

Minamata-Übereinkommen über Quecksilber in Österreich



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH

Datengrundlagen/Monitoring 2016

**UMSETZUNG DES MINAMATA-
ÜBEREINKOMMENS
ÜBER QUECKSILBER IN ÖSTERREICH**
Datengrundlagen/Monitoring 2016

Maria Uhl
Stephan Leitner



REPORT
REP-0578

Wien 2016

Projektleitung

Sigrid Scharf

AutorInnen

Maria Uhl
Stephan Leitner

Manfred Clara
Monika Denner
Simone Haider
Ivo Offenthaler
Katja Pazdernik
Dietmar Müller-Grabherr
Hubert Reisinger
Monika Tulipan
Brigitte Winter

Mitarbeit

Michael Anderl
Andreas Knieschek
Johannes Kobler
Alarich Riss
Sigrid Scharf
Christina Schartner
Wolfgang Spangl
Jakob Svehla
Maria Tesar

Lektorat

Maria Deweis

Satz/Layout

Elisabeth Riss

Umschlagphoto

© ktdesign – fotolia.com

Diese Publikation wurde im Auftrag des BMLFUW erstellt.

Weitere Informationen zu Umweltbundesamt-Publikationen unter: <http://www.umweltbundesamt.at/>

Impressum

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt GmbH
Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

Das Umweltbundesamt druckt seine Publikationen auf klimafreundlichem Papier.

© Umweltbundesamt GmbH, Wien, 2016

Alle Rechte vorbehalten

ISBN 978-3-99004-391-2

INHALT

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 EINLEITUNG.....	9
2 STOFFFLUSSANALYSE	10
3 SCHADSTOFFFREISETZUNGS- UND VERBRINGUNGSREGISTER PRTR/EPER.....	14
4 INDUSTRIE UND ANLAGEN	17
5 EMISSIONEN.....	18
6 LUFT UND DEPOSITION	20
7 BÖDEN	22
7.1 Boden, Boden- u- Quellwasser, Moose und Niederschläge	24
7.2 Altlasten	25
8 MOOSE	26
9 FICHTENNADELN.....	29
10 GRUNDWASSER UND BACHSEDIMENTE.....	31
11 ABWASSER	33
11.1 Abwasser aus Siedlungsgebieten	33
11.2 Strassenabwässer	34
12 GEWÄSSER UND FISCHE	36
13 HAUSSTAUB.....	44
14 ELEKTROGERÄTE	45
15 HUMAN BIOMONITORING	46
16 NAHRUNGSMITTEL	50
17 LITERATURVERZEICHNIS.....	51

ZUSAMMENFASSUNG

Das internationale Minamata-Übereinkommen¹ wurde mit dem Ziel verabschiedet, die Umwelt und die menschliche Gesundheit vor nachhaltigen Schädigungen durch Quecksilber zu schützen. Dieses Übereinkommen verpflichtet die Vertragsstaaten zu Emissionsminimierungs- sowie Monitoringmaßnahmen.

Österreich hat dieses Übereinkommen als einer der ersten Staaten weltweit am 10. Oktober 2013 unterzeichnet. Derzeit hält das Übereinkommen bei 128 Unterzeichnungen und 28 Ratifikationen. Die EU bereitet das Impact Assessment sowie umsetzende legislative Maßnahmen für die Ratifikation im Paket vor und will 2016 im Vorfeld der ersten Vertragsstaatenkonferenz 2017 ratifiziert haben. Österreich will möglichst gemeinsam mit der EU und den anderen Mitgliedstaaten ratifizieren.

Die Minamata-Konvention ist das erste weltweite Regelinstrument, mit dem zukünftig der Primärbergbau von Quecksilber eingedämmt sowie die Herstellung und der Handel mit quecksilberhaltigen Produkten, wie Batterien, elektronische Bauteile, Seifen, Pestizide und Messinstrumente, beschränkt werden.

Laut einem Bericht der Europäischen Umweltagentur ist die Verbrennung von Kohle und anderer fossiler Brennstoffe weltweit der Hauptverursacher von Quecksilber-Emissionen. Weitere wesentliche Quellen sind die Metall- und die Zementproduktion, Abfalldeponierung und Krematorien sowie die Goldgewinnung (EAA 2015).

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick der in Österreich erhobenen Quecksilberdaten. Sie beruhen einerseits auf Emissionsabschätzungen im Rahmen der Konvention über grenzüberschreitende Luftverschmutzung und andererseits auf Messungen in den unterschiedlichsten Umweltkompartimenten (Deposition, Moose, Fichtennadeln, Böden, Grundwasser, Oberflächengewässer, Sedimente, Abwässer – kommunale Abwässer, Mischwasser, Niederschlagswasser aus Trennkanalisation und Straßenabwässer – sowie Biota). Auch Ergebnisse aus Human-Biomonitoring-Untersuchungen (Messungen in menschlichem Probenmaterial wie Haar, Harn, Blut, Muttermilch) sind im vorliegenden Bericht zusammengefasst. Darüber hinaus sind Verweise zu den Berichten, Webseiten und Publikationen enthalten.

Dennoch soll darauf hingewiesen werden, dass kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden kann.

Gemäß dem UNECE LRTAP-Protokoll werden in Österreich jährlich die Ergebnisse der Österreichischen Luftschadstoffinventur (OLI) berichtet. Es handelt sich hierbei um die Beschreibung anthropogener, d. h. vom Menschen verursachter, Emissionen. Zu Quecksilber wird berichtet, dass im Zeitraum von 1990 bis 2013 eine Reduktion der Emissionen in Österreich um 51 % auf eine Tonne zu verzeichnen war. Neue Rauchgasreinigungstechnologien und der verringerte Einsatz von Kohle, Koks sowie schwerem Heizöl als Brennstoff waren für diesen Rückgang verantwortlich. Leicht steigende Emissionen ab 2010 sind auf die Eisen- und Stahlindustrie sowie die Zementindustrie zurückzuführen (UMWELTBUNDESAMT 2015).

Ratifizierung des Minamata-Übereinkommens

Eintragungspfade

erhobene Hg-Daten

Emissionen und Verursacher

¹ Für weitere Information über das Minamata-Übereinkommen besuchen Sie bitte die offizielle Homepage: <http://www.mercuryconvention.org/>

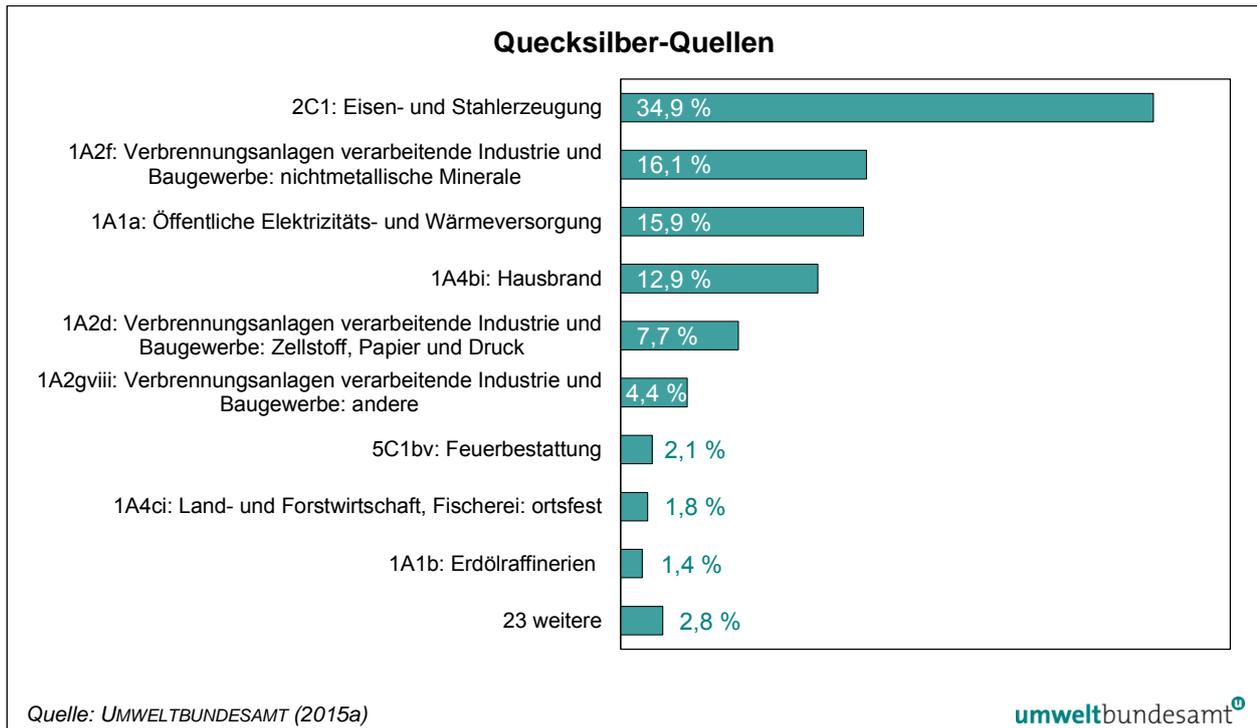


Abbildung A: Quecksilber-Quellen nach Verursachern im Jahr 2013.

Schwellenwerte für Hg überschritten

Für das Jahr 2013 haben 4 österreichische Anlagen Verbringungen von Quecksilber in die Luft und eine in das Wasser unter E-PRTR berichtet. 16,9% kommen aus der Müllverbrennung nicht gefährlicher Abfälle und 83,1% aus der Produktion von Zement und Kalk in Brennöfen (E-PRTR, Datenstand März 2015).

Stoffflussanalyse in Österreich

Große Quecksilberfrachten befinden sich im Abfall bzw. in Altgütern wie Elektroaltgeräten (EAG), Hg-Dampflampen, Gasentladungslampen und Batterien (UMWELTBUNDESAMT 2009a). Der mit rund 10 t/Jahr bedeutendste Quecksilber-Fluss ist in den Abfällen enthalten, die direkt von Industrie und Gewerbe in die Abfallwirtschaft gelangen. Mit dem Recyclingmaterial werden meist ungewollt auch wesentliche Mengen an Quecksilber in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt. Etwas geringer sind die Quecksilberströme, die mit den Importen und Exporten die Grenzen überschreiten.

Quecksilber in Gewässern

Methylquecksilber

Die Quecksilber-Konzentrationen in der Wasserphase von Gewässern sind sehr gering. Dies wird durch die Messungen im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachung belegt. Das Schwermetall wird aber durch Mikroorganismen in organische Quecksilber-Verbindungen umgebaut. Das dabei entstehende Methylquecksilber wird vermehrt von Organismen aufgenommen und reichert sich in der Nahrungskette an.

UQN für Gewässer werden überschritten

Im Rahmen der Wasserrahmenrichtlinie zum Schutz der Gewässer (WRRL) wurden Umweltqualitätsnormen (UQN) für prioritäre Stoffe für Gewässer (und tlw. auch Biota) erlassen. Die UQN orientiert sich an den möglichen Auswirkungen auf aquatische Organismen sowie auch an der Anreicherung in der Nahrungskette.

Diese UQN für Quecksilber werden in Österreich und in der EU überschritten. Analysen aus dem Jahr 2009 zeigten, dass selbst die am wenigsten kontaminierten Fische die vorgeschlagenen Umweltqualitätsnormen überschritten hatten (BMLFUW 2010). Die Konzentrationen betragen das 1,5- bis 6-Fache der UQN. Im Rahmen des österreichischen Biotamonitorings im Jahr 2013 wurden Werte zwischen dem 1- und 13-Fachen der UQN (20 µg/kg FG) gemessen (BMLFUW 2013). Ähnliche Untersuchungsergebnisse werden auch aus anderen europäischen Ländern berichtet. Die Tatsache, dass die Überschreitungen auch bei Messstellen in industriell nur geringfügig beeinflussten Gebieten beobachtet wurden, deutet auf einen hohen ubiquitären Anteil hin, der über einen globalen atmosphärischen Transport und die daraus resultierende Deposition eingetragen wird.

Für Fische als Lebensmittel gelten wesentlich höhere Grenzwerte, da man davon ausgehen kann, dass die Nahrung eines Menschen nicht nur aus Fisch besteht.

Der Wert für die tolerierbare wöchentliche Aufnahme (TWI: Tolerable Weekly Intake) für Quecksilber beträgt 4 µg/kg, für Methylquecksilber hingegen 1,3 µg/kg. Der TWI-Wert für anorganisches Quecksilber wurde auf Basis möglicher Nierenschädigungen bei Quecksilber-Exposition abgeleitet. Der TWI-Wert für Methylquecksilber wurde zum Schutz von Ungeborenen abgeleitet. Die Gefahr für diese besteht darin, dass Methylquecksilber die Plazentaschranke sowie die Blut-Hirn-Schranke überwinden kann und die geistige Entwicklung des Embryos beeinträchtigen kann.

Laut wissenschaftlicher Meinung des ExpertInnengremiums der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (2012) wird die mittlere wöchentliche Aufnahme von Methylquecksilber bei Säuglingen und Kindern in Europa überschritten. Bei Menschen, die sehr viel Fisch konsumieren, wurde der TWI in den der EFSA vorliegenden Studien bis zum 6-Fachen überschritten. (EFSA 2012).

Österreichische Daten zur Aufnahme von Quecksilber mit der Nahrung zeigen, dass Erwachsene bei Konsum einer Portion Fisch in der Woche 7–35 % der tolerierbaren wöchentlichen Aufnahme aufnehmen, Kinder zu 17–84 %, je nachdem welche Fischarten kombiniert werden. Wegen erhöhter Schwermetallbelastung wird Schwangeren, Stillenden, Säuglingen und Kleinkindern vom Konsum fetter Raubfische, die am Ende der Nahrungskette stehen, wie Thunfisch, Schwertfisch, Heilbutt und Hecht jedoch abgeraten (BMG 2015).

Human-Biomonitoring (HBM)-Daten zeigen, dass die gemessenen Konzentrationen meist unterhalb des Wertes liegen, bei welchen nach Stand des Wissens nachteilige Wirkungen auftreten können. Gemäß den in Österreich erhobenen Daten liegt die Belastung der Mütter und Babys im Wiener Raum deutlich unter diesem Wert. Auch Untersuchungen im Haar österreichischer Mütter und Kinder aus dem Jahr 2011 bestätigen dies (UMWELTBUNDESAMT 2012b).

Laut EFSA (European Food Safety Authority) kann die inhalative Aufnahme via Zahnamalgam zu einer zusätzlichen Belastung und in weiterer Folge zur Überschreitung des TWI für anorganisches Quecksilber führen. Ob durch erhöhte Quecksilberexposition das Risiko eines Herzinfarktes steigt, es zu erhöhter Herzfrequenzvariabilität oder zu Beeinträchtigungen des Immunsystems kommen kann, ist noch nicht gänzlich geklärt.

Risiko für die menschliche Gesundheit

TWI-Werte

Human-Biomonitoring

Nationale, EU-weite und nun auch internationale Maßnahmen (Minamata-Konvention) haben das Ziel, die Quecksilbereinträge in die Umwelt zu minimieren, da die Wirkungen insbesondere auf das sich entwickelnde Nervensystem eine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellt.

1 EINLEITUNG

Im Jahr 2016 soll das sogenannte „Minamata-Übereinkommen“ zum Schutz der Gesundheit und der Umwelt vor Quecksilber von der Europäischen Union und den Mitgliedstaaten ratifiziert werden. Die EU bereitet derzeit das Impact Assessment sowie umsetzende legislative Maßnahmen vor. Österreich hat dieses Übereinkommen als einer der weltweit ersten Staaten am 10. Oktober 2013 unterzeichnet.

***internationale
Konvention***

Namensgebend für das Übereinkommen ist die japanische Stadt Minamata, welche von einer jahrzehntelangen massiven Quecksilberkontamination durch quecksilberhaltige Abwässer betroffen war. Die Quecksilbervergiftung führte bei großen Teilen der ansässigen Bevölkerung zur „Minamata-Krankheit“, einer Störung des zentralen Nervensystems, und zu einem dramatischen Anstieg von Missbildungen.

***„Minamata“-
Krankheit***

Quecksilber (Hg) ist ein giftiges Schwermetall, das in der Umwelt weit verbreitet ist und keinem Abbau unterliegt. Es wird auf natürlichem Weg bei der Verwitterung von Gesteinen und bei Vulkanausbrüchen in Gewässer und in die Atmosphäre freigesetzt. Der Großteil der Emissionen erfolgt durch menschliche Aktivitäten, insbesondere durch die Verwertung fossiler Brennstoffe (v. a. Kohle), Bergbauaktivitäten, industrielle Prozesse und durch Hg-haltige Produkte (elektrische Geräte wie z. B. Schalter, Leuchtstoff- und Energiesparlampen), Zahn amalgam, Messinstrumente (Fieberthermometer, Barometer, Laborgeräte) und Batterien. In der Umwelt, insbesondere in Gewässerlebewesen wird Quecksilber zum organischen Methylquecksilber umgebaut, welches hinsichtlich seiner toxikologischen Eigenschaften, insbesondere auf das sich entwickelnde Nervensystem, von Bedeutung ist.

Hg-Quellen

Ein multilaterales Umweltübereinkommen (Multilateral Environmental Agreement – MEA) ist das geeignetste Instrument, um in flexibler Weise alle Phasen des Lebenszyklus von Quecksilber – von der Produktion, dem Inverkehrsetzen und der Verwendung bis zu (absichtlichen und unabsichtlichen) Freisetzungen, Lagerbeständen und Abfällen – abzudecken.

***multilaterales
Umwelt-
Übereinkommen***

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über Hg-Emissionen und Hg-Umweltkonzentrationen in Österreich, welche vom Umweltbundesamt in den letzten Jahren erhoben wurden, sowie über laufende Aktivitäten. Dies dient als Basis-Datenbestand für das Impact Assessment. Es besteht jedoch kein Anspruch auf Vollständigkeit.

***Datenlage in
Österreich***

2 STOFFFLUSSANALYSE

eingesetzte Hg-Mengen

Die 2009 durchgeführte Stoffflussanalyse „RUSCH“ (UMWELTBUNDESAMT 2009a) zeigt, welche Mengen an Schwermetallen (Cadmium, Blei und Quecksilber) in der österreichischen Wirtschaft eingesetzt werden, welcher Anteil im Kreis geführt, welcher in sichere Senken überführt wird und welcher Anteil in Form von Emissionen in die Umwelt gelangt. Laut „RUSCH“ stellt die Abfallfracht aus Industrie und Gewerbe den maßgebenden Hg-Fluss dar. Die Gesamtimporte und -exporte umfassen etwas mehr als die Hälfte. Dies bedeutet, dass eine weitaus größere Menge an Quecksilber innerhalb des Systems (zu einem großen Teil ungewollt) im Kreislauf geführt als importiert bzw. exportiert wird. Für diese großen Quecksilberfrachten im Abfall bzw. in Altgütern sind vor allem Produktgruppen wie Elektroaltgeräte (EAG), Hg-Dampflampen und Gasentladungslampen oder Batterien verantwortlich. Der Quecksilberimport erfolgt zum überwiegenden Teil für die Zahnmedizin. Die Exporte beschränken sich auf die Ausfuhr von Rückständen der EAG-Behandlung sowie auf Quecksilber, welches in Elektrogeräten und Batterien enthalten ist. Das anthropogene Quecksilberlager wird vor allem durch Deponien (rund 60 t) sowie private Haushalte (rund 20 t; vor allem Amalgamplomben im menschlichen Körper) bestimmt.

Im Vergleich zu Blei und Cadmium ist der relative Anteil der Quecksilberfrachten, die in die Umwelt gelangen, deutlich höher. Auch in diesem Fall ist der maßgebliche Eintragspfad (in die Lithosphäre und Gewässer) jener durch Ausschwemmungen des Oberbodens. Diese umfassen mehr als 20 % der gesamten exportierten Quecksilberfrachten.

Zahnamalgam

Auch wenn die Verwendung von Amalgam in der Zahnmedizin zurückgeht, so stellt die Quecksilberfracht in den Zähnen der ÖsterreicherInnen mit 18 t immer noch bei Weitem das größte Quecksilberlager in den Haushalten dar. In Österreich müssen zahnärztliche Behandlungsanlagen, an denen Amalgam verarbeitet bzw. entsorgt wird, mit Amalgamabscheidern ausgestattet sein (AEV Medizinischer Bereich). Damit wurde der Hauptemissionspfad für Quecksilber aus Zahnamalgam deutlich reduziert. Dennoch gelangten im Jahr 2005 rund 350 kg Quecksilber aus diesen Quellen in den Restmüll und weitere 350 kg über das Abwasser der Zahnarztpraxen, das ungereinigte Rauchgas der Krematorien und die Erdbestattung in die Umwelt. Die weitere Verringerung der Nutzung von Zahnamalgam und die mittlerweile erfolgte weitgehende Ausstattung der Krematorien in Österreich mit Rauchgasreinigungseinrichtungen tragen daher erheblich zum Umweltschutz in Österreich bei.²

Quecksilber- Fieberthermometer

Im Oktober 2007 wurde für drei Wochen eine „Rückholaktion“ für alte Quecksilber-Fieberthermometer durchgeführt. Diese wurden in den Apotheken zum deutlich ermäßigten Preis von 1 Euro gegen ein digitales Fieberthermometer ausgetauscht. Ohne große Werbekampagne wurden in dieser relativ kurzen Zeit rund eine Million Quecksilber-Fieberthermometer und damit 1 t Quecksilber eingesammelt. Es wird angenommen, dass eine Wiederholung der Aktion zu einer weiteren deutlichen Verringerung des Quecksilberlagers in den österreichischen Haushalten und damit zu einer deutlichen Verringerung der Umweltgefährdung beitragen könnte.

² Bis zum Jahr 2013 wurden 9 von 11 Krematorien mit Rauchgasreinigungseinrichtungen nach dem Stand der Technik ausgestattet. Ein weiteres Krematorium sollte mit einer Rauchgasreinigung ausgestattet werden (UMWELTBUNDESAMT 2013).

Es ist bis auf (derzeit unvermeidbare) Ausnahmen nicht sinnvoll, Quecksilber über Kreisläufe in den Konsum zurückzuführen. Vielmehr sollte das Metall aus dem Wirtschaftskreislauf ausgeschleust und in geeignete Senken übergeführt werden. Hinsichtlich der Bereitstellung solcher Senken kommt der Abfallwirtschaft zentrale Bedeutung zu.

Erste Anzeichen für die Wirksamkeit bestehender gesetzlicher Maßnahmen zeigen sich bereits in der Reduzierung der Quecksilber-Lager.

Auch die Schwermetall-Konzentrationen im Oberboden sind ein Hinweis darauf, dass die bestehenden umweltpolitischen Maßnahmen gegriffen haben. Offensichtlich haben sich die atmosphärischen Depositionen und/oder die Einträge der drei Schwermetalle aus der Landwirtschaft verringert.

Ausschleusen oder Recycling?

Kurzbezeichnung	Bezeichnung des Stromes	Hg-Fracht (t/a)
Input-Ströme zu „Bergbau, Land- und Forstwirtschaft“		
BBP	Bergbauprodukte	2,6
PE	Pflanzenentzug	1,4
BW BLF	Brauchwasser für Bergbau, Land- und Forstwirtschaft	0,0014
PRO IGDBLF	Produkte aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen	0,16
Output-Ströme aus „Bergbau, Land- und Forstwirtschaft“		
EX PRO BLF	Exportprodukte aus Bergbau, Land- und Forstwirtschaft	0,23
PRO BLFIGD	Produkte aus Bergbau, Land- und Forstwirtschaft für Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen	3,0
MD MUN	Mineraldünger und Munitionsteile	0,044
RÜ BLF	Rückstände aus Bergbau, Land- und Forstwirtschaft (Abraum, Ernterückstände)	0,83
ABF BLF	Abfälle aus Bergbau, Land- und Forstwirtschaft	0,27
ABG BLF	Abgas aus Bergbau, Land- und Forstwirtschaft	0,020

Tabelle 1:
Quecksilberfrachten des Jahres 2005 für den Prozess Bergbau, Land-, Forst-, Jagd- und Fischereiwirtschaft (BLF) (UMWELTBUNDESAMT 2009a).

Eine Auflistung der Hg-Flüsse im Bereich Bergbau, Land-, Forst-, Jagd- und Fischereiwirtschaft (BLF) findet sich in Tabelle 1. Den größten Inputfluss dieser Prozesse bilden Bergbauprodukte, die zu 2,6 t aus der Lithosphäre gefördert und größtenteils in den Prozess Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen (IGD) weitertransportiert werden. Über den Pflanzenentzug geraten weitere 1,4 t in den Prozess BLF. Jeweils rund 0,4 t werden über Abraum und Holzrückstände in den Oberboden rückgeführt.

Das Quecksilberlager beträgt ca. 47 t, befindet sich hauptsächlich in Waldbeständen und erfährt jährlich eine vernachlässigbare Abnahme um 0,2 t.

Tabelle 2 zeigt die Flüsse im Prozess Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen (IGD). Die Importe von rund 4 t bestehen im Wesentlichen aus Quecksilber für die Zahnheilkunde. Produkte, in denen Quecksilber vorkommt, sind hauptsächlich Schalter, Quecksilberdampflampen, LCD-Bildschirme und Batterien. Davon gelangen etwa 2 t in den privaten Haushalt, wobei alleine Amalgamplomben die

Stoffströme BLF

Stoffströme IGD

Hälfte ausmachen. Von den rund 10 t, die in die Abfallwirtschaft geraten, werden rund 4 t für eine interne Abfallbehandlung und 2 t für die Verwertung als Recyclinggut aus der Abfallwirtschaft nach IGD transportiert.

Das Lager selbst beträgt rund 2,2 t, besteht aus Elektrogeräten und Knopfzellenbatterien und erfährt nahezu keine Veränderung.

*Tabelle 2:
Quecksilberfrachten des
Jahres 2005 für den
Prozess Industrie,
Gewerbe und
Dienstleistungen (IGD)
(UMWELTBUNDESAMT
2009a).*

Kurzbezeichnung	Bezeichnung des Stromes	Hg-Fracht (t/a)
Input-Ströme zu „Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen“		
IM PRO	Import von Produkten	0,43
IM RÖH	Import von Rohstoffen und Rohprodukten	3,4
EN IGD	Import energieträger für Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen	1,0
BW IGD	Brauchwasser für Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen	0,021
PRO BLFIGD	Produkte aus Bergbau, Land- und Forstwirtschaft für Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen	3,0
REC VERW	Recyclinggüter, Materialien für die stoffliche Verwertung außerhalb der Abfallwirtschaft	Wert berechnet
ABFB IGD	Abfall der direkt in IGD behandelt wird	Wert berechnet
AG PHH	Altgüter private Haushalte (Altfahrzeuge, Elektroaltgeräte, Altbatterien)	0,34
Output-Ströme aus „Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen“		
EX PRO IGD	Exportprodukte aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen	0,55
PRO PHH	Produkte aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen für Bergbau, Land- und Forstwirtschaft	2,3
PRO IGDBLF	Produkte aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen für Bergbau, Land- und Forstwirtschaft	0,16
ABF IGD	Abfälle aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen	10
AW IGD	Abwasser aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen	0,18
AW IGDD	Abwasser aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen (Direkteinleiter)	0,16
ABG IGD	Abgas aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen	0,75

Der maßgebende Hg-Fluss ist die Abfallfracht aus Industrie, Gewerbe und Dienstleistungen mit jährlich knapp 10 t. Demgegenüber beträgt die Gesamtheit der Importe und Exporte nur rund die Hälfte. Daraus folgt, dass eine weitaus größere Menge innerhalb des Systems im Kreislauf geführt wird.

Bedeutendste Produktgruppen im Abfall sind Elektroaltgeräte (EAG), Hg-Dampflampen, Gasentladungslampen und Batterien. Der Import erfolgt über Energieträger bzw. zum überwiegenden Teil als Quecksilber für die Zahnmedizin. Die Exporte beschränken sich auf die Ausfuhr von Quecksilber in EAG und Batterien.

Zusammenfassung

Der maßgebende Eintragspfad in Lithosphäre und Gewässer ist jener durch Ausschwemmungen des Oberbodens.

Das anthropogene Quecksilberlager wird vor allem durch jenes in den Deponien (rund 60 t) und privaten Haushalten (rund 20 t) gebildet. Für die Lager aus Industrie/Gewerbe sowie private Haushalte ist eine leichte Zu- bzw. Abnahme zu beobachten, jenes in Deponien wächst jährlich um knapp 4 %.

3 SCHADSTOFFFREISETZUNGS- UND VERBRINGUNGSREGISTER PRTR/EPER

von EPER zu PRTR

EPER (European Pollutant Emission Register) ist eine öffentlich zugängliche Datenbank, die Informationen zu Freisetzungen von Schadstoffen in Luft und Wasser aus bestimmten industriellen Betriebseinrichtungen für die Jahre 2001/2002 und 2004 enthält. Dabei mussten die Emissionen jener Luft- und Wasserschadstoffe (insgesamt 50) gemeldet werden, deren Jahresfracht bestimmte Schwellenwerte überschritten hatte. Die EPER-Berichtspflicht ist seit dem Jahr 2007 durch die jährliche PRTR-Berichtspflicht ersetzt.

Das österreichische PRTR (Pollutant Release and Transfer Register; Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister) ist eine allgemein zugängliche elektronische Datenbank mit Informationen von großen österreichischen Industriebetrieben und Kläranlagen zu:

- Freisetzungen von Schadstoffen in Luft, Wasser und Boden³;
- Verbringung von in Abwasser enthaltenen Schadstoffen außerhalb des Standorts;
- Verbringung von gefährlichen und nicht gefährlichen Abfällen außerhalb des Standorts.

Zusätzlich enthält das österreichische PRTR Daten zu diffusen Emissionen in Luft und Wasser. Diffuse Quellen sind zahlreiche kleine oder verteilte Quellen, aus denen Schadstoffe in Boden, Luft und Wasser freigesetzt werden (z. B. Verkehr, private Haushalte).

Ziele von PRTR

Ziel des österreichischen PRTR ist es, BürgerInnen und EntscheidungsträgerInnen aus Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und Verwaltung über die Freisetzung und Verbringung von Schadstoffen zu informieren, die Beteiligung der Öffentlichkeit an umweltrelevanten Entscheidungen zu erleichtern und zur Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung beizutragen. Über die Datenbanksuche auf der nationalen PRTR-Website ist es möglich, die Umweltbelastungen in Österreich abzufragen.⁴

³ Freisetzungen in den Boden werden aktuell nicht berichtet

⁴ <http://www.umweltbundesamt.at/prtr>

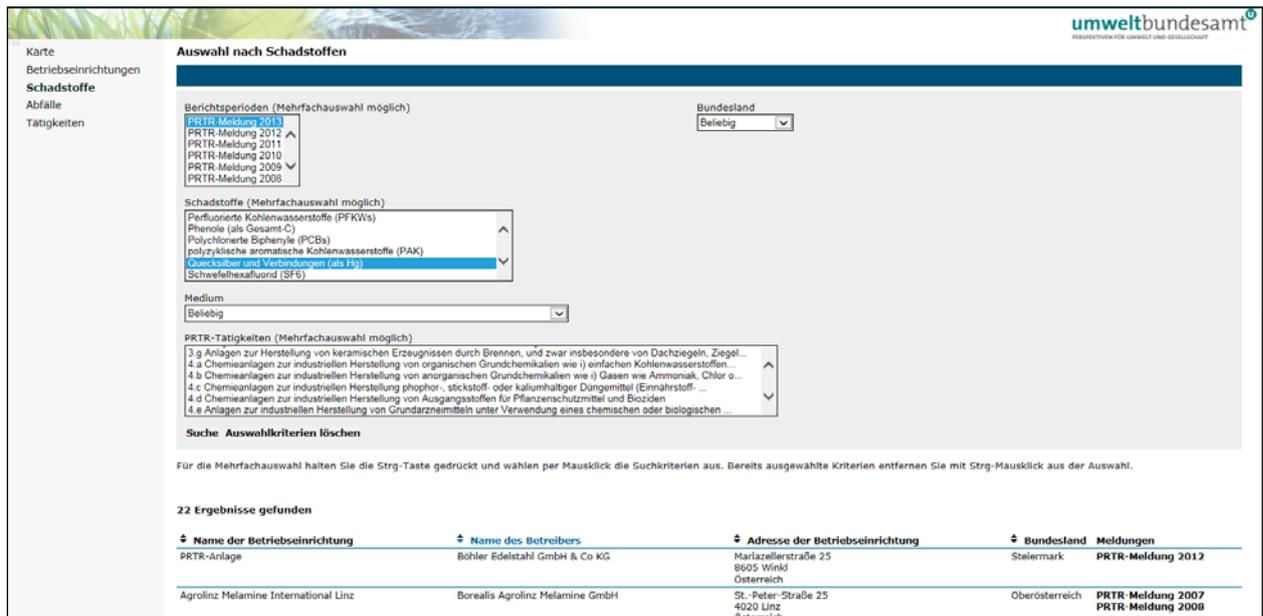


Abbildung 1: Beispiel für das österreichische PRTR. (Quelle: <http://www.umweltbundesamt.at/prtr/>)

Analog zum österreichischen PRTR existiert das European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR)⁵, welches die PRTR-Daten der Europäischen Union sowie Island, Liechtenstein, Norwegen, Serbien und der Schweiz enthält.

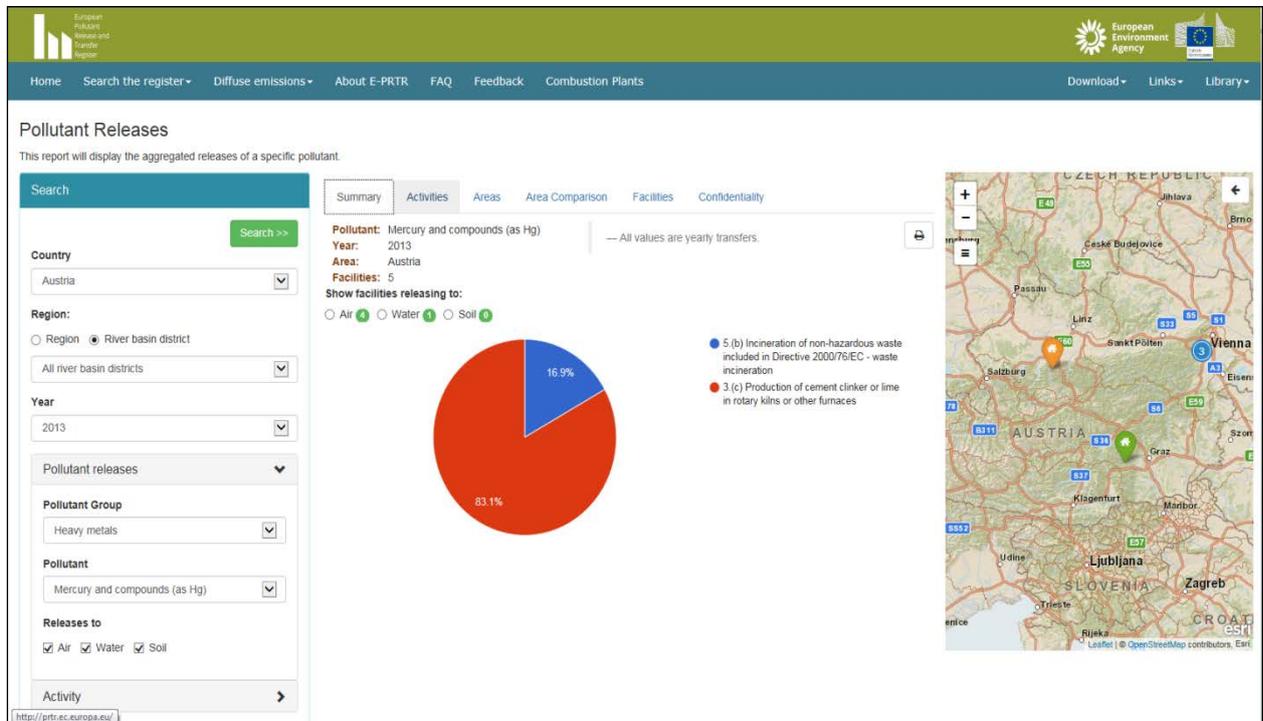


Abbildung 2: Beispiel für das europäische PRTR anhand Quecksilbers. (Quelle: <http://prtr.ec.europa.eu/>)

⁵ <http://prtr.ec.europa.eu/#/home>

**Schwellenwert-
überschreitungen**

Bei Überschreitung der Schadstoffschwellenwerte und/oder Abfallmengen sind die Betreiber von Betriebseinrichtungen laut der VO (EG) 166/2006 zur Meldung verpflichtet.

Tabelle 3:
Beispiele für
Schwellenwerte bei
Schwermetallen.
(Quelle:
nach <http://prtr.ec.europa.eu>)

	Heavy metals		
	Threshold for releases		
	to air kg/year	to water kg/year	to land kg/year
Arsenic and compounds (as As)	20	5	5
Cadmium and compounds (as Cd)	10	5	5
Chromium and compounds (as Cr)	100	50	50
Copper and compounds (as Cu)	100	50	50
Lead and compounds (as Pb)	200	20	20
Mercury and compounds (as Hg)	10	1	1
Nickel and compounds (as Ni)	50	20	20
Zinc and compounds (as Zn)	200	100	100

Im Jahr 2013 wurde für vier Anlagen eine Schwellenwertüberschreitung für Luft und eine für Wasser im E-PRTR angezeigt. Davon stammten 16,9 % aus der Abfallverbrennung nicht gefährlicher Abfälle und 83,1 % aus der Produktion von Zement und Kalk in Brennöfen (E-PRTR, Datenstand März 2015).

4 INDUSTRIE UND ANLAGEN

Die Industrieemissions-Richtlinie (IE-RL; RL 2010/75/EU) bezweckt nach Artikel 1 die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung infolge der im Anhang I genannten industriellen Tätigkeiten. Ziel der IE-RL ist, Emissionen in Luft, Wasser und Boden unter Einbeziehung der Abfallwirtschaft soweit wie möglich zu vermeiden und, wo dies nicht möglich ist, zu vermindern, um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen.

Im Rahmen einer medienübergreifenden Umweltkontrolle (Luft, Wasser, Boden) wurde die Umweltsituation in 14 ausgewählten Gebieten mit industrieller Tätigkeit untersucht und anhand verfügbarer Daten beschrieben. Es wurden der Zusammenhang und die zeitliche Entwicklung der Emissionen aus den Industrieanlagen, deren Immissionen und Umweltbelastungen aufgezeigt. Nachfolgende Abbildung zeigt die ausgewählten Standorte. Eine detaillierte Beschreibung der Standorte, Vorgangsweise, Untersuchungen und Ergebnisse findet sich auf der Website des Umweltbundesamtes⁶.

Industrieemissions-Richtlinie

medien- übergreifende Umweltkontrolle

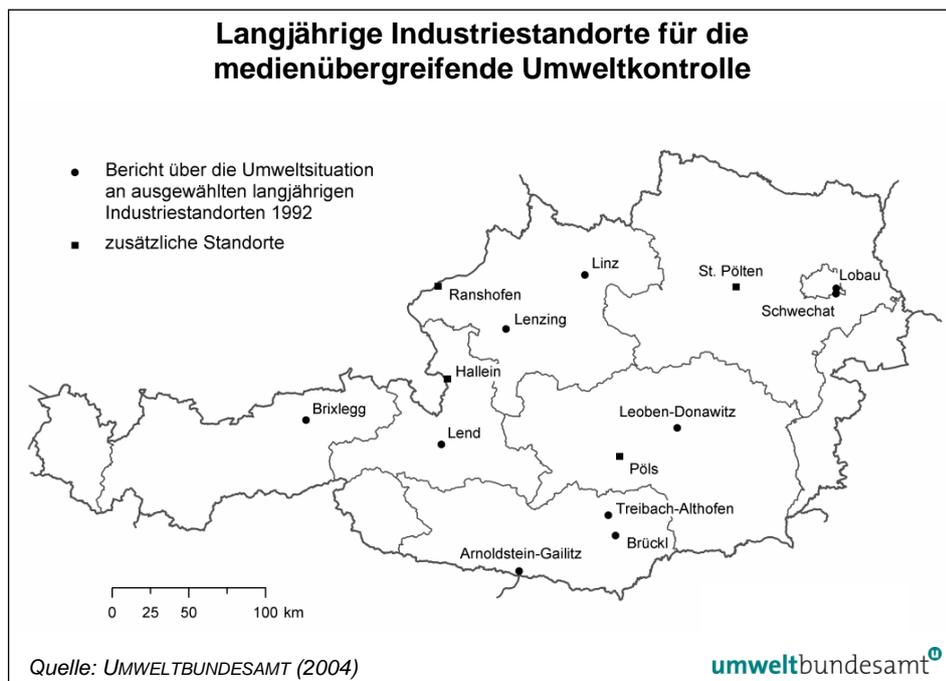


Abbildung 3:
Ausgewählte langjährige
Industriestandorte für
die medien-
übergreifende
Umweltkontrolle.

Die Studie beschreibt den jeweiligen Standort inklusive der relevanten Betriebe anhand von Produktion, Technologie, Emissionsminderungsmaßnahmen sowie die relevanten Emissionen in Luft und Wasser und Abfälle. Außerdem werden Altlasten (soweit vorhanden), Immissionen in Grund- und Oberflächenwasser und Auswirkungen der Deposition auf Boden und Wirkobjekte dargestellt. Es werden eventuell vorhandenen Defizite sowie Empfehlungen oder Handlungsbedarf aufgezeigt. Eine wesentliche Maßnahme im Zusammenhang mit Quecksilber war die Umstellung der Chlor-Alkali-Elektrolyse 1999 vom Amalgamverfahren auf das quecksilberfreie Membranverfahren am Standort Brückl.

⁶ http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/industrie/muk/muk_14/

5 EMISSIONEN

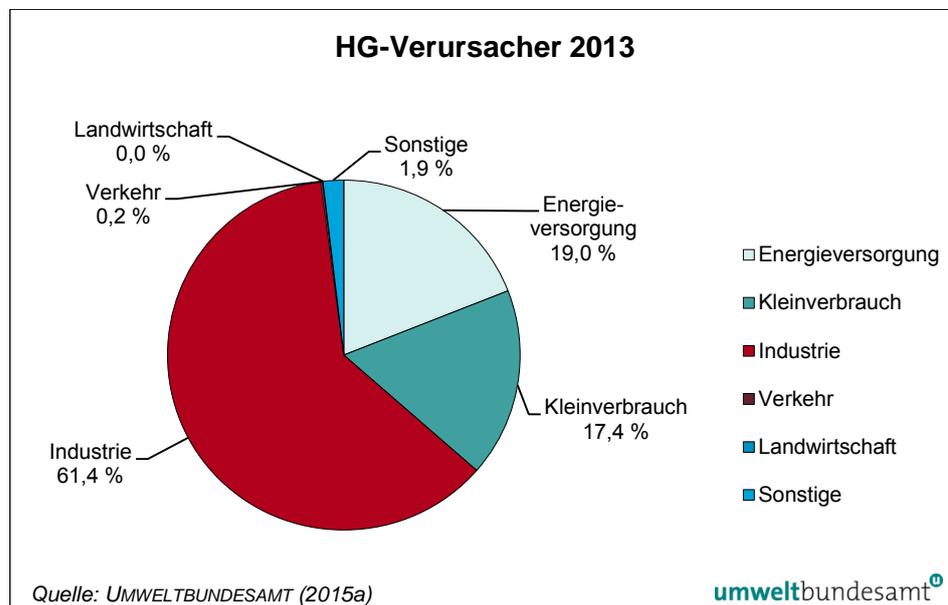
Aarhus-Protokoll zu Schwermetallen

Vom Umweltbundesamt wird im Rahmen der Umweltkontrolle jährlich die Österreichische Luftschadstoff-Inventur (OLI) erstellt. Auf Basis des UNECE-Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (Long-range Transboundary Air Pollution; LRTAP-Convention) trat im Jahr 2003 das Aarhus-Protokoll über Schwermetalle in Kraft (Schwermetall-Protokoll). Sein Ziel ist die Begrenzung, Verringerung oder völlige Verhinderung der Ableitung, Emission und unbeabsichtigten Freisetzung von Schwermetallen. Aufgrund ihres besonders hohen Gesundheitsgefährdungspotenzials werden die Emissionen von Cadmium (Cd), Quecksilber (Hg) und Blei (Pb) in der Luftschadstoffinventur (OLI) erfasst und unter der LRTAP-Convention an die UNECE berichtet.⁷ Die Methodik der Emissionsberechnungen sowie die Emissionstrends 1990–2013 wurden im gleichnamigen Bericht des Umweltbundesamtes dargestellt (UMWELTBUNDESAMT 2015). Die wesentlichen Aussagen zu Quecksilber-Emissionen sind im Folgenden kurz dargestellt.

Verursacher

In Österreich entsteht der Großteil der Quecksilber-Emissionen (rd. 1,0 t) bei der Verbrennung von Koks, Kohle, Raffinerie-Rückständen und Brennholz sowie bei der industriellen Produktion. Die Industrie verursacht in Österreich mehr als die Hälfte der Emissionen. Die Sektoren Energieversorgung und Kleinverbrauch produzieren ebenfalls bedeutende Mengen an Quecksilber (siehe Abbildung 4).

Abbildung 4:
Quecksilber-Emittenten
in Österreich.



⁷ http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home/status_reporting/2015_submissions/

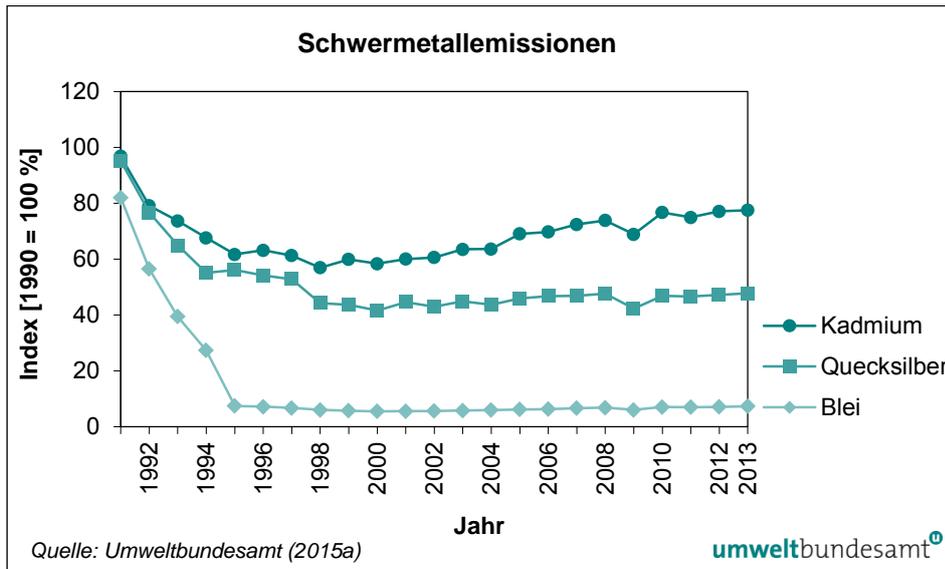


Abbildung 5: Index-Verlauf der Schwermetall-Emissionen 1990–2013.

Von 1990 bis 2013 kam es zu einem Rückgang der Hg-Emissionen um 52 % auf 1,0 t. Die verstärkte Nutzung von Rauchgasreinigungstechnologien und der verringerte Einsatz von Kohle, Koks sowie schwerem Heizöl als Brennstoff sind für den deutlichen Rückgang der Schwermetall-Emissionen verantwortlich.

Rückgang der Hg-Emissionen

Die Abnahme der Metalle von 2008 auf 2009 ist mit dem Einbruch der industriellen Produktion als Folge der Wirtschaftskrise erklärbar. Von 2009 auf 2010 nahmen die Emissionen aller drei Schwermetalle, bedingt durch einen industriellen Aufschwung, wieder deutlich zu. Von 2012 auf 2013 kam es zu einem Anstieg der Hg-Emissionen um 1,1 % (UMWELTBUNDESAMT 2014b). Für die steigenden Hg-Emissionen sind vorwiegend die Eisen- und Stahlindustrie sowie die Zementindustrie verantwortlich. Die Quecksilberquellen aus 2013, getrennt nach Verursachern sind in Abbildung 6 dargestellt.

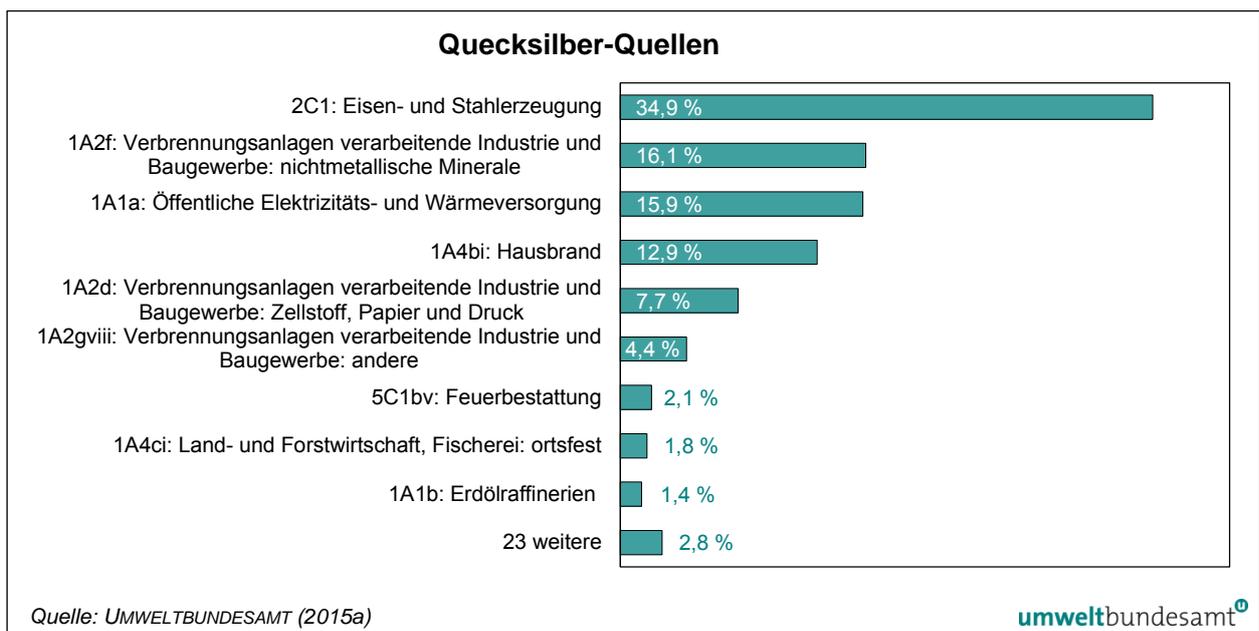


Abbildung 6: Quecksilber-Quellen nach Verursachern im Jahr 2013.

6 LUFT UND DEPOSITION

Luftgütemessungen

Das Umweltbundesamt betreibt gemäß Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) und Ozongesetz sowie im Rahmen des Global Atmosphere Watch-Messprogramms (GAW) der World Meteorological Organization (WMO) insgesamt sieben Messstellen in Österreich. Diese Messstellen bilden das österreichische Hintergrundmessnetz. An der Messstelle Illmitz (Burgenland) wird die Deposition von Schwermetallen (Blei, Cadmium, Arsen, Nickel, Quecksilber) gemessen. Diese Messungen stellen an die Probenahme und Analytik besondere Herausforderungen.

Im Juni 2016 wird an der Messstelle Illmitz mit der Messung von Quecksilber in der Luft routinemäßig begonnen. Bisher wurde Quecksilber in der Deposition bestimmt.

Schwermetalle in Illmitz

Tabelle 4 gibt Hg-Deposition in Illmitz für die Jahre 2011 bis 2014 an. Allerdings liegt in zahlreichen Probenahmeperioden zu wenig Probematerial für eine Analyse vor, sodass sich keine gültigen Jahresmittelwerte gemäß ÖNORM M 5866 bilden lassen.

Tabelle 4:
Deposition von Quecksilber in Illmitz, ng/(m².Tag) (Quelle: Umweltbundesamt 2012b, 2013, 2014, 2015a)

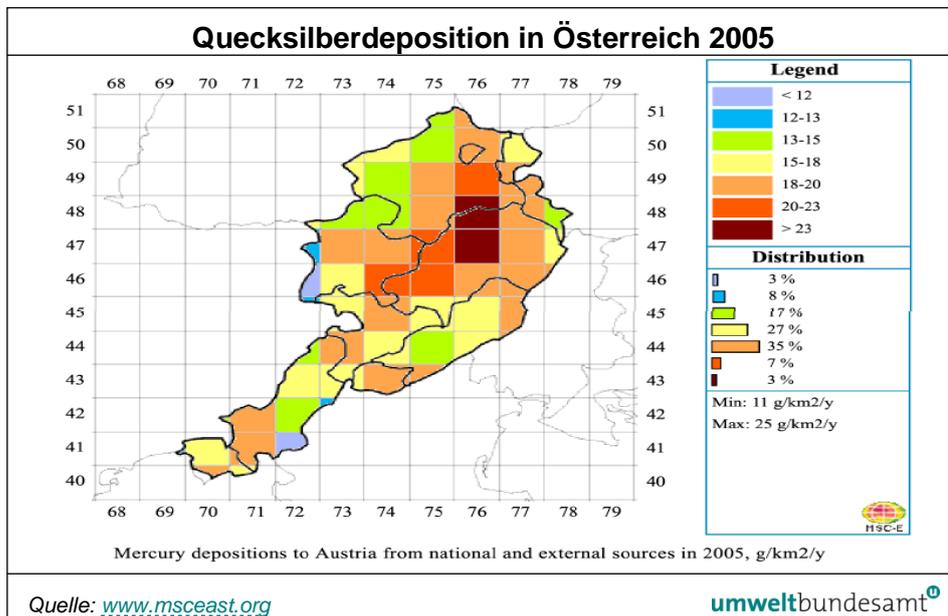
	Verfügbarkeit der Einzelproben (%)	Jahresmittelwert (ng/(m ² .Tag)
2011	61	2,9
2012	61	6,7
2013	33	11,6
2014	61	6,1

Die Konzentration aller Schwermetalle zeigt bis 2007 einen kontinuierlichen Rückgang, danach jedoch keine größere Veränderung mehr.

Gesamt-Immissionen

Unter Deposition versteht man die Stoffflüsse aus der Atmosphäre auf die Erdoberfläche. Die modellierte Gesamt-Deposition für Quecksilber in Österreich lag im Jahr 2005 bei 0,62 t/a, wobei die größte (modellierte) Depositionsmenge im Bereich der Mur-Mürz-Furche und im südlichen Niederösterreich auftrat (ILYN et al. 2007). In Abbildung 7 ist die räumliche Verteilung der Hg-Deposition für Gesamtösterreich dargestellt.

Abbildung 7:
Räumlich verteilte Quecksilberdeposition in Österreich 2005.



Die Depositionsdaten für Österreich 2005 stammen aus dem Statusbericht des EMEP-Meteorological Synthesizing Centre-East (MSC-E) 2007 (ILYIN et al. 2007). Sie wurden auf Basis der im Rahmen der Convention on Long Range Transboundary Air Pollution (CLRTAP) gemeldeten Emissionsdaten der Mitgliedsländer ermittelt. Die dabei ebenfalls ermittelte nationale Herkunft des Quecksilbers wird in Abbildung 8 veranschaulicht.

Datenquellen

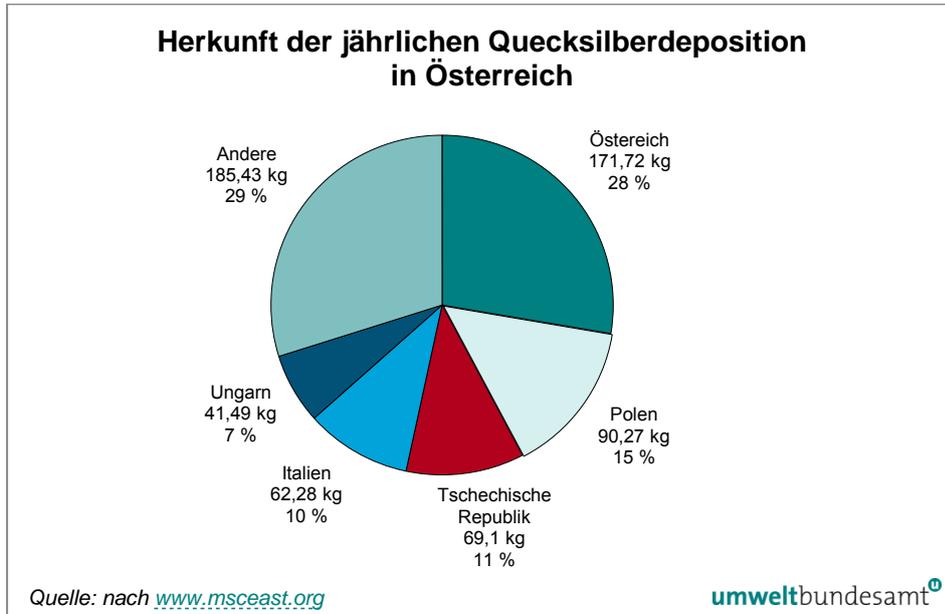


Abbildung 8: Nationale Herkunft der Quecksilberdeposition in Österreich 2005.

Im Projekt „SCHTURM“ (Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen) (BMLFUW 2014) wurden in vier urbanen Gebieten im Süden, im Westen, im Osten und im Norden Österreichs Proben der Gesamtdeposition über mehrere Monate (Juli bis Dezember 2012) gesammelt. Diese Proben wurden auf zahlreiche Spurenstoffe, u. a. auch auf Quecksilber analysiert. Die Hg-Konzentrationen in den Proben schwankten zwischen 0,0055 µg/l und 0,046 µg/l. Aus den gemessenen Konzentrationen, den Niederschlagssummen über die Probennahmeperioden und unter Bezug auf die durchschnittlichen Jahresniederschlagssummen in den beprobten Gebieten wurden Näherungswerte für die Gesamtdeposition berechnet. Die berechnete Deposition schwankt zwischen 6,4 g/km²/a und 40 g/km²/a und zeigt eine gute Übereinstimmung mit den zuvor angeführten Werten.

Gesamtdeposition

7 BÖDEN

Bodeninformations- system BORIS

Das österreichische BORIS- Bodeninformationssystem des Bundes und der Bundesländer informiert über den Zustand österreichischer Böden. Das Umweltbundesamt bietet Bodenqualitätsdaten aus umfassenden Bodenuntersuchungen der Bundesländer und des Bundes in vergleichbarer und qualitätsgeprüfter Form online an. Das neue BORIS stellt Informationen zu Standorten, Bodenprofilen und Analysenwerten sowie Bodenkarten bereit.

BORIS ist ein Instrument, um die Umsetzung von Maßnahmen zum Bodenschutz in Österreich und auf europäischer Ebene zu unterstützen.

Aktuell beinhaltet BORIS mehr als 1,5 Mio. Datensätze von über 10.000 Standorten in Österreich.

Die Daten liefern Information zu

- Standorten und deren Eigenschaften (z. B. Bodentyp, Geologie, Wasserhaushalt, Vegetation, Nutzung, ...);
- Bodeneigenschaften (Bodenhorizontmerkmale, Probenahme, ...);
- chemischen, physikalischen und mikrobiologischen Analysen: Schadstoffen wie Schwermetalle (z. B. Quecksilber), organische Schadstoffe (PAHs, PCBs, Pflanzenschutzmittel, ...).⁸

BORIS wird vom Umweltbundesamt in Kooperation mit Bund- und Bundesländern betrieben.

Quecksilber im Boden

Aus den Auswertungen aus BORIS von 2001 (Auswertung aller Standorte, an denen Hg beprobt wurde) geht hervor, dass auf 1 % der untersuchten Böden der in der ÖNORM L 1075 (Anorganische Schadelemente in landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden, 1993) festgesetzte Richtwert von 1 mg Hg/kg überschritten wurde. Davon liegen jeweils drei Acker- und drei Grünlandstandorte in Tirol, zwei Acker- und ein Grünlandstandort in Kärnten und zwei Grünlandstandorte in der Steiermark. In Kärnten liegen die Quecksilbergehalte in den Karnischen Alpen und den Karawanken signifikant über denen der übrigen Regionen Kärntens (AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG 1999). In Kärnten wurden auch mobile Anteile der Quecksilberverbindungen analysiert und bei diesen wurden keine Prüfwertüberschreitungen (nach PRÜESS 1994) festgestellt. Die Erhebungen in Kärnten und in der Steiermark lassen den Schluss zu, dass die Quecksilbergehalte von Karbonatgesteinen über jenen anderer Ausgangsmaterialien liegen. Die Richtwertüberschreitungen in der Steiermark sind auf anthropogene Einflüsse zurückzuführen (AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG 1998).

Dies ist in Abbildung 9 graphisch dargestellt, rote Symbole zeigen Werte über 1 mg/kg Hg, blaue Symbole zeigen Werte bis 02 mg/kg.

⁸ <http://www.borisdaten.at>

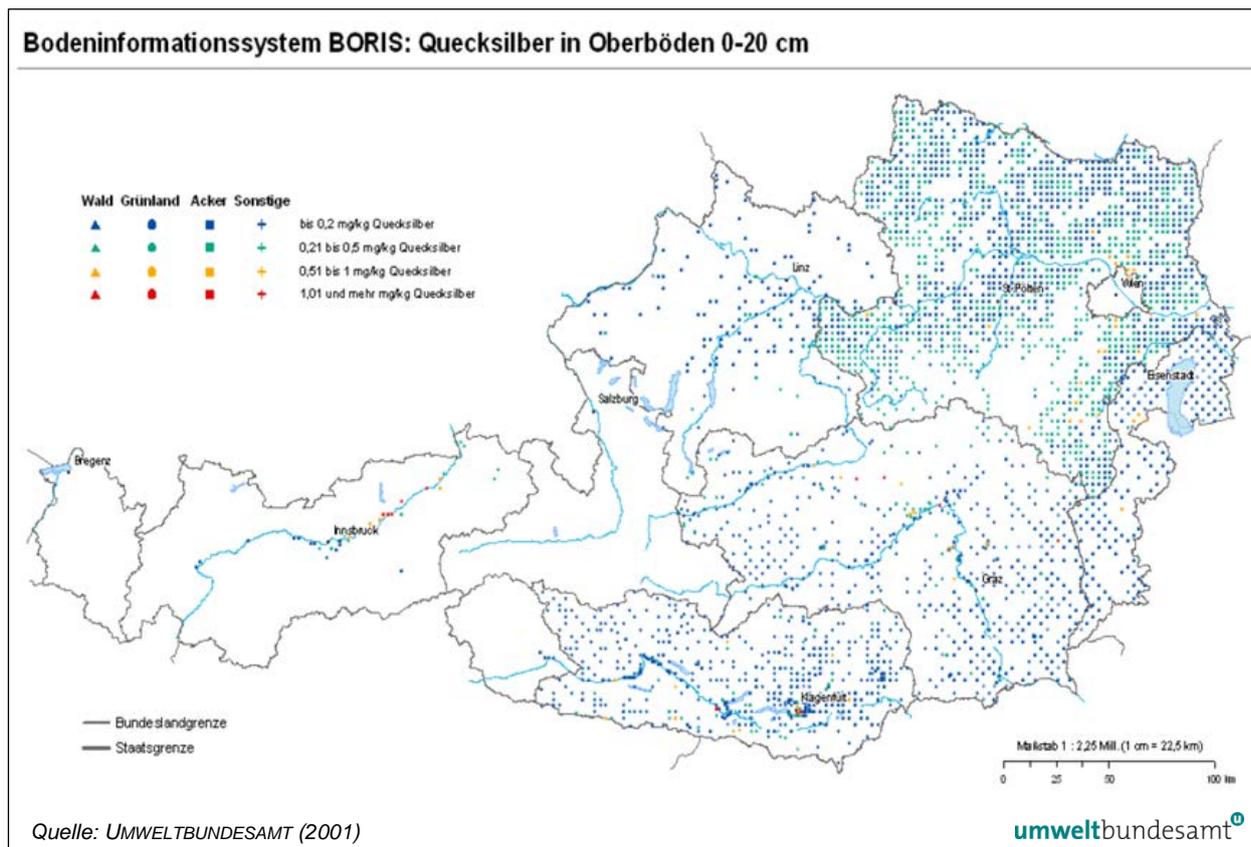


Abbildung 9: Quecksilbergehalte in Oberböden Österreichs.

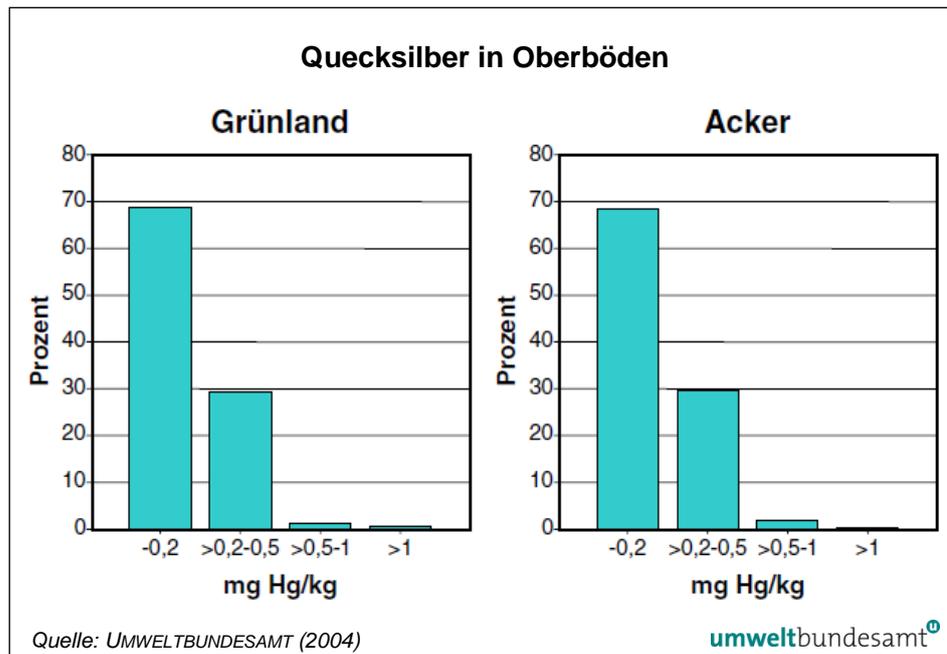
Der Median der Quecksilbergehalte in den untersuchten Grünlandstandorte liegt mit knapp 0,14 mg/kg knapp unter jenem der untersuchten Ackerstandorte mit 0,16 mg/kg während das 90. Perzentil der Grünlandstandorte jenes der Ackerstandorte knapp überschreitet und beide deutlich über dem Belastungsverdacht der ÖNORM L 1075 mit 0,20 mg/kg liegen (vgl. Tab. 6).

Tabelle 5: Quecksilbergesamtgehalte (mg/kg) in Oberböden (0–20 cm) nach Nutzung, 1998–2000 (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2001).

	Anzahl d. Standorte	Mittelwert	Median	Min.	Max.	25. Perzentil	75. Perzentil	90. Perzentil	95. Perzentil
Wald	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Grünland	906	0,19	0,14	0,03	5,75	0,07	0,23	0,33	0,39
Acker	1.728	0,18	0,16	0,00	1,80	0,10	0,22	0,29	0,35
Sonstiges	42	0,09	0,07	0,00	0,40	0,05	0,11	0,18	0,26

Abbildung 10 zeigt die Häufigkeitsverteilung von Quecksilber in Grünland- und Ackerböden, die einander fast gleichen, wobei deutlich über 60 % der untersuchten Standorte in der niedrigsten Klasse unter 0,2 mg/kg liegen (UMWELTBUNDESAMT 2001).

Abbildung 10:
Häufigkeitsverteilung
von Quecksilber
in Oberböden
(0–20 cm) nach
Bewertungsklassen.



**Boden-
dauerbeobachtung**

An speziell eingerichteten Bodendauerbeobachtungsflächen finden regelmäßige Kontrollen ausgewählter Schadstoffe statt. Bodendauerbeobachtung hat zum Ziel, den Boden(zustand) bzw. charakterisierende Merkmale periodisch zu erfassen und damit Aussagen über zeitliche Veränderungen und Risikoabschätzungen zu ermöglichen. Die punktuellen Erhebungen lassen die aufgrund des höheren Messaufwands Aussagen über kurzfristige Veränderungen der Bodeneigenschaften zu. Ziel ist die Erfassung der Bodenveränderungen im Laufe der Zeit.

Neben einer Reihe relevanter Fragestellungen im Sinne des nachhaltigen Bodenschutzes werden auch Schwermetallgehalte und -verfügbarkeit untersucht.

Bodendauerbeobachtungsflächen werden in Österreich vom Bundesforschungszentrum für Wald, vom Umweltbundesamt und von einzelnen Bundesländern (u. a. Tirol, Salzburg, Oberösterreich, Steiermark) betreut.

7.1 Boden, Boden- u- Quellwasser, Moose und Niederschläge

Ökosystemmonitoring

Am Zöbelboden, einem kleinen, bewaldeten Wassereinzugsgebiet im Reichraminger Hintergebirge erfolgt seit 1992 ein umfassendes Ökosystemmonitoring im Rahmen der Genfer Luftreinhaltekonvention.⁹ In den Jahren 1993–1995 wurden dort Quecksilberdaten im Boden, im Boden- und Quellwasser sowie im Niederschlag erhoben. Diese Daten wurden bisher mit Ausnahme des Biomonitoring mit Moosen (UMWELTBUNDESAMT 2009d) nicht veröffentlicht, können aber im Bedarfsfall zusammengestellt werden.

⁹ http://www.umweltbundesamt.at/ueberuns/partner_netzwerke/oekosystem_monitoring/

7.2 Altlasten

Historisch kontaminierte Standorte werden seit dem Inkrafttreten des Altlastensanierungsgesetzes im Jahr 1989 (BGBl. 299/1989) systematisch erfasst, untersucht und saniert. Ziel des Altlastensanierungsgesetzes ist die Finanzierung der Sanierung von Altlasten. Im Rahmen der Umsetzung eines entsprechenden nationalen Programms ist auch die Koordination einer systematischen Erfassung und Erkundung von historisch kontaminierten Standorten vorgesehen. Anlagenstandorte und Deponien, die erst nach dem 30. Juni 1989 den Betrieb aufgenommen haben, werden nicht erfasst.

Altlastensanierungsgesetz

Mit 1. Jänner 2016 sind 67.764 Altstandorte und Altablagerungen in der Datenbank des Umweltbundesamtes erfasst, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen wurde bzw. solche deponiert wurden. Bei Standorten oder Ablagerungen spezifischer Branchen (z. B. chemische Industrie, Textil-/Lederindustrie, Metall- und Erzverarbeitung) und begründeten Hinweisen wird der Parameter Quecksilber in Bezug auf mögliche Kontaminationen des Untergrundes als relevanter Schadstoff eingestuft und es werden in weiterer Folge bei der Erkundung dieser Standorte Boden- und Gewässerproben untersucht.

**Datenbank
Altstandorte und
Altablagerungen**

Bis 1. Jänner 2016 wurden aufgrund der Durchführung und Auswertung von Erkundungsprojekten bei insgesamt 870 historisch kontaminierten Standorten (Altablagerungen oder Altstandorten) Gefährdungsabschätzungen durchgeführt. Bei 281 Standorten wurde eine erhebliche Gefährdung der Umwelt festgestellt, wobei 147 Altlasten bereits saniert bzw. gesichert wurden. Bei fünf Altlasten war Quecksilber ein Hauptkontaminant, an zwei Altablagerungen waren intensive Verunreinigungen des Oberbodens durch Quecksilber nachzuweisen. Bei zwei Altstandorten sind erhebliche Verunreinigungen des Grundwassers durch Quecksilber gegeben.

**Quecksilber-
kontaminationen**

Die Altablagerung „Sanitätslager Maria Enzersdorf“ (Altlast N 48) wurde im Jahr 2004 durch Aushub und Behandlung kontaminierter Bodenschichten saniert. Die Altablagerung „Pochergraben“ (Altlast T 17) steht in Zusammenhang mit dem historischen Silberbergbau in Schwaz in Tirol. Da für landwirtschaftlich genutzte Flächen im Bereich der Altablagerung, aber auch der weiteren Umgebung, eine erhöhte Aufnahme von Arsen und Quecksilber durch Pflanzen nachgewiesen ist, werden Maßnahmen hinsichtlich der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung erarbeitet.

**Maßnahmen und
Nutzungs-
einschränkungen**

Unabhängig vom nationalen Programm zur Erfassung, Untersuchung und Sanierung sind an einem Standort der chemischen Industrie in Salzburg erhebliche Verunreinigung des Untergrundes und des Grundwassers durch Quecksilber bekannt. Diese Kontamination ist seit dem Jahr 2004 durch eine durchströmte Reinigungswand gesichert (NICOLE-MERCURY-BROCHURE 2015).

**Sicherungs-
maßnahme**

8 MOOSE

Moose als Biomonitorie für Schwermetalle

Die atmosphärische Schwermetalldeposition anhand von Moosen als Biomonitorie zu erfassen, ist seit den frühen 70er-Jahren eine mit Erfolg angewandte, kostengünstige Methode. Kaum eine zweite Organismengruppe ist dafür so gut geeignet wie Moose. Die Stabilität der angewandten Methode ist durch eine Vielzahl an begleitenden wissenschaftlichen Arbeiten abgesichert.¹⁰

Das Umweltbundesamt beprobt seit dem Jahr 1995 im 5-Jahresabstand rund 220 Hintergrundstandorte in Österreich. In den Analysen wird auch das Schwermetall Quecksilber quantifiziert. Einen Überblick für die Quecksilberbelastung der im Jahr 2010 durchgeführten Untersuchung liefert die folgende Karte.

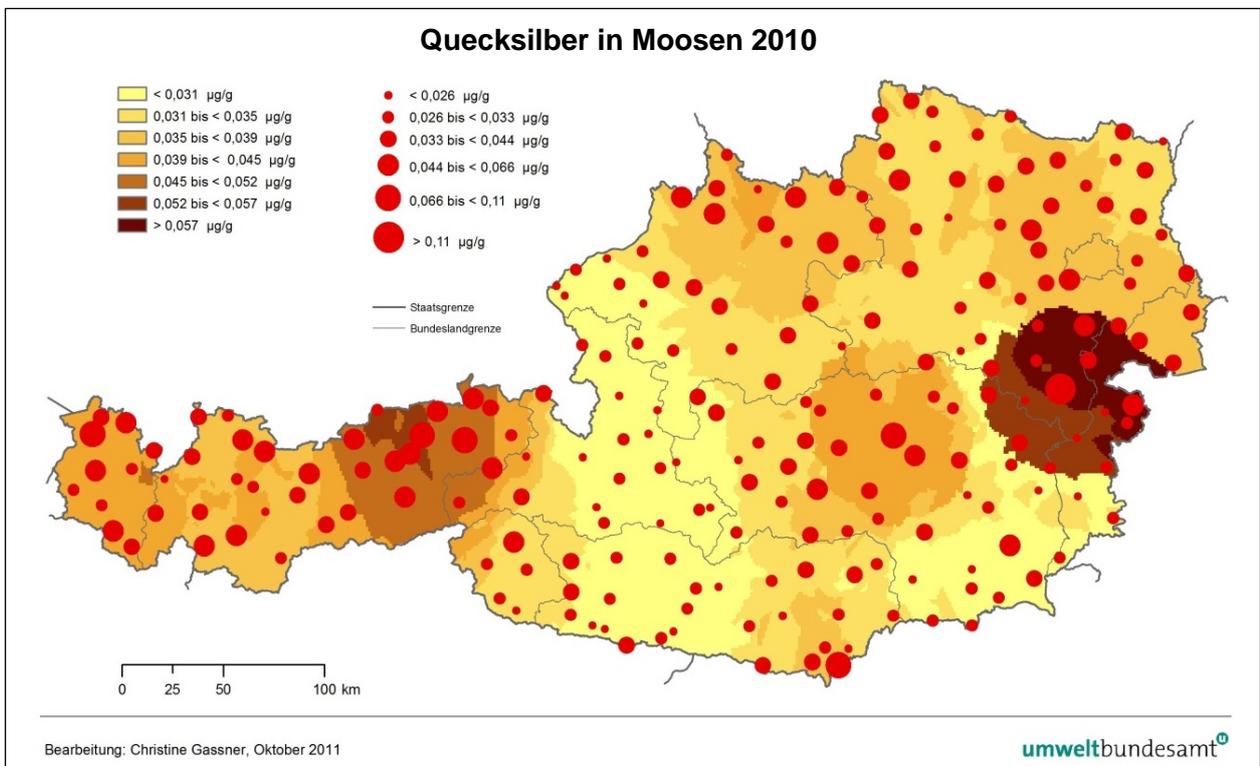


Abbildung 11: Quecksilber in Moosen, Aufsammlung 2010, interpoliert. (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2016)

Die höchsten Werte fanden sich – wie in den Jahren davor – im Inntal, im südlichen Niederösterreich und in der nordöstlichen Steiermark.

Abbildung 12 zeigt die Veränderungen der Quecksilberbelastung gegenüber dem Jahr 2005.

¹⁰ weitere Informationen betreffend Moosmonitoring:

http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/schadstoff/schadstoffe_einleitung/moose/

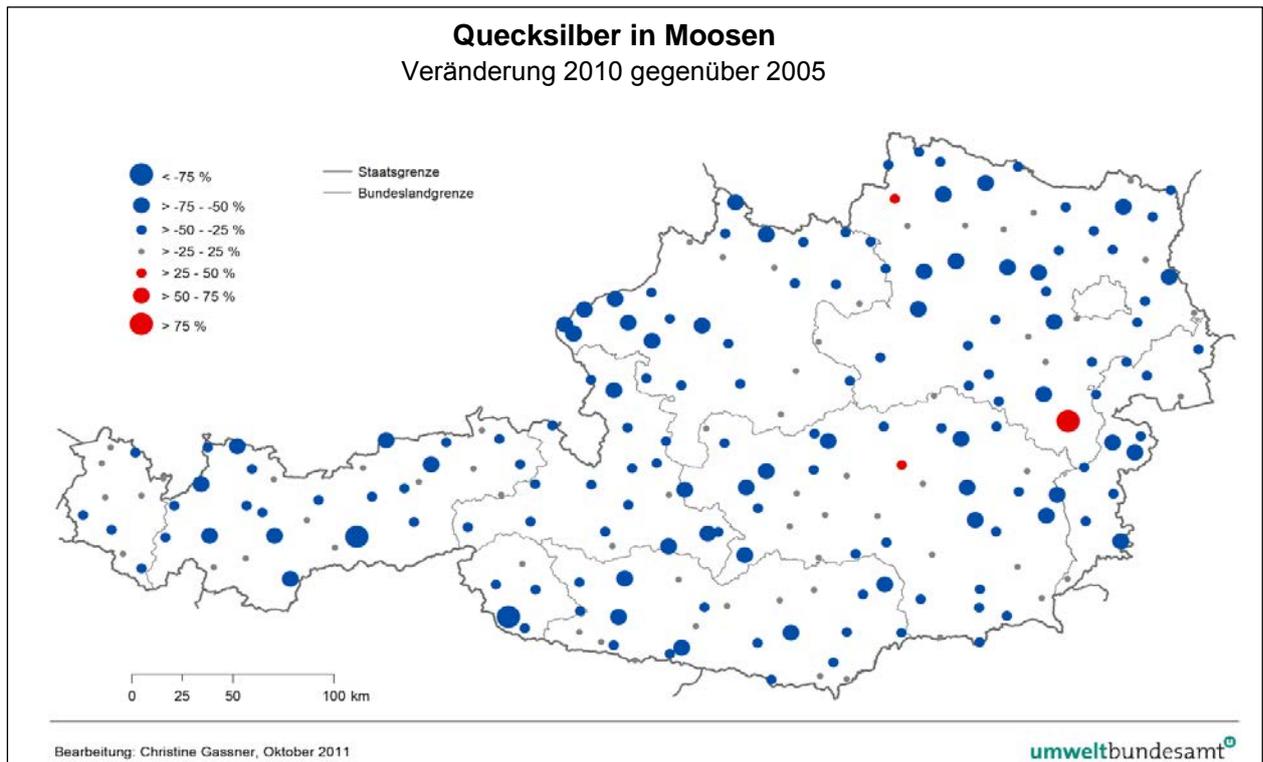


Abbildung 12: Quecksilber in Moosen, Veränderung 2010 gegenüber dem Jahr 2005. (Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2016)

Im Jahr 2005 lagen die durchschnittliche Hg-Konzentration bei 0,06 µg/g, der Median bei 0,05 µg/g, der niedrigste Wert bei 0,03 µg/g und der höchste bei 0,26 µg/g.

Auch auf europäischer Ebene findet seit 1990 eine ähnliche Untersuchung zur Erfassung von Schwermetallen und Schadstoffen anhand von Moosen statt. Im Jahr 2010/11 waren zwanzig Länder daran beteiligt, wobei ca. 2.400 Standorte beprobt wurden.

Im folgenden Ländervergleich (siehe Abbildung 13) werden die Quecksilberbelastungen aus dem Jahr 2005 mit denen 2010 verglichen. Dabei werden die Erfolge der gesetzten Maßnahmen in vielen Ländern deutlich.

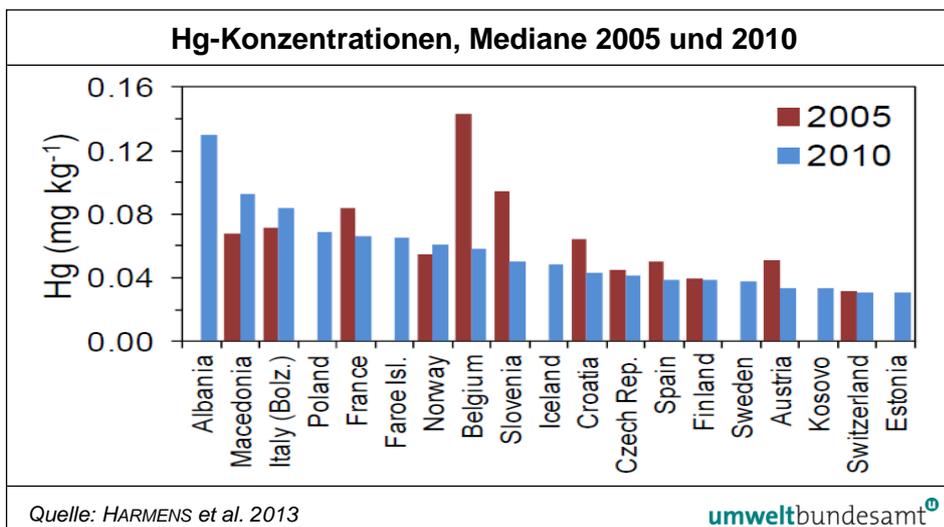


Abbildung 13: Mediane der Hg-Konzentrationen 2005 und 2010.

Lag der Median in Österreich im Jahr 2005 für Quecksilber noch bei 0,05 µg/g, so wurden im Jahr 2010 schon weniger als 0,04 µg/g gemessen. Von 1990 bis 2010 hat die Quecksilberbelastung in den Moosen in Österreich um 37 % abgenommen.

9 FICHTENNADELN

Seit dem Jahr 1983 beobachtet das Bundesforschungszentrum für Wald (BFW) im Rahmen des „Bioindikatornetzes“¹¹ in Österreich mittels Blatt- und Nadelanalysen Immissionseinwirkungen und fungiert so als flächendeckendes Monitoringnetzwerk. Dabei werden hauptsächlich die Nadeln der Fichte, Österreichs weitestverbreiteter Forstbaumart, analysiert. Bei Mangel an geeigneten Fichtenflächen (im Osten des Bundesgebietes) werden auch Kiefern und Buchen zur Messung eingesetzt. Durch die Analysen wird angestrebt, sowohl lokale als auch grenzüberschreitende Immissionen inklusive deren zeitlicher Entwicklung festzustellen. Erfasst werden neben Nährstoffen auch klassische „forstschädliche Luftverunreinigungen“ (BMLF 1984). In den Jahren 1986, 1996 und 2006 wurde auch Quecksilber bestimmt und seit 2009 auch jährlich erfasst. Die Ergebnisse sind in der WEB-Datenbank BIN-Online¹² abrufbar. In Abbildung 14 sind beispielhaft die Werte aus den Jahren 1996 und 2006 angeführt.

Bioindikatornetz

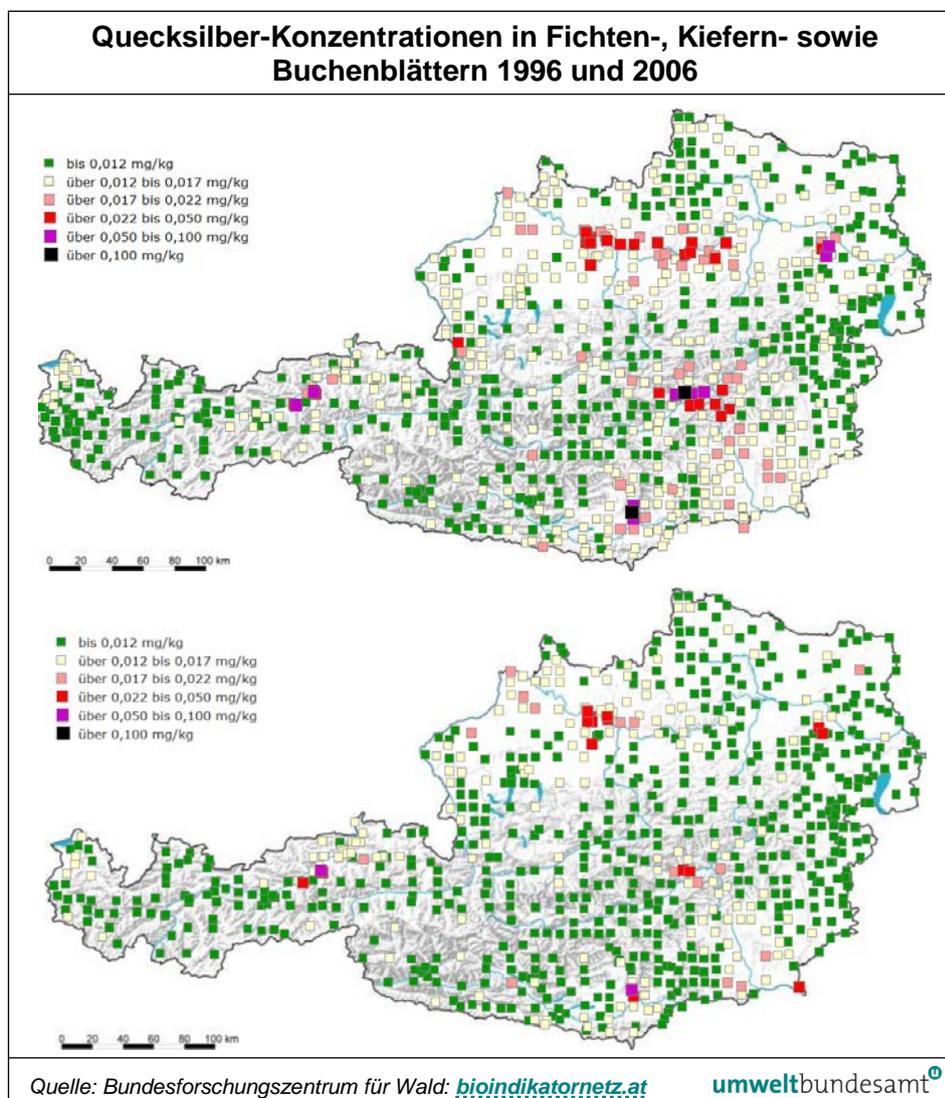


Abbildung 14:
Quecksilber-Konzentrationen in Fichten- und Kiefernadeln sowie Buchenblättern in den Jahren 1996 (obere Grafik) und 2006 (untere Grafik).
(Quelle: Bundesforschungszentrum für Wald: bioindikatornetz.at)

¹¹ <http://bioindikatornetz.at/>

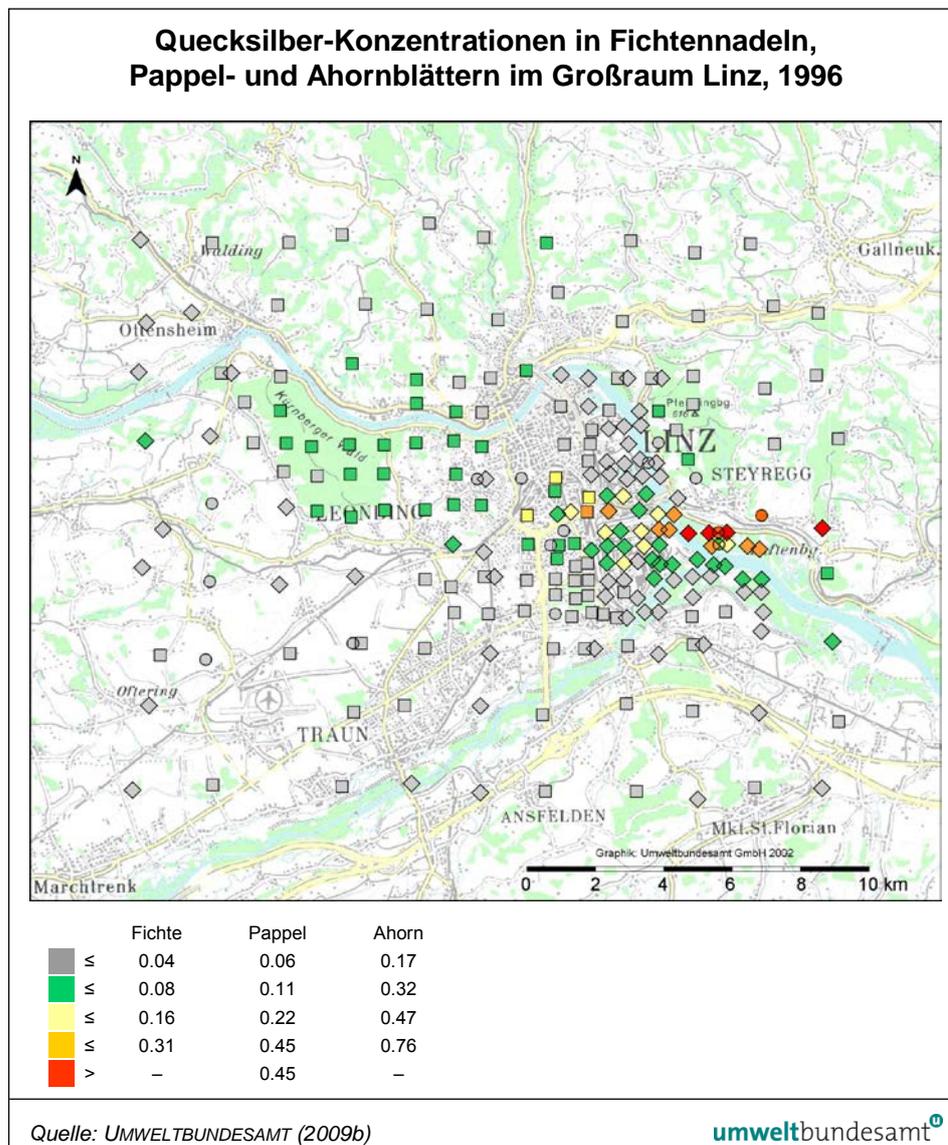
¹² http://bfw.ac.at/ws/bin_online.auswahl

Messergebnisse in Fichtennadeln

Die Fichtennadeln enthielten 1986 0,006–0,174 mg/kg Hg, 1996 0,005–0,245 und 2006 0,005–0,066 mg/kg Hg. Vor allem im Einflussbereich der Eisen- und Stahlindustrie im Raum Linz (Oberösterreich) und Leoben-Donawitz (Steiermark) ergaben sich Belastungsschwerpunkte. Beispielsweise waren noch 100 km östlich von Linz Hg-Immissionen feststellbar. Im Nahbereich von Emittenten war die Immission noch deutlicher nachweisbar, wie die ebenfalls 1996 im Großraum Linz gemessenen Nadelgehalte belegen (siehe Abbildung 14). In den 1990er-Jahren stammten Hg-Emissionen zusätzlich aus der Chloralkali-Elektrolyse in Brückl (Kärnten) und in Hallein (Salzburg). Diese Anlagen wurden Ende der 1990er-Jahre technologisch verbessert (Brückl) bzw. geschlossen (Hallein). Die erhöhten Werte bei Schwarz im Inntal stammen wahrscheinlich aus der Abraumhalle des ehemaligen Silberbergwerks.

Der Vergleich der Ergebnisse von 1996 und 2006 zeigt bundesweit eine deutliche Abnahme der Absolutbelastung bei gleichbleibender Verteilung der Belastungsschwerpunkte.

Abbildung 15:
Quecksilber-Konzentrationen (mg/kg) in Fichtennadeln, Pappel- und Ahornblättern im Großraum Linz, 1996.



10 GRUNDWASSER UND BACHSEDIMENTE

Im Jahr 2012 wurden die Konzentrationen von elf relevanten Metallen in oberflächennahen Grundwasserkörpern für ganz Österreich erhoben.¹³

Die Quecksilber-Konzentrationen (Mediane der an den Messstellen gemessenen Konzentrationen) lagen zu fast 100 % unterhalb der maximalen Bestimmungsgrenze von 0,2 µg/l. Lediglich eine Messstelle in der Steiermark wies eine Konzentration von 0,4 µg/l auf und führt dazu, dass der Grundwasserkörper Murdurchbruchstal (GK 100100) im Mittel über der Bestimmungsgrenze liegt. Auch jener Wert liegt aber unterhalb des Schwellenwerts gemäß der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser von 0,9 µg/l und des in der Trinkwasserverordnung festgelegten Parameterwerts von 1 µg/l.

Im Rahmen der Interpretation wurden auch die Gehalte der Bachsedimente berücksichtigt. Deutliche Quecksilber-Anomalien wurden für das südliche Wiener Becken (möglicherweise anthropogen beeinflusst) und den Raum Werfenweng berichtet (siehe Abbildung 16).

Als bedeutendste natürliche Quecksilber-Vorkommen in der Zentralzone der Alpen sind Stockenboi (im Raum Weißensee/Kärnten) und Gratwein (in der Nähe von Graz) genannt. Darüber hinaus ist Quecksilber häufig in Zinkblende und in Fahlerzen enthalten.

Hg-Gehalte im Grundwasser

Hg-Gehalte in Bachsedimenten

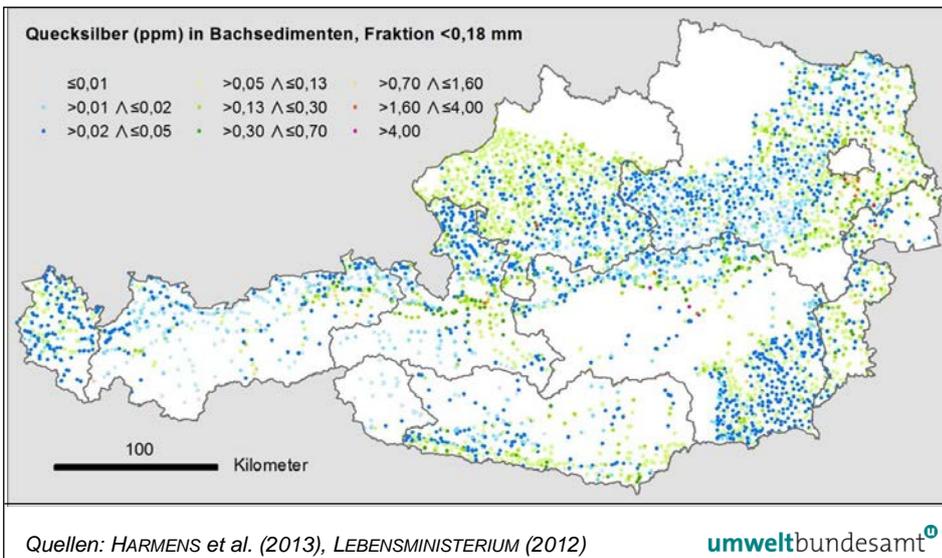


Abbildung 16: Hg-Konzentrationen in Bachsedimenten, 2005 und 2010.

Im Rahmen des Projektes „SCHTURM“ (Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen) (BMLFUW 2014) wurde Quecksilber an fünf Grundwassermessstellen mit einer sensitiven Analysenmethode gemessen. Zudem wurden im Zuge von Untersuchungen im Einzugsgebiet der Dornbirner Ach (UMWELTBUNDESAMT 2014b) Drainagegräben bei Trockenwetter untersucht. Bei Trockenwetter ist davon auszugehen, dass die Konzentration in der Drainage

¹³ gemäß Umsetzung des Wasserrechtsgesetzes (WRG 1959 i.d.g.F.) bzw. der Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV; BGBl. II Nr. 479/2006 i.d.g.F.)

ge ähnlich der Konzentration im Grundwasser ist. Die gemessenen Quecksilber-Konzentrationen in den fünf Grundwasserproben lagen zwischen nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,0005 µg/l) und einem Maximalwert von 0,022 µg/l. In den drei Drainageproben bei Trockenwetter war Quecksilber in einer Probe nicht nachweisbar und in den anderen zwei Proben lagen die Messwerte bei 0,0017 µg/l und 0,0058 µg/l.

11 ABWASSER

11.1 Abwasser aus Siedlungsgebieten

Kommunales Abwasser stellt ein sehr heterogenes Stoffgemisch dar, das die Nutzung im Einzugsgebiet widerspiegelt. Alle Stoffe, die in Haushalten, Industrie oder Gewerbe genutzt werden, kommen im Abwasser vor. In den Jahren 2007 und 2008 wurden Metallkonzentrationen im Zu- und Ablauf verschiedener österreichischer Kläranlagen gemessen (UMWELTBUNDESAMT 2009c). In den 15 untersuchten Kläranlagenzuläufen lagen die Quecksilber-Konzentrationen zumeist unter der Bestimmungsgrenze von 0,25 µg/l. In den 60 Ablaufproben war Quecksilber zumeist nicht nachweisbar (Nachweisgrenze 0,05–0,1 µg/l).

**kommunales
Abwasser**

Im Rahmen des „SCHTURM“-Projektes (BMLFUW 2014) wurden 2012 ebenfalls Schwermetallmessungen an zwei Kläranlagen bei Trockenwetter durchgeführt. Von jeder der beiden Kläranlagen wurden drei Tagesmischproben der Zu- und Abläufe analysiert. Mit Ausnahme einer Probe wurde Quecksilber in allen Proben nachgewiesen. Die Konzentrationen im Kläranlagenzulauf schwankten zwischen 0,021 µg/l und 0,34 µg/l. In den Kläranlagenabläufen wurden deutlich niedrigere Konzentrationen in einem Bereich von 0,0045 µg/l bis 0,021 µg/l gemessen.

Bei der Mischkanalisation werden Schmutz- und Niederschlagswasser in einem Kanalsystem gemeinsam abgeleitet. Die Mischkanalisation ist in Österreich in den innerstädtischen, älteren und dicht besiedelten Bereichen die häufigste Art der Siedlungsentwässerung. Der Mischwasserabfluss besteht bei abflusswirksamen Regenereignissen aus dem Schmutzwasser- (kommunales Abwasser bei Trockenwetter) und dem Oberflächenabfluss und ist durch eine hohe Dynamik in Menge und Zusammensetzung geprägt. Aufgrund der begrenzten hydraulischen Kapazität der einzelnen Entwässerungsabschnitte sowie des limitierenden maximalen Kläranlagenzuflusses können im Regenwetterfall nicht immer alle abgeleiteten Mischwassermengen der Kläranlage zugeführt werden. Deshalb wird ein Teil des Mischwassers zwischengespeichert und der Rest muss in die Oberflächengewässer entlastet werden. Im Rahmen des „SCHTURM“-Projektes wurden mehrere Mischwasserentlastungen während verschiedener Entlastungsereignisse beprobt. Dabei wurde auch Quecksilber gemessen. Das Schwermetall wurde in allen Mischwasserproben nachgewiesen, wobei die Konzentrationen zwischen 0,0053 µg/l und 0,67 µg/l über einen sehr weiten Bereich schwankten und der Maximalwert einen Extremwert darstellte. Zumeist lagen die Konzentrationen unter 0,1 µg/l (BMLFUW 2014).

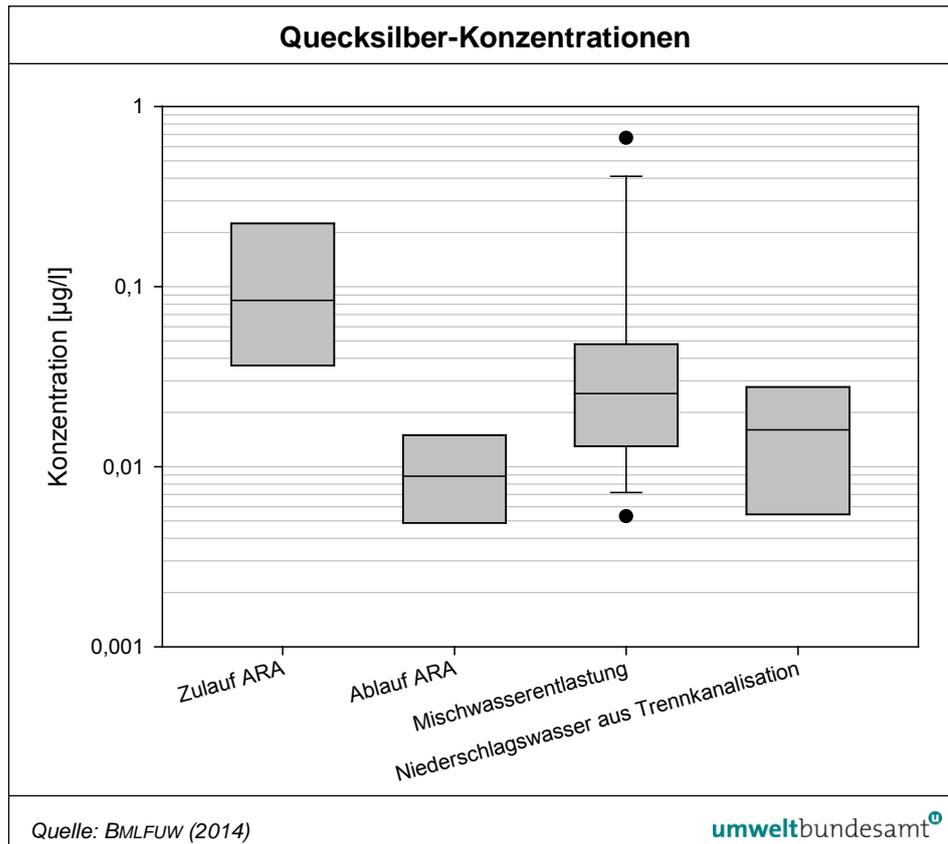
**Mischwasser-
entlastungen**

Bei der Trennkanalisation werden Niederschlags- und Schmutzwasser getrennt in zwei Kanälen gesammelt und abgeleitet. Der Niederschlagswasserkanal fasst den Abfluss der befestigten angeschlossenen Flächen wie z. B. von Dach- und Verkehrsflächen. Die Abwasserzusammensetzung ist abhängig von der Charakteristik des Einzugsgebietes (Nutzung der befestigten Flächen, Art der Dächer usw.), von der Dauer der vorangegangenen Trockenperiode sowie der Intensität und Dauer des Niederschlagsereignisses. Ist die Versickerungskapazität des Bodens durch längere Regenereignisse sowie bei Starkregenereignissen erschöpft, können je nach Gefälle und Bodenbeschaffenheit auch unbefestigte Flächen sowohl für die Niederschlags- als auch die Mischwasserkanalisation abflusswirksam werden. Im Rahmen von „SCHTURM“ wur-

**Niederschlagswasser
aus Trennkanalisation**

den sechs Proben von Niederschlagsentlastungen bei Trennkanalisationen untersucht. Es wurden durchflussproportionale Proben über das gesamte Entlastungsereignis gezogen. In allen sechs Proben wurde Quecksilber nachgewiesen. Die Konzentrationen schwankten zwischen 0,0043 µg/l und 0,033 µg/l (BMLFUW 2014). Eine Gegenüberstellung der Quecksilber-Konzentrationen im Rohabwasser bei Trockenwetter, im Kläranlagenablauf, im entlasteten Mischwasser und in Niederschlagswassereinleitungen aus Trennkanalisationen zeigt die folgende Abbildung.

Abbildung 17: Gegenüberstellung der Quecksilber-Konzentrationen im Rohabwasser bei Trockenwetter, im Kläranlagenablauf, im entlasteten Mischwasser und in Niederschlagswassereinleitungen aus Trennkanalisationen.



11.2 Strassenabwässer

„SCHTURM“-Bericht

Im Rahmen des vom BMLFUW durchgeführten Projekts „SCHTURM“ („Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen“; BMLFUW 2014) wurde vom Umweltbundesamt in Kooperation mit mehreren Partnern unter anderem der Quecksilbergehalt von Straßenabwässern gemessen. Dazu wurden an drei unterschiedlichen Autobahn- bzw. Straßenabschnitten (Oberösterreich: A1 Autobahnregenbecken Mönchgraben; Vorarlberg: Retentionsfilterbecken L202 in Hard/Lauterach und Steiermark: Autobahnbrücke der A2 über die Mur) Proben gezogen und quantifiziert. Die Straßenabwässer an den Probenstandorten in Vorarlberg und Oberösterreich werden über Gewässerschutzanlagen geleitet, die in der Steiermark werden in einem Straßenabwasserkanal gesammelt und in die Mur eingeleitet. Ein Teil der Ergebnisse der unbehandelten Straßenabwässer ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Parameter	Anzahl				Mittelwert [µg/l]	Minimum [µg/l]	Maximum [µg/l]
	Gesamt	n.n.	<BG	>BG			
Blei	9	1	7	1	3,9-7,5	n.n.	32
Cadmium	9	-	6	3	0,046-0,076	<0,05	0,25
Chrom	9	-	6	3	11-14	<5,0	73
Kupfer	9	-	-	9	27	5,8	71
Nickel	9	-	5	4	5,1-6,1	<2,0	36
Zink	9	-	-	9	110	16	330
Quecksilber	9	-	-	9	0,021	0,0053	0,093

n.n.: nicht nachweisbar, BG: Bestimmungsgrenze

Es zeigte sich, dass Quecksilber in jeder der analysierten 9 Proben nachweisbar war. Der Mittelwert lag bei 0,021 µg/l. Für die beprobten Straßenabschnitte wurden flächenspezifische Emissionen berechnet. Dazu wurden die entwässerten Flächen, die aufgezeichneten Niederschlagssummen, die gemessenen Straßenabwassermengen und die gemessenen Spurenstoffkonzentrationen herangezogen. Zudem wurden die theoretischen durchschnittlichen Jahresstraßenabwassermengen und die relativen Anteile der Einzelereignisabflüsse bestimmt. Anhand dieser Daten erfolgte eine Umlegung auf spezifische Jahresfrachten. Demnach wurden ein Frachteintrag von durchschnittlich 0,20 g Hg und ein Maximalwert von 0,80 g Hg pro Hektar und Jahr ermittelt.

Parameter	Spezifischer Frachteintrag in die Straßenabwasserkanalisation [g/ha/a]			
	Minimum	Maximum	MW-Minimalauswertung	MW-Maximalauswertung
Zink	140	2.800	1.100	1.100
Kupfer	50	610	270	270
Chloride	27	560	170	170
Chrom	4,2	630	94	130
Blei	-	280	35	75
Quecksilber	0,055	0,80	0,20	0,20

Tabelle 6:
Ausschnitt aus der Zusammenfassung der Spurenstoff-Analysenergebnisse in den unbehandelten Straßenabwässern (BMLFUW 2014).

flächenspezifische Emissionen

Tabelle 7:
Ausschnitt aus den ermittelten flächenspezifischen Emissionen (g/ha/a) von Verkehrsflächen für die drei beprobten Straßenabschnitte (BMLFUW 2014).

12 GEWÄSSER UND FISCH

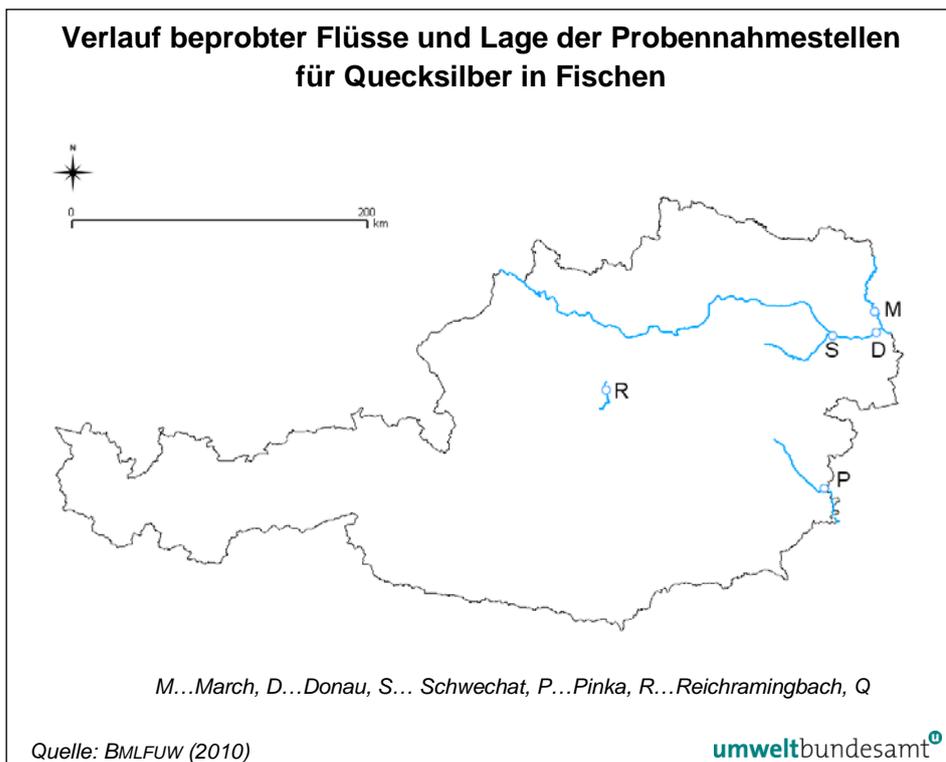
MethylHq-Toxizität

Das Schwermetall Quecksilber ist für aquatische Lebewesen hochtoxisch und kann in der aquatischen Umwelt langfristige Schäden verursachen. Obwohl die Konzentration in Gewässern sehr gering ist, wird es durch Biomethylierung zu organischen Quecksilber-Verbindungen umgebaut, und ist durch die so gewonnene Fettlöslichkeit besonders leicht verfügbar für aquatische Organismen. In weiterer Folge kommt es zu Bioakkumulation und Biomagnifikation (Anreicherung über die Nahrungskette) organischer Quecksilber-Verbindungen. Dies betrifft neben Organismen wie Insekten, Fischen und Vögeln letztlich auch die menschliche Gesundheit durch den Verzehr von (fettreichen) Fischen.

Umweltqualitätsnormen

Angesichts der steigenden Belastungen, denen europäische Wasserressourcen ausgesetzt sind, wurde im Jahr 2000 die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) verabschiedet. Sie soll der Sicherung der Ressource Wasser für zukünftige Generationen dienen. Mit der RL 2008/105/EG (Änderungen bzw. Ergänzungen durch die RL 2013/39/EG) wurden Umweltqualitätsnormen (UQN) im Bereich der Wasserpolitik (EU 2008) erlassen. Hierbei wurden, unter Berücksichtigung der akuten und chronischen Toxizität für Wasserlebewesen sowie indirekter Wirkungen und Sekundärvergiftungen, Umweltqualitätsnormen für prioritäre Stoffe (u. a. Quecksilber) in Oberflächengewässern festgesetzt. Deren Ziel ist jedoch nicht die Abschätzung von möglichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen. In der Regel sind die Werte, welche zur Erhaltung der menschlichen Gesundheit abgeleitet werden, bedeutend höher, da sich die menschliche Ernährung nicht nur auf Fisch beschränkt. Um die Datenlage hinsichtlich der Eintragsquellen und Verschmutzungswege zu verbessern, fordert die Richtlinie auch die Durchführung eines Trendmonitorings in diesen Kompartimenten (UMWELT-BUNDESAMT 2009a).

Abbildung 18:
Verlauf beprobter Flüsse
und Lage der Proben-
nahmestellen für
Quecksilber in Fischen
(blaue Ringe).



In der 2009 durchgeführten Pilotstudie „Monitoring von Schadstoffen in Biota“ (BMLFUW 2010) wurden an fünf ausgewählten Gewässerabschnitten (siehe Abbildung 18) je 10 Fische entnommen und deren (Methyl-) Quecksilbergehalt bestimmt. In vier von fünf beprobten Gewässern überschritt bei der Untersuchung des Gesamtfisches selbst der am niedrigsten kontaminierte Fisch die UQN_{Biota} von 20 µg/kg Frischgewicht für Quecksilber. Die durchschnittliche Konzentration betrug das 1,5- bis 5-Fache der entsprechenden UQN (siehe Abbildung 19).

UQN-Überschreitungen bei Fischen

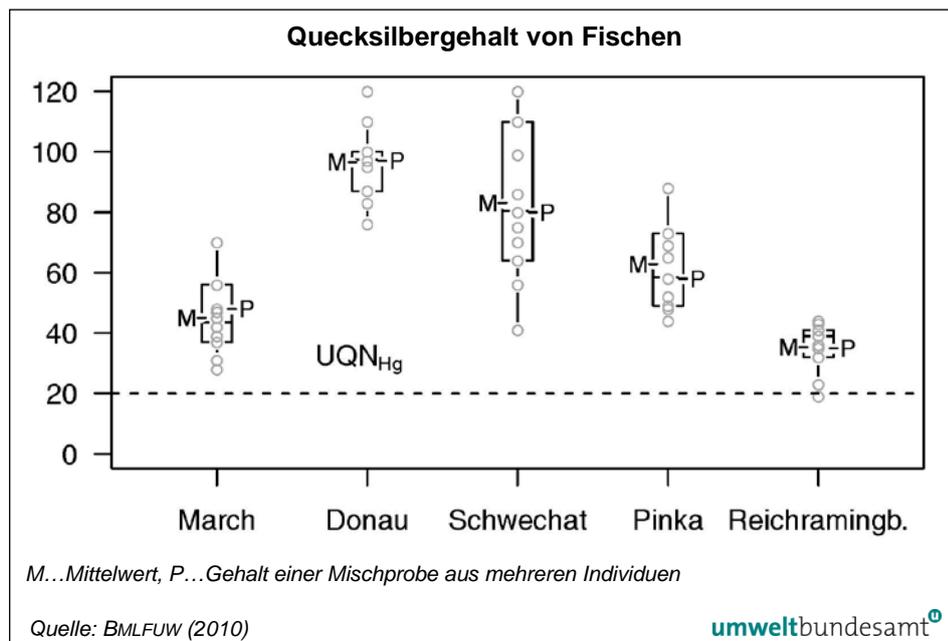


Abbildung 19: Quecksilbergehalt von Fischen verschiedener Gewässer (µg/kg Frischgewicht).

Das Bewertungskriterium für Methylquecksilber beträgt ebenfalls 20 µg/kg FG. Die Konzentrationen in den Fischproben lagen mit Ausnahme einer Probe (19 µg/kg; Reichramingbach) in allen Fällen über der Umweltqualitätsnorm und dem Bewertungskriterium. Die Konzentrationen betragen das 1,5-bis 5-Fache der UQN (siehe Abbildung 20).

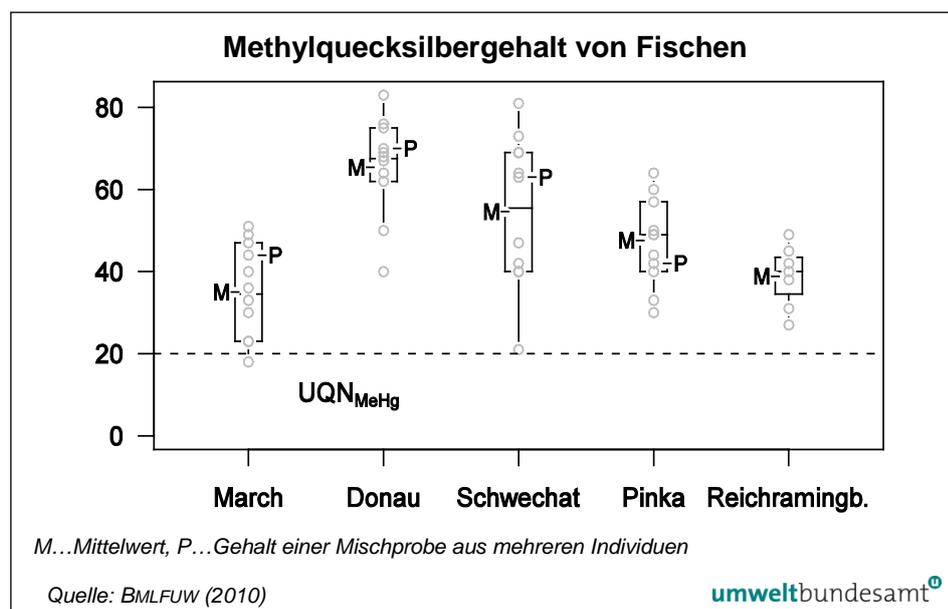
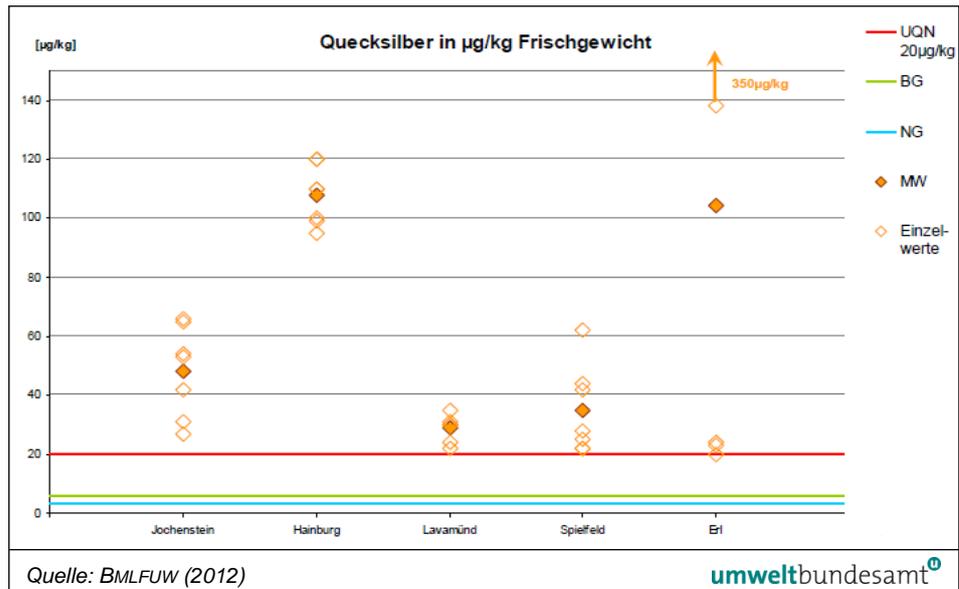


Abbildung 20: Methylquecksilbergehalt von Fischen verschiedener Gewässer (µg/kg Frischgewicht).

**Messergebnisse
2010**

Auch die im Rahmen der Trendentwicklung 2010 bei anderen Standorten (Trendmessstellen: Donau/Hainburg, Drau/Lavamünd, Inn/Erl, Mur/Spiefeld, Donau/Jochenstein) entnommenen Fische erreichten bzw. überschritten alle die Umweltqualitätsnorm von 20 µg/kg. Die Quecksilbergehalte der Fische einer Messstelle zeigten eine jeweils geringe Streuung, die Mittelwerte der einzelnen Befunde wiesen zwischen den Messstellen aber Unterschiede auf (zwischen knapp 30 und knapp 110 µg/kg). In Hainburg war die Quecksilberbelastung etwas höher als an den übrigen Messstellen. Besonders hoch war der Quecksilbergehalt in einem im Inn bei Erl gefangenen Aitel (siehe Abbildung 21).

Abbildung 21:
Quecksilbergehalte der einzelnen Proben und daraus berechnete arithmetische Mittelwerte (MW) pro Messstelle im Vergleich zur Bestimmungsbzw. Nachweisgrenze (BG bzw. NG) und der für Biota festgelegten Umweltqualitätsnorm (UQN) von 20 µg/kg (aus 2010)



**Messergebnisse
2013**

Im Jahr 2013 wurden 32 Fließgewässermessstellen beprobt. Fünf dieser Messstellen dienen als Referenzmessstellen für das Trendmonitoring, das für Quecksilber in Fischen durchgeführt wird. Die Verteilung dieser Messstellen ist in Abbildung 23 dargestellt.

Quecksilber wurde in allen 32 beprobten Fließgewässerstellen in allen Proben und Fischarten und auch in den Roffedern aus dem Neusiedler See nachgewiesen. Die Konzentrationen schwanken von 22 µg/kg bis 290 µg/kg FG. Da Quecksilber nicht im Fettgewebe angereichert wird, ist eine Normalisierung nach dem Fettgehalt nicht sinnvoll und es erfolgt eine Normierung auf einen Trockenmassegehalt von 26 %. Diese normalisierten Quecksilbergehalte schwankten zwischen 21 µg/kg und 262 µg/kg FG. Die höchsten Konzentrationen wurden in Brachsen aus der Donau bei Hainburg gemessen (siehe Abbildung 23). Die Umweltqualitätsnorm für Quecksilber beträgt 20 µg/kg Frischgewicht. Sowohl die gemessenen als auch die normalisierten Konzentrationen lagen alle über dieser UQN (BMLFUW 2015). Die folgende Abbildung 22 zeigt einen Vergleich der Messergebnisse und der normalisierten Konzentrationen für Quecksilber mit der Umweltqualitätsnorm.

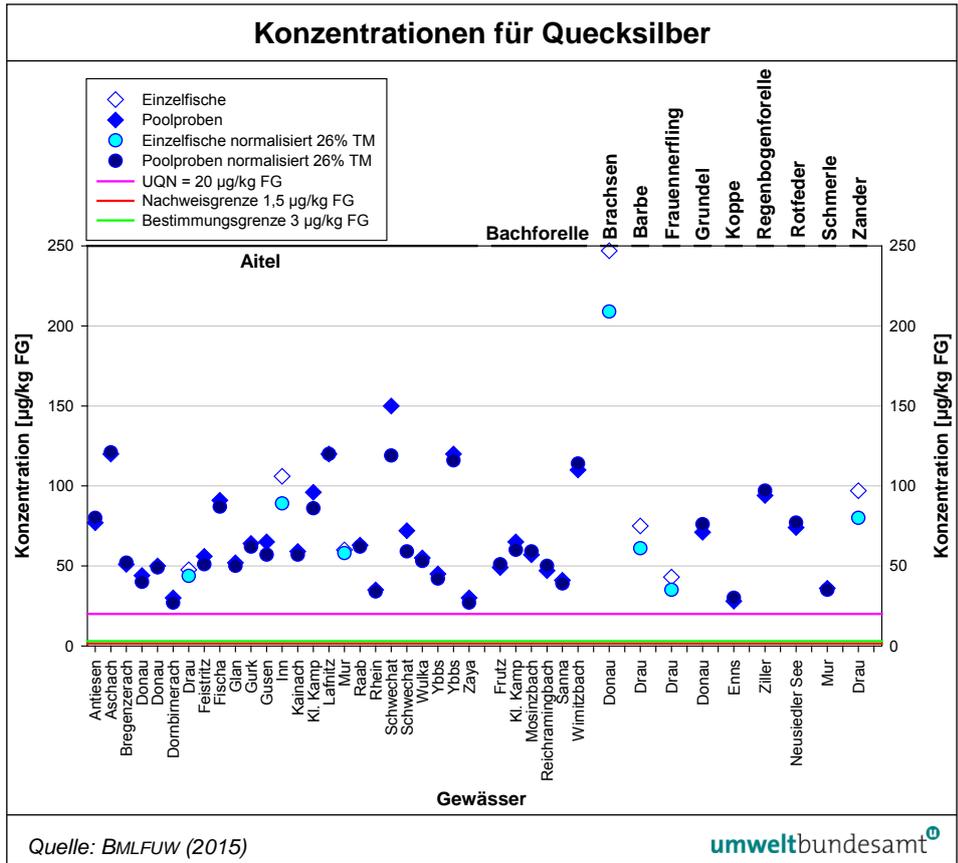


Abbildung 22: Vergleich der Messergebnisse und der normalisierten Konzentrationen für Quecksilber mit der Umweltqualitätsnorm. (BMLFUW 2015).

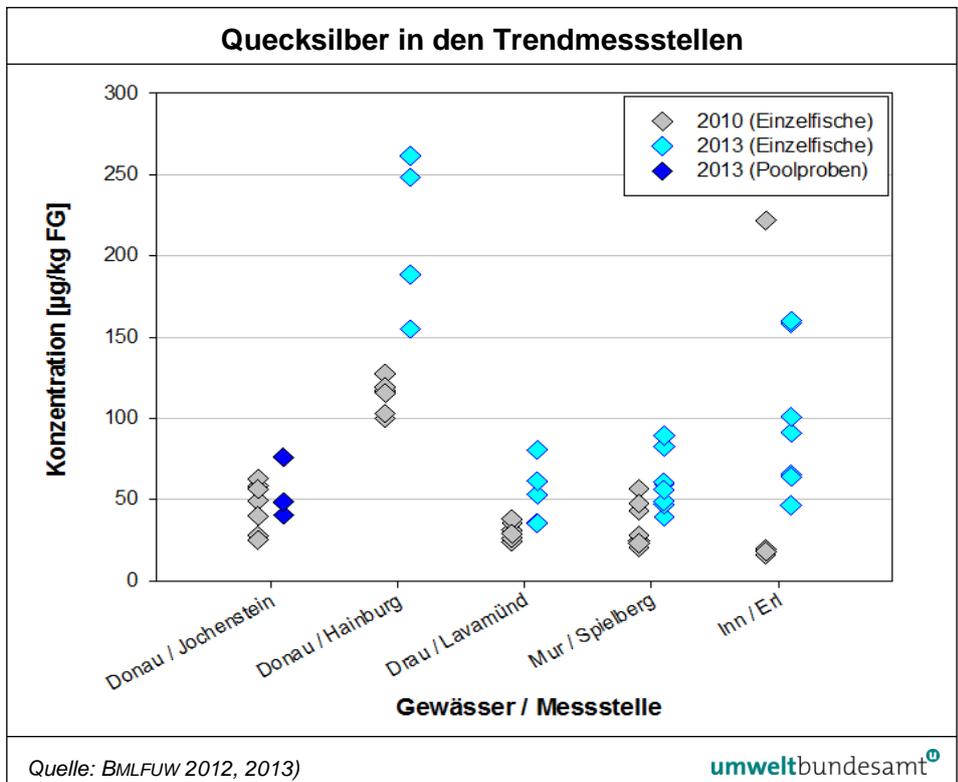


Abbildung 23: Messergebnisse für Quecksilber in den Trendmessstellen, normalisiert auf einen Trockensubstanzgehalt von 26 %. Vergleich der Jahre 2010 und 2013.

Interpretation der Trendermittlung

Quecksilber war sowohl 2010 als auch 2013 in allen Fischen nachweisbar, wobei die gemessenen Konzentrationen z. T. erheblich schwanken. Überschreitungen der UQN traten flächendeckend, auf. Abbildung 23 zeigt einen Vergleich der Quecksilbergehalte in den untersuchten Fischen für die Jahre 2010 und 2013.

Bei allen Trendmessstellen sind im Beobachtungsjahr 2013 im Vergleich zu 2010 z. T. deutlich höhere Konzentrationen zu beobachten. Auch wenn aus zwei Beobachtungszyklen kein Trend ableitbar ist, sind 2013 generell höhere Quecksilbergehalte (normalisiert auf einen Trockenmassegehalt von 26 %) in den Trendmessstellen zu beobachten. Einen Unsicherheitsfaktor stellen aber dabei die unterschiedlichen Fischarten dar, die bei den zwei Untersuchungskampagnen beprobt wurden, auch wenn über die Normalisierung auf einen einheitlichen Trockenmassegehalt die Vergleichbarkeit verbessert sein sollte. Inwieweit dies eine Rolle spielt, werden die Untersuchungen in den kommenden Jahren zeigen.

Festgehalten sei aber hier nochmals, dass Lebensmittelgrenzwerte nicht überschritten wurden (BMLFUW 2013).

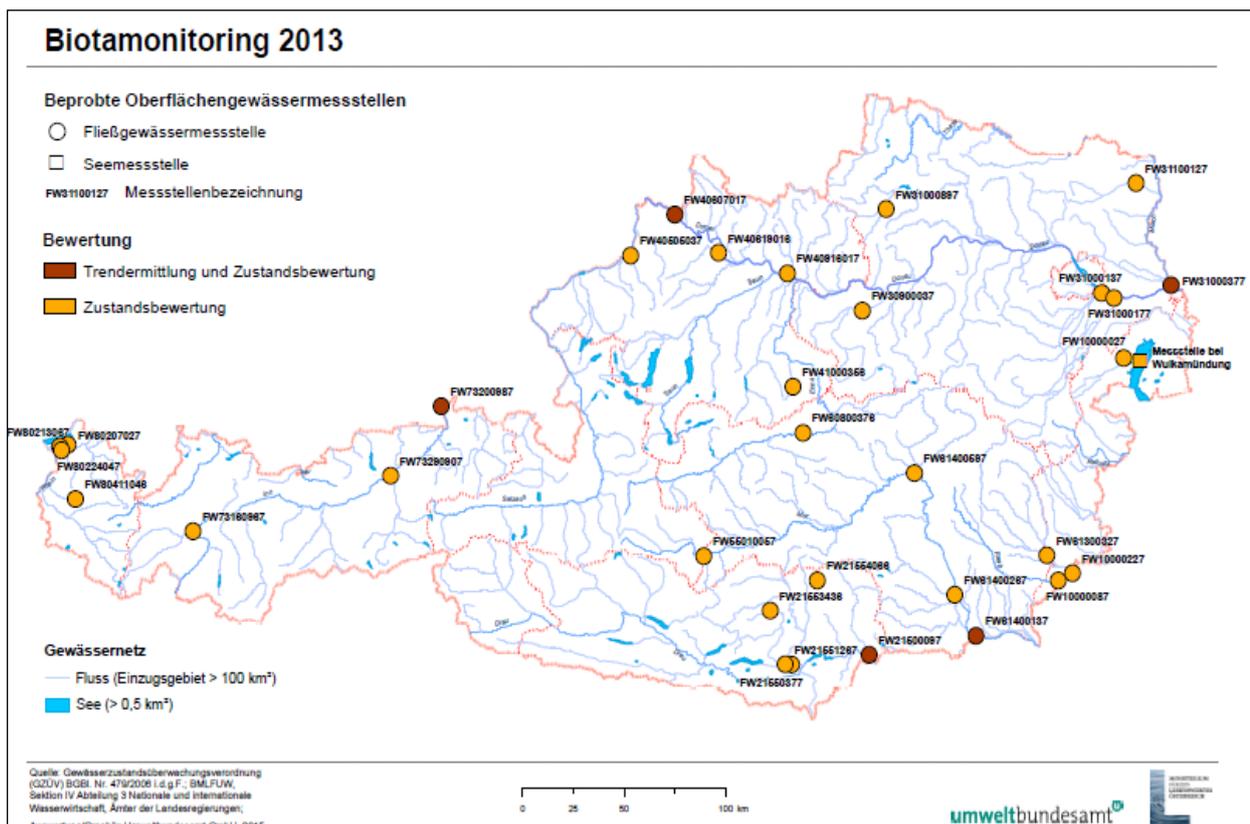


Abbildung 24: Österreichweite Übersicht der Messstellen für die Zustandsbewertung; rote Kreise stellen die Messstellen für die Trendermittlung dar.

Quecksilber wird im Rahmen der Gewässerzustandsüberwachung (GZÜV) regelmäßig in Oberflächengewässern untersucht und die Daten sind über das Wasserinformationssystem WISA¹⁴ zugänglich. Obwohl ein sehr umfangreicher Datensatz vorliegt, ist eine Beschreibung der Belastungssituation österreichischer Oberflächengewässer durch Quecksilber schwierig, da Quecksilber zu meist nicht nachweisbar war. Tabelle 8 zeigt eine Zusammenfassung der verfügbaren Datensätze für die Jahre 2000–2015. In der Tabelle sind die absoluten Zahlen angeführt. Die Werte in den Klammern geben den relativen Anteil an. Die Bestimmungsgrenzen der angewandten analytischen Methoden lagen zwischen 0,015 µg/l und 1 µg/l, wobei die sensitiveren Methoden vorwiegend in den letzten Jahren zur Anwendung gekommen sind.

GZÜV- Untersuchungen

Tabelle 8: Zusammenfassung der verfügbaren Datensätze zu Quecksilber aus der Gewässerzustandsüberwachung für die Jahre 2000 bis 2015 (Quelle: Wasserinformationssystem Austria, <http://wisa.bmlfuw.gv.at/>, 5.4.2016)

Jahr	Anzahl Messstellen	Anzahl Messwerte		
		Gesamt	< BG	n. n.
2000	201	2.210	43 (1,9 %)	2160 (98 %)
2001	199	2.348	121 (5 %)	2223 (95 %)
2002	203	2.316	291 (13 %)	2020 (87 %)
2003	373	4.244	396 (9 %)	3845 (91 %)
2004	295	3.407	112 (3 %)	3295 (97 %)
2005	300	3.461	68 (2 %)	3392 (98 %)
2006	20	164	-	164 (100 %)
2007	2	24	4 (17 %)	20 (83 %)
2008	2	24	13 (54 %)	11 (46 %)
2009	1	12	12 (100 %)	-
2010	9	95	-	95 (100 %)
2011	14	180	-	178 (99 %)
2012	16	182	2 (1 %)	177 (97 %)
2013	95	1.119	44 (4 %)	1059 (95 %)
2014	37	173	14 (8 %)	157 (91 %)
2015	11	109	34 (31 %)	74 (68 %)
2000–2015	412	20.068	1.154 (6 %)	18.870 (94 %)

Im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie ist, wie bereits erwähnt, von allen Mitgliedstaaten ein zeitliches und örtliches Trendmonitoring verschiedenster Schadstoffe durchzuführen. Für manche Stoffe soll das Monitoring in Schwebstoffen durchgeführt werden. Die Methodik für die Probennahme von Schwebstoffen ist EU-weit noch sehr unterschiedlich. Daher wurde im Bericht „HESTIA – Harmonisierung und Evaluierung von Probenahmetechniken in der aquatischen Umwelt“ (UMWELTBUNDESAMT 2012a) ein Methoden-Vergleich für ein Fließgewässer-Trendmonitoring entlang vier ausgewählter Messstellen an der Donau durchgeführt. Auch Quecksilber wurde neben anderen Schwermetallen analysiert. Tabelle 9 führt – exemplarisch für die durchgeführten unterschiedlichen Probennahmetechniken – die Ergebnisse der Referenz-Wasserproben an.

¹⁴ <http://wisa.bmlfuw.gv.at/>

Tabelle 9:
Schwermetallgehalte in
Schwebstoffen aus
Wasserproben der
Donau (in µg/l)
(UMWELTBUNDESAMT
2012a).

	Probe 2		Probe 4		Probe 6		Probe 7		Probe 8	
	U	VUVH								
Cd	< 0,10	< 0,05	< 0,10	< 0,05	< 0,10	< 0,05	< 0,10	< 0,05	< 0,10	< 0,05
Ni	1,7	5,6	1,1	3,8	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Pb	0,92	3,3	0,68	1,4	0,16	< 1,0	0,27	< 1,0	0,19	< 1,0
Hg	0,029		0,015		n.n.		n.n.		n.n.	

BG: 0,015 µg/l, NG: 0,01 µg/l

U...Umweltbundesamt

VUVH... Výskumný ústav vodného hospodárstva (slowakisches Referenzlabor für Wasser)

Die Wasserproben waren sehr gering mit Schwermetallen belastet; die Konzentrationen bewegten sich unterhalb oder knapp oberhalb der Bestimmungsgrenzen. Das Schwermetall Quecksilber wurde nur vom Umweltbundesamt analysiert.

„Raab-Survey“

Seit dem Jahr 2008 führte die lokale Schaumbildung auf der Raab zu einem gemeinsamem Aktionsplan („Raab-Survey“) zur Untersuchung der Wasserqualität im gesamten Längsverlauf des Flusses. Da auch die Schwermetallbelastung Teil der Untersuchung ist, wird auch Quecksilber quantifiziert. Dabei konnten 2009 in nur drei von 52 Proben leichte Belastungen festgestellt werden, wovon zwei Werte unter der Bestimmungsgrenze lagen (BG: 0,015 µg/l, NG: 0,01 µg/l).

Dornbirner Ach

Im Westen Österreichs wurde 2014 im Rahmen einer Untersuchung im Einzugsgebiet der Dornbirner Ach der Stoffeintrag ausgewählter Arzneimittelwirkstoffe, organischer Schadstoffe und von Schwermetallen, darunter auch Quecksilber, analysiert (UMWELTBUNDESAMT 2014b). Zur Validierung der Emissionsmodellierung wurden monatlich Messungen in der Dornbirner Ach durchgeführt. Von diesen 12 Messungen war Quecksilber bei einer Nachweisgrenze von 0,0005 µg/l in drei Proben nicht nachweisbar. In neun Proben wurde Quecksilber nachgewiesen, wobei die Konzentrationen zwischen 0,017 µg/l und 0,056 µg/l schwankten.

Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, die Einträge in die Dornbirner Ach über unterschiedliche Eintragspfade auf der Basis von Frachten zu vergleichen und Haupteintragspfade zu identifizieren.

Insgesamt wurden 10 verschiedene Eintragspfade in die Dornbirner Ach untersucht (siehe Tabelle 10).

Tabelle 10: Mittlere Metallkonzentrationen bzw. -frachten nach Eintragspfaden; Emissionsmodellierung ausgewählter organischer und anorganischer Parameter im Einzugsgebiet der Dornbirner Ach (UMWELTBUNDESAMT 2014b).

Parameter	Kommunale ARA	Industrie direkt	Atmosph. Deposition	Erosion	Oberflächenabfluss	Drainagen	Grundwasserzufluss	Mischwasser	Regenwasser	Verkehrsflächen
Einheit	kg/a	kg/a	g/ha/a	mg/kg	µg/l	µg/l	µg/l	kg/a	kg/a	kg/a
Cadmium	1,1-3,5	0-0,12	0,25	0,60	0,0033-0,035	0,0017-0,020	0,0017-0,020	0,067-0,11	0,38-0,57	0,0026-0,026
Quecksilber	0,12-1,4	0-0,023	0,17	0,12	0,0020-0,0021	0,0025-0,0027	0,0025-0,0027	0,014	0,15	0,0047
Blei	18-24	0-0,35	10	35	0,33-3,5	0-0,50	0,14-0,69	0,78-7,8	5,4-54	0,26-2,6
Chrom	48	36	1,3	56	0-0,5	0-0,50	0,21-0,76	0,78-7,8	0-5,4	0,26-2,6
Kupfer	130	95	13	47	3,2	1,3	1,5-1,8	31	200	11
Zink	610	20	73	143	7,7-9,2	0,5-5,0	7,8-9,0	88	370	44
Nickel	100	40	1,6	48	0,9-2,1	0,2-2,0	0,8-1,3	3,5-5,3	16-29	1,1-1,4

Beim Vergleich der unterschiedlichen Eintragspfade wurde festgestellt, dass der punktförmige Eintrag in die Dornbirner Ach über die Abläufe kommunaler und industrieller Kläranlagen nicht der dominante Eintragspfad ist. Der Quecksilber-eintrag in die Dornbirner Ach erfolgt vorwiegend über diffuse Quellen.

Eintragspfade in Gewässer

Eine ähnliche Abschätzung wurde auch für ganz Österreich durchgeführt (BMLFUW 2015). Die Ergebnisse bestätigen die Beobachtungen im Einzugsgebiet der Dornbirner Ach und weisen diffuse Stoffeinträge in Gewässer als Haupteintragspfade aus. Dabei sind die atmosphärische Deposition, der Oberflächenabfluss und die Erosion zu nennen. Anzumerken ist aber auch, dass die Ergebnisse mit einer hohen Unsicherheit behaftet sind, da derzeit für viele Eintragspfade keine belastbaren Daten vorliegen.

13 HAUSSTAUB

Quecksilber im Hausstaub

Um die Belastung des Innenraumes mit Schadstoffen festzustellen, stand der Hausstaub im Fokus einer 2004 veröffentlichten Untersuchung (Umweltbundesamt 2004). Dabei wurden neben vielen Schadstoffen auch Schwermetalle (Cadmium, Kupfer, Chrom, Quecksilber, Blei, Zink) aus 22 verschiedenen Haushalten und zwei Büroräumen analysiert.

Tabelle 11:
Ergebnisse der Stoffgruppe Schwermetalle in österreichischen Hausstaubproben.
(Quelle: UMWELTBUNDESAMT 2008)

Schwermetalle	Dim.	Anz.	Anz. > BG	Min.	Max.	MW	Median	90. Perz.
Cadmium	mg/kg	24	24	0,36	10	3,3	2,8	8,1
Chrom	mg/kg	24	24	42	180	87	84	130
Kupfer	mg/kg	24	24	58	620	240	230	560
Quecksilber	mg/kg	24	24	0,11	20	2,1	0,56	7,5
Blei	mg/kg	24	24	38	4.100	350	140	700
Zink	mg/kg	24	24	350	8.300	1.640	970	3.250

MW: Mittelwert, BG: Bestimmungsgrenze (0,02 mg/kg)

Es wurden sämtliche Schwermetalle oberhalb der Bestimmungsgrenze detektiert. Zink wies die höchsten Konzentrationen auf, Quecksilber den geringsten Median (0,056 mg/kg und Mittelwert (2,1 mg/kg). Die Bestimmungsgrenze für Quecksilber lag bei 0,02 mg/kg, die Nachweisgrenze bei 0,01 mg/kg.

Die Schwermetallbelastung des Staubs ist unter anderem eine Folge des innerstädtischen Verkehrs. Problematisch ist in diesem Zusammenhang vor allem Blei, aber auch die Belastung mit Quecksilber sollte aufgrund möglicher neurotoxischer Wirkungen vermieden werden.

„LUKI“ – Luft und Kinder

Im Jahr 2008 wurden im Rahmen des Projekts „LUKI – Luft und Kinder“ an neun Schulstandorten im Innenraum gasförmige und partikelgebundene Luftschadstoffe im Hausstaub, Feinstaub und in der Luft sowie der Gehalt an CO₂ analysiert (UMWELTBUNDESAMT 2008). Im Schulstaub wurden durchschnittlich 0,22 mg/kg Quecksilber detektiert (0,15–0,25 mg/kg).

Haare und gesammelte Milchzähne der 6- bis 10-jährigen Schulkinder wurden ebenfalls auf Schwermetalle untersucht, wobei nur die Haare, die gute Indikatoren für Hg-Belastungen sind, auf Quecksilber getestet wurden. Die insgesamt 413 Haarproben wurden so abgeschnitten, dass die Exposition über drei Monate widerspiegelt wurde.

Die gemessenen Quecksilbergehalte im Haar variierten in Abhängigkeit vom Schulstandort. Quecksilbergehalte im Haar, die über 1.000 µg/kg liegen, weisen auf eine erhöhte Exposition hin; dieser Wert wurde von sieben Kindern bzw. 2 % der Untersuchten überschritten. Eine Gegenüberstellung mit internationalen Daten zeigt eine vergleichsweise niedrige Schwermetallbelastung der untersuchten Kinder, was durch die insgesamt niedrigere Hintergrundbelastung in Österreich erklärbar ist.

14 ELEKTROGERÄTE

Gemäß RL 2011/65/EU zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten („RoHS-Richtlinie“) müssen die Mitgliedstaaten sicherstellen, dass in Verkehr gebrachte Elektro- und Elektronikgeräte (einschließlich Kabeln und Ersatzteilen für die Reparatur) keine der im Anhang II angeführten Stoffe enthalten. Für Quecksilber sind die zulässigen Höchstkonzentrationen in homogenen Werkstoffen mit 0,1 % (Gewichtsprozent) angegeben.

Davon ausgenommene Verwendungen für bestimmte Bauformen von Energiesparlampen werden in Anhang III der Richtlinie aufgelistet.

In einseitig gesockelten (Kompakt-)Leuchtstofflampen für allgemeine Beleuchtungszwecke < 30 W dürfen max. 2,5 mg Hg je Brennstelle (nach 31.12.2012) verwendet werden, für allgemeine Beleuchtungszwecke ≥ 30 W und < 50 W max. 3,5 mg Hg je Brennstelle. In Österreich wurde die RoHS-Richtlinie mit der Elektroaltgeräteverordnung (EAG-VO; BGBl. II Nr. 121/2005 i.d.g.F) in nationales Recht umgesetzt.

Um die Quecksilbergehalte von in Österreich am Markt befindlichen Energiesparlampen zu erheben, wurden im Auftrag des BMLFUW im Zeitraum Dezember 2013/Jänner 2014 insgesamt 100 Energiesparlampen auf ihren Quecksilbergehalt untersucht.

Bei der Erstprüfung wurden 98 Lampen mit Gehalten unter 2,5 mg Hg/Lampe und 2 Lampen mit Hg-Gehalten über 2,5 mg Hg/Lampe identifiziert (siehe Abbildung 25).

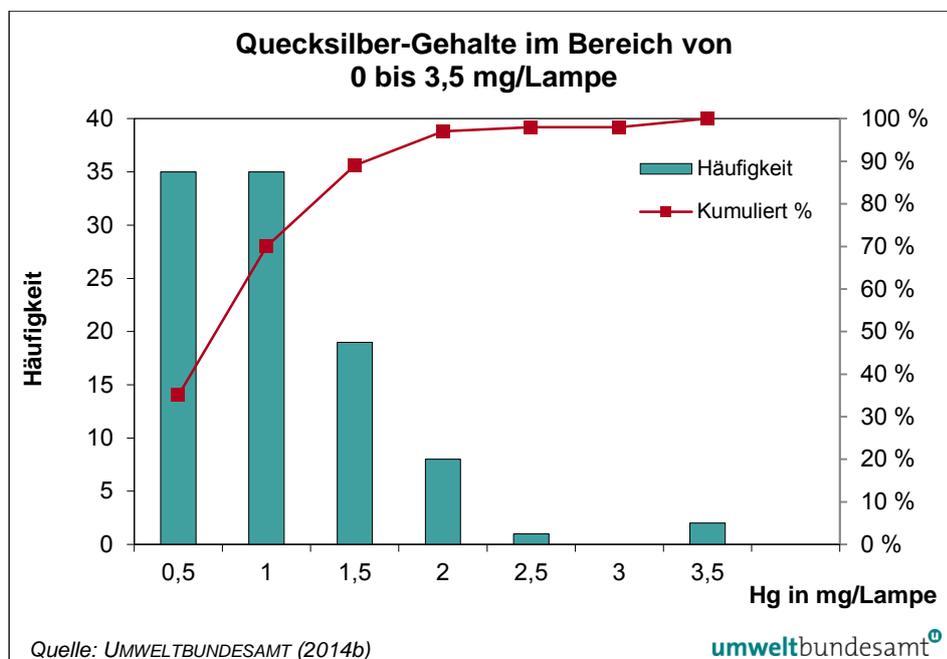


Abbildung 25: Absolute und kumulierte Häufigkeit der gemessenen Quecksilbergehalte im Bereich von 0 bis 3,5 mg/Lampe, unterteilt in 7 Intervalle. Der im Diagramm angegebene Quecksilbergehalt stellt die Obergrenze des betrachteten Intervalls dar (z. B. bei 0,5: Intervall 0–0,5; bei 2,5: Intervall 2–2,5).

15 HUMAN BIOMONITORING

Methylquecksilber

Der Mensch nimmt Quecksilber vor allem beim Verzehr von Fischen und Meeresfrüchten auf. Quecksilber liegt in herkömmlichen Fischarten zu 70–100 % als hochgiftiges Methylquecksilber vor. Auch aus Amalgamfüllungen, die zu ca. 50 % aus metallischem Quecksilber bestehen, nimmt der Mensch das Schwermetall auf. Weitere Quellen sind unter anderem Impfstoffe und Arzneien, die Quecksilber als Konservierungsmittel enthalten, berufliche Exposition und Tabakrauch sowie Weinkonsum. Methylquecksilber entsteht erst durch Biotransformation und wird als solches nicht oder kaum direkt in die Umwelt emittiert. Es ist ein Beispiel dafür, dass durch biologische Veränderung eines Stoffes eine für die Gesundheit viel problematischere Substanz als der Ausgangsstoff entwickelt werden kann.

Methylquecksilber wird durch das Blut im Körper verteilt und kann die Plazentaschranke sowie die Blut-Hirn-Schranke überwinden und daher die geistige Entwicklung des Embryos beeinträchtigen. Es schädigt die Prozesse, die für die Entwicklung der Gehirnfunktion und -architektur notwendig sind – einschließlich Zellteilung, Neuronenwachstum und -migration, Apoptose und Synaptogenese. Die Erkenntnisse über diese Wirkungen mündeten in einer Verzehrsempfehlung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) und in einer Information der Europäischen Kommission an Schwangere und Stillende mit dem Hinweis, bestimmte fettreiche und räuberische Meeresfische mit höheren Gehalten an Quecksilber zu meiden.

Haare als Indikatoren für Hg-Belastung

Haare sind gute Indikatoren für die langfristige menschliche Exposition gegenüber Methylquecksilber. Sie wachsen rund 1 cm pro Monat und bilden so die durchschnittliche Belastung entsprechend der untersuchten Haarlänge ab. Rund 80 % des Gesamtquecksilbergehaltes im Haar werden als Methylquecksilber eingelagert. Sobald es eingelagert ist, bleibt es unverändert in der Haar-matrix bestehen. Die Konzentration hängt im Wesentlichen vom Fischkonsum ab (UMWELTBUNDESAMT 2011).

Eine Untersuchung des Umweltbundesamtes mit der medizinischen Universität Wien für Mutter-Kind Paare im Jahr 2011 lieferte für Haare die folgenden Ergebnisse (UMWELTBUNDESAMT 2012b).

Tabelle 12: Methylquecksilber in Haarproben (UMWELTBUNDESAMT 2012b).

Methylquecksilber in Haarproben (als Hg), gesamtes Kollektiv (in µg/kg Hg).

	NG	BG	Anzahl Proben	Anz. > BG	Min	Max	MW	50. Perz.	95. Perz.
Methylquecksilber (Me-Hg)	4–63	15–250	104	51	n.n.	341	46	17	196

Methylquecksilber in Haarproben (als Hg), Frauen (in µg/kg Hg).

	NG	BG	Anzahl Proben	Anz. > BG	Min	Max	MW	50. Perz.	95. Perz.
Methylquecksilber (Me-Hg)	4–28	17–114	50	38	n.n.	341	78	64	221

Methylquecksilber in Haarproben (als Hg), Kinder (in µg/kg Hg).

	NG	BG	Anzahl Proben	Anz. > BG	Min	Max	MW	50. Perz.	95. Perz.
Methylquecksilber (Me-Hg)	3,9–63	15–250	50	13	n.n.	160	17	6	65

BG...Bestimmungsgrenze, NG...Nachweisgrenze

Die in dieser Studie beobachteten Messwerte liegen von nicht nachweisbar bis 341 µg/kg. Mütter sind dabei deutlich höher (Median: 64 µg/kg) belastet als ihre Kinder (Median: 6 µg/kg). Für das Gesamtkollektiv wurde ein Median von 17 µg/kg berechnet. Die Medianwerte liegen unter den oben zitierten Hintergrundmesswerten. Die Mütter waren zwar höher belastet als die Kinder, insgesamt wiesen die Probandinnen und die Kinder jedoch nur geringe Konzentrationen auf.

Hintergrundwerte für die Belastung von Haaren mit Methylquecksilber aus anderen Ländern werden im Bericht Schadstoffe im Menschen berichtet: Deutschland 250 µg/kg (1997), Dänemark 800 µg/kg (1992), 280 µg/kg in Schweden (1996) bzw. Hong-Kong 380 µg/kg (1998). Höhere Werte wurden bei mehrmaliger Fischmahlzeit pro Woche beschrieben: Färöer-Inseln 1.600–5.200 µg/kg (1992) sowie bei Fischern auf Madeira mit bis zu 39.000 µg/kg (1998) (UMWELTBUNDESAMT 2011).

In der Studie Umwelt – Mutter – Kind wurde Methylquecksilber im Blut von Mutter-Kind Paaren (schwangeren Müttern bzw. deren Neugeborenen) in Österreich und der Slowakei gemessen (UMWELTBUNDESAMT 2012b).

Es zeigte sich, dass besonders das toxische Methylquecksilber (Me-Hg) einen wesentlichen, meist überwiegenden, Anteil am Gesamtgehalt an Quecksilber darstellte. Blutproben aus Wien wiesen deutlich mehr Quecksilber-Verbindungen auf als solche aus Bratislava. Ein Grund für diesen Unterschied dürfte in der Ernährung liegen: Während der Schwangerschaft konsumierten die Wiener Studienteilnehmerinnen deutlich mehr Fisch als die aus Bratislava (200 vs. 113 g/Woche, Median). Vor allem der Verzehr fettreicher Raubfische ist einer der bedeutendsten Faktoren für die erhöhte Quecksilberbelastung.

Resultate

Ergebnisse internationaler Studien

Umwelt-Mutter Kind: Me-Hg im Blut

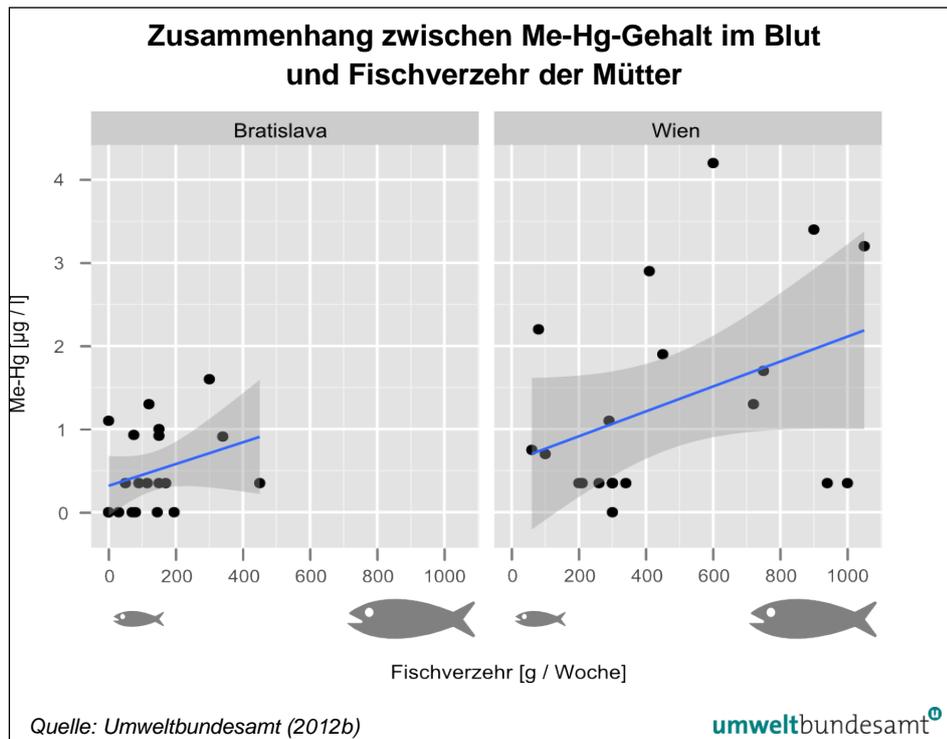
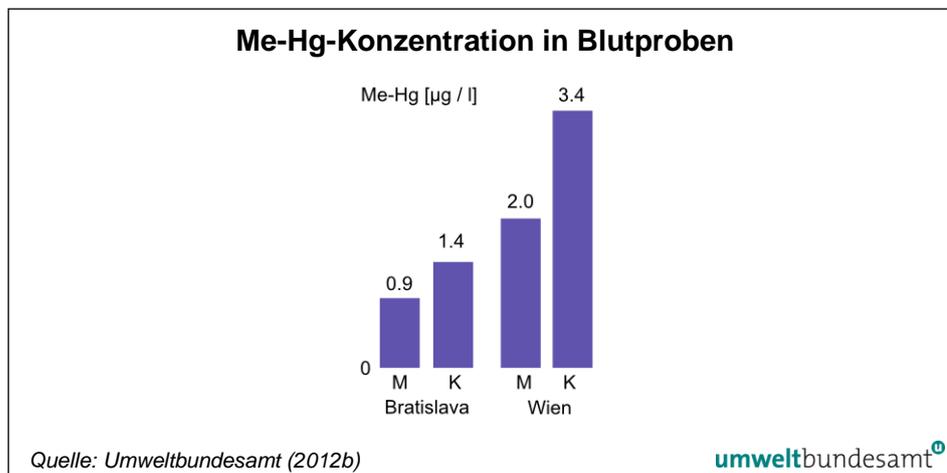


Abbildung 26: Zusammenhang zwischen Me-Hg-Gehalt im Blut und Fischverzehr der Mütter.

Tatsächlich korrelierten die mütterlichen Me-Hg-Werte positiv, wenn auch nicht signifikant, mit dem Fischkonsum (siehe Abbildung 26).

Es konnte festgestellt werden, dass Babys (Nachweis von Me-Hg im Blut der Neugeborenen) höher belastet waren als die Mütter (siehe Abbildung 27).

Abbildung 27:
Me-Hg-Konzentration
(75er-Perzentil) in
Blutproben von Mutter
Kind- Paaren aus
Bratislava und Wien
(n=20,20).



Die Anreicherung des MeHg im kindlichen Organismus wird auch aus anderen Studien berichtet.

In einem Bericht der European Food Safety Agency (EFSA 2012) aus dem Jahr 2012 werden drei Studien angeführt, bei denen jeweils das Gesamt- und das Methylquecksilber in der Muttermilch und deren Zusammenhang mit Fischkonsum gemessen wurden. Die von der FAO/WHO vorgeschlagene vorläufige tolerierbare wöchentliche Aufnahme (PTWI: provisional tolerable weekly intake) liegt für Methylquecksilber bei 1,6 µg/kg Körpergewicht; für anorganisches Quecksilber bei 4 µg/kg Körpergewicht. Der TWI (tolerable weekly intake) der EFSA ist mit 1,3 µg/kg Körpergewicht für Methylquecksilber etwas niedriger, da neue Studien darauf hinweisen, dass vorteilhafte Wirkungen von Omega-3-Fettsäuren in Fisch bisher möglicherweise dazu geführt haben, dass die potenziellen schädlichen Wirkungen von Methylquecksilber in Fisch unterschätzt wurden.

PTWI- und TWI-Werte

Me-Hg in der Muttermilch

In einer in Italien, Region Friaul-Julisch Venetien, durchgeführten Untersuchung wurden in Muttermilch durchschnittlich 0,7 µg/kg Gesamt- und 0,2 µg/kg Methylquecksilber gemessen. Ebenso wurde eine zwar schwache, aber doch statistisch signifikante Korrelation zwischen Fischkonsum und Methylquecksilbergehalt in der Muttermilch festgestellt.

Eine ähnliche Studie wurde in Slowenien durchgeführt. Hierbei wurden in der Muttermilch durchschnittlich 0,3 µg/kg Hg nachgewiesen. Bei Müttern mit einer Konzentration von ≥ 1,0 mg/kg Haar wurde auch Methylquecksilber analysiert und mit durchschnittlich 0,68 µg/kg ermittelt. Eine Korrelation zwischen dem Gesamtquecksilber in der Milch und dem Fischkonsum konnte nicht festgestellt werden. Zwischen dem Gesamtquecksilber in der Muttermilch und den berechneten Methylquecksilbergehalten der am häufigsten verspeisten Fischarten konnte jedoch eine leichte Korrelation bestimmt werden.

Eine weitere Studie quantifizierte Gesamtquecksilber in der Muttermilch von italienischen, griechischen und kroatischen Frauen und verglich die ermittelten Daten mit den eben angeführten Ergebnissen von. Dabei wurde in der griechischen Muttermilch am meisten Quecksilber (0,6 µg/kg gegenüber jeweils ~ 0,2 µg/kg) nachgewiesen. Auch hier konnte eine statistisch signifikante Korrelation zwischen (Methyl-) Quecksilber in der menschlichen Milch und dem Fischkonsum der Frauen aus dem Mittelmeerraum festgestellt werden (EFSA 2012).

Im Wiener Allgemeinen Krankenhaus wurden in Kooperation mit dem Umweltbundesamt Untersuchungen zur Quecksilberbelastung von Babys durchgeführt (GUNDACKER et al. 2010). Dabei wurden das Blut der Mutter sowie das der Nabelschnur, die Plazenta, das mütterliche Haar, die Muttermilch und das Mekonium des Neugeborenen analysiert. Einen Überblick über die Ergebnisse liefert die folgende Tabelle.

	N	MIN	MAX	25 Percentile	50 Percentile	75 Percentile	N < LOD (%)
T-Hg Maternal blood (µg/l)	52	0,1	5,2	0,3	0,7	1,2	0 (0)
T-Hg Placenta (µg/kg)	31	0,1	11,7	0,7	1,9	3,7	17 (55)
I-Hg Placenta (µg/kg)	31	0,1	4,3	0,6	0,9	1,4	3 (10)
Me-Hg Placenta (µg/kg)	31	0,1	9,2	0,1	0,8	1,3	9 (29)
T-Hg Cord blood (µg/l)	43	0,2	6,8	0,4	1,1	1,9	4 (9)
T-Hg Meconium (µg/kg)	36	0,4	128	1,1	4,0	9,3	5 (14)
I-Hg Breast milk (µg/l)	21	0,1	2,0	0,1	0,2	0,3	8 (38)
T-Hg Maternal hair (µg/kg)	30	53	773	109	184	417	0 (0)

vorgeburtliche Hg-Belastung

*Tabelle 13:
Vorgeburtliche
Quecksilberbelastung.
(Quelle: GUNDACKER
et al. 2010)*

Eine weitere Untersuchung von Quecksilber in Muttermilchproben in Österreich wurde im Jahr 2014 vom Umweltbundesamt durchgeführt (UMWELTBUNDESAMT 2014d). Dabei wurden insgesamt 25 Proben – 12 aus der Semmelweis-Frauenklinik sowie 13 weitere, die als österreichischer Beitrag zur Überprüfung der Maßnahmen im Zuge der Umsetzung der Stockholm Konvention genommen wurden – analysiert. Der höchste ermittelte Wert lag bei 0,71 µg/l, bei jeweils acht Proben lag die Konzentration unter der Nachweisgrenze (0,067 µg/l) bzw. unter der Bestimmungsgrenze (0,013 µg/l). Der Mittelwert lag bei 0,14 µg/l, wobei der Literatur nach der Methylquecksilber-Anteil zwischen 26–63 % beträgt.

Schwermetalle stehen schon länger im Verdacht, einen negativen Einfluss auf das Kreislaufsystem zu haben. Daher wurde 2014 von der Medizinischen Universität Wien in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt ein Bericht publiziert, der die Konzentration von Schwermetallen (Cadmium, Blei, Quecksilber) in PatientInnen mit koronaren Arterienkrankheiten zum Thema hatte (SPONDER et al. 2014). Quecksilber wurde im Blut von 53 weiblichen und von 111 männlichen PatientInnen gemessen; Fisch- und Weinkonsum wurden als Hauptquellen für die Quecksilberbelastung detektiert. Mit einem Medianwert von 0,55 µg/l Hg wurde der Human-Biomonitoring (HBM)-Wert I (5 µg/l) nicht überschritten. HBM-Werte werden von epidemiologischen und toxikologischen Werten abgeleitet und sind ein Instrument, um abzuschätzen, ob eine Auswirkung auf die Gesundheit zu erwarten ist. Wird der HBM-I-Wert überschritten, so kommt es zu weiteren, genaueren Untersuchungen.

Auswirkungen auf das Kreislaufsystem

16 NAHRUNGSMITTEL

Daten aus Lebensmitteluntersuchungen der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit aus den Jahren 2007 bis 2015 wurden im Bericht „Aufnahme von Quecksilber über Lebensmittel“ ausgewertet (AGES 2016). Diese Ergebnisse wurden mit Verzehrdaten des österreichischen Ernährungsberichts 2012 (ELMADFA et al. 2012) verknüpft. Auf diese Weise wurde die Aufnahme für Erwachsene und Kinder (6–9 Jahre) berechnet. Um ein mögliches Risiko für die Gesundheit abzuleiten, wurden diese Aufnahmemengen den tolerierbaren Aufnahmemengen gegenübergestellt.

***TWI-Wert nicht
überschritten***

Die errechnete Gesamtaufnahme von anorganischem Quecksilber führte zu keiner Überschreitung des TWI-Wertes. Die durchschnittliche Aufnahme betrug bei Erwachsenen höchstens 50 % des TWI-Wertes (UB) bei Kindern höchstens 71 % des TWI-Wertes (UB). Erwachsene mit hohem Verzehr von Fisch und Meeresfrüchten (95. Perzentil der Verzehrswerte) schöpften den TWI für anorganisches Quecksilber höchstens zu 54 % (UB) aus, Kinder mit hohem Verzehr höchstens zu 78 % (UB).

Bei Konsum einer Portion Fisch in der Woche schöpften Erwachsene den TWI für Methylquecksilber zu 7–35 % aus, Kinder zu 17–84 %, je nachdem welche Fischarten kombiniert werden. Auf Basis der europäischen Mittelwerte für Quecksilber werden z. B. alleine mit einer Portion Thunfisch von Erwachsenen 48 % des TWI-Wertes für Methylquecksilber aufgenommen, von Kindern 112 % (AGES 2016).

17 LITERATURVERZEICHNIS

- AGES – Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (2016): Aufnahme von Quecksilber über Lebensmittel. AGES Wissen aktuell 3/2016.
- AMT DER KÄRNTNER LANDESREGIERUNG (1999): Bodenzustandsinventur Kärnten, Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 15 Umweltschutz und Technik. Klagenfurt.
- AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG, LANDWIRTSCHAFTLICHES VERSUCHSZENTRUM STEIERMARK (1998): Steiermärkischer Bodenschutzbericht. Graz.
- BERGLUND, M.; LIND, B.; BJORNBERG, KA.; PALM, B.; EINARSSON, O. & VAHTER, M. (2005): Inter-individual variations of human mercury exposure biomarkers: a cross sectional assessment. *Environ. Health*, 4: 20–27.
- BMG – Bundesministerium für Gesundheit (2015): Empfehlungen der Nationalen Ernährungskommission. Task Force: Kleinkinder, Stillende & Schwangere. Ernährungspyramide für Schwangere und Stillende. Beschluss 18.12.2015. http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/3/3/4/CH1364/CMS_1347872626120/empfehlung_nek_schwangere_stillende.pdf
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (1984): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft vom 24. April 1984 über forstschädliche Luftverunreinigungen.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2010): Monitoring von Schadstoffen in Biota, Pilotstudie.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2012): Trendermittlung von Schadstoffen in Biota 2010.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2013): Schadstoffe in Fischen GZÜV-Untersuchungen 2013.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2014): SCHTURM – Spurenstoffemissionen aus Siedlungsgebieten und von Verkehrsflächen.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2015): Emissionsabschätzung für prioritäre Stoffe.
- EEA – European Environment Agency (2015): Air quality in Europe. 2015 report. EEA Report No 5/2015.
- EFSA – European Food Safety Authority (2012): Scientific Opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food Panel on Contaminants in the Food Chain. *EFSA Journal* 2012;10(12):2985 [241 pp.].
- ELMADFA, I.; HASENEGGER, V.; WAGNER, K.; PUTZ, P.; WEIDL, N.-M.; WOTTAWA, D.; KUEN, T.; SEIRINGER, G.; MEYER, A.L.; STURTZEL, B.; KIEFER, I.; ZILBERSZAC, A.; SGARABOTTOLO, V.; MEIDLINGER, B. & RIEDER, A. (2012): Österreichischer Ernährungsbericht 2012, first ed. Vienna, pp. 2012.
- EU – Europäische Union (2008): Richtlinie 2008/105 EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik.
- GRANDJEAN, P.; WEIHE, P. & JORGENSEN, P.J. (1992): Impact of maternal seafood diet on fetal exposure to mercury, selenium and lead. *Arch Environ Health*, 47: 185–195.

- GUNDACKER, C.; FRÖHLICH, S.; GRAF-ROHRMEISTER, K.; EIBENBERGER, B.; JESSENIG, V.; GICIC, D.; PRINZ, S.; WITTMANN, K.J.; ZEISLER, H.; VALLANT, B.; POLLAK, A. & HUSSLEIN, P. (2010): Perinatal lead and mercury exposure and newborn anthropometry in Austria. *Science of the Total Environment* 408:5744-5749. doi: 10.1016/j.scitotenv.2010.07.079.
- HARMENS, H.; NORRIS, D. & MILLS, G. and the participants of the moss survey (2013): Heavy metals and nitrogen in mosses: spatial patterns in 2010/2011 and long-term temporal trends in Europe. ICP Vegetation Programme Coordination Centre, Centre for Ecology and Hydrology, Bangor, UK, 63 pp.
- ILYIN, I.; ROZOVSKAYA, O.; TRAVNIKOV, O. & AAS, W. (2007): Heavy Metals – Transboundary Pollution of the Environment. EMEP Status Report 2/2007, MSC-E, Moskau. <http://www.msceast.org/publications.html>
- LEBENS MINISTERIUM (2012): Metalle im Grundwasser in Österreich. Karten und Erläuterungen, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- MINISTRY OF THE ENVIRONMENT, Japan (2011): Lessons from Minamata Disease and Mercury Management in Japan. Environmental Health and Safety Division, Environmental Health Department, Ministry of the Environment, Japan.
- NICOLE-MERCURY-BROCHURE (2015): Risk Based Management of Mercury-Impacted Sites. download: <http://www.erm.com/globalassets/documents/publications/2015/nicole-mercury-brochure.pdf>
- PRÜESS, A. (1994): Einstufung mobiler Spurenelemente in Böden. In: Rosenkranz, D.; Bachmann, G.; Einsele, G.; König, W. & Harress, H. M. (Hrsg.): Loseblattsammlung Bodenschutz (1988). Erich Schmidt Verlag, Berlin.
- SMIDT, S.; BAUER, H.; FÜRST, A.; JANDL, R.; MUTSCH, F.; SEIDEL, C. & ZECHMEISTER, H. (2011): Schwermetalle und Radionuklide in österreichischen Waldökosystemen. *Austrian Journal of Forest Science*, S. 251–278, 28. Jahrgang.
- SPONDER, M.; FRITZER-SZEKERES, M.; MARCULESCU, R.; MITTLBÖCK, M.; UHL, M.; KÖHLER-VALLANT, B. & STRAMETZ-JURANEK (2014): Blood and urine levels of heavy metal pollutants in female and male patients with coronary artery disease. *Vasc Health Risk Manag.* 2014 May 13;10: 311–7.
- UMWELTBUNDESAMT (2001): Umweltsituation in Österreich. Sechster Umweltkontrollbericht des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft an den Nationalrat. Diverse Publikationen, Bd. DP-067. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2004): Uhl, M.; Hohenblum, P. & Scharf, S.: Hausstaub – Ein Indikator für Innenraumbelastung. Wien, 2004. Berichte, Bd. BE-258. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2008): Fröhlich, M.; Moosmann, L.; Scharf, A.; Uhl, M.; Grundacker, C.; Hutter, H.-P., Kundi, M.; Jansson, M. & Tappler, P: LUKI – Luft und Kinder. Kurzfassung. Einfluss der Innenraumluft auf die Gesundheit von Kindern in Ganztagschulen. Wien, 2008. Reports, Bd. REP-0181.
- UMWELTBUNDESAMT (2009a): Reisinger, H.; Schöller, G.; Müller, B. & Obersteiner, E.: RUSCH. Ressourcenpotenzial und Umweltbelastung der Schwermetalle Cadmium, Blei und Quecksilber in Österreich. Reports, Bd. REP-0229. Umweltbundesamt, Wien.

- UMWELTBUNDESAMT (2009b): Offenthaler, I.; Reisenberger, J.; Schröder, P.; Trimbacher, C.; Wimmer, J. & Weiss, P.: Bioindikation durch Blatt- und Nadelanalysen von Bäumen im Raum Linz. Reports, Bd. REP-0110. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2009c): Clara, M.; Denner, M.; Gans, O., Scharf, S.; Windhofer, G. & Zessner, M.: Emissionen organischer und anorganischer Stoffe aus kommunalen Kläranlagen. Reports, Bd. REP-0247. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2009d): Zechmeister, H.G.; Hohenwallner, D.; Hanus-Illnar, A.; Roder, I. & Riss, A.: Schwermetalldepositionen in Österreich – Biomonitoring mit Moosen (Aufsammlung 2005). Reports, Bd. REP-0201. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2011): Hohenblum, P. & Hutter, H.-P.: Schadstoffe im Menschen. Ergebnisse einer Human-Biomonitoring-Studie in Österreich. Wien, 2011. Reports, Bd. REP-0324. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2012a): HESTIA – Harmonisierung und Evaluierung von Probenahmetechniken in der aquatischen Umwelt. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2012b): Umwelt–Mutter–Kind Schadstoffe in Müttern und Babys. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2012c): Spangl, W.; Moosmann, L. & Buxbaum, I.: Luftgütemessungen und Meteorologische Messungen. Jahresbericht Hintergrundmessnetz Umweltbundesamt 2011. Reports, Bd. REP-0382. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2013a): Luftgütemessungen und Meteorologische Messungen. Jahresbericht Hintergrundmessnetz Umweltbundesamt 2012. Reports, Bd. REP-0422. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2013b): Svehla, J.: Unterstützung des BMLFUW bei der Verordnungserstellung gemäß § 21 Immissionsschutzgesetz-Luft. Umweltbundesamt, Wien. Unveröffentlicht.
- UMWELTBUNDESAMT (2014a): Luftgütemessungen und Meteorologische Messungen. Jahresbericht Hintergrundmessnetz 2013. Reports, Bd. REP-0470. Umweltbundesamt, 2014.
- UMWELTBUNDESAMT (2014b): Emissionsmodellierung ausgewählter organischer und anorganischer Parameter im Einzugsgebiet der Dornbirner Ach. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2014c): Erhebung der Quecksilbergehalte von in Österreich erhältlichen Energiesparlampen. Bericht zu Prüfbericht Nr. PB1403/0207, März 2014. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2014d): Prüfbericht Nr. PB1411/0979, Untersuchung von Quecksilber in Muttermilchproben. November 2014. Umweltbundesamt, Wien
- UMWELTBUNDESAMT (2015a): Anderl, M.; Gangl, M.; Haider, S.; Mandl, N.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Stranner, G.; Tista, M. & Zechmeister, A.: Emissionstrends 1990–2013. Ein Überblick über die österreichischen Verursacher von Luftschadstoffen. Datenstand 2015. Reports, Bd. REP-0543. Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2015b): Spangl, W.: Luftgütemessungen und Meteorologische Messungen. Jahresbericht Hintergrundmessnetz Umweltbundesamt 2014. Reports, Bd. REP-0521. Umweltbundesamt. Wien.

UMWELTBUNDESAMT (2016): Moos-Monitoring, Karten zur Aufsammlung 2010, Karten der Veränderungen: <http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/schadstoff/moose1/>, abgefragt, 8.4.2016

Rechtsnormen und Leitlinien

Altlastensanierungsgesetz (BGBl. 299/1989): Bundesgesetz zur Finanzierung und Durchführung der Altlastensanierung

AEV Medizinischer Bereich (BGBl. II Nr. 268/2003): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Begrenzung von Abwasseremissionen aus Krankenanstalten, Pflegeanstalten, Kuranstalten und Heil-bädern.

Elektroaltgeräteverordnung (EAG-VO; BGBl. II Nr. 121/2005 i.d.F. BGBl. II Nr. 48/2007): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Abfallvermeidung, Sammlung und Behandlung von elektrischen und elektronischen Altgeräten.

Gewässerzustandsüberwachungsverordnung (GZÜV; BGBl. II Nr. 479/2006 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Überwachung des Zustandes von Gewässern

Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L, BGBl. I Nr. 115/1997 i.d.F. BGBl. I Nr. 70/2007): Bundesgesetz zum Schutz vor Immissionen durch Luftschadstoffe, mit dem die Gewerbeordnung 1994, das Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen, das Berggesetz 1975, das Abfallwirtschaftsgesetz und das Ozongesetz geändert werden.

ÖNORM L 1075 (Anorganische Schadelemente in landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden; 1993

Bundesgesetz über Maßnahmen zur Abwehr der Ozonbelastung und die Information der Bevölkerung über hohe Ozonbelastungen, mit dem das Smogalarmgesetz, BGBl. Nr. 38/1989, geändert wird (Ozongesetz)

StF: BGBl. Nr. 210/1992 Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW; BGBl. II Nr. 98/2010 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über den guten chemischen Zustand des Grundwassers.

Qualitätszielverordnung Chemie Oberflächengewässer (QZV Chemie OG; BGBl. II Nr. 96/2006 i.d.g.F.): Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über die Festlegung des Zielzustandes für Oberflächengewässer.

RL 2008/105/EG über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik

RL 2010/75 EG über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

RL 2011/65/EU zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten

Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TWV) StF: BGBl. II Nr. 304/2001 [CELEX-Nr.: 398L0083]

VO(EG) Nr. 166/2006 über die Schaffung eines Europäischen Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregisters und zur Änderung der Richtlinien 91/689/EWG und 96/61/EG des Rates

Wasserrechtsgesetz 1959 (WRG; BGBl. Nr. 215/1959 i.d.g.F.): 215. Kundmachung der Bundesregierung vom 8.9.1959, mit der das Bundesgesetz, betreffend das Wasserrecht, wiederverlautbart wird. Wasserrahmenrichtlinie (WRRL; RL 2000/60/EG): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. ABl. Nr. L 327. Geändert durch die Entscheidung des Europäischen Parlaments und des Rates 2455/2001/EC. ABl. Nr. L 331, 15/12/2001.

Umweltbundesamt GmbH

Spittelauer Lände 5
1090 Wien/Österreich

Tel.: +43-(0)1-313 04

Fax: +43-(0)1-313 04/5400

office@umweltbundesamt.at

www.umweltbundesamt.at

Das internationale Minamata-Abkommen über Quecksilber soll die menschliche Gesundheit und Umwelt vor den Gefahren durch Quecksilberbelastung schützen und die Einträge in die Umwelt minimieren. Quecksilber, ein Metall natürlichen Ursprungs, wird vielfältig eingesetzt und gelangt dadurch in Luft, Wasser, Böden und Lebewesen.

Der vorliegende Bericht gibt einen Überblick über österreichische Studien und Aktivitäten im Zusammenhang mit Quecksilber-Monitoring. Dies sind einerseits Emissionsabschätzungen im Rahmen der Konvention über grenzüberschreitende Luftverschmutzung und andererseits Untersuchungen in Umweltkompartimenten (Deposition, Moose, Fichtennadeln, Böden, Grundwasser, Oberflächengewässer, Sedimente, Abwässer), Lebensmitteln sowie in Lebewesen und Menschen.