

**Ernährung und Freie**

**Radikale**

Böhm V

*Blickpunkt der Mann 2004; 2 (3)*

19-20

**Homepage:**

**[www.kup.at/dermann](http://www.kup.at/dermann)**

**Online-Datenbank mit  
Autoren- und Stichwortsuche**

**Krause & Pachernegg GmbH  
Verlag für Medizin und Wirtschaft  
A-3003 Gablitz**

Verlagspostamt: 3002 Purkersdorf  
Erscheinungsort: 3003 Gablitz

# Ernährung und Freie Radikale

V. Böhm

Sekundäre Pflanzenstoffe werden von den Pflanzen synthetisiert, um sie vor UV-Stress, Insekten, Mikroorganismen usw. zu schützen. Somit sind diese Substanzen zunächst in Blättern, Blüten und Früchten wirksam. In den letzten Jahrzehnten konnten für viele sekundäre Pflanzenstoffe gesundheitsrelevante Wirkungen für den Menschen gezeigt werden. Zwei wichtige Gruppen dieser Pflanzeninhaltsstoffe sind Carotinoide und Polyphenole. Beide zeichnen sich durch ihr antioxidatives Potential im lipophilen bzw. hydrophilen Bereich aus. Degenerative Erkrankungen, wie beispielsweise Katarakt, kardiovaskuläre Erkrankungen und Krebs, sind eng verknüpft mit Wirkungen freier Radikale, deren negative Wirkungen durch protektiv wirksame Antioxidantien ausgeglichen werden. *In vitro*-Studien zeigten für viele sekundäre Pflanzenstoffe wie auch für viele pflanzliche Lebensmittel hohe antioxidative Kapazitäten. Diese Befunde sind aber nicht ohne weiteres auf die *in vivo*-Situation übertragbar. Humanstudien zeigen, inwieweit diese Substanzen vom Organismus aufgenommen werden. Weiterhin sind der Metabolismus und die Wechselwirkungen mit anderen Pflanzeninhaltsstoffen zu prüfen. Einigkeit herrscht in der Wissenschaft jedoch darüber, daß eine obst- und gemüsereiche Kost präventive, gesundheitsfördernde Effekte haben kann. Diese Empfehlung findet ihre öffentlichkeitswirksame Umsetzung in der „Five-a-day“- bzw. „Fünf-am-Tag“-Kampagne.

Secondary plant products are synthesised by plant species to protect themselves against UV stress, insects, microorganisms, etc. Thus, all the compounds are firstly effective in leaves, blossoms, and fruits of plants. In the recent decades, epidemiological studies showed health related effects for a large number of plant ingredients. One major characteristic of carotenoids and polyphenols, two major groups of secondary plant products, is their antioxidant potential either in lipophilic or in hydrophilic compartments. Degenerative diseases as e.g. cataract, cardiovascular diseases, cancer are closely related to effects of reactive oxygen species (including free radicals) which might be balanced by antioxidants acting protective. *In vitro* studies showed high antioxidant power for a lot of secondary plant products as well as for plant food products. However, these data do not represent the *in vivo* situation. Human intervention studies are important to look for the intestinal absorption of secondary plant products as well as their protective effects. In addition, ongoing investigations will look on metabolism of these compounds as well as on interactions between them. Scientific consent, however, exists that a diet rich in fruits and vegetables most likely has protective effects. The campaign "Five a day" is the most popular way advertising this scientific agreement to the consumer. **Blickpunkt DER MANN 2004; 2 (3): 19–20.**

Epidemiologische Studien belegen einen Zusammenhang zwischen dem reichlichen Verzehr von Obst und Gemüse und dem verringerten Auftreten degenerativer Erkrankungen, wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Krebs [1]. Diese Wirkung wird den sekundären Pflanzenstoffen (SPS) zugesprochen, die in pflanzlichen Lebensmitteln weit verbreitet sind und als effektive Antioxidantien angesehen werden.

Sekundäre Pflanzenstoffe werden von den Pflanzen synthetisiert, um sie vor UV-Stress, Insekten, Mikroorganismen, usw. zu schützen. Somit sind diese Substanzen zunächst in Blättern, Blüten und Früchten wirksam [2]. In den letzten Jahrzehnten konnten für viele sekundäre Pflanzenstoffe gesundheitsrelevante Wirkungen für den Menschen gezeigt werden. Zwei wichtige Gruppen dieser Pflanzeninhaltsstoffe sind Carotinoide und Polyphenole. Beide zeichnen sich durch ihr antioxidatives Potential im lipophilen bzw. hydrophilen Bereich aus. Degenerative Erkrankungen, wie beispielsweise Katarakt, kardiovaskuläre Erkrankungen und Krebs, sind eng verknüpft mit Wirkungen freier Radikale oder, allgemeiner gesagt, reaktiver Sauerstoff-Verbindungen (ROS), deren negative Wirkungen durch protektiv wirksame Antioxidantien aufgehoben bzw. verzögert werden. Überwiegen die ROS, so spricht man vom sogenannten „oxidativen Stress“ [3].

*In vitro*-Studien konnten sowohl für eine Vielzahl sekundärer Pflanzenstoffe als auch für pflanzliche Lebensmittel ein hohes antioxidatives Potential zeigen. Eigene Untersuchungen prüften die antioxidative Aktivität für unterschiedliche Isomere einzelner, ernährungsrelevanter Carotinoide. Das hauptsächlich in Tomaten und Tomatenprodukten vorkommende (E)-Lycopin und einige seiner (Z)-Isomere, die physiologische Relevanz haben, hatten eine annähernd doppelt so hohe Aktivität (Trolox equivalent antioxidant capacity, TEAC) wie das weit verbreitete (E)-Beta-Carotin

(Abb. 1) [4]. Auch die in grünen Gemüsen neben Carotinoiden vorkommenden Chlorophyll-Derivate hatten in *in vitro*-Untersuchungen beachtliche antioxidative Aktivitäten [5]. Zur antioxidativen Wirkung von Polyphenolen liegen ebenfalls viele *in vitro*-Untersuchungen vor. So haben beispielsweise Rice-Evans et al. [6] in einer Übersichtsarbeit TEAC-Resultate für Anthocyane, Flavon-3-ole, Flavone, Flavan-3-ole, Flavanone, Theaflavine und Hydroxyzimtsäuren den TEAC-Werten von Vitamin C und Vitamin E gegenübergestellt. Das in vielen Früchten und Gemüsen vorhandene Quercetin (TEAC: 4,7 mmol/L) sowie die in Grün- bzw. Schwarztee enthaltenen Verbindungen Epigallocatechingallat (TEAC: 4,8 mmol/L) und Theaflavindigallat (TEAC: 6,2 mmol/L) hatten eine um ein Vielfaches höhere antioxidative Aktivität als die beiden antioxidativ wirksamen Vitamine C und E (jeweils TEAC: 1,0 mmol/L). Die Autoren diskutieren auch strukturelle Eigenschaften der Polyphenole, die für deren antioxidative Aktivität verantwortlich sind. So erhöhen ortho-ständige Dihydroxygruppen in den Positionen 3' und 4' des B-Ringes sowie meta-ständige Dihydroxygruppen in den Positionen 5 und 7 des A-Ringes die antioxidative Aktivität der Verbindung. Auch die 2,3-Doppelbindung in Kombination

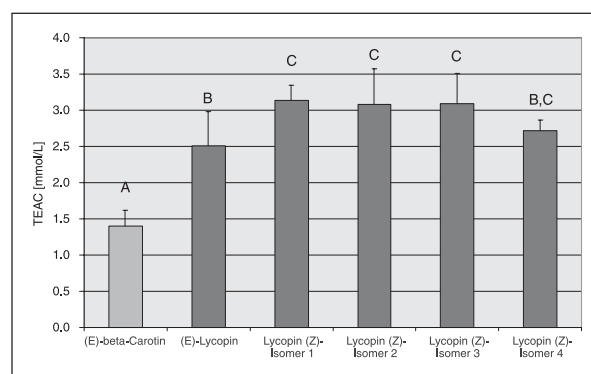


Abbildung 1: Antioxidative Kapazität (TEAC) von fünf Lycopin-Isomeren im Vergleich zu (E)-Beta-Carotin, Balken mit identischen Indizes sind nicht signifikant verschieden ( $p > 0,05$ ).

Korrespondenzadresse: HDoz. Dr. habil. Volker Böhm, Institut für Ernährungswissenschaften, Friedrich-Schiller-Universität Jena, D-07743 Jena, Dornburger Str. 25–29; E-Mail: Volker.Boehm@uni-jena.de

mit der 3-Hydroxylgruppe und der 4-Keto-Gruppe im C-Ring wirken sich aktivitätssteigernd aus.

Für wasserlösliche Antioxidantien und hydrophile Extrakte aus Lebensmitteln existieren viele *in vitro*-Methoden zur Bestimmung der antioxidativen Kapazität [7]. Für die Untersuchung von lipophilen Antioxidantien (z. B. Carotinoide, Chlorophylle) stehen deutlich weniger Methoden zur Verfügung. TEAC-Resultate für Tomatenprodukte (Tomatensaft, Dosentomaten, Tomatenmark) ergaben mit 1,32–7,42  $\mu\text{mol/g}$  signifikant höhere antioxidative Kapazitäten für die hydrophilen Extrakte verglichen mit den lipophilen Fraktionen (0,31–1,43  $\mu\text{mol/g}$ ). Die TEAC-Werte waren jeweils korreliert mit den Antioxidantiengehalten der Fraktion [8]. Dieser Befund weist auf hohe Gehalte hydrophiler Antioxidantien (z. B. Polyphenole) und/oder hohe antioxidative Aktivität dieser Substanzen in den Tomatenprodukten hin. Für mit kochendem Wasser aufgebühten grünen und schwarzen Darjeeling- und Assam-Tees wurden TEAC-Werte zwischen 4,0 und 4,9 mmol/L ermittelt. Dabei waren die Unterschiede zwischen grünem und schwarzem Tee aus identischer Rohware nur gering. Hohe Aufbrühtemperatur und geringe Partikelgröße des Teeblattes ergaben die höchsten antioxidativen Kapazitäten [9].

Diese exemplarischen Befunde zeigen das antioxidative Potential von Carotinoiden, Chlorophyllen und Polyphenolen sowie Lebensmitteln, die diese SPS enthalten, innerhalb von *in vitro*-Systemen. Damit ist noch keine Aussage über deren *in vivo*-Wirksamkeit möglich. Zur Beurteilung dieser Frage ist in Humanstudien zu klären, ob und in welcher Menge diese Substanzen vom Organismus aufgenommen werden. Danach ist zu prüfen, welche Änderung der antioxidativen Kapazität *in vivo* nach Aufnahme der SPS gemessen werden kann.

Eine Humanstudie, bei der die Probanden sechs Wochen lang täglich 5 mg Lycopin in Form von Tomaten/Tomatensaft/Tomatenoleoresin-Kapseln aufnahmen, zeigte signifikant gestiegene Lycopin-Gehalte im Plasma der Probanden nach Konsum von Tomatensaft bzw. Tomatenoleoresin-Kapseln, nicht aber in der Gruppe, die Tomaten verzehrt hatte. Untersuchungen zur antioxidativen Kapazität im Plasma mittels TEAC-Test und TRAP- (total radical-trapping antioxidant parameter)-Test ergaben im Mittel  $0,33 \pm 0,05$  mmol/L (TEAC) bzw.  $1,0 \pm 0,1$  mmol/L (TRAP) und zeigten keine signifikanten Veränderungen durch die Intervention [10]. In einer anderen Studie nahmen die Probanden 14 Tage lang täglich 23–35 mg Lycopin in Form von Tomatensuppe bzw. Gemüsesaft auf. Die Lycopin-Gehalte sowie die antioxidative Kapazität im Plasma aller Gruppen stiegen signifikant an [11]. Eine Vielzahl von Humanstudien mit Tee ergab etwa 1 Stunde nach Konsum von 1–6 Tassen Grün- bzw. Schwarztee einen Anstieg der Gehalte an Tee-Polyphenolen im Plasma, der mit einem signifikanten Anstieg der antioxidativen Kapazität im Plasma verbunden war [12].

Diese Beispiele zeigen, daß viele der durch die Nahrung zugeführten sekundären Pflanzenstoffe vom Menschen aufgenommen werden und im Plasma die antioxidative Kapazität steigern. Ob sie aber an die Stellen im Organismus gelangen, wo ROS entstehen bzw. negative Wirkungen entfalten, ist damit noch nicht geklärt. Auch läßt sich die positive *in vitro*-Wir-

kung vieler Lebensmittelextrakte, die sich ebenfalls in Humanstudien bestätigt hat, nicht ohne weiteres auf einzelne Inhaltsstoffe dieser Lebensmittel zurückführen. Eine aktuell publizierte Tierstudie mit Ratten zeigt dies sehr eindrücklich für das Carotinoid Lycopin. Die Ratten erhielten N-Nitroso-Harnstoff und Testosteron zur Induktion von Prostatakrebs. Eine Teilgruppe erhielt gleichzeitig Tomatenpulver, eine zweite Gruppe Lycopin. Nur die Aufnahme des Tomatenpulvers verzögerte die Prostata-Karzinogenese, nicht aber Lycopin. Dieser Befund unterstützt die These, daß Tomatenprodukte neben Lycopin noch weitere Substanzen enthalten, die die Entwicklung von Prostatakrebs verzögern [13].

Somit hatten sowohl hydrophile als auch lipophile Antioxidantien positive Wirkungen in *in vitro*-Untersuchungen und in Humanstudien, die jedoch keine direkten Rückschlüsse auf die Wirkung einzelner Antioxidantien im Zusammenhang mit degenerativen Erkrankungen zulassen. Forschungsbedarf besteht unter anderem zu möglichen Interaktionen zwischen sekundären Pflanzenstoffen und zu deren Metabolismus sowie der Wirkung der Metabolite. Unstrittig in der Wissenschaft ist die Empfehlung, „daß eine gemüse- und obstreiche Kost in besonderem Maße den Vorgaben einer präventiven, gesundheitsfördernden Ernährung gerecht wird“ [14]. Diese Empfehlung findet ihre öffentlichkeitswirksame Umsetzung in der „Five-a-day“- bzw. „Fünf-am-Tag“-Kampagne.

#### Literatur:

1. Kinsella JE, Frankel E, German B, Kanner J. Possible mechanisms for the protective role of antioxidants in wine and plant foods. *Food Technol* 1993; 47: 85–9.
2. Singh B, Bhat TK, Singh B. Potential therapeutic applications of some antinutritional plant secondary metabolites. *J Agric Food Chem* 2003; 51: 5579–97.
3. Miller NJ, Ruiz-Larrea MB. Flavonoids and other plant phenols in the diet: Their significance as antioxidants. *J Nutr Environ Med* 2002; 12: 39–51.
4. Böhm V, Puspitasari-Nienaber NL, Ferruzzi MG, Schwartz SJ. Trolox equivalent antioxidant capacity of different geometrical isomers of  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene, lycopene, and zeaxanthin. *J Agric Food Chem* 2002; 50: 221–6.
5. Ferruzzi MG, Böhm V, Courtney PD, Schwartz SJ. Antioxidant and antimutagenic activity of dietary chlorophyll derivatives determined by radical scavenging and bacterial reverse mutagenesis assays. *J Food Sci* 2002; 67: 2589–95.
6. Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. Antioxidant properties of phenolic compounds. *Trends Plant Sci* 1997; 2: 152–9.
7. Schlesier K, Harwat M, Böhm V, Bitsch R. Assessment of antioxidant activity by using different *in vitro* methods. *Free Radical Res* 2002; 36: 177–87.
8. Podsedek A, Sosnowska D, Anders B. Antioxidative capacity of tomato products. *Eur Food Res Technol* 2003; 217: 296–300.
9. Schlesier K, Böhm V, Bitsch R. Unterschiede im protektiven Potenzial von Grün- und Schwarztee. *Ernährung im Fokus* 2002; 2: 2–4.
10. Böhm V, Bitsch R. Intestinal absorption of lycopene from different matrices and interactions to other carotenoids, the lipid status, and the antioxidant capacity of human plasma. *Eur J Nutr* 1999; 38: 118–25.
11. Hadley CW, Clinton SK, Schwartz SJ. The consumption of processed tomato products enhances plasma lycopene concentrations in association with a reduced lipoprotein sensitivity to oxidative damage. *J Nutr* 2003; 133: 727–32.
12. Rietveld A, Wiseman S. Antioxidant effects of tea: Evidence from human clinical trials. *J Nutr* 2003; 133: 3285S–3292S.
13. Boileau TWM, Liao Z, Kim S, Lemeshow S, Erdman JW, Clinton SK. Prostate carcinogenesis in N-methyl-N-nitrosourea (NMU)-testosterone-treated rats fed tomato powder, lycopene, or energy-restricted diets. *J Natl Cancer Inst* 2003; 95: 1578–86.
14. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Braus GmbH Verlagsgesellschaft, Frankfurt, 2000; 223–4.

# Mitteilungen aus der Redaktion

## Besuchen Sie unsere zeitschriftenübergreifende Datenbank

[Bilddatenbank](#)

[Artikeldatenbank](#)

[Fallberichte](#)

## e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

[Bestellung e-Journal-Abo](#)

## Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

[Impressum](#)

[Disclaimers & Copyright](#)

[Datenschutzerklärung](#)