

Emissionen von Wärmekraftwerken und anderen Verbrennungsanlagen

Deutschland verpflichtete sich 2003 mit der Zeichnung des PRTR-Protokolls dazu, ein Register über Schadstofffreisetzungen und -transporte aufzubauen. Hierzu berichten viele Industriebetriebe jährlich dem UBA über Schadstoffemissionen und die Verbringung von Abwässern und Abfällen. Das UBA bereitet diese Daten in einer Datenbank für Bürgerinnen und Bürger auf.

Umweltbelastende Emissionen aus Wärmekraftwerken und anderen Verbrennungsanlagen
Wärmekraftwerke und andere Verbrennungsanlagen, die mit fossilen Brennstoffen (insbesondere Steinkohle, Braunkohle, Erdgas) oder biogenen Brennstoffen betrieben werden, sind bedeutende Verursacher von umweltbelastenden Emissionen. Sie sind verantwortlich für einen erheblichen Teil des Ausstoßes an Kohlendioxid (CO₂), Stickstoffoxiden (NO_x) und Schwefeloxiden (SO_x). Die Kohleverbrennung ist zudem die wichtigste Emissionsquelle für das Schwermetall Quecksilber (Hg).

Das Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister (PRTR) in Deutschland
Industriebetriebe müssen jährlich dem Umweltbundesamt (UBA) sowohl über ihre Emissionen in Luft, Wasser und Boden berichten, als auch darüber, wie viele Schadstoffe sie in externe Abwasserbehandlungsanlagen weiterleiten und wie viele gefährliche Abfälle sie entsorgen. Die Betriebe müssen nicht über jeden Ausstoß und jede Entsorgung berichten, sondern nur dann, wenn der Schadstoffausstoß einen bestimmten Schwellenwert oder der Abfall eine gewisse Mengenschwelle überschreitet. In diesem Artikel werden Wärmekraftwerke und andere Verbrennungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von über 50 Megawatt (MW), die von Anhang I, Nummer 1.c) der Europäischen PRTR-Verordnung erfasst werden, betrachtet.

Das Umweltbundesamt (UBA) sammelt die von Industriebetrieben gemeldeten Daten in einer Datenbank: dem Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister PRTR (Pollutant Release and Transfer Register). Das UBA leitet die Daten dann an die Europäische Kommission weiter und macht sie im Internet unter der Adresse www.thru.de der Öffentlichkeit frei zugänglich.

Es gibt drei Rechtsgrundlagen für die PRTR-Berichterstattung:

- das [PRTR-Protokoll](#) der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN ECE) vom 21. Mai 2003,
- die [Europäische Verordnung 166/2006/EG](#) vom 18. Januar 2006 und
- das deutsche [PRTR-Gesetz](#) vom 6. Juni 2007, das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 geändert worden ist.

Erfasst werden im PRTR industrielle Tätigkeiten in insgesamt neun Sektoren. Einer davon ist der Energiesektor, zu dem die hier dargestellten Wärmekraftwerke und andere Verbrennungsanlagen gehören. Für das aktuelle Berichtsjahr 2021 waren in Deutschland insgesamt 136 Betriebe mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 50 Megawatt (MW) und mit Luftemissionen nach PRTR berichtspflichtig (siehe Karte „[Standorte von PRTR-berichtspflichtigen Kraftwerken mit Luftemissionen im Jahr 2021](#)“).

Die Aussagekraft des PRTR ist jedoch begrenzt. Drei Beispiele:

- Energieerzeuger müssen nicht über den eingesetzten Brennstoff informieren; die PRTR-Daten lassen sich also nicht etwa nach Braun- oder Steinkohle aufschlüsseln.
- Unternehmen berichten nicht über Kohlendioxid (CO₂)- oder Schadstoffemissionen einer einzelnen Industrieanlage oder eines Kessels, sondern über die Gesamtheit aller Anlagen einer „Betriebseinrichtung“. Unter einer Betriebseinrichtung versteht man eine oder mehrere Anlagen am gleichen Standort, die von einer natürlichen oder juristischen Person betrieben werden.
- Das PRTR gibt Auskunft über die Emissionsmengen der einzelnen Betriebseinrichtungen, nicht aber zu den installierten Kapazitäten und deren Effizienz oder Umweltstandards.

Kohlendioxid-Emissionen in die Luft

Kohlendioxid (CO₂)-Emissionen entstehen vor allem bei der Verbrennung fossiler Energieträger. Somit gehören Wärmekraftwerke und andere stationäre Verbrennungsanlagen zu den bedeutenden Quellen dieses Treibhausgases. Dies ist auch im PRTR erkennbar.

Nicht jeder Betreiber muss CO₂-Emissionen melden. Für die Freisetzung von CO₂ in die Luft gilt im PRTR ein Schwellenwert von 100.000 Tonnen pro Jahr (t/Jahr). Erst wenn ein Betrieb diesen Wert überschreitet, muss er dem Umweltbundesamt die CO₂-Emissionsfracht melden.

In den Jahren 2007 bis 2021 meldeten jeweils zwischen 120 und 156 Betreiber von Wärmekraftwerken und andere Verbrennungsanlagen CO₂-Emissionen an das PRTR. Das Jahr 2009 fiel in der Zeitreihe hinsichtlich der freigesetzten Mengen heraus, da in diesem Jahr aufgrund der Wirtschaftskrise und der daraus folgenden geringeren Nachfrage nach Strom und Wärme weniger Brennstoffe in den Anlagen eingesetzt wurden. Der zeitweilige Anstieg der Emissionsfrachten nach 2009 ist der wirtschaftlichen Erholung geschuldet. Im Berichtszeitraum war die Zahl meldender Wärmekraftwerke und anderer Verbrennungsanlagen im Jahr 2021 mit 120 Betrieben am niedrigsten; wohingegen die niedrigste berichtete Gesamtemissionsfracht mit 178 Kilotonnen aus dem Jahr 2020 stammt. Seit 2016 geht im Vergleich zu den vorangegangenen Jahren die Anzahl meldender Wärmekraftwerke und anderer Verbrennungsanlagen sowie der Anteil der berichteten Gesamtemissionsfracht stetig zurück (siehe Abb. „Kohlendioxid-Emissionen aus Kraftwerken in die Luft und Zahl der im PRTR meldenden Kraftwerke“). Im Jahr 2021 stieg dagegen der Einsatz von Stein- und Braunkohlen in den Kraftwerken der öffentlichen Versorgung wieder an, während der Erdgaseinsatz in der zweiten Jahreshälfte aufgrund der deutlich gestiegenen Gaspreise abnahm. Das führte in der Summe zu einer merklichen Erhöhung der CO₂ Emissionen. Allerdings wird das Niveau von 2019 noch nicht wieder erreicht. Die Anzahl der CO₂-meldenden Kraftwerke ist 2021 im Vergleich zum Vorjahr um 12 Anlagen zurückgegangen und damit stärker als in den meisten Vorjahren gesunken. Hier spiegelt sich die zunehmende Außerbetriebnahme vor allem älterer Anlagen wieder und auch die Überführung eines Teils der Anlagen in die Sicherheitsbereitschaft bzw. Netzreserve. Hinzu kommt, dass einzelne Ersatzinvestitionen für Kohlekraftwerke eine deutlich geringere Feuerungswärmeleistung aufweisen und in Verbindung mit meist deutlich kohlenstoffärmeren Brennstoffen – in der Regel Erdgas – sehr viel eher unter dem Schwellenwert für die CO₂-Berichtspflicht im PRTR von 100.000 Tonnen pro Jahr bleiben, als die bisherigen Großanlagen. Dieser Effekt gilt insbesondere für Verbrennungsmotoranlagen, teilweise aber auch für die in der Regel etwas größeren Gasturbinenanlagen. Die Frachtangaben zu CO₂ im PRTR basieren größtenteils auf Berechnungen der Betreiber. Als Grundlage dienen Brennstoffanalysen zur Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes. CO₂ Messungen im Abgas werden nur selten vorgenommen.

Die regionale Verteilung der Wärmekraftwerke und anderen Verbrennungsanlagen mit Kohlendioxid-Emissionen in die Luft im deutschen PRTR 2021

Die Karte „[Standorte von PRTR-berichtspflichtigen Kraftwerken mit Kohlendioxid-Emissionen in die Luft 2021](#)“ erfasst alle 120 Betriebe, die im Jahr 2021 mehr als 100.000 Tonnen CO₂ in die Luft freisetzen. Die Signaturen in der Karte zeigen die Größenordnung der jeweils vom Betrieb freigesetzten CO₂-Menge:

- 83 dieser Betriebe setzten jeweils zwischen > 100 und 1.000 Kilotonnen (kt) CO₂ frei,
- 30 dieser Betriebe emittierten zwischen 1.001 und 5.000 kt CO₂,
- sechs Betriebe setzten zwischen 5.001 und 20.000 kt CO₂ frei
- und ein Betrieb sogar mehr als 20.000 kt CO₂.

Karte: [Kohlendioxid-Emissionen aus Kraftwerken in die Luft und Zahl der im PRTR meldenden Kraftwerke](#)

Stickstoffoxid-Emissionen in die Luft

Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, gerechnet als Stickstoffdioxid und abgekürzt mit NO_x) schädigen die Gesundheit von Mensch, Tier und Vegetation in vielfacher Weise. Im Vordergrund steht die stark oxidierende Wirkung von Stickstoffdioxid (NO₂). Außerdem tragen einige Stickstoffoxide als Vorläuferstoffe zur Bildung von bodennahem Ozon und sekundärem Feinstaub bei, wirken überdüngend und versauernd und schädigen dadurch auch mittelbar die Vegetation und den Boden. Berichtspflichtig im PRTR sind NO_x-Emissionen in die Luft ab einem Schwellenwert von größer 100.000 Kilogramm pro Jahr (kg/Jahr).

In den Jahren von 2007 bis 2021 ging die Anzahl Stickstoffoxid-Emissionen meldender Betriebe von 157 auf 100 Wärmekraftwerke und andere Verbrennungsanlagen zurück. Seit 2013 ist ein Rückgang der berichteten NO_x-Gesamtemissionen im PRTR von 209.000 Tonnen auf 114.000 Tonnen in 2021 zu beobachten. Der auffallende niedrige Wert berichteter NO_x-Gesamtemissionen iHv. 101.000 Tonnen im Jahr 2020 ist der besonderen Situation dieses Jahres geschuldet. Einerseits nahm der Stromverbrauch aufgrund der Corona-Pandemie ab und der Stromexport verringerte sich. Andererseits legte die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern zu. Das führte in der Summe zu einem erheblichen Rückgang des Kohleinsatzes. 2021 nahm im Vergleich zum vorangegangenen Jahr die Anzahl meldender Wärmekraftwerke und anderer Verbrennungsanlagen um 3,8 % ab, der Anteil der berichteten Gesamtemissionsfracht hingegen um rund 12,8 % zu (siehe Abb. „[Stickstoffoxid-Emissionen aus Kraftwerken in die Luft und Zahl der im PRTR meldenden Kraftwerke](#)“). Der Anstieg lässt sich im Wesentlichen mit der wirtschaftlichen Erholung nach der Corona-Pandemie und den ungünstigen Witterungsverhältnissen (kühl und windarm) begründen. Beim Stickstoffdioxid spielen neben Kohlekraftwerken auch Gaskraftwerke eine Rolle. Die Gründe für den im Vergleich zu früheren Jahren deutlichen Rückgang der berichteten NO_x-Gesamtemissionsfracht ist in erster Linie auf den deutlichen Rückgang des Kohleinsatzes in Wärmekraftwerken zurückzuführen. Die Frachtangaben zu NO_x im PRTR basieren größtenteils auf Messungen der Betreiber.

Die regionale Verteilung der Wärmekraftwerke und anderen Verbrennungsanlagen mit Stickstoffoxid-Emissionen in die Luft im deutschen PRTR 2021

Die Karte „[Standorte von PRTR-berichtspflichtigen Kraftwerken mit Stickstoffoxid-Emissionen in die Luft 2021](#)“ erfasst alle 100 Betriebe, die im Jahr 2021 mehr als 100 t Stickstoffoxid (t NO_x) in die Luft freisetzen. Die Signaturen in der Karte zeigen die jeweilige Größenordnung der vom Betrieb in die Luft freigesetzten Stickstoffoxid-Mengen:

- 32 Betriebe setzten zwischen > 100 und 200 t NO_x frei,
- 34 Betriebe emittierten jeweils zwischen 201 und 500 t NO_x,
- 16 Betriebe emittierten zwischen 501 und 1.000 t NO_x,
- die beachtliche Anzahl von 14 Betrieben stießen zwischen 1.001 und 10.000 t NO_x aus und
- vier Betriebe meldeten eine Freisetzung von mehr als 10.000 t NO_x.

Schwefeloxid-Emissionen in die Luft

Schwefeloxide (wie zum Beispiel SO₂, im Folgenden nur SO_x genannt) entstehen überwiegend bei Verbrennungsvorgängen fossiler Energieträger wie zum Beispiel Kohle. Schwefeloxide können Schleimhäute und Augen reizen und Atemwegsprobleme verursachen. Sie können zudem aufgrund von Ablagerung in Ökosystemen eine Versauerung von Böden und Gewässern bewirken. Der Schwellenwert für im PRTR berichtspflichtige SO_x-Emissionen in die Luft beträgt größer 150.000 Kilogramm pro Jahr (kg/Jahr).

In den Jahren von 2007 bis 2021 meldeten jeweils zwischen 42 und 80 Wärmekraftwerke und andere Verbrennungsanlagen Schwefeloxidemissionsfrachten. In den Jahren 2007 und 2013 war der höchste Stand der Gesamtfrachten mit jeweils 157 Kilotonnen (kt) zu verzeichnen. Die Zahl meldender Wärmekraftwerke und anderen Verbrennungsanlagen ist seit 2013 kontinuierlich rückläufig und erreichte 2020 mit 42 meldenden Betrieben den niedrigsten Stand. Das Jahr 2020 stellt zudem mit berichteten 54 Kilotonnen (kt) das Jahr mit der niedrigsten Gesamtemissionsfracht in der Zeitreihe dar. Der auffallende niedrige Wert berichteter SO_x-Gesamtemissionen im Jahr 2020 hat verschiedene Ursachen. Aufgrund der Corona-Pandemie nahm der Stromverbrauch merklich ab. Die Stromerzeugung sank noch stärker, da weniger Strom exportiert wurde. Der Einsatz von Stein- und Braunkohlen ging spürbar zurück. Dagegen stieg der Einsatz von emissionsärmerem Erdgas aufgrund von unterjährig gesunkenen Gaspreisen und vergleichsweise hohen CO₂ Zertifikatspreisen leicht an. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern nahm ebenfalls zu. 2021 sank im Vergleich zum vorangegangenen Jahr 2020 die Anzahl meldender Wärmekraftwerke und anderen Verbrennungsanlagen um 7 %, der Anteil der berichteten Gesamtemissionsfracht sogar um rund 22 % zu (siehe Abb. [“Schwefeloxid-Emissionen aus Kraftwerken in die Luft und Zahl der im PRTR meldenden Kraftwerke“](#)). Der Hauptgrund für den Emissionsanstieg im Jahr 2021 ist der höhere Einsatz von Stein- und Braunkohlen zur Stromerzeugung infolge der deutlich geringeren Windstromerzeugung. Außerdem stieg der Stromverbrauch an, bedingt durch die wirtschaftliche Erholung nach der Corona-Pandemie und die vergleichsweise kühle Witterung. Bei Betrachtung der gesamten Zeitreihe von 2007 bis 2021 ist jedoch ein Rückgang berichteter Gesamtemissionsfrachten von rund 58 % zu verzeichnen. Der Emissionsrückgang im Zeitraum 2007 bis 2021 ist ähnlich wie bei Stickstoffoxiden im Wesentlichen auf den sinkenden Kohleeinsatz in Wärmekraftwerken zurückzuführen. Besonders stark ging der Steinkohleeinsatz zurück, aber auch der Braunkohleeinsatz verringerte sich signifikant. Dabei verlief die Entwicklung in den einzelnen Revieren unterschiedlich. Am deutlichsten sank der Einsatz der rheinischen Braunkohle. Die mitteldeutsche Braunkohle ging dagegen nur leicht zurück. Aufgrund der unterschiedlichen Schwefelgehalte in den verschiedenen Revieren (rheinische Braunkohle niedriger Schwefelgehalt, mitteldeutsche Braunkohle hoher Schwefelgehalt) korreliert die Emissionsminderung nicht direkt mit der Entwicklung der Brennstoffeinsätze. Die Frachtangaben zu SO_x im PRTR basieren größtenteils auf Messungen der Betreiber.

Die regionale Verteilung der Wärmekraftwerke und anderen Verbrennungsanlagen mit Schwefeloxidemissionen in die Luft im deutschen PRTR 2021

Die Karte [„Standorte von PRTR-berichtspflichtigen Kraftwerken mit Schwefeloxid-Emissionen in die Luft 2021“](#) erfasst alle 45 Betriebe, die im Jahr 2021 mehr als 150 Tonnen Schwefeloxid (t SO_x) in die Luft freisetzen. Die Signaturen in der Karte zeigen die jeweilige Größenordnung der vom Betrieb in die Luft freigesetzten Schwefeloxid-Mengen:

- 23 Betriebe setzten zwischen > 150 und 500 t SO_x frei,
- 11 Betriebe emittierten jeweils zwischen 501 und 1.000 t SO_x,
- 10 Betriebe setzten zwischen 1.001 und 10.000 t SO_x frei und
- ein Betrieb meldete eine Freisetzung von mehr als 10.000 t SO_x.

Quecksilber-Emissionen in die Luft

Das zur Gruppe der Schwermetalle gehörende Quecksilber (Hg) wird hauptsächlich frei, wenn Energieerzeuger fossile Brennstoffe wie Kohle für die Energieerzeugung verbrennen. Quecksilber und seine Verbindungen sind für Lebewesen teilweise sehr giftig. Die stärkste Giftwirkung geht von Methylquecksilber aus. Diese Verbindung reichert sich besonders in Fischen und Schalentieren an und gelangt so auch in unsere Nahrungskette.

Die Zahl der Wärmekraftwerke und anderen Verbrennungsanlagen, die Hg-Emissionen in die Luft an das PRTR meldeten, pendelte in den Jahren 2007 bis 2021 zwischen 18 und 56. Ein Betreiber muss nur dann berichten, wenn er mehr als 10 Kilogramm Quecksilber pro Jahr (kg/Jahr) in die Luft emittiert. Im Jahr 2009 gingen die Emissionen aufgrund der gesunkenen Nachfrage nach Strom und Wärme zurück. Der Anstieg der Emissionsfrachten von 2009 auf 2010 ist der wirtschaftlichen Erholung geschuldet. Die Zahl meldender Wärmekraftwerke und anderen Verbrennungsanlagen und die berichtete Gesamtemissionsfracht erreichte im Jahr 2020 mit 18 Betrieben bzw. mit 2,37 Tonnen Jahresfracht den niedrigsten Stand innerhalb der Zeitreihe 2007 bis 2021, was den oben genannten Besonderheiten des Jahres 2020 geschuldet ist. Bei Betrachtung der gesamten Zeitreihe von 2007 bis 2020 ist ab 2016 ein deutlicher Rückgang der berichteten Gesamtemissionsfrachten um rund 51% zu verzeichnen (siehe Abb. [„Quecksilber-Emissionen aus Kraftwerken in die Luft und Zahl der im PRTR meldenden Kraftwerke“](#)). Für den Rückgang der gemeldeten Gesamtemissionsfracht gibt es hauptsächlich zwei Gründe: Den wesentlichen Anteil hat der deutliche Rückgang der Kohleverstromung. Weiterhin trägt die Einführung eines auf das Jahr bezogenen Quecksilbergrenzwertes dazu bei, der erstmals für das Jahr 2019 anzuwenden war, und der deutlich strenger ist als der bisherige und weiterhin parallel geltende auf den einzelnen Tag bezogene Grenzwert. Diese neue Anforderung bewirkt, dass vor allem die Kraftwerke im mitteldeutschen Braunkohlerevier – hier liegen deutlich höhere Gehalte an Quecksilber in der Rohbraunkohle vor als im rheinischen Revier – erhebliche Anstrengungen für eine weitergehende Quecksilberemissionsminderung unternehmen mussten. Infolgedessen kommt es im mitteldeutschen Revier zu einer deutlichen Minderung der spezifischen Quecksilberemissionen. Aber auch im lausitzer und im rheinischen Revier gingen in den Jahren 2019 und 2020 die spezifischen Quecksilberemissionen zurück. Die Gründe für den Rückgang der Anzahl meldender Wärmekraftwerke und anderen Verbrennungsanlagen sind zum einen Anlagenstilllegungen aber auch der verringerte Steinkohleeinsatz in den verbliebenen Anlagen, der dazu führt, dass einige Anlagen unter die Abschneidegrenze fallen. Der Emissionsanstieg im Jahr 2021 ist im Wesentlichen auf den erhöhten Braun- und Steinkohleeinsatz zurückzuführen. Daraus ergibt sich auch eine erhöhte Anzahl der meldenden Steinkohlenkraftwerke, die den Schwellenwert überschreiten. Aufgrund der erhöhten gesetzlichen Anforderungen fällt der Emissionsanstieg aber moderater aus. Der größte Teil der Betreiber ermittelt die Hg-Luftemissionen über Messungen, ein Teil jedoch auch über Berechnungen.

Die regionale Verteilung der Kraftwerke mit Quecksilber-Emissionen in die Luft im deutschen PRTR 2021

Die Karte [„Standorte von PRTR-berichtspflichtigen Kraftwerken mit Quecksilber-Emissionen in die Luft 2021“](#) erfasst die 25 Betriebe, die nach eigenen Angaben im Jahr 2021 mehr als 10 Kilogramm Quecksilber (kg Hg) in die Luft freisetzen. Die Signaturen in der Karte zeigen die jeweilige Größenordnung der vom Betrieb in die Luft freigesetzten Menge an Quecksilber:

- 11 Betriebe setzten zwischen > 10 und 20 kg Hg frei,
- 7 Betriebe emittierten zwischen 21 und 100 kg Hg,
- 6 Betriebe setzten zwischen 101 und 500 kg Hg

und ein Betrieb sogar mehr als 500 kg Hg frei.

Stand: 31.01.2023