

Themen der Gesundheitsökologie - Zusammenhänge zwischen Biodiversität und Medizin

Clemens Arvay

I. Was ist Gesundheitsökologie?

Die Gesundheitsökologie oder medizinische Ökologie ist eine junge Wissenschaft, die Zusammenhänge zwischen dem Zustand der Ökosysteme auf der globalen sowie regionalen Ebene und dem Gesundheitszustand der Bevölkerung untersucht. Somit ist sie eng mit dem Bereich *Public Health* verknüpft, also mit der Wissenschaft, die sich mit der Verbesserung der Gesundheit der Bevölkerung durch politische, soziale, raumplanerische oder klinische Maßnahmen befasst. Darüber hinaus ist die Gesundheitsökologie an der Entwicklung des zeitgemäßen Ansatzes der *Sustainable Health Research* beteiligt, welcher versucht, Gesundheitswissenschaft mit den Grundsätzen der gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Nachhaltigkeit zu verbinden (Mori und Todaka 2009). Gesundheitsökologische Forschung trägt also Erkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Ökologie und Gesundheit in die Ansätze *Public Health* und *Sustainable Health Research* ein, ist aber nicht mit diesen identisch.

II. Quellenwissenschaften der Gesundheitsökologie

Die Gesundheitsökologie ist unter Einbeziehung verschiedener naturwissenschaftlicher Ansätze wie Ökologie, medizinische Wissenschaft, Biowissenschaften, Landschaftsplanung und Psychologie interdisziplinär ausgerichtet. Eine weitere Quellenwissenschaft, die sich gesundheitsökologischen Fragestellungen widmet, ist die medizinische Geographie, die sich im Schwerpunkt mit den räumlichen Verbreitungsmustern von Krankheits- und Gesundheitszuständen sowie deren Ursachen befasst (Emch et al., 2017) und zu deren Erforschung Methoden wie geographische Fernerkundung, Geoinformationssysteme (GIS) und Kartographie einsetzt (Schweikart und Kistemann 2001, Fradelos et al. 2014). Inhaltlich ist die medizinische Geographie mit der Epidemiologie verwandt (Razaeian et al. 2007), die sich mit der Verbreitung von Krankheits- und Gesundheitszuständen in Populationen auseinandersetzt (Bormann 2012).

In jüngerer Zeit hat sich die medizinische Geologie als weitere Quellendisziplin der Gesundheitsökologie etabliert. Diese untersucht die Zusammenhänge zwischen geologischen Prozessen und der Gesundheit der Bevölkerung im regionalen sowie globalen Maßstab. Dazu gehören zum Beispiel die Verbreitung von Schadstoffen durch Fließgewässer und atmosphärische Prozesse, der Einfluss vulkanischer Emissionen auf die Gesundheit, die Bedeutung von Bodenprozessen für die Populationsdynamik pathogener (krankheitserregender) oder salutogener (gesundheitsschützender) Bodenmikroben, der Einfluss der Trinkwasserqualität auf den menschlichen Organismus, die günstige oder ungünstige Wirkung natürlicher Aerosole in der Atemluft auf menschliche Organsysteme und viele andere Faktoren (Cook 2013).

Ökologie ist die Wissenschaft komplexer Beziehungen in der natürlichen Welt. Daher arbeitet auch die Gesundheitsökologie in hohem Maße interdisziplinär und analysiert multikausale Zusammenhänge zwischen Umwelteinflüssen und Gesundheit. Im Zentrum steht dabei das Paradigma der Verschränkung zwischen dem menschlichen Organismus und der Umwelt, wobei der Umweltbegriff sowohl kleinräumig (unmittelbare Umwelt) als auch großräumig und global (Geoökosystem) verstanden wird.

Im Folgenden werden ausgewählte Beispiele für gesundheitsökologische Fragestellungen skizziert.

III. Gesundheitsökologische Themenfelder (Auswahl)

III.1. Öko-Immunologie

Im Paradigma der Öko-Immunologie werden Zusammenhänge zwischen Umwelt und Immunsystem untersucht. Dabei werden sowohl pathogenetische als auch salutogenetische Einflüsse berücksichtigt.

Beispielsweise führt Langzeitexposition gegenüber Feinstaub unter anderem dazu, dass Phagozyten (Fresszellen) aus der Gruppe der weißen Blutkörperchen, die sich auch in unseren Atemwegen und im Lungengewebe befinden, ihre Fähigkeit verlieren, bestimmte Substanzen abzugeben, die für eine effiziente Abwehr von Viren wichtig sind. Dazu gehört Interleukin-6, das weitere Immunzellen anlockt, die in der Lage sind, effizient gegen Viren und Bakterien vorzugehen – zum Beispiel T-Zellen, die auch für die Abwehr von

Erregern im Rahmen der Kreuz- und Hintergrundimmunität essenziell sind. Die T-Zellen stellen den Übergang vom angeborenen zum erworbenen Immunsystem dar. Sie verfügen über eine biologische Erinnerung an frühere Infektionen, sind also lernfähig, und können spezifisch gegen Viren vorgehen. Vor allem, wenn man noch keine erworbenen Antikörper hat, sind die T-Zellen von zentraler Bedeutung für den weiteren Infektionsverlauf. Feinstaubbelastung stört diesen äußerst wichtigen Prozess der Anlockung wirksamer Abwehrzellen und erhöht dadurch die Anfälligkeit für Infekte und schwere Verläufe (Ma et al. 2017).

Auch ein Botenstoff namens Beta-Interferon wird normalerweise von Fresszellen im Lungengewebe abgegeben, wenn es zum Eindringen von Krankheitserregern kommt. Beta-Interferon spielt eine äußerst wichtige Rolle bei der Aktivierung weiterer viraler Abwehrmechanismen und im Übrigen auch bei der Krebsabwehr. Feinstaubeinwirkung beeinträchtigt diesen Prozess. Der Grund dafür dürfte sein, dass die winzigen Partikel die Strukturen und Funktionen unserer Immunzellen physikalisch zerstören, indem sie in sie eindringen. Feng et al. (2020) zeigten, dass beispielsweise die Infektionsgefahr bei Influenza sowie die Gefahr, an der Influenzainfektion zu versterben, durch Feinstaubexposition steigt.

Eine weitere Studie wurde von Croft et al. (2019) über einen Zeitraum von elf Jahren an einer halben Million Patienten in New York durchgeführt, die wegen Influenza und ähnlichen Atemwegsinfektionen als Notfälle hospitalisiert wurden. Zeiten mit einem Anstieg der Häufung und Schwere der Fälle ließen sich mit Anstiegen der Feinstaubkonzentration in New York korrelieren.

Im Zusammenhang mit der Salutogenese erforscht die Öko-Immunologie aber auch günstige Auswirkungen intakter Ökosysteme und Lebensräume auf die menschliche Immunfunktion. So konnten Li et al. (2008) beispielsweise zeigen, dass der Aufenthalt in Waldökosystemen die Aktivität und Anzahl der natürlichen Killerzellen sowie der antikarzinogenen Immunproteine Granulysin, Perforin und der Granzyme signifikant erhöht. Unter Laborbedingungen gelang der Nachweis, dass dieser Anstieg auf volatile sekundäre Pflanzenstoffe aus der Gruppe der Terpene, insbesondere Pinene und Limonene, zurückzuführen war (Li et al 2006, Li 2013).

III.2. Ökologische Epidemiologie

Die ökologische Epidemiologie erforscht die Ausbreitung von Krankheiten in der menschlichen Gesellschaft ebenso wie in Tier- und Pflanzenpopulationen. Sie untersucht, wie Eingriffe in Ökosysteme zur Entstehung neuer Erreger führen, die den Menschen bedrohen können, und wie sich diese Erreger ausbreiten. Sie erforscht aber auch, welche ökologischen Mechanismen diese Ausbreitung eindämmen können.

Eine im Jahr 2017 von Olivero et al. veröffentlichte gesundheitsökologische Studie, an der 14 internationale Wissenschaftler beteiligt waren, analysierte mithilfe von Luftaufnahmen, Satellitenbildern und epidemiologischen Daten den Zusammenhang zwischen Eingriffen in den Regenwald und Ebola-Ausbrüchen in Zentral- und Westafrika zwischen 1976 und 2014. Dabei zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Ausbrüchen der Seuche und regionalen Waldrodungen, wobei die Rodungen jeweils im selben Jahr oder innerhalb von maximal drei Jahren vor Auftreten einer Ebola-Epidemie stattfanden. Die stärksten Zusammenhänge stellte die Studie für die Periode von 2006 bis 2014 fest. In diesen Zeitraum fällt auch der Beginn der westafrikanischen Ebola-Epidemie ab Ende 2013, die bis 2016 anhielt und mehr als 11.000 Todesopfer forderte, darunter zahlreiche Kinder. Die Sterblichkeit lag bei mindestens 50 Prozent (laut einigen Quellen bis 90 Prozent).

In Westafrika sind die Regenwälder bereits zu 90 Prozent abgeholzt, unter anderem auch für die industrielle Agrarproduktion durch europäische, amerikanische und chinesische Konzerne. Regenwälder sind Hotspots der Biodiversität. Sie bedecken sieben Prozent der festen Erdoberfläche, beherbergen aber 50 Prozent der Arten. In afrikanischen Regenwaldbiotopen sind etwa 200 Spezies der Fledertiere heimisch. Die immense Zerstörung und Zerstückelung ihrer Lebensräume bei gleichzeitiger Vernichtung ihrer Nahrungsgrundlagen bringt die Populationsstrukturen der Fledertiere durcheinander, sodass es zu dem Phänomen der unnatürlichen Annäherung unterschiedlicher Arten und Gattungen dieser geflügelten Säugetiere kommt. Der Habitatverlust von Wildtieren erleichtert auf diese Weise den Übersprung von Erregern auf andere Arten und Gattungen, sodass Viren, Bakterien und Mikroben ihren evolutionären Kontext verlassen und auf Immunsysteme treffen, mit denen sie nicht im Gleichgewicht stehen. Dadurch steigt die Virenlast im neuen Wirtsorganismus und dieser wird infektiöser. Zugleich steigt die Virulenz der Erreger an – also ihre Gefährlichkeit. Habitatverlust führt auch dazu, dass betroffene Wildtiere auf der Nahrungssuche menschliche Siedlungen aufsuchen. Ebenso wie durch Bejagung kann auf diese Weise der

Übersprung eines Erregers auf die menschliche Spezies begünstigt werden. Derartige Zusammenhänge sind durch die ökologische Epidemiologie vielfach belegt (Arvay 2020).

Li et al. (2008-a) analysierten mittels öko-epidemiologischer Verfahren die Korrelation zwischen Vegetation und der Sterblichkeit bei onkologischen Erkrankungen. Die Autoren wiesen nach Elimination anderer epidemiologischer Faktoren wie sozioökonomischem Status und Lebensgewohnheiten eine signifikante, gegenläufige Korrelation zwischen relativer Walddeckung und der Standardsterblichkeitsrate (standard mortality ratio, SMR) für Mamma-, Uterus- und Bronchuskarzinome bei Frauen sowie für Hypernephrome, Prostata- und Colonkarzinome bei Männern in allen Präfekturen Japans nach. Eine vergleichbare öko-epidemiologische Studie für europäische Regionen fehlt derzeit, wäre aber wünschenswert.

III.3. Weitere Themenfelder der Gesundheitsökologie

Die *Ökopsychosomatik* ist als angewandte Gesundheitsökologie zu betrachten. Sie versucht, Krankheit und Genesung im klinischen Kontext umweltbezogen zu verstehen, bezieht also auch Umwelteinflüsse gezielt in die Therapie von Krankheitszuständen ein, beispielsweise durch die Nutzung von Naturreizen und Naturerfahrung in der Psychiatrie sowie Neurorehabilitation, oder durch die Nutzung sekundärer Pflanzenstoffe im direkten Kontakt zu Ökosystemen zur komplementären Unterstützung von Immunfunktionen (Arvay 2020-a). Hierfür ist waldmedizinische Intervention ein Beispiel, die in Japan und Südkorea bereits intensiv genutzt und von staatlichen Krankenkassen finanziert wird.

Ein weiteres Beispiel für gesundheitsökologische Forschung ist die *Klimamedizin*, die die Folgen des globalen Klimawandels für die öffentliche Gesundheit einschätzt (Arvay 2019). In diesem Zusammenhang ist auch der Begriff *globale Gesundheitsgerechtigkeit* zu nennen. Dieser beschreibt einen anzustrebenden Zustand, in dem gesundheitsschützende Ressourcen wie sauberes Trinkwasser, saubere Atemluft, Bodenressourcen, gesunde Nahrung, Biodiversität und intakte Lebensräume weltweit zur Verfügung stehen, zukünftig also auch in derzeit benachteiligten Regionen.

Der Autor:

Clemens Arvay ist Biologe und Sachbuchautor. Er ist Referent für den Fachbereich **Biodiversität & Gesundheit** im *Forum Wissenschaft und Umwelt* (FWU) sowie Doktorand am Institut für Biologie der Karl-Franzens-Universität Graz. Im Rahmen seiner Dissertation erforscht er in Kooperation mit dem Naturpark Zirbitzkogel-Grebenzen und dem Forum Wissenschaft & Umwelt die immunbiologischen und endokrinologischen Auswirkungen des Aufenthalts in Gehölzbeständen mit *Pinus cembra* (Zirbelkiefer). Arvay wurde durch die European Countries Biologists Association zum *European Professional Biologist* (EurProBiol) zertifiziert.

Literatur

Arvay C. **2019**, *Klimamedizin: Wirkstoffe der Atmosphäre*, in: Naturwissenschaftliche Rundschau, Vol. 850, S. 182-184.

Arvay C. **2020**, *Wir können es besser*, S. 41-54, Bastei Lübbe / Quadriga, Köln.

Arvay C **2020-a**, *Ökopsychosomatik: Naturerfahrung in der Präventiv- und Komplementärmedizin*, in: Erfahrungsheilkunde, Vol. 69, Iss. 03, S. 170-176, DOI 10.1055/a-1170-8826.

Bormann C. **2012**, *Gesundheitswissenschaften*, S. 50-55, UTB / UVK Lucius, München.

Cook A. **2013**, *Public health and geological processes*, in: Essentials of Medical Geology, S. 15-34, Springer Science, Dordrecht.

Croft D., Zhang W., Lin S. et al. **2019**, *The association between respiratory infection and air pollution in the setting of air quality policy and economic change*, in: Annals of the American Thorax Society, Vol. 16, Iss. 3, S. 321-330, 10.1513/AnnalsATS.201810-691OC

Emch M., Dowling Root E. und Carrel M. **2017**, *Health and Medical Geography*, S. 3-28, The Guilford Press, New York / London.

Feng C., Li J., Sun W. et al (2020), *Impact of ambient fine particulate matter (PM2.5) exposure on the risk of influenza-like-illness: a time-series analyses in Beijing, China*, in: Environmental Health, Vol. 15, Iss. 17.

Fradelos E., Papathanasiou I., Mitsi D. et al. **2014**, *Health based geographic information systems (GIS) and their applications*, in: Acta Informatica Medica, Vol. 22, Iss. 6, S. 402-405, DOI 10.5455/aim.2014.22.402-405

Li Q., Nakadai A., Matsushima H. et al. **2006**, *Phytoncides (wood essential oils) induce human natural killer cell activity*, in: Immunopharmacology and Immunotoxicology, Vol. 28, Iss. 2, S. 319-333, DOI 10.1080/08923970600809439

Li Q., Morimoto K., Kobayashi M. et al. **2008**, *Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins*, in: International Journal of Immunopathology and Pharmacology, Vol. 21, Iss. 1, S. 117-127, DOI 10.1177/039463200802100113.

Li Q., Kobayashi M. und Kawada T. **(2008-a)**, *Relationships between percentage of forest coverage and standardized mortality ratios (SMR) of cancers in all prefectures in Japan*, in: The Open Public Health Journal Vol. 1, S. 1-7, Beijing.

Li Q. **2013**, *Effect of forest environment on the human psycho-neuro-endocrino-immune network*, in: Li Qing (Ed.), Forest Medicine: Public Health in the 21st Century, S. 147-155, Nova Biomedical, New York.

Ma J., Song S., Gou M. et al. **2017**, *Long-term exposure to PM2.5 lowers influenza virus resistance via down-regulating pulmonary macrophage Kdm6a and mediates histones modification in IL-6 IFN- β promotor regions*, in: Biochemical and Biophysical Research Communications, Vol. 493, Iss. 2, S. 1122-1128, DOI 10.1016/j.bbrc.2017.09.013

Mori C. und Todaka E. **2009**, *Establishment of sustainable health science for future generations: from a hundred years ago to a hundred years in the future*, in: Environmental Health and Preventive Medicine, Vol. 14, Iss. 1, S. 1-6, DOI 10.1007/s12199-008-0051-z

Olivero J., Fa J., Real R. et al. **2017**, *Recent loss of closed forests is associated with Ebola virus disease outbreaks*, in: Scientific Reports, Vol. 7, Iss. 14291, 10.1038/s41598-017-14727-9

Razaeian M., Dunn G., St. Leger S. und Appleby L. **2007**, *Geographical epidemiology, spatial analysis and geographical information systems: a multidisciplinary glossary*, in: Journal of Epidemiology and Community Health, Vol. 61, Iss. 2, S. 98-102, DOI 10.1136/jech.2005.043117

Schweikart J. und Kistemann T. **2001**, *Geographical information systems in medical geography*, in: Petermanns Geographische Mitteilungen, Vol. 145, Iss. 3, S. 18-29.