

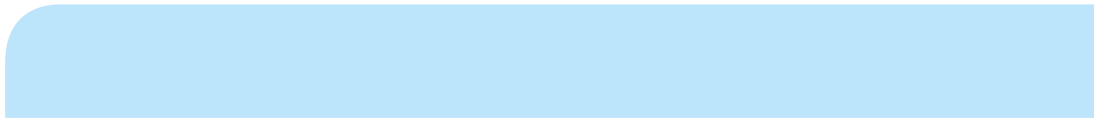
# Auswirkungen der Kohleverbrennung in Österreich



Gesundheit. Klima. Auswege.



Mai 2014



## **IMPRESSUM**

Autoren/Mitwirkende:  
**Johannes Wahlmüller**  
**Julia Huscher**  
**Lauri Myllyvirta**  
**Hanns Moshhammer**  
**Severin Ettl**

Illustration:  
**Luna Ghisetti**

Layout und Satz:  
**Liam Zimmermann**

Wien, Mai 2014





## **INHALTSVERZEICHNIS**

- 1 Zusammenfassung (5)
- 2 Einleitung (7)
- 3 Klimaproblem Kohleverstromung (8)
- 4 Gesundheitliche Auswirkungen von Kohle (10)
  - 4.1 Quecksilber (10)
    - 4.1.1 Gesundheit (11)
    - 4.1.2 Kontamination von Fisch mit Quecksilber (12)
    - 4.1.3 Quecksilber Emissionen in Österreich (13)
  - 4.2 Feinstaub (14)
    - 4.2.1 Gesundheit (15)
    - 4.2.2 Umwelt und Klima (17)
    - 4.2.3 Feinstaub-Emissionen in Österreich (17)
  - 4.3 Stickstoffoxide (17)
    - 4.3.1 Gesundheit (18)
    - 4.3.2 Effekte auf die Umwelt (18)
    - 4.3.3 Emissionen in Österreich (18)
  - 4.4 Modellergebnisse für Gesundheitsfolgen in Österreich (19)
- 5 Kohle und Österreich (23)
- 6 Wege aus der Kohleverstromung (26)
- 7 Literatur (31)

## **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

- Abbildung 1: Quecksilber in verschiedenen Fischorganen (14)
- Abbildung 2: Räumliche Verteilung von Quecksilberemissionen in Österreich  
Quelle: EMEP Emissionsdatenbank (15)
- Abbildung 3: Gesundheitsauswirkungen von Feinstaub (18)
- Abbildung 4: Modellierung der Ausbreitung von Gesundheitsschäden durch Luftschadstoffe österreichischer Kohleverbrennungsanlagen (22)
- Abbildung 5: Modellierung der Ausbreitung von PM<sub>2,5</sub> aus österreichischen Kohleverbrennungsanlagen (23)
- Abbildung 6: Modellierter Ausbreitung von Gesundheitsschäden durch Emissionen deutscher Kohlekraftwerke (24)
- Abbildung 7: Energieeinsatz in kalorischen Kraft- und Heizwerken in Österreich (25)
- Abbildung 8: Szenarien Stromerzeugung ohne Kohleausstieg (30)
- Abbildung 9: Ausbauziele Ökostromgesetz 2020 (31)
- Abbildung 10: Fernwärmeerzeugung bis 2050 (32)

## **TABELLENVERZEICHNIS**

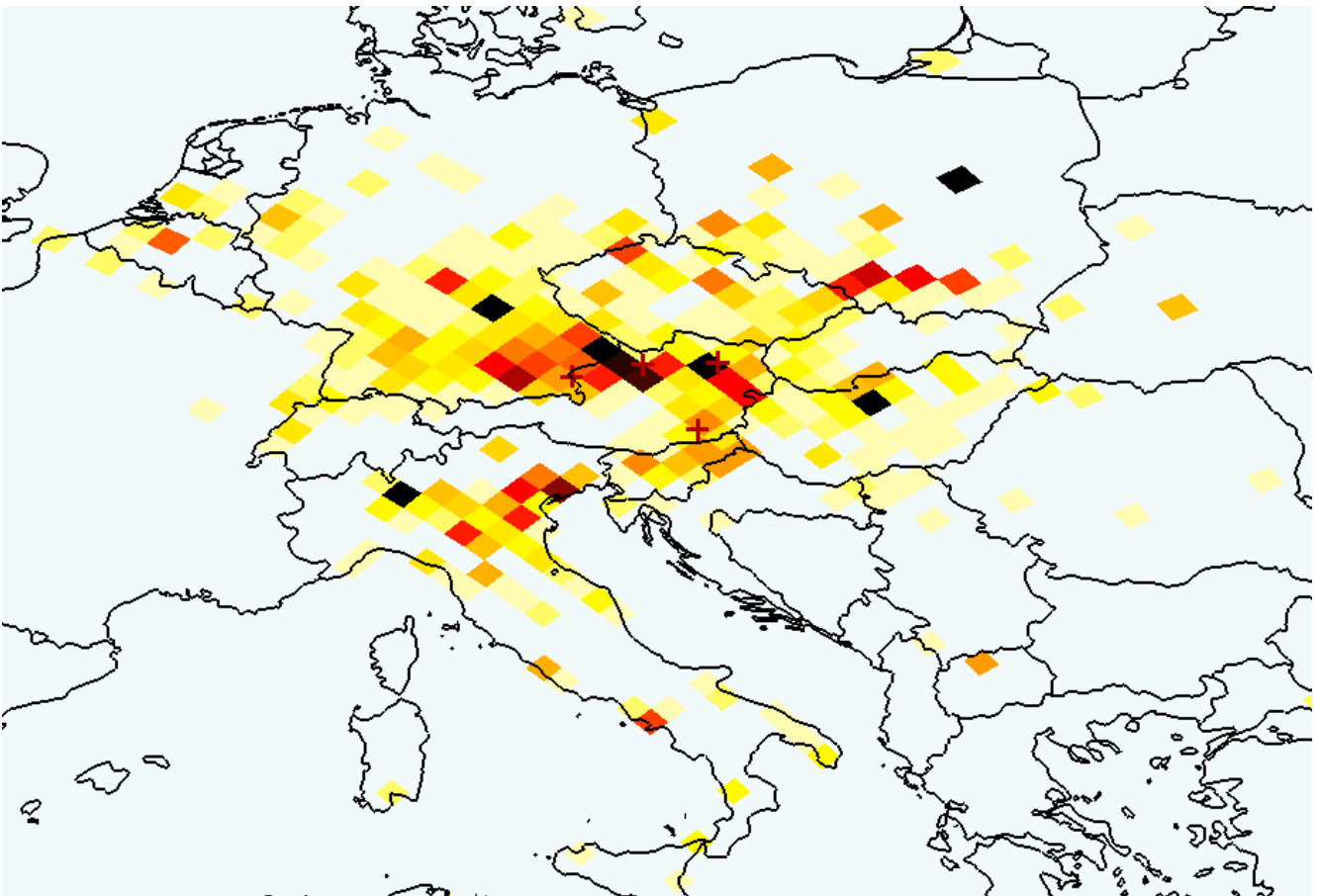
- Tabelle 1: Gesundheitliche Folgen der Kohleverbrennung in Österreich (22)
- Tabelle 2: Kohlekraftwerke in Österreich 2012 (27)
- Tabelle 3: Kohleabgabe in Österreich (33)

## 1 ZUSAMMENFASSUNG

### Die wichtigsten Aussagen der vorliegenden Studie:

- In der Studie wurde die Auswirkung der Luftschadstoffe Stickstoffdioxid, NO<sub>x</sub> und Feinstaub-Emissionen aus österreichischen Anlagen, die Kohle verbrennen, modelliert. Nach den Modellergebnissen sind diese Emissionen verantwortlich für 120 vorzeitige Todesfälle, 1.300 verlorene Lebensjahre, 3.900 zusätzliche Asthmaanfälle bei Kindern und 17.700 zusätzliche Asthmaanfälle bei Erwachsenen. Die Modellergebnisse zeigen, dass bei 110.000 Kindern und 130.000 Erwachsenen zudem Symptome der unteren Atemwege, wie Atemnot auftreten.
- Neben gesundheitlichen Folgen entstehen nach den Modellergebnissen gesellschaftliche Kosten wie verlorene Arbeitstage oder Kosten im Gesundheitssystem in Höhe von etwa 194 Mio. Euro.
- Die Auswirkungen verteilen sich räumlich auch auf die Nachbarstaaten, Österreich ist umgekehrt aber auch „Importeur“ von Luftschadstoffen aus den Nachbarstaaten. In Summe sind die Auswirkungen auf Österreich höher als hier dargestellt.
- Auf Grund mangelnder Datenlage in der Modellierung nicht enthalten sind Quecksilber-Emissionen aus Kohlekraftwerken. In Europa sind Kohlekraftwerke für 60 Prozent der menschlich bedingten Quecksilber-Emissionen verantwortlich.
- Quecksilber wird von der WHO als eine der zehn größten Bedrohungen für die menschliche Gesundheit eingestuft. Verringertes Gehirn- und Nervensystemwachstum bei Föten, chronische Vergiftungen sowie Verhaltens- und Entwicklungsstörungen von Kindern können die Folge sein.
- Quecksilber reichert sich in Fischen an und gelangt so in die Nahrungskette. Auch Fische aus österreichischen Gewässern waren laut einer Studie des Lebensministeriums belastet. Erhöhte Quecksilberwerte wurden auch bei österreichischen Müttern festgestellt, die verstärkt Fisch zu sich genommen hatten.
- In einer Studie wurde der wirtschaftliche Schaden durch Quecksilber-Emissionen in Europa auf 9,4 Milliarden Euro berechnet.
- In Österreich werden rund 1,3 Mio. Tonnen Steinkohle pro Jahr in der Kohleverstromung verfeuert, es entstehen dadurch etwa 3,6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr. Mit Ausstiegsplänen für zwei Kraftwerke könnte Österreich damit einen in etwa gleich großen Beitrag zum Klimaschutz leisten als über das Klimaschutzgesetz in den Bereichen Verkehr, Raumwärme, Industrie (außerhalb des Emissionshandels) und der Landwirtschaft bis 2020 eingespart werden soll.

- Im Jahr 2012 betrug die Kohlestromproduktion in Österreich 4.362 GWh, der Stromverbrauchszuwachs bis 2020 wird auf etwa 3.050 GWh geschätzt, mit dem im Ökostromgesetz vorgesehenen Zubau von 10.500 GWh kann also Kohlestrom ersetzt werden, ohne die Importbilanz zu verschlechtern. Allerdings ist eine Forcierung des Ausbaus erneuerbarer Energie und der Steigerung der Energieeffizienz wichtig, um die Bedingungen noch zu verbessern.



Karte: Eigene Darstellung, Modellierung der Ausbreitung von Gesundheitsschäden durch Luftschadstoffe österreichischer Kohleverbrennungsanlagen

## 2 EINLEITUNG

Totgesagte leben länger: Kohle ist wieder da in der Energiediskussion und war in Wahrheit nie wirklich weg. Komparative Wettbewerbsvorteile für Kohle im Elektrizitätssektor, ein gescheitertes EU-Emissionshandelssystem und Energiekonzerne, die gut bestückte Dividendenzahlungen an die Aktionäre höher bewerten als die Nachhaltigkeitspräambeln in ihren Geschäftsberichten: Wenn wir uns jetzt nicht für ein sauberes Energiesystem entscheiden, dann erlebt Kohle eine Renaissance und kann damit zum Sargnagel für jegliche Klimaschutzbemühungen werden.

Die vorliegende Studie zeigt in einer bis dato noch nicht vorhandenen Genauigkeit, welche Gesundheitsauswirkungen die Verbrennung von Kohle in Österreich hat und welche Regionen besonders betroffen sind. Dafür wurden moderne Modellsimulationen auf Basis von der WHO geprüften Methoden angestellt, die die gesundheitlichen Folgewirkungen der Verbrennung von Kohle aufzeigen und die räumliche Verteilung der Luftschadstoffe simulieren können. Österreich ist dabei mehrfach betroffen: Einerseits durch die Emissionen der verbliebenen Kohlekraftwerke im Inland, andererseits durch Luftschadstoffe, die aus Kohlekraftwerken in Nachbarländern, teilweise über hunderte Kilometer, verfrachtet werden. Kohle ist ein Thema, das die europäische Dimension des Umweltschutzes aufzeigt, gemeinsames Handeln erforderlich macht, und dennoch: Beginnen können wir hier und jetzt in Österreich.

Es gibt jedoch auch einen Hoffnungsschimmer: Der Ausstieg aus Kohle in Österreich ist zumindest im Elektrizitätssektor mit relativ einfachen Mitteln sogar kurzfristig möglich. In der Studie werden daher auch mögliche Implikationen, notwendige Voraussetzungen und Auswege speziell aus der Kohleverstromung diskutiert. Dabei wird sichtbar, dass selbst der Abbau von Steuervorteilen für die Verstromung von Kohle einen guten Teil zu einer umweltfreundlicheren Energieversorgung beitragen kann. Gepaart mit verbindlichen Ausstiegsplänen aus Kohle, einem raschen Ausbau erneuerbarer Energie und der Steigerung der Energieeffizienz kann der Ausstieg schon kurzfristig gelingen.

### 3 EIN STABILES KLIMA ERFORDERT DRINGENDES HANDELN

Der aktuelle Weltklimabericht macht erneut und in aller Deutlichkeit auf den massiven Eingriff aufmerksam, der durch die Menschheit in das Klimasystem unseres Planeten durchgeführt wird. Seit der industriellen Revolution ist die CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre um 40 Prozent gestiegen und hat mittlerweile ein Niveau erreicht, das es vermutlich seit 800.000 Jahren nicht mehr gegeben hat. Seit 1750 wurden etwa 365 Gigatonnen Kohlenstoff in die Atmosphäre entlassen, dazu kommen 180 Gigatonnen Kohlenstoff durch Landnutzungsänderungen wie Abholzung. Wird der Anstieg nicht gestoppt, droht ein Temperaturanstieg von bis zu 4,8 Grad Celsius – weit mehr als die Weltgemeinschaft als beherrschbar eingestuft hat. Der Weltklimarat errechnete auch ein CO<sub>2</sub>-Budget, das uns noch zur Verfügung steht, damit wir die globale Erwärmung auf weniger als 2 Grad Celsius Anstieg gegenüber dem vorindustriellen Niveau eingrenzen können. Es steht uns dafür insgesamt ein Kohlenstoffbudget von etwa 1.000 Gigatonnen Kohlenstoff zur Verfügung, davon sind aber bereits 531 Gigatonnen in die Atmosphäre emittiert.<sup>1</sup>

Die Begrenzung der globalen Erwärmung auf ein beherrschbares Maß ist möglich, erfordert aber massive Anstrengungen. Im Jahr 2010 wurde erneut ein Rekord aufgestellt, was die CO<sub>2</sub>-Emissionen betrifft und 49 Gigatonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent ausgestoßen.<sup>2</sup> Trotz erster Anstrengungen Klimaschutz voranzutreiben, war das Jahrzehnt zwischen dem Jahr 2000 und 2010 das Jahrzehnt mit den höchsten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der menschlichen Geschichte. Der Großteil der CO<sub>2</sub>-Emissionen entsteht dabei durch den Energiesektor (35 %), Abholzung und Landnutzungsänderungen (24 %), die Industrie (21 %), den Verkehr (14 %) und den Gebäudebereich (6,4 %).<sup>3</sup>

#### **Kohleverstromung als Kernproblem der Klimakrise**

Die Verbrennung von Kohle ist dabei einer der wichtigsten Treiber der globalen Erwärmung und für ca. 40 Prozent der weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich.<sup>4</sup> Kohle ist die „dreckigste“ Form Energie zu produzieren. Eine Kilowattstunde Elektrizität aus Kohlekraftwerken verursacht ca. 882 g/CO<sub>2</sub>, die Verbrennung von Gas etwa 440 g/CO<sub>2</sub>, erneuerbare Energieträger sind zumindest im Betrieb weitgehend CO<sub>2</sub>-neutral zu werten.<sup>5</sup> Die Biomasseverbrennung ist dabei aber nur dann als neutral zu werten, wenn das Holz im gleichen Zeitraum auch wieder nachwächst. Heute stellt sich die Frage der Kohleverstromung weltweit. In Europa stellt sich die Frage sogar neu. Zwar sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Energiesektors in Europa im Jahr 2012 um 2,3 Prozent gesunken, in einigen Ländern gibt es aber starke Trends mehr Kohle zu verfeuern. So wurden im Jahr 2012 in Großbritannien und Spanien Anstiege von 24 Prozent verzeichnet, in Frankreich um 20 Prozent und in Deutschland um 4 Prozent, während die Kohleverbrennung in Polen um 4 Prozent zurückging und in Tschechien um 8 Prozent.<sup>6</sup> Diese Zahlen zeigen, dass wir uns bei

---

1 Vgl. IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Base. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report

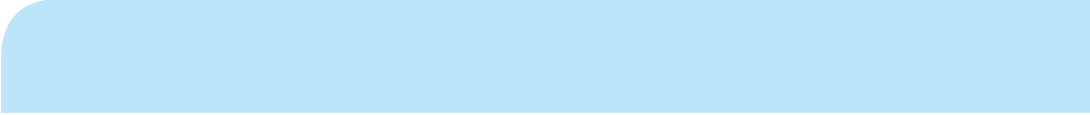
2 Eine Gigatonne Kohlenstoff entspricht 3,67 Gigatonnen CO<sub>2</sub> äqv.

3 Vgl. IPCC (2014) WGIII AR5

4 Vgl. Netherlands Environmental Assessment Agency (2013): Trends in global CO<sub>2</sub>-Emissions: 2013 Report

5 Vgl. E-Control (2013): Stromkennzeichnungsbericht 2013, S. 33





der Energieerzeugung nicht nur dem Ausbau der erneuerbaren Energiegewinnung widmen sollten, sondern den Blick auch darauf richten müssen, wie sich der restliche fossile Energiemix zusammensetzt, wenn wir nicht Gefahr laufen wollen, große Potenziale für CO<sub>2</sub>-Einsparungen zu verlieren.

### **Totalversagen des Emissionshandels macht Weg frei für neue Politikinstrumente**

Das Emissionshandelssystem, das eingeführt wurde um die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu begrenzen und mit Preisanreizen Investitionen in klimaschonende Technologien anzustoßen, hat bis heute keinerlei Wirkung gezeigt. Bei dem Eintritt in die dritte Handelsperiode Ende 2012 wurde ein Überhang von zwei Milliarden CO<sub>2</sub>-Zertifikaten vorausgesagt. Auf Grund der aktuellen Wirtschaftslage ist zu erwarten, dass sich dieser Überhang bis 2020 weiter schleppen wird. Das System bliebe dann für die nächsten 10 bis 15 Jahre weitgehend wirkungslos. Ein Grund dafür ist die Ausgabe von zu vielen Zertifikaten. Während das System Emissionen begrenzen sollte, indem jährlich weniger Zertifikate ausgegeben werden, zeigt ein Blick auf den Bericht der EU-Kommission (2012) „The State of the Carbon Market“, dass in den Jahren zwischen 2008 und 2011 die ausgegebene Menge an CO<sub>2</sub>-Zertifikaten von 2,07 Milliarden auf 2,3 Milliarden angestiegen ist.<sup>7</sup> Der Grund dafür sind Schlupflöcher wie Offsets, also Zertifikate aus Projekten in Drittstaaten, die auch dann verwendet werden können, wenn ohnehin überflüssige Zertifikate den Markt fluten. Derzeit sind zwar Reformen in Diskussion, aber es wird, wenn es überhaupt zu Reformen kommt, Jahre dauern bis die Fehlkonstruktion des Emissionshandels erste Wirkung zeigen könnte.

Die Weltklimaberichte zeigen eindrucksvoll, dass wir diese Zeit nicht haben. Die gute Nachricht ist, dass wir mehr Möglichkeiten haben aus dreckigen Energieformen wie Kohle auszusteigen und nicht auf bürokratische Fehlkonstruktionen vertrauen müssen. Diese Studie widmet sich daher dem Thema, welche Auswirkungen Kohleverstromung hat und wie Österreich Vorreiter werden und einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann. Dafür stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung: Die österreichischen Energiekonzerne können selbst entscheiden einen Schritt zu einem „grünere“ Unternehmen zu machen und einen Kohleausstiegsplan erstellen. Die Politik kann aber auch bestehende Vergünstigungen für Kohleverstromung abschaffen und damit ihrerseits sicherstellen, dass sich der Betrieb von Kohlekraftwerken nicht mehr rechnet (siehe Kap.6).

---

6 Vgl. Netherlands Environmental Assessment Agency (2013): Trends in global CO<sub>2</sub>-Emissions: 2013 Report.

7 Vgl. European Commission (2012): The State of the Carbon Market in 2012

## 4 GESUNDHEITLICHE AUSWIRKUNGEN VON KOHLE

Durch die Verstromung der Kohle und den Einsatz der Kohle in industriellen Prozessen zur Energiegewinnung werden nicht nur Treibhausgase wie Kohlendioxid, Methan und Lachgas emittiert, sondern auch für die menschliche Gesundheit schädliche Gase und Schadstoffe. Quecksilber, Feinstaub und Stickoxide sind Schadstoffe, an deren globalen Emissionen die Verbrennung von Kohle eine bedeutende Mitverantwortung trägt und die eine Gefahr für die Gesundheit darstellen.

In Österreich sind zwar nur wenige Kohlekraftwerke in Betrieb, aber auch sie verursachen relevante Schadstoffemissionen, weiters kommen Immissionen dazu, die auf die Emissionen von Kohlekraftwerken aus dem Ausland zurückzuführen sind, und die österreichische Bevölkerung aufgrund grenzüberschreitender Verbreitung der Schadstoffe betreffen. Feinstaub (mit einem maximalen Durchmesser von 2,5 µm) und Quecksilber als Emissionen in der Luft haben einen globalen Ausbreitungsradius von >1000km. Wohin und wie weit die Schadstoffe in der Atmosphäre verbreitet werden, ist von der Schornsteinhöhe und den meteorologischen Gegebenheiten abhängig<sup>8</sup>.

### Quecksilber

Quecksilber ist ein Metall, das zu etwa 50 µg/kg<sup>9</sup> in der Erdkruste vorkommt. Es wird über die Wasseroberfläche und geothermale Aktivitäten freigesetzt. Das emittierte anorganische Quecksilber wird im Boden und im Wasser zu für den Menschen gefährlicherem Methylquecksilber umgeformt. Besonders problematisch ist, dass sich Quecksilber, wie andere Schwermetalle auch, in Pflanzen, Lebewesen und Böden akkumuliert, da es von den Organismen nicht ausgeschieden werden kann. Dadurch kommt es auf lange Sicht durch Anreicherung des toxischen Methylquecksilbers in der Nahrungskette zu problematischen Mengen, während die emittierten Dosen kurzfristig nicht gefährlich erscheinen<sup>10</sup>.

Die anthropogen bedingten Quecksilberemissionen sind gegenüber den natürlich freigesetzten Mengen wesentlich geringer, allerdings stören die aktuellen zusätzlichen anthropogenen Quellen das Gleichgewicht empfindlich und tragen so zu einer Anreicherung des giftigen Metalls in der Biosphäre und somit auch in der Nahrungskette bei. Mit Beginn der Industrialisierung sind die Gewässer und die Luft aus verschiedenen Quellen zum Teil sehr stark mit Quecksilber belastet worden. Seit der Mitte des 20. Jahrhunderts zeigt sich wieder ein starker Anstieg, der zu großen Teilen auf die Verbrennung von Kohle zurückgeführt werden kann, welche die größte anthropogene Quelle darstellt und sich seit den 1970er Jahren weltweit verdreifacht hat. Seit etwa 1990 wird der größte Anteil in Asien emittiert.

Im Jahr 2010 wurden weltweit 1.960 Tonnen Quecksilber infolge menschlicher Aktivitäten in die Luft emittiert. Obwohl Kohle nur zu einem kleinen Anteil aus Quecksilber besteht, werden nach der Verbrennung große Mengen freigesetzt. Durch die Akkumulation im Sediment der Gewäs-

---

8 vgl. HEAL, 2013

9 vgl. Adriano, 2001

10 vgl. EEA, 2013

ser, den Lebewesen und im Boden sind eventuelle Reduktionen der Emissionen erst verspätet sichtbar. Ebenso führen erhöhte Quecksilber-Emissionen erst verzögert zu einer sichtbaren Anreicherung in der Natur.<sup>11</sup>

Die EEA identifiziert in ihrem 2013 erschienen Bericht „Air Quality in Europe“ die Verbrennung von Kohle und anderen fossilen Brennstoffen als Hauptverursacher anthropogener Emissionen von Quecksilber. In Europa entfallen ca. 60 Prozent der Emissionen auf den Energiesektor und etwa 23 Prozent auf industrielle Prozesse<sup>12</sup>. Neben der Verstromung fossiler Brennstoffe tragen zudem die Metall- sowie die Zementproduktion, die Mülllagerung und -verbrennung, sowie die Goldproduktion zu den Emissionen von Quecksilber bei.<sup>13</sup> Kritisch zu bewerten ist, dass in den Vorschlägen zur neuen NEC Richtlinie, einer Richtlinie die die Verringerung von wichtigen Luftschadstoffen zum Ziel hat und aktuell überarbeitet wird, Quecksilber nicht berücksichtigt ist. Einzig auf der Ebene der UN gibt es seit 2013 ein Abkommen, das menschengemachte Emissionen von Quecksilber verringern will. In der sogenannten Minamata-Konvention sind auch technische Maßnahmen an Kohlekraftwerken vorgesehen.<sup>14</sup>

### **Gesundheit**

Nicht ohne Grund reiht die WHO Quecksilber unter die zehn größten Bedrohungen für die menschliche Gesundheit ein. Quecksilber wirkt toxisch auf das Nervensystem, führt dadurch zu Sprach-, Seh- und Hörstörungen, und beeinträchtigt den Verdauungstrakt, die Lunge, Nieren, Haut und auch die Augen. Besonders gefährlich ist das neurotoxische Methylquecksilber gerade deshalb, weil es die Blut-Hirn- sowie die Plazentaschranke überwinden kann. Wie oben erwähnt akkumuliert sich Methylquecksilber in Fischen und anderen Meeresfrüchten und wird so über die Nahrung aufgenommen. Betroffen können auch Ungeborene im Mutterleib sein, wenn die werdenden Mütter mit Quecksilber angereicherten Fisch zu sich nehmen. Verringertes Gehirn- und Nervensystemwachstum des Fötus ist die mögliche Folge<sup>15</sup>.

Bei einer einmaligen Dosis von 150-300 mg Quecksilber ist von einer akuten Vergiftung auszugehen, die unmittelbar zum Tod führt. Häufiger ist jedoch die chronische Vergiftung, die sich durch „Müdigkeit, Kopf- und Gliederschmerzen, Verfall und Schwäche der Gedächtnisleitungen sowie Störungen des zentralen Nervensystems“ bemerkbar macht und ebenfalls zum Tod führen kann. Verhaltens- und Entwicklungsstörungen bei Kindern können auch Folge von Quecksilberaufnahmen in frühen Lebensjahren sein<sup>16</sup>.

Eine Abschätzung der wirtschaftlichen Folgen haben Bellanger und Kollegen durchgeführt<sup>17</sup>. Dabei wurden erhöhte Quecksilber-Werte in den Haaren von Müttern und dadurch bedingte Verluste von IQ-Punkten wirtschaftlich bewertet. Bellanger errechnete so, dass der wirtschaftliche Schaden der Quecksilberbelastung in Europa eine Größenordnung von etwa 9,4 Mrd. Euro hat.

---

11 vgl. UNEP, 2013

12 vgl. Slootweg, Posch, Hettelingh, 2010: 77

13 vgl. EEA, 2013

14UN Minamata Convention on Mercury. <http://www.mercuryconvention.org/Convention/tabid/3426/Default.aspx>

15 WHO: [http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/mercury/en/index.html](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury/en/index.html) (5.3.2014)

16 vgl. UBA: [http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/schadstoff/schadstoffe\\_events/ummuki\\_symposium/](http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/schadstoff/schadstoffe_events/ummuki_symposium/) (27.2.2014); Parzefall, 2001

17 Bellanger et al., 2013w

## Kontamination von Fisch mit Quecksilber

Quecksilber wird von der EU explizit als „prioritär eingestufte Schadstoff“<sup>18</sup> hervorgehoben. Trotzdem gelangen jährlich rund 1.000 Tonnen Quecksilber direkt ins Wasser, wo es sich in Boden und Fischen anreichert und letztendlich konzentriert in Speisefisch vom Menschen aufgenommen wird. Die Quecksilber-Konzentration in den Ozeanen und in marinen Tieren ist aufgrund anthropogener Emissionen extrem angestiegen. In den obersten 100 Metern der Ozeane hat sich die Menge des Quecksilbers in den letzten 100 Jahren verdoppelt<sup>19</sup>.

Nicht nur Fische internationaler Gewässer sind betroffen, sondern auch heimische Arten. Die EU hat in der Richtlinie 2008/105/EG „über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik“ vom 24.12.2008 eine Umweltqualitätsnorm mit 20 µg Quecksilber pro kg Frischgewicht definiert<sup>20</sup>. Bei einer Studie des Lebensministeriums über Belastungen in heimischen Gewässern musste festgestellt werden, dass alle Proben bis auf eine Ausnahme die Umweltqualitätsnorm überschritten. Bedenklich ist, dass die höchste Konzentration von Quecksilber im Muskelfleisch der Fische gemessen wurden. Die gemessenen Maximalwerte reichen bis zu 120 µg/kg Frischgewicht<sup>21</sup>.

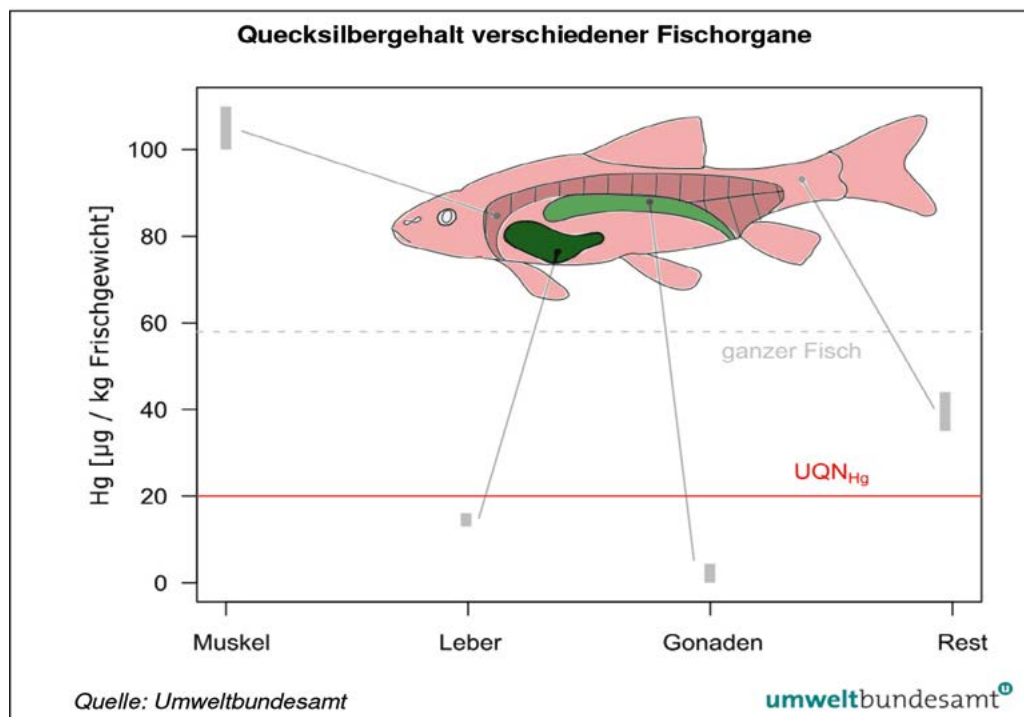


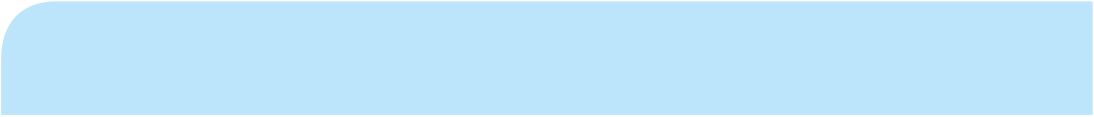
Abbildung 1: Quecksilber in verschiedenen Fischorganen. (Uhl et al., 2010: 54)

18 RL 2008/105/EG: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:348:0084:0097:de:PDF>

19 vgl. UNEP, 2013

20 RL 2008/105/EG: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:348:0084:0097:de:PDF>

21 Deutsch und Krämer, 2012; Uhl et al., 2010



Die vom JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) im Jahr 2003 herabgesetzte „duldbare“ wöchentliche Aufnahme von Methylquecksilber wurde auf 1,6 µg/kg Körpergewicht festgelegt<sup>22</sup>. Bei häufigem Verzehr von Speisefisch kann diese maximal zulässige wöchentliche Dosis der FAO und WHO durchaus überschritten werden.

Eine Studie hat gezeigt, dass in Blutproben von Müttern und Neugeborenen in Wien deutlich höhere (Methyl-)Quecksilberkonzentrationen zu finden sind als in Blutproben von Müttern und Neugeborenen in Bratislava<sup>23</sup>. Der häufigere Verzehr von Meeresfischen österreichischer Mütter wird als mögliche Ursache für die erhöhten Werte gesehen. Kein Zusammenhang konnte zwischen Rauchverhalten, Amalgamfüllungen und den gemessenen Quecksilberwerten festgestellt werden, was auf die Quecksilberanreicherungen in verzehrtem Fisch als Ursache hindeutet.

### **Quecksilber Emissionen in Österreich**

Im Jahr 2011 emittierten der Stromerzeugungs- und Fernwärmesektor 204 kg Quecksilber und somit einen Anteil von 20 Prozent der gesamten Quecksilber-Emissionen Österreichs, die etwas mehr als 1 Tonne betragen. Der Einsatz von Energie im Allgemeinen (darunter fällt auch Verkehr, ein Teil der Industrie, etc.) hat einen Anteil von 66 Prozent der Emissionen in Österreich. In den Sektoren Industrie und Transport ist dabei besonders die Verbrennung von fossilen Brennstoffen ausschlaggebend für die hohen Emissionen.<sup>24</sup>

---

22 Antwort des Deutschen Bundestages auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dorothea Steiner, Oliver Krischer, Hans-Josef Fell, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 17/8650 – Quecksilberbelastung für Mensch und Umwelt. Deutscher Bundesregierung, 2012. <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/087/1708776.pdf>

23 UMUKU: [http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/schadstoff/schadstoffe\\_events/ummuki\\_symposium/](http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/schadstoff/schadstoffe_events/ummuki_symposium/)

24 vgl. UBA, 2013b

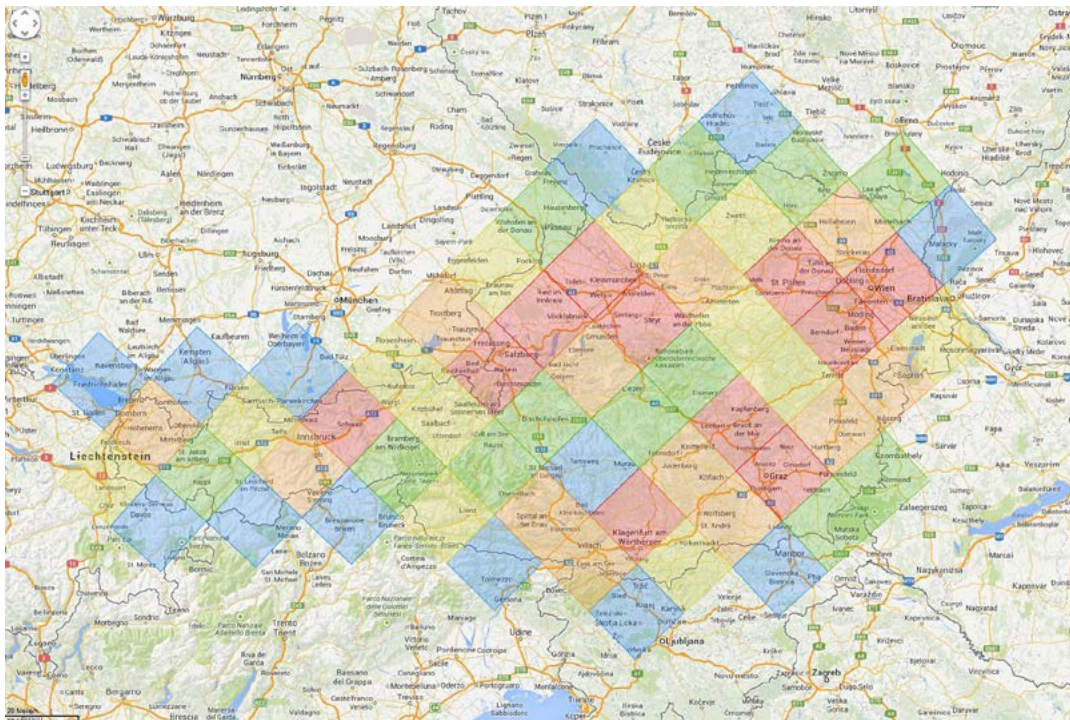


Abbildung 2: Quelle: EMEP Emissionsdatenbank (<http://www.ceip.at>) - 5. Februar 2014

Die Abbildung 2 veranschaulicht die Quecksilber-Emissionen für Österreich. Die Daten und die grafische Darstellung entstammen dem Centre on Emission Inventories and Projections (CEIP), das Teil des European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP)<sup>25</sup> ist, einem grenzüberschreitenden Programm zur (räumlichen) Erfassung von Schadstoff-Emissionen. Die roten Bereiche markieren in diesem Fall die Regionen mit den höchsten Werten. Die Bandbreite reicht von jährlichen Emissionen zwischen rund 16 kg<sup>26</sup> (Nähe Klagenfurt) und rund 272 kg (Nähe Wels/Linz) Quecksilber. Dies deckt sich geographisch mit den Standorten der österreichischen Kohlekraftwerke und der schweren Industrie.

Filtertechnologien, die primär der Reduktion von NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> und Staub dienen, reduzieren zwar auch die Quecksilber-Emissionen, aber nicht alle Anteile des Quecksilbers können so herausgefiltert werden. Über den Effizienzgrad bezüglich der Zurückhaltung von Quecksilber in österreichischen Großfeuerungsanlagen und Kohlekraftwerken ist leider wenig bekannt.

### Feinstaub

Staub (Particulate Matter – PM) besteht aus einer Vielzahl verschiedener zumeist fester, aber auch flüssiger Teilchen. Die Partikel werden entweder direkt emittiert oder entstehen sekundär aus Luftschadstoffen wie Schwefeldioxid, Stickstoffoxiden, Ammonium und flüchtigen toxischen Komponenten. Feinstaub – Partikel sehr kleiner Korngrößen – wird in der Luftreinhaltung in zwei Kategorien definiert:

- PM10: Die Masse aller Teilchen mit einem Durchmesser kleiner als 10 µm

<sup>25</sup> [http://www.ceip.at/ms/ceip\\_home1/ceip\\_home1/webdab\\_emepdatabase/](http://www.ceip.at/ms/ceip_home1/ceip_home1/webdab_emepdatabase/) (5.2.2014)

<sup>26</sup> Jeweils bezogen auf die Auflösung in der Karte von 50 x 50 km

- PM<sub>2.5</sub>: Die Masse aller Teilchen mit einem Durchmesser kleiner als 2,5 µm

Partikel mit kleineren Durchmessern (zwischen 0,1 µm und 2,5 µm) sind sehr beständig und können Tage oder Wochen lang in der Atmosphäre bleiben und grenzüberschreitend Strecken zurücklegen. Sie machen in der Regel den größten Anteil der Feinstaubmasse aus. Noch kleinere Teilchen (sogenannte ultrafeine Stäube mit einem Durchmesser unter 0,1 µm oder 100 nm) sind weniger beständig, weil sie wegen ihrer im Vergleich zur Masse sehr hohen Oberfläche sehr reaktiv sind und sich rasch zu größeren Konglomeraten zusammenballen. Gerade diese ultrafeinen Teilchen finden sich daher besonders in der Nähe von Feinstaubquellen und sind wegen ihrer Reaktivität auch besonders gesundheitsgefährlich. Eine Messung in Routine-Messnetzen ist aber gerade wegen ihrer Reaktivität und der großen räumlichen und zeitlichen Variabilität ihrer Konzentration nicht einfach möglich.

Feinstaub entsteht primär durch die Verbrennung von festen Brennstoffen wie Kohle und Biomasse zur Energiegewinnung, industrielle Aktivitäten (Zement, Bau, Bergbau), aber auch in Verbrennungsmotoren (Diesel wie Benzin). Nicht zu vernachlässigen sind die Erosion von Staub auf der Straße und der Abrieb von Autoreifen sowie Bremsbelägen sowie natürliche Quellen. Dieser mechanisch generierte Staub besteht allerdings zumeist aus größeren Teilchen (mehr als 2,5 µm), die eine weniger starke Auswirkung auf die Gesundheit ausüben als PM<sub>2.5</sub>.<sup>27</sup> Feinstaub, vor allem als PM<sub>2.5</sub>, kann auch sekundär gebildet werden. Er geht in diesem Fall aus anderen, primären Luftschadstoffen wie Schwefeldioxid und Stickoxiden hervor.

### Gesundheit

PM<sub>10</sub> und PM<sub>2.5</sub> bestehen aus Partikeln, die klein genug sind um inhaliert zu werden. Extrem feine Partikel, in der Größenordnung von 0,1 µm oder kleiner, können sogar über die Riechnerven direkt in das Gehirn gelangen und je kleiner die Partikel, desto weiter können sie in die Lunge eindringen. Die ultrafeinen Teilchen überwinden in den Lungenbläschen die Luft-Blut-Schranke. Dabei sind chemische, wie physische Interaktionen der Partikel mit dem Lungengewebe gleichsam relevant<sup>28</sup>. Die Auswirkungen auf die Gesundheit sind gut dokumentiert und beinhalten:

- Erkrankungen der Atemwege und des Herz-Kreislaufsystems, wie beispielsweise Verschlimmerung von Asthma und Atembeschwerden
- Todesfälle in Folge von Herz-Kreislauf sowie Atemwegserkrankungen und Lungenkrebs.

Unten stehende Abbildung zeigt, welchen schwerwiegenden Einfluss Feinstaub auf den menschlichen Körper haben kann. PM<sub>2.5</sub> hat pro Masseinheit tendenziell schwerwiegendere Auswirkungen auf die Gesundheit als PM<sub>10</sub>. Eine langfristige Belastung mit PM<sub>2.5</sub> steigert das Risiko von Todesfällen infolge von Herz-Atem-Kreislauf Beschwerden um 6–13% pro 10 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2.5</sub>.<sup>29</sup> In Gesundheitsfragen ist die Belastung im Jahresmittel relevanter als kurzfristige Spitzenwerte.

---

27 (UBA; WHO, 2013)

28 vgl. EEA, 2013

29 WHO, 2013: 6f.

## Wie das Einatmen von Feinstaub die Gesundheit gefährdet

### Lungen

- Entzündung
- Oxidativer Stress
- Schnellerer Verlauf und Verschlimmerung von COPD
- Verstärkte Atemwegssymptome
- Beeinträchtigung der Lungenreflexe
- Verminderte Lungenfunktion

### Blut

- Veränderte Fließeigenschaften
- Verstärkte Gerinnung
- Translokation von Partikeln ins Blut
- Periphere Thrombosen
- Verminderte Sauerstoffsättigung

### Gehirn

- Verstärkung zerebrovaskulärer Ischämien (Mangeldurchblutung)

### Herz

- Veränderte autonome Herzfunktion
- Oxidativer Stress
- Erhöhte Anfälligkeit für Herzrhythmusstörungen
- Veränderte Repolarisierung
- Häufigere myokardiale Ischämien

### Gefäße

- Atherosklerose, schnellerer Verlauf
- Destabilisierung der Blutkörperchen
- Endotheliale Dysfunktion
- Gefäßverengung und Bluthochdruck

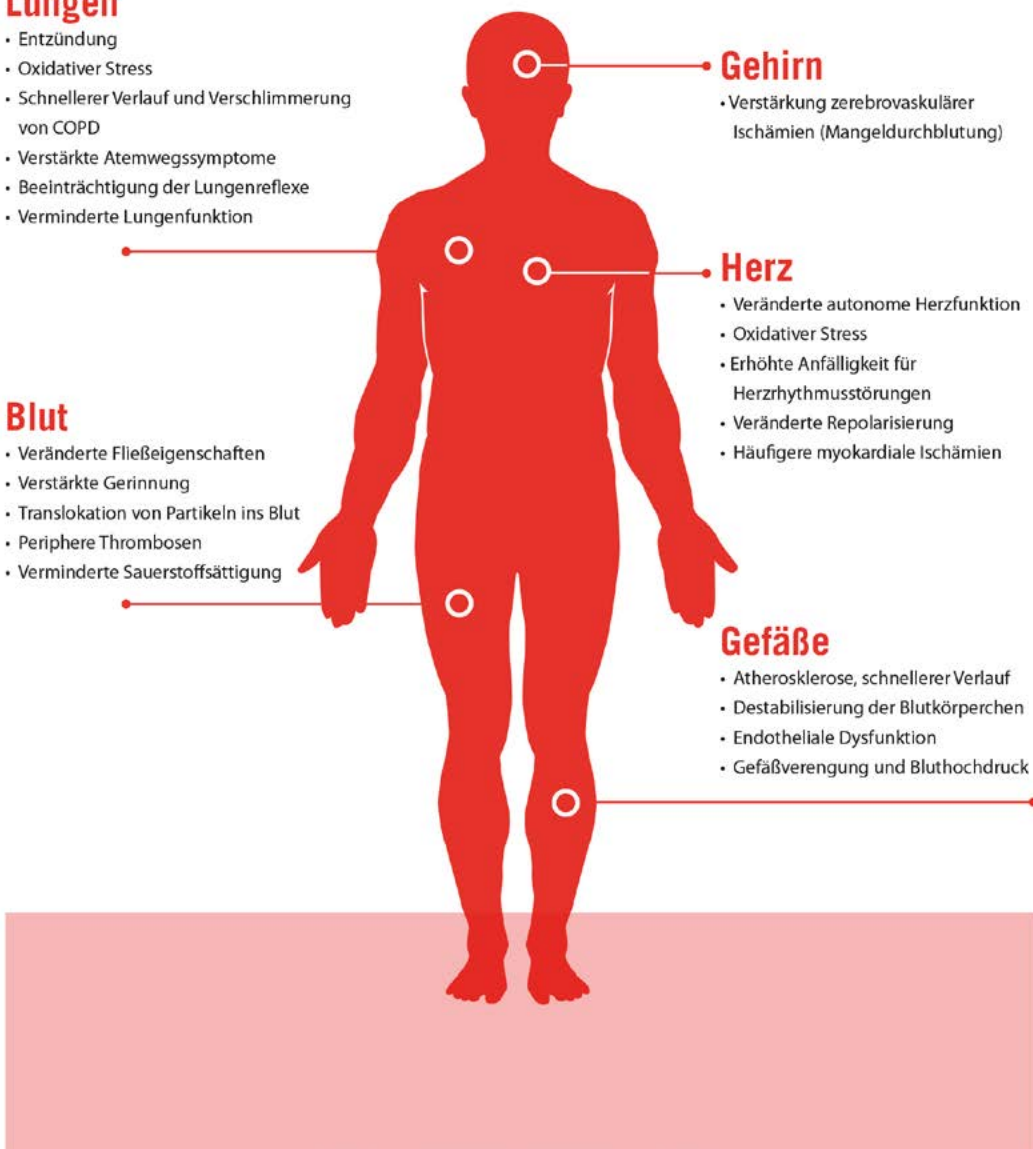


Abbildung 3: Gesundheitsauswirkungen von Feinstaub. Quelle: HEAL (2012), basierend auf APHEKOM Projekt (2012)



In West-, Zentral- und Osteuropa starben laut einer Studie<sup>30</sup> pro Jahr 430.000 Menschen vorzeitig aufgrund der Belastung durch PM<sub>2,5</sub> in der Umgebungsluft. Weltweit wird von 3,1 Millionen vorzeitigen Toden ausgegangen<sup>31</sup>. Es ist jedoch noch unzureichend erforscht, welche molekularen Anteile des Staubs bestimmte Auswirkungen nach sich ziehen, doch sicher ist, dass der Rußanteil in PM<sub>2,5</sub> als Folge von unvollständiger Verbrennung nachteilige Auswirkungen nicht nur auf die Gesundheit, sondern auch auf das Klima hat<sup>32</sup>.

### Umwelt und Klima

Die Effekte von Staubpartikeln auf das Klima variieren abhängig von der Partikelgröße und der Zusammensetzung. So ist es möglich, dass es zu einer netto Abkühlung kommt, während andere Partikel zu einer Erwärmung führen. Staub beeinflusst zudem die Häufigkeit und Muster von Regenereignissen, sowie den Albedoeffekt durch Ablagerung (Verdunklung der Oberfläche induziert geringere Reflexion der Strahlen) von Partikeln. Prinzipiell hat Staub die selben Auswirkungen auf Tiere, wie auf Menschen. Die Partikel beeinflussen zudem das Pflanzenwachstum und Prozesse von Ökosystemen<sup>33</sup>.

### Feinstaub-Emissionen in Österreich

PM<sub>2,5</sub> Emissionen in Österreich sind hauptsächlich auf die Verbrennungsprozesse durch die Verwendung von Energie zurückzuführen. Sie bilden einen Anteil von 83 Prozent der gesamten PM<sub>2,5</sub> Emissionen im Jahr 2011. Es wurden knapp 19.000 Tonnen Feinstaub berechnet. Die größten Emittenten sind der Hausbrand, der Straßenverkehr, industrielle Prozesse und die Energiegewinnung. Bei letzteren ist der Einsatz von Kohle als Brennstoff ausschlaggebend für die Feinstaub-Emissionen. Grund für diesen hohen Anteil des Energiesektors hat unter anderem auch die Rauchgasreinigungstechnologie der Kraftwerke, deren Filter vorwiegend gröbere Partikel zurückhalten, aber feines Material weiterhin durchlassen<sup>34</sup>.

Die WHO empfiehlt eine PM<sub>2,5</sub> Konzentration in der Luft von maximal 10 µg/m<sup>3</sup>. Gesetzlich festgelegt ist ein Grenzwert von 25 µg/m<sup>3</sup>, der ab 2015 nicht überschritten werden darf. Das Aphekom Project (2011) hat gezeigt, dass eine Angleichung der Grenzwerte an den von der WHO empfohlenen Grenzwert von 10 µg/m<sup>3</sup> „in 25 großen europäischen Städten die Lebenserwartung (aller Bewohner im Alter über 30 Jahren) um 22 Monate verlängern würde. Dies bedeutete Kosteneinsparungen von insgesamt 31,5 Milliarden Euro pro Jahr“<sup>35</sup>.

### Stickstoffoxide

Stickstoffoxide (NO<sub>x</sub>) sind Moleküle, die aus einer Bindung von einem Stickstoffatom mit einem Sauerstoffatom (NO) oder zwei Sauerstoffatomen (NO<sub>2</sub>) bestehen. Untergeordnet kommt auch noch Lachgas (N<sub>2</sub>O) vor. Stickstoffoxide werden häufig als Stickstoffmonoxid als unerwünschtes Nebenprodukt bei der Verbrennung (fossiler) Brennstoffe bei hoher Temperatur freigesetzt.

30 vgl. Lim et al., 2012

31 vgl. EEA, 2013

32 vgl. WHO, 2013

33 vgl. EEA, 2013

34 UBA, 2013b: 104

35 Aphekom: [http://ec.europa.eu/eahc/documents/projects/Aphekom\\_meeting/Aphekom\\_Press\\_release\\_Vienna.pdf](http://ec.europa.eu/eahc/documents/projects/Aphekom_meeting/Aphekom_Press_release_Vienna.pdf) (4.3.2014)

In der Luft wird es durch Ozon zu NO<sub>2</sub> umgewandelt. Stickstoffdioxid ist ein starkes Reizgas, eine bedeutende Vorläufersubstanz sekundärer Aerosole und beeinflusst den terrestrischen Stickstoffzyklus. Der im städtischen Umfeld bedeutsamste Emittent ist der motorisierte Verkehr (wobei durch die neuere Motorentechnologie zunehmend primär Stickstoffdioxid emittiert wird), jedoch der Industrie- und energieerzeugende Sektor, insbesondere die Verstromung von Kohle, tragen ebenso zu den NO<sub>x</sub> Emissionen bei.<sup>36</sup>

### **Gesundheit**

In nordamerikanischen und europäischen Städten ist ein direkter Zusammenhang zwischen der NO<sub>2</sub>-Konzentration in der Luft und dem Lungenfunktionswachstum von Kindern feststellbar. Zudem führt ein Anstieg von NO<sub>2</sub> Konzentration zu vermehrten Symptomen bei asthmatischen Kindern und verstärkt die Beschwerden bei Personen mit (chronischer) Bronchitis.<sup>37</sup>

Studien haben gezeigt, dass ab Konzentrationen über 300 µg/m<sup>3</sup> bereits kurzfristig signifikante messbare Effekte (Atemwegswiderstand, systemische Entzündungszeichen) auftreten. Deshalb wurde der Kurzzeitgrenzwert (Stundenmittel in der EU, Halbstundenmittel in Österreich) mit 200 µg/m<sup>3</sup> festgesetzt. Dies wurde kritisiert, weil die Einhaltung dieses Grenzwertes in der Mittelungszeit an der jeweiligen Messstelle nicht sicherstellt, dass zu jeder Zeit und an jedem Ort die Wirkschwelle (von etwa 300 µg/m<sup>3</sup>) sicher eingehalten wird. Epidemiologische Studien zeigen zudem vor allem bei längerer Einwirkung auch Gesundheitsschäden bei weitaus niedrigeren Konzentrationen. Jedoch ist nicht klar, ob die beobachteten Auswirkungen – auf die Leber, Milz und das Blut, sowie Reizungen der Augen, der Nase und des Rachenraums und erwähnte Atemprobleme – direkt auf NO<sub>2</sub> zurückzuführen sind, da NO<sub>2</sub> auch als Indikator von Schadstoffen, die bei Verbrennung entstehen, gilt.

### **Effekte auf die Umwelt**

Stickstoffdioxid hat nicht nur Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, sondern auch auf das Gleichgewicht von Ökosystemen. Es kommt zu einer sogenannten Eutrophierung. Das bedeutet, dass die Böden einer Überdüngung ausgesetzt sind. Durch die Ablagerung von Stickstoff aus der Atmosphäre kommt es zu einem regelrechten Nährstoffüberschuss. Empfindliche Ökosysteme können aufgrund eines engeren Toleranzbereichs schwer oder gar nicht auf diese starken Schwankungen reagieren und drohen zu kippen<sup>38</sup>. Gegenüber vorindustriellem Niveau sind natürliche Ökosysteme heute einem 5–10 Mal höheren Eintrag von Stickstoff ausgesetzt.<sup>39</sup> Im Jahr 2000 überstiegen 1,2 Millionen km<sup>2</sup> der Ökosysteme Europas die kritische Menge Stickstoff, welche zu Eutrophierung der Böden führt. In Österreich waren dies 2010 noch immer 68,6 Prozent der natürlichen Ökosysteme, jedoch mit abnehmender Tendenz<sup>40</sup>.

### **Emissionen in Österreich**

Im Jahr 2010 wurden in Österreich insgesamt 193 kt NO<sub>x</sub> emittiert. Die Europäische Umweltagentur schätzt den ökonomischen Schaden pro emittierter Tonne NO<sub>x</sub> in Österreich auf zwi-

36 vgl. WHO, 2005; UBA, 2013

37 WHO, 2005: 16f.

38 vgl. EEA, 2013

39 vgl. UBA:[http://www.umweltbundesamt.at/ueberuns/partner\\_netzwerke/oekosystem\\_monitoring/ergebnisse\\_lter/deposition/](http://www.umweltbundesamt.at/ueberuns/partner_netzwerke/oekosystem_monitoring/ergebnisse_lter/deposition/) (28.2.2014)

40 Amann et al., 2012: 28ff

schen 12.046 und 32.709 Euro. Das bedeutet, dass die  $\text{NO}_x$  Emissionen aus dem Jahr 2010 zwischen 2,3 und 6,3 Milliarden Euro Schaden verursacht haben<sup>41</sup>. Umgerechnet auf die Kohlekraftwerke Dürnrohr und Mellach, die im Jahr 2010 zusammen 1.987 Tonnen  $\text{NO}_x$  durch die Verbrennung von Kohle freigesetzt haben, wären dies Schäden in der Höhe von 24 bis 65 Millionen Euro.

### **Modellergebnisse für Gesundheitsfolgen in Österreich**

Auf Basis einer Modellierung mit dem aktuellen EMEP MSC-W Modells, das atmosphärische Verfrachtungen von chemischen Stoffen darstellen kann, wurde eine Analyse der Gesundheitsauswirkungen österreichischer Anlagen, die Kohle verbrennen, durchgeführt. Das Modell hat dabei eine Auflösung von 50km x 50km und zeigt die großräumliche Verteilung von Luftschadstoffen, lokal können auch größere Belastungen gegeben sein. In der Modellierung wurden die Luftschadstoffe  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$  berücksichtigt, die aus der Datenbank E-PRTR anlagenspezifisch verfügbar sind. Nicht enthalten sind in den vorliegenden Ergebnissen also die Folgen von Quecksilber-Emissionen für die in den öffentlich zugänglichen Datenbanken keine Daten zur Verfügung gestellt werden. In der Modellierung enthalten sind Daten aus großen Anlagen in Österreich, die Kohle verbrennen und mehr als 90 Prozent der in Österreich verbrannten Kohle umfassen. Die folgende Grafik zeigt die im Modell berechneten vorzeitige Todesfälle auf Grund der Emissionen aus der Verbrennung von Kohle in Österreich räumlich verteilt auf.



Illustration eines österreichischen Kohlekraftwerks – von Luna Ghisetti.

41 EEA, 2011: 53.

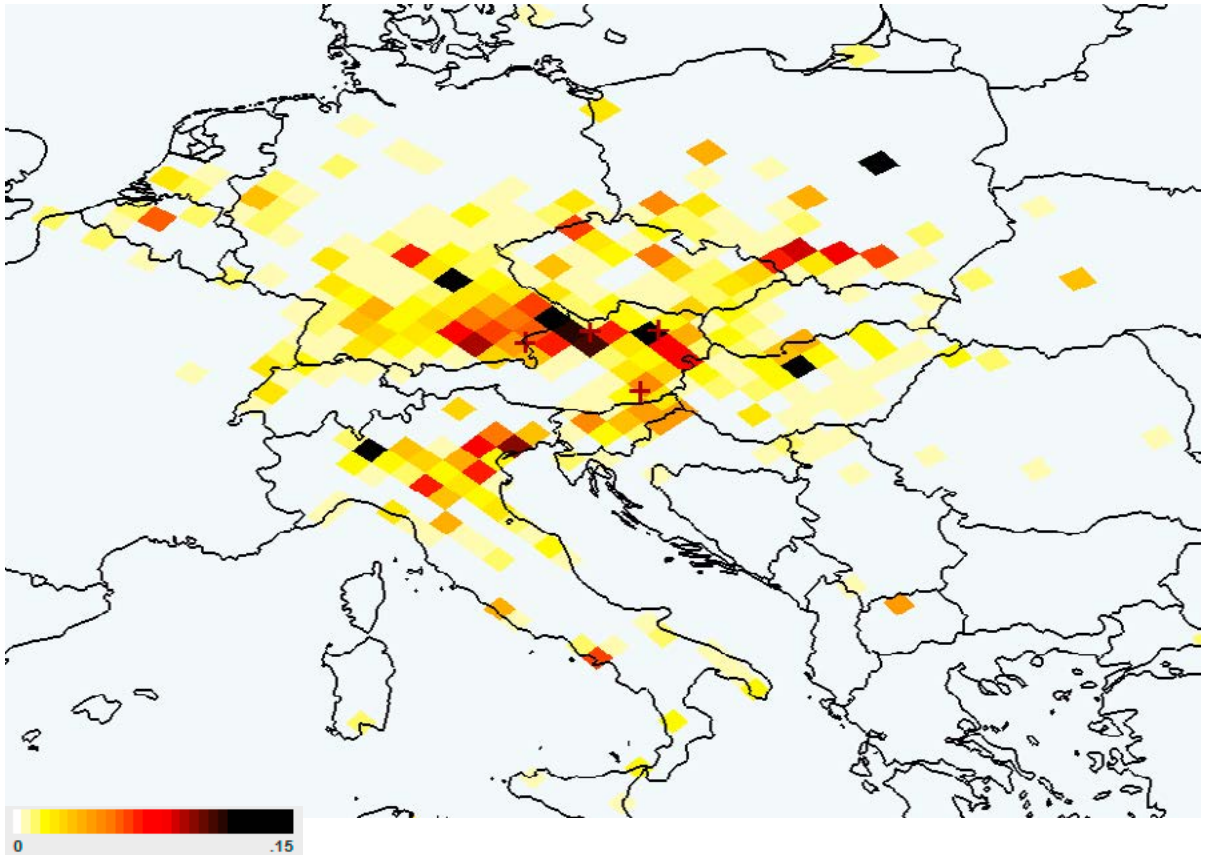


Abbildung 4: Modellierung der Ausbreitung von Gesundheitsschäden durch Luftschadstoffe österreichischer Kohleverbrennungsanlagen

Abbildung 5 stellt den Effekt von direkten  $PM_{2,5}$ -Emissionen sowie sekundärem Feinstaub durch die Verbrennung von Kohle in Österreich gesondert dar. Die gesellschaftlichen Folgekosten der Kohleverstromung werden in der Modellierung mit jährlich ca. 194 Mio. Euro pro Jahr berechnet.

<b>Gesundheitliche Folgen der Verbrennung von Kohle in Österreich, Modellergebnisse</b>	
Chronische Mortalität (vorzeitige Todesfälle)	120 Fälle
Chronische Mortalität (verlorene Lebensjahre)	1.300 Jahre
Zusätzliche Asthmaanfälle bei Kindern	3.900 Fälle
Zusätzliche Asthmaanfälle bei Erwachsenen	17.700 Fälle
Symptome der unteren Atemwege bei Kindern	110.000 Tage
Symptome der unteren Atemwege bei Erwachsenen	130.000 Tage
Tage eingeschränkter Aktivität	110.000 Tage
Verlorene Arbeitstage	26.000 Tage

Tabelle 1: Gesundheitliche Folgen der Kohleverbrennung in Österreich, pro Jahr. Modellergebnisse.

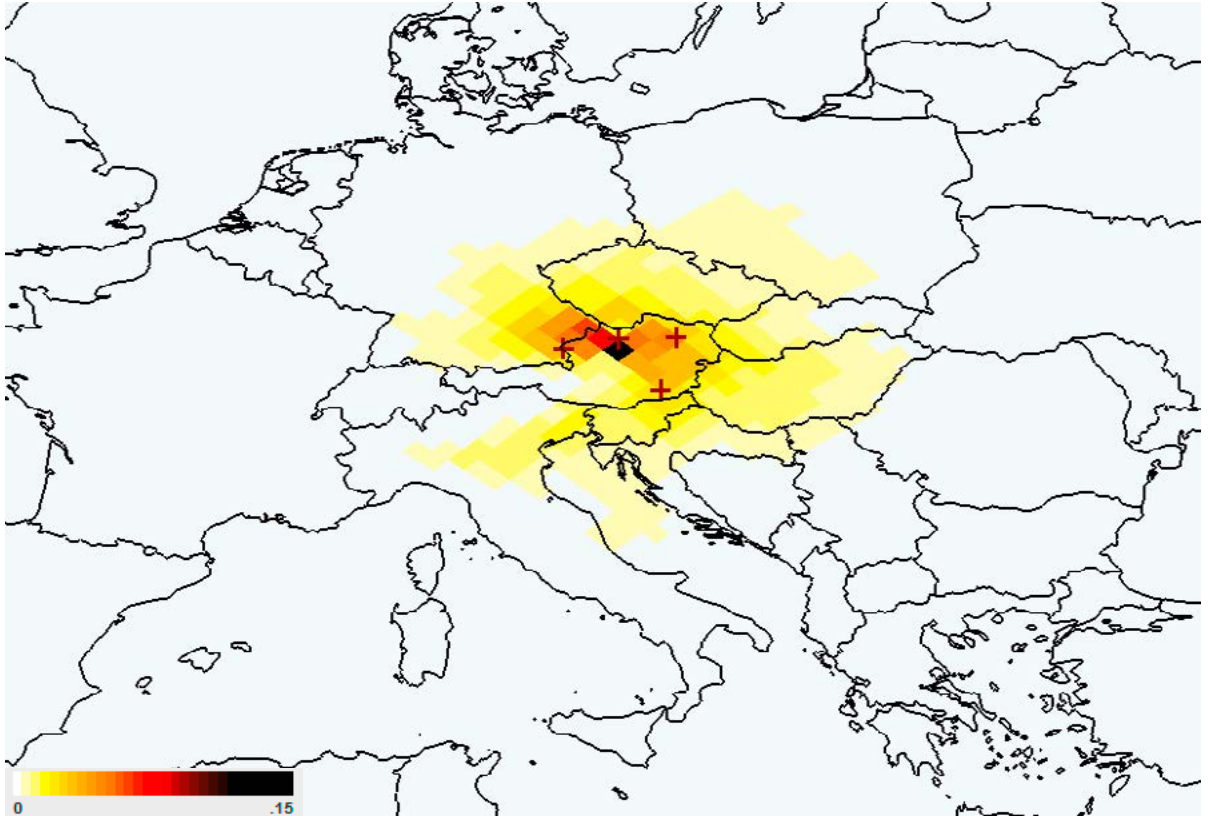


Abbildung 5: Modellierung der Ausbreitung von PM<sub>2,5</sub> aus österreichischen Kohleverbrennungsanlagen

Bei den dargestellten Luftschadstoffen ist die Verbrennung von Kohle jeweils nicht der Hauptfaktor, sondern ein Faktor unter vielen. Der Verkehr oder der Raumwärmebereich verursachen bei vielen Luftschadstoffen den größten Anteil an den Emissionen. Im Vergleich zu anderen Brennstoffen wie etwa Erdgas oder Biomasse verursacht der Einsatz von Kohle jedoch die höchsten Gesundheitsschäden pro erzeugter Menge Energie.<sup>42</sup> Bezogen darauf, dass aber nur noch wenige Anlagen in Österreich in Betrieb sind, die Kohle verfeuern, kann jedoch gezeigt werden, dass eine relevante Verbesserung der Gesundheitssituation erreicht werden kann, wenn ein Kohle-Ausstieg plan gezielt verfolgt wird. Ein Ausstieg aus der Kohleverstromung ist hier ein erster und machbarer Schritt.

Die Modellierung zeigt auch, dass Kohle ein grenzüberschreitendes Problem ist. Über atmosphärische Verfrachtungen gelangen Luftschadstoffe auch in Nachbarländer und umgekehrt. Folgende Grafik zeigt die Betroffenheit von Luftschadstoffen der Nachbarländer exemplarisch durch deutsche Kohlekraftwerke.

42 Markandya, A. And P. Wilkinson (2007): Energy and Health 2. Electricity generation and health. The Lancet 370: 979–990

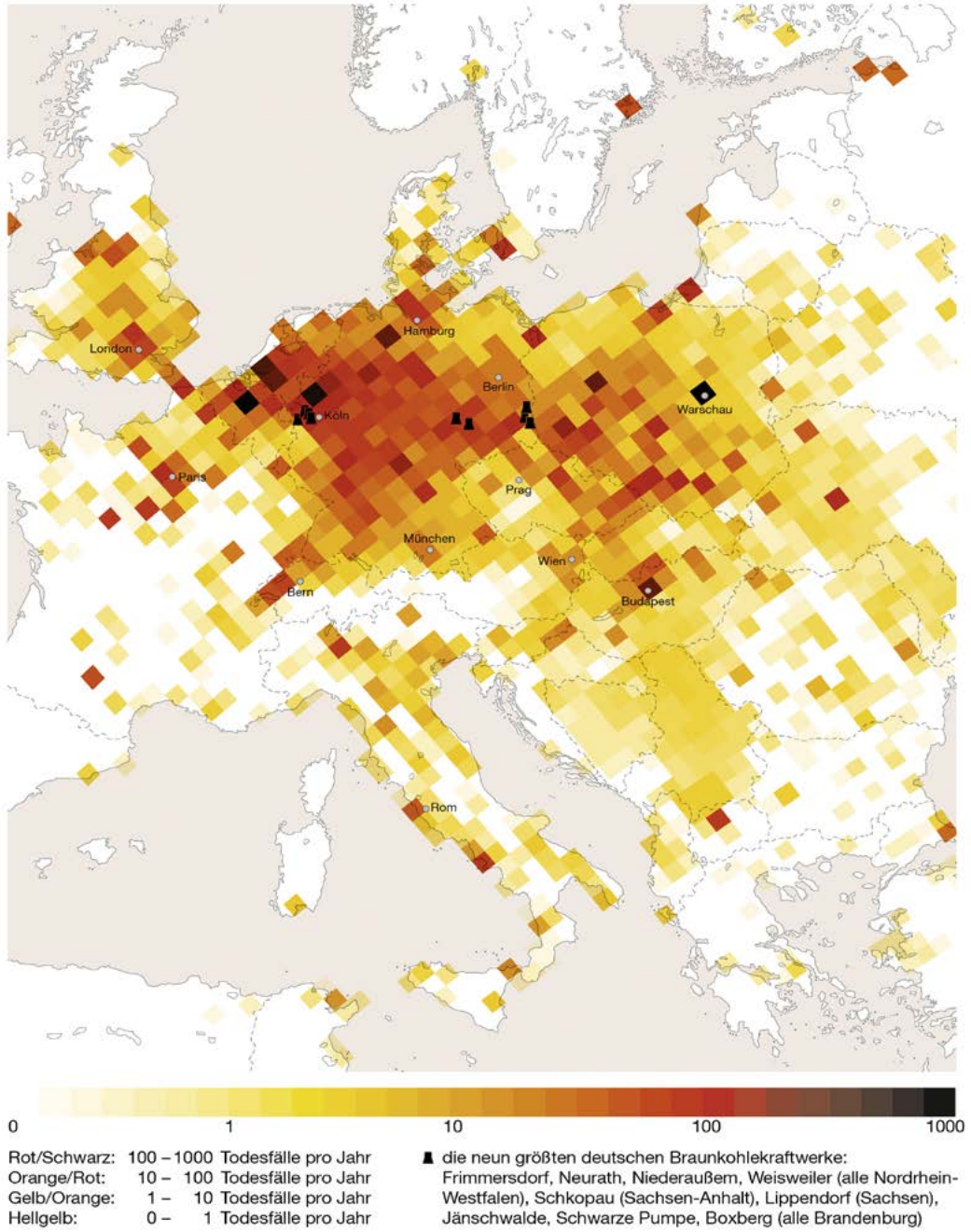


Abbildung 6: Modellerte Ausbreitung von Gesundheitsschäden durch Emissionen deutscher Kohlekraftwerke, Quelle: Greenpeace

## 5 KOHLE UND ÖSTERREICH

Das Thema Kohle bekommt in Österreich bis dato wenig Aufmerksamkeit, weil der Verbrauch in den letzten 40 Jahren stark zurückgegangen ist. Im Jahr 1970 war Kohle noch für rund ein Viertel des Österreichischen Energieverbrauchs verantwortlich, im Jahr 2011 waren es noch 10 Prozent.<sup>43</sup> Seither ist der Kohleverbrauch aber nicht weiter rückläufig, sondern stieg zuletzt sogar leicht an, wie untenstehende Grafik des Umweltbundesamtes zeigt. Es zeigt sich zwar, dass der Anteil von Kohle an der Energieversorgung signifikant gefallen ist, allerdings wird auch deutlich, dass ohne eine koordiniertes Vorgehen Kohle nicht von selbst aus dem Energiesystem verschwinden wird und langfristig ein relevanter Teil des österreichischen Energiemixes aus Kohle bestehen wird.

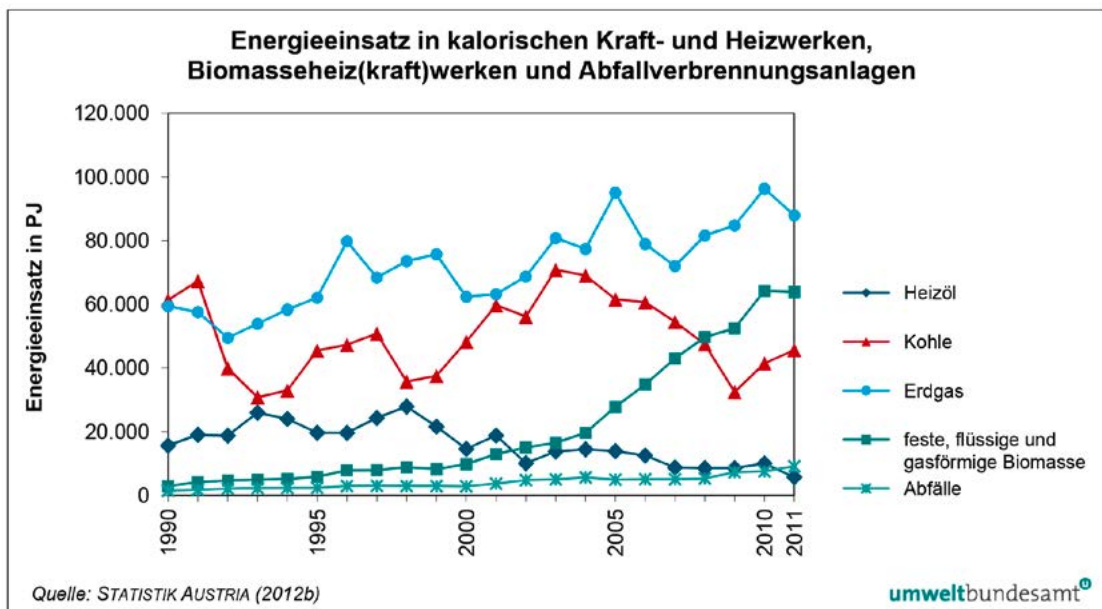


Abbildung 7: Energieeinsatz in kalorischen Kraft- und Heizwerken in Österreich. Umweltbundesamt (2013): Klimaschutzbericht 2013

Nächster logischer Schritt eines konsequenten Umstiegs auf erneuerbare Energie ist daher auch den Ausstieg aus der Kohleverbrennung koordiniert anzugehen. Derzeit werden in Österreich (2013) etwa 4.200 Gigawattstunden (GWh) an Elektrizität aus Kohleverstromung gewonnen. Bei einem Stromverbrauch<sup>44</sup> von 61.629 GWh entspricht das einem Prozentsatz von rund sieben Prozent.<sup>45</sup> Es geht also darum einen prozentuell überschaubaren, aber relevanten Teil des österreichischen Strommixes von der CO<sub>2</sub>-intensivsten und gesundheitsschädlichsten Form der Energieerzeugung auf klimaschonendere Erzeugungsformen der Elektrizitätsproduktion umzustellen. Eine machbare Herausforderung, die den Trend zu mehr Kohle zumindest in

43 Vgl. BMWFJ (2013): Energiestatus 2013

44 E-Control (2104): Inlandsstromverbrauch öffentliches Netz (ohne Pumpspeicher)

45 Vgl. E-Control (2014): Bilanz der elektrischen Energie in Österreich. Öffentliches Netz, 2013.

Österreich umkehren kann.

Die verbleibende Kohleverstromung ist auch ein Faktor, warum es nicht gelungen ist, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Energiesektor in Österreich zu reduzieren. Gegenüber 1990 sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen nicht wie in der Klimastrategie 2002 vorgesehen um zwei Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> gesunken<sup>46</sup>, sondern haben auf sogar auf 14 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> leicht zugelegt – das entspricht weitgehend den „Business-as-usual“-Erwartungen aus der Klimastrategie 2002.

Einer der Gründe dafür ist, dass der Stromverbrauch in Österreich seit 1990 um 44 Prozent zugelegt hat und ein immer größerer Anteil davon aus thermischen Kraftwerken gewonnen wird. Das Umweltbundesamt geht deshalb auch im Klimaschutzbericht (2013) davon aus, dass der Energiesektor in Österreich das gesteckte sektorale Ziel verfehlen wird.<sup>47</sup> Eine stärkere Dekarbonisierung des Energiesektors in Österreich könnte dagegen den Trends zu mehr Stromverbrauch entgegenwirken – der Ausstieg aus der Kohleverstromung ist dafür ein zentraler Angelpunkt.

Nachdem im Jahr 2005 die österreichische Braunkohleproduktion eingestellt wurde, wird die Kohle, die in Österreich verbrannt wird, ausschließlich importiert. Etwa 3 Mio. Tonnen Steinkohle werden so jährlich nach Österreich verfrachtet.

In Österreich sind vor allem drei Kraftwerke an den Standorten Dürnrohr (Verbund, EVN), Mellach (Verbund) und Riedersbach (Energie AG) von Bedeutung.

Die Aufstellung der verbliebenen Kohlekraftwerke Österreichs zeigt einerseits die Relevanz der Kohleverstromung für die österreichische Klimabilanz auf, andererseits werden auch Handlungsmöglichkeiten sichtbar. Mit 3,6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr 2012 (4,2 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr 2011) sind Kohlekraftwerke immer noch für einen relevanten Teil der österreichischen Treibhausgas-Emissionen verantwortlich. Zwei Anlagen in Österreich sind praktisch für fünf Prozent der österreichischen Treibhausgase verantwortlich. Ein koordinierter Abschaltplan dieser Anlagen könnte demnach in etwa gleich viel CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen als die 3,7 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>, die über das Klimaschutzgesetz bis 2020 in den Sektoren Verkehr, Raumwärme, Landwirtschaft und der Industrie außerhalb des Emissionshandels eingespart werden sollen. Dabei soll aber berücksichtigt werden, dass nur ein Ersatz durch eine Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau erneuerbarer Energie weitgehend CO<sub>2</sub>-neutral ist und eine 100 prozentige CO<sub>2</sub>-Einsparung bringen würde.

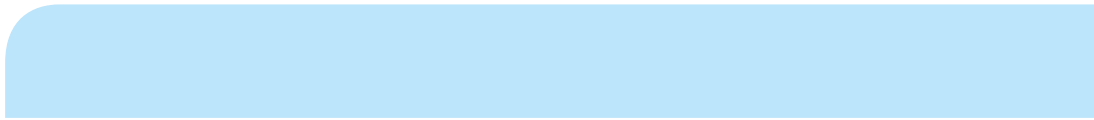
Es werden aber auch Handlungsoptionen sichtbar: Einerseits sind in allen Kraftwerken bereits kurzfristige Möglichkeiten gegeben, Kohle durch weniger emissionsintensive Energieformen zu ersetzen. In Dürnrohr sind andere Energieträger in einem beliebigen Anteil verwendbar, in Mellach bis zu 60 Prozent. In einem Ausstiegsplan sollte jedoch berücksichtigt werden, dass ein möglichst hoher Anteil durch erneuerbare Energie und Energieeffizienz bereits mittelfristig ersetzt wird. Auch Fernwärme kann auf Basis erneuerbarer Energie hergestellt werden.

---

46 Vgl. BMLFUW (2002): Strategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels

47 Vgl. Umweltbundesamt (2013): Klimaschutzbericht 2013





Kraftwerk	Eigentümer	Leistung	Brennstoff	Energie- produktion	CO <sub>2</sub> - Emissionen	Status
Dürnrohr	Block1 Verbund, Block2 EVN	Block1: 405 MW Block2: 352 MW Fernwärme aus Block2: 6 MW <sub>th</sub>	849.389 Tonnen Kohle; Betrieb mit Steinkohle und Erdgas möglich;	2.784 GWh <sub>el</sub> 723 GWh <sub>th</sub> (Fernwärme und Dampf an AVN)	2,2 Mio. Ton- nen CO <sub>2</sub>	In Betrieb ohne Abschaltplan
Mellach	Verbund	225 MW <sub>el</sub> , Fernwärmeaus- kopplung von 230 MW <sub>th</sub>	440.533 Tonnen Kohle	1.249 GWh <sub>el</sub> 685 GWh <sub>th</sub>	1,1 Mio. Ton- nen CO <sub>2</sub>	In Betrieb ohne Abschaltplan. Er- satzkraftwerk am gleichen Standort erreicht, das auch Fernwärme produzieren könnte;
Riedersbach	Energie AG	(Riedersbach1: 50 MW) Riedersbach2: 176 MW, 17 MW <sub>th</sub> Fernwär- meausleitung	(Riedersbach1: 72,8 Tonnen) Kohle Riedersbach2: 110.727 Tonnen Kohle	Riederbach1: 649 MWh <sub>el</sub> ) Riedersbach2: 329 GWh <sub>el</sub> Fernwärme: 25 GWh <sub>th</sub>	(Riedersbach1: 262 Tonnen CO <sub>2</sub> ) Riedersbach2: 309.756 Ton- nen CO <sub>2</sub>	Riedersbach1 be- reits abgeschaltet (Angaben Energie AG), Ausstiegsplan für Riedersbach2 erstellt: Ende der Steinkohle- verbrennung für 2016 geplant. Fernwärme soll weiter erzeugt werden;
<b>Summen</b> <sup>48</sup>		<b>1.158 MW<sub>el</sub></b> <b>253 MW<sub>th</sub></b>	<b>Rund 1,3 Mio.</b> <b>Tonnen Koh-</b> <b>le</b> <sup>48</sup>	<b>4.362 GWh<sub>el</sub></b> <b>1.408,2</b> <b>GWh<sub>th</sub></b>	<b>3,6 Mio. Ton-</b> <b>nen CO<sub>2</sub></b>	

Tabelle 2: Kohlekraftwerke in Österreich<sup>49</sup>

48 Summe ohne Riedersbach, weil aktuelle Daten aus 2012 nicht verfügbar waren.

49 Datenstand 2012, Daten Riedersbach auf Basis 2010 Datenerhebung;

## 6 WEGE AUS DER KOHLERVERSTROMUNG

Die Kohleverstromung weltweit, in Europa und in Österreich, ist ein Problem – aber ein lösbares. In zahlreichen Studien, die modelliert haben, wie sich die Kohleverbrennung in Zukunft in Österreich gestalten wird, zeigt sich jedoch, dass entschlossenes Handeln notwendig ist und die Kohle nicht von selbst verschwinden wird.

### Studien zu Energieszenarien Österreich: Kohle ohne Ende

Das zeigt sich sehr deutlich beispielsweise in den Szenarien und Modellrechnungen des Umweltbundesamts, das mögliche Klimaschutzpfade bis 2030 vorgezeichnet hat. Dabei wurde die Wirkung von unterschiedlichen Maßnahmen auf das Energiesystem modelliert. Mit den modellierten Maßnahmen würde trotz verstärktem Ausbau erneuerbarer Energie, Energieeffizienzmaßnahmen und einem höheren Zertifikatspreis von 50 bis 70 Euro/t CO<sub>2</sub>, Kohle immer noch nicht vollständig aus dem Energiesystem verschwinden.<sup>50</sup> Der angenommene CO<sub>2</sub>-Preis liegt dabei weit über dem heutigen Niveau von etwa 5 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub>. Zwar geht in dem Szenario die Kohleverstromung zurück, doch zeigt das Szenario, dass ein Kohleausstieg in der Stromerzeugung selbst in 15 Jahren nicht erwartet wird, wenn gängige Maßnahmen wie der Ausbau erneuerbarer Energie, die Steigerung der Energieeffizienz und der Anstieg der CO<sub>2</sub>-Kosten, zumindest im vorgegebenen Rahmen, modelliert werden. Es braucht also entschiedeneres Handeln um einen Kohleausstieg in Österreich zu schaffen, der technisch viel früher möglich wäre.

*Stromerzeugung für ausgewählte Jahre im Szenario WAM plus. Die industrielle Wasserkraft ist in den Unternehmen mit Eigenanlagen enthalten. Quellen: AEA (2013b), Umweltbundesamt, Wifo (2013b), STATISTIK AUSTRIA (2011).*

	Bilanzjahr 2010	2010	2015	2020	2025	2030
	in TJ					
Unternehmen mit Eigenanlagen	33.693	33.670	34.837	37.555	40.523	43.933
Kohle	17.021	18.713	15.765	12.097	8.442	4.985
Öl	2.093	2.111	1.247	736	435	257
Erdgas	40.499	40.221	28.437	23.983	14.740	7.941
Abfall	363	1.665	2.555	2.571	2.568	2.566
Wasserkraft	134.392	132.374	141.459	149.822	152.216	152.109
Biomasse	8.759	8.476	10.466	11.917	11.873	11.859
Geothermie	5	7	7	7	7	7
Photovoltaik	320	387	2.263	4.783	11.263	17.743
Wind	7.430	7.484	13.057	21.198	38.478	54.069
Importe*	8.391	5.250	8.502	11.269	-	- 1.318
<b>Stromerzeugung</b>	<b>252.966</b>	<b>250.358</b>	<b>258.595</b>	<b>275.937</b>	<b>280.544</b>	<b>294.149</b>

\* im Jahr 2030 gibt es Nettostromexporte

Abbildung 8: Szenarien Stromerzeugung ohne Kohleausstieg. Quelle: Umweltbundesamt, 2013, Seite 34

50 Umweltbundesamt (2013): Energiewirtschaftliche Inputdaten und Szenarien. Szenario WAM plus. Synthesebericht 2013

### Kohle-Ausstieg bereits bis 2020 möglich

Dagegen ist ein Ausstieg aus der Kohleverstromung in Österreich bereits bis 2020 möglich, wenn Ausstiegspläne gezielt umgesetzt werden. Derzeit wird über das Ökostromgesetz der Ausbau erneuerbarer Energie angekurbelt. Bis 2020 soll die zusätzliche installierte Leistung aus Wasser, Wind, Biomasse und Solarenergie um 10.500 GWh steigen, laut dem aktuellen Ökostrombericht ist Österreich dabei gut auf Zielkurs. Der zusätzliche Ausbau bis 2020 übertrifft damit bei weitem die Kohlestromproduktion in Österreich im Jahr 2012 mit etwa 4.362 GWh.

Wenn man berücksichtigt, dass bis 2020 erwartet wird, dass der Stromverbrauch zunimmt, fällt der Überhang an erneuerbarer Energie allerdings geringer aus. Wie stark der Stromverbrauch steigt, hängt wiederum davon ab, welche Klimaschutzstrategien angewendet werden. In einem konservativen Szenario, das davon ausgeht, dass keine zusätzlichen Maßnahmen ergriffen werden, prognostiziert das Umweltbundesamt gemeinsam mit der Energieagentur einen Stromverbrauchszuwachs um etwa 4.553 GWh. In einem weiteren Szenario, das annimmt, dass derzeit zusätzlich geplante Maßnahmen umgesetzt werden, aber keine zusätzlichen geplant werden, kann der Zuwachs immerhin auf etwa 3.050 GWh gedämpft werden.<sup>51</sup> Selbst konservative Szenarien zeigen also, dass der Ausstieg aus der Kohleverstromung schon bis 2020 gelingen kann ohne die Elektrizitäts-Importbilanz zu verschlechtern. Ein Energiesystem, das auf erneuerbare Energie (mit Backup-Kapazitäten) setzt, ist damit bereits kurzfristig machbar.

<b>AUSBAUZIELE LAUT ÖSG 2012 – ZUSÄTZLICH INSTALLIERTE LEISTUNG</b>				
	2015		2020	
	MW	GWh	MW	GWh
Wasserkraft	700	3.500	1.000	4.000
Windkraft	700	1.500	2.000	4.000
Biomasse und Biogas	100	600	200	1.300
Photovoltaik	500	500	1.200	1.200

Abbildung 9: Ausbauziele Ökostromgesetz 2020 (E-Control (2013): Ökostrombericht 2013)

Seit dem Jahr 2001 ist Österreich ein Netto-Importeur von Elektrizität. Der Höchststand an Netto-Importen wurde dabei im Jahr 2011 mit knapp 8.200 GWh erreicht, im Jahr 2010 wurden lediglich 2.437 GWh importiert. Im Jahr 2012 normalisierten sich die Netto-Importe bereits wieder auf 2.809 GWh.<sup>52</sup> Der Grund dafür liegt vor allem in der höheren Produktion von Elektrizität aus Wind, Sonne und Wasserkraft. Schwankungen wird es auch in Zukunft geben, ein Blick auf die Zahlen zeigt jedoch, dass der Ausstieg aus Kohle gelingen kann, bei gleichzeitiger Verbesserung der Netto-Importbilanz. Selbst bei der Annahme, dass lediglich ohnehin geplante Maßnahmen umgesetzt werden und bestehende Maßnahmen aufrecht erhalten und weitergeführt werden, würde die Nettoimportbilanz Österreichs im Jahr 2020 wieder ausgeglichen sein. Mit einer Ausweitung der Klimaschutzaktivitäten durch stärkeren Ausbau erneuerbarer Energie und einer Forcierung der Energieeffizienz könnte Österreich dann sogar zum Netto-Exporteur werden.

51 Umweltbundesamt (2011): Umweltbundesamt (2011): Energiewirtschaftliche Inputdaten für Klimastrategie 2020 und EU Monitoring Mechanism 2011, Seite 41 + 70

52 Vgl. E-Control (2014): Statistik, gesamte Versorgung, Importe und Exporte

### Kohle-freie Fernwärme bis 2020 möglich

Mit Kohle wird aber nicht nur Elektrizität produziert, sondern auch Fernwärme. Allerdings spielt die Fernwärmeproduktion mit Kohle nur eine untergeordnete Rolle. So weist die Statistik Austria für das Jahr 2012 aus, dass in den österreichischen Kohlekraftwerken etwa 1,2 Mio. Tonnen Kohle für die Elektrizitätsproduktion verwendet wurden, ohne die Abwärme zu nutzen und nur 139.553 Tonnen in KWK-geführter Weise.<sup>53</sup> Das bedeutet im österreichischen Energiesektor wird nicht nur nach wie vor auf „schmutzige“ Kohle gesetzt, sie wird noch dazu höchst ineffizient eingesetzt.

Studien zeigen, dass ein Ausstieg aus Kohle im Fernwärmebereich bis 2020 möglich ist, wenn ehrgeizige Maßnahmen ergriffen werden. So zeigte das Institut für höhere Studien (IHS) in der Studie „Energy [R]evolution Österreich 2050“, dass mit einer Forcierung der Gebäudesanierung und dem Einsatz erneuerbarer Energie der Ausstieg aus der Kohle auch in diesem Bereich gelingen kann, auch der Verbrauch von Gas verringert sich in diesem Klimaschutz-Szenario.

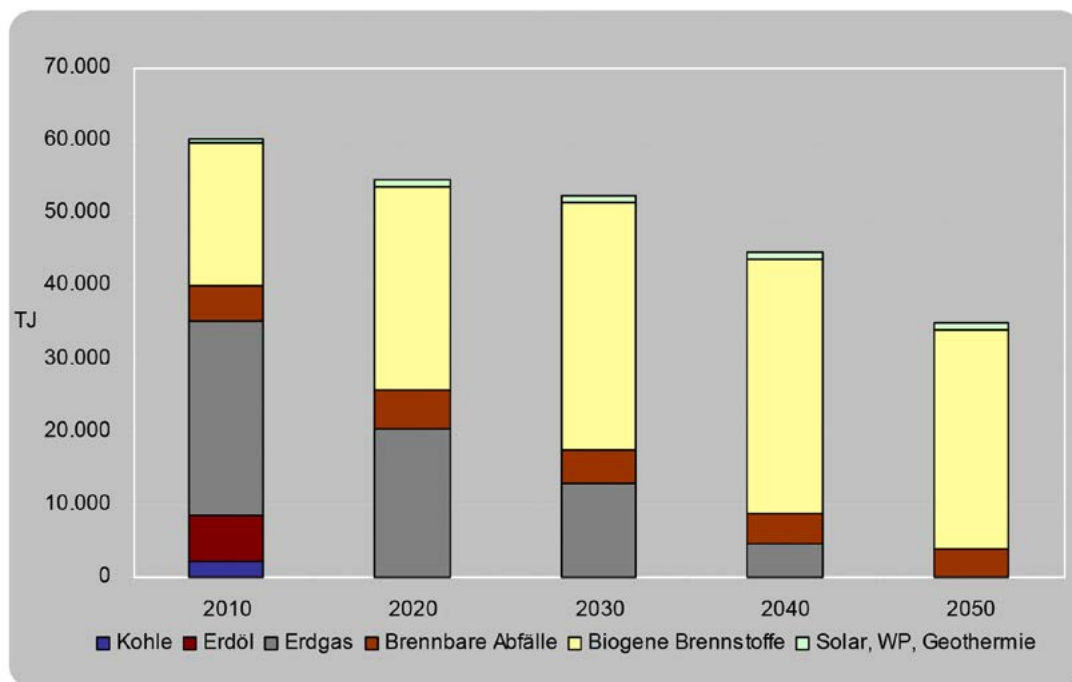


Abbildung 10: Fernwärmeerzeugung bis 2050, IHS (2011)

53 Vgl. Statistik Austria (2014): Gesamtenergiebilanz Österreich 1970-2012, Detailinformationen

### **Handlungsoptionen für den Kohle-Ausstieg**

Heute sind die technischen Voraussetzungen für das Einschlagen eines Klimaschutzpfades nach wie vor gegeben, die wirtschaftlichen Parameter haben sich jedoch verschoben, sodass die in der IHS-Studie 2011 vorgestellten Szenarien nicht Realität werden, wenn nicht zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden. Mehrere Handlungsoptionen stehen offen, um schnell zu einem klimafreundlicheren Energiesystem zu kommen.

### **Verbindliche Ausstiegspläne aus Kohle erstellen**

Kohle wird nur noch in wenigen Anlagen der Stahl- und Elektrizitätserzeugung verwendet. In der Elektrizitätsversorgung ist dabei der Ausstieg am einfachsten zu bewerkstelligen. Mit verbindlichen Ausstiegsplänen, die von Energieversorgungsunternehmen (EVU) durchgeführt werden, kann ein Ausstieg aus Kohle in wenigen Jahren gelingen. Da die meisten österreichischen Energieversorgungsunternehmen mehrheitlich im Besitz der öffentlichen Hand sind, können darüber hinaus auch die Eigentümervertreter Entscheidungen im Sinne des Klimaschutzes herbeiführen.

### **Steuerbefreiung von Kohleverstromung abschaffen**

Wenig bekannt ist, dass die Verstromung von Kohle nach wie vor steuerlich begünstigt ist. Im österreichischen Kohleabgabegesetz (§5, Abs.1) ist vorgesehen, dass jede Tonne Kohle mit 50 Euro besteuert wird. Ausnahmen (§3) von der Steuer gibt es jedoch für Kohle, die für die Herstellung von Koks verwendet wird (Abs.1), für Kohle, die für die Herstellung von Elektrizität verwendet wird (Abs.2) und für Kohle, wenn sie nicht zum Verheizen oder zur Herstellung einer Ware verwendet wird (Abs.3).

Würde die Ausnahme für die Kohlestromerzeugung aufgehoben und eine langfristig ansteigende Abgabe auf Kohleverstromung eingeführt, wäre dies ein Weg um die Kohleverstromung geplant und koordiniert aus dem Markt zu nehmen. Bezogen auf Kohlekraftwerke, die noch kein Abschaltdatum haben, würde diese Abgabe bedeuten, dass in einem ersten Schritt eine Steuerbegünstigung von 64,5 Mio. Euro abgebaut werden könnte. Pro erzeugter Kilowattstunde würde damit – je nach Kraftwerksstandort - eine Begünstigung von 1,5 bis 1,7 Cent abgebaut werden.

### Kohleabgabe in Österreich

(Datenquelle 2012: EMAS-Berichte, betriebliche Kennzahlen)

Kraftwerk	Einsatz Kohle in Tonnen	Steuerbegünstigung in € (50 € pro Tonne)	Stromproduktion in GWh	Stromproduktion in KWh	Steuerbegünstigung in Cent/KWh
Mellach	440.533	22.026.650	1.249	1.249.000.000	1,7635
Dürnrohr	849.389	42.469.450	2.784	2.784.000.000	1,5255
Riedersbach 1+2*	110.799	5.539.950	330	329.600.000	1,6808
	1.400.721	70.036.050			

\*Riedersbach Datenstand 2010

Tabelle 3: Eigene Darstellung: Kohleabgabe in Österreich

### Forcierter Ausbau erneuerbarer Energie

Für einen Ausstieg aus Kohle und um sicherzustellen, dass dadurch die Importe aus Nachbarstaaten nicht zunehmen, ist es notwendig erneuerbare Energieträger forciert auszubauen. Das Ökostromgesetz erlaubt zwar substantiellen Ausbau, der ausreicht um die Produktion von Kohle bilanziell auszugleichen, allerdings liegen immer noch Potenziale brach, die es zu heben gilt.

### Forcierung der Energieeffizienz

Sowohl Gebäudesanierung als auch verbesserte Energieeffizienz bei elektrischen Anwendungen ist für einen raschen Ausstieg aus der Kohleverstromung und Fernwärmeproduktion notwendig. Mit einem ambitionierten Energieeffizienzgesetz können hier Meilensteine gesetzt werden, die zu einem nachhaltigen Energiesystem führen, das auf erneuerbarer Energie und einem bewussten, sparsamen Umgang mit Energie beruht. Mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung kommt Österreich einem nachhaltigen Energiesystem einen bedeutenden Schritt näher.

## 7 LITERATUR

- Adriano, Domy C. (2001): Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. Springer-Verlag, New York, 2001. in UBA, 2009: RUSCH Ressourcenpotenzial und Umweltbelastung der Schwermetalle Cadmium, Blei und Quecksilber in Österreich. Umweltbundesamt, Wien, 2009.
- Amann, Markus (2012): TSAP-2012 Baseline: Health and Environmental Impacts. TSAP Report #6 Version 1.0. International Institute for Applied Systems Analysis IIASA, 2012.
- Bellanger, Martine, et al. (2013): Economic benefits of methylmercury exposure control in Europe: Monetary value of neurotoxicity prevention. *Environmental Health*, 12:3, 2013. <http://www.ehjournal.net/content/12/1/3>
- BMLFUW (2002): Strategie Österreichs zur Erreichung des Kyoto-Ziels
- BMWFJ (2013): Energiestatus 2013
- Deutsch, Karin, Krämer, Dietmar (2012): GZÜV. Trendermittlung von Schadstoffen in Biota 2010. Lebensministerium, Wien, 2012.
- E-Control (2013): Stromkennzeichnungsbericht 2013
- (2013): Ökostrombericht 2013
- (2014): Bilanz der elektrischen Energie in Österreich. Öffentliches Netz, 2013.
- (2014): Statistik, gesamte Versorgung, Importe und Exporte
- EEA (2011): Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe. European Environment Agency, Denmark, 2011.
- (2013): Air Quality in Europe – 2013 Report. European Environment Agency, Denmark, 2013.
- Energie AG (2011): Umwelterklärungen für die Kraftwerke Riedersbach 1 und 2
- (2013): Aktualisierte Umwelterklärung für das Kraftwerk Timelkam
- European Commission (2012): The State of the Carbon Market in 2012
- HEAL (2013): Was Kohlestrom wirklich kostet. Gesundheitsfolgen und externe Kosten durch Schadstoffemissionen. Ein Bericht der Health and Environment Alliance (HEAL), April 2013.
- IHS (2011): Energy [R] evolution Österreich 2050.
- IPCC (2013) Climate Change 2013: The Physical Science Base. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report
- (2014) WGIII AR5
- Lim, Stephen S., et al. (2012): A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990—2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010, *The Lancet*, Volume 380, Issue 9859, Pages 2224 - 2260, 15 December 2012, <http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736%2812%2961766-8/fulltext>
- Markandya, A. And P. Wilkinson (2007): Energy and Health 2. Electricity generation and health.
- Netherlands Environmental Assessment Agency (2013): Trends in global CO<sub>2</sub>-Emissions: 2013 Report.
- Parzefall, Wolfram (2001): Anhang 4: Toxikologische Grundlagen als Hilfe zur Festsetzung von Gewichtungsfaktoren. SUP Wiener Abfallwirtschaftsplan, Magistrat Wien, 2001. in UBA, 2009: RUSCH Ressourcenpotenzial und Umweltbelastung der Schwermetalle Cadmium, Blei und Quecksilber in Österreich. Umweltbundesamt, Wien, 2009.
- Slootweg, J., Posch, M., Hettelingh, J.-P. (2010): Progress in the modelling of critical thresholds, impacts to plant species diversity and ecosystem services in Europe: CCE Status Report 2010, Coordination Centre for Effects. [www.rivm.nl/cce](http://www.rivm.nl/cce)
- Statistik Austria (2014): Gesamtenergiebilanz Österreich 1970-2012, Detailinformationen
- UBA (2009): RUSCH Ressourcenpotenzial und Umweltbelastung der Schwermetalle Cadmium, Blei und Quecksilber in Österreich. Umweltbundesamt, Wien, 2009. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0229.pdf>
- (2012): Jahresbericht der Luftgütemessung in Österreich 2012. REPORT REP-0421, Umweltbundesamt Wien,

2012. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0421.pdf>

— (2011): Energiewirtschaftliche Inputdaten für Klimastrategie 2020

— (2013): Klimaschutzbericht 2013

— (2013): Energiewirtschaftliche Inputdaten und Szenarien. Szenario WAM plus. Synthesebericht 2013

— (2013): Emissionstrends 1990-2011: Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2013). REPORT REP-0436, Umweltbundesamt Wien, 2013. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0436.pdf>

— (2013b): Austria's Informative Inventory Report (IIR) 2013. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution. REPORT REP-0414, Umweltbundesamt Wien, 2013. <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0414.pdf>

Uhl, Maria et al. (2010): Monitoring von Schadstoffen in Biota. Pilotstudie. Lebensministerium, Wien, 2010.

UN Minamata Convention on Mercury. <http://www.mercuryconvention.org/Convention/tabid/3426/Default.aspx>

Verbund, EVN (2010): Umwelterklärung für den Standort Kraftwerk Dürnrohr

— (2011): Umwelterklärungen 2011 Standort Mellach, Standort Neudorf-Werndorf

— ,EVN (2013): Umwelterklärung für den Standort Kraftwerk Dürnrohr

— (2013): FHKW Mellach/Neudorf-Werndorf. Ergänzungsblätter/Umwelterklärungen 2013

Weem, A.P. (2011): Reduction of mercury emissions from coal fired power. Working Group of Strategies and Review, 48th Session, 11-15 April 2011, Geneva, 2011.

WHO (2013): Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in eastern Europe, Caucasus and central Asia. World Health Organization, Denmark, 2013.



## Wir über uns

GLOBAL 2000 ist Österreichs führende unabhängige Umweltschutzorganisation.

Als aktiver Teil von Friends of the Earth International (FOEI) kämpfen wir für eine intakte Umwelt, eine zukunftsfähige Gesellschaft und nachhaltiges Wirtschaften. Umweltschutz heißt, seine Verantwortung wahrzunehmen und sich für eine gesunde und lebenswerte Umwelt einzusetzen. Umwelt braucht Schutz – und zwar jetzt!“

Unsere Arbeitsbereiche: Informations- und Öffentlichkeitsarbeit, Verhandlungen mit Entscheidungsträgern aus Politik und Wirtschaft, umfangreiche Presse- und Medienarbeit, Konsumentenschutz, Ausarbeitung von wissenschaftlichen Studien und alternativen Lösungen, Umsetzung von konkreten Projekten, Durchführung von direkten, gewaltfreien Aktionen.

## GLOBAL 2000 DIE ÖSTERREICHISCHE UMWELTSCHUTZORGANISATION

Neustiftgasse 36, A-1070 Wien

Tel.: +43 1 812 57 30

Fax: +43 1 812 57 28

E-Mail: [office@global2000.at](mailto:office@global2000.at)

[www.global2000.at](http://www.global2000.at)

Ihre Spende, unser Einsatz.  
PSK 90.30.2000 DANKE!