

Perspektiven für ein bundesweites Pollenmonitoring in Deutschland – Positionspapier des fachübergreifenden Arbeitskreises „Bundesweites Pollenmonitoring“*

Perspectives for a nationwide pollen monitoring in Germany – Position paper of the German interdisciplinary working group „National Pollen Monitoring“

ZUSAMMENFASSUNG

Allergene Pollen sind der Hauptauslöser allergischer Atemwegserkrankungen. Die Messung allergener Pollen ist Voraussetzung für die gesundheitliche Vorsorge und zeigt Veränderungen im Pollenspektrum an, wie sie zum Beispiel im Rahmen des Klimawandels zu erwarten sind. Das in Deutschland einzige bundesweite Pollenmessnetz wird durch die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst betrieben. Fortbestand und Weiterentwicklung dieses Messnetzes sind finanziell jedoch nicht gesichert. Im Sommer 2017 formierte sich daher der fachübergreifende Arbeitskreis „Bundesweites Pollenmonitoring“, um sich über diesbezügliche Perspektiven für Deutschland auszutauschen. Er schloss seine Arbeit mit dem vorliegenden Positionspapier ab. Aufgrund der Bedeutung allergener Pollen für die menschliche Gesundheit und allergischer Erkrankungen für das Gesundheitssystem spricht sich der Arbeitskreis in dem Papier dafür aus, das bundesweite Pollenmonitoring in den Katalog staatlicher Aufgaben aufzunehmen, die der grundlegenden Versorgung der Bevölkerung mit wesentlichen Gütern und Dienstleistungen dienen.

ABSTRACT

Allergenic pollen are the main cause of allergic respiratory diseases. The measurement of allergenic pollen is a required measure in preventive health care and indicates changes in the pollen spectrum as to be expected in the context of climate change. The only nationwide pollen measuring network in Germany is operated by the Foundation German Pollen Information Service, however, its continuity and further development are financially not guaranteed. In the summer of 2017, the interdisciplinary working group „National Pollen Monitoring“ was formed to exchange perspectives for a nationwide pollen monitoring in Germany. The working group completed its work with the position paper. Due to the impact of allergenic pollen on human health and the significance of allergic diseases for the health service, the working group is in favour of the nationwide pollen monitoring being included in the catalogue of government responsibilities, which secure the basic supply of essential goods and public services of general interest.

HINTERGRUND

Allergene Pollen¹ sind natürliche, biologische, luftgetragene Partikel und der Hauptauslöser allergischer Atemwegserkrankungen. Die Messung allergener Pollen ist Voraussetzung für die gesundheitliche Vorsorge und zeigt

Veränderungen im Pollenspektrum an, wie sie zum Beispiel im Rahmen des Klimawandels zu erwarten sind. Das in Deutschland einzige bundesweite Pollenmessnetz wird durch die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) betrieben. Es wurde 1983 ins Leben gerufen und bislang zu einem Großteil über

*Das Positionspapier wurde vom Autorenteam des fachübergreifenden Arbeitskreises „Bundesweites Pollenmonitoring“ erstellt. Es erschien zuerst in: Bundesgesundheitsblatt (2019) 62: 652–661. <https://doi.org/10.1007/s00103-019-02940-y>, veröffentlicht unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>).

Die Nennung der Autorinnen und Autoren erfolgt am Ende des Textes in alphabetischer Reihenfolge.

I Aus Gründen der Vereinfachung steht die Bezeichnung „Pollen“ im gesamten Papier synonym für „Pollenkörner“. Zur korrekten begrifflichen Verwendung von „Pollen“ und „Pollenkorn“ siehe VDI (2019).

ehrenamtliche Arbeit und ohne öffentliche Gelder realisiert. Fortführung und Weiterentwicklung des Messnetzes sind auf diese Weise mittel- und langfristig jedoch nicht sicherzustellen. Darauf hat die Stiftung im September 2016 in einem Papier hingewiesen (PID 2016). Mit dem Ziel des Austauschs über Perspektiven für ein bundesweites Pollenmonitoring bildete sich daher im Sommer 2017 der fachübergreifende Arbeitskreis „Bundesweites Pollenmonitoring“.

METHODEN

Im Juni und Juli 2017 hatte das Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“, 23 Einrichtungen und Institutionen zur Mitarbeit in einem fachübergreifenden Arbeitskreis „Bundesweites Pollenmonitoring“ eingeladen. Die Auswahl der Einrichtungen und

Institutionen war in Zusammenarbeit mit externen Fachleuten erfolgt, Kriterien waren veröffentlichte Arbeiten zum Thema Pollenmonitoring und/oder öffentlich bekanntes beziehungsweise angenommenes Interesse am Thema Pollenmonitoring. Sechzehn Einrichtungen und Institutionen nahmen die Einladung an (Details siehe **INFOBOX 1**). Alle im Arbeitskreis mitarbeitenden Einrichtungen und Institutionen waren gleichberechtigt vertreten. Das Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, übernahm über seine Mitarbeit hinaus die Funktion einer Geschäftsstelle.

Zwischen November 2017 und Juni 2018 kam der Arbeitskreis zu insgesamt drei Gesprächstagen zusammen, um sich über Perspektiven für ein bundesweites Pollenmonitoring auszutauschen. Die jeweiligen Themenschwerpunkte der Gesprächstage sind in **TABELLE 1** zusammengefasst.

INFOBOX 1

Im fachübergreifenden Arbeitskreis „Bundesweites Pollenmonitoring“ vertretene Einrichtungen und Institutionen in alphabetischer Reihenfolge. Der Arbeitskreis formierte sich im Sommer 2017 und beendet seine Arbeit mit der Veröffentlichung des Positionspapiers.

- Ärzteverband Deutscher Allergologen e.V. (AeDA)
- Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL), AP 2 Arbeits- und Umweltmedizin/Epidemiologie
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI), Ausschuss Luftqualität / Wirkungsfragen / Verkehr (LWV)
- Deutsche Gesellschaft für Allergologie und klinische Immunologie (DGAKI)
- Deutscher Allergie- und Asthmabund e.V. (DAAB)
- Deutscher Wetterdienst (DWD), Referat Lufthygiene
- Freie Universität Berlin (FU Berlin), Institut für Meteorologie
- Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin (GHUP)
- Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern (LAGuS M-V), Abteilung 3, Fachbereich Infektiologie
- Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz (LAUG)
- Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Frauen und Familie Brandenburg (MASGF), Referat 43, Öffentlicher Gesundheitsdienst, Infektionsschutz, Umwelthygiene, Zivil- und Katastrophenschutz
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen), Klinik für Dermatologie und Allergologie
- Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID)
- Umweltbundesamt (UBA), Abteilung II 4, „Luft“
- Umweltbundesamt (UBA), Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI e.V.), VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss, Richtlinienausschuss NA 134-03-07-10 UA „Erfassen allergierelevanter luftgetragener Pollen“
- Zentrum Allergie und Umwelt (ZAUM), Technische Universität München und Helmholtz Zentrum München

	SCHWERPUNKTE
GESPRÄCHSTAG 1	• Darstellung und Diskussion der gesundheitlichen Bedeutung eines bundesweiten Pollenmessnetzes • Darstellung des Status quo des bundesweiten Pollenmessnetzes • Diskussion und Definition von Minimal- und Idealanforderungen an ein bundesweites Pollenmessnetz einschließlich der damit verbundenen Kosten pro Jahr
GESPRÄCHSTAG 2	• Pollenmessnetze anderer europäischer Staaten: Finnland, Frankreich, Großbritannien, Österreich, Schweiz • Vernetzungen zum Thema Pollenmonitoring auf europäischer Ebene
GESPRÄCHSTAG 3	• Darstellung der gesetzlichen Rahmenbedingungen und Verwaltungsstrukturen in Deutschland (Bund- und Länderverantwortlichkeiten) • Erarbeitung von Möglichkeiten eines verlässlichen bundesweiten Pollenmessnetzes • Pro- und Contra-Workshop

TABELLE I

Themenschwerpunkte der drei Gesprächstage des fachübergreifenden Arbeitskreises „Bundesweites Pollenmonitoring“. Die Gesprächstage fanden zwischen November 2017 und Juni 2018 statt.

Für Gesprächstag 2 hatte der Arbeitskreis internationale Gäste eingeladen:

- Uwe Berger, Medizinische Universität Wien, Forschungsgruppe Aerobiologie und Polleninformation, Österreich,
- Yolanda Clewlow, Met Office, Großbritannien,
- Bernard Clot, MeteoSchweiz, Schweiz,
- Mikhail Sofiev, Finnisches Meteorologisches Institut, Finnland und
- Michel Thibaudon, Französisches Aerobiologisches Netzwerk, Frankreich.

Für Gesprächstag 3 wurden nationale Gäste eingeladen:

- Ute Dauert, Umweltbundesamt, Fachgebiet II 4.2, „Beurteilung der Luftqualität“,
- Jörg Rechenberg, Umweltbundesamt, Fachgebiet II 2.1, „Übergreifende Angelegenheiten Wasser und Boden“ und
- Marc Röckinghausen, Fachhochschule für öffentliche Verwaltung Nordrhein-Westfalen.

Für jeden der drei Gesprächstage wurde ein für den internen Gebrauch bestimmtes und mit allen Mitgliedern des Arbeitskreises abgestimmtes Protokoll erstellt. Die Protokolle der Gesprächstage bildeten anschließend die Grundlage für die Erstellung dieses Positi-

onspapiers, mit dem der Arbeitskreis seine Arbeit abschließt.

Für eine erste Vorstellung der Position des Arbeitskreises in der 21. Sitzung der Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz (LAUG) vom 25.09.2018 bis 27.09.2018 in Kiel hatte der Arbeitskreis wesentliche Inhalte der Gesprächstage vorab in einem Kurzpapier zusammengefasst. Es kann beim Arbeitskreis angefordert werden.

ERGEBNISSE

POLLENDATEN – FÜR WEN UND WOZU?

GESUNDHEITLICHE RELEVANZ VON POLLEN

Pollen sind luftgetragene Partikel biologischer Herkunft (VDI 2019). Allergene Pollen sind der Hauptauslöser der Atemwegserkrankungen allergische Rhinitis (Synonyme: Heuschnupfen, Heufieber, Pollinosis) und allergisches Asthma (Bergmann et al. 2016; Trautmann, Kleine-Tebbe 2013). Zu den Pollen-assoziierten allergischen Erkrankungen gehört darüber hinaus das sogenannte Orale-Allergie-Syndrom (OAS, Synonyme: Pollen-assoziierte Nahrungsmittelallergie, Nahrungsmittel-Pollen-Syndrom) (Trautmann, Kleine-Tebbe 2013).

In Deutschland erkranken derzeit² 15 Prozent der Erwachsenen und 11 Prozent der Kinder mindestens einmal in ihrem Leben an einer allergischen Rhinitis (sogenannte Lebenszeitprävalenz) – das entspricht etwa 11 Millionen betroffener Menschen – und 9 Prozent der Erwachsenen beziehungsweise 5 Prozent der Kinder an Asthma (Bergmann et al. 2016; Langen et al. 2013; Schlaud et al. 2007). Bei Nahrungsmittelallergien, von denen bei Erwachsenen ein Großteil auf Sensibilisierungen gegen Pollenallergene beruht (siehe OAS), liegt die Lebenszeitprävalenz für Erwachsene derzeit bei 5 Prozent (Langen et al. 2013; Treudler, Simon 2017).

Noch höher als die Zahl der Erkrankten liegt die Zahl der gegen Pollenallergene sensibilisierten Menschen: So sind in Deutschland derzeit 18 Prozent der Erwachsenen gegen Gräserpollen und 17 Prozent gegen Birkenpollen sensibilisiert (Haftenberger et al. 2013).

Eine Zunahme der Exposition gegenüber allergenen Pollen führt zu einer Zunahme der Sensibilisierungen, einer Zunahme der Erkrankungen und einer Zunahme der Beschwerden (Jäger 2000; Lake et al. 2017; Durham et al. 2014; Gassner et al. 2013; Tosi et al. 2011).

KOSTEN POLLEN-ASSOZIIERTER ALLERGISCHER ERKRANKUNGEN

Pollen-assoziierte allergische Erkrankungen verursachen dem Gesundheitssystem und der Gesellschaft jährliche Kosten im mehrstelligen Millionen- bis Milliardenbereich (Zuberbier et al. 2014; Schramm et al. 2003; LGL 2015). Für saisonale allergische Rhinitis wurden die Kosten pro Patient und Jahr für Deutschland auf 1.543 Euro beziffert, für allergisches Asthma auf 9.286 Euro (Berechnungen für den Zeitraum 1999/2000, nur Erwachsene) (Schramm et al. 2003). Für Bayern liegen Berechnungen des Bayerischen Landesamtes für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) für das Jahr 2013 vor (LGL 2015): Danach verursachten Pollenallergien dem Gesundheitssystem und der Gesellschaft in diesem Jahr Kosten in Höhe von

609 Millionen Euro. Etwa die Hälfte davon ließ sich direkten Krankheitskosten zuordnen, wie zum Beispiel Kosten für Medikamente und Krankenhausaufenthalte, die andere Hälfte indirekten Krankheitskosten zum Beispiel durch Arbeitsunfähigkeit oder verminderte Arbeitsleistung.

GESUNDHEITLICHER NUTZEN VON POLLENDATEN

Allergiebedingte Krankheitskosten würden sich durch bessere Versorgungsstrukturen deutlich senken lassen (Zuberbier et al. 2014). Im Falle Pollen-assoziiierter allergischer Erkrankungen schließt dies nach Meinung von Experten die freie Verfügbarkeit repräsentativer (Echtzeit-)Pollendaten und Pollenflugvorhersagen ein (Oberpriller et al. 2017).

Pollendaten sind wesentlicher Bestandteil der gesundheitlichen Vorsorge:

- Sie gehen in die Pollenflugvorhersage ein (Tertiärprävention: Anpassung von Verhalten und Medikamenteneinnahme) (Trautmann, Kleine-Tebbe 2013).
- Sie stellen ein diagnostisches Hilfsmittel für Ärztinnen und Ärzte dar (Sekundärprävention: Diagnose einer Pollenallergie, Management der spezifischen Immuntherapie, Kontrolle der Wirksamkeit der spezifischen Immuntherapie) (Trautmann, Kleine-Tebbe 2013).
- Sie zeigen das Auftreten neuer Pollen an (Primärprävention: ggf. Verhinderung der Pollenausbreitung und damit der allergischen Sensibilisierung) (Taramarcaz et al. 2005).

Die Messung allergener Pollen ermöglicht darüber hinaus das Erkennen von Veränderungen im Pollenspektrum, wie sie zum Beispiel im Rahmen des Klimawandels oder veränderter Flächennutzungen zu erwarten sind (Ziska et al. 2011; Höflich 2014). Das Wissen um Veränderungen im Pollenspektrum ist Voraussetzung für Anpassungen in

² Zeitraum der Datenerhebung: Erwachsene 2008–2011, Kinder 2003–2006, Details siehe Langen et al. (2013) und Schlaud et al. (2007).

der gesundheitlichen Vorsorge (z. B. Entwicklung neuer Diagnostika und Therapeutika).

und Forschung sowie Gesundheitssystem und Volkswirtschaft (ABBILDUNG I).

NUTZEN VON POLLENDATEN: WEITERE ANWENDUNGSBEREICHE

Über den gesundheitlichen Nutzen hinaus finden Pollendaten in verschiedenen anderen Bereichen Anwendung, so zum Beispiel in der Landwirtschaft, der Klimatologie und der Biodiversitätsforschung.

Zusammenfassend profitieren vier Gesellschaftsgruppen beziehungsweise -bereiche auf sich gegenseitig bedingende Art und Weise von Pollendaten: Patientinnen und Patienten, Ärztinnen und Ärzte, Wissenschaft und Forschung sowie Gesundheitssystem und Volkswirtschaft.

METHODEN ZUR ERHEBUNG VON POLLENDATEN

Zur Messung von Pollen in der Außenluft stehen bis dato im Wesentlichen zwei Methodenprinzipien zur Verfügung, passive und aktive volumetrische.

Passive Methoden beruhen auf der Sedimentation von Pollen. Sedimentierende Pollen werden auf beschichteten Flächen gesammelt und anschließend durch Pollenanalysten mikroskopisch untersucht und

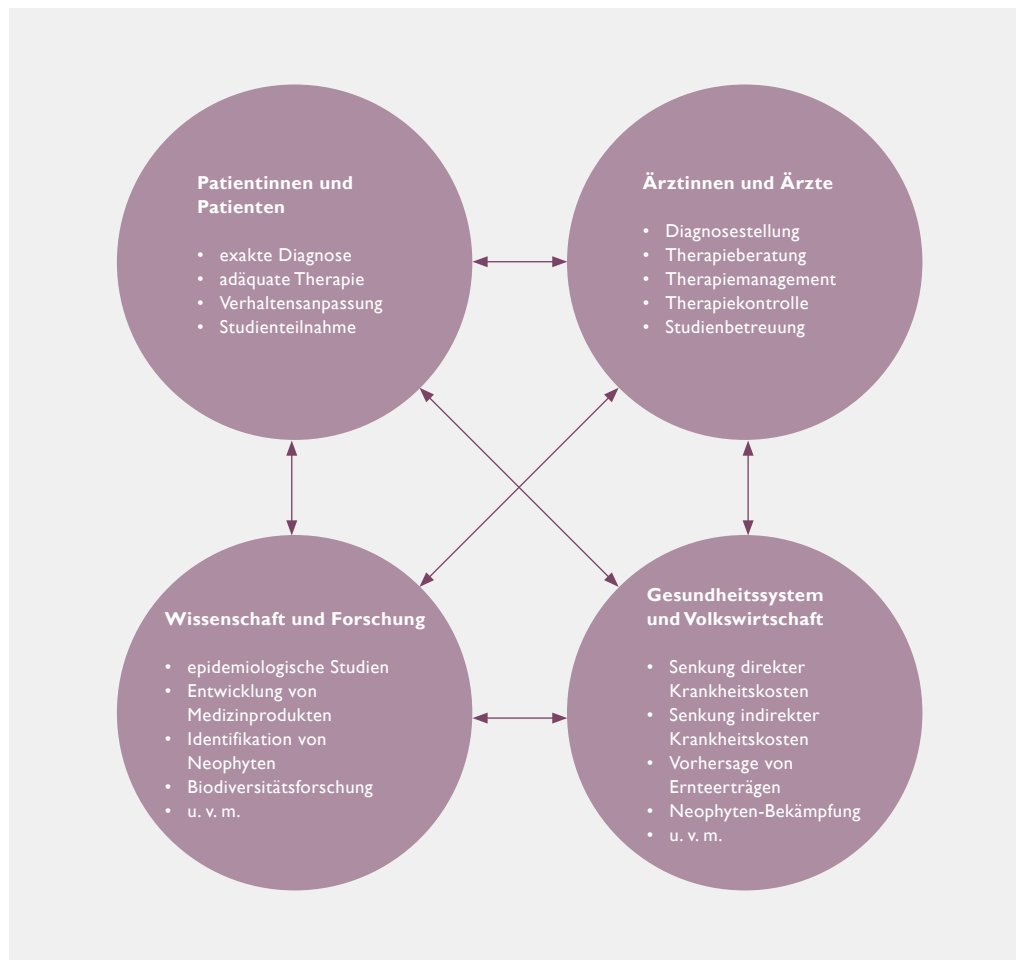


ABBILDUNG I
Gesellschaftsgruppen beziehungsweise -bereiche, die von Pollendaten profitieren.

Die Gruppen beziehungsweise Bereiche bedingen sich gegenseitig. So profitieren Patienten von optimalen Arbeitsbedingungen für die Ärzte, und durch adäquate Therapien und Verhaltensanpassungen lassen sich direkte und indirekte Krankheitskosten senken.

ausgezählt. Geräte, die auf der Basis dieser Methodik arbeiten, werden als Passivsammler bezeichnet, ein gängiger Vertreter ist zum Beispiel die Durham-Falle (Durham 1946). Passivsammler sind preiswert in der Herstellung und leicht handhabbar. Diesen Vorteilen stehen folgende Nachteile gegenüber: (a) Bias zu schwereren Pollen, (b) geringe Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Geräte-Vertretern, (c) keine volumenbezogenen Messungen und (d) keine Echtzeit-Messungen. Aufgrund der Vorteile wurden und werden Passivsammler weltweit vor allem in Studien eingesetzt (Werchan et al. 2017). In Pollenmessnetzen zur routinemäßigen Erfassung der Hintergrundbelastung finden sie aufgrund der erwähnten Nachteile kaum Verwendung (Buters et al. 2018).

Aktive volumetrische Methoden beruhen auf dem aktiven Ansaugen eines definierten Luftvolumens und der Impaktion, das heißt der Abscheidung, von Pollen aus dem Ansaugvolumen. Aufgrund ihrer aktuellen Relevanz werden im Folgenden volumetrische Geräte nach dem Hirst-Prinzip und volumetrische Geräte mit automatischer Pollenanalyse detaillierter vorgestellt.

Bei volumetrischen Geräten nach dem Hirst-Prinzip, sogenannten Hirst-Typ-Fallen, wird ein definierter Luftstrom (10 l/min, entspricht in etwa dem Atemminutenvolumen eines erwachsenen Menschen) über eine Fangtrommel auf eine haftende Folie geführt. Die beiden seit vielen Jahren kommerziell erhältlichen Vertreter dieses Geräte-Typs sind die sogenannte Burkard- und die Lanzoni-Falle, jeweils benannt nach den Namen der Herstellerfirmen (Burkard Scientific Ltd. 2018; LANZONI srl 2018; Burkard Manufacturing Co. Ltd. 2018). Nach der manuellen Präparation der Folie erfolgt die lichtmikroskopische Analyse der Foliensegmente durch Pollenanalysten. Die fachgerechte Pollenmessung mit Hirst-Typ-Fallen ist in der Richtlinie VDI 4252 Blatt 4 sowie in Kürze in dem auf europäischer Ebene erarbeiteten Standard DIN EN 16868 festgeschrieben (VDI 2019; VDI/KRdL 2017). Der Zeitaufwand für die Präparation einer Folie beträgt circa 45 bis

60 Minuten, der Zeitaufwand für die Auszählung von 7 Pollenarten pro Tag circa 20 bis 30 Minuten. Damit sind die Pollendaten eines Tages frühestens am Vormittag des Folgetages verfügbar. Theoretisch wäre ein mehrmaliges Präparieren und Auswerten pro Tag möglich, aus Zeit- und Kostengründen ist dieses Herangehen aber kaum praktikierbar.

Volumetrische Geräte mit automatischer Pollenanalyse, sogenannte Pollenvollautomaten, sind seit einigen Jahren kommerziell erhältlich. Sie lassen sich nach der Analyse-Methodik unterscheiden in Geräte mit Echtzeit-Lasermessung und Geräte, die mit Bilderkennungssoftware arbeiten (Buters 2017). Pollenvollautomaten bieten gegenüber den volumetrischen Geräten nach dem Hirst-Prinzip vor allem den Vorteil der Echtzeit-Messung von Pollen (Wegfall der zeitaufwendigen manuellen Präparation und Analyse), bisherige Nachteile sind die fehlende Standardisierung und Analysefehler (Größenordnung vergleichbar mit dem von Hirst-Typ-Fallen) (Weber 2017; Oteros et al. 2015). In Deutschland sind derzeit vor allem zwei Geräte in den Fokus des Interesses gerückt, der Pollenvollautomat BAA 500, der mit Bilderkennungssoftware arbeitet (Helmut Hund GmbH 2018), und der Pollenvollautomat Rapid-E, dessen Messprinzip auf Echtzeit-Lasermessung beruht (Plair SA 2018). Der BAA 500 kommt im Elektronischen Polleninformationsnetzwerk Bayern (ePIN) zum Einsatz, der Rapid-E wird derzeit vom Deutschen Wetterdienst (DWD) getestet (Details siehe unten).

Um dem Problem der fehlenden Standardisierung von Pollenvollautomaten und damit der fehlenden Vergleichbarkeit von Automaten frühzeitig begegnen zu können, hat sich im Jahr 2017 innerhalb von EUMETNET, einem europäischen Interessen- und Dachverband, dem gegenwärtig 26 nationale Wetterwarndienste angehören, das Programm „AutoPollen“ formiert (Clot 2018), in dem auch der DWD, das LGL und das Zentrum Allergie und Umwelt (ZAUM), Technische Universität München und Helmholtz Zentrum München, mitarbeiten.

Hinsichtlich der Methodenstandardisierung fehlt für Pollenmessungen unabhängig von der verwendeten Methodik bisher ein sogenannter „Goldstandard“, das heißt die Möglichkeit des Mitführens von Luftproben definierter Pollenkonzentration. Dadurch lassen sich Geräte derzeit nur gegeneinander, nicht aber gegen Standardproben vergleichen. Möglicherweise werden Allergenexpositionskammern dieses Problem lösen können (Pfaar et al. 2017).

STATUS QUO DES BUNDESWEITEN POLLENMESSNETZES

POLLENMESSUNGEN DURCH DIE STIFTUNG DEUTSCHER POLLENINFORMATIONSDIENST

Die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (PID) wurde 1983 auf Initiative von Viktor Ruppert (Ärzteverband Deutscher Allergologen e.V.) gegründet, Stifterin war die Fisons Arzneimittel GmbH, heute Sanofi Aventis. Sitz der Geschäftsstelle ist seit 2009 Berlin. Entsprechend der Satzung ist die Stiftung „zur Förderung der Gesundheit durch Einrichtung eines bundesweit tätigen und für jedermann erreichbaren Polleninformationsdienstes“ verpflichtet (PID 2018a).

Einer der Hauptschwerpunkte der Stiftung liegt seit ihrer Gründung in der bundesweiten Messung von Pollen in der Außenluft. Das durch die Stiftung aufgebaute Messnetz dient der Erfassung der sogenannten Hintergrundbelastung, in die sowohl der regionale als auch der überregionale (Stichwort Ferntransport) Pollenflug eingehen. Das Messnetz besteht derzeit aus über 30 Messstationen, die in unterschiedlicher Dichte über das Bundesgebiet verteilt sind und ganzjährig (sogenannte Referenzstationen) beziehungsweise saisonal die Pollenbelastung in der Außenluft messen (PID 2018b). Die Stationen sind überwiegend an medizinischen Einrichtungen beziehungsweise Kliniken angesiedelt. Die Standortwahl richtet sich nach dem Ziel der möglichst repräsentativen Erfassung des Pollenfluges für eine gegebene Region und dem Vorhanden-

sein qualitativ geeigneter Analysten, die vertragsgemäß für die Stiftung arbeiten.

Die Pollen folgender Pflanzen werden derzeit standardmäßig gemessen: Hasel, Erle, Birke, Esche, Gräser, Roggen, Beifuß und Ambrosia (DWD 2018a). Optional werden über 30 weitere Pollenarten erfasst.

Die Messungen erfolgen mittels Burkard-Fallen (Hirst-Typ-Fallen, siehe oben) nach der Richtlinie VDI 4252 Blatt 4 (VDI 2019). Durch die mit der Falle verbundenen manuellen Arbeitsschritte werden die Daten der Standardpollen mit einer zeitlichen Verzögerung von ein bis vier Tagen an den DWD zur Einarbeitung in die Pollenflugvorhersage weitergegeben (Details siehe unten). Außerdem werden die Daten ins Europäische Aeroallergennetzwerk eingespeist (EAN 2018) und in Programme, deren Ziel die Korrelation von Pollenlast und Beschwerden ist (Stichworte Pollentagebuch [PID 2018c], Pollen App 4.0 [PID 2018c], Allergie-App „Husteblume“ [TKK 2018]). Darüber hinaus bilden die Daten die Grundlage für den Pollenflugkalender (aktuell 4.0) (Werchan et al. 2018a) und die Wochenpollenvorhersage der Stiftung (PID 2018d), und sie werden für wissenschaftliche Zwecke zum Verkauf angeboten (PID 2018e).

Weitere Arbeitsschwerpunkte der Stiftung umfassen die Aus- und Fortbildung von Pollenanalysten, die Ausrichtung von Pollensymposien sowohl auf nationaler als auch auf europäischer Ebene, die Beantwortung von Fragen aus Medizin und Öffentlichkeit, die Unterstützung von Adaptierungen an den Klimawandel und die Bearbeitung wissenschaftlicher Projekte wie zum Beispiel die Untersuchung der räumlichen Verteilung und Assoziation von Pollenkonzentration und Pollen-induzierten Beschwerden innerhalb einer Großstadt (Werchan B et al. 2018b) und die Entwicklung von Techniken zur Messung der individuellen Pollenbelastung (Werchan M et al. 2018c).

Für ihre Arbeiten steht der Stiftung ein jährliches Haushaltseinkommen von etwa 100.000 Euro zur Verfügung. Eine öffentliche Finanzierung erfolgt nicht.

POLLENFLUGVORHERSAGE DURCH DEN DEUTSCHEN WETTERDIENST

Der DWD, eine Bundesoberbehörde im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI), gibt gemäß seinem gesetzlichen Auftrag auf der Grundlage von (a) Wetterdaten, (b) phänologischen Daten, (c) Pollendaten der PID-Stiftung und weiterer Betreiber von Messstationen und (d) modellbasierten Pollenprognosen (Stichworte COSMO-ART, ICON-ART [DWD 2018b]) die Pollenflugvorhersage für Deutschland heraus (Pollenflug-Gefahrenindex) (DWD 2018a). Die Vorhersage steht der Bevölkerung über eine Webseite, einen Newsletter und per App kostenfrei zur Verfügung. Die Webseite gehört zu den am meisten abgerufenen Internetseiten des DWD (April 2016: 1,3 Millionen Abrufe). Neben der Pollenflugvorhersage bietet der DWD eine semiquantitative Pollenflugstatistik an (DWD 2018c).

POLLENMESSNETZE ANDERER EUROPÄISCHER STAATEN

Die Pollenmessnetze Finnlands, Frankreichs, Großbritanniens, Österreichs und der Schweiz weisen untereinander und im Vergleich mit Deutschland sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede auf. Unterschiede finden sich zum Beispiel in der Finanzierung und der Verwaltung, der Anzahl der Messstellen, der Datenaufarbeitung und der Datenausgabe.

Die Schweiz ist das einzige der sechs oben genannten Staaten mit einem öffentlich finanzierten und öffentlich verwalteten Messnetz. Es ist beim Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie der Schweiz, MeteoSCHWEIZ, angesiedelt. In den anderen Staaten finden sich unterschiedliche Finanzierungs- und Verwaltungsstrukturen, ihnen gemeinsam ist jedoch die deutliche Unterfinanzierung der Messnetze. Frankreich ist das einzige der sechs Länder mit einer gesetzlichen Verpflichtung zur Messung luftgetragener biologischer Partikel, allerdings ohne Festlegung eines damit verbundenen Finanzbudgets.

Die Messstationen aller sechs Staaten arbeiten derzeit routinemäßig mit Hirst-Typ-Fallen (zur Austestung von Pollenvollautomaten in der Schweiz siehe unten). Vergleichbar mit Deutschland erfolgt die Probenaufbereitung und Auszählung der Pollen in Großbritannien und Österreich dezentral in jeder Messstation, während Finnland, Frankreich und die Schweiz zentral aufarbeiten und auszählen lassen. Als Gründe für die zentrale Aufarbeitung wurden die damit verbundene Kostenreduktion beziehungsweise eine bessere Vergleichbarkeit der Daten genannt.

Vergleichbar mit Deutschland gehen die Daten in Finnland, Großbritannien und der Schweiz in eine numerische beziehungsweise semiquantitative Pollenflugvorhersage ein. Im Gegensatz dazu geben Frankreich und Österreich ein sogenanntes Allergierisiko aus. In Frankreich gehen in die Berechnung des „Allergierisikos aufgrund von Pollenexposition“ neben Pollendaten, phänologischen Daten und Wetterdaten klinische Daten praktizierender Ärztinnen und Ärzte ein (French aerobiology network 2018). In Österreich werden für die Ausgabe des Allergierisikos neben Pollen- und Wetterdaten „chemische Wetterdaten wie Luftverschmutzungs- beziehungsweise Luftqualitätsparameter (Ozon, Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Feinstaub) berücksichtigt“ (Medizinische Universität Wien 2018).

Parallel zu seinem Routinemessnetz mit Hirst-Typ-Fallen wird die Schweiz in den kommenden vier Jahren (2019–2022) den landesweiten Einsatz von Pollenvollautomaten testen. Der Einsatzphase gingen Testungen verschiedener Automaten-Typen und eine Studie zu den sozioökonomischen Vorteilen von Echtzeit-Pollendaten voraus (Oberpriller et al. 2017).

GESETZLICHE RAHMENBEDINGUNGEN IN DEUTSCHLAND

Wären Pollen Luftverunreinigungen im Sinne des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG), müssten sie vergleichbar zu Luftverunreinigungen wie Feinstaub oder

Stickstoffdioxid verpflichtend routinemäßig gemessen werden.

Zweck des BImSchG ist es, unter anderem Menschen „vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.“ (BImSchG, § 1, Abs. 1) (BImSchG 2017). Schädliche Umwelteinwirkungen im Sinne des BImSchG sind unter anderem Luftverunreinigungen. Diese sind definiert als „Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch ..., Aerosole, ...“, wobei der Begriff „Aerosole“ Bioaerosole einschließt (BImSchG, § 3, Abs. 4) (BImSchG 2017). Pollen sind Bioaerosole, allerdings ist der überwiegende Anteil der Pollenemissionen natürlichen Ursprungs und nicht anthropogen bedingt. Damit fallen Pollen eher nicht in den Geltungsbereich des Bundes-Immissionsschutzgesetzes mit der Folge, dass in Deutschland derzeit keine gesetzliche Verpflichtung zur Messung von Pollen besteht.

Eine gesetzliche Grundlage für die (verpflichtende) Messung von Pollen ist aber nicht zwingend erforderlich. Zum einen können sowohl der Bund als auch die Länder durch Rechtsverordnungen festlegen, dass über die im Bundes-Immissionsschutzgesetz beziehungsweise die in der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung geregelten Stoffe hinaus weitere Stoffe in der Umgebungsluft gemessen werden müssen (Festlegung einer sogenannten Messverpflichtung). Zum anderen dürfen sowohl der Bund als auch die Länder auch ohne Rechtsverordnung messen (keine Sperrwirkung durch das Bundes-Immissionsschutzgesetz).

MÖGLICHKEITEN EINES VERLÄSSLICHEN BUNDESWEITEN POLLENMESSNETZES

ZUKUNFTSVORSTELLUNGEN DER STIFTUNG DEUTSCHER POLLENINFORMATIONSDIENST

Ihre zukünftigen Aufgaben sieht die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (a) im Messen von Pollen, (b) im eHealth-Bereich, (c) in

der Bearbeitung wissenschaftlicher Fragestellungen und (d) in der Öffentlichkeitsarbeit.

Das bestehende Pollenmessnetz zur Erfassung der Hintergrundbelastung sollte zukünftig aus mindestens 30 manuellen Pollenfallen ergänzt durch 5 bis 7 Pollenvollautomaten bestehen (Hybrid-Messnetz), die die Hintergrundbelastung für alle Regionen Deutschlands abbilden. Die Pollendaten sollten in Vorhersagemodelle (Stichwort SILAM [Finnisches Meteorologisches Institut 2014]) eingespeist werden. Ergänzend zur Messung der Hintergrundbelastung sollten Techniken zur Messung der individuellen Pollenbelastung weiterentwickelt werden (Werchan et al. 2018c).

Im eHealth-Bereich werden die Schwerpunkte auf der Zusammenführung von Pollendaten mit Symptomdaten, soziodemographischen Daten, Daten zur Luftqualität und Evidenz-basierten individuellen Therapiehinweisen (Stichworte Pollen App 5.0, Pollen App 6.0), in der Förderung der Patienten-Selbsthilfe durch eHealth-unterstützte Patientenaktivierung (siehe evidenzbasierte Ergebnisse für die Allergie-App „Hustebäume“ [IMBI 2017]) und in der Einbindung von Google-Daten in die Vorhersage Pollen-assoziierter Beschwerden und deren Therapie (Karatzas et al. 2018) liegen.

Zur Wahrnehmung dieser Aufgaben benötigt die Stiftung finanzielle Unterstützung über ihren aktuellen Haushalt hinaus. Insbesondere der Arbeitsbereich Pollenmessnetz kann mit den derzeitigen Mitteln weder adäquat fortgeführt noch weiterentwickelt werden. Dies beinhaltet zum einen die angemessene Bezahlung der Analysetätigkeit an den Messstellen und zum anderen die Erweiterung des bestehenden Messnetzes um eine entsprechende Anzahl an Pollenvollautomaten.

IDEEN DES DWD ZU EINEM BUNDESWEITEN AUTOMATENMESSNETZ

Pollendaten sind eine der vier Säulen, auf denen die Pollenflugvorhersage des DWD aufgebaut ist (siehe oben). Vor dem Hintergrund der systembedingten geringen zeitlichen Auflösung und zeitlichen Verzögerung

der Bereitstellung von Pollendaten unter Verwendung von Hirst-Typ-Fallen beteiligt sich der DWD seit Jahren an der Eignungsprüfung von Pollenvollautomaten. Aktuell erprobt er an seinem Standort Freiburg den Pollenvollautomaten Rapid-E (siehe oben). Sollte sich das Gerät hinsichtlich bestimmter Qualitätskriterien wie Reproduzierbarkeit, Präzision und Sensitivität als geeignet für die routinemäßige Messung von Pollen erweisen, plant der DWD das Aufstellen von Rapid-E-Geräten an weiteren DWD-Standorten. Aktuelle Überlegungen priorisieren Hintergrund-Messstellen im urbanen Raum, um eine möglichst große Anzahl Betroffener mit Pollenfluginformationen und -vorhersagen zu erreichen.

MODELLCHARAKTER VON EPIN

Das Elektronische Polleninformationsnetzwerk Bayern wird derzeit in Bayern im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege (StMGP) durch das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit in Kooperation mit dem Bayerischen Landesamt für Umwelt (LfU) und mit Unterstützung durch das Zentrum Allergie und Umwelt, Technische Universität und Helmholtz Zentrum München, aufgebaut (LGL 2018; STMGP 2018). Die Besonderheiten von ePIN sind:

- weltweit erstmalig flächendeckender Einsatz von Pollenvollautomaten (BAA 500) für die Bereitstellung von Echtzeit-Pollendaten (8 Pollenvollautomaten, ergänzt durch 4 manuelle Pollenfallen) (LGL 2018),
- systematische Ermittlung der notwendigen Anzahl und Lokalisation der Messstellen (Weber 2017; STMGP 2018),
- öffentliche Finanzierung und öffentliche Verantwortlichkeit (LGL 2018) und damit
- kostenfreie Verfügbarkeit der Pollendaten entsprechend dem Umweltinformationsgesetz (UIG 2017).

Die Ziele von ePIN liegen (a) in der Verbesserung der Pollenflugvorhersagen des DWD und anderer meteorologischer Anbieter (keine eigenen Vorhersagen) durch Echtzeit-Pollendaten von systematisch ausgewählten, repräsentativen Messstandorten, und (b) in der Förderung des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns im Bereich Allergologie, Aerobiologie und Klimatologie.

Aufgrund der Besonderheiten und Ziele von ePIN hat das Netzwerk Modellcharakter sowohl für das gesamte Bundesgebiet als auch über Deutschland hinaus.

DISKUSSION

KOSTEN UND DATENREPRÄSENTATIVITÄT

Argumente gegen ein bundesweites Pollenmonitoring beziehen sich unter anderem auf die Kostenfrage („Wer soll das bezahlen?“) und auf Zweifel an der Repräsentativität der Daten („stimmen nicht mit meinen Beschwerden überein“).

Der Arbeitskreis kommt zu dem Schluss, dass die Kosten, die durch Unterhalt und Weiterentwicklung des Messnetzes entstünden, wesentlich niedriger wären als die Kosten, die dem Gesundheitssystem und der Gesellschaft durch Pollen-assoziierte allergische Erkrankungen entstehen. Bereits eine geringe Senkung der Krankheitskosten durch ein weiterentwickeltes Pollenmessnetz würde nach Meinung von Experten zu einem positiven Kosten-Nutzen-Verhältnis führen (Oberpriller et al. 2017).

Mit Zweifeln an der Repräsentativität von Pollendaten haben sich Patienten zum Beispiel an den Deutschen Allergie- und Asthmabund gewandt. In epidemiologischen Studien lässt sich eine klare Assoziation von Pollenlast und Beschwerden zeigen (Lake et al. 2017; Durham et al. 2014; Gassner et al. 2013; Tosi et al. 2011). Dennoch kann es auf individueller Ebene zu Abweichungen kommen. Sie können zum einen mit der derzeitigen Unterpräsenz von Messstellen in bestimmten Regionen Deutschlands zusammenhängen (siehe oben). Zum anderen

können zum Beispiel variierende Allergengehalte von Pollen zu Diskrepanzen dieser Art führen (Buters 2017; Buters 2015) oder auch lokalisierte Belastungsspitzen, die mit einem Hintergrundmessnetz nicht erfasst werden können (zur Entwicklung von Techniken zur Messung der individuellen Pollenbelastung siehe oben).

FALSCHER POLLENFLUGVORHERSAGE – NA UND?

Falsche Pollenflugvorhersagen sowohl in die eine als auch in die andere Richtung können gesundheitliche Konsequenzen nach sich ziehen: Die Vorhersage zu hoher Pollenmengen kann zu einer Überdosierung von Medikamenten führen (siehe Tertiärprävention) und damit zu - vermeidbaren - Nebenwirkungen. Die Vorhersage zu niedriger Pollenmengen kann gesundheitliche Beeinträchtigungen nach sich ziehen und zur Entwicklung eines sogenannten Etagenwechsels, dem Übergang von „nur“ Heuschnupfen zu allergischem Asthma, beitragen (Bastl et al. 2017).

WEITERENTWICKLUNG VON POLLENMESSNETZ UND POLLENFLUGVORHERSAGE: STANDORTOPTIMIERUNG, ECHTZEIT-MESSUNGEN, FREIE DATENVERFÜGBARKEIT

Wesentlich für ein bundesweites Hintergrundmessnetz sind Anzahl und Lokalisation der Standorte. Sie sollen für eine gegebene Region repräsentativ sein, nicht redundant messen und müssen bestimmte Bedingungen hinsichtlich Aufstellhöhe, Mindestabstand zu lokalen Pollenemittenten etc. erfüllen. Das Vorgehen zur Ermittlung der Anzahl benötigter Messstellen im Rahmen von ePIN und die Richtlinie VDI 4252 Blatt 4 geben hierzu Informationen (VDI 2019; Weber 2017; STMGP 2018).

Hinsichtlich der Messtechnik sieht der Arbeitskreis die Zukunft in einer Kombination von Pollenvollautomaten zur Optimierung der Pollenflugvorhersage und Hirst-Typ-Fallen zur Kontrolle und Optimierung der Pollenvollauto-

maten sowie zur Aufrechterhaltung der historischen Messreihen (Stichwort Klimawandel). Ein wichtiges Kriterium für die Festlegung auf einen Automaten-Typus ist die Fähigkeit zur Datenarchivierung für retrospektive Analysen (relevant für wissenschaftliche Fragestellungen).

Die kostenfreie Verfügbarkeit von Pollendaten, wie sie im Falle der Finanzierung der Messung mit öffentlichen Geldern gesetzlich vorgeschrieben ist (UIG 2017), sorgt für Datentransparenz und gleiche Wettbewerbsbedingungen hinsichtlich der Erstellung von Pollenflugvorhersagen und macht die Generierung beziehungsweise das Arbeiten mit sogenannten „Fake“-Daten überflüssig (Weber 2017).

WEITERE ZUKUNFTSASPEKTE

Weitere Stichworte hinsichtlich der Weiterentwicklung des Pollenmessnetzes und der Pollenflugvorhersagen sind derzeit zum Beispiel

- Ausbau/Optimierung von Symptomvorhersage und Ausgabe individueller Therapieempfehlungen (Stichwort Schwellenwertbestimmung; siehe oben; weitere Programme siehe zum Beispiel PASYFO = Personal Allergy Symptom Forecasting System [ECMWF 2018]),
- Allergenmonitoring, das heißt das Messen des Allergengehaltes von Pollen beziehungsweise des Allergenhaltes der Luft (Pfaar et al. 2017; Buters et al. 2015),
- Monitoring/Bewertung der Wechselwirkungen zwischen Allergenen und Luftverunreinigungen (Medizinische Universität Wien 2018),
- personalisierte Pollenmessungen (Werchan et al. 2018c),
- „Citizen Science“, das heißt die Einbindung von Laien in die wissenschaftliche Arbeit (z. B. Identifikation von Neophyten, Phänologie) (WiD, Museum für Naturkunde 2018),
- Nutzung von Satellitendaten (Stichwort Copernicus [EC 2018]).

FAZIT

Aufgrund der Bedeutung allergener Pollen für die menschliche Gesundheit und der Bedeutung allergischer Erkrankungen für das Gesundheitssystem spricht sich der Arbeitskreis dafür aus, das bundesweite Pollenmonitoring in den Katalog staatlicher Aufgaben aufzunehmen, die der grundlegenden Versorgung der Bevölkerung mit wesentlichen Gütern und Dienstleistungen dienen (öffentliche Daseinsvorsorge).

Der Arbeitskreis leitet diese Empfehlung aus dem hohen Anteil der Bevölkerung ab, der von allergenen Pollen direkt betroffen ist. Die Aufnahme des bundesweiten Pollenmonitorings in den Katalog staatlicher Aufgaben garantiert die nachhaltige Bereitstellung von transparenten und frei verfügbaren Pollendaten sowie die nachhaltige Weiterentwicklung des Messnetzes.

Der Arbeitskreis kommt zu dem Schluss, dass die Kosten, die dem Staat durch Unterhalt und Weiterentwicklung des Messnetzes entstünden, wesentlich niedriger wären als die Kosten, die dem Gesundheitssystem und der Gesellschaft durch Pollen-assoziierte allergische Erkrankungen entstehen. Bereits eine geringe Senkung der Krankheitskosten durch ein weiterentwickeltes Pollenmessnetz würde zu einem positiven Kosten-Nutzen-Verhältnis führen.

Hinsichtlich möglicher Zuständigkeiten im Rahmen der öffentlichen Daseinsvorsorge wurden im Arbeitskreis mehrere Lösungsansätze diskutiert. Dazu gehörte die Möglichkeit, eine Bundeseinrichtung wie zum Beispiel den DWD mit der Fortführung und Weiterentwicklung des bundesweiten Pollenmessnetzes zu beauftragen. Eine andere Möglichkeit wäre, die Aufgabe an die Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst oder andere Einrichtungen zu übertragen. Unabhängig von der zukünftigen Zuständigkeit bleibt die Kooperation von messtechnischen, klinischen und wissenschaftlichen Einrichtungen für den Gesundheitsbereich von grundsätzlicher Bedeutung. ●

DANKSAGUNG

Unser herzlicher Dank gilt den Gästen der Gesprächstage, ohne deren Hilfe die fachgerechte Diskussion bestimmter Themenschwerpunkte unmöglich gewesen wäre: Uwe Berger (Medizinische Universität Wien, Forschungsgruppe Aerobiologie und Polleninformation, Österreich), Yolanda Clewlow (Met Office, Großbritannien), Bernard Clot (MeteoSchweiz, Schweiz), Ute Dauert (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 4.2, „Beurteilung der Luftqualität“, Deutschland), Marc Röckinghausen (Fachhochschule für öffentliche Verwaltung Nordrhein-Westfalen, Deutschland), Jörg Rechenberg (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 2.1, „Übergreifende Angelegenheiten Wasser und Boden“), Mikhail Sofiev (Finnisches Meteorologisches Institut, Finnland) und Michel Thibaudon (Französisches Aerobiologisches Netzwerk, Frankreich). Herzlichen Dank auch an Lorraine Kaiser (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“) für ihre tatkräftige Unterstützung bei Fragen zu Deutsch-Englisch-Übersetzungen.

AUTORENTEAM

des fachübergreifenden Arbeitskreises „Bundesweites Pollenmonitoring“. Auflistung in alphabetischer Reihenfolge. Angaben in Klammern: Einrichtung(en), die die Autorin/der Autor im Arbeitskreis vertreten hat.

- Regine Baeker (Ministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Frauen und Familie des Landes Brandenburg, Referat 43, Öffentlicher Gesundheitsdienst, Infektionsschutz, Umwelthygiene, Zivil- und Katastrophenschutz)
- Prof. Dr. Karl-Christian Bergmann (Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst; Deutsche Gesellschaft für Allergologie und klinische Immunologie)

- Prof. Dr. Jeroen Buters (Zentrum Allergie und Umwelt, Technische Universität München und Helmholtz Zentrum München; Deutsche Gesellschaft für Allergologie und klinische Immunologie)
- Thomas Dümmel (Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie)
- Dr. Christina Endler (Deutscher Wetterdienst, Referat Lufthygiene)
- Prof. Dr. Thomas Fuchs (Ärzteverband Deutscher Allergologen e.V.)
- Dr. Stefan Gilge (Deutscher Wetterdienst, Referat Lufthygiene)
- Kai Gloyna (Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern, Abteilung 3, Fachbereich Infektiologie)
- Ruth Heesen (Verein Deutscher Ingenieure, VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) – Normenausschuss)
- Prof. Dr. Caroline Herr (Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin)
- Dr. Martin Hicke (Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz)
- Dr. Conny Höflich (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“)
- Prof. Dr. Ludger Klimek (Ärzteverband Deutscher Allergologen e.V.)
- Susanne Kutzora (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, AP 2 Arbeits- und Umweltmedizin/Epidemiologie)
- Dr. Marcel Langner (Umweltbundesamt, Abteilung II 4, „Luft“; Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz, Ausschuss Luftqualität / Wirkungsfragen / Verkehr)
- Dr. Hans-Guido Mücke (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“)
- Gudrun Petzold (Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz)
- Dr. Silvia Pleschka (Deutscher Allergie- und Asthmabund e.V.)
- Dr. Stefani Röseler (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen, Klinik für Dermatologie und Allergologie)
- Anja Schwalfenberg (Deutscher Allergie- und Asthmabund e.V.)

- Sven Simon (Länderarbeitsgruppe Umweltbezogener Gesundheitsschutz)
- Dr. Wolfgang Straff (Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung“)
- Alisa Weber (Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit, AP 2 Arbeits- und Umweltmedizin/Epidemiologie; Gesellschaft für Hygiene, Umweltmedizin und Präventivmedizin)
- Barbora Werchan (Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst)
- Matthias Werchan (Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst)

LITERATURVERZEICHNIS

Bastl K, Berger M, Bergmann KC et al. (2017): The medical and scientific responsibility of pollen information services. *Wien Klin Wochenschr* 129 (1–2): 70–74. DOI: 10.1007/s00508-016-1097-3.

Bergmann KC, Heinrich J, Niemann H (2016): Current status of allergy prevalence in Germany: Position paper of the Environmental Medicine Commission of the Robert Koch Institute. *Allergo J Int* 25: 6–10. DOI: 10.1007/s40629-016-0092-6.

BImSchG – Bundesimmissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 18. Juli 2017 (BGBl. I S. 2771) geändert worden ist. https://www.gesetze-im-internet.de/bimschg/inhalts_bersicht.html (Zugriff am: 15.10.2018).

Burkard Manufacturing Co. Limited (2018): <http://burkard.co.uk/> (Zugriff am: 12.11.2018).

Burkard Scientific Ltd (2018): Burkard 7 Day Recording Volumetric Spore Sampler. http://www.burkardscientific.co.uk/agronomics/hirst_spore_sampler.html (Zugriff am: 15.10.2018).

Buters JTM, Antunes C, Galveias A et al. (2018): Pollen and spore monitoring in the world. *Clin Transl Allergy* 8: 9. DOI: 10.1186/s13601-018-0197-8.

Buters J (2017): Pollen und Pollenwarndienste. In: Wichmann HE, Fromme H (Hrsg.): *Handbuch der Umweltmedizin*. ecomed-Storck GmbH, Landsberg am Lech. 59. Erg. Lfg. 11/17.

Buters J, Prank M, Sofiev M et al. (2015): Variation of the group 5 grass pollen allergen content of airborne pollen in relation to geographic location and time in season. *J Allergy Clin Immunol* 136 (1): 87–95.e6. DOI: 10.1016/j.jaci.2015.01.049.

Clot B (2018): New EUMETNET AutoPollen Programme. *International Aerobiology Newsletter* 83: 3.

- Durham OC (1946): The volumetric incidence of atmospheric allergens. IV. A proposed standard method of gravity sampling, counting, and volumetric interpolation of results. *Journal of Allergy* 17 (2): 79–86. DOI: 10.1016/0021-8707(46)90025-1.
- Durham SR, Nelson HS, Nolte H et al. (2014): Magnitude of efficacy measurements in grass allergy immunotherapy trials is highly dependent on pollen exposure. *Allergy* 69 (5): 617–623. DOI: 10.1111/all.12373.
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2018a): Pollenflug-Gefahrenindex. <https://www.dwd.de/DE/leistungen/gefahrenindizespollen/gefahrenindexpollen.html> (Zugriff am: 21.08.2018).
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2018b): https://www.dwd.de/DE/forschung/wettervorhersage/num_modellierung/03_umweltvorhersage/icon_art_cosmo_art.html (Zugriff am: 12.11.2018).
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2018c): Pollenflugstatistik. <https://www.dwd.de/DE/leistungen/pollen/pollenstatistik.html?nn=16102> (Zugriff am: 15.10.2018).
- ECMWF – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (2018): PASYFO - Personal Allergy Symptom Forecasting System. <http://pasyfo.lt/en/> (Zugriff am: 16.10.2018).
- EAN – European Aeroallergen Network (2018): Willkommen zur Ean Datenbank. <https://ean.polleninfo.eu/Ean/> (Zugriff am: 15.10.2018).
- EC – European Commission (2018): Copernicus. <http://copernicus.eu/> (Zugriff am: 16.10.2018).
- Finnisches Meteorologisches Institut (2014): <http://silam.fmi.fi/> (Zugriff am: 12.11.2018).
- French aerobiology network (2018): Risks by pollen. <http://www.pollens.fr/en/risks/risks-by-pollen.php> (Zugriff am: 15.10.2018).
- Gassner M, Gehrig R, Schmid-Grendelmeier P (2013): Hay fever as a Christmas gift. *N Engl J Med* 368: 393–394. DOI: 10.1056/NEJMc1214426.
- Haftenberger M, Laußmann D, Ellert U et al. (2013): Prevalence of sensitisation to aeroallergens and food allergens. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl* 56 (5–6): 687–697. DOI: 10.1007/s00103-012-1658-1.
- Helmut Hund GmbH (2018): Pollenmonitor. <https://www.hund.de/de/instrumente/pollenmonitore.html> (Zugriff am: 15.10.2018).
- Höflich C (2014): Klimawandel und Pollen-assoziierte Allergien der Atemwege. *UMID* 01: 5–10.
- IMBI – Institut für Medizinische Biometrie und Statistik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg (2017): Nutzungsverhalten und Wirksamkeit der Smartphone Applikation „Hustelbume“ der Techniker Krankenkasse. Evaluationsstudie der Universität Freiburg. Abschlussbericht.
- Jäger S (2000): Ragweed (*Ambrosia*) sensitisation rates correlate with the amount of inhaled airborne pollen. A 14-year study in Vienna, Austria. *Aerobiologia* 16 (1): 149–153. DOI: 10.1023/A:1007603321556.
- Karatzas K, Papamanolis L, Katsifarakis N et al. (2018): Google Trends reflect allergic rhinitis symptoms related to birch and grass pollen seasons. *Aerobiologia* 34 (4): 437–444. DOI: 10.1007/s10453-018-9536-4.
- Lake IR, Jones NR, Agnew M et al. (2017): Climate Change and Future Pollen Allergy in Europe. *Environ Health Perspect* 125 (3): 385–391. DOI: 10.1289/EHP173.
- Langen U, Schmitz R, Steppuhn H (2013): Prevalence of allergic diseases in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1). *Bundesgesundheitsbl* 56 (5–6): 698–706. DOI: 10.1007/s00103-012-1652-7.
- LANZONI srl (2018): VPPS® Volumetric Pollen and Particle Sampler. <https://www.lanzoni.it/campionatore-pollini> (Zugriff am: 15.10.2018).
- LGL – Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2018): Elektronisches Polleninformationsnetzwerk Bayern (ePIN). https://www.lgl.bayern.de/gesundheits/Arbeitsplatz_umwelt/biologische_umweltfaktoren/bioaerosole/epin.htm (Zugriff am: 21.08.2018).
- LGL – Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (2015): Abschätzung der Krankheitskosten der Pollenallergien für Bayern pro Jahr.
- Medizinische Universität Wien (2018): Allergierisiko. <https://www.pollenwarndienst.at/aktuelle-belastung/allergierisiko.html> (Zugriff am: 15.10.2018).
- Oberpriller Q, Vettori A, Iten R (2017): Nutzen Real-Time Pollendaten. *INFRAS*.
- Oteros J., Pusch G., Weichenmeier I et al. (2015): Automatic and Online Pollen Monitoring. *Int Arch Allergy Immunol* 167: 158–166.
- PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2018a): Stiftung – und ihre Aufgaben. <http://www.pollenstiftung.de/stiftung/geschichte/> (Zugriff am: 16.10.2018).
- PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2018b): Pollenmessstationen in Deutschland. <http://www.pollenstiftung.de/pollenvorhersage/pollenmessstationen-in-deutschland/> (Zugriff am: 21.08.2018).
- PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2018c): Pollentagebuch/Pollen-App. <http://www.pollenstiftung.de/pollentagebuchpollen-app/>. (Zugriff am: 15.10.2018).
- PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2018d): Wochenpollenvorhersage. (Beispiel) <http://www.pollenstiftung.de/aktuelles-einzelansicht/wochenpollenvorhersage-michelle-26092018/76e1391c7d1f-7f35315470e21bdfef89/> (Zugriff am: 05.11.2018).

- PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2018e): Kosten Pollenflugdaten. <http://www.pollenstiftung.de/pollenvorhersage/pollenflugdaten/> (Zugriff am 15.10.2018).
- PID – Stiftung Deutscher Polleninformationsdienst (2016): Dringender Appell - Pollenfallen vor dem Aus. <http://www.pollenstiftung.de/aktuelles-einzelansicht/dringender-appell-pollenfallen-vor-dem-aus/9f632a97b8f-2898056638cc6bfd549db/> (Zugriff am: 21.08.2018).
- Pfaar O, Calderon MA, Andrews CP et al. (2017): Allergen exposure chambers: harmonizing current concepts and projecting the needs for the future - an EAACI Position Paper. *Allergy* 72: 1035–1042.
- Plair SA (2018): Real-Time Airborne Particle Identifier. <http://www.plair.ch/Technology.html> (Zugriff am: 15.10.2018).
- Schlaud M, Atzpodien K, Thierfelder W (2007): Allergic diseases. Results from the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS). *Bundesgesundheitsbl* 50 (5–6): 701–710. DOI: 10.1007/s00103-007-0231-9.
- Schramm B, Ehlken B, Smala A et al. (2003): Cost of illness of atopic asthma and seasonal allergic rhinitis in Germany: 1-yr retrospective study. *Eur Respir J* 21 (1): 116–122. DOI: 10.1183/09031936.03.00019502.
- STMGP – Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit und Pflege (2018): Abschlussbericht ePIN-HEALTH: Studie zum Aufbau eines elektronischen Polleninformationsnetzwerkes in Bayern (ePIN-HEALTH). Im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Gesundheit und Pflege.
- Taramarcas P, Lambelet B, Clot B et al. (2005): Ragweed (Ambrosia) progression and its health risks: will Switzerland resist this invasion? *Swiss Med Wkly* 135 (37–38): 538–548.
- TKK – Techniker Krankenkasse (2018): Husteblume - die Allergie-App der Techniker. <https://www.tk.de/techniker/gesund-leben/digitale-gesundheit/apps/husteblume-allergie-app-2025388> (Zugriff am: 15.10.2018).
- Tosi A, Wuthrich B, Bonini M et al. (2011): Time lag between Ambrosia sensitisation and Ambrosia allergy: a 20-year study (1989-2008) in Legnano, northern Italy. *Swiss Med Wkly* 141: w13253. DOI: 10.4414/smw.2011.13253.
- Trautmann A, Kleine-Tebbe J (2013): Allergologie in Klinik und Praxis: Allergene, Diagnostik, Therapie. Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart.
- Treudler R, Simon JC (2017): Pollen-related food allergy: an update. *Allergo J Int* 26 (Suppl 23): 273–282. DOI: 10.1007/s40629-017-0022-2.
- UIG – Umweltinformationsgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Oktober 2014 (BGBl. I S. 1643), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 17 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist. https://www.gesetze-im-internet.de/uig_2005/ (Zugriff am: 16.10.2018).
- VDI – Verein Deutscher Ingenieure (2019): Richtlinie VDI 4252 Blatt 4. www.vdi.de/4252. (Zugriff am: 07.10.2020).
- VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) - Normenausschuss (2017): DIN EN 16868. <https://www.din.de/de/mitwirken/normenausschuesse/krdl/entwurf/wdc-beuth:din21:277928625>. (Zugriff am: 22.11.2018).
- Weber A (2017): Workshop „Pollenmonitoring – Current Development“. *Umwelt - Hygiene - Arbeitsmed* 22 (1): 35–44.
- Werchan M, Werchan B, Bergmann KC (2018a): German pollen calendar 4.0 – update based on 2011–2016 pollen data. *Allergo J Int* 27 (3): 69–71. DOI: 10.1007/s40629-018-0055-1.
- Werchan M, Sehlinger T, Goergen F et al. (2018b): The pollator: a personal pollen sampling device. *Allergo J Int* 27: 1–3.
- Werchan B, Werchan M, Mücke HG et al. (2018): Spatial distribution of pollen-induced symptoms within a large metropolitan area—Berlin, Germany. *Aerobiologia (Bologna)* 34(4): 539–556. DOI: 10.1007/s10453-018-9529-3.
- Werchan B, Werchan M, Mücke HG et al. (2017): Spatial distribution of allergenic pollen through a large metropolitan area. *Environ. Monit. Assess.* 189 (4): 169. DOI: 10.1007/s10661-017-5876-8.
- WiD – Wissenschaft im Dialog gGmbH, Museum für Naturkunde (2018): Bürger schaffen Wissen. Die Citizen Science Plattform. <https://www.buergerschaffenwissen.de/> (Zugriff am: 18.10.2018).
- 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. *Proc Natl Acad Sci U S A* 108 (10): 4248–4251. DOI: 10.1073/pnas.1014107108.
- Zuberbier T, Lötvald JS, Simoons-Smit A et al. (2014): Economic burden of inadequate management of allergic diseases in the European Union: a GA2LEN review. *Allergy* 69 (10): 1275–1279. DOI: 10.1111/all.12470.

KONTAKT

Dr. Conny Höflich
Umweltbundesamt, Fachgebiet II 1.5, „Umweltmedizin
und gesundheitliche Bewertung“
Corrensplatz 1
14195 Berlin
E-Mail: [connyhoeflich\[at\]uba.de](mailto:connyhoeflich[at]uba.de)

[UBA]