

Ausgabe 3 • 2013

September 2013

Schwerpunktthema Energiewende und Gesundheit



Außerdem in diesem Heft:

Lungenkrebsrisiko durch Quarzfeinstaub bei deutschen Uranbergbauarbeitern

Übergewicht bei jungen Erwachsenen in Deutschland: Zeitliche Trends und Relevanz für die gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung

HIV-Epidemie in einer Ära guter Behandelbarkeit – Warum gehen die Infektionszahlen nicht zurück?



UMID

Ausgabe 3 • 2013

UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst ist ein Beitrag zum "Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit" (APUG) und Teil der Öffentlichkeitsarbeit.

Impressum

UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst, Nr. 3/2013

ISSN 2190-1120 (Print), ISSN 2190-1147 (Internet)

Herausgeber: Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR), Robert Koch-Institut (RKI), Umweltbundesamt (UBA)

Druck: Umweltbundesamt

Redaktion: Dr. Suzan Fiack
Bundesinstitut für Risikobewertung
Thielallee 88-92
14195 Berlin
E-Mail: pressestelle[at]bfr.bund.de

Dr. med. Ute Wolf
Robert Koch-Institut
General-Pape-Straße 62-66
12101 Berlin
E-Mail: u.wolf[at]rki.de

Dipl.-Ing. Dipl.-Soz. Helmut Jahraus
Bundesamt für Strahlenschutz
Ingolstädter Landstraße 1
85764 Oberschleißheim (Neuherberg)
E-Mail: hjahraus[at]bfs.de

Dr. phil. Dipl.-Ing. Hedi Schreiber
Umweltbundesamt
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: hedi.schreiber[at]uba.de

Gesamtkoordination: Kerstin Gebuhr M.A.
Umweltbundesamt
Geschäftsstelle Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: kerstin.gebuhr[at]uba.de

Bitte beachten Sie: Um Spam-Mails vorzubeugen, werden alle Mailadressen im UMID nicht mit dem @-Zeichen, sondern in der Form "vorname.name[at]einrichtung.de" angegeben.

E-Mail für UMID: umid[at]uba.de

UMID im Internet: <http://www.umweltbundesamt.de/themen/gesundheit/newsletter-schriftenreihen/umid-umwelt-mensch/umid-archiv>

UMID im ÖGD-Intranet: <http://www.uminfo.de> (Bereich Literatur)

UMID auf apug.de: <http://www.apug.de/risiken/umweltmedizin/umid.htm>

Gedruckt auf Recyclingpapier mit dem Umweltzeichen "Blauer Engel".

Titelbild: "Windpark im Bau". © Petra Bork / pixelio.de.

UMID erscheint jährlich in 3 bis 4 Ausgaben im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit (APUG) und kann kostenfrei abonniert werden. Er dient der Information von Behörden und Institutionen, die im Bereich Umwelt und Gesundheit arbeiten, außerdem auf dem Gebiet der Umweltmedizin tätigen Fachkräften sowie interessierten Bürgerinnen und Bürgern.

Die Zeitschrift sowie die in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Jegliche Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Wiedergabe zu gewerblichen Zwecken ist untersagt. Die Verwertung der Beiträge im Rahmen wissenschaftlicher Arbeiten bedarf der Zitierung des Autors in Verbindung mit den bibliografischen Angaben. Die inhaltliche Verantwortung für einen Beitrag trägt ausschließlich der Autor/die Autorin. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen der Herausgeber übereinstimmen. Die am Ende eines Beitrags angegebene Kurzbezeichnung der Institution verweist auf das für die redaktionelle Betreuung zuständige Redaktionsmitglied.

INHALTSVERZEICHNIS / CONTENTS

SCHWERPUNKTTHEMA: ENERGIEWENDE UND GESUNDHEIT

Energiewende und Gesundheit: Fachleute diskutieren Chancen und Risiken.....	5
Energy turnaround and health: expert workshop on benefits and risks	
<i>André Conrad, Michael Hoopmann, Dorothee Twardella, Marianne Rappolder</i>	
Sozialökonomische Dynamiken und Konfliktfelder der deutschen Energiewende	9
German energy transition: socioeconomic dynamics and areas of conflict	
<i>Rüdiger Mautz</i>	
Bedeutung des Ausbaus der Windenergie für die menschliche Gesundheit.....	14
Consequences of wind energy for health	
<i>Dorothee Twardella</i>	

Weitere Beiträge / Further Articles

Open Government Data – Zugang zu Umwelt- und Gesundheitsdaten	20
Open Government Data – access to data of environment and health	
<i>Gerlinde Knetsch, Joachim Fock</i>	
Lungenkrebsrisiko durch Quarzfeinstaub bei deutschen Uranbergbauarbeitern	25
Lung cancer risk by silica in German uranium miners	
<i>Marion Sogl, Dirk Taeger, Dirk Pallapies, Michaela Kreuzer</i>	
Übergewicht bei jungen Erwachsenen in Deutschland: Zeitliche Trends und Relevanz für die gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung – Ergebnisse aus der Umweltprobenbank des Bundes	31
Overweight in young adults: Time trends in Germany and relevance for the health-related environmental monitoring program – Results of the German Environmental Specimen Bank	
<i>Martina Bartel-Steinbach, André Conrad, Hagen von Briesen, Marius Kolossa-Gehring, Dominik Lermen</i>	
HIV-Epidemie in einer Ära guter Behandelbarkeit – Warum gehen die Infektionszahlen nicht zurück, obwohl ein großer Teil der Infizierten adäquat behandelt wird?	38
HIV epidemic in an era of good treatment options – why don't new HIV infections decline despite adequate treatment of a large proportion of people infected with HIV?	
<i>Ulrich Marcus</i>	

Energiewende und Gesundheit: Fachleute diskutieren Chancen und Risiken

Energy turnaround and health: expert workshop on benefits and risks

André Conrad, Michael Hoopmann, Dorothee Twardella, Marianne Rappolder

Abstract

Germany's energy turnaround may be associated with health benefits as well as risks. This topic has been discussed by 22 experts at a workshop in Berlin on April 11–12. The workshop pointed out various associations between the energy turnaround and human health that should be considered within the further development of sustainable energy solutions in Germany. The results of the workshop's final discussion have been summarized in a statement of all participants including recommendations for a "healthy" energy turnaround.

Zusammenfassung

Die verschiedenen Maßnahmen der Energiewende können mit gesundheitlichen Vorteilen und Risiken verknüpft sein. Dieses Themenfeld diskutierten 22 Fachleute in einem Workshop am 11. und 12. April 2013 in Berlin. Insgesamt wurde deutlich, dass die Energiewende vielfältige Bezüge zur menschlichen Gesundheit aufweist, die bei der weiteren Ausgestaltung einer nachhaltigen Energieversorgung berücksichtigt werden sollten. Die Teilnehmenden fassten die Ergebnisse der Abschlussdiskussion zusammen und sprachen Empfehlungen für eine „gesunde“ Energiewende aus.

Die Energiewende: Ein Thema für „Umwelt und Gesundheit“

Die Energiewende bestimmt die Politik auf europäischer, nationaler und lokaler Ebene: Mit Maßnahmen in den Bereichen Energieerzeugung, Energietransport und Energieeinsparung soll die zukünftige Energieversorgung nachhaltig gestaltet und langfristig sichergestellt werden. Beispiele für die Aktivitäten im Rahmen der Energiewende sind der Ausbau der Windenergie, die Modernisierung der Stromnetze und die energetische Gebäudesanierung. Nicht zuletzt durch ihren Beitrag zum Klimaschutz kann die Energiewende helfen, bestimmte Gesundheitsrisiken – wie zum Beispiel Hitzewellen – zu vermindern. Andererseits ist es möglich, dass sich einzelne Maßnahmen der Energiewende unter ungünstigen Umständen negativ auf die Gesundheit auswirken. So kann die Wärmedämmung von Gebäuden bei unzureichender Lüftung die Innenraumluft verschlechtern, was gesundheitliche Einschränkungen, wie etwa Reizungen der Atemwege, nach sich ziehen kann.

Am 11. und 12. April 2013 veranstaltete die Abteilung Umwelthygiene des Umweltbundesamtes

(UBA) zusammen mit dem Arbeitskreis „Umweltmedizin, Expositions- und Risikoabschätzungen“ der Deutschen Gesellschaft für Epidemiologie (DGEpi), der Deutschen Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention (DGSMP) und der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) in Berlin einen Workshop zum Thema „Gesundheitsgewinne der Energiewende konsequent nutzen“. Ziel des Workshops war es, unterschiedliche Aktivitäten im Rahmen der Energiewende hinsichtlich ihrer möglichen positiven wie negativen Konsequenzen für die menschliche Gesundheit zu beleuchten. Die teilnehmenden Fachleute diskutierten, wie

- tatsächliche Gesundheitsrisiken, die mit Maßnahmen der Energiewende in Verbindung stehen, reduziert werden können,
- unbegründeten Ängsten und Widerständen im Rahmen der Energiewende zu begegnen ist und
- die gesundheitlichen Vorteile der Energiewende möglichst umfassend genutzt werden können.

Aktueller Forschungsstand

Sechs Fachvorträge bildeten den ersten Teil des Workshops. Insgesamt wurde deutlich, wie vielfältig der Gesundheitsbezug bei der Ausgestaltung der Energiewende ist. Folgende Themenbereiche wurden von eingeladenen Expertinnen und Experten vorgestellt:

- Energiewende in Deutschland: Chancen für eine gesündere Energieversorgung (**Diana Nissler**, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau)
- Sozialökonomische Dynamiken und Konfliktfelder der Energiewende (**Rüdiger Mautz**, Soziologisches Forschungsinstitut, Göttingen, s. Artikel in dieser Ausgabe)
- Energiewende: Werden Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit ausreichend betrachtet? (**Marianne Rappolder**, Umweltbundesamt, Berlin)
- Energetische Sanierung und Gesundheit (**Birgit Müller**, Hochschule für Technik und Wirtschaft, Berlin)
- Bedeutung des Ausbaus der Windenergie für die menschliche Gesundheit (**Dorothee Twardella**,

Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, München, s. Artikel in dieser Ausgabe)

- Infraschall – Belastungen unterhalb der Hör- und Wahrnehmungsschwelle – ein Gesundheitsrisiko? (**Claudia Hornberg**, Universität Bielefeld)

Abschlussdiskussion mit Empfehlungen für eine gesunde Energiewende

Als Einführung in die Abschlussdiskussion stellte **Odile Mekel** (Landeszentrum Gesundheit Nordrhein-Westfalen, Bielefeld) die systematische gesundheitliche Bewertung im Rahmen der Gesundheitsfolgenabschätzung (GFA; engl.: Health Impact Assessment, HIA) vor.

Die teilnehmenden Fachleute reflektierten im Rahmen der Abschlussdiskussion die vorgestellten gesundheitlichen Aspekte der Energiewende und diskutierten, wie sich dieses Themenfeld noch besser an Bevölkerung und Politik kommunizieren lassen könnte. Die Ergebniszusammenfassung der Abschlussdiskussion ist mit allen Beteiligten abgestimmt und wird im Folgenden wiedergegeben.

Kontakt

André Conrad
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.2 „Toxikologie, gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: andre.conrad[at]uba.de

Dorothee Twardella
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit
Sachgebiet AP 2 –
Arbeits- u. Umweltmedizin/-epidemiologie
Pfarrstraße 3
80538 München
E-Mail: dorothee.twardella[at]lgl.bayern.de

Michael Hoopmann
Niedersächsisches Landesgesundheitsamt
Abteilung 3 – Umweltepidemiologie
Roesbeckstr. 4-6
30449 Hannover
E-Mail: michael.hoopmann[at]nlga.niedersachsen.de

[UBA]

Workshop „Gesundheitsgewinne der Energiewende konsequent nutzen“: Ergebnisse der Abschlussdiskussion

Der vom gemeinsamen Arbeitskreis „Umweltmedizin, Expositions- und Risikoabschätzungen“ der Deutschen Gesellschaft für Epidemiologie (DGEpi), der Deutschen Gesellschaft für Sozialmedizin und Prävention (DGSMP) und der Deutschen Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie (GMDS) in Kooperation mit der Abteilung Umwelthygiene des Umweltbundesamtes (UBA) veranstaltete Workshop thematisierte gesundheitliche Aspekte der Energiewende: 22 Fachleute aus Bundes- und Landesbehörden, Universitäten und lokalen Gesundheitseinrichtungen diskutierten auf der Basis von sieben Fachbeiträgen, welche Bedeutung aktuelle und zukünftige energiepolitische Maßnahmen für die Gesundheit der Menschen in Deutschland haben.

In der Abschlussdiskussion wurde anerkannt, dass die umweltpolitischen Ziele der Energiewende auch ein **positives Potenzial für die menschliche Gesundheit** bergen. Maßnahmen der Energiewende können helfen, Krankheitslasten zu verringern. Ein Beispiel hierfür sind geringere Luftschadstoffemissionen aufgrund eines verminderten Energieverbrauchs. Andere Maßnahmen können sich unter ungünstigen Umständen jedoch auch negativ auf die Gesundheit auswirken. So kann beispielsweise die energetische Sanierung von Gebäuden ohne Sicherstellung einer ausreichenden Lüftung die Bildung von Schimmel begünstigen.

Die Beiträge des Workshops machten deutlich, dass bei der Ausgestaltung der Energiewende und deren einzelnen Maßnahmen **gesundheitliche Aspekte bisher nicht ausreichend berücksichtigt** sind.

Mehrere Teilnehmende führten aus, dass, wie auch in einigen anderen komplexen Entscheidungsprozessen, im Rahmen der Energiewende der Blick auf potenzielle Gesundheitsgewinne und -risiken oft zu unsystematisch beziehungsweise erst verzögert erfolgt sei. Eine **frühzeitige systematische Analyse** sei jedoch Voraussetzung, um mögliche Risiken zu minimieren, Gesundheitsgewinne zu maximieren und vulnerable Gruppen besser schützen zu können. Die Expertinnen und Experten forderten ein umfassenderes Verständnis von Gesundheit in Politik und Gesellschaft. Die Gesundheit der Bevölkerung wird in der Regel durch verschiedene Bereiche, auch politische Entscheidungen beeinflusst, die Energiewende ist hierfür ein wichtiges Beispiel.

In der Diskussion waren sich die Expertinnen und Experten einig, dass eine systematische Analyse der gesundheitlichen Wirkungen der Energiewende und deren Maßnahmen notwendig ist. Dies könnte im Rahmen einer **systematischen Gesundheitsfolgenabschätzung (GFA)** erfolgen. Eine intensivere sektor- und ressortübergreifende Zusammenarbeit und eine explizite Beteiligung von Fachleuten der GFA sind in diesem Zusammenhang erforderlich. GFA-Methoden sind insbesondere geeignet, um die Gesundheitsfolgen bestimmter Technologien der Energieerzeugung oder -einsparung oder aber einzelner politischer Ziele der Energiewende zu prognostizieren. Eine GFA bestimmter Ziele der Energiewende – zum Beispiel die Steigerung der Gebäudesanierungsrate von einem auf zwei Prozent – könnte wichtige Erfahrungswerte für eine systematische Gegenüberstellung energiepolitischer Alternativen aus gesundheitlicher Sicht liefern.

Eine GFA kann unter günstigen Voraussetzungen quantitative Aussagen zur Gesundheitsrelevanz generieren. Häufig können jedoch die gesundheitlichen Wirkungen nicht exakt quantifiziert werden. In solchen Fällen sind qualitative Aussagen möglich, die ebenfalls hilfreich für Entscheidungsträger sein können. Die Fachwelt ist aufgerufen, die Notwendigkeit einer GFA einerseits zu unterstreichen, andererseits aber auch die Limitationen und Unsicherheiten einer GFA offen-

siv mit Entscheidungsträgern zu kommunizieren. Während die Expertinnen und Experten einen verstärkten Einsatz von GFA in Deutschland für notwendig halten, beklagten sie gleichzeitig eine in Deutschland zu gering ausgeprägte Fachkompetenz für die GFA im Bereich „Umwelt und Gesundheit“. Die Teilnehmenden sprachen sich daher für eine **verstärkte Ausbildung von Fachkräften im Bereich GFA** aus. Es wurde auch thematisiert, dass die für eine regelmäßige Durchführung von GFA erforderlichen regulatorischen Rahmenbedingungen bisher noch unzureichend konkretisiert sind.

Querschnittsthemen, wie der Gesundheitsaspekt in der Energiewende, werden leider nicht sektoren- beziehungsweise ressortübergreifend bearbeitet. Die Expertinnen und Experten sprachen sich dafür aus, **gesundheitliche Belange im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung** stärker zu berücksichtigen. In der Diskussion wurde thematisiert, dass der Prozess der Beteiligung komplex ist und sorgsam gestaltet werden muss. Die **Beteiligung der betroffenen Bürgerinnen und Bürger** ist wesentlich für die gesellschaftliche Akzeptanz der Energiewende. Die Beteiligung an den Diskussions- und Entscheidungsprozessen reduziert Ängste. Durch Beteiligung an den energiepolitischen Maßnahmen selbst kann auch ein zusätzlicher Nutzen für Bürgerinnen und Bürger entstehen, beispielsweise bei selbstverwalteten Windparks durch finanzielle Vorteile oder durch Aspekte wie den „Bürgerstolz“. Die verschiedenen Formen der Bürgerbeteiligung sollten bei der weiteren Gestaltung der Energiewende stärker berücksichtigt werden. Es ist ebenfalls darauf zu achten, dass die positiven Effekte der Partizipation zudem möglichst nicht durch negative Folgen, wie Ängste oder den Nocebo-Effekt¹, gemindert werden. Eine sorgsam geplante und durchgeführte GFA bietet hierfür mehrere Anknüpfungspunkte.

Unsicherheiten bei der gesundheitlichen Bewertung energiepolitischer Maßnahmen müssen angemessen und verantwortungsvoll in der Öffentlichkeit dargestellt werden. Langfristig wird so die Risikokompetenz der betroffenen Bürgerinnen und Bürger gestärkt. Voraussetzung für einen angemessenen und erfolgreichen Dialog mit Betroffenen ist auch, das eigene Selbstverständnis als Expertin oder Experte kritisch zu reflektieren.

¹ Gesundheitliche Einschränkungen als Reaktion auf Umwelteinflüsse ohne nachweisbare negative Wirkung aufgrund einer spezifischen Erwartungshaltung („negativer“ Placebo-Effekt).

Sozialökonomische Dynamiken und Konfliktfelder der deutschen Energiewende

German energy transition: socioeconomic dynamics and areas of conflict

Rüdiger Mautz

Abstract

The socioeconomic dynamics of the German energy transition will be discussed with regard to the following aspects: Firstly the article emphasizes the diversification of the renewable energies sector and its ownership structure. Different models of decentralized power generation have emerged and compete with the traditional – mostly centralized – type of power generation. Secondly the article takes up the question if decentralization comes along with the democratization of power supply. Thirdly positive impacts will be discussed that renewable energies could have regarding the regional economy. Finally the article puts an emphasis on the fact that the energy transition could be challenged by local or regional conflicts concerning the installation of renewable energy plants. Different areas of conflict will be pointed out and the question of conflict resolution will be discussed.

Zusammenfassung

Die sozialökonomische Dynamik der deutschen Energiewende wird unter folgenden Gesichtspunkten diskutiert: Erstens mit Blick auf die Pluralisierung der Eigentümerstruktur im Bereich der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Gezeigt wird, dass sich verschiedene dezentrale Formen – oder Modelle – der Ökostromerzeugung entwickelt haben, die mit dem zentralistischen Modell konventioneller Stromerzeugung konkurrieren. Zweitens werden die mit der Dezentralisierung verbundenen Perspektiven einer Demokratisierung der Energieversorgung diskutiert. Drittens greift der Artikel die Frage positiver regionalökonomischer Effekte auf, die mit dem dezentralen Ausbau der erneuerbaren Energien einhergehen können. Abschließend wird die Frage der Sozialverträglichkeit erneuerbarer Energien anhand konkreter, beim Ausbau der Ökostromerzeugung auftretender Konfliktfelder sowie mit Blick auf Wege der Konfliktlösung diskutiert.

1. Die Pluralisierung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

Die sozialökonomische Dynamik der Energiewende hat viele Aspekte. Zu den auffälligsten Merkmalen des Wandels im deutschen Energiesektor gehört, dass sich die mit der Verbreitung erneuerbarer Energien einhergehende Dezentralisierung des Stromsystems auf eine große Zahl vordem „untypischer“ Akteure im Bereich der Stromerzeugung stützt: zum Beispiel auf Privathaushalte, mittelständische Unternehmen, Bürgerinitiativen oder neu gegründete Energiegenossenschaften. Ein weiterer Trend äußert sich in der Rekommunalisierung der Energieversorgung: Gemeint ist das seit einigen Jahren zunehmende Interesse der Kommunen, die Stromversorgung wieder beziehungsweise stärker als bisher in die eigene Hand zu nehmen. Dass wir hier Zeugen eines tiefgreifenden Strukturwandels sind, lässt sich mit der Gegenüberstellung der Ei-

gentümerstruktur der konventionellen und der regenerativen Stromerzeugung in Deutschland gut veranschaulichen: Während die konventionelle Stromerzeugung in Deutschland aus Kohle-/Gas- und Atomkraftwerken nach wie vor ganz überwiegend in der Hand von vier Stromkonzernen (E.ON, RWE, Vattenfall, EnBW) liegt, zeigt sich bei der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien heute ein völlig anderes Bild.

So waren 2010 laut einer Studie von trend:research (2011) immerhin 40 Prozent der erneuerbaren Energien (installierte Leistung) im Eigentum von Privatpersonen (Haushalte mit eigener Solaranlage, „Bürgerkraftwerke“ usw.) Weitere nennenswerte Eigentümergruppen waren mittelständische Projektierer- und Betreiberfirmen (14 Prozent), Landwir-

te (11 Prozent), institutionelle Anleger wie Fonds/Banken (11 Prozent) sowie Gewerbebetriebe (9 Prozent). Dann erst kamen die vier Stromriesen, denen gerade einmal 6,5 Prozent der installierten Leistung bei erneuerbaren Energien gehörten. Den Rest teilten Stadtwerke, Regionalerzeuger und internationale Erzeuger unter sich auf. Man kann somit von einer *pluralisierten Struktur* der Ökostromerzeugung sprechen.

Im Jahr 2012 machte die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien circa 22 Prozent der deutschen Stromproduktion insgesamt aus. Gemäß einem vom Bundesumweltministerium vorgelegten Langfristszenario soll dieser Anteil bis 2020 auf 41 Prozent und bis 2030 auf 63 Prozent steigen (BMU 2012: 60). Sollte es bis dahin bei der pluralisierten Produzentenstruktur bleiben, würde das die Eigentümerstruktur im Stromsektor förmlich revolutionieren!

Die sozialökonomische Ausdifferenzierung des Ökostromsektors wurde im Rahmen einer im Soziologischen Forschungsinstitut Göttingen (SOFI) durchgeführten empirischen Analyse zur Transformation des deutschen Stromsektors untersucht. Dies hat zu einem Konzept geführt, bei dem wir anhand einer Typologie mehrere „Produktionsmodelle der Ökostromerzeugung“ unterscheiden (Mautz, Rosenbaum 2012). Diese Produktionsmodelle haben sich seit dem Ende der 1980er Jahre aus einer zunächst sehr kleinen und in sich noch wenig differenzierten Nische von Ökostromproduzenten entwickelt. Das zentrale Merkmal, in dem sich die Produktionsmodelle unterscheiden, ist der für sie jeweils kennzeichnende Organisations- beziehungsweise Unternehmenstyp, mit dem jeweils spezifische Eigentumsverhältnisse, sozialökonomische Interessenlagen und Handlungsressourcen verknüpft sind.

Eine entscheidende Differenzierungslinie verläuft dabei zwischen den *dezentralen* Produktionsmodellen (etwa die von mittelständischen Anlagenbetreibern, von Bürgerinitiativen oder von kommunalen Energieversorgern betriebenen Formen der Ökostromerzeugung) einerseits und dem vor einigen Jahren begonnenen Einstieg der Stromkonzerne in die erneuerbaren Energien andererseits. Die Stromkonzerne stützen sich bisher vor allem auf großtechnische Lösungen, insbesondere auf die *Zentralisierung* der Windenergienutzung in Form großer Offshore-Windparks.

In diesem Zusammenhang verlaufen die tiefsten – nicht nur energiepolitischen sondern auch sozio-kulturellen – Gräben zwischen der zentralistischen Strategie der Stromkonzerne und dem von Bürgerinitiativen und Energiegenossenschaften getragenen „sozialökologischen“ Produktionsmodell. Dessen Verfechter streben an, die Erzeugung von Regenerativstrom möglichst breit und in dezentralisierter Form in der Gesellschaft zu verankern. Getragen wird dieses Produktionsmodell heute von einer Vielzahl überwiegend ehrenamtlicher beziehungsweise semi-professioneller Organisationen, in deren Netzwerken praktisches Handlungs- und Organisationswissen gebündelt und weiter vermittelt wird. Diese von Bürgerinnen und Bürgern gegründeten Organisationen agieren in der Regel nicht primär gewinn- sondern gemeinwohlorientiert, nutzen aber die durch die gesetzliche Einspeisevergütung geschaffene Möglichkeit, mit der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien finanzielle Einnahmen zu erzielen.

2. Ansätze einer Demokratisierung der Energieversorgung

Alles in allem haben die „Dezentralisten“ den strategischen Vorteil, dass sie sich auf Innovationsverläufe, Wege der Technikverbreitung sowie auf eine Förderarchitektur im Bereich der erneuerbaren Energien berufen können, die bisher zu den Erfolgsfaktoren in diesem Sektor zählten (Mautz 2007). Damit ist eine energiepolitische Interessenallianz entstanden, die weit in die Gesellschaft hineinreicht, da die technologischen Präferenzen und energiepolitischen Umbauperspektiven der dezentral orientierten Produktionsmodelle durchaus miteinander vereinbar sind. Mehr noch: Mit der Verbreitung insbesondere des „sozialökologischen“ Produktionsmodells ist vielfach auch die Erwartung verbunden, mit der energiepolitischen Mobilisierung von sozialen Bewegungen und Bürgerengagement neue gesellschaftliche *Demokratisierungspotenziale* freizulegen. In diesem Punkt findet seit Jahren eine recht breite gesellschaftliche, auch sozialwissenschaftliche Debatte statt. Gefordert wird ein Politikwandel, der zur Durchsetzung einer grundlegenden Energiewende auf der Stärkung zivilgesellschaftlicher Praktiken, Gestaltungspotenziale und Bewegungsansätze beruhen sollte. Dies wird zum Teil mit umfassenden gesellschaftspolitischen Erwartungen verknüpft, etwa im Hinblick auf die „Demokratisierung der Demokratie“, auf den Ausbau von Solidarwirtschaft

und Wirtschaftsdemokratie sowie allgemein auf erweiterte gesellschaftliche Partizipationschancen in einem wichtigen Bereich des ökologischen Umbaus (Leggewie, Welzer 2009; Scheer 2010).

Jedoch wird die mit dem dezentralen Ausbau der erneuerbaren Energien verknüpfte Demokratisierungsperspektive dadurch eingetrübt, dass die Verbreitung dezentraler Ökostromanlagen nach wie vor von einer *sozialen Schieflage* gekennzeichnet ist: So gehören die Mitglieder von „Bürgerkraftwerken“ oder die Besitzer eigener Solaranlagen bisher überwiegend zur gesellschaftlichen *Mittelschicht*, die die sich hier eröffnenden Möglichkeiten zu sogenannten „ethischen“ Geldanlagen nutzt (und aufgrund ihrer Einkommenssituation auch nutzen kann). Die Frage ist, ob und wie es gelingen kann, *einkommensschwächere Gruppen* an Investitionsmöglichkeiten in dezentrale Ökoenergien zu beteiligen, zumal es diese Haushalte sind, die durch die Energiepreissteigerungen der letzten Jahre am stärksten benachteiligt werden. Um der skizzierten Schieflage entgegenzuarbeiten, bieten etliche Bürgerprojekte und Energiegenossenschaften auch sehr kleinteilige Mindestbeteiligungen an, zum Beispiel für jeweils 100 Euro (Holstenkamp, Ulbrich 2010). Dies wird das prinzipielle Problem ungleicher Einkommensverteilung kaum abmildern, könnte aber die Partizipationschancen beim Ausbau der erneuerbaren Energien unter sozialstrukturellen Gesichtspunkten durchaus erweitern.

3. Regionalökonomische Effekte erneuerbarer Energien

Unter dem Gesichtspunkt regionalökonomischer Wohlfahrtseffekte hat sich der dezentrale Ausbau erneuerbarer Energien in den letzten Jahren durchaus positiv ausgewirkt. Dies ist inzwischen auch von vielen Kommunen beziehungsweise Regionen erkannt worden, die sich von der gezielten Ansiedlung erneuerbarer Energien oder von Firmen, die in diesem Bereich tätig sind, Vorteile für die regionale Wirtschafts- und Arbeitsmarktstruktur versprechen. Dass solche Erwartungen berechtigt sind, wird in einer Studie des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) zur „Kommunalen Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien“ deutlich gemacht (Mühlenhoff 2010). In dieser Studie wurden Wertschöpfungsketten von 16 verschiedenen Erneuerbare-Energien-Technologien untersucht (Strom- und Wärmeerzeugung; Biokraftstoffe). Die

kommunalen Wertschöpfungseffekte ergeben sich dabei erstens aus zusätzlichen Steuerzahlungen an die Kommune, zweitens aus den Gewinnen nach Steuern der im Erneuerbare-Energien-Sektor tätigen Firmen und drittens aus den Nettoeinkommen der in diesen Firmen beschäftigten Arbeitnehmern.

Nach den Berechnungen der Studie betrug die gesamte kommunale Wertschöpfung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2009 rund 6,8 Milliarden Euro, davon allein 2,4 Milliarden Euro aus der Photovoltaik und 2,1 Milliarden Euro aus der Windenergie. Dies war verbunden mit einer Netto-Beschäftigtenzahl von 116.000 Vollzeit-Arbeitsplätzen. Bei weiterer positiver Branchenentwicklung wird für 2020 ein Anstieg der kommunalen Wertschöpfung aus erneuerbaren Energien auf rund 13 Milliarden Euro prognostiziert. Zudem wurden die Wertschöpfungseffekte für eine Modellkommune mit 75.000 Einwohnern berechnet, die beim Ausbau erneuerbarer Energien den deutschen Durchschnittslevel erreicht. Für eine solche Kommune lag die Wertschöpfung aus erneuerbaren Energien im Jahr 2009 bei rund 3 Millionen Euro, wodurch 50 Vollzeitstellen geschaffen wurden (für 2020 prognostiziert die Studie 7,2 Millionen Euro und 115 Vollzeitstellen).

Unter dem Gesichtspunkt der kommunalen Wertschöpfung spricht sich die Studie für einen weiteren *dezentralen* Ausbau der erneuerbaren Energien aus, da nur so die bisher zu verzeichnenden Breitenwirkungen zu erzielen seien. Eine zu starke Konzentration einzelner Technologien sei dagegen nicht wünschenswert.

4. Konflikte um den Ausbau erneuerbarer Energien

Die besondere sozialökonomische Dynamik der Energiewende äußert sich allerdings auch darin, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien mit Folgeerscheinungen verbunden ist, die auf Kritik und nicht selten offene Proteste in der Bevölkerung stoßen. Genauer gesagt geht es um die Frage der *Sozialverträglichkeit* auch des dezentralen Ausbaupfads erneuerbarer Energien.

In der Tat haben mit der verstärkten Verbreitung der erneuerbaren Energien seit Mitte der 1990er Jahre die *Konflikte* um deren Ansiedlung zugenommen. Deutlich wurde schnell, dass sich zivilgesellschaftliche Akteure nicht nur *für*, sondern auch *gegen*

konkrete Ökostromprojekte engagieren (Mautz et al. 2008: 99 ff.). Das hier entstandene, in sich noch einmal stark ausdifferenzierte Konfliktfeld kann an dieser Stelle nicht im Einzelnen dargestellt werden. Unterscheiden sollte man auf jeden Fall:

- ökonomisch motivierte Nutzungskonflikte (etwa zwischen regional ansässigem Tourismusgewerbe und Investoren in erneuerbare Energien),
- Konflikte um Natur- und/oder Landschaftsschutz,
- Konflikte um befürchtete oder bereits wahrgenommene Beeinträchtigungen der Lebensqualität der lokalen Bevölkerung: etwa durch Lärmbelästigungen, visuelle Beeinträchtigungen oder (vermutete) Gesundheitsgefährdungen,
- wahrgenommene Einbußen an Lebensqualität gehen nicht selten mit der Befürchtung einher, dass in der Nähe regenerativer Energieanlagen Wertverluste von Immobilien drohen – womit die Konflikte zusätzliche Sprengkraft erhalten.

Die Frage lautet, wie eine „produktive“ oder „angemessene“ Lösung solcher Konflikte um erneuerbare Energien aussehen könnte? In diese Frage gehen immer Wertentscheidungen ein, die je nach Standpunkt der Konfliktbeteiligten ganz unterschiedlich ausfallen können. Ein Konfliktausgang, bei dem alle gleichermaßen ihre Ziele erreichen, ist schwerlich zu bewerkstelligen. Denkbar ist da schon eher der Kompromiss, der in den Augen der Beteiligten möglichst gerecht ausfallen sollte – was vor allem die gerechte Verteilung der Lasten betrifft, die sich aus einem Kompromiss ergeben. Dies alles erklärt, warum in etlichen Debattenbeiträgen vor allem Prinzipien der *Verfahrensgerechtigkeit* eingefordert werden – als Voraussetzung dafür, dass überhaupt „gerechte“ Lösungen erzielt werden können.

Weitgehende Einigkeit besteht darin, dass Verfahrensgerechtigkeit bedeutet, die betroffene Bevölkerung vor Ort mit einzubeziehen – und zwar basierend auf den Verfahrensprinzipien *Information* – *Partizipation* – *Mediation*.

Mit „**Information**“ ist die Anforderung an Projektplaner und Planungsbehörden gemeint, möglichst frühzeitig und umfassend die lokale Bevölkerung sowie relevante Interessengruppen (z. B. lokale Umwelt- und Naturschutzgruppen) über ein geplantes Projekt in ihrer Nachbarschaft zu informieren. Dies alles dient dazu, negative Überrumpelungseffekte in

der Bevölkerung zu vermeiden und ist die Vorstufe des zweiten Verfahrensprinzips, der Partizipation.

„**Partizipation**“ heißt, die betroffenen Akteure in den Entscheidungsprozess mit einzubeziehen, und zwar auch über rechtliche Verpflichtungen hinaus, wie sie etwa im Rahmen von Genehmigungsverfahren bestehen. Die Formen, in denen Partizipation stattfindet, können vielfältig sein, etwa Runde Tische, Nachbarschaftsforen, Bürgerbefragungen, Bürgerversammlungen und so weiter. Partizipation sollte sich auch auf finanzielle Beteiligungsmöglichkeiten der lokalen Bevölkerung erstrecken: etwa im Sinne der bereits erwähnten Bürgerkraftwerke, an denen sich ortsansässige Bürgerinnen und Bürger finanziell beteiligen und anschließend von den Erträgen profitieren. Eine andere Beteiligungsmöglichkeit sind Finanzierungsfonds, bei denen bestimmte Anteile an der Anlage für Bürgerinnen und Bürger der betreffenden Kommune reserviert werden.

„**Mediationsverfahren**“ schließlich gehören zu den alternativen Konfliktregulierungs- und Entscheidungsverfahren, die seit den 1990er Jahren in Deutschland in etlichen Umweltkonflikten zur Anwendung kamen (Fietkau, Weidner 1998). Sie können prinzipiell auch bei Konflikten um erneuerbare Energien, sofern andere Verfahren der Konfliktvermeidung erfolglos bleiben, eingeleitet werden. Mediation zielt darauf ab, dass die Konfliktbeteiligten unter der Leitung eines neutralen Mediators eine gemeinsam getragene freiwillige Vereinbarung aushandeln. Das Zustandekommen eines Mediationsverfahrens ist allerdings eine voraussetzungs-volle Angelegenheit, da es für die Beteiligten mit hohen Transaktionskosten verbunden sein kann und der Ausgang des Verfahrens zunächst ungewiss ist.

Abschließend sei betont, dass solche Auseinandersetzungen als Teil eines *gesellschaftlichen Lernprozesses* betrachtet werden sollten, bei dem die Chancen und Grenzen eines sozialverträglichen Ausbaus der erneuerbaren Energien ausgelotet werden. So scheint es durchaus möglich – und teilweise auch schon der Fall – zu sein, dass sich im Zuge solcher Lernprozesse auf Seiten von Anlagenplanern und -betreibern bestimmte Leitlinien oder Faustregeln der Akzeptanzsicherung durchsetzen. Und ebenso ist denkbar, dass sich auf Seiten der betroffenen Menschen Erfahrungswerte darüber herausbilden, unter welchen Bedingungen man mit solchen im lokalen Umfeld installierten Energiean-

lagen leben kann, unter welchen Bedingungen dies inakzeptabel bleibt und welche Kompromisse dabei in Betracht gezogen werden können.

Literatur

BMU (2012): Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung. Berlin.

Fietkau HJ, Weidner H (1998): Umweltverhandeln. Konzepte, Praxis und Analysen alternativer Konfliktregelungsverfahren. Berlin.

Holstenkamp L, Ulbrich S (2010): Bürgerbeteiligung mittels Fotovoltaikgenossenschaften. Marktüberblick und Analyse der Finanzierungsstruktur. Arbeitspapierreihe Wirtschaft & Recht 8. Universität Lüneburg.

Leggewie C, Welzer H (2009): Das Ende der Welt, wie wir sie kannten. Klima, Zukunft und die Chancen der Demokratie. Frankfurt am Main.

Mautz R (2007): The Expansion of Renewable Energies in Germany between Niche Dynamics and System Integration – Opportunities and Restraints. In: Science, Technology & Innovation Studies 3 (2): 113–131.

Mautz R, Byzio A, Rosenbaum W (2008): Auf dem Weg zur Energiewende. Die Entwicklung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien in Deutschland. Göttingen.

Mautz R, Rosenbaum W (2012): Der deutsche Stromsektor im Spannungsfeld energiewirtschaftlicher Umbaumodelle. In: WSI Mitteilungen 2/2012: 85–93.

Mühlenhoff J (2010): Kommunale Wertschöpfung durch Erneuerbare Energien. Ergebnisse der Studie des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW). Renew Spezial 46.

Scheer H (2010): Der energetische Imperativ. 100 % jetzt: Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist. München.

trend:research (2011): Marktakteure. Erneuerbare-Energie-Anlagen in der Stromerzeugung. Köln.

Kontakt

Dr. Rüdiger Mautz
Soziologisches Forschungsinstitut Göttingen (SOFI)
an der Georg-August-Universität
Friedländer Weg 31
37085 Göttingen
E-Mail: ruediger.mautz[at]sofi.uni-goettingen.de

[UBA]

Bedeutung des Ausbaus der Windenergie für die menschliche Gesundheit

Consequences of wind energy for health

Dorothee Twardella

Abstract

The manuscript summarizes the scientific literature on potential health effects associated with the operation of wind turbines. As emissions ice throw, shadow flicker, infrasound and noise are discussed. The risk of ice throw and serious annoyance caused by shadow flicker are minimized by current regulation. The infrasound generated by wind turbines is far below the threshold of perception even at a rather short distance. It thus can be assumed that infrasound from wind turbines does not pose a risk to human health. Annoyance and sleep disturbances caused by noise cannot be ruled out. A health impact assessment is needed to evaluate systematically the direct and indirect risks as well as benefits of the substitution of fossil energy with wind energy.

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund des Ausbaus der Windenergie wird die wissenschaftliche Literatur zu möglichen gesundheitlichen Risiken durch Windenergieanlagen (WEA) dargestellt. Als Emissionen werden Eiswurf, periodischer Schattenwurf, Infraschall und Hörschall diskutiert. Gefahren durch Eiswurf und erhebliche Belästigung durch periodischen Schattenwurf werden durch entsprechende Maßnahmen minimiert. Die Infraschallimmissionen liegen bereits bei geringem Abstand zu einer WEA unterhalb der Hör- und Wahrnehmungsschwelle. Daher ist nicht von einem gesundheitlichen Risiko auszugehen. Belästigung und Schlafstörungen durch Schallimmissionen im Hörschallbereich können nicht völlig ausgeschlossen werden. Über die alleinige Betrachtung der direkten gesundheitlichen Risiken hinaus wäre eine Analyse der direkten und indirekten Risiken und auch Chancen, die sich durch die Umstellung von fossilen Energieträgern auf Windenergie ergeben, im Sinne einer Gesundheitsfolgenabschätzung sinnvoll.

Einleitung

Im Rahmen der Energiewende wird in Deutschland der Ausbau der Windenergie forciert vorangetrieben. Dieser Ausbau ist in dem Beitrag begründet, den die Windenergie für eine nachhaltige Energieversorgung leisten kann (LfU 2012): Bei der Windenergie handelt es sich um eine regenerative Energiequelle, die dauerhaft zur Verfügung steht; die energetische Amortisation ist relativ schnell erreicht, das heißt, die Energie, die zur Herstellung, Transport und Aufbau einer Anlage investiert werden muss, wird bereits in drei bis sechs Monaten von dieser Anlage wieder gewonnen; und bei dem Betrieb der Windenergieanlage entstehen keine klimagefährdenden Gase.

Parallel zu dem Ausbau der Windenergie gelangen verstärkt Berichte von Anwohnern von Windenergieanlagen (WEA) in die Öffentlichkeit. Diese Anwohner berichten über Symptome und Beschwerden bis

hin zu schwerwiegenden Erkrankungen, die durch diese Anlagen ausgelöst seien. Es stellt sich somit die Frage, ob die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit bei dem Ausbau der Windenergie bisher ausreichend berücksichtigt wurden beziehungsweise inwiefern Windenergieanlagen überhaupt ein Risiko für die menschliche Gesundheit darstellen (Ellenbogen et al 2012; Knopper, Ollson 2011).

Diskutierte Gesundheitsrisiken durch Windenergieanlagen

Eiswurf

An den Rotorblättern von WEA kann sich bei entsprechender Witterung Eis bilden. Dieses kann parallel zum Mast der Anlage herabfallen oder – bei Bewegung der Rotorblätter – geschleudert werden.

Herabfallendes oder geschleudertes Eis kann zu einer direkten Gefährdung führen.

Um eine solche Gefährdung zu verhindern, sind zum einen ein Mindestabstand bis zum nächsten gefährdeten Objekt einzuhalten und zum anderen betriebliche oder technische Vorkehrungen zu treffen (z. B. Abschaltung der WEA bei Eisbildung, Rotorblatenteisungssysteme; siehe z. B. StMI et al. 2011).

Bei der Problematik Eiswurf handelt es sich somit um ein klar umschriebenes Risiko, welches durch die entsprechenden Maßnahmen minimiert werden kann.

Periodischer Schattenwurf

Durch die betriebsbedingt periodische Bewegung des Rotors von WEA entsteht bei entsprechender Sonneneinstrahlung ein periodischer Schatten. Als wesentliche Wirkung dieses periodischen Schattens wird die Belästigung angesehen.

Um eine erhebliche Belästigung zu verhindern, sind die WEA-Schattenwurf-Hinweise des Länderausschusses für Immissionsschutz zu berücksichtigen (LAI 2002). Laut diesen Hinweisen wird eine Einwirkung durch zu erwartenden periodischen Schattenwurf als nicht erheblich belästigend angesehen, wenn „die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer unter kumulativer Berücksichtigung aller WEA-Beiträge am jeweiligen Immissionsort in einer Bezugshöhe von 2 m über dem Erdboden nicht mehr als 30 Stunden pro Kalenderjahr und darüber hinaus nicht mehr als 30 Minuten pro Kalendertag beträgt.“ Die astronomisch maximal mögliche Beschattungsdauer ist die Zeit, bei der die Sonne theoretisch während der gesamten Zeit zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang durchgehend bei wolkenlosem Himmel scheint, die Rotorfläche senkrecht zur Sonneneinstrahlung steht und die Windenergieanlage in Betrieb ist. Eine astronomisch mögliche Beschattungsdauer von 30

Stunden pro Jahr entspricht einer meteorologisch wahrscheinlichen Beschattungsdauer (die Zeit, für die der Schattenwurf unter Berücksichtigung der üblichen Witterungsbedingungen berechnet wird) von acht Stunden pro Jahr.

Wissenschaftliche Studien zu den Wirkungen des periodischen Schattenwurfes auf den Menschen gibt es bisher kaum. Aus Deutschland liegen eine Laborpilotstudie und eine Feldstudie vor, die sich mit dem Zusammenhang zwischen dem periodischen Schattenwurf und erheblicher Belästigung beschäftigen (Pohl et al. 1999; Pohl et al. 2000). Diese sind jedoch nur als Abschlussbericht und nicht in einem peer reviewed-Journal veröffentlicht. Auch international sind keine weiteren wissenschaftlichen Studien hierzu bekannt.

Infraschall

Infraschall umfasst Schall der Frequenzen unterhalb von 20 Hz. Häufig wird Infraschall als nicht hörbarer Schall beschrieben. Schall mit Frequenzen im Infraschallbereich ist aber prinzipiell hörbar, jedoch erst bei sehr hohen Schalldruckpegeln (Leventhall 2007). Darüber hinaus ist Infraschall nicht nur über die Ohren wahrnehmbar, sondern kann auch gefühlt werden. Diese Gefühle werden häufig als Ohrendruck, Vibrationen oder Unsicherheitsgefühl beschrieben. Der Übergang zwischen Hören und Fühlen ist im Infraschallbereich fließend.

Infraschall kann grundsätzlich Wirkungen auf den Menschen ausüben. Ebenso wie im Bereich des Hörschalls muss aber auch im Bereich des Infraschalls die Wirkung immer in Abhängigkeit von der Höhe des Schalldruckpegels betrachtet werden. Entscheidend ist insbesondere, ob die Immission die Hör- beziehungsweise Wahrnehmungsschwelle erreicht. Die in Normen beschriebenen Schwellenwerte geben die mediane Hörschwelle (DIN 45680 1997) beziehungsweise den Schwellenwert, unter dem 90 Prozent der Bevölkerung Infraschall nicht

Tabelle 1: Hörschwellen und Wahrnehmungsschwellen im Infraschall-Frequenzbereich nach DIN 45680 (1997) und E DIN 45680 (2011).

Schwelle	Schalldruckpegel bei einer Frequenz von				
	8 Hz	10 Hz	12,5 Hz	16 Hz	20 Hz
Hörschwellenpegel in dB(Z)	103	95	87	79	71
Wahrnehmungsschwellenpegel in dB(Z)	100	92	84	76	68,5
dB(Z): unbewerteter mittlerer Schalldruckpegel.					

wahrnehmen (E DIN 45680 2011) an, die individuelle Hörschwelle kann aber noch niedriger liegen (**Tabelle 1**).

Gesundheitliche Wirkungen ließen sich in der wissenschaftlichen Literatur bisher nur bei Schallpegeln oberhalb der Hörschwelle zeigen (HPA 2010). Sehr hohe Schallpegel können zu Gehörschäden führen. Diskutiert werden Wirkungen auf das Herz-Kreislauf-System bei Infraschallbelastungen oberhalb der Hörschwelle. Darüber hinaus werden als Wirkungen Ermüdung, Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit, Benommenheit, Schwindungsgefühl und Abnahme der Atemfrequenz, Beeinträchtigung des Schlafes und erhöhte Morgenmüdigkeit sowie mögliche Resonanzwirkungen berichtet (Malsch et al. 2007). Infraschall oberhalb der Hörschwelle hat eine stärkere Störwirkung als Schallpegel aus höheren Frequenzen.

Unterhalb der Hörschwelle konnten bisher keine Wirkungen des Infraschalls auf den Menschen belegt werden (Ising, Schwarze 1982; Moller 1984; Landström, Byström 1984). Allerdings liegen aufgrund der schwachen Studienlage hierzu auch nur begrenzte Erkenntnisse vor.

Die Infraschallimmissionen der heutzutage üblichen WEA liegen bereits bei geringen Abständen deutlich unterhalb der durchschnittlichen Hör- und Wahrnehmungsschwelle (Jakobsen 2005). Daher ist davon auszugehen, dass die Infraschallimmissionen von WEA keine Gefährdung für die menschliche Gesundheit darstellen.

Hörschall

Die Geräuschimmissionen einer WEA im Bereich des Hörschalls (20 bis 20.000 Hz) sind nach den Grundsätzen der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm) mit begleitendem Regelwerk zu beurteilen. Die nächtlichen Immissionsrichtwerte liegen für Mischgebiete bei 45 dB(A), für allgemeine Wohngebiete bei 40 dB(A) und für reine Wohngebiete bei 35 dB(A). Die Richtwerte tagsüber liegen jeweils 15 dB(A) höher.

Die Geräuschimmissionen von Windenergieanlagen liegen im Vergleich zu anderen Lärmquellen im Umweltbereich, zum Beispiel Verkehrslärm, sehr niedrig. Auf Basis der vorliegenden Literatur lassen sich jedoch Lärmbelastigung und Schlafstörungen durch diese Geräusche nicht völlig ausschließen.

Unter Lärmbelastigung wird die subjektiv eingeschätzte Störung durch Lärm verstanden. Aus Studien im Bereich des Verkehrslärms ist bekannt, dass sich mit zunehmendem Schallpegel ein immer höherer Anteil der Bevölkerung belastigt fühlt. Es ist aber auch bekannt, dass nicht nur alleine die Höhe des Schallpegels eine Rolle für die individuelle Lärmbelastigung spielt, sondern auch viele andere Faktoren wie etwa die Art der Lärmquelle, die Einstellung gegenüber der Lärmquelle, die Erwartungen hinsichtlich der Entwicklungen der Lärmbelastigung und auch die individuelle Lärmempfindlichkeit.

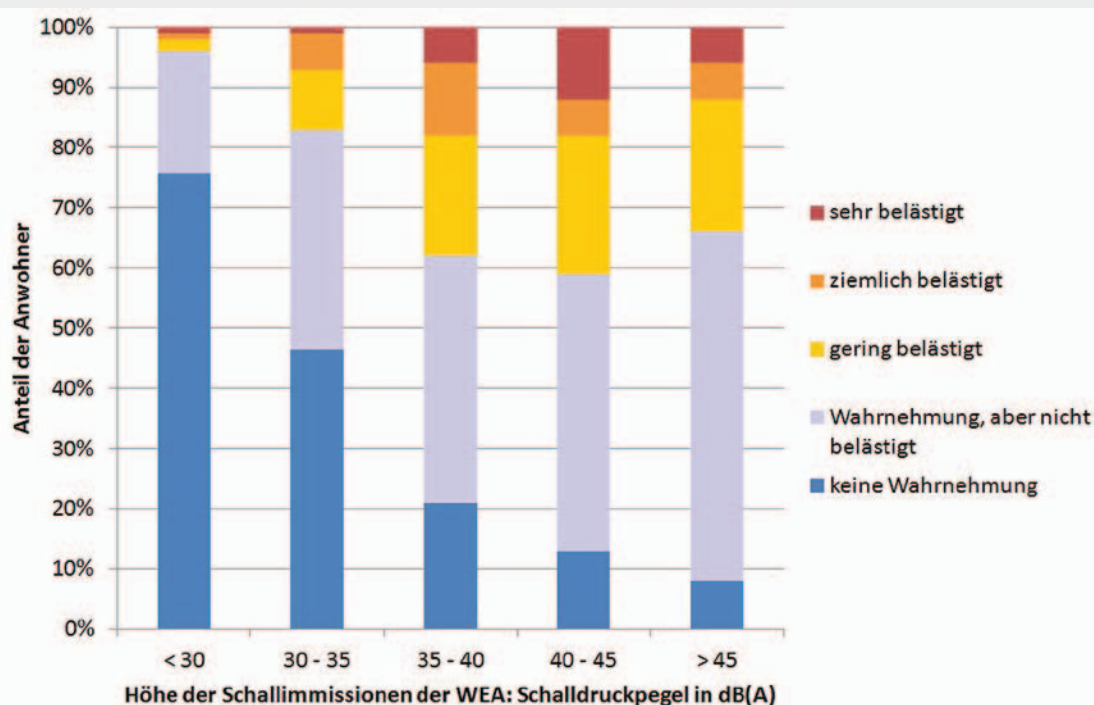
In einigen epidemiologischen Studien wurde die Lärmbelastigung unter Anwohnern von WEA untersucht (Pedersen, Waye 2004; Pederson, Waye 2007; Pedersen et al. 2009). Hierbei wurden die Anwohner mittels einer 5-stufigen Skala gefragt, ob sie die Geräusche von WEA wahrnehmen und ob sie sich dadurch belastigt fühlen. Parallel wurden die durch die WEA verursachten Schallpegel an der Außenfassade der Wohnhäuser geschätzt. Dabei zeigte sich bereits bei den niedrigen Schallimmissionen der WEA ein gewisser Anteil, der sich belastigt oder sogar stark belastigt fühlt. Ergebnisse einer niederländischen Studie unter 708 Anwohnern (Pedersen et al. 2009) sind beispielhaft in **Abbildung 1** dargestellt.

In der Studie wurde nicht nur beobachtet, dass sich – wie erwartet – mit steigendem Schalldruckpegel ein zunehmender Anteil belastigt fühlt, sondern auch, dass die Belastigung stark von der Sichtbarkeit der Anlage abhängt. Weiterhin spielten finanzielle Aspekte eine starke Rolle: Anwohner, die finanzielle Vorteile durch die WEA hatten, fühlten sich auch in den hohen Schallpegelkategorien nicht belastigt.

Bei gleichen Schalldruckpegeln ist der Anteil an Personen, der sich stark belastigt fühlt, bei WEA höher als bei den Verkehrslärmquellen Flugverkehr, Schienenverkehr und Straßenverkehr (Janssen et al. 2011). Als Ursache für diese vergleichsweise erhöhte Belastigung werden in der Literatur verschiedene Aspekte diskutiert:

1. Die Eigenschaften des Geräusches an sich: der periodisch auf- und abschwellende Charakter des Geräusches und dass es nachts nicht abnimmt.

Abbildung 1: Wahrnehmung von und Belästigung durch Geräusche von Windenergieanlagen (WEA) in Abhängigkeit von dem Schallpegel. Ergebnisse einer niederländischen Studie unter 708 Anwohnern. Daten aus: Pedersen et al. 2009.



2. Die Positionierung der WEA in ländlichen Gebieten, die erst die Wahrnehmung der vergleichsweise leisen Geräusche der WEA erlaubt.
3. Unterschiede in der Studiendurchführung: Studien zur Lärmbelästigung durch Verkehr wurden in der Regel in städtischer Umgebung durchgeführt. Über das Ausmaß der Belästigung durch Verkehrslärm in ländlichen Gegenden liegen wenige Daten vor.
4. Die Sichtbarkeit der WEA: Die visuelle Belästigung scheint sich auch auf die Beantwortung der Frage zur Lärmbelästigung auszuwirken.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat in den „Night noise guidelines for Europe“ im Jahr 2009 einen neuen Richtwert $L_{\text{Nacht, außen}}$ von 40 dB(A) abgeleitet (WHO 2009). Laut WHO ist die Einhaltung dieses Richtwertes erforderlich, um die Allgemeinbevölkerung einschließlich der empfindlichsten Gruppen, wie Kinder, chronisch Kranke und Ältere, vor den schädlichen Wirkungen des Nachtlärms zu schützen. Über die spezielle Wirkung der Geräusche von WEA auf den Schlaf liegen derzeit keine aussagekräftigen Studien vor.

Gesundheitsfolgenabschätzung

Während in der bisherigen Darstellung die direkten Risiken von Immissionen der WEA im Mittelpunkt standen, erscheint eine umfassendere Darstellung der direkten und auch indirekten Risiken sowie auch Chancen, die sich aus der Gewinnung von Energie durch Wind ergeben, sinnvoll (Scott-Samuel et al. 2001). Auf Energiegewinnung kann nicht verzichtet werden, vielmehr stellt sich die Frage, welche Energiequellen hierfür genutzt werden sollten. Eine Gesundheitsfolgenabschätzung wäre eine geeignete Methode, die gesundheitlichen Konsequenzen verschiedener Energiequellen systematisch zu vergleichen. Eine solche Gesundheitsfolgenabschätzung ist bisher nur aus dem Staat Oregon bekannt (OHA 2013). Hierin werden neben den direkten Wirkungen der Immissionen von WEA auch die positiven Wirkungen des Ausbaus der Windenergie durch Stärkung der lokalen Ökonomie und durch die Vermeidung von Luftschadstoffen, aber auch die negativen Wirkungen durch lokale Konflikte aufgezeigt.

Fazit

Aus der wissenschaftlichen Literatur ergeben sich keine Belege für schwerwiegende gesundheitliche

Folgen durch Immissionen von Windenergieanlagen. Eine Gefährdung durch Eiswurf kann durch entsprechende Maßnahmen minimiert werden. Eine erhebliche Belästigung durch Schattenwurf soll durch Begrenzung der maximalen Beschattungsdauer vermieden werden. Gesundheitliche Wirkungen des Infraschalls sind aufgrund der sehr niedrigen Schalldruckpegel nicht plausibel. Weitere Forschung im Bereich Belästigung durch Schattenwurf und Wirkungen des Infraschalls unterhalb der Wahrnehmungsschwelle sind wünschenswert, um die Kenntnislage in diesen wenig beforschten Bereichen zu verbessern. Im Bereich des Hörschalls sind Wirkungen am ehesten zu erwarten. Aus den vorliegenden Studien ergeben sich Hinweise auf ein vergleichsweise hohes Belästigungspotential durch die niedrigen Schallimmissionen der WEA, dessen Ursachen aber noch unklar sind. Ebenfalls wären weitere Forschungstätigkeiten sinnvoll, um die Wirkungen des spezifischen Geräusches von WEA bei üblichen Schalldruckpegeln auf den Nachtschlaf zu untersuchen. Zur umfassenden systematischen Analyse der Risiken und auch Chancen der Energiegewinnung aus Wind ist eine Gesundheitsfolgenabschätzung sinnvoll.

Literatur

- DIN 45680 (1997): Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Nachbarschaft. März 1997.
- E DIN 45680 (2011): Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen. Entwurf DIN 45680. August 2011.
- Ellenbogen JM, Grace S, Heiger-Bernays WJ et al. (2012): Wind Turbine Health Impact Study: Report of Independent Expert Panel, prepared for the Massachusetts Department of Environmental Protection and the Massachusetts Department of Public Health. http://www.mass.gov/dep/energy/wind/turbine_impact_study.pdf (Abrufdatum: 31.05.2013).
- HPA (2010): Health Protection Agency. Health effects of exposure to ultrasound and infrasound. Report of the Independent Advisory Group on Non-ionising Radiation. RCE-14. Documents of the Health Protection Agency. Radiation, Chemical and Environmental Hazards. February 2010.
- Ising H, Schwarze C (1982): Infraschallwirkungen auf den Menschen. In: Z Lärmbekämpfung 29: 79–82.
- Janssen SA, Vos H, Eisses AR et al. (2011): A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources. In: J Acoust Soc Am 130(6): 3746.
- Jakobsen J (2005): Infrasound emission from wind turbines. In: J Low Freq Noise Vib Active Contr 24(3): 145–55.
- Knopper LD, Ollson C (2011): Health effects and wind turbines: a review of the literature. In: Environmental Health 10: 78.
- LAI (2002): Länderausschuss für Immissionsschutz. Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise). Verabschiedet auf der 103. Sitzung des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI). 06.08.2002.
- Landström U, Byström M (1984): Infrasonic threshold levels of physiological effects. In: J Low Freq Noise Vibr 3(4): 167–73.
- Leventhall G (2007): What is infrasound? In: Progress in Biophysics and Molecular Biology 93: 130–137.
- LfU (2012): Bayerisches Landesamt für Umwelt. Windenergie in Bayern. Reihe UmweltWissen. Augsburg. http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_118_windenergie_in_bayern.pdf (Abrufdatum: 29.05.2013).
- Malsch AKF, Hornberg C (2007): Infraschall und tieffrequenter Schall – ein Thema für den umweltbezogenen Gesundheitsschutz in Deutschland? In: Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz 50: 1582–9.
- Moller H (1984): Physiologic and psychological effects of infrasound on humans. In: J Low Freq Noise Vibr 3(1): 1–17.
- OHA (2013): Oregon Health Authority. Strategic health impact assessment on wind energy development in Oregon. Final Report. March 2013. <https://public.health.oregon.gov/HEALTHYENVIRONMENTS/TRACKINGASSESSMENT/HEALTHIMPACTASSESSMENT/Pages/windenergy.aspx> (Abrufdatum 31.05.2013).
- Pedersen E, van den Berg F, Bakker R et al. (2009): Response to noise from modern wind farms in The Netherlands. In: J Acoust Soc Am 126(2): 634–43.
- Pedersen E, Waye KP (2007): Wind turbine noise, annoyance and self-reported health and well-being in different living environments. In: Occup Environ Med 64(7): 480–486.
- Pedersen E, Waye KP (2004): Perception and annoyance due to wind turbine noise – a dose-response relationship. In: J Acoust Soc Am 116(6): 3460–70.
- Pohl J, Faul F, Mausfeld R (2000): Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. Laborpilotstudie. Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 15. Mai 2000.
- Pohl J, Faul F, Mausfeld R (1999): Belästigung durch periodischen Schattenwurf von Windenergieanlagen. Feldstudie. Institut für Psychologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. 31. Juli 1999.

Scott-Samuel A, Birley M, Ardern K (2001): The Merseyside Guidelines for Health Impact Assessment, Second Edition, May 2001. http://www.liv.ac.uk/ihia/IMPACT%20Reports/2001_merseyside_guidelines_31.pdf (Aufrufdatum: 31.05.2013).

StMI, StMWFK, StMF et al. (2011): Hinweise zur Planung und Genehmigung von Windkraftanlagen (WKA) vom 20. Dezember 2011. Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Wissenschaft, Forschung und Kunst, der Finanzen, für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, für Umwelt und Gesundheit sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. http://www.stmug.bayern.de/umwelt/oekoenergie/windenergie/doc/windenergie_erlass.pdf (Abrufdatum: 29.05.2013).

WHO (2009): Night noise guidelines for Europe. World Health Organization. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf (Abrufdatum: 31.05.2013).

Kontakt

Dr. Dorothee Twardella
Bayerisches Landesamt für Gesundheit und
Lebensmittelsicherheit
Sachgebiet Arbeits- und
Umweltmedizin / -epidemiologie
Pfarrstraße 3
80538 München
E-Mail: [Dorothee.Twardella\[at\]lgl.bayern.de](mailto:Dorothee.Twardella[at]lgl.bayern.de)

[UBA]

Open Government Data – Zugang zu Umwelt- und Gesundheitsdaten

Open Government Data – access to data of environment and health

Gerlinde Knetsch, Joachim Fock

Abstract

Environment and health is one of the most important issues of our time and is increasingly becoming the focus of public and political. Looking to the integrated use of environmental and health data of the Advisory Council on the Environment (SRU) reached into his environmental report 2012 „Responsibility in a finite world“ (SRU 2012) a focus is setting on „Integrative approaches strengthen“. Integrative data analysis on chemical substances in the environment can lead to a robust assessment of their environmental effects in order to better assess the ultimate potential risk to humans and the environment. For the review of socially set (environmental) quality standards provides the integrative use of environmental and health data, the chance of increasing transparency of environmental policy and thus also risk reducing measures. The term „Open Government Data“ of publicly accessible and usable data collections, databases and information systems on the World Wide Web following that Open Data Strategy.

Zusammenfassung

Umwelt- und Gesundheitsfragen zählen zu den wichtigsten Themen unserer Zeit und rücken immer stärker in den Fokus der Öffentlichkeit und der Politik. Mit Blick auf die integrierte Nutzung von Umwelt- und Gesundheitsdaten griff der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) in seinem Umweltgutachten 2012 „Verantwortung in einer begrenzten Welt“ (SRU 2012) einen Schwerpunkt zum Thema „Integrative Konzepte stärken“ auf. Integrative Datenauswertungen zu chemischen Stoffen in der Umwelt können zu einer belastbaren Bewertung ihrer Umweltwirkungen führen, um letztendlich das mögliche Risiko für Mensch und Umwelt besser abzuschätzen. Für die Überprüfung von gesellschaftlich gesetzten (Umwelt)-Qualitätsstandards bietet die integrative Nutzung von Umwelt- und Gesundheitsdaten die Chance der Erhöhung von Transparenz umweltpolitischer und damit auch risikomindernder Maßnahmen. Unter der Bezeichnung „Open Government Data“ entstehen über das World Wide Web öffentlich zugängliche und nutzbare Datensammlungen, Datenbanken und Informationssysteme, die der Open Data-Strategie folgen.

1. Einleitung

Integrative Auswertungen und Analysen von Umwelt- und Gesundheitsdaten nehmen im wissenschaftlichen Umfeld eine immer bedeutendere Rolle ein. Ein wichtiger Aspekt dabei ist die Vernetzbarkeit der Informationsangebote verschiedener, in unterschiedlichen Kontexten und Disziplinen erhobener Daten. Diese Vorgehensweise unterstützt die Früherkennung von Umweltrisiken und von unmittelbaren sowie langfristigen Effekten auf Ökosysteme und den Menschen.

Die aktuelle Richtlinie 2013/37/EU vom 26. Juni 2013 zur Änderung der Richtlinie 2003/98/EG über die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors (PSI-Richtlinie) stützt diese Entwicklung, unter anderem durch erweiterte Ver-

pflichtung, Daten der öffentlichen Verwaltung zur Weiterverwendung und in computerlesbarer Form zur Verfügung zu stellen.

Mit der Methodik der integrativen Auswertung von Umwelt- und Gesundheitsdaten eröffnen sich Möglichkeiten, Wirkungen von Chemikalien in der Umwelt und deren Expositionen für den Menschen besser zu quantifizieren. So erkannte mögliche Risiken für Mensch und Umwelt können besser abgeschätzt und Risikomanagementmaßnahmen eingeleitet werden.

Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) hat in seinem Umweltgutachten von 2012 das Thema des medienübergreifenden Monitorings aufge-

griffen (SRU 2012: TZ 635). Explizit weist er auf Schwerpunkte der Umweltbeobachtung hin, um gesellschaftlich gesetzte Qualitätsstandards auf ihre Einhaltung hin zu überprüfen. Dies betrifft folgende Themenbereiche:

- Entwicklung der Biodiversität mit ihren drei Ebenen (genetische, Art- und Ökosystemebene),
- Chemikaliensicherheit,
- Einfluss des Klimawandels und der Anpassungsmaßnahmen auf die Biodiversität,
- Sicherheit in der Anwendung der Gentechnik,
- Zusammenhang von Gesundheit und Umwelt.

Der Zusammenhang von Umwelt und Gesundheit soll unter dem Blickwinkel technischer Möglichkeiten des freien Zugangs zu Umwelt- und Gesundheitsdaten beleuchtet und strategische Vorgehensweisen für die Umsetzung „Open eGovernment Data“ angerissen werden.

2. Zugang zu Umwelt- und Gesundheitsdaten Open Data – Linked Data

Umweltinformatik in der öffentlichen Verwaltung bietet ein breites Entwicklungs- und Anwendungsgebiet für innovative Entwicklungen zur Bereitstellung von Umweltinformationen. Seit Jahren liefert sie einen wichtigen Impuls über die Verwaltungsstrukturen hinweg, Daten für Metadaten-, Fachinformations- und integrierte Umweltinformationssysteme bereitzustellen. Das Prinzip der offenen Daten kann darüber hinaus interne Arbeitsabläufe der Verwaltung wesentlich vereinfachen und Datenflüsse zwischen verschiedenen Abteilungen einer Behörde optimieren.

Technische Möglichkeiten, die die Umweltinformatik bietet, verstärken die partizipativen Bestrebungen der Mehrfachnutzung von Umweltdaten. Die Umsetzung der Open Data-Architektur erfordert somit neue und übergreifende Strategien zur Bereitstellung und Nutzbarkeit von Daten aus dem behördlichen Umfeld. Ein wesentliches strategisches Ziel ist die Bereitstellung von qualitativ hochwertigen und verlässlichen Daten.

2.1. Open Data

Voraussetzung für die Umsetzung des Open Government Data-Prinzips in der öffentlichen Verwaltung

sind qualitativ hochwertige, gut strukturierte, valide und leicht zugängliche sowie reproduzierbare Umweltinformationen aus verschiedenen Bereichen der Umwelt, der Gesundheit und des öffentlichen Lebens. Effektive und effiziente Methoden der Datenharmonisierung, der Archivierung und des Datenmanagements stellen eine Herausforderung dar, um diese Informationen über Portale mit intelligenten Such- und Zugriffsmechanismen in einen fragegeleiteten Kontext zu stellen.

Eine Methodik der Verknüpfung einzelner und medial ausgerichteter Programme, deren Daten und Informationen in Beziehung zu setzen, besteht in der Stärkung und Verbesserung der Datenflüsse zwischen den verschiedenen Programmen. Dies verlangt Kompartiment-übergreifende integrative Datenbanken aufzubauen (Beispiel: POP-Dioxin-Informationssystem: www.pop-dioxindb.de; Abrufdatum: 05.08.2013) und die Vernetzung bestehender Informationssysteme zu fördern. Mit dem Aufbau solcher übergreifenden Informationssysteme auf Basis des Konzeptes einer serviceorientierten Architektur (SOA) können Voraussetzungen geschaffen werden, den Austausch und die Nutzung von Umwelt- und Gesundheitsdaten behörden- und wissenschaftsübergreifend zu stärken.

Projekte im Umweltbundesamt (UBA) realisieren seit einigen Jahren den Aufbau eines öffentlichen Datennetzwerkes auf der Grundlage des Open Data-Prinzips. Datenbestände, werden zur freien Nutzung und zur freien Weiterverwendung öffentlich zugänglich gemacht. Nachdem in vielen Ländern, zum Beispiel in Großbritannien, bereits eine umfangreiche Bereitstellung von offenen Daten praktiziert wird (Cabinet Office 2012), findet eine Umsetzung auch in Deutschland statt. Gemäß einer Studie von Fraunhofer Fokus sollten Daten im Interesse der Allgemeinheit in einer Open Government-/Open-Data-Plattform zusammengefasst werden (Klessmann 2012).

Ein Beispiel für ein derartiges offenes Informationsangebot ist das Internetportal der Umweltprobenbank des Bundes (www.umweltprobenbank.de; Abrufdatum: 05.08.2013; Konzeption: BMU 2008). Alle Daten können hier nach verschiedenen Parametern und Kriterien frei zugänglich recherchiert und in Diagrammen oder Tabellen angezeigt werden. Über die Export-Funktion stehen verschiedene Formate (.xls oder .csv) im Download-Bereich zur Verfügung. Jede Abfrage kann als Lesezeichen

(Bookmark als Webadresse URL) gespeichert werden. Diese Adresse der Datenabfrage bleibt auch über längere Zeiträume gültig und kann so wiederholt für die Abfrage eines möglicherweise aktualisierten Datenstandes genutzt werden.

Das Informationssystem zu Daten aus der Umweltprobenbank des Bundes ist ein Beispiel für die aktive Bereitstellung von Umwelt- und Humandaten unter Anwendung innovativer Methoden der Umweltinformatik. Es setzt die Anforderungen an die Open Data-Strategie um und kann nach Berners-Lee's 5-Sterne-Klassifizierung (<http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>; Abrufdatum: 05.08.2013) mit drei Sternen eingestuft werden (Rüther et al. 2012). Mit jedem Stern müssen zusätzliche Erleichterungen des Zugangs erfüllt sein, der 3. Stern bedeutet, dass die Daten in strukturiertem, nicht proprietärem Format angeboten werden (z. B. csv-Dateien statt Excel-Dateien).

2.2. Linked Data – Brücke zur Integration und Interoperabilität zwischen Fachdaten

Linked Open Data (LOD) ist eine spezifische Entwicklungsrichtung der Datenbereitstellung. Einerseits betrifft dies die Öffnung von Datenbeständen für verschiedene Nutzergruppen. Andererseits steht

die Verknüpfung mit anderen Datenbeständen in einem semantischen Netzwerk (Web of Data) im Mittelpunkt. Im UBA bestehen erste praktische Ansätze in der Implementierung derartiger Vernetzungsstrategien.

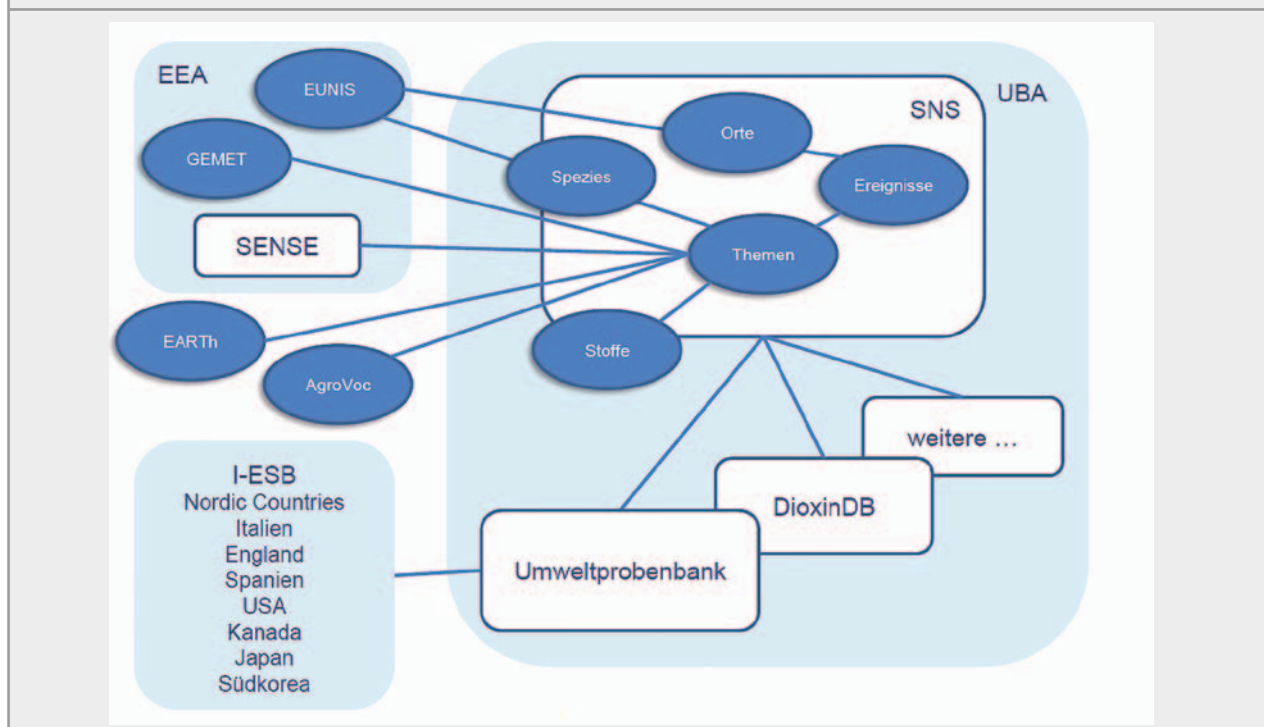
Ein Forschungsprojekt des UBA befasst sich seit 2012 mit diesem Thema. Mit dem Projekt „Linked Environment Data-Informationsmehrwert durch verknüpfte Umweltdaten“ (UFOPLAN 2012; FKZ3712 12 100) ist ein Pilotvorhaben zur Vernetzung von öffentlichen, allgemein zugänglichen („offenen“) Umweltdaten nach technischen Mustern des World Wide Web Consortium (W3C) gestartet worden.

Offenheit hat dabei drei Bedeutungen:

- Diese Daten sind uneingeschränkt frei verfügbar.
- Der Zugang basiert auf offenen Standards – kommerzielle Werkzeuge sind nicht erforderlich.
- Die Daten dürfen weltweit mit Daten anderer Organisationen vernetzt werden.

Die Besonderheit solcher Verknüpfungen besteht darin, dass sie nicht an der „Tür“ zu den verknüpften Datenbeständen haltmachen, sondern unmittelbar die zur Anfrage passenden Daten(sätze) zur Verfügung stellen und gemeinsam präsentieren. Für das

Abbildung 1: Das Linked Environment Data Netz (Vision@de 2009*). Quelle: M. Rüther, Umweltbundesamt.



laufende Pilotprojekt werden auf diese Weise zuerst der Umweltthesaurus als semantisches Rückgrat, die Umweltprobenbank, der Gemeinsame Stoffdatenpool Bund/Länder (GSBL) als Stoffdatenbank und Daten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) zu den Flüssen Rhein, Donau und Elbe verknüpft. In einem zweiten Schritt folgen weitere Datenbestände des UBA (**Abbildung 1**). Die damit verbundene Bereitstellung der Daten nach dem international vereinbarten Standard des RDF (Resource Description Standard) ermöglicht auch Dritten, die Daten in ihre Anwendungen einzubinden, weiter zu verwenden und mit anderen Umweltinformationen in Zusammenhang zu setzen, zum Beispiel in Apps für Mobilgeräte.

3. Ausblick

Die Bereitstellung von offenen Daten schafft einen Mehrwert und ist wichtiges Glied in der Wertschöpfungskette von Umwelt- und Gesundheitsdaten, die verantwortungsbewusst und unter Einhaltung der Schutzwürdigkeit (z. B. von personenbezogenen und sicherheitsrelevanten Informationen) stattfinden muss. Fachliche Qualitätserwartungen der Nutzerinnen und Nutzer an diese Daten erfordern Maßnahmen und Regelungen zur Bereitstellung von qualitativ hochwertigen, gut strukturierten, validen und reproduzierbaren Umweltdaten (Knetsch 2011).

Mit der Bereitstellung weiterer Umweltdaten in öffentlichen Netzwerken gilt es, diese langfristig gesehen zu einer nachhaltigen nationalen Umweltdateninfrastruktur zu verdichten. Nutzungs- und Rechtskonzepte sind bei der Umsetzung zu beachten. Datenangebote und Verlinkungsmechanismen sind weiter auszubauen. Dabei sollten innovative Werkzeuge der Umweltinformatik den Datenbereitstellern und -nutzern an die Hand gegeben werden. Die strategische Öffnung von Kommunikation, Organisation und Prozessen in Behörden und Verwaltungen erleichtert auch die immer öfter gewünschte und mehr und mehr praktizierte Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern.

Die Richtlinie 2003/4/EG (EU 2003) über den Zugang der Öffentlichkeit zu Umweltinformationen ist durch die Richtlinie 2013/37/EU (EU 2013) vom 26. Juni 2013 novelliert worden. Sie stützt die Verpflichtung, Daten der öffentlichen Verwaltung zur Weiterverwendung und in computerlesbarer Form zur Verfügung zu stellen. Es ist zu erwarten,

dass mit dieser Richtlinie eine weitere Öffnung von Datenbeständen vorangebracht und die medienübergreifende Analyse von Umwelt- und Gesundheitsdaten gefördert wird.

Organisatorisch sollte zwischen Behörden, Instituten und wissenschaftlichen Einrichtungen ein wachsendes Netzwerk entstehen, das Daten für die Öffentlichkeit transparent zur Verfügung stellt (Internetverfügbarkeit). Grundsätzlich sollte ein freier Zugang zu Daten ermöglicht werden, die Geheimhaltung hingegen nur in nachweisbar berechtigten Fällen zulässig sein. So können auch Wissenschaft und interessierte Öffentlichkeit durch den Zugang zu Daten in deren Auswertung und die Initiierung von Maßnahmen mit einbezogen werden. Transparenz in der Umweltpolitik erhöht zudem deren Glaubwürdigkeit (SRU 2012: TZ 664).

Literatur

BMU (2008): Konzeption der Umweltprobenbank des Bundes. Bonn. http://www.umweltprobenbank.de/upb_static/fck/download/Konzeption_Okt_2008_de.pdf (Abrufdatum: 05.08.2013).

Cabinet Office (2012): Improving the transparency and accountability of government and its services. Open Data White Paper. GB, 2012. <https://www.gov.uk/government/publications/open-data-white-paper-unleashing-the-potential> (Abrufdatum: 05.08.2013).

EU (2003): Directive 2003/98/EC of the Parliament and of the Council of 17 November 2003 on the re-use of public sector information. http://ec.europa.eu/information_society/policy/psi/index_en.htm (Abrufdatum: 05.08.2013).

EU (2013): Richtlinie 2013/98/EC des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Juni 2013 zur Änderung der Richtlinie 2003/98/EG über die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:175:0001:0008:DE:PDF> (Abrufdatum: 26.08.2013)

Klessmann, J. et al. (2012): Open Government Data Deutschland. Studie im Auftrag des Bundesministeriums des Inneren. Berlin. <http://www.bmi.bund.de/Shared-Docs/Pressemitteilungen/DE/2012/07/opengovernment.html> (Abrufdatum: 05.08.2013).

Knetsch G (2011): Behördliche Umweltinformationssysteme. In: Schröder W, Franzle O, Müller F (Hrsg.): Handbuch der Umweltwissenschaften. Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. Landsberg am Lech: Ecomed. Losebl. Ausg. 20. Erg.Lfg. 3/11: 3–20.

Rüther M, Bandholtz T, Schulte-Coerne T (2012): A Common Tool for Managing Environmental Monitoring Data. In: Arndt HK, Knetsch G, Pillmann W (Hrsg.): EnviroInfo 2012: Man – Environment – Bauhaus. Light

up the Ideas of Environmental Informatics. 26th International Conference on Informatics for Environmental Protection. Proceedings of the 26th International Conference on Informatics – Informatics for Environmental Protection, Sustainable Development and Risk Management. August 29–31, 2012. Part 2: 467–474.

SRU (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Sachverständigenrat für Umweltfragen. Erich Schmidt Verlag. http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2012_06_04_Umweltgutachten_HD.html (Abrufdatum: 05.08.2013).

Kontakt

Dr. Gerlinde Knetsch
Fachgebiet IV 2.1 „Informationssysteme Chemikaliensicherheit“
Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
E-Mail: [Gerlinde.Knetsch\[at\]uba.de](mailto:Gerlinde.Knetsch[at]uba.de)

[UBA]

Lungenkrebsrisiko durch Quarzfeinstaub bei deutschen Uranbergbauarbeitern

Lung cancer risk by silica in German uranium miners

Marion Sogl¹, Dirk Taeger², Dirk Pallapies², Michaela Kreuzer¹

Abstract

In 1997 and 2012, the International Agency for Research on Cancer classified silica as carcinogenic to humans. However, the exposure-response relationship between silica and lung cancer, is internationally still controversially debated. In Germany in 2006 the relevant threshold for silica was repealed in view of the new Hazardous Substances Ordinance. Data from the German uranium miner cohort study of 58.677 workers in Thuringia and Saxony, the largest single study with individual data on occupational exposure of silica and radon, were used to investigate the relationship between silica and lung cancer in detail. In the follow-up period 1946–2003 2,995 miners died from lung cancer. With different regression models the excess relative risk for lung cancer per cumulative silica exposure in mg/m³-years was calculated. The Wismut study supports the evaluation of the IARC to classify silica as a carcinogenic substance. At higher exposure levels an elevated lung cancer risk was observed. In the range of the earlier threshold level no statistically significant increased risk for lung cancer was observed, however a slight risk cannot be ruled out completely. The results of this study were recently published (Sogl et al. 2012) and shall be presented here.

Zusammenfassung

Quarzfeinstaub wurde 1997 und 2012 von der International Agency for Research on Cancer (IARC) als krebserregend für den Menschen eingestuft. Die Expositions-Wirkungs-Beziehung zwischen Quarzfeinstaub und Lungenkrebs wird jedoch nach wie vor international kontrovers diskutiert. In Deutschland ist seit 2006 der Grenzwert für Quarzfeinstaub aufgrund der neuen Gefahrstoffverordnung außer Kraft gesetzt worden. Im Rahmen der Wismut-Kohorte, die mit 58.677 ehemaligen Beschäftigten des Uranbergbaus in Thüringen und Sachsen die größte Einzelstudie mit individuellen Expositionsabschätzungen zu beruflichem Quarzfeinstaub und Radon darstellt, wurde deshalb der Zusammenhang zwischen Quarzfeinstaub und Lungenkrebs eingehend untersucht. Im Beobachtungszeitraum 1946 bis 2003 starben 2.995 Personen an Lungenkrebs. Mit Hilfe verschiedener Regressionsmodelle wurde das zusätzliche relative Risiko für Lungenkrebs pro Gesamtquarzfeinstaubexposition berechnet. Die Wismut-Studie bestätigt die Einschätzung der IARC, Quarzfeinstaub als krebserregende Substanz einzustufen. Im hohen Expositionsbereich wurde ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko beobachtet. In einem Expositionsbereich in Höhe des früheren Grenzwerts deutet sich in der deutschen Bergarbeiterstudie hingegen kein statistisch signifikant erhöhtes Lungenkrebsrisiko an, wobei ein geringfügiges Risiko jedoch nicht völlig auszuschließen ist. Die Ergebnisse dieser Studie wurden vor kurzem publiziert (Sogl et al. 2012) und sollen hier vorgestellt werden.

Hintergrund

Quarzfeinstaub wurde 1997 und 2012 von der International Agency for Research on Cancer (IARC) als krebserregend für den Menschen eingestuft (IARC 1997; IARC 2012). Der 1972 festgelegte Wert der Maximalen Arbeitsplatzkonzentration (MAK) von 0,15 mg/m³ hat die neuen Erkenntnisse von später

publizierten großen internationalen Studien, wie beispielsweise Steenland et al. 2001, Chen et al. 2007 und anderen, nicht berücksichtigen können. Diese beschrieben zum Teil schon für deutlich niedrigere Expositionen gegenüber Quarzfeinstaub ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko. Der Grenzwert ist seit

¹ Bundesamt für Strahlenschutz.

² Institut für Prävention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Institut der Ruhr-Universität Bochum (IPA).

2006 im Rahmen der neuen Gefahrstoffverordnung in Deutschland außer Kraft gesetzt. Auch die Form der Expositions-Wirkungs-Beziehung zwischen Quarzfeinstaub und Lungenkrebs ist nach wie vor umstritten. Ziel der vorliegenden Auswertung der deutschen Kohortenstudie zu ehemaligen Beschäftigten des Uranerzbergbaus Wismut (Wismut-Kohorte) war deshalb die Analyse des quantitativen Zusammenhangs zwischen Quarzfeinstaub und Lungenkrebssterblichkeit. Die Wismut-Kohorte bietet aufgrund ihrer Größe (58.677 ehemalige Beschäftigte), dem Vorliegen von individuellen Abschätzungen zur Quarzfeinstaub- und Radonexposition, dem langen Beobachtungszeitraum (1946–2003), und der großen Anzahl von Lungenkrebssterbefällen (n=2.995) einen wertvollen Beitrag zu diesem Thema.

Wismut-Bergbau

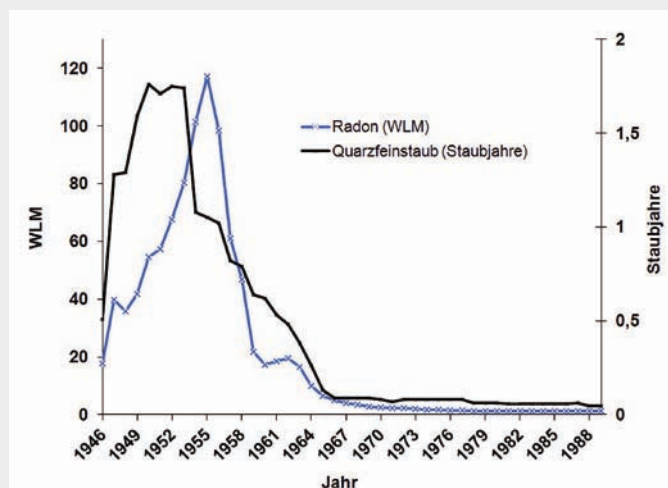
Der Bergbau hat in Sachsen und Thüringen eine jahrhundertlange Tradition. Nach dem Zweiten Weltkrieg kamen in großem Umfang der Abbau und die Verarbeitung von Uranerz hinzu. Zwischen 1946 und 1989 waren etwa eine halbe Million Personen im sächsisch-thüringischen Uranbergbau beschäftigt. Nach der Wiedervereinigung Deutschlands stellte die Wismut SDAG den Uranerz-Abbau zum 31. Dezember 1990 ein. Der Uranerzbergbau nahm zu einer Zeit seinen Aufschwung, als noch keine wirksamen Staubbekämpfungsmaßnahmen sowie Strahlenschutz-Vorschriften existierten, sodass die Bergarbeiter, zusätzlich zu schweren körperlichen Arbeitsbedingungen unter Tage, einer hohen

Belastung durch Quarzfeinstaubkonzentrationen und das radioaktive Edelgas Radon und seine Zerfallsprodukte ausgesetzt waren. Bis 1999 wurden 7.695 Lungenkrebserkrankungen bei den Wismut-Beschäftigten als strahlenbedingt anerkannt.

Die Wismut-Kohorte

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) führt seit 1993 mit Unterstützung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) die Deutsche Uranbergarbeiterstudie durch. In Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) hat das BfS auf Basis einer Zufallsauswahl nach definierten Kriterien eine Kohorte von circa 59.000 ehemaligen Wismut-Arbeitern zusammengestellt. Es wurde für jede Person über Arbeitsunterlagen festgestellt, wann und wie lange sie welche Tätigkeit an welchem Arbeitsort (über Tage, unter Tage, Tagebau, Aufbereitung) und in welchem Bergbauobjekt ausgeübt hat. Daraus wurde für jedes Jahr, jede Tätigkeit und jeden Arbeitsort ein Belastungswert ermittelt und den Personen zugeordnet (sog. Job-Exposure-Matrix, JEM). Jährliche und kumulative Expositionen für Quarzfeinstaub sind in der Einheit Staubjahr festgelegt, wobei ein Staubjahr einer Belastung von 1 mg/m^3 Quarzfeinstaub über eine Zeitperiode von 220 Schichten à 8 Stunden entspricht. Informationen zu ionisierender Strahlung basieren auf einer separaten JEM in der Einheit working level month (WLM). Ein WLM entspricht einer Exposition von 1 WL über einen Monat, das heißt 170 Arbeitsstunden.

Abbildung 1: Durchschnittliche jährliche kumulative Belastung durch Quarzfeinstaub in mg/m^3 -Jahren sowie Radon und seine Zerfallsprodukte in Working Level Months (WLM) unter exponierten Kohortenmitgliedern nach Quarzfeinstaub (n=58.677) und Radon (n=50.468).



den. Dabei ist 1 WL definiert als $1,3 \times 10^3$ MeV (Megaelektronenvolt) potentieller Alpha Energie pro Liter Luft (Kreuzer et al. 2009).

Alle Kohortenmitglieder waren einer Quarzfeinstaubbelastung mit einer durchschnittlichen kumulativen Belastung von 5,9 und einem Maximum von 56 Staubjahren ausgesetzt. Der überwiegende Teil der Kohorte (86 %) war gegenüber ionisierender Strahlung exponiert, mit einer durchschnittlichen kumulativen Radonbelastung von 280 Working Level Months (WLM). Da Arsen nur in bestimmten sächsischen Abbaubetrieben auftrat, waren lediglich 31 Prozent der Bergarbeiter gegenüber Arsen exponiert, wobei ihre durchschnittliche kumulative Belastung $121,2 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{-Jahre}$ betrug. Die Staub- sowie die Strahlenbelastung änderte sich im Laufe der Betriebszeit entscheidend. Während in den Anfangsjahren in vielen Schächten die Durchschnittswerte von Quarzfeinstaub je Schicht bei zum Teil über $2 \text{ mg}/\text{m}^3$ lagen, verbesserte sich die Situation ab 1955 kontinuierlich durch die Einführung von Nassbohr-Verfahren und deutlich effektivere Schacht-Belüftungen (Dahmann et al. 2008). Dies führte zu einem Rückgang der Staubkonzentrationen um mehr als 97 Prozent. Ein ähnlicher Verlauf ist für Radon zu beobachten (**Abbildung 1**).

Für die Kohorte wird regelmäßig erfragt, wie viele der Personen zu einem bestimmten Stichtag an welcher Todesursache verstorben sind. Diese Abfrage (sogenanntes „Follow-up“) geschieht alle fünf Jahre über Einwohnermeldeämter und Gesundheitsämter. Das erste Follow-up bis Ende 1998, das zweite Follow-up bis Ende 2003 sowie das dritte Follow-up bis Ende 2008 sind bereits abgeschlossen.

Statistische Methoden

Mit den Daten des zweiten Follow-up (1946–2003) wurde mit Hilfe verschiedener Regressionsmodelle die Form des Zusammenhangs zwischen der gesamten Quarzfeinstaubbelastung und dem daraus resultierenden Lungenkrebsrisiko ermittelt. Ein Zusammenhang zwischen Lungenkrebssterblichkeit und Radonexposition wurde in der Wismut-Kohorte bereits nachgewiesen (Walsh et al. 2010).

Der Zusammenhang zwischen kumulativer Quarzfeinstaubbelastung und Lungenkrebssterblichkeit wurde wie folgt berechnet: Zuerst wurde das relative Risiko in einem einfachen Modell mit Quarzfeinstaub in den Kategorien 0–0,5; 0,5–2; 2–5; 5–10; 10–20; 20–30; 30+ $\text{mg}/\text{m}^3\text{-Jahre}$ geschätzt. Anschließend wurden verschiedene Modellierungsansätze (linear, linear-quadratisch, Splinefunktion etc.) getestet, um die Form des Expositions-Wirkungs-Zusammenhangs zu untersuchen. Für den starken zusätzlichen Einflussfaktor Radon und den potentiellen Störfaktor Arsen wurde adjustiert. Bei der Adjustierung für Radon wurden Zeit-, Alters- und Expositionsraten-Effekte mit berücksichtigt.

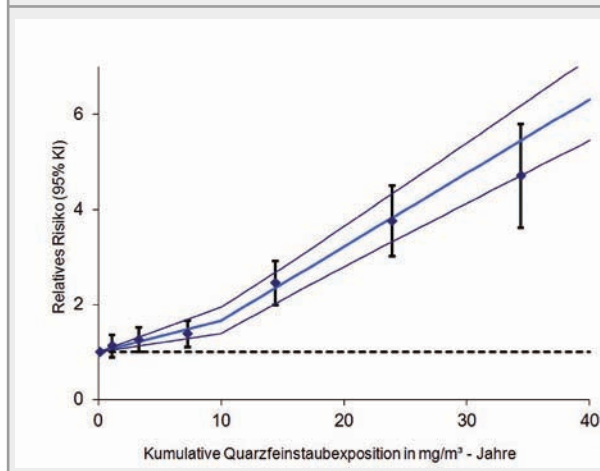
Ergebnisse

Zusammenhang zwischen Quarzfeinstaub und Lungenkrebs

Im Beobachtungszeitraum 1946 bis 2003 starben in der Kohorte insgesamt 20.748 Personen, davon 2.995 an Lungenkrebs. **Tabelle 1** zeigt das relative Risiko, an Lungenkrebs zu sterben, in Abhängigkeit von der kumulativen Quarzfeinstaubexposition

Tabelle 1: Lungenkrebs-Sterberisiko nach kumulativer Quarzfeinstaubexposition in $\text{mg}/\text{m}^3\text{-Jahren}$, 1946–2003.					
Quarzfeinstaub in $\text{mg}/\text{m}^3\text{-Jahre}$	Ø	Personenjahre	Anzahl der Fälle	RR 95% KI unadjustiert	RR 95%KI adj. für Radon und Arsen
0–0,5	0,1	681.780	137	1,00 Referenz	1,00 Referenz
0,5–2	1	394.559	283	1,12 (0,89 – 1,35)	0,95 (0,77 – 1,12)
2–5	3	274.523	356	1,26 (1,00 – 1,51)	0,96 (0,78 – 1,13)
5–10	7	238.032	430	1,38 (1,10 – 1,66)	0,86 (0,67 – 1,04)
10–20	14	264.140	936	2,45 (1,98 – 2,92)	1,14 0,87 – 1,40)
20–30	24	108.502	664	3,76 (3,02 – 4,49)	1,51 (1,08 – 1,94)
30–56	34	23.151	189	4,71 (3,62 – 5,80)	2,02 (1,28 – 2,75)
Total		1.984.687	2.995		
RR: Relatives Risiko; KI: Konfidenzintervalle; Relatives Risiko, Baseline stratifiziert nach Alter in 5-Jahres-Gruppen und individuellem Kalenderjahr in 58 Kategorien. RR adjustiert für Radon und Arsen mit exponentiellem Einschluss der Zeit-, Alters- und Expositionsraten-Effekte.					

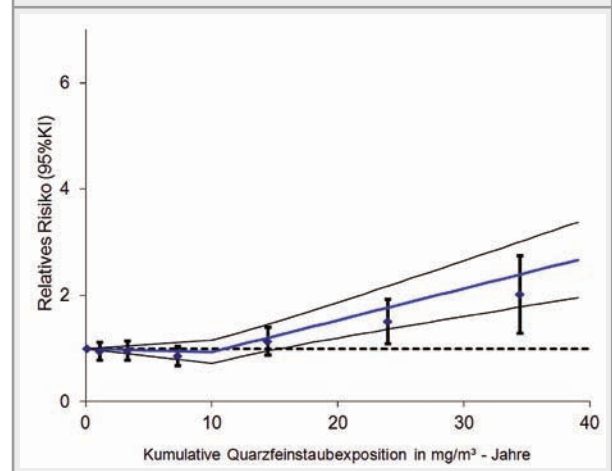
Abbildung 2a: Relatives Lungenkrebssterberisiko durch Quarzfeinstaub. Kategorielle Analyse und lineares Splinemodell mit 95 Prozent Konfidenzintervallen, nicht adjustiert für Radon und Arsen.



in der kategoriellen Analyse. Ohne Adjustierung für Radon und Arsen ist in allen Kategorien der Quarzexposition (außer für 0,5–2 Staubjahre) ein erhöhtes relatives Risiko im Vergleich zur Referenzkategorie 0–0,5 mg/m³-Jahre zu sehen. Nach Adjustierung für den starken zweiten Risikofaktor Radon sowie den potentiellen Risikofaktor Arsen gehen die Risiken deutlich zurück, bleiben aber in den Kategorien 20–30, 30+ mg/m³-Jahre statistisch signifikant erhöht. So hat beispielsweise ein Bergarbeiter, der einer Quarzfeinstaubbelastung von mehr als 30 Staubjahren ausgesetzt war, ein doppelt so hohes Risiko (RR=2,02, 95 % Konfidenzbereich (KI) = 1,28–2,75) an Lungenkrebs zu sterben, wie ein Bergarbeiter, der kaum einer Staubbelastung (0–0,5 Staubjahre) ausgesetzt war.

Um die genaue Form des Expositions-Wirkungs-Zusammenhangs von Quarzfeinstaub und Lungenkrebs zu untersuchen, wurden verschiedene Modellierungsansätze verwendet und miteinander verglichen. Ein lineares Modell mit einem Knickpunkt bei 10 Staubjahren beschreibt die Daten am besten (**Abbildungen 2a** und **2b**). Ohne Berücksichtigung der beiden anderen Risikofaktoren ist ein statistisch signifikanter Anstieg im relativen Lungenkrebsrisiko sowohl im Bereich unter als auch über 10 Staubjahren zu beobachten (**Abbildung 2a**). Nach Berücksichtigung der Störgrößen Radon und Arsen geht das Risiko, an Lungenkrebs zu sterben, deutlich zurück, unterhalb von 10 Staubjahren ist es nicht mehr erhöht (**Abbildung 2b**). So beträgt das relative Risiko für einen Bergarbeiter, der einer Quarzfeinstaubbelastung

Abbildung 2b: Relatives Lungenkrebssterberisiko durch Quarzfeinstaub. Kategorielle Analyse und lineares Splinemodell mit 95 Prozent Konfidenzintervallen, adjustiert für Radon und Arsen.



von 5 Staubjahren ausgesetzt war 0,97 (95 % KI: 0,86; 1,08) gegenüber einem Nichtexponierten. Bei einer Staubbelastung von 20 mg/m³-Jahre ist das relative Risiko 1,53 (95 % KI: 1,20; 1,87)-mal höher als bei einem Nichtexponierten.

Kombinierter Effekt zwischen Quarzfeinstaub und Radon

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der kategoriellen Analyse des kombinierten Effekts von Radon und Quarzfeinstaub.

Es ist ein deutlicher Anstieg des relativen Risikos nur durch Quarzfeinstaub (Anstieg in den Spalten) sowie nur durch Radon (Anstieg in den Zeilen) zu sehen. Das Risiko in der höchsten Quarzfeinstaub- und Radon-Kategorie (> 30 mg/m³-Jahre und > 1000 WLM) ist 4,6-fach (95 % KI: 3,7–5,4) höher verglichen mit dem Risiko der gering Quarzfeinstaub- und Radon-Exponierten (< 10 mg/m³-Jahre und < 50 WLM). Weiterhin wurde die Form der Interaktion zwischen Quarzfeinstaub und Radon untersucht. Dabei zeigte sich das rein additive Modell statistisch signifikant besser geeignet als das multiplikative Modell. Somit scheint der Effekt zwischen Quarzfeinstaub und Radon eher additiv als multiplikativ zu sein.

Rauchen

Rauchen ist der wesentliche Risikofaktor für Lungenkrebs. In der Kohorte liegen hierzu nur für wenige Personen Daten vor. Deshalb wurden in einer eingebetteten Fall-Kontroll-Studie zu Lungenkrebs

Tabelle 2: Kombiniertes Risiko von kumulativer Quarzfeinstaubexposition und Radon auf das Lungenkrebsrisiko, 1946–2003.

	Radon						
	< 50 WLM		50 – 1000 WLM		> 1000 WLM		gesamt
Quarzfeinstaub in mg/m³-Jahre	n	RR (95% KI)	n	RR (95% KI)	n	RR (95% KI)	
< 10	609	1,0 Referenz	585	1,52 (1,34 – 1,69)	12	1,95 (0,83 – 3,07)	1.206
10–20	54	1,10 (0,79 – 1,41)	663	2,45 (2,17 – 2,73)	219	3,11 (2,62 – 3,61)	936
20–30	6	1,33 (0,26 – 2,41)	238	3,11 (2,63 – 3,60)	420	4,29 (3,64 – 4,74)	664
30 +	0	-	14	4,75 (3,25 – 6,25)	147	4,56 (3,72 – 5,41)	189
Total	669		1.528		798		2.995

WLM: working level month; RR: Relatives Risiko; KI: Konfidenzintervalle.

(Schnelzer et al. 2010) basierend auf Daten aus den medizinischen Archiven oder über Angaben von Verwandten Informationen zum Rauchverhalten für 439 Fälle und 550 Kontrollen gesammelt. Es wurde kein statistisch signifikanter Trend in der Verteilung des Raucherstatus mit steigender Quarzfeinstaubbelastung beobachtet, weder für Fälle noch für Kontrollen. Der Anteil an Rauchern in der Gruppe der Kontrollen liegt konstant bei etwa 70 Prozent, in der Gruppe der Fälle bei rund 90 Prozent (**Abbildung 3**). Das Rauchverhalten scheint unabhängig von der Quarzfeinstaubbelastung zu sein und stellt somit keinen Hinweis für eine starke Störgröße dar.

Bedeutung der Wismut-Studie für die Einschätzung der IARC

Die Wismut-Kohorte ist mit knapp 60.000 Personen die größte Einzelstudie zur gesundheitlichen Bedeutung von Quarzfeinstaub und Radon für Lungenkrebs. Sie umfasst einen langen Beobachtungszeitraum (1946–2003) mit knapp zwei Millionen Personenjahren. Bis 2003 sind 20.748 Bergarbeiter gestorben, davon etwa jeder siebte an Lungenkrebs (n=2.995). Für jede Person liegen individuelle Informationen zur Quarzfeinstaubbelastung sowie zu anderen krebserregenden Substanzen wie Radon und Arsen vor, welche die detaillierte Prüfung der Art des Expositions-Wirkungs-Zusammenhangs in einer Einzelstudie erlauben. Zusätzlich gibt es Informationen zum Rauchen aus einer eingebetteten Fall-Kontroll-Studie, welche die Evaluierung des potentiellen Störfaktors Rauchen ermöglichen.

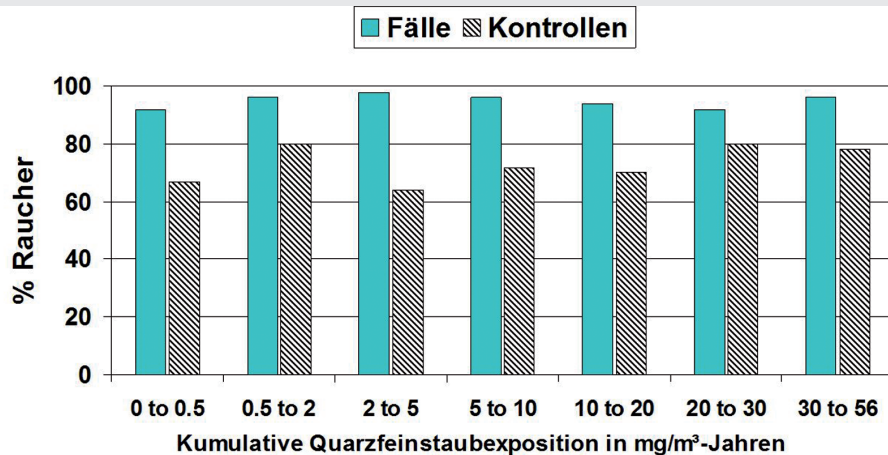
In Deutschland wurde 2006 der bis dahin gültige Grenzwert von 0,15 mg/m³ (entspricht bei einer 40-jährigen Beschäftigungsdauer einem Wert von 6 mg/m³-Jahren) für Quarzfeinstaub außer Kraft gesetzt. Zurzeit wird diskutiert, ob für Quarzfeinstaub eine Expositions-Risiko-Beziehung abgeleitet werden kann, die die Angabe von Konzentrationen ermöglicht, die als tolerabel beziehungsweise akzeptabel anzusehen sind. Alternativ wird untersucht, ob die Angabe eines gesundheitsbasierten Arbeitsplatzgrenzwerts möglich ist. Derzeit gültige Grenzwerte liegen bei 0,05 mg/m³ in den USA und bei 0,1 mg/m³ in Großbritannien.

Steenland et al. (2001) zeigten in einer gepoolten Studie mit 65.980 Beschäftigten in Quarzfeinstaub-exponierten Industrien und 1.079 aufgetretenen Lungenkrebsfällen bereits ab einer Exposition von 2,0–5,4 mg/m³-Jahren ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko von 1,3 (95 % KI: 1,1–1,7) im Vergleich zu einer Exposition <0,4 mg/m³-Jahren. Allerdings waren die verschiedenen Studien der gepoolten Analyse sehr heterogen und sowohl für Rauchen als auch andere Störgrößen wurde nicht adjustiert. Die Konfidenzintervalle überlappen mit denjenigen der vorliegenden Studie.

Auf der anderen Seite kommen einige Studien zu dem Schluss, dass es keinen Hinweis dafür gibt, dass Quarzfeinstaub einen Risikofaktor für Lungenkrebs darstellt (Chen et al. 2007; Vacek et al. 2011).

Die Wismut-Studie bestätigt die Einschätzung der IARC, Quarzfeinstaub als krebserregende Sub-

Abbildung 3: Anteil der Raucher unter den Fällen (n=439) und Kontrollen (n=550) aus einer eingebetteten Fall-Kontroll-Studie (Schnelzer et al. 2010) zu Lungenkrebs unter den Wismut-Bergarbeitern. Ein Raucher ist definiert als eine Person, die jemals in den letzten 20 Jahren vor ihrem Tod geraucht hat.



stanz einzustufen. Im hohen Expositionsbereich wurde ein erhöhtes Lungenkrebsrisiko beobachtet. In einem Expositionsbereich in Höhe des früheren Grenzwerts deutet sich in der deutschen Bergarbeiterstudie hingegen kein statistisch signifikant erhöhtes Lungenkrebsrisiko an. Ein geringfügiges Risiko ist jedoch nicht völlig auszuschließen.

Literatur

Chen W, Bochmann F, Sun Y(2007): Effects of work related confounders on the association between silica exposure and lung cancer: a nested case-control study among Chinese miners and pottery workers. In: *Int Arch Occup Environ Health* 80: 320–326.

Dahmann D, Bauer HD, Stoyke G (2008): Retrospective exposure assessment for respirable and inhalable dust, crystalline silica and arsenic in the former German uranium mines of SAG/SDAG Wismut. In: *Int Arch Occup Environ Health* 81: 949–58.

IARC Monographs (1997): IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol 68: Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. International Agency for Research on Cancer. Lyon.

IARC Monographs (2012): IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol 100C: Arsenic, metals, fibres, and dust. International Agency for Research on Cancer. Lyon.

Kreuzer M, Schnelzer M, Tschense A et al. (2009): Cohort Profile: The German uranium miners cohort study (Wismut cohort), 1946–2003. In: *International Journal of Epidemiology*: 1–8.

Schnelzer M, Hammer GP, Kreuzer M et al. (2010): Accounting for smoking in the radon-related lung cancer risk among German uranium miners: results of a nested case-control study. In: *Health Phys* 98: 20–28.

Sogl M, Taeger D, Pallapies D et al. (2012): Quantitative relationship between silica exposure and lung cancer mortality in German uranium miners. In: *Br J Cancer* 107: 1188–1194.

Steenland K, Mannetje A, Boffetta P et al. (2001): Pooled exposure-response analysis and risk assessment for lung cancer in 10 cohorts of silica-exposed workers: an IARC multicentre study. In: *Cancer Causes Control* 12: 773–784. Erratum: *Cancer Causes Control* (2002) 13: 777.

Vacek P, Verma D, Graham W, Callas P, Gibbs G (2011): Mortality in Vermont granite workers and its association with silica exposure. In: *Occup Environ Med* 68: 312–318.

Walsh L, Tschense A, Schnelzer M et al. (2010): The influence of radon exposure on lung cancer mortality in German uranium miners, 1946–2003. In: *Radiat Res* 173: 79–90.

Kontakt

Marion Sogl
Bundesamt für Strahlenschutz
Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit
AG-SG 1.3 Strahlenepidemiologie
85762 Oberschleißheim
E-Mail: msogl[at]bfs.de

[BfS]

Übergewicht bei jungen Erwachsenen in Deutschland: Zeitliche Trends und Relevanz für die gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung – Ergebnisse aus der Umweltprobenbank des Bundes

Overweight in young adults: Time trends in Germany and relevance for the health-related environmental monitoring program – Results of the German Environmental Specimen Bank

*Martina Bartel-Steinbach¹, André Conrad², Hagen von Briesen¹,
Marius Kolossa-Gehring², Dominik Lermen¹*

Abstract

Data generated by the German Environmental Specimen Bank (ESB) reflect the increasing prevalence of overweight in the German population: The body mass index (BMI) of the 20–29-year-olds participating in the yearly ESB sampling campaigns increased significantly from 1981–2011. A similar increase was observed for the fraction of overweight participants, with males being more likely overweight than females. Nutritional behavior is often very important for the human exposure to pollutants. As some pollutants may accumulate in fatty tissue, a high BMI may lead to comparatively low pollutant concentrations in human blood or urine samples. Therefore, the trend toward more overweight is highly relevant for assessing the ESB time trends of human exposure to environmental pollutants. Further data analyses aim at elucidating which role changes in BMI of ESB participants play in this context.

Zusammenfassung

Die Daten der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) spiegeln die zunehmende Prävalenz von Übergewicht in der Bevölkerung Deutschlands wider: Der Body-Mass-Index (BMI) der in der UPB untersuchten 20- bis 29-jährigen Erwachsenen hat von 1981 bis 2011 signifikant zugenommen. Gleiches gilt für den Anteil der Übergewichtigen, wobei die männlichen UPB-Probanden öfter übergewichtig sind als die weiblichen. Das Ernährungsverhalten ist meist ein wesentlicher Einflussfaktor für die menschliche Schadstoffbelastung. Zudem kann ein hoher BMI zu vergleichsweise geringen Schadstoffkonzentrationen in Blut- und Urinproben führen, da sich bestimmte Chemikalien im Fettgewebe anreichern. Die Entwicklung zu mehr Übergewichtigen ist somit für die Bewertung der in der UPB untersuchten Zeittrends der menschlichen Schadstoffbelastung von großer Bedeutung. Weitere Analysen der UPB-Daten sollen klären, welche Rolle Veränderungen des BMI der untersuchten Personen in diesem Zusammenhang spielen.

1. Einleitung

Wie in vielen anderen Staaten hat auch in Deutschland die Prävalenz von Übergewicht in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen (Prugger, Keil 2007; Bramlage 2008). Besonders bei Kindern und Jugendlichen hat sich in den letzten Jahren das Problem Übergewicht verschärft. Schon heute ist jedes sechste Kind in Deutschland zu dick (Robert Koch-Institut 2006 und 2008). Bei den Erwachsenen gilt

jede zweite Person als übergewichtig, jede vierte bis fünfte als adipös (Statistisches Bundesamt 2011; Robert Koch-Institut 2012). Ob diese Anteile auch in Zukunft weiter steigen werden, bleibt abzuwarten. Es gibt Hinweise, dass die Werte auf hohem Niveau stagnieren (Kurth 2012; Thomas et al. 2013). Unstrittig ist, dass diese Entwicklung zu mehr Übergewichtigen aus Public Health-Sicht

¹ Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik (IBMT), St. Ingbert.

² Umweltbundesamt, Berlin.

äußerst bedenklich ist, da Übergewicht beispielsweise in Zusammenhang mit der Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes, Gelenkschäden und bestimmten Krebserkrankungen gebracht wird (Robert Koch-Institut 2012).

Seit Mitte der 1990er Jahre wird das Körpergewicht einer Person mit Hilfe des Body-Mass-Index (BMI) bewertet (World Health Organization 2000). Auf Basis des BMI werden Kinder (Kromeyer-Hauschild et al. 2001) und Erwachsene in unter-, normal und übergewichtig oder adipös (fettleibig) eingeteilt. Für Kinder und Jugendliche wird hierbei der BMI anhand alters- und geschlechtsspezifischer Referenzwerte kategorisiert (Kromeyer-Hauschild et al. 2001).

Neben der Relevanz für das aktuelle und zukünftige Krankheitsgeschehen, ist der Trend zu mehr Übergewichtigen in der Bevölkerung jedoch auch für die Beurteilung der menschlichen Belastung durch Umweltschadstoffe von hoher Bedeutung: Man muss davon ausgehen, dass übergewichtige Personen meist mehr Lebensmittel verzehren als

normalgewichtige. Bei den Umweltschadstoffen, die hauptsächlich über die Nahrung aufgenommen werden, kann dies zu einer tendenziell höheren korporalen Belastung bei Übergewichtigen führen. Andererseits reichert der Mensch bestimmte Schadstoffe überwiegend im Fett an oder es findet eine Anlagerung an Proteinen statt, was vergleichsweise geringe Schadstoffkonzentrationen im Blut oder Urin verursachen kann. Wenn im Rahmen der gesundheitsbezogenen Umweltbeobachtung (**Kasten unten**) Schadstoffe in Humanproben gemessen werden, hängt die Beurteilung der individuellen Messwerte immer auch vom Körpergewicht der jeweiligen Person ab. So zeigte sich zum Beispiel in einer hessischen Studie ein deutlich negativer Zusammenhang zwischen dem BMI und der Konzentration von polychlorierten Biphenylen (PCB) im Blut von 9- bis 11-Jährigen (Höldke et al. 1998). Erklärt wird dieser Zusammenhang durch die Anreicherung der PCB im Fettgewebe, die zu geringeren Konzentrationen im Blut führt. Im Umweltsurvey 1998, in dem die erwachsene Allgemeinbevölkerung Deutschlands im Alter von 18 bis

In der **Gesundheitsbezogenen Umweltbeobachtung (GUB)** wird die Belastung der Bevölkerung mit Schadstoffen ermittelt, beschrieben und mit gesundheitlichen Beeinträchtigungen in Beziehung gesetzt. Die GUB dient:

- der Erfassung von Daten über die Belastung der Bevölkerung mit Schadstoffen, Lärm und anderen Umwelteinflüssen,
- der Identifizierung und Quantifizierung der Belastungsquellen,
- der Darstellung zeitlicher und räumlicher Trends zur Belastungsprognose,
- der Identifizierung „neuer“ problematischer Stoffe („emerging substances“) mit hoher Präsenz im menschlichen Körper,
- Untersuchungen zur soziodemografischen Ungleichverteilung von Umweltbelastungen,
- der toxikologischen und gesundheitlichen Bewertung der ermittelten Belastungen,
- der Untersuchung der Einflüsse von Umweltfaktoren auf die Gesundheit der Gesamtbevölkerung und besonders empfindlicher Bevölkerungsteile,
- der Konzeption und Überprüfung des Erfolges von Präventions- und Risikominderungsstrategien im Rahmen gesundheits- und umweltpolitischer Maßnahmen und, falls in Einzelfällen erforderlich,
- der Entwicklung neuer geeigneter Analyseverfahren für das Human-Biomonitoring.

Die GUB besteht aus zwei zentralen Instrumenten: dem Umwelt-Survey und der Umweltprobenbank des Bundes. Das Human-Biomonitoring spielt im Rahmen der GUB eine wesentliche Rolle, da es die Bewertung der individuellen Schadstoffbelastung ermöglicht. Im Human-Biomonitoring werden menschliche Körperflüssigkeiten wie Blut und Urin untersucht. So wird zum Beispiel analysiert, wie viel Blei bei Einzelpersonen oder Bevölkerungsgruppen im Blut vorhanden ist. (Weitere Informationen: <http://www.umweltbundesamt.de/das-uba/was-wir-tun/forschen/umwelt-beobachten> (Abrufdatum: 26.09.2013)).

69 Jahren untersucht wurde, ergab sich hingegen insgesamt eine Zunahme der PCB-Konzentration im Blut mit steigendem BMI. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass sowohl der BMI als auch die korporale Belastung durch die persistenten PCB mit dem Alter zunehmen (Becker et al. 2002). Auch in einer norwegischen Studie zur Dioxin- und PCB-Exposition von Fischverzehrerinnen wurde ein positiver Zusammenhang zwischen dem BMI und der Konzentration im Blut beobachtet. Der Einfluss des BMI auf die gemessene Schadstoffbelastung war jedoch für Frauen deutlicher ausgeprägt. Dies führen die Autoren auf geschlechtsspezifische Unterschiede bei der Aufnahme und Elimination der Schadstoffe zurück (Knutsen et al. 2011).

Der Humanteil der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) betrachtet die Veränderung der Schadstoffbelastung der Menschen in Deutschland über lange Zeiträume. Bei der Bewertung dieser Zeittrends ist auch relevant, in welchem Maße sich für die Messung der korporalen Belastung relevante Parameter wie der BMI ebenfalls über die Zeit ändern. Die aktuelle Analyse der BMI-Daten der UPB ist ein erster Schritt, um die Bedeutung dieses Parameters für zeitliche Trends in Human-Biomonitoring-Untersuchungen besser einschätzen zu können.

2. Methoden

Im Rahmen der Umweltprobenbank des Bundes (UPB) werden jährlich Proben aus der Umwelt und von jungen Erwachsenen gesammelt, biometrisch und analytisch charakterisiert sowie für spätere retrospektive Analysen über flüssigem Stickstoff gelagert. Seit 1981 werden Proben von Studentinnen und Studenten an der Universität Münster gesammelt. Durch weiteren Ausbau des Humanteils der UPB kamen die Standorte Greifswald (1992), Halle/Saale

(1995) und Ulm (1997) hinzu. Aufgrund von methodischen Veränderungen und der Untersuchung von Sonderkollektiven liegen für Münster keine Daten aus den Jahren 1983 und 1994 und für Greifswald keine Daten aus den Jahren 1993 und 1994 vor.

Gemäß der Konzeption der UPB (Umweltbundesamt 2008) untersuchen Fachleute jedes Jahr an jedem der vier Standorte 120 junge männliche und weibliche Erwachsene im Alter von 20 bis 29 Jahren. Die Rekrutierung der Probandinnen und Probanden erfolgt durch freiwillige Meldung nach öffentlicher Bekanntmachung. Meist nehmen an der Probenahme Studierende der örtlichen Universitäten teil. Durch die Wahl dieser Kollektive soll sichergestellt werden, dass Proben von nicht-spezifisch durch Schadstoffe belasteten Individuen gewonnen werden und so die durchschnittlich belastete Bevölkerung Deutschlands repräsentiert wird (Umweltbundesamt 2008). Von jedem Probanden werden Blut und 24-Stunden-Sammelurin für weitere Untersuchungen gespendet. Des Weiteren werden über einen eigenständig auszufüllenden Fragebogen persönliche Daten (z. B. Alter, Körpergröße, Körpergewicht), anamnestiche Daten (z. B. Gesundheitsstatus) und Informationen zu möglichen Belastungsquellen für die untersuchten Umweltschadstoffe abgefragt. Durch die freiwillige Selbstmeldung schwanken die Stichprobengrößen an den einzelnen Standorten, was bei den Trendanalysen durch Gewichtung anhand der Fallzahlen Berücksichtigung findet. Weitere Informationen zu den Untersuchungen im Humanteil der UPB finden sich bei Wiesmüller, Gies (2011) und im Internet unter www.umweltprobenbank.de (Abrufdatum: 05.08.2013).

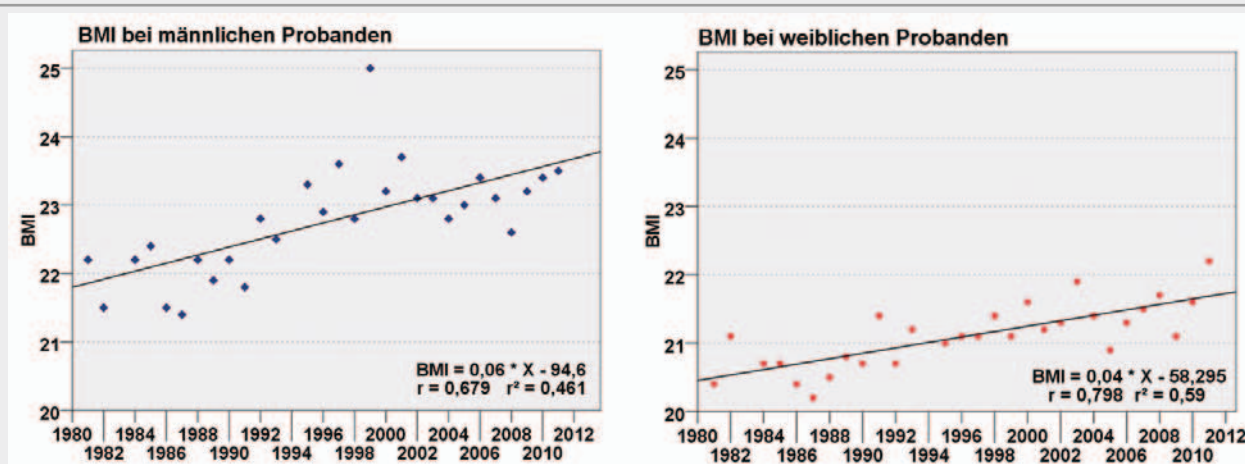
Aus den Parametern Körpergröße und -gewicht wird der Body-Mass-Index (BMI) (Körpergewicht [kg]/Körpergröße [m²]) abgeleitet. Er ist eine Maß-

Tabelle 1: Vergleich des Körpergewichts, der Körpergröße und des BMI zwischen Umweltprobenbank (UPB) und dem Mikrozensus für das Jahr 2009.

Parameter	Umweltprobenbank		Mikrozensus*	
	männlich	weiblich	männlich	weiblich
Körpergewicht [kg]	78,0 ± 10,6	61,6 ± 9,0	79,4	63,5
Körpergröße [cm]	181,8 ± 6,7	168,7 ± 5,9	180,5	168,0
BMI [kg/cm ²]	23,5 ± 2,7	21,6 ± 2,9	24,3	22,7

* Die Mikrozensus-Daten lagen für die Altersklassen 20–25 und 25–30 vor. Für den Vergleich mit dem UPB-Kollektiv wurden diese beiden Angaben gemittelt.

Abbildung 1: Zeitliche Änderung des BMI bei Probandinnen und Probanden in Münster – lineare Regressionsanalyse.



r: Korrelationskoeffizient nach Pearson, r²: Bestimmtheitsmaß (Anteil der erklärten Varianz an der Gesamtvarianz).

Tabelle 2: Trendanalyse des BMI mittels linearer Regression. Modellzusammenfassung und Koeffizienten.

Untersuchungsort	Geschlecht	r²	p	a	b
Münster	männlich	0,461	p≤0,001	-94,600	0,06
	weiblich	0,590	p≤0,001	-58,295	0,04
Greifswald	männlich		ns		
	weiblich	0,584	p≤0,001	-154,817	0,088
Halle/Saale	männlich	0,529	p≤0,001	-141,849	0,086
	weiblich		ns		
Ulm	männlich	0,409	p≤0,001	-149,849	0,086
	weiblich		ns		

r²: Bestimmtheitsmaß (Anteil der erklärten Varianz an der Gesamtvarianz), p: Irrtumswahrscheinlichkeit (ns = nicht signifikant), a: Ordinatenabschnitt, b: Regressionskoeffizient.

zahl zur Bewertung des Körpergewichts in Relation zur Körpergröße. Der BMI lässt sich somit leicht bestimmen und korreliert zudem mit der Gesamtfettmenge im Körper (Robert Koch-Institut 2011).

Die Klassifikation der Einzelwerte erfolgt in Anlehnung an die Klassifikation der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für Erwachsene: Untergewicht (BMI < 18,5), Normalgewicht (18,5–24,9), Übergewicht (25–29,9) sowie Adipositas (30–39,9) und massive Adipositas (≥ 40). Hierbei ist zu berücksichtigen, dass bei Selbstangaben, wie bei den Untersuchungen im Rahmen der UPB, das Körpergewicht häufig unterschätzt, die Körpergröße dagegen eher überschätzt wird. Dadurch kann der errechnete BMI im Vergleich zum wahren Wert geringer ausfallen. Dieser Effekt sollte beim Vergleich verschiedener Datenquellen berücksichtigt werden (Robert Koch-Institut 2011).

Mittels linearer Regressionsanalyse werden die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Faktoren analysiert und beschrieben. Konkret wird untersucht, wie sich der BMI und der Anteil der übergewichtigen Probandinnen und Probanden an den verschiedenen Standorten über die Zeit entwickelten.

3. Ergebnisse

Für den Untersuchungsort Münster und den Zeitraum 1981 bis 2003 wurde die zeitliche Entwicklung des Körpergewichts und weiterer Parameter bereits von Helm, Schlüter (2005) dargestellt. Im Folgenden werden die Entwicklungen anthropometrischer Daten der UPB für alle vier oben genannten Standorte der UPB von 1981 bis 2011 dargestellt. Im Betrachtungszeitraum (1981–2011) sind die männlichen Probanden im Mittel 182,5 cm ± 6,8 (n = 3.784) groß und 76,8 kg ± 10,3 (n = 3.767)

Abbildung 2: Häufigkeitsverteilung der BMI-Klassen in Greifswald (links männlich, rechts weiblich). Für die Jahre 1993 und 1994 liegen keine Daten vor (siehe im Text Abschnitt 2).

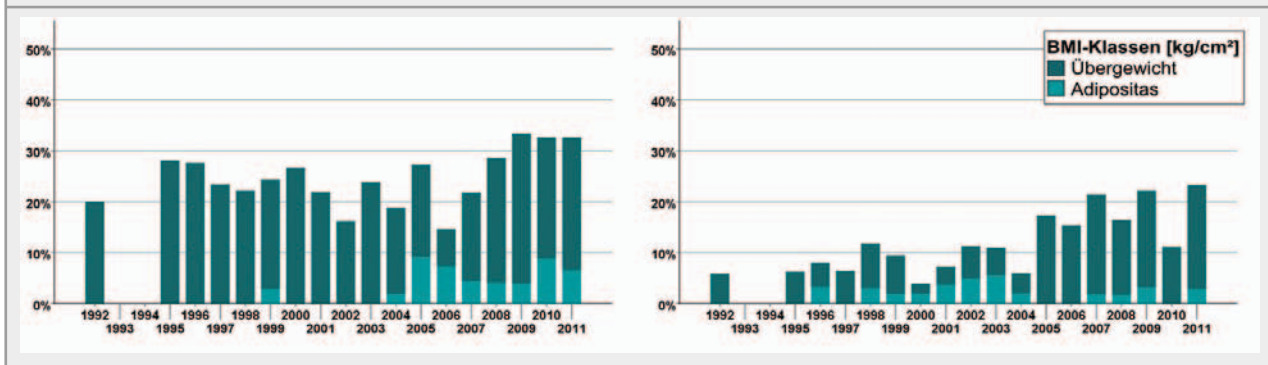


Tabelle 3: Trendanalyse der Häufigkeit von Übergewicht (inkl. Adipositas) mittels linearer Regression. Modellzusammenfassung und Koeffizienten.

Untersuchungsort	Geschlecht	r ²	p	a	b
Münster	männlich	0,367	p≤0,001	-863,128	0,439
	weiblich	0,447	p≤0,001	-608,797	0,308
Greifswald	männlich		ns		
	weiblich	0,614	p≤0,001	-1710,367	0,869
Halle/Saale	männlich	0,559	p≤0,001	-1848,147	0,930
	weiblich		ns		
Ulm	männlich	0,710	p≤0,001	-2921,897	1,467
	weiblich		ns		

r²: Bestimmtheitsmaß (Anteil der erklärten Varianz an der Gesamtvarianz), p: Irrtumswahrscheinlichkeit (ns = nicht signifikant), a: Ordinatenabschnitt, b: Regressionskoeffizient.

schwer, die weiblichen 169,2 cm ± 6,1 (n = 4.624) groß und 61,2 kg ± 9,0 (n = 4.609) schwer.

Die meisten Teilnehmenden sind normalgewichtig. Der mittlere BMI (1981–2011) liegt bei den männlichen Probanden bei 23,0 ± 2,6 (n = 3.758) und bei den Probandinnen bei 21,4 ± 2,8 (n = 4.589). **Tabelle 1** zeigt BMI-Daten der UPB für das Jahr 2009 im Vergleich zu Mikrozensus-Daten im selben Jahr. In Münster, Halle/Saale und Ulm nimmt der BMI der männlichen Probanden signifikant zu (**Abbildung 1, Tabelle 2**). Signifikante Zunahmen sind auch für die weiblichen Probanden aus Münster und Greifswald nachweisbar. An keinem der vier Standorte ist eine Veränderung der durchschnittlichen Körpergröße für den jeweils betrachteten Zeitraum festzustellen.

Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich auch bei der Betrachtung der Häufigkeit von Übergewicht und Fettleibigkeit. Beispielhaft dargestellt ist die Zunahme übergewichtiger und adipöser Teilnehmender in

Greifswald (**Abbildung 2**). Der Anteil Übergewichtiger (inkl. Adipöser) ist bei den männlichen Probanden meist höher als bei den weiblichen. In Münster, Halle/Saale und Ulm nimmt der Anteil übergewichtiger (inkl. adipöser) männlicher Teilnehmender signifikant zu. In Münster und Greifswald trifft dies auch auf die weiblichen Probanden zu (**Tabelle 3**). In Greifswald ist zudem die signifikante Zunahme der Häufigkeit von adipösen männlichen Probanden bemerkenswert.

4. Diskussion

Ein Vergleich mit Gleichaltrigen aus der Gesamtbevölkerung (Mikrozensus 2009; Statistisches Bundesamt 2011) zeigt, dass die UPB-Probandinnen und -Probanden größer und leichter sind (**Tabelle 1**). Für diesen Vergleich wurden nur Daten aus dem Jahr 2009 berücksichtigt. Wichtig in diesem Zusammenhang ist, dass die Körpermaße im Rahmen des Mikro-

zensus ebenfalls erfragt und nicht gemessen werden (Dittrich 2001) und somit gut vergleichbar sind.

2009 waren 20,1 Prozent der untersuchten männlichen Probanden übergewichtig und 2,6 Prozent adipös. Damit liegt der Anteil für beide Korpuslenzstufen deutlich unter dem der Gleichaltrigen in der Gesamtbevölkerung (Mikrozensus 2009). Hier sind 27,6 Prozent der Probanden übergewichtig und 6,7 Prozent adipös. Ein ähnliches Bild ergibt sich bei den Teilnehmerinnen: Hier liegt der Anteil von Übergewicht bei 8,1 Prozent und für Adipositas bei 2,1 Prozent und damit auch deutlich unter den Ergebnissen des Mikrozensus 2009 mit 14,8 Prozent übergewichtigen und 5,5 Prozent fettleibigen Personen (Statistisches Bundesamt 2011).

Diese aktuellen Ergebnisse der UPB stehen im Einklang zu den Erkenntnissen aus dem Bundes-Gesundheitssurvey 1998 (BGS 1998) und der von 2008 bis 2011 durchgeführten Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1). Hier konnte gezeigt werden, dass der Anteil adipöser Männer in allen Altersgruppen, insbesondere bei den Jüngeren, zunahm. Bei Frauen war der Anstieg jedoch nur in den jüngeren Altersgruppen (bis etwa 35 Jahre) zu beobachten (Kurth 2012).

Laut Kurth (2012) ist zudem die Prävalenz von Adipositas bei Personen mit hohem sozioökonomischem Status wesentlich geringer als in anderen Bevölkerungsgruppen. Nach spezifischen Auswertungen der UPB-Daten aus dem Jahr 2010 ist davon auszugehen, dass die meist studentischen Teilnehmenden zu einem großen Teil einen höheren Sozialstatus aufweisen (Müller 2011). Umso interessanter ist die dennoch insgesamt signifikante Zunahme von Übergewicht und Adipositas auch bei Personen, die in der UPB untersucht wurden. Der Sozialstatus könnte jedoch eine Erklärung dafür sein, dass sich das Körpergewicht in einzelnen Geschlechtergruppen an drei der vier Standorte nicht signifikant über die Zeit ändert. Eine abschließende Interpretation dieser Beobachtung bedarf jedoch weiterer, multivariater Auswertungen.

5. Ausblick

Die Entwicklung der Prävalenz von Übergewicht und Adipositas im Rahmen der UPB steht im Einklang mit anderen Untersuchungen zur zeitlichen Entwicklung des Körpergewichts in der All-

gemeinbevölkerung. Die UPB-Daten bieten die hervorragende Möglichkeit, den Einfluss des Körpergewichts auf die Schadstoffkonzentration in Humanproben näher zu untersuchen. Durch weitere Datenanalysen wird zukünftig untersucht, welche Rolle Veränderungen im BMI – zusätzlich zu Alter und Geschlecht – bei der Bewertung von Zeittrends der korporalen Belastung durch verschiedene Umweltschadstoffe spielen. Ebenfalls vorliegende UPB-Daten, wie zum Beispiel das Verzehrsverhalten der Teilnehmenden oder die Konzentration von Triglyceriden im Blut, können in diesen Auswertungen genutzt werden. Auf Basis dieser Untersuchungen kann eventuell geklärt werden, warum sich die geschlechtsspezifischen zeitlichen Trends an den einzelnen Standorten unterscheiden.

Im Rahmen der Weiterentwicklung des Humanteils der UPB wird geprüft, ob eine genauere Erfassung des BMI durch präzises Wiegen und exakte Körperhöhenbestimmung erforderlich ist. Auch die zukünftige Erfassung weiterer physiologischer Parameter, wie beispielsweise des Körperfettanteils über die Hautfaltendicke, kann in diesem Zusammenhang sinnvoll sein.

Literatur

Becker K, Kaus S, Krause C et al. (2002): Umwelt-Survey 1998. Band III: Human-Biomonitoring – Stoffgehalte in Blut und Urin der Bevölkerung in Deutschland. WaBoLu-Hefte 02/2002. Umweltbundesamt. <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/2104.pdf> (Abrufdatum: 06.08.2013).

Bramlage P (2008): Epidemiologie und Komorbiditäten der Adipositas in Deutschland. In: Der Diabetologe 4: 259–265.

Dittrich S (2001): Ergebnisse des Mikrozensus 1999. Statistisches Bundesamt. In: Wirtschaft und Statistik 9: 771–781.

Helm D, Schlüter C (2005): Gesundheitliche Trends – Ergebnisse aus der Humanprobenbank von 1981 bis 2003. Teil 1: Körpergröße und Gewicht. In: Umweltmedizinischer Informationsdienst (UMID) 1: 9–11.

Höldke B, Karmaus W, Kruse H (1998): Körperlast an polychlorierten Biphenylen im Vollblut bei 7–10jährigen Kindern in der Umgebung einer Sonderabfallverbrennungsanlage. In: Gesundheitswesen 60: 505–512.

Knutsen HK, Kvale HE, Haugen M et al. (2011): Sex, BMI and age in addition to dietary intakes influence blood concentrations and congener profiles of dioxins and PCBs. In: Mol. Nutr. Food Res. 55: 772–782.

Kromeyer-Hauschild K, Wabitsch M, Kunze D et al. (2001): Perzentile für den Body-mass-Index für das Kin-

des- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. In: Monatsschr Kinderheilkd 149: 807–818.

Kurth BM (2012): Erste Ergebnisse aus der „Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland“ (DEGS). In: Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz 55: 980–990.

Müller A (2011): Erfassung und Evaluation der sozialen Lage und des Migrationshintergrundes des Studierendenkollektivs 2010 der UPB-Human – Projektbericht 2010. Münster. <http://www.umweltprobenbank.de/de/documents/publications/20487> (Abrufdatum: 03.09.2013).

Prugger C, Keil U (2007): Entwicklung der Adipositas in Deutschland – Größenordnung, Determinanten und Perspektiven. In: Deutsche Medizinische Wochenschrift 132: 892–897.

Robert Koch-Institut (2012): Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell 2010“. Berlin.

Robert Koch-Institut (2011): Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie „Gesundheit in Deutschland aktuell 2009“. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin.

Robert Koch-Institut (2008): Erkennen – Bewerten – Handeln: Zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung. Berlin.

Robert Koch-Institut (2006): Erste Ergebnisse der KiGGS-Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Berlin.

Statistisches Bundesamt (2011): Mikrozensus – Fragen zur Gesundheit – Körpermaße der Bevölkerung. Wiesbaden.

Thomas DM, Weeder mann M, Fuemmeler BF et al. (2013): Dynamic model predicting overweight, obesity, and extreme obesity prevalence trends. Obesity (im Druck).

Umweltbundesamt (2008) Die Umweltprobenbank des Bundes – Konzeption. Berlin. http://www.umweltprobenbank.de/upb_static/fck/download/Konzeption_Okt_2008_de.pdf (Abrufdatum: 06.08.2013).

Wiesmüller GA, Gies A (2011): Environmental Specimen Bank for Human Tissues. In: Encyclopedia of Environmental Health: 507–527.

Weltgesundheitsorganisation (2000): Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. WHO Technical Report Series 894. Weltgesundheitsorganisation. Geneva.

Kontakt

André Conrad
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.2 „Toxikologie, gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: [andre.conrad\[at\]uba.de](mailto:andre.conrad[at]uba.de)

[UBA]

HIV-Epidemie in einer Ära guter Behandelbarkeit – Warum gehen die Infektionszahlen nicht zurück, obwohl ein großer Teil der Infizierten adäquat behandelt wird?

HIV epidemic in an era of good treatment options –
why don't new HIV infections decline despite adequate treatment of a
large proportion of people infected with HIV?

Ulrich Marcus

Abstract

By the end of 2012 the number of people living with HIV (PLWH) in Germany was estimated at 78,000. Thanks to improved therapy the number of PLWH has doubled since the mid-1990s. Almost two third of all PLWH in Germany currently receive antiretroviral treatment. In the vast majority of people under treatment infectiousness is sharply reduced. The number of untreated and undiagnosed HIV infections has remained stable around 25,000 to 28,000 since the year 2000. Since the late 1990s the number of new HIV infections has increased, primarily in men having sex with men. Meanwhile, numbers have leveled off at a considerably higher plateau. Increased transmissibility due to increased prevalence of other sexually transmitted infections may play a role. The size of the population at risk may have increased due to improved connectivity and denser sexual networks.

Zusammenfassung

Ende 2012 lebten in Deutschland circa 78.000 Menschen mit einer HIV-Infektion. Seit Mitte der 1990er Jahre hat sich dank verbesserter Therapie die Zahl der mit HIV lebenden Menschen verdoppelt, weil seit dieser Zeit deutlich weniger mit oder an einer HIV-Infektion versterben. Fast zwei Drittel aller HIV-Infizierten in Deutschland werden derzeit mit antiretroviralen Medikamenten behandelt. Bei der großen Mehrheit der Behandelten vermindert die erfolgreiche Therapie auch drastisch die Infektiosität. Die Gesamtzahl der unbehandelten und nicht diagnostizierten HIV-Infektionen in Deutschland hat sich seit 2000 nicht wesentlich verringert und wird zwischen 25.000 und 28.000 geschätzt. Seit Ende der 1990er Jahre hat primär bei Männern, die Sex mit Männern haben, die Zahl der HIV-Neuinfektionen zugenommen und inzwischen ein deutlich höheres Plateau erreicht. Eine erhöhte Übertragungswahrscheinlichkeit pro Kontakt aufgrund einer gestiegenen Prävalenz anderer sexuell übertragbarer Infektionen spielt dabei unter anderem eine Rolle. Durch die bessere Vernetzung, unter anderem im Internet und über Smartphones, ist der Kreis der gefährdeten Personen größer geworden.

Einleitung

Die weltweite HIV/AIDS-Epidemie stellt nach wie vor eines der größten Gesundheitsprobleme unserer Zeit dar. Die Situation in Deutschland ist im europäischen und internationalen Vergleich relativ günstig, unter anderem aufgrund der hier frühzeitig begonnenen Präventionsmaßnahmen (Hamouda, Marcus, Voß et al. 2007). Ein wesentliches Ziel der epidemiologischen Überwachung (Surveillance) von HIV-Infektionen und AIDS-Erkrankungen ist das Erkennen von aktuellen Entwicklungen des Infektionsgeschehens. Wichtigste Grundlage bilden die Meldungen über HIV-Neudiagnosen/ AIDS-Behandlungen durch alle beteiligten Ärz-

te und Ärztinnen sowie durch die Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen der Gesundheitsämter. Zwischen dem Zeitpunkt der Infektion und dem Zeitpunkt der Diagnose der HIV-Infektion kann allerdings ein Zeitraum von oftmals mehreren Jahren vergehen, der individuell sehr unterschiedlich ist. Diese Meldungen lassen also keinen direkten Rückschluss auf den Infektionszeitpunkt zu und machen das Heranziehen weiterer Datenquellen (CD4-Zellzahl zum Zeitpunkt der Diagnose, Beobachtungen zum CD4-Zellverlauf in Kohortenstudien von Serokonvertern) und mathematischer Modellrechnungen er-

forderlich, um das HIV-Geschehen in Deutschland beschreiben zu können (RKI 2013).

Verlauf der HIV-Epidemie in Deutschland

Nach den Ergebnissen der aktuellsten Schätzung lebten Ende 2012 etwa 78.000 Menschen mit einer HIV-Infektion in Deutschland (einschließlich insgesamt ca. 1.000 perinatal infizierte Kinder und Transfusionsempfänger/ Hämophile, RKI 2012). Der geschätzte Verlauf der HIV-Prävalenz wird in **Abbildung 1**

Abbildung 1 wiedergegeben. Der mit einer Back-calculation-Methode geschätzte Gesamtverlauf der Inzidenz von HIV-Infektionen seit Beginn der HIV-Epidemie in Deutschland wird in **Abbildung 2** dargestellt.

Die Zahl der Menschen, die mit einer HIV-Infektion leben, nimmt seit Mitte der 1990er Jahre kontinuierlich zu, da seit dieser Zeit durch die Verfügbarkeit von hochwirksamen antiretroviralen Therapien weniger Menschen mit oder an einer HIV-Infektion versterben als sich neu mit HIV infizieren. Seitdem hat sich die Zahl der Menschen, die mit einer HIV-

Abbildung 1: Geschätzter Verlauf der Gesamtzahl der in Deutschland lebenden HIV-Infizierten (mit Vertrauensbereich der Schätzung): 1975 bis Ende 2012 (ohne Hämophile/Transfusionsempfänger und perinatal infizierte Kinder).

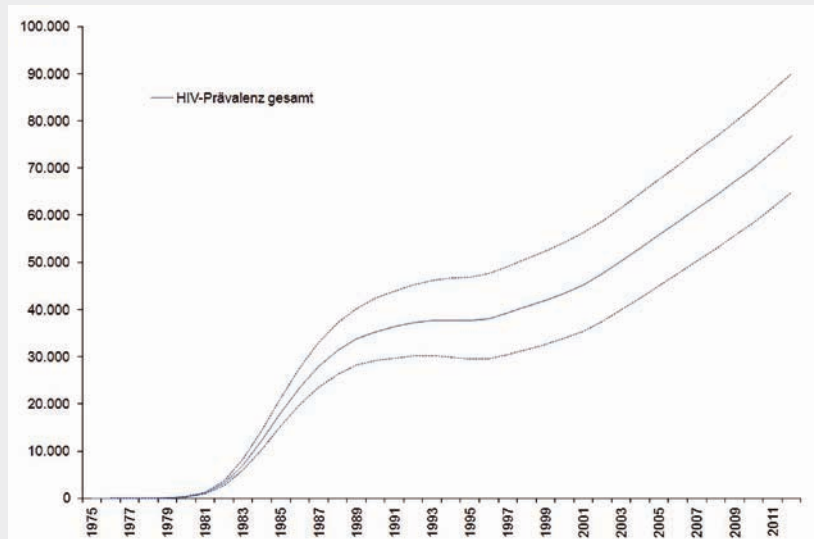
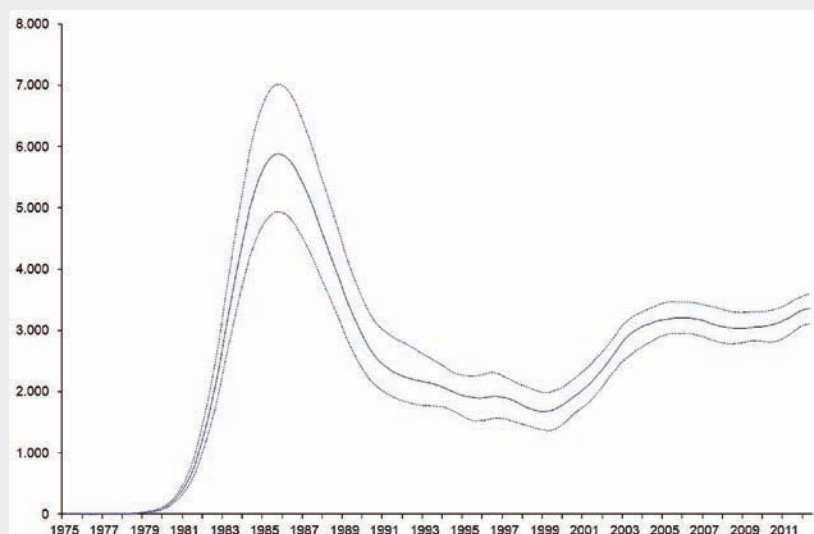


Abbildung 2: Geschätzte Gesamtzahl der HIV-Neuinfektionen in Deutschland (mit Vertrauensbereich der Schätzung) seit Beginn der HIV-Epidemie: 1978 bis Ende 2012 nach Infektionsjahr.



Infektion leben, verdoppelt und wird voraussichtlich auch in den nächsten Jahren weiter ansteigen.

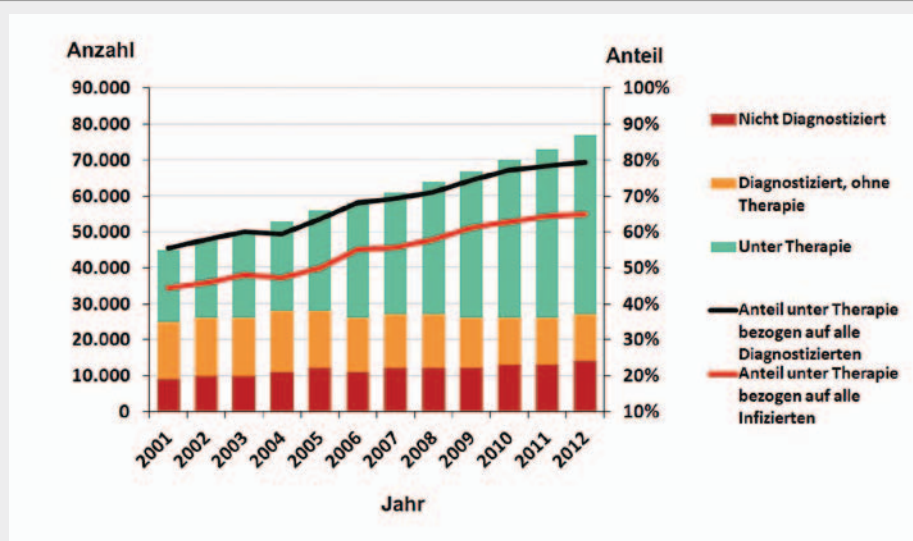
Einen ersten Höhepunkt hatte die Zahl der HIV-Neuinfektionen in Deutschland Mitte der 1980er Jahre erreicht, zu einer Zeit als HIV gerade entdeckt (1984) und die Krankheit AIDS noch weitgehend unbekannt war. Vermutlich durch eine Kombination von Sättigungsphänomenen in besonders infektionsgefährdeten Gruppen, spontanen Verhaltensänderungen und den früh begonnenen Präventionsmaßnahmen nahm die Zahl der HIV-Neuinfektionen in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre wieder ab und blieb in den 1990er Jahren auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. Ab dem Jahr 2000 nahmen die Infektionszahlen wieder zu. Nach 2004/2005 wurde ein neues Plateau erreicht, auf dem die Gesamtzahl der Neuinfektionen seitdem mit relativ geringen Auf- und Abwärtsbewegungen schwankt. Im Jahr 2012 wird die Zahl der HIV-Neuinfektionen in Deutschland auf knapp 3.400 geschätzt.

Die Entwicklungstrends in den drei Hauptbetroffengruppen in Deutschland verlaufen unterschiedlich: Bei Männern, die Sex mit Männern haben (MSM), und Personen, die intravenös Drogen konsumieren (IVD), wurde etwa zeitgleich Mitte der 1980er Jahre ein erster Infektionsgipfel erreicht. Danach ging die Zahl der Neuinfektionen in beiden Gruppen bis Anfang der 1990er Jahre deutlich zurück. Bei IVD hat sich dieser rückläufige Trend seit Anfang der 1990er Jahre zwar abgeschwächt, aber kontinuierlich fortgesetzt. In der letzten Dekade seit

2001 blieb die Zahl der HIV-Neuinfektionen bei IVD auf niedrigem Niveau weitgehend konstant. Bei MSM folgte in den 1990er Jahren ein niedriges Plateau, dem ab Ende der 1990er Jahre wieder eine deutliche Zunahme von Neuinfektionen folgte, die etwa ab 2004 in ein neues, deutlich höheres Plateau übergeht. Innerhalb dieses neuen Plateaus gab es zunächst einen leichten Anstieg bis 2006, gefolgt von einem leichten Rückgang bis 2010 und einem erneuten leichten Anstieg seit 2011. Die Zahl der in Deutschland auf heterosexuellem Wege infizierten Personen stieg deutlich langsamer an als in den beiden Gruppen MSM und IVD und erreichte auch keinen initialen Spitzenwert wie in diesen beiden Gruppen, sondern bewegt sich seit Ende der 1980er Jahre im Wesentlichen auf gleichbleibendem Niveau. Das unterstreicht die bisherige Einschätzung, dass eigenständige heterosexuelle Infektionsketten für HIV-Neuinfektionen keine große Bedeutung erlangt haben und sich die Epidemie unter Heterosexuellen im Wesentlichen aus sexuellen Kontakten mit den beiden Hauptbetroffengruppen, IVD und MSM, sowie mit Personen aus Regionen mit eigenständigen heterosexuellen Epidemien speist.

Abbildung 3 zeigt die Entwicklung der Gesamtzahl der in Deutschland lebenden HIV-Infizierten seit dem Jahr 2001 nach Diagnose- und Therapiestatus. Die Gesamtzahl der in Deutschland lebenden HIV-Infizierten hat sich kontinuierlich erhöht, ebenso wie die absolute Zahl der Infizierten, die eine antiretrovirale Therapie erhalten. Auch der Anteil der HIV-Infizierten, die eine antiretrovirale Therapie

Abbildung 3: Anzahl in Deutschland lebender Menschen mit HIV-Infektion und Anteile nach Diagnose- und Therapiestatus 2001 – Ende 2012.



erhalten, hat sich – bezogen auf die Gesamtzahl aller HIV-infizierten Personen – seit 2001 kontinuierlich von 44 auf 65 Prozent im Jahr 2012 erhöht. Zwar hat sich dadurch der Anteil der noch nicht diagnostizierten beziehungsweise noch nicht behandelten HIV-Infektionen, welche die Quelle von Neuinfektionen darstellen, entsprechend verringert, die absolute Zahl ist aber – mit kleinen Schwankungen zwischen 25.000 und 28.000 – unverändert geblieben. Dies ist auch eine Erklärung dafür, dass die absolute Zahl von Neuinfektionen auf demselben Niveau bleibt.

Dank der Verfügbarkeit hochwirksamer Medikamente aus unterschiedlichen Medikamentenklassen liegt die Viruslast bei der überwiegenden Mehrzahl der antiretroviral Therapierten (80–90%) unter der Nachweisgrenze der aktuell gängigen Testverfahren. Verschiedene Studien und Beobachtungen belegen, dass unter einer wirksamen Therapie auch die Infektiosität, das heißt die Übertragbarkeit einer HIV-Infektion, drastisch vermindert ist (Cohen 2011).

Trotz dieses breiten Einsatzes antiretroviraler Medikamente hat die Zahl der HIV-Neuinfektionen von Ende der 1990er Jahre bis circa 2005 deutlich zugenommen und sich seit 2005 auf einem erhöhten Niveau eingependelt.

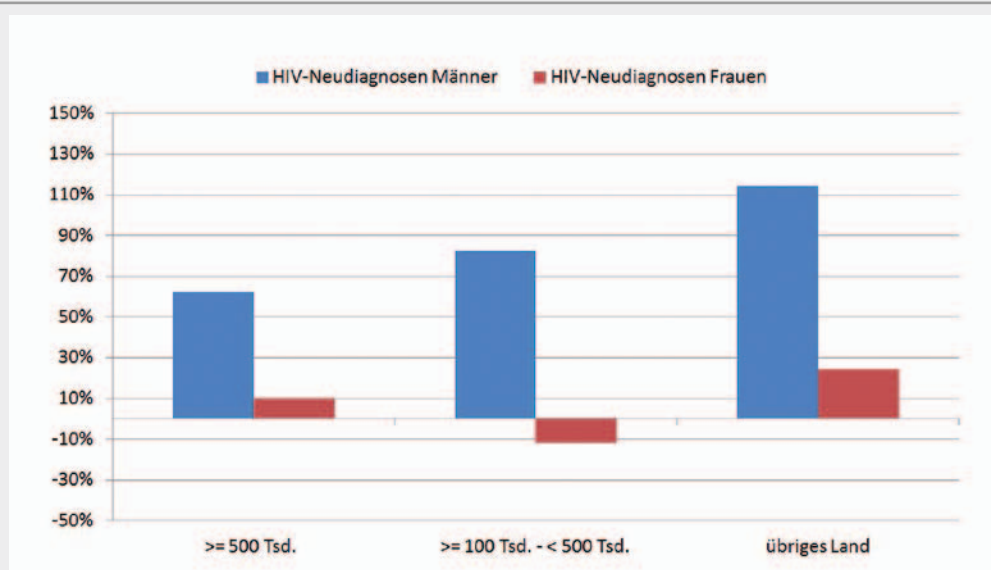
Stellt man die durchschnittliche Zahl der HIV-Meldungen bei Männern und Frauen in den Jahren 2001 bis 2003 der Zahl der Meldungen in den Jahren 2010 bis 2012 gegenüber, so stellt man bei Män-

nern eine deutliche und bei Frauen nur eine schwache Zunahme fest. Die Zunahme bei Männern ist umso ausgeprägter, je kleiner der Wohnort bevölkerungsmäßig ist (**Abbildung 4**).

Epidemiologische Trends in den verschiedenen Betroffenengruppen

Während bei intravenös Drogen konsumierenden Menschen in Westeuropa die Infektionszahlen nach einem anfänglichen Infektionspeak in den achtziger und frühen neunziger Jahren kontinuierlich zurückgingen und jetzt auf einem sehr niedrigen Niveau angekommen sind, haben sich die Zahlen bei MSM nach einer anfänglich vergleichbaren Entwicklung seit Ende der 1990er Jahre wieder deutlich erhöht. Ebenso haben sich in Deutschland die Zahl der Infektionen bei Männern ohne Angabe eines Infektionsrisikos und die Zahl der Infektionen bei Männern mit Angabe eines heterosexuellen Infektionsrisikos erhöht. Da gleichzeitig weniger Neuinfektionen bei Brückenpopulationen, wie intravenös Drogen konsumierenden Menschen und Migranten aus Hochprävalenzregionen, festgestellt wurden, sind diese Zunahmen entweder auf die Entwicklung einer eigenständigen HIV-Epidemie unter Heterosexuellen in Deutschland (wofür es keine guten Belege gibt) oder ebenfalls auf eine Intensivierung der Epidemie unter MSM zurückzuführen, wobei diese dann nicht immer als solche erkannt werden.

Abbildung 4: Veränderung der HIV-Neudiagnosen von 2001/2003 bis 2010/2012 nach Geschlecht und Wohnortgröße.



Während der Anteil der nicht diagnostizierten und nicht behandelten Infektionen bei Migranten und heterosexuell infizierten Personen vergleichsweise groß ist, ist er bei MSM vergleichsweise klein. Es ist also nicht so, dass sich die Epidemie gerade dort ausbreitet, wo die Behandlung nicht ankommt.

Welche Faktoren bestimmen die Zahl der Neuinfektionen?

- Die Gesamtzahl der lebenden, mit HIV infizierten, genau genommen der infektiösen Personen;
- Die Zahl der ungeschützten, infektionsträchtigen Kontakte zwischen infektiösen und empfänglichen Personen;
- Die Wahrscheinlichkeit, mit der es bei einem infektionsträchtigen Kontakt auch tatsächlich zu einer Infektionsübertragung kommt.

Die Gesamtzahl der mit HIV lebenden Personen hat dank der krankheitsverhütenden und lebenserhaltenden Therapie deutlich zugenommen: Die Zahl hat sich in Deutschland von knapp 40.000 Ende der 1990er Jahre auf knapp 80.000 Ende 2012 fast verdoppelt. Diese Zunahme ist in erster Linie eine Folge verminderter Sterblichkeit und damit ein Erfolg der verbesserten Therapie. In der Tat gehen die Modellschätzungen davon aus, dass sich die Zahl der infektiösen HIV-Infizierten kaum verändert hat, obwohl ihr Anteil an allen Infizierten deutlich gesunken ist (**Abbildung 3**).

Betrachtet man die Gesamtzahl der lebenden HIV-Infizierten, so hat die **Übertragungswahrscheinlichkeit pro Kontakt** durch den steigenden Anteil der erfolgreich antiretroviral Therapierten sehr wahrscheinlich abgenommen. Betrachtet man jedoch nur die infektiösen Infizierten (d. h. die noch nicht diagnostizierten und die diagnostizierten aber noch nicht behandelten), so hat die Übertragungswahrscheinlichkeit pro Kontakt wahrscheinlich zugenommen, in erster Linie weil andere sexuell übertragbare Infektionen (STI) heute sehr viel weiter verbreitet sind als vor 15 Jahren. Es ist bekannt, dass sich die Übertragungswahrscheinlichkeit pro Kontakt bei einer unbehandelten HIV-Infektion in Anwesenheit weiterer STIs erhöht (Cohen 1998).

Ein weiteres Szenario, in dem die Übertragungswahrscheinlichkeit erhöht ist, ist die Phase der akuten frischen HIV-Infektion. Wenn dies zu einer Zunahme von Neuinfektionen beigetragen haben

soll, hätte sich an der Zahl der ungeschützten Sexualkontakte in dieser Phase etwas ändern müssen, das heißt frisch infizierte Personen müssten heute mehr ungeschützte Kontakte in der Phase der frischen Infektion haben als früher.

Was sagen die Verhaltensstudien zur **Zunahme oder Abnahme ungeschützter Kontakte**?

Die Ergebnisse der Wiederholungsuntersuchungen „Schwule Männer und AIDS“ (SMA), die in Deutschland seit Ende der 1980er Jahre durchgeführt wurden, zeigen, dass der Anteil der Befragungsteilnehmer, die Risikokontakte in den vorangegangenen 12 Monaten berichten, sich im Verlauf der Jahre kaum verändert hat: Zwischen 24 und 29 Prozent der Befragten geben ungeschützten Analverkehr (UAV) mit mindestens einem Partner an, dessen HIV-Status sie nicht kannten oder der einen anderen HIV-Status hatte als der Befragte. Vergleicht man nur die beiden letzten SMA-Studien von 2007 und 2010 (diese beiden Studien haben ihre Teilnehmer überwiegend bzw. ausschließlich im Internet rekrutiert), so zeigt sich zum einen eine Zunahme des Anteils nicht-fester Partner, mit denen Analverkehr praktiziert wurde, zum anderen aber auch eine Zunahme des Anteils der Analverkehrsepisoden, die ohne Kondom stattfanden. Zwar mag in vielen dieser Fälle eine Kommunikation über den HIV-Status stattgefunden haben, aber trotzdem besteht aufgrund fehlender Kenntnis des aktuellen HIV-Status in einigen dieser Fälle ein Übertragungsrisiko. Das heißt, dass auch wenn der Anteil der Personen, die Risikokontakte angeben sich nicht wesentlich verändert hat, die Anzahl der Risikokontakte bei denjenigen, die Risikokontakte angeben, zugenommen hat. Möglicherweise haben auch bei denjenigen, die subjektiv keine Risiken eingegangen sind und keine Risiken angeben (weil der Partner vermeintlich nicht infiziert war), objektiv in steigender Zahl Risiken vorgelegen.

Noch etwas anderes ist zu beachten: Im Laufe der 1990er Jahre hatte der Anteil derjenigen zugenommen, die hohe Partnerzahlen berichteten (mehr als 10 Partner in den vorangegangenen 12 Monaten von 31 Prozent im Jahr 1991 auf 42 Prozent im Jahr 1999, **Abbildung 5**). Dieser Trend scheint sich nach 2000 plötzlich wieder umgekehrt zu haben. Um dies zu verstehen, muss man jedoch berücksichtigen, dass sich der Befragungszugang geändert hat: In den 1990er Jahren wurden die Teilnehmer über schwule Medien, wie Stadtmagazine oder ähnliches, erreicht. Nach 2000 wurde der Fragebogen

Abbildung 5: Anzahl männlicher Sexualpartner im Jahr vor der jeweiligen Befragung im Zeitverlauf.

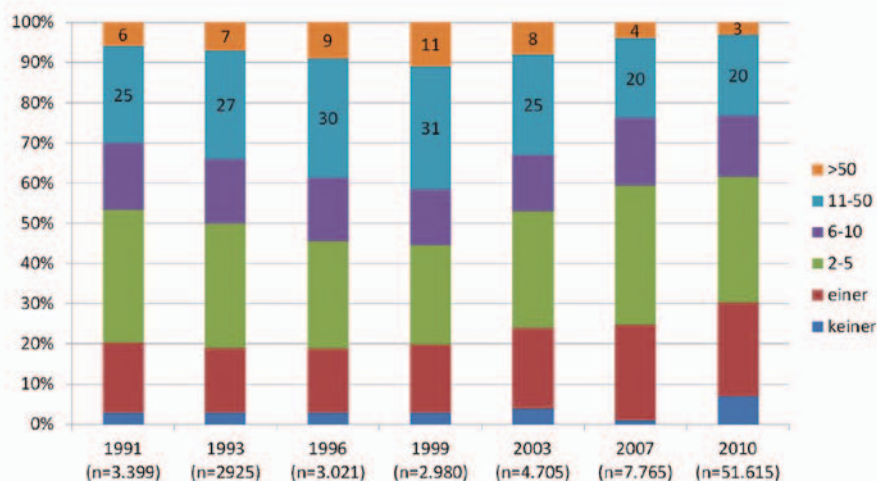
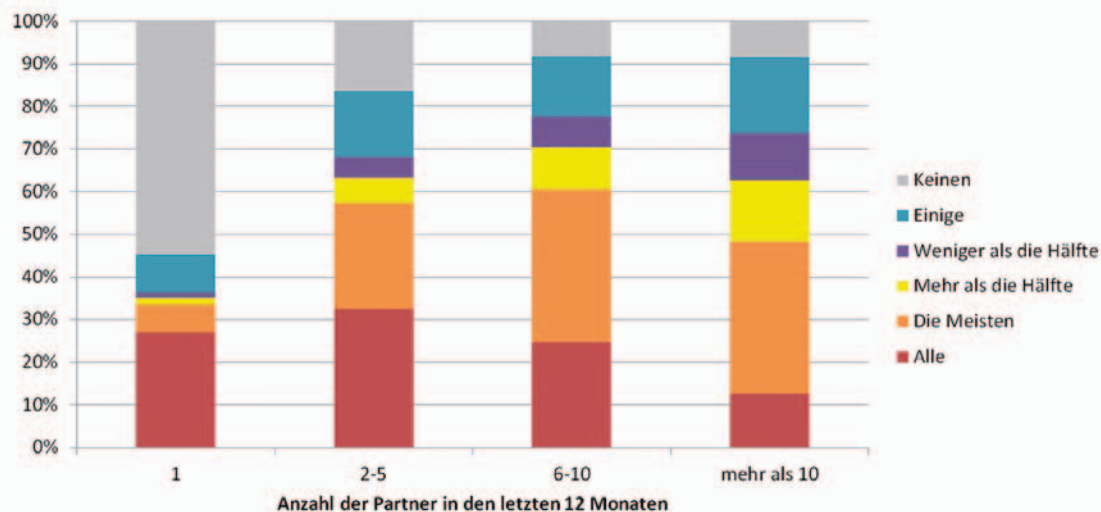


Abbildung 6: Anteil der im Internet gefundenen Partner nach Partnerzahl in den letzten 12 Monaten.



zunächst zusätzlich, dann ausschließlich im Internet angeboten. Das änderte nicht nur die Teilnehmerzahlen, die deutlich zunahmen, sondern auch die erreichte Grundgesamtheit: Durch das Internet wurden Männer außerhalb der Metropolen, junge MSM und szeneferne MSM in weit größerem Umfang erreicht als durch schwule Printmedien. Das heißt, die scheinbare Trendumkehr bezüglich der Partnerzahlen ist wahrscheinlich nur ein Verdünnungseffekt, der darauf beruht, dass nunmehr ein viel größerer und in weiten Teilen weniger gefährdeter Teil der MSM-Population erreicht wird. Das bedeutet aber auch, dass selbst wenn sich an dem Anteil der Befragungsteilnehmer mit Risikokontakten wenig geändert hat, sich wahrscheinlich die

absolute Zahl der Personen, die über sexuelle Netzwerke (u. a. über Internet, Smartphones) miteinander in Kontakt stehen, deutlich erhöht hat. Stabiler Anteil bei steigender Gesamtzahl bedeutet eben einen Anstieg der absoluten Zahl.

Durch die Änderung des Befragungszugangs wurden also nicht nur Menschen erreicht, die vorher durch die Printmedien nicht erreicht wurden, die aber genauso von der Epidemie betroffen waren, sondern durch die neuen Kontaktmöglichkeiten im Internet hat sich die von der Epidemie betroffene untereinander vernetzte Population vergrößert. Da vermehrt Menschen mit vergleichsweise niedrigen Risiken (z. B. szeneferne MSM mit niedrigen Part-

nerzahlen) die Population vergrößern, wird dadurch die Tatsache verdeckt, dass ein Teil der mit HIV infizierten Personen vermehrt Risiken in Form von höheren Partnerzahlen und vermehrtem UAV eingeht.

Welche Belege oder Indizien gibt es für diese These?

Es gibt kaum Daten oder Studien zur Größe und zum Vernetzungsgrad der MSM-Population. Zwei im zehnjährigen Abstand in Großbritannien durchgeführte repräsentative Bevölkerungsbefragungen (1990 und 2000) weisen auf einen steigenden Anteil von Männern hin, die gleichgeschlechtliche Sexualkontakte angeben (Mercer 2006). Die HIV-Infektionszahlen in Deutschland zeigen, dass die Zunahme von HIV-Infektionen vor allem in Regionen außerhalb der Großstädte erfolgt ist (**Abbildung 4**). Außerdem spricht einiges dafür, dass die Zunahmen bei Männern, die nicht als MSM gemeldet werden, in erster Linie Männer sind, die keine offen schwule Identität, aber doch sexuelle Kontakte mit Männern haben. Ein großer Teil der Befragungsteilnehmer der letzten SMA-Befragung gibt an, einen erheblichen Teil ihrer Sexualpartner über das Internet kennengelernt zu haben (**Abbildung 6**). Dies gilt ausgeprägter für MSM außerhalb der Großstädte und szeneferne MSM. Wo haben diese Männer ihre Sexualpartner kennengelernt, als es noch kein Internet gab, und hatten sie damals auch so viele Partner? In Großstädten mag es in gewissem Umfang zu Verlagerungen von realen Kontaktorten (z.B. „Klappen“ [öffentliche Bedürfnisanstalten] oder Bars) ins Internet gekommen sein, aber gab es solche Verlagerungen auch in ländlichen Regionen und Kleinstädten?

Schlussfolgerungen

Der sprunghafte Anstieg der HIV-Infektionen bei Männern, die Sex mit Männern haben, zwischen den Jahren 2000 und 2005 dürfte in erster Linie darauf zurückzuführen sein, dass die untereinander vernetzte und somit durch HIV gefährdete Gruppe von Männern größer geworden ist: Durch die Möglichkeit, Partner im Internet zu suchen und zu finden wurde die MSM-Population stärker untereinander vernetzt. Dies zeigt sich unter anderem an der Zunahme der HIV-Infektionen bei MSM außerhalb der Metropolen und bei MSM mit nicht-schwuler Identität. Das Internet hat wahrscheinlich nicht nur andere Kontaktmöglichkeiten ersetzt, sondern für einige/viele zuvor nicht bestehende Kontaktmög-

lichkeiten geschaffen. Bei gleichbleibenden Anteilen von Risikokontakten ist die absolute Zahl von Risikokontakten durch die Ausweitung der untereinander vernetzten Population, die Zunahme der Partnerzahlen und des Analverkehr angestiegen.

Konsequenzen für die Prävention

Die Zunahme von HIV-Infektionen bei MSM durch Vergrößerung der untereinander vernetzten MSM-Population kann nicht als Versagen der Prävention gewertet werden: Es kann nicht Aufgabe von Prävention sein, Menschen daran zu hindern, ein für sie befriedigendes Sexualleben anzustreben und für die Partnersuche die verfügbaren Kommunikationsmöglichkeiten zu nutzen. Das Internet und die bessere Vernetzung von MSM untereinander sollten aber stärker für präventive Zwecke und Maßnahmen genutzt werden. Als Beispiele seien genannt: Online-Präventionsangebote, Nutzung des Internet zur Verbesserung der Wahrnehmung von Testangeboten, Partnerbenachrichtigung bei STI und HIV-Diagnose.

HIV-Testangebote sollten ausgeweitet werden, vor allem um szenefernere MSM besser zu erreichen. Außerdem sollten sie niedrigschwelliger (kostenloses, anonymes, auch für Berufstätige einfach zugängliches Testangebot) werden, um Männer mit hohen Partnerzahlen und hohen Frequenzen ungeschützter Kontakte für wiederholte Testungen besser zu erreichen.

Für Kerngruppen mit STI-Zirkulation (Männer mit hohen Partnerzahlen) müssen relativ hochfrequent (2–4mal pro Jahr) STI-Screening-Untersuchungen empfohlen und angeboten werden. Bei HIV-positiv getesteten Männern können solche Screening-Untersuchungen in die Routine-Kontrolluntersuchungen eingebaut werden, für nicht HIV-positiv-getestete Männer mit hohen Partnerzahlen müssen niedrigschwellige Testangebote geschaffen werden.

Fazit

Die Erfassung neu diagnostizierter AIDS-Fälle bleibt ein wichtiges Instrument zur Beurteilung der Gesundheitsversorgung und der Entwicklung des Infektionsgeschehens von HIV-Patienten. Durch eine rechtzeitig begonnene und effektive antire-

trovirale Therapie kann das Auftreten von AIDS-definierenden Erkrankungen heute weitgehend verhindert werden. Daher ist es sehr wichtig, dass alle Behandler von HIV-Patienten und auch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Gesundheitsämtern AIDS-Erkrankungen sowie Todesfälle bei HIV-Infizierten an das AIDS- und Todesfallregister am Robert Koch-Institut (RKI) melden. Formulare für die Meldung können beim RKI unter der E-Mail-Adresse AIDS-Fallbericht@rki.de, per Fax (030 18754 3429) oder Telefon (030 18754 3533) angefordert werden.

Literatur

Hamouda O, Marcus U, Voß I, Kollan C (2007): Verlauf der HIV-Epidemie in Deutschland. In: Bundesgesundheitsbl–Gesundheitsforsch–Gesundheitsschutz 50: 399–411.

RKI (2013): HIV-Infektionen und AIDS-Erkrankungen in Deutschland. Bericht zur Entwicklung im Jahr 2012 aus dem Robert Koch-Institut. Epidemiologisches Bulletin 24.

Cohen MS (1998): Sexually transmitted diseases enhance HIV transmission: no longer a hypothesis. In: Lancet 351 (suppl III): 5–7.

Cohen MS, Chen YQ, McCauley M et al. (2011): Prevention of HIV-1 Infection with Early Antiretroviral Therapy. In: N Eng J Med. 365/6: 493–505. DOI 10.1056/NEJMoa1105243.

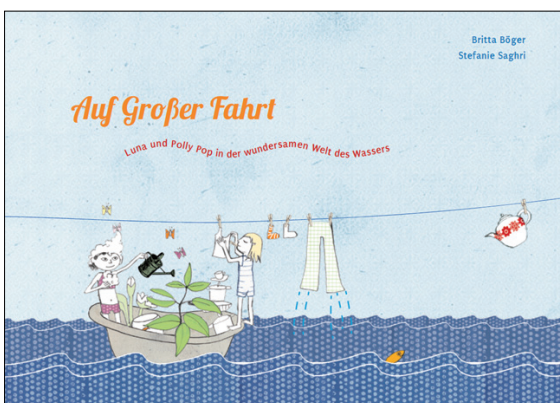
Mercer CH, Fenton KH, Copas AJ et al. (2004): Increasing prevalence of male homosexual partnerships and practices in Britain 1990–2000: evidence from national probability surveys. In: AIDS 18: 1453–1458.

RKI (2012): Schätzung der Prävalenz und Inzidenz von HIV-Infektionen in Deutschland. Stand Ende 2012. Epidemiologisches Bulletin 47.

Kontakt

Dr. Ulrich Marcus
Abteilung Infektionsepidemiologie
Robert Koch-Institut
Seestraße 10
13353 Berlin
E-Mail: [MarcusU\[at\]rki.de](mailto:MarcusU[at]rki.de)

[RKI]



Diese Publikationen sind - auch in größerer Stückzahl - kostenfrei zu beziehen über:

Umweltbundesamt
 Fachgebiet II 1.1
 Geschäftsstelle „Aktionsprogramm Umwelt und Gesundheit“ (APUG)
 Corrensplatz 1
 14195 Berlin
 Internet: www.apug.de
 E-Mail: apug@uba.de