büro- und Sekretariatskräfte, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 51** Berufe im Bereich personenbezogener DL; **ISCO-2-St.: 52** Verkaufskräfte; **ISCO-2-St.: 53** Betreuungsberufe; **ISCO-2-St.: 54** Schutzkräfte, Sicherheitsbedienstete; **ISCO-2-St.: 61, 62** Fachkräfte in der Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; **ISCO-2-St.: 71** (Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen; **ISCO-2-St.: 72** MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 73, 74, 75** Präzisions-, Kunsthandwerker-, Drucker-, Elektriker-, ElektronikerInnen, Nahrungsmittel-, Holzverarbeitung, BekleidungsherstellerInnen, verw. handwerkliche Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 81, 82, 83** BedienerInnen stationärer u. mobiler Anlagen, Maschinen, Montageberufe, FahrzeugführerInnen; **ISCO-2-St.: 91** Reinigungspersonal, Hilfskräfte; **ISCO-2-St.: 92, 93, 94, 95, 96** Hilfsarbeiter-, Straßenhändler-, AbfallentsorgungsarbeiterInnen, sonst. Hilfskräfte
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

2.8 Maßnahmen im Verkehrssektor

Die folgenden Annahmen liegen diesem Teilszenario zugrunde:

- 2 Mrd. € p. a. (preisbereinigt) für Investitionen in Elektrobusse und Ladestationen
- Staat finanziert die notwendigen Investitionen vollständig
- 50% der Pkw-Fahrleistung bis zum Jahr 2030 mit E-Pkw

- Radverkehr verdrängt Pkw-Fahrleistung in Höhe von 6 Mio. km
- Nachfrage nach ÖPNV steigt um 20 Mio. km
- Günstigere Ticketpreise (123-Ticket) finanziert der Staat mit 1 Mrd. €

Die Reduktion der Pkw-Fahrleistungen und der Umstieg auf Elektroautos und -busse reduzieren den fossilen Treibstoffeinsatz. Für die CO₂-Emissionen im Verkehr bedeutet das einen Rückgang um bis zu 2 Mt CO₂ gegenüber der e3.at-Basisprojektion. Im Energiesektor sind die CO₂-Emissionen durch den steigenden Strombedarf höher, der in diesem Teilszenario auch fossil erzeugt wird.

In diesem Teilszenario wird keines der Ziele Österreichs erreicht. Durch den steigenden Stromverbrauch fällt der Anteil EE an der Stromerzeugung sogar etwas niedriger aus als in der e3.at-Basisprojektion. Bei der Primärenergieintensität, dem Anteil EE am Bruttoendenergieverbrauch, wird sich dem Ziel zumindest weiter angenähert.

Die Konsumausgaben der privaten Haushalte steigen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion um bis zu 1,7 Mrd. € bzw. 1% (Abbildung 29). Dabei ändert sich die Konsumstruktur: Die Reduktion der Ticketpreise für den ÖPNV bedeutet einen Zuwachs am Konsumverwendungszweck „Verkehrsdienstleistungen“ von 6% gegenüber der e3.at-Basisreduktion. Anstatt den eigenen Pkw zu nutzen, wird öfter auf den ÖPNV umgestiegen und auch das Fahrrad genutzt. Die Pkw-Fahrleistungen reduzieren sich infolgedessen. Zudem werden 50% der Fahrleistungen mit Elektro-Pkw zurückgelegt. Die Treibstoffnachfrage der Privathaushalte reduziert sich daher um 8% und die Konsumausgaben für „Strom, Gas, Brennstoffe“ steigen um knapp 13% gegenüber der e3.at-Basisprojektion.

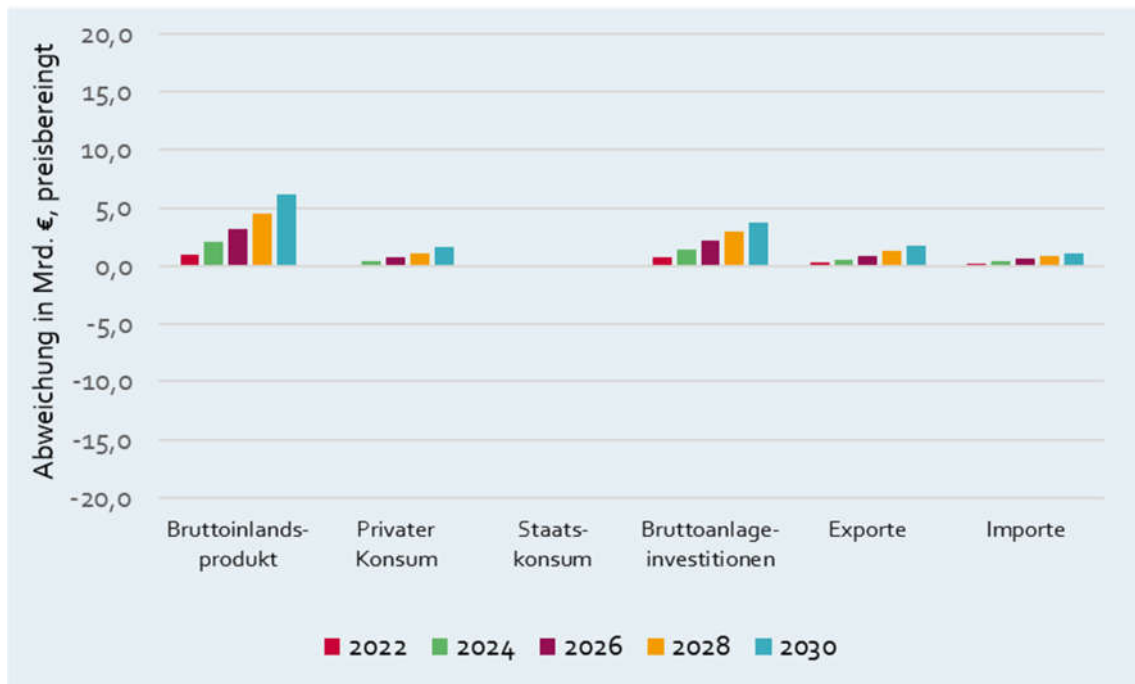
Für den Kauf von E-Pkw müssen im Durchschnitt etwa 1.000 €¹⁶ mehr als für Pkws mit konventionellen Antrieben gezahlt werden. Im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion ist die Nachfrage nach Pkw um bis zu 3% niedriger – auch wegen des Umstiegs auf den ÖPNV.

Voraussetzung für den Umstieg auf Elektroantriebe sind Infrastrukturinvestitionen (z. B. Ladestationen) in Höhe von 2 Mrd. € p. a., die einen positiven Wachstumseffekt haben. Die Importe steigen um bis zu 1 Mrd. € insgesamt. Während Importe von

¹⁶ https://assets.adac.de/image/upload/v1581676073/ADAC-eV/KOR/Text/PDF/ADAC_Kostenvergleich_-_Elektrofahrzeuge_gegen_Benziner_und_Diesel_Winter-Fru%CC%88jahr_2020_ztuenn.pdf, abgerufen am 10.06.2020.

Metallerzeugnissen, elektrischen Ausrüstungen, Datenverarbeitungsgeräten, Maschinen sowie energetischen Produkten für die zusätzliche Stromerzeugung steigen, reduzieren sich die Mineralölimporte. Die Wirkung auf die Mineralölimporte bleibt langfristig bestehen und stützt das Bruttoinlandsprodukt auch dann, wenn alle Investitionen getätigt worden sind.

Abbildung 29: TZ8 – Verkehr: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion



Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Die Skalierung der y-Achse wurde aufgrund der besseren Vergleichbarkeit der Effekte in den Teilszenarien und im Gesamtszenario gewählt.

Die Anzahl von Beschäftigten erhöht sich bei steigendem Produktionsniveau um 21 Tsd. Personen. Die größten Zuwächse sind in den Branchen „Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe“ (+3,5 Tsd. Personen), „Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonstige DL“ (+3 Tsd. Personen) und „Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung und Entwicklung, Werbung, sonstige freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen“ (+ gut 2 Tsd. Personen) zu verzeichnen. Diese Branchen profitieren vom zusätzlichen Investitionsbedarf in die Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum, wie z. B. den Parkplätzen, die geplant (Architekturbüros) und ausgebaut (Bausektor) werden (Abbildung 30). Zusätzliche Jobs entstehen

auch in der Branche „Erziehung und Unterricht“ (knapp +2 Tsd. Personen). Vor allem die Branchen „Forschung und Entwicklung“, „Lagereleistungen, sonst. DL für den Verkehr“ und „DL d. Unternehmensführung u. -beratung“ weisen eine hohe Nachfrage nach Weiterbildungs- und Beratungsleistungen auf, die in dieser Branche erfasst werden.

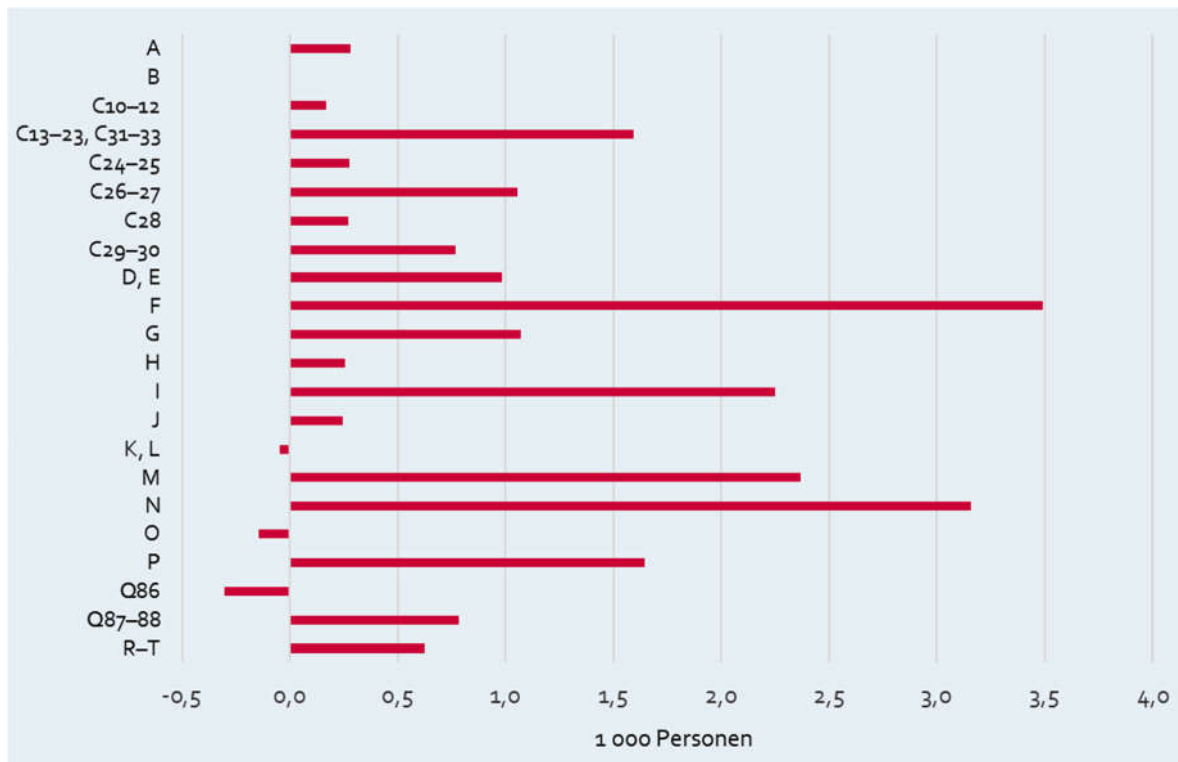
Das Beschäftigungsniveau im Bereich „Verkehr, Lagerei und Post“ wird von mehreren gegenläufigen Effekten beeinflusst. Einerseits ist die Nachfrage nach Tankstellendienstleistungen niedriger und wirkt negativ auf die Beschäftigung in dieser Branche, andererseits werden mehr Verkehrsdienstleistungen von den privaten Haushalten und u. a. dem Großhandel nachgefragt. Insgesamt steigt die Beschäftigung leicht an.

Zudem bewirken Einkommenseffekte eine größere Nachfrage und damit Beschäftigung u. a. in der Branche „Beherbergung, Gastronomie“ (+2 Tsd. Personen).

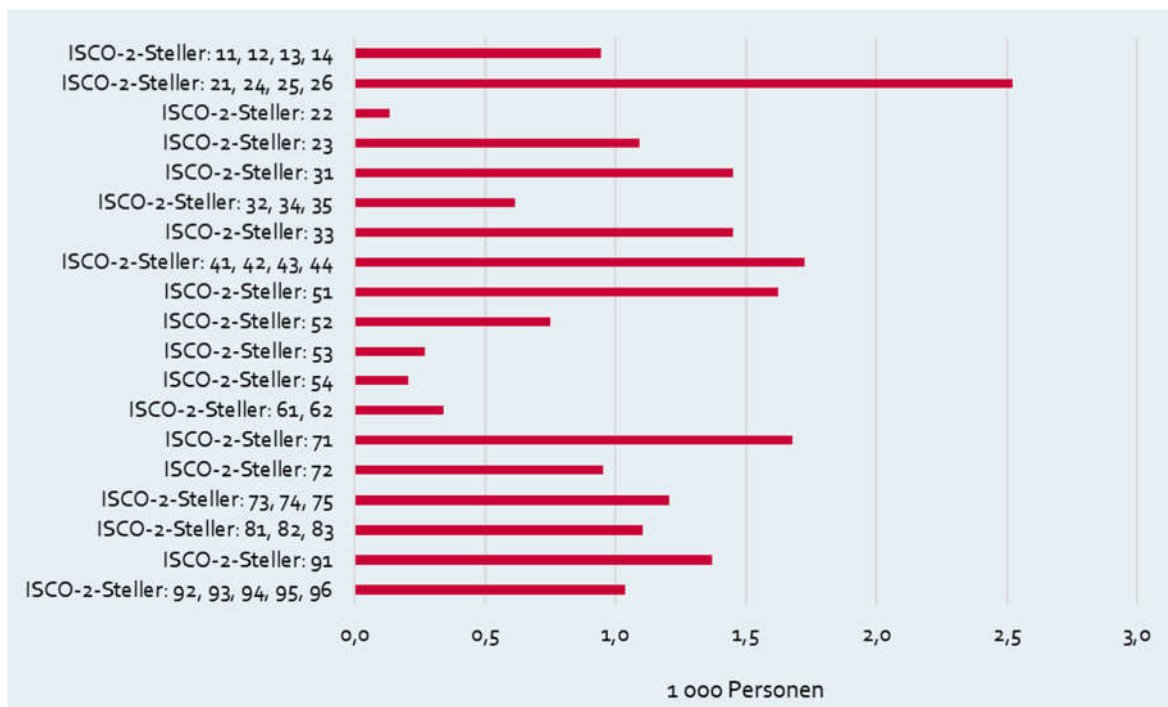
Die Veränderung der Beschäftigten in den Branchen spiegelt sich auch in den Berufsfeldern wider. Ein stark vertretenes Berufsfeld im Baugewerbe sind die „(Aus-)Baufachkräfte u. verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen“ (+1,7 Tsd. Personen). Das Berufsfeld „Berufe im Bereich personenbezogener DL“ (+1,6 Tsd. Personen) verzeichnet einen Anstieg infolge der Mehrbeschäftigung in der Branche „Beherbergung und Gastronomie“. Das Berufsfeld „NaturwissenschaftlerInnen, MathematikerInnen, IngenieurInnen, BWLerInnen, IKT, JuristInnen, SozialwissenschaftlerInnen, Kulturberufe“ ist in mehreren Branchen relevant. Daher ist der Zuwachs mit 2,5 Tsd. Personen am größten.

Die Veränderungen im Gesundheitswesen sind gemessen an der Zahl der dort Beschäftigten sehr klein. Da das Szenario insgesamt eine Beschäftigungssteigerung ausweist, verändern sich die Verhältnisse auf dem Arbeitsmarkt zugunsten der ArbeitnehmerInnen. Die Folge sind Lohnsteigerungen. Branchen (wie dem Gesundheitswesen), die nicht unmittelbar oder wenigsten mittelbar von den Maßnahmen profitieren, sind aber auch von allgemeinen Preis- und Lohnsteigerungen betroffen.

Abbildung 30: TZ8 – Verkehr: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030



A Land- Forstwirtschaft, Jagd, Fischerei; **B** Bergbau u. verbundene DL; **C10–12** Herstellung v. Nahrungs-, Futtermitteln, Getränken, Tabak; **C13–23, C31–33** Herstellung v. Textil, Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kokerei, Chemie, Gummi, Glas, Möbel, sonst. Waren, Rep. u. Installation; **C24–25** Metallherzeugung, u. -bearbeitung, Herstellung v. Metallherz. **C26–27** Herstellung v. DV-geräten, elektronische, optische Erzeugnisse, elektr. Ausrüstungen; **C28** Maschinenbau; **C29–30** Herstellung v. Kraftwagen, -teilen, sonst. Fahrzeugbau; **D, E** Energie, Wasser, Abwasser, Abfall, Rückgewinnung, sonst. Entsorgung; **F** Hoch-, Tiefbau, vorbereitende Baustellenarbeiten, sonst. Ausbaugewerbe; **G** Groß-, Einzelhandel inkl. Kfz; **H** Verkehr, Lagerei, Post; **I** Beherbergung, Gastronomie; **J** Verlag, TV, Kino, Rundfunk, Telekommunikations-, Informationsdienstleistungen; **K, L** Finanzdienstleistungen, Versicherung, Grundstücks-, Wohnungswesen; **M** Rechts-, Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung, ArchitektInnen, Forschung u. Entwicklung, Werbung, sonst. freiberufliche Tätigkeiten, Veterinärwesen; **N** Vermietung von beweglichen Sachen, Arbeitskräftevermittlung, Reisebüros, Wachdienste, sonst. DL; **O** Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung; **P** Erziehung und Unterricht; **Q86** Gesundheitswesen; **Q87–88** Heime, Sozialwesen; **R–T** Kreative Tätigkeiten, Bibliotheken, Sport, Kirchen, Reparaturdienstleistungen, priv. Haushalte



ISCO-2-St.: 11, 12, 13, 14 GeschäftsführerInnen, Führungskräfte; **ISCO-2-St.: 21, 24, 25, 26** Natur-, Sozialwissenschaftler-, Mathematiker-, IngenieurInnen, BWLerInnen, IKT, JuristInnen, Kulturberufe; **ISCO-2-St.: 22** Akademische, verwandte Gesundheitsberufe; **ISCO-2-St.: 23** Lehrkräfte; **ISCO-2-St.: 31** Ingenieurtechnische, vergleichbare Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 32, 34, 35** Assistenzberufe im Gesundheitswesen, nicht akademische juristische, sozialpflegerische, kulturelle u. verwandte Fachkräfte, IKT; **ISCO-2-St.: 33** Nicht akademische betriebswirtschaftliche, kaufmännische FK, Verwaltungsfachkräfte; **ISCO-2-St.: 41, 42, 43, 44** Büro- und Sekretariatskräfte, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 51** Berufe im Bereich personenbezogener DL; **ISCO-2-St.: 52** Verkaufskräfte; **ISCO-2-St.: 53** Betreuungsberufe; **ISCO-2-St.: 54** Schutzkräfte, Sicherheitsbedienstete; **ISCO-2-St.: 61, 62** Fachkräfte in der Land-, Forstwirtschaft, Fischerei, Jagd; **ISCO-2-St.: 71** (Aus-)Baufachkräfte, verwandte Berufe, exkl. ElektrikerInnen; **ISCO-2-St.: 72** MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen, verwandte Berufe; **ISCO-2-St.: 73, 74, 75** Präzisions-, Kunsthandwerker-, Drucker-, Elektriker-, ElektronikerInnen, Nahrungsmittel-, Holzverarbeitung, BekleidungsherstellerInnen, verw. handwerkliche Fachkräfte; **ISCO-2-St.: 81, 82, 83** BedienerInnen stationärer u. mobiler Anlagen, Maschinen, Montageberufe, FahrzeugführerInnen; **ISCO-2-St.: 91** Reinigungspersonal, Hilfskräfte; **ISCO-2-St.: 92, 93, 94, 95, 96** Hilfsarbeiter-, Straßenhändler-, AbfallentsorgungsarbeiterInnen, sonst. Hilfskräfte
Quelle: eigene Berechnungen mit e3.at

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Berufsfelder – gewählte Gliederung der Berufe gemäß der Ö-ISCO 08 . 9	
Tabelle 2: Zusammengefasste Branchen – gewählte Gliederung der Wirtschaftszweige gemäß der ÖNACE 2008	10
Tabelle 3: Effekte der Klimaschutzmaßnahmen im Bereich Verkehr	39
Tabelle 4: Überblick über nicht modellierte Maßnahmen und ihre erwarteten CO ₂ -Einsparungen	44
Tabelle 5: Maßnahmen in den Sektoren im Überblick	46
Tabelle 6: CO ₂ -Einsparungen in Mt der Teilszenarien im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030	75
Tabelle 7: Symmetrische Input-Output-Tabelle 2016	82
Tabelle 8: Energieinputkoeffizienten 2016	86
Tabelle 9: Materialeinsatz in Mio. € im verarbeitenden Gewerbe 2016	92
Tabelle 10: Materialinputkoeffizienten für Branchen des verarbeitenden Gewerbes (2016)	94
Tabelle 11: CO ₂ -Steuererhöhung in 3 Stufen in €/t CO ₂ nach Energieträgern	99

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Möglichkeiten der Ergebnisdarstellung	41
Abbildung 2: Transformationsszenario – Zielerreichungsgrad für ausgewählte Energie- und CO ₂ -Kennzahlen, 2015–2030	48
Abbildung 3: Transformationsszenario – Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.....	49
Abbildung 4: Transformationsszenario – Veränderungen der Konsumverwendungszwecke der Privathaushalte im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.....	50
Abbildung 5: Transformationsszenario – Veränderungen der Anzahl von Beschäftigten nach Branchen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion	52
Abbildung 6: Transformationsszenario – Veränderungen der Anzahl von Beschäftigten nach Branchen und Teilszenarien im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.....	53
Abbildung 7: Transformationsszenario: Veränderungen der Anzahl von Beschäftigten nach Berufsfeldern im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion	56
Abbildung 8: Zielerreichungsszenario – Zielerreichung für ausgewählte Energie- und CO ₂ -Kennzahlen, 2015–2030	58
Abbildung 9: Zielerreichungsszenario – Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.....	59
Abbildung 10: Zielerreichungsszenario – Veränderungen der Anzahl von Beschäftigten nach Branchen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion	61
Abbildung 11: Zielerreichungsszenario – Veränderungen der Anzahl von Beschäftigten nach Berufsfeldern im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion	62
Abbildung 12: Schematische Abbildung der Modellstruktur von e3.at	68
Abbildung 13: Detailansicht e3.at – Arbeitsmarkt.....	73
Abbildung 14: TZ1 – Gebäude: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.....	77
Abbildung 15: TZ1 – Gebäude: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030.....	79
Abbildung 16: TZ2 – EE Strom: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.....	83
Abbildung 17: TZ2 – EE Strom: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030.....	84

Abbildung 18: TZ3 – Energieeffizienz: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion	89
Abbildung 19: TZ3 – Energieeffizienz: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030	90
Abbildung 20: TZ4 – Ressourceneffizienz: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.....	95
Abbildung 21: TZ4 – Ressourceneffizienz: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030	96
Abbildung 22: TZ5 – CO ₂ -Steuer: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.....	101
Abbildung 23: TZ5 – CO ₂ -Steuer: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030	102
Abbildung 24: Emissionsanteile der Industrien im EHS (2017).....	104
Abbildung 25: TZ6 – Emissionshandel: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion	106
Abbildung 26: TZ6 – Emissionshandel: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030	107
Abbildung 27: TZ7 – Subventionsabbau: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.....	110
Abbildung 28: TZ7 – Subventionsabbau: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030	111
Abbildung 29: TZ8 – Verkehr: Veränderungen des Bruttoinlandsproduktes und seiner Komponenten im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion.....	114
Abbildung 30: TZ8 – Verkehr: Zahl der Beschäftigten nach Wirtschaftszweigen und Berufsgruppen im Vergleich zur e3.at-Basisprojektion im Jahr 2030.....	116

Literaturverzeichnis

Agora Energiewende und Wuppertal Institut (2019): Klimaneutrale Industrie: Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement. Berlin, November 2019. www.agora-energiewende.de

Aderl, Brigitte/Brand, Ulrich/Buxbaum, Adi/Ederer, Stefan/Fazi, Thomas/Feigl, Georg/Gerold, Stefani/Godar, Sarah/Christoph, Görg/Gratzer, Alexander/Greil, Franz/Griesser, Markus/Guger, Alois/Heimberger, Philipp/Högelsberger, Heinz/Kitzmantel, Edith/Köppl, Angela/Leodolter, Sylvia/Marterbauer, Markus/Pirklbauer, Sybille/Poyntner Philipp/Schnell, Philipp/Schratzenstaller, Margit/Schüchner, Vucko/Schweitzer, Tobias/Schwendiger, Michael/Soder, Michael/Straflinger, Heidemarie/Streissler, Christoph/Sturtzman, Iris/Tempel, Norbert/Thoman, Josef/Trockner, Lukas/Tröger, Nina/Truger, Achim/Walterskirchen, Ewald/Wegscheider-Pichler, Alexandra/Wukovitsch, Florian (2019): Wohlstand der Zukunft – Investition für eine sozial-ökologische Wende [zitiert als AK 2019]. Arbeiterkammer Wien.

Almon, Clopper (1991). The INFORUM Approach to Interindustry Modeling. Economic Systems Research 3.

Anderl, Michael/Friedrich Angela/Gangl Marion/Haider Simone/Kampel Elisabeth/Köther Traute/Krich Martin (2019): Austria's national inventory report 2019. Edited by Klaus Radunsky, Umweltbundesamt REP-0677.

Aubauer, Hans Peter/Gerhard Bruckmann (1985): Eine Energie- und Rohstoffabgabe statt der Besteuerung von Mehrwertschaffung und Arbeitseinsatz. Wirtschaftspolitische Blätter 4/1985.

Biermayr, Peter (2019): Erneuerbare Energie in Zahlen 2018.

Binswanger, Hans-Christoph/Heinz Frisch/Hans G. Nutzunger (1983): Arbeit ohne Umweltzerstörung. Frankfurt/M: S.Fischer

Bointner, Raphael/Biermayr, Peter/Goers, Sebastian/Streit-Maier, Joachim/Tichler, Robert (2013): Wirtschaftskraft Erneuerbarer Energie in Österreich und Erneuerbare Energie in Zahlen. Blue Globe Report Erneuerbare

Energien #1&2013. Klima- und Energiefonds (Hg.).
<https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/6/BGR12013Klimafonds-Nr.EEEconRES.pdf>

Budgetdienst der Republik Österreich (2019): Verteilungswirkungen einer CO₂-Steuer auf Haushaltsebene.

Bundesarbeiterkammer (2019): Forderungen an die nächste Bundesregierung. Wien.

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018a): Klima- und Energieziele. Monitoringreport.

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018b): RESET2020 – die Neue Ressourceneffizienz-Initiative.

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019a): Fortschrittsbericht 2019 Gemäß Art. 24 (1), Richtlinie 2012/27/EU. 24 (1).

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019b): Integrierter nationaler Energie- und Klimaplan für Österreich Periode 2021–2030. Gemäß Verordnung (EU) 2018/1999 des Europäischen Parlaments und des Rates über das Governance-System für die Energieunion und den Klimaschutz, Wien.

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus/Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (2018): #mission 2030. Die Klima- und Energiestrategie der Österreichischen Bundesregierung.

Deutsche Energie-Agentur (dena) (2018): Integrierte Energiewende. Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050. Berlin.

Deutsche Handelskammer in Österreich/Mittelstand Global Exportinitiative Energie (2018): Österreich. Energieeffizienz bei industriellen Anlagen und in Industriegebäude. Zielmarktanalyse 2019 mit Profilen der Marktakteure. Wien.

Die neue Volkspartei/Die Grünen (2020): Regierungsprogramm 2020–2024.

Distelkamp, Martin/Meyer, Mark (2018): Langfristszenarien und Potenziale zur Ressourceneffizienz in Deutschland im globalen Kontext – quantitative Abschätzungen mit dem Modell GINFORS. Modelle, Potentiale und Langfristszenarien für Ressourceneffizienz (SimRess). UBA Texte 50/2018, Dessau.

Economica (2013): Der ökonomische Fussabdruck des Systems Bahn. Wien.

Edenhofer, Ottmar/Flachsland, Christian/Wolff, Christoph/Schmid, Lisa Katharina/Leipprand, Anna/Koch, Nicolas/Kornek, Ulrike/Pahle, Michael (2017): Decarbonization and EU ETS Reform: Introducing a price floor to drive low-carbon investments. MCC Policy Paper. https://www.mcc-berlin.net/fileadmin/data/C18_MCC_Publications/Decarbonization_EU_ETS_Reform_Policy_Paper.pdf

Ekins, Paul/Speck, Stefan (Hg.) (2011): Environmental Tax Reform (ETR) – a Policy for Green Growth. Oxford University Press, New York.

Ellen MacArthur Foundation (2017): Circular Economy System Diagram.

Europäische Kommission (2019): Ein europäischer grüner Deal.

Europäische Union (2018): Verordnung 2018/842 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018. Vol. 252/2013.

Frank-Stocker, Andrea/Großmann Anett (2019): Ergebnisse aus dem MeetPASS-Projekt: Working Paper No . 6., S. 1–25.

Frey, Philip (2019): The Ecological Limits of Work: on carbon emissions, carbon budgets and working time.

Gansterer, Markus (2018): VCÖ-Factsheet 2018-06 – Klimaziel nur erreichbar mit mehr Bahn im Güterverkehr – Mobilität mit Zukunft.

Geringer, Bernhard/Sihn Wilfried/Bauer Christian/Gommel Henrik (2012): Elektromobilität – Chancen für die Öösterreichische Wirtschaft. Elektrotechnik und Informationstechnik (Hg.): 129 (3),S. 118–22. <https://doi.org/10.1007/s00502-012-0089-x>.

Graichen, Patrick/Deutsch, Matthias/Graf, Andreas/Podewils, Christoph/Marthe Kleiner, Mara/Buck, Matthias/Hauser, Philipp/Franz, Juliane/Görlach, Janne (2019): Klimaneutrale Industrie Schlüsseltechnologien und Politikoptionen für Stahl, Chemie und Zement. Berlin.

Großmann, Anett/Wolter, Marc Ingo/Stocker, Andrea/Polzin, Christine/Aigner, Ernest (2013): Energie und Verteilung: Die Situation der Privaten Haushalte. Working Paper Nr. 3 des Projekts KONSENS: KonsumentInnen und Energiesparmaßnahmen: Modellierung von Auswirkungen energiepolitischer Maßnahmen auf KonsumentInnen. Osnabrück, Wien.

Großmann, Anett/Lutz, Christian/Meyer, Bernd/Wiebe, Kirsten/Wolter, Marc Ingo (2013): Wissenschaftliche Studie zur Modellierung und Simulierung einer ökosozialen Steuerstrukturreform in Österreich. Studie im Auftrag des Ökosozialen Forums Österreich, Julius Raab Stiftung, Energie Steiermark AG, Gewerkschaft PRO-GE, Senat der Wirtschaft Österreich e.V., Greenpeace, Schachinger Logistik, Global 2000. Endbericht, Osnabrück.

Großmann, Anett/Lutz, Christian/Meyer, Bernd/Wiebe, Kirsten S./Wolter, Marc Ingo (2015): Eine ökologische und soziale Steuerreform für Österreich. Hintergrundpapier auf Basis von Modellierung der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung mbH. https://www.global2000.at/sites/global/files/studie_oekologisch_und_soiales_Steuermodell.pdf

Großmann, Anett/Wolter, Marc Ingo/Bernardt, Florian/Mönnig, Anke/Frank-Stocker, Andrea (2019): Evaluation von Klimaschutzmaßnahmen mit dem Modell e3.at. meetPASS: meeting the Paris Agreement and Supporting Sustainability, Working Paper No. 5, Osnabrück, Wien.

Großmann, Anett/Wolter, Marc Ingo/Frank-Stocker, Andrea/Hinterberger, Fritz (2017): Szenarienanalyse mit dem Modell e3.at – Modellierung defizitfinanzierter Maßnahmen expansiver Wirtschaftspolitik. GWS Research Report 2017/1, Osnabrück.

Haas, Reinhard/Resch, Gustav/Burgholzer, Bettina/Totschnig, Gerhard/Lettner, Georg/Auer, Hans/Geipel, Jasper (2017): Stromzukunft Österreich 2030. Technische Universität Wien.

Hartard, Susanne/Schaffer, Axel/Stahmer, Carsten (2006): Die Halbtagsgesellschaft: Konkrete Utopie für eine zukunftsfähige Gesellschaft. Baden-Baden: Nomos.

Heinfellner, Holger/Ibesich, Nick/Lichtblau, Günther/Stranner, Gudrun/Svehla-Stix, Sigrid/Vogel, Johanna/Wedler, Michael/Winter, Ralf (2019). Sachstandsbericht Mobilität und mögliche Zielpfade zur Erreichung der Klimaziele 2050 mit dem Zwischenziel bis 2030. Endbericht. Wien: Umweltbundesamt Report REP-0688.

Hildebrandt, Eckart (2016): Anders Arbeiten. CONTRASTE (Hg.): (233)2004, S. 9–10.

Hinterberger, Fritz/Püls, Lea (2020): Klimapolitische Maßnahmen zur Erreichung der Ziele von Paris im Jahr 2030. Working Paper 2: Literaturrecherche von ausgewählten (klimapolitischen) Maßnahmen in Österreich, deren zu erwartenden Kosten und deren Auswirkungen auf den CO₂-Ausstoß und auf die Beschäftigung. Im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit, Jugend und Familie im Rahmen des Projektes „Auswirkungen von klimapolitischen Maßnahmen auf den österreichischen Arbeitsmarkt.“

Hinterberger, Friedrich/Stadler, Eva Maria/Tischer, Jenni (2020): Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum. Wien: Kapitel für den Perspektivenbericht im UniNEtZ-Projekt.

Kirchner, Mathias/ Sommer Mark/Kettner-Marx Claudia/ Kletzan-Slamanig Daniela/ Köberl Katharina/ Kratena Kurt (2018): CO₂ Tax Scenarios for Austria and the Economy. Wien: WIFO Working Paper 558.

Kletzan-Slamanig, Daniela/Köppl, Angela (2016): Subventionen und Steuern mit Umweltrelevanz in den Bereichen Energie und Verkehr. S. 1–95.

Knight, Kyle/Rosa, Eugene A./Schor, Juliet B. (2012): Reducing growth to achieve environmental sustainability: the role of work hours. Political Economy Research Institute, University of Massachusetts Amherst.

Kirchengast, Gottfried/Kromp-Kolb, Helga/Steininger Karl/Stagl, Sigrid/ Kirchner, Mathias/Ambach, Christoph/Grohs, Julia/Gutsohn, Andrea/Peisker, Jonas/ Strunk, Birte (2019): Referenzplan als Grundlage für einen

wissenschaftlich fundierten und mit den Pariser Klimazielen in Einklang stehenden Nationalen Energie- und Klimaplan für Österreich [zitiert als CCCA 2019]. Österreich (Ref-NEKP) — Gesamtband, November 2019, 204 S., CCCA Wien-Graz. – Verlag der ÖAW, Wien, Österreich. Online unter: <https://ccca.ac.at/refnekp>

Kohlhaas, Michael (2005): Gesamtwirtschaftliche Effekte der ökologischen Steuerreform. Berlin: Umweltbundesamt.

Kords, Martin (2019): Statistiken zum Strommarkt in Österreich. Statista.

Kranzl, Lukas/Müller, Andreas/Maia, Iná/Büchele, Richard/Hartner, Michael (2018): Wärmезukunft 2050. Erfordernisse und Konsequenzen der Dekarbonisierung von Raumwärme und Warmwasserbereitstellung in Österreich Kurzfassung.

Lehr, Ulrike/Wolter, Marc Ingo/Großmann, Anett/Wiebe, Kirsten Svenja/Fleissner, Peter (2016): Knappe Metalle, Peak Oil und mögliche wirtschaftliche Folgen – Vergleich zweier ökonomischer Modelle zu möglichen Folgen von Verfügbarkeitsgrenzen bei fossilen Energien und Metallen. In: Exner, Andreas/Held, Martin/Kümmerer, Klaus (Hg.): Kritische Metalle in der Großen Transformation, S. 235–248, Springer.

Lehr, Ulrike/Edler, Dietmar/O’Sullivan, Marlene/Peter, Frank/Bickel, Peter (2015): Beschäftigung durch erneuerbare Energie in Deutschland: Ausbau und Betrieb, heute und morgen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Endbericht. https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Studien/Systemanalyse/Beschaeftigung_durch_EE_2015.pdf

Littig, Beate (2016): Nachhaltige Zukünfte von Arbeit? Geschlechterpolitische Betrachtungen. In nachhaltige Arbeit. Soziologische Beiträge zur Neubestimmung der gesellschaftlichen Naturverhältnisse (Hg.): Frankfurt/New York: Campus-Verlag.

Lutz, Christian/Lindenberger, Dietmar/Schlesinger, Michael/Großmann, Annett/Lehr, Ulrike/Knaut, Andreas/Malischek, R., Paulus, S., Tode, Christian/Wagner, Johannes/Kemmler, A., Ley, Andrea/Piégsa, Alexander/Straßburg, Samuel/Koziel, Sylvie (2014): Gesamtwirtschaftliche Effekte der Energiewende [zitiert als GWS, EWI & Prognos 2014]. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Osnabrück, Köln, Basel.

Lutz, Christian/Wolter, Marc Ingo/Lehr, Ulrike (2020): Die Post-Corona-Welt. Investitionen für Wirtschaft und Umwelt. GWS-Kurzmitteilung 2020/04.
http://www.gws-os.com/downloads/GWS-Kurzmitteilung_2020_04.pdf

Maier, Tobias/Zika, Gerd/Mönnig, Anke/Wolter, Marc Ingo/Kalinowski, Michael/Hänisch, Carsten/Helmrich, Robert/Schandock, Manuel/Neuber-Pohl, Caroline/Bott, Peter/Hummel, Markus (2014): Löhne und berufliche Flexibilitäten als Determinanten des interaktiven QuBe-Arbeitsmarktmodells. Ein Methodenbericht zur Basisprojektion der dritten Welle der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen. Wissenschaftliche Diskussionspapiere, Schriftenreihe des Bundesinstituts für Berufsbildung (BIBB), Heft 148, Bonn.

meetPASS (2019): MeetPASS – Making a Sustainable Economy Tangible.

Mesch, Michael (2014): Der Berufsstrukturwandel der Beschäftigung in Österreich 1991–2012, S. 445–494, *Wirtschaft und Gesellschaft* 40. Jahrgang (2014), Heft 3.

Meyer, Bernd/Distelkamp, Meyer/Beringer, Tim (2005): Report about Integrated Scenario Interpretation GINFORS/LPJmL Results. Deliverable D3. 7a within the POLFREE Project (Hg.): no. 3083712015 [zitiert als POLFREE 2005].
<https://www.ucl.ac.uk/digital-presence/polfree/publications/publications-2014/report-d37a.pdf>

ÖGB (2020): 4-Tage-Woche für das Klima. Ein Arbeitstag weniger pro Woche würde rund 250.000 Tonnen CO₂ im Jahr einsparen.

Österreichische Energieagentur (2019): 7 Milliarden Euro Kaufkraftabfluss: Energiewende als Chancen für die österreichische Wirtschaft.

Pigou, Arthur (1920): *The Economics of Welfare*. London.

Policy Option For A Resource Efficient Economy (2016): Policy Briefs.

Resch, Gustav/Liebemann Lukas (2016): *Empowering Austria*. TU Wien.

Rockström, Johan/Steffen, Will/ Noone, Kevin/ Persson, Åsa/Chapin, F. Stuart (2009): *A Safe Operating Space for Humanity*.

Schieder, Wolfgang/Lampert, Christopher (2019): Maßnahmen im Gebäudesektor 2009 bis 2018. Wien: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus.

Schleicher, Stefan/Kirchengast, Gottfried (2019): Monitoring der Österreichischen Treibhausgas-Emissionen Bezüglich der im Klimaschutzgesetz festgelegten Höchstmengen.

Schmidt, Johannes/Baumgartner, Johan (2018): 100 Prozent Strom aus Erneuerbarer Energie bis 2030 – A&W-Blog.

Schneller, Andreas/Kahlenborn, Walter/Töpfer, Kora/Thürmer, Amelie/Wunderlich, Clemens/Fiedler, Swantje/Schrems, Isabel/Ekardt, Felix/Lutz, Christian/Großmann, Anett/Schmidt-De Caluwe, Reimund (2020): Sozialverträglicher Klimaschutz – sozialverträgliche Gestaltung von Klimaschutz und Energiewende in Haushalten mit geringem Einkommen. Abschlussbericht, Dessau-Roßlau.

Schumacher, Katja/Wolff, Fanziska/Cludius, Johanna/Fries, Tilman/Hünecke, Katja/Postpischil (2019): Arbeitszeitverkürzung – Gut fürs Klima? Treibhausgasminde rung durch Suffizienzpolitiken im Handlungsfeld „Erwerbsarbeit“. Berlin: Umweltbundesamt.

de Schutter, Liesbeth/Bruckner, Martin/Giljum, Stefan/Klein, Friederike (2015): Heiß und Fettig. Klima & Ernährung in Österreich. Auswirkungen der österreichischen Ernährung auf das Klima.WWF-Studie.

Stabsabteilung Statistik (2019): Die österreichische Verkehrswirtschaft Bundessparte Transport und Verkehr Daten und Fakten 2019,Wirtschaftskammer Österreich.

Statistik Austria (2018a): Ö-ISCO 08. Ö-Version der ISCO 08. Erläuterungen.

Statistik Austria (2018b): Österreich-Energiebilanzen 1970–2018. Wien.

Statistik Austria (2016): Österreich-Energiebilanzen 1970–2016. Wien.

Statistik Austria (2015): Die neue Hochrechnung des Mikrozensus. Methodenbeschreibung.

Steffen, Will/Richardson, Katherine/Rockström, Johan/Cornell, Sarah E./Fetzer, Ingo/Bennett, Elena M./Biggs, Reinette (2015): Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet. *Science* (Hg.): 347 (6223), <https://doi.org/10.1126/science.1259855>.

Stocker, Andrea/Shields, Katy/Hinterberger, Fritz/Großmann, Anett/Distelkamp, Martin (2019): Development of the meetPASS Mitigation Scenario. meetPASS: meeting the Paris Agreement and Supporting Sustainability, Working Paper No. 3, Osnabrück, Wien.

Stocker, Andrea/Großmann, Anett/Hinterberger, Fritz/Wolter, Marc Ingo (2014): A low growth path in Austria: potential causes, consequences and policy options. *Empirica – Journal of European Economics*, doi: 10.1007/s10663-014-9267-x.

Stocker, Andrea/Großmann, Anett/Wolter, Marc Ingo/Pirgmaier, Elke/Hinterberger, Fritz (2011): Auswirkungen einer anhaltenden Wachstumsschwäche. Eine Szenarienanalyse. Publizierbarer Endbericht. Im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz, Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung, Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. Wien.

Stocker, Andrea/Großmann, Anett/Madlener, Reinhard/Wolter, Marc Ingo (2011a): Sustainable energy development in Austria until 2020: Insights from applying the integrated model "e3.at". *Energy Policy*, 39 (10), pp. 6082–6099, doi: 10.1016/j.enpol.2011.07.2009.

Trafico, IVWL Uni Graz, IVT ETH Zürich, Panmobile, Joanneum Research, Wifo (2009): Verkehrsprognose Österreich 2025+. Endbericht, Wien.

Umweltbundesamt (2016): Szenario Erneuerbare Energie 2030 und 2050.

Umweltbundesamt (2019a): GHG Projections and Assessment of Public Policies and Measures in Austria. Wien.

Umweltbundesamt (2019b): Nahzeitprognose der österreichischen Treibhausgas-Emissionen für 2018 (Nowcast2019). Wien.

Verkehrsclub Österreich (VCÖ) (2019): Österreichs neue Regierung gefordert, Frankreichs Vorstoß für EU-weite Flugsteuer zu unterstützen – Mobilität mit Zukunft.

Wolter, Marc Ingo/Großmann, Anett (2020): Strukturwandel von Branchen- und Berufsstrukturen Working Paper 1: Datenlage und Implementierung der erweiterten Arbeitsmarktmodellierung in das Modell e3.at. Im Auftrag des Bundesministeriums für Arbeit, Jugend und Familie im Rahmen des Projektes „Auswirkungen von klimapolitischen Maßnahmen auf den österreichischen Arbeitsmarkt“.

Zechmeister, Andreas/Anderl, Michael/Geiger, Konstantin/Gugele, Bernd/Gössl, Michael/Haider, Simone/Heller, Christian (2017): Klimaschutzbericht: Analyse der Treibhausgas-Emissionen bis 2017. Wien: Umweltbundesamt REP-0702.

Abkürzungen

AK	Arbeiterkammer
BMNT	Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus
CATs	Carbon Taxes in Austria
CO ₂ ^(ä)	Carbondyoxid (Äquivalent)
EHS	Emissionshandelssystem / Emission Trading Scheme
EU	Europäische Union
exkl.	exklusive
FK	Fachkräfte
FuE	Forschung und Entwicklung
ggü.	gegenüber
Gt	Gigatonne(n)
GWS	Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung
inkl.	inklusive
IPCC	International Panel on Climate Change
Kfz	Kraftfahrzeug
Lkw	Lastkraftwagen
MARS	Metropolitan Activity Relocation Simulators
MöSt	Mineralölsteuer
Mrd.	Milliarden
Mt	Megatonne(n)
NEKP	Nationaler Energie- und Klima-Plan
NEMO	Network Emission Models
NoVa	Normverbrauchsabgabe
NRW	Nordrhein-Westfalen
Ö1	Radio Österreich 1
Ö-ISCO	Österreichische Klassifikation der Berufe
ÖNACE	Österreichische Klassifikation der Wirtschaftstätigkeiten
ÖV	Öffentlicher Verkehr

PJ	Petajoule
Pkw	Personenkraftwagen
t	Tonne(n)
THG, THGE	Treibhausgasemissionen
TWh	Terawattstunden
TU	Technische Universität
TZ	Teilszenario
WIFO	Verkehrsclub Österreich
VCÖ	Wirtschaftsforschungsinstitut
WP	Working paper
WZ	Wirtschaftszweig
z. B.	zum Beispiel
ZEV	Zero Emission Vehicle

