15. VDI-Fachkonferenz - Düsseldorf, 15. April 2015

VDI Wissensforum

MESSUNG UND MINDERUNG VON QUECKSILBER-EMISSIONEN

Quecksilber-Emissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland und den USA vor dem Hintergrund der BVT-Diskussion und gesetzlicher Anforderungen

Dipl.-Ing. Christian Tebert

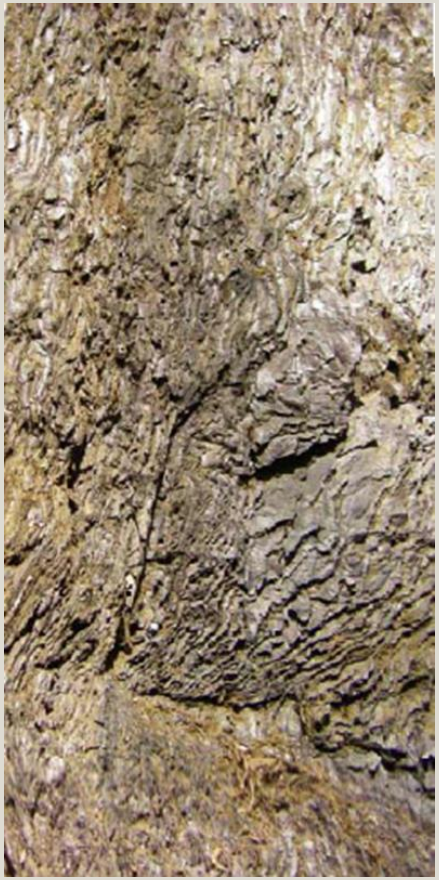
Themenfeldleitung Industrieemissionen und BVT

Ökopol GmbH – Institut für Ökologie und Politik

Ökopol
Institut für Ökologie und Politik GmbH

STRUKTUR DES VORTRAGS

- Vorstellung Ökopol
- Schlagzeilen 2014/2015
- Gewässer/Fisch/Mensch
- Quellgruppen/Regionen; Beitrag Kohlekraftwerke
- Frachten/Emissionen in DE
- Begrenzung/Überwachung in DE
- Frachten/Emissionen in den USA
- Begrenzung/Überwachung in EU
- BAT/BEP-Leitfaden der UN
- Fazit



VORSTELLUNG ÖKOPOL

- **Kunden: v.a. EU-Kommission, Umweltbundesamt, Ministerien, Umwelt- und Industrieverbände, private und öffentliche Betriebe**

Chemikalienpolitik / REACH

Umweltverträgliche Produkte/Ökodesign / Umweltzeichen

Industrieemissionen / beste verfügbare Techniken (BVT)

Ressourcen- und Kreislaufwirtschaft

Betriebliches Umweltmanagement

Aktuelle Arbeiten

- Quecksilber-Minderungsstrategie für Nordrhein-Westfalen – Gutachten

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

- BVT-Revision: Oberflächenbeschichtung unter Verwendung organischer Lösungsmittel – Studie
- BVT-Revision: Oberflächenbeschichtung von Metallen und Kunststoffen (Galvanik) – Studie
- BVT-Revision: Chemische Industrie – Studie

Umwelt Bundesamt

- BVT-Revision: Großfeuerungsanlagen – EU-AG
- BVT-Revision: Abfall(mit)verbrennung – EU-AG

EUROPEAN ENVIRONMENTAL BUREAU

- Minamata-Konvention: BAT Guidance – UN-AG

zero Hg mercury working group

- Normierung: Quecksilbermessung – CEN-AG

European Environmental Citizens Organisation for Standardisation – ECOS – Organisation Européenne Environnementale Citoyenne pour la Normalisation

CEN

VDI Wissensforum

SCHLAGZEILEN 2014: HG-GEHALT IM MEER STEIGT

Ökopol
Institut für Ökologie und Politik GmbH

nature International weekly journal of science

A global ocean inventory of anthropogenic mercury based on water column measurements

Carl H. Lamborg, Chad R. Hammerschmidt, Katlin L. Bowman, Gretchen J. Swarr, Kathleen M. Munson, Daniel C. Ohnemus, Phoebe J. Lam, Lars-Eric Heimbürger, Micha J. A. Rijkenberg & Mak A. Saito

http://www.nature.com/nature/journal/v512/n7512/full/nature13563.html

Nature **512**, 65–68 (07 August 2014) doi:10.1038/nature13563

http://www.whoi.edu

Woods Hole Oceanographic Institution 1930

Woods Hole-Institut: Anthropogener Einfluss hat zur Verdreifachung des Quecksilbergehaltes im Oberflächenwasser geführt und zu 150% erhöhtem Quecksilbergehalt in darunter liegenden Sprungschichten

SPIEGEL ONLINE **Umweltgifte: Quecksilbergehalt der Ozeane ist massiv angestiegen** 6. August 2014

Wirtschafts Woche Handelsblatt **Quecksilber belastet Ozeane immer stärker** 7. August 2014

stern Umweltgifte im Meer 7. August 2014 **Thunfisch à la Quecksilber**

Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Thunfische

VDI Wissensforum

SCHLAGZEILEN 2015: HG-GEHALT IN FISCH STEIGT

Ökopol
Institut für Ökologie und Politik GmbH

Environmental Toxicology and Chemistry

Environmental Toxicology

INCREASE IN MERCURY IN PACIFIC YELLOWFIN TUNA

http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/etc.2883/abstract Article first published online: 2 FEB 2015

PAUL E. DREVNICK,*† CARL H. LAMBORG,‡ and MARTIN J. HORGAN§
†University of Michigan Biological Station and School of Natural Resources and Environment, University of Michigan, Ann Arbor, Michigan, USA
‡Department of Marine Chemistry & Geochemistry, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, Massachusetts, USA
§Oxford, Ohio, USA

Woods Hole Oceanographic Institution 1930

University of Michigan

University of Michigan und Woods Hole-Institut: Im Gelbflossen-Thunfisch aus aus Pazifischem Ozean kein Anstieg der Queck-silbergehalts von 1971 bis 1998; 1998 bis 2008: 3,8% jährlich.

UPI 3. Februar 2015 Study: Mercury levels up in Pacific yellowfin tuna

BR 3. Februar 2015 Gift im Meerwasser
Ozeane mit Quecksilber verseucht

natur – Das Magazin für Natur, Umwelt und besseres Leben
Thunfisch mit Quecksilber-Fracht
4. Februar 2015

Quecksilber-Grenzwerte für Fisch und Überschreitungen

Verzehr-Grenzwerte bezogen auf Frischgewicht (FG):

- 1000 µg/kg FG für Aal, Hecht, Stör, Lachs, Zander, Blauleng, Eishai, Heringshai, Katfisch, Rotbarsch, Schwertfisch, weißer Heilbutt und daraus hergestellte Erzeugnisse
- 500 µg/kg FG für sonstige Fische, Krusten- und Weichtiere

Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (1200 Hg-Analysen in 2003-2012):

- Verzehr-GW in ca. 3,3 % überschritten. Alle Überschreitungen bei Raubfischen und Endgliedern der marinen Nahrungskette:
- 30% der Schwertfische und Haifischarten => etwa jede 3. Probe > GW
- 15% der untersuchten Buttermakrelen => etwa jede 7. Probe > GW
- 5% der untersuchten Thunfische => etwa jede 20. Probe > GW

Quelle: Tardel, LALLF MV, 25.1.2012 http://lallf.de/fileadmin/media/PDF/fischer/Vortrag_BiFi2012_Schadstoffe-Fische.pdf

VDI Wissensforum

SCHLAGZEILEN 2014: HG-GEHALT IN FISCH ZU HOCH

Ökopol
Institut für Ökologie und Politik GmbH

Fisch-Verzehrempfehlung versus Fisch-Verzehrwarnung

Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.

Vollwertig essen und trinken nach den
10 Regeln der DGE

4 Milch und Milchprodukte täglich, Fisch ein- bis zweimal in der Woche, Fleisch, Wurstwaren sowie Eier in Maßen

Diese Lebensmittel enthalten wertvolle Nährstoffe, wie z. B. Calcium in Milch, Jod, Selen und n-3 Fettsäuren in Seefisch. Entscheiden Sie sich bei Fisch für Produkte mit anerkannt nachhaltiger Herkunft. […] 2014

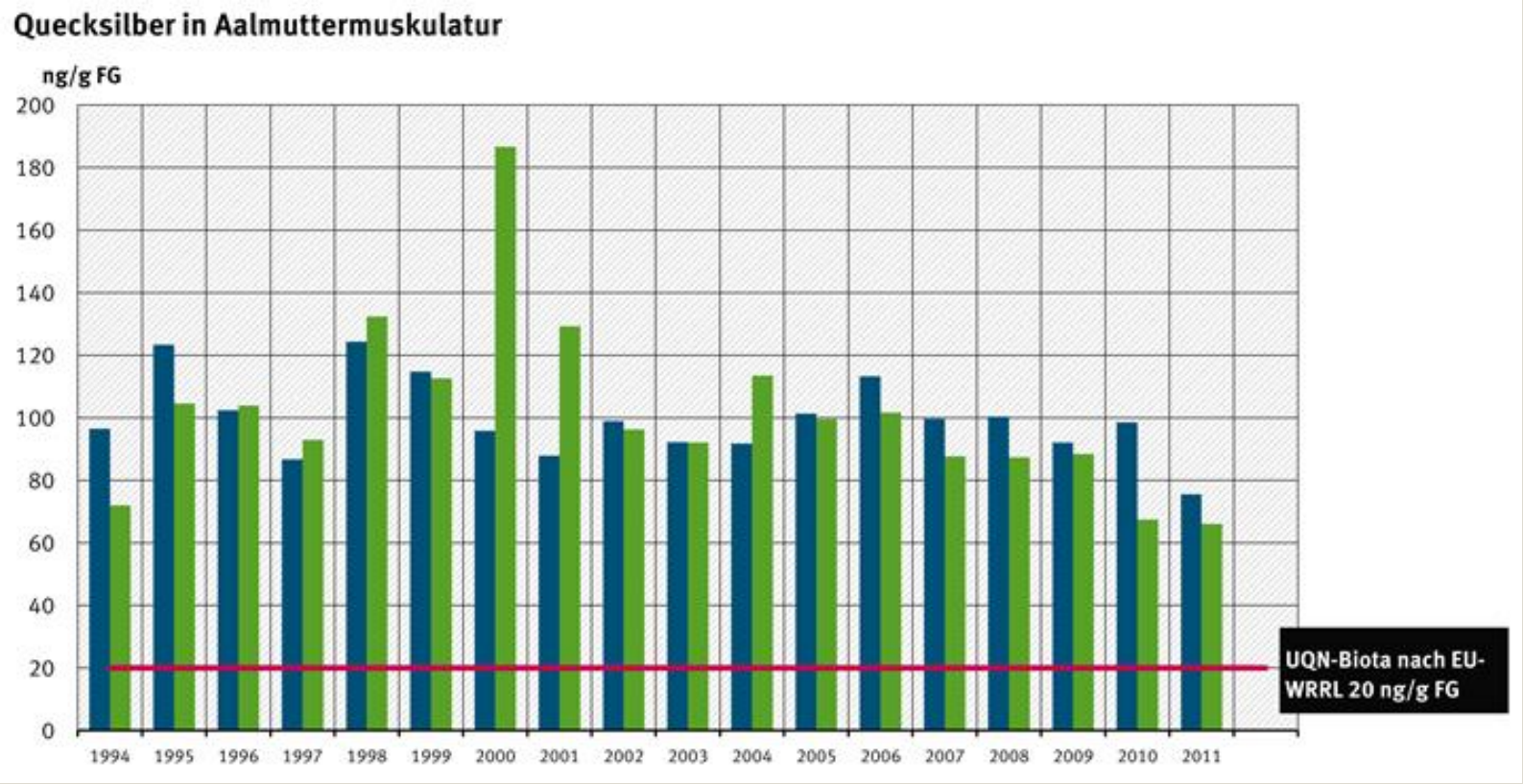
BfR
Bundesinstitut für Risikobewertung

Einige alt werdende Raubfische können erhöhte Methylquecksilbergehalte aufweisen. Für diese Fische gilt europaweit ein Höchstgehalt von 1,0 mg/kg Frischgewicht. Für Fischarten, die keine erhöhten Methylquecksilbergehalte aufweisen, gilt ein Höchstgehalt von 0,5 mg/kg. Bei Einhaltung dieser Höchstgehalte, was durch die Lebensmittelüberwachung kontrolliert wird, ist **eine gesundheitliche Gefährdung der Allgemeinbevölkerung bei in Deutschland üblichen Verzehrsgewohnheiten nicht zu erwarten.**

Methylquecksilber kann bei Ungeborenen und Säuglingen zu neuronalen Entwicklungsschäden führen, da es die Bluthirnschranke und die Plazenta passiert. **Deshalb gelten Schwangere und Stillende bzw. Ungeborene und Neugeborene als besonders empfindliche Risikogruppe, wenn regelmäßig bestimmte Fische oder größere Mengen bestimmter Fische von den Müttern verzehrt werden. Aus diesem Grund raten das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) und das Bundesumweltministerium (BMU) bereits seit mehreren Jahren Schwangeren und Stillenden auf den Verzehr von Fischen, die potenziell höher mit Methylquecksilber belastet sein können, zu verzichten. Zu diesen zählt auch Thunfisch.** […] 2008

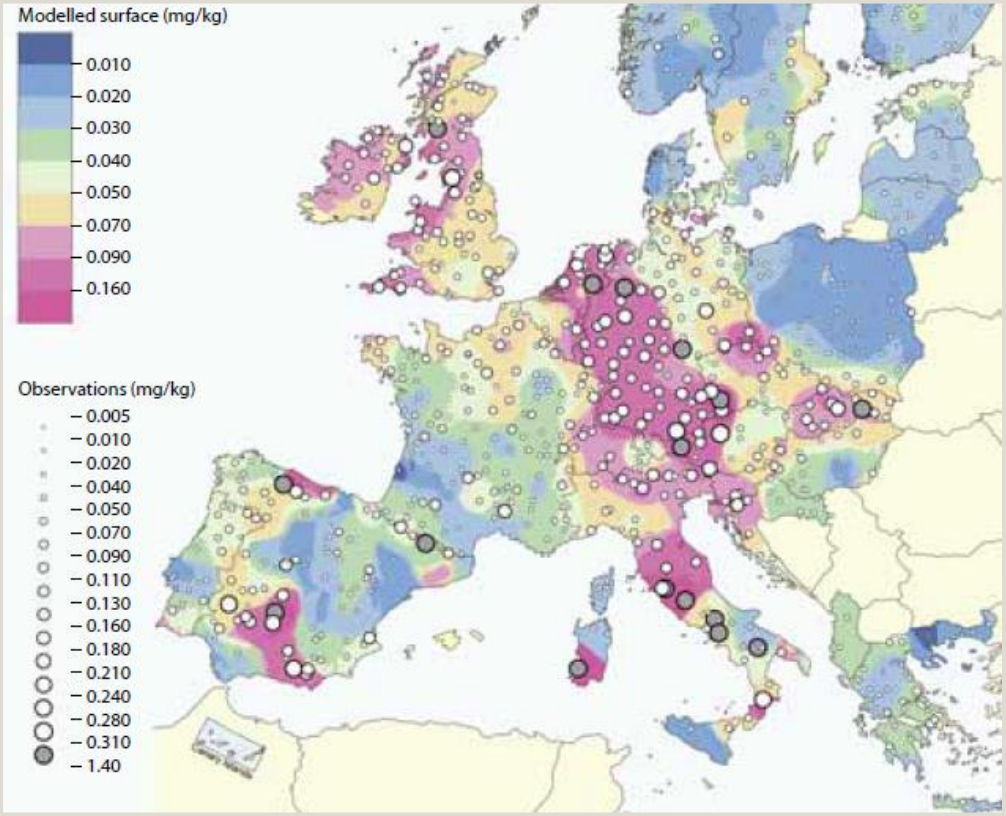
Quecksilber-Grenzwert für Gewässer und Überschreitungen

- **EU-Umweltqualitätsnorm:** 20 ng/g FG => in DE stets überschritten



Quelle: http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/investigations/analytes

Historische Bodenbelastung mit Quecksilber in Europa (2005)



- 833 Oberboden-Proben
- Bandbreite: 20 - 625 µg/kg
- Median: 40 µg/kg
- Besonders hohe Belastung mit mehr als 90 µg/kg in West- und Südwest-deutschland, Niederlande, Mittelitalien, Südspanien

Quelle: Health Risks of Heavy Metals From Long-Range Transboundary Air Pollution, WHO, Kopenhagen, 2007
http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/78649/E91044.pdf?ua=1
nach: Salminen et al., eds. (2005). *Geochemical atlas of Europe. Part 1. Background information, methodology and maps*. Espoo, Geological Survey of Finland http://www.gsf.fi/publ/foregsatlas .

VDI Wissensforum

SCHLAGZEILEN 2013: HG-GEHALT IM MENSCH

Ökopol
Institut für Ökologie und Politik GmbH

ENVIRONMENTAL HEALTH

Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: monetary value of neurotoxicity prevention

http://www.ehjournal.net/content/12/1/3/abstract

Bellanger M, Pichery C, Aerts D, Berglund M, Castano A, Cejchanova M, Crettaz P, Davidson F, Esteban M, Fischer ME, Gurzau AE, Halzlova K, Katsonouri A, Knudsen LE, Kolossa-Gehring M, Koppen G, Ligocka D, Miklavcic A, Reis MF, Rudnai P, Tratnik JS, Weihe P, Budtz-Jorgensen E, Grandjean P

* Corresponding author: Martine Bellanger martine.bellanger@ehesp.fr

For all author emails, please log on.

Environmental Health 2013,

Published: 7 January 2013

EHESP

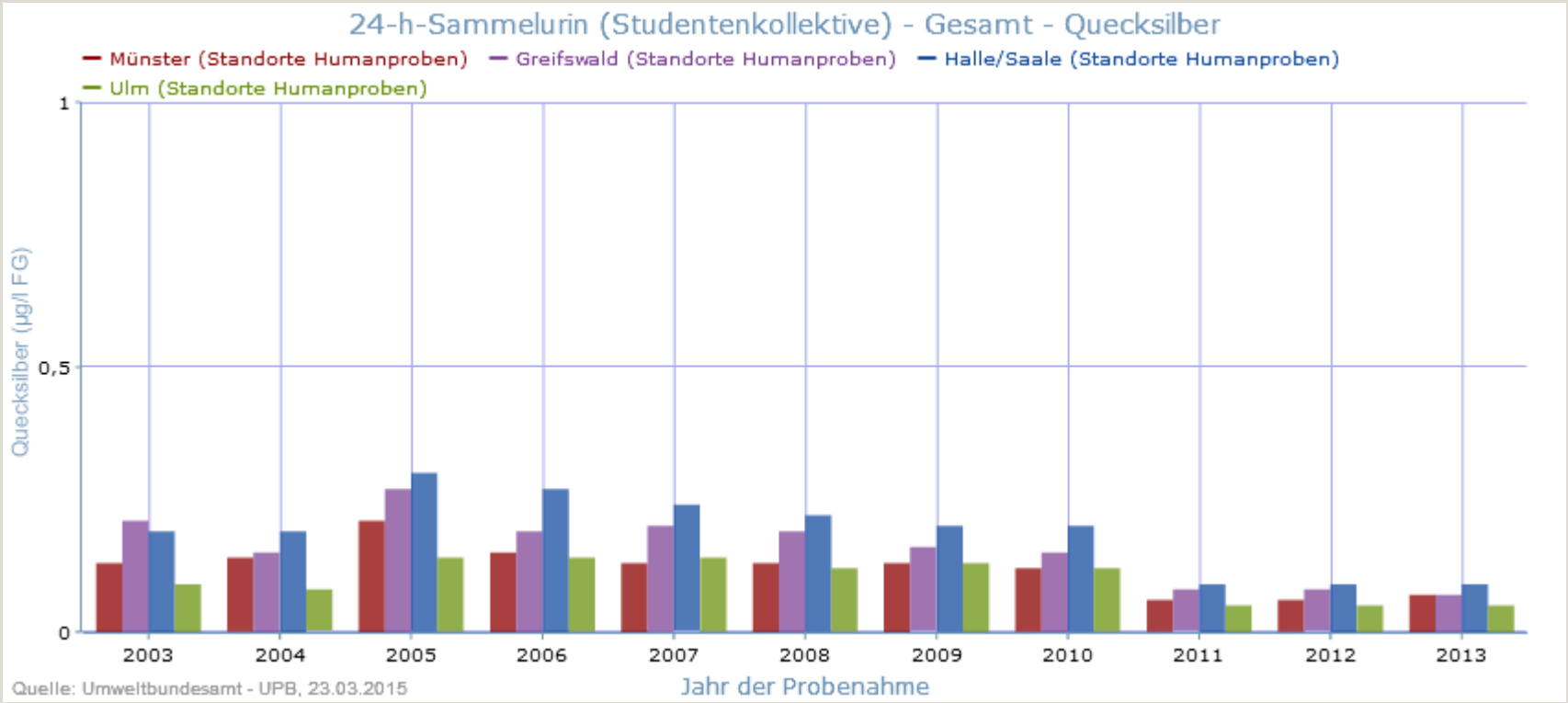
EU-DEMOCOPHES-Projekt (Haarproben von 1875 Personen aus 17 Ländern, Literaturdaten zu Haarproben von 6820 Personen aus 8 Ländern) folgert bei Übertragung der Ergebnisse auf alle 31 untersuchten Länder in Europa: ca. 1,8 der 5,4 Millionen (33%) der jährlichen Neugeborenen weist eine Methylquecksilberkonzentration über dem Grenzwert 0.58 µg/g auf. Senkung der Quecksilberwerte bedeutet Erhöhung des IQ und dadurch ein erhöhtes Einkommen.

=> Volkswirtschaftlicher Nutzen durch Minderung der Quecksilberemissionen: jährlich 8 - 9 Milliarden Euro.

http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/321na5_en.pdf

SCHLAGZEILEN 2014: HG-GEHALT IM MENSCH

Human-Hg-Analysen in Deutschland (bezogen auf Urin in µg/l FG)

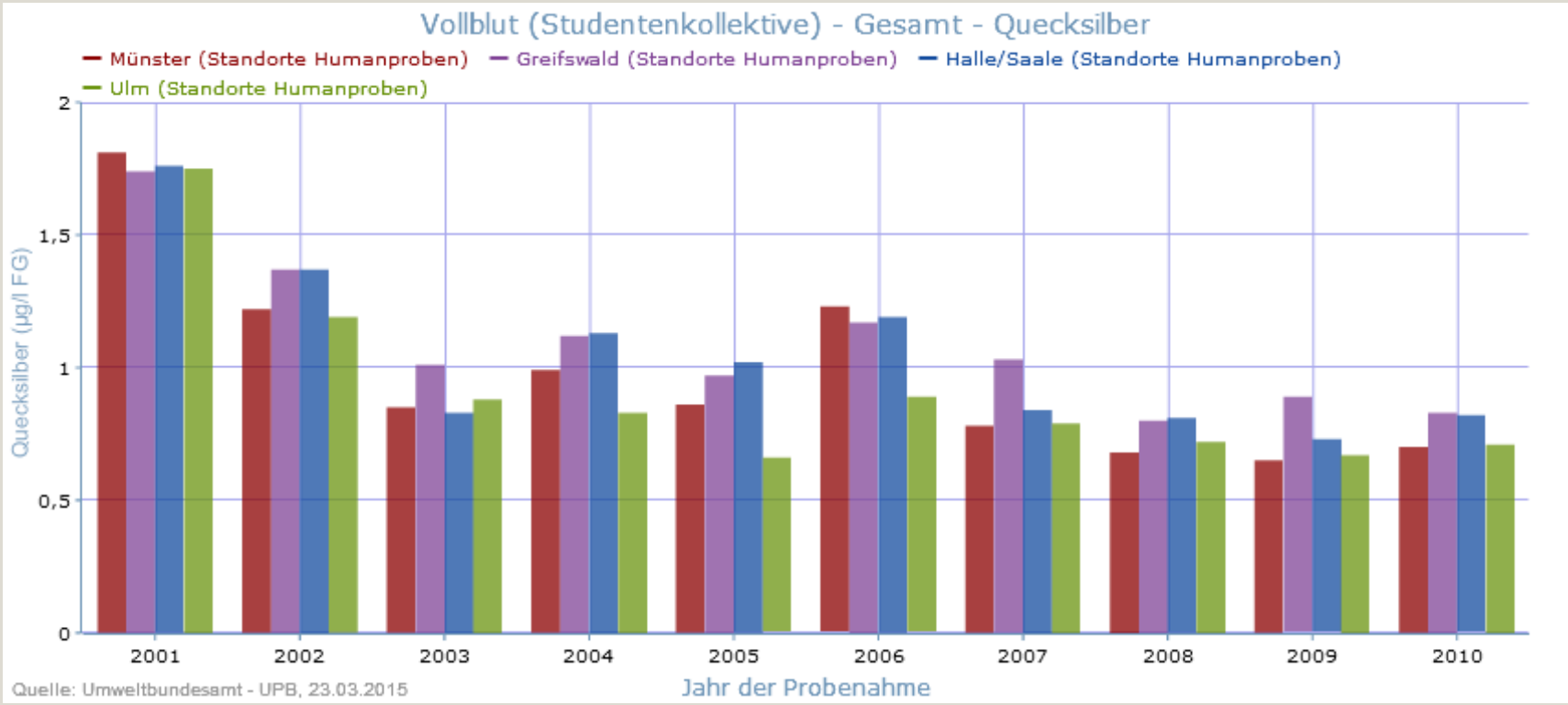


- Hg-Rückgang in Sammelurin zu erkennen
- Keine Haardaten. Kein Human-Biomonitoring von Kindern

Quelle: http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/investigations/analytes

SCHLAGZEILEN 2014: HG-GEHALT IM MENSCH

Human-Hg-Analysen in Deutschland (bezogen auf Blut in µg/l FG)



- **Seit 2003 kein eindeutiger Hg-Trend in Blutanalysen erkennbar**

Quelle: http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/investigations/analytes

VDI Wissensforum

SCHLAGZEILEN 2014 UND 2015: HG AUS KOHLEKRAFTWERKEN

Ökopol
Institut für Ökologie und Politik GmbH

DER SPIEGEL
Energie
Toxische Kohlemeiler

Deutsche Kohlekraftwerke stoßen zu viel Quecksilber aus
20. März 2015

21. März 2015
Alarmierender Bericht
N24
Kohlekraftwerke stoßen große Menge Quecksilber aus

VDI nachrichten 24. Oktober 2014
Weniger Quecksilberemission aus Kohlekraftwerken mit mehr Technik

WZ newsline Westdeutsche Zeitung
DIE WELT
RHEINISCHE POST
FOCUS
Quecksilber-Ausstoß von Kraftwerken belastet NRW
17. Juni 2014

VORBILD USA
18. Juni 2014
Deutschlandfunk
Quecksilber aus Kohlekraftwerken - die unterschätzte Gefahr

DW
THEMEN / WISSEN & UMWELT
2. Mai 2014
UMWELTSCHUTZ
Gefahr durch Quecksilber aus Kohlekraft

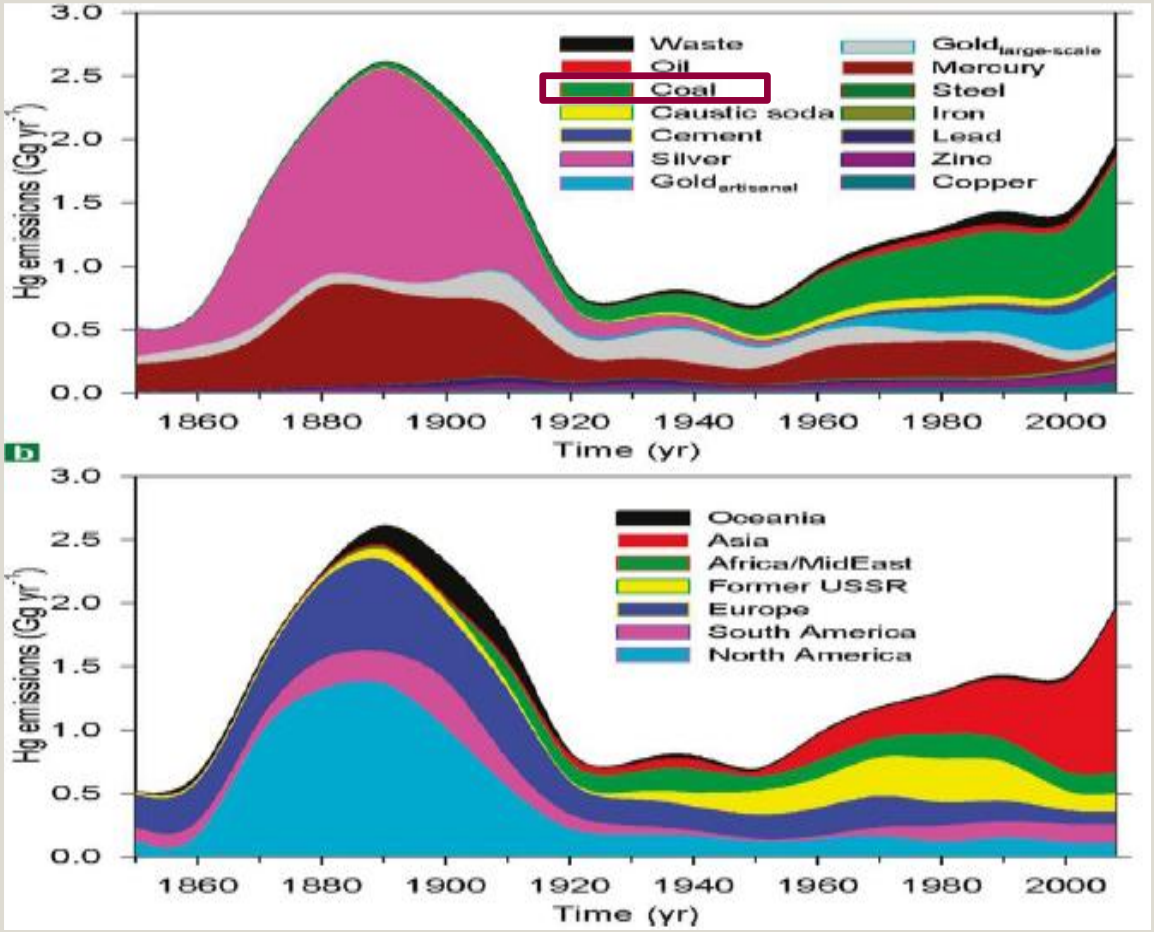
VDI nachrichten 20. Juni 2014
Quecksilberausstoß der Kohlekraftwerke lässt sich halbieren

Berliner Zeitung 1. Mai 2014
Quecksilber-Belastung durch Kohlekraftwerke

Frankfurter Rundschau 1. Mai 2014
Nervengift aus dem Schornstein

QUECKSILBER-FRACHTEN: EMISSIONEN WELTWEIT

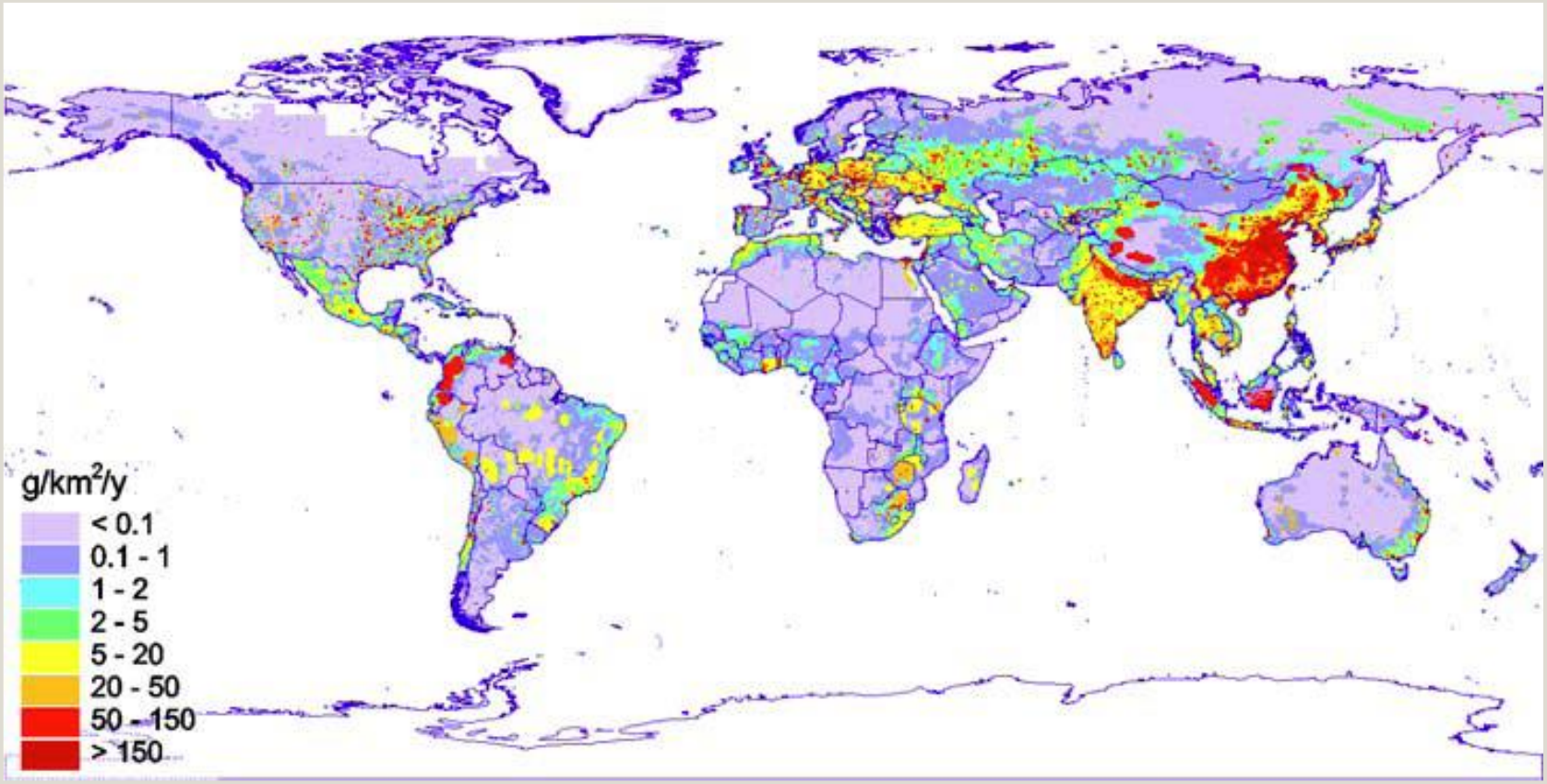
Quecksilberemissionen nach Quellgruppen und nach Weltregionen



- Kohle hat weltweit höchsten Beitrag zur Quecksilberemission
- Asien hat weltweit größte Quecksilber-emission (steigend)

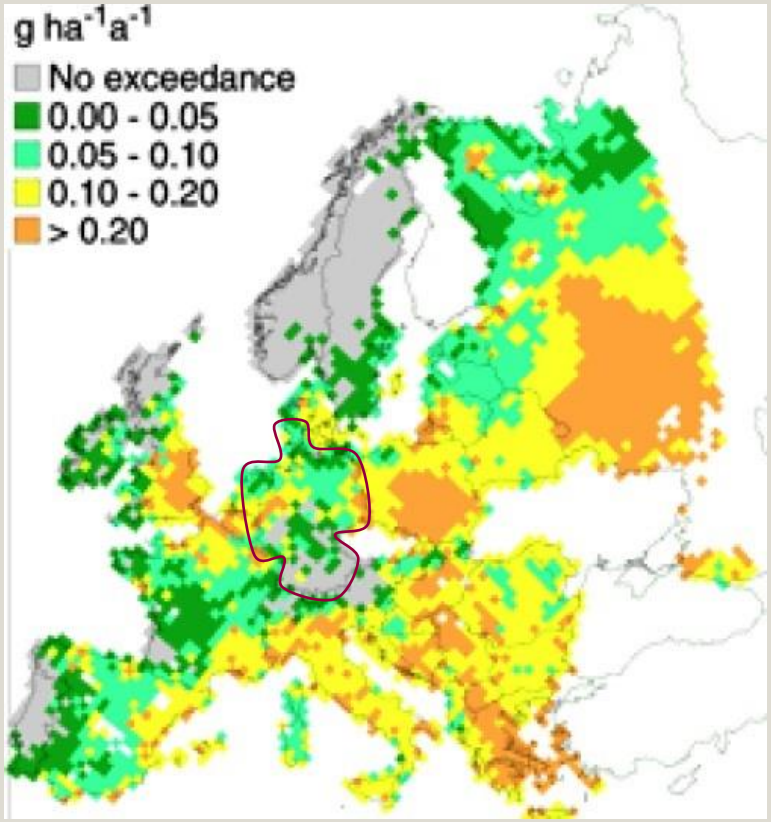
Quelle: David G. Streets et al., All-Time Releases of Mercury to the Atmosphere from Human Activities, Environmental Science and Technology, 2011, 45 (24), pp 10485–10491 http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es202765m

Globale Herkunft der Quecksilberemissionen (2005)



Quelle: Long-term Changes of Heavy Metal Transboundary Pollution of the Environment (1990-2010), Contribution to the revision of the Heavy Metal Protocol, EMEP (Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe), Status Report, 2/2012, http://www.msceast.org/reports/2_2012.pdf

Überschreitung kritischer Quecksilberbelastung in Europa (2010)



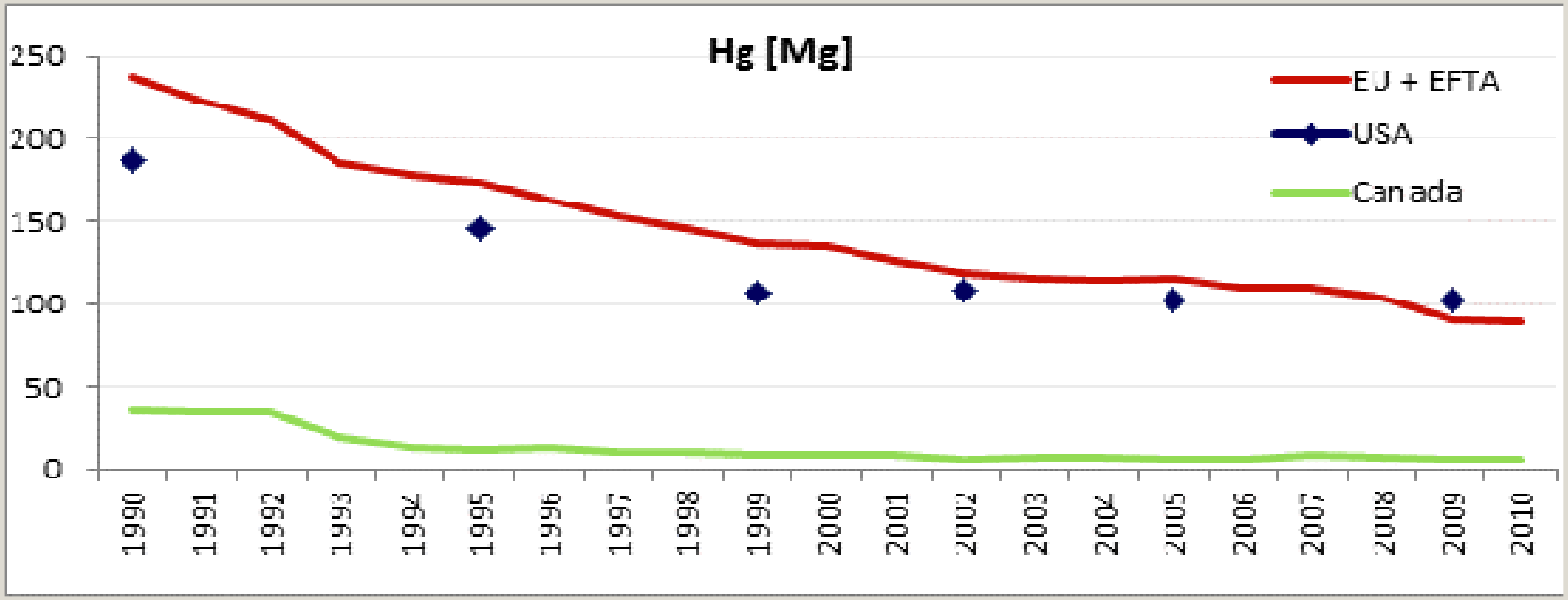
- Größte Überschreitungen in Polen, Russland, Slowakei, Bosnien-Herzegowina, Serbien, Griechenland, UK, Belgien, Deutschland, Norditalien
- DE: Hohe Überschreitungen mit > 0,2 g/(ha*a) in den Gebieten Rhein-Ruhr, Saarland und an der polnischen Grenze

Kritische Belastung (UBA 2004 http://icpmapping.org/Mapping_Manual):
(1) human health effect (drinking water) via terrestrial ecosystems;
(2) human health effect (food quality) via terrestrial ecosystems;
(3) eco-toxicological effect on terrestrial ecosystems;
(4) eco-toxicological effect on aquatic ecosystems;
(5) human health effect (food quality) via aquatic ecosystems.

Quelle: Long-term Changes of Heavy Metal Transboundary Pollution of the Environment (1990-2010), Contribution to the revision of the Heavy Metal Protocol, EMEP (Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe), Status Report, 2/2012, http://www.msceast.org/reports/2_2012.pdf

Quecksilberemission in Europa, USA und Kanada (Luft, 1990-2010)

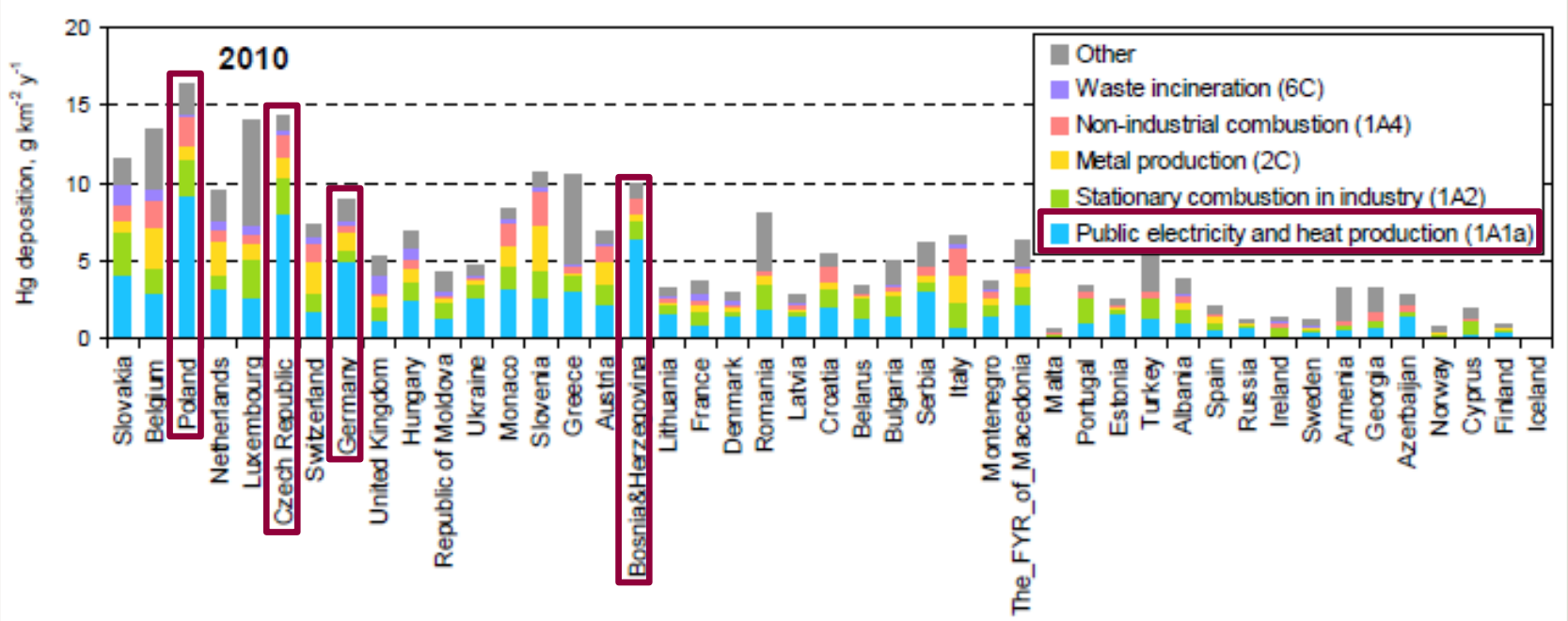
- EU+EFTA, USA, Kanada Emissionen 1990-2010 ca. 60% gesunken
- seit 2002 nur noch geringe Minderung



Quelle: Long-term Changes of Heavy Metal Transboundary Pollution of the Environment (1990-2010), Contribution to the revision of the Heavy Metal Protocol, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, EMEP (Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe), Status Report, 2/2012
http://www.msceast.org/reports/2_2012.pdf

Anthropogene Quecksilber-Deposition in Europa: Quellgruppen 2010

- **Energieerzeugung ist größter Verursacher (v.a. Kraftwerke aus Polen, Tschechischer Republik, Deutschland, Bosnien-Herzog.)**



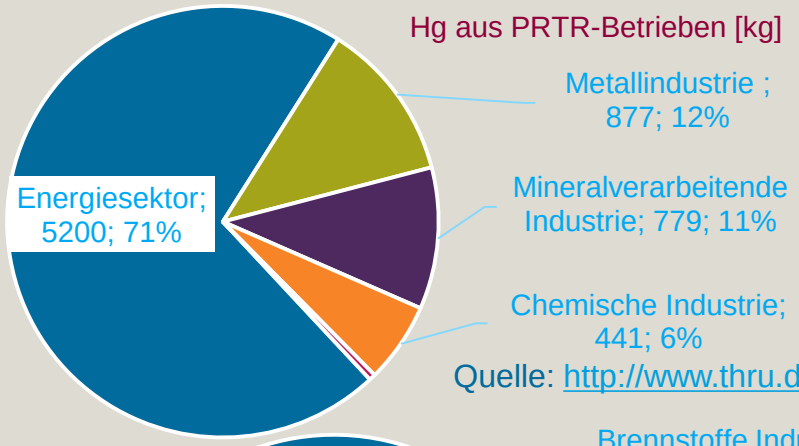
Quelle: Long-term Changes of Heavy Metal Transboundary Pollution of the Environment (1990-2010), Contribution to the revision of the Heavy Metal Protocol, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, EMEP (Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe), Status Report, 2/2012 http://www.msceast.org/reports/2_2012.pdf

QUECKSILBER-FRACHTEN: LUFTEMISSION IN EUROPA

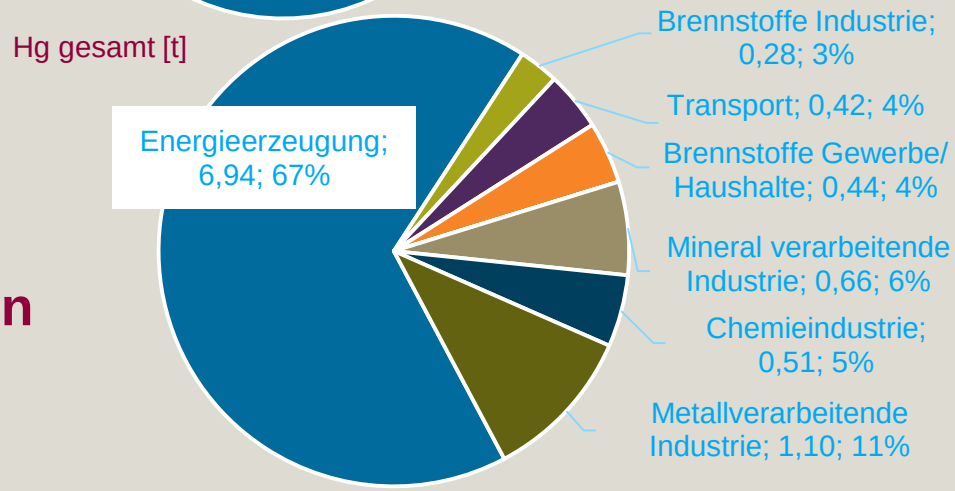
Hg-Gesamtfracht (DE 2012): PRTR-pflichtige Betriebe und alle Quellen

- **Summe Quecksilber PRTR-Betriebe (Luft): 7.331,6 kg**
- **Anteil Energiesektor: 5.200 kg (71%)**

- **Summe Quecksilber aus allen Quellen (Luft): 10.366 kg**
- **Anteil Energieerzeugung: 6.943 kg (67%)**

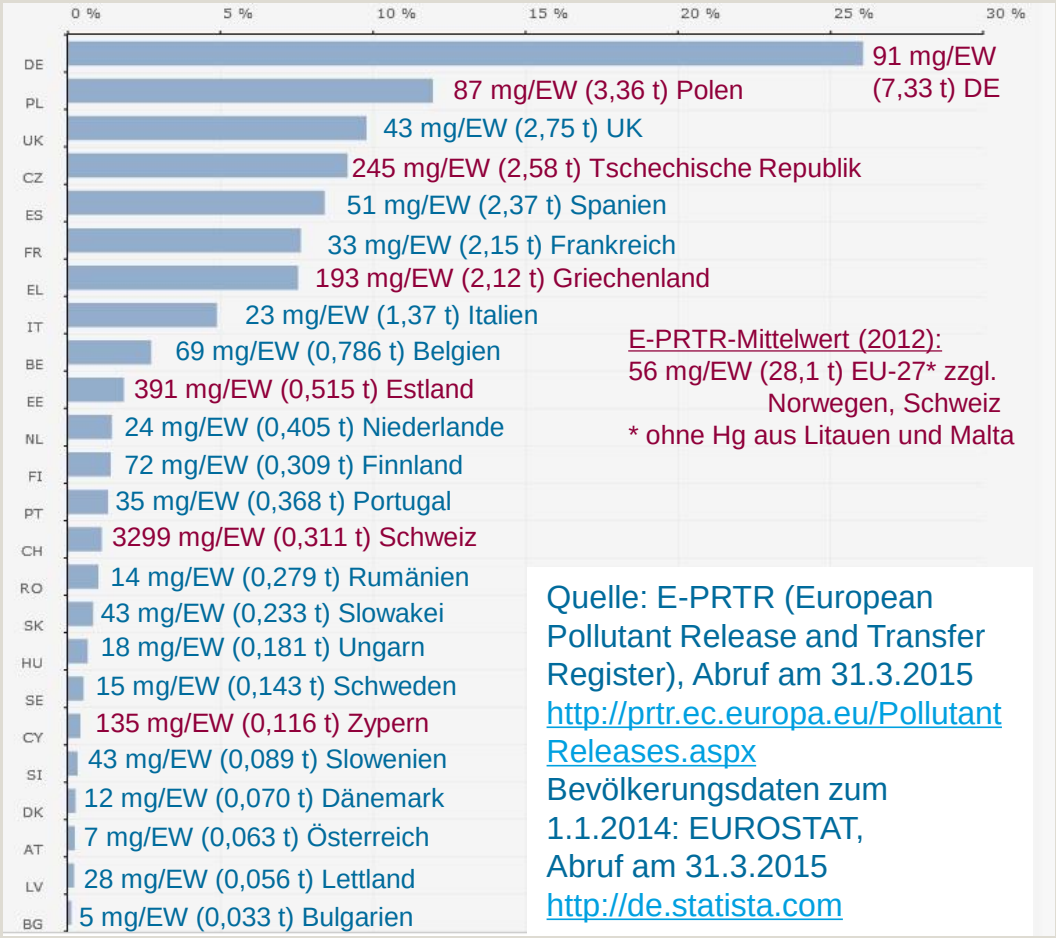


Quelle: http://www.thru.de



Quelle: http://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen

PRTR-Quecksilberemission in Europa absolut / pro Kopf (Luft, 2012)



- Deutschland: > ¼ der E-PRTR-Quecksilber-Emission (7,3 t von 28,1 t)
- Pro-Kopf-Hg-Emission Deutschlands mit höchste in Europa (61% über Mittel)

Hg aus Energiesektor:

- EU (500 Mio. EW): 15,6 t => 31,2 mg/EW
- DE (80 Mio. EW): 5,14 t => 64,3 mg/EW
- China (1.300 Mio. EW): ca. 225 t => 171 mg/EW

Quecksilber-Emissionsbegrenzung und Überwachung (Luft)

Grenzwerte 13. Bundes-Immissionsschutzverordnung vom 2. Mai 2013 für Kohlekraftwerke und Biomassekraftwerke (außer Naturholz)

- Halbstundenmittel: 0,05 mg/m³ (seit Verordnung 2004; § § 4/5 (3))
- Tagesmittel: 0,03 mg/m³ (seit Verordnung 2004; § § 4 /5 (1) Nr. 1)
- Jahresmittel: 0,01 mg/m³ (seit 2013, besteh. Anlagen: ab 2019; § 11(2))

Ausnahme von kontinuierlicher Hg-Messung (§ 21 (5))

- Für Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Quecksilber, soll die zuständige Behörde auf Antrag auf die kontinuierliche Messung verzichten, wenn durch andere Prüfungen, insbesondere der Brennstoffe, sichergestellt ist, dass die Emissionsgrenzwerte nach den § § 4 und 5 für Quecksilber und seine Verbindungen zu weniger als 50 % in Anspruch genommen werden und sich aus den Einzelmessungen ergibt, dass der Jahresmittelwert nach § 11 (2) sicher eingehalten wird.

Europäisches Schadstofffreisetzungs- und verbringungsregister PRTR

Quelle: http://www.thru.de
Gesetzliche Grundlagen: Europäische PRTR-Verordnung (EG) Nr. 166/2006
DE-Gesetz zur Ausführung der E-PRTR-Verordnung

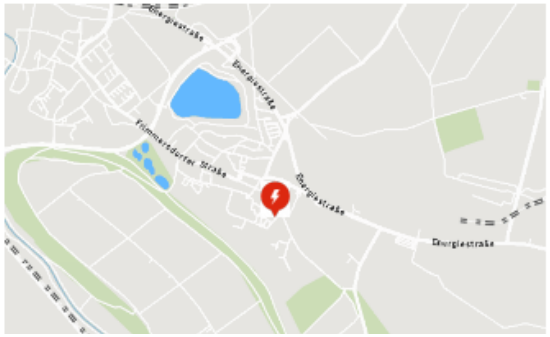
English

Umwelt Bundesamt

Thru.de | Thru.de | Betriebe | Information | Inhalt | Impressum | Nutzungsbedingungen | Kontakt | Suche

RWE Power AG Kraftwerk Neurath

zurück zur Liste der Betriebe



Kennnummer	06-05-100-0248923
Berichtsjahr	2012
Adresse	
Bundesland	

- 15 Methoden und Verfahren!
- SSC: „EU-weites sektor-spezifisches Verfahren“
- OTH (C): „Anderes Verfahren“

Freisetzung in die Luft

Jahresfracht	davon versehentlich	Schadstoffbezeichnung	CAS-Nummer	Schwellenwert	Bestimmungsmethode und -verfahren
31.200.000.000 kg	0,00 kg	Kohlendioxid (CO2)	124-38-9	100.000.000 kg/Jahr	Berechnung (SSC)
497 kg	0,00 kg	Quecksilber und Verbindungen (als Hg)	—	10 kg/Jahr	Berechnung (OTH (C))

Theoretisches Abgasvolumen aus Stein- und Braunkohleverbrennung

Table D.1 Calculation of stochiometric flue gas volumes for hard coal and lignite (Part 1)

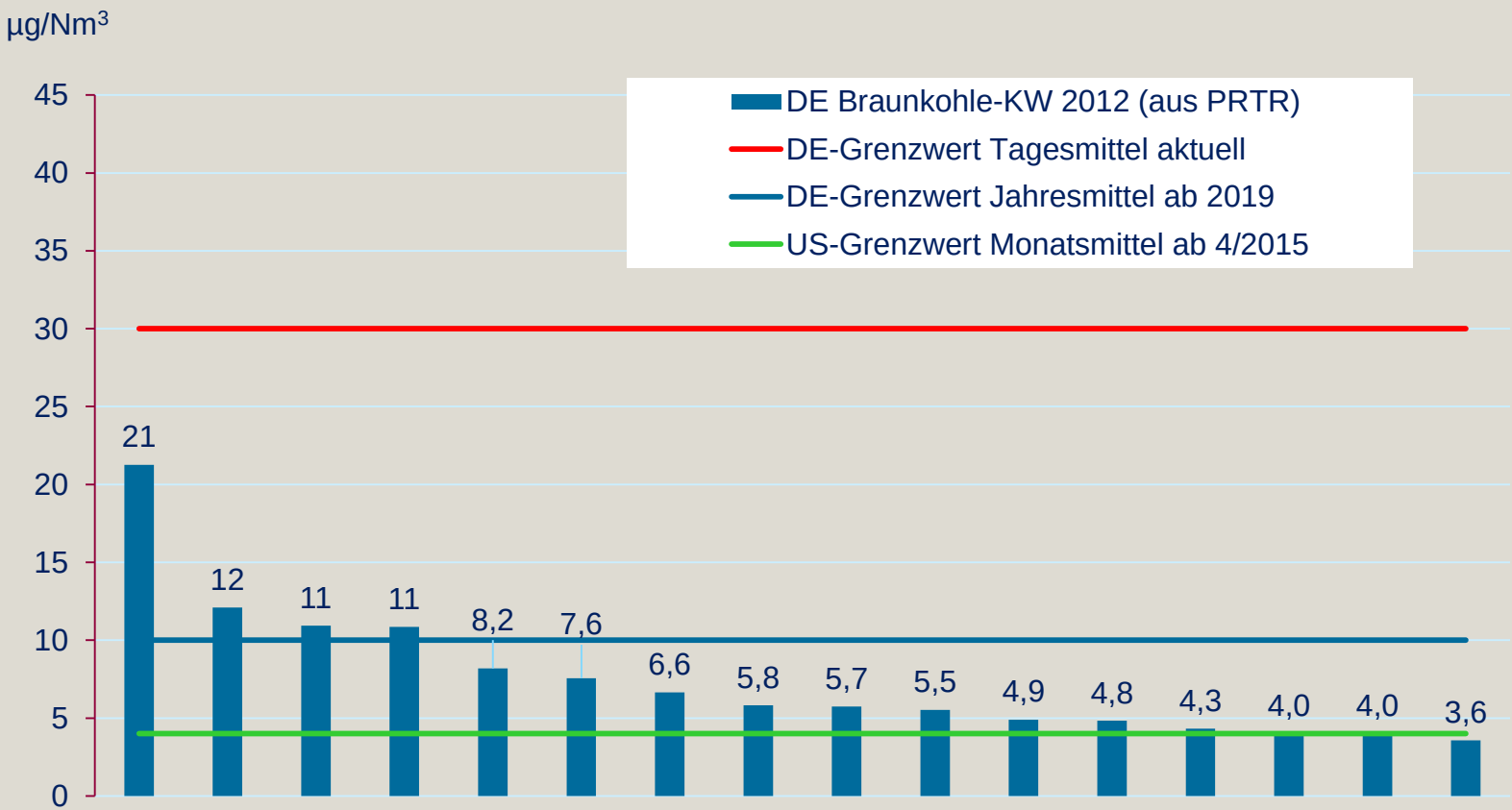
	Hard coal	Lignite	Unit	Comment
[1] Mass of fuel	1 000	1 000	kg	
[2] net calorific value	25.8	11.9	MJ/kg	*IPCC 2006 Guidelines*
[3] Energy in fuel	25 800	11 900	MJ	[3] = [1] * [2]
[4] Carbon contents	0.0258	0.0276	kg/MJ	*IPCC 2006 Guidelines*
[5] Carbon in fuel	665.6	328.4	kg	[5] = [3] * [4]
	$C + O_2 + 4\ N_2 \rightarrow CO_2 + 4\ N_2$			Näherung: Verbrennungsluft enthält etwa 4x N_2 auf 1x O_2
[6] Molar mass of C	12	12	g/mol	*Constant*
[7] Carbon in fuel	55 470	27 370	mol	[7] = [5]/[6] * 1 000
[8] CO_2 in flue gas	55 470	27 370	mol	[8] = [7]
[9] Flue gas = CO_2 + N_2	277 350	136 850	mol	[9] = (1 + 4) * [8]
[10] Molar volume	22.4	22.4	l/mol (273 K)	*Constant*
[11] Flue gas volume	6 212 640	3 065 440	l/1 000 kg	[11] = [9]* [10]
[12] Flue gas volume	6 213	3 065	m³/1 000 kg	[12] = [11]/1 000
[13] Stochiometric flue gas volume	**240.8**	**257.6**	**m³/GJ**	**[13] = [12]/([3] * 1 000)**

Table D.2 Calculation of stochiometric flue gas volumes for hard coal and lignite (Part 2)

[13] Stochiometric flue gas volume	240.8	257.6	m³/GJ	[13] = [12]/([3] * 1 000)
[14] Surplus oxygen	6	6	%	Assumed
[15] Air factor	1.40	140	—	[15] = 21/(21–[14])
[16] Theoretical flue gas volume	337.1	360.6	m³/GJ	[16] = [15] * [13]

Quelle: Air pollution from electricity-generating large combustion plants, European Environment Agency, Kopenhagen, 2008
http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2008_4/download

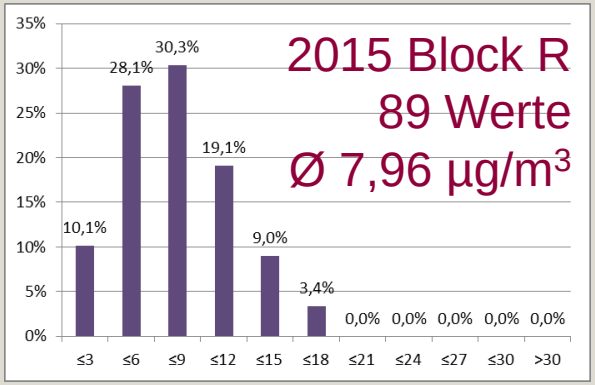
Braunkohlekraftwerke in DE 2012: Hg-Jahresmittel auf PRTR-Basis

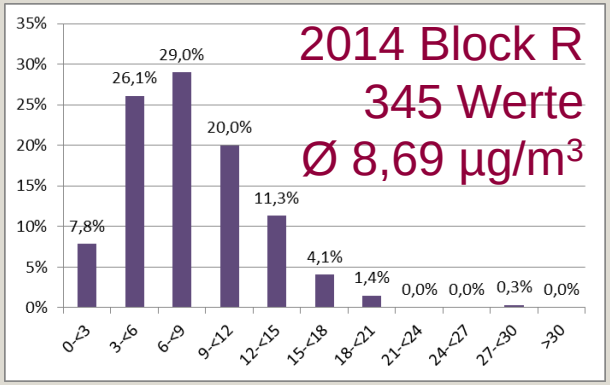


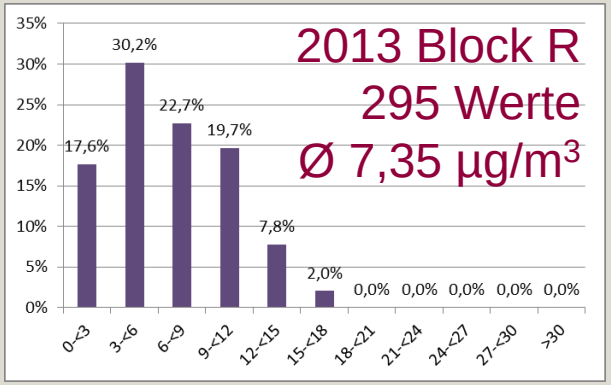
Quelle: Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland, B. Zeschmar-Lahl, BZL, Oyten, Mai 2014
http://www.bzl.info/de/index.php?q=/node/41

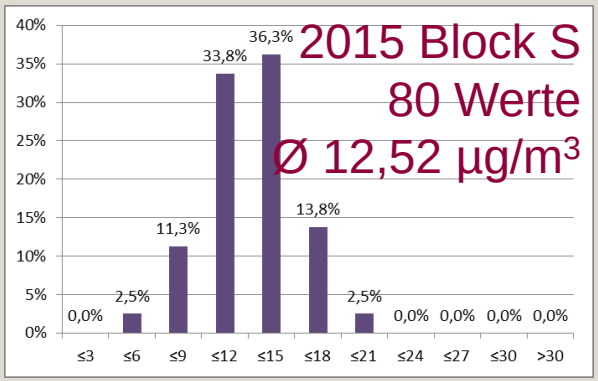
Braunkohlekraftwerk Lippendorf: Hg-Input/-Output, Minderungsrate

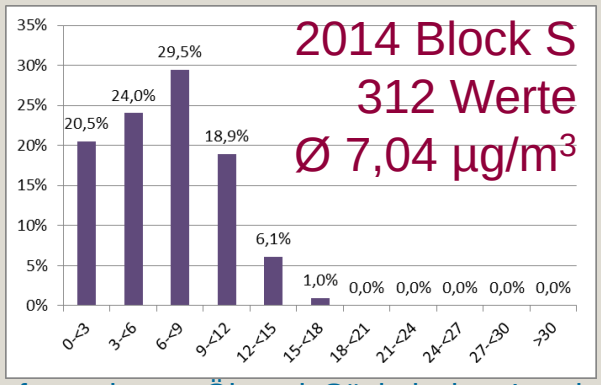
	2014	2013	2012	2011	2010	2009	Quelle
Hg Kohle [ppm]	0,4	0,39	0,25	0,43	0,42	0,4	Vortrag Dr. Lippold, Berliner Forum für Klima- und Energiepolitik, DIW Berlin, 24.3.2015
Hg Fracht [kg/a]	489 (*)	410	482	647	1160	1070	
Hg Minderung [%]	k.A.	91	82	86	78	79	

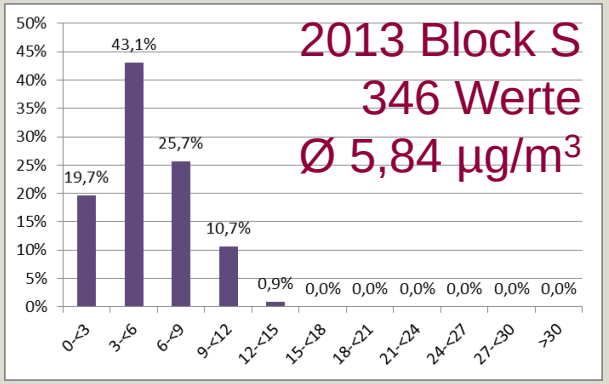






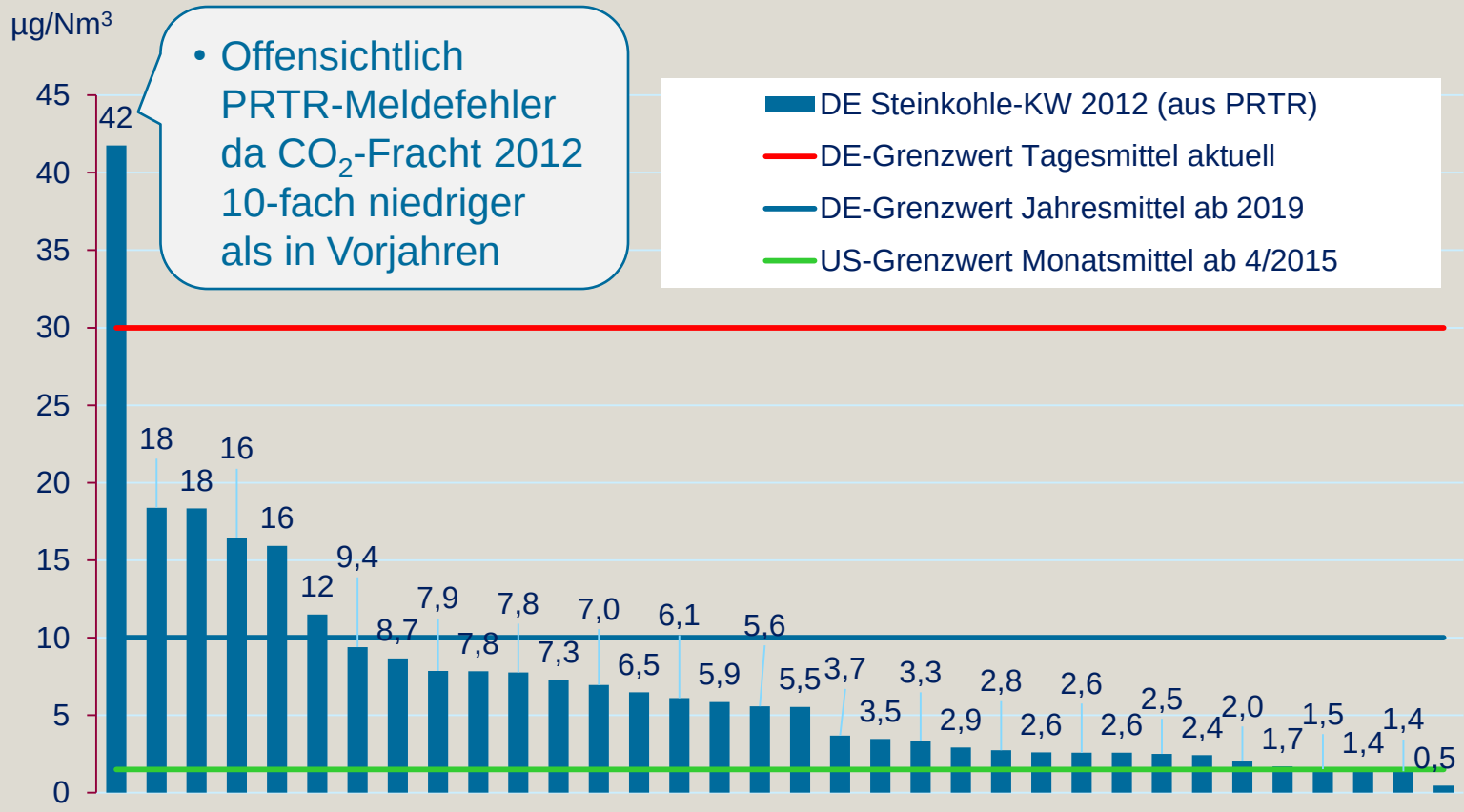






Quelle Tages-/Jahreswerte und (*): UIG-Information an Ökopol, Sächsisches Landesverwaltungsamt, Dresden, 31.3.2015

Steinkohlekraftwerke in DE 2012: Hg-Jahresmittel auf PRTR-Basis



Quelle: Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland, B. Zeschmar-Lahl, BZL, Oyten, Mai 2014
http://www.bzl.info/de/index.php?q=/node/41

Steinkohlekraftwerke in DE 2012: Hg-Jahresmittel auf PRTR-Basis

Steinkohlekraftwerke	Gemessene Emissionswerte (Jahresmittel) [Quelle s.u.]			Rechenwert nach PRTR 2012 [BZL]
	Block 2+3	Block 4	Mittel	Mittel
	µg Hg/Nm³	µg Hg/Nm³	µg Hg/Nm³	µg Hg/Nm³
STEAG-KW Herne 2011 (1)	3,8	4,0	3 - 4	3,49
STEAG-KW Herne 2012 (1)	6,5	4,5	5 - 6	5,85
RWE-KW Ibbenbüren 2011 (2)			< 3	0,75
EON-KW Staudinger 2011 (3)			< 3	2,24
EON-KW Staudinger 2012 (3)			< 3	2,61
EON-KW Wilhelmshaven 2011 (4)			1,85	2,57

(1) Mitteilung der Bezirksregierung Arnsberg, Dezernat 53, 16. Oktober 2013

(2) Mitteilung der Bezirksregierung Münster, Dezernat 53, 13. November 2013

(3) Mitteilung des Regierungspräsidiums Darmstadt, Dezernat IV, 11. September 2013

(4) Unterrichtung der Öffentlichkeit nach § 18 der 17. BImSchV, E.ON, Mai 2012

Quelle BZL: Vom Winde verweht - Die Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland könnten durch Einführung des Standes der Technik um die Hälfte reduziert werden, B. Zeschmar-Lahl/C. Tebert, ReSource 2/2014, Rhombos-Verlag, Berlin, Juni 2014 http://www.bzl-gmbh.de/de/sites/default/files/ReS_2_2014_32-40_9s.pdf

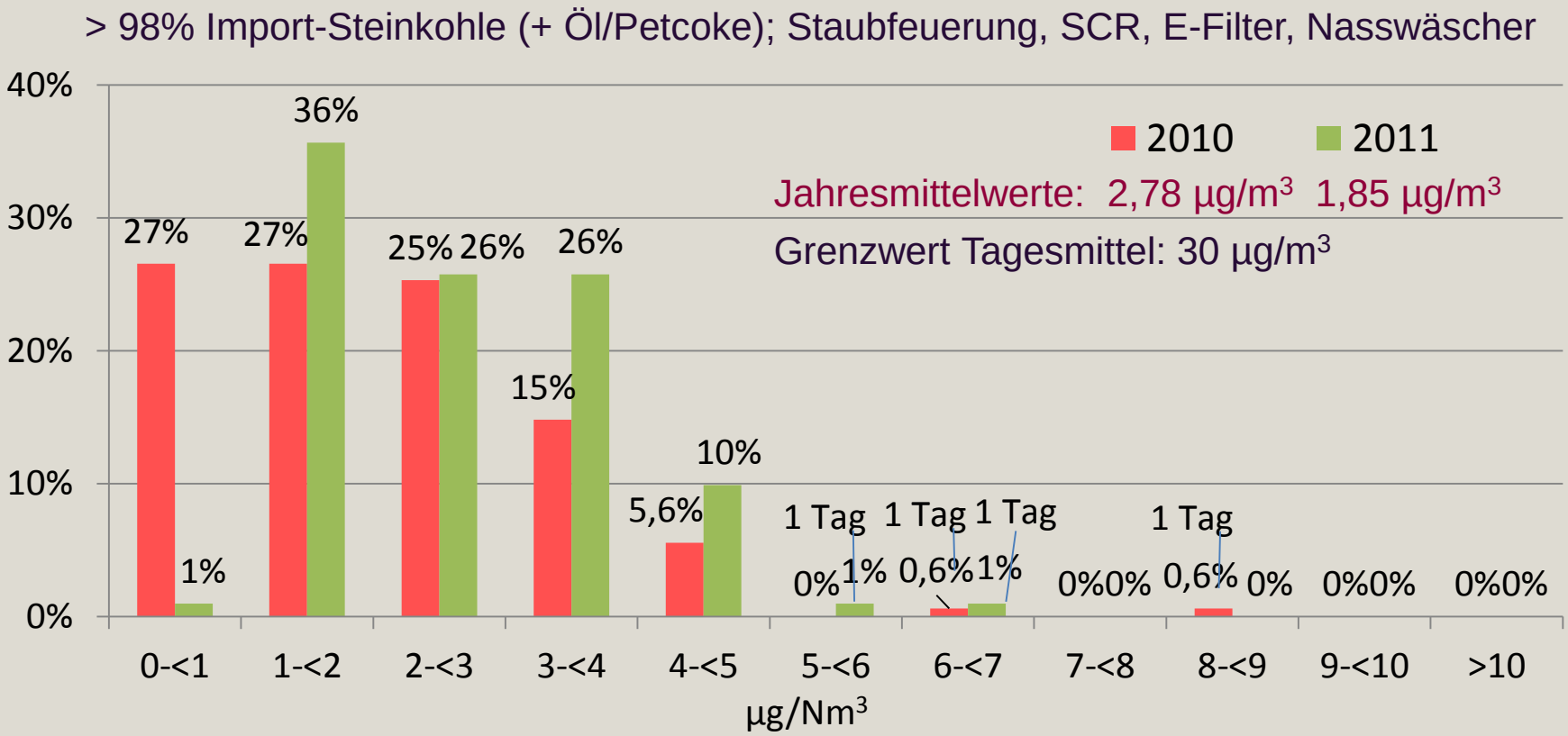
Steinkohlekraftwerke in DE 2012: Hg-Jahresmittel auf PRTR-Basis

Steinkohlekraftwerke	Meldung 2012 [PRTR]	Rechenwert 2012 nach PRTR [BZL]	Messwert 2013 [Bremen]	Meldung 2013 [PRTR]
	Fracht	Konzentration	Konzentration	Fracht
	kg/a	µg Hg/Nm³	µg Hg/Nm³	kg/a
swb Kraftwerk Bremen Hafen (Block 6)	150 (Berech.)	18,38	1,5	45,4 (Mess.)
swb Kraftwerk Bremen-Hastedt	51,2 (Berech.)	15,92	k.A.	13,9 (Mess.)
GDF Suez Kraftwerk Bremen	109 (Berech.)	18,34 (*)	1,4	113 (Berech.)
(*) Messwert GDF Suez 2012: 1,7 µg Hg/Nm³, Messwert GDF Suez 2014: 1,5 µg Hg/Nm³ (Mittel) [Bremen]				

Quelle PRTR: Thru-Internetportal, Umweltbundesamt http://www.thru.de, Abruf am 2. April 2015
Quelle BZL: Vom Winde verweht - Die Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland könnten durch Einführung des Standes der Technik um die Hälfte reduziert werden, B. Zeschmar-Lahl/C. Tebert, ReSource 2/2014, Rhombos-Verlag, Berlin, Juni 2014 http://www.bzl-gmbh.de/de/sites/default/files/ReS_2_2014_32-40_9s.pdf
Quelle Bremen: Referat Immissionsschutz, Senator für Umwelt, Bau und Verkehr, Bremen, 14. April 2015

- **Emissionsfaktoren für PRTR-Berechnungen sind z.T. veraltet**
- **Dies und fehlende kontinuierliche Messung führen zu unsicherer Datenlage und z.T. zu Emissionsüberschätzungen im E-PRTR**
- **Betreiber korrigieren z.T. nicht (z.B. GDF-Suez PRTR-Bericht 2013)**

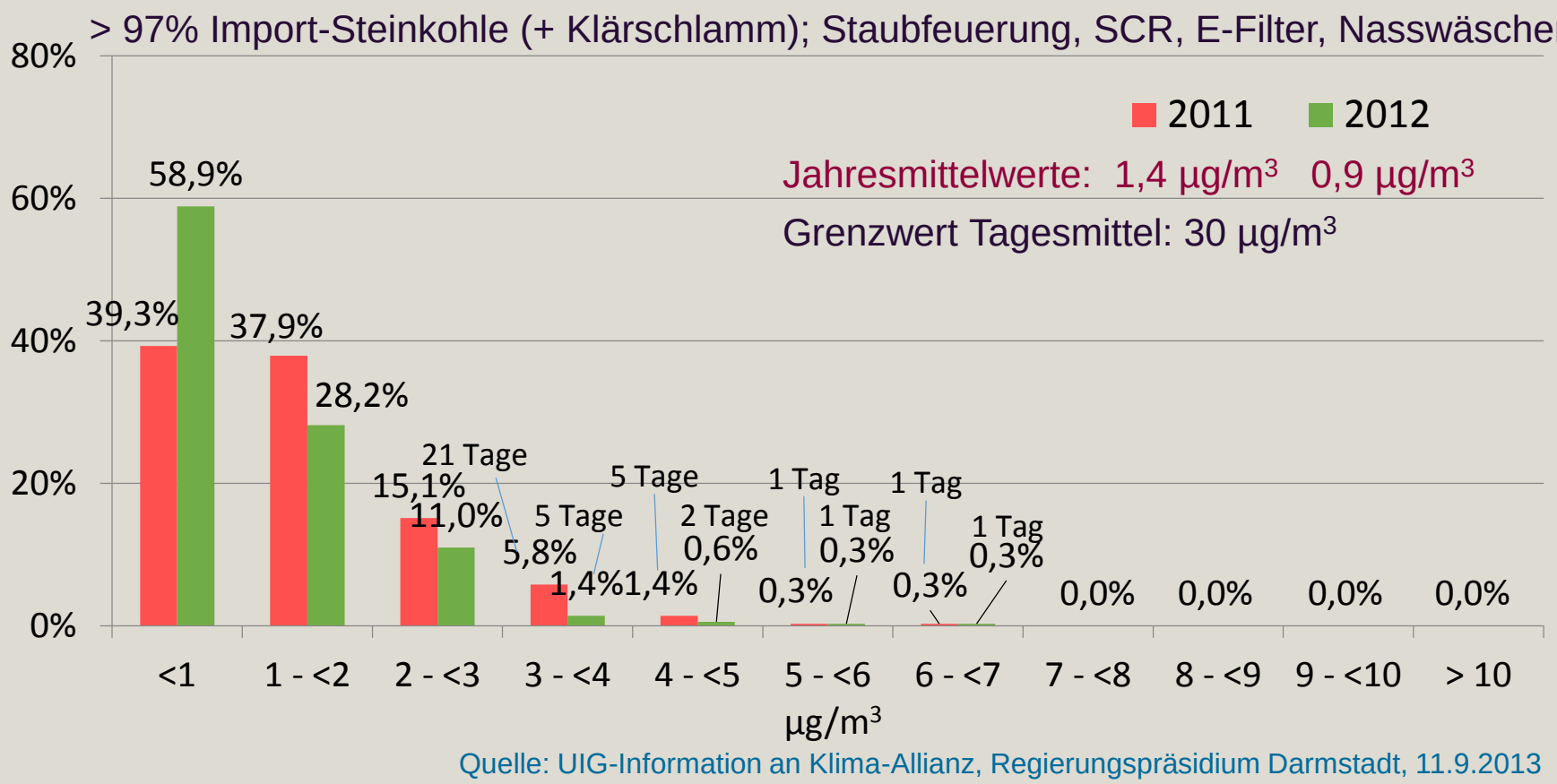
EON Wilhelmshaven (1976/~760 MW_{el}): Hg-Tagesmittel 2010 und 2011



Quelle: UIG-Information an Klima-Allianz e.V., Gewerbeaufsichtsamt Oldenburg, 5.9.2013

- Jahresmittel < 3 µg/Nm³ (ohne spezifische Hg-Minderungstechnik)

EON Staudinger (1992/~510 MW_{el}): Hg-Tagesmittel 2011 und 2012

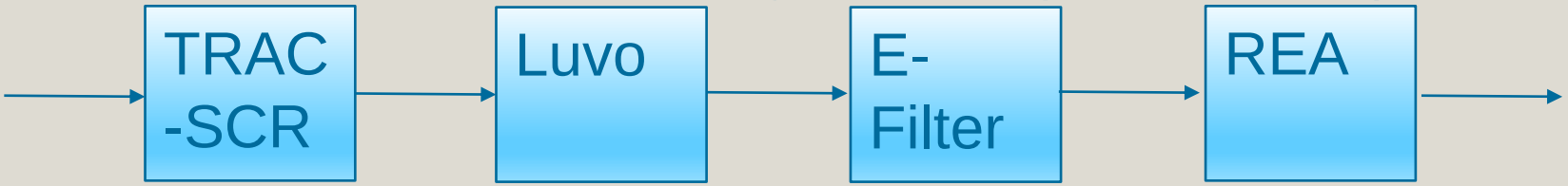


Quelle: UIG-Information an Klima-Allianz, Regierungspräsidium Darmstadt, 11.9.2013

- Jahresmittel < 1,5 µg/Nm³ (teils mit TRAC-Katalysator und TMT15)

Steinkohlekraftwerke in DE: Hg-Minderung mit TRAC-Katalysator

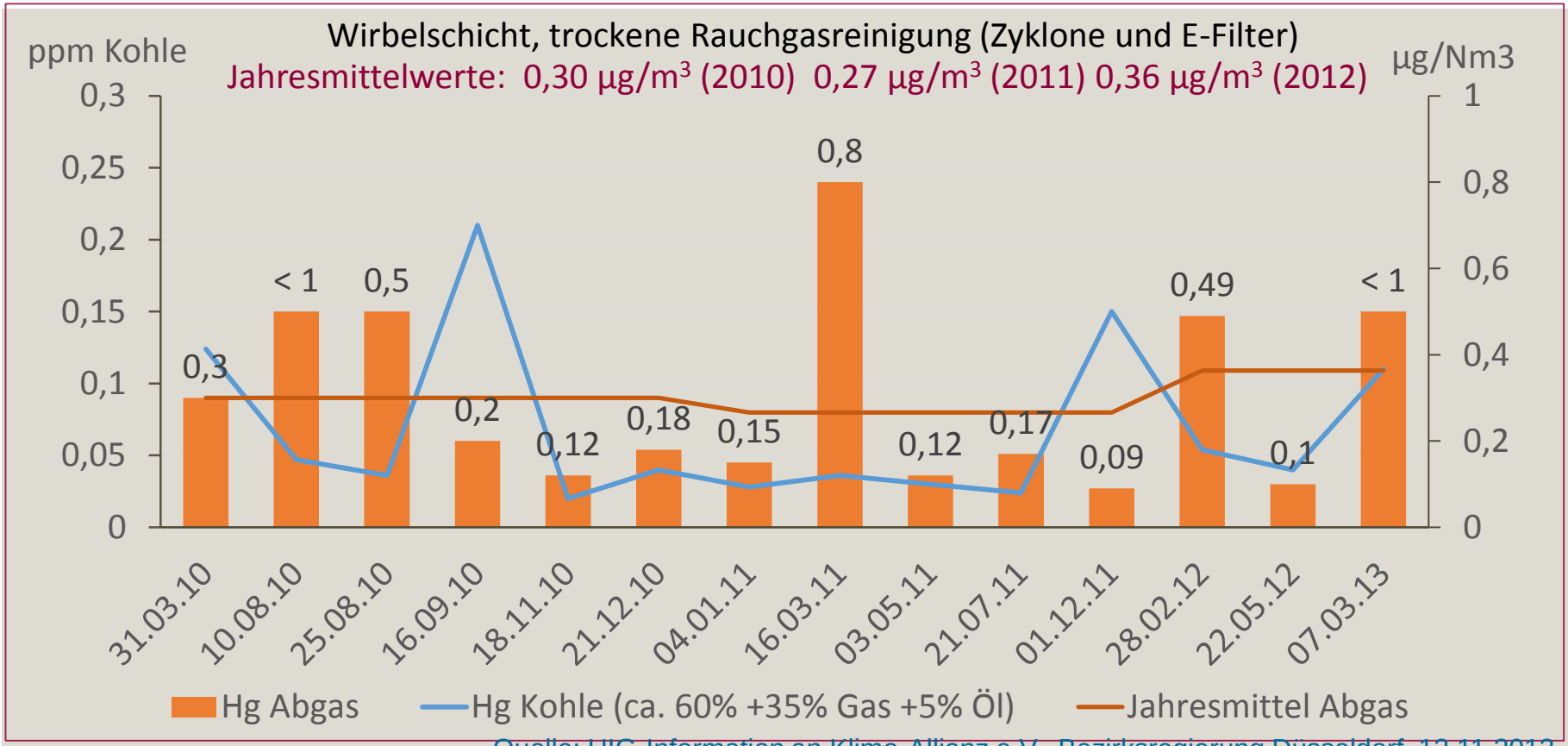
- Anlagenkonfiguration: SCR mit TRAC-Katalysator, E-Filter, REA
- Massenbilanz 12/2011 mit REA Hg-Fällmittel (15% Trimercapto-s-triazin)



- Mittl. Hg-Gehalt Kohle: 0,092 mg/kg, Klärschlamm: 0,154 mg/kg
- Hg-Input: 16,85 g/h (166,1 t/h Kohle + 10,2 t/h Klärschlamm),
  (Hg-Messung vor SCR: 19 µg/Nm³).
- Hg-Output: 16,97 g/h in Rohabwasser (15 m³/h mit 1,13 mg/l);
  3,20 g/h in Gips (5,6 t/h mit 0,57 mg/kg);
  1,29 g/h in Flugasche (17,2 t/h mit 0,075 mg/kg)
  2,29 g/h in Reingas (1.431.000 m³/h mit 1,6 µg/Nm³)
- Hg-Wiederfindungsrate: 141%, Hg-Abscheidung > 90%

Quelle: UIG-Information an Klima-Allianz, Regierungspräsidium Darmstadt, 31.10.2013

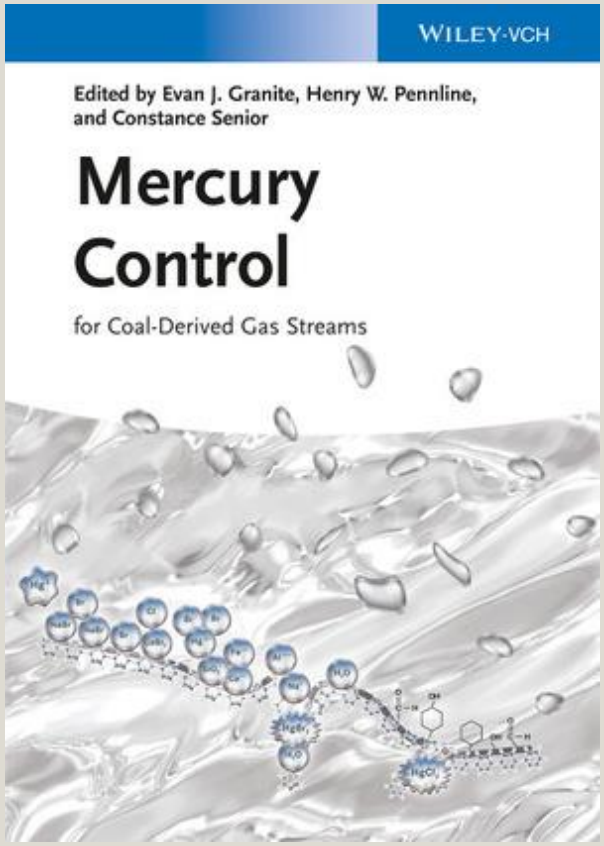
Currenta Krefeld, Industrie-KW ~ 200 MW_{th}, 60% Kohle (v.a. Import)



Quelle: UIG-Information an Klima-Allianz e.V., Bezirksregierung Düsseldorf, 13.11.2013

- **Jahresmittel < 1 µg/Nm³ (erwartbar auch bei 100% Kohlefeuerung)**

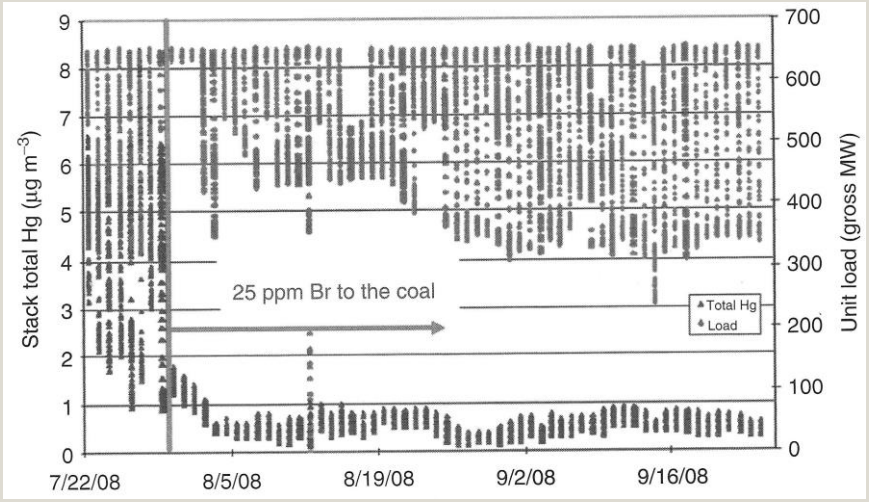
US-Erfahrungen mit Quecksilber-Minderungstechniken



- Zielvorgabe < 1,5 µg/m³ (< 4 f. Braunkohle) war wesentlicher Antrieb für Forschung & Entwicklung
- Buch dokumentiert mehr als 10 Jahre US-Erfahrung mit Hg-Minderungstechniken

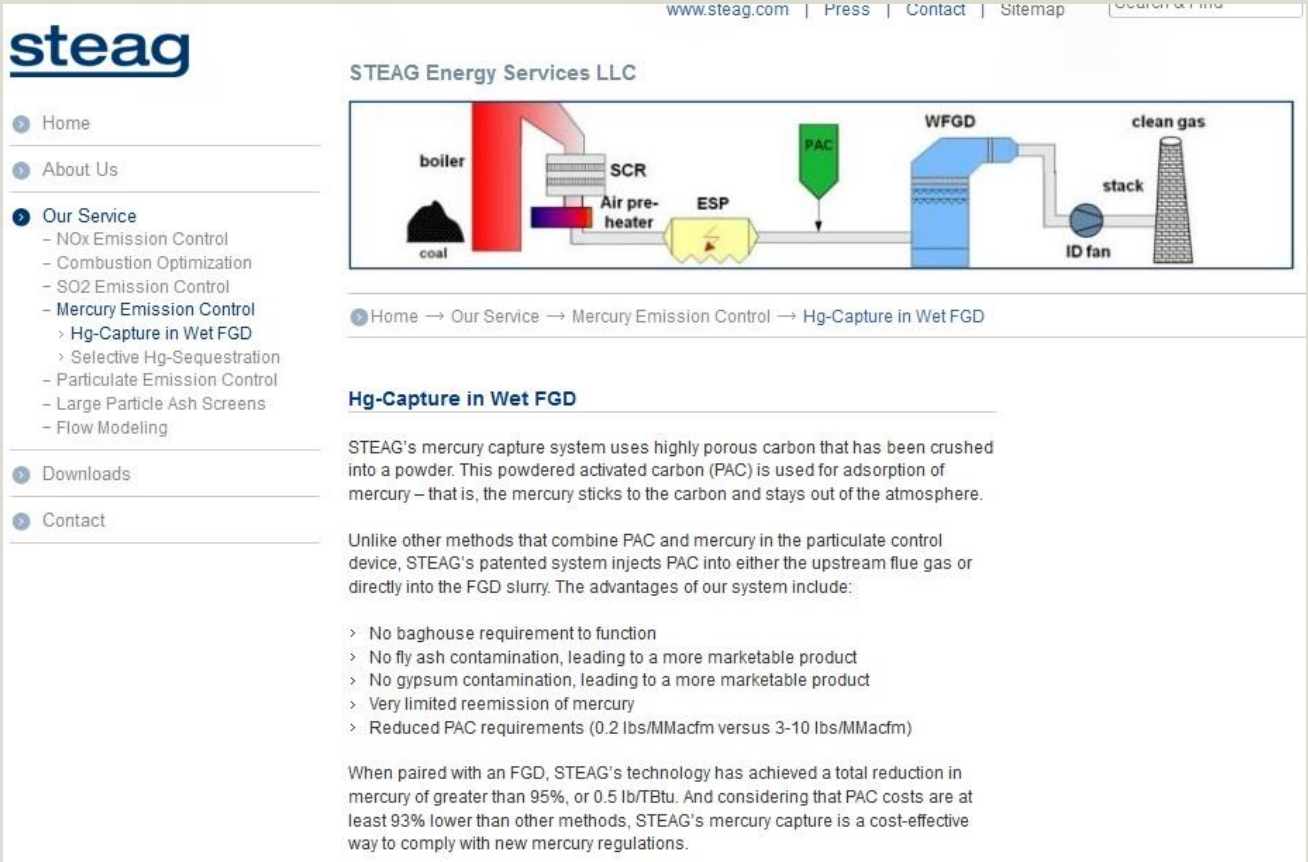
z.B. Ramsay Chang: The Electric Power Research Institute's Program to Control Mercury Emissions from Coal-Fired Power Plants. Grafik: 2 Monate Bromsalzzugabe in einen Kessel mit PRB-Kohle (Powder River Basin), 2008 (s. auch Vosteen Consulting: http://www.vosteen-consulting.de/de/patente.html

Beispiel Bromsalz-zugabe => mehr als 90% Minderung



11/2014: http://www.wiley-vch.de/publish/dt/books/newTitles201411/3-527-32949-8/?sID=mmr9qc03qove10722npa2vesm2

Quecksilber-Minderungstechnik: Aktivkohlezugabe vor Wäscher

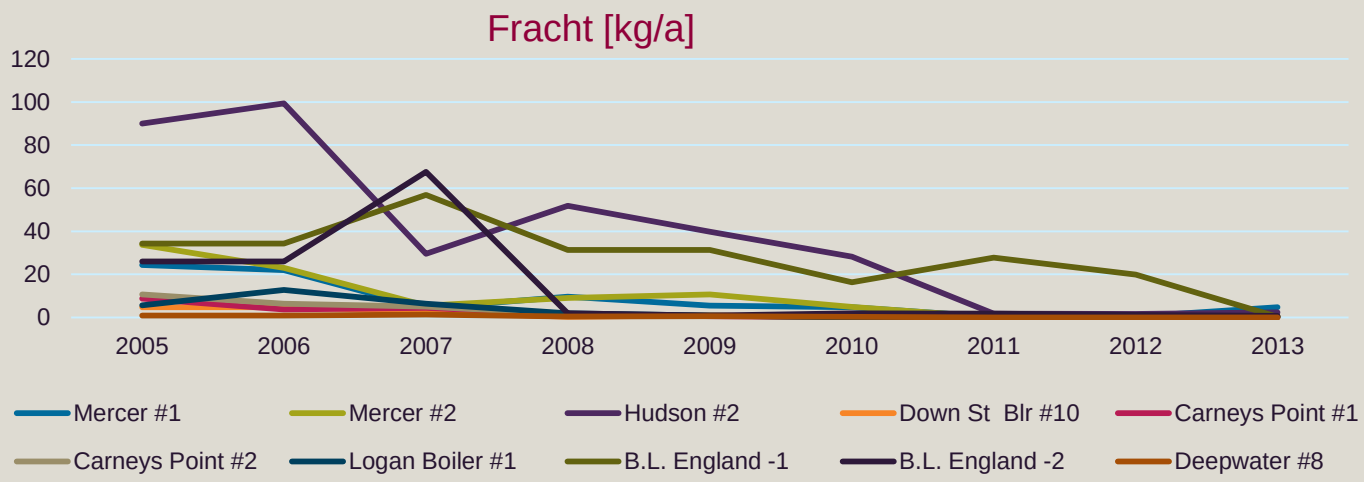


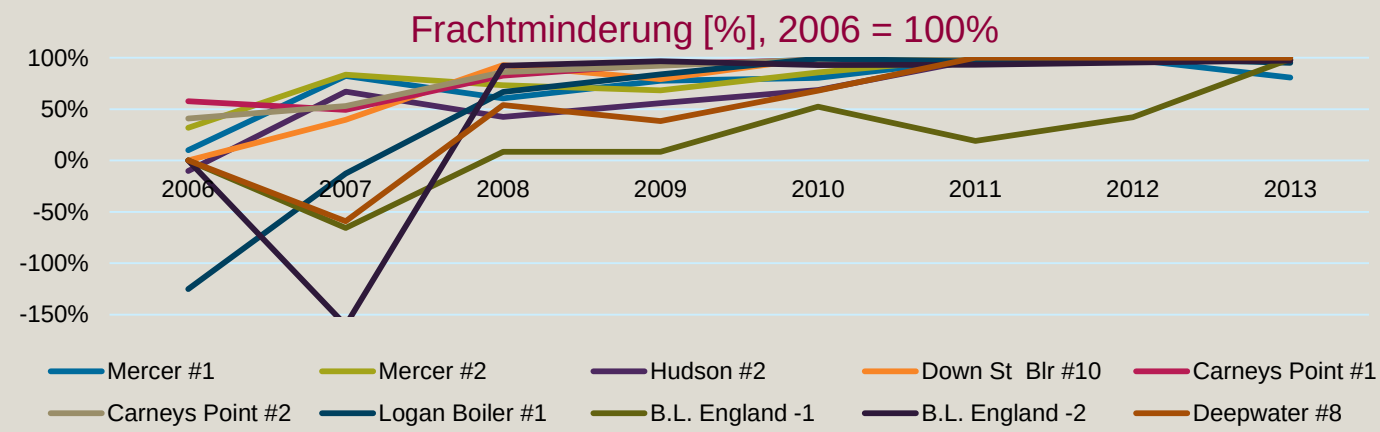
- STEAG USA erwartet „95% Hg-Minderung bzw. 0,5 lb/TBtu“ (d.h.< 1 µg/Nm³)
- „Keine Flug-asche-/Gips-Kontamination“
- Kosten 500 MW: 1-1,5 Mio. US-$ Invest; 0,5 Mio./a US-$ Betrieb (*)

(*) Persönl. Info., STEAG, 3/2015

=> Strompreiserhöhung ca. 0,02 US-Cent/kWh (Invest mit 10 J. AfA)

Quecksilber-Minderung USA – Beispiel New Jersey-Kraftwerke





- 1635 MW mit E-Filter, 536 MW mit Gewebefilter
- 3x SCR, 5x SNCR
- 4x REA 2x Trocken-sorption
- Hg in Kohle: Ø 0,12/max. 0,25 mg/kg
- Hg < 1 µg/m³

EU-Vorschlag für BVT zur Quecksilberminderung

BAT 23. In order to reduce mercury emissions to air from the combustion of coal and/or lignite, BAT is to use an appropriate combination of the techniques given below (1. Teil)

Technique		Description	Applicability
Co-benefit from measures techniques primarily used taken for to reduce emissions of other pollutants			
a.	Bag filter	See description in Section 10.8.	Generally applicable
b.	Electrostatic precipitator (ESP)	See description in Section 10.8. Better mercury removal efficiency is achieved at flue-gas temperatures below 130°C	Generally applicable
c.	Selective catalytic reduction (SCR)	See description in Section 10.8. Only used in combination with other techniques to enhance or reduce the mercury oxidation before capture in a subsequent FGD or dedusting unit system, depending on the selected strategy	Not applicable to combustion plants of < 300 MWth operated in emergency-load mode. Not generally applicable to combustion plants of < 100 MWth. There may be technical and economic restrictions for retrofitting existing plants operated in peak-load mode and existing plants of ≥ 300 MWth operated in emergency-load mode.

Quelle: DRAFT BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT) CONCLUSIONS FOR LARGE COMBUSTION PLANTS (Entwurf für BVT-Schlussfolgerungen für Großfeuerungsanlagen), EIPPC Bureau, European Commission, Sevilla, 31. März 2015

EU-Vorschlag für BVT zur Quecksilberminderung

BAT 23. In order to reduce mercury emissions to air from the combustion of coal and/or lignite, BAT is to use an appropriate combination of the techniques given below (2. Teil)

	Technique	Description	Applicability
Co-benefit from measures techniques primarily used taken for to reduce emissions of other pollutants			
d.	Flue-gas de-sulphurisation (FGD) techni-que (e.g. wet FGD, spray- dry absorber or duct sorbent injection)	See description in Section 10.8.	Applicable when the technique is mainly used for SOx, HCl and/or HF abatement. Wet FGD is not applicable to combustion plants operated in emergency-load mode. There may be technical and economic restrictions for applying wet FGD to combustion plants of < 300 MWth, and for retrofitting existing combustion plants operated in peak-load mode
Specific techniques to reduce mercury emissions			
e.	Fuel choice	Use coal and/or lignite fuels with low mercury content	Applicable within the constraints associated with the availability of different types of fuel, which may be impacted by the energy policy of the Member State

Quelle: DRAFT BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT) CONCLUSIONS FOR LARGE COMBUSTION PLANTS (Entwurf für BVT-Schlussfolgerungen für Großfeuerungsanlagen), EIPPC Bureau, European Commission, Sevilla, 31. März 2015

EU-Vorschlag für BVT zur Quecksilberminderung

BAT 23. In order to reduce mercury emissions to air from the combustion of coal and/or lignite, BAT is to use an appropriate combination of the techniques given below (3. Teil)			
Technique		**Description**	**Applicability**
Specific techniques to reduce mercury emissions			
f.	Carbon sorbent (e.g. activated carbon) injection in the flue-gas	See description in Section 10.8. Generally used in combination with an ESP/bag filter. The use of this technique may require additional treatment steps to further segregate the mercury-containing carbon fraction prior to further reuse	Generally applicable
g.	Use of halogenated additives in the fuel or injected in the furnace	Addition of halogens (e.g. brominated additives) into the furnace to oxidise elemental mercury into soluble or particulate species, thereby enhancing mercury removal in downstream abatement systems	Generally applicable in the case of a low halogen content in the fuel, within the constraints associated with the control of halogen emissions to air and within the constraints associated with the corrosion potential of equipment
h.	Fuel pretreatment	Fuel washing, blending and mixing in order to limit/reduce the mercury content or improve mercury capture by pollution control equipment	Applicability is subject to a previous survey for characterising the fuel and for estimating the potential effectiveness of the technique

Quelle: DRAFT BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT) CONCLUSIONS FOR LARGE COMBUSTION PLANTS (Entwurf für BVT-Schlussfolgerungen für Großfeuerungsanlagen), EIPPC Bureau, European Commission, Sevilla, 31. März 2015

EU-Vorschlag für mit BVT erreichbare Quecksilber-Emissionswerte

Kapazität [MWth]	BATAEL (*) = mit besten verfügbaren Techniken erreichbare Bandbreiten (1)			Überwachung (BAT 3) „mindestens mit der unten genannten Häufigkeit mit EN-Norm,…“		
	Kohle-art	Anlagen neu ab x/2016 (**)	Anlagen alt ab x/2020 (**)	Mittelwertbildung	Anzahl der Messungen	Norm
< 300 MW	Steink. Braunk.	< 1 - 5 µg/m³ < 1 - 7 µg/m³	< 1 - 9 µg/m³ < 2 - 10 µg/m³	Mittelwert aus allen Einzelmessungen	Mindestens 1x alle 3 Monate	EN 13211
≥ 300 MW	Steink. Braunk.	< 1 - 2 µg/m³ < 1 - 4 µg/m³	< 1 - 4 µg/m³ < 1 - 10 µg/m³	Jahresmittelwert aus konti. Messung	kontinuierlich	EN allg. + 14884

(1) Nicht gültig für Anlagen < 300 MWth, die im Spitzen- oder Notfall-Lastgang arbeiten
(*) BATAEL: Best available techniques associated emission level
(**) Bei Veröffentlichung des BVT-Merkblattes im Amtsblatt in 2016 (x = Veröffentlichungsmonat)

Quelle: DRAFT BEST AVAILABLE TECHNIQUES (BAT) CONCLUSIONS FOR LARGE COMBUSTION PLANTS (Entwurf für BVT-Schlussfolgerungen für Großfeuerungsanlagen), EIPPC Bureau, European Commission, Sevilla, 31. März 2015

- BATAEL müssen auf berichteten Daten basieren. Problem: Informationen zu fortschrittlichsten US-Kraftwerken liegen nicht vor!
- Der Maßstab für BVT wird daher nur auf Basis von Anlagen gesetzt, die (v.a. in Deutschland) durch Co-Benefit Quecksilber abscheiden

Bundesregierung zu mit BVT erreichbaren Hg-Emissionswerten

- Bei der aktuellen Überarbeitung des BVT-Merkblattes Großfeuerungsanlagen wird sich die Bundesregierung auf der Grundlage von belastbaren Daten dafür einsetzen, dass die aus den europäischen Referenzanlagen abgeleiteten Vorschläge des Entwurfs von Juni 2013 EU-weit verbindlich werden.
- Aus EU-Sicht wäre dies ein Meilenstein, da damit erstmals EU-weite Vorgaben zur Emissionsminderung wie auch zur Überwachung von Quecksilberemissionen festgelegt würden.

Quelle: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Annalena Baerbock, Peter Meiwald, Oliver Krischer, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN, Deutscher Bundestag, Drucksache 18/4311, 16.03.2015

- Kein Einsetzen der Bundesregierung für einen mit BVT verbundenen obersten Emissionswert von maximal 1 µg/m^3 (im Jahresmittel)

UN Minamata Convention – BAT/BEP Guidance Documents

- Leitfaden zu Kohlekraftwerken ist noch in der Diskussion
- Techniken zur Minderung grundsätzlich ähnlich wie im BVT-Merkblatt
- Diskussion über Benennung der mit BVT erreichbaren Emissionswerte
  => mehrere Länder fordern explizit die Nennung von BATAEL
  => andere Länder sind zurückhaltend
- Beispiele zur Grenzwertsetzung werden auf Website veröffentlicht
- UN-Leitfaden wird für Vertragsstaaten verbindliche Grundlage zur Genehmigung von Neuanlagen; bei Altanlagen besteht viel Spielraum bezüglich der Anwendbarkeit und Technikverfügbarkeit
- Öffentliche Kommentierung des Leitfadens ab ca. Juni 2015 möglich
- http://www.mercuryconvention.org

Fazit

- Quecksilber ist weltweites Problem: Gehalt zu hoch in Gewässern/Fisch
- DE: Critical Loads regional überschritten
- Kraftwerke = wesentlicher Verursacher
- DE-Pro-Kopf-Emission weit über EU-Durchschnitt
- Co-Benefit-Hg-Minderung in DE bereits wirksam: Jahresmittel Braun-/Steinkohle < 10 µg/m³/< 4 µg/m³
- Zusatzkosten spezif. Hg-Minderungstechnik gering
- Jahresmittelwerte < 1 µg/m³ voraussichtlich gut erreichbar => Minderung um ca. 80% möglich => Hg-Emission aus Kraftwerken von 5 t/a auf < 1 t/a (DE gesamt: -40%)
- EU-Vorgabe < 1 µg/m³ nicht zu erwarten; Vorreiterfunktion DE nötig.

VDI Wissensforum

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt:

- Dipl.-Ing. Christian Tebert, Email: tebert@oekopol.de
- Ökopol GmbH – Institut für Ökologie und Politik, Hamburg/Freiburg

In Kürze:

- Gutachten zur NRW-Quecksilberminderungsstrategie (ca. Juli 2015)
- BVT-Schlussfolgerungen (vorläufig), Ergebnis der BVT-Abschluss-diskussion der europäischen Arbeitsgruppe (ca. Ende Juni 2015)
- Best available techniques / best environmental practices (BAT/BEP) Guidance Documents der UN: (Entwurf zur Kommentierung im Juni 2015, Fertigstellung voraussichtlich in 2016)