



Tod aus dem Schlot

Wie Kohlekraftwerke unsere Gesundheit ruinieren

GREENPEACE

www.greenpeace.de

Dieser Bericht beruht auf:

Philipp Preiss, Joachim Roos, Rainer Friedrich (2013):

„Assessment of Health Impacts of Coal Fired Power Stations in Germany by Applying EcoSenseWeb“,
Institut für Energiewirtschaft und rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart.

Impressum Greenpeace e.V., Große Elbstraße 39, 22767 Hamburg (Neue Adresse ab Sommer 2013: Hongkongstraße 10, 20457 Hamburg), T. 040.3 06 18-0
Politische Vertretung Berlin Marienstraße 19–20, 10117 Berlin, mail@greenpeace.de, www.greenpeace.de **Vi.S.d.P** Gerald Neubauer **Redaktion** Gerald Neubauer
Bildredaktion Max Seiler **Produktion** Henning Thomas **Gestaltung** Der Plotterraum, Rethedamm 8, 21107 Hamburg **Druck** edp, Kleine Bahnstr. 10, 22525 Hamburg
Foto © Bernd Arnold/Greenpeace **Auflage** 2000 Stk.

Zur Deckung unserer Herstellungskosten bitten wir um eine Spende: GLS Gemeinschaftsbank eG, BLZ 430 609 67, KTO 33401
BIC GENODEM1GLS, IBAN DE49 4306 0967 0000 0334 01

Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassung	4
2. Wie Kohlekraftwerke unsere Gesundheit ruinieren	5
2.1 Kohleverbrennung macht krank	5
2.2 Es gibt keine saubere Kohle	7
2.3 Braunkohleweltmeister Deutschland	8
3. Die Auswirkungen der deutschen Kohlekraftwerke auf die Gesundheit	9
3.1 Die Berechnungsmethode	9
3.2 Ergebnisse: Die Gesundheitsauswirkungen der deutschen Kohlekraftwerke	10
4. Die Zukunft: Energiewende heißt Kohleausstieg	14
5. Anhang: Durchführung der Studie	16
5.1 Vom Kraftwerk in die Luft: Quantifizierung der Emissionen.....	17
5.2 Von der Luft in die Lunge: Atmosphärische Übertragung und Chemie	18
5.3 Von der Einatmung zur Krankheit: Die Kosten für die Gesundheit	19
6. Datenanhang	21
6.1 Gesundheitsauswirkungen der Bestandskraftwerke	21
6.2 Emissionen der Bestandskraftwerke	23
6.3 Emissionen neuer Kohlekraftwerke.....	25

1. Zusammenfassung

Kohlekraftwerke gehören sowohl in Deutschland als auch in Europa zu den schlimmsten Quellen von giftigen Luftschadstoffen. Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO_x), Ruß und Staubemissionen aus Kohle sind die größten industriellen Ursachen von Feinstäuben, die tief in die Lungen eindringen und vom Blutkreislauf aufgenommen werden. Solche Schadstoffemissionen gefährden die Gesundheit von Säuglingen, Kindern und Erwachsenen, verursachen Herzinfarkte und Lungenkrebs und führen vermehrt zu Asthmaanfällen und anderen Atemwegskomplikationen.¹ Die Schornsteine der Kohlekraftwerke stoßen zudem Zehntausende Kilogramm toxischer Metalle wie Quecksilber, Blei, Arsen und Cadmium aus.² Dadurch erhöhen sie das Krebsrisiko und führen zu Entwicklungsstörungen bei Kindern. Trotz dieser Gesundheitsrisiken hat es die deutsche Bundesregierung bisher versäumt, die umweltschädliche Energiegewinnung aus Kohle zu beenden. Stattdessen ist die Verfeuerung von Kohle in Deutschland von 2009 bis 2012 Jahr um Jahr gestiegen. Dazu trug auch bei, dass 2012 an den Braunkohlekraftwerken Neurath und Boxberg drei neue Blöcke in Betrieb genommen wurden, ohne dass im selben Maße Altanlagen abgeschaltet wurden. Zu allem Überfluss sind in Deutschland außerdem 17 neue, umweltverschmutzende Kohlekraftwerke in Bau oder Planung³, mit verheerenden Folgen für Klima und Gesundheit.

Um die gesundheitlichen Auswirkungen von Kohlekraftwerken zu untersuchen, hat Greenpeace bei der Universität Stuttgart eine Studie in Auftrag gegeben. Diese Studie untersucht die gesundheitlichen Auswirkungen der 67 größten Braun- und Steinkohlekraftwerke, die zurzeit in Deutschland Strom produzieren. Außerdem wurden die voraussichtlichen Auswirkungen von 15 Neubauprojekten untersucht, falls diese ans Netz gehen. Die Studie berechnet durch eine Modellierung der Schadstoffverbreitung in der Atmosphäre, dass die Emissionen deutscher Kohlekraftwerke jedes Jahr zum vorzeitigen Tod von ungefähr 3.100 Menschen führen. Dies ist gleichbedeutend mit einem Verlust von insgesamt 33.000 Lebensjahren. Außerdem hat die Studie berechnet, dass im Jahre 2010 ungefähr 700.000 Arbeitstage aufgrund von Krankheiten verloren gingen, die auf Schadstoffe aus Kohlekraftwerken zurückzuführen sind.⁴ Die Zahlen umfassen die Emissionen aus Kohlekraftwerken, die 2010 in Betrieb waren. Die Schadstoffe aus den Kohlekraftwerken machen nicht vor Landesgrenzen halt und wirken sich daher auf jeden Menschen in Europa aus – also auch in Ländern, in denen Kohle kaum oder gar nicht zur Stromerzeugung genutzt wird.

Zwischen 2010 und 2012 nahm die Stromerzeugung aus Stein- und Braunkohle in Deutschland um fünf Prozent zu.⁵ Die gestiegene Kohleverbrennung dürfte seitdem zu einer Zunahme von ungefähr 155 jährlichen Todesfällen und damit rund 1650 verlorenen Lebensjahren geführt haben.⁶ Die 15 Kohle-Neubauprojekte würden – inklusive der 2012 ans Netz gegangenen Blöcke in Neurath und Boxberg – zum Verlust von weiteren 1.100 Menschenleben sowie ungefähr 12.000 verlorenen Lebensjahren führen. Dazu käme es, wenn alle diese in Bau oder Planung befindlichen Kraftwerke tatsächlich in Betrieb genommen werden.⁷

Die Verkürzung der Lebenserwartung durch Kohlekraftwerke ist ganz und gar vermeidbar, da wir mit Erneuerbaren Energien und den aktuellsten Lösungen zur Energieeffizienz in der Lage wären, die Lichter ohne ein einziges neues Kohlekraftwerk weiter brennen zu lassen. Wir könnten sogar anfangen, alle bestehenden Kohlekraftwerke in Deutschland nach und nach vom Netz zu nehmen. Der Ausstieg aus der Kohleverbrennung ist dringend notwendig, auch um die katastrophalen Auswirkungen des Klimawandels einzuschränken.

2. Wie Kohlekraftwerke unsere Gesundheit ruinieren

2.1 Kohleverbrennung macht krank

Luftverschmutzung stellt eine ernsthafte Bedrohung für die öffentliche Gesundheit in Deutschland und Europa dar. Aufgrund von luftverschmutzungsbedingten Todesfällen haben die Bürger Europas schätzungsweise durchschnittlich eine fast neun Monate kürzere Lebenserwartung.⁸ Die Europäische Umweltagentur schätzt, dass mehr als 90 Prozent der städtischen EU-Bevölkerung Feinstaub- (PM_{2,5}) und Ozonwerten ausgesetzt sind, die über den Richtwerten der Weltgesundheitsorganisation WHO liegen. Fast ein Drittel ist einer höheren Feinstaubbelastung ausgesetzt, als in den EU-eigenen Vorgaben vorgesehen. Und das bei EU-Vorgaben, welche 2,5-mal höhere Werte zulassen als die WHO empfiehlt.⁹

Kohlekraftwerke tragen einen erheblichen Teil zum Problem der Luftverschmutzung bei. Über ganz Europa verteilt speien sie Millionen Tonnen giftiger Gase und Stäube in die Luft.¹⁰ Kohlekraftwerke sind für mehr als 70 Prozent der Schwefeldioxidemissionen in der EU verantwortlich. Schwefeldioxidemissionen zählen zu den wichtigsten Ursachen der Feinstaubbelastung. Außerdem verursachen Kohlekraftwerke mehr als 40 Prozent der Stickoxidemissionen im Stromsektor, stoßen Feinasche und Rußpartikel aus und tragen zur Smogbildung bei. Kohlekraftwerke machen etwa die Hälfte aller industriellen Quecksilberemissionen aus, sowie ein Drittel aller industriellen Arsenemissionen in die Luft.¹¹

Beispielhafte Studien zu gesundheitlichen Problemen im Zusammenhang mit Kohlekraftwerken¹²

- ▶ In der Provinz La Spezia in Norditalien haben Untersuchungen ergeben, dass Frauen in einer Gegend, die der Luftverschmutzung aus einem Kohlekraftwerk und anderen Industriequellen ausgesetzt waren, einem doppelt so hohen Risiko unterlagen, an Lungenkrebs zu sterben.¹³
- ▶ Einer spanischen Studie zufolge besteht im Umkreis von 50 Kilometern um Kohlekraftwerke ein erhöhtes Risiko, an Lungen-, Kehlkopf- oder Blasenkrebs zu erkranken. Wobei das Risiko zunimmt, je näher man am Kraftwerk wohnt.¹⁴
- ▶ Untersuchungen zum Nováky Kraftwerk in der Slowakei, in dem Kohle mit einem hohen Arsengehalt verfeuert wird, haben erhöhte Arsenkonzentrationen in den Haaren und im Urin festgestellt, sowie Gehörverlust bei Kindern und ein erhöhtes Hautkrebsrisiko.¹⁵
- ▶ In der chinesischen Provinz Chongqing führte die Schließung eines Kohlekraftwerks zu einem Rückgang der Konzentration organischer Giftstoffe in den Nabelschnüren von Neugeborenen und einer Verbesserung der motorischen und sprachlichen Fähigkeiten von Kindern, sowie auch ihrer geistigen Gesamtentwicklung.¹⁶

Kohlekraftwerke sind lautlose Killer. Ihre Schwefeldioxid-, Stickoxid- und Staubemissionen bilden in der Luft Feinstäube. Diese Partikel von unter 2,5 Mikrometer (das ist ein Zwanzigstel des Durchmessers eines Haars) sind klein genug, um tief in die Lunge einzudringen. Lösliche Feinstaub-Partikel werden in den Blutkreislauf aufgenommen (vgl. Abbildung 1).¹⁷ Sie können das Herz und die Blutgefäße schädigen sowie Giftstoffe ins Gewebe transportieren. Nichtlösliche Partikel sammeln sich in der Lunge an, beeinträchtigen die Lungenfunktion und beschädigen das Lungengewebe. Die Einatmung von Feinstäuben führt somit zu einem erhöhten Risiko, Atemwegserkrankungen, Herzinfarkte, Lungenkrebs, Asthmaanfälle und andere gesundheitliche Schäden zu erleiden. Auch wenn sich kein einziger Totenschein finden lässt, auf dem „Luftverschmutzung“ als Todesursache aufgeführt wird, sind deren gesundheitliche Auswirkungen schwerwiegend und vollkommen real.

Neben der Bildung von Feinstaub reagieren die Schwefeldioxide und Stickoxide aus Kohlekraftwerken in der Atmosphäre zu Ozon, das zur Smogbildung führt. Ozon führt zur Reizung und zu Gewebeschäden in der Kehle und der Lunge. Die Folge sind Brustschmerzen, Husten und Asthmaanfälle. Nicht zuletzt schädigen auch die Emissionen toxischer Metalle unsere Gesundheit. Quecksilber und Blei geraten in den Blutkreislauf und führen zu Schäden am Gehirn und weiteren Organen. Arsen, Chrom, Nickel und Cadmium können Lungenkrebs verursachen.

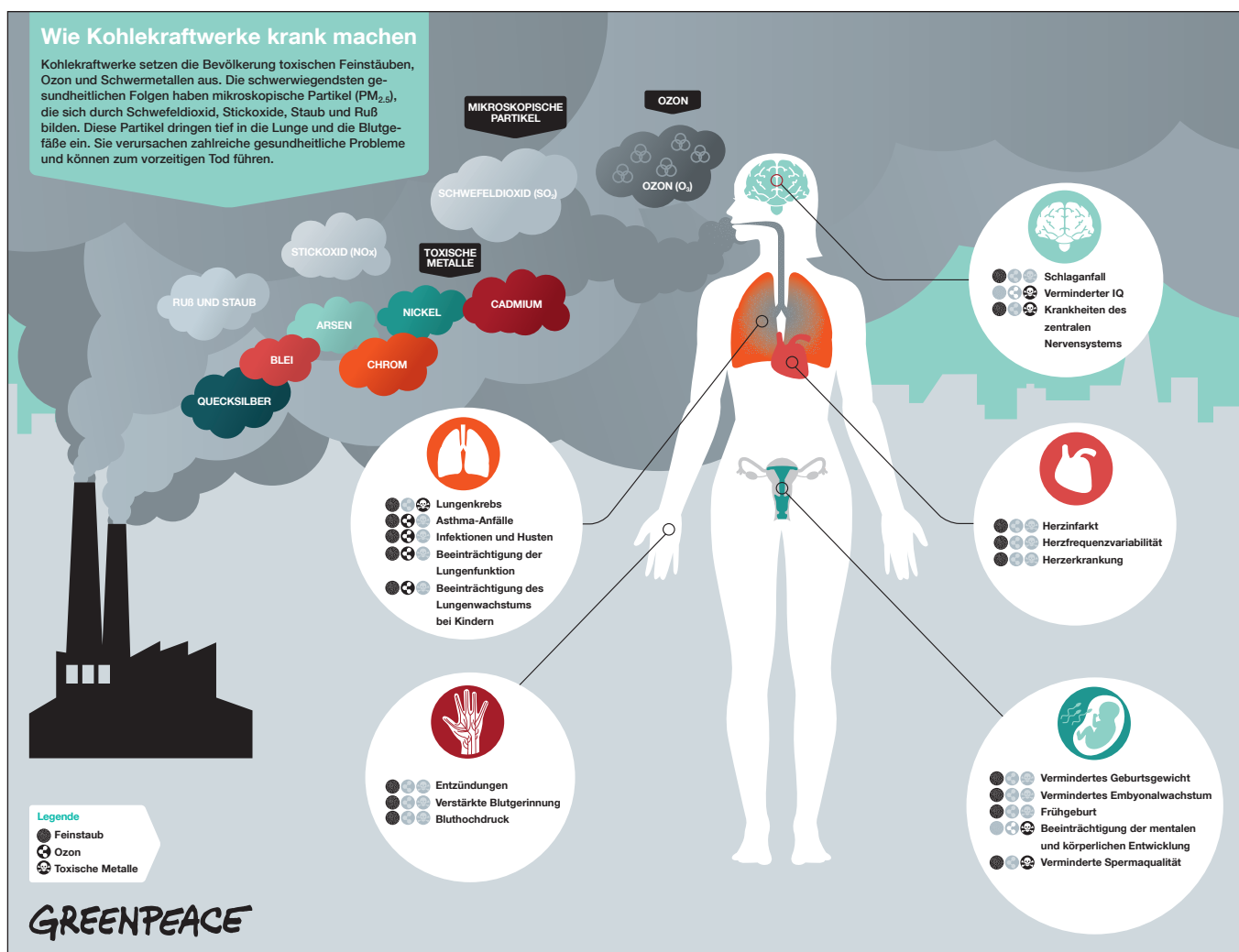


Abbildung 1:¹⁸ Die Auswirkungen der Emissionen von Kohlekraftwerken auf den menschlichen Körper

2.2 Es gibt keine saubere Kohle

Die Schadstoffemissionen von Kohlekraftwerken sind trotz erheblicher Fortschritte beim End-of-Pipe-Emissionsschutz, wie etwa SO₂-Wäscher und Feinstaubfilter, immer noch viel zu hoch. Heutige Kohlekraftwerke weisen zwar niedrigere Emissionen auf als im vergangenen Jahrhundert, dennoch fordern sie weiterhin einen hohen gesundheitlichen Tribut. Selbst „saubere Kohle“ – ein beliebtes Schlagwort der Kohlelobby – ist, wie die Ergebnisse dieser Studie zeigen, zu umwelt- und gesundheitsschädlich, um hinnehmbar zu sein.

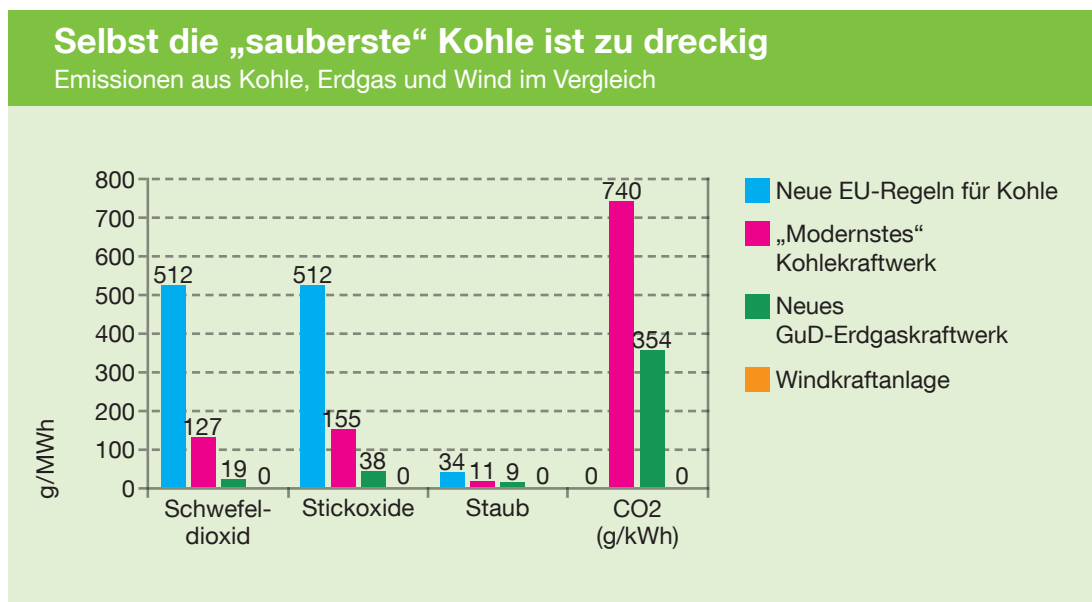


Abbildung 2: Die neuen EU-Luftverschmutzungsvorschriften für Kohlekraftwerke erlauben wesentlich höhere Emissionen als derzeit durch die bestmöglichen technischen Maßnahmen erreichbar wären, und mehr als 10-mal höhere Emissionen als ein neues gasbetriebenes Kraftwerk verursacht.¹⁹

Selbst mit den besten verfügbaren Emissionsschutztechnologien bleibt Kohle immer noch schmutzig. Die Lage verschlimmert sich jedoch dadurch, dass die Regierung die Energiewirtschaft weiterhin mit weniger strengen Grenzwerten davonkommen lässt, als eigentlich möglich wären (vgl. Abbildung 2). In den USA sind die Emissionsgrenzwerte erheblich strenger als in Europa: Eine neue Verordnung der US-Umweltbehörde EPA definiert die „maximale erreichbare Regelungstechnik“ zum Beispiel mit einer SO₂-Emissionsgrenze, die etwa ein Drittel der neuen EU-Vorgabe beträgt. Bei Feinstaubemissionen ist die Grenze ein Zehntel des in der EU zugelassenen Wertes.²⁰ In der EU treten im Jahr 2016 neue Luftverschmutzungsvorschriften in Kraft.²¹ Doch nationale Regierungen arbeiten mit der Industrie daran, Ausnahmen zu den Emissionsschutzauflagen zu formulieren. Die meisten Länder, die stark von Kohle abhängig sind, werden voraussichtlich eine „nationale Übergangsregelung“ beantragen, die ihnen erlauben würde, schmutzige Kraftwerke bis 2020 weiter zu betreiben, ohne deren Emissionsschutz zu verbessern. Die Bundesregierung und die EU müssen angesichts der gesundheitsschädlichen Emissionen dafür sorgen, dass keine solchen Ausnahmen erlaubt werden und dass alle Anlagen mit der besten verfügbaren Regeltechnik ausgestattet werden.

Saubere Kohle gibt es nicht. Die einzige Möglichkeit, Tausende von Todesfällen in Folge der Kohleverbrennung zu verhindern, ist der vollständige Umstieg auf saubere Erneuerbare Energien.

2.3 Braunkohleweltmeister Deutschland

Trotz ihrer verheerenden gesundheitlichen Folgen, ist die Kohle nach wie vor die wichtigste Säule der deutschen Stromversorgung. Ungefähr 140 Stein- und Braunkohlekraftwerke sind in Deutschland in Betrieb und erzeugen 45 Prozent des gesamten Strombedarfs.²² Davon entfallen 26 Prozent auf die besonders dreckige Braunkohle. Die 67 größten dieser Kohlekraftwerke wurden in der Studie der Universität Stuttgart berücksichtigt.

Trotz Energiewende ist Deutschland weiterhin Europas größter Kohleverstromer. Die installierte Leistung der deutschen Kohlekraftwerke ist mit über 52.000 Megawatt erheblich höher als in den anderen EU-Ländern. Selbst das Kohleland Polen, das seinen Strom zu ca. 90 Prozent aus Kohle bezieht, hat lediglich eine installierte Kohleleistung von knapp 33.000 Megawatt. Aufgrund niedriger Preise für Importkohle und Emissionszertifikate nimmt die Kohleverstromung in Deutschland gegenwärtig sogar zu. Dies hängt auch damit zusammen, dass Deutschland über riesige Vorkommen der besonders schmutzigen Braunkohle verfügt. Diese wird in Tagebauen abgebaut und in nahegelegenen Kraftwerken verbrannt. Mit 185 Millionen Tonnen im Jahr 2012 ist Deutschland „Weltmeister“ bei der Braunkohleförderung²³ – ein höchst fragwürdiger Titel.

In den Braunkohlerevieren konzentrieren sich zahlreiche Großkraftwerke auf engem Raum. Im Rheinischen Braunkohlerevier betreibt der Energiekonzern RWE fünf Braunkohlekraftwerke – ganz in der Nähe der Millionenstadt Köln und des Ballungsraumes Ruhrgebiet, die von den Emissionen der Kraftwerke stark betroffen sind. In Ostdeutschland befinden sich die großen Braunkohlekraftwerke im Lausitzer und im mitteldeutschen Braunkohlerevier – nicht weit von den Großstädten Berlin, Leipzig und Dresden. Die Braunkohle ist für die Energiekonzerne derzeit so rentabel, dass sie in der Lausitz und bei Leipzig sogar neue Tagebaue eröffnen wollen. Damit soll die Braunkohleverstromung nach dem Willen der Energiekonzerne bis zur Mitte des Jahrhunderts fortgesetzt werden.

Anstatt die Kohleverstromung geordnet zu beenden, werden in Deutschland auch weiterhin neue Kohlekraftwerke geplant und gebaut. In den vergangenen Jahren konnten Bürgerinitiativen und Umweltverbände zwar über 20 neue Kohlekraftwerke verhindern. Doch die Energiekonzerne planen immer noch 17 neue Kohlekraftwerke. Sechs dieser Kraftwerke sind bereits genehmigt und in Bau – mit einer Inbetriebnahme wird für die Jahre 2013 bis 2015 gerechnet. Die Betreiber der Kohlekraftwerke rechnen für neue Anlagen mit Laufzeiten von 40 Jahren und länger. Jedes neue Kohlekraftwerk wird somit zu einem Hindernis für die Energiewende.

3. Die Auswirkungen der deutschen Kohlekraftwerke auf die Gesundheit

3.1 Die Berechnungsmethode

Greenpeace hat das Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) an der Universität Stuttgart beauftragt, die gesundheitlichen Auswirkungen von Kohlekraftwerksemissionen zu berechnen. Das IER hat das EcoSense-Modell entwickelt, das höchstentwickelte verfügbare Instrument zur Bestimmung der individuellen gesundheitlichen Auswirkungen einer Großzahl von Kraftwerken in Europa. Das methodische Vorgehen, das im Anhang ausführlicher beschrieben ist, beruht auf drei Schritten:

Vom Kraftwerk in die Luft: Im ersten Schritt der Studie wurde von Greenpeace erfasst, wie viel Schwefeldioxid (SO₂), Stickoxide (NO_x), Feinstaub und toxische Metalle durch die größten deutschen Kohlekraftwerke freigesetzt werden. Die Emissionsdaten wurden der Universität Stuttgart als Berechnungsgrundlage für die Studie zur Verfügung gestellt. Für Bestandskraftwerke sind diese Angaben über das Europäische Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister (E-PRTR)²⁴ öffentlich zugänglich. Dieses wird von der Europäischen Umweltagentur geführt. Die Daten über in Bau oder Planung befindliche Kraftwerke wurden von Greenpeace auf Basis von Umweltverträglichkeitsstudien oder geltender Emissionsobergrenzen geschätzt.

Von der Luft in die Lunge: Im zweiten Schritt berechnete die Universität Stuttgart die Verteilung der Schadstoffe und deren chemische Reaktionen in der Atmosphäre. Das von der Universität verwendete EcoSense-Modell beruht auf einer ausgeklügelten Modellierung der Atmosphäre, die durch das Europäische Monitoring- und Evaluierungsprogramm (EMEP) entwickelt wurde. Das Modell berechnet, wie hoch die resultierende zusätzliche Schadstoffbelastung durch die Kohlekraftwerke ist. Diese Konzentrationszunahmen werden mit Bevölkerungsdaten verglichen, um festzustellen, wie viele Personen den erhöhten Konzentrationen ausgesetzt sind.

Von der Einatmung zur Krankheit: Nach Berechnung der Schadstoffausbreitung wurden in einem dritten Schritt schließlich die Todesfälle und Erkrankungen, die durch Kohlekraftwerke verursacht werden, berechnet. Dazu wurden anerkannte Risikofaktoren verwendet, die von den besten verfügbaren wissenschaftlichen Studien abgeleitet wurden. In der größten und bekanntesten Studie zum Sterberisiko durch Feinstaub, wurden von 1982 bis 1998 500.000 Erwachsene in den USA beobachtet. Die Studie zeigt, dass Menschen, die in Umgebungen mit höherer Schadstoffbelastung leben, ein deutlich höheres Risiko haben, an einer tödlichen Herz- oder Lungenerkrankung bzw. an Lungenkrebs zu erkranken.²⁵ Die verwendeten Risikofaktoren stimmen mit den Empfehlungen des NEEDS-Projektes²⁶ überein, die z. B. von der Europäischen Umweltagentur für ähnliche Studien verwendet wurden.

„Jährliche Todesfälle“ und „verlorene Lebensjahre“

Das EcoSense-Modell der Universität Stuttgart verwendet „verlorene Lebensjahre“ als Indikator für die durch Luftverschmutzung bedingten Todesfälle. Dabei handelt es sich um die Anzahl der Lebensjahre, die durch einen vorzeitigen Tod verloren wurden. Greenpeace hat darauf basierend die Anzahl der jährlichen Todesfälle berechnet, die durch die Schadstoffbelastung der Bevölkerung verursacht werden. Die Anzahl der verlorenen Lebensjahre wurde mithilfe des Quotienten von 10,7 verlorenen Jahren pro PM_{2.5}-bedingtem Todesfall in die Anzahl der zurechenbaren Todesfälle umgerechnet. Dieser Quotient beruht auf Angaben der Europäischen Umweltagentur in dem Bericht: *Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe* (2011).²⁷

Dem verwendeten Risikofaktor zufolge verursacht jeder auf PM_{2.5} zurückzuführende Todesfall schätzungsweise einen Verlust von 10,7 Lebensjahren. (Im Anhang ist die Grundlage dieser Berechnungen ausführlicher erläutert.)

„Verlorene Arbeitstage“

Luftverschmutzung erhöht das Risiko verschiedener Krankheiten und gesundheitlicher Beschwerden und kann Arbeitnehmer zwingen, sich häufiger krankschreiben zu lassen. Diese Beschwerden reichen von kleineren Atemwegsinfektionen und Hustenerkrankungen bis zur Genesung nach einem Herzinfarkt. Die Zunahme der krankheitsbedingten Fehltage aufgrund von Luftverschmutzung wurde anhand von Daten geschätzt, die in einer nationalen Gesundheitsbefragung in den USA erhoben wurden. (Nähere Einzelheiten: s. Anhang.)

3.2 Ergebnisse: Die Gesundheitsauswirkungen der deutschen Kohlekraftwerke

Die Ergebnisse der Studie der Universität Stuttgart sind erschütternd. Insgesamt führten die Emissionen der größten deutschen Kohlekraftwerke im Jahr 2010 zum Tod von ungefähr 3.100 Menschen. Die Umweltverschmutzung der größten deutschen Kohlekraftwerke kostete insgesamt ca. 33.000 Lebensjahre. Außerdem führten Krankheiten und gesundheitliche Probleme aufgrund von Kohlekraftwerksverschmutzung im Jahr 2010 schätzungsweise zu 700.000 verlorenen Arbeitstagen.

Mit den Ergebnissen der Studie der Universität Stuttgart ist es erstmals möglich, die Gesundheitsauswirkungen jedes einzelnen deutschen Kohlekraftwerks zu beziffern (vgl. Tabelle im Anhang). Die Daten zeigen eindeutig, dass insbesondere die Braunkohlekraftwerke zu Deutschlands größten Dreckschleudern zählen. Unter den zehn gesundheitsschädlichsten Kraftwerken sind neun Braunkohlekraftwerke (vgl. Tabelle 1). Alleine diese neun größten Braunkohlekraftwerke verursachen jährlich über 1.700 Todesfälle. Es handelt sich um die Kraftwerke Jämschwalde, Schwarze Pumpe, Boxberg, Lippendorf (alle Vattenfall), Neurath, Niederaußem, Frimmersdorf, Weisweiler (alle RWE) sowie Schkopau (E.ON).

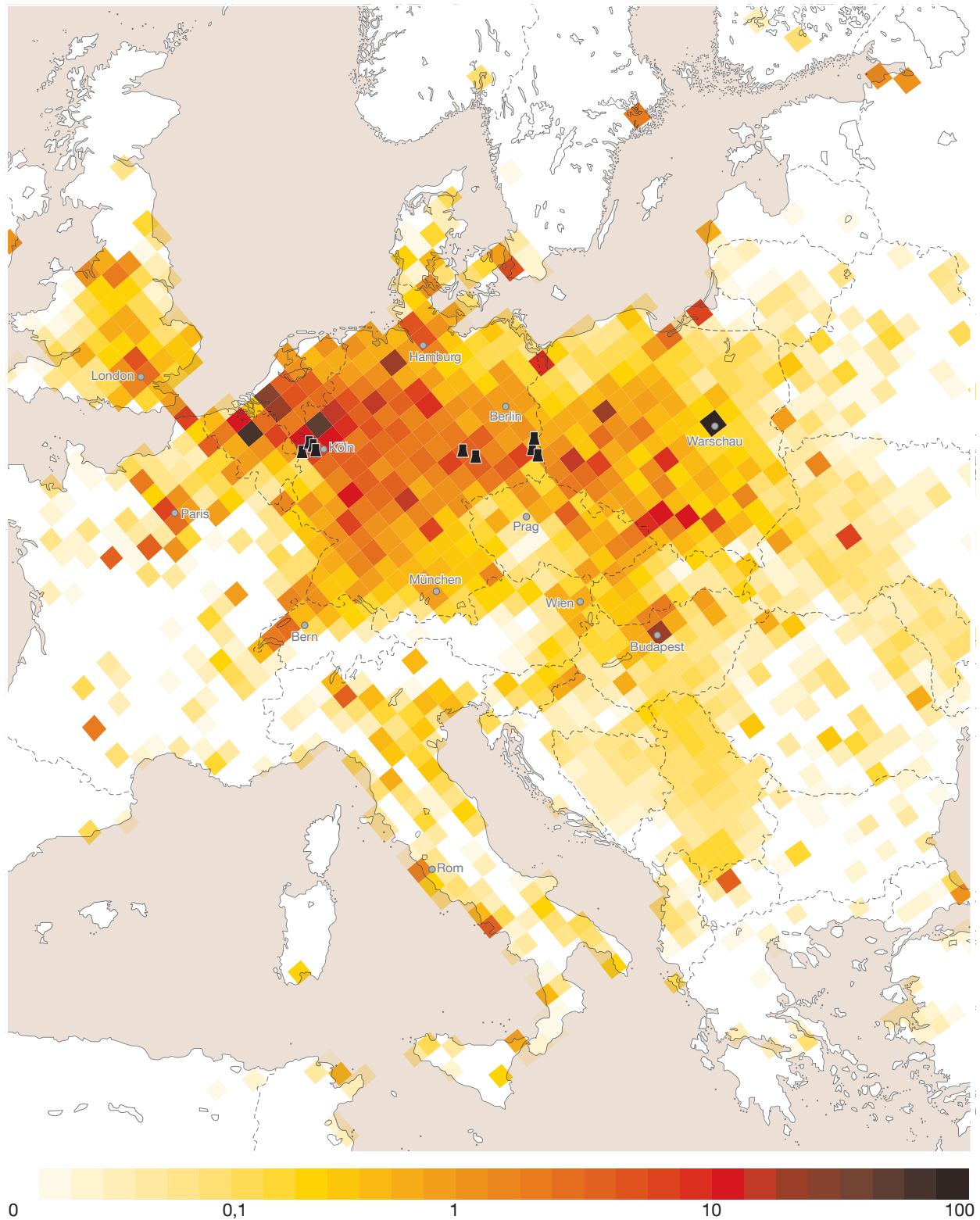
Tabelle 1: Die zehn gesundheitsschädlichsten Kohlekraftwerke Deutschlands

	Kraftwerke, Ort	Betreiber	Brennstoff	Todesfälle pro Jahr	Verlorene Lebensjahre	Verlorene Arbeitstage
1	Jänschwalde, Peitz	Vattenfall	Braunkohle	373	3.986	84.149
2	Niederaußem, Bergheim	RWE	Braunkohle	269	2.881	61.075
3	Lippendorf, Böhlen	Vattenfall	Braunkohle	212	2.272	47.995
4	Weisweiler, Eschweiler	RWE	Braunkohle	172	1.844	39.091
5	Frimmersdorf, Grevenbroich	RWE	Braunkohle	164	1.754	37.182
6	Boxberg	Vattenfall	Braunkohle	164	1.756	37.018
7	Neurath, Grevenbroich	RWE	Braunkohle	160	1.712	36.291
8	Scholven, Gelsenkirchen	E.ON	Steinkohle	129	1.378	29.202
9	Schwarze Pumpe, Spremberg	Vattenfall	Braunkohle	110	1.175	24.817
10	Schkopau, Korbetha	E.ON	Braunkohle	76	817	17.253

Abbildung 3 zeigt die geografische Verteilung gesundheitlicher Schäden, die durch die neun größten deutschen Braunkohlekraftwerke verursacht werden. Die Karte basiert auf einer Berechnung der Schadstoffausbreitung durch das EcoSense-Modell der Universität Stuttgart. Sie zeigt die durch die Kohlekraftwerke zusätzlich verursachten, jährlichen Todesfälle, berechnet für 50 mal 50 Kilometer große Gebiete. In den rot bis schwarz markierten Gebieten treten jedes Jahr 100 bis 1000 Todesfälle durch Schadstoffemissionen aus Kohlekraftwerken auf.

Die Karte zeigt auf, dass die schwersten gesundheitlichen Schäden im näheren Umfeld der Kraftwerke auftreten. Doch weil die giftigen Schadstoffe aus den Kohlekraftwerksschloten vom Wind über hunderte Kilometer transportiert werden, betreffen die gesundheitlichen Auswirkungen auch ganz Deutschland und sogar die europäischen Nachbarländer. In großen Städten oder Ballungszentren, wo besonders viele Menschen auf engem Raum zusammenleben, treten durch die hohe Populationsdichte auch besonders hohe gesundheitliche Schäden auf.

Todesfälle durch Kohlekraftwerke (Abbildung 3)



Jährliche Todesfälle durch Feinstaub-Emissionen der neun größten deutschen Braunkohlekraftwerke, Modellierung durch das EcoSense Modell, Universität Stuttgart (Berechnungsjahr: 2010)
 © Greenpeace 2013, Kartographie: Klaus Kühner, huettnerwerke.de

GREENPEACE

Die fünf gesundheitsschädlichsten Energiekonzerne Deutschlands sind RWE, Vattenfall, E.ON, STEAG und EnBW. Aufgrund ihres hohen Anteils von Braunkohlekraftwerken verursachen vor allem RWE und Vattenfall besonders hohe gesundheitliche Schäden. Die RWE-Kohlekraftwerke verursachten im Jahr 2010 den Berechnungen zufolge über 900 Todesfälle, 10.000 verlorene Lebensjahre und 215.000 verlorene Arbeitstage. Den größten Teil machen dabei die Kraftwerke im Rheinischen Braunkohlerevier aus (Neurath, Niederaußem, Weisweiler, Frimmersdorf). Dabei ist besonders problematisch, dass sich diese Kraftwerke in der Nähe sehr dicht besiedelter Gebiete befinden (Köln, Ruhrgebiet). Die gesundheitlichen Schäden von Vattenfalls Kohlekraftwerken sind kaum geringer: Auch hier sind mehr als 900 Todesfälle, fast 10.000 verlorene Lebensjahre und 210.000 verlorene Arbeitstage zu verzeichnen. Bei Vattenfall fallen vor allem die drei großen Kraftwerke im Lausitzer Braunkohlerevier (Jänschwalde, Schwarze Pumpe, Boxberg) ins Gewicht. Im Umfeld dieser Kraftwerke befinden sich die Großstädte Leipzig, Dresden und Berlin, doch auch die Republik Polen ist von den Emissionen stark betroffen.

Tabelle 2: Die fünf gesundheitsschädlichsten Energiekonzerne Deutschlands

	Konzern	Todesfälle pro Jahr	Verlorene Lebensjahre	Verlorene Arbeitstage
1	RWE	959	10.266	217.853
2	Vattenfall	931	9.964	210.309
3	E.ON	411	4.404	93.111
4	STEAG	181	1.945	44.158
5	EnBW	141	1.514	31.986

Zusätzlich zu den bereits bestehenden Anlagen planen oder bauen die Energiekonzerne weitere neue Kohlekraftwerke. 13 dieser Kraftwerksprojekte wurden für die vorliegende Untersuchung berücksichtigt. Hinzu kommen die neuen Blöcke in den Braunkohlekraftwerken Neurath und Boxberg. Diese wurden 2012 ans Netz genommen und sind daher bei den Bestandskraftwerken nicht berücksichtigt. Gingen alle diese Anlagen ans Netz, so würden deren Schadstoffemissionen jedes Jahr über 1.100 Todesfälle, 12.000 verlorene Lebensjahre und 250.000 verlorene Arbeitstage verursachen. Die schwerwiegendsten gesundheitlichen Auswirkungen haben die Kraftwerksprojekte Neurath (seit 2012 in Betrieb), Hamm und Niederaußem, die alle von RWE vorangetrieben werden.

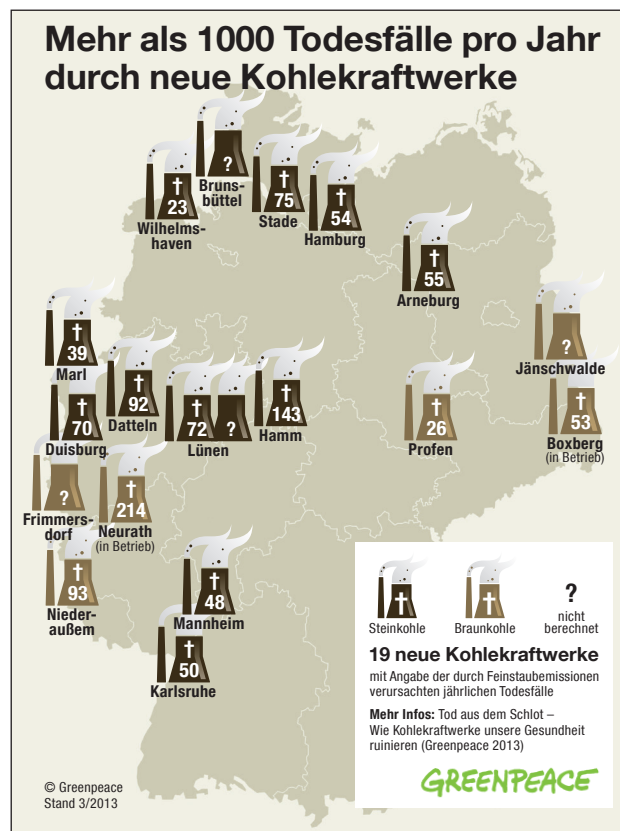


Abbildung 4: Jährliche Todesfälle durch geplante und in Bau befindliche Kohlekraftwerke

Tabelle 3: Die Gesundheitsauswirkungen neuer Kohlekraftwerke in Deutschland

	Kraftwerke, Ort	Betreiber	Brennstoff	Todesfälle pro Jahr	Verlorene Lebensjahre	Verlorene Arbeitstage
1	Neurath, Grevenbroich (seit 2012 in Betrieb)	RWE	Braunkohle	214	2.290	48.531
2	Hamm	RWE	Steinkohle	143	1.527	32.349
3	Niederaußem, Bergheim	RWE	Braunkohle	93	996	21.100
4	Datteln	E.ON	Steinkohle	92	989	20.965
5	Stade	Dow Chemical	Steinkohle	75	798	16.880
6	Lünen-Stummhafen	Trianel	Steinkohle	72	771	16.332
7	Duisburg-Walsum (Block 10)	STEAG	Steinkohle	70	752	15.929
8	Arneburg, Stendal	RWE	Steinkohle	55	592	12.485
9	Hamburg-Moorburg	Vattenfall	Steinkohle	54	583	12.324
10	Boxberg (seit 2012 in Betrieb)	Vattenfall	Braunkohle	53	565	11.922
11	Karlsruhe-Rheinhafen	EnBW	Steinkohle	50	536	11.322
12	Mannheim, Neckeraue (Block 9)	GKM	Steinkohle	48	512	10.817
13	Marl	Infracor	Steinkohle	39	419	8.876
14	Profen, Elsteraue	MIBRAG	Braunkohle	26	279	5.894
15	Wilhelmshaven	GDF SUEZ	Steinkohle	23	251	5.305
	Gesamt			1.108	11.860	251.031

Tabelle 3 enthält die neu geplanten und im Bau befindlichen Kohlekraftwerke sowie die neuen Braunkohlekraftwerksblöcke in Boxberg und Neurath, die seit 2012 am Netz sind. Für die neuen Kohlekraftwerke in Brunsbüttel, Frimmersdorf, Jänschwalde sowie ein zweites geplantes Kraftwerk in Lünen lagen entscheidende Daten nicht vor, so dass für diese Kraftwerke keine Berechnungen vorgenommen werden konnten.

4. Die Zukunft: Energiewende heißt Kohleausstieg

Die Verstromung von Braun- und Steinkohle hat verheerende Auswirkungen für die Gesundheit der Bürger. Trotzdem haben es sowohl die Politik als auch die Energiekonzerne bisher versäumt, die Kohleverstromung konsequent zurückzudrängen. Deutschland wird zwar international für Atomausstieg und Energiewende gelobt – doch gleichzeitig ist Deutschland immer noch Weltmeister bei der besonders dreckigen Braunkohleverstromung. Kohlekraftwerke stellen in Deutschland immer noch fast die Hälfte der Stromproduktion. Doch ohne Kohleausstieg ist die Energiewende nur eine halbe Energiewende.

Der Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland ist eine Erfolgsgeschichte. Durch die begonnene Energiewende hat Deutschland beste Voraussetzungen, um die Stromversorgung vollständig von fossilen und nuklearen Kraftwerken auf Erneuerbare Energien umzustellen. Der Anteil an Erneuerbaren Energien ist innerhalb von 10 Jahren von 8 Prozent auf 22 Prozent gestiegen.²⁸ Erneuerbare Energien liefern in Deutschland Arbeitsplätze für mehr als 380.000 Menschen, mehr als doppelt so viele wie noch 2004.²⁹ Mit dem Energieszenario „Klimaschutz: Plan B 2050“ hat Greenpeace aufgezeigt, wie Deutschland seine Energieversorgung bis 2050 vollständig auf Erneuerbare Energien umstellen kann.³⁰

Die verheerenden Gesundheitsauswirkungen der Kohlekraftwerke erfordern, dass die Kohleverstromung möglichst schnell reduziert und mittelfristig ganz beendet wird. Alle Kohlekraftwerke müssen die Auflage erhalten, mit der besten verfügbaren Regeltechnik ausgerüstet zu werden, um Schadstoffemissionen zu minimieren. Es dürfen grundsätzlich keine neuen Kohlekraftwerke und Braunkohletagebaue mehr zugelassen werden. Greenpeace fordert außerdem von der Bundesregierung, ein Kohleausstiegsgesetz zu beschließen.³¹ Ähnlich dem Gesetz zum Atomausstieg soll die Laufzeit der Kohlekraftwerke durch Reststrommengen effektiv begrenzt werden. Dem Greenpeace-Kohleausstiegsgesetz zufolge geht das letzte Braunkohlekraftwerk im Jahr 2030 vom Netz, während die Steinkohleverstromung bis 2040 beendet wird. Nicht zuletzt muss die Europäische Union dafür sorgen, dass die EU-Richtlinie über Industrieemissionen ohne Verzögerungen durch Übergangsregelungen umgesetzt wird.

Greenpeace fordert:

- ▶ **Alle Kohlekraftwerke müssen die Auflage erhalten, mit der besten verfügbaren Filtertechnik ausgerüstet zu werden, um Schadstoffemissionen zu minimieren.**
- ▶ **Keine neuen Kohlekraftwerke: Keines der 17 in Bau oder Planung befindlichen neuen Kohlekraftwerke darf mehr ans Netz gehen.**
- ▶ **Keine Genehmigung neuer Braunkohletagebaue.**
- ▶ **Beschluss eines Kohleausstiegsgesetzes, das die Beendigung der Kohleverstromung bis 2030 (Braunkohle) bzw. 2040 (Steinkohle) regelt.**
- ▶ **Die EU-Richtlinie über Industrieemissionen, welche neue Grenzwerte für Luftschadstoffemissionen in EU-Ländern festlegt, muss ohne Verzögerungen durch „Übergangsregelungen“ umgesetzt werden.**
- ▶ **Reform des europäischen CO₂-Emissionshandels: Das EU-Klimaschutzziel für 2020 muss auf mindestens 30 Prozent angehoben werden, überschüssige Emissionszertifikate sind vom Markt zu nehmen.**

5. Anhang: Durchführung der Studie

Greenpeace hat bei der Universität Stuttgart eine Modellierung der gesundheitlichen Auswirkungen von Kohlekraftwerken in Auftrag gegeben. Die Universität Stuttgart ist schon seit geraumer Zeit an der Entwicklung eines europäischen Bewertungssystems für die externen Auswirkungen der Energiewirtschaft beteiligt. Das Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart hat das EcoSense-Modell³² entwickelt, um die gesundheitlichen und andere ökologische und ökonomische Auswirkungen von Kraftwerken zu bestimmen. Die Beurteilung in dieser Studie beruht auf einer von Greenpeace entwickelten Bestandsaufnahme der Kohlekraftwerksemissionen.

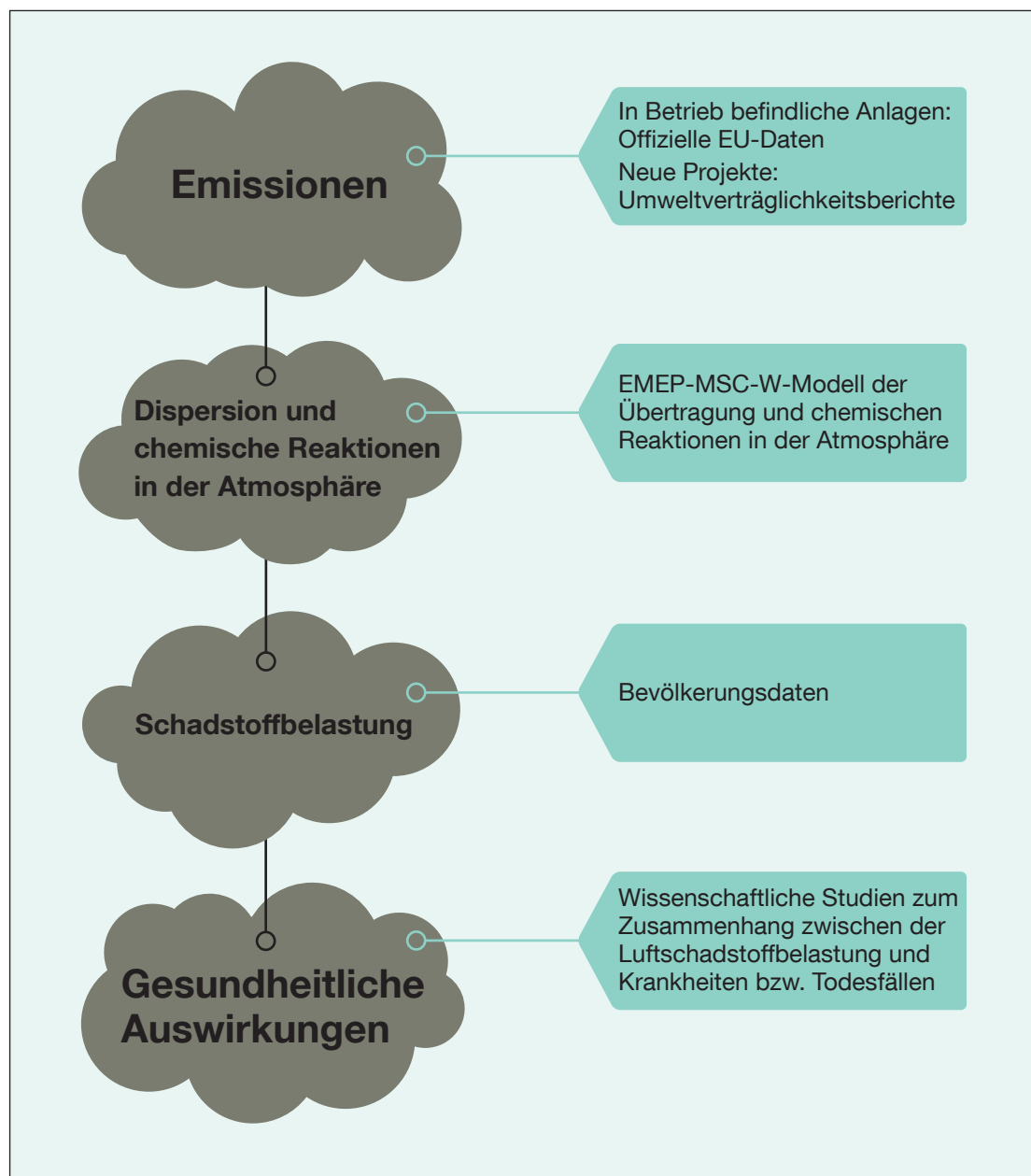


Abbildung 5: Vereinfachte Darstellung der Methodik zur Beurteilung der gesundheitlichen Auswirkungen

5.1 Vom Kraftwerk in die Luft: Quantifizierung der Emissionen

Im ersten Schritt der Modellierung der gesundheitlichen Auswirkungen von Kohlekraftwerken wird bestimmt, wie viele Schadstoffe diese ausstoßen und wo sich die Schadstoffquellen befinden. Die Studie berücksichtigt Emissionen von Schwefeldioxid (SO_2), Stickoxiden (NO_x) und Feinstäuben ($\text{PM}_{2.5}$), sowie toxischer Metalle und Kohlendioxid (CO_2). Die Emissionsdaten für alle in Betrieb befindlichen Kraftwerke in der Europäischen Union stehen über das Europäische Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister (E-PRTR)³³ zur Verfügung, das von der Europäischen Umweltagentur geführt wird. Allerdings enthält diese Datenbank keine Angaben darüber, welche Kraftwerke mit Kohle betrieben werden. Daher wurden die Kohlekraftwerke anhand der Datenbank Platts World Electric Power Plants, der EEA Large Combustion Plant Emissionsdaten³⁴, und der Jahresberichte und Websites der entsprechenden Unternehmen identifiziert.

Die neuesten Emissionsdaten beziehen sich auf das Jahr 2010, in dem die Stromerzeugung durch Kohlekraftwerke sehr niedrig war. Deutschlands Kohleverbrauch stieg von 2010 bis 2012 um ca. fünf Prozent, was zu einer höheren Anzahl von Todesfällen und negativen gesundheitlichen Auswirkungen geführt haben dürfte.

Die Daten über in Bau oder in Planung befindliche Kohlekraftwerke wurden von Greenpeace zusammengestellt. Ihnen liegt die Greenpeace-Kohlekraftwerksliste und eine Projektliste der European Climate Foundation vom Oktober 2012 zugrunde. Die Koordinaten der Kraftwerksstandorte wurden über die Datenbanken der E-PRTR und CARMA³⁵, und mithilfe von Google Maps ermittelt. Sofern Kohlekraftwerke mehreren Eigentümern zusammen gehören, wurden die gesundheitlichen Auswirkungen vollständig dem Hauptbetreiber zugeordnet.

Luftschadstoffemissionen aus neuen Kraftwerken wurden – soweit möglich – den Umweltverträglichkeitsstudien und Genehmigungsunterlagen entnommen. Wo diese nicht zur Verfügung standen, wurden die Emissionen anhand national gültiger oder EU-weiter Emissionsgrenzen geschätzt. Die Berechnung berücksichtigt Angaben über den thermischen Wirkungsgrad, den Kapazitätsfaktor und das spezifische Abgasvolumen. Soweit möglich wurden anlagenspezifische Werte verwendet, als zweite Option wurden typische Werte für neue Kraftwerke eingesetzt.

Die anlagenbezogenen Emissionsdaten von in Betrieb befindlichen Kraftwerken beruhen hauptsächlich auf kontinuierlichen Emissionsmessungen an den Kraftwerksschloten, sodass die Daten-Unsicherheit sehr gering ist, sofern die Daten nicht von den Unternehmen oder Behörden manipuliert wurden. Hauptsächlich Fehlerquellen sind die E-PRTR-Meldegrenzen, die vielen Betreibern großer Kraftwerke gestatten, ihre Emissionen nicht vollständig zu melden. Von den drei wichtigsten Schadstoffen – Schwefeldioxid (SO_2), Stickoxide (NO_x) und Feinstaub – ist die Bestandsaufnahme von Feinstaubemissionen davon am stärksten betroffen. Greenpeace hat die Verteilung der gemeldeten Feinstaubemissionsdaten untersucht und festgestellt, dass ca. 10 Prozent der gesamten Feinstaubemissionen aus Kohlekraftwerken nicht gemeldet werden. Darüber hinaus beruht weniger als die Hälfte des gesamten Feinstaubemissionsbestandes auf Messungen, der Rest wurde unter der Annahme berechnet, dass der Emissionsschutz wie vorgeschrieben eingehalten wird. Das könnte zwar auf der Ebene der einzelnen Anlagen erhebliche Fehler mit sich bringen, die Folgen für die Bestandsaufnahme insgesamt dürften aber eher gering sein. Bei neuen Kraftwerksprojekten gibt es natürlich keine Emissionsdaten aus dem laufenden Betrieb. Die vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte könnten von denen abweichen, die in

Umweltverträglichkeitsstudien stehen, die Kapazitätsfaktoren könnten von den angenommenen abweichen, oder aber das gesamte Projekt könnte eingestellt oder modifiziert werden. Bei neuen Kraftwerken beurteilt der vorliegende Bericht die „Was – wäre – wenn“-Lage, betrachtet also die Auswirkungen der Kraftwerke, wenn sie in der Form gebaut und in Auftrag gegeben werden, wie zurzeit von der Kohleindustrie geplant.

Die Emissionsdaten wurden von Greenpeace zusammengestellt und als Ausgangswerte für die nächsten beiden Schritte der Analyse verwendet, die die Universität Stuttgart durchgeführt hat.

5.2 Von der Luft in die Lunge: Atmosphärische Übertragung und Chemie

Im zweiten Schritt muss die Schadstoffbelastung ermittelt werden, die durch die Schadstoffemissionen der Kohlekraftwerke zusätzlich hervorgerufen wird. Die Schadstoffe aus Kohlekraftwerken breiten sich über sehr große Gebiete aus. Die gesundheitlichen Auswirkungen eines einzelnen Kraftwerks resultieren daraus, dass eine sehr große Anzahl von Menschen geringen zusätzlichen Mengen an Luftschadstoffen ausgesetzt ist. Umgekehrt hängen die Luftschadstoffwerte in ganz Europa von Dutzenden oder gar Hunderten von Kohlekraftwerken ab. Ein differenziertes Modell ist notwendig, um die Auswirkungen der Kraftwerksemissionen zu bestimmen.

Das von der Universität Stuttgart verwendete EcoSense-Modell enthält Informationen aus einer Vielzahl von Modellierungsdurchläufen anhand des hochmodernen MSC-W-Chemietransportmodells.³⁶ Das Modell verwendet Daten über Windstärke und -richtung, Luftfeuchtigkeit, Niederschlag und andere meteorologische Faktoren, die durch Satelliten und Bodenstationen gewonnen werden. Daraus wird die Ausbreitung der Schadstoffe aus unterschiedlichen Quellen berechnet und die chemischen Reaktionen, die die Zusammensetzung der Schadstoffe verändern.

Anhand der Informationen aus den Modelldurchläufen wird die Zunahme der Schadstoffkonzentrationen berechnet, die die modellierten Kraftwerksemissionen an Tausenden verschiedenen Standorten in Europa verursachen. Diese Konzentrationszunahmen werden mit den Bevölkerungsdaten verglichen, um festzustellen, wie viele Personen den erhöhten Konzentrationen ausgesetzt sind. Durch Berechnung der zusätzlichen Schadstoffbelastung an den verschiedenen Standorten ergibt sich die zusätzliche Gesamtbelastung aufgrund der modellierten Kraftwerksemissionen. Die im EcoSense-Modell verwendeten Faktoren zur emissionsbedingten Bevölkerungsbelastung werden über die meteorologischen Daten aus einem Zeitraum von fünf Jahren gemittelt, damit die Ergebnisse für die typischen Wetterbedingungen repräsentativ sind.

Typischerweise ergibt die Berechnung, dass pro 1000 Tonnen Schadstoffen, die von einem Kraftwerk ausgestoßen werden, zwischen 200 Gramm und 5 Kilogramm der toxischen Bestandteile von europäischen Bürgern eingeatmet werden.³⁷ Diese Zahl variiert je nach Kraftwerksstandort, Schadstoff und atmosphärischen Bedingungen.

Die Luftschadstoffkonzentrationen, die durch das EMEP³⁸ MSC-W-Modell vorhergesagt werden, werden Jahr für Jahr mit Messdaten aus der realen Welt verglichen.³⁹ Die Übereinstimmung zwischen vorhergesagten und beobachteten Jahresdurchschnittskonzentrationen liegt für die Sulfat- und die Nitratfeinstaubbelastung⁴⁰, die für die in diesem Bericht untersuchten gesundheitlichen

Auswirkungen wichtigsten Schadstoffe, zwischen 90 bzw. 88 Prozent. Die Verzerrung durch das Modell liegt bei -20 Prozent bzw. 8 Prozent. Auch wenn diese Validierungsdaten nicht zur Quantifizierung der Konfidenzintervalle⁴¹ der von Modell abgeleiteten Emissions-Konzentrations-Verhältnisse herangezogen werden können, lässt die hohe Übereinstimmung zwischen dem Modell und den realen Messdaten die Ergebnisse vertrauenswürdig erscheinen. Die negative Verzerrung für Sulfat, den Schadstoff mit den größten negativen gesundheitlichen Auswirkungen, deutet darauf hin, dass die Ergebnisse eher konservativ sind.

5.3 Von der Einatmung zur Krankheit: Die Kosten für die Gesundheit

Nachdem die gesamte Schadstoffbelastung aufgrund der Kraftwerksemissionen berechnet wurde, besteht der letzte Schritt darin, die Todesfälle und die verschiedenen Erkrankungen, die durch diese Belastung ausgelöst werden, zu beziffern. Dazu werden die Ergebnisse von Studien herangezogen, die Beziehungen zwischen den Schadstoffkonzentrationen und gesundheitlichen Folgen oder Todesfällen untersucht haben. Die Belastungsreaktionsfaktoren, die im Stuttgarter EcoSense-Modell verwendet werden, um die gesundheitlichen Auswirkungen zu bestimmen, beruhen auf den Empfehlungen des NEEDS-Projektes.⁴² Dieses wird von der Europäischen Kommission finanziert und wurde z. B. von der Europäischen Umweltagentur für ähnliche Studien angepasst.

In der größten und bekanntesten Studie zum Sterberisiko durch Feinstaubbelastung, wurden 500.000 Erwachsene in 50 US-Bundesstaaten mit unterschiedlichen Luftverschmutzungskonzentrationen von 1982 bis 1998 beobachtet. Die Studie zeigt, dass Menschen, die in Umgebungen mit höherer Schadstoffbelastung leben, ein deutlich höheres Risiko haben, von einer tödlichen Herz- oder Lungenerkrankung bzw. Lungenkrebs betroffen zu werden.⁴³ Die Ergebnisse dieser Studie wurden genutzt, um die Risikofaktoren zu bestimmen, aufgrund von Luftverschmutzung zu sterben. Altersstruktur und Sterberate der europäischen Bevölkerung wurden entsprechend angepasst.

Die Anzahl der verlorenen Arbeitstage, die auf Luftverschmutzung zurückzuführen sind, wurde anhand von Daten aus der U.S. National Health Interview Survey⁴⁴ geschätzt, in der die Daten von Zehntausenden Haushalten seit 1957 kontinuierlich erhoben werden. Diese Umfrage ermittelt, an wie vielen Tagen die Befragten bettlägerig waren, nicht zur Arbeit gehen konnten, oder unter weniger schwerwiegenden gesundheitlichen Problemen litten. Die Analyse der Daten zeigt, dass luftverschmutzungsbedingte Krankheitsausfälle jeder Art zunehmen, und sie liefert außerdem Risikofaktoren, anhand derer sich die Auswirkungen im Einzelnen berechnen lassen.⁴⁵

Luftverschmutzung steht in Verbindung mit Asthmaanfällen bei Kindern und Erwachsenen mit bestehenden Asthmaerkrankungen. Dieser Wert wird über die Anzahl der Asthmasymptome bestimmt, die eine medikamentöse Behandlung erfordern. Die Risikofaktoren für Asthmasymptome stammen aus einer Analyse der Weltgesundheitsorganisation⁴⁶ anhand von Daten mehrerer Studien, überwiegend aus Europa. Die Anzahl der Menschen, die aufgrund einer Zunahme der Luftverschmutzung in Krankenhäuser eingewiesen wurden, wurde in einer Studie aus dem Jahr 2005 ermittelt,⁴⁷ welche sieben europäische Großstädte sowie die Niederlande insgesamt umfasste. Die Daten zeigen, dass in der Folge der Erhöhung der Luftverschmutzung, mehr Men-

schen wegen Herzinfarkten und Herzkreislauf-Symptomen sowie Atemwegsbeschwerden ins Krankenhaus eingewiesen wurden.

Das EcoSense-Modell der Universität Stuttgart verwendet „verlorene Lebensjahre“ als Indikator für die durch Luftverschmutzung bedingten Todesfälle. Dadurch ist es möglich, die durch Ozonbelastung bedingten Todesfälle und diejenigen, die durch akute und chronische Auswirkungen von Feinstaub hervorgerufen werden, in Form einer einzigen Zahl zusammenzufassen. Auch das von der EU geförderte Projekt zur Bestimmung von Kosten und Nutzen von Sauberer Luft in Europa (CAFE CBA) hat einen Risikofaktor für die Anzahl der Todesfälle aufgrund von Feinstaubbelastungen ermittelt. Dieser beruht auf derselben Studie (Pope et al. 2002) wie die Risikofaktoren des EcoSense-Modells.⁴⁸ Greenpeace hat anhand dieses Risikofaktors die Anzahl der Todesfälle berechnet, die mit der Schadstoffbelastung der Bevölkerung verbunden wäre, die im Rahmen des Berichtes der Uni Stuttgart ermittelt wurde. Im Durchschnitt verursacht jeder auf PM_{2.5} zurückzuführende Todesfall schätzungsweise einen Verlust von 10,7 Lebensjahren, und jeder Tod aufgrund der Ozonbelastung bringt einen Verlust von 9 Lebensmonaten mit sich.

Die Risikofaktoren, die anhand großer statistischer Studien geschätzt wurden, beinhalten eine Messunsicherheit. Das 95 Prozent-Konfidenzintervall bei der Sterberate liegt bei 127 bis 1.194 verlorenen Lebensjahren pro 100.000 Personen, je 10 µg/m³ Zunahme im Jahresdurchschnitt des PM_{2.5}-Wertes, mit einem mittleren Wert von 651. Das deutet darauf hin, dass die in diesem Bericht geschätzte verkürzte Lebenserwartung von 33.400 Lebensjahren, die mit Emissionen aus dem Betrieb von Kraftwerken verbunden ist, ein 95 Prozent-Konfidenzintervall von 6.520 bis 61.300 hat. Das Konfidenzintervall für verlorene Arbeitstage – 708.000 – hat entsprechend ein 95 Prozent-Konfidenzintervall zwischen 602.000 und 711.000.⁴⁹

6. Datenanhang

6.1 Gesundheitsauswirkungen der Bestandskraftwerke

Tabelle 4: Die Gesundheitsauswirkungen von 67 deutschen Kohlekraftwerken

	Kraftwerke, Ort	Betreiber	Brennstoff	Todesfälle pro Jahr	Verlorene Lebensjahre	Verlorene Arbeitstage
1	Jänschwalde, Peitz	Vattenfall	Braunkohle	373	3.986	84.149
2	Niederaußem, Bergheim	RWE	Braunkohle	269	2.881	61.075
3	Lippendorf, Böhlen	Vattenfall	Braunkohle	212	2.272	47.995
4	Weisweiler, Eschweiler	RWE	Braunkohle	172	1.844	39.091
5	Frimmersdorf, Grevenbroich	RWE	Braunkohle	164	1.754	37.182
6	Boxberg	Vattenfall	Braunkohle	164	1.756	37.018
7	Neurath, Grevenbroich	RWE	Braunkohle	160	1.712	36.291
8	Schloven, Gelsenkirchen	E.ON	Steinkohle	129	1.378	29.202
9	Schwarze Pumpe, Spremberg	Vattenfall	Braunkohle	110	1.175	24.817
10	Schkopau, Korbetha	E.ON	Braunkohle	76	817	17.253
11	Großkraftwerk Mannheim	GKM	Steinkohle	71	759	15.996
12	Heizkraftwerk Heilbronn	EnBW	Steinkohle	52	559	11.802
13	Staudinger, Großkrotzenburg	E.ON	Steinkohle	48	511	10.766
14	Gemeinschaftskraftwerk Bergkamen	RWE & STEAG	Steinkohle	46	491	10.402
15	Fenne, Völklingen	STEAG	Steinkohle	42	447	9.425
16	Ibbenbüren	RWE	Steinkohle	41	442	9.340
17	Heyden, Lahde/Petershagen	E.ON	Steinkohle	40	432	9.120
18	Mehrum, Hohenhameln	KW Mehrum GmBH	Steinkohle	35	372	7.861
19	Heizkraftwerk Herne	STEAG	Steinkohle	34	366	7.755
20	Wilhelmshaven	E.ON	Steinkohle	34	365	7.706
21	Gersteinwerk, Werne	RWE	Steinkohle	33	355	7.528
22	HKW Nord/Süd & West, Wolfsburg	Volkswagen	Steinkohle	32	344	7.241
23	Heizkraftwerk Altbach/Deizisau	EnBW	Steinkohle	31	330	6.963
24	Rheinhafen-Dampf-KW, Karlsruhe	EnBW	Steinkohle	30	325	6.870
25	Buschhaus, Helmstedt	E.ON	Braunkohle	29	313	6.616
26	Heizkraftwerk Duisburg/Walsum	STEAG	Steinkohle	29	312	6.622
27	Kraftwerk West, Voerde	STEAG	Steinkohle	29	310	6.562
28	Marl	Infracor	Steinkohle	28	304	6.453
29	Heizkraftwerk Reuter-West, Berlin	Vattenfall	Steinkohle	28	302	6.347
30	Zolling	GDF SUEZ	Steinkohle	27	292	6.157
31	Werdohl-Elverlingsen	Mark-E AG	Steinkohle	26	283	5.993
32	Westfalen, Hamm	RWE	Steinkohle	26	281	5.957
33	Datteln	E.ON	Steinkohle	25	267	5.656
34	Heizkraftwerk Nord, München-Unterföhring	Stadtwerke München	Steinkohle	25	266	5.607
35	Quierscheid/Weiher	STEAG	Steinkohle	24	260	5.492
36	Lünen	STEAG	Steinkohle	23	250	5.302
37	Bexbach	EnBW	Steinkohle	23	242	5.119

	Kraftwerke, Ort	Betreiber	Brennstoff	Todesfälle pro Jahr	Verlorene Lebensjahre	Verlorene Arbeitstage
38	Deuben	MIBRAG	Braunkohle	22	239	5.053
39	Heizkraftwerk Hafen, Bremen	swb Erzeu- gung GmbH	Steinkohle	21	229	4.834
40	Mumsdorf, Elsteraue	MIBRAG	Braunkohle	21	227	4.802
41	Chempark, Leverkusen	CURRENTA	Steinkohle	21	223	4.723
42	Gemeinschaftskraftwerk Hannover (Stöcken)	Stadtwerke Hannover&VW	Steinkohle	20	215	4.544
43	Rostock	KN GmbH	Steinkohle	20	210	4.410
44	Goldenberg, Hürth-Knapsack	RWE	Braunkohle	18	188	3.982
45	HKW West, Frankfurt am Main	Mainova	Steinkohle	17	182	3.837
46	Ensdorf	VSE	Steinkohle	17	179	3.788
47	Heizkraftwerk Klingenberg, Berlin	Vattenfall	Braunkohle	16	176	3.711
48	Duisburg-Huckingen	RWE	Steinkohle (Koksgas)	16	171	3.620
49	Gemeinschaftskraftwerk Veltheim, Porta Westfalica	E.ON, Stadtw. Bielefeld	Steinkohle	16	171	3.611
50	Heizkraftwerk Nord II, Chemnitz	Eins Energie in Sachsen	Braunkohle	16	166	3.513
51	Gemeinschaftskraftwerk Kiel	G.-kraftwerk Kiel GmbH	Steinkohle	15	158	3.333
52	Gustav Knepper, Dortmund	E.ON	Steinkohle	14	150	3.181
53	Duisburg-Hamborn	RWE	Steinkohle (Koksgas)	14	147	3.115
54	Chempark Krefeld	CURRENTA	Steinkohle	14	146	3.100
55	Wedel	Vattenfall	Steinkohle	13	138	2.913
56	Farge, Bremen	GDF SUEZ	Steinkohle	11	113	2.397
57	Tiefsack, Hamburg	Vattenfall	Steinkohle	9	99	2.089
58	Heizkraftwerk Mitte, Braunschweig	Braunsch. Versorg. AG	Steinkohle	8	81	1.713
59	Heizkraftwerk Hastedt, Bremen	swb Erzeu- gung GmbH	Steinkohle	7	76	1.612
60	Heizkraftwerk, Flensburg	Stadtwerke Flensburg	Steinkohle	6	68	1.440
61	Heizkraftwerk Elberfeld, Wuppertal	Wuppertaler Stadtw. AG	Steinkohle	6	61	1.300
62	Kaiserslautern	Stadtwerke Kaiserslautern	Steinkohle	6	60	1.263
63	Heizkraftwerk Moabit, Berlin	Vattenfall	Steinkohle	6	60	1.270
64	Walheim	EnBW	Steinkohle	5	58	1.232
65	Heizkraftwerk Offenbach	Energievers. Offenbach	Steinkohle	4	44	924
66	Wahlitz	MIBRAG	Braunkohle	4	43	906
67	Heizkraftwerk I, Hochfeld	Stadtwerke Duisburg AG	Steinkohle	4	40	856
	Gesamt			3.128	33.473	707.803

6.2 Emissionen der Bestandskraftwerke

Tabelle 5: Gesundheitsschädliche Emissionen von 67 deutschen Kohlekraftwerken in Tonnen pro Jahr [t/a]

	Kraftwerke, Ort	Betreiber	Brennstoff	Schwefel- dioxid SO ₂ [t/a]	Stickoxide NO _x [t/a]	Feinstaub PM ₁₀ [t/a]
1	Jänschwalde, Peitz	Vattenfall	Braunkohle	21.400	18.700	573
2	Niederaußem, Bergheim	RWE	Braunkohle	6.870	17.900	386
3	Lippendorf, Böhlen	Vattenfall	Braunkohle	13.800	8.570	108
4	Weisweiler, Eschweiler	RWE	Braunkohle	3.060	12.700	456
5	Frimmersdorf, Grevenbroich	RWE	Braunkohle	5.620	9.070	257
6	Boxberg	Vattenfall	Braunkohle	7.810	10.700	167
7	Neurath, Grevenbroich	RWE	Braunkohle	3.190	11.700	251
8	Schloven, Gelsenkirchen	E.ON	Steinkohle	4.330	7.090	271
9	Schwarze Pumpe, Spremberg	Vattenfall	Braunkohle	7.060	4.610	k.A.*
10	Schkopau, Korbetha	E.ON	Braunkohle	4.770	3.320	75
11	Großkraftwerk Mannheim	GKM	Steinkohle	1.490	3.550	148
12	Heizkraftwerk Heilbronn	EnBW	Steinkohle	1.660	2.160	k.A.*
13	Staudinger, Großkrotzenburg	E.ON	Steinkohle	660	2.770	70
14	Gemeinschaftskraftwerk Bergkamen	RWE & STAEG	Steinkohle	2.040	2.100	k.A.*
15	Fenne, Völklingen	STEAG	Steinkohle	1.350	1.700	k.A.*
16	Ibbenbüren	RWE	Steinkohle	1.360	3.080	80
17	Heyden, Lahde/Petershagen	E.ON	Steinkohle	1.380	2.920	87
18	Mehrum, Hohenhameln	KW Mehrum GmBH	Steinkohle	1.670	2.030	k.A.*
19	Heizkraftwerk Herne	STEAG	Steinkohle	1.340	1.790	k.A.*
20	Wilhelmshaven	E.ON	Steinkohle	1.390	2.040	136
21	Gersteinwerk, Werne	RWE	Steinkohle	1.170	1.900	k.A.*
22	HKW Nord/Süd & West, Wolfsburg	Volkswagen	Steinkohle	1.720	1.650	93
23	Heizkraftwerk Altbach/Deizisau	EnBW	Steinkohle	906	1.350	k.A.*
24	Rheinhafen-Dampf-KW, Karlsruhe	EnBW	Steinkohle	1.080	1.140	k.A.*
25	Buschhaus, Helmstedt	E.ON	Braunkohle	1.780	1.380	k.A.*
26	Heizkraftwerk Duisburg/Walsum	STEAG	Steinkohle	1.240	1.410	k.A.*
27	Kraftwerk West, Voerde	STEAG	Steinkohle	1.420	1.160	k.A.*
28	Marl	Infracor	Steinkohle	873	1.790	k.A.*
29	Heizkraftwerk Reuter-West, Berlin	Vattenfall	Steinkohle	919	2.490	k.A.*
30	Zolling	GDF SUEZ	Steinkohle	815	1.160	k.A.*
31	Werdohl-Elverlingsen	Mark-E AG	Steinkohle	974	1.460	k.A.*
32	Westfalen, Hamm	RWE	Steinkohle	816	1.640	k.A.*
33	Datteln	E.ON	Steinkohle	1.150	962	65
34	Heizkraftwerk Nord, München-Unterföhring	Stadtwerke München	Steinkohle	174	1.660	k.A.*
35	Quierscheid/Weiher	STEAG	Steinkohle	1.020	750	k.A.*
36	Lünen	STEAG	Steinkohle	1.120	971	k.A.*
37	Bexbach	EnBW	Steinkohle	746	910	k.A.*

	Kraftwerke, Ort	Betreiber	Brennstoff	Schwefel- dioxid SO ₂ [t/a]	Stickoxide NO _x [t/a]	Feinstaub PM ₁₀ [t/a]
38	Deuben	MIBRAG	Braunkohle	1.550	772	k.A.*
39	Heizkraftwerk Hafen, Bremen	swb Erzeu- gung GmbH	Steinkohle	785	1.540	k.A.*
40	Mumsdorf, Elsteraue	MIBRAG	Braunkohle	1.350	916	k.A.*
41	Chempark, Leverkusen	CURRENTA	Steinkohle	1.050	800	k.A.*
42	Gemeinschaftskraftwerk Hannover (Stöcken)	Stadtwerke Hannover&VW	Steinkohle	1.100	994	
43	Rostock	KN GmbH	Steinkohle	456	2.000	k.A.*
44	Goldenberg, Hürth-Knapsack	RWE	Braunkohle	822	753	k.A.*
45	HKW West, Frankfurt am Main	Mainova	Steinkohle	438	807	k.A.*
46	Ensdorf	VSE	Steinkohle	604	620	k.A.*
47	Heizkraftwerk Klingenberg, Berlin	Vattenfall	Braunkohle	916	896	k.A.*
48	Duisburg-Huckingen	RWE	Steinkohle (Koksgas)	883	516	k.A.*
49	Gemeinschaftskraftwerk Veltheim, Porta Westfalica	E.ON, Stadtw. Bielefeld	Steinkohle	400	1.290	53
50	Heizkraftwerk Nord II, Chemnitz	Eins Energie in Sachsen	Braunkohle	823	756	k.A.*
51	Gemeinschaftskraftwerk Kiel	G.-kraftwerk Kiel GmbH	Steinkohle	416	1.290	k.A.*
52	Gustav Knepper, Dortmund	E.ON	Steinkohle	662	595	k.A.*
53	Duisburg-Hamborn	RWE	Steinkohle (Koksgas)	697	522	k.A.*
54	Chempark Krefeld	CURRENTA	Steinkohle	596	640	k.A.*
55	Wedel	Vattenfall	Steinkohle	539	859	k.A.*
56	Farge, Bremen	GDF SUEZ	Steinkohle	585	497	k.A.*
57	Tiefsack, Hamburg	Vattenfall	Steinkohle	358	654	k.A.*
58	Heizkraftwerk Mitte, Braunschweig	Braunsch. Versorg. AG	Steinkohle	289	542	k.A.*
59	Heizkraftwerk Hastedt, Bremen	swb Erzeu- gung GmbH	Steinkohle	206	598	k.A.*
60	Heizkraftwerk, Flensburg	Stadtwerke Flensburg	Steinkohle	350	313	k.A.*
61	Heizkraftwerk Elberfeld, Wuppertal	Wuppertaler Stadtw. AG	Steinkohle	232	291	k.A.*
62	Kaiserslautern	Stadtwerke Kaiserslautern	Steinkohle	200	208	k.A.*
63	Heizkraftwerk Moabit, Berlin	Vattenfall	Steinkohle	303	322	k.A.*
64	Walheim	EnBW	Steinkohle	161	238	k.A.*

	Kraftwerke, Ort	Betreiber	Brennstoff	Schwefel- dioxid SO ₂ [t/a]	Stickoxide NO _x [t/a]	Feinstaub PM ₁₀ [t/a]
65	Heizkraftwerk Offenbach	Energievers. Offenbach	Steinkohle	168	130	k.A.*
66	Wahlitz	MIBRAG	Braunkohle	298	109	k.A.*
67	Heizkraftwerk I, Hochfeld	Stadtwerke Duisburg AG	Steinkohle	183	154	k.A.*
	Gesamt			127.598	172.865	3.276

*Es liegen keine Angaben (k.A.) für die Feinstaubemissionen des Kraftwerks vor. An das Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister (E-PRTR) der Europäischen Umweltagentur müssen nur Emissionen oberhalb bestimmter Grenzwerte berichtet werden. Dies bedeutet nicht, dass das Kraftwerk keine Feinstaubemissionen verursacht.

6.3 Emissionen neuer Kohlekraftwerke

Tabelle 6: Gesundheitsschädliche Emissionen neuer Kohlekraftwerke in Deutschland in Tonnen pro Jahr [t/a]

	Kraftwerke, Ort	Betreiber	Brennstoff	Schwefel- dioxid SO ₂ [t/a]	Stickoxide NO _x [t/a]	Feinstaub PM ₁₀ [t/a]
1	Neurath, Grevenbroich (seit 2012 in Betrieb)	RWE	Braunkohle	9.098	9.098	614
2	Hamm	RWE	Steinkohle	6.064	6.064	409
3	Niederaußern, Bergheim	RWE	Braunkohle	3.955	3.955	267
4	Datteln	E.ON	Steinkohle	4.044	4.044	136
5	Stade	Dow Chemical	Steinkohle	3.698	3.698	250
6	Lünen-Stummhafen	Trianel	Steinkohle	3.062	3.062	207
7	Duisburg-Walsum (Block 10)	STEAG	Steinkohle	2.986	2.986	202
8	Arneburg, Stendal	RWE	Steinkohle	2.958	2.958	200
9	Hamburg-Moorburg	Vattenfall	Steinkohle	3.073	2.151	207
10	Boxberg (seit 2012 in Betrieb)	Vattenfall	Braunkohle	2.825	2.825	191
11	Karlsruhe-Rheinhafen	EnBW	Steinkohle	1.851	1.682	114
12	Mannheim, Neckerau (Block 9)	GKM	Steinkohle	1.686	1.686	114
13	Marl	Infracor	Steinkohle	1.664	1.664	112
14	Profen, Elsteraue	MIBRAG	Braunkohle	1.396	1.396	94
15	Wilhelmshaven	GDF SUEZ	Steinkohle	1.074	1.228	104
	Gesamt			49.434	48.497	3.221

Fußnoten

Seite 04

- 1 Rückerl R et al 2011: Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. *Inhalation Toxicology* 23(10): 555-592.
- Pope III CA & Dockery DW 2006: Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 56:709-742.
- 2 EEA 2012: Europäisches Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister. <http://prtr.ec.europa.eu/FacilityLevels.aspx>. Für die Studie wurden Kohlekraftwerke in der Datenbank wie im Anhang beschrieben ermittelt.
- 3 Greenpeace beobachtet kontinuierlich die laufenden Kraftwerksprojekte: http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/klima/20130118-neue-Kohlekraftwerke-Deutschland.pdf
- 4 IER 2013: Assessment of Health Impacts of Coal Fired Power Stations in Germany by Applying EcoSenseWeb. <http://gpurl.de/StudieUniStuttgart>
- 5 AGE 2013: Tabelle zur Stromerzeugung nach Energieträgern 1990–2012. <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=1>
- 6 Dieser Berechnung liegt die Annahme zugrunde, dass die zusätzliche Kohleverstromung seit 2010 zu gesundheitlichen Auswirkungen entsprechend dem bundesdeutschen Durchschnitt geführt hat.
- 7 Die Ergebnisse für die in diesem Gutachten erfassten neuen Projekte wurden im Hinblick auf die Abkehr vom Staudinger Projekt korrigiert.

Seite 05

- 08 EEA 2012: Luftqualität in Europa—2012 Bericht. Kopenhagen. S. 24 http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-euro-pe-2012/at_download/file
- 09 EEA op cit. S. 8
- 10 EEA 2012: Europäisches Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister. <http://prtr.ec.europa.eu/FacilityLevels.aspx>
- 11 EEA 2012: Europäisches Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister. <http://prtr.ec.europa.eu/FacilityLevels.aspx>
- 12 Die Beschreibung des Gesundheitsauswirkungen basieren auf: Rückerl, R. et al. 2011: Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. *Inhalation Toxicology* 23 (10), 555–592; Pope III CA & Dockery DW 2006: Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 56:709–742; US EPA: Six Common Air Pollutants. www.epa.gov/airquality/urbanair; US EPA: Integrated Risk Information System (IRIS), www.epa.gov/iris
- 13 Es ist sehr schwierig, in Studien wie diesen die Verschmutzung durch Kohlekraftwerke von allen anderen Schadstoffquellen zu trennen, sowie weitere Risikofaktoren zu überwachen. Daher können die in diesen Studien beobachteten Effekte nicht ausschließlich den Auswirkungen von Kohlekraftwerken zugeschrieben werden. Die Ergebnisse deuten aber auf signifikante epidemiologische Auswirkungen.
- 14 Parodi S 2004: Lung cancer mortality in a district of La Spezia (Italy) exposed to air pollution from industrial plants. *Tumori*. 90(2):181–5. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15237579>
- 15 Garcia-Perez J et al 2009: Mortality due to lung, laryngeal and bladder cancer in towns lying in the vicinity of combustion installations. *Science of the Total Environment* 407:2593–2602.
- 16 Ranft U et al 2003: Association between arsenic exposure from a coal-burning power plant and urinary arsenic concentrations in Prievidza District, Slovakia. *Environ Health Perspect.* 111(7): 889–894. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1241521/>
- Pesch B et al 2002: Environmental Arsenic Exposure from a Coal-burning Power Plant as a Potential Risk Factor for Non-melanoma Skin Carcinoma: Results from a Case-Control Study in the District of Prievidza, Slovakia. *Am. J. Epidemiol.* 155(9): 798–809. <http://aje.oxfordjournals.org/content/155/9/798.short>
- Bencko V 2009: Ecological and human health risk aspects of burning arsenic-rich coal. *Environmental Geochemistry and Health* 31(1): 239-243. <http://www.springerlink.com/content/x7m351017h665118/>

Seite 06

- 17 Tang et al 2008: Effects of Prenatal Exposure to Coal-Burning Pollutants on Children's Development in China. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.10471>
- Perera et al 2008: Benefits of Reducing Prenatal Exposure to Coal-Burning Pollutants to Children's Neurodevelopment in China. <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.11480>
- 18 Rückerl R et al 2011. Health effects of particulate air pollution: A review of epidemiological evidence. *Inhalation Toxicology* 23(10): 555–592; Pope III CA & Dockery DW 2006. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 56:709–742; US EPA: Six Common Air Pollutants. www.epa.gov/airquality/urbanair; US EPA: Integrated Risk Information System (IRIS). www.epa.gov/IRIS

Seite 07

- 19 Berechnet anhand des durchschnittlichen Wirkungsgrades eines Kohlekraftwerkes von 38 Prozent, der Vorgaben der Industrieemissionsrichtlinie für Kohle und Erdgas, Abgaskonzentrationen von 70/70/7 mg/Nm³ für SO₂/NO_x/Gesamtschwebstaub (TSP), sowie einem Wirkungsgrad von 46 Prozent für das „am wenigsten schmutzige“ Kraftwerk und einem Wirkungsgrad von 56 Prozent für Erdgas.
- 20 U.S. EPA 2012: National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from Coal and Oil-Fired Electric Utility Steam Generating Units and Standards of Performance for Fossil-Fuel-Fired Electric Utility, Industrial-Commercial-Institutional, and Small Industrial-Commercial-Institutional Steam Generating Units. 9304 Federal Register/Vol. 77, No. 32/February 16, 2012/Rules and Regulations.
- 21 Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung). <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:334:0017:0119:EN:PDF>

Seite 08

- 22 AGE 2013: Tabelle zur Stromerzeugung nach Energieträgern 1990–2012. <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=1>
- 23 Bundesverband Braunkohle, <http://www.braunkohle.de/pages/grafiken.php?page=931>

Seite 09

- 24 EEA 2012: Europäisches Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister. <http://prtr.ec.europa.eu/FacilityLevels.aspx>
- 25 Pope et al 2002: Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. The Journal of the American Medical Association. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11879110>
- 26 Torfs R, Hurley F, Miller B & Rabl A 2007: A set of concentration-response functions. New Energy Externalities Developments for Sustainability. http://www.needs-project.org/RS1b/NEEDS_RS1b_D3.7.pdf

Seite 10

- 27 EEA 2011: Europäische Umweltagentur 2011: Revealing the costs of air pollution from industrial facilities in Europe. <http://www.eea.europa.eu/publications/cost-of-air-pollution>.

Seite 14

- 28 AGEB 2013: Tabelle zur Stromerzeugung nach Energieträgern 1990–2012. <http://www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=1>
- 29 Bundesumweltministerium 2012: Bruttobeschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland in 2011. http://www.erneuerbare-energien.de/files/english/pdf/application/pdf/ee_bruttobeschaeftigung_en_bf.pdf
- 30 Greenpeace 2009: Klimaschutz: Plan B 2050 – Energiekonzept für Deutschland, http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/klima/Plan_B_2050_lang.pdf

Seite 15

- 31 Greenpeace 2012: Kohleausstiegsgesetz, Verteilung der Reststrommengen und Folgenabschätzung für den Kohlekraftwerkspark, http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/energie/GP_Studie_Kohleausstiegsgesetz.pdf

Seite 16

- 32 Eine Dokumentation des Modells ist nachzulesen in Preiss P. & Klotz V. 2007: Description of updated and extended draft tools for the detailed site-dependent assessment of external costs. Technical Paper no. 7.4 RS 1b. http://www.needs-project.org/RS1b/NEEDS_RS1b_TP7.4.pdf

Seite 17

- 33 EEA 2012: Europäisches Schadstofffreisetzungs- und -verbringungsregister. <http://prtr.ec.europa.eu/FacilityLevels.aspx>
- 34 EEA 2012: Plant-by-plant emissions of SO₂, NO_x and dust and energy input of large combustion plants covered by Directive 2001/80/EC.
- 35 Carbon Monitoring for Action. <http://carma.org/>

Seite 18

- 36 Das MSC-W-Modell ist das chemische Transportmodell, das vom Meteorologischen Synthese Center – West entwickelt wurde.
- 37 Dieser Wertebereich entspricht dem 5. und 95. Perzentil der EMEP-Quelle-Rezeptor-Matrizen, bei einer Atemfrequenz von 20 m³/Tag. EMEP 2012: EMEP/MSC-W modeled Source-Receptor Relationships. http://www.emep.int/mscw/sr_main.html
- 38 EMEP = European Monitoring and Evaluation Programm
- 39 EMEP 2012: EMEP/MSC-W-Modellleistung für versauernde und eutrophierende Komponenten und Photooxidantien im Jahr 2010. Zusatzmaterial zum EMEP Statusbericht 1/2012. http://www.emep.int/mscw/mscw_publications.html
- 40 EMEP 2012 op cit.

Seite 19

- 41 Mit Hilfe statistischer Überlegungen kann eine Bandbreite angegeben werden, innerhalb derer sich der Wert in der Grundgesamtheit wahrscheinlich bewegt. Diese Bandbreite nennt man Konfidenzintervall.
- 42 Torfs R, Hurley F, Miller B & Rabl A 2007: A set of concentration-response functions. New Energy Externalities Developments for Sustainability. http://www.needs-project.org/RS1b/NEEDS_RS1b_D3.7.pdf
- 43 Pope et al 2002: Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. The Journal of the American Medical Association. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11879110>
- 44 Centers for Disease Control and Prevention, US. National Health Interview Survey. <http://www.cdc.gov/nchs/nhis.htm>
- 45 Torfs et al op. cit.
- 46 Anderson et al 2004: Meta-analysis of time-series studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O₃). Weltgesundheitsorganisation, Regionalbüro für Europa. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/74731/e82792.pdf
- 47 APHEIS 2005: Air Pollution and Health: A European Information System. Health Impact Assessment of Air Pollution and Communication Strategy. Third-year Report. <http://www.apheis.org/vfbisnvsApheis.pdf>

Seite 20

- 48 Hurley et al 2005: Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE: Volume 2: Health Impact Assessment. AEA Technology Environment. http://www.cafe-cba.org/assets/volume_2_methodology_overview_02-05.pdf
- 49 Torfs et al op. cit.; Der Konzentrations-Reaktions-Faktor für verlorene Arbeitstage beträgt 207 (95 Prozent CI 176–208) Tage pro Jahr pro 1000 Erwachsene im Alter von 15–64 je 10 µg/m³ Erhöhung der PM_{2.5}-Konzentration.

➡ **Kein Geld von Industrie und Staat**

Greenpeace ist international, überparteilich und völlig unabhängig von Politik, Parteien und Industrie. Mit gewaltfreien Aktionen kämpft Greenpeace für den Schutz der Lebensgrundlagen. Mehr als eine halbe Million Menschen in Deutschland spenden an Greenpeace und gewährleisten damit unsere tägliche Arbeit zum Schutz der Umwelt.