

Gesundheit

Autoren

Charlotte Braun, Chair	Institut für Sozial- und Präventivmedizin, Universität Basel
Miges Baumann	Bundesamt für Gesundheit, Bern
Andreas Biedermann	Ärztinnen und Ärzte für Umweltschutz, Herzogenbuchsee
Ariane Cagienard	Bundesamt für Veterinärwesen, Bern
Joachim Frey	Institut für Veterinärbakteriologie, Universität Bern
Regula Gehrig	MeteoSchweiz, Zürich
Bruno Gottstein	Institut für Parasitologie, Universität Bern
Anke Huss	Institut für Sozial- und Präventivmedizin, Universität Bern
Urs Neu	Redaktion, ProClim-, Akademie der Naturwissenschaften Schweiz
Lukas Perler	Bundesamt für Veterinärwesen, Bern
Christoph Schierz	Zentrum für Organisations- und Arbeitswissen, ETH Zürich
Oliver Thommen Dombois	Institut für Sozial- und Präventivmedizin, Universität Basel
Ursula Ulrich-Vögtlin	Bundesamt für Gesundheit, Bern
Jakob Zinsstag	Schweizerisches Tropeninstitut, Basel



1. Einleitung

Einbettung

Die Klimaänderung beeinflusst die Gesundheit der Menschen nicht isoliert, sondern in Kombination mit anderen sozioökonomischen und ökologischen Veränderungen.

Eine Änderung des Klimas beeinflusst die Gesundheit der Menschen auf vielfältige Weise. Häufigere Extremereignisse wie Hitzewellen, Stürme und Überschwemmungen können tödliche Folgen haben, die Verbreitung von Krankheiten, wie beispielsweise die durch Zecken übertragene Hirnhautentzündung oder Salmonellenvergiftungen, kann verändert werden, und die Gefahr von Lebensmittelvergiftungen steigt mit zunehmenden Temperaturen.

Die meisten dieser Entwicklungen werden jedoch nicht nur durch die Klimaänderung, sondern auch durch andere Faktoren beeinflusst. So sind für die Verbreitung von Malaria in der Schweiz vor allem die natürliche Umgebung (z.B. Sümpfe) und die hygienischen Verhältnisse wichtig, das Klima hat eine eher untergeordnete Bedeutung. Im folgenden Kapitel werden mögliche klimabedingte Veränderungen, die in den nächsten 50 Jahren die Gesundheit beeinflussen werden und gesellschafts- und gesundheitspolitische Bedeutung haben könnten, diskutiert. Folgende Themen wurden detailliert behandelt: Hitzewellen, Extremereignisse, Lebensmittelvergiftungen, Atemwegserkrankungen, vektorübertragene Krankheiten und Wasserverschmutzung durch Überschwemmungen.

Bereiche, für welche die Fachpersonen den Einfluss der Klimaänderung als gering einschät-

zen, werden dabei nicht berücksichtigt. Dies betrifft hauptsächlich die Problematik der Einschleppung von Krankheiten durch Migration. Migration erhöht die Gefahr der Verbreitung von Infektionskrankheiten und der Einführung von für die hiesige Bevölkerung unbekanntem Krankheitskeimen. Auch können bereits „ausgerottete“ Krankheiten wie Kinderlähmung und Tuberkulose wieder eingeführt werden. Für diese Migration hat jedoch das Klima nur eine untergeordnete Bedeutung, sie erfolgt primär aus anderen Gründen. Umweltflüchtlinge gehen eher in Nachbarländer und nicht in weit entfernte Industrieländer.

Neben den aufgeführten Bereichen mit negativen Folgen sind auch einzelne positive Entwicklungen zu erwarten, vor allem bezüglich Kälte- und Frostperioden. Mit zunehmender Erwärmung nimmt deren Häufigkeit und die damit verbundene Sterblichkeit ab. Kälteperioden mit signifikant erhöhter Sterblichkeit sind aber bereits heute sehr selten und es sind deshalb keine grossen Veränderungen zu erwarten. Negativ könnte sich hingegen auswirken, dass die Gesellschaft schlechter auf schwere Kältewellen vorbereitet sein wird, weil diese seltener vorkommen und der Kälteschutz vernachlässigt wird, was zu entsprechend stärkeren gesundheitlichen Folgen führen kann.

Sekundäre Nutzen im Gesundheitsbereich

Massnahmen zur Emissionsreduktion von Treibhausgasen führen auch zu einer Abnahme der Luft-Schadstoffkonzentrationen und damit zu einer Senkung der Häufigkeit von Atemwegserkrankungen und Herz-Kreislaufkrankungen (Sekundäre Nutzen).

In diesem Kapitel werden die Auswirkungen von Klimaschutzmassnahmen nicht diskutiert. Emissionsminderungsmaßnahmen wirken sich bis 2050 auf die erwartete Temperaturerhöhung noch kaum aus, sie erreichen diesbezüglich erst in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts eine

signifikante Wirkung. Im Gesundheitsbereich unmittelbar spürbar ist jedoch die Abnahme von gesundheitsschädlichen Schadstoffkonzentrationen. Dadurch wird beispielsweise eine Abnahme von Atemwegserkrankungen erreicht.

Überblick

In der Schweiz wird die Frage nach dem Zusammenhang von Klimaänderung und Gesundheit durch Extremereignisse wie dem Hitzesommer 2003 oder durch die beobachtete langsame Zunahme von Zeckenerkrankungen in den Mittelpunkt des Interesses gerückt.

Hitzewellen

In der Schweiz stellt die wahrscheinliche Zunahme von Hitzewellen die wichtigste klimabedingte Veränderung für den Gesundheitsbereich dar. Der Hitzesommer 2003 hat mit rund 1000 zusätzlichen Todesfällen die Anfälligkeit der Bevölkerung aufgezeigt. 2050 sind ähnliche Bedingungen alle paar Jahre zu erwarten.

Der Mensch kann sich bedingt an höhere mittlere Temperaturen anpassen, wie die Erfahrungen aus südlichen Ländern zeigen. Die Anpassung an das kurzfristige Auftreten von Hitzewellen ist jedoch schwieriger. Der Zunahme von hitzebedingter Mortalität durch Hitzewellen kann jedoch mit entsprechenden Massnahmen begegnet werden. Offen ist, wie schnell sich der menschliche Organismus an neue, wärmere Verhältnisse anpassen kann.

Hitzewellen beeinträchtigen auch die Leistung der Arbeitstätigen und haben damit wirtschaftliche Folgen. Bei Temperaturen über 30 °C ist ein Nachlassen der mentalen und körperlichen Arbeitsleistung nachweisbar.

Andere Extremereignisse

Ebenfalls direkte gesundheitliche Auswirkungen hat die wahrscheinliche Zunahme von Extremereignissen wie Überschwemmungen, Murgängen und vermutlich stärkeren Stürmen. Solche Ereignisse verursachen Tote und Verletzte, haben aber auch gravierende psychische Folgen. Diesen Folgen kann durch präventive Massnahmen (Verbauungen, Bauverbotszonen, Überflutungsflächen etc.) nur teilweise begegnet werden.

Lebensmittel- und wasserübertragene Krankheiten

Bei höheren Temperaturen, insbesondere auch Hitzewellen, ist die Gefahr von Lebensmittelvergiftungen aufgrund verdorbener Lebensmittel und von Krankheiten, die durch Lebensmittel übertragen werden (z.B. Salmonellen), höher. Dies

betrifft vor allem den Konsum im Privatbereich, wo im Zuge gesellschaftlicher Veränderungen das Wissen über den sicheren Umgang mit Lebensmitteln abnimmt.

Bei den wasserübertragenen Krankheiten ist ein Anstieg der Gefährdung unwahrscheinlich. Zwar können durch Überschwemmungen Abwässer oder giftige Stoffe in offene Gewässer gelangen, doch ist dank der weitgehenden Trennung von Trink- und Abwassersystemen und der gut kontrollierten Trinkwasserversorgung in der Schweiz die Gefahr von Trinkwasserverschmutzung und der Übertragung von Krankheiten relativ gering.

Schadstoffe

Eine Erwärmung kann infolge höherer Ozonkonzentrationen sowie möglicherweise infolge höherer Konzentrationen von biogenen Luftpartikeln wie Pollen oder Pilzsporen auch zu einer erhöhten Häufigkeit von Atemwegs-erkrankungen führen.

Vektorübertragene Krankheiten

Bei verschiedenen durch so genannte Vektoren (Träger von Infektionskrankheiten) übertragenen Krankheiten könnten wesentliche Veränderungen auftreten. Die Abschätzung der Entwicklung ist jedoch noch ziemlich unsicher. In der Schweiz ist die Ausbreitung von nur bei Menschen ausbrechenden exotischen Krankheiten wie Malaria oder Dengue-Fieber eher unwahrscheinlich. Hingegen sind Krankheiten, die von Tieren auf den Menschen übertragen werden, im Vormarsch, z.B. das West-Nile-Fieber. Höhere Temperaturen könnten jedoch auch neue Vektoren erzeugen oder zu einem Wirtewechsel – auch auf den Menschen – führen.

Auch die Veränderung der Häufigkeit von zeckenübertragenen Krankheiten ist unklar. Zecken benötigen eine bestimmte Temperatur sowie eine bestimmte Feuchtigkeit, um sich zu verbreiten. Durch diese beiden Faktoren ist ihr Verbreitungsgebiet in Europa nördlich (zurzeit in Nordschweden) und südlich (zurzeit in Italien) begrenzt. Ein Temperaturanstieg beeinflusst den Aktivitätszeitraum der Zecken, eventuell deren Infektionsrate sowie das Freizeitverhalten der Menschen. Zurzeit ist in der Schweiz eine Zunahme der gemeldeten Zeckenzephalitisfälle zu beobachten.

Verknüpfung mit anderen Themen

Landwirtschaft

Die Pollenkonzentrationen sind mit Veränderungen in der Landwirtschaft verbunden. So verändert der Anbau von anderen Nutzpflanzen oder die Verschiebung der Anbaumengen auch die damit zusammenhängenden Pollenkonzentrationen.

Infrastrukturen

Die Beeinträchtigung der Arbeitsleistung durch Hitze ist eng mit den Veränderungen der Infrastrukturen verknüpft. Die Berücksichtigung von zukünftigen Temperaturverhältnissen in der Architektur und bei der Planung von Industrie- und Bürobauten ist nicht nur für die

Arbeitsverhältnisse, sondern auch für andere bautechnische Belange von Bedeutung.

Wasserwirtschaft

Die Häufigkeit von Überschwemmungen wird durch den Hochwasserschutz beeinflusst. Überschwemmungen und die Trinkwasserversorgung haben auch eine grosse Bedeutung für die Wasserwirtschaft.

Im Folgenden werden die verschiedenen Bereiche, in welchen Folgen der Klimaerwärmung für die Gesundheit erwartet werden, dargestellt. Die Reihenfolge widerspiegelt die abnehmende gesundheitliche Bedeutung der erwarteten Veränderungen.

2. Hitzewellen

In der Schweiz wird die wahrscheinliche Zunahme von Hitzewellen bis 2050 die wichtigste klimabedingte Veränderung für die Gesundheit sein. Der Hitzesommer 2003 hat mit rund 1000 zusätzlichen Todesfällen die Anfälligkeit der Bevölkerung aufgezeigt. 2050 könnten ähnliche Bedingungen alle paar Jahre auftreten. Als kurzfristige Massnahmen bieten sich unter anderem die Information der Bevölkerung und Frühwarnsysteme an. Langfristig kann eine angepasste Bauweise und Städteplanung das Wohlbefinden steigern. Unklar ist, wie schnell sich die Bevölkerung an die neuen klimatischen Verhältnisse anpassen kann.

Hitze und Mortalität

Die Zunahme von Hitzewellen ist eine unbestrittene Folge einer Zunahme der Durchschnittstemperaturen. Steigt die Temperatur im Mittel an, so steigt auch die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Ereignissen, die heute selten sind. Es ist noch nicht klar, ob sich die Verteilung der Temperaturen lediglich um die Erhöhung der Mitteltemperaturen verschiebt, oder ob sich auch die Streuung der Einzeljahre vergrössert, wie dies einzelne Arbeiten nahe legen.^{1,2}

Die Mortalität weist eine klare Temperaturabhängigkeit auf. Beim Überschreiten eines regionenspezifischen Temperaturschwellenwertes steigt die Mortalität deutlich an. Abb. 1 zeigt die Beziehung zwischen Sterblichkeit und gefühlter Temperatur auf der Alpennord- und der Alpensüdseite im Zeitraum 1990–2003. Klar erkennbar ist der regionale Unterschied: Die „optimale“ Temperatur mit der geringsten Sterblichkeit liegt auf der Alpensüdseite um rund 3.5 °C höher als auf der Alpennordseite. Das

bedeutet, dass sich die Menschen sowohl physisch als auch durch Verhaltensänderungen und technische Massnahmen an allgemein höhere Umgebungstemperaturen anpassen. Für die Betrachtung der Folgen einer Klimaveränderung stellt sich damit die Frage, wie rasch eine solche Anpassung erfolgt. Im Jahr 2005 waren aufgrund der Erfahrungen von 2003 bereits Anpassungen in den Verhaltensmustern erkennbar (Sonnenschutz, Kühlung, etc.).

Der Hitzesommer 2003 hat deutlich gezeigt, dass starke Hitzewellen zu erheblichen Gesundheitsproblemen und zusätzlichen Todesfällen führen. Direkte Auswirkungen sind zum Beispiel hitzebedingte Herz-Kreislaufprobleme, Hitzschlag, Dehydrierung (Austrocknung des Körpers) und Hyperthermie (Überhitzung). Besonders häufig betroffen sind ältere und pflegebedürftige Menschen.

2003 bewirkten die Hitzewellen in den betroffenen Gebieten in Mitteleuropa (Frankreich, Süddeutschland, Schweiz, Norditalien und Spanien)

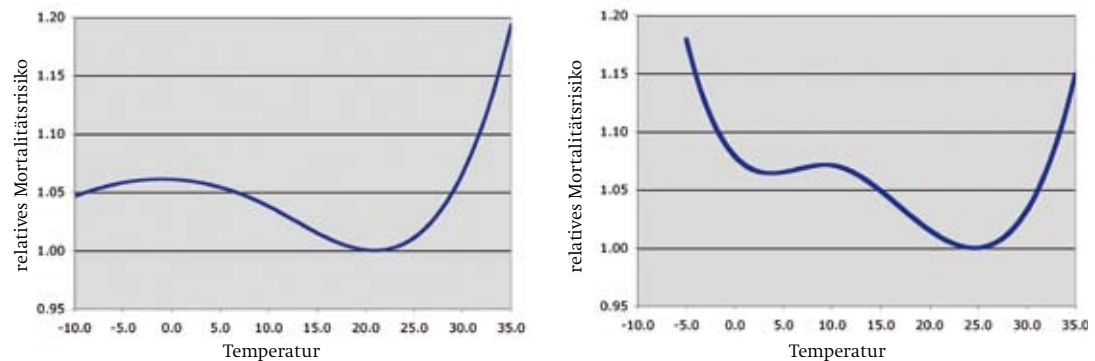


Abbildung 1: Beziehung zwischen Sterblichkeit und Temperatur auf der Alpennordseite (links) und der Alpensüdseite (rechts) im Zeitraum 1990–2003. Der Temperaturbereich mit der tiefsten Sterblichkeit liegt mit ca. 21 °C auf der Alpennordseite rund 3,5 °C tiefer als auf der Alpensüdseite mit ca. 24,5 °C. (Datenquelle: L. Grize, ISPM Basel)

eine deutliche Erhöhung der Mortalität³, insbesondere bei fehlender Information und Betreuung der Risikogruppen. Europaweit wurde die Anzahl zusätzlicher Todesfälle auf ca. 35'000 geschätzt. Die mittleren Temperaturen lagen im Sommer 2003 um 4 bis 5,5 °C über dem langjährigen Mittelwert. Dies liegt etwa im oberen Grenzbereich des erwarteten Temperaturanstiegs bis 2050. In diesem Fall und unter der Annahme, dass sich die Variabilität der jährlichen Sommertemperaturen mit der Klimaänderung nicht verändert, würden die Verhältnisse von 2003 im Jahr 2050 bereits dem Durchschnitt entsprechen. Auch im mittleren Szenario mit einem durchschnittlichen Temperaturanstieg von rund 2,5 °C würden die Werte von 2003 bereits alle paar Jahre auftreten. Die Hitzewellen im Sommer 2003 haben in der Schweiz zu rund 1000 zusätzlichen Todesopfern geführt, wovon rund ein Drittel den erhöhten Ozonwerten zugeschrieben werden. Es ist wahrscheinlich, dass ein Teil der hitzebedingten Todesfälle Menschen betrafen, die sich in gesundheitlich kritischem Zustand befanden und auch ohne Hitze in Kürze gestorben wären. Die massiv erhöhte Sterberate lässt sich jedoch nicht alleine mit diesen Fällen erklären, da in den Folgemonaten kein Kompensationseffekt beobachtet wurde.

Hitze und Arbeit

Der Mensch muss die Körperkerntemperatur konstant halten. Diese wird durch körperliche Arbeit erhöht, wodurch die Toleranz für Hitze abnimmt. Hitzewellen können die Leistung der Arbeitstätigen beeinträchtigen. Bei Temperaturen über 30 °C ist in mittleren geografischen Breiten (Mitteleuropa, USA, Australien) ein Nachlassen

der mentalen und körperlichen Arbeitsleistung nachweisbar.^{4,5} Hohe Luftfeuchtigkeit beeinträchtigt die Arbeitsleistung bei Hitze zusätzlich. An den langsamen Anstieg der mittleren Temperatur kann sich der Mensch anpassen. Der Vergleich mit südlichen Ländern zeigt, dass auch bei höheren Temperaturen Arbeit und Leistung möglich sind. So wird auch in Zukunft der Anstieg der mittleren Temperatur einen geringen Einfluss auf die Arbeitsleistung haben. Hingegen ist die kurzfristige Anpassung an Hitzewellen schwierig. Die erwartete Zunahme von Hitzewellen dürfte sich also negativ auf die Arbeitsleistung auswirken, wenn entsprechende Anpassungen bzw. Massnahmen ausbleiben.

In der Vergangenheit wurde die Arbeitswelt immer wieder durch Innovationen plötzlich und stark verändert. So waren die Verbreitung von Computern und Internet vor 40 Jahren noch nicht absehbar. Parallel zu dieser Entwicklung haben sich auch in der Schweiz in den letzten Jahrzehnten die Arbeitsplätze mehrheitlich von körperlicher Arbeit im Freien zu sitzenden Tätigkeiten in Büros und Innenräumen verlagert. Die künftige Bedeutung des Klimas für die Arbeitswelt im Vergleich zu anderen Veränderungen ist deshalb schwer einzuschätzen.

Massnahmen und Unsicherheiten

Die Folgen von Hitzewellen können durch verschiedene Massnahmen verringert werden, wie beispielsweise Frühwarnsysteme, Organisation der Betreuung von Risikogruppen und Information der Bevölkerung. Nach dem Hitzesommer 2003 wurden hierzulande erste Massnahmen eingeleitet. Das Bundesamt für Gesundheit stellt Informationen und Faktenblätter

zur Verfügung⁶ und die MeteoSchweiz hat ein Hitzefrühwarnsystem eingerichtet.

Als energietechnisch und klimapolitisch problematische Massnahme wird der verbreitete Einsatz von Klimaanlage beurteilt: der Energieverbrauch steigt und – je nach Energiequelle – kann der Ausstoss von Treibhausgasen zunehmen (vgl. Kapitel Energie). Das Wohlbefinden kann aber durch eine verbesserte und angepasste Bauweise gesteigert werden, wie beispielsweise bessere Isolation und kleinere Fensterfläche bei Gebäuden oder Durchlüftungskorridore und Grüngürtel in Städten. Dabei ist die Stadtplanung besonders gefordert, da die hitzebedingten Gesundheitsprobleme überwiegend in Städten auftreten. Nicht vergessen werden darf allerdings die Gefahr, dass bei immer selteneren Kälteperioden der Kälteschutz vernachlässigt

wird und extreme Kältewellen dadurch stärkere gesundheitliche Folgen haben können.

Im Arbeitsbereich können während Hitzeperioden die Arbeitszeiten angepasst oder längere Pausen (Siesta) eingeführt werden. Bei extremer Hitze können Hitze-Freitage gesundheitliche Risiken lindern.

Die wichtigste offene Frage betrifft die Anpassungszeit des menschlichen Organismus und der ganzen Bevölkerung an die neuen Bedingungen. Ein Vergleich der Beziehung zwischen Temperatur und Mortalität aus den Jahren 1960–1975 mit den aktuellen Zahlen könnte einen Hinweis auf die Anpassungsfähigkeit der Bevölkerung über einige Jahrzehnte geben. Unklar ist auch, inwiefern die Witterungsbedingungen im vorangehenden Winter die gesundheitlichen Auswirkungen einer Hitzewelle im Sommer beeinflussen.

3. Weitere Extremereignisse: Überschwemmungen, Erdbeben, Stürme

Mit der Zunahme der Extremereignisse steigt auch das Risiko durch Naturgefahren für den Menschen. Überschwemmungen, Murgänge und stärkere Stürme verursachen Tote und Verletzte und haben auch gravierende psychische Folgen. Diesen Folgen kann durch präventive Massnahmen (Verbauungen etc.) nur teilweise begegnet werden.

Als Folge der Klimaänderung werden sich Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen verändern⁷ (vgl. auch Abschnitt Extremereignisse im Kapitel Grundlagen). Hochwasser und Erdbeben werden wahrscheinlich aufgrund häufigerer Starkniederschläge zunehmen (siehe Abb. 2). Auch Bergstürze und Steinschlag dürften sich häufen. Aufgrund des höheren Energiegehaltes in der Atmosphäre ist nach bisherigen Kenntnissen in Zukunft zwar nicht mit häufigeren, jedoch mit stärkeren Stürmen zu rechnen.

Extremereignisse haben zuweilen verheerende Folgen. Sie fordern Menschenleben und verursachen Sachschaden. Letztere können gravierende gesundheitliche Folgen haben, wenn Einrichtungen betroffen sind, die für die Versorgung und das Gesundheitswesen wichtig sind (Spitäler, Transportwege etc.) oder in denen giftige Stoffe gelagert oder verarbeitet werden. Auch die psychischen Auswirkungen von Extremereignissen dürfen nicht unterschätzt werden. Die betroffenen Menschen sind nach dem Ereignis oft traumatisiert.

Im Vergleich zum Hitzesommer 2003 verursachen Überschwemmungen, Erdbeben und Stürme weniger Todesfälle (20 Todesfälle im Jahr 2000 durch Rutschungen/Überschwemmungen). Der Verlust an Lebensjahren kann aber in beiden Fällen in einer ähnlichen Grössenordnung liegen. Bei den Hitzewellen sind nämlich vor allem ältere Bevölkerungsschichten betroffen, während Überschwemmungen, Erdbeben und Stürme oft auch jüngere Menschenleben fordern.

Wasserverschmutzung bei Überschwemmungen

Bei Überschwemmungen können Kläranlagen und Abwasserkanäle überlaufen und Abwässer oder giftige Stoffe die Gesundheit der Bevölkerung gefährden. Die Gefahr der Trinkwasserverseuchung ist in der Schweiz allerdings gering. Der überwiegende Teil des Trinkwassers stammt aus Grund- oder Quellwasser (vgl. Kapitel Wasserwirtschaft). Es kommt zwar vor, dass das Trinkwasser bei Überschwemmungen lokal verschmutzt wird,



Abbildung 2: Murgang im Herbst 2000 in Gondo, VS, nach heftigen Niederschlägen.
(Quelle: Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, Kommission für Elementarschadenverhütung. VKF, Bern)

wie die Hochwasser im Herbst 2005 gezeigt haben. Die Trinkwasserkontrolle funktioniert aber so gut, dass die Bevölkerung rechtzeitig informiert und die Trinkwasserversorgung bis zur Wiederherstellung der normalen Versorgung über andere Quellen sichergestellt werden kann. Bisher gab es nur sehr wenige Fälle von Gesundheitsproblemen, die durch verschmutztes Trinkwasser ausgelöst worden sind. Daran dürfte sich auch mit der Klimaänderung bis 2050 nichts ändern.

Unsicherheiten und Massnahmen

Mit der Zunahme von Extremereignissen steigt auch das Risiko für den Menschen. Wie stark die Zunahme von Häufigkeit und Stärke von Extremereignissen aufgrund der Klimaänderung sein wird, ist aber schwer abzuschätzen und heute noch weitgehend unbekannt.

Der Mensch kann sich durch entsprechende Massnahmen bis zu einem gewissen Grad von den Auswirkungen der Extremereignisse schützen. Beispiele für erfolgreiche Schutzmassnahmen sind Lawinverbauungen in den Alpentälern und Hochwasserschutzmassnahmen entlang der Flussläufe. Aber selbst die modernste Infrastruktur bietet keinen absoluten Schutz. Mancherorts muss sich unsere Gesellschaft deshalb darauf beschränken, gefährdete Siedlungszonen auszuscheiden (Gefahrenkarten), die negativen Auswirkungen durch frühzeitige Warnungen und Massnahmen zu mildern und den Opfern durch schnelle Hilfe beizustehen.⁷ Das richtige individuelle Verhalten der Bevölkerung im Falle von Warnungen ist sehr wichtig.

4. Lebensmittelvergiftungen

Als Folge der Klimaerwärmung steigt die Gefahr von Lebensmittelvergiftungen aufgrund verdorbener Lebensmittel und von Krankheiten, die durch Lebensmittel übertragen werden (z.B. Salmonellen). Das Risiko ist insbesondere während Hitzewellen gross. Davon betroffen ist vor allem der Privatbereich, wo das Wissen über den fachgerechten Umgang mit heiklen Lebensmitteln nur beschränkt vorhanden ist.

Bei höheren Temperaturen verderben Nahrungsmittel schneller. Zudem vermehren sich Krankheitsträger in Nahrungsmitteln schneller als bei niedrigeren Temperaturen. Auch sind Krankheitsträger in einer wärmeren Umgebung länger überlebensfähig. Mit der Klimaerwärmung steigt somit die Gefahr von Lebensmittelvergiftungen und von Krankheiten, die durch Lebensmittel übertragen werden (z.B. Salmonellen oder Colibakterien).

Die von verdorbenen Lebensmitteln und Krankheitsträgern in Nahrungsmitteln ausgehende Gefahr ist vor allem im Privatbereich gross, wo das Know-how über den sachgerechten Umgang mit Lebensmitteln bei lange andauernder Hitze oft fehlt. Es konnte beispielsweise ein Zusammenhang zwischen der Temperatur und der Häufigkeit von Salmonellenerkrankungen festgestellt werden.

Massnahmen

Die Lebensmittelkontrolle und die Kontrollen in der Lebensmittelindustrie sind ausreichend, um die Auswirkungen der Erwärmung bis 2050 zu bewältigen. Allerdings werden die Anforderungen an die Lebensmittelindustrie betreffend Einhaltung der Hygienevorschriften und der dazu notwendige Aufwand steigen. Wichtige Massnahmen im Privatbereich sind vor allem die Information der Bevölkerung bezüglich der Risiken nahrungsmittelbedingter Krankheiten in der warmen Jahreszeit und entsprechende Empfehlungen zur sachgemässen Lagerung von Lebensmitteln.

5. Atemwegserkrankungen und Allergien

Wegen der Klimaerwärmung könnte die Ozonbelastung im Sommer zunehmen. Zudem dürfte die Pollensaison länger werden. Beides hätte eine Zunahme von Atemwegserkrankungen zur Folge.

Ozon

Höhere Temperaturen führen bei gleichbleibenden Ausgangsbedingungen zu höheren Ozonkonzentrationen. Die Auswirkungen des Hitzesommers 2003 auf die Ozonwerte sind in Abb. 3 deutlich erkennbar. Bei längeren warmen Trockenperioden wird das Ozon teilweise akkumuliert. Ozon kann mindestens vorübergehend Atemwegsbeschwerden und Einschränkungen der Lungenfunktion bewirken sowie auch die akute Sterblichkeit erhöhen.

Mit der Klimaerwärmung und dem häufigeren Auftreten von Hitzewellen sind auch die Voraussetzungen für hohe Ozonkonzentrationen günstig. Für die Ozonbildung und für längerfristige

Auswirkungen auf Atemwegserkrankungen sind jedoch die Primärschadstoffe wie Stickstoffdioxid (NO₂), flüchtige organische Verbindungen (VOC) oder Feinstaub wichtiger.

Massnahmen

Die Ozonkonzentrationen, vor allem die belastenden Spitzenkonzentrationen, können durch die Verminderung der Emissionen von Primärschadstoffen (Stickoxide, VOC) gesenkt werden. Die Bevölkerung sollte bei hohen Konzentrationen rasch informiert werden. Ozoninformationssysteme wurden in den letzten 10 Jahren in vielen Regionen bereits etabliert.

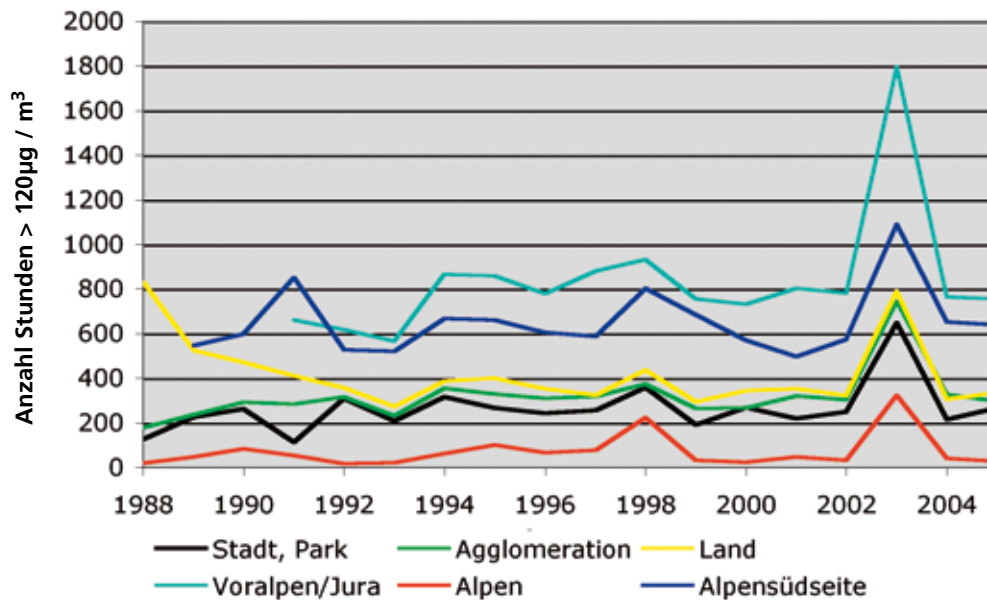


Abbildung 3: Anzahl Stunden pro Jahr mit Ozonkonzentrationen über $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ an den NABEL-Messstationen in Städten/Pärken (schwarz), Agglomerationen (grün), ländlichen Gegenden (gelb), Voralpen/Jura (blau), Alpen (rot) und auf der Alpensüdseite (violett). (Datenquellen: NABEL, BAFU und Empa)

Pollen

Temperatur und Niederschlag sind wichtige Faktoren für die Zusammensetzung der Vegetation und die Länge der Vegetationszeit. Vegetations- und Blütezeit werden aber auch stark durch die Landnutzung und durch den CO_2 -Gehalt der Luft beeinflusst (vgl. Kapitel Landökosysteme und Landwirtschaft).

Die Erwärmung wird die Pollenproduktion der Pflanzen verändern. In den letzten Jahrzehnten hat sich die Pollensaison bereits in Richtung früheres Auftreten im Jahr verschoben. Es gibt auch Hinweise darauf, dass sich die Pollensaison für Gräser etwas verlängert hat. Eine signifikante Veränderung der Pollenmengen wurde hingegen noch nicht festgestellt. In Zukunft dürfte die Pollensaison und somit die Belastungszeit für Allergiker als Folge der Klimaänderung länger werden. Ob der künftige Temperaturanstieg zu höheren Pollenkonzentrationen führen wird, ist unklar. Die Pollenproduktion könnte auch wegen der höheren CO_2 -Konzentration zunehmen.

Die derzeit beobachtete Zunahme von Ambrosiapollen ist hauptsächlich auf die stärkere Verbreitung dieser Pflanzenart zurückzuführen. Ambrosia weist ein grosses Allergienpotenzial auf. Ihre Ausbreitung und die Ausbreitung anderer mediterraner Pflanzen mit grossem Allergienpotenzial (Parietaria, Cupressaceae, Olea,

Platanus, Chenopodiaceae) begünstigt durch die Klimaerwärmung könnte eine Zunahme allergischer Erkrankungen bewirken. Unklar sind jedoch die Auswirkungen dieser Veränderungen auf die Atemwegserkrankungen, z.B. ob mehr Menschen von Allergien betroffen sein werden.

Unsicherheiten und Massnahmen

Bisher gibt es praktisch nur rückblickende Studien über die Verbreitung von Pollenallergien und den möglichen Zusammenhang mit klimatischen Parametern. Modelle für die zukünftige Entwicklung fehlen hingegen. Viele Zusammenhänge sind unklar, insbesondere die Gründe für die Auslösung von Allergien. Unbeantwortet ist auch die Frage nach einem möglichen Einfluss der Erwärmung auf den Allergengehalt der Pflanzen.

Die Pollenausbreitung kann nicht verhindert werden. Möglich sind aber Massnahmen gegen die Ausbreitung neuer allergener Pflanzen wie Ambrosia oder der Verzicht auf den Anbau von Pflanzen mit hohem Allergienpotenzial wie beispielsweise Olivenbäume. Eine wichtige Massnahme betrifft die Information der Bevölkerung über die aktuelle Pollenbelastung, die aber bereits heute gut organisiert und sichergestellt ist. Allergiker können sich über verschiedene Medien die benötigten Informationen holen.

6. Vektorübertragene Krankheiten

Exotische Krankheiten

Die Verbreitung von vektorübertragenen Krankheiten wird durch die Klimaänderung beeinflusst. In der Schweiz ist die Ausbreitung von nur bei Menschen ausbrechenden exotischen Krankheiten wie Malaria oder Dengue-Fieber eher unwahrscheinlich. Hingegen sind Krankheiten, die von Tieren auf den Menschen übertragen werden, im Vormarsch (z.B. West-Nile-Fieber).

Die Verbreitung exotischer Krankheiten ist nicht nur von der Temperatur abhängig, sondern wird massgeblich von der Vegetation und den hygienischen Verhältnissen beeinflusst. So wurde beispielsweise die Malaria in Mitteleuropa vor allem durch die Trockenlegung von Sumpfgebieten und die Verbesserung der Hygiene ausgerottet. Es gibt jedoch viele komplexe Vorgänge in der Ausbreitung dieser Krankheiten wie Veränderungen der Erbsubstanz von Vektoren und Krankheitserregern oder Temperaturschwellen, welche die Abschätzung der zukünftigen Verbreitung erschweren.

Die Klimaänderung kann die Verbreitung von Vektorerkrankungen (Erkrankungen, deren Erreger von so genannten Vektoren, d.h. anderen Lebewesen wie bspw. Insekten, übertragen werden) über verschiedene Mechanismen beeinflussen: Mücken können sich so verändern, dass sie zu neuen Vektoren werden; die Reproduktion von Vektoren kann begünstigt werden; Stürme können den Vektortransport begünstigen oder den Lebensraum für Vektoren verbessern. Bei veränderten klimatischen Bedingungen kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Krankheitserreger bisher nicht betroffene Arten befallen, darunter auch den Menschen. In Einzelfällen können höhere Temperaturen die Ausbreitung von Krankheitsvektoren auch vermindern (z.B. Schistosomiasis).

Als Folge der Klimaänderung ist eine Veränderung der regionalen Verbreitung und des saisonalen Auftretens von vektorübertragenen Krankheiten

möglich⁸. Bereits beobachtet worden ist die Nordwärtsausbreitung von Dengue-Fieber in Afrika und das Auftreten von West-Nile-Fieber in der Camargue. In der Schweiz ist die Ausbreitung tropischer Krankheiten (Malaria, Dengue-Fieber) jedoch eher unwahrscheinlich. Allerdings dürfte es zu einer leichten Zunahme der bisher seltenen Ansteckungen (z.B. „Flughafen-Malaria“) kommen, da die Vektoren bei wärmeren Temperaturen in unseren Breiten länger überleben können. Auch die grössere globale Verbreitung der Vektoren und die zunehmende Mobilität im Zuge der Globalisierung wird zu mehr „Importen“ führen.

Einige Erreger von Tierkrankheiten – wie z.B. Herzwurm, Piroplasmen und Leishmanien – sind bereits auf den Menschen übertragbar (Zoonosen) oder könnten es werden. Im Tierreich ist sowohl im benachbarten Ausland als auch in der Schweiz ein Trend zu vermehrten Ausbrüchen von Krankheiten, die durch exotische Vektoren übertragen werden, feststellbar. Beispiele sind die Anaplasmosose in der Schweiz im Jahr 2002 oder die Blauzungkrankheit in Italien und Frankreich.

Massnahmen

Die Beobachtung und Überwachung der Ausbreitung von Tierkrankheiten ist nötig. Die Früherkennung von Wirtewechseln kann sehr wichtig für präventive Massnahmen und die Information der Bevölkerung sein. Die Wachsamkeit gegenüber neu aufkommenden Krankheiten hat sich das Bundesamt für Veterinärwesen (BVET) zum Ziel gesetzt.

Durch Zecken übertragene Krankheiten

Die Veränderung der Häufigkeit von zeckenvermittelten Krankheiten ist unklar. Die Verbreitung von Zecken weist gegen unten eine Temperaturschwelle auf, in wärmeren Gebieten begrenzt Trockenheit das Vorkommen der Zecken. Ein Temperaturanstieg beeinflusst den Aktivitätszeitraum der Zecken, eventuell die Infektionsrate und das Freizeitverhalten der Menschen. Zurzeit ist eine Zunahme der Zeckenzephalitis zu beobachten.

Eine stärkere Auswirkung als auf die exotischen Krankheiten könnte die Klimaerwärmung auf die Verbreitung bereits einheimischer Krankheiten wie die durch Zecken übertragene Borreliose (bakterielle Erkrankung) und Enzephalitis (Gehirnentzündung) haben. In der Schweiz sind in den letzten Jahrzehnten die Enzephalitisfälle angestiegen (siehe Abb. 4). Ein direkter Zusammenhang zwischen den jährlichen Schwankungen der Krankheitsfälle und der Temperatur ist allerdings nicht ersichtlich. In Österreich haben dank einem konsequenten Impfprogramm die Enzephalitisfälle in den letzten Jahren abgenommen.

Die Verbreitung der Zeckenerkrankungen hängt sowohl von der Verbreitung der Zecken als auch von der Verbreitung des Borreliosebakteriums und des Zeckenzephalitisvirus ab. Beide werden durch klimatische Faktoren beeinflusst. In der Schweiz ist die Verbreitung von Zecken unter anderem von der unteren Temperaturschwelle abhängig. Mildere Winter begünstigen die Überlebenschancen von Zecken und ihren Wirtstieren und ermöglichen es den Zecken, in höhere Lagen vorzudringen. Steigende Temperaturen beeinflussen die Ausbreitung der Krankheitserreger. So wird im Falle der Zeckenzephalitis als Folge des Anstiegs der Sommertemperaturen und der Abnahme der Feuchtigkeit mit einem

Rückgang in der Schweiz gerechnet. Dies läge nicht an einem Verschwinden der Zecken aus der Region, sondern an einem Unterbruch der Aufrechterhaltung des Virusvorkommens innerhalb der Zeckenpopulation und damit einer möglichen Übertragung auf den Menschen. Bei einer Erwärmung um 2–3 °C bis 2050 könnte die Schweiz in tieferen Lagen frei von Zeckenzephalitis werden. Diese Vorhersage widerspricht jedoch bisher dem, was momentan beobachtet wird.

Durch die Klimaänderung werden neben der Verbreitung der Zecken und des Enzephalitisvirus bzw. der Borreliosebakterien aber auch andere Faktoren beeinflusst, die für die Verbreitung der Zeckenerkrankungen wichtig sind. Zum Beispiel werden das Freizeitverhalten und die Freizeitbekleidung der Menschen stark durch die Aussentemperatur mitbestimmt.

Massnahmen

Massnahmen gegen die Zeckenerkrankungen beinhalten die Beobachtung und Überwachung ihrer Ausbreitung. Die Daten zur Verbreitung und Übertragung der zeckenübertragenen Hirnhautentzündung sind lückenhaft, was eine Beobachtung erschwert. Die Beobachtung der laufenden Entwicklung könnte auch durch die Einführung der Meldepflicht für Borreliose verbessert werden.

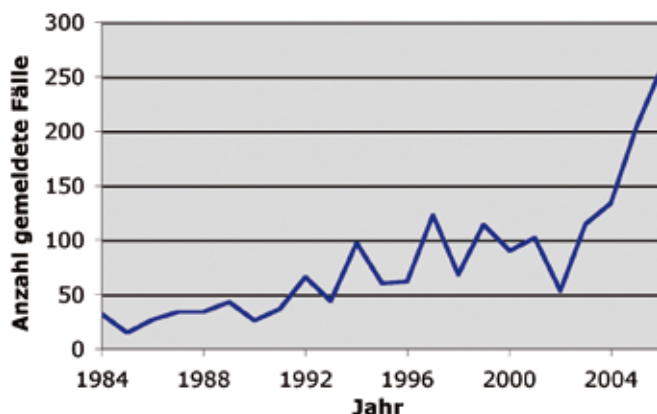


Abbildung 4: Anzahl gemeldete Fälle der zeckenübertragenen Enzephalitis (Gehirnentzündung) in der Schweiz 1984–2006. (Datenquelle: Bundesamt für Gesundheit BAG)

Literatur und Anmerkungen

- 1 Schär C., Vidale P.L., Lüthi D., Frei C., Haeberli C., Liniger M.A. and Appenzeller C., 2004: The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves. *Nature*, 427, 332–336.
- 2 Scherrer S.C., Appenzeller C., Liniger M.A., Schär C., 2005: European temperature distribution changes in observations and climate change scenarios. *Geophys. Res. Lett.*, 32 (L19705)
- 3 Grize L. et al.: Heat wave 2003 and mortality in Switzerland. *Swiss Medical Weekly* No.13–14, 2005.
- 4 Ramsey J. D., 1995: Task performance in heat: a review. *Ergonomics* 38(1), 154–165.
- 5 Wenzel H. G., 1985: *Klima und Arbeit*. Bayrisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, München, 112–118.
- 6 Bundesamt für Gesundheit (Hrsg.), 2005: *Schutz bei Hitzewelle*. Heisse Tage – kühle Köpfe. Bern, BAG. (siehe auch www.Hitzewelle.ch)
- 7 OcCC, 2003: *Extremereignisse und Klimaänderung*. Bern, OcCC.
- 8 Thommen O., Ch. Braun-Fahrländer: *Gesundheitliche Auswirkungen der Klimaänderung mit Relevanz für die Schweiz*. Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Basel, November 2004.