

Quecksilberausstoß aus Kohlekraftwerken - Bestandsaufnahme und mögliche Konsequenzen

„Berlin Seminar on Energy and Climate Policy“ (BSEC), organisiert von der Stiftung Wissenschaft und Politik, Öko Institut, PIK, TU-Berlin, Ecologic Institute, Wuppertal Institut und DIW Berlin; Berlin, 24.03.2015.



Dipl.-Ing. Pao-Yu Oei, Arbeitsgruppe Nachhaltige Energiesicherheit

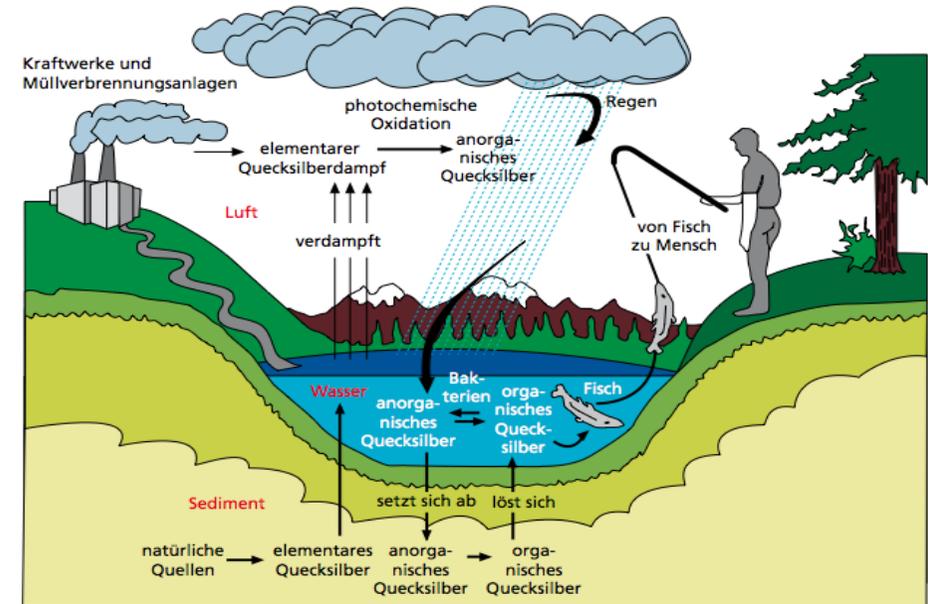
Lehrstuhl für Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik (WIP), Technische Universität Berlin

DIW Berlin, Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt

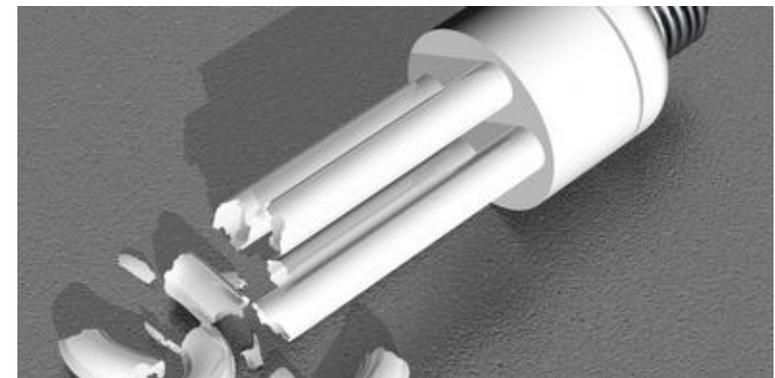


Einführung in die Quecksilberthematik (Hg)

- Kommt in gewissen Konzentrationen in Böden und Meeren vor
- Anthropogen insb. mobilisiert durch Verbrennung fossiler Brennstoffe wie Braun- und Steinkohle
- Gehört zu den Schwermetallen; reagiert daher nicht so schnell
- Schmelztemperatur von $-38,9^{\circ}\text{C}$ und Siedetemperatur von $356,6^{\circ}\text{C}$; daher in der Regel flüssig, aber flüchtig aufgrund des hohen Dampfdruckes
- Quecksilber sammelt sich in Organismen an und akkumuliert sich somit über die Zeit



Quelle: Beckers et al. (2012)



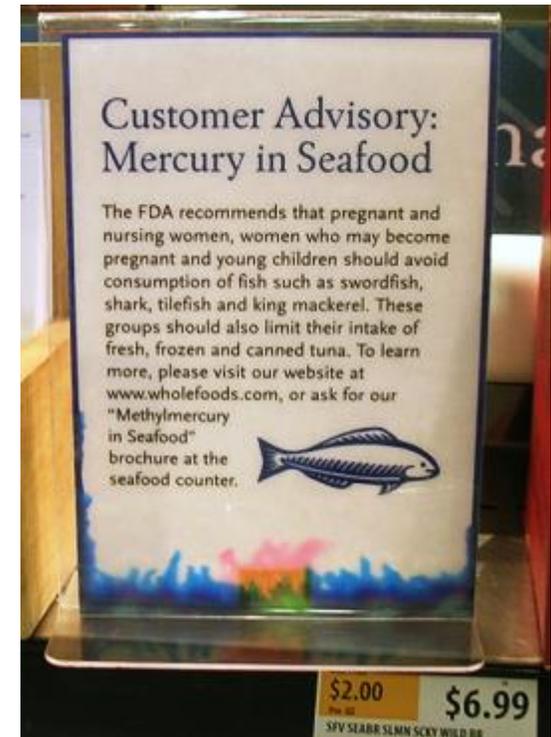
Quelle: UBA

Toxikologie von Quecksilber

- Kann je Expositionsdauer reversible oder irreversible toxische Auswirkungen haben (akute Vergiftung oder chronische Krankheitsbilder)
- Methylquecksilber (bspw. in Fischen) wird durch Magen-Darm-Resorption aufgenommen (kann über Plazenta weitergegeben werden)
- Kann auch die Blut-Gehirn-Schranke überwinden; Folgen können u.a. Zittern, Gedächtnisverlust und Schädigung des zentralen Nervensystems sein

In der japanischen Hafenstadt Minamata wurden in den 1950er Jahren 17.000 Menschen durch Quecksilber vergiftet. Der japanische Chemiekonzern Chisso hatte quecksilberhaltiges Wasser ins Meer geleitet. Ungefähr 3000 Menschen starben.

→ Minamata Übereinkommen im Jahr 2013



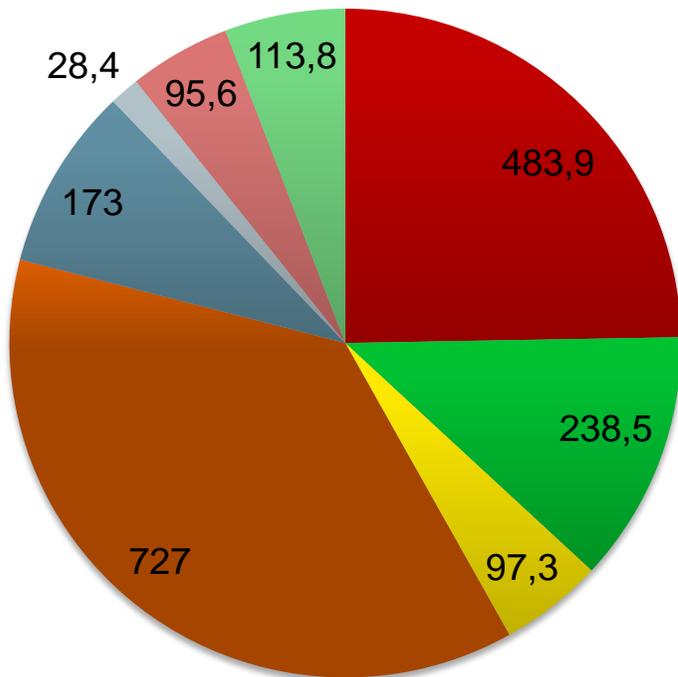
Quelle: Oceana.org

Warnung in einem amerikanischen Supermarkt vor quecksilberhaltigem Fisch

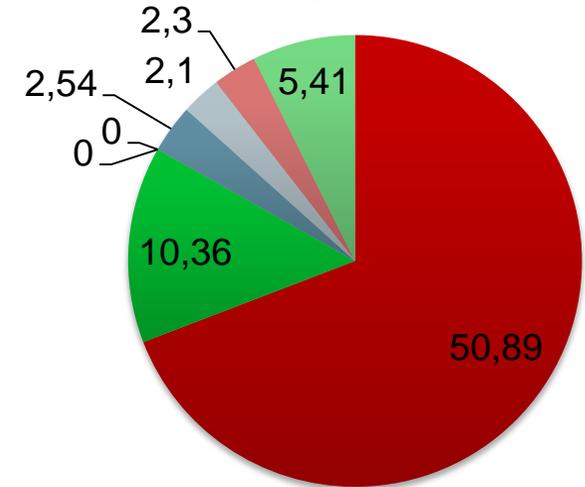
Anthropogene Quecksilber-Emissionen in die Luft

- Feuerungsanlagen (alle Brennstoffe)
- Nicht- Eisen-Metall-Produktion und Eisen- und Stalherstellung
- Goldproduktion
- Kleingewerblicher Goldbergbau (ASGM)
- Zementherstellung
- Chlor- Alkali- Industrie
- Abfallverbrennung und-ablagerung
- Sonstiges

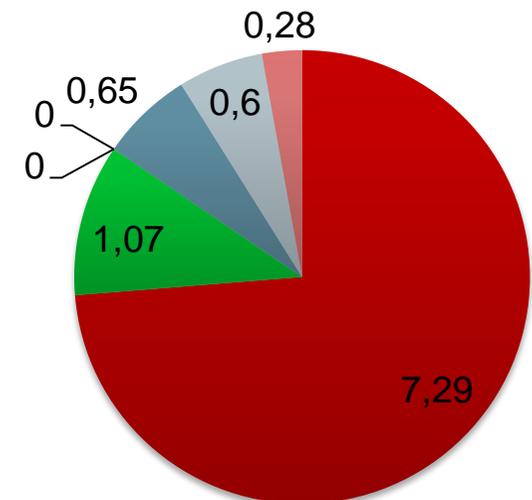
Weltweit (2010) in t



EU 27 (2010) in t



Deutschland (2010) in t



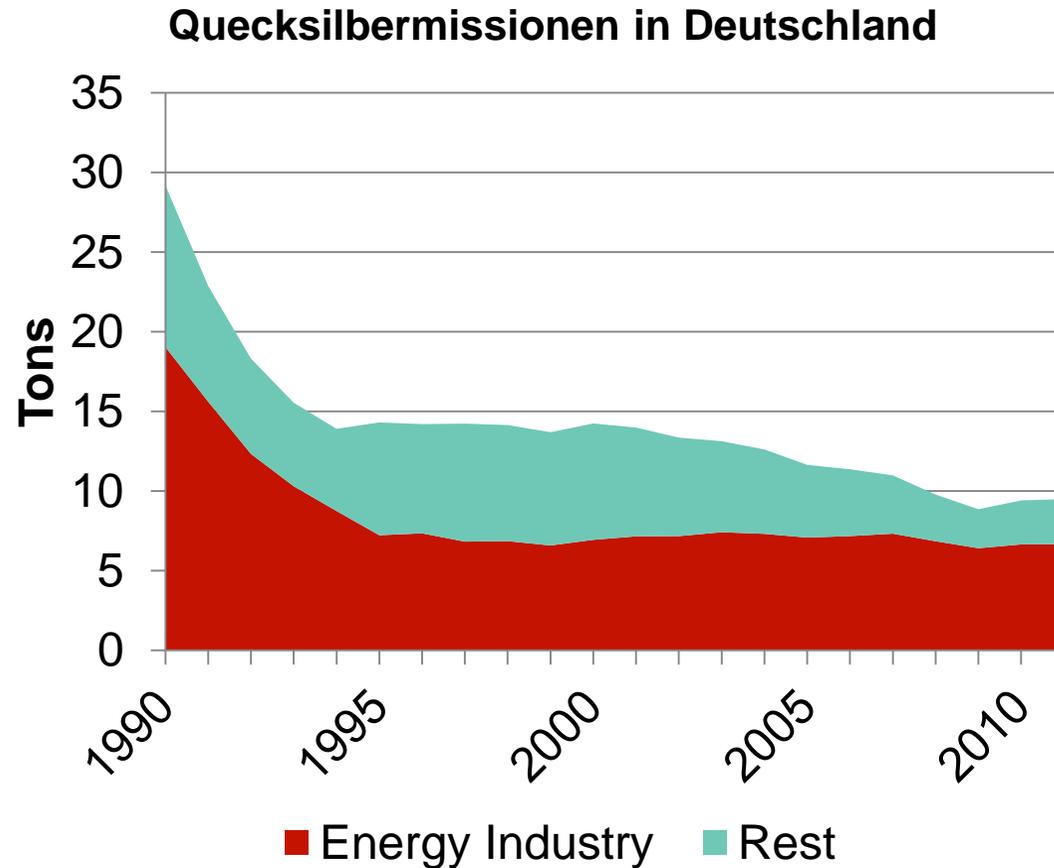
Quelle: Sperlich et al. (2014)

Emissionen in Deutschland von 2010 – 2012

Haupttätigkeit (Sektor)	Hg- Emissionsfracht in die Luft [kg]			Anteil		
	2010	2011	2012	2010	2011	2012
Energie	5.280	4.952	5.195	70%	70%	71%
Stahl/Eisen/Metalle	711	745	877	9%	11%	12%
Mineralische Industrie	668	788	779	9%	11%	11%
Chemische Industrie	578	496	441	8%	7%	6%
Abfallverbrennungsanlagen	237	40	35	3%	1%	0%
Papier- und Zellstoffherstellung	67	33	0	1%	0%	0%
Summe	7.541	7.055	7.327	100%	100%	100%

Quelle: Zeschmar-Lahl & Tebert (2014)

Ein Großteil der Emissionen entstammt Braunkohlekraftwerken



Kraftwerk	Emissionen (2012) [kg]
Jänschwalde	505
Niederaußem	497
Neurath	497
Lippendorf	482
Skopau	441
Weisweiler	299
Boxberg	235
Schwarze Pumpe	228
Frimmersdorf	119
Gesamt	3303

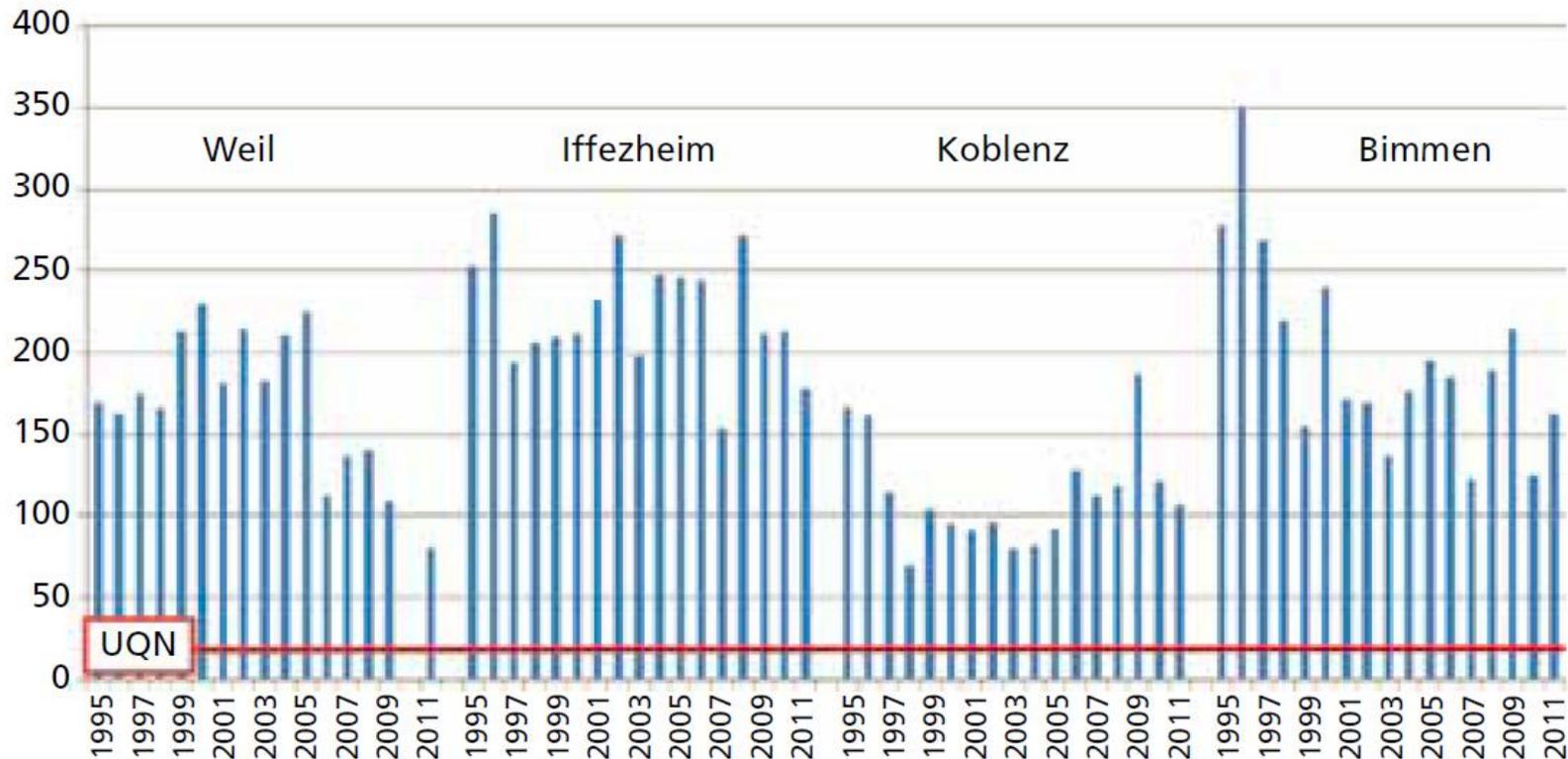
Quelle: Deutscher Bundestag (2015) & Zeschmar-Lahl (2014)

Umweltqualitätsnorm für Quecksilber ist stark überschritten

Umweltqualitätsnorm für Quecksilber in Fischen in Rhein, Elbe & Donau ist in Deutschland seit den 90er Jahren dauerhaft und flächendeckend um den Faktor 5-15 überschritten.

Hg in Muskulatur von Brassen aus dem Rhein 1995 bis 2011

ng/g FG



Quelle: Beckers (2012)

Einführung von Quecksilber-Grenzwerten in der EU

- IED-RL beinhaltet noch keine Quecksilber-Grenzwerte; allerdings hat die Europäische Kommission damit begonnen Emissionswerte zu sammeln
- Die neuesten Entwürfe der BREFS (BAT reference documents) beinhalten zudem erstmals auch Grenzwerte für Quecksilber
- Länder dürfen jederzeit nationale strengere Grenzwerte einführen

Table 10.8: BAT-associated emission levels for mercury emissions to air from the combustion of coal (anthracite and bituminous)

Combustion plant rated thermal input (MW _{th})	BAT-AEL (µg/Nm ³)		Averaging period	Monitoring frequency
	New plants	Existing plants		
<300	0.5 – 5	1 – 10	Average of samples obtained during one year	Periodic measurement: 4 times/yr
>300	0.2 – 2	0.2 – 6	Yearly average	Continuous measurement

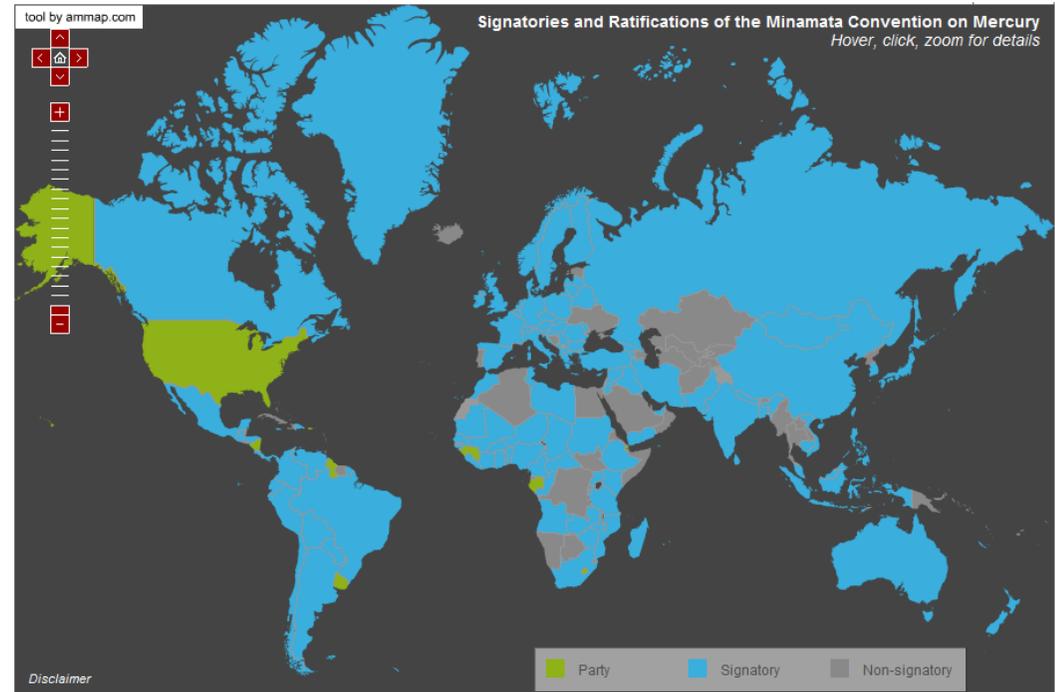
Table 10.9: BAT-associated emission levels for mercury emissions to air from the combustion of sub-bituminous coal and lignite

Combustion plant rated thermal input (MW _{th})	BAT-AEL (µg/Nm ³)		Averaging period	Monitoring frequency
	New plants	Existing plants		
<300	1 – 10	2 – 20	Average of samples obtained during one year	Periodic measurement: 4 times/yr
> 300	0.5 – 5	0.5 – 10	Yearly average	Continuous measurement

Quelle: EU BAT-Entwurf (Stand: 2014)

Anstehende Veränderungen für deutsche Kraftwerke

- **Minimata Übereinkommen erst von 10 Staaten ratifiziert, davon nur 1 Industriestaat (USA)**
 - **US-Grenzwerte: $\sim 4,1 \mu\text{g Hg/Nm}^3$ (BK) & $1,4 \mu\text{g Hg/Nm}^3$ (SK)**
 - **Deutschland 13. BImSchV: $30 \mu\text{g/Nm}^3$ im Tagesmittel und $10 \mu\text{g/Nm}^3$ Jahresmittel (Sonderregeln Bestandsanlagen).**
 - **Jahresmittelwerte in D: SK ~ 3 ; BK $\sim 15 \mu\text{g/Nm}^3$**
- In 2012 hätte nur 1 Deutsches Kohlekraftwerk den US-Grenzwert eingehalten**



Quelle: <http://www.mercuryconvention.org/>

- **Nachrüstkosten in Deutschland liegen unter den amerikanischen auf Grund des bereits höheren Standes der Kraftwerk und Vermeidungstechnik**
- **Möglichkeit von positiven Nebeneffekten bei Effizienzverbesserungen und weiteren Vermeidungstechnologien (bspw. NO_x , SO_2 ,...)**

Quelle: BZL (2014) & Sloss (2015)

Ausgewählte Quellen

- Beckers et al. (2012): Kohlekraftwerke im Fokus der Quecksilberstrategie.
- BZL (2014): Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken in Deutschland – Stand der Technik der Emissionsminderung. Barbara Zeschmar-Lahl.
- Deutscher Bundestag (2014): Quecksilberemissionen aus Kohlekraftwerken. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Drucksache 18/821.
- Deutscher Bundestag (2015): Position der Bundesregierung zu europäischen Vorgaben über die Emissionsfracht von Großfeuerungsanlagen. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN. Drucksache 18/4134.
- Europäische Kommission (2005): Gemeinschaftsstrategie für Quecksilber {SEC(2005) 101} /* KOM/2005/0020. An den Rat und das Europäische Parlament.
- Greenpeace (2015): Smoke & Mirrors. How Europe´s biggest polluters became their own regulators. Lauri Myllyvirta.
- Oei et al. (2014): Braunkohleausstieg - Gestaltungsoptionen im Rahmen der Energiewende. DIW Berlin - Politikberatung kompakt 84.
- Sloss (2015), IEA Clean Coal Centre: The emerging market for mercury control. London, United Kingdom.
- Sperlich et al. (2014): Quecksilber in Umwelt und Produkten, Umweltbundesamt.
- UBA (1980): Umwelt- und Gesundheitskriterien für Quecksilber.
- VdS (2005): Einsatz von Ersatzbrennstoffen in kohlebefeuernten Kraftwerken.
- Vosteen, Hartmann & Berry (2012): Chlor und Brom in Kohlen und ihre Bedeutung für die Quecksilberabscheidung aus Abgasen von Kohlekraftwerken. Berliner Planungs- und Immissionsschutzkonferenz.
- Zeschmar-Lahl & Tebert (2014): Vom Winde verweht. ReSource 2/2014.

Quecksilberausstoß aus Kohlekraftwerken - Bestandsaufnahme und mögliche Konsequenzen

„Berlin Seminar on Energy and Climate Policy“ (BSEC), organisiert von der Stiftung Wissenschaft und Politik, Öko Institut, PIK, TU-Berlin, Ecologic Institute, Wuppertal Institut und DIW Berlin; Berlin, 24.03.2015.



Dipl.-Ing. Pao-Yu Oei, Arbeitsgruppe Nachhaltige Energiesicherheit

Lehrstuhl für Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik (WIP), Technische Universität Berlin

DIW Berlin, Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt

