

Kapitel 3: Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit

Coordinating Lead Authors/Koordinierende LeitautorInnen:

Cem Ekmekcioglu, Daniela Schmid

Lead Authors/LeitautorInnen:

Franz Allerberger, Ivo Offenthaler, Lukas Richter, Helfried Scheifinger

Contributing Authors/Beitragende AutorInnen:

Kathrin Lemmerer, Henriette Löffler-Stastka, Carola Lütgendorf-Caucig, Hanns Moshhammer, Christian Nagl, Hans-Peter Hutter, Manfred Radlherr, Ulrike Schauer, Stana Simic, Peter Wallner, Julia Walochnik

Junior Scientist:

Kathrin Lemmerer

Inhalt

<i>Kernbotschaften</i>	181
<i>3.1 Einleitung</i>	181
<i>3.2 Direkte Wirkungen auf die Gesundheit</i>	181
3.2.1 Temperatur (Hitzewellen und Kälteperioden)	182
3.2.2 Feuchtigkeit, Niederschlag und Luftbewegung	185
3.2.3 UV-Strahlung.....	187
3.2.4 Biotropie	188
3.2.5 Zusammenfassende Bewertung.....	189
<i>3.3 Indirekte Wirkungen</i>	189
3.3.1 Krankheitsübertragung durch Arthropoden – Sandmücken und Zecken	190
3.3.2 Zunahme allergischer Belastung durch Pollen	190
3.3.3 Ambrosia	191
3.3.4 Aquatische Systeme	192
3.3.5 Lebensmittel.....	195
3.3.6 Landwirtschaft und Biodiversität	198
3.3.7 Luftverschmutzung.....	199
3.3.8 Zusammenfassende Bewertung.....	200
<i>3.4 Klimafolgen in anderen Weltregionen mit Gesundheitsrelevanz für Österreich</i>	200
3.4.1 Globaler Güterverkehr.....	201
3.4.2 Globaler Personenverkehr	201
3.4.3 Zusammenfassende Bewertung.....	204
<i>3.5 Gesundheitsfolgen der demographischen Entwicklungen</i>	204
3.5.1 Erkrankungen des höheren Lebensalters	204
3.5.2 Kosten	205
3.5.3 Zusammenfassende Bewertung.....	205
<i>Literaturverzeichnis</i>	205

Kernbotschaften

- **Zu den wichtigsten direkten Auswirkungen des Klimawandels (in Österreich) auf die Gesundheit zählt die Zunahme von Extremereignissen, darunter insbesondere Hitze.** Neben akuten, kurzfristigeren Folgen von Temperaturextremen ist schon ein moderater Temperaturanstieg mit einer erhöhten Sterblichkeitsrate verbunden. Insgesamt ist die Sterblichkeitsrate im Winterhalbjahr immer noch höher, was auch auf andere saisonale Faktoren (z. B. Influenza) zurückzuführen ist. Menschen können sich an Temperaturverschiebungen anpassen, wobei der Adaptionsfähigkeit an extreme Temperaturen physiologische Grenzen gesetzt sind.
- **Hohe Umgebungstemperaturen, insbesondere in Verbindung mit hoher Luftfeuchte, sind mit deutlichen Gesundheitsrisiken verbunden.** Ein Fokus zukünftiger Prävention – vor allem bei Hitzewellen – sollte auf besonders vulnerable Gruppen (ältere Menschen, Kinder, PatientInnen mit Herz-Kreislauf- und psychischen Erkrankungen sowie Personen mit eingeschränkter Mobilität) gelegt werden.
- **Andere klimaassoziierte Extremereignisse führen zu geringeren akuten negativen Folgen, durch damit verbundene materielle Schäden ist aber eine Zunahme psychischer Traumen zu vermuten.** Dazu gibt es aktuell in Österreich jedoch noch keine Studien, es besteht daher Forschungsbedarf zu langfristigen psychischen Folgen des Klimawandels.
- **Luftschadstoffe lagen 2010 an 9. Stelle der weltweiten Ursachen für verlorene gesunde Lebensjahre.** Im Jahr 2012 gingen in Österreich 40.000 bis 65.000 gesunde Lebensjahre durch Luftschadstoffe verloren. Luftschadstoffe beeinflussen das Klima und das Klima wiederum beeinflusst die Verteilung und Bildung von Luftschadstoffen. Klimaschutzmaßnahmen können unmittelbare positive Auswirkungen auf die Luftqualität haben, worauf bei der Planung dieser Maßnahmen zu achten ist.
- **Der Klimawandel begünstigt durch Erwärmung und durch geänderte Niederschlagsmuster die Ansiedlung verschiedener Arthropoden bzw. führt zu einer Ausdehnung ihrer Siedlungsgebiete.** Eine Reihe von Insekten und Spinnentieren, die bereits heimisch sind oder durch globalen Handel und Personenverkehr eingeschleppt werden, können als Vektoren Krankheiten übertragen. Krankheitsüberwachung und Monitoring der Vektorenpopulationen verringern das Risiko großer epidemischer Ausbrüche.
- **Die Folgen des Klimawandels werden den Migrationsdruck in Zusammenspiel mit anderen Faktoren verstärken, worauf das Gesundheitssystem hinsichtlich Versorgung und Betreuung ankommender MigrantInnen und funktionierender Surveillance zur Vorbeugung der Ausbreitung von neuen und alten Infektionskrankheiten vorbereitet sein muss.** Daten der intensivierten Sur-

veillance aus den Jahren 2015 und 2016 mit verstärkter Migration haben keine signifikante Zunahme von Infektionskrankheiten in der nativen Bevölkerung in Österreich gezeigt. Durch Tourismus, Handel, etc. besteht auch unabhängig von Migration ein reger Personenverkehr, durch den die österreichischen Gesundheitsdienste jederzeit auf bisher unbekannte Infektionskrankheiten bzw. Änderungen in Resistenzmustern vorbereitet sein müssen.

3.1. Einleitung

Nicht nur der Klimawandel selbst beeinflusst die Gesundheit, sondern auch die Maßnahmen, die als Anpassung oder zur Abschwächung des menschengemachten Klimawandels gesetzt werden. Diese können teilweise unerwartete Auswirkungen auf die Gesundheit haben. Im Sinne eines „Gesundheit in allen Politikbereichen“-Ansatzes sollten gesundheitliche Erwägungen auch bei Klimawandelmaßnahmen berücksichtigt werden, die nicht direkt den Gesundheitssektor betreffen. Diese „Nebenwirkungen von Maßnahmen“ werden allerdings nicht in diesem, sondern in Kapitel 4 ausführlich behandelt.

Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit können auf verschiedene Arten eingeteilt und dargestellt werden. Wichtig sind die Unterscheidungen nach vorteilhaften und schädlichen Auswirkungen oder die Bewertungen nach Sicherheit bzw. Wahrscheinlichkeit des Eintrittes. Es ist allerdings übersichtlicher und gebräuchlich, wenn man die gesundheitlichen Auswirkungen des Klimawandels in primäre, sekundäre und tertiäre Folgen gliedert (Butler & Harley, 2010; McMichael, 2013).

3.2 Direkte Wirkungen auf die Gesundheit

Sogenannte „direkte“ Wirkungen beschreiben unmittelbare Auswirkungen von Wetterphänomenen auf die Gesundheit. In aller Regel handelt es sich hierbei um „extreme“ Wetterereignisse wie Hitze oder Kälte, Sturm, Starkregen oder Dürre („primary effects“, (Butler & Harley, 2010; McMichael, 2013)). Derartige extreme Ereignisse hat es schon immer gegeben und daher sollten die Gesellschaft und das Gesundheitssystem auch bereits darauf vorbereitet gewesen sein. Jede „Wetterkatastrophe“ beweist, dass die Vorbereitung nicht optimal war, da es dem Wesen und der Definition einer „Katastrophe“ entspricht, dass die regional vorhandenen Ressourcen nicht ausreichen, ihre Folgen zu bewältigen. Mit dem Klimawandel können manche Extremereignisse in Zukunft häufiger oder seltener auftreten oder in Intensität und Dauer

zu- oder abnehmen. Es könnten sich auch unsere Maßstäbe ändern, ab welchem Ausmaß ein Ereignis als „extrem“ beurteilt wird. Ein Beispiel dafür sind „Hitzewellen“: Die Definition, ab wann von solchen gesprochen wird, unterscheidet sich offensichtlich je nach betreffender Klimaregion. In Stockholm wird man bereits bei niedrigeren Temperaturen von einer Hitzewelle sprechen als in Rom oder Tel Aviv. Wenn sich das Klima ändert und die Bewohner sich langsam an diese Änderungen anpassen, könnte sich der Begriff des „Normalen“, an das sie optimal angepasst sind, entsprechend wandeln. Entscheidend für die Wirkung des Klimawandels durch Extremereignisse wird daher auch sein, wie rasch der Wandel fortschreitet.

Direkte Wirkungen haben unmittelbare und relativ leicht abschätzbare Gesundheitsfolgen. Wenn man von der möglichen längerfristigen Anpassung absieht, kann man die Effekte einfach anhand historischer Daten studieren. Schwieriger ist allerdings die exakte Prognose zukünftiger Entwicklungen unter Annahme verschiedener Emissionsszenarien, da die meteorologischen bzw. klimatologischen Modelle besser zur Abschätzung von durchschnittlichen Trends als von Extremen geeignet sind. Extremereignisse treten häufig recht kleinräumig auf. Von EntscheidungsträgerInnen werden daher kleinräumige und oft auch zeitlich hochauflösende Vorhersagen benötigt, welche die KlimatologInnen vor erhebliche Herausforderungen stellen.

3.2.1 Temperatur (Hitzewellen und Kälteperioden)

Der Klimawandel manifestiert sich primär in einer Erwärmung, also einer Temperaturzunahme (der Atmosphäre, in weiterer Folge aber auch der Gewässer und Böden) (siehe Kap. 2.2). Bei den direkten Wirkungen des Klimawandels auf die Temperatur denkt man daher zuerst an Hitze bzw. Hitzewellen. In diesem Kapitel ist aber genauso der Einfluss der Kälte zu diskutieren. Dabei muss eine Reduktion extremer Kälteperioden durchaus als gesundheitlich positive Folge des Klimawandels betrachtet werden. Grundsätzlich wird aber zu diskutieren sein, wie „Temperaturextreme“ unter dem Einfluss des Klimawandels zu definieren sein werden: Mit einer kontinuierlichen Verschiebung der Durchschnittstemperatur wird sich auch unsere physiologische und soziokulturelle Anpassung an die Temperatur ändern und Temperaturen, die derzeit „extrem“ erscheinen, können in Zukunft oder in einem anderen Klimakontext durchaus als „normal“ oder „erträglich“ angesehen werden.

Davon abzugrenzen sind absolute physiologische Grenzen der thermischen Regulierung. Diese Grenzen hängen nicht nur von der Lufttemperatur ab. Es müssen zusätzlich die Strahlungswärme und die Luftfeuchtigkeit berücksichtigt werden und auch die körpereigene Temperaturproduktion, die vor allem vom Ausmaß der Muskelarbeit abhängt. Mora und KoautorInnen haben erst unlängst gezeigt, dass Hitze auf

verschiedenen Wegen (über Ischämie, also Unterversorgung des Gewebes mit Blut, direkte Zellschädigung durch Hitze, entzündliche Reaktionen, sowie Störungen der Blutgerinnung und Schäden an der quergestreiften Muskulatur) in diversen Körperorganen zu Gesundheitsschäden führt (Mora, Counsell u. a., 2017). Die physiologischen und pathophysiologischen Mechanismen der Thermoregulation sind in einem eigenen Online-Supplement dokumentiert (siehe Supplement Kapitel S2 „Wärmehaushalt, Temperaturregulation und Hyperthermie des Menschen“).

Im Zusammenhang mit Temperaturextremen sind nicht nur akute Effekte von Hitze und Kälte interessant, sondern auch erste Studien zum Zusammenhang zwischen Übersterblichkeit durch Hitzewellen und nachfolgender Verringerung der winterlichen Übersterblichkeit. Neue Studienansätze versuchen auch mittelfristige Temperatureffekte zu modellieren. So zeigte etwa eine schwedische Studie (Rocklöv u. a., 2009), dass sich nach einem strengen Winter mit erhöhter Wintersterblichkeit die Übersterblichkeit in Hitzewellen reduziert. Die AutorInnen schließen daraus auf einen verzögerten *Harvesting*-Effekt bzw. darauf, dass von Hitze und Kälte zumindest teilweise die gleichen Risikogruppen betroffen sind. Als „*Harvesting*“-Effekt bezeichnet man das durch die Hitze bedingte frühere Eintreten des Todes bei schwer kranken Personen, deren Tod sehr wahrscheinlich ohne Hitzeexposition in einigen Tagen eingetreten wäre (Huynen u. a., 2001). Die gleiche Arbeitsgruppe (Rocklöv & Forsberg, 2008) konnte aber auch zeigen, dass selbst oder gerade im kalten Skandinavien die Übersterblichkeit durch Hitzewellen schwerwiegender ist als durch Kälteepisoden. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam jüngst eine amerikanische Arbeitsgruppe (Weinberger u. a., 2017). Weitere Forschung sei aber hinsichtlich nicht tödlicher Gesundheitsfolgen und auch einer besseren Charakterisierung der Risikogruppen notwendig (Astrom u. a., 2011).

Sofern Daten verfügbar sind, können potentielle Effekte von extremen Temperaturperioden auf unterschiedliche Gruppierungen, hier vor allem ältere vs. jüngere Menschen und Kranke vs. Gesunde, abgeschätzt werden. Wichtig wäre es, neben der Temperatur an sich die Variabilität der Temperatur innerhalb eines Tages bzw. zwischen aufeinander folgenden Tagen genauer zu betrachten, da rasche Temperaturänderungen ein besonders starker Belastungsfaktor sind (Guo u. a., 2016; Zanobetti u. a., 2012).

Interessant sind auch Studien zur kurzfristigen Anpassung. So zeigt es sich, dass Hitzewellen früh im Sommer zu einem deutlicheren Sterberisiko führen, als wenn sie später im Sommer auftreten (Gasparrini u. a., 2016).

Hintergrund zur hitzeassoziierten Übersterblichkeit

Der Einfluss der Umgebungstemperatur auf den Gesundheitszustand des Menschen ist erwiesen. Ein eigenes Online-Supplement behandelt unmittelbare Effekte von Hitze auf die Gesundheit, wie Sonnenstich und Hitzeschlag (siehe Supplement Kapitel S2 „Wärmehaushalt, Temperaturregulation und Hyperthermie des Menschen“). Die schwerwiegendste

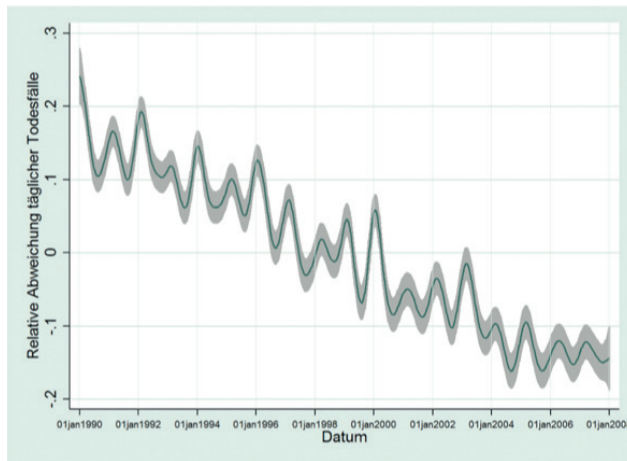


Abb. 3.1: Tägliche Todesfälle in Wien (alle Todesursachen) in den Jahren 1990 bis 2007, geglättete Kurve (mit 50 Freiheitsgraden). Relative Abweichung vom Mittelwert (ca. 50 Todesfälle pro Tag): 0,1 bedeutet 10% oder ca. 5 Fälle mehr, -0,1 entsprechend 5 Fälle weniger.

gesundheitliche Auswirkung der Abweichungen von „gewohnten“ Temperaturen in extremen Hitze- oder Kälteperioden ist der Tod. Die Relevanz von Hitze oder Kälte als direkte und indirekte Todesursache wird allerdings in Todesursachenregistern unterschätzt, da eher die daraus resultierenden Folgen, wie z. B. kardiovaskuläre Insuffizienz, als Todesursachen gemeldet werden. Im Jahr 1997 definierten Donoghue u. a. den hitzeassoziierten Todesfall als Tod bei einer Person, deren Exposition gegenüber hoher Umgebungstemperatur den Tod unmittelbar verursacht oder signifikant dazu beigetragen hat (Donoghue u. a., 1997).

Die Schätzung der hitzeassoziierten Exzess-Mortalität (i. e. hitzeverbundene Übersterblichkeit) ist von zunehmender Bedeutung. Der kausale Zusammenhang zwischen erhöhter Temperatur und Übersterblichkeit wurde bereits von vielen Forschungsgruppen beschrieben (Bunker u. a., 2016; Gasparrini u. a., 2015; Martinez u. a., 2016; Ragetti u. a., 2017; Song u. a., 2017). Aber auch Kälte ist ein entscheidender Einflussfaktor für die Sterblichkeit und dürfte sogar mit einem höheren Anteil an Todesfällen assoziiert sein als Hitze (größerer absoluter Effekt auf die Sterblichkeit) (Gasparrini u. a., 2015). Die positiven Auswirkungen des Klimawandels auf die Reduzierung der Kältesterblichkeit werden allerdings die nachteiligen Folgen vermehrter Hitzewellen nicht ausgleichen (Kinney u. a., 2015; Wang u. a., 2016). Im Gegensatz zur Hitze, die bereits und besonders am gleichen Tag zu einer erhöhten Sterblichkeit führt, ist die Wirkung der Kälte verzögert und in der kalten Jahreszeit ist die Durchschnittstemperatur über die vergangenen Tage und Wochen ein besserer Prädiktor für die Zahl der Todesfälle. Auch in Österreich ist die Sterblichkeit in den Wintermonaten höher als im Sommer (eigene Auswertung von Daten der Statistik Austria; Abb. 3.1). Neben der Lufttemperatur haben auch infektions-epidemiologische Faktoren, z. B. die Influenza im Winter und das gehäufte Auftreten von Zoonosen im Sommer, Einfluss auf die Mortalität. Die Saisonalität diverser Infektionskrank-

heiten wird unter anderem von der jahreszeitlich typischen Temperatur bestimmt. Die Zusammenhänge im Detail sind komplex und reichen vom temperaturabhängigen Verhalten der Menschen bis zur temperaturabhängigen Überlebensrate der Infektionserreger. Auch die desinfizierende Wirkung von UV-Strahlung oder von Ozon sowie adjuvante Effekte anderer Luftschadstoffe spielen eventuell eine Rolle.

Seit 2009 operiert in einigen europäischen Ländern ein einheitliches System für „Mortalitäts-Monitoring“ (Euro-MOMO, 2018). Ziel ist das Erfassen der Übersterblichkeit (i. e. Auftreten einer Todesfallzahl/100.000 Einwohner über dem erwarteten Wert) in nahezu Echtzeit. Diese Beobachtungen werden wöchentlich von jedem teilnehmenden Land auf der EuroMOMO Webseite veröffentlicht. Im Rahmen dieses Projektes wurde ein Modell entwickelt, welches die saisonale influenzaassoziierte Übersterblichkeit berechnet. Anwendungen dieses Modells mit Daten aus Österreich zeigen, dass die Übersterblichkeit im Winter mehr von der saisonalen Influenza als von Kälteextremen bestimmt ist (AGES, 2018). Dies unterstreicht deutlich die Notwendigkeit, bei der Berechnung der mit Hitze- und Kälteextremen assoziierten Übersterblichkeit sämtliche bekannten Einflussfaktoren auf die Sterblichkeit als Störfaktoren oder Effektveränderer zu berücksichtigen. Dazu zählen das Alter (≥ 65 Jahre, ≤ 5 Jahre), sozioökonomische Bedingungen (geringes Einkommen, niedriges Bildungsniveau etc.), kardiovaskuläre und respiratorische Begleiterkrankungen, Infektionskrankheiten (wie z. B. Influenza und bakterielle Infektionen der tiefen Atemwege) sowie das Wohnen in städtischen Gebieten durch das Auftreten des sogenannten „urban heat island“-Effekts (Gasparrini u. a., 2015; Macintyre u. a., 2018; Moshhammer u. a., 2009; Sarkar & De Ridder, 2011; Son u. a., 2017; Vanasse u. a., 2017; Zhang u. a., 2013). Hinzu kommt, dass die hitzeassoziierte Übersterblichkeit durch den Harvesting-Effekt überschätzt werden kann. Armstrong und KoautorInnen (Armstrong u. a., 2017) zeigten allerdings, dass die meisten Todesopfer von Hitze und Kälte mindestens ein ganzes Lebensjahr im Vergleich zum prognostizierten Lebensalter ohne diese Wetterextreme verlieren.

Der kausale Zusammenhang zwischen Konzentration der Luftschadstoffe und der Mortalität ist unbestritten (Neuberger u. a., 2013). Die hitzeassoziierte Übersterblichkeit wird durch den Effekt der Luftschadstoffe auf die Übersterblichkeit aber nicht wesentlich beeinträchtigt (Buckley u. a., 2014; Moshhammer u. a., 2006). Nichtsdestotrotz wird von einigen Forschern der Faktor „Luftschadstoffe“ als möglicher Störfaktor oder Effektveränderer bei der Berechnung der hitzeassoziierten Übersterblichkeit berücksichtigt (Bunker u. a., 2016; Gasparrini u. a., 2015; Martinez u. a., 2016).

Exzess-Todesfälle assoziiert mit vergangenen Hitzewellen

Im Jahr 1995 wurde in Chicago die mit der damaligen Hitzewelle in Verbindung gebrachte Übersterblichkeit auf 750 Todesfälle geschätzt (Whitman u. a., 1997), in England und

Wales auf 620 Todesfälle (Rooney u. a., 1998). 5.000 Todesfälle wurden im Jahr 2003 in Paris auf die Hitzewelle zurückgeführt (Dousset u. a., 2011). In der Schweiz wurde im selben Jahr ein Anstieg der Mortalität von 7 % verzeichnet (Grize u. a., 2005) und 200 Todesfälle wurden in Frankfurt am Main (Deutschland) mit Hitze in Zusammenhang gebracht (Heudorf & Meyer, 2005). Die meisten dieser Untersuchungen konnten einen Anstieg des hitzeassoziierten Sterberisikos mit steigendem Alter nachweisen.

Laut Mora u. a. ist eine globale Abschätzung der hitzeassoziierten Mortalität schwierig, da es an umfassenden Daten dazu fehlt (Mora, Dousset u. a., 2017). Die oben erwähnte Definition für den hitzeassoziierten Todesfall (Donoghue u. a., 1997) wird nicht einheitlich angewandt und bietet Raum für unterschiedliche Interpretationen. Nichtsdestotrotz wurden von Forzieri u. a., die kürzlich die wetterbedingten Gefahren für die europäische Bevölkerung untersuchten, die hitzeassoziierten Todesfälle in Europa (EU28, Schweiz, Norwegen und Island) für die Periode 1981–2010 auf etwa 2700 pro Jahr geschätzt (Forzieri u. a., 2017). Laut Ergebnissen dieser Studie ist Hitze die wetterbedingte Gefahr mit dem höchsten Sterberisiko. Gemäß Projektion auf das Jahr 2100 wird der Klimawandel für 90 % der durch wetterbedingte Gefahren verursachten Mortalität verantwortlich sein. Der von den AutorInnen erwähnte positive Effekt des Klimawandels sind die voraussichtlich geringer ausgeprägten Kälteperioden. Der dadurch bedingte Rückgang der kalteassoziierten Übersterblichkeit macht allerdings die hitzebedingte Übersterblichkeit nicht wett. Bis zum Ende des 21. Jahrhunderts erwarten Forzieri u. a. einen Anstieg der klimaassoziierten Todesfälle um das 50-fache des aktuellen Werts. Allgemein zeigen Prognosen einen erwarteten Anstieg der durch Hitze und den Klimawandel bedingten Mortalität (Forzieri u. a., 2017; Mora, Dousset u. a., 2017; Sanderson u. a., 2017).

Gesundheitseffekte abseits von Hitzewellen

Nicht nur Hitzewellen, die eher kurzzeitig auftreten (maximal einige Wochen), haben Auswirkungen auf Gesundheit und Sterblichkeit des Menschen. Wie von Moshhammer u. a. beschrieben verhält sich dieser Zusammenhang annähernd U-förmig. Zum Beispiel wurde für den oberösterreichischen Zentralraum die niedrigste Sterblichkeit bei 22 °C beobachtet. Eine Erwärmung um 10 °C führte zu einer 10-prozentigen und eine Abkühlung von 10 °C zu einer 5-prozentigen Mortalitätserhöhung (Moshhammer u. a., 2009). Diese Studie konnte zeigen, dass die „optimale Temperatur“, also jene Tagesdurchschnittstemperatur mit der geringsten Sterblichkeit, im nördlichen und höher gelegenen Mühlviertel um ca. 1 °C niedriger ist als im wärmeren Zentralraum um Linz. Selbst dieser kleinräumige Unterschied weist auf ein feines Anpassungsvermögen hin, wie es ja auch Muthers u. a. (Muthers u. a., 2010) für Wien beobachtet haben. Durch den Anstieg der durchschnittlichen Temperatur um 1 °C über die optimale Temperatur erhöht sich die kardiovaskuläre (3,44 %; 95 % KI 3,10 %–3,78 %), respiratorische (3,60 %; 3,18–

4,02) sowie zerebrovaskuläre (1,40 %; 0,06–2,75) Mortalität bei Personen über 65 Jahre (Bunker u. a., 2016). Ähnliche Effekte wurden allerdings auch bei einer Verringerung der Temperatur um 1 °C unter den optimalen Wert beobachtet.

Neben der Sterblichkeit werden noch andere Gesundheitsindikatoren von der Temperatur beeinflusst. Hier sind vor allem Krankenhausaufnahmen und andere Hinweise auf eine Zunahme bzw. Verschlechterung von Atemwegserkrankungen zu nennen (Bayram u. a., 2017; Bernstein & Rice, 2013; Song u. a., 2017; Turner u. a., 2012). Auch Auswirkungen von Hitzeperioden auf die Schwangerschaft (Beltran u. a., 2014; Strand u. a., 2011) sowie Krankenhausaufnahmen wegen Nierenleiden bei älteren Menschen (Gronlund u. a., 2014) wurden untersucht.

Inwiefern sich die optimale Temperatur durch Anpassung an den Klimawandel verschieben wird und wie rasch diese Anpassung erfolgen kann, ist noch nicht ausreichend genau bekannt.

Österreich

Nach der Hitzewelle im Sommer 2003 wurde die Übersterblichkeit in Wien für den Zeitraum von Mai bis September von Hutter u. a. analysiert und wie auch in anderen Ländern Europas beobachtet (Hutter u. a., 2007). Der hitzebedingte Anstieg der Gesamtmortalität (unter Berücksichtigung aller Todesursachen), verglichen mit der Vorsaison, wurde auf 13 % geschätzt. Die resultierende Anzahl der hitzeassoziierten Todesfälle war 180, wobei 50 Todesfälle auf den Harvesting-Effekt zurückgeführt wurden. Der Sommer 2003 zeichnete sich durch eine hohe Anzahl an Tagen mit starker und extremer Hitzebelastung im Vergleich zu den anderen Sommern der Periode 1971–2006 aus. Zwar wies der Sommer 2003 die höchste hitzeassoziierte Mortalität in der Periode 1971–2006 auf, diese unterschied sich allerdings nicht signifikant von der hitzeassoziierten Mortalität der Jahre 1992, 1994 und 2000. Dies kann auf die abnehmende Sensitivität des Organismus gegenüber Hitze im Sinne eines Gewöhnungseffektes zurückzuführen sein (Muthers u. a., 2010).

Wang u. a. (2018) machten auf die Bedeutung der Anpassung aufmerksam, wenn man den Impact zukünftiger Hitzewellen vorhersagen will. Haas u. a. (2015) wiesen auf einen anderen Faktor hin. In der Studie COIN (*Cost Of INaction*) wurde die mit dem Klimawandel assoziierte Übersterblichkeit eines Durchschnittsjahres der 2030er und 2050er unter Berücksichtigung des Überalterungsgrades der Bevölkerung prädiziert. Bei einer Klimaänderung geringeren Ausmaßes ergibt sich eine 1,5- bis 1,7-fache Erhöhung der Mortalität in den 2030ern gegenüber der Annahme keiner Klimaveränderung, während sich bei extremer Klimaänderung eine 2,9- bis 3,2-fache Mortalitätserhöhung darstellt (Haas u. a., 2015).

Ausblick

In einer Kooperation der Abteilung Surveillance & Infektionssepidemiologie der Agentur für Gesundheit und Ernäh-

rungssicherheit (AGES) mit der Statistik Austria und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) wird gegenwärtig (Stand Mitte 2017), in Anlehnung an das Europäische Mortalitäts-Monitoring, an einem nahezu in Echtzeit operierenden Überwachungssystem für hitzeassoziierte Mortalität gearbeitet. Diesem wird ein statistisches Modell zugrunde liegen, in dem auch infektionsepidemiologische Daten und andere Faktoren mit Einfluss auf Mortalität, wie Alter und Wohnort („urban heat island effect“), berücksichtigt werden.

3.2.2 Feuchtigkeit, Niederschlag und Luftbewegung

Hier ist vor allem an Starkregenereignisse zu denken mit direkten Auswirkungen auf die Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung. Probleme mit der Trinkwasserqualität und -quantität treten natürlich auch bei Trockenperioden auf. Beide Extreme können die Landwirtschaft mit Auswirkungen auf die Lebensmittelsicherheit und -qualität schädigen. Da die Wasserqualität (und -quantität) nicht nur im Zuge von Extremwetterereignissen vom Klimawandel beeinflusst wird, wird dieser Aspekt aber in einem eigenen Unterkapitel (3.3.4) behandelt. Ebenso werden Biodiversität und Landwirtschaft als wesentlicher Faktor für eine sichere und gesunde Ernährung und somit für die Gesundheit in einem eigenen Unterkapitel (3.3.6) und ausführlicher in einem Online-Supplement besprochen (siehe Supplement Kapitel S3 „Biodiversität und Landwirtschaft“). Im Hinblick auf Extremereignisse sind Schäden an der Infrastruktur und an Wohnbauten durch Überschwemmungen, Vermurungen und dergleichen unmittelbar gesundheitswirksam. Gesundheitliche Auswirkungen haben auch Stürme als Folge extremer Druck- und Temperaturunterschiede. Die Folgen hinsichtlich akuter traumatischer Schäden und längerfristiger psychischer (posttraumatischer) Schäden durch Extremwetterereignisse werden in den nachfolgenden Unterkapiteln aufgezeigt. Die Behandlung psychischer Probleme (vor allem bei Randgruppen) ist in Österreich nicht nur unzureichend etabliert, sondern auch in Hinblick auf diesbezügliche Auswirkungen des Klimawandels nicht national erforscht. Psychische Folgeschäden von materiellen und körperlichen Beeinträchtigungen spielen jedoch sowohl bei Extremereignissen in Österreich wie auch im Ausland sowie bei Flucht und Migration (siehe Kap. 3.4.2) eine wichtige Rolle. Deshalb wird dem Thema hier im Folgenden ein größerer Platz eingeräumt.

Akute traumatische (körperliche) Folgen extremer Wetterereignisse

Wetterereignisse haben schon immer das Leben und die Gesundheit der Menschen bedroht (Handwerk, 2014). Man könnte argumentieren, dass alle grundsätzlichen Errungen-

schaften der Zivilisation von den ersten Behausungen bis zur Beherrschung des Feuers dazu dienten, die Menschen vor den Unbilden der Witterung zu schützen. Insgesamt war die Menschheit dabei auch erfolgreich. Dennoch kommen nach wie vor Menschen (auch in Österreich) durch Stürme, Überflutungen, Muren, Lawinen, Blitzschlag und Hagel zu Schaden. Unmittelbare körperliche Schäden sind eher selten, unmittelbare Todesfälle noch seltener. Verletzungen führen allerdings auch indirekt, z. B. in Folge von Wundinfektionen, zum Tod und Schäden am Eigentum und an der Infrastruktur können noch indirektere Gesundheitsschäden nach sich ziehen. Die Trinkwasserqualität kann beeinträchtigt werden, Verkehrswege können unterbrochen werden, wodurch die Versorgung und die Hilfeleistung verzögert werden. Häuser können Schaden nehmen, unter anderem mit längerfristigen Belastungen, etwa durch Schimmelbildung.

Die Zahl der unmittelbaren Todesfälle ist im Grunde bekannt und überschaubar. So gab es in Österreich laut Statistik Austria im Jahr 2016 insgesamt 80.669 Todesfälle, davon 4.213 durch „Verletzungen und Vergiftungen“, von diesen 2.410 durch „Unfälle“, hiervon etwa 40 durch „Ertrinken und Untergehen“. Kein Todesopfer wird 2016 wegen Blitzschlages, Sturm oder Überschwemmung von der Statistik Austria gemeldet. 2017 berichteten die Medien von einem Todesfall durch Blitzschlag (im August). Die Zahl der Opfer durch Blitzschlag nimmt laut einer Grafik auf „Salzburg24“ (Salzburg24, 2017) in Österreich deutlich ab. Die Zahl der Lawinentoten weist keinen klaren Trend auf und schwankt stark von Jahr zu Jahr um ca. 20 bis 30 Personen (Bergsteigen.com, 2016). Dem stehen durchschnittlich ca. 300 Alpentodesfälle pro Jahr gegenüber (Österreichisches Kuratorium für Alpine Sicherheit, 2017).

Die meisten dieser Todesfälle ereignen sich in der Freizeit und sind nicht auf den Klimawandel, in aller Regel nicht einmal auf Extremwetterereignisse, zurückzuführen. Die Abnahme bei den Verletzungen und Todesfällen durch Blitzschlag beruht nicht auf einer Abnahme der Intensität und Häufigkeit von Gewittern (das Gegenteil scheint der Fall zu sein), sondern darauf, dass sich weniger Personen trotz Gewitter im Freien aufhalten (müssen) und immer mehr Menschen den Aufenthalt im Freien bei Gewitter meiden.

Prognosen sind in diesem Bereich besonders unsicher. Aber mittelfristig dürften andere Extremereignisse als Hitzewellen auch weiterhin von untergeordneter Bedeutung bezüglich unmittelbarer Todesfälle sein. Leichtsinziges Freizeitverhalten bleibt die wichtigere Ursache für Todesfälle in diesem Zusammenhang.

Im Ländervergleich liegt Österreich in den Jahren 1996 bis 2015 weltweit an 50. Stelle mit jährlich durchschnittlich 3 Todesfällen je 1 Million Einwohner durch Extremwetterereignisse (Kreft u. a., 2016).

Psychische Folgen von Extremwetterereignissen

Sowohl körperliche als auch materielle Schäden durch Extremereignisse haben einen starken und fallweise länger wirkenden

Einfluss auf die psychische Gesundheit (Berry u. a., 2010; Bunz & Mücke, 2017; Clayton u. a., 2015; Clayton u. a., 2017; Matsubayashi u. a., 2013). Die Folgen werden unter anderem von regionalen Moderator-Variablen, wie die gesellschaftliche Kohäsion und die institutionelle Unterstützung, z. B. durch staatliche Stellen oder durch Versicherungen, beeinflusst. Während Studien aus anderen Ländern (Anastasio u. a., 2008; Cobham & McDermott, 2014; Kólves u. a., 2013) deutlich den Einfluss von Schäden durch Extremwetterereignisse auf die psychische Gesundheit der Betroffenen belegen, fehlen derartige Studien in Österreich weitgehend. In einer früheren Metaanalyse zahlreicher Studien zur Auswirkung von verschiedenen natürlichen und durch Menschen verursachten Katastrophen auf die psychische Gesundheit zeigte sich z. B., dass zwischen 6,9 bis 39,9 % der Individuen psychische Symptome aufwiesen. Dabei stand die Angststörung im Vordergrund, relativ häufig kam es aber auch zu Phobien, Depressionen, somatischen Störungen und Alkohol-Abusus (Clayton u. a., 2017; Rubonis & Bickman, 1991).

Extreme Wetterereignisse produzieren Milliarden Schäden und zerstören Häuser, Unternehmen und Ernteerträge. Bei einer prolongierten oder häufiger wiederkehrenden Zerstörung von Eigentum und Einkommen (z. B. durch Dürreperioden oder Hochwasser) ist die psychische Belastung besonders hoch (Clayton u. a., 2017).

Die Anerkennung von Realtraumatisierungen als Auslöser psychischer Störungen führte zwar zur Einführung der diagnostischen Kategorie der Posttraumatischen Belastungsstörung in die Klassifikationssysteme des DSM (*Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*) und der ICD (*International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems*), jedoch sind darin die Heterogenität der Symptomatik und die klinischen Erscheinungsformen nach verschiedenen traumatischen Erfahrungen durch Extremwetterereignisse – v. a. auch die Langzeitfolgen betreffend – vernachlässigt. Dabei sollte beachtet werden, dass die Folgen nach Traumatisierungen individuell äußerst verschieden sein können und eine sehr viel breitere Symptomatik vorliegen kann, als die diagnostischen Kriterien der gängigen Klassifikationssysteme zu Traumafolgenstörungen aufweisen (Bunz & Mücke, 2017).

Die längerfristigen psychischen Folgen von Extremwetterereignissen (beispielsweise durch posttraumatischen Stress nach Überschwemmungen, Lawinen, Vermurungen) sowie die Auswirkung des Klimawandels auf die psychische Gesundheit sind durch Studien aus anderen Weltgegenden (USA, siehe Report der *American Psychological Association*) belegt (Bunz & Mücke, 2017; Clayton u. a., 2017). So litten nach dem Hurrikan Katrina im Jahr 2005 geschätzte 30 % aller interviewten Personen aus der Gegend New Orleans an einer posttraumatischen Belastungsstörung (Galea u. a., 2007). In einer umfangreichen Zusammenfassung verschiedener Studien zu Opfern von Überschwemmungen zeigte sich, dass innerhalb von 6 Monaten nach dem Ereignis etwa 16 % an einer posttraumatischen Belastungsstörung litten (Chen & Liu, 2015). Diese Daten belegen eindrucksvoll, dass natürli-

che Extremereignisse einen deutlichen Effekt auf die Psyche aufweisen können.

Realtraumata und langfristige psychische Folgen

Der Zusammenhang zwischen (Real-)Traumata und einer (un-)günstigen psychischen Entwicklung hängt auch vom Alter der traumatisierten Person ab. Bei traumatisierten Kindern führt die fehlende Entwicklung bzw. der Verlust selbstregulatorischer Prozesse zu Problemen bei der Selbstdefinition, wie z. B. Störungen in der Ich-Wahrnehmung, Verlust autobiographischer Erinnerungen sowie ungenügende Affektmodulation und Impulskontrolle, einschließlich aggressiver Handlungen gegen sich selbst und andere. Solche Personen (Kinder und Erwachsene) tendieren entweder zu aggressiven, bedrohlichen, furchtlosen, ausagierenden oder zu nachgiebigen, unterwürfigen, ängstlichen und inkompetenten Verhaltensweisen. In diesem Zusammenhang lassen einzelne Studien vermuten, dass Naturkatastrophen wie Überschwemmungen zu Aggression und Verhaltensproblemen bei Kindern führen können (Cole & Putnam, 1992; Durkin u. a., 1993). Auch andere mentale Probleme wie die posttraumatische Belastungsstörung oder Angststörungen können nach extremen Naturereignissen bei Kindern auftreten (Burke u. a., 2018; Garcia & Sheehan, 2016).

Traumatische Erfahrungen können die Bindungssicherheit stören und sich besonders gravierend auf die gesunde psychische Entwicklung auswirken, wenn das Realtrauma mit wiederholten bzw. lebenslangen Gewalterfahrungen oder unsicheren Bindungen in Zusammenhang steht. Zahlreiche Studien (Clayton u. a., 2017) zeigten, dass Bindungsstörungen (mit panischer Angst, desorganisiertem Verhalten, Fühlen und Denken, extremem Klammern, Weglaufen, psychosomatischer Symptombildung) mit traumatischen Trennungs- und Verlusterlebnissen sowie Traumata (in Form von körperlicher und psychischer Gewalt) oder mit Unsicherheit durch Inkonsistenzerfahrungen in der Geschichte der PatientInnen verbunden waren.

Der Mangel oder Verlust an Selbstregulation ist laut Van der Kolk u. a. (2000) die am weitesten reichende Wirkung psychischer Traumatisierung sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen. Traumatisierte Personen wenden eine Vielfalt von Methoden an, um wieder Kontrolle über ihre Affektregulation zu gewinnen.

Resilienz

In ausreichend repräsentativen Kohortenstudien (Yen u. a., 2002; Zannarini u. a., 2002) wurde eine nur mäßige Korrelation zwischen traumatischen Erlebnissen und verschiedenen manifesten Persönlichkeitsstörungen (PS) gefunden. Zlotnick u. a. (2002) bestätigten dies, indem sie untersuchten, inwieweit PatientInnen mit PS und komorbider (begleitender) Posttraumatischer Belastungsstörung (PTBS) sich in den Symptommustern von PatientInnen mit einer PS ohne PTBS bzw. von PatientInnen mit einer PTBS aber ohne einer PS

unterscheiden: Sie fanden keine signifikanten Differenzen bezüglich der Schwere und des Ausmaßes der Psychopathologie der PTBS und des Ausmaßes an genereller Beeinträchtigung zwischen den Gruppen.

Dennoch berichten eine Vielzahl von Studien aus dem Bereich der Psychotraumatologie vom Einfluss traumatischer Ereignisse auf die Persönlichkeitsentwicklung (Caspi u. a., 2014; Cobham & McDermott, 2014). Hierbei wird auch das Moment der Kontinuität zwischen Gesundheit und Krankheit betont und auf Resilienzfaktoren (Iacoviello & Charney, 2014) hingewiesen. Resilienz umfasst die individuellen Charakteristika, wie z. B. Anpassungsfähigkeit, Handlungsorientierung, Selbstbewusstsein, soziale Problemlösungsfähigkeiten, reife Abwehrmechanismen (Humor), Verantwortungsübernahme, Bindungen etc., die es einem ermöglichen, mit Widrigkeiten erfolgreich umzugehen und sich zu entwickeln. Resilienz ist ein multidimensionales Merkmal, das mit dem Kontext variiert und mit den Faktoren Zeit, Alter, Geschlecht und kulturelle Herkunft sowie innerpsychischem und körperlichem Zustand eines Individuums, das verschiedenen Lebensumständen ausgesetzt ist, in Beziehung steht (Iacoviello & Charney, 2014). In diesem Zusammenhang spielen viele Aspekte eine Rolle, wie beispielsweise die individuellen Ressourcen, das soziale Umfeld, die kulturellen Gegebenheiten (Caspi u. a., 2014) und die Resilienz einer Gesamtgesellschaft (Curtis u. a., 2017). Hierbei stehen die Akkulturationsleistungen mit der individuellen Resilienz in Wechselwirkung (Han u. a., 2016).

Die psychischen Folgen von Traumata hängen auch von der institutionellen und sozialen Einbettung der Betroffenen in der Gesellschaft ab. Nationale (Parth u. a., 2014) und internationale Studien (Clayton u. a., 2017) sowie Migrationsstudien berichten marginal über langfristige psychische Dysfunktionen. Fallberichte aus dem Arbeitsfeld der transkulturellen Psychiatrie, beispielsweise über Flüchtlinge aus langjährig kriegserschütterten Ländern, zeigen Identitätsentwicklungsstörungen und weisen auf Integrationsschwierigkeiten hin. Die Forschungslage ist jedoch nicht eindeutig und gerade für Österreich nicht in ausreichender Datenlage vorhanden.

Andere längerfristige psychische Folgen durch zunehmende Temperaturen oder steigende Meeresspiegel treten graduell zutage und werden indirekt in Studien über Extremwetterereignisse, die Menschen zur Migration zwingen, erwähnt. Persönlichkeitsveränderungen, die nach extremer Belastung oder mit Faktoren der Migration durch Klimaänderung (Ahsan u. a., 2011) auftreten, werden sporadisch beschrieben (Jacobson u. a., 2012). Die langfristigen Auswirkungen auf die Identitätsbildung, die Wertebildung, den Halt, die Sicherheit und das psychische Funktionieren stellen eine Forschungslücke dar.

Dennoch ist die Implementierung und Sensibilisierung für das Thema der psychischen Folgen von Extremwetterereignissen in manchen Ausbildungsplänen inkludiert (Jacobson u. a., 2012), eine durchgängige Strategie im Sinne einer „*Health Advocacy*“-Kompetenzentwicklung (Frank, 2005)

kann als Herausforderung für die nächste Zukunft gesehen werden.

3.2.3 UV-Strahlung

Die UV-Strahlung hängt vielfältig mit dem Klima und dem Klimawandel zusammen: Der UV-Anteil ist ein wichtiger Teil der solaren Globalstrahlung, die ein bedeutender externer Taktgeber des terrestrischen Klimas ist. Menschliche Aktivitäten haben über die Produktion und Freisetzung langlebiger Substanzen, die die stratosphärische Ozonschicht zerstören, über Jahrzehnte zu einer Verringerung dieser Schutzschicht geführt. Mit dem Montreal Protocol (1987) wurde der weltweite Verzicht auf ozonzerstörende Substanzen vereinbart. Dies betraf vor allem Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW). Die Vereinbarung wurde dadurch erleichtert, dass einerseits Alternativen für die FCKW zur Verfügung standen, andererseits die Industrie wegen auslaufender Patente ihr Interesse an diesen Stoffgruppen verloren hatte. Etwa seit der Jahrtausendwende sistiert der Abbau der Ozonschicht und eventuell zeigen sich bereits erste Anzeichen für eine Erholung. Allerdings unterliegt die Ozonschicht weiter großen Schwankungen, insbesondere im zeitlich und räumlich höher auflösenden Maßstab (z. B. einige Tage, Alpenraum). Die Fluktuation hat womöglich auch im Zusammenhang mit dem Klimawandel deutlich zugenommen (sog. „Ozon-Minilöcher“). Je weniger vorhersehbar die Intensität der UV-Strahlung ist, desto schwieriger ist es, der Bevölkerung einfache Verhaltensmaßregeln zu nennen. Das macht es für die Einzelnen komplizierter, sich adäquat zu schützen.

Bezüglich des Montrealer Protokolls muss allerdings auf neue Beobachtungen verwiesen werden (Montzka u. a., 2018), die Hinweise auf eine Verletzung des Protokolls geben. Die Verlangsamung des Abfalls der atmosphärischen Konzentration von Trichlor-Fluor-Methan stellt noch keine Gefahr für die stratosphärische Ozonschicht dar, beeinträchtigt aber das Vertrauen in internationale Verträge. Dieses Vertrauen ist auch im Klimaschutz essenziell und daher wäre es bedenklich, wenn sich diese Hinweise bestätigen.

Stärker als durch die Dicke der Ozonschicht wird die Belastung der Bevölkerung durch ihr eigenes Verhalten (Aufenthalt im Freien, Bekleidung etc.) beeinflusst, welches wiederum starken Wettereinflüssen unterliegt. Generell steigt an „schönen“ sonnigen Tagen die UV-Exposition. Wird es zu heiß, werden die Menschen allerdings am Tage eher schattige Plätze aufsuchen und die pralle Sonne meiden. UV-Strahlung, die zu Sonnenbrand führt (erythemal wirksame Strahlung) wirkt aber nicht nur bei direkter Sonnenstrahlung ein, sondern auch bei diffusem Licht durch Brechung und Streuung und somit auch bei einem Aufenthalt im Schatten. Es sind daher noch zusätzliche Modellierungsarbeiten notwendig, um die Auswirkungen des Klimawandels auf die UV-Belastung und deren gesundheitliche Konsequenzen abschätzen zu können (Schrempf u. a., 2016). Weitere Details wer-

den in einem eigenen Online-Supplement dokumentiert (siehe Supplement Kapitel S4 „UV-Strahlung“). Dort werden auch die positiven und negativen Wirkungen von UV-Strahlung auf die Gesundheit diskutiert. Besonders relevant ist das erhöhte Hautkrebsrisiko, wobei UV-Strahlung vor allem Basaliome und Plattenepithel-Karzinome verursacht. Aber auch das Risiko für das gefährliche Melanom wird durch häufige und intensive UV-Belastung erhöht.

3.2.4 Biotropie

Die Biotropie beschreibt die Wirkungen bestimmter Wetterphänomene auf das psychische und physische Befinden des gesunden und kranken Menschen (Wetterfühligkeit). Welche Wettereigenschaften für das Wohlbefinden einzelner Menschen bedeutsam sind, ist aber nicht ganz klar. Zacharias und Koppe haben 2015 im Auftrag des deutschen Umweltbundesamtes einen umfangreichen Bericht zu „Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters und die Gesundheit bzw. die Leistungsfähigkeit der Bevölkerung in Deutschland“ vorgelegt (Zacharias & Koppe, 2015). In diesem Text gehen sie auf Folgen des Klimawandels auf die Gesundheit ein und machen darauf aufmerksam, dass die Lufttemperatur nur einer von vielen Wetterparametern ist, der direkten Einfluss auf Gesundheit und Wohlbefinden hat. Ihre Arbeit beruht einerseits auf einer detaillierten Literatur-Recherche, andererseits auf einer repräsentativen Befragung zu Wetterfühligkeit in Deutschland. Dieser Befragung ist zu entnehmen, dass ca. die Hälfte der Befragten sich selbst als „wetterfühlig“ bezeichnet, wobei Empfindlichkeit gegenüber Kälte am häufigsten genannt wird, gefolgt von stürmischem und warmem Wetter.

In der Tat lassen sich in epidemiologischen Studien für zahlreiche Wetterparameter Zusammenhänge mit Gesundheitsindikatoren (tägliche Sterblichkeit, Krankenhausaufnahmen usw.) zeigen. In Zeitreihenstudien zu Luftschadstoffen

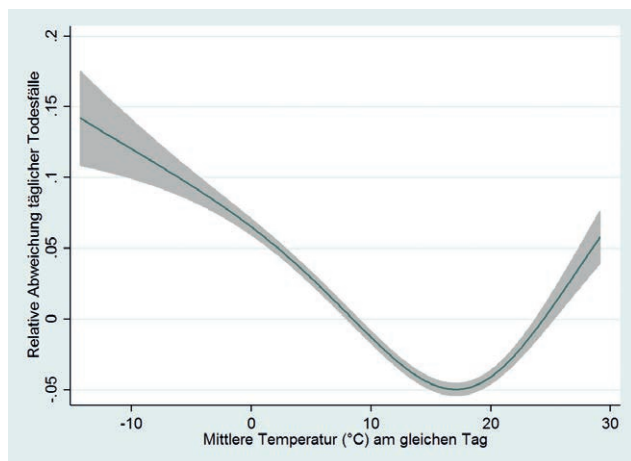


Abb. 3.2: Tägliche Todesfälle in Wien in Abhängigkeit von der Temperatur am gleichen Tag (Glättung mit 3 Freiheitsgraden, kontrolliert für den langfristigen Verlauf wie in Abb. 3.1 dargestellt)

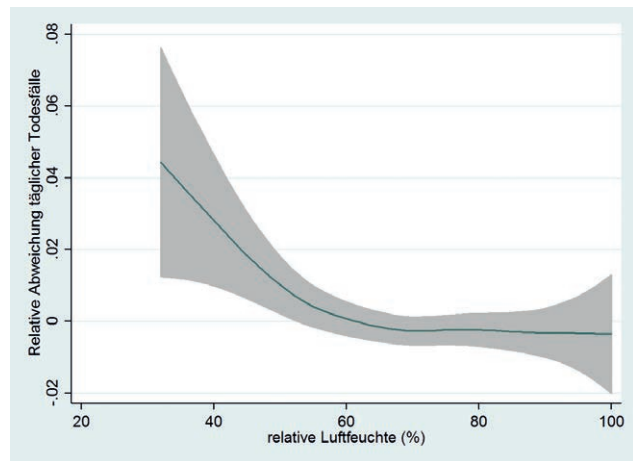


Abb. 3.3: Tägliche Todesfälle in Wien in Abhängigkeit von der Luftfeuchte am gleichen Tag (Glättung mit 3 Freiheitsgraden, kontrolliert für den langfristigen Verlauf und die Temperatur)

und Gesundheit aus Österreich (Neuberger u. a., 2013; Neuberger u. a., 2007) wurde die APHEA-Methode (*Air Pollution on Health: a European Approach*) befolgt (Katsouyanni u. a., 1996; Katsouyanni u. a., 1995) und auf Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck kontrolliert, und zwar jeweils auf den Mittelwert jenes Tages aller Tage von 0 bis -3, wo der Zusammenhang am deutlichsten war sowie auf die wirksamste Differenz zwischen zwei Tagen für alle drei Parameter. In der Regel zeigten 4–5 der so gewählten 6 Parameter (T, F, P, ΔT , ΔF , ΔP) einen signifikanten Effekt. Der Zusammenhang mit dem Gesundheitsindikator war häufig nicht linear und musste mittels Glättungsfunktion modelliert werden (Abb. 3.2 bis 3.5). Auch der Effekt einer plötzlichen Temperaturänderung (Differenz zwischen Maximal- und Minimaltemperatur am gleichen Tag) kann an Sterbedaten aus Wien gezeigt werden (unveröffentlichte Analyseergebnisse).

Unzulänglich untersucht sind elektromagnetische Witterungsphänomene und ihre Wirkung auf die Gesundheit. Sehr niederfrequente pulsformige elektromagnetische Wellen werden von Gewitterentladungen ausgelöst und breiten sich kontinentweit aus. Diese sogenannten „Sferics“ können gemessen und in Tage mit hoher und mit niedriger Sferics-Aktivität unterteilt werden. Zusammenhänge mit Wohlbefinden, Kopfschmerzen (Vaitl u. a., 2001) und biologischen Effekten (Panagopoulos & Balmori, 2017) werden diskutiert. Die Sferics-Aktivität wurde in Österreich bisher nur auf Privatinitiative in Salzburg gemessen (Oberfeld, persönliche Mitteilung). Diese Zeitreihe über wenige Jahre zeigte eine Assoziation mit der täglichen Sterblichkeit in Österreich (Moshhammer, persönliche Mitteilung).

Interessant sind auch Berichte über die häufig beklagte „Föhn-Empfindlichkeit“, wobei nicht ganz klar ist, welcher Aspekt dieser Wetterlage – warme Luft, trockene Luft, starker Wind, Luftdruckschwankung (Berg, 1950) oder sogar Saharastaub – für die Beschwerden verantwortlich ist. Andererseits gibt es Hinweise auf gesundheitlich positive Effekte der Luftionisation, wobei die Mechanismen noch unklar sind (Wallner u. a., 2015).

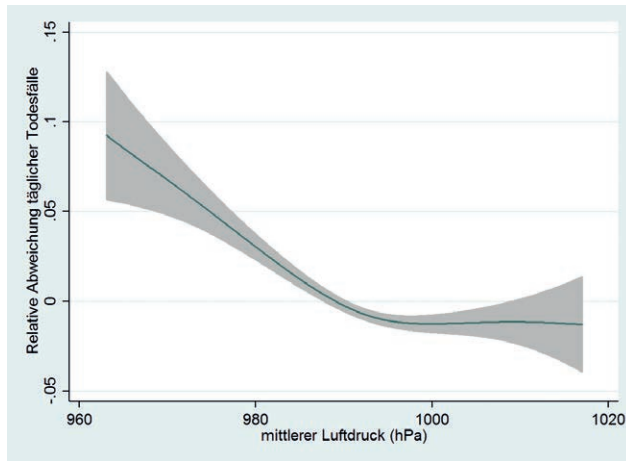


Abb. 3.4: Tägliche Todesfälle in Wien in Abhängigkeit vom Luftdruck am gleichen Tag (Glättung mit 3 Freiheitsgraden, kontrolliert für den langfristigen Verlauf und die Temperatur)

Da die meisten meteorologischen Parameter miteinander assoziiert sind und sie immer gemeinsam auf biologische Systeme einwirken, ist es sehr schwer, die Bedeutung des einzelnen Parameters herauszuschälen. Das für die Gesundheit bedeutendste Wetterelement ist mit Sicherheit die Lufttemperatur. Aber auch die anderen Faktoren sollten nicht vergessen werden. Auf Luftschadstoffe wird wegen ihrer Bedeutung in einem eigenen Themenblock eingegangen. Ihre biologischen Wirkungen und allfällige Trends im Alpenraum (auch heruntergebrochen auf kleinräumige Gebiete im Zuge des Klimawandels) erfordern jedenfalls weitere und detailliertere Forschung.

3.2.5 Zusammenfassende Bewertung

Unmittelbare Auswirkungen extremer Wetterereignisse gefährden bereits unabhängig vom Klimawandel die Gesundheit der österreichischen Bevölkerung. Dabei sind Hitzewellen zahlenmäßig am bedeutendsten. Sie werden an Häufigkeit und Intensität weiter zunehmen. Mit der steigenden Zahl älterer BewohnerInnen steigt auch die Vulnerabilität. Im Gegenzug lässt sich bereits jetzt eine Anpassung beobachten, welche sich in einer Verschiebung der „optimalen Temperatur“, das ist die tägliche Temperatur mit der geringsten Sterblichkeit, zeigt. Gleichzeitig sterben immer noch mehr Menschen in der kalten Jahreshälfte. Der Klimawandel wird jedoch diese Winterübersterblichkeit weniger reduzieren als er die Hitzesterblichkeit erhöhen wird.

Der Zusammenhang zwischen extremen Wetterereignissen, insbesondere extremen Temperaturen, und dem Anstieg von Sterblichkeit und Erkrankungsrisiko ist weltweit durch ausführliche Studien belegt und ließ sich auch an österreichischen Daten reproduzieren. Prognostische Unsicherheiten ergeben sich aus zwei Überlegungen: Einerseits sind klimato-

logische Voraussagen hinsichtlich Häufigkeit und Intensität von Extremereignissen unsicherer als hinsichtlich der Durchschnittswerte, vor allem wenn es um kleinräumige Voraussagen geht, die gerade im stark strukturierten Alpenraum wichtig sind. Andererseits führen sowohl Alterung der Bevölkerung als auch die laufende Anpassung an sich langsam ändernde Umweltbedingungen dazu, dass eine einfache Extrapolation historischer Dosis-Wirkungsbeziehungen wie z. B. zum Zusammenhang zwischen Temperatur und Sterberisiko nicht möglich ist. Da die Anpassung an den Klimawandel auf verschiedenen Ebenen (wie etwa physiologische Reaktionen, Selektion weniger empfindlicher Personen, Anpassung im individuellen Verhalten, in gesellschaftlichen Regeln und in der Infrastruktur) mit unterschiedlicher Geschwindigkeit erfolgt, lässt sich nur ungefähr abschätzen, ab wann die Geschwindigkeit des Klimawandels die Anpassungsfähigkeit überfordert.

3.3 Indirekte Wirkungen

Unter sogenannten „indirekten“ Wirkungen versteht man Gesundheitsfolgen aufgrund von Änderungen in verschiedenen (natürlichen) Systemen in der Region, die ihrerseits wiederum (auch) vom Klimawandel beeinflusst sind. Diese umfassen Ökosysteme, in denen Veränderungen, z. B. bei Pflanzen und Tieren, zu gehäufte Exposition gegenüber Allergenen oder Überträgern (Vektoren) von Krankheiten führen können, aber auch Auswirkungen auf die Landwirtschaft und damit verbunden allfällige Folgen auf unsere Ernährung, die in gesundheitlichen Problemen resultieren können. Ein anderes Beispiel wäre die atmosphärische Chemie, welche in Abhängigkeit von Temperatur und Sonneneinstrahlung Einfluss auf die gesundheitsrelevante Schadstoffbelastung hat. Klimaänderungen beeinflussen daneben auch direkt die Vermehrung und Überlebensfähigkeit von Krankheitserregern in der Umwelt und haben so in weiterer Folge gesundheitliche Auswirkungen.

Derartige indirekte Wirkungen stellen eine Schwierigkeit für Zukunftsprojektionen dar. Während sie zwar durch langfristige klimatische Änderungen angetrieben werden, die sich vergleichsweise gut modellieren lassen, entfalten sich ihre gesundheitlichen Auswirkungen in aller Regel nicht isoliert, sondern meist in Kombination mit anderen Einflussfaktoren. Beispiele hierfür wären: Vermehrte Sonneneinstrahlung kann zu erhöhten Ozonwerten führen, wenn die entsprechenden Vorläufersubstanzen, wie z. B. Kohlenwasserstoffe oder Stickoxide, produziert werden. Die Zunahme einer Zeckenpopulation in einer bestimmten Region kann zu einem erhöhten FSME-Risiko führen. Dieses Risiko wird aber auch vom Impfstatus sowie vom persönlichen Berufs- und Freizeitverhalten bestimmt. Verschiedene Insektenarten können als Vektoren für Krankheiten fungieren, sobald sie sowie die Krankheitserreger aufgrund des globalen Handels- und Reisever-

kehrs in den Alpenraum importiert wurden. Dies sind nur einige Fälle, die zeigen sollen, dass der Klimawandel allein nicht als Treiber für Effekte auf die Gesundheit ausreicht; er wirkt häufig in einem komplexen Zusammenspiel mit verschiedenen Faktoren.

3.3.1 Krankheitsübertragung durch Arthropoden – Sandmücken und Zecken

Ein wichtiger medizinischer Aspekt der Klimaerwärmung ist die Veränderung der Verbreitung der als Vektoren fungierenden Arthropoden (Aspöck & Walochnik, 2014). Darüber, dass der Klimawandel in Europa das Vorkommen übertragbarer Krankheiten beeinflussen wird, besteht heute ein weitgehender Konsens (Fischer u. a., 2010; Lindgren & Ebi, 2010; Medlock & Leach, 2015; Rakotoarivony & Schaffner, 2012). Stechmücken haben eine ausgeprägte Empfindlichkeit gegenüber klimatischen Veränderungen – Faktoren, die maßgeblich ihr Verbreitungsgebiet bestimmen, insbesondere deren Latitudinal- und Höhengrenzen (Focks u. a., 1995). Lokale Wetterfaktoren und Feuchtigkeit bestimmen zudem die Intensität der Stechmückenaktivität und somit den Zeitpunkt von vektorbedingten Krankheitsausbrüchen (Gill, 1921). Für einige unserer heimischen Stechmückenarten wurde schon früh gezeigt, dass sie menschliche Pathogene wie West-Nil-Virus oder Usutu-Virus übertragen können (Cadar u. a., 2017; Wodak u. a., 2011). Der Klimawandel kann aber auch die Invasion exotischer Vektoren, welche vermutlich passiv im Rahmen globaler Handelsaktivitäten eingeführt werden, begünstigen und dazu führen, dass vektorübertragene Krankheiten in Regionen eingeführt werden, welche bisher nicht betroffen waren (Fischer u. a., 2010; Lindgren & Ebi, 2010; Rakotoarivony & Schaffner, 2012). Vorhersagen der Auswirkungen des Klimawandels auf Pathogen-Übertragungen durch invasive Stechmückenarten erfolgten für Europa erstmals im Jahr 2012 als technischer Bericht des *European Center for Disease Prevention and Control* (ECDC, 2012). Stechmücken sind vor allem global gesehen von besonderer Bedeutung und werden daher in einem eigenen Themenblock ausführlich dargestellt (Supplement Kapitel S5 „Vektorübertragene Krankheiten, Stechmücken“).

Der schon lange in Österreich heimische Holzbock (*Ixodes ricinus*) dehnt sein Verbreitungsgebiet in immer höhere alpine Lagen aus. Er ist ein wichtiger Verbreiter verschiedener Krankheiten, wobei die virale Frühsommer-Meningo-Enzephalitis (FSME) und die bakterielle Borreliose hervorzuheben sind.

In Mitteleuropa verdienen bei den Krankheitsüberträgern zwei Entwicklungen der letzten Jahre besondere Aufmerksamkeit: der Nachweis von Sandmücken (Diptera, Psychodidae, Phlebotominae, in Österreich nachgewiesen ist *Phlebotomus mascittii*) und die Ausbreitung von *Dermacentor*-Zecken, insbesondere der Auwaldzecke (*Dermacentor reticulatus*).

Beide sind mögliche Überträger von z.T. lebensgefährlichen Krankheitserregern. Sandmücken übertragen neben mehreren Viren und Bakterien auch Leishmanien, einzellige Parasiten, die weltweit mindestens 60.000 Todesfälle pro Jahr verursachen. *Dermacentor*-Zecken übertragen u. a. das FSME-Virus, das Krim-Kongo-Hämorrhagische Fieber-Virus und verschiedene Rickettsien. Letztere gehören zu den Bakterien und sind die Erreger des Zeckenbissfiebers. Beide Vektoren stammen primär aus dem Mittelmeerraum und ihre Ausbreitung steht in direktem Zusammenhang mit Klimaveränderungen. Darüber hinaus werden, v. a. durch die Globalisierung, laufend neue Erreger und auch neue Vektoren nach Österreich eingeschleppt, von denen sich manche, abhängig von einer Reihe von Faktoren, durchaus in Österreich etablieren könnten. Zu nennen ist hier *Aedes albopictus* (Zittra u. a., 2017).

Im Jahre 2009 wurden die ersten Sandmücken in Österreich (Kärnten) gefangen (Naucke u. a., 2011). Inzwischen wurden stabile Sandmücken-Populationen in drei weiteren Bundesländern nachgewiesen (Obwaller u. a., 2014; Poepl u. a., 2013). Außerdem konnte bei einem in Österreich gefangenen ungesogenen Sandmücken-Weibchen DNA von Leishmanien im Darm nachgewiesen werden (Obwaller u. a., 2016). Eine weitere Ausbreitung der vorhandenen aber auch der benachbarten Sandmücken-Populationen aufgrund der sich ändernden Klimabedingungen ist sehr wahrscheinlich und das Vorliegen eines menschlichen und tierischen Erreger-Reservoirs konnte bereits mehrfach bestätigt werden (Poepl u. a., 2013). Auch das Verbreitungsareal der Auwaldzecke in Österreich hat sich in den vergangenen Jahren deutlich vergrößert und es konnte nachgewiesen werden, dass österreichische *Dermacentor*-Zecken Träger von Krankheitserregern sind – Rickettsien aber auch Babesien, die bei Tier und Mensch eine malariaähnliche Erkrankung verursachen können (Duscher u. a., 2013; Duscher u. a., 2016). Als Anzeiger für die Verbreitung von *Dermacentor* übertragenen Infektionen in einem Habitat kann die canine Babesiose („Hundemalaria“, Piroplasmose) angesehen werden. Eine Melde-/Informationspflicht für Tierärzte könnte hier wertvolle Informationen liefern.

Umfassende phylogeographische Studien mit molekularbiologischen Techniken wären wichtig, um Prognosen über mögliche Arealvergrößerungen dieser und auch anderer wichtiger Überträger von Krankheitserregern zu erstellen.

Weitere Details zu Stechmücken sind im Online-Supplement ausgeführt (siehe Supplement Kapitel S5 „Vektorübertragene Krankheiten, Stechmücken“).

3.3.2 Zunahme allergischer Belastung durch Pollen

Frank u. a. (2017) weisen darauf hin, dass atopische Erkrankungen häufig sind und weiter in ihrer Häufigkeit und

Schwere zunehmen. Pollenallergien seien nicht nur für Heuschnupfen verantwortlich, sondern durch Kreuzreaktionen auch für Lebensmittelunverträglichkeiten. Die Häufigkeit und Schwere von allergischen Reaktionen habe in den letzten Jahrzehnten rasant zugenommen (Frank u. a., 2017). Bereits jedes dritte Kind leide an einer Allergie und man schätzt, dass in 10 Jahren 50 % der Europäer betroffen sein könnten. Unabhängig davon, aber in Kombination noch schwerwiegender, belegen Untersuchungen der täglichen Pollenkonzentration von verschiedenen allergenen Pflanzen in den USA während der letzten zwei Jahrzehnte einen stetigen Anstieg der Pollenmengen und eine Ausdehnung der Pollensaison (Zhang u. a., 2015). Mit der Zunahme von Allergikern und der Zunahme von allergenen Pollen ist davon auszugehen, dass einerseits der Prozentsatz der Allergiker, die gegenüber einer bestimmten Pollenart allergisch reagieren, ansteigen wird (Sensibilisierungsrate), und dass andererseits die Schwere der allergischen Symptome bei den Betroffenen bei Kontakt zunehmen wird.

Der Klimawandel beeinflusst die Pollenbelastung der Menschen dabei auf vier unterschiedlichen Wegen:

- Änderung der Verbreitungsgebiete allergener Pflanzen
- Verschiebung der Pollensaison
- Änderung der erzeugten Pollenmengen
- Änderung der Allergenität der Polleninhaltsstoffe

Diese Punkte werden in einem eigenen Online-Supplement ausführlich dargestellt (siehe Supplement Kapitel S6 „Allergene Pollen und Klimawandel“).

Europäische Forschungsprojekte zu Pollenallergien

Frank und KoautorInnen führen weiter aus, dass der Klimawandel durch teilweise erhöhte Luftfeuchte, „Düngewirkung“ durch CO₂ und Stickoxide, frühere Blüh- und Bestäubungsphasen durch die Erwärmung und Ausdehnung der Pollensaison durch neue invasive Arten wie *Ambrosia artemisiifolia* (Ragweed aus dem amerikanischen Sprachgebrauch, auf Deutsch Beifuß-Traubenkraut oder in der Folge Ambrosia) die Problematik verstärkt. Sie berichten über das laufende EU-Projekt ATOPICA (www.atopica.eu), das vor allem die Sensibilisierungsrate gegenüber Ambrosia unter anderem in Österreich untersucht und bereits einen hohen Prozentsatz von Sensibilisierten und unter diesen wiederum einen hohen Prozentsatz mit Asthmasymptomen belegt. Bereits das GA²LEN Projekt (Burbach u. a., 2009) hat einen Zusammenhang zwischen Asthma und Ambrosia-Allergie aufgezeigt. Diverse Witterungseinflüsse erhöhen die Allergenität der Ambrosia-Pollen (Ghiani u. a., 2016). Verschiedene Modellrechnungen im Rahmen von ATOPICA sagen für die Zukunft eine deutliche Verbreitung von Ambrosia in ganz Europa voraus mit stärkerer Verbreitung in Nordeuropa (Hamaoui-Laguel u. a., 2015; Storkey u. a., 2014).

Frank und MitarbeiterInnen (Frank u. a., 2017) verweisen aber auch auf die Wirkung von Ozon, welches die Pollen allergener und aggressiver macht und auf die evolutionäre Anpassung der Pflanzen an das sich ändernde Klima mit noch

nicht abschätzbaren Folgen. Der Zusammenhang zwischen Pollen und Luftschadstoffen ist allerdings sehr komplex: Luftschadstoffe, aber auch Hitze- und Dürrestress, können die Pflanzen zur aggressiveren Expression von Allergenen verleiten (Beck u. a., 2013; Frank & Ernst, 2016; Reinmuth-Selzle u. a., 2017; Zhao u. a., 2016). Aktuelle Wetterbedingungen müssen ebenfalls berücksichtigt werden. So steigt das Risiko für Asthmaanfälle im Zuge von Gewittern, wie in einer Stellungnahme der *World Allergy Organization* betont wird (D’Amato u. a., 2015). Qualitative Veränderungen der Pollen spielen hierbei eine größere Rolle als quantitative (Moshammer, Schinko & Neuberger, 2005).

Die Bedeutung von *Ambrosia* als invasive allergene Pflanzenart (Richter u. a., 2013) berechtigt, darauf beispielhaft näher einzugehen.

3.3.3 Ambrosia

Ambrosia hat viele Namen, darunter Ragweed, Fetzenkraut oder beifußblättriges Traubenkraut (wissenschaftlich *Ambrosia artemisiifolia*). Ursprünglich war *Ambrosia* in Nordamerika heimisch und wurde nach Europa, Asien und Australien eingeschleppt. Es wird als invasive Art bzw. Neophyt betrachtet, der sich rasch ausbreiten und damit die heimische Biodiversität bedrohen kann. Zudem spielt *Ambrosia* für PollenallergikerInnen eine große Rolle.

Die *Ambrosia*-Pollenallergie ist in Österreich zwar noch nicht so häufig wie in den östlichen Nachbarländern, die von *Ambrosia* weitaus stärker befallen sind, wie jede Pollenallergie stellt sie jedoch für Betroffene eine nicht unerhebliche Belastung dar. Die Sensibilisierungsrate auf *Ambrosia*-Pollen unter den AllergikerInnen beträgt in Ostösterreich etwa 11 %, wobei der Anstieg der Sensibilisierungsraten in den vergangenen Jahrzehnten als eher moderat zu bezeichnen ist (Hemmer u. a., 2010).

Die Besonderheit der *Ambrosia*-Pollenallergie ist, dass sie als „Herbstheuschnupfen“ die Allergiesaison in den Herbst hinein verlängert (Sofiev & Bergmann, 2013). Die Reizschwelle bei *Ambrosia*-Pollen scheint deutlich geringer zu sein als bei anderen Pollenallergien; so reichen schon Konzentrationen von nur wenigen *Ambrosia*-Pollenkörnern pro Kubikmeter Luft aus, um Beschwerden auszulösen (Comtois & Gagnon, 1988).

Eine wichtige Säule im Umgang mit Allergien stellt die Allergenvermeidung dar. Einige Bundesländer haben es sich, in Kooperation mit dem österreichischen Pollenwarndienst (2018), der Forschungsgruppe Aerobiologie und Polleninformation der Medizinischen Universität Wien und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, zur Aufgabe gemacht, Pollendaten zu sammeln, auszuwerten und damit eine Pollenvorhersage für die nächsten drei Tage in der jeweiligen Region zur Verfügung zu stellen. Damit werden betroffenen AllergikerInnen Informationen zu Pollenflug und



Abb. 3.5: Ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*), © Mag. Dr. Katharina Bastl, Medizinische Universität Wien, Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, Kopf- und Halschirurgie; Forschungsgruppe Aerobiologie und Polleninformation (katharina.bastl@meduniwien.ac.at)



Abb. 3.6: Ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia*), © Mag. Dr. Katharina Bastl, Medizinische Universität Wien, Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, Kopf- und Halschirurgie; Forschungsgruppe Aerobiologie und Polleninformation (katharina.bastl@meduniwien.ac.at)

-belastungen angeboten, um die Lebensgewohnheiten an die aktuelle Pollensituation anzupassen zu können.

Die künftige Ausbreitung und Auswirkung von *Ambrosia* unter den prognostizierten Klimawandelszenarien kann schwer eingeschätzt werden (Ziska u. a., 2011). Gewächshausstudien haben gezeigt, dass eine höhere Menge an Pollen bei erhöhtem Kohlenstoffdioxidgehalt der Luft produziert wird (Wayne u. a., 2002). Es gäbe auch mehr Samen, die wiederum mehr *Ambrosia* und damit größere Auswirkung auf PollenallergikerInnen und die Landwirtschaft bedeuten würden. Allerdings benötigt die Pflanze nicht nur ein gewisses Maß an Licht, sondern auch an Niederschlag. So sind im sehr heißen und trockenen Sommer 2015 lokal exponierte Bestände oftmals vertrocknet.

In einigen Bundesländern, wie etwa in Niederösterreich, wurden bereits Standortmeldungen über Funde von *Ambrosia* entgegengenommen, ausgewertet und über das Geoinformationssystem verortet, um die Ausbreitung der Pflanze beobachten zu können. Im Juli 2017 wurde nun, unter der Federführung der ExpertInnen des Österreichischen Pollenwarndienstes, ein österreichweites *Ambrosia*-Meldesystem, der „Ragweedfinder“ (2018) vorgestellt.

Diese webbasierte Meldeplattform soll jedoch nicht nur der Erfassung der Standortmeldungen dienen. Durch die Möglichkeit, Symptomdaten anzugeben, wird den AllergikerInnen neben einer Übersicht über verifizierte Bestände auch mitgeteilt, wie stark im Bereich eines *Ambrosia*-Bestandes die Symptome anderer *Ambrosia*-PollenallergikerInnen waren. Dies erfolgt mittels einer spezifischen Darstellung in einer Österreichkarte. Gemeinsam mit der Prognose des Pollenwarndienstes wird hier den Betroffenen eine Möglichkeit zur Verfügung gestellt, um den Kontakt mit dem belastenden Allergen durch Planung bzw. Anpassung der persönlichen Lebensgewohnheiten noch effektiver vermeiden bzw. verringern zu können.

Die Erfassung der Pflanzenbestände selbst, die nach Verifizierung auch direkt in die Geodatenbanken der Bundesländer übernommen werden können, könnten in weiterer Folge Erkenntnisse zu den unmittelbaren Auswirkungen des Klimawandels auf das Ausbreitungsverhalten dieser invasiven Pflanzenart liefern.

3.3.4 Aquatische Systeme

Wasser unterliegt auf unserem Planeten, inklusive der Erdatmosphäre, einem Kreislauf. Es ist immer gleich viel vorhanden, die Verteilung und der Aggregatzustand erfahren aber eine ständige Veränderung. Die Verteilung ist sowohl geographisch zu sehen – hinsichtlich der Meere, Gletscher und Polkappen, der Steppen, Wüsten und Feuchtgebiete – als auch in unterirdischen Speichern als Grundwasser, als Oberflächenwasser in Flüssen, Seen und Meeren, gebunden in der biologischen Masse von Pflanzen, Menschen und Tieren, sowie in künstlichen Systemen und letzten Endes als Wasserdampf in der Atmosphäre, der als Niederschlag den Kreislauf schließt.

Der Klimawandel beeinflusst sowohl Wasserverfügbarkeit als auch -qualität.

Die Auswirkungen des Wasserangebots (Menge und/oder Güte) auf die menschliche Gesundheit hängen vom Verwendungszweck des Wassers ab, das vom Nahrungsmittel als Trinkwasser über die landwirtschaftliche und industrielle Nutzung bis zur Freizeitgestaltung reicht. Außerdem gibt es im naturräumlich stark gegliederten Österreich deutliche regionale Unterschiede des Wasserhaushaltes. Österreich befindet sich an der Schnittstelle mehrerer Klimazonen: die pannonische Zone im Osten, der atlantische Einfluss im Westen und die alpine Klimazone. Die Prognosen über die Ent-

wicklung der Niederschläge reichen von einer Reduktion im Osten bis zu einer Erhöhung der Niederschläge im Westen.

Neben den Risiken durch zu starkes (Hochwässer) oder geringes (Trockenheit) Angebot ist u. a. mit folgenden Auswirkungen zu rechnen: Verlagerung/Umverteilung von Schadstoffen (inkl. Remobilisierung aus Sediment oder Gletschermassen), unkontrollierte Freisetzung und/oder Einspülung unerwünschter Substanzen nach Starkregen oder Überschwemmungen, Einwanderung wärmebedürftiger Pathogene, Häufung von (toxischen) Algenblüten und verstärkte Anforderungen an Wasseraufbereitung und Abwasserklärung (Whitehead u. a., 2009). Zur besseren Übersichtlichkeit sind die möglichen Auswirkungen nachstehend nach quantitativen (Wasserverfügbarkeit) und qualitativen Aspekten (Wassergüte) gegliedert, wobei sich die Gruppierung gerade bei Überschwemmungsfolgen überlappt.

Quantitative Aspekte und Verteilung (Wasserverfügbarkeit)

Die Wasserverfügbarkeit beeinflusst unmittelbar über das Trinkwasserangebot und mittelbar über Nahrungsmittelproduktion und Anlagensicherheit (Kühlwasser, Energiegewinnung) die menschliche Gesundheit.

Dabei ist mit folgenden Klimawirkungen zu rechnen: 1. Erhöhung des Wasserbedarfs durch steigende Temperaturen bei paralleler Verringerung des Wasserangebotes durch Verdunstung, 2. verfrühte Ausschöpfung des Wasserangebotes durch geringere Schneemengen (Wasserspeicher), 3. geringerer Grundwasseraufbau durch eine Zunahme von Starkregen (Kromp-Kolb u. a., 2014) mit austrocknungsbedingt vorwiegend Oberflächenabfluss, 4. zeitliches Überangebot durch teilweise sehr kleinräumige Starkregenereignisse und Hochwassergefahr.

Trinkwasser wird in Österreich zur Gänze aus Grundwasser (Brunnen und Quelfassungen) gewonnen (BMG, 2015). Daher wirken sich quantitative Veränderungen des Grundwassers direkt auf unser Trinkwasser aus. Reduzierte Niederschläge führen zu einer verlangsamten Grundwasserneubildung und zu einem Absinken des Grundwasserspiegels und damit auch zu mangelnden Reserven in niederschlagsarmen Zeiten. Niederschläge in Form von Schnee haben einen nachhaltigen Einfluss auf die Grundwasserneubildung, da bei Tauwetter eine großflächige Versickerung stattfindet. Andererseits treten nach schneearmen Wintern seltener die gefürchteten Frühjahrshochwässer durch die Schneeschmelze in den Bergen auf. Hohe Niederschlagsmengen – besonders in kurzer Zeit – führen zur Hochwassergefahr, vor allem wenn zu wenig Überschwemmungs- bzw. Versickerungsflächen durch Verbauung und Versiegelung vorhanden sind.

Sowohl weltweit als auch in Österreich kommt es durch höhere Temperaturen einerseits zu einem Schmelzen der Gletscher und Abschwemmen in die Flüsse und Meere, andererseits zu einer intensiveren Verdunstung durch höhere Temperaturen und Niederschlag, der wiederum zu einer Umverteilung des Wasserangebotes führen kann. Der Mensch hat

durch Versiegelungsflächen und Oberflächenkanäle lange Jahre die Umverteilung forciert, indem die Niederschlagswässer in Bäche und Flüsse geleitet wurden. Der Kreislauf wird daher verzerrt und die lokale Grundwasserneubildung verringert. In den letzten Jahren wurde wieder mehr Augenmerk auf das Schließen des Wasserkreislaufs und das Rückhalten der Niederschlagswässer und lokale Versickerung gelegt. Regionale Notversorgungsleitungen bzw. überregionale Zusammenschlüsse der Wasserversorgung können quantitative Engpässe entschärfen.

Im Rahmen des länderübergreifenden Projektpaketes „GENESIS-Groundwater and dependent ecosystems“ (GENESIS, 2018) haben über einen Zeitraum von 3 Jahren 17 Partner aus 6 Ländern (Frankreich, Österreich, Deutschland, Italien, Slowenien, Schweiz) an Konzepten und Lösungen im Umgang mit Wasserknappheit im Alpenraum gearbeitet. Der Einfluss des Klimawandels auf die Wasserressourcen alpiner Regionen sowie die Entwicklung von Wassernutzungen wurden in 22 Testgebieten untersucht und eine Reihe von Handlungsempfehlungen für die Wasserwirtschaft sowie politische Entscheidungsträger erarbeitet (Hohenwallner u. a., 2011; Kløve u. a., 2014).

Da nicht nur der Klimawandel, sondern auch Bewirtschaftung und Infrastruktur Einfluss auf die Wasserverfügbarkeit haben, muss eine integrierte Planung zur nachhaltigen Nutzung von Wasserressourcen etwa zwischen Landwirtschaft, Tourismus und Energieerzeugung eingeleitet und in Form von Kooperationsabkommen abgesichert werden. Zur Erhebung des Handlungsbedarfs und der Evaluierung von Maßnahmen wird die Installation von Monitoring-, Berechnungs- und Frühwarnsystemen vorgeschlagen. Anpassungsmöglichkeiten können allgemein die Effizienzsteigerung der Wassernutzung, die Grundwasseranreicherung oder die Mehrfachnutzung sein. Im Einzelfall sind aber auf regionaler bzw. lokaler Ebene die Bewirtschaftung bzw. Notfallpläne auszuarbeiten, die auf die spezielle Situation abgestimmt sind.

Aktuell sind Gesundheitsfolgen von Hitzewellen die in Österreich unmittelbarste und auch volkswirtschaftlich bedeutendste Folge des Klimawandels (siehe Kap. 3.2.1). Die Situation wird durch den besonders starken Aufbau kleinräumiger Wärmeinseln im dichtbewohnten urbanen Bereich verschärft und betrifft allein durch die besonders exponierten Ballungsräume Wien und Graz mit zusammen ca. 3 Millionen Menschen ein Drittel der österreichischen Bevölkerung. Der Flüssigkeitsbedarf steigt außerhalb von klimatisierten Rückzugsorten stark an. Eine Verknappung des Trinkwasserangebotes (s. o.) würde die Situation noch verschärfen.

Weitere Auswirkungen auf die Gesundheit ergeben sich vor allem bei einer Verknappung des für die Landwirtschaft verfügbaren Wassers. Neben offensichtlichen Produktionseinbußen bei Trockenheit sind auch Einschränkungen bei der Lebensmittelqualität (z.B. durch begünstigtes Wachstum giftproduzierender Getreidepilze) Gegenstand der Forschung (Battilani u. a., 2012). Parallel ist – auch im Forstbereich – mit vermehrtem Druck zur Pestizidausbringung zu rechnen, wo Wassermangel die Schädlingsresistenz der Pflanzen ver-

mindert oder teils invasive Schädlinge durch höhere Temperaturen begünstigt werden (Kolström u. a., 2011; Ramsfield u. a., 2016).

Als entferntere Glieder der Wirkungskette kommen letztlich auch extreme Verschiebungen des Wasserangebots ins Spiel. Dies reicht von einer trockenheitsbedingten Verknappung samt Engpässen im Energiebedarf von Prävention (Klimatisierung) und Gesundheitswesen bis hin zu Auswirkungen auf industrielle Anlagensicherheit (Kühl-, Prozesswasser) (Rübbelke & Vögele, 2011), wenngleich das letztgenannte Risiko für Österreich als gering eingeschätzt wird (Grussmann u. a., 2014). Ein plötzliches Überangebot durch abrupte Frühjahrsabflüsse oder Starkregen birgt neben den direkten physischen Gesundheitsgefahren auch das Risiko der Freisetzung von Schadstoffen aus Lagerbeständen oder Altlasten. Atemwegserkrankungen durch Schimmelbildung an Bausubstanz und Einrichtung sind ein zusätzliches Risiko (Gebbekens u. a., 2016) und zwar sowohl bei mangelnder Sanierung als auch bei ungenügendem Selbstschutz bei Sanierungsarbeiten (Chew u. a., 2006; Cummings u. a., 2010).

Qualitative Aspekte (Wasserqualität)

Anders als beim Wasserangebot ist eine Verschlechterung der Wasserqualität weniger offensichtlich und erfordert aufwändigere Maßnahmen zur rechtzeitigen Erkennung. Die Übersicht wird durch eine Trennung zwischen biologischen und chemischen Beeinträchtigungen erleichtert.

Biologisch

Die biologische Aktivität (und damit z. B. auch die Vermehrung von Keimen) nimmt mit der Wassertemperatur zu. Neben einem grundsätzlich günstigeren Milieu steigt mit der Durchschnittstemperatur die Überlebensfähigkeit neuer, wärmebedürftigerer Krankheitserreger mit zumindest einem aquatischen Entwicklungsstadium.

In den letzten Jahren wurde eine Temperaturerhöhung in Oberflächengewässern beobachtet (Dokulil u. a., 2010). Das führt zu einer Eutrophierung der Gewässer, aber auch zu einer Versalzung, die sich in einer höheren Leitfähigkeit – bedingt durch einen höheren Gehalt an anorganischen Stoffen – auswirkt. Diese Veränderungen begünstigen die Vermehrung von Bakterien wie Vertretern der Gattung *Vibrio*, die vornehmlich in leicht bis stark salzhaltigen Gewässern vorkommen. Über eine Zunahme von vibrioassoziierten Infektionen bei Badegästen durch erhöhte Gewassertemperaturen wurde in Europa aber auch den USA bereits mehrfach berichtet (Baker-Austin u. a., 2017; Baker-Austin u. a., 2016; Baker-Austin u. a., 2013; Newton u. a., 2012). In Österreich kam es erstmals im Jahr 2001 zu Ohren- und Wundinfektionen mit Nicht-Cholera-Vibrionen (NCV, nicht choleratoxigene *Vibrio cholerae* nonO1/nonO139) im Neusiedler See, wobei es in den Folgejahren auch einen Todesfall durch Sepsis bei einem Risikopatienten gab (Huhulescu u. a., 2007). Für den Neusiedler See und die Salzlacken des Seewinkels konnte in den

Folgejahren das Vorhandensein einer endemischen *V. cholerae* Population demonstriert werden (Kirschner u. a., 2008; Pretzer u. a., 2017; Schauer u. a., 2015).

Zusätzlich traten während einer Hitzewelle im Jahr 2015 erstmals schwerwiegende NCV-Infektionen (nekrotisierende Fasciitis, einer davon mit Todesfolge) bei zwei Patienten auf, die mit Freizeitaktivitäten mit zwei Kleinteichen in Zusammenhang standen (Hirk u. a., 2016). In diesen konnten im Folgejahr *V. cholerae* in ähnlich hohen Konzentrationen wie im Neusiedler See gefunden werden (Kirschner u. a., 2017). In den Untersuchungen wurde auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von NCV und der Leitfähigkeit der Gewässer entdeckt. Zukünftige geplante Untersuchungen in dem Zusammenhang sollen Aufschluss über weitere Zusammenhänge – auch mit dem Klimawandel – bringen.

Neben verbesserten Wachstumsbedingungen können auch Trockenheit oder Einschwemmung nach Hochwässern zu einem Konzentrationsanstieg von Erregern im Oberflächenwasser führen. Gerade zur Badesaison kann die temperaturbedingte Erhöhung der Keimzahl in Badegewässern durch Aufkonzentration bei sinkendem Wasservolumen und gleichzeitiger Nährstoffanreicherung unterstützt werden. Ebenfalls wärmebegünstigt sind Vorkommen und Verbreitung von pathogenen Cyanobakterien (Botana, 2016; Paerl u. a., 2016), darunter vornehmlich Ausscheider der toxischen Microcystine und von Cylindrospermopsin. Namensgebend für letzteres Toxin ist ein im 20. Jahrhundert eingeschlepptes und sich offenbar mit mildereren Temperaturen nach Nordeuropa ausbreitendes (sub)tropisches Cyanobakterium (Eis u. a., 2011).

Überschwemmungen nach Starkregen beeinträchtigen die Badegewässerqualität durch den Eintrag von Fäkalbakterien (insbesondere Vibrionen, Giardien, Cryptosporidien) beträchtlich (EEA, 2014; Eis u. a., 2011). Eine Häufung von Starkregen durch den Klimawandel wird als wahrscheinlich angesehen (Kromp-Kolb u. a., 2014).

Starkregenereignisse führen zu einem rascheren Durchfluss des Bodens, der damit seine Filterwirkung und die Reinigungsfähigkeit von Mikroorganismen verliert (Wolf, 2003). Trinkwasserversorger haben sich auf diese Problematik durch Notfallpläne mit Desinfektionsmöglichkeiten einzustellen. Der Trinkwasserkontrolle in Niederösterreich wurden im Sommer 2017 trotz der Trockenheit mehrere Fälle von mikrobiologischen Verunreinigungen aufgrund sehr kleinräumiger Starkregenereignisse gemeldet, auf die die Wasserversorger nicht vorbereitet waren, da sie von den regionalen Vorhersagen nicht erfasst wurden. Auch dahingehend werden Vorbereitungsmaßnahmen erforderlich sein. Die Überwachung des Trinkwassers ist durch das Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz (BGBl. I Nr. 13/2006 i.d.F. BGBl. I Nr. 51/2017) sowie die Trinkwasserverordnung (BGBl. II Nr. 304/2001 i.d.F. BGBl. II 362/2017) geregelt, welche von den Ländern und den Städten mit eigenem Statut in mittelbarer Bundesverwaltung umgesetzt werden. Die Trinkwasserverordnung sieht die Information von Abnehmern und Lebensmittelbehörden der Länder über etwaige Verwendungsein-

schränkungen und das Setzen von Maßnahmen zur alsbaldigen Wiederherstellung der Trinkwasserqualität vor.

Giardia und Cryptosporidium

Der umfangreiche Einsatz von Wasser in der Lebensmittelindustrie, insbesondere in der Produktion von Obst und Gemüse, begünstigt vor allem Parasiten, für die kontaminiertes Trinkwasser als Übertragungsweg wichtig ist. *Giardia* und *Cryptosporidium* können auf dem fäkal-oralen Weg auf den Menschen übertragen werden. Es ist von einer positiven Assoziation zwischen Temperaturerhöhungen und Niederschlägen sowie der Übertragung dieser beiden Parasiten auszugehen (Lal u. a., 2013). Starkregenereignisse korrelieren mit der Wahrscheinlichkeit, *Giardia* und *Cryptosporidium* in Oberflächen- und Flusswasser zu finden (Sterk u. a., 2013) und führen – vor allem auf Karstböden – zu erhöhter Einschwemmung von Kot von Haus- und Wildtieren. Starker Niederschlag und nachfolgender Oberflächenabfluss erhöhen somit das Risiko von Ausbrüchen durch *Giardia* und *Cryptosporidium* (Utaaker & Robertson, 2015). Weder *Giardia* noch *Cryptosporidium* unterliegen in Österreich der gesetzlichen Meldepflicht. Eine derartige Meldepflicht sollte eingeführt werden.

Chemisch

Eine – klimatisch (mit)bedingte – Beeinträchtigung der chemischen Wasserqualität ist durch mehrere Faktoren möglich:

- Eine ungewollte Freisetzung oder Verlagerung nach Extremwetterereignissen, insbesondere Überflutungen von Siedlungs- oder Gewerbegebieten wie z. B. die Freisetzung von Heizöl aus gebohrten Tanks während der Überflutungen 2002 (Adam-Passardi, 2014), der Eintrag belasteter Sedimente oder die Ausspülung aus (Alt)deponien (Laner u. a., 2008)
- Eine trockenheitsbedingte Konzentrationserhöhung vorhandener Schadstoffmengen durch schwindendes Wasservolumen
- Eine Remobilisierung früherer Schadstoffeinträge durch Erwärmung (Ma u. a., 2016) oder Schmelze (Bogdal u. a., 2009)
- Verstärkter agrarischer/forstlicher Biozideinsatz zur Kompensation dürrebedingter Abwehrschwächen und/oder zur Abwehr wärmebegünstigter Pflanzenschädlinge (Olesen & Bindi, 2002)
- Verdünnung oder auch Konzentrierung von Stoffen, wie z. B. Nitrat, durch Veränderung der lokalen Niederschlagsmenge, sodass sich große Grundwasserkörper in landwirtschaftlichen Regionen erst in Jahrzehnten wieder regenerieren können (Rechnungshof, 2015).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass klimatische Bedingungen die Inzidenz und die Übertragung vieler wasserbedingter Krankheiten beeinflussen. Der Klimawandel kann das Risiko für diese Erkrankungen durch die Beeinflussung der Wetterverhältnisse über wärmere Temperaturen, extreme Niederschlagsereignisse und verminderte Wasserverfügbarkeit

erhöhen. Die Schwankungen der Niederschläge werden höchstwahrscheinlich die Versorgung mit frischem Trinkwasser beeinträchtigen, wodurch das Risiko von trinkwasserbedingten Krankheiten erhöht wird. Zusätzlich zu den Infektionskrankheiten wird die Verbreitung von Chemikalien und Schwermetallen in der Umwelt durch wechselnde Wasserströme beeinflusst. Die Verringerung der Frischwasserverfügbarkeit aufgrund des Klimawandels kann in manchen Gebieten kritische Auswirkungen auf die Wasserqualität haben. Verminderte Wasserressourcen werden auch Konsequenzen für eine sichere Lebensmittelproduktion und Lebensmittelverarbeitung haben (Schuster-Wallace u. a., 2014).

3.3.5 Lebensmittel

Lebensmittelassoziierte Erkrankungen unter dem Aspekt des Klimawandels

Der Welternährungstag am 16. Oktober 2016 stand im Zeichen der Klimaänderung: „*Climate is changing. Food and agriculture must too*“. Steigende Meeresspiegel, Häufung der Extremwetterereignisse (schwere Unwetter, Überschwemmungen, Dürre, Frost), steigende Temperaturen und damit Änderungen in der Vegetation nehmen weltweit zu. Klimawandel und Klimavariabilität können sich auf das Schlagendwerden von Lebensmittelsicherheitsrisiken in verschiedenen Stadien der Nahrungskette – von der Primärproduktion bis zum Verbrauch – auswirken (Tirado u. a., 2010). Der Klimawandel kann auch sozioökonomische Aspekte von Nahrungsmittelsystemen wie Landwirtschaft, Tierproduktion, Weltmarkt sowie demographische und menschliche Verhaltensweisen beeinflussen, die alle auf die Lebensmittelsicherheit einwirken. Die Umwelttemperatur gilt als ein wichtiger Faktor bei der Übertragung von Gastroenteritis-Erregern. Studien haben versucht, die Beziehung zwischen Umwelttemperatur und lebensmittelbedingten Krankheiten abzuschätzen. Die Meldungen über lebensmittelbedingte Erkrankungen waren signifikant mit der Außentemperatur desselben Monats und der des Vormonats verbunden. Diese Beziehung wurde nur bei Temperaturen von mehr als 7,5°C beobachtet – ein Schwelleneffekt. Die stärkste Assoziation wurde mit der Temperatur im vorigen Monat gefunden (Bentham & Langford, 2001). Die AutorInnen schließen aus der doch relativ langen Latenzzeit, dass Faktoren am Anfang der Produktionskette der Lebensmittel und des Distributionsnetzes eine wichtigere Rolle spielen dürften. Es ist daher plausibel, dass eine Zunahme wärmeren Wetters die Übertragung von infektiösen Darmkrankheiten erleichtern kann. Die Klimamodelle deuten für Europa auf eine Zunahme der mittleren Sommertemperaturen im Bereich von 1,5°C bis 2°C bis 2050 hin. Unter ansonsten unveränderten Ausgangsfaktoren würde dies zu einer Zunahme der Zahl der Gastroenteritis-Fälle führen. Die Zunahme der Fälle wäre jedoch abhängig von der jeweiligen

Grundlinien-Inzidenz der Erkrankung in der jeweiligen Bevölkerung (Kovats, 2003).

Lebensmittelbedingte Krankheitsausbrüche

In Südkorea wurde die Beziehung zwischen saisonalen Veränderungen von Temperatur und relativer Feuchtigkeit und der Inzidenz von lebensmittelbedingten Krankheitsausbrüchen für den Zeitraum 2003–2012 untersucht. Acht Krankheitserreger, die häufig mit lebensmittelbedingten Krankheiten assoziiert sind, wurden dafür willkürlich ausgewählt. Enteropathogene *Escherichia coli* zeigten die stärkste Korrelation mit Temperaturwerten und der relativen Feuchtigkeit, gefolgt von *Vibrio parahaemolyticus*, *Campylobacter jejuni* und *Salmonella* spp. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass enteropathogene *E. coli*, *V. parahaemolyticus* und *Campylobacter* spp. wahrscheinlich am stärksten von den Bedingungen des Klimawandels betroffen sind. Auch *Bacillus cereus* und *Staphylococcus aureus*-Enterotoxikosen korrelierten positiv mit der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit; Noroviren und *Clostridium perfringens* wiesen hingegen eine negative Korrelation auf. Die AutorInnen wiesen darauf hin, dass diese Ergebnisse aufgrund regionaler klimatischer Unterschiede nicht für andere Länder oder Regionen gelten müssen (Kim u. a., 2015).

Sporadisch auftretende lebensmittelassoziierte Erkrankungen

Die Witterung hat auch einen Einfluss auf das Risiko endemischer (sporadisch auftretender) lebensmittelassoziiierter Erkrankungen. Lebensmittelbedingte Infektionen durch *Campylobacter*, Salmonellen und andere enterale Erreger zählen zu den häufigsten Infektionskrankheiten. Diese Gastroenteritiden zeigen auch in Österreich einen deutlichen Jahresgang mit Häufigkeitsmaxima im Spätsommer. In Österreich wurden im Jahr 2016 insgesamt 7086 *Campylobacter*-Infektionen und 1415 Salmonellen-Erkrankungen an die Gesundheitsbehörden gemeldet. Beide Erkrankungen weisen einen ausgeprägten saisonalen Trend auf mit deutlich erhöhter Inzidenz in den Sommermonaten (Abb. 3.7 und 3.8). Dies gilt ebenfalls – wenn auch weniger ausgeprägt – für die 177 gemeldeten Infektionen mit enterohämorrhagischen *E. coli* (EHEC), auch Shigatoxin-bildende *E. coli* (STEC) oder Verotoxin-bildende *E. coli* (VTEC) genannt, im Jahr 2016 (Abb. 3.9).

Campylobacter

Nach ausgeprägten Wärmeperioden sind erhöhte *Campylobacter*-Prävalenzen in Geflügelfleisch festgestellt worden. Eine direkte Vermehrung von *Campylobacter* in Lebensmitteln ist unwahrscheinlich. Erhöhte Einbringung in Masthuhnbestände durch Insekten und erhöhte Übertragungsraten innerhalb der Herden werden als temperaturassoziiert angesehen. Zusammenhänge zwischen Temperatur und der *Campylo-*

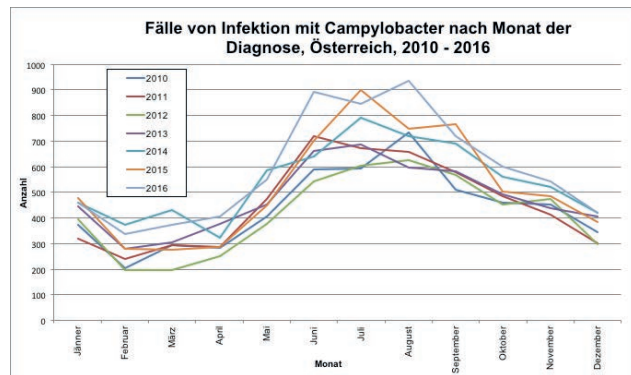


Abb. 3.7: Fülle von Infektionen mit *Campylobacter*, saisonaler Verlauf, Österreich, 2010–2016

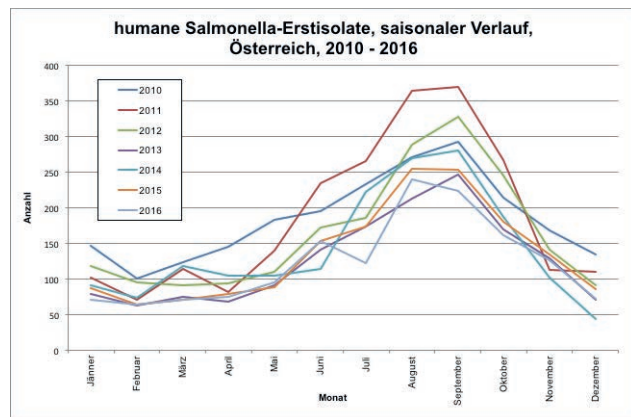


Abb. 3.8: Humane *Salmonella*-Erstisolate, saisonaler Verlauf, Österreich, 2010–2016

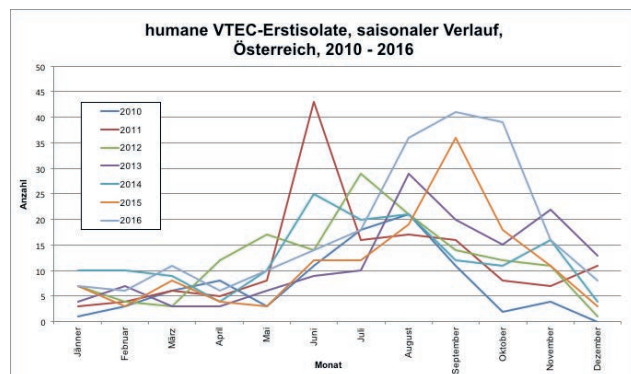


Abb. 3.9: Humane Erstisolate von enterohaemorrhagischen *E. coli*, saisonaler Verlauf, Österreich, 2010–2016

bacter-Inzidenz beim Menschen wurden für England und Wales (Louis u. a., 2005) sowie für Deutschland (Stark u. a., 2009) berichtet.

Salmonellen

Salmonellen vermehren sich bei hohen Temperaturen in Lebens- und Futtermitteln wesentlich besser. Dies erklärt neben anderen Faktoren, warum einige Studien einen signifikanten Zusammenhang zwischen Außentemperatur und Sal-

monellose-Inzidenz beim Menschen feststellten (Bentham & Langford, 2001). Vor allem für die Wochen vor der Zunahme von Salmonellen lässt sich häufig eine erhöhte Außentemperatur belegen (Sant'Ana, 2010). Etwa ein Drittel („*population attributable fraction*“) der Salmonellose Fälle von England, Wales, Polen, den Niederlanden, der Tschechischen Republik und der Schweiz können so mit höheren Temperaturen erklärt werden (Semenza & Menne, 2009). Die Mechanismen, die dieser beobachteten Saisonalität lebensmittelbedingter Erkrankungen zugrunde liegen, sind aber noch nicht vollständig verstanden; sie basieren wahrscheinlich auf einem komplexen Zusammenspiel verschiedener Faktoren, einschließlich dem des menschlichen Verhaltens und von Konsummustern (Uyttendaele u. a., 2015). Hinzu kommt, dass höhere Temperaturen beziehungsweise Wärmeperioden in der Regel zu Veränderungen im Ernährungsverhalten der Menschen sowie zu häufigerem Verzehr von Risikoprodukten (z. B. Grillfleisch oder Speiseeis) führen (Stark u. a., 2009). In der österreichischen Bevölkerung variiert die Inzidenz von *Salmonella*-Fällen schon jetzt saisonal. Dies sollte sich als Reaktion auf globale Klimaveränderungen noch verstärken (Kendrovski & Gjorgjev, 2012). Eine europaweite Studie basierend auf laborbestätigten Fällen von indigenen Salmonellen-Infektionen fand eine starke lineare Assoziation zwischen der Umgebungstemperatur und der Anzahl der gemeldeten Fälle von Salmonellose über einer Schwelle von 6°C. Es gab einige Hinweise darauf, dass Erwachsene (15–64 Jahre) und Infektionen mit *Salmonella Enteritidis* die größte Empfindlichkeit gegenüber Temperatureffekten zeigten. Der größte Effekt zeigte sich – auch in dieser Studie – für die Außentemperatur eine Woche vor Beginn der Erkrankung (Kovats u. a., 2004).

Enteropathogene *Escherichia coli*

Auch enteropathogene *E. coli*, insbesondere Shigatoxin-bildende *E. coli* (EHEC), zeigen in Österreich eine ausgeprägte saisonale Variabilität. Gesicherte Kenntnisse über die Infektionsketten sind meist nur bei Ausbrüchen vorliegend; die Unsicherheiten betreffend den Infektionsquellen von Einzelerkrankungen machen derzeit Voraussagen hinsichtlich der Auswirkungen des Klimawandels auf die künftige Inzidenz von EHEC-Infektionen in Österreich unmöglich.

Nicht-Cholera-Vibrionen

Nicht-*Cholera-Vibrio*-Infektionen unterliegen in Österreich nicht der gesetzlichen Meldepflicht. Während in Küstenländern durch Meeresfrüchte übertragene Nicht-Cholera-Vibrionen für einen Großteil der lebensmittelassoziierten Erkrankungen verantwortlich sind, haben Studien in Österreich diesen Bakterien nur eine marginale Rolle als Erreger lebensmittelassoziierten Gastroenteritiden attestiert (Huhulescu u. a., 2009; Spina u. a., 2015). Die Public Health Agency von Kanada evaluierte die Auswirkungen der Wassertemperatur auf die Keimzahl von *Vibrio parahaemolyticus* in rohen Aus-

tern und in Erntegewässern. Es wurde zwischen der Wassertemperatur und der Anzahl von *V. parahaemolyticus* in Austern und Wasser eine positive Korrelation gefunden, was eine kausale Assoziation zwischen der Wassertemperatur und dem *V. parahaemolyticus*-Vorkommen nahelegt (Young u. a., 2015).

Mykotoxine

Die klimatischen Veränderungen beeinflussen auch die Pilzkolonisation von Pflanzen sowie die Bildung und Diffusion von Mykotoxinen. Temperatur, Feuchtigkeit und Niederschlagsmenge beeinflussen toxische Schimmelpilze und deren Wechselwirkung mit Wirtspflanzen (Uyttendaele u. a., 2015). Im Allgemeinen fördern Bedingungen, die für die Wirtspflanze nachteilig sind (z. B. Dürrebelastung, Stress, hervorgerufen durch Schädlingsbefall und schlechter Nährstoffstatus), die Produktion von Mykotoxinen (FAO, 2008). Darüber hinaus bauen hohe Außentemperaturen und verstärkte Niederschläge die Pestizide rascher ab (Miraglia u. a., 2009). Mykotoxine, insbesondere Aflatoxine, die häufig in tropischen und subtropischen Gebieten vorkommen, könnten in der EU aufgrund des Klimawandels ein Problem werden (Uyttendaele u. a., 2015). Die *Public Health Agency of Canada* (PHAC) hat im Rahmen des Programms zur Anpassung an den Klimawandel die Entwicklung eines Risikomodellierungsrahmens zur Bewertung der Auswirkungen des Klimawandels und erforderlicher Anpassungen an die Lebensmittel- und Wassersicherheit finanziert.

Die entwickelte quantitative mikrobielle Risikobewertung (QMRA) bietet die Möglichkeit, „*what-if*“-Analysen zu evaluieren, um verschiedene Produktionstechniken, Anpassungs-, Interventions- oder Abschwächungsstrategien und Konsummuster zu bewerten und zu vergleichen (Smith u. a., 2015). Für Kanada wurde so eine relative Zunahme an verlorenen Lebensjahren in Gesundheit (DALY für „*disability adjusted life years*“) aufgrund von Nierenkrebs durch das Mykotoxin Ochratoxin A um 3,4% über 10 Jahre im Falle einer Lufttemperaturerhöhung um 0,04°C pro Jahr und einer Zunahme um 6,8% über 10 Jahre im Falle eines Lufttemperaturanstiegs um 0,08°C pro Jahr prognostiziert (Smith u. a., 2015). Der Klimawandel wird das Vorkommen von Mykotoxin in verschiedensten Lebensmitteln beeinflussen. Die Gruppe um Meulenaer an der Universität Ghent in Belgien beurteilte die Wirkung des Klimawandels auf die Wachstums- und Mykotoxinproduktion des Schimmelpilzes *Alternaria* auf Tomaten in Abhängigkeit zu Temperaturänderungen. Daten für Spanien und Polen wurden mit vier repräsentativen Konzentrationspfaden (*Representative Concentration Pathway* – RCP: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 und RCP8.5) miteinander verglichen. Für Spanien gab es keine signifikanten Unterschiede für die repräsentativen Konzentrationswege (RCP) 2.6 und 4.5. Für die extremen RCP-Szenarien (6.0 und 8.5) war der für die weit entfernte Zukunft vorhergesagte Durchmesser der Pilzkolonien deutlich kleiner als der derzeitige. Dies wurde durch die erwarteten höheren Temperaturen (18,2–38,2°C) erklärt, die für optimales Pilzwachstum zu hoch werden.

Für Polen gab es einen signifikanten Unterschied in den verschiedenen Zeitperioden, der Durchmesser der Pilzkolonien war für die weit entfernte Zukunft größer als der der nahen Zukunft, welcher seinerseits den aktuellen Durchmesser übersteigen wird. Dies soll auf die vorhergesagten höheren Umgebungstemperaturen in der fernen Zukunft zurückzuführen sein (14,2–28,4°C), die näher an der optimalen Wachstumstemperatur von *Alternaria* spp. liegen als die gegenwärtigen (niedrigeren) Außentemperaturen. Nach den Ergebnissen dieser Studie wird die Mykotoxin-Belastung von Tomaten in Polen in der fernen Zukunft (2081–2100) ähnlich sein wie die Situation in Spanien im studierten Zeitraum von 1981–2000 (Van de Perre u. a., 2015). Aflatoxin-Belastung von Mais ist weltweit von Bedeutung. Die Spezies *Aspergillus flavus* und *Aspergillus parasiticus* sind hauptverantwortlich für diese Mykotoxin-Produktion. Bei Weizen und Reis wird eine Aflatoxin-Belastung in Europa derzeit nicht als Problem angesehen. Im Auftrag der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat eine Expertengruppe ein Modell entwickelt, um das Risiko von Aflatoxin-Kontaminationen aufgrund von *A. flavus* in Mais bei der Ernte vorhersagen zu können; zudem sollten die künftigen Rollen von Weizen und Reis als Wirtspflanzen beurteilt werden. Basierend auf einer Datenbank mit mittleren Tagestemperaturen während der Entstehung, Blüte und Ernte von Mais, Weizen und Reis sowie auf meteorologischen Daten (Temperatur, relative Feuchtigkeit und Regen) wurden die Erntepathologie und das *A. flavus*-Verhalten auf europäischem Territorium über 100 Jahre in drei verschiedenen Klimaszenarien (Gegenwart sowie + 2°C und + 5°C Szenarien) modelliert. Es wird erwartet, dass das Risiko von *A. flavus*-Kontaminationen in Mais sowohl in den + 2°C- als auch + 5°C-Szenarien ansteigt, in Weizen und in Reis soll das Risiko hingegen sehr niedrig bleiben (Battilani u. a., 2012).

3.3.6 Landwirtschaft und Biodiversität

Eine ausführlichere Darstellung der Thematik findet sich in einem Online-Supplement (siehe Supplement Kapitel S3 „Biodiversität und Landwirtschaft“).

Nach Definition der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO, 2003) ist Ernährungssicherheit gegeben, wenn alle Menschen zu jeder Zeit physisch, sozial und ökonomisch Zugang zu sicherer Nahrung in ausreichender Menge und Qualität haben. Die Landwirtschaft hat daher eine große Bedeutung für die menschliche Gesundheit. Bis 2050 ist laut UN (United Nations, 2017b) von einem Bevölkerungszuwachs von derzeit etwa 7,8 Milliarden auf 9,8 Milliarden Menschen auszugehen. Um den damit verbundenen erhöhten Bedarf an Nahrungsmitteln zu decken, muss die globale Nahrungsmittelproduktion bis 2050 um 70 % steigen (FAO & PAR, 2011). Gleichzeitig werden mit dem Klimawandel Entwicklungen erwartet, die sich negativ auf die Landwirtschaft auswirken und die Proble-

matik weiter verschärfen können. Die Versorgung mit Nahrungsmitteln in ausreichender Menge und Qualität ist Basis für unsere Gesundheit (WHO u. a., 2015) und abhängig von Nahrungsmittelproduktion, -verteilung und Handelsstrukturen. Alle diese Aspekte können durch den Klimawandel beeinflusst werden (Chakraborty & Newton, 2011).

Biodiversität, Landwirtschaft und Gesundheit

Wesentliche Grundlage für Landwirtschaft und Nahrungsmittelproduktion ist Biodiversität – die biologische Vielfalt auf Ebene der Gene, Arten und Lebensräume. Sie ist auch Voraussetzung für Ökosystemleistungen. Dazu zählen etwa Wasserverfügbarkeit, Bodenfruchtbarkeit, Schutz vor Erosion, Bestäubung, Regulierung des Nährstoffkreislaufs, natürliche Schädlingskontrolle, Erhalt von Wildtieren und Pflanzen (Glötzl, 2011). Biodiversität hat über zahlreiche weitere Aspekte direkt und indirekt großen Einfluss auf unsere Gesundheit und unser Wohlbefinden. Dazu gehören Regulierung von Klima und Infektionskrankheiten, Reinigung von Luft und Wasser durch Filterwirkung, Schutz vor Naturkatastrophen (z. B. Hochwässer), Bereitstellung von Arzneimitteln sowie Erholungsräumen (Millennium Ecosystem Assessment, 2005; WHO, 2012; WHO u. a., 2015).

Zu den bedeutendsten Treibern für den globalen Biodiversitätsverlust zählt u. a. der Klimawandel. Eine rasche Umsetzung vorhandener Strategien – wie etwa die „Österreichische Biodiversitätsstrategie 2020+“ (BMLFUW, 2014) – ist notwendig, um dem Biodiversitätsverlust entgegen zu wirken.

Landwirtschaft ist durch die oben genannten Faktoren in hohem Maße abhängig von vielfältigen Ökosystemleistungen und beeinflusst sie in einem komplexen Zusammenspiel. Landnutzungsänderungen (v. a. Umwandlung von natürlichen Ökosystemen in landwirtschaftlich genutzte Flächen) und Intensivierung der Landwirtschaft mit einem hohen Einsatz an synthetischen Düngern und Pestiziden sowie daraus resultierende Schadstoffeinträge gehören zu weiteren zentralen Treibern des Biodiversitätsverlustes. Sie tragen durch hohe Treibhausgasemissionen zum Klimawandel bei (Foley u. a., 2011). Unsere Ernährungsgewohnheiten beeinflussen maßgeblich das Klima; z. B. ist die landwirtschaftliche Tierhaltung global für fast zwei Drittel der Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft verantwortlich (FAO u. a., 2015). Der Pro-Kopf-Verbrauch für Fleisch betrug in Österreich 2016 rund 97 kg (Statistik Austria, 2017).

Durch diese Wechselwirkungen ergibt sich eine enge Verknüpfung von Klimawandel, Biodiversität und Landwirtschaft und damit die enorme Herausforderung, die Nahrungsmittelproduktion zukünftig nachhaltiger weiterzuentwickeln und gleichzeitig die Ernährungssicherheit einer steigenden Bevölkerung zu gewährleisten (FAO & PAR, 2011; Foley u. a., 2011), was wiederum Grundlage unserer Gesundheit ist.

Die Intensivierung der Landwirtschaft hat in der Vergangenheit dazu beigetragen, den steigenden Nahrungsmittelbedarf zu decken. Mit dieser Bewirtschaftungsform verbunden

sind jedoch Schäden von Ökosystemen und der Verlust ihrer Leistungen sowie Risiken für die menschliche Gesundheit und Beeinträchtigungen der Produktqualität (z. B. durch Pestizide). In der biologischen Landwirtschaft ist der Einsatz von Pestiziden und Antibiotika beschränkt. Rückstände in konventionell erzeugten Nahrungsmitteln (Obst und Gemüse) sind die Hauptquellen der Pestizid-Exposition in der Bevölkerung (Mie u. a., 2017). Um die Gesundheitsrisiken dieser Exposition besser bewerten zu können, sind v. a. Studien zu Langzeitfolgen erforderlich. Epidemiologische Studien (vorwiegend aus den USA) lassen negative Effekte gewisser Pestizide auf die kognitive und neuronale Entwicklung von Kindern bei Expositionen erkennen, die auch in der Allgemeinbevölkerung vorkommen (Mie u. a., 2017; Muñoz-Quezada u. a., 2013). Regelmäßiger Konsum biologisch produzierter Lebensmittel konnte hingegen mit geringeren Pestizidkonzentrationen im Urin assoziiert werden (Curl u. a., 2015). Hinsichtlich der Nährstoffzusammensetzung scheint es derzeit wenige Unterschiede zwischen biologisch und konventionell produzierten Nahrungsmitteln zu geben (Mie u. a., 2017). Ein erhöhtes Risiko für das Auftreten verschiedener Tumoren bzw. Krebsarten konnte in einer Reihe von groß angelegten Arbeitsplatzstudien in der Landwirtschaft gezeigt werden, wie z. B. in der *Agricultural Health Study* und der *AGRICAN cohort study* (Engel u. a., 2017; Lemarchand u. a., 2017).

Wenig im Fokus der Aufmerksamkeit stehen die Pestizid-Exposition und deren gesundheitlichen Effekte bei LandarbeiterInnen/KleinbäuerInnen in den Ländern des globalen Südens, die aufgrund fehlender Schutzmaßnahmen besonders gefährdet sind (Eddleston u. a., 2002; United Nations, 2017a). Dies konnte auch in einer österreichischen Feldstudie zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Pestizidexposition bei LandarbeiterInnen im Bananananbau in Ecuador gezeigt werden (Hutter u. a., 2017, 2018a, 2018b).

Klimawandel und Landwirtschaft

Trotz Intensivierung der Landwirtschaft mit einem enormen Ressourcenverbrauch sind fast 800 Millionen Menschen chronisch unterernährt (FAO u. a., 2015). Daneben führt die mit intensiven Bewirtschaftungsmethoden verbundene globale Konzentration des Anbaus auf einige wenige Nutzpflanzen zu einer Homogenisierung unserer Ernährung und beeinträchtigt die Resilienz landwirtschaftlicher Systeme. Durch deren Monotonisierung und den Anbau auf großen Flächen sind lokale und globale Anbausysteme vulnerabler gegenüber Schädlingen und Krankheiten. Mit dem Klimawandel wird eine Zunahme dieser Problematik erwartet (WHO u. a., 2015). Zu weiteren mit dem Klimawandel verbundenen Risiken für die Landwirtschaft, welche die Nahrungsmittelproduktion oder Produktqualität negativ beeinflussen können, zählen eine erhöhte Frequenz von Wetter- und Klimaextremen wie Dürreperioden, Hitzewellen, Starkregenereignisse, Überschwemmungen und Stürmen (Glötzl, 2011) und in der Folge die Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit und der

Nährstoffspeicherkapazität sowie die Leistungsverringerung und ein erhöhtes Krankheitsrisiko bei Nutztieren (APCC, 2014). Es ist davon auszugehen, dass die Effekte des Klimawandels auf die Landwirtschaft je nach Region sehr unterschiedlich ausfallen werden (Aydinalp & Cresser, 2008). Eine Zusammenfassung der zu erwartenden Auswirkungen auf die Landwirtschaft in Österreich sowie zu Anpassungsmaßnahmen findet sich im Österreichischen Sachstandsbericht Klimawandel (APCC, 2014).

3.3.7 Luftverschmutzung

Luftverschmutzung ist laut dem „*Global Burden of Disease*“ Bericht der WHO (Fitzmaurice u. a., 2017; Gakidou u. a., 2017) die bedeutendste Umweltursache für Krankheit weltweit. Auch in Österreich gehen nach den besten Schätzungen jährlich mehrere tausend Todesfälle auf das Konto der Luftverschmutzung und sie verkürzt die Lebenserwartung der ÖsterreicherInnen im Durchschnitt um ein halbes bis ein ganzes Jahr. Aufgrund der Wichtigkeit des Themas wird ihm ein eigenes Online-Supplement gewidmet (siehe Supplement Kapitel S7 „Luftschadstoffe und Klimawandel“).

In Österreich wie in vielen Ländern Europas und der nördlichen Hemisphäre sind die Konzentrationen an Indikatorschadstoffen rückläufig. Bereits ab den 1970er Jahren war die Abnahme von Schwefeldioxid deutlich und Österreich hat damals eine Vorreiterrolle in Europa eingenommen. Der Erfolg beruhte auf der Entfernung von Schwefel aus Erdölprodukten und aus der Rauchgaswäsche bei Verbrennung von Kohle und anderen schwefelhaltigen Brennstoffen. In der Rauchgaswäsche wurde und wird Schwefel als Gips gebunden, der als Baustoff Verwendung findet. Dies war somit eines der ersten Beispiele für einen groß angelegten Reinigungsprozesses, der langfristig auch wirtschaftliche Vorteile brachte. Während die Luftbelastung mit Schwefeldioxiden den Klimawandel aufgrund der kühlenden Wirkung der Sulfate abgeschwächt hatte, wurde in der Folge dieser Effekt durch die erfolgreiche Entschwefelung wieder weitgehend aufgehoben (Visioni u. a., 2017). Gegenwärtig wird überlegt, im Sinne von Geoengineering, Sulfate in hohe atmosphärische Schichten einzubringen, um damit den Klimawandel aufzuhalten. Dies ist zwar anders zu sehen als der unbeabsichtigte Eintrag in „Nasenhöhe“, aber die Verweildauer der Sulfate in der Stratosphäre sowie die chemischen Nebenwirkungen der Sulfate in so großer Höhe sind noch unzureichend erforscht.

In den letzten Jahren war eine weitere Abnahme beim Feinstaub festzustellen, wobei dieser Trend teilweise auch durch klimatische Faktoren verstärkt worden ist. Hier sind besonders die wärmeren Winter hervorzuheben, die zu weniger Feinstaub aus dem Hausbrand beigetragen haben. Dieses Potential der Emissionsminderung ist jedoch weitgehend ausgeschöpft, bzw. bewirkt ein Umstieg von fossilen auf nachwachsende Brennstoffe teilweise wieder eine Zunahme der Feinstaubemission aus dem Hausbrand. Heißere trockenere

Sommer werden in Zukunft zu einer Zunahme von sekundären Partikeln führen, wobei die chemisch-meteorologischen Modelle sehr komplex sind, wodurch genaue Prognosen noch unsicher sind.

Maßnahmen, die zu einem Verzicht auf Verbrennungsvorgänge führen (wie die bessere Isolierung von Gebäuden oder der Umstieg auf muskelgetriebene Mobilität), reduzieren nicht nur die Emission von Luftschadstoffen, sondern auch von Treibhausgasen. Vielfach sind diese Maßnahmen zusätzlich mit direkten positiven Gesundheitsauswirkungen verbunden, z. B. durch körperliche Betätigung, und oft gehen diese mit einer Reduktion von Lärm einher, der ebenfalls ein gesundheitlich bedeutender Umweltfaktor ist.

Das österreichische Messnetz erfasst die Indikatorstoffe laut Immissionsschutzgesetz-Luft, wie sie von der EU vorgegeben sind. Das Messnetz ist von guter Qualität und erlaubt die Erfassung räumlicher und zeitlicher Unterschiede, welche, wie mehrere Studien belegt haben, prädiktiv für Gesundheitswirkungen sind. Es ist nicht sicher, ob mit einer Änderung der Technologien, die zu den Emissionen führen, wie z. B. die Kfz-Motoren-Technik, den aktuellen Indikatorsubstanzen die gleiche Bedeutung und Gesundheitsrelevanz zukommt. Zusätzlich zu den klassischen Luftschadstoffen wäre es sicher sinnvoll, auch ultrafeine Partikel beziehungsweise die Anzahlkonzentrationen der Partikel zu messen und die chemische Zusammensetzung des Feinstaubes an mehreren Stationen regelmäßig zu erfassen, was bisher nur im Rahmen einzelner Forschungsvorhaben erfolgte.

Trotz der großen Bedeutung der Luftschadstoffe für die Gesundheit (auch in Österreich) sind die Forschungsförderfonds in Österreich häufig nicht bereit, entsprechende Forschung zu finanzieren. Die Politik ist allenfalls anlassbezogen und daher an raschen Ergebnissen interessiert, was lediglich Querschnittsstudien erlaubt, deren kausale Aussagekraft jedoch eingeschränkt ist. Die Bereitstellung von Daten und die Verknüpfung von Daten aus verschiedenen Registern, selbst in anonymisierter Form, sind in Österreich aus legislativen und technischen Gründen erschwert bis unmöglich. Trotzdem wurden auch in Österreich wichtige Forschungsarbeiten zur gesundheitlichen Auswirkung von Luftschadstoffen erbracht, die weitgehend im Einklang mit der internationalen Literatur stehen und vielfältige akute und langfristige Effekte der Luftschadstoffe belegen.

3.3.8 Zusammenfassende Bewertung

Unter den indirekten Wirkungen stehen vor allem Infektionskrankheiten im medialen Interesse. Tatsächlich wird der Klimawandel Auswirkungen auf Krankheiten haben, die durch Lebensmittel, Trinkwasser oder Arthropoden übertragen werden. Ein funktionierendes Gesundheitssystem und eine umfassende Gesundheitsüberwachung können das Risiko großer epidemischer Ausbrüche wahrscheinlich gering halten. Für die derzeitige Gesundheitslast bedeutender ist die Belas-

tung durch Luftschadstoffe, wobei der Einfluss des Klimawandels auf diese allerdings noch unsicher ist. Der Klimawandel wird die Verteilung und die Umwandlung von Luftschadstoffen zwar beeinflussen, aber für die Luftqualität sind die primären Emissionen von Schadstoffen bedeutender. Dabei ist es vor allem wichtig zu berücksichtigen, dass vernünftige Maßnahmen zum Klimaschutz auch lokal vorteilhafte Wirkungen entfalten können, indem unter anderem die Emission von Luftschadstoffen reduziert wird. Darauf wird unter „*Co-Benefits*“ in Kapitel 4.5 näher eingegangen.

3.4 Klimafolgen in anderen Weltregionen mit Gesundheitsrelevanz für Österreich

Globale Klimafolgen mit Gesundheitsrelevanz für Österreich beschreiben Folgen von Veränderungen in fernen Ländern, die durch Handel und Personenverkehr sekundär Auswirkungen auf das österreichische Gesundheitssystem haben. Beim Warenverkehr stehen unter anderem Qualitätseinbußen bei importierten Lebensmitteln (z. B. zunehmende Belastung mit Aflatoxinen im Falle vermehrter Niederschläge in den Anbauregionen) im Vordergrund. Hinsichtlich des Personenverkehrs erweckten Migrations- und Flüchtlingsströme (sogenannte „Klimaflüchtlinge“ und Opfer von „Klimakriegen“) (Bonnie & Tyler, 2009; UNHCR, 2018; Williams, 2008) in den letzten Jahren größeres mediales Interesse. Diese rezenten Flüchtlingsbewegungen führten in Österreich einerseits zu einer Zunahme von Asylanträgen oder ImmigrantInnen, andererseits stellten sie den österreichischen Gesundheitsdienst und dessen Repräsentanten im Falle internationaler Hilfeleistung (z. B. in afrikanischen Flüchtlingslagern) vor neue Herausforderungen. Auch wenn die Flüchtlingsbewegungen der jüngsten Vergangenheit nicht oder nur zu einem geringen Teil dem Klimawandel geschuldet sind, geben sie doch einen Vorgeschmack der Folgen eines ungebremsen Klimawandels im globalen Maßstab (Bowles u. a., 2015; Butler, 2016). Aller Voraussicht nach werden diese fernen Klimawirkungen die größte Herausforderung für das Gesundheitssystem und die Politik insgesamt darstellen. Die konkreten Auswirkungen werden aber vor allem von den politischen Entscheidungen auf diversen Ebenen und in verschiedenen Weltregionen abhängen und sind daher nicht vorhersehbar.

In einem Worst-Case-Szenario destabilisiert der Klimawandel im Zusammenspiel mit Misswirtschaft und politischem Unvermögen Gesundheitssysteme und staatliche Ordnungen in einzelnen weniger stabilen Staaten (Grecequet u. a., 2017; Schütte u. a., 2018). Dies kann in erster Linie zu regionalen Gesundheitsproblemen führen. Sofern es sich um Infektionskrankheiten handelt, für die es keine Prävention (Impfungen) oder Therapie (z. B. Antibiotikaresistenzen, durch insuffiziente Therapie zum Teil begünstigt) gibt, kön-

nen sich daraus in weiterer Folge weltweite Pandemien entwickeln, die auch das österreichische Gesundheitssystem vor große Herausforderungen stellen würden. Globale von der WHO koordinierte Krankheitssurveillance und internationale Solidarität sind wichtige Pfeiler einer präventiven Gesundheitspolitik.

3.4.1 Globaler Güterverkehr

Die Beeinträchtigung der Landwirtschaft in tropischen und subtropischen Ländern, die Veränderung der Qualität der importierten Produkte und Störungen in der Produktionskette (z.B. sind viele wichtige Produktionsstätten und Umschlagsplätze in Hafenstädten gelegen und sowohl extreme Wetterereignisse als auch langsame Veränderungen wie der Meeresspiegelanstieg können die Funktion dieser Knotenpunkte beeinträchtigen) haben primär Auswirkungen auf den heimischen Konsum und die Wirtschaft, aber indirekt auch auf die Gesundheit. Details mit möglichen direkten Folgen für die Gesundheit wurden beispielsweise im Kapitel „Lebensmittel“ (siehe Kap. 3.3.5) diskutiert.

3.4.2 Globaler Personenverkehr

Hitze und MigrantInnen

Sozial benachteiligte MigrantInnen sind häufig verstärkt hitzeexponiert. Dies betrifft sowohl den Arbeitsplatz (etwa Baustellen oder Küchen) als auch die Wohnung, da sich diese nicht selten in einer Hitzeinsel befindet, in einem Haus mit schlechter Bausubstanz etc. (Wiesböck u. a., 2016). Die Vulnerabilität wird durch geringe *Health Literacy* verstärkt. Bei muslimischen MigrantInnen können während des Ramadans, wenn dieser streng eingehalten wird, Gesundheitsprobleme auftreten, da auch bei großer Hitze tagsüber nichts getrunken wird.

Da zum Thema „Hitze und MigrantInnen“ wenig wissenschaftliche Literatur existiert, förderte das ACRP (*Austrian Climate Research Program*) das Projekt „EthniCityHeat“, an dem 3 Wiener Universitäten beteiligt waren. Im Rahmen des Projekts wurden Tiefeninterviews mit Stakeholdern und türkischen MigrantInnen sowie eine quantitative Erhebung (n=800) zu Hitzewahrnehmung, Anpassungsmaßnahmen usw. durchgeführt. Dabei zeigte sich etwa, dass ältere türkische MigrantInnen stärker unter Hitze litten als ältere ÖsterreicherInnen (die im Rahmen eines anderen Projekts befragt worden waren). Knapp 70 Prozent der Befragten hielten bei Hitze den ganzen Tag die Fenster offen, was die Wohnungen zusätzlich aufheizt. Ein weiteres Produkt des Projekts war eine Toolbox zur Hitzeanpassung für Multiplikatorinnen (Mayrhuber u. a., 2016; Wanka u. a., 2016; Wiesböck u. a., 2016).

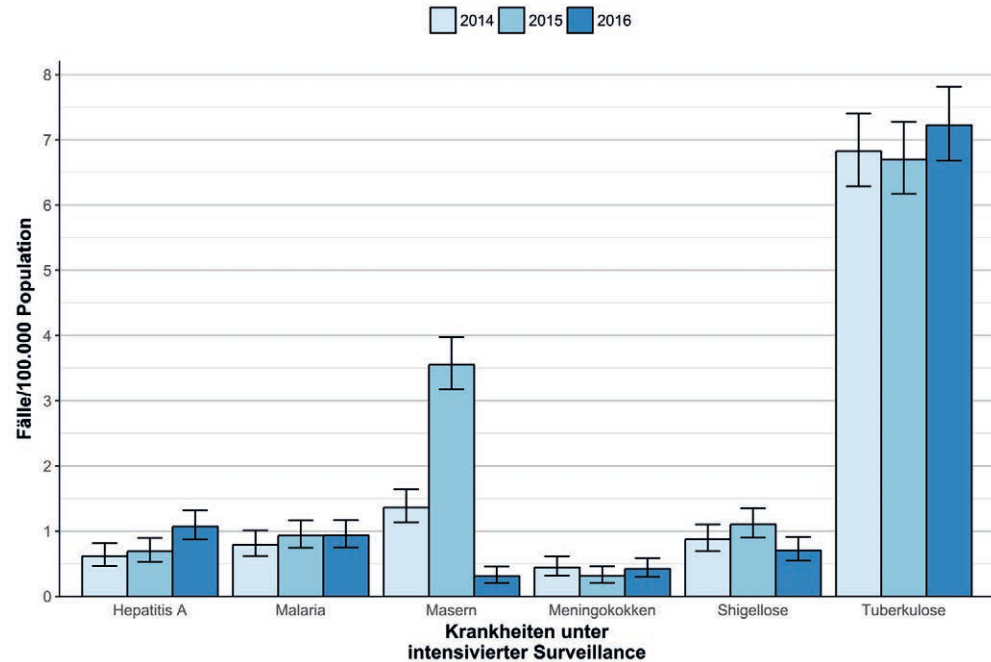
Infektionserkrankungen bei MigrantInnen

Migration und Wanderbewegungen haben viele Ursachen und Motive (Iversen u. a., 2012; Winch & Carment, 1989; Winter-Ebmer, 1994). Einzelne Personen mögen durchaus aus Abenteuerlust oder mit dem Ziel den eigenen Horizont zu erweitern, etwa zur Ausbildung und um die eigene Karriere zu fördern sowie aus verschiedenen persönlichen und anderen Umständen den Wohnort, den Staat oder gar den Kontinent wechseln. Wenn sich größere Bevölkerungsgruppen auf den Weg machen, werden deren Motive meist von überindividuellen Gründen bestimmt. Probleme im Herkunftsland, die zur Aufgabe des Wohnortes zwingen oder zumindest nachdrücklich motivieren, sind vielfältig und überlagern sich oft gegenseitig. Überbevölkerung, Misswirtschaft, Ausbeutung der natürlichen Ressourcen, feindliche Übergriffe von Nachbarstaaten oder von Parteien und Gruppen im eigenen Land, Konflikte und Benachteiligung wegen religiöser, ethnischer oder sonstiger Merkmale und unglückliche oder zynisch beabsichtigte Interventionen aus dem fernen Ausland, nicht zuletzt auch von europäischen Staaten und ihren mächtigen Interessengruppen, können Menschen unter anderem zur Aufgabe ihrer Heimat zwingen. Die Grenzen zwischen Konventions-, Wirtschafts- und Klimaflüchtlingen sind fließend. Oft hat der Klimawandel im Zusammenhang mit Misswirtschaft und mangelnder Anpassungsfähigkeit zuerst zu einer Landflucht geführt. Die urbanen Zentren konnten den Zustrom neuer Bewohner nicht verkraften und weder sanitär befriedigende Unterkünfte noch angemessene Arbeit bereitstellen. Ressourcenknappheit und Versagen der Eliten spielen oft eine wichtige Rolle. So können sich Unzufriedenheit, ethnische und religiöse Spannungen, Ausbeutung und Verzweiflung ausbreiten und letztendlich kriegerische Handlungen auslösen und Fluchtbewegungen begünstigen.

Die Flüchtlingsströme, die sich von Subsahara-Afrika und dem Horn von Afrika durch die Sahara, über das Mittelmeer oder über Landrouten aus Asien nach Europa bewegten, sind nicht ausschließlich dem Klimawandel zuzuordnen. Nichtsdestotrotz hat klimatischer Druck oft eine nicht unwesentliche Rolle gespielt (Bowles u. a., 2015; Butler, 2016; Kelley u. a., 2015) und Folgen des Klimawandels werden den Migrationsdruck in Zukunft verstärken.

Die Erfahrungen mit Flüchtlingswellen der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass Flüchtlinge durch materielle Notlagen und erlittene physische und psychische Traumata ein erhöhtes Risiko für den Erwerb von Infektionen im Vergleich zur ansässigen Bevölkerung haben. Asylwerbende MigrantInnen und insbesondere Kinder aus Herkunftsländern mit Beeinträchtigung der Gesundheitsversorgung zeichnen sich oft durch niedrigeren Impfschutz gegenüber den betreffenden Infektionskrankheiten aus. Bei nicht zufriedenstellender Durchimpfung in der ansässigen Bevölkerung, wie etwa gegen Masern, können sich importierte Infektionserreger, die besonders leicht übertragbar sind (z.B. via Tröpfcheninfektion), auf die ansässige Bevölkerung übertragen. Nichtsdestotrotz haben Infektionskrankheiten in der Flüchtlingspopula-

Abb. 3.10: Inzidenz per 100.000 Einwohner mit 95 % Konfidenzintervall von Hepatitis A, Malaria, Masern, invasive Meningokokken-Erkrankung, Shigellose und Tuberkulose in der österreichischen Bevölkerung (inkludiert Nativ-[in Österreich Geborene] und Nicht-Nativ-Bevölkerung) der Jahre mit starker Flüchtlingsbewegung (2015 und 2016) im Vergleich zu 2014.



tion gewöhnlich eine zu vernachlässigende Wirkung auf die Epidemiologie der Infektionskrankheiten in der Population des Host- und Transit-Landes (Castelli & Sulis, 2017).

Die führenden Herkunftsländer der Asylwerber in Österreich im Jahr 2015 und 2016 waren gemäß anteilmäßiger Verteilung die Hoch-TBC-Inzidenzländer (≥ 40 Fälle/100.000 Personen/Jahr) Afghanistan (2015: 29,4%; 2016: 28,8%), Pakistan (2015: 3,4%; 2016: 6%), Somalia (2015: 2,4%; 2016: 3,8%), die Russische Föderation (2015: 1,6%; 2016: 3,1%) und die Niedrig-TBC-Inzidenzländer Syrien (2015: 28,4%; 2016: 21,8%) und Irak (2015: 15,5%; 2016: 6,9%) (Indra & Schmid, 2017).

Die asylwerbenden MigrantInnen in Österreich werden in den Aufnahme-/Transitzentren medizinisch erstuntersucht, bei Bedarf therapeutisch betreut und auf manifeste Tuberkulose klinisch und radiologisch untersucht (*post-arrival-screening* auf aktive TBC für eine ehestmögliche Detektion eines importierten aktiven TBC-Falles). Kindern und Jugendlichen werden je nach Impfstatus die Masern-, Mumps-, Röteln-Impfung und die Vierfach-Impfung gegen Diphtherie, Tetanus, Polio und Keuchhusten angeboten.

Zusätzlich operiert seit September 2015 in den Aufnahme-/Transitzentren ein syndrombasiertes Surveillancesystem zur rechtzeitigen Entdeckung und Abklärung von Häufungen von Hautausschlägen, Atemwegserkrankungen, Durchfall, Fieber, akuter Gelbsucht und Tod unklarer Genese.

Im Rahmen des nationalen Surveillancesystems für meldepflichtige Infektionserkrankungen wurde für Masern, Tuberkulose, Hepatitis A, Shigellose, Rückfallfieber, Cholera, Diphtherie, Polio, Malaria, Typhus und Brucellose die epidemiologische Überwachung intensiviert. Auswahlkriterien hierfür waren das erhöhte Risiko für den Erwerb dieser Infek-

tionen in der Flüchtlingspopulation (ECDC, 2015a, 2015b), hohes Verbreitungspotential und der Status der Elimination in der ansässigen Population. Ziel der intensivierten Surveillance ist es, das Auftreten dieser Infektionskrankheiten über das erwartete Ausmaß in der heimischen Bevölkerung sowie ein gehäuftes Auftreten bei der asylwerbenden Migrantengruppe rechtzeitig zu erkennen und mit entsprechenden Maßnahmen zu kontrollieren. Die „enhanced“ Surveillance (verstärkte Überwachung) inkludiert eine zweimonatliche Auswertung der Fallzahlen nach Monat der Diagnose der ausgewählten Infektionskrankheiten und nach WHO-Region des Geburtslandes (Österreich, EU27/EEA/CH exklusive Österreich, WHO-Region Europa andere, WHO Östliches Mittelmeer, WHO Afrika, Restliche WHO Regionen) sowie die Schätzung der einjährigen Inzidenz in der österreichischen Bevölkerung bzw. nach WHO-Region des Herkunftslandes für die Jahre 2014, 2015 und 2016 im Vergleich. Abb. 3.10 illustriert die Inzidenz per 100.000 Einwohner von Hepatitis A, Malaria, Masern, invasive Meningokokken-Erkrankung, Shigellose und Tuberkulose in der österreichischen Bevölkerung (inkludiert Nativ-[in Österreich Geborene] und Nicht-Nativ-Bevölkerung Österreichs) in den Jahren mit starker Flüchtlingsbewegung (2015 und 2016) im Vergleich zu 2014.

Daten der intensivierten Surveillance zeigen keine signifikanten Änderungen in der einjährigen Inzidenz der invasiven Meningokokken-Erkrankung in der österreichischen Bevölkerung (wie oben definiert) und in der Nativbevölkerung (in Österreich Geborene) in den Jahren 2015 und 2016 im Vergleich zu 2014 (österreich. Nativ: 2014, 2015, 2016: 0,4, 0,3, 0,4 per 100.000 EW); auch wurden keine signifikanten Änderungen in der einjährigen Inzidenz der Shigellose in der österreichi-

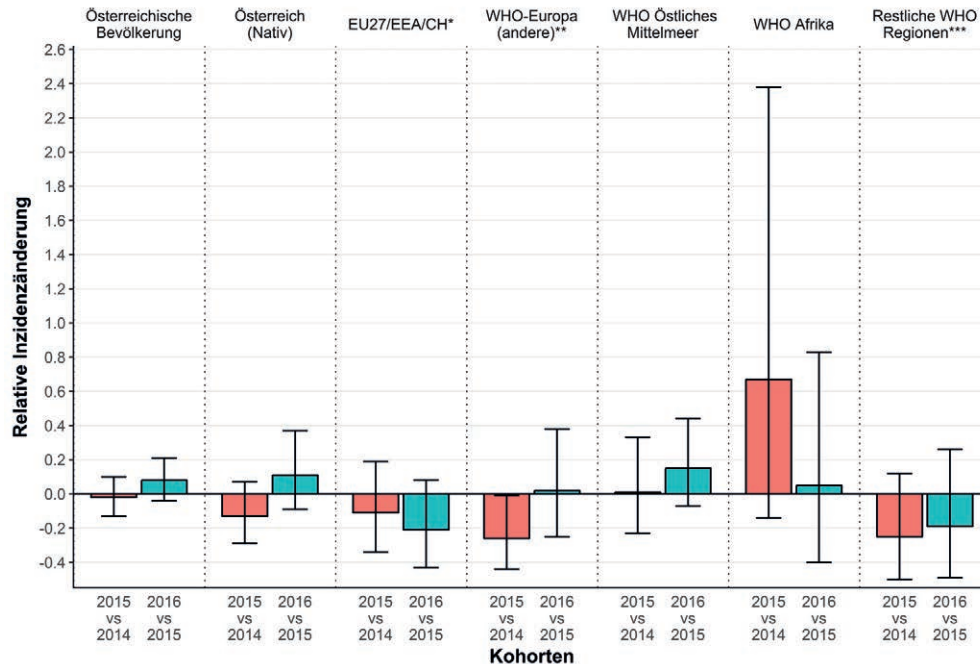


Abb. 3.11: Relative Änderung der TBC-Inzidenz/100.000 Einwohner und 95 % Konfidenzintervall des Jahres 2016 im Vergleich zum Jahr 2015 (blau) bzw. des Jahres 2015 im Vergleich zum Jahr 2014 (rot) der österreichischen Bevölkerung und der geburtsland-/geburtsregionspezifischen Bevölkerungsgruppen

* EU27/EEA/CH exklusive Österreich;

** WHO-Region Europa exklusive EU27/EEA/CH und Österreich;

*** WHO Regionen Amerika, Südostasien und West-Pazifik, sowie Länder ohne WHO-Mitgliedschaft

chischen Nativbevölkerung festgestellt (2014, 2015 und 2016: 0,9, 0,8 und 0,7 per 100.000 EW), trotz gehäuftem Auftreten dieser Erkrankung in der Flüchtlingspopulation in den Aufnahme-/Transitzentren in Österreich im Jahr 2015. Ähnliches wurde auch für Hepatitis A beobachtet: gleichbleibende Inzidenz in den Jahren 2014 und 2015 in der österreichischen Nativbevölkerung (2014, 2015: 0,5 per 100.000 EW) bei Häufungen von Hepatitis A im Jahr 2015 bei Kindern in der asylwerbenden Bevölkerung. Der Anstieg von Hepatitis A im Jahr 2016 in der österreichischen Nativbevölkerung und die Häufungen von Hepatitis A im Jahr 2016 bei Kindern in der asylwerbenden Bevölkerung sind epidemiologisch voneinander unabhängig. Der 3,1-fache Anstieg der Masern-Inzidenz in der österreichischen Nativbevölkerung im Jahr 2015 im Vergleich zu 2014 und der starke Rückgang im Jahr 2016 ist nicht von der Masernaktivität in der asylwerbenden Bevölkerung Österreichs beeinflusst (Abb. 3.10).

Die Inzidenz der TBC in der österreichischen Bevölkerung (wie oben definiert) des Jahres 2016 unterschied sich von jener des Jahres 2015 um +8 % (95 %KI: -4 %; 21 %) und die in 2015 von 2014 um -2 % (95 %KI: -13 %; 10 %).

Abb. 3.11 stellt die relativen Änderungen in der TBC-Inzidenz per 100.000 Einwohner mit 95 % Konfidenzintervall des Jahres 2016 im Vergleich zum Jahr 2015 (blau) bzw. des Jahres 2015 im Vergleich zum Jahr 2014 (rot) der österreichischen Bevölkerung (wie oben definiert) und der Bevölkerungsgruppen nach WHO-Region des Geburtslandes dar.

Im Vergleich zu 2014 war die TBC Inzidenz 2015 in der österreichischen Nativbevölkerung um 13 % niedriger (95 %KI: -29 %; +7 %) und in der Bevölkerungsgruppe von

der WHO-Region Östliches Mittelmeer um 1 % (95 %KI: -23 %; +33 %) höher sowie in der Bevölkerungsgruppe aus der WHO Region Afrika um 67 % höher (95 %KI: -14 %; +238 %). Im Jahr 2016 im Vergleich zu 2015 war die TBC-Inzidenz in der österreichischen Nativbevölkerung und in der Bevölkerungsgruppe kommend von der WHO-Region Östliches Mittelmeer um 12 % (95 %KI: -9 %; +38 %) bzw. um 15 % (95 %KI: -8 %; +43 %) höher. Für die Bevölkerungsgruppe von der WHO Region Afrika beobachtete man im Jahr 2016 eine TBC-Inzidenz, die sich um +5 % von der im Jahr 2015 unterschied (95 %KI: -40 %; +83 %). Für die anderen WHO Regionen beobachtete man im Jahr 2015 im Vergleich zu 2014 (EU27/EEA/CH exklusive Österreich, WHO-Region Europa andere und restliche WHO Regionen) niedrigere Inzidenzen und im Jahr 2016 im Vergleich zu 2015 geringere oder beinahe gleich bleibende Inzidenzen.

In der österreichischen Nativbevölkerung zeigte sich der sinkende 2008–2016 Langzeittrend mit einem jährlichen Rückgang von 5 Fällen/1 Million Einwohner etwas verflacht im Vergleich zum 2008–2015 Langzeittrend (Rückgang: 5,5 Fälle/1 Million Einwohner/Jahr), bedingt durch eine Inzidenz 2016 von 2,9/100.000 Einwohner der Nativbevölkerung im Vergleich zu 2,5/100.000 im Jahr 2015 und 2,9/100.000 im Jahr 2014.

Mittels Kaplan-Meier Analysen wurden kumulierte TBC-Erkrankungswahrscheinlichkeiten bei den Asylwerberkohorten der Einreisejahre 2014, 2015 und 2016 geschätzt. Dabei zeigte sich eine signifikant niedrigere TBC-Wahrscheinlichkeit in 2015 im Vergleich zu 2014 und 2016. Dies ist einerseits auf den hohen Anteil von Asylwerbenden aus Niedrig-

TBC-Inzidenzländern in der Einreisekohorte von 2015 zurückzuführen (44 % der Asylwerber kamen aus Syrien und dem Irak), andererseits auf eine ungewöhnlich niedrige TBC-Morbidität in einzelnen herkunftslandspezifischen Asylwerberkohorten von Hoch-TBC-Inzidenzländern (wie die Russische Föderation & Somalia).

Für die Jahre 2015 und 2016 gibt es derzeit weder einen epidemiologischen noch einen molekularbiologischen Hinweis auf TBC-Übertragung von der asylwerbenden Population in Österreich auf die ansässige Bevölkerung (Indra & Schmid, 2017).

Die vorliegenden Daten der intensivierten Surveillance von Infektionskrankheiten in Österreich, die unter dem Aspekt der infektionsepidemiologischen Relevanz im Rahmen der verstärkten Flüchtlingsbewegung der Jahre 2015 und 2016 ausgewählt wurden, unterstützen die Schlussfolgerung von zahlreichen Beobachtungen zu Infektionskrankheiten und Migration: Die epidemiologische Entwicklung von Infektionskrankheiten in der einheimischen Bevölkerung des Gastlandes ist nicht systemisch mit Migration assoziiert (Castelli & Sulis, 2017; ECDC, 2015a).

Es ist natürlich auch unabhängig von Klimawandel und Flüchtlingsbewegungen ein reger globaler Reiseverkehr zu beobachten. Handel und Tourismus spielen bei der weltweiten Verbreitung von Infektionskrankheiten eine wichtige Rolle (Mangili & Gendreau, 2005; Silverman & Gendreau, 2009) und die österreichischen Gesundheitsdienste müssen daher jederzeit für hierzulande bisher unbekannte Infektionskrankheiten oder eine Änderung im Resistenzmuster vertrauter Keime bereit sein.

3.4.3 Zusammenfassende Bewertung

Menschen besiedeln seit der Steinzeit alle Klimazonen von den Tropen bis in die arktischen Gebiete und sind in einem weiten Temperaturbereich überraschend anpassungsfähig. Letztendlich sind der Anpassung aber Grenzen gesetzt. Bereits jetzt gibt es Weltgegenden, wo Individuen und die meisten Säugetiere nicht das ganze Jahr über ohne technische Hilfsmittel (Klimatisierung) überleben können, wobei neben der Temperatur auch der Luftfeuchtigkeit eine wichtige Rolle zukommt. Gebiete, die zu heiß zum permanenten Leben sind, werden sich in Zukunft ausdehnen, wenngleich im Alpenraum in naher und auch mittelfristiger Zukunft sicher nicht so extreme Klimaänderungen zu erwarten sind.

Obwohl der Alpenraum im Vergleich zu anderen Weltgegenden weniger stark vom Klimawandel direkt betroffen sein wird, wird Österreich dennoch mit Klimafolgeschäden in anderen Weltgegenden konfrontiert sein, entweder bei Hilfseinsätzen vor Ort oder durch MigrantInnen. Der globale Wandel, der nur zum Teil auf den Klimawandel zurückzuführen ist, wird auch das österreichische Gesundheitssystem vor neue und große Herausforderungen stellen. Im Detail sind

die Folgen aber nicht vorhersehbar, da zu viele andere unzureichend kontrollierbare Faktoren eine wichtige Rolle spielen.

Angst vor der Einschleppung von Infektionskrankheiten und diffuse Vorstellungen von kultureller „Überfremdung“ stehen im Mittelpunkt medialer Berichterstattung über Migration. Die aktuellen Daten, die sich nicht unbedingt auf Klimaflüchtlinge beziehen, aber sehr wohl auch auf diese anwendbar sind, weisen nicht auf eine relevante Infektionsgefahr für die autochthone Bevölkerung hin. Vielmehr sollten die Betreuung und die Gesundheit der MigrantInnen im Mittelpunkt des Interesses stehen. Hier sind Infektionskrankheiten und ihre entsprechende Therapie und Prophylaxe (Impfstatus) zu beachten. Der Schwerpunkt wird aber wahrscheinlich auf psychischen Traumata als Fluchtgrund und als Folge der Fluchtbedingungen liegen. Die Ausführungen zu posttraumatischen Störungen, die in anderem Zusammenhang in Kapitel 3.2.2 angesprochen wurden, gelten auch hier.

3.5 Gesundheitsfolgen der demographischen Entwicklungen

Mit 31.10.2011 hatte Österreich 8.401.940 EinwohnerInnen (Statistik Austria, 2016). Der Anteil an Kindern und Jugendlichen (< 20 Jahre) ist gesunken; dem steht ein Anstieg der Bevölkerung im nicht mehr erwerbsfähigen Alter (> 65 Jahre) gegenüber. Ein Rückgang der Bevölkerung im Haupterwerbsalter (20–64 Jahre) wurde seit 2001 durch Zuwanderung verhindert. Nichtsdestotrotz steuert Österreich weiterhin auf eine Überalterung der Gesellschaft zu. Man muss damit rechnen, dass im Jahr 2050 27 % der Bevölkerung älter als 65 Jahre sein werden (OECD, 2015). Ursachen für diese Veränderungen sind neben dem Geburtenrückgang auch eine steigende Lebenserwartung.

Diese demographische Veränderung stellt schon jetzt, aber zunehmend in Zukunft eine Herausforderung für Pensionssicherungsmodelle, Gesundheitssysteme und Betreuungssysteme dar. Die öffentlichen Ausgaben für Langzeitpflege im stationärem Bereich sind in Österreich zwischen 2005 und 2015 um 4,7 % angestiegen und betrugen 2013 1,2 % des BIPs (OECD, 2015).

3.5.1 Erkrankungen des höheren Lebensalters

Parallel zur zunehmenden Alterung der Bevölkerung wird man mit einem Anstieg der Inzidenz an chronischen Erkrankungen wie Demenz, Atemwegserkrankungen, Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Malignomen mit allen ihren Folgeer-

scheinungen zu rechnen haben. Diese Patientengruppe benötigt eine spezielle interdisziplinäre Versorgung mit dem Ziel des Erhalts bzw. der Verbesserung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (Fitzmaurice u. a., 2017; Gakidou u. a., 2017; Soobiah u. a., 2017). Mehr als die Hälfte der über 65-Jährigen geben Einschränkungen des täglichen Lebens an (OECD, 2015). Durch verbesserte medizinische Versorgung, Screening Programme und Entwicklungen in der Therapie von chronischen Erkrankungen und Malignomen steigt somit auch parallel die Prävalenz.

Aus einer Studie des Hauptverbandes und der GKK Salzburg (BMG & Gesundheit Österreich GmbH, 2012) geht hervor, dass mehr als die Hälfte der psychisch Erkrankten älter als 60 Jahre sind. In einer Langzeitstudie (Jung u. a., 2007) wurden rund 600 75-jährige BewohnerInnen zweier Wiener Bezirke auf Depression untersucht: 16,5 % litten an einer mehr oder weniger starken Depression. Europäische Vergleichsstudien finden bei 10–17 % eine Depression. Auffällig war, dass mit zunehmendem Alter auch depressive Erkrankungen zunahmen. In einer Nachuntersuchung 30 Monate später konnte eine Verdoppelung der *Minor Depression* und eine Verdreifachung von Subsyndromalen Depressionen festgestellt werden.

3.5.2 Kosten

Seit 1990 sind in Österreich die staatlichen Ausgaben im Gesundheitssystem stetig gestiegen. Im Jahr 2013 betrugen die öffentlichen Gesundheitsausgaben insgesamt 34,9 Milliarden Euro, bzw. 10,8 % des BIP. Davon waren 26,2 Milliarden Euro bzw. 75,2 % öffentliche Ausgaben (Statistik Austria, 2018). Kostentreiber sind neben den stationären Behandlungen (35 % der Gesundheitsausgaben), ambulante Behandlungen (29 % der Gesundheitsausgaben) und Langzeitpflege (15 % der Gesundheitsausgaben). Hinzu kommen steigende Ausgaben für Medikamente, vor allem für moderne Tumorthérapien.

Durch zunehmende Bevölkerungsalterung und andere demographische Veränderungen kommt es zu Kostenveränderungen in den Gesundheitsausgaben. Hinzu kommen neue Technologien und damit ein Potential für einen Kostenanstieg durch Inanspruchnahme derselben, was wiederum mit Auswirkungen auf das Gesamtüberleben von Erkrankten verbunden ist.

Ökonomie in der Medizin darf kein Tabu sein, auch nicht bei chronisch kranken PatientInnen oder PatientInnen am Ende des Lebens. In Zeiten der Knappheit im Gesundheitswesen muss der Einsatz der zur Verfügung stehenden Ressourcen kontinuierlich optimiert werden.

Die OECD (OECD, 2015) berichtet, dass psychische Erkrankungen in Österreich rund 3,5 % des Bruttoinlandsprodukts (BIP), also etwa elf Milliarden Euro kosten. Sie stellt kritisch fest, dass trotzdem die Versorgung psychisch Kranker nur ungenügend verfolgt werde. Des Weiteren fordert der

Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger in seinem Bericht (BMG & Gesundheit Österreich GmbH, 2012; BMGF, 2016), dass der Gesundheitsförderung und Prävention mehr Beachtung geschenkt werden muss. Bei Depressionen im höheren Lebensalter (ab 65 Jahre) soll Betroffenen eine Psychotherapie angeboten werden (S3-Leitlinie/Nationale Versorgungsleitlinie Unipolare Depression für Deutschland der Deutschen Gesellschaft für Psychiatrie, 2009). Bei schweren Formen einer Depression im Alter sollte eine Kombination aus Pharmako- und Psychotherapie angeboten werden (Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie, 2009; Kasper u. a., 2012). Bei leichten kognitiven Einschränkungen und einer Depression im Alter sollte eine Psychotherapie (bevorzugt als Einzeltherapie) offeriert werden (Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie, 2009). Wichtig ist, da Psychotherapie auch einen wesentlichen Einfluss auf die Stabilität des Behandlungserfolgs und auf die Prävention von Rückfällen hat, dass diese bereits in der Akutphase begonnen wird, um Bewältigungsstrategien zu entwickeln und Auslöser erkennen zu lernen. Dadurch ist die Veränderung von Mustern, der Zugewinn an Umgangsmöglichkeiten und letztlich eine nachhaltige Wirkung zu erreichen, wie Befunde aus der Präventionsforschung und Psychotherapieforschung nachweisen.

3.5.3 Zusammenfassende Bewertung

Das Gesundheitssystem sieht sich demographischen Herausforderungen gegenüber. Das betrifft sowohl die Alterung der AkteurInnen im Gesundheitssystem als auch in der Bevölkerung. Eine steigende Lebenserwartung ist als Zeichen einer gesünderen Bevölkerung zu begrüßen: höhere individuelle Lebenserwartung geht in der Regel mit einer höheren Lebenserwartung in Gesundheit einher. Das Durchschnittsalter der Bevölkerung hängt aber auch von der Geburtenrate ab, die rückläufig ist bzw. auf einem niedrigen Niveau stabil. Die Leistungsfähigkeit der österreichischen Gesellschaft wie des Gesundheitssystems kann daher langfristig nur durch Zuwanderung aufrechterhalten werden. Die Angebote des Gesundheitssystems müssen sich an die Altersverteilung in der Bevölkerung anpassen.

Literaturverzeichnis

- Adam-Passardi, V. (2014). Die Flutkatastrophe in Niederösterreich 2002. In O. Grün & A. Schenker-Wicki (Hrsg.), *Katastrophenmanagement* (S. 103–115). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH. (2018). Grippe. Abgerufen 9. August 2018, von <https://www.ages.at/themen/krankheitserreger/grippe/mortalitaet/>

- Ahsan, R., Karuppannan, S., & Kellett, J. (2011). Climate Migration and Urban Planning System: A Study of Bangladesh. *Environmental Justice*, 4(3), 163–170. <https://doi.org/10.1089/env.2011.0005>
- Anastario, M. P., Larrance, R., & Lawry, L. (2008). Using Mental Health Indicators to Identify Postdisaster Gender-Based Violence among Women Displaced by Hurricane Katrina. *Journal of Women's Health*, 17(9), 1437–1444. <https://doi.org/10.1089/jwh.2007.0694>
- APCC – Austrian Panel on Climate Change. (2014). Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014: Austrian assessment report 2014 (AAR14). Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Armstrong, B., Bell, M. L., de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, M., Leon Guo, Y.-L., Guo, Y., Goodman, P., ... Gasparrini, A. (2017). Longer-Term Impact of High and Low Temperature on Mortality: An International Study to Clarify Length of Mortality Displacement. *Environmental health perspectives*, 125(10), 107009. <https://doi.org/10.1289/EHP1756>
- Aspöck, H., & Walochnik, J. (2014). Durch blutsaugende Insekten und Zecken übertragene Krankheitserreger des Menschen in Mitteleuropa aus der Sicht von Klimawandel und Globalisierung. *Gredleriana*, 14, 61–98.
- Astrom, D. O., Forsberg, B., & Rocklöv, J. (2011). Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: a review of recent studies. *Maturitas*, 69(2), 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2011.03.008>
- Aydinalp, C., & Cresser, M. S. (2008). The Effects of Global Climate Change on Agriculture. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 3(5), 672–676.
- Baker-Austin, C., Trinanès, J. A., Taylor, N. G. H., Hartnell, R., Siitonen, A., & Martínez-Urtaza, J. (2013). Emerging *Vibrio* risk at high latitudes in response to ocean warming. *Nature Climate Change*, 3(1), 73–77. <http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1628>
- Baker-Austin, C., Trinanès, J. A., Salmenlinna, S., Lofdahl, M., Siitonen, A., Taylor, N. G. H., & Martínez-Urtaza, J. (2016). Heat Wave-Associated Vibriosis, Sweden and Finland, 2014. *Emerging infectious diseases*, 22(7), 1216–1220. <https://doi.org/10.3201/eid2207.151996>
- Baker-Austin, C., Trinanès, J., Gonzalez-Escalona, N., & Martínez-Urtaza, J. (2017). Non-Cholera Vibrios: The Microbial Barometer of Climate Change. *Trends in microbiology*, 25(1), 76–84. <https://doi.org/10.1016/j.tim.2016.09.008>
- Battilani, P., Rossi, V., Giorni, P., Pietri, A., Guala, A., Van der Fels-Klerx, H. J., ... Brera, C. (2012). Modelling, predicting and mapping the emergence of aflatoxins in cereals in the EU due to climate change. *EFSA Supporting Publications*, 9(1), EN-223. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2012.EN-223>
- Bayram, H., Bauer, A. K., Abdalati, W., Carlsten, C., Pinkerton, K. E., Thurston, G. D., ... Takaro, T. K. (2017). Environment, Global Climate Change, and Cardiopulmonary Health. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 195(6), 718–724. <https://doi.org/10.1164/rccm.201604-0687PP>
- Beck, I., Jochner, S., Gilles, S., McIntyre, M., Buters, J. T. M., Schmidt-Weber, C., ... Traidl-Hoffmann, C. (2013). High Environmental Ozone Levels Lead to Enhanced Allergenicity of Birch Pollen. *PLoS ONE*, 8(11), 1–7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0080147>
- Beltran, A. J., Wu, J., & Laurent, O. (2014). Associations of meteorology with adverse pregnancy outcomes: a systematic review of preeclampsia, preterm birth and birth weight. *International journal of environmental research and public health*, 11(1), 91–172. <https://doi.org/10.3390/ijerph110100091>
- Bentham, G., & Langford, I. H. (2001). Environmental temperatures and the incidence of food poisoning in England and Wales. *International Journal of Biometeorology*, 45(1), 22–26. <https://doi.org/10.1007/s004840000083>
- Berg, H. (1950). Die Wirkung des Föhns auf den menschlichen Organismus. *Geofisica pura e applicata*, 17(3–4), 104–111. <https://doi.org/10.1007/BF02018347>
- Bergsteigen.com. (2016). Weniger Unfälle im Winter 2015/16. Abgerufen 9. August 2018, von <https://www.bergsteigen.com/news/neuigkeiten/weniger-unfaelle-im-winter-201516/>
- Bernstein, A. S., & Rice, M. B. (2013). Lungs in a warming world: climate change and respiratory health. *Chest*, 143(5), 1455–1459. <https://doi.org/10.1378/chest.12-2384>
- Berry, H. L., Bowen, K., & Kjellstrom, T. (2010). Climate change and mental health: a causal pathways framework. *International Journal of Public Health*, 55(2), 123–132. <https://doi.org/10.1007/s00038-009-0112-0>
- BMG – Bundesministerium für Gesundheit. (2015). Österreichischer Trinkwasserbericht 2011–2013. Wien: Bundesministerium für Gesundheit. Abgerufen von https://www.bmgf.gv.at/cms/home/attachments/2/3/7/CH1254/CMS1069238654727/trinkwasserbericht_20150318.pdf
- BMG – Bundesministerium für Gesundheit, & Gesundheit Österreich GmbH. (2012). Österreichischer Strukturplan Gesundheit 2012. Wien: Bundesministerium für Gesundheit. Abgerufen von www.burgef.at/fileadmin/daten/burgef/Berichte/OESG_2012.pdf
- BMGF – Bundesministerium für Gesundheit und Frauen. (2016). Hospiz- und Palliativversorgung in Österreich. Wien: Bundesministerium für Gesundheit und Frauen. Abgerufen von https://www.bmgf.gv.at/home/Gesundheit/Gesundheitssystem_Qualitaetssicherung/Planung_und_spezielle_Versorgungsbereiche/Hospiz_und_Palliativversorgung_in_Oesterreich
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft. (2014). Biodiversitäts-Strategie Österreich 2020+. Vielfalt erhalten – Lebensqualität und Wohlstand für uns und zukünftige Generationen sichern! Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

- schaft. Abgerufen von https://www.bmnt.gv.at/dam/jcr:7dd9ff6f-1a39-4f77-8c51-6dceaf6b195f/Biodiversit%C3%A4tsstrategie2020_dt.pdf
- Bogdal, C., Schmid, P., Zennegg, M., Anselmetti, F. S., Scherlinger, M., & Hungerbühler, K. (2009). Blast from the Past: Melting Glaciers as a Relevant Source for Persistent Organic Pollutants. *Environmental Science & Technology*, 43(21), 8173–8177. <https://doi.org/10.1021/es901628x>
- Bonnie, D., & Tyler, G. (2009). Confronting a rising tide: A proposal for a convention on Climate change refugees. *The Harvard Environmental Law Review*, 33(2), 349–403.
- Botana, L. M. (2016). Toxicological Perspective on Climate Change: Aquatic Toxins. *Chemical Research in Toxicology*, 29(4), 619–625. <https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.6b00020>
- Bowles, D. C., Butler, C. D., & Morisetti, N. (2015). Climate change, conflict and health. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 108(10), 390–395. <https://doi.org/10.1177/0141076815603234>
- Buckley, J. P., Samet, J. M., & Richardson, D. B. (2014). Commentary: Does air pollution confound studies of temperature? *Epidemiology*, 25(2), 242–245. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000000051>
- Bunker, A., Wildenhain, J., Vandenbergh, A., Henschke, N., Rocklöv, J., Hajat, S., & Sauerborn, R. (2016). Effects of Air Temperature on Climate-Sensitive Mortality and Morbidity Outcomes in the Elderly; a Systematic Review and Meta-analysis of Epidemiological Evidence. *EBio-Medicine*, 6, 258–268. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.02.034>
- Bunz, M., & Mücke, H.-G. (2017). Klimawandel – physische und psychische Folgen. *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz*, 60(6), 632–639. <https://doi.org/10.1007/s00103-017-2548-3>
- Burbach, G. J., Heinzerling, L. M., Edenharter, G., Bachert, C., Bindeslev-Jensen, C., Bonini, S., ... Zuberbier, T. (2009). GA2LEN skin test study II: clinical relevance of inhalant allergen sensitizations in Europe. *Allergy*, 64(10), 1507–1515. <https://doi.org/10.1111/j.1398-9995.2009.02089.x>
- Burke, S. E. L., Sanson, A. V., & Van Hoorn, J. (2018). The Psychological Effects of Climate Change on Children. *Current Psychiatry Reports*, 20(5), 35. <https://doi.org/10.1007/s11920-018-0896-9>
- Butler, C. (2016). Sounding the Alarm: Health in the Anthropocene. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(7), 665. <https://doi.org/10.3390/ijerph13070665>
- Butler, C. D., & Harley, D. (2010). Primary, secondary and tertiary effects of eco-climatic change: the medical response. *Postgraduate Medical Journal*, 86(1014), 230–234. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2009.082727>
- Cadar, D., Maier, P., Muller, S., Kress, J., Chudy, M., Bialonski, A., ... Schmidt-Chanasit, J. (2017). Blood donor screening for West Nile virus (WNV) revealed acute Usutu virus (USUV) infection, Germany, September 2016. *Eurosurveillance*, 22(14), 30501. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2017.22.14.30501>
- Caspi, A., Houts, R. M., Belsky, D. W., Goldman-Mellor, S. J., Harrington, H., Israel, S., ... Moffitt, T. E. (2014). The p Factor: One General Psychopathology Factor in the Structure of Psychiatric Disorders? *Clinical Psychological Science*, 2(2), 119–137. <https://doi.org/10.1177/2167702613497473>
- Castelli, F., & Sulis, G. (2017). Migration and infectious diseases. *Clinical Microbiology and Infection: The Official Publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 23(5), 283–289. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2017.03.012>
- Chakraborty, S., & Newton, A. C. (2011). Climate change, plant diseases and food security: an overview: Climate change and food security. *Plant Pathology*, 60(1), 2–14. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02411.x>
- Chen, L., & Liu, A. (2015). The Incidence of Posttraumatic Stress Disorder After Floods: A Meta-Analysis. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 9(3), 329–333. <https://doi.org/10.1017/dmp.2015.17>
- Chew, G. L., Wilson, J., Rabito, F. A., Grimsley, F., Iqbal, S., Reponen, T., ... Morley, R. L. (2006). Mold and Endotoxin Levels in the Aftermath of Hurricane Katrina: A Pilot Project of Homes in New Orleans Undergoing Renovation. *Environmental Health Perspectives*, 114(12), 1883–1889. <https://doi.org/10.1289/ehp.9258>
- Clayton, S., Manning, C. M., Krygsmann, K., & Speiser, M. (2017). Mental Health and Our Changing Climate: Impacts, Implications, and Guidance. Washington D.C.: American Psychological Association, Climate for Health, ecoAmerica. Abgerufen von <http://www.cridlac.org/digitalizacion/pdf/eng/doc19764/doc19764-contenido.pdf>
- Clayton, S., Devine-Wright, P., Stern, P. C., Whitmarsh, L., Carrico, A., Steg, L., ... Bonnes, M. (2015). Psychological research and global climate change. *Nature Climate Change*, 5, 640–646. <https://doi.org/10.1038/nclimate2622>
- Cobham, V. E., & McDermott, B. (2014). Perceived Parenting Change and Child Posttraumatic Stress Following a Natural Disaster. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 24(1), 18–23. <https://doi.org/10.1089/cap.2013.0051>
- Cole, P. M., & Putnam, F. W. (1992). Effect of incest on self and social functioning: a developmental psychopathology perspective. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 60(2), 174–184. <http://dx.doi.org/10.1037/0022-006X.60.2.174>
- Comtois, P., & Gagnon, L. (1988). Concentration pollinique et fréquence des symptômes de pollinose : une méthode pour déterminer les seuils cliniques. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 28(4), 279–286. [https://doi.org/10.1016/S0335-7457\(88\)80046-7](https://doi.org/10.1016/S0335-7457(88)80046-7)

- Cummings, K. J., Van Sickle, D., Rao, C. Y., Riggs, M. A., Brown, C. M., & Moolenaar, R. L. (2010). Knowledge, Attitudes, and Practices Related to Mold Exposure Among Residents and Remediation Workers in Posthurricane New Orleans. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 6(3), 101–108. <https://doi.org/10.3200/AEOH.61.3.101-108>
- Curl, C. L., Beresford, S. A. A., Fenske, R. A., Fitzpatrick, A. L., Lu, C., Nettleton, J. A., & Kaufman, J. D. (2015). Estimating Pesticide Exposure from Dietary Intake and Organic Food Choices: The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *Environmental Health Perspectives*, 123(5), 475–483. <https://doi.org/10.1289/ehp.1408197>
- Curtis, S., Fair, A., Wistow, J., Val, D. V., & Oven, K. (2017). Impact of extreme weather events and climate change for health and social care systems. *Environmental Health*, 16(1), 128. <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0324-3>
- D'Amato, G., Holgate, S. T., Pawankar, R., Ledford, D. K., Cecchi, L., Al-Ahmad, M., ... Annesi-Maesano, I. (2015). Meteorological conditions, climate change, new emerging factors, and asthma and related allergic disorders. A statement of the World Allergy Organization. *World Allergy Organization Journal*, 8, 73. <https://doi.org/10.1186/s40413-015-0073-0>
- Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie. (2009). S3-Leitlinie / Nationale Versorgungsleitlinie Unipolare Depression. Langfassung (1. Auflage, Version 5 ed.). Berlin: Deutsche Gesellschaft für Psychiatrie. Abgerufen von <https://www.leitlinien.de/mdb/downloads/nvl/depression/archiv/depression-1aufl-vers5-lang.pdf>
- Dokulil, M. T., Teubner, K., Jagsch, A., Nickus, U., Adrian, R., Straile, D., ... Padisak, J. (2010). The impact of climate change on lakes in Central Europe. In D. D. (Hrsg.), *The Impact of Climate Change on European Lakes* (Bd. 4, S. 387–409). Dordrecht: Springer.
- Donoghue, E. R., Graham, M. A., Jentzen, J. M., Lifschultz, B. D., Luke, J. L., & Mirchandani, H. G. (1997). Criteria for the diagnosis of heat-related deaths: National Association of Medical Examiners. Position paper. National Association of Medical Examiners Ad Hoc Committee on the Definition of Heat-Related Fatalities. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 18(1), 11–14.
- Dousset, B., Gourmelon, F., Laaidi, K., Zeghnoun, A., Giraudet, E., Bretin, P., ... Vandentorren, S. (2011). Satellite monitoring of summer heat waves in the Paris metropolitan area. *International Journal of Climatology*, 31(2), 313–323. <https://doi.org/10.1002/joc.2222>
- Durkin, M. S., Khan, N., Davidson, L. L., Zaman, S. S., & Stein, Z. A. (1993). The effects of a natural disaster on child behavior: evidence for posttraumatic stress. *American Journal of Public Health*, 83(11), 1549–1553. <https://doi.org/10.2105/AJPH.83.11.1549>
- Duscher, G. G., Feiler, A., Leschnik, M., & Joachim, A. (2013). Seasonal and spatial distribution of ixodid tick species feeding on naturally infested dogs from Eastern Austria and the influence of acaricides/repellents on these parameters. *Parasites & Vectors*, 6(1), 76. <https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-76>
- Duscher, G. G., Hodžić, A., Weiler, M., Vaux, A. G. C., Rudolf, I., Sixl, W., ... Hubálek, Z. (2016). First report of *Rickettsia raoultii* in field collected *Dermacentor reticulatus* ticks from Austria. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 7(5), 720–722. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2016.02.022>
- ECDC – European Centre for Disease Prevention and Control. (2012). The climatic suitability for dengue transmission in continental Europe. Stockholm: ECDC. Abgerufen von <http://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/media/en/publications/Publications/TER-Climatic-suitability-dengue.pdf>
- ECDC – European Centre for Disease Prevention and Control. (2015a). Expert Opinion on the public health needs of irregular migrants, refugees or asylum seekers across the EU's southern and south-eastern borders. Stockholm: ECDC. Abgerufen von <http://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/media/en/publications/Publications/Expert-opinion-irregular-migrants-public-health-needs-Sept-2015.pdf>
- ECDC – European Centre for Disease Prevention and Control. (2015b). Risk of importation and spread of malaria and other vector-borne diseases associated with the arrival of migrants to the EU. ECDC. Abgerufen von <http://ecdc.europa.eu/sites/portal/files/media/en/publications/Publications/risk-malaria-vector-borne-diseases-associated-with-migrants-october-2015.pdf>
- Eddleston, M., Karalliedde, L., Buckley, N., Fernando, R., Hutchinson, G., Isbister, G., ... Smit, L. (2002). Pesticide poisoning in the developing world—a minimum pesticides list. *The Lancet*, 360(9340), 1163–1167. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)11204-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)11204-9)
- EEA – European Environment Agency. (2014). Qualität der europäischen Badegewässer 2013. Luxemburg: Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union.
- Eis, D., Helm, D., Laußmann, D., & Stark, K. (2010). Klimawandel und Gesundheit. Ein Sachstandsbericht. Berlin: Robert Koch-Institut.
- Engel, L. S., Werder, E., Satagopan, J., Blair, A., Hoppin, J. A., Koutros, S., ... Beane Freeman, L. E. (2017). Insecticide Use and Breast Cancer Risk among Farmers' Wives in the Agricultural Health Study. *Environmental Health Perspectives*, 125(9), 097002. <https://doi.org/10.1289/EHP1295>
- EuroMOMO. (2018). Homepage. Abgerufen 30. August 2018, von <https://www.euromomo.eu/>
- FAO – Food and Agriculture Organization. (2003). Trade Reforms and Food Security. Conceptualizing the linkages. Rom: FAO. Abgerufen von www.fao.org/3/a-y4671e.pdf
- FAO – Food and Agriculture Organization. (2008). Changing structure of global food consumption and trade. In High-level conference on world food security: The challenges of climate change and bioenergy. Report of the Conference. Reinbek: FAO. Abgerufen von www.fao.org

- org/fileadmin/user_upload/foodclimate/HLCdocs/HLC08-Rep-E.pdf
- FAO – Food and Agriculture Organization, IFAD – International Fund for Agricultural Development, & WFP – World Food Programme. (2015). *The State of Food Insecurity in the World: Meeting the 2015 International Hunger Targets: Taking Stock of Uneven Progress*. Rom: FAO, IFAD, WFP. Abgerufen von www.fao.org/3/a-i4646e.pdf
- FAO – Food and Agriculture Organization, & PAR – Platform for Agrobiodiversity Research. (2011). *Biodiversity for Food and Agriculture. Contributing to food security and sustainability in a changing world*. Rom: FAO, PAR. Abgerufen von http://www.fao.org/fileadmin/templates/biodiversity_paia/PAR-FAO-book_lr.pdf
- Fischer, D., Thomas, S., & Beierkuhnlein, C. (2010). Climate Change Effects on Vector-Borne Diseases in Europe. *Nova Acta Leopoldina*, 112(384), 99107.
- Fitzmaurice, C., Allen, C., Barber, R. M., Barregard, L., Bhutta, Z. A., Brenner, H., ... Naghavi, M. (2017). Global, Regional, and National Cancer Incidence, Mortality, Years of Life Lost, Years Lived With Disability, and Disability-Adjusted Life-years for 32 Cancer Groups, 1990 to 2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study. *JAMA Oncology*, 3(4), 524–548.
- Focks, D. A., Daniels, E., Haile, D. G., & Keesling, J. E. (1995). A Simulation-Model of the Epidemiology of Urban Dengue Fever – Literature Analysis, Model Development, Preliminary Validation, and Samples of Simulation Results. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 53(5), 489–506. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.1995.53.489>
- Foley, J. A., Ramankutty, N., Brauman, K. A., Cassidy, E. S., Gerber, J. S., Johnston, M., ... Zaks, D. P. M. (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478(7369), 337–342. <http://dx.doi.org/10.1038/nature10452>
- Forzieri, G., Cescatti, A., Batista e Silva, F., & Feyen, L. (2017). Increasing risk over time of weather-related hazards to the European population: a data-driven prognostic study. *The Lancet Planetary Health*, 1(5), e200–e208. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(17\)30082-7](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(17)30082-7)
- Frank, J. R. (Hrsg.). (2005). *The CanMEDS 2005 Physician Competency Framework. Better standards. Better physicians. Better care*. Ottawa: The Royal College of Physicians and Surgeons of Canada.
- Frank, U., Ernst, D., Pritsch, K., Pfeiffer, C., Trognitz, F., & Epstein, M. M. (2017). Aggressive Ambrosia-Pollen auf dem Vormarsch. *Oekoskop*, 17(2), 19–21.
- Frank, U., & Ernst, D. (2016). Effects of NO² and Ozone on Pollen Allergenicity. *Frontiers in Plant Science*, 7, 91. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00091>
- Gakidou, E., Afshin, A., Abajobir, A. A., Abate, K. H., Abbafati, C., Abbas, K. M., ... Murray, C. J. L. (2017). Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet*, 390(10100), 1345–1422. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32366-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32366-8)
- Galea, S., Brewin, C. R., Gruber, M., Jones, R. T., King, D. W., King, L. A., ... Kessler, R. C. (2007). Exposure to Hurricane-Related Stressors and Mental Illness After Hurricane Katrina. *Archives of General Psychiatry*, 64(12), 1427–1434. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.64.12.1427>
- Garcia, D. M., & Sheehan, M. C. (2016). Extreme Weather-driven Disasters and Children's Health. *International Journal of Health Services*, 46(1), 79–105. <https://doi.org/10.1177/0020731415625254>
- Gasparrini, A., Guo, Y., Hashizume, M., Lavigne, E., Tobias, A., Zanobetti, A., ... Armstrong, B. G. (2016). Changes in Susceptibility to Heat During the Summer: A Multi-country Analysis. *American journal of epidemiology*, 183(11), 1027–1036. <https://doi.org/10.1093/aje/kwv260>
- Gasparrini, A., Guo, Y., Hashizume, M., Lavigne, E., Zanobetti, A., Schwartz, J., ... Armstrong, B. (2015). Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *The Lancet*, 386(9991), 369–375. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62114-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62114-0)
- Gebbeken, N., Videkhina, I., Pfeiffer, E., Garsch, M., & Rüdiger, L. (2016). Risikobewertung und Schutz von baulichen Infrastrukturen bei Hochwassergefahr. *Bau-technik*, 93(4), 199–213. <https://doi.org/10.1002/bate.201600003>
- GENESIS. (2018). GENESIS-Groundwater and dependent ecosystems. Abgerufen 14. Februar 2018, von http://www.alpine-space.org/2007–2013/projects/projects/detail/Alp-Water-%20Scarce/show/index.html#project_outputs
- Ghiani, A., Ciappetta, S., Gentili, R., Asero, R., & Citterio, S. (2016). Is ragweed pollen allergenicity governed by environmental conditions during plant growth and flowering? *Scientific Reports*, 6, 30438. <https://doi.org/10.1038/srep30438>
- Gill, C. A. (1921). The Role of Meteorology in Malaria. *Indian Medical Gazette*, 56(9), 341–342.
- Glözl, M. (2011). *Ökosystemleistungen und Landwirtschaft: Erstellung eines Inventars für Österreich*. Wien: Umweltbundesamt. Abgerufen von www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0355.pdf
- Grecequet, M., DeWaard, J., Hellmann, J. J., Abel, G. J., Grecequet, M., DeWaard, J., ... Abel, G. J. (2017). Climate Vulnerability and Human Migration in Global Perspective. *Sustainability*, 9(5), 720. <https://doi.org/10.3390/su9050720>
- Grize, L., Huss, A., Thommen, O., Schindler, C., & Braun-Fahrlander, C. (2005). Heat wave 2003 and mortality in Switzerland. *Swiss Medical Weekly*, 135(13–14), 200–205. <https://doi.org/10.4414/smw.2005.11009>

- Gronlund, C. J., Zanobetti, A., Schwartz, J. D., Wellenius, G. A., & O'Neill, M. S. (2014). Heat, heat waves, and hospital admissions among the elderly in the United States, 1992–2006. *Environmental Health Perspectives*, 122(11), 1187–1192. <https://doi.org/10.1289/ehp.1206132>
- Grussmann, S., Janke, J., & Schibany, A. (2014). Die wirtschaftlichen Kosten des Klimawandels in Österreich. Wien: Institut für Höhere Studien IHS.
- Guo, Y., Gasparini, A., Armstrong, B. G., Tawatsupa, B., Tobias, A., Lavigne, E., ... Tong, S. (2016). Temperature Variability and Mortality: A Multi-Country Study. *Environmental Health Perspectives*, 124(10), 1554–1559. <https://doi.org/10.1289/EHP149>
- Haas, W., Weisz, U., Maier, P., & Scholz, F. (2015). Human Health. In K. W. Steininger, M. König, B. Bednar-Friedl, L. Kranzl, W. Loibl, & F. Prettenhaler (Hrsg.), *Economic Evaluation of Climate Change Impacts* (S. 191–213). Cham: Springer International Publishing.
- Hamaoui-Laguel, L., Vautard, R., Liu, L., Solmon, F., Viovy, N., Khvorostyanov, D., ... Epstein, M. M. (2015). Effects of climate change and seed dispersal on airborne ragweed pollen loads in Europe. *Nature Climate Change*, 5(8), 766–771. <https://doi.org/10.1038/nclimate2652>
- Han, L., Berry, J. W., & Zheng, Y. (2016). The Relationship of Acculturation Strategies to Resilience: The Moderating Impact of Social Support among Qiang Ethnicity following the 2008 Chinese Earthquake. *PloS ONE*, 11(10), e0164484. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164484>
- Handwerk, B. (2014). How Climate Change May Have Shaped Human Evolution. Abgerufen 14. August 2018, von <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/how-climate-change-may-have-shaped-human-evolution-180952885/>
- Hemmer, W., Schauer, U., Trinca, A.-M., & Neumann, C. (2010). Endbericht 2009 zur Studie: Prävalenz der Ragweedpollen-Allergie in Ostösterreich. St. Pölten: Amt der NÖ Landesregierung. Abgerufen von www.noe.gv.at/noe/Gesundheitsvorsorge-Forschung/Ragweedpollen_Allergie.pdf
- Heudorf, U., & Meyer, C. (2005). Gesundheitliche Auswirkungen extremer Hitze – am Beispiel der Hitzewelle und der Mortalität in Frankfurt am Main im August 2003. *Das Gesundheitswesen*, 67(5), 369–374. <https://doi.org/10.1055/s-2004-813924>
- Hirk, S., Huhulescu, S., Allerberger, F., Lepuschitz, S., Rehak, S., Weil, S., ... Indra, A. (2016). Necrotizing fasciitis due to *Vibrio cholerae* non-O1/non-O139 after exposure to Austrian bathing sites. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 128(3–4), 141–145. <https://doi.org/10.1007/s00508-015-0944-y>
- Hohenwallner, D., Saulnier, G. M., Castaings, W., Astengo, A., Brencic, M., Bruno, M. C., ... Zolezzi, G. (2011). Water management in a changing environment: strategies against water scarcity in the Alps: project outcomes and recommendations: Alp-Water-Scarce Oct. 2008 – Oct. 2011. Chambéry: University of Savoie. Abgerufen von <https://openpub.fmach.it/handle/10449/21596>
- Huhulescu, S., Kiss, R., Brettlecker, M., Cerny, R. J., Hess, C., Wewalka, G., & Allerberger, F. (2009). Etiology of Acute Gastroenteritis in Three Sentinel General Practices, Austria 2007. *Infection*, 37(2), 103–108. <https://doi.org/10.1007/s15010-008-8106-z>
- Huhulescu, S., Indra, A., Feierl, G., Stoeger, A., Ruppitsch, W., Sarkar, B., & Allerberger, F. (2007). Occurrence of *Vibrio cholerae* serogroups other than O1 and O139 in Austria. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 119(7–8), 235–241. <https://doi.org/10.1007/s00508-006-0747-2>
- Hutter, H.-P., Moshhammer, H., Wallner, P., Leitner, B., & Kundi, M. (2007). Heatwaves in Vienna: effects on mortality. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 119(7–8), 223–227. <https://doi.org/10.1007/s00508-006-0742-7>
- Hutter, H.-P., Moshhammer, H., Wallner, P., Shahrakisanavi, S., Ludwig, H., & Kundi, M. (2017). Occupational exposure to pesticides and health effects in male banana plantation workers in ecuador. *Occupational & Environmental Medicine*, 74(1), A129–A129. <https://doi.org/10.1136/oemed-2017-104636.338>
- Huynen, M. M., Martens, P., Schram, D., Weijenberg, M. P., & Kunst, A. E. (2001). The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environmental Health Perspectives*, 109(5), 463–470.
- Iacoviello, B. M., & Charney, D. S. (2014). Psychosocial facets of resilience: implications for preventing post-trauma psychopathology, treating trauma survivors, and enhancing community resilience. *European Journal of Psychotraumatology*, 5(4), 23970. <https://doi.org/10.3402/ejpt.v5.23970>
- Indra, A., & Schmid, D. (2017). Nationale Referenzzentrale für Tuberkulose. Jahresbericht 2016. AGES. Abgerufen von https://www.ages.at/download/0/0/48733282c9afdbe904709bd0d1eb6fc9fb1f0e40/fileadmin/AGES2015/Themen/Krankheitserreger_Dateien/Tuberkulose/tuberkulose_report_2016.pdf
- Iversen, V. C., Sveaass, N., & Morken, G. (2012). The role of trauma and psychological distress on motivation for foreign language acquisition among refugees. *International Journal of Culture and Mental Health*, 7(1), 59–67. <https://doi.org/10.1080/17542863.2012.695384>
- Jacobson, S. K., Carlton, J. S., & Devitt, S. E. C. (2012). Infusing the Psychology of Climate Change into Environmental Curricula. *Ecopsychology*, 4(2), 94–101. <https://doi.org/10.1089/eco.2012.0014>
- Jung, R., Trukeschitz, B., & Schneider, U. (2007). Informelle Pflege und Betreuung älterer Menschen durch erwerbstätige Personen in Wien. Darstellung von Dimension und Struktur auf Basis bisheriger Erhebungen (No. 2007). Forschungsinstitut für Altersökonomie. Abgerufen von <http://epub.wu.ac.at/1378/1/document.pdf>
- Kasper, S., Lehofer, M., Frey, R., Haring, C., Hausmann, A., Hofmann, P., ... Wrobel, M. (2012). Depression. Medi-

- kamentöse Therapie. Konsensus-Statement – State of the art 2012. ClinCum Neuropsy, (Sonderausgabe November 2012). Abgerufen von http://oegpb.at/files/2014/07/Kons_Depressionen1112.pdf
- Katsouyanni, K., Schwartz, J., Spix, C., Touloumi, G., Zmirou, D., Zanobetti, A., ... Anderson, H. R. (1996). Short term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiologic time series data: the APHEA protocol. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 50, 12–18. https://doi.org/10.1136/jech.50.Suppl_1.S12
- Katsouyanni, K., Zmirou, D., Spix, C., Sunyer, J., Schouten, J. P., Ponka, A., ... Et, A. (1995). Short-term effects of air pollution on health: a European approach using epidemiological time-series data. The APHEA project: background, objectives, design. *European Respiratory Journal*, 8(6), 1030–1038.
- Kelley, C. P., Mohtadi, S., Cane, M. A., Seager, R., & Kushnir, Y. (2015). Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(11), 3241–3246. <https://doi.org/10.1073/pnas.1421533112>
- Kendrovski, V., & Gjorgjev, D. (2012). Climate Change: Implication for Food-Borne Diseases (*Salmonella* and Food Poisoning Among Humans in R. Macedonia). In A. Amer Eissa (Hrsg.), *Structure and Function of Food Engineering* (S. 151–170). InTech.
- Kim, Y. S., Park, K. H., Chun, H. S., Choi, C., & Bahk, G. J. (2015). Correlations between climatic conditions and foodborne disease. *Food Research International*, 68, 24–30. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.023>
- Kinney, P. L., Schwartz, J., Pascal, M., Petkova, E., Tertre, A. L., Medina, S., & Vautard, R. (2015). Winter Season Mortality: Will Climate Warming Bring Benefits? *Environ Res Lett*, 10(6), 064016. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/6/064016>
- Kirschner, A., Indra, A., Hirk, S., & Huhulescu, S. (2017). *Vibrio cholerae* nonO1/nonO139 in niederösterreichischen Badegewässern. Projektbericht für das Amt der Niederösterreichischen Landesregierung Abteilung Umwelthygiene Landhausplatz. St. Pölten.
- Kirschner, A., Schlesinger, J., Farnleitner, A. H., Hornek, R., Suss, B., Golda, B., ... Reitner, B. (2008). Rapid growth of planktonic *Vibrio cholerae* non-O1/non-O139 strains in a large alkaline lake in Austria: dependence on temperature and dissolved organic carbon quality. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(7), 2004–2015. <https://doi.org/10.1128/AEM.01739-07>
- Kløve, B., Ala-Aho, P., Bertrand, G., Gurdak, J. J., Kupfersberger, H., Kværner, J., Pulido-Velazquez, M. (2014). Climate change impacts on groundwater and dependent ecosystems. *Journal of Hydrology*, 518, 250–266. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.06.037>
- Kolström, M., Lindner, M., Vilén, T., Maroschek, M., Seidl, R., Lexer, M. J., Corona, P. (2011). Reviewing the Science and Implementation of Climate Change Adaptation Measures in European Forestry. *Forests*, 2(4), 961–982. <https://doi.org/10.3390/f2040961>
- Kölves, K., Kölves, K. E., & De Leo, D. (2013). Natural disasters and suicidal behaviours: A systematic literature review. *Journal of Affective Disorders*, 146(1), 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2012.07.037>
- Kovats, R. S., Edwards, S. J., Hajat, S., Armstrong, B. G., Ebi, K. L., & Menne, B. (2004). The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries. *Epidemiology and Infection*, 132(3), 443–453. <https://doi.org/10.1017/S0950268804001992>
- Kovats, S. (2003). Climate change, temperature and food-borne disease. *Eurosurveillance*, 7(49), 2339. <https://doi.org/10.2807/esw.07.49.02339-en>
- Kreft, S., Eckstein, D., & Melchior, I. (2016). Global Climate Risk Index 2017. Who Suffers Most From Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2015 and 1996 to 2015. Briefing Paper. Bonn: Germanwatch e.V. Abgerufen von <https://germanwatch.org/en/12978>
- Kromp-Kolb, H., Lindenthal, T., & Bohunovsky, L. (2014). Österreichischer Sachstandsbericht Klimawandel 2014. GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society, 23(4), 363–365. <https://doi.org/10.14512/gaia.23.4.17>
- Lal, A., Baker, M. G., Hales, S., & French, N. P. (2013). Potential effects of global environmental changes on cryptosporidiosis and giardiasis transmission. *Trends in Parasitology*, 29(2), 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2012.10.005>
- Laner, D., Fellner, J., & Brunner, P. H. (2008). Gefährdung durch Deponien und Altablagerungen im Hochwasserfall – Risikoanalyse und Minimierung (GEDES). Wien: TU Wien: Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft.
- Lemarchand, C., Tual, S., Leveque-Morlais, N., Perrier, S., Belot, A., Velten, M., ... group, A. (2017). Cancer incidence in the AGRICAN cohort study (2005–2011). *Cancer Epidemiology*, 49, 175–185. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2017.06.003>
- Lindgren, E., & Ebi, K. L. (2010). Climate change and communicable diseases in the EU Member States. Handbook for national vulnerability, impact and adaptation assessments. Stockholm: ECDC.
- Louis, V. R., Gillespie, I. A., O'Brien, S. J., Russek-Cohen, E., Pearson, A. D., & Colwell, R. R. (2005). Temperature-Driven *Campylobacter* Seasonality in England and Wales. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(1), 85–92. <https://doi.org/10.1128/AEM.71.1.85-92.2005>
- Ma, J., Hung, H., & Macdonald, R. W. (2016). The influence of global climate change on the environmental fate of persistent organic pollutants: A review with emphasis on the Northern Hemisphere and the Arctic as a receptor. *Global and Planetary Change*, 146, 89–108. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2016.09.011>
- Macintyre, H. L., Heaviside, C., Taylor, J., Picetti, R., Symonds, P., Cai, X. M., & Vardoulakis, S. (2018). Assessing

- urban population vulnerability and environmental risks across an urban area during heatwaves – Implications for health protection. *Science of The Total Environment*, 610–611, 678–690. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.062>
- Mangili, A., & Gendreau, M. A. (2005). Transmission of infectious diseases during commercial air travel. *The Lancet*, 365(9463), 989–996. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)71089-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)71089-8)
- Martinez, G. S., Baccini, M., De Ridder, K., Hooyberghs, H., Lefebvre, W., Kendrovski, V., ... Spasenovska, M. (2016). Projected heat-related mortality under climate change in the metropolitan area of Skopje. *BMC Public Health*, 16, 407. <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3077-y>
- Matsubayashi, T., Sawada, Y., & Ueda, M. (2013). Natural disasters and suicide: Evidence from Japan. *Social Science & Medicine*, 82, 126–133. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.12.021>
- Mayrhuber, E. S., Kutalek, R., Alex, B., Hutter, H.-P., Wallner, P., Eder, R., & Arnberger, A. (2016). Heat Vulnerabilities in Urban Migrant Communities: A Mixed-Methods Study from Vienna. *ISA, The Futures We Want: Global Sociology and the Struggles for a Better World – Book of Abstracts*.
- McMichael, A. J. (2013). Globalization, climate change, and human health. *New England Journal of Medicine*, 368(14), 1335–1343. <https://doi.org/10.1056/NEJMr1109341>
- Medlock, J. M., & Leach, S. A. (2015). Effect of climate change on vector-borne disease risk in the UK. *Lancet Infectious Diseases*, 15(6), 721–730. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(15\)70091-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(15)70091-5)
- Mie, A., Andersen, H. R., Gunnarsson, S., Kahl, J., Kesse-Guyot, E., Rembiałkowska, E., ... Grandjean, P. (2017). Human health implications of organic food and organic agriculture: a comprehensive review. *Environmental Health*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12940-017-0315-4>
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Washington, D.C.: Island Press.
- Miraglia, M., Marvin, H. J. P., Kleter, G. A., Battilani, P., Brera, C., Coni, E., ... Vespermann, A. (2009). Climate change and food safety: An emerging issue with special focus on Europe. *Food and Chemical Toxicology*, 47(5), 1009–1021. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2009.02.005>
- Montzka, S. A., Dutton, G. S., Yu, P., Ray, E., Portmann, R. W., Daniel, J. S., ... Elkins, J. W. (2018). An unexpected and persistent increase in global emissions of ozone-depleting CFC-11. *Nature*, 557(7705), 413–417. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0106-2>
- Mora, C., Counsell, C. W. W., Bielecki, C. R., & Louis, L. V. (2017). Twenty-Seven Ways a Heat Wave Can Kill You: Deadly Heat in the Era of Climate Change. *Circulation Cardiovascular quality and outcomes*, 10(11), e004233. <https://doi.org/doi:10.1161/CIRCOUTCOMES.117.004233/-/DC1>
- Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I. R., Powell, F. E., Geronimo, R. C., Bielecki, C. R., ... Trauernicht, C. (2017). Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change*, 7(7), 501–506. <https://doi.org/10.1038/nclimate3322>
- Moshhammer, H., Gerersdorfer, T., Hutter, H.-P., Formayer, H., Kromp-Kolb, H., & Schwarzl, I. (2009). Abschätzung der Auswirkungen von Hitze auf die Sterblichkeit in Oberösterreich (No. 13). Wien: BOKU-Met.
- Moshhammer, H., Hutter, H.-P., Frank, A., Gerersdorfer, T., Hlava, A., Sprinzl, G., & Leitner, B. (2006). Einflüsse der Temperatur auf Mortalität und Morbidität in Wien. Wien: Medizinische Universität Wien, ZPH Institut für Umwelthygiene.
- Moshhammer, H., Schinko, H., & Neuberger, M. (2005). Total pollen counts do not influence active surface measurements. *Atmospheric Environment*, 39(8), 1551–1555. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2004.11.030>
- Muñoz-Quezada, M. T., Lucero, B. A., Barr, D. B., Steenland, K., Levy, K., Ryan, P. B., ... Vega, C. (2013). Neurodevelopmental effects in children associated with exposure to organophosphate pesticides: A systematic review. *NeuroToxicology*, 39, 158–168. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2013.09.003>
- Muthers, S., Matzarakis, A., & Koch, E. (2010). Summer climate and mortality in Vienna – a human-biometeorological approach of heat-related mortality during the heat waves in 2003. *Wiener Klinische Wochenschrift*, 122(17), 525–531. <https://doi.org/10.1007/s00508-010-1424-z>
- Naucke, T. J., Lorentz, S., Rauchenwald, F., & Aspöck, H. (2011). *Phlebotomus (Transphlebotomus) mascittii* Grassi, 1908, in Carinthia: first record of the occurrence of sandflies in Austria (Diptera: Psychodidae: Phlebotominae). *Parasitology Research*, 109(4), 1161–1164. <https://doi.org/10.1007/s00436-011-2361-0>
- Neuberger, M., Moshhammer, H., & Rabczenko, D. (2013). Acute and Subacute Effects of Urban Air Pollution on Cardiopulmonary Emergencies and Mortality: Time Series Studies in Austrian Cities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10(10), 4728–4751. <https://doi.org/10.3390/ijerph10104728>
- Neuberger, M., Rabczenko, D., & Moshhammer, H. (2007). Extended effects of air pollution on cardiopulmonary mortality in Vienna. *Atmospheric Environment*, 41(38), 8549–8556. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2007.07.013>
- Newton, A., Kendall, M., Vugia, D. J., Henao, O. L., & Mahon, B. E. (2012). Increasing rates of vibriosis in the United States, 1996–2010: review of surveillance data from 2 systems. *Clinical Infectious Diseases*, 54(Suppl 5), 391–395. <https://doi.org/10.1093/cid/cis243>
- Obwaller, A. G., Poepl, W., Taucke, T. J., Luksch, U., Mooseder, G., Aspöck, H., & Walochnik, J. (2014). Stable populations of sand flies (Phlebotominae) in Eastern

- Austria: a comparison of the trapping seasons 2012 and 2013. *Trends in Entomology*, 10, 49–53.
- Obwaller, A. G., Karakus, M., Poepl, W., Töz, S., Özbek, Y., Aspöck, H., & Walochnik, J. (2016). Could *Phlebotomus mascittii* play a role as a natural vector for *Leishmania infantum*? New data. *Parasites & Vectors*, 9(1), 458. <https://doi.org/10.1186/s13071-016-1750-8>
- OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development. (2015). *Health at a Glance 2015: OECD Indicators*. Paris: OECD Publishing.
- Olesen, J. E., & Bindi, M. (2002). Consequences of climate change for European agricultural productivity, land use and policy. *European Journal of Agronomy*, 16(4), 239–262. [https://doi.org/10.1016/S1161-0301\(02\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S1161-0301(02)00004-7)
- Österreichisches Kuratorium für Alpine Sicherheit. (2017). 2016 weniger Alpinunfälle in Österreich. Abgerufen von <https://www.alpinesicherheit.at/data/docs/2017/20170104%20presseaussendung%20rueckblick%202016.pdf>
- Paerl, H. W., Gardner, W. S., Havens, K. E., Joyner, A. R., McCarthy, M. J., Newell, S. E., ... Scott, J. T. (2016). Mitigating cyanobacterial harmful algal blooms in aquatic ecosystems impacted by climate change and anthropogenic nutrients. *Harmful Algae*, 54, 213–222. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2015.09.009>
- Panagopoulos, D. J., & Balmori, A. (2017). On the biophysical mechanism of sensing atmospheric discharges by living organisms. *Science of The Total Environment*, 599–600, 2026–2034. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.089>
- Parth, K., Hrusto-Lemes, A., & Löffler-Stastka, H. (2014). Different types of traumatization – Inner pressure, affect regulation, interpersonal and social consequences – Implications of Psychoanalytic Theory on the understanding of Individual, Social and Cultural Phenomena. In P. T. Fenton (Hrsg.), *Psychoanalytic Theory: Perspectives, Techniques and Social Implications*. (S. 71–108). New York: Nova Sciences Publishing.
- Poepl, W., Obwaller, A. G., Weiler, M., Burgmann, H., Mooseder, G., Lorentz, S., ... Naucke, T. J. (2013). Emergence of sandflies (Phlebotominae) in Austria, a Central European country. *Parasitology Research*, 112(12), 4231–4237. <https://doi.org/10.1007/s00436-013-3615-9>
- Pollenfrühwarndienst. (2018). Homepage. Abgerufen 30. August 2018, von www.pollenwarndienst.at
- Pretzer, C., Druzhinina, I. S., Amaro, C., Benediksdottir, E., Hedenstrom, I., Hervio-Heath, D., ... Kirschner, A. K. T. (2017). High genetic diversity of *Vibrio cholerae* in the European lake Neusiedler See is associated with intensive recombination in the reed habitat and the long-distance transfer of strains. *Environmental Microbiology*, 19(1), 328–344. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.13612>
- Ragetti, M. S., Vicedo-Cabrera, A. M., Schindler, C., & Rösli, M. (2017). Exploring the association between heat and mortality in Switzerland between 1995 and 2013. *Environmental Research*, 158, 703–709. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.07.021>
- Ragweedfinder. (2018). Homepage. Abgerufen 11. März 2018, von www.ragweedfinder.at
- Rakotoarivony, L. M., & Schaffner, F. (2012). ECDC guidelines for the surveillance of invasive mosquitoes in Europe. *Eurosurveillance*, 17(36), 20265. <https://doi.org/10.2807/ese.17.36.20265-en>
- Ramsfield, T. D., Bentz, B. J., Faccoli, M., Jactel, H., & Brockerhoff, E. G. (2016). Forest health in a changing world: effects of globalization and climate change on forest insect and pathogen impacts. *Forestry*, 89(3), 245–252. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpw018>
- Rechnungshof. (2015). Bericht des Rechnungshofes. Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Bereich Grundwasser im Weinviertel. Wien: Rechnungshof. Abgerufen von http://www.rechnungshof.gv.at/fileadmin/downloads/_jahre/2015/berichte/teilberichte/niederoesterreich/Niederoesterreich_2015_07/Niederoesterreich_2015_07_3.pdf
- Reinmuth-Selzle, K., Kampf, C. J., Lucas, K., Lang-Yona, N., Fröhlich-Nowoisky, J., Shiraiwa, M., Pöschl, U. (2017). Air Pollution and Climate Change Effects on Allergies in the Anthropocene: Abundance, Interaction, and Modification of Allergens and Adjuvants. *Environmental Science & Technology*, 51(8), 4119–4141. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04908>
- Richter, R., Berger, U. E., Dullinger, S., Essl, F., Leitner, M., Smith, M., & Vogl, G. (2013). Spread of invasive ragweed: climate change, management and how to reduce allergy costs. *Journal of Applied Ecology*, 50(6), 1422–1430. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12156>
- Rocklöv, J., & Forsberg, B. (2008). The effect of temperature on mortality in Stockholm 1998–2003: a study of lag structures and heatwave effects. *Scandinavian Journal of Public Health*, 36(5), 516–523. <https://doi.org/10.1177/1403494807088458>
- Rocklöv, J., Forsberg, B., & Meister, K. (2009). Winter mortality modifies the heat-mortality association the following summer. *European Respiratory Journal*, 33(2), 245–251. <https://doi.org/10.1183/09031936.00037808>
- Rooney, C., McMichael, A. J., Kovats, R. S., & Coleman, M. P. (1998). Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 52(8), 482–486. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.52.8.482>
- Rübelke, D., & Vögele, S. (2011). Impacts of climate change on European critical infrastructures: The case of the power sector. *Environmental Science & Policy*, 14(1), 53–63. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2010.10.007>
- Rubonis, A. V., & Bickman, L. (1991). Psychological impairment in the wake of disaster: the disaster-psychopathology relationship. *Psychological Bulletin*, 109(3), 384–399. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.109.3.384>
- Salzburg24. (2017). Was ihr über Blitze wissen solltet: Tipps zum richtigen Verhalten bei Gewittern. Abgerufen 20. August 2018, von <http://www.salzburg24.at/was-ihr->

- ueber-blitze-wissen-solltet-tipps-zum-richtigen-verhalten-bei-gewittern/5031036
- Sanderson, M., Arbuthnott, K., Kovats, S., Hajat, S., & Falloon, P. (2017). The use of climate information to estimate future mortality from high ambient temperature: A systematic literature review. *PloS One*, 12(7), e0180369. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180369>
- Sant'Ana, A. de S. (2010). Special Issue on Climate Change and Food Science. *Food Research International*, 43(7), 1727–1728. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.08.009>
- Sarkar, A., & De Ridder, K. (2011). The Urban Heat Island Intensity of Paris: A Case Study Based on a Simple Urban Surface Parametrization. *Boundary-Layer Meteorology*, 138(3), 511–520. <https://doi.org/10.1007/s10546-010-9568-y>
- Schauer, S., Jakwerth, S., Bliem, R., Baudart, J., Lebaron, P., Huhulescu, S., ... Kirschner, A. (2015). Dynamics of *Vibrio cholerae* abundance in Austrian saline lakes, assessed with quantitative solid-phase cytometry. *Environmental Microbiology*, 17(11), 4366–4378. <https://doi.org/10.1111/1462-2920.12861>
- Schrempf, M., Haluza, D., Simic, S., Riechelmann, S., Graw, K., & Seckmeyer, G. (2016). Is Multidirectional UV Exposure Responsible for Increasing Melanoma Prevalence with Altitude? A Hypothesis Based on Calculations with a 3D-Human Exposure Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(10), 961. <https://doi.org/10.3390/ijerph13100961>
- Schuster-Wallace, C., Dickin, S., & Metcalfe, C. (2014). Waterborne and Foodborne Diseases, Climate Change Impacts on Health. In B. Freedman (Hrsg.), *Global Environmental Change* (S. 615–622). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Schütte, S., Gemenne, F., Zaman, M., Flahault, A., & Depoux, A. (2018). Connecting planetary health, climate change, and migration. *The Lancet Planetary Health*, 2(2), e58–e59. [https://doi.org/10.1016/s2542-5196\(18\)30004-4](https://doi.org/10.1016/s2542-5196(18)30004-4)
- Semenza, J. C., & Menne, B. (2009). Climate change and infectious diseases in Europe. *The Lancet Infectious Diseases*, 9(6), 365–375. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(09\)70104-5](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(09)70104-5)
- Silverman, D., & Gendreau, M. (2009). Medical issues associated with commercial flights. *The Lancet*, 373(9680), 2067–2077. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)60209-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)60209-9)
- Smith, B. A., Ruthman, T., Sparling, E., Auld, H., Comer, N., Young, I., ... Fazil, A. (2015). A risk modeling framework to evaluate the impacts of climate change and adaptation on food and water safety. *Food Research International*, 68, 78–85. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.07.006>
- Sofiev, M., & Bergmann, K.-C. (Hrsg.). (2013). *Allergenic Pollen. A Review of the Production, Release, Distribution and Health Impacts*. Dordrecht, New York: Springer.
- Son, J.-Y., Lee, J.-T., & Bell, M. L. (2017). Is ambient temperature associated with risk of infant mortality? A multicity study in Korea. *Environmental Research*, 158, 748–752. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.07.034>
- Song, X., Wang, S., Hu, Y., Yue, M., Zhang, T., Liu, Y., ... Shang, K. (2017). Impact of ambient temperature on morbidity and mortality: An overview of reviews. *Science of The Total Environment*, 586, 241–254. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.212>
- Soobiah, C., Daly, C., Blondal, E., Ewusie, J., Ho, J., Elliott, M. J., ... Straus, S. E. (2017). An evaluation of the comparative effectiveness of geriatrician-led comprehensive geriatric assessment for improving patient and healthcare system outcomes for older adults: a protocol for a systematic review and network meta-analysis. *Systematic Reviews*, 6(1), 65. <https://doi.org/10.1186/s13643-017-0460-4>
- Spina, A., Kerr, K. G., Cormican, M., Barbut, F., Eigentler, A., Zerva, L., ... Allerberger, F. (2015). Spectrum of enteropathogens detected by the FilmArray GI Panel in a multicentre study of community-acquired gastroenteritis. *Clinical Microbiology and Infection*, 21(8), 719–728. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2015.04.007>
- Stark, K., Niedrig, M., Biederbick, W., Merkert, H., & Hacker, J. (2009). Die Auswirkungen des Klimawandels: Welche neuen Infektionskrankheiten und gesundheitlichen Probleme sind zu erwarten? *Bundesgesundheitsblatt*, 52(7), 699–714. <https://doi.org/10.1007/s00103-009-0874-9>
- Statistik Austria. (2016). Bevölkerung. Abgerufen 30. August 2018, von https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/index.html
- Statistik Austria. (2017). Versorgungsbilanz für Fleisch nach Arten 2016. Abgerufen von http://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=022374
- Statistik Austria. (2018). Gesundheitsausgaben. Abgerufen 30. August 2018, von http://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/gesundheit/gesundheitsausgaben/index.html
- Sterk, A., Schijven, J., Nijs, T. de, & Roda Husman, A. M. de. (2013). Direct and Indirect Effects of Climate Change on the Risk of Infection by Water-Transmitted Pathogens. *Environmental Science & Technology*, 47(22), 12648–12660. <https://doi.org/10.1021/es403549s>
- Storkey, J., Stratonovitch, P., Chapman, D. S., Vidotto, F., & Semenov, M. A. (2014). A Process-Based Approach to Predicting the Effect of Climate Change on the Distribution of an Invasive Allergenic Plant in Europe. *PLoS ONE*, 9(2), e88156. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088156>
- Strand, L. B., Barnett, A. G., & Tong, S. (2011). The influence of season and ambient temperature on birth outcomes: a review of the epidemiological literature. *Environ-*

- mental Research, 111(3), 451–462. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2011.01.023>
- Tirado, M. C., Clarke, R., Jaykus, L. A., McQuatters-Gollop, A., & Frank, J. M. (2010). Climate change and food safety: A review. *Food Research International*, 43(7), 1745–1765. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.003>
- Turner, L. R., Barnett, A. G., Connell, D., & Tong, S. (2012). Ambient temperature and cardiorespiratory morbidity: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology*, 23(4), 594–606.
- UNHCR – United Nations High Commissioner for Refugees. (2018). Climate Change and Disasters. Abgerufen 30. August 2018, von <http://www.unhcr.org/climate-change-and-disasters.html>
- United Nations. (2017a). Report of the Special Rapporteur on the right to food. Effects of pesticides on the right to food (Human Rights Council No. A/HRC/34/48). United Nations.
- United Nations. (2017b). World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper (No. ESA/P/WP/248). United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.
- Utaaker, K. S., & Robertson, L. J. (2015). Climate change and foodborne transmission of parasites: A consideration of possible interactions and impacts for selected parasites. *Food Research International*, 68, 16–23. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.051>
- Uyttendaele, M., Liu, C., Hofstra, N., Uyttendaele, M., Liu, C., & Hofstra, N. (2015). Special issue on the impacts of climate change on food safety. *Food Research International*, Complete(68), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.09.001>
- Vaitl, D., Propson, N., Stark, R., & Schienle, A. (2001). Natural very-low-frequency sferics and headache. *International Journal of Biometeorology*, 45(3), 115–123. <https://doi.org/10.1007/s004840100097>
- Van de Perre, E., Jacxsens, L., Liu, C., Devlieghere, F., & De Meulenaer, B. (2015). Climate impact on *Alternaria* moulds and their mycotoxins in fresh produce: The case of the tomato chain. *Food Research International*, 68, 41–46. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.10.014>
- Van der Kolk, B. A., McFarlane, A., & Weisaeth, L. (Hrsg.). (2000). *Traumatic Stress: Grundlagen und Behandlungsansätze. Theorie, Praxis und Forschungen zu posttraumatischem Stress sowie Traumatherapie*. Paderborn: Junfermann.
- Vanasse, A., Talbot, D., Chebana, F., Bélanger, D., Blais, C., Gamache, P., Gosselin, P. (2017). Effects of climate and fine particulate matter on hospitalizations and deaths for heart failure in elderly: A population-based cohort study. *Environment International*, 106, 257–266. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.06.001>
- Visioni, D., Pitari, G., & Aquila, V. (2017). Sulfate geoengineering: a review of the factors controlling the needed injection of sulfur dioxide. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 17(6), 3879–3889. <https://doi.org/10.5194/acp-17-3879-2017>
- Wallner, P., Kundi, M., Panny, M., Tappler, P., & Hutter, H.-P. (2015). Exposure to Air Ions in Indoor Environments: Experimental Study with Healthy Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(11), 14301–14311. <https://doi.org/10.3390/ijerph121114301>
- Wang, Y., Nordio, F., Nairn, J., Zanobetti, A., & Schwartz, J. D. (2018). Accounting for adaptation and intensity in projecting heat wave-related mortality. *Environmental Research*, 161, 464–471. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.11.049>
- Wang, Y., Shi, L., Zanobetti, A., & Schwartz, J. D. (2016). Estimating and projecting the effect of cold waves on mortality in 209 US cities. *Environment International*, 94, 141–149. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.05.008>
- Wanka, A., Wiesböck, L., Mayrhuber, E., Kutalek, R., Alex, B., Kolland, F., ... Arnberger, A. (2016). Are certain social groups affected differently by urban heat waves? An intersectional pilot study on persons with Turkish migrant background in Vienna. In *Tagungsband 17 Klimatag. Aktuelle Klimaforschung in Österreich*. Graz: CCCA.
- Wayne, P., Foster, S., Connolly, J., Bazzaz, F., & Epstein, P. (2002). Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 88(3), 279–282. [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)62009-1](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)62009-1)
- Weinberger, K. R., Haykin, L., Eliot, M. N., Schwartz, J. D., Gasparrini, A., & Wellenius, G. A. (2017). Projected temperature-related deaths in ten large U.S. metropolitan areas under different climate change scenarios. *Environment international*, 107, 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.07.006>
- Whitehead, P. G., Wilby, R. L., Battarbee, R. W., Kernan, M., & Wade, A. J. (2009). A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological Sciences Journal*, 54(1), 101–123. <https://doi.org/10.1623/hysj.54.1.101>
- Whitman, S., Good, G., Donoghue, E. R., Benbow, N., Shou, W., & Mou, S. (1997). Mortality in Chicago attributed to the July 1995 heat wave. *American Journal of Public Health*, 87(9), 1515–1518. <https://doi.org/10.2105/AJPH.87.9.1515>
- WHO – World Health Organization. (2012). *Our Planet, Our Health, Our Future. Human health and the Rio Conventions: biological diversity, climate change and desertification*. Discussion Paper. World Health Organization. Abgerufen von http://discovery.ucl.ac.uk/1477192/1/Patz_Our_planet_our_health.pdf
- WHO – World Health Organization, CBD – Convention on Biological Diversity, & UNEP – United Nations Envi-

- ronment Programme. (2015). Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review. Geneva: World Health Organization.
- Wiesböck, L., Wanka, A., Mayrhuber, E. A.-S., Alex, B., Kolland, F., Hutter, H. P., Kutalek, R. (2016). Heat Vulnerability, Poverty and Health Inequalities in Urban Migrant Communities: A Pilot Study from Vienna. In W. Leal Filho, U. M. Azeiteiro, & F. Alves (Hrsg.), *Climate Change and Health* (S. 389–401). Cham: Springer International Publishing.
- Williams, A. (2008). Turning the Tide: Recognizing Climate Change Refugees in International Law. *Law & Policy*, 30(4), 502–529. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9930.2008.00290.x>
- Winch, D. B., & Carment, D. W. (1989). Migration and motivation: the migrant's perspective. *International Migration Review*, 23(1), 96–104. <https://doi.org/10.1177/019791838902300105>
- Winter-Ebmer, R. (1994). Motivation for migration and economic success. *Journal of Economic Psychology*, 15(2), 269–284. [https://doi.org/10.1016/0167-4870\(94\)90004-3](https://doi.org/10.1016/0167-4870(94)90004-3)
- Wodak, E., Richter, S., Bago, Z., Revilla-Fernandez, S., Weissenböck, H., Nowotny, N., & Winter, P. (2011). Detection and molecular analysis of West Nile virus infections in birds of prey in the eastern part of Austria in 2008 and 2009. *Veterinary Microbiology*, 149(3–4), 358–366. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2010.12.012>
- Wolf, N. (2003). Qualitätsmanagement in der österreichischen Trinkwasserversorgung. Ermittlung von Einflussfaktoren für ein Vorhersagemodell für die Trinkwasserqualität (Diplomarbeit). Europa Fachhochschule Fresenius, Wien. Abgerufen von www.noe.gv.at/noe/Gesundheitsvorsorge-Forschung/Diplomarbeit_Wolf.pdf
- Yen, S., Shea, M. T., Battle, C. L., Johnson, D. M., Zlotnick, C., Dolan-Sewell, R., ... McGlashan, T. H. (2002). Traumatic exposure and posttraumatic stress disorder in borderline, schizotypal, avoidant, and obsessive-compulsive personality disorders: findings from the collaborative longitudinal personality disorders study. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 190(8), 510–518.
- Young, I., Gropp, K., Fazil, A., & Smith, B. A. (2015). Knowledge synthesis to support risk assessment of climate change impacts on food and water safety: A case study of the effects of water temperature and salinity on *Vibrio parahaemolyticus* in raw oysters and harvest waters. *Food Research International*, 68, 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.06.035>
- Zacharias, S., & Koppe, C. (2015). Einfluss des Klimawandels auf die Biotropie des Wetters und die Gesundheit bzw. die Leistungsfähigkeit der Bevölkerung in Deutschland (Bd. 06/2015). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- Zanarini, M. C., Yong, L., Frankenburg, F. R., Hennen, J., Reich, D. B., Marino, M. F., & Vujanovic, A. A. (2002). Severity of reported childhood sexual abuse and its relationship to severity of borderline psychopathology and psychosocial impairment among borderline inpatients. *Journal of Nervous and Mental Disease*, 190(6), 381–387.
- Zanobetti, A., O'Neill, M. S., Gronlund, C. J., & Schwartz, J. D. (2012). Summer temperature variability and long-term survival among elderly people with chronic disease. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109(17), 6608–6613. <https://doi.org/10.1073/pnas.1113070109>
- Zhang, Yinling, Bai, Z., & Liu, W. (2013). Assessing the Surface Urban Heat Island Effect in Xining, China. In F. Bian, Y. Xie, X. Cui, & Y. Zeng (Hrsg.), *Geo-Informatics in Resource Management and Sustainable Ecosystem* (S. 264–273). Springer Berlin Heidelberg.
- Zhang, Yong, Bielory, L., Mi, Z., Cai, T., Robock, A., & Georgopoulos, P. (2015). Allergenic pollen season variations in the past two decades under changing climate in the United States. *Global Change Biology*, 21(4), 1581–1589. <https://doi.org/10.1111/gcb.12755>
- Zhao, F., Elkelish, A., Durner, J., Lindermayr, C., Winkler, J. B., Ruëff, F., ... Frank, U. (2016). Common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.): allergenicity and molecular characterization of pollen after plant exposure to elevated NO₂. *Plant, Cell & Environment*, 39(1), 147–164. <https://doi.org/10.1111/pce.12601>
- Ziska, L., Knowlton, K., Rogers, C., Dalan, D., Tierney, N., Elder, M. A., ... Frenz, D. (2011). Recent warming by latitude associated with increased length of ragweed pollen season in central North America. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(10), 4248–4251. <https://doi.org/10.1073/pnas.1014107108>
- Zittra, C., Vitecek, S., Obwaller, A. G., Rossiter, H., Eigner, B., Zechmeister, T., ... Fuehrer, H.-P. (2017). Landscape structure affects distribution of potential disease vectors (Diptera: Culicidae). *Parasites & Vectors*, 10(1), 205. <https://doi.org/10.1186/s13071-017-2140-6>
- Zlotnick, C., Franklin, C. L., & Zimmerman, M. (2002). Is comorbidity of posttraumatic stress disorder and borderline personality disorder related to greater pathology and impairment? *American Journal of Psychiatry*, 159(11), 1940–1943.