

Klimawandel und Pollen-assozierte Allergien der Atemwege



Außerdem in diesem Heft:

Aktuelle solare UV-Situation in Deutschland

Berechnung positiver volkswirtschaftlicher Gesundheitseffekte von Fuß- und Radverkehr – Das Berechnungsmodul HEAT

Entwicklung früherkennungsrelevanter Krebserkrankungen seit den 1970er Jahren in Deutschland



Aktionsprogramm
Umwelt und Gesundheit
(APUG)

UMID

Ausgabe 1 • 2014

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. 01/2014

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
	Dr. Monika Asmuß Bundesamt für Strahlenschutz Ingolstädter Landstraße 1 85764 Oberschleißheim (Neuherberg) E-Mail: masmuss[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](mailto: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: Birke © photocrew / Fotolia.com.

Die Zeitschrift "UMID: Umwelt und Mensch – Informationsdienst" erscheint im Rahmen des Aktionsprogramms Umwelt und Gesundheit (APUG) und kann kostenfrei als Online-Ausgabe abonniert werden unter: <http://www.umweltbundesamt.de/service/newsletter>. Sie dient der Information von Behörden und Institutionen, die im Bereich Umwelt und Gesundheit arbeiten, in 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

Klimawandel und Pollen-assoziierte Allergien der Atemwege 5 Climate change and pollen associated respiratory allergies <i>Conny Höflich</i>	5
Aktuelle solare UV-Situation in Deutschland 11 Current solar UV status in Germany <i>Manfred Steinmetz</i>	11
Neue Broschüre »Krebs in Deutschland« im Dezember 2013 erschienen 18 New brochure »Cancer in Germany« published in December 2013 <i>Manuela Franke, Antje Wienecke</i>	18
Entwicklung früherkennungsrelevanter Krebserkrankungen seit den 1970er Jahren in Deutschland..... 21 Long-term development of cancer sites related to early detection in Germany since 1970 <i>Jörg Haberland, Ute Wolf, Nadia Baras, Stefan Dahm, Antje Wienecke, Klaus Kraywinkel</i>	21
Berechnung positiver volkswirtschaftlicher Gesundheitseffekte von Fuß- und Radverkehr – Das Berechnungsmodul HEAT 27 Calculating positive economic health effects from walking and cycling – the HEAT tool <i>Kilian Frey</i>	27
Anforderungen an den hygienischen Betrieb von Verdunstungskühlanlagen – VDI 2047 Blatt 2 als Gründruck erschienen 31 Requirements for hygienic operation of cooling towers – Draft of technical guideline VDI 2047 Part 2 published <i>Regine Szewzyk</i>	31

Klimawandel und Pollen-assoziierte Allergien der Atemwege

Climate change and pollen associated respiratory allergies

Conny Höflich

Abstract

Allergies, i.e. hypersensitivity reactions to innocuous foreign substances, are a main health issue both in Germany and worldwide. Environmental parameters play a crucial role for the development of allergic diseases. Besides air pollution, increasing hygiene/decreasing biodiversity or "western" lifestyle factors, climate change is discussed to be of influence. Here, some aspects of the potential link between climate change and pollen associated respiratory allergies are considered, and feasible prevention and adaption measures are given.

Zusammenfassung

Allergien, das heißt Überempfindlichkeitsreaktionen auf ungefährliche Fremdstoffen, stellen sowohl in Deutschland als auch weltweit ein zunehmendes gesundheitliches Problem dar. Bei der Entstehung allergischer Erkrankungen spielen Umwelteinflüsse eine entscheidende Rolle. Neben Faktoren wie Luftverschmutzung, zunehmender Hygiene beziehungsweise abnehmender Biodiversität oder „western lifestyle“-Faktoren wird zunehmend auch der Klimawandel als Einflussgröße diskutiert. Der vorliegende Beitrag greift einige Aspekte des möglichen Zusammenhangs zwischen Klimawandel und Pollen-assoziierten allergischen Atemwegserkrankungen heraus und benennt mögliche Präventions- beziehungsweise Anpassungsmaßnahmen.

Allergie(n) – Was verbirgt sich dahinter?

Im medizinischen Kontext umschreibt der Begriff „Allergie“ die Überempfindlichkeit eines Organismus auf eine für diesen ungefährliche Fremdstoffe. Die Liste bisher identifizierter Substanzen mit allergischem Potential, sogenannter Allergene, ist lang. Sie reicht von Bestandteilen in Pflanzenpollen über Nahrungsmittelbestandteile bis zu Inhaltsstoffen von Kosmetika. Die Liste der durch Allergenkontakt auslösbaren Krankheitsbilder reicht von Heuschnupfen und Asthma bronchiale über Neurodermitis und allergischem Kontaktekzem bis hin zu Nahrungsmittel- und Insektengiftallergien.

Im Gegensatz zu toxischen treten allergische Reaktionen nur dann auf, wenn das Immunsystem zuvor sensibilisiert, also „angelernt“ wurde, bei Allergenkontakt (= Exposition) überempfindlich zu reagieren. Das Vorhandensein Allergen-spezifischer IgE-Antikörper ist gleichbedeutend mit einer erfolgten „Anlernung“ und damit der Befähigung des Immunsystems, auf Allergenkontakt mit einer Typ-1-Überempfindlichkeitsreaktion, wie zum Beispiel Heuschnupfen oder Asthma bronchiale, zu reagieren. Das Vorhandensein dieser Antikörper ist

aber nicht gleichbedeutend mit dem tatsächlichen Auftreten einer allergischen Erkrankung.

Sowohl die Faktoren, die zu einer allergischen Sensibilisierung führen, als auch die Faktoren, die zum Auftreten einer allergischen Erkrankung führen, sind bisher nur unzureichend bekannt. Fest steht, dass die Entstehung einer Allergie ein multifaktorielles Geschehen darstellt, in dem genetische Faktoren (sogenannte genetische Prädisposition) und Umwelteinflüsse (s. u.) eine Rolle spielen.

Wie viele Menschen sind betroffen?

In Deutschland sind derzeit 49 Prozent der Erwachsenen gegen mindestens eines von 50 getesteten Allergenen sensibilisiert, und bei 34 Prozent der Erwachsenen sind IgE-Antikörper gegen Inhalationsallergene, die Auslöser von Heuschnupfen und Asthma bronchiale, nachweisbar (Langen et al. 2013). Der Anteil an Kindern mit Sensibilisierung gegen mindestens eines von 20 getesteten Allergenen liegt bei 41 Prozent (Schlaud et al. 2007).

Für Erwachsene liegen die Lebenszeitprävalenzen für Heuschnupfen und Asthma derzeit bei 15 beziehungsweise 9 Prozent und für Kinder bei 11 beziehungsweise 5 Prozent (Schlaud et al. 2007; Langen et al. 2013).

Im internationalen Vergleich variieren die Heuschnupfen- und Asthmaprävalenzen sowohl für Erwachsene als auch für Kinder teilweise beträchtlich, sowohl im Ländervergleich als auch im Vergleich der Studienzentren eines Landes (Burney 1996; Beasley et al. 1998; Pearce et al. 2000). Bei neuseeländischen Kindern lag die Lebenszeitprävalenz für Asthma zu Beginn der 1990er Jahre bei 25 Prozent, bei schwedischen Kindern dagegen bei etwa 10 Prozent (Pearce et al. 2000). In Abhängigkeit vom Untersuchungszentrum lag die Heuschnupfenprävalenz bei 20- bis 44-jährigen Erwachsenen in Deutschland bei 13 beziehungsweise 23 Prozent und die 12-Monatsprävalenz für Heuschnupfen bei Kindern in Indien zwischen 2 und 11 Prozent (Burney 1996; Beasley et al. 1998).

Sowohl diese Varianzen als auch der weltweite Anstieg der Asthmaprävalenz seit den 1960er Jahren und der Anstieg der Allergierate in Ostdeutschland nach dem Fall der Mauer auf das Niveau von Westdeutschland lenkten die Aufmerksamkeit auf Umwelteinflüsse als mögliche Ko-Faktoren für die Entstehung allergischer Erkrankungen (Wichmann 1995; Eder et al. 2006).

Umwelt und Allergien

Zahlreiche Umweltfaktoren wurden und werden im Zusammenhang mit der Zunahme allergischer Erkrankungen diskutiert. Dazu zählen vor allem Luftverschmutzung, zunehmender Hygienestandard beziehungsweise abnehmende Biodiversität (sogenannte Hygiene- bzw. Biodiversitätshypothese) und verschiedene unter dem Begriff „western lifestyle“ zusammengefasste Faktoren (Behrendt, Ring 2012; Haahtela et al. 2013; Kesper et al. 2013).

Darüber hinaus wird der Klimawandel als möglicher Ko-Faktor für die Entstehung vor allem von Pollen-assoziierten allergischen Atemwegserkrankungen diskutiert (Beggs, Bambrick 2005; Behrendt, Ring 2012).

Seit dem Beginn des Industriezeitalters vor etwa 250 Jahren und verstärkt seit etwa 50 Jahren nimmt

die globale atmosphärische Konzentration von sogenannten Treibhausgasen zu (Eis et al. 2010). Die globale atmosphärische Konzentration von Kohlendioxid (CO₂), dem bedeutendsten anthropogenen Treibhausgas, lag bis zum Beginn des Industriezeitalters bei etwa 280 ppm (Beggs, Bambrick 2005; Beggs 2010). Im Jahr 2009 war sie auf etwa 386 ppm gestiegen, und bis zum Jahr 2100 wird ein weiterer Anstieg auf Werte zwischen 500 und 1.100 ppm erwartet (Beggs 2010).

Zeitlich versetzt zum Anstieg der globalen atmosphärischen CO₂-Konzentration ist die globale Jahresmitteltemperatur seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts um 0,74 °C gestiegen (Bundesregierung 2008). Der Anstieg der globalen Jahresmitteltemperatur ist der Hauptindikator für den gegenwärtigen Klimawandel und sehr wahrscheinlich durch den anthropogen bedingten Anstieg von Treibhausgasemissionen bedingt (Bundesregierung 2008). Bis zum Jahr 2100 wird in Abhängigkeit von verschiedenen Emissionsszenarien ein weiterer globaler Anstieg um 1,8 bis 4,0 °C erwartet (Bundesregierung 2008; Beggs 2010). In Deutschland nahm die Jahresmitteltemperatur zwischen 1901 und 2006 um knapp 0,9 °C zu (Bundesregierung 2008). Für die Zeiträume 2021 bis 2050 und 2071 bis 2100 werden in Deutschland im Vergleich zum Zeitraum 1961 bis 1990 im Jahresmittel Temperaturänderungen zwischen +1,0 und +2,2 °C beziehungsweise +2,0 bis +4,0 °C erwartet (Bundesregierung 2011a).

Einfluss von CO₂-Konzentration und Lufttemperatur auf die Pollenproduktion

Experimentelle und in-situ-Studien zeigen einen Einfluss von atmosphärischer CO₂-Konzentration und Lufttemperatur auf die Pollen- beziehungsweise Biomasseproduktion durch Allergie-auslösende Pflanzenarten: Im Vergleich zur vorindustriellen CO₂-Konzentration steigerten sowohl die gegenwärtige als auch eine für das 21. Jahrhundert vorhergesagte CO₂-Konzentration die Pollenproduktion beziehungsweise die Allergenproduktion durch *Ambrosia artemisiifolia* L., eine invasive Pflanze mit hohem allergenem Potential (Wayne et al. 2002; Singer et al. 2005; Ziska et al. 2009). Ziska et al. und Song et al. beschrieben eine höhere Biomasseproduktion durch *Ambrosia*-Pflanzen an städtischen im Vergleich zu ländlichen Standorten, wobei die städtischen Standorte höhere CO₂- (30 bis 31 Prozent bzw. 3 Prozent) und Lufttemperaturwerte (1,8

bis 2 °C bzw. 1,8 °C) aufwiesen als die ländlichen (Ziska et al. 2003; Song et al. 2012).

In Europa hat die Luftkonzentration von Pollen zahlreicher, teilweise stark allergen wirkender Pflanzenarten in den letzten 30 Jahren vor allem in städtischen Gebieten zugenommen (Ziello et al. 2012). Die Autoren fanden keinen Zusammenhang zur lokalen mittleren Lufttemperatur der jeweiligen Blütezeit der pollenproduzierenden Pflanzen und diskutieren den Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration als relevanten Faktor für die beobachtete Zunahme. Andere Studien beschreiben einen Zusammenhang zwischen

- a) der mittleren Jahrestemperatur und der Birkenpollenkonzentration (Negrini et al. 2011),
- b) der mittleren Monatstemperatur vor der Blühperiode und der Olivenpollenkonzentration (Sicard et al. 2012) und
- c) der mittleren Monatstemperatur im März und der Baumpollenkonzentration im März und April (Kim et al. 2011).

In den letzten Jahrzehnten zeigte sich in Nordamerika mit zunehmendem Breitengrad eine signifikante Verlängerung der Ambrosia-Pollensaison, die einherging mit einem verzögerten Einsetzen des ersten Frostes im Herbst und einer Verlängerung der frostfreien Zeit (Ziska et al. 2011).

Einfluss der Pollenkonzentration auf allergische Atemwegserkrankungen

Analysen zur Assoziation von Pollenkonzentration und Häufigkeit und/oder Schwere allergischer Atemwegserkrankungen kommen zu unterschiedlichen Ergebnissen: Die Internationale Studie zu Asthma und Allergien in der Kindheit („International Study of Asthma and Allergies in Childhood“, ISAAC) fand keinen positiven Zusammenhang zwischen der Gräser-Pollenexposition im frühen Kindesalter und dem Auftreten respiratorischer Allergien im Jugendalter (eher eine negative Assoziation, die auf einen protektiven Effekt hindeutet) (Innes Asher et al. 2010). Dagegen beschreiben andere Studien Korrelationen zwischen

- a) der Ambrosia-Pollenkonzentration und der Sensibilisierungsrate gegen Ambrosia (Jäger 2000; Breton et al. 2006),
- b) der Ambrosia-Pollenkonzentration und der Anzahl der Arztbesuche aufgrund allergischer Beschwerden (Jäger 2000; Breton et al. 2006) und

- c) der Baum-Pollenkonzentration im März/April und der Anzahl an Arztbesuchen zwischen April und Juli durch Menschen mit Sensibilisierung gegen Baum-Pollenallergene (Kim et al. 2011).

Insgesamt weisen die zitierten und andere Studien sowie theoretische Überlegungen auf einen Zusammenhang zwischen dem gegenwärtigen Klimawandel und dem weltweit beobachteten Anstieg allergischer Atemwegserkrankungen hin, und sie lassen einen weiteren Anstieg beziehungsweise die Zunahme des Schweregrades allergischer Atemwegserkrankungen infolge des zukünftigen Klimawandels vermuten. Sie verdeutlichen aber auch den weiteren Forschungsbedarf auf diesem Gebiet.

Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung des möglichen Zusammenhangs zwischen Klimawandel und Pollen-assoziierten Allergien. Neben dem Anstieg von CO₂-Konzentration und Lufttemperatur können Veränderungen anderer Klimatelemente, wie zum Beispiel die Zunahme von Gewitterstürmen oder auch ein mit dem Klimawandel einhergehender Anstieg von Luftschadstoffen wie Ozon und Feinstaub (PM₁₀), Einfluss auf Häufigkeit und Schwere allergischer Erkrankungen haben (D'Amato et al. 2013; Behrendt, Ring 2012; Sierra-Vargas, Teran 2012; Beck et al. 2013).

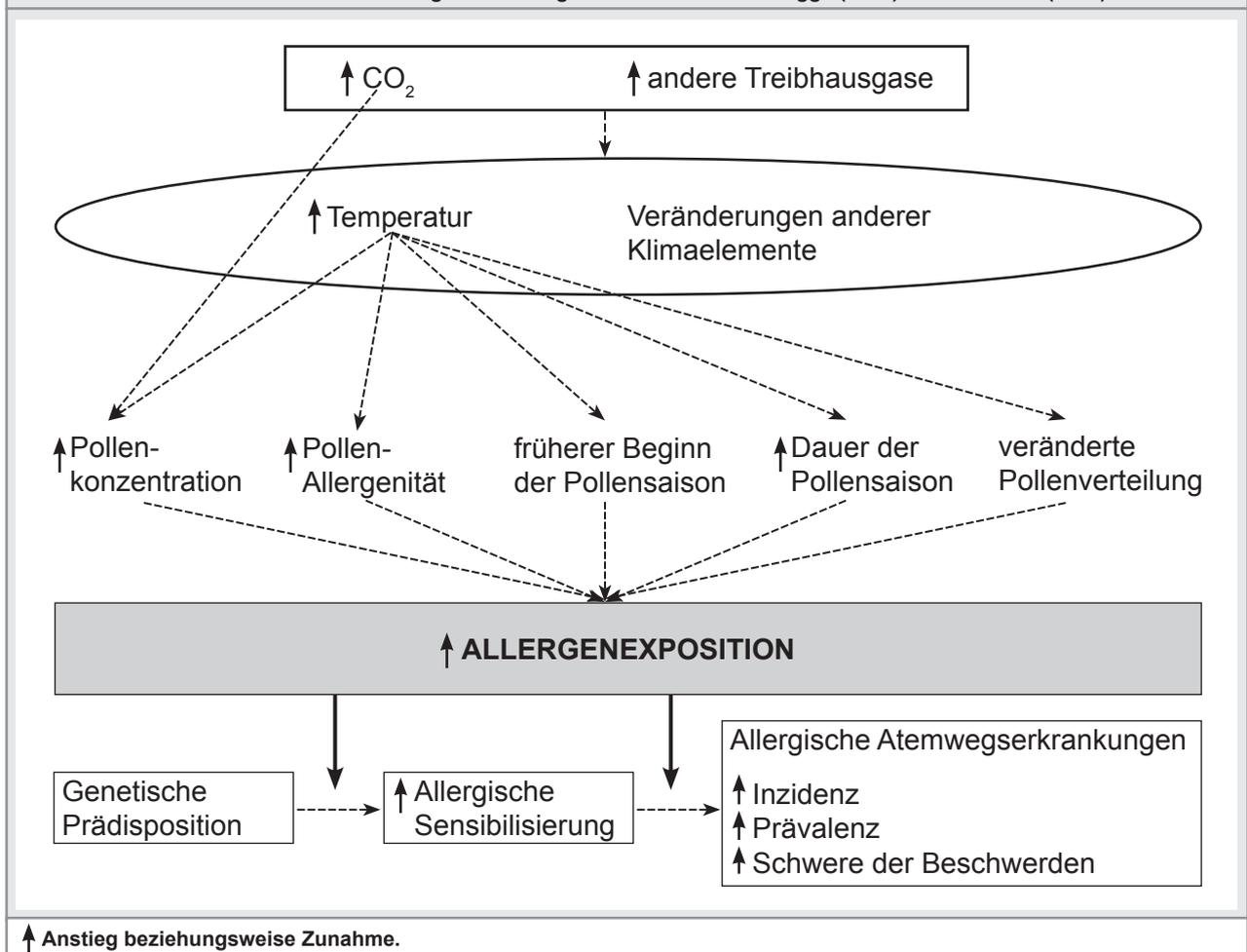
Welche Schutzmaßnahmen sind möglich?

Vorhandene oder umsetzbare Präventions- und Anpassungsmaßnahmen

Bereits vorhandene oder umsetzbare praktische Maßnahmen zur Prävention beziehungsweise Anpassung speziell an Klimawandel-bedingte Veränderungen der Exposition gegenüber Pollen-assoziierten Allergenen beinhalten unter anderem:

- 1) die Überwachung und gegebenenfalls Bekämpfung der Einschleppung oder Ausbreitung von Allergie-auslösenden Pflanzen; für Deutschland sei hier beispielhaft auf die durch das Julius Kühn-Institut (JKI) koordinierten Aktivitäten zur Bekämpfung der weiteren Ausbreitung von Ambrosia hingewiesen,
- 2) die Berücksichtigung des Wissens um Pflanzen mit allergischem Potential bei der Bepflanzung öffentlicher Räume (Bergmann et al. 2011),

Abbildung 1: Möglicher Einfluss von erhöhten Treibhausgaskonzentrationen und Klimawandel auf Häufigkeit und Schwere von Pollen-assoziierten Atemwegserkrankungen. Modifiziert nach Beggs (2004) und Behrendt (2012).



3) ein engmaschiges Monitoring der atmosphärischen Pollenkonzentrationen und eine damit verbundene Vorhersage der zu erwartenden Pollenbelastung; in Deutschland übernimmt dies die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Wetterdienst (DWD),

4) den Zugang zu qualifizierter medizinischer Versorgung.

Eine ausführlichere Darstellung zu diesem Themenkomplex findet sich bei Beggs (2010).

Wissenserweiterung

Unter Federführung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) bearbeitet das Umweltbundesamt (UBA) in Zusammenarbeit mit der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen und der Technischen Universität München seit 2011 ein Projekt

zur „Untersuchung der gesundheitlichen Bedeutung von allergenen Organismen, die sich durch den Klimawandel in Deutschland verstärkt ausbreiten“ (Umweltforschungsplan 2010, FKZ 3710 61 228).

In dem Vorhaben wird in zwei Bundesländern mit unterschiedlichem Regionalklima, konkret Nordrhein-Westfalen und Bayern, der Sensibilisierungsstatus von Menschen mit allergischen Beschwerden hinsichtlich (a) in Deutschland verbreiteter Allergene wie Birke, (b) in Deutschland neu etablierter beziehungsweise sich etablierender Allergene wie Ambrosia und (c) sich aufgrund des Klimawandels möglicherweise in Deutschland etablierender Allergene wie Olive untersucht. Das Vorhaben hat den Vergleich der Sensibilisierungsraten in Relation zu Pollenexpositions- und anderen Klima-assoziierten Daten zum Ziel. Es ist eines der im „Aktionsplan Anpassung“ der Bundesregierung aufgeführten Vorhaben zur Erweiterung des Wissens zu Folgen

und Risiken des Klimawandels und zu möglichen Anpassungsmaßnahmen (Bundesregierung 2011b).

Der „Aktionsplan Anpassung“ konkretisiert die im Jahr 2008 durch das Bundeskabinett verabschiedete „Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel“, die den Grundstein für einen mittelfristigen Prozess zur Identifizierung Klimawandel-bedingter Risiken bis hin zur Entwicklung und Umsetzung möglicher Anpassungsmaßnahmen in verschiedenen gesellschaftlichen Bereichen legte (Bundesregierung 2008). Den internationalen politischen Rahmen für die Deutsche Anpassungsstrategie bildet die 1992 verabschiedete und 1994 in Kraft getretene Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UN 1992). Darin haben sich Deutschland und die anderen Unterzeichner neben der Erarbeitung und Umsetzung von Maßnahmen zur Abschwächung der Klimaänderungen auch zur Erarbeitung und Umsetzung von Programmen zur Erleichterung einer angemessenen Anpassung an die Klimaänderungen verpflichtet (UN 1992).

Internetseiten

Julius Kühn-Institut: Informationen zur Beifuß-Ambrosie. <http://pflanzengesundheit.jki.bund.de/index.php?menuid=60&reporeid=312> (Abrufdatum: 30.01.2014).

Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst: <http://www.pollenstiftung.de/> (Abrufdatum: 30.01.2014).

Deutscher Wetterdienst: Pollenflug-Informationen. http://www.dwd.de/bvbw/appmanager/bvbw/dwdwww-wDesktop?_nfpb=true&_pageLabel=_dwdwww_wetter_warnungen_biowetter&activePage=&_nfls=false (Abrufdatum: 30.01.2014).

Literatur

Beasley R, Keil U, von Mutius E et al. (1998): Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC. In: *Lancet* 351(9111): 1225–1232.

Beck I, Jochner S, Gilles S et al. (2013): High environmental ozone levels lead to enhanced allergenicity of birch pollen. In: *PLoS One* 8(11): e80147.

Beggs PJ (2004): Impacts of climate change on aeroallergens: past and future. In: *Clin Exp Allergy* 34(10): 1507–1513.

Beggs PJ (2010): Adaptation to impacts of climate change on aeroallergens and allergic respiratory diseases. In: *Int J Environ Res Public Health* 7(8): 3006–3021.

Beggs PJ, Bambrick HJ (2005): Is the global rise of asthma an early impact of anthropogenic climate change? In: *Environ Health Perspect* 113(8): 915–919.

Behrendt H, Ring J (2012): Climate change, environment and allergy. In: *Chem Immunol Allergy* 96: 7–14.

Bergmann KC, Zuberbier T, Augustin J et al. (2011): Klimawandel und Pollenallergie: Städte und Kommunen sollten bei der Bepflanzung des öffentlichen Raums Rücksicht auf Pollenallergiker nehmen. In: *Allergo Journal* 21(2): 103–108.

Breton MC, Garneau M, Fortier I et al. (2006): Relationship between climate, pollen concentrations of *Ambrosia* and medical consultations for allergic rhinitis in Montreal, 1994–2002. In: *Sci Total Environ* 370(1): 39–50.

Bundesregierung (2011a). Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Hintergrundpapier.

Bundesregierung (2011b): Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen.

Bundesregierung (2008): Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel.

Burney P (1996): Variations in the prevalence of respiratory symptoms, self-reported asthma attacks, and use of asthma medication in the European Community Respiratory Health Survey (ECRHS). In: *European Respiratory Journal* 9(4): 687–695.

D'Amato G, Baena-Cagnani CE, Cecchi L et al. (2013): Climate change, air pollution and extreme events leading to increasing prevalence of allergic respiratory diseases. In: *Multidiscip Respir Med* 8(1): 12.

Eder W, Ege MJ, von Mutius E (2006): The asthma epidemic. In: *N Engl J Med* 355(21): 2226–2235.

Eis D, Helm D, Laubmann D et al. (2010): Klimawandel und Gesundheit – Ein Sachstandsbericht. Berlin. Robert Koch-Institut.

Haahtela T, Holgate S, Pawankar R et al. (2013): The biodiversity hypothesis and allergic disease: world allergy organization position statement. In: *World Allergy Organ J* 6(1): 3.

Innes Asher M, Stewart AW, Mallol J et al. (2010): Which population level environmental factors are associated with asthma, rhinoconjunctivitis and eczema? Review of the ecological analyses of ISAAC Phase One. In: *Respiratory Research* 11.

Jäger S (2000): Ragweed (*Ambrosia*) sensitisation rates correlate with the amount of inhaled airborne pollen. A 14-year study in Vienna, Austria. In: *Aerobiologia* 16(1): 149–153.

Kesper DA, Kilic-Niebergall E, Pfefferle PI (2013): Allergien und Umwelt. In: *Allergo Journal* 22(7).

Kim SH, Park HS, Jang JY (2011): Impact of meteorological variation on hospital visits of patients with tree pollen allergy. In: *BMC Public Health* 11: 890.

Langen U, Schmitz R, Steppuhn H (2013): Häufigkeit allergischer Erkrankungen in Deutschland. In: *Bundesgesundheitsblatt* 5/6: 698–706.

Negrini AC, Negrini S, Giunta V et al. (2011): Thirty-year survey on airborne pollen concentrations in Genoa, Italy: Relationship with sensitizations, meteorological data, and air pollution. In: *American Journal of Rhinology and Allergy* 25(6): e232–e241.

Pearce N, Sunyer J, Cheng S et al. (2000): Comparison of asthma prevalence in the ISAAC and the ECRHS. In: *European Respiratory Journal* 16(3): 420–426.

Schlaud M, Atzpodien K, Thierfelder W (2007): Allergische Erkrankungen. Ergebnisse aus dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). In: Bundesgesundheitsblatt 50 (5/6):701–710.

Sicard P, Thibaudon M, Besancenot JP et al. (2012): Forecast models and trends for the main characteristics of the Olea pollen season in Nice (south-eastern France) over the 1990-2009 period. In: Grana 51(1): 52–62.

Sierra-Vargas MP, Teran LM (2012): Air pollution: Impact and prevention. In: Respirology 17(7): 1031–1038.

Singer BD, Ziska LH, Frenz DA et al. (2005): Increasing Amb a 1 content in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO₂ concentration. In: Functional Plant Biology 32(7): 667–670.

Song U, Mun S, Ho CH et al. (2012): Responses of two invasive plants under various microclimate conditions in the Seoul metropolitan region. In: Environmental management 49(6): 1238–1246.

UN (1992): Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. Vereinte Nationen.

Wayne P, Foster S, Connolly J et al. (2002): Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres. In: Ann Allergy Asthma Immunol 88(3): 279–282.

Wichmann HE (1995): Environment, life-style and allergy: the German answer. In: Allergo Journal 4(6): 315–316.

Ziello C, Sparks TH, Estrella N et al. (2012): Changes to airborne pollen counts across Europe. In: PLoS One 7(4): e34076.

Ziska L, Knowlton K, Rogers C et al. (2011): Recent warming by latitude associated with increased length of ragweed pollen season in central North America. In: Proc Natl Acad Sci U S A 108(10): 4248–4251.

Ziska LH, Epstein PR, Schlesinger WH (2009): Rising CO₂, climate change, and public health: Exploring the links to plant biology. In: Environmental Health Perspectives 117(2): 155–158.

Ziska LH, Gebhard DE, Frenz DA et al. (2003): Cities as harbingers of climate change: common ragweed, urbanization, and public health. In: J Allergy Clin Immunol 111(2): 290–295.

Kontakt

Dr. Conny Höflich
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.5 „Umweltmedizin und
gesundheitliche Bewertung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: conny.hoeflich[at]uba.de

[UBA]

Aktuelle solare UV-Situation in Deutschland

Current solar UV status in Germany

Manfred Steinmetz

Abstract

Since more than 17 years the solar UV radiation near ground is monitored by a nationwide network. The monitoring data are evaluated by the German Federal Office for Radiation Protection (BfS) with respect to effects on human health. Current measurement values show that in Germany as a whole erythemally weighted UV Radiation can reach high UVI values (more than UVI 5) from April until August. On average in the southern part of Germany yearly UV dose values are about 17 percent higher than in the north. Till now no significant trends to higher or lower UV dose values were observed.

Zusammenfassung

Seit mehr als 17 Jahren wird die bodennahe solare UV-Strahlung durch ein bundesweites Messnetz erfasst und vornehmlich vom Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) bezüglich gesundheitsrelevanter Risiken evaluiert. Aktuell vorgestellte Messergebnisse zeigen, dass hohe UVI-Werte (UVI größer als 5) in ganz Deutschland in den Monaten April bis August auftreten können. Im Durchschnitt liegen die UV-Jahresdosiswerte im Süden Deutschlands um 17 Prozent höher als im Norden. Ein signifikanter Trend zu höheren oder niedrigeren Werten konnte bis jetzt nicht beobachtet werden.

Einleitung

Die von der Sonne abgegebene optische Strahlung erwärmt den Boden, die Meere und die Atmosphäre und steuert damit das Wetter und das Klima. Vor allem der sichtbare Strahlungsanteil („Licht“) liefert die für das Pflanzenwachstum benötigte Energie. Durch die hohe Oberflächentemperatur der Sonne wird aber auch ein signifikanter Anteil biologisch hochwirksamer ultravioletter Strahlung abgegeben.

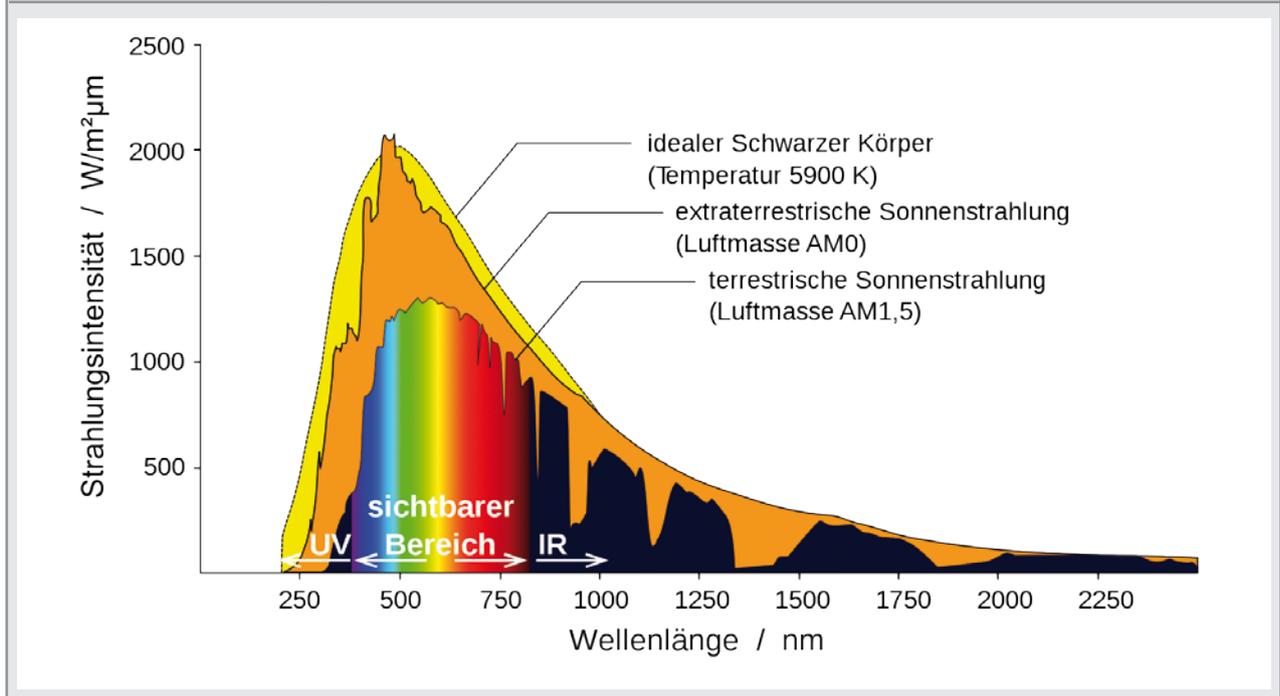
In **Abbildung 1** ist ein typisches Sonnenspektrum dargestellt, das oberhalb der Erdatmosphäre in ungefähr 20 Kilometern Höhe weitgehend dem Spektrum eines schwarzen Körpers von 5777 K Effektivtemperatur entspricht (Schönwiese 2008). Von der Gesamtstrahlungsleistung der Sonne von etwa $3,8 \cdot 10^{26}$ W erreichen circa $1,7 \cdot 10^{17}$ W die Erde, entsprechend einer Gesamtbestrahlungsstärke außerhalb der Erdatmosphäre von 1367 W/m^2 (Solarkonstante), in Bodennähe in unseren Breiten von 1120 W/m^2 . Der meteorologisch bedeutsame Spektralbereich in Bodennähe umfasst die Wellenlängen von 300 bis 3000 nm, mit einem ultravioletten (UV)-Anteil von circa 6 Prozent, einem sichtbaren (VIS)-Anteil von 52 Prozent und einem infraroten (IR)-Anteil von 42 Prozent.

Beim Durchgang durch die Erdatmosphäre verändern sich die Bestrahlungsstärke und die spektrale Verteilung der Sonnenstrahlung durch Absorption, Reflexion und Streuung. Je nach Sonnenstand legen die Sonnenstrahlen einen unterschiedlich langen Weg durch die Atmosphäre bis zur Erdoberfläche zurück. Demnach ist die Zusammensetzung des Sonnenspektrums außer vom Gesamtzongehalt der Atmosphäre abhängig von der Tageszeit, der Jahreszeit, dem Breitengrad, der Bewölkung und der Höhenlage. In Deutschland erreicht die Sonne im Sommer eine maximale Höhe von 58° im Norden und 65° im Süden, im Winter entsprechend eine maximale Höhe von 12° beziehungsweise 19° . Der größte Teil der täglichen Bestrahlung (im Sommer ca. 66 Prozent, im Winter 75 Prozent) liegt in der Zeit von 2 Stunden vor bis zwei Stunden nach dem örtlichen Sonnenhöchststand (ca. 12 Uhr Mitteleuropäische Zeit, MEZ).

Unbewertete und biologisch bewertete UV-Strahlung

Dieser Beitrag beschäftigt sich vornehmlich mit dem ultravioletten Strahlungsanteil der Sonnenstrahlung, weil davon die hauptsächliche gesundheitliche Gefährdung ausgeht. Die UV-Strahlung ist so ener-

Abbildung 1: Spektrale Bestrahlungsstärke eines schwarzen Körpers in Abhängigkeit von der Wellenlänge λ ; Sonnenspektrum außerhalb der Atmosphäre und in Erdbodennähe. Quelle: Degreen, überarbeitet durch Quilbert. Wikimedia Commons, lizenziert unter: Cc-by-sa-2.0-de (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/de/legalcode>; Abrufdatum: 31.01.2014). Graphik aus Wikipedia überarbeitet von Dr. M. Steinmetz.



gierich, dass schon geringe Bestrahlungsstärken für das ungeschützte Auge und die ungeschützte Haut ein erhöhtes gesundheitliches Risiko darstellen. Aufgabe eines wirksamen Strahlenschutzes ist es daher, auf die strikte Einhaltung der international anerkannten Empfehlungen zu achten. Auf diese Weise können akute Schäden vermieden und chronische Effekte zumindest begrenzt werden (WHO 1994; SSK 1996).

UV-Strahlung ist für Menschen nicht sichtbar und nicht direkt wahrnehmbar. Eine indirekte Wahrnehmung nach Überexposition erfolgt am ehesten über biologische Reaktionen, wie zum Beispiel Erythem (Sonnenbrand) oder Hornhaut- und Bindehautentzündung („Verblitzung“) der Augen.

Die solare bodennahe UV-Strahlung liegt im Wellenlängenbereich von 290 bis 400 nm. Welcher spektrale Anteil der die Körperoberfläche erreichenden Strahlung im Gewebe absorbiert und welcher nur gestreut wird, hängt von dessen molekularer Zusammensetzung ab. Nur der absorbierte Anteil kann zu einer fotobiologischen Wirkung führen. Demzufolge muss zwischen unbewerteten Strahlungsgrößen der auftreffenden Strahlung und den bewerteten, die fotobiologische Wirksamkeit berücksichtigenden Strahlungsgrößen, unterschieden werden.

Die Wirkungen der UV-Strahlung zeigen eine sehr starke Wellenlängenabhängigkeit. Bezüglich einer Schädigung sowohl der Augen als auch der Haut hat der kurzwellige UV-Bereich bis circa 300 nm eine hohe Wirksamkeit, die dann bei längeren Wellenlängen stark abfällt. Aus diesem Grund muss die jeweilige biologische Wirksamkeit (bezogen auf einen bestimmten biologischen Endpunkt) für jede einzelne Wellenlänge ermittelt werden. Man erhält auf diese Weise ein biologisches Wirkungsspektrum, das auf die Wellenlänge maximaler Wirksamkeit mit dem Wert 1 normiert wird (Mc Kinlay 1987; de Gruijl 2000).

Nach multiplikativer Verknüpfung dieses biologischen Wirkungsspektrums mit dem rein physikalisch gemessenen Spektrum erhält man die biologisch wirksame spektrale UV-Bestrahlungsstärke für die jeweilige biologische Wirkung (Steinmetz 2001). Für die Bewertung ist weiterhin entscheidend, in welchem Zeitraum die UV-Strahlung auf den Menschen einwirkt, das heißt welcher UV-Dosis sich der Mensch aussetzt.

Als gesundheitliche Gefährdung der Haut infolge UV-Strahlung gelten insbesondere der Hautkrebs mit mittlerweile über 200.000 Erkrankungen in Deutschland (Kraywinkel et al. 2012), weiterhin

frühzeitige Hautalterung und das Erythem. Nach dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand haben deren Wirkungsspektren einen ähnlichen Verlauf. Da das Erythem eine akute biologische Antwort auf eine zu starke UV-Bestrahlung ist, empfiehlt es sich als ein geeigneter Indikator für eine gesundheitliche UV-Bewertung.

UV-Monitoring in Deutschland

In Deutschland erfasst, überwacht und bewertet vor allem der Deutsche Wetterdienst (DWD) im gesetzlichen Auftrag die meteorologischen Prozesse, Struktur und Zusammensetzung der Atmosphäre. Die Beobachtung eines Abbaus des Gesamtzongehaltes (DWD 2005) durch die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) vor gut 20 Jahren hat den Blick dahingehend geschärft, dass der dadurch erwartete höhere UV-Anteil der solaren Strahlung einen stark zunehmenden Einfluss auf die Gesundheit des Menschen sowie auf terrestrische und aquatische Ökosysteme ausüben könnte.

Seit 1993 betreibt das BfS daher zusammen mit dem Umweltbundesamt (UBA) und dem DWD ein UV-Messnetz (Steinmetz 1997). Gemeinsam mit der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, dem Landesamt für Umweltschutz Bayern und der Gewerbeaufsicht Niedersachsen wird die solare UV-Strahlung an allen strahlenklimatologisch wichtigen Standorten Deutschlands kontinuierlich und spektral aufgelöst in Erdbodennähe gemessen. Dabei wurden unterschiedliche Breitengrade, Höhenlagen, Klima und Lufttrübungen berücksichtigt. **Abbildung 2** zeigt die Standorte des UV-Messnetzes.

Die solare UV-Strahlung wird im Wellenlängenbereich von 290 bis 400 nm mit horizontal ausgerichteten Eingangsoptiken alle 6 Minuten von Sonnenaufgang bis -untergang gemessen. Die Gesamtglobalstrahlung wird mit einem Pyranometer zusätzlich erfasst. Das BfS unterhält die Messnetzzentrale, die neben der Messung die Daten bewertet, veröffentlicht, archiviert und im Rahmen der Qualitätssicherung Kalibrierungen und Messgerätevergleiche durchführt (Albert 2013; Gröbner 2004).

Für die aktuelle Berichterstattung dient der UV-Index, der zusammen mit Daten des DWD via Internet (www.bfs.de) und Videotext (Tafel 637) des Bayerischen Rundfunks der Öffentlichkeit zur Ver-

fügung gestellt wird. Aktuelle Informationen werden in Form von Pressemitteilungen weitergegeben. Darüber hinaus werden in den Monaten April bis September auf Basis der bisherigen Messungen und der Wettervorhersage 3-Tagesprognosen veröffentlicht. Für ausführliche Dokumentationen werden die UV-Daten in Form von Jahresberichten im Internet veröffentlicht.

Ein weiteres wichtiges Ziel ist, mit den zur Verfügung gestellten Messdaten die Tätigkeiten des fachübergreifenden UV-Bündnisses zu unterstützen, das vom BfS initiiert für einen verantwortungsvollen Umgang mit der UV-Strahlung der Sonne und künstlicher UV-Quellen eintritt (Baldermann 2012).

Aktuelle Messwerte

Abbildung 3 zeigt den Jahresverlauf 2012 der erythemwirksamen Bestrahlungsstärken E_{ery} im Norden (Zingst) und Süden (Neuherberg) Deutschlands jeweils um 12 Uhr MEZ eines Tages, das heißt nahezu zum jeweiligen Sonnenhöchststand eines Tages. Diese Messwerte dokumentieren anschaulich die jahreszeitliche Variabilität der solaren UV-Strahlung zum jeweils gleichen Tageszeitpunkt im Jahr und ermöglichen darüber hinaus einen ersten Anhaltspunkt über den Zeitraum, innerhalb dessen

Abbildung 2: Verteilung der Messstationen in Deutschland. Quelle: suvmonet – Solares UV-Monitoring in Deutschland, <http://www.suvmonet.de/> (Abrufdatum: 11.02.2014).



das gesundheitliche Risiko gegenüber UV-Strahlung deutlich erhöht ist. Dieses war bei 140 mW/m^2 erythemwirksamer Strahlung (WHO 2002), in Zingst von Ende April bis Ende Juli, in Neuherberg ab Mitte April bis Mitte September, der Fall. Im Jahr 2012 waren an allen Stationen keine starken, länger währenden Abweichungen vom sogenannten glockenförmigen Jahresverlauf zu beobachten. Kurzzeitige signifikante Erhöhungen sind aus den vorherigen

Jahren bekannt und in erster Linie temporär auf reduzierte Gesamt Ozonwerte zurückzuführen, die teilweise bis zu 30 Prozent betragen.

Wetterbedingt kann das UV-Tagesmaximum vor beziehungsweise nach 12 Uhr MEZ liegen. Für eine Bestimmung des Jahresmaximums und des Jahreszeitraumes mit hoher UV-Belastung wird daher ergänzend der UV-Index (UVI) herangezogen. Der

Abbildung 3: Jahresverlauf der erythemwirksamen Bestrahlungsstärke E_{ery} in W/m^2 jeweils um 12 Uhr MEZ eines Tages in Neuherberg (NH, schwarz) und Zingst (ZI, blau). Quelle: BfS.

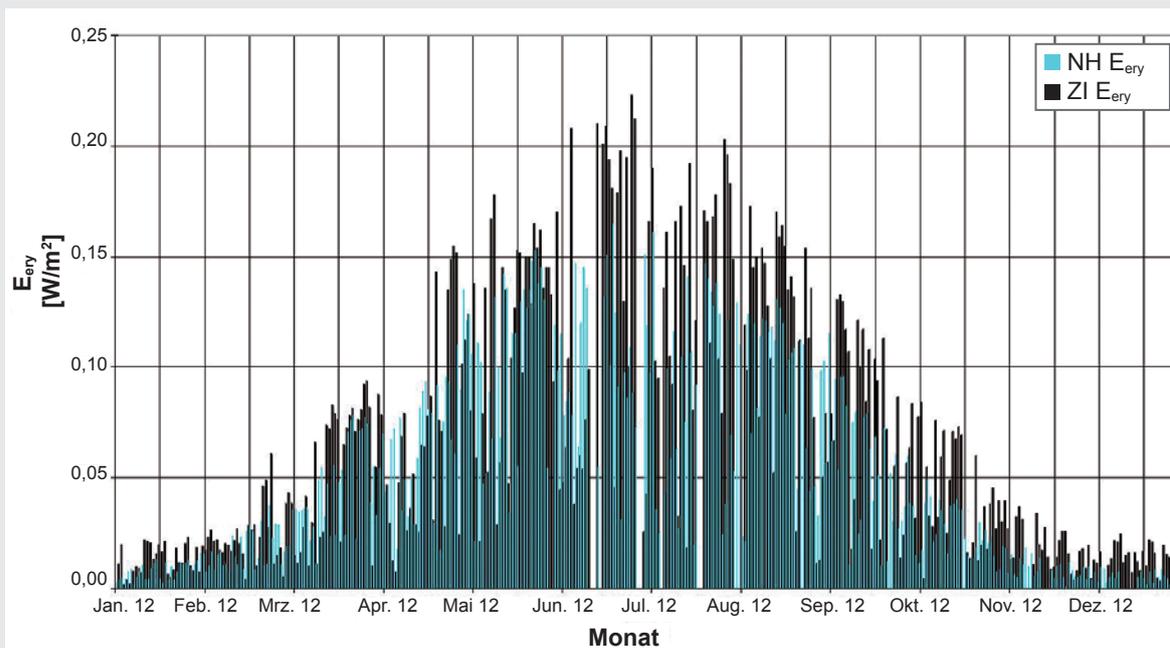
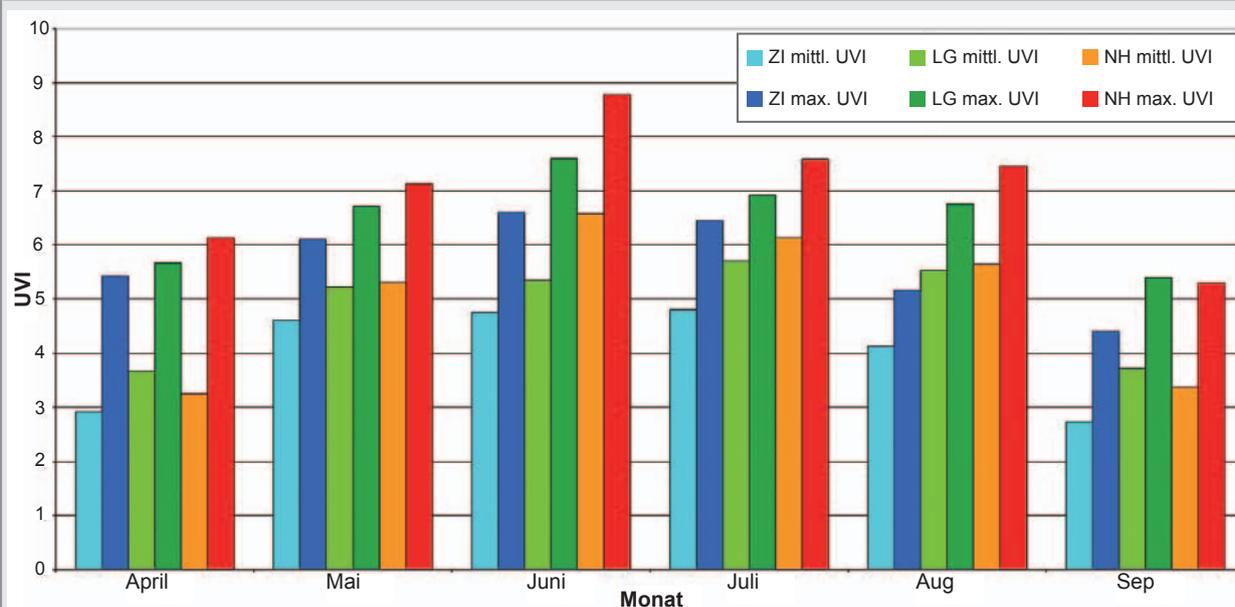


Abbildung 4: An den verschiedenen Standorten Zingst (ZI), Langen (LG) und Neuherberg (NH) gemessene maximale und mittlere UVI-Werte pro Monat zwischen April und September 2012. Quelle: BfS.



UVI ist ein Maß für die maximale erythemgewichtete UV-Bestrahlungsstärke am Tag und nicht, wie in der oberen Darstellung (**Abbildung 3**), die Bestrahlung zu einer bestimmten Uhrzeit. Eingegrenzt auf den Jahreszeitraum möglicher hoher UV-Belastung ($UVI > 5$) von April bis September sind in **Abbildung 4** die maximalen und mittleren UV-Indexwerte für die Stationen Zingst (Norddeutschland), Langen (mittleres Deutschland) und Neuherberg (Süddeutschland) dargestellt, jeweils bezogen auf einen Monat. Zum einen sind die großen Schwankungen innerhalb eines Monats deutlich zu erkennen, zum anderen die im Jahr länger anhaltende Überschreitung des UVI von 5, das heißt, eine nach WHO-Klassifizierung hohe UV-Belastung (WHO 2002).

Es fällt auf, dass sich im Frühjahr mittlere und maximale UVI-Werte bis um den Faktor 2, im Sommer bis um den Faktor 1,5 unterscheiden. Der mittlere UVI-Wert im Sommer ist im Süden Deutschlands um circa 17 Prozent, das UVI-Maximum bis zu 30 Prozent höher als im Norden.

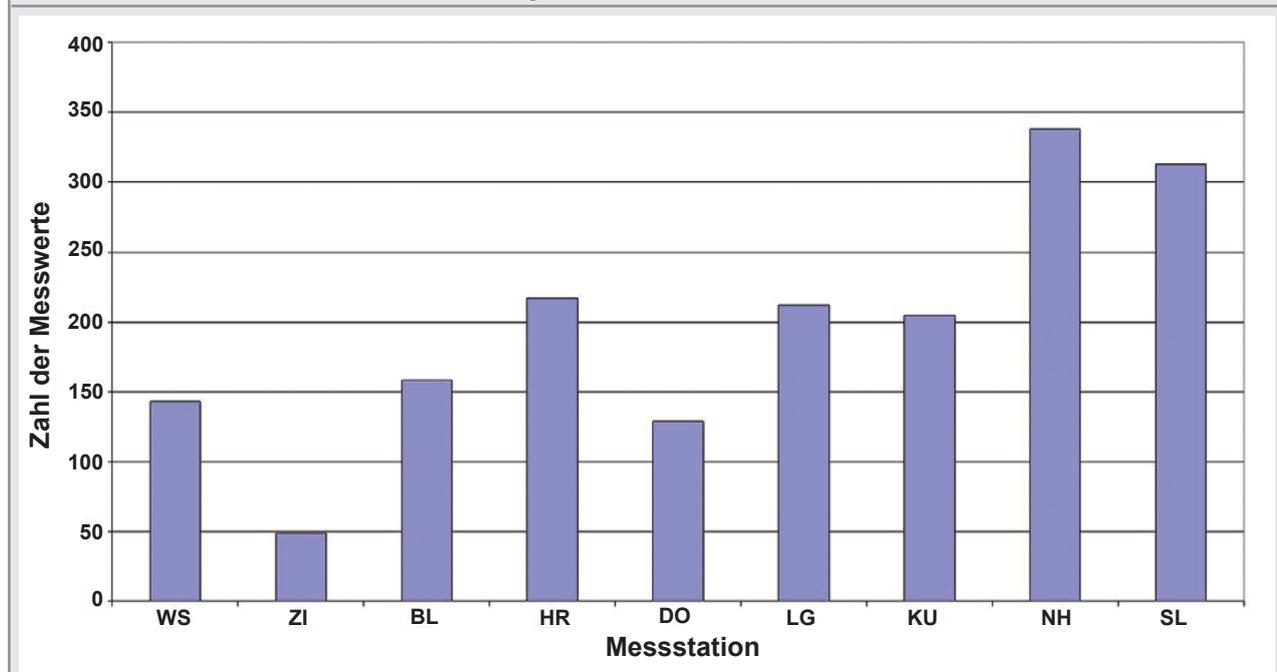
Neben der erythemwirksamen Bestrahlungsstärke ist für die gesundheitliche Gefährdung weiterhin entscheidend, in welchem Zeitraum die UV-Strahlung auf den Menschen einwirkt, das heißt welcher

UV-Dosis sich der Mensch aussetzt. Nach den bereits aufgeführten eher singulären Ereignissen ist es notwendig, die UV-Belastung für das gesamte Jahr einzuschätzen. In **Abbildung 5** sind für alle Stationen die Anzahl der Halbstundenwerte im Jahr aufgeführt, in denen die UV-Dosis den Betrag einer minimalen erythemwirksamen Dosis für den Hauttyp II (250 J/m^2) übersteigt. Es ist zu beobachten, dass im Süden Deutschlands nahezu doppelt so viele dieser erhöhten Halbstundenwerte vorliegen wie im Norden und in der Mitte.

In **Abbildung 6** sind die erythemwirksamen Jahresdosiswerte für den Norden (Zingst), die Mitte (Langen bzw. Kulmbach) und den Süden (Neuherberg) dargestellt. Wie zu erwarten, werden in Zingst die niedrigsten und in Neuherberg die höchsten Werte gemessen. Im Jahr 2012 waren im Vergleich zu Zingst die Jahresdosiswerte in Langen um 10 Prozent und in Neuherberg um 20 Prozent höher. Über den gesamten dargestellten Zeitraum lagen die Mittelwerte für die einzelnen Jahre an der Station Langen um 7 Prozent und an der Station Neuherberg um 17 Prozent höher als an der Station Zingst.

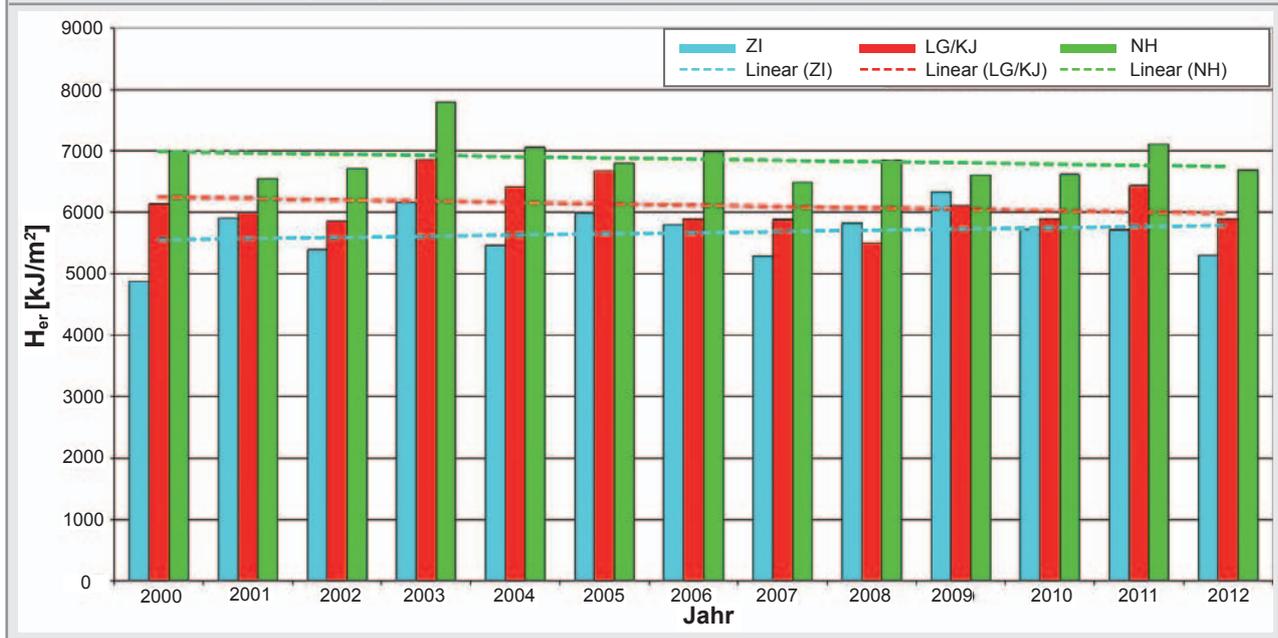
Im Rahmen einer Regressionsanalyse wurde für die erythemwirksamen Jahresdosiswerte der lineare

Abbildung 5: Zahl der Messwerte für den Zeitraum des Jahres 2012, innerhalb derer die erythemwirksamen Halbstundenwerte den Wert von 250 mW/m^2 erreicht beziehungsweise überschritten haben. Quelle: BfS.



Messstationen: WS = Westerland/Sylt, ZI = Zingst, BL = Berlin/Lindenberg, HR = Hannover/Rinteln, DO = Dortmund, LG = Langen, KU = Kulmbach, NH = Neuherberg bei München, SL = Schauinsland.
Die Messwerte der Station Norderney wurden nicht in die Grafik aufgenommen, da im entsprechenden Zeitraum bedingt durch mehrere Ausfälle der Messgeräte eine Auswertung nicht möglich war.

Abbildung 6: Mittlere Jahressummen der erythemgewichteten UV-Strahlung H_{er} für den Zeitraum 2000 bis 2012 für den Norden, die Mitte und den Süden Deutschlands, gemessen an den Stationen Zingst (ZI), Langen (LG)/Kulmbach (KU) und Neuherberg (NH). Kulmbach wurde in die Grafik mit aufgenommen, da Langen in den Jahren 2007 bis 2012 mehrere Messausfälle hatte, durch die die jeweilige mittlere Jahressumme für die Station nicht berechnet werden konnte. Quelle: BfS.



Trend für jede einzelne Station über den dargestellten Zeitraum ermittelt. Die Kurven sind gestrichelt in der Grafik mit aufgeführt. Bei den Werten von Zingst ist ein leichter Anstieg und bei denen von Langen und Neuherberg ein leichter Abfall zu beobachten; mit einem Bestimmtheitsmaß jeweils bei etwa $R=0,05$. Dies entspricht nur einer geringen Genauigkeit, ein signifikanter Trend ist demnach nicht daraus abzuleiten. Allerdings ist mit einem signifikanten Anstieg durch längere Sonnenscheindauern infolge des Klimawandels zu rechnen.

Bei allen vorgestellten Bewertungen ist zu beachten, dass die Messungen der bodennahen solaren UV-Strahlung üblicherweise und auch im UV-Messnetz des BfS/UBA mit horizontal ausgerichteten Empfängerflächen durchgeführt werden. Dies ist historisch auf den zunächst meteorologisch relevanten Ansatz zurückzuführen. Für eine exakte Erfassung der UV-Exposition des Menschen ist zu berücksichtigen, dass der menschliche Körper über gekrümmte Hautoberflächen verfügt, die bereichsweise senkrecht zur Sonne ausgerichtet sind (Sonnenterrassen). Neuere Veröffentlichungen legen den Schluss nahe, dass die UV-Messwerte bei einer geneigten Empfängerfläche abhängig vom Sonnenstand um 20 Prozent und mehr erhöht sein können als bei einer horizontal ausgerichteten Fläche (Sandmann 2006).

Literatur

Albert A, Rupprecht W, Mayer I et al. (2013): Monitoring the solar UV-B radiation in the north of Munich: A comparison of two sites. In: Radiation Process in the Atmosphere and Ocean IRS2012. AIP Conf. Proc 1531: 780–783.

Baldermann C, Grosche B (2012): „Sonne – aber sicher!“ – UV-Schutzkampagnen in Deutschland. In: UMID 2: 59–63.

De Gruijl FR (2000): Biological action spectra. In: McKinlay AF, Repacholi MH (Hrsg.): In: Radiation Protection Dosimetry, Vol 91 Nos.1–3: 57–63.

DWD (2005): Ozonbulletin des Deutschen Wetterdienstes. Ausgabe Nr. 104. 04. Mai. http://www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Forschung/FEHP/OZON/DL/OZON_BULLETTIN/2005/Ozonbulletin_105_0506_de_pdf,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Ozonbulletin_105_0506_de_pdf.pdf (Abrufdatum: 31.01.2014).

Gröbner J, Schreder J, Kazadzis S et al. (2004): Quality assurance of spectral ultraviolet measurements in Europe through the development of a transportable unit (QASU-ME) – Report of site visits. Round 2004 EUR 21398 EN European Commission.

Kraywinkel K, Wolf U, Katalinic A (2012): Hautkrebs – Epidemiologie und Früherkennung. In: UMID 2: 30–34

McKinlay AF and Diffey BL (1987): A reference spectrum for UV induced erythema in human skin. In: CIE Journal 6: 17–22.

Sandmann H, Stick C (2006): Körperflächenbezogene UV-Dosimetrie solarer UV-Strahlung an Tagen mit durchbrochener Bewölkung. Abschlussbericht zum BfS-Forschungsvorhaben StSch 4289.

Schönwiese C (2008): Klimatologie. 3. Auflage. Stuttgart.

SSK (1996): Praktische Anwendung des UV Index. Stellungnahme mit Anhang: Unterrichtung der Bevölkerung über die gesundheitlichen Auswirkungen/Risiken der solaren UV-Strahlung.

Steinmetz M (1997): Continuous solar UV monitoring in Germany In: Photochem Photobiol B 41: 181–187.

Steinmetz M, Matthes R, Hofmann P, Brix G (2001): Erfassung und strahlenhygienische Bewertung der solaren UV-Exposition in Deutschland. In: Z.Med.Phys 11: 227–235.

WHO (1994): Environmental Health Criteria 160: Ultraviolet Radiation. World Health Organization. Geneva.

WHO (2002): Global Solar UV Index: A Practical Guide. A joint recommendation of the World Health Organization, World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme, and the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. World Health Organization. Geneva.

Kontakt

Dr. Manfred Steinmetz
Bundesamt für Strahlenschutz
Fachbereich Strahlenschutz und Gesundheit
AG-SG 1.5 Optische Strahlung
85762 Oberschleißheim
E-Mail: msteinmetz[at]bfs.de

[BfS]

Neue Broschüre »Krebs in Deutschland« im Dezember 2013 erschienen

New brochure »Cancer in Germany« published in December 2013

Manuela Franke, Antje Wienecke

Abstract

The German Centre for Cancer Registry Data (ZfKD) at the Robert Koch Institute (RKI) and the Association of Population-based Cancer Registries in Germany (Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland (GEKID) have jointly published the new brochure »Cancer in Germany 2009/2010« in December 2013. This brochure is available for download in German and forthcoming also in English on the web page of the ZfKD at www.krebsdaten.de.

Zusammenfassung

Das Zentrum für Krebsregisterdaten (ZfKD) im Robert Koch-Institut (RKI) hat im Dezember 2013 gemeinsam mit der Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (GEKID) die neue Broschüre »Krebs in Deutschland 2009/2010« veröffentlicht. Auf der Webseite des ZfKD steht diese Publikation in deutscher und in Kürze auch in englischer Sprache zum Download zur Verfügung (www.krebsdaten.de).

Ende 2013 hat das Zentrum für Krebsregisterdaten (ZfKD) im Robert Koch-Institut (RKI) gemeinsam mit der Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (GEKID) erneut eine Publikation »Krebs in Deutschland« veröffentlicht (RKI, GEKID 2013; **Abbildung 1**).

Herausgegeben wird diese Broschüre etwa alle zwei Jahre, zuletzt im Februar 2012. Die nun vor-

liegende 9. Ausgabe basiert auf den anonymisierten Daten der epidemiologischen Krebsregister (EKR) der Bundesländer bis zum Jahr 2010. Mit dem Beginn der Erfassung der Krebsneuerkrankungen in Baden-Württemberg im Jahr 2009 erfolgt die epidemiologische Krebsregistrierung in Deutschland nun flächendeckend. Insgesamt sind ungefähr 90 Prozent der für 2010 geschätzten Erkrankungsfälle real in den Registern erfasst worden. Solange nicht alle EKR die Meldedaten zu Krebsneuerkrankungen in den Ländern vollzählig erfassen, müssen für bundesweite Auswertungen die Zahlen der jährlichen Krebsneuerkrankungen weiter vom ZfKD auf der Basis der vollzählig erfassenden Register geschätzt werden. Mittlerweile erfassen nach Berechnungen des ZfKD schon neun epidemiologische Krebsregister die Meldedaten vollzählig.

Neue Inhalte

In der aktuellen Ausgabe der Broschüre sind drei Kapitel, zum Vulvakarzinom und zum Pleuramesotheliom sowie zu seltenen Lokalisationen und zum nicht-melanotischen Hautkrebs, neu hinzugekommen. Dargestellt werden nun Ergebnisse zu 26 verschiedenen Krebsarten und zu Krebs gesamt. Sowohl wichtige Maßzahlen zu Erkrankungshäufigkeit und Sterblichkeit als auch Angaben zu Erkrankungs- und Sterberisiken sind in den einzelnen

Abbildung 1: Titelseite der Broschüre »Krebs in Deutschland 2009/2010« (RKI, GEKID 2013). Quelle: Agentur consalis-media, Berlin.



Kapiteln tabellarisch zusammengefasst. Grafiken zeigen Trendverläufe, Überlebensaussichten und die Verteilung der Tumorstadien bei Erstdiagnose. In grafischen Darstellungen werden außerdem regionale und internationale Vergleiche der Neuerkrankungs- und Sterberaten präsentiert.

Texte zu Risikofaktoren und Früherkennungsmaßnahmen, aktualisiert vom Krebsinformationsdienst des Deutschen Krebsforschungszentrums Heidelberg, komplettieren die einzelnen Kapitel. Krebs-erkrankungen bei Kindern werden, wie gewohnt, vom Deutschen Kinderkrebsregister Mainz in einem eigenen Abschnitt beschrieben.

Aktuelle Zahlen

Nach aktueller Schätzung des ZfKD erkrankten im Jahr 2010 in Deutschland etwa 477.300 Menschen neu an Krebs. 252.400 Männer und 224.900 Frauen waren davon betroffen. Mit circa 65.830 Fällen ist, wie bisher, Prostatakrebs die häufigste Krebserkrankung bei Männern. Frauen erkrankten am häufigsten an Brustkrebs, circa 70.340 Fälle waren es im Jahr 2010. Darm- und Lungentumoren sind mit insgesamt etwa 62.430 beziehungsweise 52.070 Neuerkrankten die zweit- und dritthäufigste Krebs-

erkrankung in Deutschland (**Abbildung 2**). Laut Schätzungen des ZfKD ist damit zu rechnen, dass ungefähr eine halbe Million Menschen im Jahr 2014 in Deutschland neu an Krebs erkranken werden.

Für Hoden- und Schilddrüsenkrebs sowie für das maligne Melanom der Haut sind die relativen 5-Jahres-Überlebensraten nach Behandlung der jeweiligen Krebserkrankung sehr günstig, bei Lungen-, Leber- und Bauchspeicheldrüsentumoren sowie dem Mesotheliom der Pleura sind diese dagegen immer noch sehr ungünstig.

Die Sterbedaten in der Broschüre basieren auf den Daten des Statistischen Bundesamtes in Wiesbaden. Nach dessen amtlicher Todesursachenstatistik verstarben 117.855 Männer und 100.403 Frauen im Jahr 2010 in Deutschland an einer Krebserkrankung. Männer starben am häufigsten an Lungen-, Darm- und Prostatumoren, Frauen hingegen an Brust-, Lungen- und Darmkrebs.

Interaktive Datenbank

Seit Dezember 2013 steht auch die interaktive Datenbank des Zentrums für Krebsregisterdaten auf der Webseite unter www.krebsdaten.de (**Abbildung 3**)

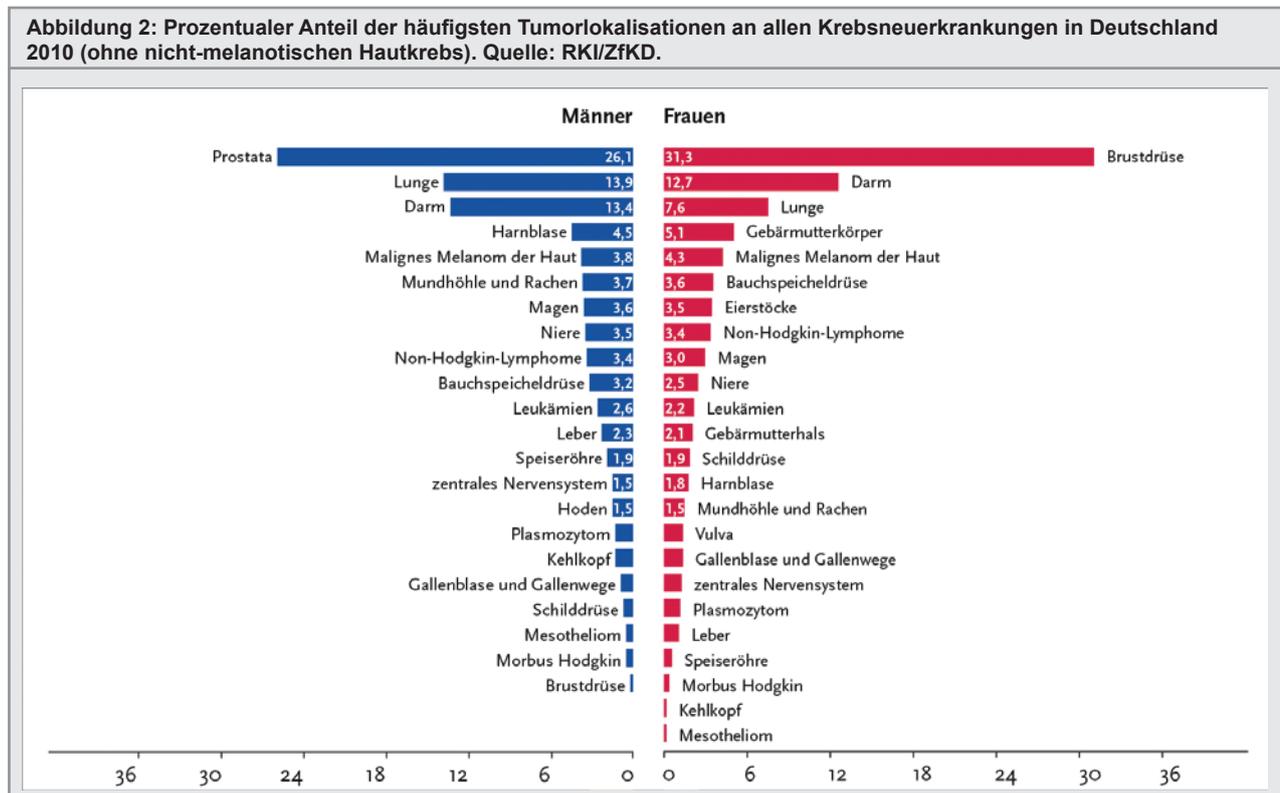
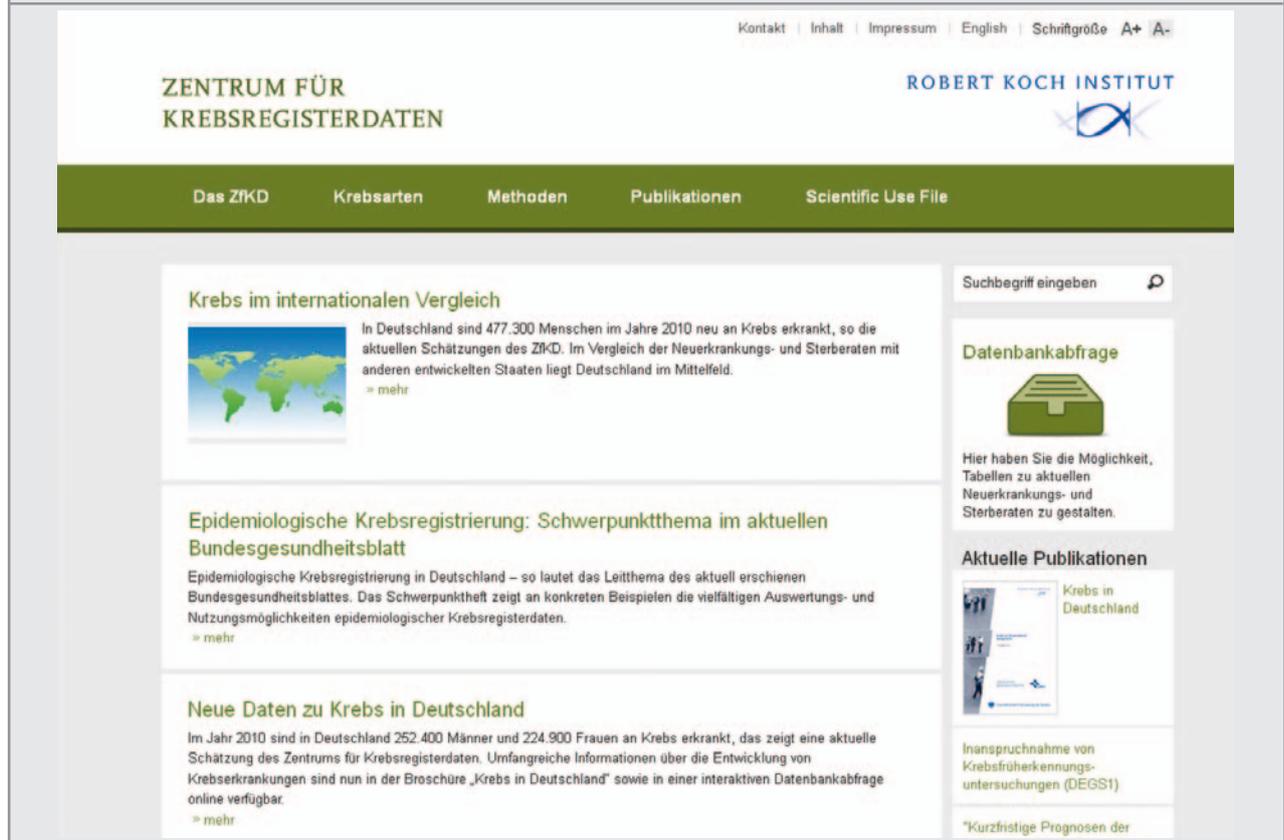


Abbildung 3: Internetseite des Zentrums für Krebsregisterdaten mit Zugang zur interaktiven Datenbank unter www.krebsdaten.de (Abrufdatum: 16.01.2014).



zur Verfügung. Verschiedene Auswahlkriterien ermöglichen eigene Auswertungen und somit eine eigene Bearbeitung individueller Fragestellungen. Es können Statistiken zur Erkrankungshäufigkeit und Sterblichkeit, zu Prävalenz und Überleben selbst zusammengestellt werden. Die Basis dafür bilden auch hier die anonymisierten Daten aus den epidemiologischen Krebsregistern der Bundesländer. Angaben zur Sterblichkeit sind der amtlichen Todesursachenstatistik des Statistischen Bundesamtes entnommen. Die Daten dieser Krebsdatenbank werden jährlich vom ZfKD aktualisiert und erweitert.

Bezugsmöglichkeiten

Printexemplare der Broschüre »Krebs in Deutschland 2009/2010« können über krebsdaten@rki.de kostenlos bestellt oder von der Webseite des ZfKD unter der Webadresse www.krebsdaten.de heruntergeladen werden.

Literatur

RKI, GEKID (2013): Krebs in Deutschland 2009/2010. 9. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und die Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (Hrsg). Berlin.

Kontakt

Manuela Franke (Dipl.-Dokumentarin)
Robert Koch-Institut
Zentrum für Krebsregisterdaten
General-Pape-Straße 62–66
12101 Berlin
E-Mail: [krebsdaten\[at\]rki.de](mailto:krebsdaten[at]rki.de)

[RKI]

Entwicklung früherkennungsrelevanter Krebserkrankungen seit den 1970er Jahren in Deutschland

Long-term development of cancer sites related to early detection in Germany since 1970

*Jörg Haberland, Ute Wolf, Nadia Baras, Stefan Dahm,
Antje Wienecke, Klaus Kraywinkel*

Abstract

National incidence rates of cancer sites related to early detection are estimated for the first time from 1970 until now using local cancer registry data of Germany. These data are annually transmitted in anonymized form to the Centre for Cancer Registry Data at the Robert Koch Institute (RKI). Under these sites, breast cancer incidence rates in women and prostate cancer incidence rates in men showed in absolute numbers the highest increase since 1970. Regarding percentage changes, the age-standardized incidence rates of malignant melanomas of the skin increased the most. However, the standardized mortality rates for all cancer sites analyzed here, with the exception of skin melanoma, are decreasing since the 1990s.

Zusammenfassung

Auf der Basis regionaler deutscher Krebsregisterdaten, die inzwischen jährlich in anonymisierter Form von den epidemiologischen Krebsregistern der Länder an das Zentrum für Krebsregisterdaten (ZfKD) im Robert Koch-Institut (RKI) übermittelt werden, wurden erstmals bundesweite Krebsinzidenzraten mit Vertrauensintervallen ab 1970 geschätzt, die im Zusammenhang mit der Früherkennung stehen. Unter diesen weisen Brustkrebs bei Frauen und Prostatakrebs bei Männern seit den 1970er Jahren bis dato die höchsten absoluten Zuwächse in den altersstandardisierten Erkrankungsdaten auf. Prozentual betrachtet sind jedoch die entsprechenden Raten beim malignen Melanom der Haut am stärksten gestiegen, allerdings auf einem insgesamt vergleichsweise niedrigen Niveau. Die standardisierten Mortalitätsraten der betrachteten Lokalisationen sind, mit Ausnahme des malignen Melanoms der Haut, seit den 1990er Jahren rückläufig.

Hintergrund

Rund ein Viertel aller jährlichen Sterbefälle in Deutschland sind auf bösartige Neubildungen zurückzuführen. Das unterstreicht die nach wie vor große gesundheitspolitische Relevanz von Krebserkrankungen. Aktuelle Zahlen zur Krebsinzidenz wurden Ende 2013 vom Zentrum für Krebsregisterdaten (ZfKD) im Robert Koch-Institut (RKI) gemeinsam mit der Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. in der 9. Ausgabe der Broschüre »Krebs in Deutschland« publiziert (RKI, GEKID 2013; s. auch den Beitrag dazu in dieser UMID-Ausgabe S. 18ff.). Aufgrund der alternden Bevölkerung und dem zu erwartenden weiteren Fortschreiten des demografischen Wandels wird die Bedeutung dieser Erkrankungen voraussichtlich noch zunehmen. Im Rahmen des Nationalen Krebsplans haben sich vor einigen Jahren Politik und Verbände mit dem Ziel zusammengeslossen, die Versorgung Krebskranker weiter zu

verbessern. Mit dem Anfang 2013 verabschiedeten Krebsfrüherkennungs- und -registergesetz wurden zentrale Empfehlungen aufgegriffen (u. a. Einladungen zu Früherkennungsuntersuchungen von Gebärmutterhalskrebs und Darmkrebs). Die von den gesetzlichen Krankenkassen in Deutschland finanzierten Früherkennungsmaßnahmen betreffen derzeit Tumoren der Haut, des Darms (Männer und Frauen), der Gebärmutter und der Brustdrüse bei Frauen (organisiertes Screening) sowie die Tastuntersuchung der Prostata bei Männern.

Bei der Prüfung der Wirksamkeit von Krebsfrüherkennungsmaßnahmen auf Bevölkerungsebene sind die Todesursachenstatistiken der Statistischen Ämter sowie die Erkrankungsdaten der epidemiologischen Krebsregister von wesentlicher Bedeutung. Die Mortalitätsstatistik wird in Deutschland seit Jahrzehnten kontinuierlich und flächendeckend

Tabelle 1: Rekodierungen nach ICD bei ausgewählten Krebslokalisationen.		
Lokalisation	ICD-8 / ICD-9	ICD-10
Prostata	185	C61
Brust	174	C50
Darm	153–154	C18–C21
Malignes Melanom der Haut	172	C43
Gebärmutterhals	180	C53

erhoben. Auch die bevölkerungsbezogene Krebsregistrierung in Deutschland hat eine überaus lange Tradition, allerdings mit einer wechselvollen Geschichte. Erst seit 2009 besteht in allen Bundesländern eine flächendeckende Krebsregistrierung. Für die Zeit davor stehen Erkrankungsdaten regionaler epidemiologischer Krebsregister zur Verfügung, aus denen sich nationale Krebsinzidenzen schätzen lassen. In der oben genannten Broschüre „Krebs in Deutschland“ werden die Daten aus methodischen Gründen aktuell nur über einen Zeitraum von 12 Jahren betrachtet. Damit wird der zunehmenden Verbesserung der Datenlage seit Ende der 1990er Jahre Rechnung getragen und inhaltlich ein Schwerpunkt auf aktuelle Ergebnisse und Trends gelegt.

Für eine umfassende Bewertung des Krebsgeschehens ist jedoch auch eine langfristige Betrachtung der Inzidenzentwicklung sinnvoll. Zuverlässige regionale Krebsregisterdaten liegen für einige Regionen in Deutschland auch für frühere Jahrzehnte vor. So wurde in der DDR bereits 1957 ein Nationales Krebsregister gegründet, 1967 nahm im Saarland das erste Register der Bundesrepublik seine Arbeit auf, später folgten die Register in Hamburg und im Regierungsbezirk Münster (Hundsdoerfer 2014). In dem hier vorliegenden Beitrag werden auf Basis der existierenden regionalen Krebsregisterdaten erstmals ab 1970 deutschlandweite Inzidenzen für die im Zusammenhang mit der Früherkennung relevanten Krebserkrankungen geschätzt. Ergänzend wird die ebenso wichtige Entwicklung der entsprechenden Krebsmortalität präsentiert und bewertet.

Datenbasis

Die Grundlage für die Mortalitätsanalysen bilden die vom Statistischen Bundesamt jährlich publizierten alters- und geschlechtsspezifischen Daten der Todesursachenstatistik zu bösartigen Neubil-

dungen in Deutschland ab 1970 bis 2010. In diesem Zeitraum erfolgte die Kodierung der Todesursachen bis 1978 auf der Basis der „International Classification of Diseases“ (ICD) in der 8. Revision, danach erfolgte ein Wechsel auf die ICD-9. Dieser Wechsel und das ab 1998 neu eingesetzte und bis heute gültige Klassifikationsschema ICD-10 erfordert Rekodierungen der hier betrachteten Krebslokalisationen, die in **Tabelle 1** detailliert dargestellt sind.

Die Basis für die Inzidenzanalysen bilden die Daten der regionalen epidemiologischen Krebsregister Deutschlands, die im jeweiligen Zeitraum der Analysen eine möglichst vollzählige Erfassung aller aufgetretenen Erkrankungsfälle aufweisen. Für den Zeitraum bis 1989 sind das die Daten des Krebsregisters Saarland und die des ehemaligen Nationalen Krebsregisters der DDR (Schön et al. 1995). Für den Zeitraum zwischen 1990 und 1998 werden die Daten der Krebsregister aus dem Saarland, aus Hamburg und Münster verwendet. Ab 1999 bis dato werden diejenigen Krebsregisterdaten berücksichtigt, die auch für die jährlichen Vollzähligkeitsschätzungen des RKI über diesen Zeitraum als Referenzregisterdaten dienen. Diese Referenzregister wurden im Rahmen einer Arbeitsgruppe festgelegt, die aus einem Workshop zur Vollzähligkeitsschätzung heraus im Jahr 2010 entstanden ist. Hierbei handelt es sich um die Krebsregisterdaten aus dem Saarland, Hamburg, Münster, Bremen und Sachsen (RKI, GEKID 2013).

Die der Mortalität und Inzidenz zugrundeliegende Bezugsgröße bildet die von den Statistischen Ämtern jährlich fortgeschriebene durchschnittliche Jahres-Wohnbevölkerung, die alle in Deutschland wohnhaften Personen ohne Berücksichtigung ihrer Staatsangehörigkeit einbezieht.

Methoden

Weltweit stehen in vielen Ländern, wenn überhaupt, oft nur regionale Krebsregisterdaten zur Verfügung. In solchen Fällen werden häufig nationale Krebsinzidenzen auf der Basis verlässlicher regionaler Daten geschätzt. Die International Agency for Research on Cancer (IARC) schätzt beispielsweise im Rahmen europäischer epidemiologischer Krebsstudien nationale Inzidenzen auf der Basis regionaler Referenzregisterdaten unter Berücksichtigung der jeweiligen Mortalitätsunterschiede (Ferlay et al. 2013). Dabei werden die Quotienten

aus den Indikatoren Inzidenz und Mortalität (I/M) einer Referenzregion mit der nationalen Mortalität multipliziert, um die landesweite Inzidenz zu schätzen. Diese Art der Schätzung basiert auf der Annahme, dass sich die Überlebenseaussichten von Krebspatienten in den einzelnen Regionen nicht voneinander unterscheiden. Da die betreffenden alters-, geschlechts- und lokalisationspezifischen Indikatoren jedoch vielfach starke Schwankungen über die Jahre aufweisen, werden diese zuvor mittels log-linearer Modelle geglättet. Die IARC verwendet hier lineare Trends über relativ kurze Zeiträume. Das RKI hat für längere Zeiträume in der Vergangenheit teilweise quadratische Trends den Indikatoren angepasst (Haberland et al. 2001 und 2010). Doch für Modellierungen über sehr lange Zeiträume sind selbst Polynome zweiten Grades oft nicht flexibel genug. Das National Cancer Institute (NCI) schlägt sogenannte Joinpoint-Modelle vor, die statistisch signifikante Trendänderungen in Zeitreihen aufdecken und anpassen können (Kim et al. 2000). Diese Methode hat im letzten Jahrzehnt nicht nur im Bereich der Krebs Epidemiologie weite Verbreitung gefunden. Sie ermöglicht es, mittels stückweiser linearer Trends die wesentlichen Kurvenverläufe von Indikatoren über lange Zeiträume nachzubilden.

In dem hier vorliegenden Beitrag werden mittels der Joinpoint-Methode die jährlichen alters-, geschlechts- und lokalisationspezifischen Inzidenz- und Mortalitätsraten geglättet, um daraus nationale Inzidenzen zu schätzen. Einige, insbesondere jüngere Altersgruppen weisen allerdings eine zu geringe Mortalität auf, als dass selbst die geglätteten I/M-Quotienten sinnvoll eingesetzt werden könnten. In diesen Altersgruppen wird vereinfachend unterstellt, dass sich das Erkrankungsrisiko in der Referenzregion nicht von der landesweiten unterscheidet. Nationale Inzidenzen werden in diesen Fällen durch die (modellerte) Inzidenzrate der Referenzregion geschätzt. Zur besseren Beurteilung der Genauigkeit der Schätzungen werden zusätzlich Vertrauensbereiche in Form von 95%-Prognoseintervallen mit Hilfe von Bootstrap-Verfahren berechnet und präsentiert (Efron 1979).

Die oben beschriebene Methode zur langfristigen Schätzung der bundesweiten Krebsinzidenz über 40 Jahre unterscheidet sich von der im RKI seit 2010 regelmäßig durchgeführten Analyse für den Zeitraum ab 1999, deren Ergebnisse detailliert in der Broschüre »Krebs in Deutschland« sowie auf der

Homepage des ZfKD publiziert werden (RKI, GEKID 2013). Diese Berechnungen basieren sowohl auf beobachteten Inzidenzen aus Regionen mit vollzähliger Erfassung als auch auf Schätzungen für diejenigen Regionen, in denen deren Vollzähligkeit für die jeweilige Krebsart als unvollständig eingeschätzt wird (Kraywinkel et al. 2014). Dadurch können sich die in der Broschüre präsentierten Ergebnisse von den im vorliegenden Beitrag dargestellten Schätzungen der langfristigen Inzidenzentwicklung unterscheiden.

Ergebnisse

Abbildung 1 zeigt die Verläufe der auf die alte Europabevölkerung altersstandardisierten, geschätzten Inzidenzraten pro 100.000 der Bevölkerung seit 1970 bezüglich der in Deutschland für die Früherkennung relevanten Krebserkrankungen.

Unter den dargestellten Krebslokalisationen weisen Prostatakrebs bei Männern und Brustkrebs bei Frauen seit 1970 die höchsten absoluten Zuwächse in den altersstandardisierten Erkrankungsraten auf, wobei der Anstieg bei Brustkrebs mit der schrittweisen Einführung des organisierten Mammographie-Screenings ab 2005 zunächst noch deutlicher wurde. Prostatakrebs hat sich aufgrund des starken Anstiegs inzwischen zur häufigsten Krebserkrankung bei Männern entwickelt, allerdings ist seit etwa 2003 kein weiterer Anstieg mehr zu erkennen.

Die Inzidenzraten an Darmkrebs sind bei beiden Geschlechtern ab 1970 über 20 Jahre angestiegen mit einem jeweils höheren Niveau bei Männern. Seit den 1990er Jahren stagnieren die Raten jedoch und sind im letzten Jahrzehnt sogar teilweise leicht rückläufig.

Die geschätzte Inzidenzrate an Gebärmutterhalskrebs ist über den gesamten Beobachtungszeitraum rückläufig.

Die altersstandardisierten Inzidenzraten am malignen Melanom waren bei beiden Geschlechtern in den 1970er Jahren in Deutschland überaus niedrig, sind aber seitdem innerhalb der betrachteten Lokalisationen prozentual am stärksten gestiegen, wobei es zwischen den Geschlechtern über diesen Zeitraum kaum signifikante Unterschiede gibt.

Die Entwicklung der altersstandardisierten Mortalitätsraten aller in diesem Beitrag untersuchten

Krebserkrankungen ist in **Abbildung 2** dargestellt. Anders als in **Abbildung 1** sind hier auch die jährlichen beobachteten Raten aufgeführt.

Die aufgeführten Krebstodesursachen weisen zumindest seit den 1990er Jahren überwiegend rückläufige Raten auf. Nur die standardisierten Sterberaten am malignen Melanom zeigen einen dauerhaft ansteigenden Trend bei beiden Geschlechtern, allerdings auf einem insgesamt immer noch relativ niedrigen Niveau.

Diskussion

Die präsentierten und bis ins Jahr 1970 zurückreichenden Krebsinzidenzschätzungen basieren über

die Jahre auf unterschiedlich zusammengesetzten Referenzregistern. So beruhen die Schätzungen für den Zeitraum 1970 bis 1990 überwiegend auf den Daten des DDR-Registers, während im folgenden Zeitraum (1991–1998) die neuen Bundesländer aufgrund der nach der Wende vorübergehend schlechteren Erfassungsqualität nicht vertreten waren. Da sich die Überlebensraten in Ost und Westdeutschland vor der Wende teilweise deutlich unterschieden (Schön et al. 1999), ergeben sich hierdurch auch Brüche im Zeitverlauf des I/M-Quotienten, der den Schätzungen zugrundeliegt. Abrupte Änderungen in den geschätzten Inzidenzraten, wie sie beispielsweise bei Brustkrebs um das Jahr 1990 zu erkennen sind, sollten daher eher als Artefakte bewertet werden und nicht als ein plötzlich geändertes Erkrankungsrisiko. Für den Zeitraum vor 1990 ist außerdem zu

Abbildung 1: Langfristige Entwicklung geschätzter (gestrichelte Linien mit Symbolen) altersstandardisierter Inzidenzraten ausgewählter Krebserkrankungen in Deutschland von 1970 bis 2010 mit 95%-Prognoseintervallen als gepunktete Linien. Standard: alte Europabevölkerung.

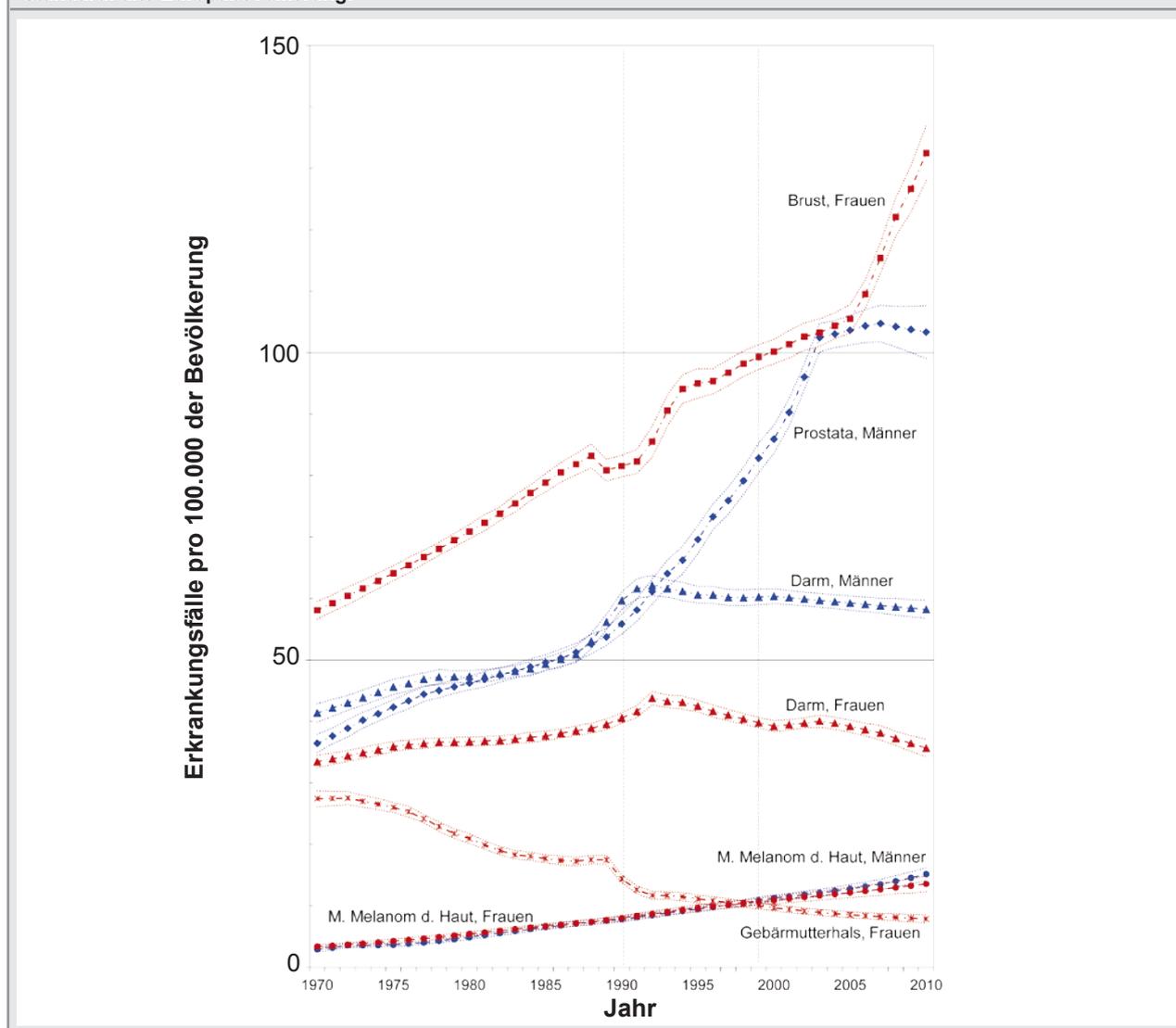
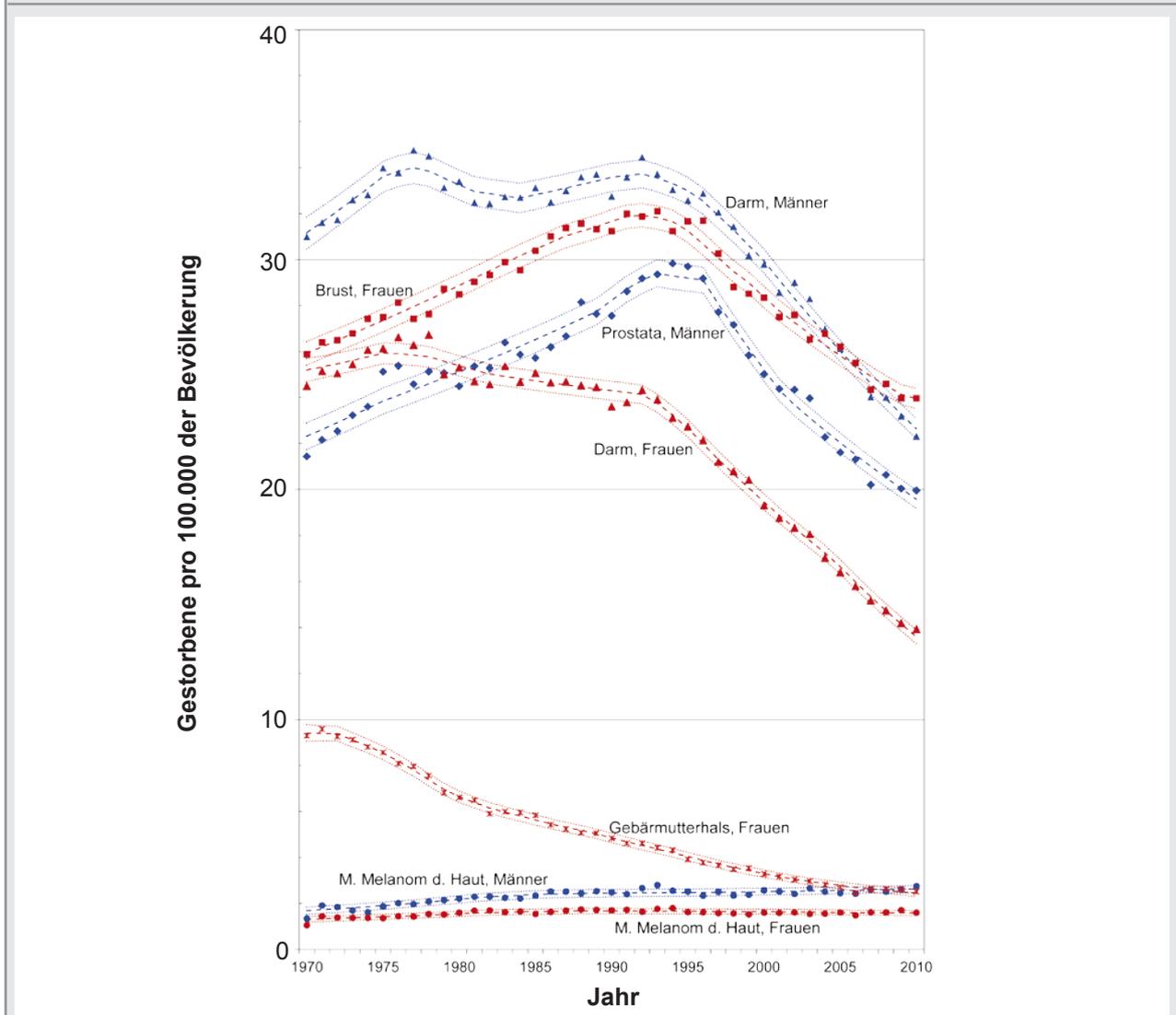


Abbildung 2: Langfristige Entwicklung beobachteter (Symbole) und modellierter (gestrichelte Linien) standardisierter Mortalitätsraten ausgewählter Krebserkrankungen in Deutschland von 1970 bis 2010 mit 95%-Prognoseintervallen als gepunktete Linien. Standard: alte Europabevölkerung.



beachten, dass die Krebssterblichkeit Älterer in der DDR zu niedrig erfasst wurde (Schön et al. 1995). Daher sollte man auch hier von möglichen Trendänderungen in der Krebsmortalität ab 1990, zumindest in den oberen Altersklassen, ausgehen. Das hat auch Auswirkungen auf die Inzidenzschätzungen, da in diesem Fall die alters-, geschlechts-, lokalisations- und jahresspezifischen I/M-Quotienten nicht in allen Regionen Deutschlands gleich wären. Trotz dieser methodisch bedingten Einschränkungen lassen die geschätzten Inzidenzraten erstmals über einen derart langen Zeitraum die langfristigen Änderungen in den Krebserkrankungsraten in Deutschland erkennen. Gemeinsam mit der Betrachtung der Krebsmortalitätsraten über rund vier Jahrzehnte ist eine umfassendere Analyse und Bewertung des Krebsgeschehens in Deutschland möglich, als es die

bisherigen kurzfristigeren Analysen allein erlauben. Letztere, die in der Broschüre »Krebs in Deutschland« periodisch publiziert werden, bieten dagegen die Möglichkeit, kurzfristige Änderungen in den Krebsinzidenzen, wie sie etwa in den ersten Jahren nach Einführung eines Früherkennungsprogramms zu erwarten sind, abzubilden, da sie auf Modellierungen weitgehend verzichten.

Die geschätzten Inzidenzraten des malignen Melanoms zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern über den gesamten Beobachtungszeitraum. Dagegen liegen die entsprechenden Mortalitätsraten bei Männern deutlich über denen bei Frauen. Aus diesem Vergleich wird sichtbar, dass Frauen bezüglich dieser Krebserkrankung

kung bessere Überlebenaussichten haben als Männer (RKI, GEKID 2013).

Der mit der Einführung der intensivierten Früherkennung auf Hautkrebs in Deutschland ab 2008 einhergehende deutliche Anstieg der Erkrankungsmeldungen in den epidemiologischen Krebsregistern wird in der hier präsentierten Inzidenzschätzung nicht deutlich, da die Anzahl der Daten zum Ende des Beobachtungszeitraums für die Joinpoint-Methode noch nicht ausreicht, um automatisiert eine signifikante Trendänderung zu erkennen. Ebenso sind die zuletzt leicht rückläufigen Inzidenzraten beim weiblichen Brustkrebs mit der hier angewandten Methodik noch nicht darstellbar.

Dagegen wird bei der langfristigen Betrachtung deutlicher, dass Inzidenz- und Mortalitätstrends einer Krebserkrankung häufig nicht korrespondieren: Lediglich beim Gebärmutterhalskrebs verlaufen beide Kurven annähernd parallel, während sich die seit Anfang der 1990er Jahre deutlich rückläufige Mortalität beim Prostata-, Brust- und Darmkrebs nicht oder nur teilweise durch eine sinkende Inzidenz erklären lässt. Hier können einerseits Früherkennungseffekte (auch z. B. durch ‚graues‘, also nicht organisiertes PSA [prostataspezifisches Antigen]-Screening auf Prostatakrebs) ebenso eine Rolle spielen wie Fortschritte in der Therapie von Krebserkrankungen.

Fazit

Der vorliegende Beitrag zeigt, dass für Deutschland trotz einiger methodischer Einschränkungen Schätzungen der Krebsinzidenz auch für weiter zurückliegende Zeiträume auf der Basis vorliegender regionaler Krebsregisterdaten möglich sind und zu plausiblen Ergebnissen führen. Dadurch lässt sich auch für Deutschland das Krebsgeschehen auf Bevölkerungsebene über vier Jahrzehnte hinweg analysieren, was nicht nur für die anstehende Bewertung der in Deutschland ergriffenen Krebsfrüherkennungsmaßnahmen mit dem Ziel einer Senkung der Krebssterblichkeit von Bedeutung ist.

Literatur

Efron B (1979): Bootstrap Methods. Another look at the Jackknife. In: *Annals of Statistics* 7: 1–26.

Ferlay J, Steliarova-Foucher E, Lortet-Tieulent J, Rosso S, Coebergh JWW, Comber H, Forman D, Bray F

(2013): Cancer Incidence and mortality patterns in Europe: Estimates for 40 countries in 2012. In: *European Journal of Cancer* 49: 1374–1403.

Haberland J, Bertz J, Görsch B, Schön D (2001): Krebsinzidenzschätzungen für Deutschland mittels log-linearer Modelle. In: *Gesundheitswesen* 63: 556–560.

Haberland J, Bertz J, Wolf U, Ziese T, Kurth BM (2010): German Cancer Statistics 2004. In: *BMC Cancer* 10: 52. <http://www.biomedcentral.com/1471-2407/10/52> (Abrufdatum: 28.01.2014).

Hundsdoerfer G (2014): Epidemiologische Krebsregister in Deutschland. Historie im Wandel rechtlicher Vorgaben. In: *Bundesgesundheitsblatt* 57: 7–12.

Kim JH, Yu B, Feuer E (2000): Permutation tests for joinpoint regression with applications to cancer rates. In: *Statistics in Medicine* 19: 335–351.

Kraywinkel K, Bertz J, Laudi A, Wolf U (2012): Epidemiologie und Früherkennung häufiger Krebserkrankungen in Deutschland. Robert Koch-Institut. GBE kompakt 3(4). http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsK/2012_4_Krebserkrankungen.html?nn=3321752 (Abrufdatum: 28.01.2014).

Kraywinkel K, Barnes B, Dahm S, Haberland J, Nennecke A, Stabenow R (2014): Von regionalen Daten zu bundesweiten Aussagen. Die Methoden im Zentrum für Krebsregisterdaten. In: *Bundesgesundheitsblatt* 57: 13–21.

RKI, GEKID (2013): Krebs in Deutschland 2009/2010. 9. Ausgabe. Robert Koch-Institut (Hrsg) und die Gesellschaft der epidemiologischen Krebsregister in Deutschland e.V. (Hrsg). Berlin. http://www.rki.de/Krebs/DE/Content/Publikationen/Krebs_in_Deutschland/krebs_in_deutschland_node.html (Abrufdatum: 28.01.2014).

Schön D, Bertz J, Hoffmeister H (1995): Bevölkerungsbezogene Krebsregister in der Bundesrepublik Deutschland. Robert Koch-Institut. RKI-Schriften, Band 3.

Schön D, Bertz J, Görsch B, Haberland J, Ziegler H, Stegmaier C, Eisinger B, Stabenow R (1999): Entwicklung der Überlebensraten von Krebspatienten in Deutschland. Robert Koch-Institut. Berlin.

Kontakt

Dr. Jörg Haberland
Robert Koch-Institut
Zentrum für Krebsregisterdaten
General-Pape-Straße 62–66
12101 Berlin
E-Mail: [haberlandj\[at\]rki.de](mailto:haberlandj[at]rki.de) oder E-Mail: [krebsdaten\[at\]rki.de](mailto:krebsdaten[at]rki.de)

[RKI]

Berechnung positiver volkswirtschaftlicher Gesundheitseffekte von Fuß- und Radverkehr – Das Berechnungsmodul HEAT

Calculating positive economic health effects from walking and cycling – the HEAT tool

Kilian Frey

Abstract

Promotion of walking and cycling not only have positive effects on the environment but also promotes health. To calculate reduced health costs by cycling and walking, the World Health Organization (WHO) has developed – in the context of the Transport Health and Environment Pan European Programme, THE PEP – the „Health Economic Assessment Tool (HEAT) for Walking and Cycling“. This allows the measure-specific calculation of economic health effects arising from the increase in modal share of walking and cycling. The article explains the operating mode of the calculator.

Zusammenfassung

Die Förderung von Rad- und Fußverkehr kommt nicht nur der Umwelt zugute, sondern wirkt sich auch positiv auf die Gesundheit aus. Zur Berechnung der reduzierten Gesundheitskosten durch Radfahren und Zuzußgehen entwickelte die Weltgesundheitsorganisation (WHO) im Rahmen des Paneuropäischen Programms für Verkehr, Gesundheit und Umwelt (Transport Health and Environment Pan European Programme, THE PEP) das „Health Economic Assessment Tool (HEAT) for Walking and Cycling“. Dieses ermöglicht die maßnahmenspezifische Berechnung volkswirtschaftlicher Gesundheitseffekte, die sich aus der Erhöhung des Radverkehrsanteils und des Fußverkehrsanteils ergeben. Der Beitrag erläutert die Funktionsweise Kalkulators.

Einleitung

Verkehr umweltverträglicher zu gestalten ist seit Jahrzehnten das Bemühen der Umweltpolitik. Während es in vielen Bereichen gelingt, den Ausstoß von Treibhausgasen (z. B. durch Wärmedämmung im Gebäudebereich) und andere umweltschädliche Einflüsse zu mindern, tritt der Verkehrsbereich jedoch auf der Stelle. Effizienzgewinne werden häufig durch das Verkehrswachstum wieder zunichtegemacht. Verkehrsvermeidung wird von Entscheidungsträgern nach wie vor zu einseitig als Gefahr für das Wirtschaftswachstum gesehen. Dabei kann der Umstieg vom Pkw auf das umweltverträglichere Fahrrad auch mit ökonomischen Gewinnen einhergehen. Ausschlaggebend hierfür sind die positiven wirtschaftlichen Gesundheitseffekte.

Bewegungsmangel ist in vielen Regionen der Welt ein gesundheitliches Hauptproblem (vgl. WHO 2013). Aktive Mobilität – also Fuß- und Radverkehr anstelle von Pkw-Nutzung – kann hier Abhilfe schaffen und lässt sich viel besser in den Alltag in-

tegrieren als zum Beispiel das zusätzliche Joggen am Wochenende. Die positiven Gesundheitseffekte aktiver Mobilität sind sehr attraktiv. So wird nun nicht mehr auf das Auto verzichtet, um allein die Umwelt zu schützen, sondern auch um die eigene Gesundheit zu erhalten. Verfolgt ein relevanter Teil der Bevölkerung dieses Ziel, wirkt sich das – über die wirtschaftlichen Gesundheitseffekte hinaus – auch positiv auf die Volkswirtschaft aus.

Paneuropäisches Programm für Verkehr, Gesundheit, Umwelt – THE PEP

Um Umwelt- und Gesundheitsaspekte stärker in die Verkehrspolitik zu integrieren, haben die Mitgliedstaaten der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UNECE) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) 2002 das paneuropäische Programm für Verkehr, Gesundheit und Umwelt (Transport, Health and Environment

Pan-European Programme, THE PEP) beschlossen (www.thepep.org; Abrufdatum: 12.02.2014). Das Programm richtet sich an Staaten aus Europa sowie aus Zentralasien und der Kaukasusregion.

Ein zentrales Anliegen von THE PEP ist die Förderung des Radverkehrs. Daher wurde von der WHO im Rahmen dieses Programms der Kalkulator „HEAT“ entwickelt. Mit Hilfe dieses Tools können die mit der Stärkung des Radverkehrs und auch des Zufußgehens erreichbaren oder erreichten positiven volkswirtschaftlichen Effekte wissenschaftlich belegt und mit Zahlen verdeutlicht werden. Der Kalkulator ermöglicht die maßnahmen-spezifische Berechnung der volkswirtschaftlichen Gesundheitseffekte, die sich aus der Erhöhung des Radverkehrs- und Fußgängeranteils ergeben (Lebensministerium 2010).

Der Kalkulator HEAT

Status Quo und Vorher-/Nachher-Berechnungen

Mit dem Online-Werkzeug HEAT (www.heatwalkingcycling.org; Abrufdatum: 12.02.2014) kann der gesundheitliche Effekt von Zufußgehen und Radfahren ökonomisch bewertet werden. Das Tool unterstützt damit Fachkräfte der Verkehrsplanung, des Regional- und Städtebaus und auch Interessengruppen in den Bereichen Verkehr, Umwelt, Radfahren und Zufußgehen bei Diskussionen und Entscheidungen über Maßnahmen beim Ausbau entsprechender Infrastrukturen. Kurz umrissen kann auf der Grundlage dieser Berechnungen beispielsweise folgende Frage beantwortet werden: Wie hoch ist der volkswirtschaftliche Gewinn in Euro pro Jahr, wenn „X“ Personen jeden Tag „Y“ Kilometer mehr Fahrrad fahren würden. Diese Ergebnisse können zum Beispiel in Kosten-/Nutzen-Analysen für neue Radverkehrsanlagen genutzt werden.

Zwei unterschiedliche Berechnungen lassen sich mit HEAT durchführen:

Zum einen kann der Status Quo berechnet werden. Es kann also der gesundheitsökonomische Nutzen ermittelt werden, der durch das derzeitige Radfahrverhalten (und Zufußgehverhalten) – zum Beispiel in einer Stadt – entsteht.

Zum anderen ist die Berechnung eines Vorher-/Nachher-Szenarios möglich. Dabei wird der Status

Quo mit einem Szenario verglichen, das zum Beispiel durch einen Radwegneubau oder eine Verkehrsberuhigung erreicht werden soll.

Grundlegende Funktionsweise

Das Instrument basiert auf Daten zu den relativen Risiken. Grundlage für die Erarbeitung des Tools waren Daten aus Studien, in denen der statistische Einfluss von körperlicher Betätigung in der Freizeit sowie der üblichen sozioökonomischen Variablen – Alter, Geschlecht, Rauchen und ähnliches – untersucht wurde (WHO 2013: 24f.).

Zur Veranschaulichung: Für regelmäßiges Radfahren als Pendler im Umfang von 3 Stunden pro Woche über 36 Wochen im Jahr betrug das relative Risiko 0,72. In einem gegebenen Jahr erzielen regelmäßige Radfahrer folglich einen schützenden Nutzen von 28 Prozent (1,00 minus 0,72) – das heißt: Bei diesen Personen ist die Sterbewahrscheinlichkeit aufgrund aller Ursachen um 28 Prozent geringer als bei Personen, die nicht Rad fahren. Wird mehr beziehungsweise weniger Rad als in diesem Beispiel gefahren, so verändert sich auch die Sterbewahrscheinlichkeit entsprechend (WHO 2013: 25).

Bei HEAT werden anschließend Sterblichkeitsdaten auf Bevölkerungsebene zur Schätzung der Zahl der Erwachsenen in der Untersuchungsgesamtheit verwendet, von denen angenommen werden kann, dass sie unter normalen Umständen in einem gegebenen Jahr sterben. Als nächstes wird unter Verwendung des korrigierten relativen Risikos berechnet, wie stark sich unter den Personen, die in dieser Untersuchungsgesamtheit in dem vom Benutzer eingegebenen Umfang Rad fahren oder zu Fuß gehen, die Zahl der erwarteten Sterbefälle verringert. Als Ergebnis erhält man eine Schätzung der wirtschaftlichen Einsparungen aufgrund dieser Verringerung der Sterbefälle (WHO 2013: 25). Die grundlegende Funktionsweise des Instruments zeigt **Abbildung 1**.

Benötigte Daten

Bei der Nutzung des Kalkulators sind einige Randbedingungen zu beachten. So kann HEAT nur für größere Bevölkerungsgruppen und nicht für Einzelpersonen angewendet werden. Auch funktioniert der Kalkulator nur bei Erwachsenen und nur bei regelmäßigem Verhalten, wie zum Beispiel Pendeln. Außerdem wird empfohlen, für das Radfahren nur Personen zwischen 20 und 64 Jahren und für das Zufußgehen nur Personen zwischen 20 und 74 Jahren zu berücksichtigen. Sind Gruppen unterdurchschnitt-

lich alt oder jung wird das Ergebnis verfälscht. In solchen Fällen ist es wichtig, die Mortalitätsrate anzupassen, die in hohem Maße vom Alter der Untersuchungsgesamtheit abhängt (vgl. WHO 2013).

Grundsätzlich werden von HEAT die folgenden Daten benötigt:

- Zahl der Personen, die regelmäßig Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurücklegen,
- Zeit, welche die Personen in der Untersuchungsgesamtheit damit verbracht haben, Wege zu Fuß oder mit dem Fahrrad zurückzulegen,
- Zeit, in welcher eine Person Wege zurückgelegt hat,
- Zahl der Wege,
- Zahl der Schritte.

Eine Reihe von Werten sind im Berechnungstool HEAT bereits hinterlegt. Diese können genutzt werden, wenn keine eigenen genaueren Daten vorliegen. Das System stellt Werte zu folgenden Größen bereit:

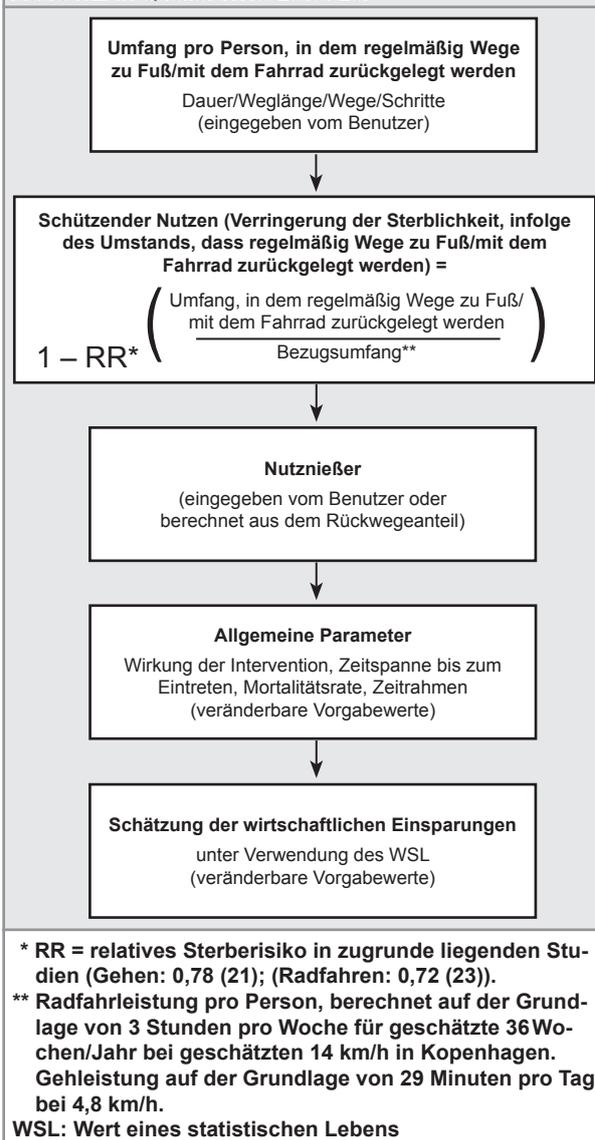
- Mortalitätsrate,
- Wert eines statistischen Lebens (WSL),
- Zeitspanne, für die der durchschnittliche Nutzen berechnet werden soll,
- Diskontsatz.

Zusätzlich können Details zu den Kosten der Förderung von Gehen oder Radfahren eingegeben werden, wenn ein Kosten-/Nutzen-Verhältnis berechnet werden soll. Stehen keine Daten zur Verfügung, müssen Annahmen gemacht werden, beispielsweise zu den erwarteten Auswirkungen einer Verkehrsberuhigung zugunsten von mehr Gehen und Radfahren. Für solche Annahmen werden Vorgabewerte und ihre Quellen bereitgestellt. Erläuterungen und nähere Informationen zu den unterschiedlichen Schritten bei der Verwendung des Instruments finden sich auch auf der Website www.heatwalkingcycling.org (WHO 2013).

Ausblick

Um die Bedeutung von Zufußgehen und Radfahren weiter zu stärken, wird das Berechnungstool HEAT im April 2014 in Paris auf dem internationalen „THE PEP High Level Meeting“ in einer weiterentwickelten Version der Öffentlichkeit vorgestellt.

Abbildung 1: Grundlegende Funktionsweise des Kalkulators HEAT. Quelle: WHO 2013: 26.



Das Umweltbundesamt (UBA) leistet darüber hinaus auch mit der fachlichen Begleitung des Nationalen Radverkehrsplan (NRVP) einen wichtigen Beitrag zur Radverkehrsförderung. Der NRVP wird als gutes Beispiel zur besseren Vereinbarkeit von Verkehr, Umweltschutz und Gesundheitsförderung ebenfalls in Paris vorgestellt werden.

Auf der internationalen Konferenz werden die Ministerinnen und Minister der Bereiche Umwelt, Gesundheit und Verkehr aus den verschiedenen Ländern der Region WHO-Europa außerdem über zentrale Ziele und Lösungsstrategien zur besseren Berücksichtigung von Umwelt- und Gesundheitsaspekten in der Verkehrspolitik beraten und die Ergebnisse in einer gemeinsamen Erklärung – der „Declaration of Paris“ – schriftlich fixieren.

Literatur

Lebensministerium (2010): Masterplan Radfahren. Umsetzungserfolge und neue Schwerpunkte 2011–2015. Lebensministerium. Wien. http://www.lebensministerium.at/dms/lmat/publikationen/masterplan_radfahren/Masterplan%20Radfahren_WEB.pdf?1=1 (Abrufdatum: 27.01.2014).

WHO (2013): Gesundheitsökonomische Bewertungsinstrumente (HEAT) für Gehen und für Radfahren. Weltgesundheitsorganisation. Kopenhagen. <http://www.euro.who.int/de/publications/abstracts/health-economic-assessment-tools-heat-for-walking-and-for-cycling.-methodology-and-user-guide> (Abrufdatum: 12.02.2014).

Kontakt

Kilian Frey
Umweltbundesamt
Fachgebiet I 3.1 „Umwelt und Verkehr“
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau
E-Mail: [kilian.frey\[at\]uba.de](mailto:kilian.frey[at]uba.de)

[UBA]

Anforderungen an den hygienischen Betrieb von Verdunstungskühlanlagen – VDI 2047 Blatt 2 als Gründruck erschienen

Requirements for hygienic operation of cooling towers – Draft of
technical guideline VDI 2047 Part 2 published

Regine Szewzyk

Abstract

Cooling towers have been recognized in Germany as a source of Legionella outbreaks in Ulm/Neu-Ulm (2010) and in Warstein (2013) with a total of 225 cases of legionellosis and 7 fatal cases. As a consequence of the first known outbreak in Germany a working group was founded in 2010 to establish requirements for hygienically sound construction and operation of cooling towers. The respective technical guideline VDI 2047 Part 2 was published as draft in January 2014 for public consultation.

Zusammenfassung

Verdunstungskühlanlagen sind auch in Deutschland als Quelle von Legionellenausbrüchen erkannt worden. Bisher gab es zwei größere Ausbrüche in Ulm/Neu-Ulm (2010) und in Warstein (2013) mit insgesamt 225 Legionellose-Erkrankungen und 7 Todesfällen. Als Konsequenz aus dem ersten in Deutschland bekannt gewordenen Ausbruch wurde 2010 durch den Verein Deutscher Ingenieure (VDI) eine Arbeitsgruppe gegründet, um technische Regeln für einen hygienegerechten Bau und Betrieb von Verdunstungskühlanlagen zu erarbeiten. Die entsprechende VDI-Richtlinie 2047 Blatt 2 wurde im Januar 2014 als Gründruck veröffentlicht.

Einleitung

Verdunstungskühlanlagen können eine Infektionsquelle für Legionellen darstellen. In Deutschland gab es bisher zwei größere Ausbrüche. Der erste ereignete sich im Januar 2010 in Ulm/Neu-Ulm mit 65 Fällen und 5 Todesfällen. Ein zweiter Ausbruch im August 2013 in Warstein führte zu 160 Infektionsfällen und 2 Todesfällen.

Zu einer Infektionsquelle werden Verdunstungskühlanlagen, wenn folgende Faktoren zusammenkommen:

- Vorhandensein eines virulenten Legionellenstamms im Wassersystem,
- gute Wachstumsbedingungen für die Vermehrung von Legionellen in der Anlage,
- Austrag Legionellen-haltiger Aerosole aus der Anlage,
- Witterungsverhältnisse, die eine Verbreitung der Aerosole und ein Überleben von Legionellen in den Aerosolen ermöglichen,
- Einatmen von Legionellen-haltigen Aerosolen durch empfängliche Personen.

Sind alle diese Faktoren erfüllt, kann es zu einer weiten Verbreitung von Legionellen-haltigen Aerosolen über mehrere Kilometer im Umkreis einer Anlage und zu Hunderten von infizierten Personen kommen.

Da der Eintrag von einzelnen Legionellen in das Wassersystem nicht verhindert werden kann, kommt der Vermeidung des Legionellenwachstums in der Anlage und der Minimierung des Aerosolaustrags aus der Anlage eine zentrale Rolle zur Vermeidung eines Gesundheitsrisikos zu.

Gründruck der VDI-Richtlinie 2047 Blatt 2

Direkt nach dem ersten Ausbruch in Ulm/Neu-Ulm wurde beim VDI eine Arbeitsgruppe gegründet, um bestehende Regelwerke zum hygienischen Betrieb von Verdunstungskühlanlagen zu aktualisieren und in einer Richtlinie zusammenzufassen.

Diese Richtlinie ist im Januar 2014 als Gründruck veröffentlicht worden und trägt den Titel: VDI 2047 Blatt 2 „Rückkühlwerke – Sicherstellung des hygienischen Betriebs von Verdunstungskühlanlagen (VDI Kühlturmregeln)“. Sie gilt für alle Kühlanlagen und -apparate, bei denen Wasser verrieselt oder versprüht wird oder anderweitig in Kontakt mit der Atmosphäre kommen kann. Ausgenommen aus dem Anwendungsbereich der Richtlinie sind große Naturzugkühltürme (mit mehr als 200 MW Leistung), für die in einer weiteren Richtlinie Anforderungen an einen hygienischen Betrieb formuliert werden sollen.

Anforderungen in der VDI 2047 Blatt 2

In der Richtlinie werden Anforderungen an Planung, Konstruktion, Errichtung, Betrieb und Instandhaltung von Verdunstungskühlanlagen sowie an Qualifikation und Schulung des Personals gestellt. Besondere Anforderungen gelten für aus hygienischer Sicht kritische Anlagenzustände wie Inbetriebnahme, Betriebsunterbrechung oder Anlagenstillstand.

Zur Aufrechterhaltung eines hygienischen Betriebs werden regelmäßige technische Instandhaltungs- und Hygienekontrollen gefordert. Vor Erstbefüllung der Anlage ist außerdem eine Erstinspektion erforderlich, bei der mindestens die konstruktiven Merkmale der Anlage sowie die Besonderheiten des Aufstellorts geprüft werden.

Für die Überwachung aus hygienisch-mikrobiologischer Sicht müssen im Kühlwasser in regelmäßigen Abständen die Konzentrationen an Legionellen und *Pseudomonas aeruginosa* sowie die Koloniezahl bestimmt werden.

Pseudomonas aeruginosa und die Koloniezahl sind dabei technische Prozessparameter, mit denen anomale Veränderungen der Qualität des Kühlwassers sowie prozessrelevante Störungen durch Mikroorganismen zeitnah erfasst werden können. Erhöhte Konzentrationen dieser Bakterien stellen keine Gesundheitsgefahr für die Bevölkerung dar. *Pseudomonas aeruginosa* ist allerdings relevant für den Arbeitsschutz.

Bei erhöhten Konzentrationen an Legionellen besteht dagegen ein Gesundheitsrisiko für die Bevölkerung. Da das Vorhandensein von Legionellen im Kühlwasser weder durch den Parameter Koloniezahl

noch durch andere Indikatorbakterien nachweisbar ist, muss ein direkter Nachweis dieses Krankheitserregers erfolgen. Angestrebt werden Legionellenkonzentrationen im Kühlwasser von weniger als 100 KBE/100 ml (KBE: Koloniebildende Einheit). Bei höheren Konzentrationen werden abgestufte Maßnahmen zur Ursachensuche und Wiederherstellung des hygienischen Betriebs gefordert. Bei Konzentrationen von mehr als 10.000 KBE/100 ml müssen unverzüglich Maßnahmen zur Gefahrenabwehr ergriffen und die Anlage gegebenenfalls außer Betrieb genommen werden.

Vorbereitung rechtlicher Regelungen

Zur Überwachung von Verdunstungskühlanlagen wird vom Umweltbundesamt (UBA) eine rechtliche Regelung zum Beispiel in Form einer Bundesimmissionschutzverordnung angestrebt, um die Umsetzung von Maßnahmen für einen hygienischen Betrieb in der Praxis zu forcieren. Die Anforderungen in der VDI 2047 Blatt 2 dienen dafür als Grundlage.

Weitere Informationen / Einspruchsmöglichkeit zur VDI 2047 Blatt 2

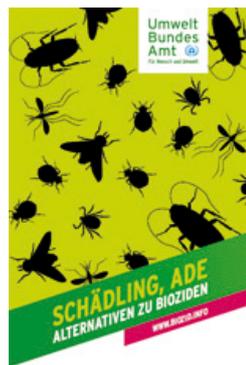
Der Gründruck der Richtlinie 2047 Blatt 2 ist zu beziehen über: Beuth-Verlag 10772 Berlin (<http://www.beuth.de>).

Einsprüche zum Entwurf der Richtlinie können bis 30.06.2014 über die Internetseite <http://www.vdi.de/einspruchportal> eingereicht werden.

Kontakt

Dr. Regine Szewzyk
Umweltbundesamt
Fachgebiet II 1.4 „Mikrobiologische Risiken“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: [regine.szewzyk\[at\]uba.de](mailto:regine.szewzyk[at]uba.de)

[UBA]



Diese und weitere aktuelle Veröffentlichungen können Sie auf der Internetseite des Umweltbundesamtes im Bereich Publikationen kostenfrei lesen und herunterladen:
www.umweltbundesamt.de

