

QUECKSILBER

Quellen und Verbreitung von Quecksilber in der Umwelt

Quecksilber ist ein in der Umwelt ungewöhnlich mobiles Element. Das schon unter Normalbedingungen flüssige und zur Verdunstung neigende Schwermetall verweilt in elementarer Form etwa ein Jahr in der Atmosphäre. Die vergleichsweise hohe Verweilzeit von Quecksilber in der Atmosphäre hat eine ausgedehnte globale Verteilung des Stoffes zur Folge. Für Umwelt und Gesundheit ist Quecksilber problematisch, wenn sich das Metall durch Oxidationsprozesse in organisches Methylquecksilber umwandelt und über längere Zeit von Lebewesen aufgenommen wird. Diese metallorganische Verbindung ist stark toxisch und kann sich vor allem in Gewässern über die Nahrungskette anreichern.

In Deutschland stehen auch die Kohlenkraftwerke als Quecksilber-Emittenten in der Kritik. Die Schwerpunktausgabe von Informationen und Meinungen zeigt auf, wie die bisherige Luftreinhaltepolitik sowie Rauchgasreinigung nach dem Stand der Technik in Europa und insbesondere in Deutschland zu drastischen Emissionsreduktionen geführt haben.

Die weltweiten Quecksilber-Emissionen in Höhe von 7527 Tonnen (2008) entstehen zu zwei Dritteln (5207 Tonnen) auf natürlichem Wege. Aus den Ozeanen werden pro Jahr

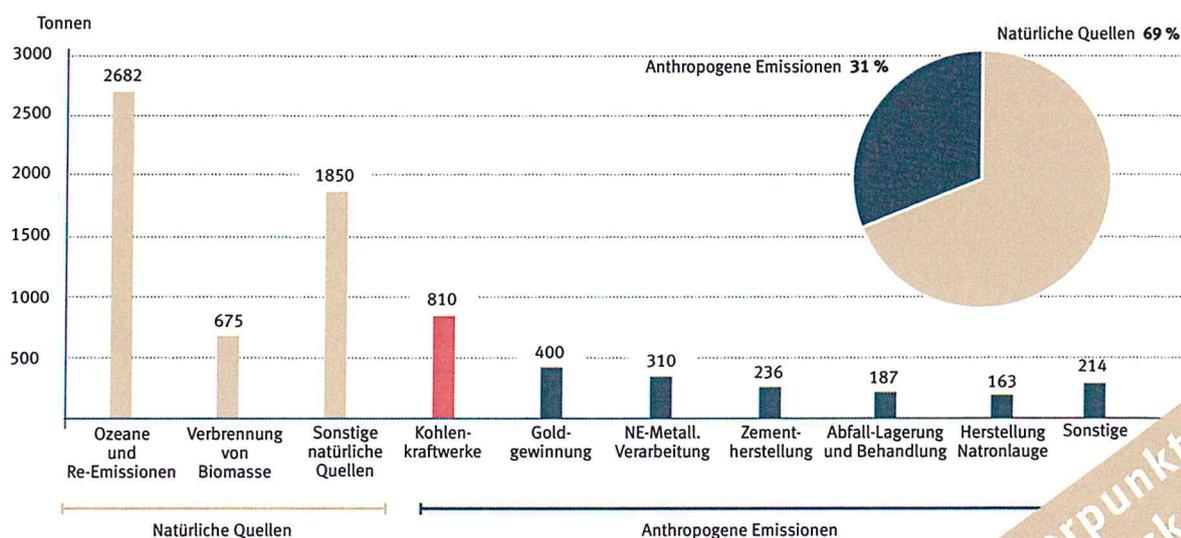
rund 2700 Tonnen im Zuge von Verdunstungsprozessen re-emittiert. Die anthropogen, nicht-natürlich bedingten Quecksilber-Emissionen lagen 2008 bei 2320 Tonnen und damit deutlich unter den natürlich freigesetzten Mengen. Auf Kohlenkraftwerke entfielen davon 810 Tonnen.

Die durch industrielle Prozesse freigesetzten Quecksilbermengen unterliegen in der historischen Entwicklung beträchtlichen Schwankungen. Den Höchststand erreichten die anthropogenen Emissionen mit etwa 2600 Jahres-Tonnen Ende des 19. Jahrhunderts im Zuge des drastischen Anstiegs der Gold- und Silbersuche in Nordamerika. Zwischen 1920 und 1950 lagen die Emissionen relativ stabil bei etwa 700 Tonnen pro Jahr. In den zurückliegenden sechs Dekaden kam es erneut zu einem Anstieg, dessen Ursache vor allem in der Verbrennung fossiler Energien in Asien gesehen wird. Regional vollzog sich eine deutliche Verschiebung der Emissionen: Während sich die Emissionen in Europa und Russland rückläufig entwickelten, verzeichneten die Emissionen in Asien und Südamerika einen teilweise weiter sehr starken Anstieg.

Fazit: Die Vorreiterrolle Europas hat den weiteren Anstieg der globalen anthropogenen Quecksilber-Emissionen verlangsamt. Diese Strategie muss in anderen Weltregionen übernommen werden.

1 Globale Quecksilber-Emissionen nach Herkunftsbereichen 2008 in Tonnen.

Quelle: Umweltbundesamt



Schwerpunktausgabe
Quecksilber

BRANCHE

Quecksilber und Braunkohle

Durch die Inkohlung von Pflanzen zu Stein- und Braunkohle ist Quecksilber in Spuren auch in beiden fossilen Energieträgern enthalten und wird bei der Verbrennung erneut freigesetzt. Bei der aus den deutschen Lagerstätten geförderten Braunkohle liegt der Quecksilbergehalt zwischen 0,01 und 1 Milligramm je Kilogramm (mg/kg) Kohle. In der Gesamtsumme lag der Quecksilber-Ausstoß der deutschen Braunkohlenkraftwerke im Jahre 2013 bei rund 3,2 Tonnen (t). Zwei Drittel bis drei Viertel des in der Kohle gebundenen Quecksilbers werden bei der Rauchgasentstaubung und der nachfolgenden Rauchgaswäsche abgetrennt. An den Kraftwerksstandorten werden jeweils an die örtlichen Bedingungen angepasste Verfahren untersucht und entwickelt, um die Quecksilber-Emissionen weiter zu reduzieren.

Fazit: Der Einsatz moderner Rauchgasreinigung entzieht einen Großteil des natürlichen Quecksilbergehaltes der Kohle dem Stoffkreislauf und bindet das Schwermetall in ein festes, umweltneutrales Stoffgemisch ein.

RISIKEN

Quecksilber und Gesundheit

Die Bundesregierung hat aktuell festgestellt (Bundestagsdrucksache 18/5038), dass die Quecksilber-Emissionen aus Kohlenkraftwerken für die Gesundheit der Bevölkerung „nur indirekt relevant“ sind. Die Bundesregierung geht davon aus, dass nicht die Nähe zu Kohlenkraftwerken ausschlaggebend für die Quecksilberbelastung des Organismus ist, sondern die Aufnahme des Schwermetalls und seiner toxischen Verbindungen über die Nahrung. Aus diesem Grunde sei der Eintrag von Quecksilber in die Umwelt und insbesondere in die Meere zu verhindern. In wieweit die Absenkung der Grenzwerte der 13 BImSchV. einen relevanten Beitrag für die Reduzierung der inneren Exposition der Bevölkerung liefert, ist unklar, da Quecksilbereinträge in die Umwelt nach Ansicht der Bundesregierung ein globales Problem sind.

Fazit: Gesundheitsgefahren und hohe Quecksilbergehalte in Lebensmitteln lassen sich nicht ursächlich oder alleinverantwortlich auf die Emission von Quecksilber aus Kohlenkraftwerken zurückführen. Global betrachtet liegt der Anteil der deutschen Braunkohlen-Kraftwerke am weltweiten Quecksilber-Ausstoß bei etwa 0,04 Prozent.

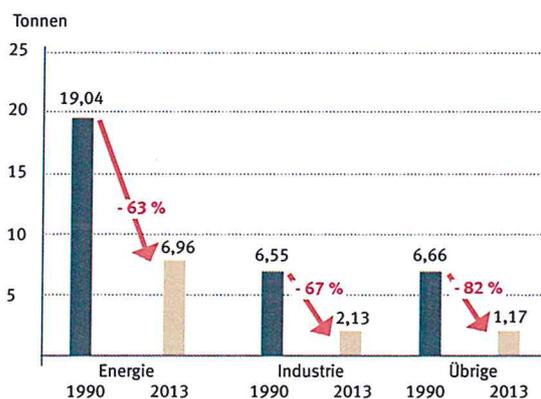
EMISSIONSMINDERUNG

Deutscher Quecksilber-Ausstoß um zwei Drittel reduziert

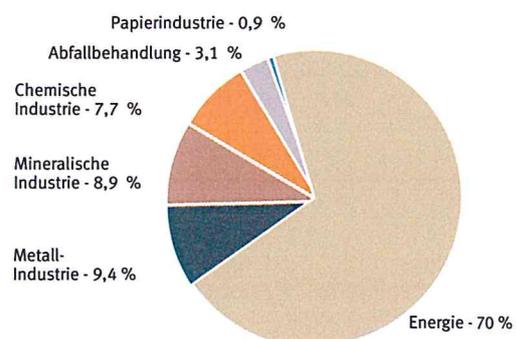
Nach Berechnungen des Umweltbundesamtes haben sich die Quecksilber-Emissionen in Deutschland insgesamt von 32,25 Tonnen (t) im Jahre 1990 auf 10,26 t im Jahre 2013 vermindert. Das entspricht einem Rückgang von 68 Prozent in 25 Jahren und dürfte international einen der größten Reduktionserfolge darstellen. Die Quecksilber-Emissionen aus der deutschen Energieerzeugung sanken im selben Zeitraum von 19,04 t auf 6,96 t und damit in ähnlicher Größenordnung.

Diese positive Entwicklung steht in engem Zusammenhang mit dem Einsatz moderner Rauchgasreinigungstechnik in Kraftwerken und Industrief Feuerungen. Die deutschen Braunkohlenkraftwerke emittierten 2013 insgesamt rund 3,2 t Quecksilber. Allein für den Zeitraum 2010-2013 beträgt der Rückgang über 9 Prozent. Das entspricht einer Menge von etwa 300 Kilogramm (kg).

2 Entwicklung der nationalen Quecksilber-Emissionen 1990 - 2013 in Tonnen. Quelle: Umweltbundesamt



3 Nationale Quecksilber-Emissionen 2010 nach Herkunftsbereichen (PRTR-Register = Anlagen mit einem Ausstoß von mehr als 10 kg pro Jahr). Gesamt 7 541,3 kg. Quelle: Umweltbundesamt



LUFTREINHALTUNG

Unterschiedliche Strategien

Erheblichen Einfluss auf die Entwicklung der anthropogen bedingten Quecksilber-Emissionen hat die Politik der langfristig angelegten Luftreinhaltung. In Europa hat die Einführung des Vorsorgegedankens und die Umsetzung der besten verfügbaren Technik (BVT) nicht nur bei Stäuben, Schwefel- und Stickoxid, sondern auch bei den Schwermetallen zu nachhaltigen Verbesserungen der Luftqualität geführt. Sowohl durch die elektrostatische Entstaubung wie auch durch die Rauchgaswäsche weisen die meisten Kraftwerke sowie entsprechend ausgerüstete Industriefeuerungen sehr hohe Abscheideraten bei Quecksilber auf. In den USA und anderen Ländern oder Regionen, in denen der BVT-Standard bislang nicht umgesetzt wurde, ist auch weiterhin mit einem hohen Ausstoß an Quecksilber zu rechnen.

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, warum der Beitrag der europäischen Kohlenkraftwerke zum weltweiten Quecksilber-Ausstoß relativ gering ist. Insgesamt liegt der Beitrag Europas (einschließlich Russland) zum globalen Quecksilber-Ausstoß bei etwa 15 Prozent. Der Anteil der EU beträgt etwa 5 Prozent und der der Kohlenkraftwerke in der EU liegt bei lediglich 2 Prozent.

Um die Emissionen von Quecksilber aus Kraftwerken und Industriefeuerungen weiter zu vermindern, wird die Zugabe von Oxidationsmitteln wie zum Beispiel Bromid diskutiert. Vor allem in Anlagen, deren Rauchgasreinigungstechnik nicht dem Stand der Technik entspricht, wird durch die Zugabe von Bromid eine Erhöhung der Quecksilber-Abscheidung erreicht. Speziell in den USA ist dieses Verfahren daher häufig die einzige Methode, um die geforderten Emissionsgrenzen einzuhalten. In Europa und vor allem in Anlagen mit moderner Rauchgasreinigung ist der Effekt begrenzt und wird durch Sekundärwirkungen überlagert: Der Einsatz von Bromiden erhöht das Korrosionspotenzial der Rauchgase im Kessel- und Abluftbereich und es entstehen weitere unerwünschte Sekundärstoffe, die dann in die Atmosphäre entweichen.

Fazit: Für Kraftwerke in Europa, die nach dem BVT-Standard errichtet und betrieben werden, ist der Einsatz von Bromiden zur Senkung der Quecksilber-Emissionen nur unter besonderen Bedingungen sinnvoll. Dabei sind Nachteile für Technik, Umwelt und Gesundheit zu berücksichtigen.

VORSORGE I

Deutsches Grenzwertkonzept früh eingeführt

Die Verbrennung von festen Brennstoffen ist in Deutschland - mit Ausnahme von naturbelassenem Holz, das ebenso wie fossile Brennstoffe Quecksilber enthält - an strenge Anforderungen hinsichtlich der Freisetzung von Quecksilber gebunden. Gemäß 13. Bundes-Immissionschutzverordnung (BImSchV) müssen Großfeuerungsanlagen bei Einsatz fester Brennstoffe einen im Tagesmittel einzuhaltenden Quecksilber-Emissionsgrenzwert von 30 Mikrogramm je Normkubikmeter trockenes Rauchgas ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) bezogen auf einen Sauerstoffgehalt von 6 Prozent im Reingas, einhalten. Diese Anforderung gilt seit Inkrafttreten der Verordnung 2004 für Neuanlagen. Bestandsanlagen mussten diesen Wert spätestens Ende 2010 erreichen.

Nach § 19 der Verordnung besteht eine anlagenbezogene Berichtspflicht. Eine 2009 vom Umweltbundesamt vorgenommene Auswertung der Daten ergab, dass nur wenige Anlagen mehr als $10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ ausstoßen. Von 20 untersuchten Steinkohlenkraftwerken lag die Hälfte im Bereich unter $3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, die übrigen zwischen 3 und $12 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, mit Schwerpunkt im unteren Bereich.

Für 13 Braunkohlen-Kraftwerksblöcke ergaben sich bei 10 Anlagen Werte zwischen 3 und $10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$; bei drei Anlagen lagen die Werte bei 11 bis $17 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Bei den Anlagen mit höheren Messergebnissen wurden zwischenzeitlich Maßnahmen zur Senkung der Emissionen ergriffen.

Für neu zu errichtende Großfeuerungsanlagen mit festen Brennstoffen und Biobrennstoffen gilt aktuell ein Emissionsgrenzwert von $10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ als Jahresmittelwert. Dieser deutlich strengere Jahresmittelwert ist ab 2019 auch für die bereits bestehenden Anlagen verbindlich. Damit bringt der Gesetzgeber klar zum Ausdruck, dass der Quecksilber-Ausstoß aus Kraftwerken und großen Industriefeuerungen weiter reduziert werden muss.

Fazit: Deutschland verfügt derzeit als einziges europäisches Land über eine sehr strenge Limitierung des Quecksilber-Ausstoßes aus Kraftwerken und Industriefeuerungen. Die Anlagenbetreiber unterliegen einer strengen Berichtspflicht. Ein Großteil der bestehenden Braunkohlen-Anlagen erfüllt bereits heute die künftigen Grenzwerte.

VORSORGE II

Europäische Lösung in Vorbereitung

Auf europäischer Ebene gibt es derzeit noch keine Grenzwerte für Quecksilber-Emissionen aus Kohlenkraftwerken in die Atmosphäre. Dies gilt auch für die 2010 in Kraft getretene EU-Richtlinie über Industrieemissionen (RL 2010/75/EU).

Derzeit wird jedoch das Merkblatt über Beste Verfügbare Techniken (BVT) für Großfeuerungsanlagen überarbeitet. Der vorliegende Entwurf sieht für bestehende Braunkohlenkraftwerke über 300 Megawatt Feuerungsleistung Quecksilber-Emissionswerte von weniger als einem bis 7 Mikrogramm je Normkubikmeter trockenes Rauchgas ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) als Jahresmittelwert vor. Für neue Braunkohlenkraftwerke soll die Emissionsgrenze noch niedriger liegen. Die Diskussion über diese Emissionswerte ist gegenwärtig in den zuständigen europäischen Gremien kontrovers. Einige Mitglieder der Technical Working Group, die die EU-Kommission berät,

schlagen eine Erhöhung der oberen Bandbreite auf bis zu $20 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ vor. Dies würde deutlich oberhalb des ab 2019 in Deutschland ohnehin geltenden Grenzwertes von $10 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ liegen. Eine Reihe von EU-Mitgliedstaaten fordert, im neuen BVT-Merkblatt für Großfeuerungsanlagen überhaupt keine verbindlichen Höchstwerte als BVT-Schlussfolgerungen verbindlich festzulegen, weil es nach ihrer Meinung noch keinen hinreichend verlässlichen Stand der Technik bei der Quecksilber-Minderung gibt. Nach einer Verabschiedung der BVT-Merkblätter müssen diese zunächst in nationales Recht umgesetzt und danach ihre Einhaltung überwacht werden.

Fazit: Eine Begrenzung der Quecksilber-Emissionen aus Großfeuerungsanlagen auf europäischer Ebene ist in Vorbereitung. Ob die europäischen Vorgaben über die aktuell in Deutschland geltenden Werte hinausgehen, ist derzeit nicht absehbar.

KONZEPTE

Die internationale Entwicklung

Die Mehrzahl der Staaten hat bis heute keine Quecksilber-Emissionsgrenzwerte für Kohlenkraftwerke und Industrie-feuerungen.

Die US-Umweltbehörde EPA veröffentlichte 2011 Regelungen für Quecksilber-Emissionen aus Kohlenkraftwerken (www3.epa.gov/airquality/powerplanttoxics/pdfs/20111216MATSFinal.pdf). In den USA werden die Grenzwerte für Quecksilber-Emissionen auf Basis des Quecksilbergehaltes im Brennstoff auf den elektrischen Wirkungsgrad und die erzeugte Strommenge bezogen. Dieses Grenzwertkonzept macht eine direkte Übertragung der zulässigen Emissionen auf deutsche Verhältnisse, die sich ausschließlich auf die Quecksilber-Konzentration im Rauchgas beziehen, schwierig.

Nach Umrechnungen von Prof. Alfons Kather von der Technischen Universität Hamburg-Harburg (VGB Powertech 12/2015) lässt sich unter Einbeziehung verschiedener Kraftwerksparameter ein Quecksilber-Grenzwert für bestehende Steinkohlenkraftwerke in Höhe von 1,5 Mikrogramm je Normkubikmeter Rauchgas ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) und für bestehende Braunkohlenkraftwerke ein Wert von $5 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, jeweils im Monatsmittel, bestimmen.

Bei Neuanlagen können aufgrund des Grenzwertkonzeptes sogar höhere Werte zulässig sein: Ein modernes Braunkohlenkraftwerk mit einem auf den Heizwert bezogenen elektrischen Bruttowirkungsgrad von 46 Prozent müsste nach der US-Gesetzgebung einen Grenzwert von $5,6 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ einhalten.

Für ein modernes Steinkohlenkraftwerk mit einem elektrischen Bruttowirkungsgrad von 50 Prozent würde ein Wert von $2,3 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ gelten. Die weitere Umsetzung des neuen Grenzwertkonzeptes in den USA ist wegen der fehlenden Abschätzung der Kosteneffekte im Juni 2015 durch den Supreme Court gestoppt worden.

In China gilt seit dem 01.01.2015 für Neu- und Bestandsanlagen ein Emissionshöchstwert von $30 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Das Land folgt damit den bisherigen deutschen Regelungen.

Die Bundesregierung gehört zu den Unterzeichnern der Quecksilber-Konventionen der Vereinten Nationen. Die sogenannte Minamata-Konvention schreibt vor, ab 2020 bestimmte quecksilberhaltige Produkte nicht mehr zu produzieren, den Quecksilbereinsatz im Goldbergbau zu minimieren und keine neuen Quecksilberminen mehr zu eröffnen. Für neue Kohlenkraftwerke gilt der Grundsatz, die beste verfügbare Technik einzusetzen. Da dieser Grundsatz in Europa bereits umgesetzt wird, ist für Deutschland nur mit wenigen zusätzlichen Maßnahmen zu rechnen, erklärte die Bundesregierung. Die Konvention könne dazu beitragen, dass die weltweiten Emissionen verringert werden und damit auch die Belastungen für Umwelt und Verbraucher hierzulande, schreibt die Bundesregierung in ihrem aktuellen Umweltbericht.

Fazit: Das bestehende deutsche Grenzwertkonzept für Quecksilber-Emissionen aus Kraftwerken erweist sich auch international als ambitioniert und beispielgebend.