

Die Nutrigenomik oder der Königsweg zu einer präventiven Ernährung

Durch das Aufkommen der Nutrigenomik – einer Wissenschaft, die untersucht, inwiefern unsere Ernährung die Aktivität unserer Gene beeinflusst – wurden den Ernährungswissenschaften zukunftsweisende Wege eröffnet. Das Ziel ist kein minderes, als mittels individualisierter Ernährungsprofile Krankheiten wie Diabetes vorzubeugen und so eine gute Gesundheit aufrechtzuerhalten.

Nathalie Constantin, Prof. Dr. Walter Wahli

Einführung

Unter den verschiedenen Umweltfaktoren, die unseren Organismus beeinflussen, ist die Ernährung der Faktor, dem die weitest- und grösste Bedeutung beigemessen wird. Der Zusammenhang zwischen der Qualität der Ernährung und dem Gesundheitszustand ist jedoch keine Entdeckung unserer Zeit: «Lasst Nahrung eure Medizin sein...», lautet Hippokrates' Sinnspruch, der bereits damals in der Antike in aller Munde war und sich bis heute gehalten

hat. Im Laufe der wissenschaftlichen Entdeckungen wurde er immer wieder bestätigt, insbesondere seit Beginn des 19. Jahrhunderts, als es möglich wurde, die Nahrungsbestandteile zu identifizieren und sie in Eiweisse, Kohlenhydrate, Fette und Wasser zu unterteilen. Allerdings wurde den Nahrungsmitteln lange Zeit fast ausschliesslich die Rolle des «Brennstoffs» zugeteilt – sie wurden als Energielieferanten für den Organismus betrachtet. Erst im letzten Jahrhundert, als die chroni-

schen Krankheiten in den Fokus des wissenschaftlichen Interesses rückten, wurde der Zusammenhang zwischen Mangelernährung und Krankheiten wie Beriberi, Rachitis, Skorbut oder Pellagra hergestellt, wodurch auch die regulierende Funktion der Ernährung in Bezug auf den Stoffwechsel erkannt wurde. Diese neue Perspektive ebnete den Weg zu einem riesigen Forschungsgebiet, das die Ernährung ganz in den Dienst der Gesundheit stellt. Dank einer Vielzahl von Bevölkerungsstudien konnten in den Ernährungswissenschaften Erkenntnisse gewonnen werden, die es den Gesundheitsfachleuten von nun an ermöglichten, allgemeine Ernährungsempfehlungen abzugeben oder diese der Situation entsprechend anzupassen, sei es bei Fehl- oder Mangelernährung, intensiver medikamentöser Behandlung oder bei hohen Anforderungen an die geistige oder körperliche Leistungsfähigkeit.

Trotzdem hat die Unterschiedlichkeit der Menschen, sowohl in genetischer als auch in metabolischer Hinsicht, stets dazu geführt, dass sich die Ernährungsfachleute beim konkreten Einsatz der Ernährung zur Förderung der Gesundheit vor erhebliche Schwierigkeiten gestellt sahen und sich die Ernährungsempfehlungen oft als ergebnislos erwiesen. Gerade bei Diäten kann oft beobachtet werden, dass die Betroffenen unterschiedlich darauf ansprechen. Empfehlungen bezüglich gesunder Ernährung, Informationen über Diätprodukte zur Gewichtsabnahme und Angaben zu Tagesdosen werden häufig als verwirrend wahrgenommen; einige sprechen sogar von einem «Ernährungsdschungel» – einer Situation, in der eine Person, die ihr Gesundheitskapital durch entsprechende Ernährung pflegen möchte, den Überblick verliert und nicht mehr weiss, was das Beste für sie ist.

Vor diesem Hintergrund gab es für die Ernährungswissenschaften nur einen Ausweg: Die Nahrungsbestandteile mussten bezüglich ihrer Wirkung auf molekularer Ebene, vor allem jedoch hinsichtlich ihres

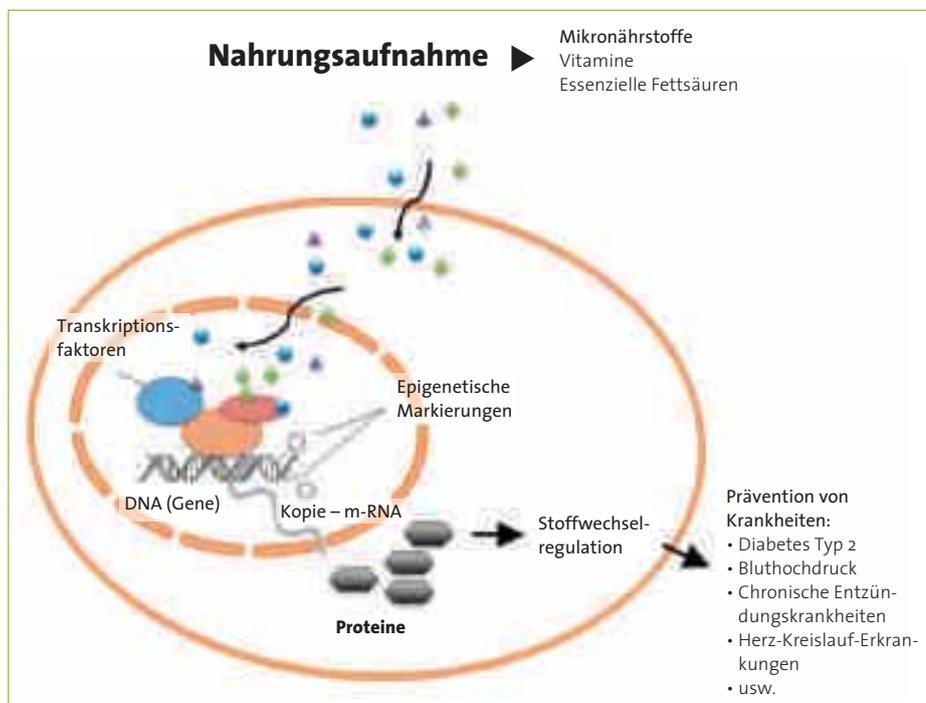


Abbildung 1: Bestimmte Nahrungsbestandteile, insbesondere Mikronährstoffe wie Vitamine und essenzielle Fettsäuren, gelangen ins Zellinnere, wo sie als Schalter für die Genaktivität funktionieren. Dazu können sie sich an Faktoren binden, die die Aktivität der Gene regulieren (Transkriptionsfaktoren), oder durch epigenetische Markierungen bestimmter DNA-Abschnitte den Zugang dieser Faktoren zu den Genen steuern. Modulierungen der Genexpression wirken sich direkt auf die Stoffwechselwege des Organismus aus und spielen deshalb eine wichtige Rolle bei der Gesunderhaltung oder aber bei der Entwicklung von Stoffwechselkrankheiten.

Einfluss auf die Regulierung der Genaktivität (oder der Genexpression) untersucht werden. Die Forscherinnen und Forscher fanden heraus, dass gewisse Nahrungsbestandteile in der Lage sind, nach dem Verdauungsprozess in das Innere unserer Zellen einzudringen und dort eine «Schaltfunktion» auszuüben, indem sie gewisse Gene aktivieren oder inaktivieren, insbesondere jene, die für die Metabolismus-Funktionen massgebend sind. Diese Entdeckung legte Anfang dieses Jahrtausends den Grundstein für die Entwicklung eines neuen Forschungsgebiets mit dem Namen Nutrigenomik, das die Wechselwirkungen zwischen unserer Nahrung und der Gesamtheit unserer Gene untersucht.

Nutri... wie bitte?

Die Nutrigenomik wurde geradezu begünstigt durch die technologischen Weiterentwicklungen, die vor allem aus der vollständigen Entschlüsselung des menschlichen Genoms im Jahr 2001 hervorgegangen sind. Konkret bedeutet Nutrigenomik die Anwendung von Methoden aus der Genomik, damit globale «alimentäre Signaturen» definiert und charakterisiert werden können, welche die Wirkung von Nahrungsstoffen auf die für das metabolische Gleichgewicht massgebenden Gene wiedergeben. Solche Signaturen ergeben sich aus allen noch so kleinen Veränderungen, die sowohl in der Gesamtheit der Gene, der Transkripte und der Proteine ebendieser Gene feststellbar sind, als auch in den verschiedenen Metaboliten, die sich in einer spezifischen Zelle oder im ganzen Organismus befinden. Damit diese Erforschungen überhaupt möglich sind, ist die Integration gewaltiger Datenmengen unabdingbar. Dies erklärt, warum durch das Aufkommen der Nutrigenomik Weiterentwicklungen im Bereich der Technologie und der Bioinformatik absolut notwendig sind. Gewisse Nahrungskomponenten können die Aktivitäten unserer Gene beeinflussen. Wie ist das möglich? In der Bevölkerung herrscht die Ansicht vor, dass die Gene ein fixes Erbgut sind, mit dem wir auf die Welt kommen und das sich im Laufe des Lebens nicht mehr verändert, ausser es handle sich um ganz bestimmte Situationen oder

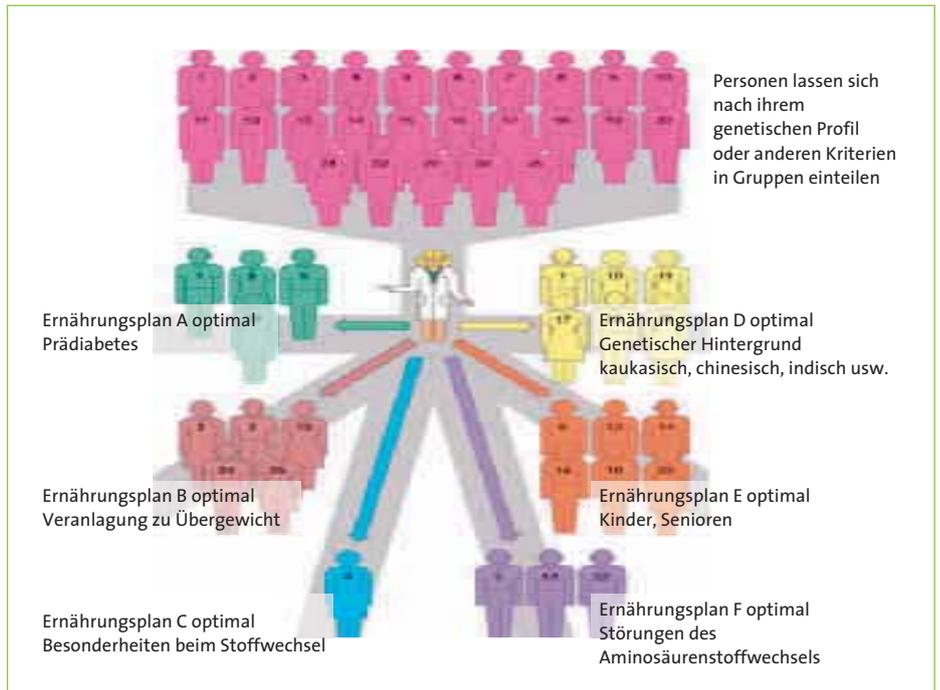


Abbildung 2: Gentests sind ein tragendes Element des nutrigenomischen Ansatzes. Sie ermöglichen es, Personen nach bestimmten genetischen Merkmalen in Gruppen einzuteilen, um die Ernährung individuell abzustimmen und weitere Ernährungsempfehlungen abzugeben.
 (Bildquellennachweis: www.cancer.gov/cancertopics/understandingcancer/geneticvariation/page37)

um schädigende Einflüsse auf die DNA selbst, etwa durch Viren, Strahlenexposition oder durch den Kontakt mit mutagenen Substanzen. Wenn die oben genannte Frage also tatsächlich bejaht werden kann, handelt es sich bei der Verwertung der genetischen Information durch jede einzelne unserer Zellen um ein dynamisches Phänomen, das durch zahlreiche Faktoren beeinflusst werden kann. Diesbezüglich seien gewisse Nahrungsbestandteile erwähnt, insbesondere Mikronährstoffe wie Vitamine, Spurenelemente, Mineralien, essenzielle Fettsäuren oder aber in Pflanzen vorkommende natürliche Verbindungen (unter anderen Phytopheno), die eine Art «Schaltfunktion» ausüben. Indem sie sich an Proteine heften, verändert sich entsprechend der Grad der Genexpression. Ausserdem kann eine bestimmte Nährstoffklasse, zu der Folsäure, Cholin, die Vitamine B2, B6 und B12 gehören, die Zugänglichkeit zu Genen für gewisse Proteine, die Transkriptionsfaktoren genannt werden, modifizieren, indem chemische Gruppen an die DNA selbst angefügt werden, ohne dass die genetische In-

formation verändert wird. Dies geschieht durch das Übertragen von chemischen Verbindungen auf die DNA, jedoch ohne dass dabei der genetische Inhalt verändert wird. Dieser Regulationsmodus gehört zum Gebiet der Epigenetik, einem Forschungsfeld, dem gegenwärtig viel Aufmerksamkeit zukommt, denn diese epigenetischen Veränderungen – die in der



Prof. Dr. Walter Wahli
 Dozent an der Lee Kong Chian School of Medicine, Nanyang Technological University, Singapur, und am Centre for Integrative Genomics der Universität Lausanne, Schweiz; CSO bei Actigenomics SA, Epalinges, Schweiz
 Telefon +41 21 692 41 10
walter.wahli@unil.ch
www.unil.ch



Nathalie Constantin
 wissenschaftliche Mitarbeiterin bei Actigenomics SA, Epalinges, Schweiz

Regel reversibel sind – können den Grad der Genaktivität beeinflussen, und sie können auch weitervererbt werden. Die Über- oder Unterversorgung mit gewissen Mikronährstoffen kann letztlich, in gleicher Weise wie die UV-Strahlen-Exposition, die Integrität der genetischen Information gefährden, indem entweder die DNA direkt beschädigt wird oder die Mechanismen neutralisiert werden, welche die DNA nach der Beschädigung wieder reparieren. Die Mikronährstoffe beeinflussen also unsere Gene, woraus sich legitimerweise schliessen lässt, dass unsere Gesundheit durch eine angemessene Ernährung wiederhergestellt oder verbessert werden kann – und genau darin bestehen der Plan und die Aufgabe der Nutrigenomik.

Die Nutrigenomik im Dienste der Präventivmedizin

Der grösste Nutzen durch die Anwendung der Nutrigenomik wird im Bereich der metabolischen Erkrankungen und Fehlregulierungen erwartet. In Fachkreisen werden die Hoffnungen darauf gesetzt, dass durch die Erkenntnis, wie das menschliche Genom auf die Ernährung reagiert, schliesslich eine angemessene, spezifische, auf eine bestimmte Gruppe von Individuen zugeschnittene oder sogar eine gänzlich personalisierte Ernährungsempfehlung erarbeitet werden kann. Die Ernährung soll also in Einklang mit dem Genom gebracht werden, damit sich Gesundheit und Wohlbefinden einstellen.

Durch diesen innovativen Ansatz bieten die auf die Nutrigenomik basierenden Interventionen einen beachtlichen Vorteil gegenüber den bereits existierenden Methoden, und zwar, weil die aus dieser neuen Wissenschaft abgeleiteten Ernährungsempfehlungen auf die genetische und epigenetische Ausstattung jedes einzelnen Individuums abgestimmt sind. Tatsächlich ist aus Studien ersichtlich, dass ein Interesse an diesem Konzept, das für das Erarbeiten von personalisierten Ernährungsempfehlungen die Verwendung genetischer Daten vorsieht, vorhanden ist. Viele Menschen scheinen heute bereit zu sein, für ihre Gesundheit, ihr Wohlbefinden oder ihre Leistungsfähigkeit eine spezifische Ernährung zu befolgen, wenn deren positive

Effekte wissenschaftlich nachgewiesen sind. Die Studien zur Nutrigenomik sollten zudem Klarheit in die Verwirrung um Ernährungsempfehlungen und empfohlene Tagesdosen bringen.

Der Nutrigenomik könnte im Kampf gegen gewisse neuzeitliche Gesundheitsprobleme, die von den traditionellen Ernährungswissenschaften bis anhin nicht unter Kontrolle gebracht werden konnten, eine entscheidende Rolle zukommen. Diesbezüglich sind die alarmierende weltweite Zunahme von Adipositas oder «Fettsucht» sowie die damit assoziierten metabolischen Erkrankungen wie beispielsweise Diabetes, Bluthochdruck und Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu erwähnen. In der Schweiz konnte in den letzten Jahren, trotz der erzielten Fortschritte im allgemeinen Gesundheitsverhalten, eine Zunahme von Übergewicht und Adipositas nicht verhindert werden. Im Jahr 2012 waren laut einem im vergangenen Oktober publizierten Bericht des Bundesamts für Statistik (BFS) 41% der Bevölkerung davon betroffen. Die Zahl der adipösen Personen hat sich seit 1992 sogar beinahe verdoppelt – betroffen von diesem Anstieg sind vor allem die 15- bis 24-Jährigen.

Dieses Ungleichgewicht im Energiehaushalt wird heute darauf zurückgeführt, dass sich unsere moderne Lebensweise, insbesondere die mehrheitlich industrielle Nahrung und der Bewegungsmangel, nicht mit dem von unseren Vorfahren geerbten «Energiespeicher-genom» vereinbaren lässt, das sich während Millionen von Jahren darauf spezialisiert hat, die Bildung von Energiereserven für Zeiten der Nahrungsknappheit zu fördern.

In Zusammenhang mit diesem Problem haben mehrere Studien kürzlich gezeigt, dass auch die Rolle der zahlreichen Bakterien, die in unserem Körper leben (Mikrobiota), von grosser Bedeutung ist. Es ist beispielsweise bekannt, dass die Ernährung in den ersten Lebensjahren – einschliesslich der Tatsache, ob ein Säugling Muttermilch erhalten hat oder nicht – ein bestimmender Faktor für die Zusammensetzung der menschlichen Darmflora ist. Ausserdem wird davon ausgegangen, dass sich diese Zusammensetzung durch langfristige Essgewohnheiten im Laufe des Lebens verändert. Entsprechend können sich die Reakti-

onen auf die Nahrung je nach ethnischer Bevölkerungsgruppe deutlich voneinander unterscheiden. Dies hängt des Weiteren mit der Tatsache zusammen, dass sich bestimmte Bakterien von gewissen Nahrungsbestandteilen, wie etwa Nahrungsfasern, ernähren. Je nach Einnahmemenge wird also das Wachstum jener spezifischen Bakterien stimuliert. Bakterien haben in der Verdauung von Nahrungsmitteln und der Absorption von Nährstoffen eine Schlüsselstellung inne. Zudem produzieren sie Vitamine (Vitamin K) und gewisse Fettsäuren (kurzkettige Fettsäuren).

Inwiefern sich die Ernährung auf die Darmflora auswirkt, wird zurzeit noch erforscht. Durch jüngste auf der Genomik basierende technologische Entwicklungen konnten erste Feststellungen in Bezug auf das genetische Material der Mikrobiota gemacht werden, die über rund 150 Mal mehr Gene verfügt als unser menschliches Genom und gemeinhin als Metagenom bezeichnet wird. Es stellte sich heraus, dass jedes Individuum seine eigene «Bakteriensuppe» in sich trägt – abgesehen von einem Kern von Hauptgenen, die bei allen gleich sind. Mit diesem erweiterten Betrachtungswinkel auf das menschliche Genom wird es durch die Nutrigenomik möglich sein, die Unterschiede in der Zusammensetzung der Mikrobiota zu erforschen, je nach Bevölkerungsgruppe, Alter, Essgewohnheiten oder je nach metabolischer Dysfunktion bzw. Erkrankung. Die Ergebnisse sollten es erlauben, lebende Kulturen – wie Probiotika und Präbiotika sowie deren Kombination – zu entwickeln, die zum Erhalt einer gesunden Mikrobiota beitragen.

Ist die nutrigenomische Ernährung die Ernährung von morgen?

Es wird erwartet, dass die Nutrigenomik Auswirkungen auf zahlreiche Fachgebiete haben wird. Die Lebensmittelindustrie beispielsweise produziert bereits «nutrigenomische Nahrungsmittel» beziehungsweise Functional Food. Diese gibt es in Form von industriell hergestellter Nahrung, die vertraute Lebensmittel wie Margarine, Milchprodukte oder Drinks als Grundlage hat und mit intelligenten Kombinationen von Mikronährstoffen angereichert ist,

oder aber als Nutrazeutika (oder Alikamente), sprich in Form von Tabletten, Kapseln, Pulver oder anderen Formulierungen.

Nutrigenomik und Ernährungsberatung

Die Nutrigenomik wird automatisch auch Veränderungen in der Ernährungsberatung und der Ernährungsmedizin nach sich ziehen. Der Zugang zu gewissen Leistungen im Bereich der Nutrigenomik wird nämlich – aufgrund ihrer genetischen Komponente – nur durch speziell dafür ausgebildete Fachleute möglich sein. In der Schweiz sind Genanalysen strengen Regeln unterworfen, sei es punkto Qualifikationen des Arztes, der diese Analyse anordnet, oder hinsichtlich der Qualitätskriterien, denen das Labor oder die genetische Beratung entsprechen müssen. Die Fachleute werden also nicht umhinkommen, sich ein solides Wissen in Genetik und Genomik anzueignen, um die Erwar-

tungen der achtsamen und gut informierten Patientinnen und Patienten erfüllen zu können. Ausserdem werden sie sich mit ethischen und sozialen Fragestellungen auseinandersetzen müssen, die sich aus der Berufstätigkeit auf diesem neuen Gebiet ergeben.

Schlussfolgerung

Durch die Nutrigenomik haben sich die Ernährungswissenschaften in Bezug auf den Einsatz von Nahrung in der Präventivmedizin in eine neue Richtung entwickelt. Dank Spitzentechnologien konnte das Interesse zunehmend auf das unendlich Winzige gerichtet werden und auf die Frage, inwiefern die Ernährung die Genexpression beeinflusst, indem sie auf gewisse Gene stimulierend oder, im Gegenteil, hemmend wirkt. Diese nahrungsbezogene Beeinflussbarkeit der Genaktivität wird als Instrument dazu dienen, die Gesundheit in jedem Lebensalter wiederherzustellen und

zu erhalten. Es wird so insbesondere möglich sein, pathologische Zustände in den frühesten Stadien zu beheben, bevor überhaupt Symptome auftreten, und zwar mithilfe von teilweise auf die genetische Ausstattung ausgerichteten Ernährungsempfehlungen. Längerfristig wird dieser Ansatz einer personalisierten Ernährung auch zu einem besseren Gesundheitszustand von ganzen Bevölkerungsgruppen beitragen, indem genetische Gruppen identifiziert werden. Beträchtliche Veränderungen werden ebenfalls in der Lebensmittelindustrie erwartet sowie in der Berufsausübung von Spezialistinnen und Spezialisten im Bereich der Ernährungsmedizin und der Ernährungsberatung.

Nathalie Constantin¹ und Walter Wahli^{2,3}

¹ Actigenomics SA, Epalinges, Schweiz und Actigenomics Pte Ltd, Singapur

² Lee Kong Chian School of Medicine, Nanyang Technological University, Singapur

³ Centre for Integrative Genomics, Universität Lausanne, Schweiz

Ökologie und Gesellschaft

Die Lebensmittelproduktion verbraucht natürliche Ressourcen und setzt Emissionen frei. Deshalb ist sie immer wieder Gegenstand von Debatten. In unserem Factsheet «Ernährung mit Fleisch im gesellschaftlichen und ökologischen Kontext» finden Sie wichtige Informationen über die Ernährung mit Fleisch und erfahren, wie sich die Schweizer Fleischwirtschaft bereits heute für eine nachhaltige Produktion einsetzt.

Dieses und weitere Factsheets sind kostenlos als PDF-Dokumente verfügbar unter:

www.schweizerfleisch.ch/ernaehrung ⇒ Downloads



Proviande «Schweizer Fleisch»

Finkenhubelweg 11 | Postfach 8162 | CH-3001 Bern
T + 41 31 309 41 11 | ernaehrung@proviande.ch



Schweiz. Natürlich.