

Krebsprävention durch Gemüse und Obst?

B. WATZL, A. BUB und G. RECHKEMMER

Institut für Ernährungsphysiologie,
Bundesforschungsanstalt für Ernährung,
Karlsruhe



Krebserkrankungen sind in unserer Gesellschaft nach Herz-Kreislauf-Erkrankungen die zweithäufigste Todesursache (21). Jeder Dritte erkrankt im Laufe seines Lebens an dieser Krankheit und jeder Vierte stirbt daran.

Dies sind auf den ersten Blick erschreckende Zahlen. Andererseits ist jedoch auch bekannt, daß sich die meisten Krebsarten auf äußere Faktoren zurückführen lassen und somit vermieden werden können.

An 1. Stelle der krebsfördernden Faktoren stehen die falsche Ernährung und das Rauchen. Etwa $\frac{1}{3}$ aller Krebserkrankungen würde sich durch eine gesunde Ernährung vermeiden lassen (28), wobei vor allem zu hohe Energie- und Fettzufuhr sowie Alkohol die Noxen sind.

Eine neue Sicht der Ätiologie von Krebserkrankungen berücksichtigt, daß sich nicht nur Kanzerogene, sondern das Fehlen von protektiven Stoffen in der Nahrung negativ auf das Krebsrisiko auswirken (13, 22). Ein weiteres Drittel aller Krebserkrankungen läßt sich auf das Rauchen zurückführen.

Wie werden Kenntnisse über krebsauslösende Faktoren gewonnen?

Die Prävalenz für bestimmte Karzinomarten ist in den einzelnen Ländern der Welt sehr unterschiedlich (12).

So ist z. B. Magenkrebs in Japan 4mal so häufig wie in den USA. Umgekehrt gibt es in den USA verhältnismäßig mehr Menschen, die an Dickdarm- und Brustkrebs erkranken als in Japan. Insgesamt tritt Dickdarm- und Brustkrebs in westlichen Industrieländern viel häufiger auf als in Afrika und Asien.

Als Grund für die unterschiedlichen Prävalenzen können genetische Faktoren ausgeschlossen werden.

Aus den Beobachtungen von Immigrantstudien wurde abgeleitet, daß japanische Einwanderer in die USA, die die amerikanischen Ernährungsgewohnheiten angenommen hatten, bereits nach 2-3 Generationen die gleiche Krebsinzidenz wie die Amerikaner aufwiesen. Des Weiteren wurde in den USA bei bestimmten religiösen Gruppen, wie z. B. den Mormonen und den Sieben-Tage-Adventisten, die sich in ihren Ernährungsgewohnheiten deutlich von den übrigen US-Amerikanern unterscheiden, ein erheblich geringeres Krebsrisiko festgestellt (28).

Dies deutet ebenfalls auf lebensstilspezifische Faktoren bei der Entstehung von Krebs hin. Weitere Hinweise über krebsauslösende Faktoren in der Ernährung stammen in erster Linie aus einer Fülle von retrospektiven und prospektiven epidemiologischen Studien (2, 22).

Wie kann die Ernährung das Risiko für Krebs verringern?

Bisher hat sich die Krebsforschung hauptsächlich mit der Erkennung der krebsfördernden Faktoren in der Nahrung befaßt. Hierzu zählen u. a. eine hohe Gesamtenergieaufnahme, ein hoher Fett- und Fleischverzehr sowie starker Alkoholkonsum.

Inzwischen mehren sich jedoch die Hinweise, daß die Nahrung nicht nur Stoffe mit krebsfördernder Wirkung ent-

halten kann. Besonders in pflanzlichen Lebensmitteln finden sich zahlreiche Inhaltsstoffe, die die Krebsentstehung auf unterschiedlichen Stufen unterdrücken können (Abb. 1).

Epidemiologische Studien zeigten deutlich einen Zusammenhang zwischen

Gemüse- und Obstverzehr und dem Erkrankungsrisiko für Krebs.

In den letzten 20 Jahren wurden eine Vielzahl an Untersuchungen durchgeführt sowie prospektive Kohortenstudien initiiert. Die Auswertung von inzwischen über 250 epidemiologischen Studien in Form von

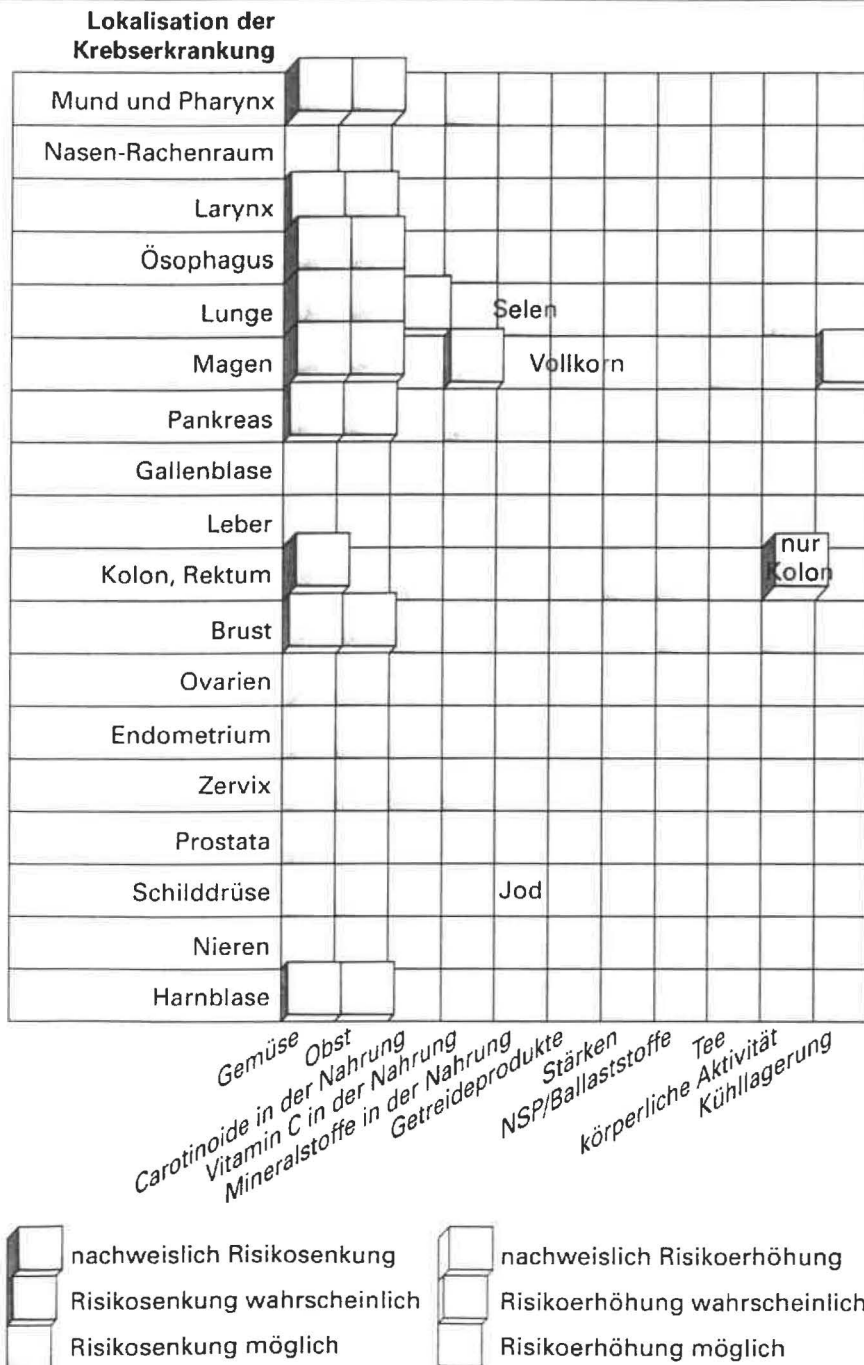


Abb. 1
Eine Übersicht des Zusammenhanges zwischen Nahrungs-inhaltsstoffen, Lebens-mitteln, Getränken sowie der Lebensmittel-konservierung und dem Krebsrisiko

Meta-Analysen sowie den prospektiven Kohortenstudien ergaben sehr überzeugende Hinweise, daß ein hoher Gemüse- und Obstverzehr das Risiko für das Entstehen von bestimmten Tumoren senkt (2, 22).

Generell wurde durch hohen Gemüse- und Obstverzehr das Risiko für verschiedene Tumorarten im Vergleich mit niedrigem Gemüse- und Obstverzehr um etwa 50% verringert (2). Die protektive Wirkung von Gemüse war besonders stark für epitheliale Tumoren des Magen-Darm-Traktes, eine negative Korrelation wurde auch für hormonabhängige Tumorarten, wie z. B. Brust- und Prostatakrebs, nachgewiesen (28).

Ein weiteres wichtiges Ergebnis dieser retrospektiven Studien ist die besondere Schutzwirkung von frischem, unerhitztem Gemüse (Rohkost) (22). Dies deutet auf das Vorkommen von hitzeempfindlichen protektiven Inhaltsstoffen hin.

Auffallend sind auch die Hinweise, daß bestimmte Gemüsearten, z. B. Kohlgemüse, das Risiko für Dickdarmkrebs, Karotten das Risiko für Lungenkrebs deutlich senken. Für den Schutz vor Speiseröhrenkrebs scheint ein hoher Obstverzehr bedeutend zu sein (22). Die neuesten Daten aus den prospektiven Kohortenstudien zeigen ebenfalls, daß Gemüse von bestimmten botanischen Familien (Kohlgemüsearten, wie Brokkoli, Weißkohl etc. sowie grünblättriges Gemüse) besonders stark das Risiko für Harnblasenkrebs (15) und Ovarialtumoren (14) verringert.

Nicht nur die absolute Menge des Gemüseverzehrs beeinflusst das Krebsrisiko, sondern auch die Anzahl der verzehrten Gemüsearten (8, 20, 28). Ein vielfältiger Gemüseverzehr (mehr als 8 Arten pro Woche) bei insgesamt gleicher Verzehrmenge an Gemüse senkte das Brustkrebsrisiko zusätzlich (8). Dies deutet auf Schutzfaktoren hin, die mit einem breiten Spektrum botanisch unterschiedlicher Gemüsearten vermehrt aufgenommen werden.

Solche Studienergebnisse dienen allerdings nur als Hinweise für Schutzwirkungen. Ein direk-

ter wissenschaftlicher Beweis hierfür beim Menschen kann aufgrund der langen Entwicklungszeit von Krebs aus praktischen Gründen nicht erbracht werden. Deshalb werden solche Zusammenhänge bzw. Wirkmechanismen zusätzlich zu den epidemiologischen Studien im Reagenzglas sowie im Tierexperiment untersucht.

Welche Inhaltsstoffe sind für die präventiven Wirkungen von Gemüse und Obst verantwortlich?

Gemüse und Obst sind besonders wichtige Quellen für die Versorgung mit Vitaminen (Vitamin C, Folsäure), Mineralstoffen (Kalzium, Magnesium), Spurenelementen (Zink, Selen) und Ballaststoffen. Diese Inhalts- bzw. Nährstoffe können auf verschiedene Art und Weise die Krebsentstehung hemmen. Sie alleine können im Experiment jedoch nicht die Schutzwirkungen hervorrufen, die bei Personen mit hohem Gemüse- und Obstverzehr beobachtet wurden.

In den letzten Jahren rückte deshalb eine weitere Gruppe von bislang kaum beachteten Pflanzeninhaltsstoffen, die sog. sekundären Pflanzenstoffe, in das Blickfeld der Wissenschaftler (26).

Sekundäre Pflanzenstoffe

Sekundäre Pflanzenstoffe werden von den Pflanzen u. a. zum Schutz vor UV-Strahlen, zur Abwehr von Fraßfeinden und Pflanzenkrankheiten sowie als Farbstoffe gebildet.

So sind alle Pflanzenfarben sowie die Aroma- und Geschmacksstoffe durch verschiedene sekundäre Pflanzenstoffe wie β -Carotin, Cyanidin bzw. Limonen bedingt. Die anregenden Stoffe in schwarzem Tee und Kaffee zählen ebenso dazu wie die verschiedenen (z. B. die Blutfette beeinflussenden) Stoffe in Knoblauch.

Kein Wissenschaftler weiß exakt, wieviele sekundäre Pflanzenstoffe es gibt. Möglicherweise sind es über 100 000 verschiedene einzelne Substanzen.

Mit der Nahrung werden täglich etwa 1–2 g dieser Stoffe aufgenommen, bei überwiegend pflanzlicher Ernährung kann es leicht doppelt so viel sein. Von vielen dieser sekundären Pflanzenstoffe weiß man allerdings noch nicht, in welchen Mengen sie im Darm resorbiert werden können bzw. ob sie durch Darmbakterien in ihrer Zusammensetzung und Wirkung verändert werden.

Die wichtigsten Gruppen der sekundären Pflanzenstoffe mit antikanzergener Wirkung sowie ihr Vorkommen in Gemüse und Obst zeigt Abb. 2.

Wie wirken sekundäre Pflanzenstoffe aus Gemüse und Obst auf die Entstehung von Krebs?

Die gesundheitsfördernden Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe werden zur Zeit intensiv erforscht. Der größte Teil der Untersuchungen konzentriert sich dabei auf die Schutzwirkungen vor Krebs.

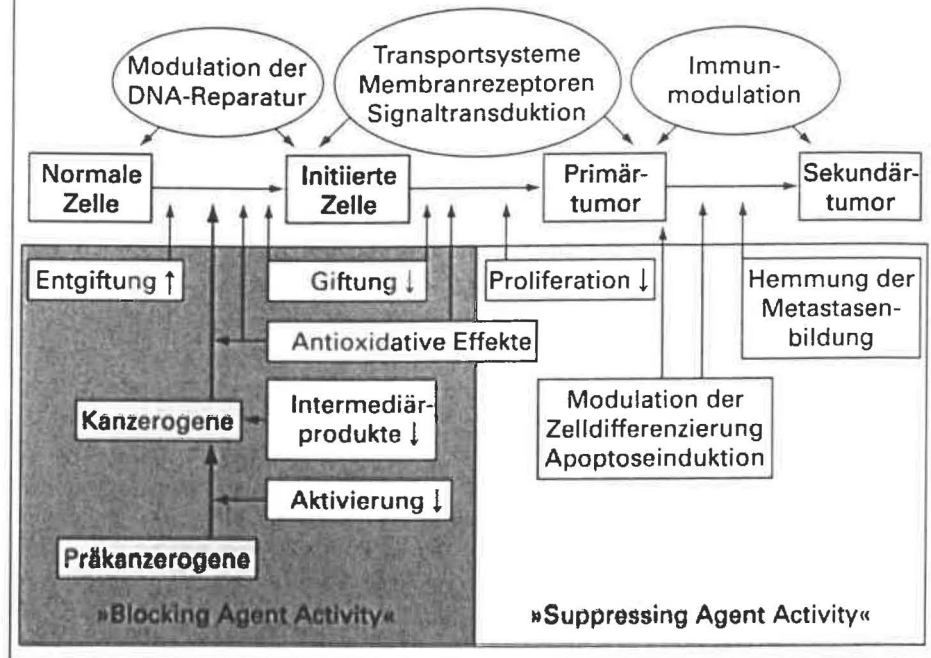
Sekundäre Pflanzenstoffe können in dem Mehrstufenprozeß der Kanzerogenese auf fast jeder Stufe zu einer Beeinträchtigung der Krebsentstehung führen (Abb. 3). Die Kenntnisse über die antikanzergen Wirkungen von Gemüse und Obst bzw. die daraus isolierten sekundären Pflanzenstoffe wurden in verschiedenen experimentellen Systemen (in vitro, Tier, Mensch) gewonnen. Tierexperimente ermöglichen eine direkte Aussage darüber, inwieweit spontan auftretende oder chemisch induzierte Tumoren durch den Verzehr bestimmter Nahrungspflanzen oder daraus isolierter sekundärer Pflanzenstoffe unterdrückt werden (Dosis-Wirkungs-Untersuchungen).

Besonders relevant sind jedoch die Ergebnisse aus den Humanstudien. Neben Daten aus den epidemiologischen Studien kommt zunehmend der Untersuchung von Biomarkern große Bedeutung zu. Unter dem Begriff »Biomarker« werden biochemische, physiologische, enzymatische oder zelluläre Parameter

		Carotinoide	Phytosterine	Saponine	Glukosinolate	Phenolsäuren	Flavonoide	Protease-Inhibitoren	Monoterpene	Phytoöstrogene	Sulfide
Gemüse	Brokkoli	●			●	●	●				●
	Grünkohl	●			●	●	●				●
	Karotten	●				●	●				
	Tomaten	●				●	●				
Zwiebel- gemüse	Knoblauch			●		●	●				●
	Zwiebel			●		●	●				●
Obst	Aprikosen	●				●	●		●		
	Zitronen					●	●		●		
Getreide	Weizen		●	●		●	●	●		●	
	Gerste		●	●		●	●	●		●	
Hülsenfrüchte	Sojabohnen		●	●		●	●	●		●	
Ölsaaten	Leinsamen		●			●	●			●	

Abb. 2
Vorkommen von sekundären Pflanzenstoffen mit antikanzergen Wirkungen (26)

Abb. 3
Potentielle antikanzerogene
Wirkmechanismen
der sekundären
Pflanzenstoffe (nach 13)



verstanden, die Rückschlüsse zulassen auf die Exposition mit einer Substanz und deren Wirkung auf spezifische Stoffwechselprozesse – z. B. Induktion von Entgiftungsenzymen wie Glutathion-S-Transferase (GST) (24).

Sekundäre Pflanzenstoffe können aufgrund ihrer Wirkungen bei der Krebsentstehung in 2 Gruppen eingeteilt werden (25):

**1. Substanzen,
welche die Krebsentstehung blockieren
(»Blocking Agents«)**

Zu dieser Gruppe zählen alle sekundären Pflanzenstoffe, welche die Schädigung der DNA einer Zelle verhindern können. Die Schädigung der DNA durch im Körper entstandene oder mit der Nahrung aufgenommene Kanzerogene ist der erste Schritt in der Krebsentstehung.

Um jedoch im Körper krebserzeugend zu wirken, müssen viele Kanzerogene zunächst durch körpereigene Enzyme (Phase-I-Enzyme) aktiviert werden.

An dieser Stelle greifen sekundäre Pflanzenstoffe blockierend ein. Sie hemmen diese Enzyme und verhindern somit die Bildung wirksamer Kanzerogene. Des Weiteren verstärken blockierende Substanzen die Aktivierung von Entgiftungsenzymen (Phase-II-Enzyme), wodurch Kanzerogene schneller aus dem Körper ausgeschieden werden können.

Eine wichtige, im Körper gebildete Gruppe von Kanzerogenen sind die Nitrosamine, welche im Magen-Darm-Trakt aus Nitrat/Nitrit sowie verschiedenen, in der Nahrung vorhandenen Eiweißverbindungen (Amine) gebildet werden können. Mehr als 85% des Nitrats werden über Gemüse mit der Nahrung aufgenommen (9).

Bisher wurde davon ausgegangen, daß besonders Vitamin C die Bildung von Nitrosaminen im Körper unterbinden kann. Inzwischen ist bekannt, daß sekundäre Pflanzenstoffe aus der Gruppe der Phenolsäuren (z. B. p-Cumarinsäure und Chlorogensäure) ebenfalls die Nitrosaminbildung wirkungsvoll hemmen können (10).

Neben den Phenolsäuren zählen Carotinoide, Flavonoide, Glukosinolate, Monoterpene, Phytoöstrogene sowie Sulfide zu den blockierenden sekundären Pflanzenstoffen.

Ein gut untersuchtes Beispiel für »Blocking Agents« sind Glukosinolatmetaboliten aus Kohlgewächsen. In Zellkultursystemen aktiviert das aus Brokkoli isolierte Isothiozyanat Sulforaphan das Entgiftungsenzym Quinon-Reduktase (Phase-II-Enzym) (29). Die orale Applikation des Sulforaphans hemmt im Tierversuch die Entstehung von chemisch induziertem Brustkrebs (30). Durch Fütterung von bestimmten Kohlgewächsen konnten im Tierversuch sowohl eine Hemmung von Phase-I-Enzymen wie auch eine Aktivitätssteigerung von Phase-II-Enzymen nachgewiesen werden (4, 23).

In Humanstudien führte der Verzehr von Rosenkohl (300 g/d) bei männlichen Probanden nach 1 bzw. 3 Wochen zu einer Erhöhung des Plasmaproteins an α -GST (Phase-II-Enzym) (4, 17). Bei den weiblichen Probanden konnte jedoch keine Erhöhung des α -GST-Gehaltes im Plasma festgestellt werden (17). Die Ursache für die geschlechtsspezifischen Unterschiede konnte in der Studie nicht geklärt werden.

2. Substanzen, welche das Wachstum einer Krebszelle unterdrücken (»Suppressing Agents«)

Nachdem die DNA einer Zelle geschädigt wurde, müssen weitere Reaktionen in der Zelle bzw. im Körper ablaufen, damit es zur Zellentartung kommt. An dieser Stelle können sekundäre Pflanzenstoffe mit unterdrückender Wirkung eingreifen und eine Zellentartung blockieren.

Ein Beispiel für »Suppressing Agents« sind die Phytoöstrogene. Sie sind strukturell den körpereigenen Östrogenen ähnlich, ohne jedoch deren Wirkung zu besitzen. Phytoöstrogene beeinträchtigen die Entstehung hormonabhängiger Krebsarten, wie Brust- und Prostatakrebs. Zu »Suppressing Agents« zählen ebenfalls Flavonoide, Monoterpene, Glukosinolate,

Sulfide sowie Protease-Inhibitoren und Carotinoide.

Zusätzlich zur direkten Wirkung können sekundäre Pflanzenstoffe indirekt als Antioxidanzien in die Krebsentstehung eingreifen und so schädliche reaktive Sauerstoffverbindungen neutralisieren, die ebenfalls als krebsfördernde Faktoren angesehen werden. Interessant in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, daß wir mit der Nahrung etwa 10mal so viel sekundäre Pflanzenstoffe mit antioxidativer Wirkung aufnehmen wie Nährstoffe mit dieser Wirkung, so z. B. Vitamin C und E (6).

Dies allein zeigt die enorme gesundheitliche Bedeutung von sekundären Pflanzenstoffen. Des Weiteren wirken sekundäre Pflanzenstoffe auch auf das Immunsystem (26), wobei sowohl stimulierende als auch hemmende Wirkungen auf das Immunsystem bekannt sind. Die Frage, inwieweit eine potentielle Immunmodulation durch spezielle sekundäre Pflanzenstoffe die Krebsentstehung beeinflussen kann, ist gegenwärtig nicht zu beantworten.

In eigenen humanen Interventionsstudien haben wir den Einfluß carotinoidreicher Gemüsearten auf Biomarker hin untersucht, die möglicherweise eine Aussage zur krebspräventiven Wirkung von Gemüse ermöglichen.

Junge Männer hatten die Auflage, über die Dauer von 8 Wochen auf den Verzehr carotinoidreicher Gemüsearten zu verzichten. Nach zweiwöchiger Eingewöhnungsphase erhielten die Probanden täglich für die Dauer von jeweils 2 Wochen Tomatensaft, Karottensaft und Spinatpulver. Die Gemüseintervention führte zu einem signifikanten Anstieg der jeweiligen Plasmacarotinoide, was die hohe Bioverfügbarkeit der Carotinoide aus den Säften dokumentiert (16). Hohe Plasmacarotinoidgehalte gehen in epidemiologischen Studien mit einem verringerten Risiko für verschiedene Tumorerkrankungen einher (7).

Am Ende der Tomatensaftphase konnten signifikant weniger Lipidperoxidationsprodukte im Blutplasma nachgewiesen werden (5). Während

der Gemüseintervention wurden in der DNA der peripheren Lymphozyten signifikant weniger DNA-Strangbrüche beobachtet; nach dem Verzehr von Karottensaft weniger oxidierte Pyrimidinbasen (19). Des Weiteren verringerte die carotinoidarme Ernährung Lymphozytenfunktionen, wie z. B. die Interleukin-2-Bildung, die lediglich nach der Tomatensaftintervention wieder mit den Ausgangswerten vergleichbar war (27).

Insgesamt deuten diese Ergebnisse darauf hin, daß bei einer Ernährungsweise, die arm an Gemüse ist, die Aufnahme von carotinoidreichen Gemüsesäften zu Veränderungen im Stoffwechsel führt, die mit einem verringerten Krebsrisiko einhergehen.

Sekundäre Pflanzenstoffe – »Vitamin-tabletten« der Zukunft?

Die beeindruckenden Erkenntnisse über die gesundheitlichen Wirkungen von Gemüse und Obst sowie von sekundären Pflanzenstoffen lassen die Frage aufkommen, inwieweit sekundäre Pflanzenstoffe in Zukunft – ähnlich wie Vitamine und Mineralstoffe – in isolierter Form zur Verfügung stehen werden. Erste Überlegungen gehen dahin, isolierte sekundäre Pflanzenstoffe verschiedenen Lebensmitteln ebenso zuzusetzen wie Vitamine, um so zu einer hohen Aufnahme von sekundären Pflanzenstoffen beizutragen.

In Form von Extrakten werden isolierte sekundäre Pflanzenstoffe im Handel bereits angeboten, ohne daß in der Regel für diese Konzentrate ein Wirkungsnachweis am Menschen vorliegt. Diesem Trend stehen zahlreiche ungeklärte Fragen bzw. Bedenken gegenüber, die u. a. durch die Ergebnisse von 2 Interventionsstudien mit dem sekundären Pflanzenstoff β -Carotin begründet sind.

Beiden Studien lag die Hypothese zugrunde, daß die Supplementierung mit β -Carotin die Inzidenz von Lungenkrebs bei Rauchern verringert. Die Supplementierung erhöhte jedoch in beiden Studien das Lungenkrebsrisiko (1, 17). Diese Ergebnisse veranlaßten das BgVV, Raucher

vor der regelmäßigen Aufnahme von isoliertem β -Carotin zu warnen.

Viele der bisher bekannten Wirkungen von sekundären Pflanzenstoffen wurden entweder im Reagenzglas oder im Tierexperiment untersucht. Eine direkte Übertragbarkeit dieser Ergebnisse auf den Menschen ist naturgemäß nur bedingt möglich. Zusätzlich liegt in Nahrungspflanzen nicht nur 1 sekundärer Pflanzenstoff vor, sondern ein Gemisch von Hunderten oder Tausenden von sekundären Pflanzenstoffen. Gegenwärtig ist nicht bekannt, ob sich diese Substanzen in ihrer Wirkung gegenseitig beeinflussen und ob sekundäre Pflanzenstoffe nur im Zusammenspiel mit den in Gemüse und Obst vorhandenen essentiellen Nähr- und Ballaststoffen ihre maximalen Schutzwirkungen entfalten können.

Außerdem können einige der sekundären Pflanzenstoffe (in Abhängigkeit von der aufgenommenen Menge) durchaus auch schädliche Wirkungen ausüben. Aus diesen Gründen ist es zur Zeit nicht möglich, genaue Angaben zur wünschenswerten Aufnahme bei der Vielzahl sekundärer Pflanzenstoffe zu machen.

Es gibt somit keine Alternative zum Verzehr von Gemüse und Obst, um eine ausreichende und sichere Versorgung mit diesen protektiven Inhaltsstoffen zu gewährleisten. Da für die meisten sekundären Pflanzenstoffe im Körper vermutlich keine Speicher vorhanden sind, aber täglich Kanzerogene mit der Nahrung aufgenommen werden, ist ein täglicher Verzehr von Gemüse und Obst für deren Schutzwirkungen wichtig.

Wieviel Portionen Gemüse und Obst sind empfehlenswert?

Gegenwärtig wird von internationalen Gesundheitsbehörden empfohlen, täglich mindestens 3 Portionen Gemüse sowie 2 Portionen Obst zu verzehren (1 Portion sind etwa 80 g), d. h., 400–800 g Gemüse und Obst (400 g bei einer Energieaufnahme von 2000 kcal/d). Die Deutsche

Gesellschaft für Ernährung empfiehlt täglich etwa 400 g Gemüse und 250–300 g Obst.

Aufgrund der Hitzeempfindlichkeit einiger sekundärer Pflanzenstoffe sollte ein Teil des Gemüses sowie das Obst unerhitzt (Rohkost) verzehrt werden. Lediglich 1 der 5 Portionen soll in Form von Gemüse- und Obstsaften aufgenommen werden. Durch die Umsetzung dieser Empfehlungen wird ein wichtiger Beitrag zur ausreichenden Versorgung mit Vitaminen, Mineralstoffen, Ballaststoffen und sekundären Pflanzenstoffen gewährleistet, das Risiko für Krebs und Herz-Kreislauf-Erkrankungen wird signifikant verringert.

Bedauerlicherweise läßt der aktuelle Gemüsekonsum sehr zu wünschen übrig, wobei Männer diesbezüglich besonders schlechte Ernährungsgewohnheiten aufweisen. Nur $\frac{1}{4}$ aller Männer verzehrt täglich wenigstens eine Portion Gemüse, und nur 12% essen täglich eine Portion Salat (11).

Innerhalb der EU nimmt Deutschland mit einem Gemüseverbrauch von 82 kg/Jahr den vorletzten Platz ein. Spitzenreiter in der EU sind südeuropäische Länder mit bis zu 200 kg/Jahr (3). Beim Obstverzehr sieht es wesentlich besser aus. Hier zählt die Bundesrepublik Deutschland zu den Spitzenreitern.

Abschließend soll noch einmal hervorgehoben werden, daß ein hoher Gemüse- und Obstverzehr für den einzelnen Menschen keinen absoluten Schutz vor Krebs darstellt. Aus den vorliegenden wissenschaftlichen Ergebnissen geht jedoch überzeugend hervor, daß durch einen hohen Gemüse- und Obstverzehr das Krebsrisiko für die Bevölkerung stark verringert werden kann. Erste Studienergebnisse deuten darauf hin, daß eine hohe Gemüse- und Obstaufnahme auch bei der Rezidivprophylaxe eine Rolle spielt.

Im Gegensatz zu diesen präventivmedizinischen Aspekten des Gemüse- und Obstverzehr gibt es zur Zeit keine Hinweise, daß diese Lebensmittel (bzw. deren In-

haltsstoffe) eine direkte Wirkung bei der Therapie von Krebs besitzen.

Zusammenfassung

In den letzten Jahren hat sich zunehmend die Erkenntnis durchgesetzt, daß die Entstehung von Krebs nicht nur durch Kanzerogene in der Nahrung ausgelöst bzw. gefördert, sondern durch besonders in Gemüse und Obst enthaltene protektiv wirkende Stoffe auch gesenkt werden kann. Neben den essentiellen Nährstoffen sind wahrscheinlich die sekundären Pflanzenstoffe maßgeblich an der krebsprotektiven Wirkung von Gemüse und Obst beteiligt. Beispiele hierfür sind Carotinoide, Flavonoide und Glukosinolate. Die physiologischen Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe sind bisher nur unzureichend erforscht, trotzdem gibt es bereits erste Produkte auf dem Markt, die speziell mit sekundären Pflanzenstoffen angereichert sind. Nach gegenwärtigen Kenntnissen kann jedoch das Krebsrisiko am wirksamsten durch eine tägliche Aufnahme von mindestens 5 Portionen Gemüse und Obst positiv beeinflusst werden.

WATZL, B., A. BUB and G. RECHKEMMER:
Cancer prevention through fruits and vegetables?

Summary: In recent years it became evident that cancer can not only be initiated by dietary carcinogens, but also be prevented by protective substances occurring in vegetables and fruits. Besides the essential nutrients, secondary plant compounds (phytochemicals) may significantly contribute to the cancer-preventive activity of vegetables and fruits. Examples are carotenoids, flavonoids and glucosinolates. The physiological activities of phytochemicals are currently under intensive investigation, while phytochemical-enriched products are already on the market. However, based on current knowledge, the most efficient way to reduce cancer risk is to consume daily at least 5 servings of vegetables and fruits.

Key words: Cancer – vegetables – fruits – phytochemicals – prevention

Literatur

1. ABTC – the alpha-tocopherol, beta-carotene cancer prevention study group: The effect of vitamin E and beta carotene on the incidence of lung cancer and other cancers in male smokers. *N. Engl. J. Med.* **330**, 1029–1035 (1994)
2. BLOCK, G., B. PATTERSON u. A. SUBAR: Fruit, vegetables, and cancer prevention: A review of the epidemiological evidence. *Nutr. Cancer* **18**, 1–29 (1992).
3. BOOGARDS, J. J. P. u. Mitarb.: Consumption of Brussels sprouts results in elevated α -class glutathione S-transferase levels in human blood plasma. *Carcinogenesis* **15**, 1073–1075 (1994).
4. BUB, A. u. Mitarb.: Reduced lipid peroxidation in healthy volunteers after moderate intervention with carotenoid-rich products (Eingereicht 1999).
5. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten: Statistisches Jahrbuch für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 1998, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup 1999.
6. DECKER, E. A.: The role of phenolics, conjugated linoleic acid, carnosine, and pyrroloquinoline quinone as nonessential dietary antioxidants. *Nutr. Rev.* **53**, 49–58 (1995).
7. EICHHOLZER, M. u. Mitarb.: Prediction of male cancer mortality by plasma levels of interacting vitamins: 17-year follow-up of the prospective Basel study. *Int. J. Cancer* **66**, 145–150 (1996).
8. FRANCESCHI, S. u. Mitarb.: Influence of food groups and food diversity on breast cancer risk in Italy. *Int. J. Cancer* **63**, 785–789 (1995).
9. GANGOLLI, S. D. u. Mitarb.: Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. *Eur. J. Pharmacol. Environ. Toxicol. Pharmacol. Section* **292**, 1–38 (1994).
10. HELSER, M. A. u. J. H. HOTCHKISS: Comparison of tomato phenolic and ascorbate fractions on the inhibition of N-nitroso compound formation. *J. Agric. Food Chem.* **42**, 129–132 (1994).
11. HESEKER, H. u. Mitarb.: Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland. VERA-Schriftenreihe Band III, 2. Aufl., Wissenschaftl. Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen 1994.
12. IARC: Cancer: Causes, occurrence and control. L. TOMATIS (Hrsg.): International Agency for Research on Cancer, Lyon 1990.
13. JOHNSON, I. T., G. WILLIAMSON u. S. R. R. MUSK: Anticarcinogenic factors in plant foods: A new class of nutrients? *Nutr. Res. Rev.* **7**, 175–204 (1994).
14. KUSHI, L. H. u. Mitarb.: Prospective study of diet and ovarian cancer. *Am. J. Epidemiol.* **149**, 21–31 (1999).
15. MICHAUD, D. S. u. Mitarb.: Fruit and vegetable intake and incidence of bladder cancer in a male prospective cohort. *J. Natl. Cancer Inst.* **91**, 605–613 (1999).
16. MÜLLER, H. u. Mitarb.: Plasma concentrations of carotenoids in healthy volunteers after intervention with carotenoid-rich foods. *Eur. J. Nutr.* **38**, 35–44 (1999).
17. NIJHOFF, W. A. u. Mitarb.: Effects of consumption of Brussels sprouts on plasma and urinary glutathione S-transferase class- α and - π in humans. *Carcinogenesis* **16**, 955–957 (1995).
18. OMENN, G. S. u. Mitarb.: Effects of a combination of beta-carotene and vitamin A on lung cancer and cardiovascular disease. *N. Engl. J. Med.* **334**, 1150–1155 (1996).
19. POOL-ZOBEL, B. L. u. Mitarb.: Consumption of vegetables reduces genetic damage in humans: first results of a human intervention trial with carotenoid-rich foods. *Carcinogenesis* **18**, 1847–1850 (1997).
20. SLATTERY, M. L. u. Mitarb.: Diet diversity, diet composition, and risk of colon cancer (United States). *Cancer Causes Control* **8**, 872–882 (1997).
21. Statistisches Bundesamt (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch 1998 für die BRD. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 1998.
22. STEINMETZ, K. A. u. J. D. POTTER: Vegetables, fruit and cancer. I. Epidemiology. *Cancer Causes Control* **2**, 325–357 (1991).
23. VANG, O., JENSEN, H. u. H. AURUP: Induction of cytochrome P-450IA1, IA2, IIB1, IIB2 and IIE1 by broccoli in rat liver and colon. *Chem. Biol. Interactions* **78**, 85–96 (1991).
24. VERHAGEN, H. u. V. J. FERON: Cancer prevention by natural food constituents – the lessons of toxicology transposed to antigenotoxicity and anticarcinogenicity. In: KOZLOWSKA, H., J. FORMAL u. Z. ZDUNCZYK (Hrsg.): Bioactive Substances in Food of Plant Origin, S. 463–478. Polish Academy of Sciences, Olsztyn 1994.
25. WATTENBERG, L. W.: Inhibition of carcinogenesis by minor nutrient constituents of the diet. *Proc. Nutr. Soc.* **49**, 173–183 (1990).
26. WATZL, B. u. C. LEITZMANN: Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. 2. Aufl. Hippokrates, Stuttgart 1999.
27. WATZL, B. u. Mitarb.: Modulation of human T-lymphocyte functions by the consumption of carotenoid-rich vegetables. *Br. J. Nutr.* **82**, 383–389 (1999).
28. World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research: Food, Nutrition, and the Prevention of Cancer: a Global Perspective, S. 512, 1997.
29. ZHANG, Y. u. Mitarb.: Anticarcinogenic activities of sulforaphane and structurally related synthetic norbornyl isothiocyanates. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **91**, 3147–3150 (1994).

30. ZHANG, Y. u. Mitarb.: A major inducer of anticarcinogenic protective enzymes from broccoli: isolation and elucidation of structure. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 89, 2399-2403 (1992).

Dr. B. WATZL, Dr. A. BUB und
Prof. Dr. G. RECHKEMMER
Institut für Ernährungsphysiologie
Bundesforschungsanstalt für Ernährung
Haid-und-Neu-Straße 9
76131 Karlsruhe

Buchbesprechung

Praxis der Umweltmedizin

**Grundlagen, Fakten und Information
für einen verantwortungsvollen
Umgang mit Umwelt und menschlicher
Gesundheit**

Von H. J. SEIDEL, Ulm. 2., neu bearb. Aufl. 482 S.,
188 Abb. u. 300 Tab. Thieme, Stuttgart-New York
1998. Geb. DM 198,-.

»Das wird sich eines Tages ändern«, schrieb HANS JOACHIM SEIDEL 1996 in seinem Vorwort zur 1. Auflage und meinte damit in erster Linie das Fehlen einer spezifischen umweltmedizinischen Therapie. Bereits 2 Jahre später erscheint eine Neuauflage des deutschsprachigen Umweltmediziniklers und enthält neben vielen anderen neuen Themen ein kleines Kapitel über Therapieansätze in der Umweltmedizin. Neben der Entgiftung und dem Meiden der Umweltnoxe als oberste Therapieprinzipien wird dem Leser eine Reihe von Therapieformen genannt, bis hin zur Homöopathie, wobei es sich um eine informelle Aufreihung und nicht um eine Bewertung der unterschiedlichen Behandlungsmöglichkeiten handelt.

Weitere Ergänzungen der 2. Auflage sind u. a. Kapitel und Abhandlungen über EHEC-Infektionen, Biomüll und Deponieproblematik, das chronische Müdigkeitssyndrom (CFS), Immuntoxikologie sowie Candidamykosen des Darms. Neben der Darstellung neuer Richtwerte bei der Innenraumbelastung sowie neuen Diagnosemöglichkeiten und den Kurzbeschreibungen alternativer Ernährungsformen wurde auch der Abschnitt »Umwelt und Fortpflanzung« neu bearbeitet.

Im Anschluß an ein für das Textverständnis notwendiges Abkürzungsverzeichnis ist das Buch in 19 abgeschlossene Kapitel unterteilt. Die ausführlichen Literaturverzeichnisse zu den einzelnen Abschnitten und ein Sachverzeichnis von 16 Seiten finden sich am Ende des Buches.

In einem eigenen Teil befaßt sich W. KREISEL, Direktor der Abteilung Umwelt und Gesundheit der WHO in Genf, aus der Sicht der WHO global mit der Umwelt und der menschlichen Gesundheit.

Epidemiologie, Toxikologie, Krebs, Allergien, Verschmutzung von Luft, Wasser, Boden und Lebensmittel sowie Risiken durch Müll und physikalische Faktoren, wie z. B. Strahlung, sind u. a. Themen weiterer Kapitel. Im Abschnitt »Schadstoffe« wird alphabetisch eine Vielzahl von relevanten Umweltgiften ausführlich besprochen. Ein Schwerpunkt im Kapitel »Umweltmedizin in der ärztlichen Praxis« ist die Informationsbeschaffung, im besonderen werden der Zugang zu den neuen Medien sowie deren Inhalte übersichtlich aufgelistet.

Eindrucksvoll wird das »Querschnittsfach Umweltmedizin« als ein interdisziplinäres Wissensgebiet dargestellt, das mit Sicherheit auch – oder vielleicht gerade – in der Pädiatrie zukünftig einen wichtigen Stellenwert einnehmen sollte. Als Kursbuch zur Zusatzbezeichnung »Umweltmedizin« wird ein hervorragender Einstieg in die interessante Materie ermöglicht.

A. GRÜBL, München