

## Sekundäre Pflanzenstoffe: Bioaktive Substanzen aus Obst und Gemüse in der Krebsprävention

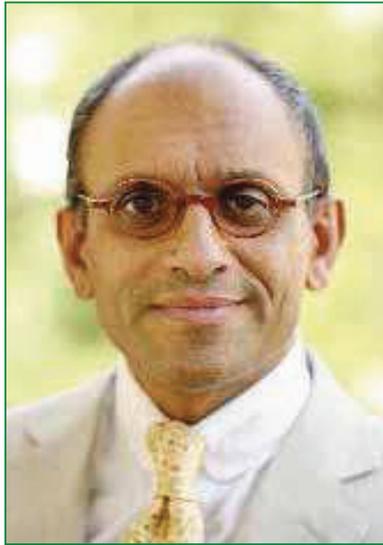
### Zusammenfassung

Sekundäre Pflanzenstoffe haben generell eine wichtige Bedeutung für die Gesundheit. Im Rahmen der Kanzerogenese vermögen sie, durch unterschiedliche Wirkmechanismen, das Krebsgeschehen positiv zu beeinflussen. Carotinoide und Flavonoide inaktivieren Singulett-Sauerstoff. In einer Interventionsstudie zeigen Carotinoide einen schützenden Effekt hinsichtlich oxidativer Schäden der DNA. Flavonoide beeinflussen wichtige Faktoren der Tumorgenese, beispielsweise hemmen sie bestimmte Stufen der Zellteilung und fördern die Apoptose. Glucosinolate greifen günstig in die Produktion tumorrelevanter Enzyme ein. Der therapeutische Nutzen dieser antikanzerogenen Effekte wurde in mehreren Studien deutlich dokumentiert. Vorsicht ist geboten bei der isolierten Gabe von SPS in hohen Dosen. Hier können unerwünschte Wirkungen auftreten. Bei der Supplementierung von SPS ist deshalb auf eine naturnahe Kombination von Substanzen zu achten.

Schlüsselwörter: Sekundäre Pflanzenstoffe, Krebs, Freie Radikale, Antioxidanzien, antikanzerogene Wirkung, Supplementierung, Carotinoide, Flavonoide, Glucosinolate.

### Was machen Pflanzen gegen Stress?

Sind sie im Übermaß der Sonne ausgesetzt, erhalten sie nicht genügend Wasser oder Nährstoffe, plagt sie ein Schädlingsbefall, dann bilden Pflanzen vermehrt bestimmte Substanzen, die ihre Gesundheit schützen und ihr Gedeihen fördern. Das sind die Sekundären Pflanzenstoffe (SPS), eine Gruppe von chemisch ganz unterschiedlichen Substanzen, die ausschließlich in Pflanzen zu finden sind. Sie erfüllen für die Pflanzen eine breite Palette von Funktionen von der Wachstumsregulation bis zur Abwehr von Krankheiten. Viele SPS geben Obst und Gemüse ihre leuchtenden Farben. Man schätzt die Anzahl der Einzelsubstanzen auf etwa 60.000 bis



Dr. rer. nat. R. Charles Fernando

100.000. Mit einer ausgewogenen Ernährung nehmen wir täglich ca. 1,5 g SPS zu uns. Viele davon wurden seit den 30er Jahren hinsichtlich ihrer klinischen Bedeutung eingehend untersucht. In neuerer Zeit hat sich Claus Leitzmann intensiv mit den SPS befasst und zahlreiche Wirkungen dokumentiert. In seiner gemeinsam mit seinem Kollegen publizierten Schrift «Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln», 1995 ist zu lesen: „Da der Mensch im Verlauf seiner Evolution ein breites Spektrum von Sekundären Pflanzenstoffen als Bestandteile von Lebensmitteln aufgenommen hat, ist anzunehmen, dass diese als ständige Begleiter der pflanzlichen Nahrung an der Erhaltung und Förderung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit beteiligt waren und sind.“ In den letzten 20 Jahren hat die Forschung - von der breiten Öffentlichkeit weitgehend unbeachtet - viele gesundheitsfördernde und protektive Wirkungen von SPS mithilfe von klinischen Studien deutlich belegt.

### Bedeutung von Obst und Gemüse für die Gesundheit

Die gesundheitsfördernde Bedeutung von Obst und Gemüse ist den

meisten Menschen bewusst und wird von vielen täglich tatsächlich umgesetzt. Die Gesundheit wird nicht nur unterstützt, indem man sich in vernünftigem Maße sportlich betätigt, seine Lebensgewohnheiten seinen Bedürfnissen und Möglichkeiten angemessen gestaltet, unnötige Risiken vermeidet und individuell ausgewählte Vorsorgeuntersuchungen in Anspruch nimmt. Besonders wichtig ist auch eine ausgewogene Ernährung mit allen Nahrungs- und Vitalstoffen im richtigen Verhältnis.

In der Regel kann heute zur Ernährungs-Richtlinie „five a day“ geraten werden, die von internationalen Gesundheitsbehörden empfohlen wird: täglich mindestens 3 Portionen Gemüse sowie 2 Portionen Obst (etwa 80 g je Portion). Aufgrund der Hitzeempfindlichkeit einiger Vitalstoffe ist es sinnvoll, einen Teil der Portionen als Rohkost zu verzehren, sofern das vertragen wird. So ist ein wichtiger Beitrag zur ausreichenden Versorgung mit bioaktiven Substanzen gewährleistet.

Hinsichtlich der nativen Vitalstoffversorgung ist insbesondere der geringe Gemüsekonsum besorgniserregend. Neben den ungesunden Ernährungsgewohnheiten der Menschen sind Auslaugung und Überdüngung unserer Böden, die steigende Umweltbelastung durch Luftverschmutzung, und die durch Zucht und genetische Veränderung zunehmend schlechten Wachstumsbedingungen der Pflanzen dafür verantwortlich.

Innerhalb der europäischen Union nimmt Deutschland sogar mit einem Gemüseverbrauch von 82 kg/Jahr den vorletzten Platz ein.

### Worin liegt der Wert Sekundärer Pflanzenstoffe für Therapie und Prävention?

Sieht man die SPS als „hauseigene Apotheke“ der Pflanzen, so wird auch ihre Bedeutung für den menschlichen Organismus klar. Jede Einzelsubstanz hat ihre eigene Funktion,



Abb. 1 Obst und Gemüse

auf die weiter unten detailliert eingegangen wird. Darüber hinaus unterstützen SPS nachweislich die Wirkung von Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen. Verabreicht man daher Vitalstoffe in einer intelligenten Kombination, erreicht man einen Synergieeffekt, der den Nutzen der einzelnen Stoffe regelrecht potenziert. Diese gegenseitige Wirkverstärkung wurde bereits 1971 von R. H. Whittaker und P. P. Feeny anschaulich beschrieben: „Wenn anorganische und organische Nährstoffe das Gewebe eines Stoffes darstellen, bewirken Sekundäre Pflanzenstoffe Farben und Muster des Gewebes.“

Auch die Deutsche Gesellschaft für Ernährung erkennt die Rolle der SPS an: „Neben den in Obst und Gemüse enthaltenen Vitaminen, Mineralien, Spurenelementen und Ballaststoffen sind Sekundäre Pflanzenstoffe wahrscheinlich mitverantwortlich für die protektive Wirkung von Gemüse und Obst gegenüber Krebs und Herz-Kreislauf-Krankheiten.“

**Wie unterstützen sich die Wirkweisen gegenseitig?**

Viele chronische Erkrankungen können durch den Einsatz von Sekundären Pflanzenstoffen positiv beeinflusst werden. Betrachten wir hier beispielhaft ihre Bedeutung für die Tumorprävention und Krebstherapie, so fällt auf, dass sie an ganz unterschiedlichen Stellen ansetzen: Grundsätzlich stimulieren viele SPS das

Immunsystem, manche hemmen die Zellproliferation und beeinflussen die Differenzierung der Zellen. Zahlreiche SPS dienen als Fänger von freien Radikalen und wirken antientzündlich. Das ist bedeutsam für Tumorerkrankungen, weil Entzündungen als ursächlich für die Krebsentstehung diskutiert werden. Ihre Behandlung gilt als wichtiges Therapieziel und als Voraussetzung für eine erfolgreiche Krebstherapie.

Diskutiert wird auch, dass gewisse SPS die Produktion von Phase I Enzymen hemmt und von Phase II Enzymen fördert, was ebenfalls eine antikanzerogene Wirkung hätte. Einige SPS binden krebserregende Substanzen und stimulieren die Produktion von Entgiftungsenzymen. Die Verdauung wird gefördert und die Darmperistaltik angeregt, was insbesonde-

re die Vorbeugung von Colon-Ca. unterstützt. In klinischen Studien hat sich gezeigt, dass Phytoöstrogene die Metabolisierung von körpereigenen Östrogenen beeinflussen. Sie wirken sowohl als Östrogen als auch als Anti-Östrogen. Diese Eigenschaften können bei östrogenbezogenen Krebsarten genutzt werden. Außerdem schützen SPS die Haut vor Schäden durch UV-Strahlung, einem wichtigen Risikofaktor für Hautkrebs. Und letztlich unterstützen SPS auch noch die positiven Effekte des Vitamin C, welches in der biologischen Krebsabwehr seinen festen Platz hat. Dieses Beispiel soll veranschaulichen, wie die Sekundären Pflanzenstoffen zu einer wertvollen Unterstützung für Therapie und Prävention werden, indem sie sich gegenseitig ergänzen und in ihrer Wirkung verstärken.

**Krebsrisikofaktor Ernährung**

Wenn es um die Gefahren und Risiken einer Krebserkrankung geht, wird über die Massenmedien immer noch das Rauchen an erster Stelle genannt. Diese Darstellung ist einseitig. Als Hauptrisiken von Krebserkrankungen gelten in Industrieländern die Nahrung mit beachtlichem 35 %, gefolgt von Zigarettenrauchen mit 30 %, und mit klarem Abstand Infektionen mit 10 %.

Aus aktueller Sicht der Ernährungswissenschaftler und Epidemiologen zählen zu den Nahrungsrisiken: zu hoher Fett- und Fleischverzehr, zu wenig Ballaststoffe und vor allem zu wenig Obst und Gemüse, übermäßiger Al-

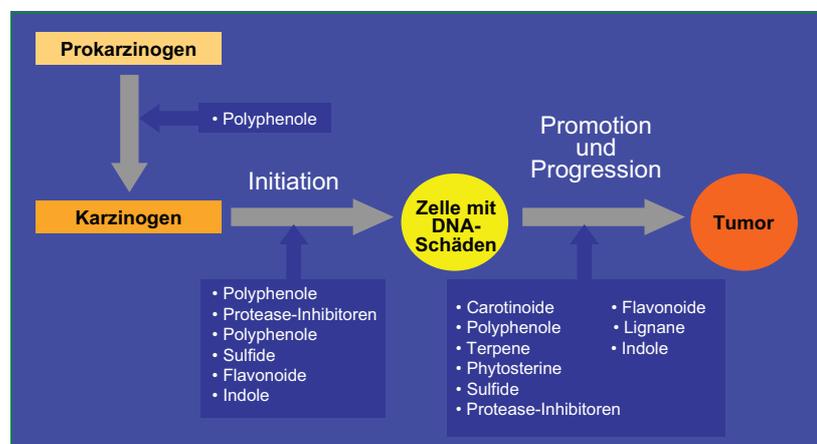


Abb. 2 Einflussnahme Sekundärer Pflanzenstoffe auf die Kanzerogenese

Sekundäre Pflanzenstoffe	Vorkommen	Vertreter	Hauptsächliche Wirkungen
Carotinoide	Karotte, Tomate, Grünkohl, Spinat, Algen, getrocknete Aprikose, Guave, Kürbis	$\alpha$ -, $\beta$ -Carotin, Lycopin, Lutein, Zeaxanthin	antikanzerogen, antioxidativ, immunmodulierend, risikosenkend für Katarakt und Makuladegeneration
Polyphenole, Flavonoide, Phenolsäuren	Granatapfel, Grünkohl, Weintrauben, Beerenobst, grüner Tee, Vollkornweizen, Nüsse, Zitrusfrüchte	Gallussäure, Ellagsäure, Punicalagin, Catechine, Ferulasäure, Quercetin, Proanthocyanidine	antikanzerogen, antioxidativ, antimikrobiell, antiphlogistisch, antithrombotisch, immunmodulierend
Glucosinolate, Isothiocyanate	Crucifere Gemüse, Meerrettich, Brunnenkresse, Kohlsorten	Glucoraphanin, Sinalbin, Gluconasturtiin	antikanzerogen, antimikrobiell, cholesterinsenkend
Saponine	Sojabohnen, Leguminosen	Sojasaponine	antikanzerogen, antimikrobiell, cholesterinsenkend
Terpene	Zitrusfrüchte, Gewürze, Kräuter, Artischocken	D-Limonen, D-Carvon, Curcumene, Bisabolol	antikanzerogen, antimikrobiell
Phytosterine	Pflanzensamen, Nüsse	$\beta$ -Sitosterin, Campesterin, Sigmasterin	antikarzinogen, cholesterinsenkend
Phytoöstrogene	Sojabohnen, Leinsamen, Roggen, Weizenkleie	Genistein, Daidzein, Lignane	antikarzinogen, antioxidativ
Sulfide	Knoblauch, Meerrettich, Cranberry	Alliin, Allicin	antikarzinogen, antimikrobiell, antioxidativ, antiphlogistisch, immunmodulierend, antithrombotisch
Proteaseinhibitoren	Leguminosen	Bowmann-Birk-Inhibitor	antikarzinogen, antioxidativ

Tab. 1 Einteilung und Wirkungsspektrum Sekundärer Pflanzenstoffe

kohol- und Kaffeekonsum sowie stark gesalzene Nahrungsmittel.

Darüber hinaus spielen endogene Ursachen wie die sekundären Gallensäuren Desoxy- und Lithocholsäure eine Rolle, da höhere Fettaufnahme die Bildung dieser Substanzen induziert, die sich experimentell eindeutig als krebserregend zeigen.

Man geht heute davon aus, dass sich nicht nur Kanzerogene auf die Krebsentstehung auswirken, sondern dass auch das Fehlen von protektiven Stoffen in der Nahrung das Krebsrisiko erhöht.

In zahlreichen retrospektiven sowie in neuerer Zeit auch in prospektiven Studien wurde beobachtet, dass die Aufnahme von Gemüse und Obst dem Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus Typ 2 und Krebs entgegenwirkt. Für den präventiven Effekt sind wahrscheinlich neben den essenziellen Nährstoffen und Ballaststoffen, insbesondere die SPS verantwortlich. Aufgrund der chemischen bzw. funktionellen Eigen-

schaften lassen sie sich in verschiedene Klassen einteilen.

### Sekundäre Pflanzenstoffe greifen auf verschiedenen Ebenen der Kanzerogenese ein

Die Krebserkrankung ist ein komplexer Mehrstufenprozess, hauptsächlich durch exogene Risikofaktoren hervorgerufen. Die bestimmenden Größen hierbei sind Metabolismus, Initiation, Promotion und Progression. In der Terminalphase ist auch die Angiogenese wichtig, da sie wesentlich Risiko und Rate der Metastasierung bestimmt. Der Organismus verfügt über eine Reihe eigener Mechanismen zur Tumorprävention, darunter DNA-Reparatur oder Apoptose, welche jedoch im Rahmen des Alterungsprozess zunehmend an Effizienz verlieren.

Für die diätetische Beeinflussung der Tumorentwicklung, die sogenannte Chemoprävention, gibt es an verschiedenen Stellen Ansatzpunkte für eine wirkungsvolle Intervention.

Sekundäre Pflanzenstoffe können das Krebsgeschehen auf verschiedene Ebenen beeinflussen (siehe Abb. 2). Allerdings ist die Wirksamkeit der SPS



Abb. 3 Tomaten enthalten das Carotinoid Lycopin

naturgemäß zu Beginn der Kaskade am größten, in der Terminalphase eher schwach und allenfalls auf wenige Stoffe beschränkt.

### Carotinoide

Carotinoide sind natürliche Pigmente, die ausschließlich in Bakterien, Algen, Pilzen und Pflanzensynthetisiert werden. Daher sind Tiere und Menschen auf ihre exogene Zufuhr angewiesen. Inzwischen kennt man 600 bis 700 Carotinoide. Hier von werden vom Menschen nur etwa 10 % (als Provitamin A) in Vitamin A umgewandelt. Man unterscheidet sauerstofffreie und sauerstoffhaltige Untergruppen. Zu den sauerstofffreien Carotinen gehören  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin sowie Lycopin. Lutein, Zeaxanthin und  $\beta$ -Cryptoxanthin zählen zu den sauerstoffhaltigen Xanthophyllen. Im Gegensatz zu den Xanthophyllen sind Carotine hitzestabil, so dass es unabhängig von der Erhitzungsdauer nicht zu Nährstoffverlusten kommt. Obst, Gemüse und andere Pflanzen, die besonders große Mengen an Carotinoiden enthalten, sind für ihre leuchtenden Farben bekannt.

Essbare Carotinoide sind in hoher Konzentration in Früchten wie Aprikosen, Pfirsichen, Mangos und Mirabellen, in gelb-rottem Gemüse wie Karotten, Tomaten, Paprika und in grünem Gemüse wie Brokkoli, Spinat, Grünkohl und grünem Paprika enthalten. Natürliche Quellen für Carotinoide stellen auch die Alge *Dunaliella salina*, rotes Palmöl und einige Pflanzen dar.

Carotinoide sind effektive Fänger von freien Radikalen, insbesondere der gefährliche Singulett-Sauerstoff wird durch sie inaktiviert.

Dagegen ist Vitamin A ein schlechtes Antioxidans. Vitamin-A-Vorläufer aber sind notwendig für den Sehvorgang, die Wachstumsregulation, Zelldifferenzierung und Morphogenese. In Tiermodellen haben sich sogar antikanzerogene Aktivitäten wie die Hemmung der Lipidperoxidation gezeigt. Möglicherweise hängen solche Wirkungen vielmehr mit einem Einfluss auf die interzelluläre Kommunikation zusammen als mit der antioxidativen Kapazität der Carotinoide, da

Wechselwirkungen zwischen den Zellen eine besondere Rolle bei der Tumorentstehung spielen. In einer Interventionsstudie mit gemüsereicher Ernährung an 23 gesunden männlichen Nichtrauchern im Alter von 27 bis 40 Jahren wurde untersucht, ob ein hoher Gemüseverzehr eine Schädigung der DNA, insbesondere eine oxidative, verhindern oder einschränken kann.



Abb. 4 Artischocken enthalten wertvolle Sesquiterpene

Nach 14 Tagen gemüsereicher Ernährung erhielten die Probanden zwei Wochen lang täglich 40 mg Lycopin in Tomatensaft, danach für zwei weitere Wochen jeden Tag 22 mg  $\beta$ -Carotin und 16 mg  $\alpha$ -Carotin in Möhrensaft. In den folgenden beiden Wochen bekamen sie täglich Spinatpuder mit 11 mg Lutein. Wöchentlich analysierte man den Grad der DNA-Schädigung der peripheren Lymphozyten: Es war ein signifikanter Abfall der Strangbrüche in der Lymphozyten-DNA zu verzeichnen. Zusätzlich wurde während der Karottensaft-Phase eine verringerte oxidative Schädigung der DNA-Basen gemessen. Die Gemüse-Intervention führte zu einem eindeutigen Anstieg der jeweiligen Plasma-Carotinoide, was die hohe Bioverfügbarkeit der Carotinoide aus den Säften dokumentiert. Fazit der Studie: Carotinoid-haltige Pflanzen wirken wahrscheinlich über die Prävention einer DNA-Schädigung antikanzerogen. Ein hoher Gehalt an Carotinoiden im

Plasma geht in epidemiologischen Studien mit einem verringerten Risiko für verschiedene Tumorerkrankungen einher.

Bei einer anderen eindrucksvollen Untersuchung wurden Früchte und Gemüse in 6 bis 12 Portionen am Tag verabreicht, danach hat man verschiedene Marker für einen pro-mutagenen Zellschaden gemessen: 8-Hydroxydeoxyguanosin (8-OHdG) in DNA aus peripheren Lymphozyten und in Urin, Malondialdehyd (MDA), das Arachidonsäure-Produkt 8-Isoprostan  $F_{2\alpha}$  sowie die Spiegel mehrerer Carotinoide im Blutplasma. Bereits nach 14 Tagen sanken die Spiegel von 8-OHdG in der Lymphozyten-DNA und im Urin sowie die von 8-Isoprostan  $F_{2\alpha}$  im Urin deutlich ab. Hieraus wurde abgeleitet, dass eine Ernährung mit erhöhter Zufuhr von Gemüse und Früchten eine oxidative Schädigung der DNA und der Lipide deutlich reduziert.

Die hoch dosierte Gabe des  $\beta$ -Carotins in isolierter Form wurde in zwei Interventionsstudien untersucht. Hierbei sollte durch Supplementierung mit  $\beta$ -Carotin die Inzidenz von Lungenkrebs bei Rauchern und Asbestarbeitern verringert werden. Sie erhöhte jedoch in beiden Studien das Lungenkrebsrisiko.

Das Fehlen des erwarteten Nutzens kann durch die verstärkte Bildung von oxidativen Abbauprodukten, die genotoxische Effekte zeigen, erklärt werden. Daraus zu schließen, dass  $\beta$ -Carotin prinzipiell schädlich sei, oder dass man generell auf SPS in der Therapie verzichten müsse, ist übereilt. Dieser negative Effekt zeigt sich in bisherigen Studien nur, wenn  $\beta$ -Carotin in solitärer Form hochdosiert gegeben wird. Erst dann entstehen gesundheitsgefährdende Abbauprodukte des  $\beta$ -Carotins. Um solche unerwünschten Wirkungen zu vermeiden, soll  $\beta$ -Carotin immer im Verbund mit anderen SPS verabreicht werden, so wie sie auch in der Natur gemeinsam vorkommen.

### Flavonoide

In Früchten und Gemüsen sind Flavonoide noch weiter verbreitet als Carotinoide. Mehr als 5.000 unterschiedliche Flavonoide wurden bisher be-

schrieben. Der Pflanze bieten sie vor allem Schutz vor toxischem Singulett-Sauerstoff. Variantenreich ist ihre Farbpalette, die von farblos (Catechine oder Proanthocyanidine) über gelb (Flavone und Flavonole) bis hin zu intensivem Rot oder Blau (Anthocyanidine) reicht. Flavonoide sind in vielen Obst- und Gemüsesorten wie Äpfeln und Zwiebeln sowie in Soja und grünem Tee enthalten.

Flavonoide sind potente Fänger von aggressiven Sauerstoff- und Lipidperoxyradikalen. Sie hemmen Enzyme, die freie Radikale produzieren und chelatisieren Metallionen. Untersuchungen verdeutlichen, dass Flavonoide Zellen vor Schäden durch Rönt-

innerhalb drei Tagen einen beachtlichen und dosisabhängigen Effekt.

Nobiletin und Tangeretin hemmen bereits in niedriger Dosierung die Proliferation um bis zu 88 %. Flankiert werden die antikanzerogenen Wirkungen der Flavonoide durch eine Reihe von Einflüssen auf wichtige Faktoren der Tumorgenese. Hierzu zählen die Hemmeffekte auf Enzyme und die Inaktivierung der Thyroidperoxidase. Für den antikanzerogenen Mechanismus dürfte besonders wichtig sein, dass Flavone und Flavonole den Wildtyp des Tumor-Suppressorproteins p53 aktivieren. Das induziert die Apoptose und hemmt die DNA-Topoisomerase.



**Abb. 5** Brokkoli als Vertreter des glucosinolathaltigen Gemüse

gen- oder Höhenstrahlung schützen. Sie blockieren die Progression im Zellzyklus sowie die Synthese von Prostaglandin und wirken Mutationen entgegen.

Quercetin, Rutin und Hesperidin hemmen das Wachstum von Colon-, Magen- und Hauttumoren im Tierversuch. Flavanone und Flavone inhibieren die Aktivierung von Aflatoxin B1 (AFB1) an humanen Lebermikrosomen und erhöhen den Metabolismus von AFB1 sowie anderer Tumorrinduktoren wie Benz[a]Pyren oder Dimethybenzanthracen. Markant ist auch die Proliferationsaktivität der Flavonoide. An Karzinomzelllinien glatter Muskulatur zeigte Quercetin

#### Glucosinolate

Glucosinolate sind organische Schwefelverbindungen, die vor allem in Kreuzblütlern, den sogenannten Cruciferen-Gemüse, vorkommen. Hierzu zählen Brokkoli, Meerrettich, Brunnenkresse, Rosenkohl und alle Kohlarten.

Charakteristisch ist bei jenen Gemüsesorten der stechende Geruch bzw. scharfe Geschmack. Sie sind auf die Isothiocyanate zurückzuführen, die aus den Glucosinolaten gebildet werden. Nach dem aktuellen Kenntnisstand sind die Prodrugs und Isothiocyanate die wichtigsten Verbindungen der Glucosinolate. Sie besitzen ein sehr vielseitiges Wirk-

spektrum, darunter antibiotische und sekretionsfördernde Effekte. Zu den markantesten Wirkungen der Isothiocyanate zählt ihr antikanzerogenes Potential.

Aus heutiger Sicht ist das Gleichgewicht zwischen den Karzinogen-aktivierenden CYP-450-Phase-I- und den detoxifizierenden Phase-II-Enzymen einer der bestimmenden Faktoren in der Krebsentwicklung. Beim Menschen stehen Defizite der Phase-II-Enzymaktivität, insbesondere an Glutathion-S-Transferase (GST), eindeutig in Zusammenhang mit erhöhtem Risiko für Kolon- und Lungenkrebs. Die aus den Glucosinolate gewonnenen Isothiocyanate provozieren die Produktion von Phase-II-Enzymen und erhöhen die Glutathionspiegel im Gewebe.

Am Nager blockieren Isothiocyanate und Glucosinolate die chemisch induzierte Tumorentwicklung in verschiedenen Organen wie Gallenblase, Leber, Darm, Magen, Nieren oder Lunge. In erster Linie ist hierfür die günstige Modifizierung der Phase-I- und Phase-II-Enzyme verantwortlich.

Die etwa 20 natürlichen Isothiocyanate aus Nahrungspflanzen sind alle antikanzerogen wirksam. Brokkoli- und Brunnenkressesprossen nehmen hierbei eine Sonderstellung ein. Das Brokkoli-Glucosinolat Glucoraphanin ist in Brokkolisprossen in bis 100-fach höherer Konzentration vorhanden als in der reifen Pflanze. In einer Studie erwies sich das Glucoraphanin unter den getesteten Glucosinolaten mit deutlichem Abstand als das potenteste Antikanzerogen.

Eine weitere Untersuchung befasste sich mit der klinischen Bedeutung von Brunnenkresse in Zusammenhang mit Tabakrauchkarzinogenen. Brunnenkresse enthält Gluconasturtin, welches die Krebsinitiation auf verschiedenen Ebenen hemmt. Elf Raucher verzehrten über mehrere Tage zu jeder Mahlzeit 60 g Brunnenkresse. Dies bewirkte eine signifikant vermehrte Ausscheidung von Tabakkarzinogenen und deren metabolischen Derivaten.

Zur Vorbeugung von Lungenkrebs bei Rauchern favorisieren Experten Cruciferen-Gemüse. Es liegen Ergeb-



**Abb. 6** Granatäpfel sind reich an Polyphenolischen Verbindungen

nisse vor, dass man mit ihrer Hilfe das Krebsrisiko verringern kann. Bei oralen Tumoren wurde in einer Fall-Kontroll-Studie festgestellt, dass der Verzehr von Cruciferen-Gemüse das Risiko für Folgetumoren um 40 bis 60 % mindert.

**Supplementation mit Sekundären Pflanzenstoffen – eine sinnvolle Maßnahme der Gesundheitsvorsorge?**

Aus wissenschaftlichen Untersuchungen geht überzeugend hervor, dass ein hoher Gemüse- und Obstverzehr deutlich protektive Wirkungen in Prophylaxe und Progredienz aufweist, auch wenn er für den einzelnen Menschen keinen absoluten Schutz vor chronischen Erkrankungen darstellt.

Es ist offensichtlich, dass Essen nicht auf die bloße Zufuhr von Nährstoffen reduziert werden kann, denn soziale Aspekte und überdies der Genuss dürfen nicht zu kurz kommen. Die Grenzen zwischen Nahrungsmitteln, Nahrungsergänzungsmitteln und Heilmitteln sind fließend. Auch der schmale Grad zwischen gesundheitsfördernden Nahrungsmitteln mit Präventivwirkung und therapeutischen bzw. medikamentös einsetzbaren Nahrungsmitteln wird zusehends einge-

ebnet. Die gewonnenen Erkenntnisse über die gesundheitlichen Wirkungen von Gemüse und Obst legen die Frage nahe, inwieweit SPS in Zukunft in isolierter Form therapeutisch supplementiert werden können.

Eine Ernährung reich an Obst, Gemüse und Vollkorngetreide und ein bewusster Umgang mit Fett reichen lediglich für „Kerngesunde“ aus. Dagegen ist eine Nahrungsergänzung mit angereicherten Sekundären Pflanzenstoffen überaus sinnvoll für Risikogruppen mit erhöhtem Bedarf, wie Schwangere, Sportler, Raucher, Senioren, und insbesondere für chronisch Kranke sowie für Menschen, die sich einseitig oder unzureichend ernähren.

**Konklusion**

Sekundäre Pflanzenstoffe sind wichtig für die Gesundheit und wertvoll als Supplement in Prävention und Therapie. Eine verantwortungsvolle Supplementierung erfolgt nicht im Selbstmedikationsverfahren durch den Patienten, sondern muss nach Absprache mit einem Therapeuten individuell geprüft und erwogen werden. Bedauerlicherweise greifen viele Patienten unkritisch und undifferenziert zu diversen Nahrungsergänzungsmitteln in den Supermarkt-Regalen, und

es ist zu befürchten, dass sie sich dadurch mehr schaden als nützen.

Auch wenn die physiologischen Wirkungen der Sekundären Pflanzenstoffe noch reichlich Forschungspotenzial bieten, wissen wir schon heute, dass Pflanzenstoffe auf sehr komplexe und zugleich natürliche Art und Weise zusammenwirken und sich durch einen synergistischen Effekt überhaupt erst ihre Funktionalität gegenseitig ermöglichen. Wichtig ist deshalb, bei der Auswahl eines Präparats auf angereicherte Extrakte und nicht auf isolierte Sekundäre Pflanzenstoffe zu setzen.

So kann beispielsweise die bei solitärer Gabe ggf. auftretende toxische Wirkung der Abbauprodukte von  $\beta$ -Carotin deutlich eingeschränkt werden, wenn die Einnahme von zusätzlichen Antioxidanzien wie Vitamin E und C gleichzeitig erfolgt. Das Beispiel macht deutlich, wie wichtig es ist, dass der Verbraucher sensibilisiert wird für die Komplexität dieses Themas. Ein gut informierter Therapeut klärt rechtzeitig auf über Unbedenklichkeit, Wirksamkeit und Verträglichkeit und gibt damit eine wertvolle Orientierungshilfe im Dschungel der Nahrungsergänzungsmittel.

Dr. rer. nat. R. Charles Fernando  
Apotheker/Toxikologe  
Hauptstr. 141  
69488 Birkenau/Deutschland  
T +49(0)6201-846511  
sircharles@gmx.com

Petra Weiß-Schmidt  
Heilpraktikerin  
Meisenweg 2  
68753 Waghäusel/Deutschland  
T +49(0)7254-7799335  
pws@praxis-lichtblick-wiesental.de

*Literatur*

- [1] A. Hahn, A. Sröhle, M. Wolters: *Ernährung. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, 2006*
- [2] C. Leitzmann, et.al.: *Ernährung in Prävention und Therapie. Hippokrates Verlag, Stuttgart, 2001*
- [3] Y. Bao, R. Fenwick (eds.): *Marcel Dekker: Phytochemicals in health and disease. New York, 2004*