
Agorameter – Dokumentation

Version 13

Ansprechpartnerin Agora Energiewende:

Katharina Hartz

katharina.hartz@agora-energiewende.de

Ansprechpartner Öko-Institut:

Hauke Hermann

h.hermann@oeko.de

8. September 2023

Inhalt

Einleitung.....	2
1 Methodisches Vorgehen.....	2
2 Zusammenfassung der Methoden	3
3 Stromerzeugung	3
4 Stromnachfrage.....	7
5 Importe und Exporte	8
6 Strompreise	8
7 Emissionen.....	8
Quellen	12

Einleitung

Die vorliegende Dokumentation beschreibt die Funktionsweise des Tools „Agorameter“ von Agora Energiewende, insbesondere die Methodik, Berechnungsgrundlagen, Bilanzierungen und Datenherkunft. Das Agorameter wurde von Agora Energiewende mit wissenschaftlicher Unterstützung des Öko-Instituts entwickelt.¹

Um die Entwicklung der Energiewende im Stromsektor jederzeit und aktuell mitverfolgen zu können, wird auf der Website von Agora Energiewende die jeweils aktuelle Stromerzeugungs- und Stromnachfragesituation in Deutschland grafisch dargestellt. Dabei wird die stündlich aktualisierte Stromerzeugung und -nachfrage für die breite Öffentlichkeit live aufbereitet (mit einem Zeitverzug von zwei bis vier Stunden). Hauptanliegen des Agorameters ist, die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien differenziert nach Wind, Sonne, Wasser und Biomasse darzustellen. Außerdem wird die Stromerzeugung aus konventionellen Kraftwerken differenziert nach Braunkohle, Steinkohle, Erdgas, Pumpspeicher, Kernenergie und Anderen abgebildet. Zusätzlich enthält das Agorameter die inländische Stromnachfrage, die kommerziellen Stromimporte und -exporte, den Börsenstrompreis der EPEX im *Day-ahead*-Handel und die CO₂-Emissionen der Stromerzeugung.

Sämtliche Angaben beruhen auf Daten von Dritten sowie in Fällen, in denen keine vollständigen Datenquellen verfügbar sind, auf eigenen Berechnungen und Expertenschätzungen.

Zur Nachvollziehbarkeit und Transparenz werden sämtliche Datenquellen und Berechnungen im Folgenden dokumentiert. Hinweise, wie die Datenlage verbessert werden kann oder an welcher Stelle bessere Schätzungen vorgenommen werden können, sind herzlich willkommen.

1 Methodisches Vorgehen

Darstellung

Standardmäßig zeigt das Agorameter Daten in stündlicher Auflösung an. Für längere Darstellungszeiträume besteht allerdings die Möglichkeit die Auflösung auf tägliche oder monatliche Durchschnittswerte anzupassen, um eine übersichtliche und zügige Darstellung des Diagramms zu gewährleisten. Datenlücken werden bei der Berechnung der Durchschnittswerte nicht mittels Interpolation geschlossen, sondern als Leerstellen behandelt, wodurch der Mittelwert über eine dementsprechend reduzierte Anzahl von Werten gebildet wird. Grundsätzlich dauern die Verarbeitung und Darstellung der Daten auf der Website umso länger, je umfangreicher der gewählte Zeitraum und je granularer die ausgewählte Auflösung ist.

Brutto/Netto

Die Stromerzeugung kann grundsätzlich in brutto (inklusive Eigenverbrauch der Kraftwerke) und netto (nach Abzug des Eigenverbrauchs) angegeben werden. Im Agorameter wird ausschließlich die Nettostromerzeugung dargestellt, da die Nettostromerzeugung die Strommenge beschreibt, die dem Stromsystem tatsächlich zur Verfügung steht. Der Eigenverbrauch der verschiedenen Erzeugungsanlagen ist somit nicht Teil der Darstellung auf der Website. Zu beachten ist dabei, dass sich die Ziele der Bundesregierung für den Anteil Erneuerbarer Energien (EE) am Strommix in 2030 (80 %) und 2035 (100 %) nicht auf die Nettostromerzeugung, sondern auf den Anteil der EE-Bruttostromerzeugung am Bruttostromverbrauch beziehen.

¹ www.agora-energiewende.de

Primärdaten

Agora Energiewende erhebt selbst keine Daten. Alle verwendeten Primärdaten werden auf der Transparenzplattform der europäischen Übertragungsnetzbetreiber ENTSO-E öffentlich bereitgestellt. Vor 2018 wurden die Primärdaten von der EEX bezogen. Da die Primärdaten von ENTSO-E gelegentlich nachträglich korrigiert werden, aktualisiert das Agorameter täglich die Daten der letzten 30 Tagen. Da nicht alle Kraftwerke meldepflichtig sind, repräsentieren die von ENTSO-E bereitgestellten Daten nicht für alle Technologien die gesamte Stromerzeugung. Um die tatsächliche Stromerzeugung bestmöglich abzubilden, werden die Primärdaten von ENTSO-E im Agorameter deshalb live statistisch korrigiert. Die Berechnungsmethoden, die dafür zum Einsatz kommen, werden im Folgenden beschrieben.

2 Zusammenfassung der Methoden

- *Stromerzeugung*: Die Daten der Stromerzeugung differenziert nach Energieträgern basieren auf den stundenscharfen Veröffentlichungen von ENTSO-E² (ab 2018, vorher EEX). Die von ENTSO-E veröffentlichten Daten decken jedoch, je nach Energieträger und Mitteilungspflicht, meist nur einen Teil der tatsächlich erzeugten Strommenge ab. Um diese Differenzen auszugleichen, werden die Primärdaten korrigiert.
- *Stromnachfrage*: Die inländische Stromnachfrage errechnet sich aus der Summe der stündlichen Nettostromerzeugung abzüglich des Strom-Importsaldos.
- *Stromaußenhandel*: Die Daten der aktuellen Stromimporte und -exporte (*Day-ahead*) stammen von ENTSO-E und werden unverändert übernommen. Diese Im- und Exporte beschreiben ausschließlich die für den Markt relevanten

Handelsflüsse (und nicht physikalische Stromflüsse).

- *Börsenstrompreise*: Bei den veröffentlichten Börsenstrompreisen handelt es sich um die Ergebnisse der *Day-ahead*-Auktionen an der europäischen Strombörse EPEX-Spot für das deutsch-luxemburgische beziehungsweise vor dem 1. Oktober 2018 für das deutsch-luxemburgisch-österreichische Marktgebiet. Die Preise werden von ENTSO-E viertelstündlich veröffentlicht. Das Agorameter berechnet daraus einen stündlichen Durchschnitt.
- *CO₂-Emissionen*: Bei den Emissionsdaten handelt es sich um die direkten CO₂-Emissionen, die durch die in Deutschland erzeugten Strommenge entstehen. Sie basieren auf den korrigierten, stundenscharfen ENTSO-E-Stromerzeugungsdatenreihen, die mit energieträgerspezifischen Emissionsfaktoren multipliziert werden. Das Agorameter zeigt ausschließlich die direkten bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehenden CO₂-Emissionen der Stromerzeugung. Emissionen aus Vorketten und Emissionen anderer Treibhausgase sind dementsprechend nicht enthalten.

3 Stromerzeugung

Die Energieträger Wind, Sonne, Biomasse, Wasser, Braun- und Steinkohle, Kernkraft und die Kategorie Andere werden bei der Korrektur der Primärdaten methodisch gleichbehandelt: Die Daten dieser Erzeugungstechnologien werden für vergangener Jahre mit einem monatspezifischen Faktor multipliziert; während im laufenden Jahr ein jährlicher Korrekturfaktor basierend auf dem Vorjahr verwendet wird. Einzig Gaskraftwerke werden aufgrund einer schlechteren Datenverfügbarkeit methodisch anders behandelt (siehe Abschnitt „g. Erdgas“).

2 <https://transparency.entsoe.eu/>

Die monatlichen Korrekturfaktoren berechnen sich aus der Differenz zwischen der- vollständigen monatlichen und energieträgerspezifischen Stromerzeugungsbilanzen des BDEW³ und der monatlichen Summe der ENTSO-E Einspeisezeitreihen. Für das laufende Jahr liegen diese monatlichen Bilanzen noch nicht vor, sodass stattdessen die jährliche Summe der ENTSO-Erzeugung des Vorjahres mit der vollständigen Jahresbilanz der AG Energiebilanzen⁴ verglichen wird (Ausnahme Kernenergie. Siehe „3.e Kernenergie“).

Aufgrund der historisch unterschiedlichen Verfügbarkeit der Daten werden außerdem vergangene Zeiträume anders behandelt als aktuelle Daten:

a. Windenergie

Da bei Windenergie für den Anlagenbetrieb kaum Eigenverbrauch anfällt, entspricht die Bruttoerzeugung der Nettoerzeugung. Die ENTSO-E Stromerzeugungsdaten aus Windkraftanlagen basieren auf Messungen der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) an verschiedenen Referenzstandorten und werden anschließend von den ÜNB auf das gesamte Bundesgebiet hochgerechnet.

Die Berechnung der Erzeugung aus Windkraft sowie deren Darstellung hat sich über die Jahre, insbesondere aufgrund der Datenverfügbarkeit, folgendermaßen verändert:

2012 bis 2014: Für die Jahre 2012 bis 2014 stehen keine separaten Erzeugungszeitreihen für Onshore- und Offshore-Anlagen zur Verfügung. Basierend auf monatlichen Erzeugungsdaten, wird die gemeinsame von der EEX veröffentlichten (unvollständigen) stündliche Einspeisezeitreihe mit einem monatlichen Korrekturfaktor multipliziert. Anschließend werden die stündlichen Werte der gemeinsame Zeitreihe gemäß den jährlichen Anteilen der beiden Technologien Onshore und Offshore an der gesamten

Windkrafterzeugung mit einem konstanten Faktor aufgeteilt.

2015: Ab dem Jahr 2015 erfolgt eine separate Ausweisung von Onshore- und Offshore-Windkraft. Aufgrund unterschiedlicher Datenverfügbarkeit muss für das Jahr 2015 auf eine Hilfsrechnung zurückgegriffen werden. Dazu wird für das Jahr 2015 zunächst, analog zu den Jahren 2012 bis 2014, die stündliche EEX-Einspeisereihe aller Windkraftanlagen als Grundlage verwendet und mithilfe von monatlichen Korrekturfaktoren auf die gesamte Windenergieerzeugung skaliert. Anschließend wird die für das Jahr 2015 vorhandene EEX-Einspeisezeitreihe für Offshore-Anlagen mit einem jährlichen Korrekturfaktor (2016: 2,04) skaliert. Da diese Berechnung zeitweise dazu führen kann, dass die tatsächliche Kapazität von Offshore-Windkraftanlagen in Deutschland überschritten wird, wird ein Maximalwert von 3.294,9 Megawatt festgelegt. Dieser Maximalwert entspricht der verfügbaren Kapazität zum Jahresende 2015. Um die Einspeisereihe für Onshore-Windkraft zu erhalten, wird anschließend die Offshore-Erzeugung von der Gesamterzeugung jeweils stündlich abgezogen.

Seit 2016: Seit 2016 sind separate Einspeisezeitreihen für On- und Offshore-Windkraft verfügbar.

b. Photovoltaik

Da Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) im Betrieb nahezu keinen Eigenverbrauch aufweisen, entspricht die Bruttoerzeugung der Nettoerzeugung. Die Daten basieren wie bei der Windkraft auf Messungen der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) an verschiedenen Referenzstandorten und werden anschließend von den ÜNB auf das gesamte Bundesgebiet hochgerechnet. Wie viel Strom direkt verbraucht⁵ und deshalb nicht ins Netz eingespeist wird, können die ÜNB nicht messen. Im Agorameter wird die Stromerzeugung durch Photovoltaik daher

3 <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/monatliche-stromerzeugung-erneuerbare-energien/>

4 <https://ag-energiebilanzen.de/daten-und-fakten/zusatzinformationen/>

5 Während sich "Eigenverbrauch" auf den Strom bezieht, den eine Anlage selbst verbraucht, meint "Direktverbrauch" den Strom, der noch verbraucht wird noch bevor er ins öffentliche Netz eingespeist wird.

systematisch unterschätzt. Da der Photovoltaik-Anteil am Strommix immer relevanter wird, soll eine zukünftige Version des Agorameter eine Methode zur Abschätzung des direktverbrauchten Stroms hinter PV-Anlagen enthalten.

c. Wasserkraft

Die Einspeisezeitreihe für Wasserkraftanlagen von ENTSO-E (ab 2018) beziehungsweise von der EEX (von 2012 bis 2017) wird wie die der anderen Technologien und wie in der Einleitung von „3 Stromerzeugung“ beschreiben mit einem Korrekturfaktor multipliziert. Vergangene Jahre werden mit einem monatspezifischen Faktor multipliziert; das laufende Jahr mit dem jährlichen Korrekturfaktor des letzten Jahres.

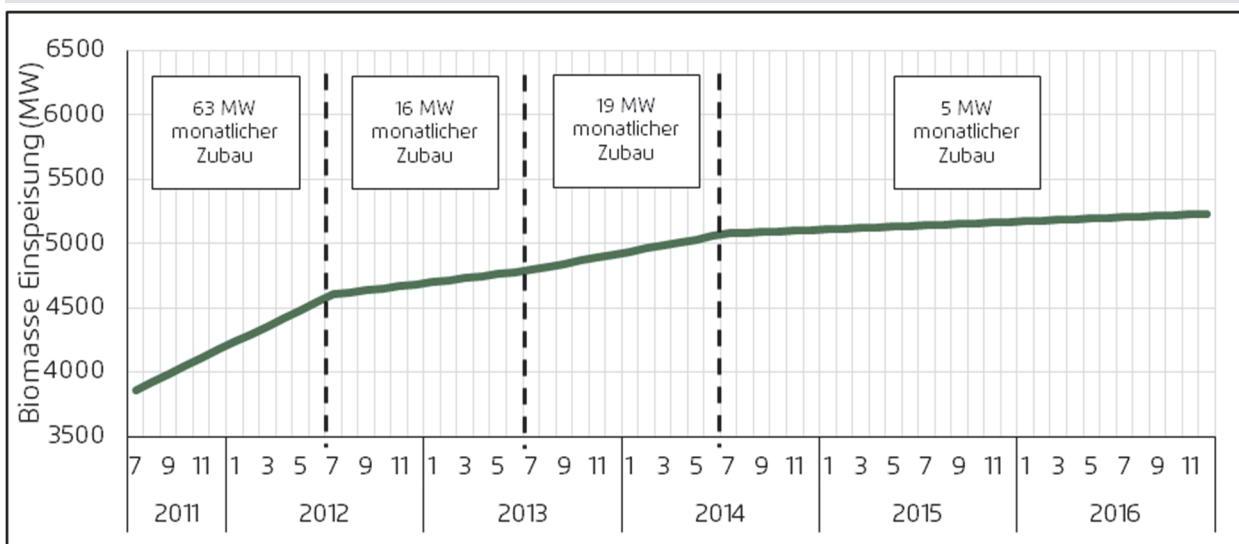
d. Biomasse

2012 bis 2016: Bis einschließlich 2016 existierten für die Stromproduktion aus Biomasse (inklusive biogenem Hausmüll) keine aktuellen und regelmäßig veröffentlichten Zeitreihen mit einem ausreichenden Erfassungsgrad. Deshalb wurden diese für die Jahre 2012 bis 2016 anhand der bekannten Gesamtstromproduktion der vergangenen Jahre geschätzt. Für einen Großteil der Biomasse- und Müllverbrennungsanlagen ist aus wirtschaftlicher Sicht ein möglichst konstanter Betrieb der Anlagen

vorteilhaft. Für das Agorameter wurde deshalb angenommen, dass diese Anlagen in ihrer Gesamtheit ein Grundlastband Strom produzieren. Zur genaueren Schätzung der Stromproduktion an einem bestimmten Tag in der Vergangenheit musste jedoch der unterjährige Zubau von Anlagen zusätzlich berücksichtigt werden. Dafür wurde die jährliche Leistungssteigerung linear und monatsweise über das Jahr verteilt. Die durchschnittliche mittlere Produktion wurde also zur Jahresmitte (hier: Juli) erzielt. Der durchschnittliche Monatszubau wurde somit immer auf den Zeitraum Juli bis Juni bezogen. So ergibt sich ein monatlicher Zubau von 63 Megawatt (MW) für die Jahre 2011/12, 16 MW für die Jahre 2012/13 sowie 19 MW für die Jahre 2013/14 (Abbildung 1). Ab Juli 2014 wurde der Zubau – wie im Erneuerbare-Energien-Gesetz 2014 vorgesehen – auf 100 MW im Jahr begrenzt. Werden durchschnittlich 6.000 Vollbenutzungsstunden pro Anlage unterstellt, so entsprach dies einem monatlichen Anstieg der Erzeugungskapazität um 5,3 MW pro Monat (Abbildung 1).

Seit 2017: Seit 2017 liegen stündliche Einspeisezeitreihen vor.

Abbildung 1: Entwicklung der durchschnittlichen Einspeisung Biomasse im Agorameter



e. Kernenergie

2012: Da für das Jahr 2012 keine vollumfassenden monatlichen Erzeugungsmengen vorliegen, wird entgegen der Beschreibung in der Eileitung von „3 Stromerzeugung“ nur ein jährlicher Korrekturfaktor und keine monatlichen Korrekturfaktoren angewendet.

f. Braun- und Steinkohle

2012 bis 2017: Zur Berechnung der stündlichen Einspeisung aus Kohlekraftwerken von 2012 bis 2017 wird zunächst zwischen Nicht-Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)- und KWK-Stromerzeugung unterschieden. Für die Berechnung der Nicht-KWK-Erzeugung (2017: 132 Terawattstunden) wird die von der EEX veröffentlichte, stündliche Einspeisezeitreihe der Kohlekraftwerke verwendet. Zur Korrektur bilanzieller Abweichungen wird ein jährlicher Korrekturfaktor angewendet (2017: 0,99). Die Einspeisezeitreihe der KWK-Stromerzeugung wird als Summe aus zwei Einspeisezeitreihen gebildet, wobei jeweils vereinfachend angenommen wird, dass die KWK-Erzeugung wärmegetrieben erfolgt:

- Die erste Einspeisezeitreihe wird auf Basis der Erzeugung von Prozesswärme modelliert. Aufgrund der eingeschränkten Datenlage muss hier vereinfachend angenommen werden, dass diese ganzjährig gleichmäßig erfolgt.
- Bei der zweiten Einspeisezeitreihe handelt es sich um eine an Heizwärme gekoppelte Erzeugung, die dynamisch auf Basis des stündlichen Temperaturverlaufs modelliert wird.

Dabei spielt die KWK-Stromerzeugung bei gleichzeitiger Heizwärmeerzeugung (2017: 3,7 Terawattstunden) eine wichtigere Rolle als die Prozesswärmeerzeugung (2017: 0,01 Terawattstunden). Die Nettostromerzeugung aus Kohlekraftwerken wird im Agorameter trotz differenzierter Berechnung als Gesamtstrommenge dargestellt.

Seit 2018: Zur Berechnung der stündlichen Einspeisung wird seit 2018 auf eine Differenzierung von Nicht-KWK- und KWK-Erzeugung verzichtet, da die Datengrundlage dafür nicht mehr regelmäßig veröffentlicht wird.

g. Erdgas

Zur Berechnung der stündlichen Einspeisung der Erdgaskraftwerke wird zwischen der Stromerzeugung der öffentlichen Versorgung und der Industrie (verarbeitendes Gewerbe, Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden) unterschieden.

- Für die Berechnung der Nettostromerzeugung aus Kraftwerken der öffentlichen Versorgung (2019: 52,4 Terawattstunden) wird zunächst die von der EEX (2012 bis 2017) beziehungsweise die von ENTSO-E (ab 2018) veröffentlichte, stündliche Einspeisezeitreihe der Erdgaskraftwerke als Grundlage verwendet. Zur Korrektur bilanzieller Abweichungen wird eine stündliche Einspeisezeitreihe addiert. Es wird vereinfachend angenommen, dass die restliche Erzeugung der Kraftwerke der öffentlichen Versorgung wärmegetrieben erfolgt, das heißt, die Erzeugung ist an Heizwärme gekoppelt und wird dynamisch auf Basis des stündlichen Temperaturverlaufs modelliert.
- Für die Berechnung der Nettostromerzeugung aus Industrieanlagen (2019: 35,4 Terawattstunden) wird zunächst die von der EEX (2012 bis 2017) beziehungsweise die von ENTSO-E (ab 2018) veröffentlichte, stündliche Einspeisezeitreihe der Erdgaskraftwerke als Grundlage verwendet. Zur Korrektur bilanzieller Abweichungen wird eine stündliche Einspeisezeitreihe addiert. Diese wird auf Basis der Erzeugung von Prozesswärme modelliert. Aufgrund der eingeschränkten Datenlage muss hier vereinfachend angenommen werden, dass diese ganzjährig gleichmäßig erfolgt.

Zur Berechnung der stündlichen Einspeisung des laufenden Jahres kann nicht auf eine Differenzierung zwischen der Stromerzeugung der öffentlichen Versorgung und der Industrie verzichtet werden, da es durch die Verwendung eines übergreifenden Korrekturfaktors andernfalls in einzelnen Stunden zu deutlichen Überschätzungen der Erzeugung aus Erdgaskraftwerken kommen würde. Aus diesem Grund wird für die Erzeugung des jeweils laufenden Jahres auf die gleiche Methode wie für die historischen Erzeugungsdaten zurückgegriffen, wobei jeweils auf die Nettostromerzeugung aus Kraftwerken der öffentlichen Versorgung (2019: 52,4 Terawattstunden) und aus Industrieanlagen (2019: 35,4 Terawattstunden) des Vorjahres zurückgegriffen wird. Die Nettostromerzeugung aus Gaskraftwerken der industriellen und öffentlichen Stromerzeugung wird im Agorameter in einer Kategorie zusammengefasst.

h. Pumpspeicher

Da Pumpspeicherkraftwerke ihren Betrieb in der Regel kurzfristig am Strommarkt optimieren, wird hier davon ausgegangen, dass die Abdeckung der Nettostromerzeugung durch die von ENTSO-E (ab 2018) beziehungsweise die von der EEX (von 2012 bis 2017) bereitgestellten Einspeisezeitreihen für Pumpspeicherkraftwerke 100 Prozent beträgt. Aus diesem Grund wird sowohl für die historischen als auch die aktuelle Erzeugung der Pumpspeicherkraftwerke die Einspeisezeitreihe von ENTSO-E (ab 2018) beziehungsweise der EEX (von 2012 bis 2017) unverändert übernommen. Teilweise sind dabei Pumpspeicherkraftwerke inkludiert, die nicht im deutschen Bundesgebiet liegen, jedoch (primär) ans deutsche Netz angeschlossen sind.

i. Andere

Die dargestellten Erzeugungsdaten für die Kategorie Andere setzen sich zusammen aus den Erzeugungsdaten von Ölkraftwerken und sonstigen Anlagen (sonstige fossile Kraftwerke, konventionelle Müllverbrennungsanlagen, Industrieabfälle, Geothermie und sonstige Erneuerbare), die zur besseren Übersicht aggregiert dargestellt werden.

Zur Berechnung der stündlichen Einspeisung der Ölkraftwerke von 2012 bis 2017 wird analog zu Braun- und Steinkohle zwischen Nicht-KWK- und KWK-Stromerzeugung unterschieden. Es werden außerdem analog monatliche Korrekturfaktoren für das vergangene Jahr und der jährliche Korrekturfaktor des vergangenen Jahres für das laufende Jahr verwendet.

Da bei einem Großteil der verbleibenden Erzeugungseinheiten in der Vergangenheit tendenziell von einer sehr gleichmäßigen Stromerzeugung auszugehen war (es handelt sich dabei weitestgehend um Müll-, Abfall- und Kuppelgasverbrennungsanlagen), werden die Fehlmengen von 2012 bis 2014 mithilfe eines gleichmäßigen Erzeugungsbandes abgebildet. Aufgrund des in der Folge steigenden Abdeckungsgrades der EEX-Einspeisezeitreihen gegenüber der Nettostromerzeugung ab dem Jahr 2015, wird ab diesem Zeitpunkt ein einheitlicher Skalierungsfaktor verwendet, der gleichzeitig auch zur Berechnung der stündlichen Einspeisung des jeweils aktuellen Jahres eingesetzt wird.

4 Stromnachfrage

Zur Berechnung der aktuellen, stündlichen Nettostromnachfrage werden die Erzeugung aller Energieträger sowie die Importe aufsummiert, während die Exporte abgezogen werden.

5 Importe und Exporte

Für die Importe und Exporte werden Zeitreihen von ENTSO-E verwendet. Dabei handelt es sich um die angemeldeten kommerziellen Handelsflüsse (*Day-ahead Cross-Border Commercial Schedules*⁶), die jeweils unverändert übernommen werden. Einzige Ausnahme bilden die Stromhandelsflüsse zwischen Deutschland und Luxemburg (von 2012 bis 2015), da hier erst seit März 2016 stündliche Zeitreihen

vorliegen. Der Nettoexport von Deutschland nach Luxemburg betrug in den Jahren 2012 bis 2015 durchgängig 4,6 bis 4,8 Terawattstunden pro Jahr und weist auch unterjährig nur sehr geringe Schwankung auf (vgl. Öko-Institut 2013). Die Exporte nach Luxemburg werden deshalb bis 2015 als durchgängiges Erzeugungsband basierend auf der gesamten Vorjahreserzeugung dargestellt (siehe Tabelle 1). Von 2016 an werden auch hier die Daten unverändert von ENTSO-E übernommen.

Tabelle 1: Jährlicher Exportsaldo und stündliches Erzeugungsband nach Luxemburg

	2012	2013	2014	2015
Exportsaldo von Deutschland nach ...⁷	TWh			
Luxemburg	4,6	4,6	4,8	4,8
Stündliches Erzeugungsband	MW			
Luxemburg	524	524	551	546

6 Strompreise

Im Agorameter werden die *Day-ahead*-Strompreise der Strombörse EPEX Spot für das deutsch-luxemburgisch Marktgebiet (inklusive Österreich bis September 2018) dargestellt. Nach der Aufspaltung des gemeinsamen Marktgebietes mit Österreich am 1. Oktober 2018 werden nur noch die *Day-ahead*-Strommarktpreise für die deutsch-luxemburgische Marktzone dargestellt. Die Daten werden der ENTSO-E Datenbank entnommen. Täglich um 12.00 Uhr wird an der EPEX eine Auktion für Stromlieferungen und -abnahmen am folgenden Tag durchgeführt (EPEX Spot 2013). Hierbei werden die Preise

für jede Stunde ermittelt (*Day-ahead*-Markt). Diese Strompreise werden verwendet, da der Großteil der Erneuerbaren Energien am *Day-ahead*-Markt vermarktet wird und hier die Liquidität größer als auf dem *Intraday*-Markt ist.

7 Emissionen

Zur Berechnung der gesamten, stündlichen Emissionen der Stromerzeugung (in Tonnen CO₂) werden die von ENTSO-E (ab 2018) beziehungsweise von der EEX (2012 bis 2017) veröffentlichten, stündlichen Einspeisezeitreihen der fossilen Energieträger, nach

6 Die physikalischen Flüsse werden nicht verwendet, da die angemeldeten Handelsflüsse für die Exporte und Importe ökonomische Größen sind, die durch die Handelsergebnisse der jeweiligen Stromverkäufe eingeleitet wurden. Die zum jeweiligen Zeitpunkt tatsächlich entstehenden physikalischen Stromflüsse können aufgrund von unterschiedlichen Spannungs- und Regelenergiesituationen abweichen. Zudem sind die teilweise auftretenden Ringflüsse (zum Beispiel Stromtransport von Frankreich in die

Schweiz über Deutschland) nicht im eigentlichen Sinne als Im- und Exporte, sondern als Durchleitungen zu betrachten. Die tatsächlich realisierten Handelsflüsse (Final Cross-Border Schedule) liegen jedoch erst mit sieben Tagen Verzögerung vor und können deshalb nicht verwendet werden. Seit dem 15. Januar 2014 werden diese Daten von ENTSO-E überdies nicht mehr veröffentlicht.

7 ENTSO-E 2015

der Verrechnung gemäß der in Kapitel „3 Stromerzeugung“ beschriebenen Methode jeweils mit einem Emissionsfaktor multipliziert (siehe Tabelle 2) und anschließend addiert. Die spezifischen Emissionsfaktoren für die einzelnen Technologien stammen aus den Publikationen des Umweltbundesamtes (UBA) und werden jährlich aktualisiert⁸.

Der stündliche Emissionsfaktor des Strommix (in g/kWh) wird gemäß einer Formel des Umweltbundesamtes (UBA) berechnet: die stündlichen Emissionen der Stromerzeugung werden durch die gesamte Nettostromerzeugung (exklusive Pumparbeit) dividiert. Die Emissionen je Energieträger werden dann aufaddiert und sowohl als spezifischer summarischer Wert je Kilowattstunde als auch in absoluten Tonnen angegeben.

Weitere Treibhausgase, die bei der Stromproduktion, oder Emissionen, die in den vor- und nachgelagerten Stufen (zum Beispiel bei der Installation oder dem Abbau eines Kraftwerks) entstehen können, werden nicht berücksichtigt. Zudem werden weder die CO₂-Emissionen der Importe addiert noch die der Exporte subtrahiert und somit die CO₂-Emissionen dargestellt, die letztendlich in der deutschen CO₂-Bilanz zu Buche schlagen. Eine Übersicht ist in Tabelle 2 dargestellt.

8 Durch den Zubau bzw. das Ausscheiden von Anlagen eines Energieträgers verändert sich der durchschnittliche Emissionsfaktor dieses Energieträgers, da die Anlagen

meist unterschiedliche Wirkungsgrade und Emissionsfaktoren aufweisen.

Tabelle 2: Jährliche Emissionen der fossilen Stromerzeugung und Emissionsfaktoren

Emissionen ^{1) 2)}	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Mio t CO₂										
Braunkohle	166	163	159	157	153	149	146	115	94	113	119
Steinkohle	94	104	97	92	86	70	62	44	32	41	48
Erdgas	27	24	22	22	28	30	30	33	34	33	29
Sonstige (inkl. Fossilem Müll und Öl)	34	35	34	34	33	33	31	31	30	33	33
Emissionsfaktor der Stromerzeugung pro Energieträger ³⁾	t CO₂/MWh										
Braunkohle	1.12	1.10	1.11	1.10	1.11	1.09	1.09	1.10	1.11	1.12	1.10
Steinkohle	0.88	0.89	0.89	0.85	0.85	0.82	0.82	0.83	0.81	0.82	0.81
Erdgas	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.36	0.38	0.38	0.37	0.38	0.39
Sonstige (inkl. Fossilem Müll und Öl)	1.56	1.57	1.63	1.59	1.68	1.69	1.57	1.43	1.48	1.57	1.64
Durchschnittlicher Emissionsfaktor des Strommix ¹⁾	g CO₂/kWh										
	574	573	557	527	524	487	473	411	375	420	444

¹⁾ UBA 2021, eigene Berechnung

²⁾ Für die Hochrechnung des aktuellen Jahres wird jeweils der Jahreswert des Vorjahres verwendet

³⁾ eigene Berechnung basierend auf UBA 2020

Quellen

AG Energiebilanzen (2023): *Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern*, unter: <http://www.ag-energiebilanzen.de/>

Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien Statistik (AGEE Stat) (2023): *Monatsbericht zur Entwicklung der erneuerbaren Stromerzeugung und Leistung in Deutschland*

BDEW (2012–2023): *Aktuelle Daten der Elektrizitätswirtschaft*

EEX (2012–2017): *Marktdaten zur Stromerzeugung*; (zur Verarbeitung im Agorameter werden die Daten direkt über einen kostenpflichtigen Server von der EEX bezogen; alle Daten zur Stromerzeugung der bei der EEX meldenden Anlagen werden jedoch auch auf der Transparenzseite der EEX veröffentlicht, unter: <http://www.eex-transparency.com/>)

ENTSO-E (2012–2023): *Scheduled Commercial Exchanges*, unter: <https://transparency.entsoe.eu>

ENTSO-E (2015): *Marktdaten zur Stromerzeugung*, unter: <https://transparency.entsoe.eu/dashboard/show>

EPEX SPOT SE (2013): *Marktdaten der Day-ahead-Auktionen*, unter: <https://www.epex-spot.com/de/marktdaten/dayaheadauktion>

Öko-Institut (2013): *Vorschlag für eine Reform der Umlage-Mechanismen im Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)*. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, unter: http://www.agora-energie-wende.de/fileadmin/downloads/publikationen/Impulse/EEG-Umlage_Oeko-Institut_2014/Impulse_Reform_des_EEG-Umlage-mechanismus.pdf

Statistisches Bundesamt (2012–2023): *Erhebung über die Stromerzeugungsanlagen der Betriebe des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden*, unter: <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Qualitaet/Qualitaetsberichte/Energie/einfuehrung.html>
Statistisches Bundesamt (2012–2017): *Erhebung über die Elektrizitäts- und Wärmeerzeugung der Stromerzeugungsanlagen für die allgemeine Versorgung*, unter: <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/Energie/Methoden/Erzeugung.html>

Umweltbundesamt (2022): *Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix in den Jahren 1990–2021*, unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/entwicklung-der-spezifischen-kohlendioxid-8>

Agora Energiewende

Anna-Louisa-Karsch-Straße 2 | 10178 Berlin

P +49. (0) 30. 7001435-000

F +49. (0) 30. 7001435-129

www.agora-energiewende.de

info@agora-energiewende.de