

# Luft Wasser Erde Leben

Geo- und Umweltforschung  
für unsere Gesundheit

Vorträge und Diskussionen

27. September 2011

Berlin-Brandenburgische  
Akademie der Wissenschaften

## Programm

**09:00 Begrüßung und Einführung**

Moderation: *Prof. Dr. Dr. h.c. Rolf Emmermann*, Präsident der GeoUnion

**09:30 Luft**

Moderation: *Prof. Dr. Herbert Fischer*, Institut für Meteorologie und Klimaforschung, KIT, Karlsruhe

**Macht uns das Wetter krank?**

*Dr. Christina Koppe-Schaller*,  
Deutscher Wetterdienst, Freiburg

**Hitzestress im Stadtquartier**

*Prof. Dr. Helmut Mayer*, Meteorologisches Institut,  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

**Vorwarnung für Allergiker – neue Wege der  
Pollenvorhersage**

*Dr. Bernhard Vogel*, Institut für Meteorologie und  
Klimaforschung, KIT, Karlsruhe

**10:30 Diskussion**

**11:00 Kaffeepause**

**11:30 Wasser**

Moderation: *Prof. Dr. Maria-Theresia Schafmeister*,  
Angewandte Geologie, Universität Greifswald

**Arzneimittel im Grundwasser: Bedeutung von  
Spurenstoffen im aquatischen System**

*Dr. Traugott Scheytt*, Biogeochemisches Labor, TU Berlin

**Arsen im Trinkwasser und im Reis – die größte  
Massenvergiftung in der Geschichte der  
Menschheit**

*Prof. Dr. Andreas Kappler*, Zentrum für Angewandte  
Geowissenschaften, Universität Tübingen

**Rengsdorf revisited – medizinisch-  
geographische Autopsie eines wasserbürtigen  
Infektionsausbruchs**

*Prof. Dr. med. Thomas Kistemann*, Institut für Hygiene  
und öffentliche Gesundheit, Universität Bonn

**Grundwasserschutz als Beitrag zum  
Gesundheitsschutz**

*Lena Hauck, M. Sc.*, Bundesanstalt für  
Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover

**12:30 Diskussion**

**13:00 Mittagspause**

**14:00 Erde**

Moderation: *Prof. Dr. Dr. h.c. Gerold Wefer*, Zentrum für  
Marine Umweltwissenschaften, MARUM, Bremen

**Die geogene Hintergrundbelastung in  
Deutschland**

*Prof. Dr. Lothar Viereck-Götte*, Institut für  
Geowissenschaften, Universität Jena

**Boden als Reaktor – Änderung der  
Porenfunktionen durch Land- und Forstnutzung**

*Prof. Dr. Rainer Horn*, Institut für Pflanzenernährung und  
Bodenkunde, Universität Kiel

**Boden – die verborgene Nahrungsmittelfabrik**

*Prof. Dr. Ingrid Kögel-Knabner*, Technische Universität  
München, Freising-Weihenstephan

**14:45 Diskussion**

**15:15 Kaffeepause**

**15:45 Leben**

Moderation: *Prof. Dr. Dr. h.c. Rolf Emmermann*

**Klimawandel und Gesundheit in Deutschland**

*Dr. Hans-Guido Mücke*, WHO Collaborating Centre for Air  
Quality Management and Air Pollution Control, Berlin

**Klinische Klimaforschung – Ansätze und  
Erkenntnisse für die Patientenversorgung**

*Prof. Dr. med. Christian Witt*, Pneumologie, Charité Berlin

**Auswirkung des Klimawandels: Das allergene  
Potential von Ambrosiapollen**

*Prof. Dr. Jörg Durner*, Deutsches Forschungszentrum für  
Gesundheit und Umwelt, München

**Gesundheit und Umwelt – Neue  
Herausforderungen für die Gesundheitsforschung**

*Prof. Dr. Günther Wess*, Deutsches Forschungszentrum für  
Gesundheit und Umwelt, München

**16:45 Diskussion**

**17:15 Schlussworte**

*Prof. Dr. Dr. h.c. Gerold Wefer*, Zentrum für Marine  
Umweltwissenschaften, MARUM, Bremen,  
Vorsitzender des Lenkungsausschusses der Initiative  
„Wissenschaft im Dialog“



## Beiträge und Vortragende

### Luft

#### Macht uns das Wetter krank?

*Dr. Christina Koppe-Schaller, Deutscher Wetterdienst, Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung Freiburg*

Die Medizinmeteorologie ist eine interdisziplinäre Wissenschaft, die sich mit den Wechselwirkungen zwischen atmosphärischen Prozessen und den Menschen befasst. Die zentrale Frage dabei ist: Wie beeinflussen Wetter und Klima unseren Organismus? Mit anderen Worten: Macht uns das Wetter krank?

Die uns umgebenden Wetterbedingungen wirken dabei auf unterschiedlichen Wegen auf uns ein. Ein Weg ist die Strahlung: Das sichtbare Sonnenlicht beeinflusst Hormonhaushalt und Psyche, wobei die langwellige Infrarotstrahlung die Durchblutung fördert. Das größte Wirkungsspektrum besitzt die UV-Strahlung: Hautbräunung, Vitamin-D3-Synthese, aber auch die Schädigung von Hautzellen durch Sonnenbrand sind einige Auswirkungen. Unsere thermische Umwelt (Temperatur, Wind, Feuchtigkeit, Strahlung) hat Auswirkungen auf den Wärmehaushalt des Menschen, aber auch die Art und Anzahl der Luftbeimengungen, welche bei hohen Schadstoffkonzentrationen zu Atemwegsbeschwerden führen können, werden vom Wetter beeinflusst. Das Wetter ist daher ein wichtiger Bestandteil der physikalischen Umwelt des Menschen. Um Gesundheit, Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit zu erhalten, sind Anpassungsvorgänge an das Wetter nötig, die teilweise über die autonomen Regelsysteme ablaufen, aber auch teilweise vom Menschen selbst gesteuert werden können. Der physiologische Ablauf der Anpassung an die atmosphärischen Umweltbedingungen hängt dabei zum einen von der Intensität der Wetterwirkungen, zum anderen von der Leistungsfähigkeit des Organismus ab, also vom Gesundheitszustand. Wenn der Organismus mit diesen Anpassungsvorgängen überfordert ist, kann es zu unterschiedlichsten Störungen des Wohlbefindens bzw. zu Beschwerden kommen.

Zahlreiche auf internationaler Ebene durchgeführte Untersuchungen belegen den Zusammenhang zwischen der meteorologischen Umgebung des Menschen und Reaktionen im physischen und psychischen Bereich. Ein Teil der Ursache (Wettereinfluss) -Wirkung (Gesundheit, Wohlbefinden) -Zusammenhänge ist zwar schon verstanden, es gibt aber noch viele offene Fragen in der Medizin-Meteorologie. Diese zu beantworten ist unter anderem deshalb so schwierig, weil Wetter in der Regel nicht krank macht. Das Wetter ist meist nur einer von vielen Faktoren, welcher bestehende Beschwerden verstärkt.

**Christina Koppe-Schaller** studierte ab 1996 an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Hydrologie. Dieses Studium schloss sie 2001 mit der Diplomarbeit zum Thema „Statistische Analyse von Niederschlags-, Abfluss- und physiogeographischen Daten in Hinblick auf die Hochwasserbildung in verschiedenen Einzugsgebieten im Südschwarzwald“ ab. Seit 2001 ist sie als Wissenschaftlerin beim Deutschen Wetterdienst im Zentrum für Medizin-Meteorologische Forschung in Freiburg tätig. Dort hat sie an mehreren Forschungsprojekten zur Bio- bzw. Medizinmeteorologie gearbeitet, unter anderem an „Climate Change and Adaptation Strategies for Human Health in Europe“ und „EuroHEAT, Improving Public Health Responses to Extreme Weather/Heat-Waves in Europe“. Außerdem beschäftigte sie sich mit der Analyse der Hitzewelle(n) 2003 in Baden-Württemberg und der Abschätzung zukünftiger Gesundheitseffekte von thermischer Belastung. Im Jahr 2005 promovierte sie an der Universität Freiburg im Fach Meteorologie mit der Dissertation zu „Gesundheitsrelevante Bewertung von thermischer Belastung unter Berücksichtigung der kurzfristigen Anpassung der Bevölkerung an die lokalen Witterungsverhältnisse“. Seit 2008 arbeitet Frau Koppe-Schaller im Bereich der Biometeorologischen Grundlagenforschung und vertritt den Deutschen Wetterdienst in nationalen und internationalen Gremien im Gesundheitsbereich. Ihre Forschungsschwerpunkte sind: Auswirkungen meteorologischer Einflüsse auf Gesundheit, Klimawandel und Gesundheit, Hitzewarnsysteme sowie Wärmebelastung in Innenräumen. Seit 2009 ist sie Field Editor beim International Journal of Biometeorology.

## Hitzestress im Stadtquartier

*Prof. Dr. Helmut Mayer, Meteorologisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg*

Ergebnisse aus regionalen Klimasimulationen weisen darauf hin, dass sich extreme Hitze in Mitteleuropa intensivieren wird. Daran sind die Raumnutzungsmuster und Baukörperstrukturen sowie die Bewohner von mitteleuropäischen Städten nicht angepasst. Unter Berücksichtigung des demographischen Wandels werden dadurch Leistungsfähigkeit, Wohlbefinden und Gesundheit von Stadtbewohnern erheblich beeinträchtigt. Es ist mit einer Erhöhung der Morbiditäts- und Mortalitätsraten zu rechnen.

Aus diesem Grund gewinnen Methoden an Bedeutung, mit denen die durch den Wetterablauf vorgegebene regionale Hitze lokal so reduziert werden kann, dass bei diesen ungünstigen Bedingungen immer noch ein gewisses Maß an thermischem Komfort für Stadtbewohner möglich ist. Zu diesen Methoden zählen:

- (i) Hitzewarnsysteme, z.B. des Deutschen Wetterdienstes,
- (ii) individuelles Verhalten der Stadtbewohner, das an Hitze angepasst ist, insbesondere von Risikogruppen wie Kleinkindern oder Senioren,
- (iii) präventive Maßnahmen der Stadtplanung, mit denen urbane Räume auf eine lokale Abpufferung von extremer Hitze eingerichtet werden können.

Der Vortrag beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit dem letzten Methodenkomplex. Er weist einen direkten Bezug zur urbanen Human-Biometeorologie auf. Ausgehend von der Problematik, wie die Wahrnehmung von Hitze durch Stadtbewohner in einer Art beschrieben und quantifiziert werden kann, dass sie für diese Gruppe relevant ist, wird die Doppelstrategie für Mitigationsmaßnahmen in mitteleuropäischen Städten aufgezeigt. Sie besteht in einer Reduzierung des Eintrags von Hitze in urbane Räume tagsüber, die von einer Aufrechterhaltung der Belüftung, vor allem nachts durch thermisch induzierte Windsysteme, begleitet wird.

Inwieweit ein gewisses Ausmaß an thermischem Komfort für Stadtbewohner bei regionaler Hitze möglich ist, wird anhand von Ergebnissen aus Untersuchungen in Freiburg, der wärmsten Stadt in

Deutschland, diskutiert. Sie wurden über verschiedene Ansätze durchgeführt, um die Einflüsse des variablen Designs von Straßenschluchten auf human-biometeorologische Parameter zu analysieren, die für den thermischen Komfort relevant sind. Dazu zählen vor allem die mittlere Strahlungstemperatur und die physiologisch äquivalente Temperatur als thermischer Bewertungsindex.

**Helmut Mayer** studierte von 1966 bis 1971 an der Ludwig-Maximilians-Universität München Meteorologie mit den Nebenfächern Geographie und Geophysik. 1974 promovierte er an der Universität Karlsruhe mit einer Arbeit zu „Temperatur und Feuchte in der bodennahen Atmosphäre über Karlsruhe“. Seine Habilitation an der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München schloss Prof. Mayer 1985 zum Thema „Baumschwingungen und Sturmgefährdung des Waldes“ ab. Seit 1992 ist er Universitätsprofessor für Meteorologie und Klimatologie an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg und Leiter des Meteorologischen Instituts. Helmut Mayer ist Mitglied mehrerer wissenschaftlicher Gesellschaften auf nationaler und internationaler Ebene, unter anderem der American Meteorological Society, der International Association for Urban Climate, der International Society of Biometeorology und der britischen Royal Meteorological Society. Bei den Zeitschriften „Climate Research“ und „International Journal of Biometeorology“ wirkt er als Mitglied des Editorial Board mit. Seit Januar 2011 ist Helmut Mayer Vorsitzender der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft. Zu seinen Forschungsgebieten Umweltmeteorologie (Stadtklima, Luftreinhaltung, Human-Biometeorologie), Forstliche Meteorologie und Regionale Klimatologie hat er insgesamt 358 wissenschaftliche Publikationen vorgelegt.

## Luftschadstoffe und Atemwegsgesundheit

*Prof. Dr. Uwe Schlink und Dr. Irina Lehmann, Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung, Leipzig*

Je nach Aktivität konsumiert ein Mensch 5 bis 100 Liter Luft pro Minute. Diese enthält Beimengungen, die für die jeweilige Umgebung sehr charakteristisch sind. So hat Stadtluft ihren eigenen chemischen Fingerabdruck ebenso wie die Luft in Wohnungen, Büroräumen oder Werkshallen.

Mit modernen Verfahren der Mustererkennung werden Emissionsquellen anhand ihres Schadstoffspektrums erkannt. Industrieemissionen, Fahrzeugabgase und Innenraumemissionen erzeugen jeweils eine ganz typische Mischung von chemischen Spurenstoffen in der Luft. Epidemiologische Studien messen mit statistischen Methoden, wie das Gesundheitsrisiko mit der Konzentration von Luftschadstoffen steigt. Eine Technik ist dabei das Verfolgen von Gesundheitsbeschwerden mit Symptomtagebüchern, welche Störgrößen elegant ausschaltet. Die jüngste Forschung am Helmholtz-Zentrum Leipzig hat quantitativ ermittelt, wie die Häufigkeit von Atemwegsbeschwerden mit der Konzentration von Ozon, Benzol und Chlorbenzol in der Atemluft ansteigt. Ganz deutlich zeigen sich Beeinträchtigungen der Atemwegsgesundheit in stark belasteten Industriegebieten, aber auch in mangelhaft belüfteten Innenräumen. In Deutschland wurden signifikante saisonale Schwankungen der Qualität der Innenraumluft beobachtet, was mit dem Lüftungsverhalten zusammenhängt und in anderen Klimazonen so nicht auftritt. Die schädigenden Wirkungen von Luftschadstoffen können durch das Klima modifiziert werden. Eine hohe Luftfeuchte, beispielsweise, reduziert die Zahl der Krankenhauseinweisungen aufgrund von Atemwegsbeschwerden die mit einer Feinstaubbelastung zusammenhängen. Für eine personenbezogene Bestimmung der Schadstoffexposition werden mobile Messungen und agentenbasierte Simulationsstudien durchgeführt. Entsprechend dem individuellen Bewegungsmuster können sich persönliche Belastungen ergeben, die wesentlich von einer mittleren Dosis abweichen.

Die Forschungsergebnisse münden in Empfehlungen zur Luftreinhaltung und zur Prävention. In einem aktuellen Forschungsprojekt wird der Frage nachgegangen, welche neuen Luftschadstoffe beim Lüften entstehen, wenn die Beimengungen der Innenraumluft mit denen der Stadtluft reagieren.

**Uwe Schlink** studierte an der Technischen Universität Dresden Physik und promovierte anschließend an der Universität Leipzig im Fach Meteorologie. Auf diesem Gebiet habilitierte er sich dann mit einer Arbeit zur Vorhersage und zur gesundheitlichen Wirkung von Ozon in der Atmosphäre. In verschiedenen EU-Projekten hat

er Arbeitspakete zur raum-zeitlichen Modellierung von Luftschadstoffen koordiniert. Während eines Forschungsaufenthaltes in Brescia, Italien, hat er Zeitreihenmodelle für Atmosphärendaten entwickelt und ihre Güte an Datensätzen aus verschiedenen europäischen Ländern vergleichend beurteilt. Mit einem neuen Verfahren der Mustererkennung konnte er dazu beitragen, die Emissionsquellen der Luftbelastung im Industriegebiet von La Plata, Argentinien, zu charakterisieren. Heute ist Uwe Schlink Wissenschaftler in der AG Core Facility Studien des Helmholtz Zentrums für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig und hält Lehrveranstaltungen zu Biometeorologie und Statistik am Institut für Meteorologie der Universität Leipzig.

**Irina Lehmann** studierte Biologie an der Universität Leipzig und promovierte dort 1991 als Immunologin. In der Zeit von 1991 bis 2000 arbeitete sie am Institut für Klinische Immunologie und Transfusionsmedizin der Universität Leipzig als Leiterin eines Labors für Immundiagnostik und Klinische Studien. Im Jahr 2000 wechselte sie als Junior-Gruppenleiterin an das Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig, wo sie seit 2003 das Department für Umweltimmunologie leitet. Die Schwerpunkte der Forschung von Irina Lehmann sind Umwelt- und Lebensstilfaktoren und deren Einfluss auf das Immunsystem sowie daraus resultierende Krankheitsrisiken, vor allem im Hinblick auf Allergien.

### **Vorwarnung für Allergiker – neue Wege der Pollenvorhersage**

*Dr. Bernhard Vogel, Institut für Meteorologie und Klimaforschung, KIT Karlsruhe*

Um die Lebensqualität der Pollenallergiker entscheidend verbessern zu können, wünscht man sich eine präzise Pollenvorhersage. Diese würde es erlauben, Medikamente gezielt und prophylaktisch einzusetzen. Momentan wird vom Deutschen Wetterdienst (DWD) eine Pollenvorhersage für 7 verschiedene Pollenarten erstellt, unter anderem für Birken- und Ambrosiapollen. Die Vorhersage basiert auf den regionalen kurz- und mittelfristigen Wettervorhersagen des DWD und den von der PID (Stiftung

Deutscher Polleninformationsdienst) zur Verfügung gestellten Messungen der Pollenkonzentrationen. Die aus diesen Daten gewonnene Vorhersage der Pollenbelastung kann für den aktuellen Tag, sowie maximal zwei Folgetage auf einer Informationsseite des DWD im Internet bezogen werden. Die aktuell durchgeführte Pollenflugvorhersage zeigt allerdings zwei große Schwächen: Sie ist räumlich und zeitlich nur gering aufgelöst, da das Messnetz der Pollenfallen sehr grobmaschig ist. Die Vorhersage unterliegt der subjektiven Einschätzung desjenigen, der die Vorhersage erstellt.

Aus diesem Grunde haben wir vor einigen Jahren damit begonnen, das numerische Vorhersagemodell des DWD um die Vorhersage von Pollen zu erweitern (COSMO-ART). Gemeinsam mit dem DWD wurde dieses erweiterte Modell verwendet, um testweise über die gesamte Birkenpollensaison 2010 operationelle Vorhersagen durchzuführen und diese mit Messungen zu vergleichen. Parallel hierzu wurde das Modell vom Schweizer Wetterdienst ebenfalls operationell für Pollenprognose angewendet.

Der Vortrag wird zunächst die neue Vorhersagemethoden und die dabei auftretenden Herausforderungen beschreiben. Anschließend werden die Vergleiche mit den Beobachtungen vorgestellt und der Stand der neuen Vorhersagemethode bewertet.

**Bernhard Vogel** ist diplomierter Meteorologe. Er hat an der Technischen Universität Darmstadt auf dem Gebiet der numerischen Modellierung von Strömungsvorgängen auf der regionalen Skala promoviert. Zurzeit leitet er am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) eine Arbeitsgruppe, die sich mit der numerischen Simulation der Wechselwirkung von Aerosolpartikeln mit dem Zustand der Atmosphäre und auch mit der Ausbreitung von Pollen auf verschiedenen Zeitskalen (Tage bis Monate) befasst. Im Rahmen dieser Arbeiten entstand das Modellsystem COSMO-ART, das in der Zwischenzeit weltweit in verschiedenen Institutionen zum Einsatz kommt.

## Wasser

### Arzneimittel im Grundwasser: Bedeutung von Spurenstoffen im aquatischen System

*Dr. Traugott Scheytt, Biochemisches Labor, Technische Universität Berlin*

Eine Vielzahl an organischen Spurenstoffen, darunter Arzneimittelwirkstoffe, finden ihren Weg in das aquatische System. Von den in der Humanmedizin eingesetzten Wirkstoffen werden zwar die meisten in Kläranlagen aus dem Abwasser entfernt, dennoch werden etliche Substanzen aufgrund geringer Sorptionsneigung und hoher Persistenz nicht nur im Oberflächenwasser, sondern auch im Grundwasser nachgewiesen. So zeigte sich für die häufig verwendeten Antirheumatika Diclofenac und Ibuprofen eine gute Abbaubarkeit unter sauerstoffhaltigen Bedingungen, andere Substanzen, wie das Schmerzmittel Propyphenazon und das Antiepileptikum Carbamazepin, unterliegen hingegen unter aeroben Bedingungen nur einem geringen Abbau.

Generell ist das Redoxmilieu für eine Vielzahl an Spurenstoffen entscheidend für das Abbauverhalten. Untersuchungen zur Sorption zeigen, dass diese Substanzen unterschiedlich stark sorbiert werden, so dass für etliche Stoffe mit einem Eintrag in das Grundwasser und einer vergleichsweise hohen Mobilität zu rechnen ist. Durch die hochempfindliche Analytik und durch die gezielte Suche können neben Humanpharmaka auch eine Vielzahl weiterer Substanzen, u.a. endokrin wirkende Substanzen, Pflanzenschutz- und -behandlungsmittel, Pflege- und Reinigungsmittel nachgewiesen werden. Tatsächlich werden die genannten Arzneimittelwirkstoffe bis in den mg/l-Bereich im Grundwasser nachgewiesen, und einige konnten sogar bereits im Trinkwasser analysiert werden. Dort liegen die Konzentrationen allerdings sehr niedrig (im unteren ng/l-Bereich) und damit weit unterhalb jeglicher nachgewiesenen Wirkschwelle.

Insofern ist bis heute schwer abschätzbar, ob von diesen Substanzen oder der Mischung einer Vielzahl an sehr gering konzentrierten Spurenstoffen eine Gefahr für Menschen oder Tiere ausgeht. Es zeigt sich aber, dass die ersten Nachweise von Arzneimittelwirkstoffen im Grundwasser zu Anfang der 90er Jahre nur die Spitze des Eisbergs waren.

**Traugott Scheytt** begann sein Studium der Geologie und Paläontologie 1985 an der Universität Würzburg. Nach dem Vordiplom studierte er mit einem Fulbright-Reisestipendium 1987 bis 1988 an der University of Texas in Austin und absolvierte anschließend das Hauptstudium mit dem Schwerpunkt Angewandte Geologie an der Universität Kiel. Seine Diplomarbeit befasste sich mit dem Transportverhalten von Schwermetallen im Grundwasser. 1994 promovierte er in Kiel mit dem Thema „Örtliche und zeitliche Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit im Bereich der Bornhöveder Seenkette“. Im Januar 1996 wechselte Traugott Scheytt als Hochschulassistent an das Fachgebiet Hydrogeologie der Technischen Universität Berlin. Dort hat er sich dem Thema „Arzneimittelwirkstoffe im Grundwasser“ zugewandt, einer Thematik, die in den letzten Jahren großes nationales und internationales Interesse gewonnen hat. Traugott Scheytt ist inzwischen Leiter des Biogeochemischen Labors an der Technischen Universität Berlin, wo er eine aus Drittmitteln finanzierte Arbeitsgruppe leitet. Zu seinen Forschungsarbeiten hat er eine Vielzahl an einschlägigen Fachbeiträgen publiziert.

### **Arsen im Trinkwasser und im Reis - die größte Massenvergiftung in der Geschichte der Menschheit**

*Prof. Dr. Andreas Kappler, Zentrum für Angewandte Geowissenschaften, Universität Tübingen*

Arsen im Grund- und Trinkwasser bedroht Millionen von Menschen in vielen Ländern der Erde, insbesondere in mehreren Ländern Südasiens wie Bangladesch oder Vietnam. In diesem Beitrag wird vorgestellt, wie das Arsen in das Grund- und Trinkwasser kommt, welche Konsequenzen die Bewässerung von Reisfeldern mit dem arsenhaltigen Wasser hat und welche Methoden angewendet werden, um das Arsen aus dem Trinkwasser zu entfernen bzw. die Aufnahme in den Reis zu verringern.

**Andreas Kappler** schloss im Jahr 1997 an der Universität Konstanz sein Chemiestudium mit dem Diplom ab und promovierte dort drei Jahre später im Bereich „Environmental Microbiology / Microbial Ecology“. Nachdem er unter anderem am Swiss Federal Institute for Environmental Science and Technology in Zürich,

am California Institute of Technology in Pasadena und dem Marine Biological Laboratory in Woods Hole tätig war, leitete er in der Zeit von 2004 bis 2008 die Abteilung Geomikrobiologie im Center for Applied Geoscience (ZAG) an der Universität Tübingen. Seit 2008 ist Andreas Kappler Inhaber einer Stiftungsprofessur für Geomikrobiologie in Tübingen. Im Jahr 2008 erhielt er den Jahrespreis für Biologie der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen. Mit seiner Tübinger Arbeitsgruppe forscht er zu biologischen und chemischen Prozessen in der Interaktion von Mikroorganismen und Eisenmineralen in heutigen und früheren Ökosystemen, auch unter dem Einfluss organischer und anorganischer Schadstoffe – Prozesse, die für Bildung und Umwandlung von Eisenmineralen von großer Bedeutung sind.

### **Rengsdorf revisited – medizinisch-geographische Autopsie eines wasserbürtigen Infektionsausbruchs**

*Prof. Dr. med. Thomas Kistemann, Institut für Hygiene und öffentliche Gesundheit, Universität Bonn*

Im Jahr 2000 erlebte die Gemeinde Rengsdorf in Rheinland-Pfalz einen trinkwasserbedingten Ausbruch von Giardiasis, der aufgrund günstiger Umstände entdeckt und mit epidemiologischen, mikrobiologischen und geographischen Methoden bestätigt wurde.

Da derartige Ausbrüche (oder zumindest ihre Erfassung) in Deutschland sehr seltene Ereignisse sind, gab es erhebliche Reaktionen sowohl in der Fachwelt als auch in der Öffentlichkeit. Zehn Jahre später haben wir Rengsdorf erneut aufgesucht und eine sozio-ökologische Re-Analyse des Ausbruchs und seiner Konsequenzen durchgeführt. Ziel dieser Untersuchung war es, die komplexen ökologischen, sozialen, kulturellen und sozioökonomischen Umstände und Prozesse im Zusammenhang mit dem Ausbruch aufzudecken, um zu einer Verbesserung von Risikoanalyse und Risikokommunikation bei trinkwasserassoziierten Ausbrüchen beizutragen. Hierzu führten wir unter anderem eine GIS-basierte Erfassung der Trinkwasserversorgungsstrukturen sowie Interviews mit lokalen, regionalen und nationalen Akteuren und Experten

durch, die ganz überwiegend persönlich in den damaligen Zwischenfall involviert waren. Es wurde deutlich, dass auch nicht-ökologische Faktoren substantiell zum Zustandekommen des Ausbruchs beitrugen, dass eine allgemein akzeptierte Interpretation des Zwischenfalls nicht besteht und dass widerstreitende Interessen die gezogenen Konsequenzen limitierten.

**Thomas Kistemann** studierte Geographie, Klassische Philologie, Erziehungswissenschaften und parallel dazu Humanmedizin an den Universitäten Bonn und Göttingen. 1991 legte er sein medizinisches Staatsexamen ab. 1992-1994 war er in der Abteilung für Innere Medizin an einer Klinik tätig. Im Jahr 1993 promovierte er mit dem Thema „Leichtflüchtige halogenorganische Verbindungen im Grundwasser der rechtsrheinischen Niederterrasse zwischen Sieg und Köln“. Seit 1994 ist Thomas Kistemann am Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn tätig. Seit 1997 Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin, leitet er heute das WHO-Kollaborationszentrum für Wassermanagement und Risikokommunikation zur Förderung der Gesundheit (Bonn) und lehrt Hygiene, Sozialmedizin, Public Health (Humanmedizin) und Geographie der Gesundheit. 2002 habilitierte er sich mit einer Arbeit zur Nutzung Geographischer Informationssysteme für Hygiene und Public Health. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind: Wasser und Gesundheit, Infektionsepidemiologie, Gesundheit und Globaler Wandel, Raum und Wohlbefinden (therapeutic landscapes) und räumliche Aspekte der Gesundheitsversorgung.

### **Grundwasserschutz als Beitrag zum Gesundheitsschutz**

*Lena Nadine Hauck, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe Hannover*

Weltweit sterben mehr Menschen an Durchfallerkrankungen als an bewaffneten Konflikten. 90 % dieser Durchfallerkrankungen sind auf Kontakt mit kontaminiertem Trinkwasser zurückzuführen.

Mangelnde Wasserqualität und der eingeschränkte Zugang zu sicherem Trinkwasser nehmen global durch Bevölkerungswachstum, Verstädterung und den Einsatz von Düngern und Chemikalien deutlich zu. Der Klima-

wandel beschleunigt durch Dürren und Überflutungen diesen Prozess. Dabei stellt sauberes Grundwasser nicht nur die sicherste Form, sondern – da es vor Gebrauch nicht aufbereitet werden muss – auch die kostengünstigste Variante der Trinkwasserversorgung dar. Doch ungeklärte Abwässer aus Haushalten und Industrie versickern im Boden, oft in unmittelbarer Nähe zu Brunnen, und gefährden den Grundwasserleiter und damit die sichere Trinkwasserversorgung. Ohne sauberes Trinkwasser steigen die Gesundheitsrisiken. Ausbrechende Krankheiten schränken die Leistungsfähigkeit der Bevölkerung ein und behindern Entwicklung und Armutsbekämpfung. Dieser Wirkungskette wird in den meisten Entwicklungsländern (noch) zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Verlässliche Systeme zur Überwachung der Wasserqualität, Austausch von guten Praxisbeispielen und Grundwasserschutzanstrengungen müssen verstärkt werden, um dieser Herausforderung zu begegnen. Durch die Ausweisung von Grundwasserschutzzonen können auf lange Sicht erhebliche Aufbereitungs- und Nachsorgekosten sowie Kosten im Gesundheitswesen eingespart werden. Damit ist das Konzept der Schutz-zonen, das Trennen von Versorgungs-, Neubildungs- und Vorratsgebiet für eine nachhaltig sichere Versorgung der Bevölkerung mit Trinkwasser unabdingbar.

Durch Projekte der technischen Zusammenarbeit, unterstützt Deutschland weltweit Ministerien, Behörden und Institutionen beim Aufbau entsprechender Fachkompetenz auf dem Gebiet des Grundwassermanagements und -schutzes. Ziel ist die Einrichtung von Grundwasserschutzgebieten und die Verankerung von Schutzaspekten in der Gesetzgebung und Regionalplanung. Gezeigt werden Erfahrungen aus Projekten in Jordanien, Syrien, Sambia und Paraguay.

**Lena Hauck** begann ihr Studium im Jahr 2003 an der Universität Heidelberg und schloss es 2009 mit einem Master of Science in Geographie und Volkswirtschaftslehre ab. In ihrer Abschlussarbeit beschäftigte sie sich mit „Watertrade – Alternative Ways of Water Supply in the Yemeni Capital Sana’a“. Schon in ihrer Studienzeit war sie als Praktikantin und Beraterin in Institutionen der Entwicklungszusammenarbeit tätig: bei der GIZ und beim Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung, im Bereich „Wasser“. Inzwischen ist Lena Nadine Hauck Projektleiterin der „International Cooperation with Syria“ bei der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe in Hannover.

## Erde

### Die geogene Hintergrundbelastung in Deutschland

*Prof. Dr. Lothar Viereck-Götte,  
Institut für Geowissenschaften,  
Friedrich-Schiller-Universität Jena*

Damit der Stoffinhalt eines Gesteins gesundheitsrelevant wird, muss dieser ‚Stoff‘ einerseits essentiell für Lebewesen sein und durch geringe Konzentrationen oder verminderte Verfügbarkeit zu Mangelerscheinungen führen. Lokal auftretende, geogen bedingte Mangelerscheinungen sind im Zeitalter der Globalisierung im Allgemeinen nur noch dort zu finden, wo die Ernährung noch immer aus dem Eigenanbau oder im engeren regionalen Umfeld erfolgt (z.B. Selen). Großregional bedingte Mangelerscheinungen sind heute durch die Bedingungen der genormten Massennahrungsmittelproduktionsmethoden begründet (z.B. Zink).

Gesundheitsrelevant sind andererseits ‚Stoffe‘, die „schädigende“ Eigenschaften haben und sich dem Menschen in erhöhter Konzentration seltener direkt, meist über einen ‚Pfad‘ (Luft, Wasser, Boden, Pflanze) mitteilen können. Im Falle radioaktiver Elemente erfolgt die Mitteilung direkt bzw. über die inhalative Aufnahme von Radon aus der Luft. Nicht-radioaktive Elemente können dagegen nur schädigend wirken, wenn sie entweder dermal oder partikulär inhalativ (beide wenig relevant abseits von Bergbaugebieten) bzw. in löslicher Form über den Wasserpfad bzw. den Pflanzenpfad aufgenommen werden. Über den letzteren werden zudem Elemente aufgenommen, die nach Freisetzung aus einer mineralischen Verbindung adsorptiv an Pflanzen(wurzel)oberflächen angelagert werden. Mit der chemisch- bzw. mineralogisch-analytischen Erfassung und kartographischen Darstellung der geologisch bedingten Konzentrationen dieser essentiellen oder gesundheitsschädigenden Elemente und ihrer Verbindungen in Gesteinen und Böden befasst sich die Medizinische Geologie. Im Allgemeinen sind die geringen geogenen Konzentrationen von anorganischen Inhaltsstoffen nicht gesundheitlich relevant. Ausnahmen ergeben sich aufgrund eines hohen Transferfaktors vom Feststoff (Kulturboden) in eine Pflanzenart (z.B. Cadmium in Weizen

oder Tabak), bzw. der guten Löslichkeit, Mobilität und Verfügbarkeit durch veränderte pH- bzw. Redox-Bedingungen (z.B. Aluminium oder Arsen in Grundwasser). Die letztgenannte Ursache gilt in Deutschland insbesondere dort, wo z.B. durch synsedimentäre Mineralisationen bzw. sekundäre Vererzungen Arsen-Anreicherungen vorliegen, aus denen durch Änderung der Sauerstoffaktivität höhere Konzentrationen freigesetzt werden. Im Allgemeinen kommt es dadurch nicht zu Konzentrationen, die bei einmaliger Aufnahme eine toxische Wirkung hervorrufen. Relevant ist vielmehr die chronische orale Aufnahme über Nahrungsmittel (inkl. Wasser) bzw. kleinräumiger die inhalative über Staub von (z.B. Halden-) Abwehungen.

Handlungsrelevante Probleme können jedoch selbst bei Hintergrundkonzentrationen in Gesteinen auftreten, wenn behördlicherseits Prüf-, Maßnahmen- oder Grenzwerte empfohlen bzw. erlassen werden, die im Bereich der geogenen Last liegen. Als Beispiele seien genannt: Chrom- und Nickelgehalte in Böden von Vulkanfeldern oder auf fossiler Ozeankruste bzw. Arsen-Gehalte im Trinkwasser, die aufgrund der Kanzerogenität der Elemente niedrig angesetzt werden müssen, um die im gesellschaftlichen Konsens festgelegte duldbare Anzahl von Erkrankungen nicht zu übersteigen.

**Lothar Viereck-Götte** studierte bis 1978 Geologie in Göttingen und (1974-1975) in Chapel Hill, North Carolina, USA. Ab 1979 war er Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Arbeitsgruppe „Magmatische Petrologie“ an der Ruhr-Universität Bochum, wo er 1983 über ein Thema aus diesem Bereich der Geologie (am Beispiel eines Teilraums der Eifel) promovierte. Von 1986 bis 1994 war Lothar Viereck-Götte Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Sachgebiet Bodenschutz am Hygiene-Institut des Ruhrgebiets in Gelsenkirchen tätig, von 1994 bis 1997 wirkte er als Selbständiger Gutachter im Büro für Konzeptionellen Umweltschutz in Bochum. Seit 1997 ist er Professor für Geochemie am Institut für Geowissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Seine Arbeitsgebiete sind neben der Magmatischen Geologie die Polarforschung, die Erforschung von Paläoböden, die Anorganische Bodenchemie und die Altlastenforschung sowie die Medizinische Geologie.

## **Boden als Reaktor – Änderungen der Porenfunktion durch Land- und Forstwirtschaft**

*Prof. Dr. Rainer Horn, Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Universität Kiel*

Böden sind als nicht vermehrbare Ressource vorrangig zu schützen bzw. sollten nur entsprechend ihren Eigenschaften genutzt werden. Diese Empfehlung, die bereits in der Bodencharta des Europarates (1972) niedergelegt und in dem Bundesbodenschutzgesetz (BBdSchGes 1998) präzisiert wurde, umzusetzen, ist vor dem Hintergrund der verschiedenen Ansprüche an Böden hinsichtlich deren Bodenfunktionen und entsprechenden Kriterien häufig nur schwer oder gar nicht einzuhalten, was je nach physikalischer, chemischer und biologischer Eigenstabilität zu zusätzlichen, häufig irreversiblen Bodendegradationen führen kann.

Böden erfüllen als Dreiphasensysteme außer der Lebensraum- auch eine Archivfunktion und sind Bestandteil des Naturhaushaltes ebenso wie sie als Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für die Nahrungsmittelproduktion, als Filter und Puffer für sauberes Grund- und Trinkwasser, sowie als Rohstofflieferant dienen. In der Land- und Forstwirtschaft kann es durch den Einsatz von Landmaschinen zu einer intensiven Bodenverdichtung bis in den Untergrund hinein kommen, wodurch sowohl das Gesamtporenvolumen ebenso wie die Porengrößenverteilung und -funktionen häufig nachhaltig verschlechtert werden.

Im Einzelnen werden vergleichend der Aufbau der Bodenstrukturen unter den verschiedenen Landnutzungssystemen anhand von CT-Aufnahmen und den quantifizierbaren Auswirkungen auf den Wasser, Luft und Nährstoffhaushalt einschließlich der mikrobiellen Aktivität erläutert sowie die Auswirkung von Bodenverdichtungen auch für den Landschaftswasserhaushalt dargestellt. Den Abschluss bilden einige Empfehlungen zu einer nachhaltigen und bodenschonenden Bewirtschaftung.

**Rainer Horn** studierte bis 1973 Gartenbau an der Universität Hannover und schloss seine Promotion 1976 im Bereich der Bodenkunde ab. Er habilitierte sich in diesem Bereich 1981 an der Technischen Universität Berlin und arbeitete daraufhin als Pro-

fessor für Bodenkunde an der Universität Bayreuth. Seit 1988 lehrt er Bodenkunde am Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Christian-Albrechts-Universität Kiel. Rainer Horn ist in viele Projekte der internationalen wissenschaftlichen Zusammenarbeit eingebunden und hat dabei unter anderem in Australien, China, Chile, Brasilien und den USA gearbeitet. Zu seinen Arbeitsfeldern gehören die Bodenmechanik, Fragen der Bodenchemie und der hydraulischen Prozesse im Boden sowie die Wirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitungsmethoden auf die Bodenstruktur, gerade auch im Hinblick auf Bodenbelastungen und Bodendegradation. Rainer Horn ist Mitglied im Editorial Board wichtiger Fachzeitschriften, darunter „Geoderma“ und „International Agrophysics“, und Chief Editor für „Soil Tillage Research“. Von 2000 bis 2003 war Rainer Horn Vizepräsident, von 2003 bis 2006 dann Präsident der International Soil Tillage Research Organisation. Seit 2008 ist er Präsident der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft.

## **Boden – die verborgene Nahrungsmittelfabrik**

*Prof. Dr. Ingrid Kögel-Knabner, Lehrstuhl für Bodenkunde, Technische Universität München, Freising-Weihenstephan*

Die nachhaltige und verantwortungsbewusste Nutzung und Bewahrung der Bodenressourcen sind Zukunftsfragen, die uns besonders am Herzen liegen müssen. Über die Notwendigkeit hinaus, mit einer sich verändernden Landnutzung den wachsenden weltweiten Nahrungs- und Energiebedarf zu befriedigen, hat das Bewusstsein globaler Umweltveränderungen Böden als die Grundlage unserer Nahrungsmittelproduktion und unserer Gesundheit ins Zentrum des Interesses gerückt.

Die beschränkte und in menschlichen Zeitdimensionen kaum erneuerbare Ressource Boden muss essentielle ökologischen Funktionen erfüllen, sauberes Trinkwasser produzieren und auch als Senke von Treibhausgasen und Filter von Schadstoffeinträgen fungieren. Durch die Art der Bodennutzung und die Bewirtschaftungsintensität entstehen signifikante und anthropogen beeinflussbare Wirkungen auf die Bodenfunktionen. Die Ausprägung der Bodenfunk-

tionen ist wiederum wesentlich für die nachhaltige Produktion unserer Nahrung. Dafür sind Zusammensetzung und Eigenschaften der organischen Substanz in Böden und ihre Wechselwirkungen mit der Mineralphase grundlegend, die wiederum eine wesentliche Rolle im globalen Kohlenstoffkreislauf spielen. Die Funktionen des Bodens sind eng an seine dreidimensionale Struktur, das Bodengefüge, und seine einzigartigen und spezifischen Eigenschaften gebunden. Dieses Gefüge kann als ein dynamisches, hierarchisch organisiertes System poröser Aggregate aufgefasst werden. Deren äußere und innere Oberflächen bilden in Kombination mit der organisch-chemischen und mineralogischen Vielfalt eine extrem große, vernetzte und heterogene Grenzfläche. Die Prozesse, die an und in diesen Grenzflächen ablaufen, sind fundamental für die Regulation der Energie- und Stoffflüsse in und durch Böden. Die Prozesse, die zur Bildung dieser bodentypischen, hierarchischen Aggregatstruktur führen, laufen auf einer molekularen Skala im Bereich weniger Nanometer ab. Die opake Natur der Böden erschwert die Beschreibung seiner inneren Architektur und damit seiner Funktionen.

Jüngst sind jedoch neue methodische Ansätze und Techniken verfügbar, die uns vertiefte Einblicke in räumliche Struktur, Eigenschaften von heterogenen und morphologisch strukturierten Oberflächen sowie das biogeochemische Prozessgeschehen und seine Wechselwirkungen in Böden erlauben.

**Ingrid Kögel-Knabner** studierte Geoökologie an der Universität Bayreuth und promovierte 1987. Im Jahr 1992 habilitierte sie sich für das Fach Bodenkunde. Von 1992 bis 1995 hatte sie eine C3-Professur für Bodenkunde und Bodenökologie an der Ruhr-Universität Bochum inne. Ingrid Kögel-Knabner leitet seit 1995 den Lehrstuhl für Bodenkunde am Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der TU München. Seit 2010 ist sie Carl von Linde Senior Fellow am Institute of Advanced Study der TU München. Das Arbeitsgebiet von Ingrid Kögel-Knabner ist die organische Bodenchemie, in ihrer modernen Ausprägung als Teil der Umwelt- und Geochemie. Der Schwerpunkt ihrer Arbeiten liegt in der Erforschung von Struktur und Entstehung der organischen Bodensubstanz und deren Wechselwirkungen mit der Mineralphase in Böden. Sie war Koordinatorin des

DFG-Schwerpunktprogramms „Böden als Quelle und Senke für CO<sub>2</sub> – Mechanismen und Regulation der Stabilisierung organischer Substanz in Böden“. Ingrid Kögel-Knabner ist Mitglied im Editorial Board von „European Journal of Soil Science“, „Soil Biology & Biochemistry“, „Journal of Plant Nutrition and Soil Science“ und „Geoderma“ und leitet die DFG-Senatskommission für Stoffe und Ressourcen in Landwirtschaft. Zurzeit ist sie zudem Mitglied im Ausschuss für Forschungsbauten des Wissenschaftsrates und des Senats der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Ingrid Kögel-Knabner ist Mitglied verschiedener Fachgesellschaften und wurde in die Nationalakademie Leopoldina sowie die Akademie für Technikwissenschaften acatech berufen.

## Leben

### Klimawandel und Gesundheit in Deutschland

*Dr. Hans-Guido Mücke, Fachgebiet  
Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung,  
Umweltbundesamt, Berlin*

Der bisherige durchschnittliche globale Temperaturanstieg von 0,7°C innerhalb des vergangenen Jahrhunderts bringt bereits erkennbare Veränderungen für die menschliche Gesundheit mit sich, die große Teile der Menschheit und auch unserer Gesellschaft vor große Herausforderungen stellen.

Im Dezember 2008 verabschiedete die Bundesregierung die Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS). Diese schafft einen Rahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels in Deutschland. Sie stellt vorrangig den Beitrag des Bundes dar und bietet auf diese Weise eine Orientierung für weitere Akteure. Die Strategie legt den Grundstein für einen mittelfristigen Prozess, in dem schrittweise mit den Bundesländern, der kommunalen Ebene und anderen gesellschaftlichen Gruppen die Risiken des Klimawandels bewertet, der mögliche Handlungsbedarf benannt, die entsprechenden Ziele definiert sowie mögliche Anpassungsmaßnahmen entwickelt und umgesetzt werden sollen. In ihr wird u.a. die vermehrte Aufklärung der Bevölkerung über die gesund-

heitlichen Gefahren des Klimawandels als notwendig identifiziert. Darüber hinaus kommt es bei der Erarbeitung von möglichen Anpassungsstrategien für Deutschland auch darauf an, dass Maßnahmen zur medizinischen Vorsorge und Versorgung der Bevölkerung erarbeitet werden.

Seit 2008 veranstalten das Bundesumweltministerium (BMU) und das Umweltbundesamt (UBA) nationale und internationale Fachkonferenzen zu unterschiedlichen Themenkomplexen der möglichen gesundheitlichen Folgen des Klimawandels (wie z.B. Neue Krankheitserreger und ihre tierischen Überträger 2009 und 2011, Bedeutung wärme-liebender Schadorganismen 2009, Auswirkungen von Extremwetterereignissen 2010), mit dem Ziel, vorhandene Kenntnisse zusammenzutragen, Wissenslücken zu identifizieren sowie Perspektiven für die zukünftige Forschungsplanung und für den vorbeugenden Gesundheitsschutz der Bevölkerung zu entwickeln. Diese Erkenntnisse finden auch Eingang in den Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel.

**Hans-Guido Mücke** studierte von 1982 bis 1988 Geographie mit den Schwerpunkten Lufthygiene und Stadtklimatologie an der Universität Bonn. Anschließend war er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Medizinischen Institut für Umwelthygiene an der Universität Düsseldorf tätig und beschäftigte sich dort vor allem mit humanmedizinischen Wirkungskatasteruntersuchungen in Nordrhein-Westfalen. 1992 schloss er seine Promotion am Institut für Ökologie der Universität-Gesamthochschule Essen, heute Universität Duisburg-Essen, ab. Seit 1993 arbeitet Hans-Guido Mücke als Wissenschaftlicher Mitarbeiter im WHO-Zentrum zur Überwachung der Luftqualität und Bekämpfung der Luftverschmutzung. Dieses Zentrum gehörte ursprünglich zum ehemaligen Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Bundesgesundheitsamts (BGA), seit 1994 ist es eine Dienststelle des Umweltbundesamts. Herr Mücke ist seit 2008 stellvertretender Leiter des Fachgebietes ‚Umweltmedizin und gesundheitliche Bewertung‘ der Abteilung ‚Umwelthygiene‘ sowie fachlich zuständig für den Bereich Klimawandel und Gesundheit.

### **Klinische Klimafolgenforschung – Ansätze und Erkenntnisse für die Patientenversorgung**

*Prof. Dr. med. Christian Witt,  
Pneumologie, Charité Berlin*

Der Klimawandel beeinflusst alle möglichen Aspekte des menschlichen Lebens, insbesondere auch die Gesundheit des Menschen. Die verschiedenen Risiken des Klimawandels und deren Auswirkung auf Menschen mit geringerer Anpassungsfähigkeit, sind bisher noch nicht durchgehend erforscht. Die Anfälligkeit des Atmungssystems für kurzfristige atmosphärische Schwankungen deutet auf einen Einfluss des Klimawandels auf Erkrankungsraten, Sterblichkeit und die Prognosen für Patienten mit Lungenerkrankungen hin. Im Forschungsprojekt *Lung ClimateChange BerlinBrandenburg* untersucht die Pneumologie der Charité zusammen mit weiteren Partnern in der Region Wirkungen des Klimawandels auf bestimmte Kohorten von Patienten, die an einer chronischen Lungenerkrankung leiden. In einem einzigartigen translationalen Ansatz werden experimentelle und klinische Daten, die teilweise mittels eines innovativen telemedizinischen Systems erhoben werden, mit Analysen atmosphärischer Bedingungen auf unterschiedlichen räumlichen Ebenen (Regional-, Lokal-, Innenräume) kombiniert. Hierbei werden Patienten mit ausgesuchten chronischen Lungenerkrankungen regelmäßig untersucht, mit dem Ziel, solche Patienten zu identifizieren, die auf den Klimawandel reagieren und molekulare Signaturen von angemessenen bzw. und nicht angemessenen adaptiven Reaktionen zeigen. Das Ziel sind neue Interventionsstrategien, auf deren Grundlage die Prognose für Patienten sowie deren Lebensqualität verbessert werden kann.

**Christian Witt** studierte Zahnmedizin und Medizin an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald. 1983 erfolgten die Approbationen und die Promotion. Nach dem Staatsexamen absolvierte er die Facharztausbildung für Innere Medizin in Greifswald und Berlin und erhielt 1988 die Teilgebietsanerkennung Pneumologie. 1993 habilitierte er sich an der Medizinischen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin und erhielt 1996 den Ruf auf eine Universitätsprofessur für Pneumologie an die Technische Universität Dresden. 1998 erfolgte die Berufung auf die Universitätsprofessur für Pneumologie an der Charité.

## Auswirkung des Klimawandels: Das allergene Potenzial von Ambrosiapollen

*Prof. Dr. Jörg Durner, Helmholtz-Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt*

Die Pollen des Traubenkrauts (*Ambrosia artemisiifolia*, Beifuß-Ambrosie) gehören zu den stärksten Allergie-Auslösern und können sehr schnell allergische Reaktionen wie Asthma hervorrufen. Ambrosia stammt ursprünglich aus Nordamerika und ist in Europa eine invasive Pflanze.

Unklar ist das zukünftige allergene Potenzial von Ambrosia in Deutschland. Alarmierenderweise wurde an anderen Pflanzen bereits gezeigt, dass durch erhöhte Schadstoffbelastung sich nicht nur die Blühzeit verlagert, sondern Pollen wesentlich allergener werden. Wir untersuchen zusammen mit Allergologen der TU München (Zentrum für Allergie und Umwelt) den Einfluss verschiedener natürlicher und anthropogener Umwelt- und Klimaparameter auf die Induktion von potentiell allergenen Komponenten von Ambrosia-Pollen. Hierbei wenden wir Umweltsimulationsanlagen und modernste Omis-Technologien an. Im Sinne einer Risikoabschätzung erwarten wir Kenntnisse zur Wirkung von klimabezogenen Umweltfaktoren auf Allergenität von Ambrosia-Pollen am neuen Standort und im Rahmen des Klimawandels.

Die Identifizierung von Allergenen wird zur Prävention beitragen. Hierbei stehen Quantifizierung und Charakterisierung von potenziell allergiefördernden Faktoren und die Abschätzung der Wirkung für den Allergiker im Vordergrund.

**Jörg Durner** studierte Biologie an der Universität Konstanz und promovierte dort 1991 am Lehrstuhl für Physiologie und Biochemie der Pflanzen zur Wirkungsforschung von Herbiziden. Von 1994 bis 1998 war er am Waksman Institute der State University of New Jersey, USA, wo er über Pflanze-Pathogen-Interaktionen, vor allem zur Signaltransduktion durch Salicylsäure und Stickstoffmonoxid (NO) in Pflanzen, forschte. 1999 habilitierte er sich an der Universität Konstanz. Seit 2008 ist er Direktor des Instituts für Biochemische Pflanzenpathologie des Helmholtz-Zentrums für Gesundheit und Umwelt in München,

seit 2009 außerdem auch Inhaber des gleichnamigen Lehrstuhls an der Technischen Universität München. Dort beschäftigt er sich unter anderem mit natürlichen Abwehrmechanismen, Wachstum und Fitness von Pflanzen in Abhängigkeit von Umwelteinflüssen. Der Forschungsschwerpunkt liegt auf den molekularen Mechanismen, die es Pflanzen ermöglichen, sowohl auf biotische als auch auf abiotische Faktoren zu antworten und sich ihnen anzupassen. Die Signalwahrnehmung und die Signaltransduktionswege bei der Anpassung und beim Wachstum von Pflanzen werden mit genetischen und biochemischen Ansätzen erforscht. Spezifische Themen sind angeborene Pflanzenimmunität, Redox-Signalisierung und Anpassung von Pflanzen an Umweltfaktoren wie UV-B-Strahlung und Trockenheit. Die am Institut durchgeführte Forschung hat das Ziel, neue Verfahren für nachhaltige Landwirtschaft und biotechnologische Pflanzennutzung zu unterstützen sowie einen Beitrag zur Sicherung der Rolle von Pflanzen bei der Ernährung und für die Gesundheit von Menschen zu leisten.

## Umwelt und Gesundheit – Neue Herausforderungen für die Gesundheitsforschung

*Prof. Dr. Günther Wess, Wissenschaftlicher Geschäftsführer, Helmholtz-Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt*

Krankheiten entstehen im komplexen Zusammenwirken zwischen genetischer Disposition, Umwelteinflüssen und Alterungsprozessen. Unter Umwelteinflüssen sind einerseits die klassischen Umweltfaktoren wie Chemikalien, Allergene, Strahlen, Viren, Aerosole und Partikel zu verstehen. Es zeigt sich andererseits immer mehr, dass gerade für die Entstehung von chronischen Erkrankungen der Umweltbegriff erweitert werden muss, und Aspekte wie Lebensstil, Ernährung, Stress und sogar der metabolische Zustand sowie bereits vorhandene Erkrankungen (Komorbidität) stärker berücksichtigt werden müssen.

Die bisherigen genetischen Untersuchungen haben gezeigt, dass die genetische Disposition nur einen Teilaspekt im Krankheitsgeschehen erklären kann. Was den Einfluss der Umwelt anbelangt, bestehen große Wissenslücken. Derzeit besteht die große

Herausforderung darin, den Einfluss der Umwelt in all ihren Aspekten zu messen. Bei den großen Volkskrankheiten sind Lungenerkrankungen stark von den eher klassischen Umweltfaktoren beeinflusst, während der Anstieg von Diabetes mit seinen Folgeerscheinungen eher mit den Umwelteinflüssen Lebensstil und Ernährung assoziiert werden muss. Aktuellste Voraussagen prognostizieren einen weltweit besorgniserregenden Anstieg der chronischen Volkskrankheiten wie Diabetes, Lungenerkrankungen, Krebs, Herz- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen, die gerade auch zunehmend in den Entwicklungsländern bei den Bevölkerungsschichten mit geringem Einkommen ein dramatisches Ausmaß erreichen werden. Bisherige Forschungsansätze haben diese Zusammenhänge noch nicht in ihren Mittelpunkt gestellt. Die globalen Veränderungen werden seitens der Umweltforschung eher in ihren Auswirkungen auf die Umwelt untersucht, während die Gesundheitsforschung sich in klassischen biomedizinischen Ansätzen bewegt.

Um den künftigen globalen Herausforderungen begegnen zu können, sind gemeinsame Forschungsstrategien erforderlich, die in einem integrierten Ansatz die verschiedenen Expertisen, Technologien und Plattformen auf ein gemeinsames Ziel ausrichten. In der Gesundheitsforschung sind evidenzbasierte Ansätze zu fordern, welche

Fragen des individuellen Risikos, der Prävention und Personalisierung in den Vordergrund stellen.

**Günther Wess** studierte Chemie an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt und promovierte dort im Jahr 1982. Danach arbeitete er in der Forschung der Hoechst AG, wo er verschiedene Management-Funktionen in Forschung und Entwicklung innehatte, unter anderem als F&E-Leiter Deutschland bei Hoechst und ab 1998 bei Aventis. Von 1985 bis 1986 forschte er an der Harvard University in Boston. Seine Forschungsaktivitäten und Verantwortlichkeiten erstreckten sich über verschiedene Indikationsgebiete, insbesondere Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes und Onkologie. 1999 habilitierte er sich an der Johannes-Gutenberg-Universität Mainz und lehrte als Honorarprofessor mehrere Jahre Prinzipien des F&E-Management und Fallstudien in der Medikamentenforschung und -entwicklung an der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt. 2002 wurde er bei Aventis Leiter der Forschung und Entwicklung für Frankreich und 2003 für Europa. Seit 2005 ist er Wissenschaftlicher Geschäftsführer des Helmholtz-Zentrums München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt. Von 2007 bis 2011 war Günther Wess außerdem Vorstandsmitglied im Forum MedTech Pharma e.V., darüber hinaus ist er Mitglied bei acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften.