

GESUNDE ERNÄHRUNG IM ZEICHEN DES KLIMAWANDELS: HERAUSFORDERUNG ODER FIKTION?

HANS K. BIESALSKI

Was ist gesunde Ernährung?

Täglich werden Fragen nach gesunder Ernährung in irgendeiner Zeitschrift, im Rundfunk oder im Fernsehen gestellt und auf unterschiedlichste Art und Weise beantwortet. Und so vielfältig wie die Fragen sind auch die Antworten, so dass letztlich niemand mehr genau weiß, was eigentlich gesunde Ernährung ist.

Während wir heute fragen „Was sollen wir essen und wozu eigentlich gesunde Ernährung?“, wird uns als Folge des Klimawandels viel mehr die Frage beschäftigen: „Was werden wir essen und wie sichern wir eine gesunde Ernährung?“ Dieser Frage – „Was ist gesunde Ernährung und werden wir diese auch noch unter den Veränderungen des Klimawandels sichern können?“ – will ich im Folgenden nachgehen und versuchen, eine umsetzbare Antwort zu geben.

Gesunde Ernährung – wozu?

Meine beiden jüngsten Enkel werden nach derzeitiger statistischer Wahrscheinlichkeit noch ein langes Leben vor sich haben. Und beide werden in einigen Jahren über ebendieses lange Leben nachdenken und auf den Gedanken kommen, dass es schön wäre, dieses auch so lange wie möglich gesund zu genießen. Aber wie machen die beiden das – gesund alt zu werden? Indem sie versuchen, gesund zu leben, und dazu gehört, neben vielen anderen Aspekten, nach derzeitigem Verständnis auch eine gesunde Ernährung.

Die internationale Ernährungsorganisation FAO hat gesunde Ernährung wie folgt definiert:

Vortrag gehalten am Wissenschaftskolleg zu Berlin am 18. Juni 2008.

Ein Zustand, bei dem alle Menschen, zu allen Zeiten, physischen, sozialen und ökonomischen Zugang zu ausreichenden, sicheren und nahrhaften Lebensmitteln haben, die ihre Ernährungsbedürfnisse und Nahrungspräferenzen für ein aktives und gesundes Leben sicherstellen (FAO 2002).

Die Definition zeigt, wie komplex die Beschreibung dessen ist, was wir unter einer „gesunden Ernährung“ verstehen und wie viele Ebenen außerhalb der eigentlichen Nahrung angesprochen sind. Die Definition sagt nicht, dass eine Ernährung, die nicht gesund ist, unbedingt krank macht. Hier scheinen viele Ausnahmen die Regel zu bestätigen. Vielmehr wird versucht, eine Ernährung über quantitative wie qualitative Standards zu beschreiben, die geeignet ist, den Organismus so zu versorgen, dass er seine Funktionen in Bezug auf aktuelle wie auch auf die lebenslange Gesundheit, soweit dies durch Ernährung beeinflussbar ist, erfüllen kann.

Drei wesentliche Attribute sind es, die eine so bezeichnete gesunde Ernährung definieren: sie muss *ausreichend*, *sicher* und *nahrhaft* sein.

Als *ausreichend* lassen sich Lebensmittel und damit die Ernährung bezeichnen, wenn sie eine für den Bedarf des Individuums ausreichende Energiemenge enthalten, d. h. eine ausgeglichene Bilanz zwischen Energiezufuhr und Verbrauch aufweist. Es muss also eine bestimmte Quantität zur Verfügung stehen. Diese wird gemäß WHO und anderer internationaler Fachgesellschaften für einen gesunden Erwachsenen auf die Makronährstoffe (in % Gesamtenergieaufnahme) folgendermaßen aufgeteilt: Fett (ca. 30%; davon höchstens 10% gesättigte Fettsäuren), Kohlenhydrate (55%; ca. 25–30 g Ballaststoffe täglich) und Eiweiß (15%). Diese quantitative Unterteilung lässt sich grob qualitativ beschreiben:

Pflanzliche Lebensmittel	55%
Cerealien, Obst, Gemüse	
Fette (bevorzugt pflanzlich)	15%
Pflanzenöle (keine gehärteten Fette)	
Tierische Lebensmittel	30%
Fleisch, Innereien, Fisch, Eier, Milch	

Mit dieser Einteilung ergibt sich das, was Fachgesellschaften in Ratgebern anhand von Lebensmittelpyramiden als „gesunde Ernährung“ beschreiben. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um eine quantitative und weniger um eine qualitative Beschreibung.

Gesundheit ist aber primär nicht quantitativ, sondern vielmehr qualitativ zu betrachten. Gesundheit ist ein Zustand, der letztendlich einen maßgebenden Einfluss auf die Lebensqualität hat. Dies bedeutet, dass gesunde Ernährung, wie in der Definition der FAO angegeben, *sicher* und *nahrhaft* sein muss. Lebensmittelsicherheit ist dabei mehr ein toxikologisches Problem, d. h. die Lebensmittel müssen so beschaffen sein, dass sie frei von krankmachenden Keimen oder Chemikalien sind. Nahrhaftigkeit impliziert, dass die Nahrung geeignet ist, alle notwendigen Nährstoffe zu liefern.

Nahrhaftigkeit bedeutet bei einer gesunden Ernährung eine Zusammenstellung von Lebensmitteln, die gewährleistet, dass alle essentiellen Mikronährstoffe in gleich bleibender und individuell ausreichender Menge mit ausgeglichener Energiebilanz zugeführt werden. Der Gehalt an Mikronährstoffen einer bestimmten Ernährungsweise stellt ein Qualitätsmerkmal dar. Reicht der Gehalt zur Deckung des individuellen Bedarfs nicht aus, so kann nicht von einer gesunden Ernährung gesprochen werden, selbst wenn die Energiebilanz ausgeglichen oder sogar positiv ist. Da sich kaum jemand die Mühe macht, seine Ernährung auf der Basis des Mikronährstoffgehalts jedes einzelnen Lebensmittels zusammenzustellen, bleibt als einzige praktikable Lösung die sogenannte „Mischkost“.

Tab. 1: Primäre Quellen von Mikronährstoffen

<i>Pflanzliche Lebensmittel</i>	
Cerealien, Obst, Gemüse	B-Vitamine, Vitamine C, K, Spurenelemente, Phytochemicals
Pflanzliche Öle	Vitamin E, ungesättigte Fettsäuren
<i>Tierische Lebensmittel</i>	
Fleisch, Innereien, Fisch	Vitamine A, D, B12, Selen, Jod

Fazit: Gesunde Ernährung ist eine ausgewogene Mischkost, die „im Mittel“ alle essentiellen Mikronährstoffe (sowie essentielle Fettsäuren und Aminosäuren) in ausreichender Menge und Verfügbarkeit enthält. „Ausreichend“ heißt in diesem Fall, dass ein Mikronährstoff abhängig von dessen Halbwertszeit jeweils in derjenigen Menge im Organismus zu finden ist, in der er für eine Aufrechterhaltung aller Funktionen, für die er erforderlich ist, zu jeder Zeit und in jeder Situation ausreichend zur Verfügung steht. Die Halbwertszeit des Mikronährstoffs kann wenige Tage (v. a. bei vorwiegend wasserlöslichen Nährstoffen) und Wochen bzw. Monate (v. a. bei fettlöslichen Nährstoffen) betragen. Über die

notwendige Bandbreite ist zu wenig bekannt, als dass individuelle Bereiche angegeben werden könnten. Eine Ernährung, die die Mikronährstoffe in der Höhe der Empfehlungen der Fachgesellschaften enthält, sollte diese Anforderungen für einen gesunden Erwachsenen erfüllen. Ob diese Empfehlungen für Kranke oder besonders belastete Personen ausreichend sind, ist nicht gesichert.

Trotz aller kontroversen Diskussionen über den individuellen Bedarf besteht Einigkeit darüber, dass eine unzureichende Zufuhr an Mikronährstoffen auf Dauer nicht gesund ist. Wie aus Tab. 1 zu ersehen ist, stellen Makronährstoffe die Quelle für Mikronährstoffe dar. Fehlen bestimmte Lebensmittel, fehlen somit die mit diesen verbundenen Mikronährstoffe in der Ernährung. Je nachdem, welcher Mikronährstoff fehlt, können daraus kurzfristig oder langfristig Erkrankungen resultieren.

Große Bevölkerungsstudien in Europa und den USA haben gezeigt, dass Krankheiten wie Arteriosklerose, chronische Atemwegserkrankungen, neurodegenerative Erkrankungen und sogar Krebs bei solchen Menschen seltener vorkommen, die eine besonders gute Zufuhr von Mikronährstoffen durch ihre Ernährung haben, d. h. wer einen kontinuierlichen Mangel an bestimmten Mikronährstoffen aufweist, hat ein höheres Risiko für diese Krankheiten. Dies gilt auch für eine Vielzahl von Vitaminen, Mineralien und Spurenelementen. Von besonderer Bedeutung ist dabei, dass es keine Hinweise darauf gibt, dass das Fehlen eines einzelnen Mikronährstoffs die oben zitierten Krankheiten begünstigt, sondern, dass es sich fast immer um das Fehlen einer ganzen Gruppe handelt. Selbst wenn ein Zusammenhang zwischen Krankheiten und dem Mangel an einzelnen Vitaminen hergestellt werden kann, so können diese nur als Leitsubstanz für bestimmte Lebensmittel oder Lebensmittelgruppen gelten (s. Tab. 2). Wenn der Gehalt bestimmter Vitamine im Blut erniedrigt ist, bedeutet das keinesfalls, dass nur diese Vitamine fehlen, sondern die Lebensmittel, die diese Vitamine enthalten. Folglich, und das hat die Vergangenheit immer wieder gezeigt, macht es auch wenig Sinn, eine solche Leitsubstanz alleine zu substituieren, um einer Krankheit vorzubeugen, da die ganze „umgebende“ Lebensmittelmatrix mit allen weiteren gesunden Bestandteilen damit unberücksichtigt bleibt.

Tab. 2: Folgen von Mikronährstoffmangel

<i>Mikronährstoff</i>	<i>Leitsubstanz für den Verzehr</i>	<i>kurzfristige Symptome</i>	<i>Symptome im Alter</i>
Vitamin E	Pflanzliche Öle	?	Arteriosklerose, M. Parkinson
Vitamin C	Obst, einige Gemüse	Infektanfälligkeit	Arteriosklerose
Vitamin D	Fetter Fisch	Osteomalazie	Osteoporose, Krebs
Vitamin A	Leber	Infektanfälligkeit	Atemwegserkrankungen, Krebs
Zink	Fleisch, Leber	Infektanfälligkeit	Neurodegenerative Erkrankungen
Carotinoide	Gemüse	Infektanfälligkeit	Krebs, altersbedingte Makuladegeneration

Eine schlechte Vitamin-E-Versorgung ist demnach Zeichen für einen unzureichenden Verzehr pflanzlicher Öle. Genauso wird sich eine geringe Zufuhr an Gemüse durch einen niedrigen Carotinoid-Blutspiegel zeigen, so wie ein völliger Verzicht auf Fleisch und vor allem Leber zu einer schlechten Vitamin-A-Versorgung führt. Kurzfristig hat dies nur sichtbare Folgen, wenn es zu einem echten Mangel an einzelnen dieser Mikronährstoffe kommt (z. B. Scorbut bei Vitamin-C-Mangel). Klinisch sichtbare Vitaminmangelerkrankungen sind jedoch in entwickelten Ländern eher selten. Vielmehr kommt es zu unspezifischen Erscheinungen, die leicht übersehen werden. Diese sind besonders problematisch, da sie langfristig die Entwicklung der sogenannten „Zivilisationskrankheiten“ begünstigen. Studien aus jüngerer Zeit zeigen, dass niedrige Blutwerte, sowohl von Vitamin D als auch von Carotinoiden, unabhängige Prädiktoren der Mortalität bei älteren Menschen sind. Eine entsprechende Studie wurde an 1043 älteren Menschen (älter als 65 Jahre) in Italien durchgeführt, einem Land, dessen Bevölkerung eine deutlich höhere Zufuhr an Gemüse aufweist als z. B. die von Deutschland bzw. Nordeuropa. Die niedrigen Blutwerte gelten als Indikatoren für eine unausgewogene Ernährung, z. B. für eine zu geringe Obst- und Gemüsezufuhr (Carotinoide) bzw. einen unzureichenden Fischverzehr (Vitamin D). Der sichtbare Zusammenhang zwischen Alter und zu niedrigen Blutwerten verdeutlicht,

dass gerade ältere Menschen bisher nicht beachtete Ernährungsprobleme haben und dass dies einen nachweisbaren Einfluss auf ihren Gesundheitszustand hat.

Die Unabhängigkeit von Quantität und Qualität bei der Ernährung zeigt sich beispielhaft bei Übergewichtigen, die trotz positiver Energiebilanz eine Unterversorgung mit einzelnen Mikronährstoffen aufweisen können. Große Bevölkerungsstudien haben dies exemplarisch für verschiedene Vitamine und Spurenelemente dokumentiert. Die Beziehung zwischen Übergewicht und dem damit verbundenen höheren Risiko für Zivilisationskrankheiten, wie Arteriosklerose, Krebs etc., die auch als Folge einer unausgewogenen Ernährung beschrieben werden, kann sich demzufolge aus der Tatsache erklären, dass das hohe Körpergewicht nur ein äußerer Ausdruck einer Fehlernährung ist. Diese hat keinesfalls nur eine übermäßige Energiezufuhr als Ursache, sondern geht, je nach Ernährungsform, mit einer mehr oder weniger ausgeprägten Unterversorgung mit Mikronährstoffen einher.

Eine fettreiche und kohlenhydratarme Ernährung z. B. hat eine Unterversorgung an wasserlöslichen Vitaminen, Mineralien und Spurenelementen zur Folge, während im umgekehrten Fall die fettlöslichen Vitamine und diverse Spurenelemente fehlen. Es ist demnach nicht sinnvoll, dauerhaft Ernährungsformen zu empfehlen, die auf wichtige Lebensmittelgruppen verzichten. Im Falle einer Reduktionsdiät mögen besondere Ernährungsformen Sinn machen, für eine dauerhafte Anwendung sind diese jedoch ungeeignet.

Anders stellt sich die Situation dar, wenn *zu wenig* Energie zugeführt wird und daraus eine sogenannte „Mangelernährung“ resultiert. Mangelernährung, im Unterschied zur Fehlernährung, ist der Oberbegriff für eine unzureichende Zufuhr an Energie und essentiellen Nährstoffen. Äußeres Zeichen des Energiemangels ist der Gewichtsverlust bzw. das Untergewicht und der Hunger. Sichtbare Zeichen einer unzureichenden Zufuhr an Mikronährstoffen treten bei Mangelernährung je nach Ausprägung und Zusammensetzung der Kost erst nach langer Zeit auf und sind in den meisten Fällen vor dem Erscheinen klinischer Zeichen nicht oder nur schwer messbar. Man spricht daher vom „Hidden Hunger“.

Der „Hidden Hunger“ stellt ein Problem dar, da er sich, wie der Name sagt, einer frühzeitigen Erfassung auf Grund fehlender typischer Krankheitszeichen entzieht und doch einen wesentlichen Einfluss auf den Gesundheitszustand hat (s. Tab. 3). Je nachdem, welches Land betrachtet wird, stellt sich der „Hidden Hunger“ in unterschiedlicher Qualität und Quantität dar. In Entwicklungsländern finden sich typische klinische Zeichen des Mikronährstoffmangels, während in entwickelten Ländern solche Mangelkrankungen eher

selten sind, was wiederum keinesfalls heißt, dass die Unterversorgung keinen Krankheitswert hätte. Die klassischen Zeichen eines Vitaminmangels, wie er in Entwicklungsländern zu finden ist, sind das Ergebnis einer ausgeprägten Mangelernährung, wobei der am meisten defizitäre Mikronährstoff das klinische Bild durch ebendiese Zeichen (die es allerdings nicht für alle Mikronährstoffe gibt) dominiert und damit die Defizite anderer Mikronährstoffe überlagern kann.

Tab. 3: „Hidden Hunger“

<i>Mangel in Entwicklungsländern</i>	<i>Unterversorgung in entwickelten Ländern</i>
Eisen	Eisen
Zink	Vitamin D
Jod	Selen
Selen	Vitamin B12
oft zusammen mit zu niedriger Eiweiß- und Energiezufuhr	besonders in Risikogruppen

Der „Hidden Hunger“ trifft bei Jod- und Eisenmangel auf 2/3 der Weltbevölkerung zu. Bei Vitamin A sind es 500 Millionen Betroffene. Der Vitamin-A-Mangel ist eine wesentliche Ursache der hohen Kindersterblichkeit und führt bei jährlich 5 Millionen Kindern zur Erblindung. Diese Form des Vitamin-A-Mangels ist in entwickelten Ländern jedoch selten zu finden, obgleich die ausreichende Versorgung mit Vitamin A in Deutschland – so die Einschätzung des Bundesamtes für Risikobewertung – bei 25 % der Bevölkerung nicht gewährleistet ist.

Kann sich wirklich jeder gesund ernähren, wenn er es will? Betrachtet man unser breites Lebensmittelangebot, möchte man diese Frage bejahen. Es gibt jedoch unbestritten größere Gruppen, die dies nicht können, selbst wenn sie es wollten. Dazu gehören vor allem sozial Schwache und alte Menschen. Bei diesen Gruppen herrschen einseitige oder auch unzureichende Ernährungsformen vor und es besteht kein Zweifel, dass die Versorgung mit Mikronährstoffen nicht ausreicht, d. h. dass es sich hier um Gruppen mit „Hidden Hunger“ handelt.

Britische Studien haben eindrucksvoll dokumentiert, dass trotz eines ausreichenden Angebots die Versorgung mit Gemüse und pflanzlichen Ölen in sozial schwachen Gruppen unzureichend ist. Dies zeigt sich an den niedrigen Blutspiegeln der Leitsubstanzen Carotinoide und Vitamin E.

Der kürzlich vorgelegte Armutsbericht der Bundesregierung hat auf die Problematik der sozial Schwachen und hier besonders der Kinderarmut hingewiesen. 35 bis 40 % der deutschen Kinder in Ein-Elternteil-Familien wachsen in relativer Armut auf – und bleiben oft auch über lange Phasen ihrer Kindheit arm. Chronische Krankheiten, Übergewicht und Verhaltensauffälligkeiten haben insbesondere bei benachteiligten Kindern stark zugenommen.

In empirischen Studien zu gesunder Ernährung wurde festgestellt, dass sich ärmere Haushalte tendenziell ungesünder ernähren. Diese Entwicklung kann zu einer weiteren Verstärkung des Problems beitragen. Personen aus armen Haushalten haben nachweislich ein besonders hohes Risikopotential für ernährungsbedingte Krankheiten.

In Großbritannien hat man kürzlich ausgerechnet, was eine Person pro Woche für gesunde Ernährung ausgeben muss: Übertragen auf deutsche Verhältnisse sind dies 45 € pro Person. Bei einer Familie mit zwei Kindern liegen die Kosten bei etwa 150 € pro Woche, d. h. 600 € pro Monat.

In Deutschland werden beim Arbeitslosengeld II 37 % für die Ernährung vorgesehen. Das sind für Kinder bis zum 13. Lebensjahr 2,57 € pro Tag und ab dem 14. Lebensjahr 3,42 € pro Tag. Dies reicht für eine gesunde und ausgewogene Ernährung nicht aus (s. Abb. 1). Die Kosten für eine gesunde Ernährung, so hat eine kürzlich veröffentlichte Studie ergeben, liegen für Kinder unter 13 Jahren mindestens bei 3 bis 4 € pro Tag und für Kinder über 14 Jahren zwischen 5 und 8 € pro Tag. Dabei muss berücksichtigt werden, dass derartige Analysen die Qualität der Lebensmittel, d. h. die ausreichende Versorgung mit Mikronährstoffen, nur in begrenztem Maß berücksichtigten. Gerade bei Kindern, deren ausreichende Mikronährstoffversorgung die Grundlage eines gesunden Wachstums ist, kann nicht hingenommen werden, dass hier die Bedeutung einer qualitativ ausgewogenen Ernährung übersehen wird.

In armen Haushalten reichen die verfügbaren Mittel nicht aus, um eine gesunde und auch schmackhafte und satt machende Ernährung zu ermöglichen. Kostengünstigeres Fast Food oder fettes Fleisch wird hier öfter verzehrt als frisches Gemüse oder Obst.

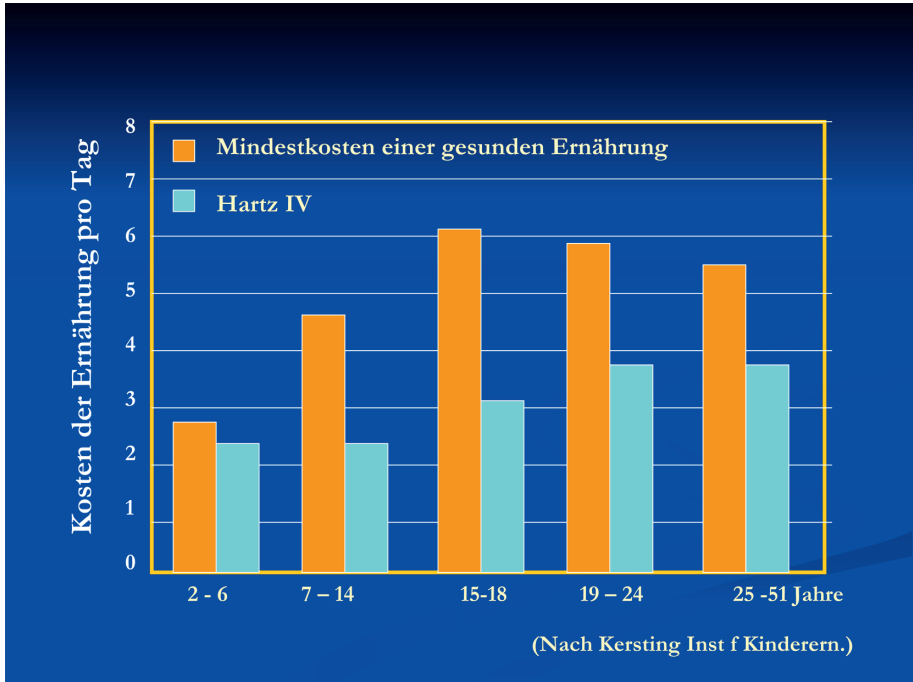


Abb. 1: Kosten der Ernährung

Ein klassischer Hamburger deckt zwar 50 % der empfohlenen täglichen Fettmenge. Zur Sicherung der erforderlichen Vitaminzufuhr müssten jedoch – je nach Vitamin – 5 bis 10 Hamburger verzehrt werden. Hinzu kommt, dass ein Hamburger an sich nur wenige Vitamine enthält. Bei dem oben angegebenen Tagessatz ist der Griff zum Burger unmissverständlich. Ein Burger ist billiger, schmackhafter und macht eher satt als eine gesunde „mediterrane“ Kost.

Die Folge dieses Konsumverhaltens ist, dass Kinder aus sozial schwachen Familien zwei- bis dreimal häufiger übergewichtig sind als Kinder aus besser gestellten Familien. Erschwerend kommt hinzu, dass gerade das Übergewicht darüber hinwegtäuscht, dass diese Kinder, eben wegen ihrer unausgewogenen Ernährung, auch mit Mikronährstoffen schlecht versorgt sind, daher häufiger krank werden und ein höheres Risiko für Zivilisa-

tionskrankheiten im Alter haben. Das Körpergewicht, ob zu hoch oder zu niedrig, ist letztlich ein äußeres Zeichen einer Fehl- oder Mangelernährung.

Zusammenfassend lässt sich festhalten:

- Sozial schwache Familien (besonders deren Kinder) haben ein hohes Risiko für Mangelernährung. Dies erklärt die häufigeren Erkrankungen bei diesen Kindern im Vergleich zu Kindern aus besser verdienenden Familien.
- Die Folgen langfristiger Fehl- oder Unterernährung zeigen sich im zunehmenden Auftreten altersabhängiger Erkrankungen.
- Bereits jetzt gibt es größere Bevölkerungsgruppen, die sich nicht gesund ernähren (können).
- Gesunde Ernährung muss im Kindesalter ansetzen, um ein gesundes Altern zu ermöglichen.

Alte Menschen

Der Anteil alter Menschen wird in den kommenden Jahrzehnten stark ansteigen. Inwieweit damit auch ein Anstieg an *gesunden* Alten einhergeht, hängt ganz wesentlich davon ab, wie sich die heute jungen Menschen ernähren.

Der Anteil der über 65-Jährigen wird stark zunehmen und damit der Anteil derer, die ein Alter erreichen, in dem Zivilisationskrankheiten gehäuft auftreten und zur Einschränkung der individuellen Lebensqualität einerseits sowie zur Belastung der Sozialgemeinschaft andererseits führen. Daher muss der Ernährung alter Menschen besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Am häufigsten tritt Mangelernährung und deren Folgen bei alten Menschen im Krankenhaus (40–60 %) und in Pflegeheimen (30–40 %) auf. 20–40 % der Menschen, die alleine leben, sind mangelernährt, gefolgt von Bewohnern von Seniorenheimen mit 15–40%. Sogar 10–15 % der Menschen, die zu Hause gepflegt werden, sind unzureichend ernährt (Beck et al. 2002).

Nach Untersuchungen der Britischen Ernährungsgesellschaft und der EU steigt das Risiko für Mangelernährung bei über 65-Jährigen um 30 % gegenüber jüngeren Menschen, bei über 80-Jährigen sogar um 50 %. Mangelernährung im Alter bedeutet ein zunehmendes Risiko für Erkrankungen und damit einen Verlust an Lebensqualität.

Die Ursachen der Mangelernährung im Alter sind vielschichtig. Nachlassender Appetit, eingeschränkte Mobilität, sozioökonomische Gründe (wenn z. B. Menschen alleinstehend

sind oder ein geringes Einkommen haben) sind dominierende Faktoren. Es darf nicht übersehen werden, dass trotz des geringeren Energiebedarfs eines alten Menschen der Mikronährstoffbedarf unverändert bleibt.

Die Vorbeugung vor typischen Erkrankungen, die die Lebensqualität im Alter einschränken, sollte folglich bereits in jungen Jahren einsetzen, d. h. gesunde Ernährung darf für keine Gruppe in Frage gestellt werden, da die sonst zu erwartenden Pflegekosten weitaus belastender sein werden als die Maßnahmen zur Ernährungssicherung, gerade bei sozial Schwachen. Im Alter geht Mangelernährung mit einer Zunahme der Infektanfälligkeit, Sturzhäufigkeit mit Frakturen und einer Abnahme der geistigen Vigilanz einher. Das Problem der Mangelernährung alter Menschen besteht bereits heute und wird sich, wenn nichts Einschneidendes geschieht, weiter fortsetzen.

Die Versorgung mit kritischen Mikronährstoffen, wie z. B. den Vitaminen A, D, E, B₂, B₆, B₁₂, Folsäure, Calcium, Eisen, Zink und Selen, liegt bei älteren Menschen (über 65 Jahre) unter 70 % der empfohlenen Menge (DGE 2004, Wright et al. 2003, Schulze et al. 2001, BfR 2004a, b). Welcher Nährstoff gerade fehlt, ist kaum klar abzuschätzen. Die besorgniserregenden Zahlen dieser Studie und die Konsequenzen der Unterversorgung sollten unbedingt Anlass dazu geben, Konzepte zur Vermeidung von Defiziten zu entwickeln.

Es ist davon auszugehen, dass sich im Zuge der zu erwartenden qualitativen wie quantitativen Veränderungen des Lebensmittelangebots und der wachsenden Gruppe alter Menschen gerade dieses Problem besonders verschärfen wird. Es darf nicht vergessen werden, dass die Grundlage eines gesunden Alterns bereits sehr frühzeitig durch eine qualitativ und quantitativ gesunde Ernährung gelegt wird und Fehler, die hier gemacht werden, nur bedingt im Alter korrigiert werden können. Was jetzt noch für eine begrenzte Gruppe sozial Schwacher und alter Menschen gilt, könnte in naher Zukunft für weitaus größere, auch sozial besser gestellte Gruppen und jüngere Menschen gelten.

Was werden wir essen? – Ernährung im Klimawandel

Inwieweit werden wir jetzt und in Zukunft in der Lage sein, auch die wachsenden Risikogruppen gesund zu ernähren, um zu verhindern, dass sich dieser Anteil der Bevölkerungsgruppe überproportional steigert, der aufgrund ungewollt ungesunder Ernährung erkrankt bzw. frühzeitig pflegebedürftig wird?

Ich bin mir durchaus im Klaren, dass die folgende Darstellung nur einen Teilaspekt der Ernährung im Klimawandel vorstellen kann, da die Einflüsse des Klimawandels auf allen

Ebenen der Lebensmittelproduktion und der globalen Vermarktung der Grundnahrungsmittel vorhanden sind. Dazu kommen noch die spezifischen Besonderheiten der Länder und Regionen. Die Dynamik des weltweiten Nahrungsbedarfs und damit auch die bedarfsgerechte Versorgung mit Energie und Mikronährstoffen wird eine Vielzahl interaktiver Prozesse hervorrufen.

Im weltweiten Kontext steht die quantitative Betrachtung der Versorgungssicherung der wachsenden Bevölkerung (bis 2050 etwa 9 Milliarden Menschen) ganz im Vordergrund. In den letzten drei Dekaden hat die mittlere tägliche Pro-Kopf-Energiezufuhr, bedingt durch Verbesserungen der Produktion und des internationalen Handels, weltweit von 2400 auf 2800 kcal zugenommen. Ohne eine weitere Steigerung der Produktion wird dieser Wert nicht zu halten sein. Vielmehr gehen Prognosen davon aus, dass es ohne Produktionssteigerung (Klimaeinflüsse nicht berücksichtigt) zu einem Rückgang auf 2200 kcal pro Kopf kommen wird.

Dabei können die Wachstumserträge von Weizen und Reis gemäß FAO (2005) noch gesteigert werden, wobei Umwelteinflüsse bisher nicht berücksichtigt sind. Bis zum Jahr 2030 werden eine Milliarde Tonnen Getreide zusätzlich benötigt, das würde eine Steigerung der Produktion um 50 % erfordern.

Die Veränderungen in der Verfügbarkeit von Nahrung und die gestiegenen Ansprüche in Folge der Verbesserung des Lebensstandards werden in vielen Entwicklungsländern zu einer starken Zunahme der Nachfrage nach qualitativ wertvolleren Lebensmitteln führen (s. Tab. 4).

Tab. 4: Prognosen für die Pro-Kopf-Nahrungsnachfrage in Entwicklungsländern (in kg/Jahr)

<i>Jahr</i>	<i>2002</i>	<i>2015</i>	<i>2030</i>
Getreide als direkte Nahrung	173	173	172
Getreide gesamt	250	265	279
Obst und Gemüse	169	195	219
Pflanzliche Öle	9	13	15
Fleisch	29	32	37
Milch und Milchprodukte	46	55	66

Vor allem die Nachfrage nach Fleisch wird stark steigen und neue Probleme erzeugen, die bei den bisherigen Kalkulationen zur Nahrungssicherung noch nicht berücksichtigt wurden. Je höher das Pro-Kopf-Einkommen eines Staates, desto höher der Fleischkonsum.

Bis 2030 wird mit einer weiteren Steigerung der Nachfrage nach Fleisch um mehr als 20 % des Verbrauchs der Jahre 1977–1979 zu rechnen sein. Über die Hälfte dieser Zunahme wird dabei auf Brasilien und China fallen. Chinas steigender Wohlstand und die daraus resultierende höhere Nachfrage nach Fleisch kann zu einer Verknappung führen und damit die Preise für Nahrungs- und Futtermittel ebenso in die Höhe treiben wie schon jetzt für Stahl und Erdöl. Dies wird erhebliche Konsequenzen für die Ernährung der Weltbevölkerung haben. Der Anstieg des Fleischverzehrs dagegen wird in den Entwicklungsländern, d. h. besonders dort, wo zusätzliches Eiweiß dringend gebraucht wird, eher marginal ausfallen. Auch die Nachfrage nach pflanzlichen Lebensmitteln wird sehr viel stärker sein als in entwickelten Ländern. Diese Nachfrage kann nur durch Importe oder eine Steigerung der nutzbaren Flächen befriedigt werden.

Die landwirtschaftliche Nutzfläche (einschließlich Weideland) beträgt etwa 40 % der Fläche der Erde. In den letzten 40 Jahren konnte der Getreideertrag auf zwei Milliarden Tonnen pro Jahr verdoppelt werden. Dabei fallen nur 12 % auf eine Zunahme der Fläche und 88 % auf die „Grüne Revolution“, d. h. eine Zunahme des Einsatzes von Düngemitteln um 700 % und eine Zunahme der bewässerten Fläche um 70 %. Dies hat zu nicht unerheblichen Umweltschäden beigetragen: zunehmende Verunreinigung des Wassers, Übersalzung von landwirtschaftlichen Nutzflächen und Verlust von ca. 1,5 Millionen Hektar Ackerfläche pro Jahr. Hinzu kommt, dass für die wachsende Nachfrage nach Fleisch weitere Flächen benötigt werden.

Amerikanische Agrarwissenschaftler haben die Erträge der Maisproduktion und die Steigerung der Wachstumsraten in den Jahren zwischen 1860 und 2000 gegenübergestellt. So hat die mittlere Maisproduktion der USA von 1,6 Tonnen pro Hektar im Jahr 1930 auf 8,6 Tonnen pro Hektar im Jahr 2001 zugenommen. Diese Zunahme wurde vorwiegend durch stickstoffhaltige Düngemittel erreicht. Die mittlere jährliche Wachstumsrate der Produktivität hat jedoch von 3,4 % im Jahr 1960 auf 0,78 % im Jahr 1990 abgenommen. Wissenschaftler gehen davon aus, dass es in dem Maße, in dem der Ertrag an seine Obergrenzen kommt, für die Landwirte immer schwieriger wird, die komplexen Interaktionen zwischen Bodennährstoffen, Klima und Krankheiten, die Einfluss auf den Ertrag haben, zu beherrschen.

Die Abnahme der Erträge nach einer langen Phase der Zunahme macht deutlich, dass die Möglichkeiten zur Ertragssteigerung in den USA bereits jetzt an ihre Grenzen gelangt sind. Hinzu kommt, dass zusätzliche Düngemittel keinen zusätzlichen Gewinn bringen, sondern nur zu einer höheren Auslaugung der Böden beitragen. Die Auslaugung der Böden führt zu einem Verlust an bioaktiven Substanzen, besonders der Mineralstoffe und wichtigen Spurenelemente (z. B. Selen), die aus dem Boden in die Pflanze gelangen und auf diesem Wege zum Endverbraucher Mensch.

Wir stehen vor dem Dilemma, dass die Ernährung einer wachsenden Bevölkerung nur durch Ertragssteigerungen oder Reduktion des Angebots auf Kosten einer gesunden Ernährung erfolgen kann. Wie kann die oben definierte gesunde Ernährung, d. h. eine Ernährung, die qualitativen wie quantitativen Anforderungen genügt, unter den Bedingungen des Klimawandels sichergestellt werden?

Der Klimawandel hat, sehr vereinfacht ausgedrückt, seine Ursache in einer gestiegenen atmosphärischen CO₂-Konzentration (neben anderen Treibhausgasen, wie Methan) mit der Folge

- einer nicht exakt abschätzbaren Zunahme der mittleren Temperatur
- eines Abbaus der Ozonschicht
- einer zunehmenden UV-B-Strahlung

Modelle, die den Einfluss der Klimaveränderung auf die landwirtschaftlichen Erträge prüfen, kommen zu einem ernüchternden Ergebnis (IPCC 2007). Es wird zu einer Zunahme der Trockenzonen kommen, die vor allem afrikanische Länder betrifft und hier zu einem Rückgang der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen um ca. 10 % führen wird. Mehr noch kommen solche Modelle zu dem Ergebnis, dass 2/3 der Erdoberfläche für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung problematisch ist:

- bei 14 % der Fläche ist die Temperatur zu niedrig
- bei 27 % ist sie zu trocken
- bei 5 % ist sie zu steil
- bei 20 % handelt es sich um ausgelaugte oder ungeeignete Böden

Dabei ist der Einfluss der Wasserverteilung, d. h. des Rückgangs in einigen Bereichen und der Zunahme in anderen, noch nicht berücksichtigt.

Untersuchungen in den USA haben gezeigt, dass durch die erwartete Klimaveränderung ein nicht unerheblicher Ertragsrückgang eintreten kann. Je nach verwendetem Klimamodell und unter Bewertung der verfügbaren Nutzflächen kann die weltweite Ertragssituation folglich sehr unterschiedlich ausfallen.

Mit wachsender CO₂-Konzentration nimmt der Ertrag von Weizen und Mais zwar durchaus zu (bei unveränderter Temperatur). Dies gilt jedoch weit mehr für entwickelte Länder und unter Berücksichtigung der insgesamt verfügbaren Agrarflächen. Eine Zunahme des Ozons dagegen wird die Erträge von Mais, Weizen, Reis und Soja um bis zu 50 % senken (FAO 2005).

Wie Fischer und Kollegen unter Verwendung unterschiedlicher Klimamodelle gezeigt haben, wird die Zahl der Hungernden in strenger Abhängigkeit zur atmosphärischen CO₂-Konzentration zunehmen (Fischer et al. 2005). Dies gilt insbesondere für sozial schwache Gruppen und keinesfalls nur für Entwicklungsländer. In Entwicklungsländern werden, im Gegensatz zu entwickelten Ländern der nördlichen Hemisphäre, die Erträge deutlich sinken und damit zu einer weiteren Zunahme des Hungers führen.

In Europa stellt sich die Situation grundsätzlich nicht anders dar. Hier lassen sich bereits jetzt Entwicklungen absehen, die durch eine Veränderung des Klimas begründet werden können. In den nördlichen Regionen mit höheren CO₂-Konzentrationen nimmt der Ertrag erwartungsgemäß zu, in den südlichen, mit den höheren bodennahen Ozonwerten und einer steigenden Temperatur, zeichnet sich bereits seit 1993 ein Rückgang der Erträge ab (FAO 2005). Die Klimaveränderung wird sich in Europa auch in der Verfügbarkeit von Nutzflächen niederschlagen.

All diese Veränderungen werden zunächst quantitativ wahrgenommen werden und können unter Umständen durch Importe kompensiert werden. Wie jedoch sieht es um die Qualität der Lebensmittel aus? Sind die unter den Bedingungen des Klimawandels erzeugten Lebensmittel bezüglich deren Mikronährstoffzusammensetzung mit der heutigen Situation vergleichbar? Können Klimaveränderungen zum Rückgang von Mikronährstoffen in pflanzlichen Lebensmitteln führen? Wird sich folglich die Häufigkeit des „Hidden Hunger“ auch in unseren Breiten steigern?

Die Bildung von essentiellen Pflanzeninhaltsstoffen, wie sie für den Menschen von Bedeutung sind, hängt ab von:

- Stickstoff und Wasserverfügbarkeit
- Pflanzenkrankheiten
- Sonneneinstrahlung
- Ozon
- CO₂
- Reifegrad

Alle Faktoren, die das Pflanzenwachstum und die Qualität beeinflussen, sind durch die Klimaveränderung betroffen. Der Einfluss von Klimaveränderung und Wasser auf die Mikronährstoffsynthese bei Lebensmitteln wurde bisher jedoch noch kaum untersucht.

Durch Zunahme von Hitzestress und UV-B-Strahlung produzieren Pflanzen verstärkt eigene Schutzstoffe. Der stete Anstieg der Flavonoide als Folge eines erhöhten Stresses durch Wärme und UVB schützt die Pflanze vor oxidativen Schäden. Zugleich aber werden in der Synthese aufwendigere, ebenfalls antioxidativ wirkende Metabolite, wie Polyphenole und Vitamin C, reduziert. Die Folge ist eine flavonoidreiche Pflanze, die nur wenig Vitamin C enthält. Flavonoide mögen zwar gesund sein, im Gegensatz zu Vitamin C scheinen sie jedoch nicht essentiell, d. h. sie sind entbehrlich.

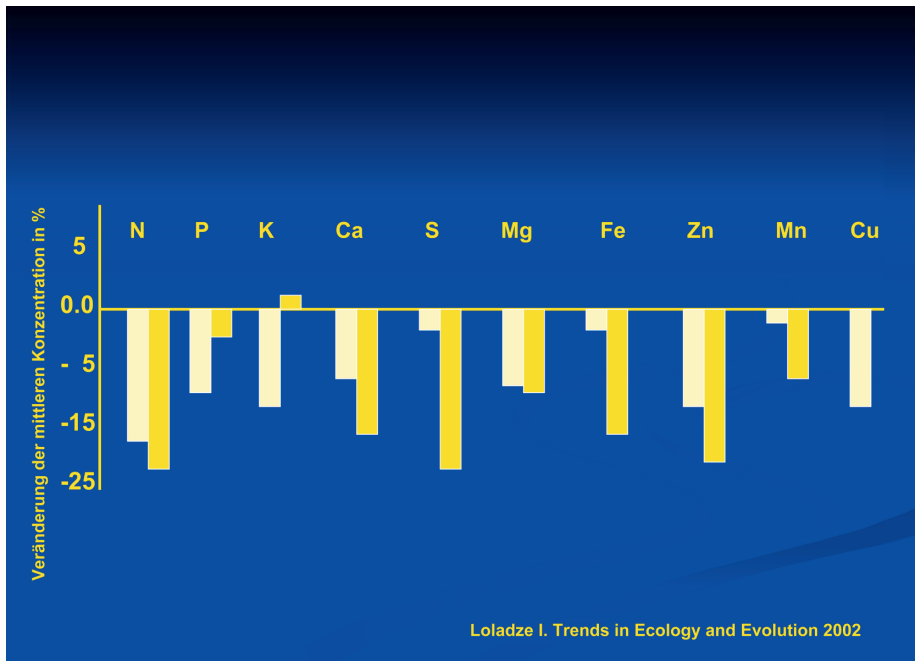


Abb. 2: Folgen der Verdopplung des Umgebungs- CO_2 auf den Mikronährstoffgehalt (hellgelb: Pflanzen; dunkelgelb: Getreide) [Quelle: Loladze 2002]

Insgesamt ist die Versorgung mit manchen Mikronährstoffen bereits jetzt kritisch (s. Tab. 5). Sie wird sich, vor allem in den Risikogruppen, durch die vielfältigen Veränderungen im Laufe des Klimawandels noch weiter verschlechtern.

Die Klimaabhängigkeit unter den momentan noch moderaten Bedingungen zeigt sich am Beispiel des Vitamin C im Spinat. Im Jahr 2001 und noch mehr im Hitzejahr 2003 wurden besonders hohe Temperaturen und gleichzeitig die im Jahresmittel niedrigsten Vitamin-C-Gehalte gemessen.

Ein Anstieg der Temperatur um 3,5 °C (und die damit einhergehende Zunahme von CO₂) führt zu einer starken Reduktion der Carotinoid-Synthese verschiedenster Pflanzen. Carotinoide sind für die Gesundheit des Menschen essentiell. Bisher sind die Wechselwirkungen zwischen Klima und Carotinoid-Konzentrationen in Pflanzen nur sehr begrenzt untersucht worden.

Eine Verdopplung des CO₂-Gehalts der Umgebung wird nach den in Abbildung 2 dargestellten Ergebnissen zu einer quantitativ bedeutsamen Reduktion verschiedener Mikronährstoffe führen.

Tab. 5: Folgen der mangelnden Mikronährstoffversorgung

<i>Vitamin</i>	<i>Quelle</i>	<i>Folgen unzureichender Zufuhr</i>
D	Fisch	Osteoporose, Osteomalazie, höhere Frakturrate, frühe Pflegefälle; bereits heute ein Migrantenproblem
E	Öle	Arteriosklerose
C	Obst, Gemüse	Immunseneszenz, Katarakt
A	Leber, Eier	Atemwegserkrankungen, Kindersterblichkeit
Folat	Leber, Gemüse	Neurodegenerative Erkrankungen, Neuralrohrdefekte

Im Zuge der Klimaveränderung wird es noch bei weiteren Mikronährstoffen zu einer Unterversorgung kommen. Dies betrifft besonders die in Tab. 5 dargestellten Mikronährstoffe, deren Verfügbarkeit sich noch weiter verschlechtern wird. Damit wird aber auch die Häufigkeit der dadurch begünstigten Erkrankungen zunehmen.

Anstieg der UV-B-Strahlung

Während der letzten beiden Dekaden hat sich bedingt durch erhöhte Mengen an Fluorkohlenwasserstoff, Stickoxid und Methylbromid eine starke Verringerung der Ozonschicht der Stratosphäre vollzogen. Dieser Prozess wird sich noch eine Weile fortsetzen und zu einer Zunahme der UV-Strahlung auf der Erde führen.

Ogleich der UV-B-Anteil des Sonnenlichts gering ist, hat er erheblichen Einfluss auf biologische Prozesse wie Pflanzenwachstum und -entwicklung. Eine steigende UV-B-Strahlung wird, so verschiedene Studien, einen starken Einfluss auf die Erträge von Mais, Weizen und Reis haben. Vor allem aber wird die Gesundheit des Menschen durch die steigende UV-B-Strahlung gefährdet.

Der Anstieg des UV-B-Anteils des Sonnenlichts hat möglicherweise einen Anstieg des Melanomrisikos zur Folge. Zum anderen jedoch, und das mag man positiv sehen, nimmt mit steigender Sonneneinstrahlung die Vitamin-D-Synthese der Haut zu. Warum haben wir damit ein Problem?

Die Vitamin-D-Versorgung des Menschen geschieht im Wesentlichen auf zwei Ebenen: durch die Synthese in der Haut und durch den Verzehr von Fisch. Vitamin-D-reiche Lebensmittel wie Fisch werden jedoch eher selten verzehrt. Fisch ist teuer und wird, bedingt durch die Überfischung der Meere, noch teurer werden. Fischfarmen sind nur eine fragwürdige Lösung, solange die Zuchtfische mit Fischmehl gefüttert werden, welches wiederum dem Meer entnommen wird.

Im Grunde kann Fisch, vor allem fetter Fisch (nur er enthält Vitamin D und die gesunden Ω 3-Fettsäuren) nicht mehr unbegrenzt empfohlen werden. In dem Maße, in dem der Fischverzehr empfohlen wird, nimmt die Möglichkeit ab, dass Menschen in Entwicklungsländern Fisch als bedeutende Eiweißquelle zur Verfügung haben. Hinzu kommt, dass viele afrikanischen Länder ihre Fangrechte an europäische oder japanische Organisationen verkauft haben, die den Fisch direkt in ihre Heimatländer liefern.

Zwischen 1950 und 1980 ist die weltweite Fischfangquote von 19 auf 80 Megatonnen gestiegen. Seither liegt sie zwischen 85 und 88 Megatonnen. Dies ist ein Hinweis darauf,

dass die Meere inzwischen maximal ausgenutzt werden. Gleichzeitig wird der Verzehr von Fisch als Grundlage einer gesunden Ernährung stark beworben. Damit entsteht für die Menschen in entwickelten Ländern wieder das Problem des „Hidden Hunger“, wenn die wichtigste Vitamin-D-Quelle Fisch nicht mehr ausreichend zur Verfügung steht. Die Synthese des Vitamins in der Haut wird möglicherweise nicht ausreichen, um den individuellen Bedarf zu decken.

Prävention als Risiko

Der Schutz vor den hautschädlichen Wirkungen der Sonne, sei es durch Sonnenschutzmittel mit hohem Schutzfaktor oder aber Sonnenschutzkleidung, führt zu einem starken Absinken der Vitamin-D-Synthese. Die Folge bei Kindern sind Störungen des Knochenaufbaus (Rachitis), bei Erwachsenen eine Störung des Knochenumbaus (Osteomalazie), die aufgrund der damit einhergehenden Schmerzen zu Mobilitätsproblemen führen. Studien an der Universität Gießen sowie in großen Populationen in den USA haben gezeigt, dass chronische muskuloskeletale Schmerzen bei alten Menschen in bis zu 50 % der Fälle auf eine unzureichende Vitamin-D-Versorgung zurückzuführen sind. Ursache hierfür ist die Tatsache, dass mit zunehmendem Alter die Fähigkeit der Haut zur Vitamin-D-Synthese abnimmt und bei Menschen über 70 Jahren gerade noch 25 % dessen beträgt, was eine junge Haut leistet. Bereits heute warnen verschiedene Wissenschaftler und gesundheitspolitische Organisationen davor, das weltweite Problem einer unzureichenden Vitamin-D-Versorgung zu ignorieren.

Hinzu kommen mehr und mehr Hinweise aus epidemiologischen Studien, die belegen, dass eine schlechte Vitamin-D-Versorgung zu einer erhöhten Erkrankungs- und Sterblichkeitsrate im Alter führt. Damit bekommt die Vitamin-D-reiche Ernährung eine besondere Bedeutung. Durch Fisch alleine wird sie in den meisten Fällen nicht erfolgen können. Anreicherung von Lebensmitteln, biotechnische Modifizierung oder gezielter Einsatz von Supplementen bei Risikogruppen wären eine mögliche Lösung.

Folgen von Hitzewellen

Gesunde Ernährung ist die Grundlage nicht nur für ein gesundes Altern, sondern auch für eine ausreichende Belastbarkeit des Organismus gegenüber der Klimaveränderung. Besonders drastisch wird dies am Beispiel der Hitzewellen in Europa deutlich.

Während der Hitzewelle im August 2003 kam es zu einer überproportionalen Zunahme von Todesfällen vor allem bei alten Menschen. So hat sich die Zahl der Verstorbenen in Paris in dieser Zeit nahezu verdoppelt. In italienischen Städten wie Mailand und Bologna wurde die Abhängigkeit der Mortalität von der Temperatur in den Hitzeperioden eindrucksvoll dokumentiert. Dabei war vor allem bei solchen Personen die Sterblichkeit besonders hoch, die durch Gefäßerkrankungen oder Immobilität vorgeschädigt waren. Je höher die Temperatur lag, desto höher war die Sterblichkeit bei Personen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Atemwegserkrankungen. Eine gesunde Ernährung, die der Entwicklung solcher Erkrankungen vorbeugt, bildet grundsätzlich die Grundlage für eine stabilere Gesundheit mit geringerer Sensitivität gegenüber den zu erwartenden Temperaturextremen. Bislang konnte noch nicht untersucht werden, welchen Anteil Mangelernährung während der Hitzewelle 2003 an der Sterblichkeit hatte.

Fazit: Die Versorgung mit essentiellen Mikronährstoffen wird noch kritischer, als sie jetzt ist, und die von unzureichender Zufuhr betroffenen Gruppen werden zunehmen.

Die zu erwartende Klimaveränderung wird zu einer Reduktion der Verfügbarkeit verschiedener Mikronährstoffe, besonders in sozial schwachen Gruppen und hier vor allem bei Kindern, führen. Dies hat Konsequenzen für die Entwicklung dieser Altersgruppe und die Gesundheit im höheren Alter.

Auch bei Personen mit ausreichendem Einkommen wird eine gesunde Ernährung, bedingt durch globale Veränderungen der Märkte (Verfügbarkeit und Preis), nicht wie bisher möglich sein. Es geht in Zukunft nicht mehr darum, eine präventive Ernährung für alle zu sichern. Dies wird nur schwer möglich sein. Es geht um einen anderen Ansatz:

- Definition des Minimums für eine Versorgung, die den qualitativen und quantitativen Ansprüchen der Gesamtbevölkerung entspricht
- Orientierung an sozioökonomischen Gegebenheiten
- Entwicklung von Lebensmitteln zur Behebung des „Hidden Hunger“, z. B. Vitamin-D- und -E-Quellen, Zink, Jod, Selen, Folsäure etc.

Zur Sicherung einer gesunden Ernährung sind zwar die Methoden der Biotechnologie einschließlich der Gentechnologie attraktiv, jedoch vor dem Hintergrund, dass Ernährungssicherung ein globales Problem darstellt, nur ein Teil der Maßnahmen, die ergriffen werden müssen.

Herausforderungen

- Maßnahmen zur Akutsicherung der Ernährung für Bevölkerungsgruppen mit kurz- oder langfristig eingeschränktem Zugang zu Lebensmitteln (Emergency Food Products, kostenlose Schulspeisung etc.)
- Definition des individuellen Minimums zur Sicherung einer ausreichenden Ernährung (im Speziellen für Kinder und alte Menschen)
- Analyse der Mikronährstoffe unter variablen Klimabedingungen
- Bereitstellung von Technologien, die qualitative Veränderungen von Lebensmitteln, d. h. das Fehlen eines oder mehrerer essentieller Mikronährstoffe, ausgleichen. Dazu zählt neben den bereits vorhandenen Möglichkeiten der Anreicherung von Grundnahrungsmitteln eine Vielzahl von Verfahren der modernen Lebensmittelerzeugung einschließlich züchterischer Verfahren bis hin zur Gentechnologie.

Sofern diese Maßnahmen bereits jetzt erwogen und in Risikogruppen umgesetzt werden, müssen die zu erwartenden und im Ausmaß schwer abschätzbaren Veränderungen der Lebensmittelqualität nicht erst dann kompensiert werden, wenn sie eingetreten sind.

Literaturverzeichnis

- Beck, A. M., L. Ovesen und M. Schroll (2002). „Home-made oral supplement as nutritional support of old nursing home residents, who are undernourished or at risk of undernutrition based on the MNA. A pilot trial. Mini Nutritional Assessment.“ *Aging Clin Exp Res* 14, (3): 212–215.
- BfR (2004a). Bundesinstitut für Risikobewertung. A. Domke, R. Großklaus, B. Niemann, H. Przyrembel, K. Richter, E. Schmidt, A. Weißenborn, B. Wörner und R. Ziegenhagen (Hrsg.). „Verwendung von Vitaminen und Mineralstoffen in Lebensmitteln – Toxologische und ernährungsphysiologischen Aspekte.“ 03/2004. BfR-Hausdruckerei Berlin-Dahlem.
- BfR (2004b). Bundesinstitut für Risikobewertung. A. Domke, R. Großklaus, B. Niemann, H. Przyrembel, K. Richter, E. Schmidt, A. Weißenborn, B. Wörner und R. Ziegenhagen (Hrsg.). „Verwendung von Mineralstoffen in Lebensmitteln – Toxologische und ernährungsphysiologischen Aspekte.“ 04/2004. BfR-Hausdruckerei Berlin-Dahlem.
- DGE (2004). „Ernährungsbericht 2004.“ Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.
- FAO (2002). „The state of food insecurity in the world.“ ISBN 92-5-104815-0.

- FAO (2005). „The state of food insecurity in the world.” ISBN 92-5-105384-7.
- Fischer, G., M. Shah, F. N. Tubiello und H. van Velhuizen (2005). „Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080.” *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 360 (1463): 2067–2083.
- IPCC (2007). „Climate change 2007.“ 4th IPCC Assessment Report.
- Loladze, I. (2002). „Rising atmospheric CO₂ and human nutrition: toward globally imbalanced plant stoichiometry?” *Trends in Ecology & Evolution* 17 (10): 457–461.
- Schulze, M. B., J. Linseisen, A. Kroke und H. Boeing (2001). „Macronutrient, vitamin, and mineral intakes in the EPIC-Germany cohorts.” *Ann Nutr Metab* 45 (5): 181–189.
- Wright, J. D., C. Y. Wang, J. Kennedy-Stephenson and R. B. Ervin (2003). “Dietary intake of ten key nutrients for public health, United States: 1999–2000.” *Adv Data* (334): 1–4.