

Bioaerosole und ihre Bedeutung für die Gesundheit

Sie sind kleiner als ein Nanometer oder auch mehrere Mikrometer groß und enthalten neben Pollen, Viren und Bakterien eine Vielzahl biologischer Partikel: die Bioaerosole. Ein neuer Berichtband der Kommission für Ökologie informiert über ihre Bedeutung für Mensch und Umwelt.

VON CLAUDIA DEIGELE

DIE AUTORIN

Dr. Claudia Deigele ist wissenschaftliche Sekretärin der Kommission für Ökologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften.

EIN AEROSOL IST ein Gemisch aus festen und/oder flüssigen Schwebeteilchen (Partikeln) und einem Gas. Den Hauptanteil des Aerosols in der Atmosphäre bilden dabei nicht anthropogen erzeugte Teilchen, sondern solche natürlichen Ursprungs, vor allem Meersalz, Bodenstaub und biologische Partikel. Letztere werden als „Bioaerosole“ bezeichnet, ihr Volumenanteil am Gesamtaerosol beträgt im kontinentalen Bereich bis 30 %, im maritimen, abgelegenen Bereich bis 10 %. Bioaerosole umfassen eine Vielzahl unterschiedlichster Substanzen in einem Größenbereich von weniger als einem Nanometer (nm) bis zu mehreren Mikrometern (μm ; $1\text{ mm} = 1000\ \mu\text{m}$, $1\ \mu\text{m} = 1000\ \text{nm}$). Neben Pollen (Abb. 1), Sporen, Bakterien und Viren enthalten sie eine Unmenge von fein zerriebenen Partikeln mikrobiellen, pflanzlichen und tierischen Ursprungs.

Wie hängen Klimawandel und Luftqualität zusammen?

Es ist zu erwarten, dass eine Klimaveränderung die Luftqualität direkt beeinflusst, zum Beispiel durch die verstärkte Freisetzung von Isopren über Waldbeständen und von NO_x durch Bodenmikroorganismen. Bioaerosole tragen zur Wolkenbildung bei und sind daher für das Wettergeschehen und das Klima von erheblicher Bedeutung. Aufgrund ihrer kurzen Verweildauer in der Atmosphäre, ihrer hohen Fluktuation und ihrer unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften gibt es allerdings über diesen Zusammenhang bislang nur wenige wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse.

Klimaveränderungen beeinflussen auch die Menge an freigesetztem Pollen, den Pollenfernttransport durch Luftströmungen sowie – europaweit regional verschieden – Zeitpunkt, Dauer und Intensität des Pollenflugs. Eine signifikante Veränderung im Pollenflug konnte bisher jedoch nur für knapp 4 % der Datenreihen belegt werden.

Pollen und Luftschadstoffe

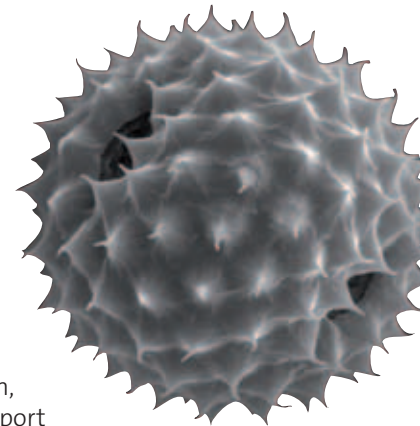
In Deutschland werden seit einigen Jahren verstärkt Pollenallergien auf *Ambrosia artemisiifolia*, das Beifußblättrige Traubenkraut, beobachtet. Bei der Bekämpfung von *Ambrosia* ist jedoch zu berücksichtigen, dass der Pollenflug durch den in Blattform und Wuchs recht ähnlichen Gemeinen Beifuß (*Artemisia vulgaris*) wesentlich stärker ist und es aufgrund der Ähnlichkeit der Pollenallergene von *Ambrosia* und Beifuß zu Kreuzreaktionen kommt (Sensibilisierungsrate in der Bevölkerung in Deutschland: *Ambrosia* 15 %, Beifuß 20 %, Gräser 37 %).

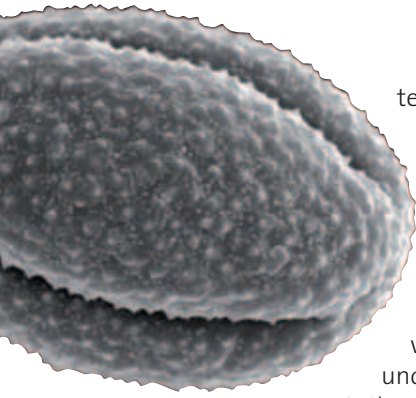
Pollenkörner enthalten nicht nur die eigentlichen Pollenallergene in ihrem Inneren, sondern führen auch Schadstoffpartikel an ihrer Oberfläche mit. Versuche zeigen, dass in Gebieten mit hoher Luftverschmutzung verstärkt Allergene aus Pollenkörnern freigesetzt werden. Dies könnte eine der Ursachen für die höheren Allergieraten in der Stadt gegenüber dem Land sein.

Bioaerosole aus der Landwirtschaft

In landwirtschaftlichen Betrieben tritt ein großes Spektrum an Bioaerosolen auf – und entsprechend groß ist die Zahl der möglichen Krankhei-

Abb. 1: Auslöser von Allergien: Pollenkörner von *Ambrosia artemisiifolia* (Beifußblättriges Traubenkraut, links) und *Artemisia vulgaris* (Gemeiner Beifuß, rechts).





ten, etwa chronische Bronchitis, die in eine chronisch-obstruktive Bronchitis (COPD) übergehen kann, Entzündungen der (oberen) Atemwege, allergisches Asthma, exogen allergische Alveolitis und ODS (Organic

dust toxic syndrome). Eine Rolle spielen dabei vor allem die Art des Betriebes, die Tierhaltung und die Anzahl der Stunden pro Tag sowie der Jahre insgesamt, die am landwirtschaftlichen Arbeitsplatz verbracht werden. Darüber hinaus belasten Emissionen aus den Betrieben oder der Gülleausbringung die Bewohner der umliegenden Häuser. Ob bzw. wie MRSA (Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*) von Ställen in die Umwelt gelangen und auf Anwohner übertragen werden kann, wird noch untersucht.

Schützende Wirkungen

Funktionieren Toleranzmechanismen nicht mehr, die eigene von körperfremden Zellen unterscheiden, gibt es Raum für Fehlentwicklungen des Immunsystems. Dabei spielt offenbar die Exposition während eines Zeitfensters, das in der Schwangerschaft beginnt und bis in das zweite Lebensjahr hineinreicht, eine wichtige Rolle (Abb. 2). Kinder, die auf einem Bauernhof aufwachsen, sind im Vergleich zu Kindern aus der Nachbarschaft, die nicht auf einem Hof aufwachsen, weniger anfällig für Heuschnupfen und Asthma und weisen weniger positive Allergietests auf. Dieser frühkindliche immunologische Schutz hält bis ins Erwachsenenalter an. Untersuchungen ergaben, dass die Exposition gegen bestimmte Bakterien einen Schutz vor Asthma und atopischer Sensibilisierung bewirkt. Im Tierversuch mit Ratten bewirkt die mütterliche Endotoxinexposition während der Schwangerschaft weniger allergisches Asthma und Atemwegsentzündungen bei den Jungtieren. Die plazentale immunologische Kompetenz scheint entscheidend für den Schutz vor Asthma und atopischer Sensibilisierung zu sein.

Forschungsbedarf

Da unter Standardbedingungen nur die wenigsten Mikroorganismen kultivierbar sind, müssen geeignete Methoden gefunden werden, um

ihre Gesamtzahl relativ schnell und einfach zu bestimmen. Auch fehlt es bisher an der Vergleichbarkeit von Studien und der Ableitung von Wirkschwellen. Hierzu wurde eine neue VDI-Richtlinie (4250) zur Erfassung von Bioaerosolen und biologischen Agenzien und ihrer umweltmedizinischen Bewertung erarbeitet.

Nanopartikel, das heißt künstlich hergestellte Partikel von 1 bis 100 nm Größe, besitzen aufgrund ihrer großen Oberfläche ein großes reaktives Potential, das noch nicht ausreichend erforscht ist. Sie können, v. a. bei chronischer Exposition, lokal Entzündungen am Ort der Deposition hervorrufen, Schleimhautschädigung, Asthma, Fibrose oder Emphysem, eine Mutagenese der Zellen oder Lungenkrebs auslösen, aber auch, abhängig von ihrer Größe, ihren Oberflächeneigenschaften und anhaftenden organischen Komponenten, systemisch zu kardiovaskulären Effekten führen oder Effekte in anderen Organen wie Leber, Niere und Gehirn hervorrufen. Im Nagetiermodell wurde eine verzögerte Reaktion im Herz-Kreislauf-System nachgewiesen.

Autorinnen und Autoren des Bandes

Neben den Organisatoren des Rundgesprächs, Erika von Mutius und Dennis Nowak (München), wirkten an dem Band über Bioaerosole mit: Jeroen Buters und Heidrun Behrendt (München); Karl-Christian Bergmann (Berlin) und Siegfried Jäger (Wien); Marianne Geiser (Bern); Caroline Herr (Oberschleißheim), Irene Tesseraux (Karlsruhe) und Thomas Eikmann (Gießen); Ruprecht Jaenicke (Mainz); Wolfgang G. Kreyling (Neuherberg); Katja Radon (München); Harald Renz und Petra Ina Pfefferle (Marburg) und Hans Peter Schmid und Mitarbeiter (Garmisch-Partenkirchen).



Abb. 2: Der frühkindliche Stallaufenthalt, der Verzehr von unbehandelter Kuhmilch und der Stallaufenthalt der Mutter während der Schwangerschaft sind bedeutende Schutzfaktoren gegen Allergien – das zeigen epidemiologische Studien. Nun gilt es herauszufinden, was genau sich hinter diesen Faktoren verbirgt.

Literatur

Bioaerosole und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, Band 38. Hrsg.: Bayerische Akademie der Wissenschaften, Verlag Dr. Friedrich Pfeil (www.pfeil-verlag.de), München 2010, 142 S., 67 Abb., 22 Tab., ISBN 978-3-89937-111-6, 25,00 Euro.

