

## Kakao und Schokolade: gut für die Gesundheit

### Neue Erkenntnisse über bioaktive Substanzen

#### **Zusammenfassung:**

Kakao und Schokolade enthalten eine Reihe bioaktiver Polyphenole, die natürlicherweise in der Kakaobohne enthalten sind. Sowohl im Kakao als auch in der Schokolade lassen sich erhebliche antioxidative Kapazitäten nachweisen, die beispielsweise im Kakaogetränk genauso hoch sind wie in einem Aufguss grünen Tees.

Studien belegen, dass bestimmte Kakao- und Schokoladenpolyphenole im Magen-Darm-Trakt aufgenommen werden und eine positive Wirkung im Organismus besitzen. Die Ergebnisse lassen die Schlussfolgerung zu, dass Kakao und Schokolade aufgrund ihres Gehaltes an Catechinen und Procyanidinen antiatherogene Wirkungen, d.h. Schutzfunktionen gegen arteriosklerotische Veränderungen, aufweisen. In diesen Eigenschaften sind Kakao und Schokolade anderen Lebensmitteln wie Tee, Rotwein, Obst und Gemüse, die schon seit längerem auf ihre antioxidativen Eigenschaften hin wissenschaftlich untersucht werden, durchaus ebenbürtig.

**Professor Dr. Irmgard Bitsch, Institut für Ernährungswissenschaft, Justus-Liebig-Universität Giessen**

#### **Bioaktive Polyphenole für die Gesundheit des Menschen**

Zahlreiche epidemiologische Studien, die in den letzten zehn Jahren veröffentlicht worden sind, liefern Hinweise darauf, dass ein regelmäßiger Verzehr polyphenolreicher Lebensmittel das Risiko, koronare Herzerkrankungen, Schlaganfall und einige Krebsformen zu entwickeln, vermindern kann [1, 2]. Die zunächst in dieser Hinsicht betrachteten polyphenolreichen Lebensmittel waren Rotwein, Obst, Gemüse und Tee. Sie enthalten eine Fülle unterschiedlicher Polyphenole, von denen man annimmt, dass sie im Organismus des Menschen dem sogenannten „oxidativen Stress“ entgegenwirken und dadurch wichtige Moleküle und Strukturen des Organismus vor irreversiblen Schädigungen schützen können.

Das grundlegende Prinzip, nach dem die Polyphenole aktiv sind, beruht auf ihrer antioxidativen Kapazität, d.h. sie sind in der Lage, hoch wirksame Radikale, die auf vielfältige Weise im Organismus entstehen, abzufangen und somit zu

inaktivieren. Nach heutigem Kenntnisstand ist der menschliche Magen-Darm-Trakt darauf eingerichtet, einen Teil der Polyphenole nach Verzehr entsprechender Lebensmittel zu resorbieren. Sie gelangen dadurch in den zentralen Kreislauf des Menschen und zu den Geweben, wo sie Radikalfängereigenschaften entfalten können. Sie besitzen somit eine Wirksamkeit *in vivo*, d.h. im lebenden System. Daher reiht man sie zu Recht in die Gruppe der bioaktiven Substanzen ein und nutzt einige von ihnen seit Jahren in Form von Arzneimitteln.

#### **Polyphenole in Kakao und Schokolade**

Dass Kakao und Schokolade reich an antioxidativ wirksamen Polyphenolen sind, ist seit langem bekannt. Polyphenolische Verbindungen finden sich in Speicherzellen der Kotyledonen (Keimblätter) der Kakaobohne und gelangen bei der Verarbeitung in den Kakao und in die Schokolade. Hauptkomponenten sind die Catechine (ca. 37 %), Procyanidine (ca. 58 %) und Anthocyane (ca. 4 %).

Letztere sind für die Farbe der unfermentierten Kakaobohne verantwortlich, die je nach Anthocyanengehalt von weiß bis purpur schwankt.

Während der Fermentation und anschließenden Trocknung der Kakaobohnen kommt es zu zahlreichen enzymatischen und chemischen Umsetzungen. Hierbei werden die Polyphenole zum Teil oxidiert und zu niedermolekularen Oligomeren oder zu hochmolekularen Polymeren zusammengelagert. Die hochmolekularen Derivate haben z.T. Gerbstoffcharakter, worauf die adstringierende (zusammenziehende) Wirkung in der Mundhöhle beruht.

Trotz der vielfältigen Reaktionen bei der Verarbeitung, bleibt eine erhebliche antioxidative Kapazität erhalten, die sich in Kakao und Schokolade nachweisen lässt. Diese ist in einem Kakaogetränk praktisch genauso hoch wie in einem grünen Teeaufguss, obwohl man bisher die Teegetränke als Spitzenreiter in Bezug auf den Antioxidantiengehalt eingestuft hatte. Wie beim Tee dominiert auch beim Kakao mengenmäßig das Epicatechin (ein Catechinderivat), so dass von Schokolade auch als Quelle von „Tee-Polyphenolen“ geredet wird [3].

In Holland wurde kürzlich eine durchschnittliche tägliche Aufnahme von Catechinen in Höhe von 50 mg pro Person und Tag berechnet. Die Hauptquelle war in allen Altersgruppen Tee, gefolgt von Schokolade bei Kindern und Äpfel und Birnen bei Erwachsenen [4].

### **Bioverfügbarkeit der Kakao- und Schokoladenpolyphenole**

Die bei der Verarbeitung der Kakaobohnen durch Polymerisation (Zusammenlagerung) aus Catechin und Epicatechin entstehenden Procyanidine sind außer in Kakao und Schokolade auch in Äpfeln, Trauben, Tee, Wein und Erdbeeren reichlich

vorhanden. Vor allem die niedermolekularen Derivate, die nur aus zwei oder drei Catechin- bzw. Epicatechineinheiten bestehen, hat man in den letzten Jahren intensiv daraufhin geprüft, inwieweit sie nach dem Verzehr die Darmschranke überwinden können, d.h. inwieweit sie bioverfügbar sind. Eine gewisse Bioverfügbarkeit ist Grundvoraussetzung, um Wirkungen im Organismus erwarten zu können.

Im Tiermodell (Ratte) konnte gezeigt werden, dass der Hauptanteil der Derivate aus zwei oder drei Untereinheiten im oberen Dünndarm wieder in die Ausgangssubstanzen Catechin und Epicatechin zerlegt wird, die recht gut vom Körper aus dem Darm aufgenommen werden können. Von den nicht hydrolisierten Derivaten gelangte dagegen nur ein sehr geringer Anteil ins Pfortaderblut und von dort aus in den Körper der Ratte [5].

In Übereinstimmung mit diesen Ergebnissen stehen die Untersuchungen einiger Autoren am Menschen. So applizierte eine Arbeitsgruppe aus kalifornischen und argentinischen Wissenschaftlern 80 g einer procyanidinreichen Schokolade jeweils an 13 gesunde Versuchspersonen. Zwei Stunden danach ließ sich eine im Vergleich zum Nüchternwert um mehr als das Zehnfache gesteigerte Epicatechinkonzentration in deren Blutplasma nachweisen. Gleichzeitig war die antioxidative Kapazität des Plasmas erhöht und eine Markersubstanz für oxidativen Stress erniedrigt.

Beides ist ein Beleg für eine positive Wirksamkeit *in vivo* [6]. Andere Autoren aus dem gleichen Forschungsinstitut erzielten mit Gaben von 80 g Schokolade pro Person vergleichbare Ergebnisse. Darüber hinaus konnten sie zeigen, dass auch mit geringeren Mengen (27 g und 53 g Schokolade pro Person) analoge Effekte erzielbar waren, wenn auch dosisbedingt in geringerem Ausmaß [7].

### **Bioaktivität der Kakao- und Schokoladenpolyphenole**

Nach Erhebung der geschilderten Befunde stellte sich folgerichtig die Frage, inwieweit die polyphenolischen Kakao- und Schokoladenkomponenten in die Pathogenese arteriosklerotischer Veränderungen, die schließlich zu Herzinfarkt und Schlaganfall führen können, eingreifen, d.h. inwieweit sie eine antiatherogene Wirkung *in vivo* (Bioaktivität) besitzen.

Hierzu wurde die Funktion und die Aktivierung von Thrombozyten (Blutplättchen) bei gesunden Erwachsenen nach einem Kakaogetränk mit einem hohen Gehalt an Epicatechin und Procyanidinen (897 mg) untersucht. Thrombozyten (Blutplättchen) sind an den Frühstadien atherosklerotischer Veränderungen beteiligt und stimulieren über verschiedene freigesetzte Faktoren die Blutgerinnung und das Wachstum von Läsionen am Endothel, der Auskleidung der Blutgefäße. Im Vergleich zu Versuchspersonen, die die gleiche Menge eines Kontrollgetränks aus Coffein, Zucker und Wasser oder nur Wasser erhalten hatten, war die Thrombozytenaktivität der Versuchspersonen, die Kakao getrunken hatten, zwei bzw. sechs Stunden danach signifikant erniedrigt. Dies bedeutet, dass weniger blutgerinnungsfördernde Plättchenfaktoren freigesetzt wurden und somit das Risiko der Entstehung von Blutgerinnseln vermindert worden ist. Hieraus kann geschlossen werden, dass von den polyphenolischen Kakaokomponenten ein Hemmeffekt auf die Blutgerinnung ausgehen kann, der vergleichbar der bekannten Wirkung von Aspirin ist und der gefährlichen Bildung von Thromben (Blutgerinnseln) entgegen wirkt [8].

Ein anderer Mechanismus, der für eine antiatherogene Wirkung der polyphenolischen Kakao- und Schokoladenbestandteile spricht, ist die

Hemmung der LDL-Oxidation. LDL (low density lipoprotein) ist eine wichtige Cholesterinfraktion des Plasmas, die in oxidierte Form als Mitverursacher von Arteriosklerose gilt, da sie – nach Aufnahme durch Makrophagen und deren Umwandlung in Schaumzellen – in die Gefäßwand eingelagert wird. Ein sinnvoller Ansatz für die Prophylaxe sowie in gewissem Umfang auch für die Therapie der Arteriosklerose besteht somit darin, die Oxidation von LDL zu verhindern. In einer Studie mit gesunden männlichen Probanden gelang dies durch die ein- bis zweiwöchige Zufuhr von täglich 36 g eines Kakaopulvers: die Oxidation des LDL sank signifikant. Als wirksamste Komponente wird von den Autoren vor allem das Epicatechin, welches im Kakaopulver enthalten ist, angesehen [9].

### **Fazit**

Die bisher vorliegenden Ergebnisse lassen die Schlussfolgerung zu, dass Kakao und Schokolade aufgrund ihres Gehaltes an Catechinen und Procyanidinen positive Wirkungen im Stoffwechsel des Menschen entfalten können. Sie sind in dieser Hinsicht dem Tee, dem Rotwein, dem Obst und dem Gemüse, die schon seit längerem in diesem Zusammenhang auf wissenschaftliches Interesse gestoßen sind, durchaus ebenbürtig.

Zur Zeit wird weltweit geforscht, wie man durch Verbesserung der Verarbeitungsprozesse der Kakaobohnen den Gehalt dieser wichtigen Inhaltsstoffe in den Endprodukten steigern kann und inwieweit sich auch deren Bioverfügbarkeit (Aufnahme aus dem Darmtrakt) beeinflussen lässt. Grundlegende Untersuchungen zum Stoffwechsel im menschlichen Körper stehen ebenso noch aus wie Erkenntnisse über die optimale Zufuhrmenge, die erforderlich ist, damit sich die gewünschten Wirkungen entfalten können.

Nach derzeitigem Stand des Wissens kann man aber

durchaus davon ausgehen, dass Kakao und Schokolade eine Reihe positiver Effekte auf die Gesundheit des Menschen haben können [10].

#### **Korrespondenzanschrift:**

Professor Dr. Irmgard Bitsch  
 Justus-Liebig-Universität Giessen  
 Institut für Ernährungswissenschaft  
 Wilhelmstraße 20  
 35392 Gießen  
 e-mail: Irmgard.M.Bitsch@ernaehrung.uni-giessen.de

#### **Literaturverzeichnis:**

- [1] Hertog MGL, Feskens, EJM, Hollman PC, Katan, MB, Kromhout D (1993): Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease. The Zutphen Elderly Study. *Lancet* 342: 1007-1011
- [2] Block G, Patterson B, Subar A (1992): Fruit and vegetable and cancer prevention: a review of the epidemiological evidence. *Nutr Cancer* 18: 12-29
- [3] Richelle M, Tavazzi I, Offord E (2001): Comparison of the antioxidant activity of commonly consumed polyphenolic beverages (coffee, cocoa and tea) prepared per cup serving. *J Agric Food Chem.* 49: 3438-3442
- [4] Arts IC, Hollman PC, Feskens EJ, Bueno de Mesquita HB, Kromhout D (2001): Catechin intake and associated dietary and lifestyle factors in a representative sample of Dutch men and women. *Eur J Clin Nutr* 55 (2): 76-81
- [5] Spencer JP, Schroeter H, Shenoy B, Srai SK, Debnam ES, Rice-Evans C (2001): Epicatechin is the primary bioavailable form of the procyanidin dimers B2 and B5 after transfer across the small intestine. *Biochem Biophys Res Commun* 285: 588-593
- [6] Rein D, Lotito S, Holt RR, Keen CL, Schmitz HH, Fraga CG (2000): Epicatechin in human plasma: in vivo determination and effect of chocolate consumption on plasma oxidation status. *J Nutr* 130: 2109S-2114S
- [7] Wang JF, Schramm DD, Holt RR, Ensunsa JL, Fraga CG, Schmitz HH, Keen CL (2000): A dose-response effect from chocolate consumption on plasma epicatechin and oxidative damage. *J Nutr* 130: 2115S-2119S
- [8] Rein D, Paglieroni TG, Wun T, Pearson DA, Schmitz HH, Gosselin R, Keen CL (2000): Cocoa inhibits platelet activation and function. *Am J Clin Nutr* 72: 30-35
- [9] Osakabe N, Baba S, Yasuda A, Iwamoto T, Kamiyama M, Takizawa T, Itakura H, Kondo K (2001): Daily cocoa intake reduces the susceptibility of low-density lipoprotein to oxidation as demonstrated in healthy human volunteers. *Free Radic Res* 34 (1): 93-99
- [10] Wollgast J, Anklam E (2000): Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Res Intern* 33: 423-447

## Kochsalz: Überschätzter Faktor für die Bluthochdruckentstehung

### Die Natriumaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland ist niedriger als früher berichtet

**Zusammenfassung:**

Erwachsene mit einem systolischen Blutdruck von > 139 mm Hg und einem diastolischen Blutdruck von > 89 mm Hg leiden an einem Bluthochdruck (Hypertonie). Dieser gilt als Risikofaktor für die Entstehung von Arteriosklerose, Schlaganfall, Herzinfarkt und Herzinsuffizienz. Die Ursachen der Hypertonie sind nach dem gegenwärtigen Kenntnisstand eine genetische Prädisposition, eine überkalorische Ernährung, zu der auch ein reichlicher Alkoholkonsum gehören kann, und eine erhebliche Kochsalzaufnahme. Dabei wird das im Kochsalz (Natriumchlorid = NaCl) gebundene Natrium als der Faktor für die Hypertonieentstehung betrachtet.

Der Kochsalzkonsum Erwachsener in Deutschland erreicht nur etwa die Hälfte des in der Vergangenheit postulierten Verzehrs von 12 – 15 g/Tag: Ende des letzten Jahrtausends verzehrten Mischköstler und Ovo-Lacto-Vegetarier im Wochenmittel zwischen 6,0 g/Tag (Frauen) und 8,2 g/Tag (Männer). Die signifikant höhere Kochsalzaufnahme bei Männern ergibt sich aus einem Mehrverzehr von Lebensmitteln allgemein und speziell natriumchloridreicher Wurstwaren. Der Einfluss von Lebensraum, Jahreszeit und Alter auf die Natriumaufnahme ist nicht wesentlich.

Übergewichtige verzehren eine deutlich natriumreichere Kost als Normalgewichtige. Dementsprechend weisen sie gleich zwei Risikofaktoren für die Entstehung einer Hypertonie auf. Bei Frauen beträgt der individuelle Grundbedarf an Natrium < 1.300 mg Natrium/Tag (< 3,3 g NaCl/Tag), bei Männern < 1.600 mg Natrium/Tag (< 4,0 g NaCl/Tag). Für Bluthochdruck prädisponierte Frauen sollten nicht mehr als 5 g NaCl/Tag, Männer nicht mehr als 6,5 g NaCl/Tag im Wochenmittel verzehren und insbesondere eine überkalorische Ernährung vermeiden.

**Professor em. Dr. Manfred Anke, Institut für Ernährung und Umwelt, Friedrich-Schiller-Universität Jena**

Glossar wichtiger Fachausdrücke s. S. 13-14

**Was ist Bluthochdruck?**

Erwachsene mit einem systolischen Blutdruck > 139 mm Hg und einem diastolischen Blutdruck > 89 mm Hg leiden gemäß internationaler Definition an einem Bluthochdruck (Hypertonie).

Auch die milde Hypertonie mit systolischen Werten zwischen 140 mm Hg und 160 mm Hg sowie zwischen 90 mm Hg und 105 mm Hg diastolisch ist behandlungsbedürftig [6]. Tabelle 1 informiert über die Klassifizierung der verschiedenen Bluthochdruckstadien.

**Tabelle 1: Klassifizierung des Blutdrucks in mm Hg [6]**

Kategorie	Systolischer Wert [mm Hg]	Diastolischer Wert [mm Hg]
Optimal	< 120	< 80
Normal	< 130	< 85
Hochnormal	130 – 139	85 – 89
Hypertonie Stadium 1	140 – 159	90 – 99
Hypertonie Stadium 2	160 – 179	100 – 109
Hypertonie Stadium 3	> 179	> 109

Hypertonie gilt als Risikofaktor für die Entstehung von Arteriosklerose, Schlaganfall, Herzinfarkt und

Herzinsuffizienz. Die Lebenserwartung ist in Abhängigkeit vom Schweregrad und von der Dauer der Erkrankung vermindert. Etwa 90 % der Bluthochdruckpatienten leiden an der sogenannten primären oder essentiellen Hypertonie, d.h. es gibt keine erkennbare Grunderkrankung oder eine Organschädigung, die den Anstieg des Blutdrucks erklären kann. 10 % der Erkrankten leiden an einer sekundären Hypertonie, d.h. der Anstieg des Blutdrucks über das Normalmaß hinaus hat seine Ursache in der Schädigung eines Organs, zumeist der Niere.

### Ursachen der Hypertonie

Die Ursachen der primären Hypertonie sind weitgehend unbekannt. Langjährige Beobachtungen legen nahe, dass die Ernährung eine wesentliche Rolle bei der Entstehung der Erkrankung spielt: In Notzeiten mit ungenügendem Lebensmittelangebot bzw. in Ländern, in denen chronisch Nahrungsmangel herrscht, kommt die Hypertonie nur selten oder gar nicht vor. Fest steht, dass für die Ausbildung eines Bluthochdrucks eine genetische Veranlagung vorhanden sein muss, die durch Umweltfaktoren zur Ausprägung kommt. Hinsichtlich der Ernährungsfaktoren werden einerseits eine überkalorische Ernährung und eine gesteigerte Alkoholaufnahme, andererseits ein erheblicher Kochsalzkonsum diskutiert.

Hinsichtlich der genetischen Komponenten, die zur Ausbildung einer Hypertonie führen können, sind bisher einige Gendefekte bekannt. Beim Glucocorticoid-reagiblen Aldosteronismus und beim Liddle-Syndrom ist die Rückresorption von Natrium und Wasser in den Nieren gesteigert. Der „Anscheinende Mineralcorticoidexzess (AME)“ zeichnet sich durch die fehlende Umwandlung von Cortisol zu Cortison aus und führt damit zur Natriumretention in der Niere.

Die Entstehung des Bluthochdrucks wird häufig mit

einer erhöhten Natriumaufnahme in Zusammenhang gebracht. Grundlage dieser Theorie ist die langjährige Annahme, dass in der Bundesrepublik Deutschland täglich zwischen 12 und 15 g Kochsalz verzehrt werden und/oder dass die Natriumrückresorption in der Niere gestört ist. Es käme zu einer Sekretion innerer Hormone, die wiederum die Na-K-ATPase hemmen und die intracelluläre Natriumkonzentration erhöhen sollen. Außerdem werden eine zu niedrige Kalium-, Calcium-, Magnesium- und Ballaststoffaufnahme sowie ein unzureichender Verzehr ungesättigter Fettsäuren als Ursachen für die Entstehung einer Hypertonie diskutiert, ohne dass auf gesicherte experimentelle Befunde zurückgegriffen werden kann [8, 10-12, 15, 17].

Der tatsächliche Natriumkonsum, auch in Abhängigkeit von Geschlecht, Kostform, Zeitverlauf, Alter, Gewicht, besonderen physiologischen Leistungen (z.B. Schwangerschaft), Jahreszeit und Lebensraum wurde bisher nur ungenügend untersucht. Eine systematische Erforschung des Natriumverzehrs, der Natriumausscheidung, der Natriumbilanz und des Natriumbedarfs erfolgte von 1988 bis 2000 mit Hilfe von 6.512 Pflanzenproben, 87 pflanzlichen und 57 tierischen Lebensmitteln (n = 2.122) sowie 21 Duplikat- (n = 1.946) und Bilanzstudien (n = 1.554) in Deutschland und zum Vergleich in ländlichen Regionen Mexikos. Gleichzeitig wurden der Kalium-, der Calcium- und der Magnesiumverzehr Erwachsener nach dem gleichen Schema festgestellt [1-5, 9, 14, 16].

### Der Natriumverzehr Erwachsener

1996 verzehrten Frauen im Wochenmittel ca. 6,0 g NaCl/Tag, Männer ca. 8,2 g NaCl/Tag (1 g NaCl = 0,39 g Na), d.h. nur die Hälfte der Kochsalzmenge, die bis dahin postuliert worden war [13]. Insgesamt hatte der Natriumverzehr

erwachsener Mischköstler von 1988 bis zur Jahrtausendwende im Mittel um 8 % abgenommen (Tabelle 2). Im Jahr 1996 wurde in zwei ländlichen Gebieten Mexikos der durchschnittliche Kochsalzverzehr erfasst; offenbar verzehren Mexikaner gleiche Natriummengen wie deutsche Mischköstler. Die festgestellten Unterschiede zwischen beiden Ländern sind ebenso zufällig wie die zwischen Mischköstlern und Ovulacto-Vegetariern in Deutschland.

Im Mittel aller Duplikatstudien verzehrten Männer ca. 29 % mehr Natrium als Frauen. Der Mehrverzehr war damit signifikant höher als ihre Mehraufnahme an Lebensmittelrockenmasse von 24 % erwarten ließ. Erklärbar ist dieses Untersuchungsergebnis dadurch, dass im Durchschnitt Männer mehr natriumreiche tierische Erzeugnisse als Frauen verzehren [5]. Langfristig gesehen wird die Natriumaufnahme des Menschen wahrscheinlich über den Geschmack der Lebensmittel, das Körpergewicht sowie die Kapazität der renalen Natriumausscheidung reguliert.

Etwa 25 % der Frauen verzehren zwischen 2.500 und 2.800 mg Na/Tag ( $\approx$  6,3 – 7,1 g NaCl/Tag). Nur in seltenen Fällen wurden erheblich geringere bzw. höhere Mengen an Natrium verzehrt ( $\approx$  4,1 g NaCl/Tag bzw. 9,4 g NaCl/Tag). Offensichtlich ist der Natriumverzehr in Deutschland wesentlich niedriger als bisher angenommen. Er entspricht bei

Frauen im Wochenmittel somit nahezu den Empfehlungen, die Patienten mit arterieller Hypertonie gegeben werden ( $< 6$  g NaCl/Tag) [12].

**Der Einfluss des Lebensraumes auf den Natriumverzehr**

Erstaunlicherweise unterscheidet sich der Natriumverzehr verschiedener Mischköstlerpopulationen innerhalb Deutschlands um ca. ein Drittel (Tabelle 3). Die Natriumaufnahme wurde durch die regionalere Lebensmittelproduktion in der ehemaligen DDR und dem Einkauf in den Supermärkten Deutschlands nicht wesentlich beeinflusst, obwohl beispielsweise in den neuen Bundesländern ab 1989 Wurstwaren mehr Natrium enthalten als vor der Wiedervereinigung [5]. Die geographische Aufgliederung des Natriumkonsums bei Mischköstlern in den neuen Bundesländern lässt die signifikanten Unterschiede verschwinden (Tabelle 3).

In Sachsen, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen nehmen nach dieser Aufteilung die Frauen zwischen 6,0 und 6,7 g NaCl/Tag im wöchentlichen Durchschnitt und die Männer zwischen 8,1 und 8,5 g NaCl/Tag auf.

**Tabelle 2: Der Natriumverzehr Erwachsener in Deutschland und Mexiko in Abhängigkeit von Geschlecht, Zeit und Kostform [mg/Tag]**

		Frauen	Männer
Kostform	Land / Jahr	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$
Mischköstler (Mk)	D* 1988	2.563 $\pm$ 1.002	3.447 $\pm$ 1.200
	D 1992	2.576 $\pm$ 941	3.231 $\pm$ 1.235
	D 1996	2.314 $\pm$ 991	3.239 $\pm$ 1.289
	M** 1996	2.429 $\pm$ 1.290	2.721 $\pm$ 1.337
Vegetarier (V)	D 1996	2.372 $\pm$ 1.036	3.181 $\pm$ 1.272

D\* = Deutschland, M\*\* = Mexiko

$\bar{x}$  = Arithmetischer Mittelwert

s = Standardabweichung

**Tabelle 3: Der Natriumverzehr erwachsener Mischköstler in Deutschland in Abhängigkeit vom Lebensraum [mg/Tag]**

Lebensraum / Jahr	Frauen	Männer
	↗ ± s	↗ ± s
Bad Langensalza 1988	1.996 ± 595	3.129 ± 1.179
Jena 1988	2.776 ± 936	3.545 ± 1.112
Vetschau 1988	2.919 ± 1.261	3.564 ± 1.436
Wusterhausen 1988	2.559 ± 866	3.551 ± 1.110
Bad Langensalza 1992	2.649 ± 985	3.784 ± 1.347
Bad Liebenstein 1992	2.442 ± 1.039	3.443 ± 1.283
Chemnitz 1992	2.651 ± 978	3.248 ± 1.117
Freiberg 1992	2.586 ± 912	3.297 ± 1.134
Greifswald 1992	2.720 ± 717	2.593 ± 1.164
Wusterhausen 1992	2.409 ± 986	3.024 ± 1.067
Jena 1996	2.822 ± 1.018	3.529 ± 1.182
Ronneburg 1996	2.257 ± 953	3.297 ± 1.485
Rositz 1996	2.061 ± 653	3.152 ± 974
Steutitz 1996	1.897 ± 986	2.825 ± 1.425
<b>Bundesland (n; n)<sup>1</sup></b>		
Sachsen (98; 98)	2.618 ± 941	3.272 ± 1.120
Brandenburg (196; 196)	2.652 ± 989	3.183 ± 1.161
Thüringen (413; 413)	2.386 ± 972	3.351 ± 1.263

n = Anzahl

↗ = Arithmetischer Mittelwert

s = Standardabweichung

**Der Einfluss der Jahreszeit auf den Natriumverzehr**

Die Natriumkonzentration der von Mischköstlern verzehrten Lebensmittel variiert signifikant entsprechend der Jahreszeit: In der warmen Jahreszeit enthält die aufgenommene Trockenmasse signifikant mehr Natrium als in der kalten Jahreszeit. Möglicherweise werden auf diese Weise hitzebedingte Natriumverluste über den Schweiß kompensiert.

Der Natriumverzehr der Mischköstler im Sommer und Winter unterscheidet sich ebenso wie der Natriumverzehr je kg Körpermasse nicht. Im Wochenmittel schwankt er bei Frauen zwischen 38 und 40 mg/kg Körpergewicht/Tag, bei Männern zwischen 42 und 44 mg/kg Körpergewicht/Tag. Der Geschlechterunterschied ist auch hier signifikant und resultiert aus dem Mehrverzehr natriumreicher Wurstwaren von Männern im Vergleich zu Frauen

[5].

**Der Einfluss des Alters auf den Natriumverzehr**

Je nach Alter variiert der Natriumgehalt der von Mischköstlern verzehrten Trockenmasse im Durchschnitt um 10 %. Ältere Mischköstler (50 – 69 Jahre) essen eine natriumreichere Trockenmasse als jüngere Personen (20 – 29 Jahre). Dieser erstaunliche Unterschied wird durch den im Mittel um 6 % niedrigeren Trockenmassekonsum der Älteren bis auf 3 % kompensiert (Tabelle 4) und ist trotz der gegebenen Signifikanz in bestimmten Altersabschnitten praktisch bedeutungslos. Auch bei diesem Vergleich sind die schon genannten Unterschiede hinsichtlich des Natriumverzehrs zwischen Männern und Frauen gegeben.

**Der Einfluss der Körpermasse auf den Natriumverzehr**

Überraschenderweise verzehren die mehr als 80 kg schweren Frauen und Männer eine deutlich natriumreichere Trockenmasse als die Mischköstler, die leichter als 60 kg sind. Im Mittel beträgt die Differenz 15 %. Offenbar bevorzugen die gewichtigeren Männer und Frauen eine natriumreichere Nahrung als die vergleichsweise schlankeren Untersuchungspersonen. Da die schwereren Mischköstler gleichzeitig auch 10 % mehr Trockenmasse verzehren, erhöht sich ihr Natriumkonsum um mehr als 20 % gegenüber den normalgewichtigen Frauen und Männer. Dieses Untersuchungsergebnis ist auch für die Entstehung der Hypertonie bedeutungsvoll.

Der Natriumverzehr beider Geschlechter nimmt erwartungsgemäß mit zunehmendem Körpergewicht auch signifikant zu (Tabelle 5). Dafür ist sowohl ihr höherer Trockenmasseverzehr, insbesondere der der Männer, als auch die größere Natriumkonzentration der von den schwereren Frauen und Männern verzehrten Trockenmasse verantwortlich.

Der Natriumverzehr je kg Körpergewicht und Tag nimmt allerdings mit zunehmendem Körpergewicht ab. Während die unter 60 kg wiegenden Frauen 45 mg Na/kg Körpergewicht verzehren, sind dies bei den mehr als 80 kg schweren Frauen nur noch 33 mg Na/kg Körpergewicht. Bei den Männern nimmt die Verzehrsmenge an Natrium bezogen auf

das Körpergewicht von 45 mg Na/kg auf 39 mg Na/kg Körpergewicht ab. Durchschnittlich verzehren Männer je kg Körpergewicht etwa 23 % mehr Natrium als Frauen und bevorzugen offenbar eine natriumreichere Kost.

**Die Natriumbilanzen von Mischköstlern und Ovo-Lacto-Vegetariern**

Es ist ein Phänomen, dass der Mensch 98 – 99 % des verzehrten Natriums renal ausscheidet. Die fäkale Natriumexkretion ist außerordentlich begrenzt: Die scheinbare Natriumabsorption erreicht mit 98 % im Vergleich zu anderen Mengen-, Spuren- und Ultraspurenelementen einen nicht zu überbietenden Umfang. Die scheinbaren Absorptionsraten des Kaliums und des Jods kommen mit etwa 85 % der des Natriums noch am nächsten. Die des Selens erreicht beispielsweise 60 %, die des Magnesiums etwa 30 % und die der verschiedenen Schwermetalle, wie z.B. des Chroms, des Urans und des Cadmiums, erreichen lediglich 1 – 5 %.

Die Natriumbilanzen der Mischköstler beider Geschlechter sind mit –5 % bis –8 % noch ausgeglichen. Ovo-Lacto-Vegetarier scheiden minimal weniger Natrium renal und geringfügig mehr fäkal als Mischköstler aus. Die Absorption von Natrium er-

**Tabelle 4: Der Natriumverzehr erwachsener Mischköstler Deutschlands in Abhängigkeit vom Alter [mg/Tag]**

Alter	Frauen		Männer	
	n	▲ ± s	n	▲ ± s
20 – 29 Jahre	182	2.416 ± 949	161	3.169 ± 1.470
30 – 39 Jahre	161	2.520 ± 947	133	3.152 ± 1.058
40 – 49 Jahre	161	2.543 ± 1.033	147	3.639 ± 1.196
50 – 69 Jahre	203	2.497 ± 990	266	3.249 ± 1.178

**Tabelle 5: Der Natriumverzehr erwachsener Mischköstler Deutschlands in Abhängigkeit von ihrer Körpermasse [mg/Tag]**

Körpermasse in kg	Frauen		Männer	
	n	▲ ± s	n	▲ ± s
< 60 (252; 35)	252	2.467 ± 968	35	2.533 ± 1.391
61 – 70 (238; 105)	238	2.536 ± 978	105	3.312 ± 1.260
71 – 80 (133; 308)	133	2.227 ± 906	308	3.300 ± 1.077
> 80 (84; 259)	84	2.860 ± 1.016	259	3.381 ± 1.370

n = Anzahl

♣ = Arithmetischer Mittelwert  
s = Standardabweichung

reicht im Mittel beider Geschlechter nur 93 – 97 %. Möglicherweise ist dieses Ergebnis auf die pflanzliche Nahrung zurückzuführen: Die in dieser Ernährungsform reichlicher vorkommenden Ballaststoffe binden möglicherweise vermehrt Natrium und führen damit zu einer geringeren Absorptionsrate.

### Der Natriumbedarf Erwachsener

Die Natriumbilanzen der erwachsenen Mischköstler und Ovo-Lacto-Vegetarier sind individuell ausgeglichen. Sie zeigen, dass der Natriumbedarf befriedigt wurde. Damit dürfte der individuelle Grundbedarf von Frauen bei  $< 1.300$  mg Na/Tag ( $< 3,3$  g NaCl/Tag) liegen, der von Männern bei  $< 1.600$  mg Na/Tag ( $< 4,0$  g NaCl/Tag). Möglicherweise ist der individuelle Grundbedarf an Natrium kleiner als 3 – 4 g NaCl/Tag, andere Autoren rechnen mit einem Natriumminimalbedarf Erwachsener von 460 mg Na/Tag oder 1,3 NaCl/Tag [7]. Nach den vorliegenden Verzehr- und Bilanzstudien wird gesunden Frauen ein Verzehr von 2.300 mg Na/Tag (6 g NaCl/Tag) und Männern ein Natriumverzehr von 3.150 mg Na/Tag (8 g NaCl/Tag) empfohlen, wobei auch eine geringere Natriumzufuhr von 3 – 4 g NaCl/Tag bedarfsdeckend ist.

### Auch für die Hypertonie gilt: Es handelt sich um ein multifaktorielles Geschehen

Der seit Jahren postulierte Kochsalzverzehr Erwachsener in Höhe von 12 – 15 g/Tag ist eine historische Größe, die weder früheren noch heutigen Gegebenheiten in westlichen Industrienationen entspricht. In Deutschland und Mexiko wurden zur letzten Jahrtausendwende täglich nur die Hälfte der genannten NaCl-Mengen täglich verzehrt, d.h. von Frauen etwa 6 g NaCl/Tag und von Männern etwa

8,2 g NaCl/Tag. Damit entspricht der Natriumverzehr der Frauen im Mittel den Empfehlungen zur Ernährung bei arterieller Hypertonie [12], die eine Verzehrmenge von bis zu 6 g NaCl/Tag benennen. Der Kochsalzverzehr von Männern liegt über dieser Empfehlung, die für Bluthochdruckpatienten gilt.

Aufgrund physiologischer Unterschiede empfiehlt es sich, auch bei arterieller Hypertonie geschlechtsspezifische Empfehlungen zur Kochsalzaufnahme auszusprechen. Erkrankte Männer sollten eine Natriumzufuhr in Höhe von 2.600 mg/Tag (6,5 g NaCl/Tag) im Wochendurchschnitt realisieren.

Neben der genetischen Disposition spielen eine überkalorische Ernährung, ein erhöhter Gesamtfettkonsum, eine unzureichende Aufnahme mehrfach ungesättigter Fettsäuren, der Alkoholgenuss und eine erhebliche Natriumaufnahme bei der Entstehung des Bluthochdrucks eine Rolle, die in dieser Untersuchung allerdings nicht belegt werden konnte. Der Vergleich des Nährstoffverzehrs der Mischköstler und Ovo-Lacto-Vegetarier zeigt bei beiden Gruppen nur insignifikante Unterschiede hinsichtlich der Aufnahme an energieliefernden Nährstoffen. Erhebliche Unterschiede ergeben sich für die Ballaststoff-, Trockenmasse- und Ascheaufnahme.

### Fazit

Die Hypertonie ist eine Erkrankung, die auf der Basis einer genetischen Prädisposition unter Einfluss von Umweltfaktoren entsteht. Im Rahmen der Ernährung spielen eine kalorische Überernährung, zu der auch der Alkohol gehört, und eine erhebliche Kochsalzaufnahme eine Rolle. Verzehr- und Bilanzstudien konnten allerdings

belegen, dass die Kochsalzaufnahme in Deutschland nicht bei den jahrelang postulierten 12 – 15 g/Tag liegt, sondern nur in etwa die Hälfte dieser Menge beträgt, Sie entspricht damit z.B. bei Frauen der Aufnahmeempfehlung für Patienten mit essentieller Hypertonie. Diese Ergebnisse lassen den Einfluss der Kochsalzaufnahme im Entstehungsprozess des Bluthochdrucks in einem neuen Licht erscheinen.

#### **Korrespondenzanschrift:**

Professor em. Dr. Manfred Anke  
Am Steiger 12  
07743 Jena

#### **Literaturverzeichnis:**

- [1] Anke M, Lösch E, Anke S (2000): Natrium in der Nahrungskette des Menschen. 4. Mitteilung: Der Natriumverzehr Erwachsener in Abhängigkeit von Geschlecht, Zeit, Lebensraum, Kostform, Alter, Körpergewicht, Jahreszeit und Stillzeit. Mengen- und Spurenelemente 20: 1177-1184
- [2] Anke M, Lösch E, Hartmann E, Anke S (2000): Natrium in der Nahrungskette des Menschen. 5. Mitteilung: Natriumbilanz und Natriumbedarf des Menschen. Mengen- und Spurenelemente 20: 1185-1192
- [3] Anke M, Lösch E, Müller M, Krämer K, Gleit M, Bugdol K (1992): Der Kaliumgehalt der Lebensmittel bzw. Getränke sowie die Kaliumaufnahme und Kaliumbilanz Erwachsener in Deutschland. In: Holtmeier HJ (Hrsg.): Kalium Schriftenreihe der Gesellschaft für Mineralstoffe und Spurenelemente e.V., Stuttgart: 217-231
- [4] Anke M, Müller R, Dorn W, Gleit M, Schäfer U, Schubert R, Lösch E, Hartmann E (1999): Die Mengen-, Spuren- und Ultrapurenelementversorgung bzw. Belastung des Menschen – Gibt es Probleme in Europa? Aktualus medziagu apykaitos klausimai medziaga, Vilnius: 17-28
- [5] Anke M, Müller M, Dorn W, Bergmann K, Müller R, Schäfer U, Lösch E, (2000): Der Natriumtransfer in der Nahrungskette des Menschen. 3. Mitteilung: Der Natriumgehalt tierischer Lebensmittel und der Getränke. In: Anke M, Müller R, Schäfer U (Hrsg.): Mineralstoffe. Wiss Verlagsgesellsch mbH, Stuttgart: 235-247
- [6] Anonymous (1997): The sixth report on the Joint National Committee on Prevention. Detection, evaluation and treatment of high blood pressure (JNC VI.). Arch Intern Med 157: 2413-2446
- [7] Anonymus (2000): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 1. Auflage, Umschau-Braus-Verlag, Frankfurt: 151-157
- [8] Förstermann U (1996): Pharmakologie des kardiovaskulären Systems der Blutgefäße. Behandlung der Hypertonie und Hypotonie. In: Forth W, Henschler D, Rummel, Starke S (Hrsg.): Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin: 426-431
- [9] Gleit M, Anke M, Röhrig B (1998): Magnesium intake and balance in adults consuming self-selected mixed or vegetarian diets. Trace Elements and Electrolytes 15: 110-115

- [10] Harper M-E, Willis JS, Patrick J (1997): Sodium and chloride in nutrition. In: O'Dell BL, Sunde RA (eds): Handbook Nutritionally Essential Mineral Elements. Marcel Dekker Inc. New York, Basel: 93-116
- [11] Holtmeier H-J (1992): Zur geschichtlichen Rolle von Natrium und Chlorid in der Genese und Therapie des Blutdrucks und von Ödemen. In: Holtmeier H-J (Hrsg.): Bedeutung von Natrium und Chlorid für den Menschen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 47-80
- [12] Kluthe R, Brüngel M (1999): Bluthochdruck. In: Bielsalski HK et al. (Hrsg): Ernährungsmedizin. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York: 396-413
- [13] Loew D, Meng K (1975): Zum Kochsalzverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland. Klein Wschr 53: 1131-1132
- [14] Müller R, Anke M, Bugdol G, Lösch E, Schäfer U (2000): Der Natriumtransfer in die Nahrungskette des Menschen. 1. Mitteilung: Die biologischen Grundlagen des Natriumtransfers vom Boden über die Flora und Fauna bis zum Menschen. In: Anke M, Müller R, Schäfer S (Hrsg): Mineralstoffe. Wiss Verlagsgesellsch mbH, Stuttgart: 208-221
- [15] Peterson LN (1997): Potassiums in nutrition. In: O'Dell BL, Sunde RA (eds): Handbook Nutritionally Essential Mineral Elements. Marcel Dekker Inc. New York, Basel: 153-183
- [16] Schäfer U, Anke M, Bergmann K, Lösch E, Müller R, Müller M (2000): Der Natriumtransfer in die Nahrungskette des Menschen. 2. Mitteilung: Der Natriumgehalt pflanzlicher Lebensmittel. In: Anke M, Müller R, Schäfer S (Hrsg): Mineralstoffe. Wiss Verlagsgesellsch mbH, Stuttgart: 222-234
- [17] Shils ME (1997): Magnesium. In: O'Dell BL, Sunde RA (eds): Handbook Nutritionally Essential Mineral Elements. Marcel Dekker Inc. New York, Basel: 117-152

## Glossar

- Anscheinender Mineralcorticoidexzess (AME):** Die Umwandlung von Cortisol zu Cortison ist aufgrund eines genetischen Defektes gestört. Höhere Mengen an Cortisol führen zu einer gesteigerten Natriumretention in der Niere, die sich u.a. als Hypertonie manifestieren kann.
- Blutdruck, diastolisch:** Druck des Blutvolumens auf die Arterien während der Herzausdehnung (diastole, griech. = Ausdehnen), d.h. wenn die Erschlaffung des Herzmuskels ein erneutes Anfüllen der Herzkammern mit Blut ermöglicht
- Blutdruck, systolisch:** Druck des Blutvolumens auf die Arterien während der Herzkontraktion (systole, griech. = Zusammenziehen), d.h. wenn die Anspannung des Herzmuskels das Ausstoßen des Blutes in den Kreislauf ermöglicht
- Glucocorticoid-reagibler Aldosteronismus:** Genetisch bedingte Überproduktion von Aldosteron. Infolge einer gesteigerten Retention von Natrium und Wasser in der Niere kommt es zu einem gesteigerten Blutvolumen und einer Erhöhung der Natriumkonzentration in den Zellen, die schließlich zum Anstieg des Blutdrucks führen.
- Hypertonie:** Bluthochdruck. Dauernde Erhöhung des Blutdrucks auf Werte von systolisch > 139 mm Hg und diastolisch > 89 mm Hg.
- Liddle-Syndrom:** Eine gesteigerte Natriumrückresorption in der Niere (ohne Anstieg des Aldosterons) führt zur Hypertonie.
- mm Hg:** Gebräuchliche Maßeinheit für den Blutdruck, gemessen mit Hilfe einer Quecksilbersäule. Die Umrechnung in kPa ( $\text{mm Hg} \times 0,133 = \text{kPa}$ ) hat in der Praxis keine Bedeutung.
- Na-K-ATPase:** Die sogenannte Natriumpumpe transportiert unter Verbrauch von energiereichen Phosphaten (ATP) Natrium aus und Kalium in die Zelle. Dieser Vorgang ist wichtig für die Osmoregulation und den Aufbau des Membranpotentials der Zelle.
- Natriumchlorid (NaCl):** Kochsalz. Gewürzmittel bei der Herstellung von Lebensmitteln und Speisen. Das im NaCl enthaltene Natrium wird allgemein als der Faktor angesehen, der mitverantwortlich für die Entstehung einer Hypertonie sei.
- Natriumretention:** Verbleiben von Natrium, das über die Niere ausgeschieden werden soll, im Organismus (retentio, lat. = Zurückhaltung). Daraus kann sich eine Hypertonie entwickeln, da kein anderer wesentlicher Ausscheidungsweg beschränkt werden kann. Eine Natriumretention muss nicht zwangsläufig krankhaft sein, es kann sich auch um einen Regulationsmechanismus handeln, der beispielsweise erhöhte Natriumverluste über den Schweiß ausgleicht.

- Rückresorption: Die Niere kann als Doppelfiltersystem betrachtet werden: zunächst werden eine Reihe von im Blut enthaltenen Substanzen herausgefiltert (Primärfiltration), von denen ein Teil rückresorbiert und dem Organismus wieder zur Verfügung gestellt wird (Resorption = Aufnahme). Es verbleibt der Restharn, der zunächst in der Blase gesammelt und schließlich ausgeschieden wird.
- Natriumsekretion: Ausscheidung (secretio, lat. = Absonderung) von Natrium über die Niere (renal), den Darm (fäkal) und/oder die Haut (dermal) bzw. den Schweiß.
- Trockenmasse: Unter der Trockenmasse eines Lebensmittels wird die Summe aller nichtflüchtigen Bestandteile (im wesentlichen Lipide, Kohlenhydrate, Proteine, Mineralstoffe u.a.) verstanden.