

# 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 (CO<sub>2</sub>), 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Konzentration und Lufttemperatur auf die Pollenproduktion***

Experimentelle und in-situ-Studien zeigen einen Einfluss von atmosphärischer CO<sub>2</sub>-Konzentration und Lufttemperatur auf die Pollen- beziehungsweise Biomasseproduktion durch Allergie-auslösende Pflanzenarten: Im Vergleich zur vorindustriellen CO<sub>2</sub>-Konzentration steigerten sowohl die gegenwärtige als auch eine für das 21. Jahrhundert vorhergesagte CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>- (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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-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 (PM<sub>10</sub>), Einfluss auf Häufigkeit und Schwere allergischer Erkrankungen haben (D'Amato et al. 2013; Behrendt, Ring 2012; Sierra-Vargas, Teran 2012; Beck et al. 2013).

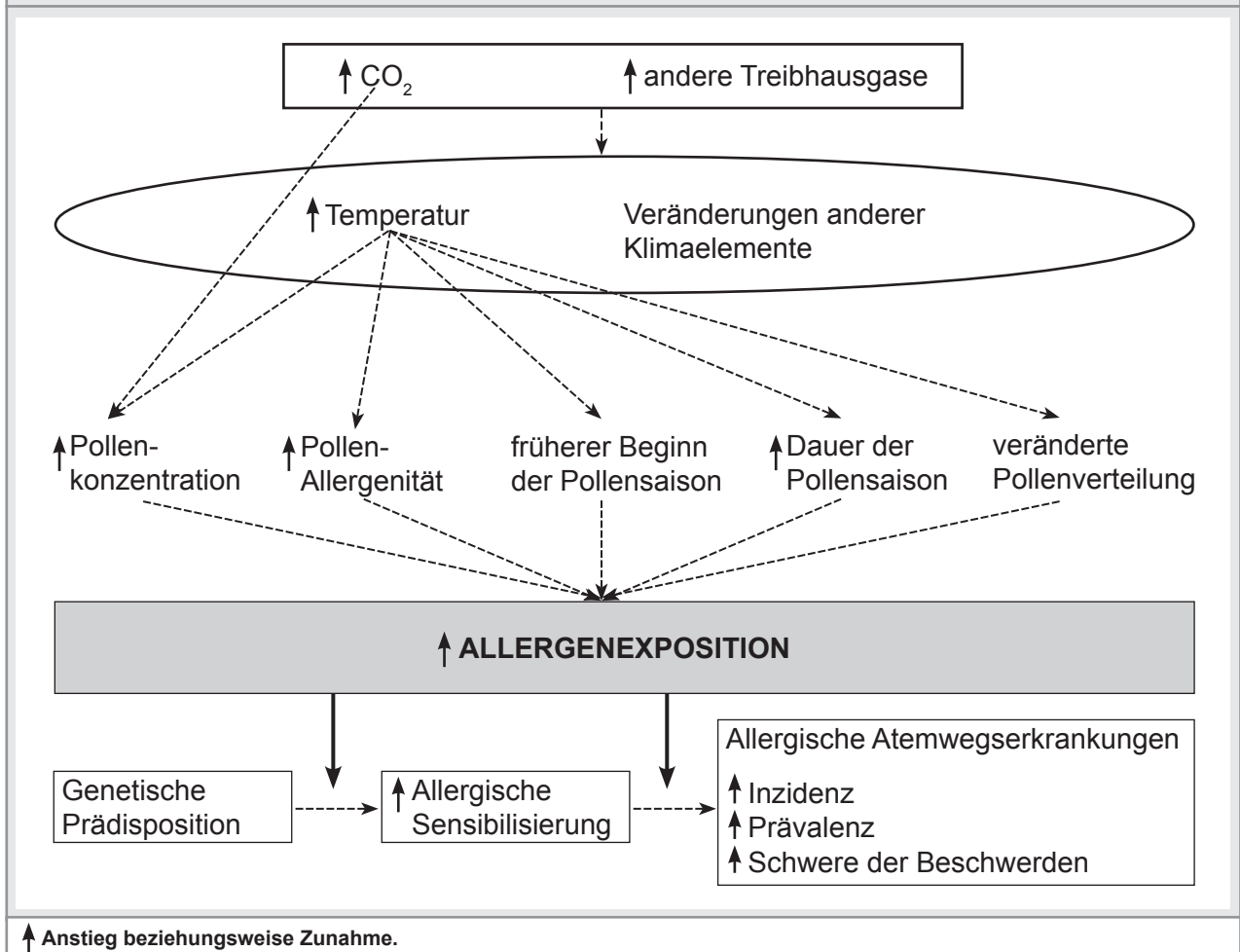
### **Welche Schutzmaßnahmen sind möglich?**

#### **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](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, Laußmann 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>, 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]