

Rahmendaten für den Projektionsbericht 2023

Die Veröffentlichung erfolgt im Rahmen des Vorhabens:
„Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der Europäischen Governance-Verordnung und des Bundes-Klimaschutzgesetzes im Projektionsbericht 2023 (\"Politiksznarien XI\") FKZ 3722 41 511 0

1 Rahmendaten und -annahmen

1.1 Demografische & gesamtwirtschaftliche Rahmendaten

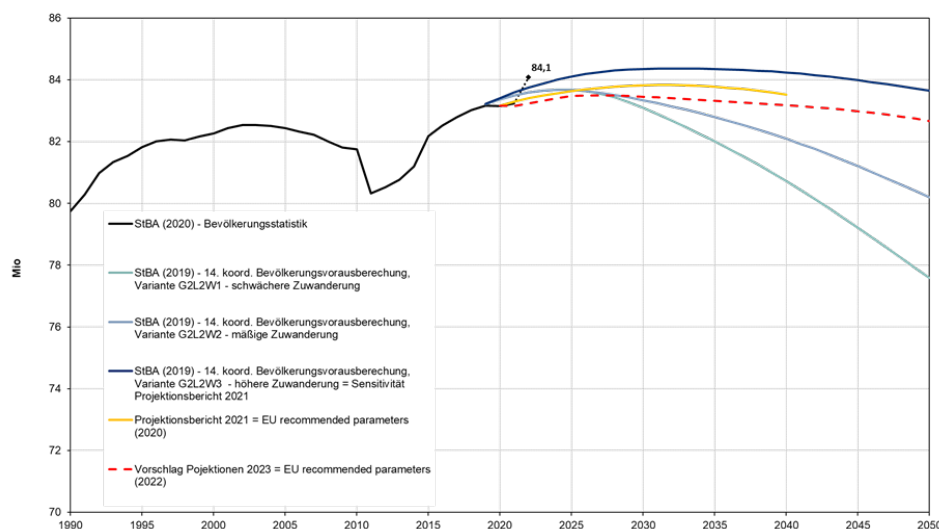
1.1.1 Demografische Entwicklung

Die demografische Entwicklung ist ein wichtiger Faktor für Treibhausgasprojektionen:

- ▶ Zum einen besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Bevölkerungsgröße und den Treibhausgasemissionen, z.B. durch die Nutzung von Brennstoffen für Transport- und Heizzwecke,
- ▶ zum anderen geht ein gewisser Anteil der Bevölkerung einer Erwerbstätigkeit nach, die in Branchen stattfindet, die Brennstoffe zur Erstellung von Gütern verwenden.

Dadurch spielen die Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung eine wesentliche Rolle in der Emissionsentwicklung. In Abbildung 1 sind aktuelle Bevölkerungsprojektionen vergleichend dargestellt.

Abbildung 1: Aktuelle Bevölkerungsprojektionen im Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung, Destatis (2019), EC; Statistisches Bundesamt 2021 (2022), Öko-Institut, et al. (2021).

Nach Veröffentlichung des Zensus 2011 wurden die Bevölkerungszahlen in der Bevölkerungsstatistik des Statistischen Bundesamts (StBA) nach unten korrigiert (um ca. 1,5 Millionen Personen). Ab 2011 bildet der Zensus 2011 die Grundlage für die Bevölkerungsstatistik des StBA.

Das Statistische Bundesamt hat im Jahr 2019 die 14. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung in mehreren Varianten veröffentlicht. In Abbildung 1 sind die Varianten 1 bis 3 dargestellt. Sie nehmen eine moderate Entwicklung der Geburtenhäufigkeit von 1,55 Kinder je Frau und einen moderaten Anstieg der Lebenserwartung bei Jungen auf 84,4 und bei Mädchen auf 88,1 Jahre an. Der Unterschied in diesen drei Varianten liegt im Wanderungssaldo. Variante 1 (Wanderungssaldo W1) geht von einer durchschnittlichen Nettozuwanderung von 147.000 Personen pro Jahr aus, der Wanderungssaldo in Variante 2 (W2) liegt bei 221.000 Personen pro Jahr und Variante 3 nimmt einen Wanderungssaldo (W3) von 311.000 Personen pro Jahr an.

Für die Erstellung der Projektionen stellt die EU-Kommission alle zwei Jahre Annahmen unter anderem zur Bevölkerungsentwicklung in den einzelnen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union zur Verfügung („Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2023“ (EC 2022)). Um eine Vergleichbarkeit innerhalb der Mitgliedsstaaten der Europäischen Union zu ermöglichen, wird gewünscht diese Annahmen für die Projektionen zu verwenden. Die Kerngrößen der Bevölkerungsmodellierung stammen aus den Eurostat-Bevölkerungsvorausschätzungen EUROPOP2019 und enthalten aktualisierte Werte für die historischen Daten (2020-2021) aus der jüngsten Veröffentlichung des Eurostat-Bevölkerungsdatensatzes¹. Die dahinter liegenden Annahmen entsprechen in etwa den ausgewählten Varianten der 14. Bevölkerungsvorausberechnung. Für Deutschland wird eine Geburtenrate angenommen, die kontinuierlich bis auf 1,6 Kinder pro Frau bis 2040 ansteigt, die Lebenserwartung steigt auf 87,7 Jahren für Mädchen bei Geburt in 2050 (83,5 für Jungen) und die Nettozuwanderung liegt ab dem Jahr 2025 bei knapp 248.000 Personen pro Jahr und sinkt bis 2050 auf 227.000 Personen ab.

Damit liegen die Vorausberechnungen der Europäischen Kommission in der Nähe der Variante G2-L2-W2.

Laut Statistischem Bundesamt ist die Bevölkerung in Deutschlands im 1. Halbjahr 2022 stark gewachsen auf 84,1 Millionen Menschen². Der Bevölkerungsstand liegt gegenüber dem Jahresende 2021 um 843.000 Personen höher. Die liegt vor allem am Zuzug von Ukrainerinnen und Ukrainern infolge des russischen Angriffskriegs und führt zu Zuwanderung in ähnlicher Größenordnung wie 1992 und 2015.

Für die Projektionen 2023 wird den Vorgaben der Europäischen Kommission gefolgt. Der Anstieg der Bevölkerung im Jahr 2022 wird für die Projektionen zur Kenntnis genommen jedoch nicht in den Projektionen aufgegriffen. Es wird davon ausgegangen, dass der kurzfristige Zuwachs wieder in die moderate Zuwanderungsrate übergehen wird, da der Großteil der zugewanderten Ukrainerinnen und Ukrainer wieder in ihre Heimat zurückkehren wird.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Annahmen zur Bevölkerungsentwicklung der einzelnen Quellen.

¹ https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/proj_19np/default/table?lang=en

² https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/09/PD22_410_12411.html;jsessionid=4C271111B569CD89C583E2A5652C06E1.live732

Tabelle 1: Bevölkerungsentwicklung

| Quellen | Bevölkerung in Mio. | | | | | | |
|--|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 2021 | 2022 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2050 |
| StBA (2020) - Bevölkerungsstatistik | 83,2 | 84,1 | | | | | |
| StBA (2019) - 14. koord. Bevölkerungsvorausberechnung, Variante G2L2W1 | 83,5 | 83,6 | 83,7 | 83,1 | 82,0 | 80,7 | 77,6 |
| StBA (2019) - 14. koord. Bevölkerungsvorausberechnung, Variante G2L2W2 | 83,5 | 83,6 | 83,7 | 83,3 | 82,8 | 82,1 | 80,2 |
| StBA (2019) - 14. koord. Bevölkerungsvorausberechnung, Variante G2L2W3 | 83,6 | 83,7 | 84,1 | 84,3 | 84,3 | 84,2 | 83,6 |
| EU recommended parameters (2022) | 83,2 | 83,2 | 83,5 | 83,5 | 83,3 | 83,2 | 82,7 |
| Projektionen 2023 | 83,2 | 83,2 | 83,5 | 83,5 | 83,3 | 83,2 | 82,7 |

Quelle: (Destatis 2019; Statistisches Bundesamt 2021) EC (2022).

1.1.2 Gesamtwirtschaftliche Entwicklung

Zur Abschätzung von Treibhausgasemissionen ist das Bruttoinlandsprodukt (BIP) ein wichtiger Parameter. Die Wachstumsraten des BIP, d.h. die Veränderung des BIP über die Zeit, sind dabei wesentliche Treiber in den zu Grunde liegenden Modellen.

Folgende Prognosen für das reale BIP für Deutschland waren zum Zeitpunkt der Erstellung der Projektionen 2023 verfügbar:

- ▶ Die Herbstprojektion der Bundesregierung von Oktober 2022 (BMWK und BMF 2022b): In Folge des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine wächst die deutsche Volkswirtschaft im Jahr 2022 um 1,4 %. Die Frühjahrsprojektion wurde damit nach unten korrigiert. Sie ging noch von einem Wachstum im Jahr 2022 von 2,4 % aus. Grund für die Abwärtskorrektur ist der Stopp russischer Gaslieferungen. Im Jahr 2023 wird sogar von einer Schrumpfung um 0,4 % ausgegangen. Eine Erholung der Wirtschaft um 2,3 % wird erst für das Folgejahr 2024 prognostiziert. In den Jahren 2025 bis 2027 beträgt das Wachstum 0,8 %.
- ▶ Die empfohlenen Wachstumsraten der Europäischen Kommission (EC 2022), die von den Mitgliedstaaten für ihre Treibhausgasprojektionen verwendet werden können, berücksichtigen ebenfalls den Ausbruch des Krieges in der Ukraine. Dabei wird für die Jahre bis 2023 die Frühjahrsprognose der Europäischen Kommission vom Frühjahr 2022 zugrunde gelegt. Ab 2025 werden die Werte des EU-Referenzszenarios 2020 der Kommission verwendet. Die entsprechenden Wachstumsraten (EC 2022) liegen im Jahr 2022 bei 1,6 % und 2023 wird von einem Wachstum von 2,4 % ausgegangen, welches sich in den Folgejahren abschwächt und bis 2027 auf 0,7 % fällt. Erst nach dem Jahr 2030 steigen die Wachstumsraten wieder an und liegen ab 2040 bei 1,4 %. Der prognostizierte Anstieg im Zeitraum bis 2040 ist auf die Annahme eines höheren Produktivitätswachstums in den Mitgliedstaaten zurückzuführen, denen ein Aufholpotenzial zugeschrieben wird (EC 2022). Schließlich wird angenommen,

dass im Jahr 2070 alle Mitgliedstaaten das gleiche Produktivitätswachstum von 1,5 % erreichen werden.

Eine Zusammenschau der verschiedenen Quellen und ihrer Wachstumsraten ist Tabelle 2 zu entnehmen.

Für die Projektionen 2023 werden für die Jahre 2022 bis 2027 die Wachstumsraten der Herbstprojektion der Bundesregierung 2022 übernommen. Es wird angenommen, dass sie sich bis zum Jahr 2030 auf dem Niveau des Jahres 2027 weiterbewegen. Ab 2030 folgen sie den Wachstumsraten der EC (2022) aus dem Frühjahr 2022.

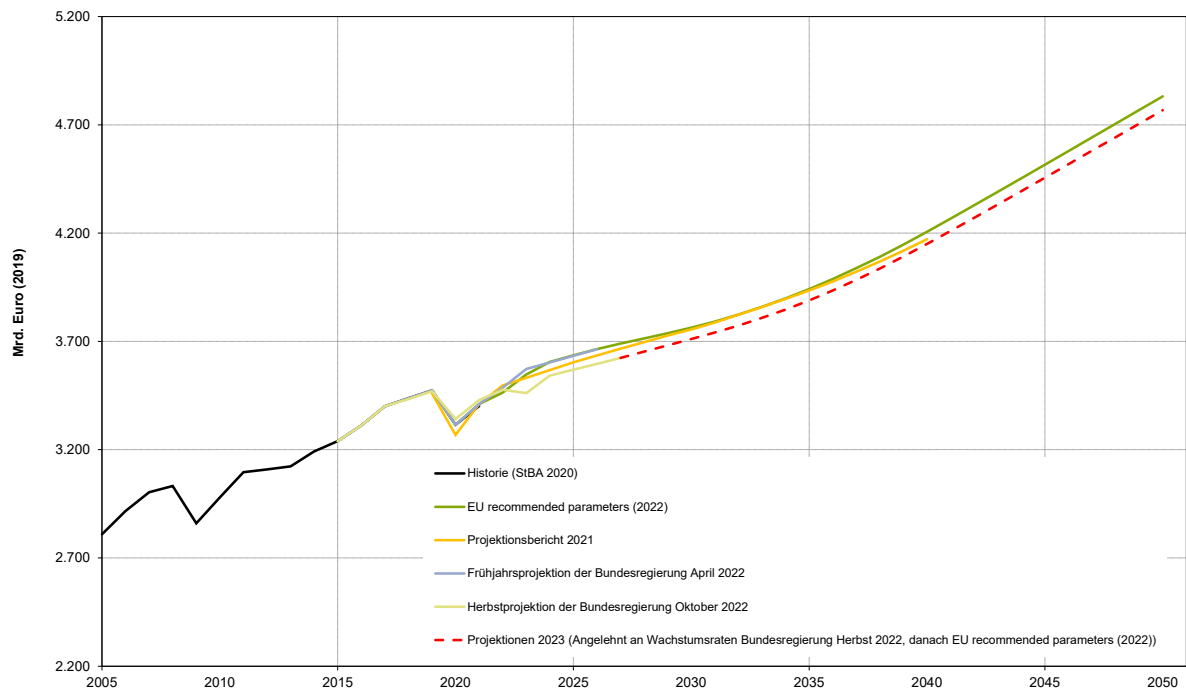
Tabelle 2: Jährliche Wachstumsraten des Bruttoinlandsproduktes für Deutschland in verschiedenen Projektionen für die Jahre 2020-2050 in Prozent

| | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Historie (StBa 2022) | -3,7 | 2,6 | | | | | | | | | | | |
| Projektionsbereich 2021 | | | -5,5 | 4,4 | 2,5 | 1,0 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 1,0 | 1,3 | | |
| Bundesregierung Frühjahrsprojektion 2022 | -4,6 | 2,9 | 2,2 | 2,5 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | | | | | | |
| Bundesregierung Herbstprojektion 2022 | -3,7 | 2,6 | 1,4 | -0,4 | 2,3 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | | | | | |
| EU recommended parameters (2022) | -4,6 | 2,9 | 1,6 | 2,4 | 1,6 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 1,1 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Projektionen 2023 | -3,7 | 2,6 | 1,4 | -0,4 | 2,3 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 1,1 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der oben angegebenen Quellen

Abbildung 2 stellt die historische Entwicklung (schwarze durchgängige Linie) und aktuelle sowie bisherige BIP-Projektionen vergleichend dar. Das für die Projektionen 2023 verwendete BIP ist gestrichelt hervorgehoben.

Abbildung 2: Vergleich verschiedener Projektionen des Bruttoinlandsprodukts



Quelle: Eigene Darstellung nach (StBA 2022); EC (2022), Öko-Institut, et al. (2021), BMWK; BMF (2022a) BMWK und BMF (2022b).

1.2 Energiepreisprojektionen

1.2.1 Vorbemerkungen

Im Vorfeld und insbesondere nach Ausbruch des Angriffskriegs der Russischen Föderation auf die Ukraine am 24.02.2022 ist die Situation auf den Brennstoff-Großhandelsmärkten extrem unübersichtlich. Tendenziell zeigen die Großhandels-Marktindikatoren für Brennstoffe eine „Normalisierung“ bis 2030, es ist jedoch nicht auszuschließen, dass sich einige Preisniveaus gegenüber den Prä-2-24-Niveaus deutlich verschieben. Eine Orientierung an den Preisdynamiken der großen Mainstream-Projektionen erscheint weiterhin sinnvoll.

Die Empfehlungen für die als Grundlage für die Projektionen als Rahmenannahmen geltenden Preispfade basierend auf folgenden Grundprinzipien:

- ▶ Möglichst gute Anschlussfähigkeit an aktuell im Markt beobachtete Preistrends. Dies wird insbesondere über Bereitstellung der historischen Daten und die Nutzung von Futures³ sichergestellt.
- ▶ Möglichst gute Konsistenz zwischen den Projektionen einzelner Preistrends, welche über die Auswahl möglichst derselben für die Dynamiken zu Grunde gelegten Szenarien erfolgt.

³ Für mittelfristige Preisprognose verwendete, real gehandelte Futures enthalten auch Annahmen zur allgemeinen Entwicklung der Inflation (Kontrakte müssen erst zum Stichtag beglichen werden). Somit müssen Annahmen, über die den Futures zugrunde liegenden Inflationserwartungen getroffen werden. Hierfür ist es wichtig, die Inflationsschätzungen konsistent mit den Zeiträumen, für die die Futures erhoben wurden, zu halten. Für eine konsistente Behandlung von Preisen sowie Steuern und Abgaben werden die ermittelten Deflatoren auch für eine Indexierung von Abgaben und Steuern genutzt, um beispielsweise real konstante Steuern in der Modellierung abzubilden.

Für die Primär-, Endenergie- und CO₂-Preisprojektionen wurden für die Jahre bis 2021 die GDP-Deflatoren verwendet, für das Jahr 2022 ein Wert von 6 %, 3 % für 2023; bis 2027 wurde ein Rückgang auf das Langfristziel von 2 % angenommen, und für den Zeitraum bis 2050 ein Verharren auf diesem Wert unterstellt.

- ▶ Plausibilität der Projektionen im Kontext der aktuellen Entwicklungen auf globalen Energieträgermärkten und globalen klimapolitischen Ambitionsniveaus.

2 Entwicklung der Primärenergiepreise

2.1 Zusammenfassung der als Rahmendaten für die Projektionen 2023 vorgeschlagenen Primärenergiepreise

Tabelle 1 fasst die als Rahmendaten für die Projektionen gewählten Energiepreise zusammen. In den folgenden Texten werden die Abwägungen für die Zusammenstellung der Projektionen dargestellt und die für die Projektionen zugrunde gelegten Herangehensweisen erläutert.

Tabelle 3: Energiepreis-Projektionen für Rohöl, Erdgas und Steinkohle zu Preisen von 2019 (€/GJ Hu), 2019–2050

| | | 2019 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 |
|-------------------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Projektionen 2023 | Rohöl Brent | 10,0 | 6,4 | 10,5 | 8,0 | 7,9 | 7,8 | 7,7 | 7,5 |
| | Steinkohle | 2,5 | 2,0 | 6,0 | 3,1 | 2,9 | 2,8 | 2,7 | 2,6 |
| | Erdgas | 5,0 | 3,7 | 14,6 | 6,7 | 6,4 | 6,0 | 5,7 | 5,3 |

Quelle: eigene Darstellung.

Historische Daten der jeweiligen Projektionen für Rohöl und Erdgas aus BAFA und Steinkohle aus ICE.

Alle Angaben sind Grenzübergangs- bzw. nordwesteuropäische Großhandelspreise in €/2019/GJ, bezogen auf den unteren Heizwert.

2.2 Details zu Preisprojektionen für Rohöl, Steinkohle, Erdgas und Wasserstoff⁴

2.2.1 Großhandelspreise für Rohöl

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. zeigt zunächst die historische Entwicklung für die Rohölpreise der Sorte Brent von 1991 bis Mitte 2022. Nach einer Phase relativ niedriger Preise im Verlauf der 1990er Jahre (die u.a. durch den Zusammenbruch der Sowjetunion und anderer ost- und mitteleuropäischer Staaten sowie den entsprechenden Einflussverlust des OPEC-Kartells geprägt waren) ergaben sich nach der Jahrtausendwende erhebliche Preissteigerungen, an die sich nach der Finanz- und Wirtschaftskrise wieder ein Preiszusammenbruch und in den letzten 5 Jahren eine volatile Preissituation ergibt. Die Jahre 2020 und 2021 war durch die Sondersituation der weltweiten Covid-19-Pandemie beeinflusst. Zunächst durch den Rückgang der Preise auf Grund einer verringerten Nachfrage durch Verringerung der wirtschaftlichen Tätigkeit und des motorisierten Verkehrs (vor allem in 2020) und dann durch einen Preisanstieg (in 2021) der unter anderem auf wirtschaftliche Nachholeffekte zurückzuführen ist. Ab Herbst 2021 zogen die Preise in Europa im Rahmen der sich anbahnenden Energiekrise an und die Markttrends verschärfen sich nochmals nach Beginn des Angriffskrieges der Russischen Föderation auf die Ukraine im Februar 2022.

- ▶ Seitdem sind die Rohölmärkte von massiven Turbulenzen geprägt. Allerdings liegen die Preise weiterhin in einem Bereich der auch schon in den Jahren 2011-2013 erreicht wurde. Futures⁵ für die 2020er Jahre zeigen einen klaren Backwardation-Trend. Bis 2027 deuten sie

⁴ Primärenergiepreise für Biomasse werden in den Sektoren separat, auf Grundlagen der jeweiligen Spezifika, Technologie- und Marktzwänge, jedoch unter Einbezug der übergreifenden Rahmendaten erstellt. Preise für weitere Energieträger wurde für diese Projektionen nicht angepasst und sind im Vergleich zum Projektionsbericht 2021 unverändert.

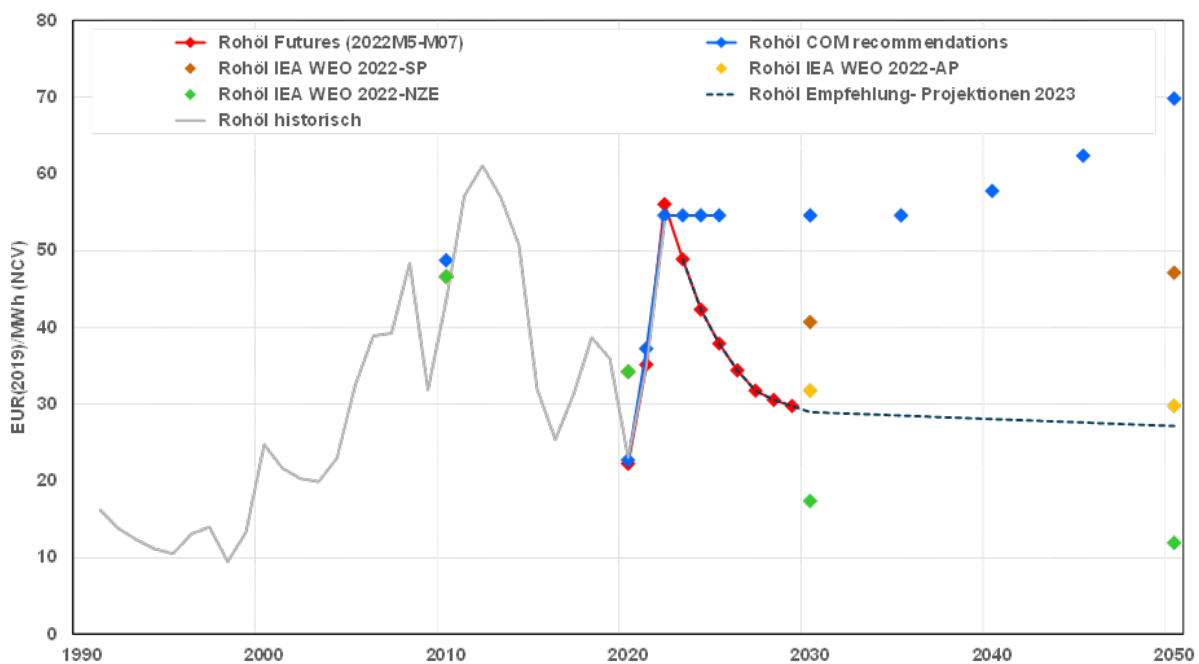
⁵ Insbesondere für die Umrechnung von Futures, die in US-Dollar gehandelt werden (Öl und Steinkohle) sind die zugrundeliegenden Annahmen über die Entwicklung der Wechselkurse ebenfalls ein entscheidender Einflussfaktor. Im Zeitraum 2015-2021 schwanken die Wechselkurse im Bereich um 1,14 USD/EUR, im Sommer 2022 wurde jedoch eine Parität zwischen USD und EUR erreicht. Die Futures (<https://www.eurex.com/ex-en/markets/fx/currency-pairs/EUR-USD-Futures-253790>; Abrufe 09.08.22, 15.08.22, 22.08.

auf eine Rückkehr zum Preisniveau, welches sich vor der Covid-19-Pandemie, in 2019 eingestellt hat. Dieser Markttrend spiegelt sich nicht in den Empfehlungen der EC (2022) wider, welche bis 2030 ein Verharren auf dem hohen Niveau von 2022 projizieren.

- ▶ Auch für den Zeitraum ab 2030 bis 2050 gibt es eine Divergenz zwischen den Empfehlungen der EC (2022) und den Mainstream-Projektionen des World Energy Outlook 2022 (WEO 2022) (IEA 2022). Alle WEO 2022 liegen auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Zwei von drei Szenarien des WEO 2022 gehen von einem Absinken des Rohölpreises aus, während die von der EU COM vorgeschlagenen Werte für Rohölpreise ab 2035 ansteigen. Zwar steigt auch im WEO 2022-SP Szenario der Preis zwischen 2030 und 2050 an, jedoch in deutlich geringerem Maße.
- ▶ Daher werden für die Modellierungen die zum Zeitpunkt der Spezifikation der Rahmendaten aktuellen Futures und die aktuelle internationale Projektion des WEO 2022 für die Rohölpreisentwicklung der Sorte Brent zugrunde gelegt. Für die Umsetzung der Projektion werden bis 2030 die Werte entsprechend den aktuellen Futures übernommen. Ab 2030 wird die Dynamik aus dem WEO-2022-AP Szenario übernommen.
- ▶ Das WEO-2022-SP-Szenario wurde aus folgenden Gründen nicht für die Dynamik gewählt: Mit der Dynamik des WEO-2022-SP-Szenario würde sich eine ansteigende Trajektorie statt eines leicht abfallenden Verlaufs ergeben und der Preis läge um 6 EUR (2019)/MWh (NCV) höher in 2050. Aufsatzzpunkt und Wert in 2050 stimmen besser mit den Futures und dem im AP-Szenario für 2050 projizierten Werten überein.

und 25.08.22) deuten auf einen leichten Anstieg in den nächsten Jahren hin. Für die Projektionen wurde daher folgendes unterstellt: bis 2022 wurden historische Werte verwendet, für das Jahr 2022 wurde Parität unterstellt. Es wurde angenommen, dass sich bis zum Jahr 2027 wieder ein Wechselkurs von 1,15 USD/EUR einstellt und dann weiter auf diesem Niveau verbleibt. Neuere Projektionen aus September 2022 deuten zwar darauf, dass der niedrige Wechselkurs auch noch in 2023 und 2024 fortbesteht (siehe bspw. EZB: Macroeconomic Projections, September 2022. https://www.ecb.europa.eu/pub/projections/html/ecb.projections202209_ecbstaff~3eafaaee1a.en.html). Da die relevant sind aber vor allem die für den Zeitpunkt des Abrufs der Preis-Futures geltenden Erwartungen über die Entwicklung des Wechselkurses, welche sich besser mit dem angenommenen Pfad decken.

Abbildung 3: Preise für Rohöl (Brent) im historischen Trend sowie für ausgewählte Projektionen und Empfehlung für Projektionen 2023



Quelle: eigene Darstellung basierend auf: historische Preise: BAFA; Futures: ICE, Projektionen: EC (2022), IEA (2022).

2.2.2 Großhandelspreise für Erdgas

Für die historische Entwicklung der Erdgaspreise (Abbildung 4) bis zum Jahr 2021 ergibt sich ein strukturell ähnliches Bild wie für die Rohölpreise, auch wenn die Volatilitäten jeweils etwas stärker ausgeprägt sind. Des Weiteren ist die Situation für das Jahr 2020 der krisenbedingten Sondersituation sowie die dadurch und andere Faktoren (Wetter etc.) bedingten Speicherstände der europäischen Erdgasspeicher geschuldet. Ab Sommer 2021, in den Monaten vor der russischen Invasion in die Ukraine, wurden die Erdgaslieferungen nach Mitteleuropa im Vergleich zu den Vorjahren reduziert und die Erdgasspeicher wurden nicht in dem Maße gefüllt wie in den Vorjahren, was zu einem Anstieg der Erdgaspreise seit Herbst 2021 geführt hat. Nach dem Beginn des Angriffskrieges der Russischen Föderation auf die Ukraine im Februar 2022 verschärfen sich diese Markttrends, und das weiter verringerte Erdgasangebot führte zu einem Anstieg der Erdgaspreise.

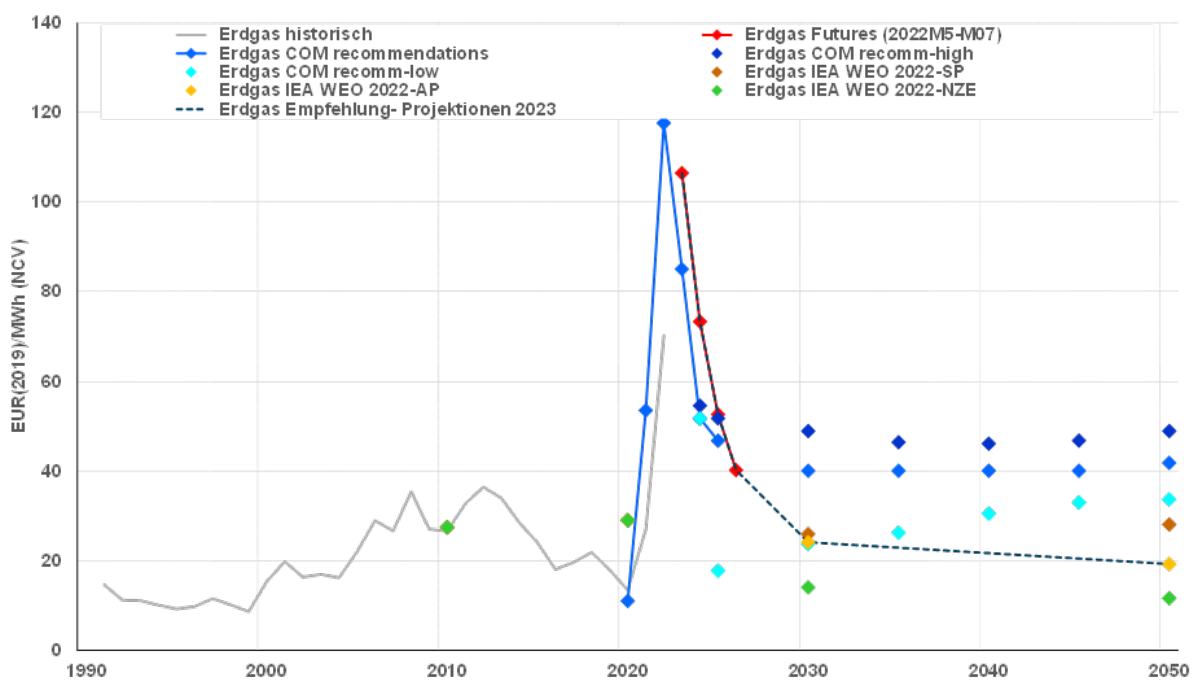
In der Zusammenschau von Futures, Preisprojektionen des WEO 2022 und Empfehlungen der Europäischen Kommission lassen sich folgenden Charakteristika ableiten:

- ▶ Für die Jahre 2022 bis 2024 zeigen sowohl die Empfehlungen der EC (2022) als auch die Futures der EEX (2022a) einen klaren Backwardation-Trend, allerdings fällt dieser in der Projektion deutlich stärker aus, als in den Futures. Für das Jahr 2025 hat die hohe Variante der Empfehlungen der EC (2022) sehr ähnliche Werte zu den Futures, während die Hauptvariante etwas und die niedrige Variante sehr deutlich darunter und auf dem niedrigen, vor der Covid-19-Pandemie vorherrschenden Preisniveau liegt. Dagegen liegt der letzte verfügbare Future-Wert für das Jahr 2026 im Vergleich zum Niveau vor der Covid-19-Pandemie noch doppelt so hoch.
- ▶ Die Projektionen für das 2030 liegen für die niedrige Variante der Empfehlung der EC (2022) und für das WEO-2022-SP- und WEO-2022-AP-Szenario eng zusammen. Die meisten

Projektionen nehmen ab 2030 eine Stagnation oder ein Absinken der Preise an. Die Ausnahme bildet das WEO-2022-SP Szenario und die niedrige Variante der Empfehlung der EC (2022), welche in ersten Fall einen leichten und im zweiten Fall einen deutlichen Preisanstieg projiziert. Während die zentrale Projektion der EC (2022) für die Jahre 2030 bis 2045 konstant in etwa auf dem Niveau der Futures für 2026 verbleibt, liegen die im WEO-2022 projizierten Niveaus in allen Szenarien deutlich darunter.

- ▶ Insgesamt erscheint die in den Empfehlungen der EC (2022) vorgezeichnete Preis-Trajektorie ab 2027 wenig plausibel. In Richtung 2030 erscheinen Preisniveaus sehr deutlich oberhalb beobachteter Preise vor Drosselung der Erdgaslieferungen durch Russland nur plausibel, wenn mit einer langanhaltenden physischen Knappheit von Erdgas gerechnet wird. Vor dem Hintergrund der von der Bundesregierung und der Europäischen Kommission vorgelegten Maßnahmen, erscheint dies wenig plausibel. Auch der Preisanstieg der niedrigen Variante der Empfehlungen der EC (2022) ist vor dem Hintergrund internationaler Bemühungen für den Klimaschutz und der Diversifizierung der Handelspartner in Zentraleuropa nicht plausibilisierbar und könnte eher durch die Form der Koppelung zwischen Öl- und Gaspreisentwicklung, die in den Projektionen der EC (2022) angenommen wird, bedingt sein.
- ▶ Für die Projektionen wird daher ein Preispfad empfohlen, der sich bis 2026 an den Futures orientiert. Für das Jahr 2030 wird der Wert des WEO-2022-AP Szenarios (IEA 2022) als Aufsattpunkt verwendet, zwischen 2026 und 2030 werden die Werte interpoliert. Nach 2030 wird die Dynamik aus dem WEO 2022-AP-Szenario übernommen. Mit der Dynamik aus dem WEO 2022-SP Szenario würde sich ein Preisanstieg nach 2030 ergeben, was wenig plausibel erscheint.

Abbildung 4: Großhandelspreise Erdgas NWE/THE im historischen Trend sowie für ausgewählte Projektionen und Empfehlung für Projektionen 2023



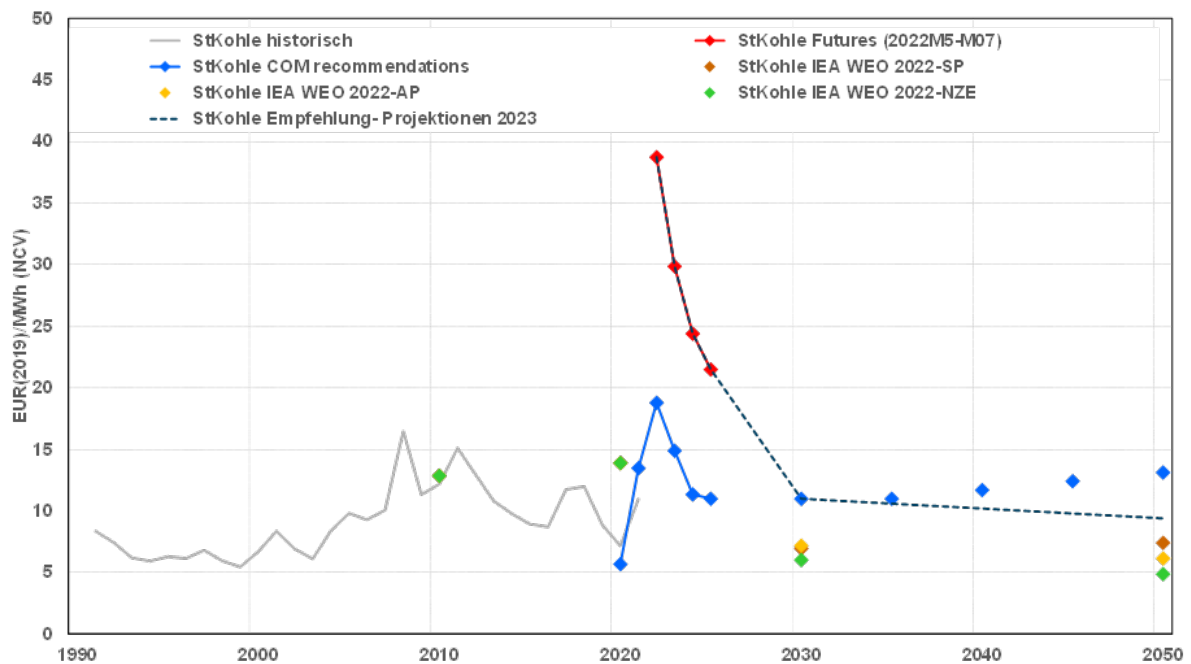
Quelle: eigene Darstellung basierend auf: historische Preise: BAFA; Futures: EEX, Projektionen: EC (2022), IEA (2022).

2.2.3 Großhandelspreise für Steinkohle

Abbildung 5 ähnelt strukturell dem der Rohöl- und Erdgaspreise. Nach den Ausfällen der betrieblichen Produktion aufgrund der COVID-19-Pandemie im Jahr 2020 führte die wirtschaftliche Erholung im Jahr 2021 zu einem starken Anstieg der Kohlenachfrage, insbesondere auch in Indien und China, die zu den größten Kohleimporteuren auf dem Weltmarkt gehören. Dies führte zu einem Anstieg der Kohlepreise im Jahr 2021. Nach Beginn des Angriffskrieges der Russischen Föderation auf die Ukraine im Februar 2022 verschärften sich diese Markttrends, welche im europäischen Raum zusätzlich durch zusätzliche Nachfrage aus Steinkohlekraftwerken zur Substitution von Erzeugung aus erdgasgefeuerten Anlagen getrieben wird. Insgesamt kann die Situation an den Steinkohlemärkten Europas (ähnlich wie bei Erdgas) als sehr turbulent beschrieben werden.

- ▶ Für die Jahre bis 2025 zeigen die Futures einen klaren Backwardation-Trend, der allerdings leicht abflacht. Wird dieser Trend fortgeschrieben, ergibt sich ein höheres Preisniveau als in den Projektionen des WEO-2022. Für den Zeitraum nach 2030 zeigen die Projektionen des WEO-2022 einen absinkenden Preistrend, der sich mit der Logik einer sinkenden Nachfrage nach Kohle in einer Welt mit klimapolitischen Anstrengungen deckt. Nur im WEO-2022-SP Szenario steigt der Kohlepreis. Die Preisprojektion der Empfehlungen der EC (2022) zeigt ebenfalls einen Aufwärtstrend, der jedoch deutlich stärker ausgeprägt und wenig plausibel erscheint.
- ▶ Für die Projektionen wird daher ein Preispfad empfohlen der bis 2025 die Futures übernimmt und den vorhandenen, leicht abgeflachten Trend bis 2030 auf den Wert der Empfehlungen der EC (2022) fortschreibt. Ab 2030 wird die Dynamik des WEO-2022-AP-Szenarios für den sich ergebenden Aufsatzpunkt übernommen.
- ▶ Eine Orientierung am WEO-2022-SP-Szenario würde einen leichten Anstieg der Preise nach 2030 ergeben, was nicht plausibel erscheint.

Abbildung 5: Großhandelspreise Steinkohle ARA, historische Entwicklung und Projektionen



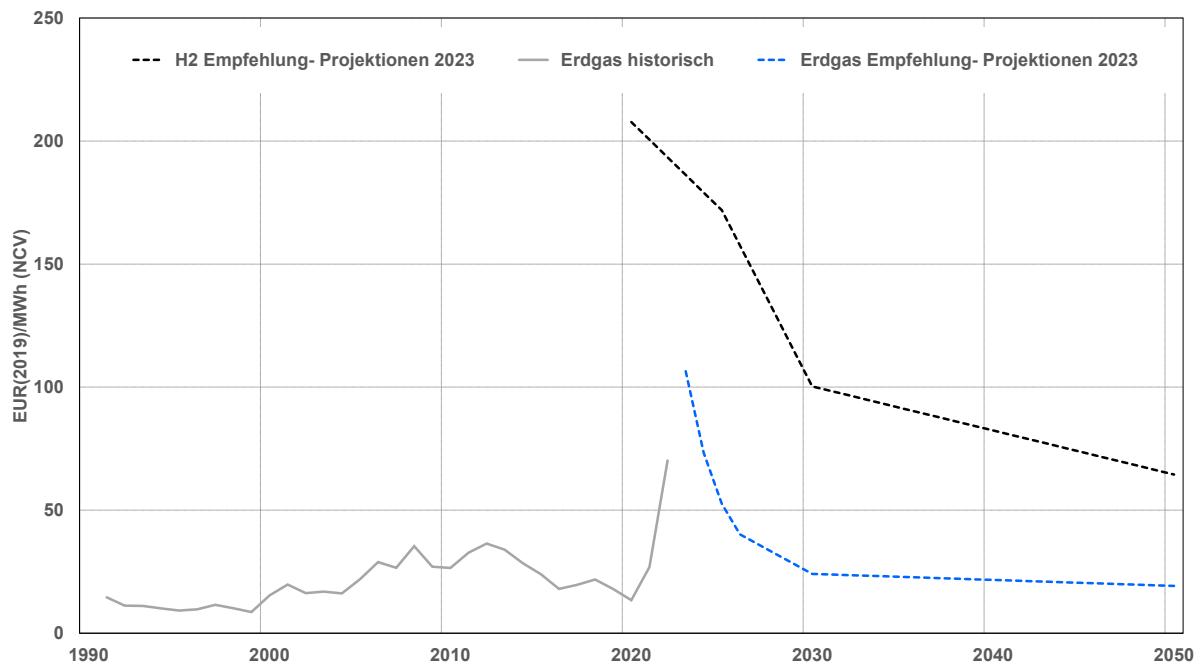
Quelle: eigene Darstellung basierend auf: historische Preise: BAFA bis 2018; ab 2019 und Futures eigene Berechnungen basierend auf ICE, Projektionen: EC (2022), IEA (2022).

2.2.4 Großhandelspreise für Wasserstoff

Eine Abschätzung der Großhandelspreise für Wasserstoff kann auf Grund der technologischen und regulatorischen Unsicherheit und eines fehlenden liquiden Marktes nur als erste indikative Näherung betrachtet werden. Für eine Abschätzung des Aufkommens und der sich ergebenden Preise müssen Produktionskosten im In- und Ausland sowie Transportkosten berücksichtigt werden. Für den Langstrecken-Antransport spielen die Transportkosten (ggf. inkl. Konversion/Rekonversion) eine wichtige Rolle. Eine große Bandbreite von Entwicklungen kann als plausibel eingeschätzt werden.

Den Projektionen wird ein Preispfad zu Grunde gelegt, der dem mittleren Preispfad aus der Bottom-Up Studie zur Dekarbonisierung des Wärmesektors im Auftrag des Nationalen Wasserstoffrats (Fraunhofer ISE und Fraunhofer IEE 2022) entnommen ist. Er stellt einen im Wasserstoffrat erreichten Konsens für eine robuste Abschätzung der Preisentwicklung dar.

Abbildung 6: Großhandelspreise Wasserstoff, aktuelle Niveauschätzung und Projektionen



Quelle: eigene Darstellung basierend auf eigenen Daten und Daten aus Fraunhofer ISE und Fraunhofer IEE (2022).

Tabelle 4: Projektion Großhandelspreise Wasserstoff

| | | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 |
|-------------|---------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| Wasserstoff | EUR(2019)/MWh (NCV) | 207,7 | 171,9 | 100,3 | 91,3 | 82,4 | 73,4 | 64,5 |

Quelle: eigene Darstellung basierend auf Fraunhofer ISE und Fraunhofer IEE (2022).

3 Entwicklung der Preise für Treibhausgas-Emissionszertifikate im EU-ETS und CO₂-Preise für Verkehr und Wärme sowie für die nicht vom EU ETS erfassten Emissionen der Industrie (BEHG)

3.1 Entwicklung der Preise für Treibhausgas-Emissionszertifikate im EU-ETS

Die Preise für Emissionsberechtigungen des Europäischen Emissionshandelssystems für Treibhausgase (EU ETS) sind neben den Preisen für Brennstoffe und andere Energieträger eine wesentliche Determinante für die Emissionsentwicklungen in den Bereichen Energiewirtschaft und Industrie.

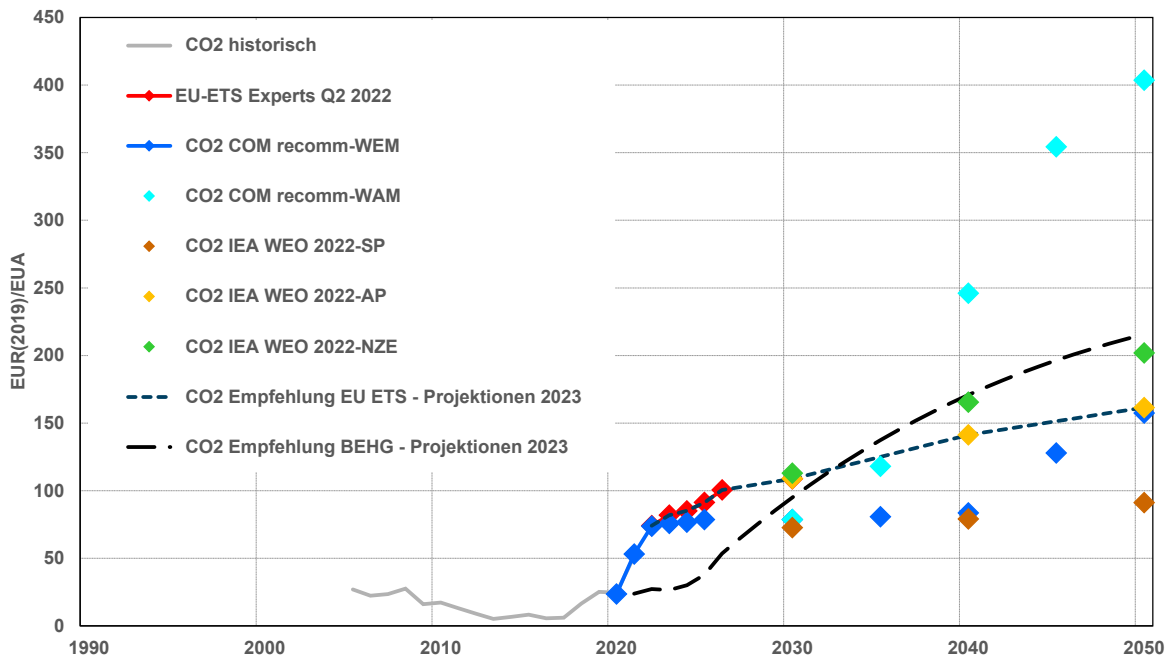
Die Preisentwicklungen im EU ETS sind in den vergangenen 15 Jahren jedoch durch signifikante Überschussprobleme des Marktes und diverse Gegenmaßnahmen geprägt, wobei letztere erst in den vergangenen drei Jahren signifikante Effekte gezeigt haben. Erst seit 2018 entstehen im EU ETS wieder Preise, die mit denen vor Beginn der Überversorgungskrise vergleichbar sind (Abbildung 7). Darüber hinaus sind erst ab 2018 Preisniveaus entstanden die zumindest ansatzweise fundamental, d.h. durch die Brennstoffwechselkosten im kontinentaleuropäischen Strommarkt erklärt werden können. Zusammen mit dem Fit-For-55-Paket der Europäischen Union, welches mit einer Verschärfung der Ziele und einer Verknappung des Zertifikatangebots einhergeht, ist der Anstieg des Erdgaspreises eine wichtige Triebkraft für den Preis der Zertifikate. Eine Umstellung von Erdgas auf kohlenstoffintensivere fossile Brennstoffe (wie Heizöl für Heizzwecke und Kohle für die Stromerzeugung) führt zu einem Anstieg der Nachfrage nach Zertifikaten in Anlagen, die unter das EU ETS fallen, und damit zu höheren Preisen. Insgesamt ist festzuhalten, dass eine Abschätzung der Entwicklung der CO₂ Preise im EU-ETS auf Grund des großen Einflusses regulatorischer Eingriffe, eines wenig liquiden Marktes in Richtung 2030 und fehlender Märkte nach 2030, mit großen Unsicherheiten behaftet ist. Deshalb wird, wo möglich, auf Expertenschätzungen oder international anerkannte Projektionen zurückgegriffen.

- In diesen Zusammenhang zeigen die Expertenschätzungen der größten Handelshäuser im Mittel für die 2020er Jahre einen klaren Contango-Trend (POLL 2022). Bereits bis 2026 steigt der Preis auf über 100 EUR(2019)/EUA an, danach jedoch nur noch geringfügig. Für 2030 liegt der Experten-Wert über der Empfehlung der EC (2022) und dem WEO-2022-SP Szenario auf dem Niveau des WEO-2022-AP (durch Überlagerung nicht in Abbildung zu erkennen), jedoch unterhalb NZE-Szenarios. Das Verharren auf niedrigem Niveau bis 2040 in der Empfehlung der EC (2022) scheint wenig plausibel und ist nicht mit einer Fortschreibung des Experten-Trends gedeckt. Für 2050 liegen die Werte des WEO-2022-AP-Szenarios und die der Empfehlungen der EC (2022) recht nahe beieinander. Dagegen sind die Werte der WAM-Empfehlung der EC (2022) nicht mit dem starkem Klimaschutz-Szenario WEO-2022-NZE kongruent.⁶

⁶ Letzteres ist wohl auf die verwendete Methodik und die Unterscheide zwischen WEM und WAM-Ansatz zurückzuführen. Im Begleitdokument heißt es dazu: "Table 3 shows the trajectory of the carbon price of the existing ETS in its current scope (power, industry, centralised heat and aviation sectors) up to 2030, corresponding to the legally binding -55 % climate target context and considering the central trajectory for international fuel prices. For long-term values beyond 2030, Table 3 shows two trajectories: a trajectory based on the EU Reference Scenario 2020 for the EU ETS carbon price in "WEM" scenarios, and an indicative carbon value trajectory across the economy to reaching the EU climate neutrality for national ("WAM") scenarios. The indicative post-2030 "WAM" trajectory is a modelling driver to reach the EU 2050 climate neutrality in the FF55 package analysis. It is acknowledged that national analyses projecting economy-wide GHG emissions compatible with the EU 2050 climate neutrality objective may provide a different carbon value trajectory." Somit handelt es sich beim WAM Szenario um ein Zielszenario, in dem kein explizit definierter Politikmix modelliert wird und die berichteten Werte die CO₂-Schattenpreise darstellen.

- Für die Projektionen wird daher ein Preisfad empfohlen, der bis 2030 die die Expertenempfehlung übernimmt. Ab 2030 wird die Dynamik des WEO-2022-AP-Szenarios für den sich ergebenden Aufsatzpunkt übernommen. Dieses bildet laut Szenariobeschreibung bereits das Fit for 55 Paket sowie Teile des REPowerEU Plans ab (IEA 2022).

Abbildung 7: Preise für CO₂ im EU ETS sowie nach BEHG, historische Entwicklung und Projektionen



Quelle: eigene Darstellung basierend auf: historische Preise: EEX, Projektion 2022-2030: POLL (2022); Projektionen 2030-2050: EC (2022), IEA (2022).

- Eine Unterscheidung zwischen MMS und MWMS-CO₂-Preisfad wird nicht als zielführend erachtet. In den Projektionen soll insbesondere die THG-Wirkung nationaler Maßnahmen abgebildet werden. Bei unterschiedlichen CO₂-Preisfaden würden sich die Wirkungen überlagern und wären nicht mehr klar zuordenbar dazustellen. Somit wird nur der oben beschriebene und in Tabelle 5 dargestellte CO₂-Preisfad im EU-ETS verwendet.

Tabelle 5: Historische Entwicklung und Empfehlung für den Preis für CO₂ im EU ETS in den Projektionen 2023

| | | 2019 | 2020 | 2025 | 2030 | 2035 | 2040 | 2045 | 2050 |
|--------------|---------------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| EU-ETS Preis | EUR2019/t CO ₂ | 25,2 | 24,7 | 91,3 | 108,8 | 125,0 | 141,3 | 151,2 | 161,1 |

Quelle: eigene Darstellung basierend auf historische Preise und Futures: EEX.

3.2 Entwicklung der CO₂-Preise für Verkehr und Wärme sowie für die nicht vom EU ETS erfassten Emissionen der Industrie

Mit dem Klimaschutzprogramm 2030 wurde ab dem Jahr 2021 erstmals eine Bepreisung von CO₂ in den Sektoren Wärme und Verkehr eingeführt. Ziel ist es, einen Anreiz in diesen Sektoren für den Umstieg von emissionsintensiveren auf klimaschonendere Technologien wie beispielsweise den Einsatz von Wärmepumpen und Elektromobilität, mehr Energieeffizienz und die Nutzung erneuerbarer Energieträger zu setzen. In einem nationalen Emissionshandelssystem

(nEHS) werden die Emissionen aus der Verbrennung fossiler Brenn- und Kraftstoffe erfasst. Das nEHS setzt auf den vorgelagerten Handelsebenen an, bei den Unternehmen, die Brenn- und Kraftstoffe in Verkehr bringen („Upstream-ETS“). Die rechtliche Umsetzung ist mit der Verabschiedung des Brennstoff-Emissionshandelsgesetzes (BEHG) erfolgt.

Am 18. Dezember 2019 beschloss der Vermittlungsausschuss zwischen Bundestag und Bundesrat einige Ergänzungen bzw. Änderungen am Klimaschutzprogramm 2030, die unter anderem den CO₂-Preis in der Einführungsphase des nEHS betreffen. Durch ein vom Bundestag am 8. Oktober 2020 beschlossenes Änderungsgesetz zum BEHG werden Festpreise in der Einführungsphase des nEHS (2021-2025) nach Inkrafttreten des Gesetzes erhöht (Vermittlungsausschuss 2019). Im Rahmen des 3. Entlastungspakets hat der Bundesrat eine Novelle des BEHG verabschiedet, welche den vormals geplanten Anstieg des CO₂-Preises vorübergehend verlangsamt (BReg 2022). Konkret werden die für 2023 und 2024 geplanten Erhöhungen auf die Jahre 2024 und 2025 verschoben. Der für das Jahre 2026 geplante Mechanismus mit einem Preiskorridor, einem Mindestpreis von 55 €/t CO₂ und einem Höchstpreis von 65 €/t CO₂, wird beibehalten.

Ohne eine weitere Änderung des BEHG gilt für die Zeit ab 2027 die Vorgabe einer freien Preisbildung im Rahmen der Auktionierung der Emissionszertifikate – entsprechend der gängigen Praxis im EU-Emissionshandel. Da derzeit nicht absehbar ist, ob für die Zeit nach 2026 ein Preiskorridor fortgeschrieben wird und wie sich ohne einen solchen Preiskorridor die Preise am Markt entwickeln, wurden für die Projektionen die gleichen Annahmen hinsichtlich des Preispfades getroffen wie für die Berechnung des MMS Szenarios im Projekt „Politiksznarien X“ (Öko-Institut, et al. 2021), wobei diese um die neuen Beschlüsse des Bundestags angepasst werden:

- ▶ Bis 2025 wird für die Projektionen der aktuelle vom Bundestag beschlossene Preispfad verwendet. Im Jahr 2026 wird das obere Ende der Preisspanne angenommen. Ab 2027 wird sich der CO₂-Preis am Markt bilden, sofern im Jahr 2025 keine Höchst- bzw. Mindestpreise vereinbart werden. Für die Zeit ab 2027 wird angenommen, dass der Preis jährlich um 15 € (nominal) ansteigt und im Jahr 2040 275 €/t CO₂ beträgt.
- ▶ Für den Zeitraum nach 2040 liegen aus dem zuvor zugrunde gelegten Szenario keine Werte vor. Es wird ein weiterer jährlicher Anstieg des nominalen Preises von 15 € unterstellt.
- ▶ Die nominalen Werte werden für die Projektionen aufgrund unbekannter Regelung zum Inflationsausgleich an reale Preise angepasst und sind in Tabelle 6 dargestellt.

Auf Ebene der EU ist mit den ETS-2 ein Instrument in Vorbereitung, welches starke sektorale Überschneidungen mit dem BEHG aufweist. Bezüglich des Zusammenwirkens der Instrumente, sowie eine dann notwendige Weiterentwicklung des BEHG besteht noch keine ausreichende Klarheit, um im MMS oder MWMS abgebildet werden zu können. Somit kommt in beiden Szenarien der in Tabelle 6 zur Anwendung.

Tabelle 6: Empfehlung für CO₂-Preise für Verkehr und Wärme sowie für die nicht vom EU ETS erfassten Emissionen der Industrie (BEHG) in den Projektionen 2023

| Jahr | CO ₂ -Preis | |
|------|------------------------|-----------------------------|
| | €/t (nominal) | € ₂₀₁₉ /t (real) |
| 2021 | 25 | 24 |
| 2022 | 30 | 27 |
| 2023 | 30 | 27 |
| 2024 | 35 | 30 |
| 2025 | 45 | 38 |
| 2026 | 65 | 54 |
| 2027 | 80 | 65 |
| 2028 | 95 | 75 |
| 2029 | 110 | 85 |
| 2030 | 125 | 95 |
| 2031 | 140 | 104 |
| 2032 | 155 | 113 |
| 2033 | 170 | 122 |
| 2034 | 185 | 130 |
| 2035 | 200 | 137 |
| 2036 | 215 | 145 |
| 2037 | 230 | 152 |
| 2038 | 245 | 158 |
| 2039 | 260 | 165 |
| 2040 | 275 | 171 |
| 2041 | 290 | 176 |
| 2042 | 305 | 182 |
| 2043 | 320 | 187 |
| 2044 | 335 | 192 |
| 2045 | 350 | 196 |
| 2046 | 365 | 201 |
| 2047 | 380 | 205 |
| 2048 | 395 | 209 |
| 2049 | 410 | 212 |
| 2050 | 425 | 216 |

Quelle: eigene Darstellung Öko-Institut mit Daten für nominale Werte für die Jahre 2021 bis 2025 aus BMWK (2022).

4 Weitere Endenergiepreise

Die Endenergiepreise werden zusätzlich zu den jeweils eingehenden Primärenergie- und CO₂-Preisungsbestandteilen insbesondere auch von staatlichen induzierten Preiskomponenten bestimmt.

Die für die Projektionen berücksichtigten Maßnahmen und Eingriffe sind im Weiteren kurz aufgeführt und spezifiziert. Weitere Änderungen im Bereich der Abgaben und Umlagen werden nicht berücksichtigt, da diese, wenn überhaupt, vom Umfang und Ausgestaltung noch zu unkonkret vorliegen.

- ▶ Wegfall der EEG-Umlage: Im Rahmen des 1. Entlastungspaket wurde die EEG-Umlage ab 01.07.2022 abgeschafft.⁷
- ▶ Zuschuss zu Stromnetzentgelten: Die gestiegenen Redispatch-, Netzreserve- und Regelergiekosten werden über einen Zuschuss ausgeglichen, sodass sie strukturell (inflationsgereinigt) konstant bleiben.
- ▶ Anstieg der Stromnetzentgelte: in den Projektionen wird insgesamt ein Anstieg der Netznutzungsentgelte auf Grund des notwendigen Ausbaus der Netzinfrastruktur angenommen. Abgeleitet aus den Langfristszenarien 3 (Consentec GmbH, et al. 2021) wurde ein struktureller Anstieg der Entgelte um 19 % (ggü. 2018) bis 2030, um 27 % bis 2040 und um 33 % bis 2050 unterstellt.
- ▶ Für andere Netzentgelte (bspw. Erdgas und Mineralölprodukte) wird angenommen, dass die strukturell konstant bleiben.

Es sei darauf hingewiesen, dass viele Energie- und andere Steuersätze aktuell als feste Aufschläge definiert sind und somit bei gleichzeitig hoher Inflation, wie sie für dieses und die nächsten Jahre zu erwarten ist und ohne weitere Eingriffe - bspw. eine Inflationsindexierung - real absinken.

Um die Auswirkungen des Angriffskriegs Russland auf die Ukraine auf die Endenergiepreise abzufedern sind von der Bundesregierung umfangreiche Maßnahmen auf den Weg gebracht worden. Insbesondere sind hier die sogenannte „Strompreisbremse“ und „Gaspreisbremse“ zu nennen. Wenn Bundestag und Bundesrat im Dezember 2022 zustimmen, können diese in 2023 in Kraft treten. Bei der Erstellung der Rahmendaten für die Projektionen 2023 konnten diese Instrumente daher nicht berücksichtigt werden. Was jedoch klar erkennbar ist, ist der Wille sowohl im Bereich des Erdgases als auch im Bereich des Stroms, trotz des staatlichen Eingriffs und der entsprechenden Entlastung, durch die Eingriffe weder Einsatz-/Verbrauchs- noch Investitionsanreize zu verzerren, sondern diese auf den vorliegenden (unkompensierten) Preissignalen beruhen zu lassen. Auch auf der Aufkommenseite der „Strompreisbremse“ sollen lediglich Überschusserlöse abgeschöpft, nicht aber in den Preisbildungsmechanismus selbst eingegriffen werden.

- ▶ Sonderfaktoren wie LKW-Maut oder Wärmepumpen-Tarife werden in den einzelnen Sektoren parametrisiert und nicht zentral vorgegeben.

⁷ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/eeg-umlage-faellt-weg-2011728>

Literaturverzeichnis

BAFA (2022a): Drittlandskohlepreis, Drittlandskohlebezüge und durchschnittliche Preise frei deutsche Grenze für Kraftwerkssteinkohle, BAFA. Online verfügbar unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Drittlandskohlepreis/drittlandskohlepreis_node.html, zuletzt aktualisiert am 13.10.2022, zuletzt geprüft am 31.10.2022.

BAFA (2022b): Erdgasstatistik, Entwicklung der Grenzübergangspreise ab 1999, BAFA. Online verfügbar unter https://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Erdgasstatistik/erdgas_node.html, zuletzt aktualisiert am 13.10.2022, zuletzt geprüft am 31.10.2022.

BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Habeck: „Wir gehen beim CO₂-Preis bedachter vor und entlasten private Haushalte und Unternehmen“, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2022/10/20221028-habeck-wir-gehen-beim-co2-preis-bedachter-vor-und-entlasten-private-haushalte-und-unternehmen.html>, zuletzt aktualisiert am 03.11.2022, zuletzt geprüft am 03.11.2022.

BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz; BMF - Bundesministerium der Finanzen (Hg.) (2022a): BMWK; BMF. [Duplikat] Gesamtwirtschaftliches Produktionspotenzial und Konjunkturkomponenten, Datengrundlagen und Ergebnisse der Schätzungen der Bundesregierung. Stand: Frühjahrsprojektion der Bundesregierung vom 27. April 2022, 2022. Online verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/G/gesamtwirtschaftliches-produktionspotenzial-fruehjahrsprojektion-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=8.

BMWK; BMF (2022b): Gesamtwirtschaftliches Produktionspotenzial und Konjunkturkomponenten, Datengrundlagen und Ergebnisse der Schätzungen der Bundesregierung. Stand: Herbstprojektion der Bundesregierung vom 12. Oktober 2022, 2022. Online verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/G/gesamtwirtschaftliches-produktionspotenzial-herbstprojektion-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=6.

BReg - Bundesregierung (2022): CO₂-Preis für Kohle- und Abfallbrennstoffe | Bundesregierung. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/co2-preis-kohle-abfallbrennstoffe-2061622>, zuletzt aktualisiert am 03.11.2022, zuletzt geprüft am 03.11.2022.

Consentec GmbH; Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI; ifeu Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg; Technische Universität Berlin (2021): Sensfuß, F.; Lux, B.; Bernath, C.; Kiefer, C.; Pfluger, B.; Kleinschmitt, C.; Franke, K.; Deac, G.; Brugger, H.; Fleiter, T.; Rehfeldt, Matthias, Herbst, Andrea; Pia, M.; Neuwirth, M. et al. Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland 3, Kurzbericht: 3 Hauptszenarien. Karlsruhe, 05.2021. Online verfügbar unter https://langfristszenarien.de/enertile-explorer-wAssets/docs/LFS_Kurzbericht_final_v5.pdf, zuletzt geprüft am 31.10.2022.

Destatis - Statistisches Bundesamt (2019): 14. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung - Basis 2018, 2019. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/aktualisierung-bevoelkerungsvorausberechnung.html>.

EC - European Commission (2022): EC - European Commission. Recommended parameters for reporting on GHG projections in 2023, Version after consultation of WG2 under the Climate Change Committee on 10 March 2022, sharing of draft recommendation on 30 March 2022 and consultation of National Experts designated by members of WG2 on 26 April 2022, 2022.

EEX - European Energy Exchange (2022a): Erdgas Futures, European Energy Exchange AG. Online verfügbar unter <https://www.eex.com/de/marktdaten/erdgas/futures#%7B%22snippetpicker%22%3A%22EEX%20THE%20Natural%20Gas%20Futures%22%7D>, zuletzt aktualisiert am 31.10.2022, zuletzt geprüft am 31.10.2022.

EEX - European Energy Exchange (2022b): EUA Futures, European Energy Exchange AG. Online verfügbar unter <https://www.eex.com/de/marktdaten/umweltprodukte/futures>, zuletzt aktualisiert am 31.10.2022, zuletzt geprüft am 31.10.2022.

Fraunhofer ISE - Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme; Fraunhofer IEE - Fraunhofer Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik (2022). Bottom-Up Studie zur Dekarbonisierung des Wärmesektors. Kassel, 2022.

ICE - Intercontinental Exchange: ICE Futures Europe, API2 Rotterdam Coal Futures, <https://www.theice.com/products/243/API2-Rotterdam-Coal-Futures>. Online verfügbar unter <https://www.theice.com/products/219/Brent-Crude-Futures>.

ICE - Intercontinental Exchange: ICE Futures Europe, Brent Crude Futures, Intercontinental Exchange. Online verfügbar unter <https://www.theice.com/products/219/Brent-Crude-Futures>.

IEA - International Energy Agency (2022). World Energy Outlook 2022. Paris, 2022. Online verfügbar unter <https://iea.blob.core.windows.net/assets/830fe099-5530-48f2-a7c1-11f35d510983/WorldEnergyOutlook2022.pdf>, zuletzt geprüft am 01.11.2022.

Öko-Institut; ISI - Fraunhofer Institut für System- und Innovationstechnik; IREES - Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien; Thünen-Institut (2021): Repenning, J.; Harthan, R.; Blanck, R.; Böttcher, H.; Braungardt, S.; Bürger, V.; Emele, L.; Kristian Görz, W.; Hennenberg, K.; Jörß, W.; Ludig, S.; Matthes, F.; Mendelévitch, R. et al. Projektionsbericht 2021 für Deutschland, Gemäß Artikel 18 der Verordnung (EU) 2018/1999 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 663/2009 und (EG) Nr. 715/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates sowie §10 (2) des Bundes-Klimaschutzgesetzes, 13.10.2021. Online verfügbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/projektionsbericht_2021_bf.pdf.

POLL (2022): POLL: Analysts cut short-, medium-term EU carbon price forecasts on worsening outlook « Carbon Pulse POLL (Hg.). Online verfügbar unter <https://carbon-pulse.com/179556/>, zuletzt aktualisiert am 01.12.2022, zuletzt geprüft am 01.12.2022.

Statistisches Bundesamt (Hg.) (2021): Destatis Statistisches Bundesamt. Fortschreibung des Bevölkerungsstandes, (Tabelle 12411-0001), 2021.

StBA (2022): Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Bruttoinlandsprodukt. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/VGR/Inlandsprodukt/Tabellen/Gesamtwirtschaft.html>.

Vermittlungsausschuss (2019): Gesetz zur Umsetzung des Klimaschutzprogramms 2030 im Steuerrecht, Abgeschlossene Vermittlungsverfahren. Ergebnis, 2019.

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt

Wörlitzer Platz 1


06844 Dessau-Roßlau

Tel: +49 340-2103-0

Fax: +49 340-2103-2285

buergerservice@uba.de

Internet: www.umweltbundesamt.de

 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Stand: Dezember/2022

Autorenschaft, Institution

Roman Mendelevitch, Julia Repenning,

Felix Chr. Matthes, Öko-Institut e.V.

Projektleitung, Institution

Kai Wehmann, Karlotta Schultz, Umweltbundesamt V 1.2

Redaktion, Institution

Kirsten op de Hipt, Umweltbundesamt V 1.2 (Layout)

Projektnummer (FKZ) 3722 41 511 0

Weiterentwicklung der Methoden und Umsetzung der Europäischen Governance-Verordnung und des Bundes-Klimaschutzgesetzes im Projektionsbericht 2023

("Politiksznarien XI")