

J. Linseisen  
J. Radtke  
G. Wolfram

## Flavonoidzufuhr Erwachsener in einem bayerischen Teilkollektiv der Nationalen Verzehrsstudie

### Flavonoid intake of adults in a bavarian subgroup of the national food consumption survey

**Zusammenfassung** Flavonoide sind natürlich vorkommende Inhaltsstoffe von Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs; aufgrund ihrer biologischen Wirkungen (antioxidativ, antimutagen, anticancerogen) ergeben sich interessante Ansätze für die Arteriosklerose- und Krebs-Prophylaxe beim Menschen. In Nährwerttabellen sind Flavonoide nicht ausgewiesen und somit sind Angaben zur Flavonoidzufuhr beim Menschen spärlich (Flavonole) oder gar nicht vorhanden. Deshalb wurde anhand von Literaturangaben eine Datenbank zum Flavonoidgehalt von Lebensmitteln erstellt und mit deren Hilfe 7-Tage-Ernährungsprotokolle von 119 Personen (63 Frauen und 56 Männer, Alter 19–49 Jahre) aus einem bayerischen Teilkollektiv der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) ausgewertet.

Im Mittel (Median) über alle Personen werden täglich 54,0 mg

Flavonoide (berechnet als Aglykon) aufgenommen, wobei die Streubreite der Einzelwerte sehr hoch ist. Den größten Anteil stellen Flavonole (12,0 mg/d), Catechine (8,3 mg/d) und Flavanone (13,2 mg/d), gefolgt von Anthocyanidinen (2,7 mg/d), Proanthocyanidinen (3,7 mg/d) und Phloretin (Dihydrochalcon) (0,7 mg/d). Ein Geschlechterunterschied ist statistisch nicht nachzuweisen. Die Lebensmittelgruppe „Obst/-produkte/-säfte“ ist die wichtigste Flavonoidquelle. Die Flavonolzufuhr wird etwa zur Hälfte durch den Verzehr von Gemüse/-produkten/-säfte gedeckt. Dementsprechend korreliert die Gesamtaufnahme von Flavonoiden statistisch signifikant ( $p < 0,001$ ) mit der Zufuhr von Vitamin C ( $r = 0,59$ ) und Ballaststoffen ( $r = 0,49$ ).

Im Vergleich mit anderen Ländern ist die Flavonolzufuhr im betrachteten Kollektiv eher als niedrig einzustufen. Durch die erstellte Datenbank war es erstmals möglich, neben Flavonolwerten auch Zufuhrdaten für weitere Flavonoide zu berechnen. Verglichen mit der täglichen Zufuhrmenge anderer Antioxidantien (z.B. Vitamine C und E) ist die pro Tag aufgenommene Menge an Flavonoiden beachtlich hoch und sollte somit in Untersuchungen zur Bedeutung der Ernährung bei bestimmten Krankheiten berücksichtigt werden.

**Summary** Flavonoids as naturally occurring compounds of plant derived foodstuff reveal some biological effects (antioxidative, antimutagenic, anticarcinogenic) which makes them interesting substances in the prevention of atherosclerosis and cancer in humans. Data on the flavonoid content of food are not considered in food composition tables, and human intake data are scarce (flavonols) or missing. Consequently, after installing a flavonoid data base by means of literature data, 7-d dietary protocols of 119 adults (63 women and 56 men, age 19–49 years) representing a bavarian subgroup of the German National Food Consumption Survey (NVS) were evaluated.

In all subjects, average intake of all flavonoids (calculated as aglycons) amounts to 54,0 mg/d (median) with a great range of variability. The most important flavonoid groups are flavonols (12,0 mg/d), catechins (8,3 mg/d), and flavanones (13,2 mg/d), followed by anthocyanidins (2,7 mg/d), proanthocyanins (3,7 mg/d) and phloretin (dihydrochalcon) (0,7 mg/d). Sex differences did not reach statistical significance. Fruits, fruit products and fruit juices were the most important flavonoid sources. Vegetables and its products provided about half of the flavonol intake. There-

fore, statistically significant correlations ( $p < 0.001$ ) exist between total flavonoid intake and the intake of vitamin C ( $r = 0.59$ ) or dietary fiber ( $r = 0.49$ ).

Compared to other countries, flavonol intake of the investigated group of persons is rather low. With the built data base it was possible for the first time to calculate the intake of further flavonoids be-

sides flavonols. In comparison to the intake of other antioxidants (e.g. vitamins C and E) the amount of flavonoids in the diet is considerably high and therefore should be regarded in further investigations on the role of diet in certain diseases.

**Schlüsselwörter** Flavonoide – Flavonole – Catechine – Flavانونe – Anthocyanidine – Proanthocyanidine – Nährstoffzufuhr – Menschen – Datenbank

**Key words** Flavonoids – flavonols – catechins – flavanones – anthocyanidins – proanthocyanins – dietary intake – humans – data base

## Einleitung

Flavonoide stellen mit Tausenden von Einzelsubstanzen die größte und bedeutendste Gruppe unter den Pflanzenphenolen dar (2, 10). Wichtige Untergruppen sind die hellgelben Flavonole und Flavone, die farblosen Catechine und Proanthocyanidine sowie die rot bis blau gefärbten Anthocyanidine. Quercetin aus der Gruppe der Flavonole dürfte der bekannteste Vertreter der Flavonoide sein.

Aufgrund ihrer starken antioxidativen Wirkung rücken Flavonoide zunehmend in das wissenschaftliche Interesse; weiterhin werden einigen Vertretern der Flavonoide anticancerogene und antimutagene Wirkungen *in vivo* zugesprochen (Übersicht bei (12)). Angaben zur Höhe der täglichen Zufuhr mit der Nahrung des Menschen sind bisher jedoch spärlich. Zudem scheinen ältere Arbeiten die Zufuhr mit der Nahrung zu überschätzen (5, 16). Dazu mögen auch analytische Probleme bei der Erfassung des Gehalts phenolischer Verbindungen in Lebensmitteln beigetragen haben. Aktuelle Zufuhrdaten stammen aus den Niederlanden von Hertog und Mitarbeitern, die nach Analyse des Gehalts von 5 Flavonoidvertretern (Quercetin, Kämpferol, Myricetin, Apigenin, Luteolin) in ausgewählten Lebensmitteln (3, 6) Zufuhrberechnungen für verschiedene Kollektive (Zutphen Study, Zutphen Elderly Study, Seven Countries Study, Dutch National Food Consumption Survey) durchführten (4, 7, 8, 14). In Verbindung mit Morbiditäts- und Mortalitätsdaten konnte so eine inverse Beziehung zwischen der Höhe der Flavonoidzufuhr und der Häufigkeit des Auftretens von Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Schlaganfall gezeigt werden. Ein Zusammenhang zwischen Flavonoidzufuhr und Krebsrisiko war statistisch nicht eindeutig belegbar. In einer finnischen Kohortenstudie konnte die inverse Beziehung zwischen Zufuhr von Flavonoiden und Koronarsklerose bestätigt werden (15). Anhand der finnischen Studie und der Ergebnisse der Seven Countries Study (8) wird jedoch deutlich, daß sich die mittlere tägliche Flavonoidzufuhr in den untersuchten Regionen erheblich unterscheidet (2,6 mg/d bis 68,2 mg/d). Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, auf der Basis vorhandener Literaturdaten zum Flavonoidgehalt von Lebensmitteln –

einschließlich der genannten Analysendaten von Hertog et al. (3, 6) – die Aufnahme ausgewählter Flavonoide bei repräsentativ ausgewählten Personen in Bayern zu berechnen.

## Methodik

### Flavonoid-Datenbank

Die quantitativen Angaben zum Flavonoid-Gehalt einzelner Lebensmittel wurden der bis einschließlich 1995 veröffentlichten Literatur entnommen (Tab. 1). Es wurden nur Werte für den eßbaren Anteil reifer Früchte bzw. Pflanzen verwendet. Bei Säften und schwarzem Tee wurden nur quantitative Angaben zum Gehalt an Flavonoiden im Endprodukt bzw. Aufguß verwendet. Dabei waren für mehrere Lebensmittel Analysendaten in Abhängigkeit von der Sorte, dem Erntezeitpunkt oder dem Anbaugebiet zu finden, so daß angesichts der Schwankungsbreite Mediane pro Literaturstelle übernommen wurden; war kein Median-Wert angegeben oder berechenbar, wurde der Mittelwert verwendet. Die vorhandenen Analysenwerte pro Lebensmittel wurden überprüft auf Angaben älterer Untersuchungen, die nicht die HPLC-Technik benutzten; diese wurden nicht verwendet, wenn sie sich von den Ergebnissen neuerer Untersuchungen stark unterschieden. Lagen für ein Lebensmittel Angaben aus mehreren Literaturstellen vor, wurde der Median berechnet und in die Datenbank aufgenommen (23). Um alle Flavonoide als Aglykon codieren zu können, wurden in der Literatur angegebene Glycosid-Verbindungen in die entsprechende Aglykonmasse umgerechnet. Alle Lebensmittel, für die Flavonoid-Daten vorhanden waren, sind in Tabelle 1 mit Angabe der einzelnen Flavonoide aufgelistet.

### Studienkollektiv

Die Flavonoidzufuhr wurde für ein bayerisches Teilkollektiv der Nationalen Verzehrsstudie (Angaben zur Methodik der Datenerhebung bei (1)) berechnet. Dazu wurden die für das Erhebungsgebiet Ober-, Mittel- und Unterfranken repräsentativ ausgewählten Personen aus der

**Tab. 1** Flavonoid-Datenbank: aufgenommene Lebensmittel mit Angabe der Gehalte einzelner Flavonoid-Vertreter (mg/kg bzw. mg/l)  
 (Cat = Catechin; Cy = Cyanidin; Del = Delphinidin; Ecat = Epicatechin; Egca = Epigallocatechin; Gcat = Gallocatechin; Hes = Hesperitin;  
 Irh = Isorhamnetin; Kae = Kämpferol; Lu = Luteolin; Mal = Malvidin; Myr = Myricetin; Nar = Naringenin; Pcy = Proanthocyanidin;  
 Peo = Peonidin; Pet = Petunidin; Phl = Phloretin; Que = Quercetin)

Lebensmittel	Flavonoid-Gehalt		
<b>Obst:</b>			
Apfel	Cat (32,4), Ecat (46,7), Egcat (1,0), Gcat (4,2), Kae (2,2), Pcy (54,4), Phl (15,1), Que (32,2)		
Apfelgelee	Phl (3,6)		
Apfelsaft	Cat (12,7), Ecat (56,3), Myr (0), Pcy (83,2), Phl (25,0), Que (12,1)		
Apfelsine	Hes (432,0), Nar (145,2), Que (43,2)		
Apfelsinensaft	Hes (84,0), Myr (0), Nar (44,0), Que (7,8)		
Aprikose	Cat (46,0), Ecat (151,8), Egcat (0), Gcat (0), Kae (1,5), Que (10,2)		
Aprikosenmarmelade	Kae (1,1), Que (14,1)		
Aprikosensaft	Kae (0,5), Que (10,5)		
Birne	Kae (2,0), Que (11,7), Cat (5,5), Ecat (23,3), Gcat (0), Egcat (0)		
Birnensaft	Que (1,9), Irh (1,1), Cat (2,3), Ecat (14,7)		
Brombeeren	Cat (14,0), Cy (866,8), Ecat (112,0), Egcat (0), Gcat (0), Kae (12,2), Que (44,7)		
Erdbeeren	Cat (33,8), Ecat (1,9), Egcat (0), Gcat (0,7), Kae (18,0), Que (21,0)		
Erdbeermarmelade	Kae (10,0), Que (5,3)		
Grapefruit	Hes (48,0), Kae (0), Nar (541,4), Que (14,4)		
Grapefruitsaft	Hes (13,0), Nar (254,3), Myr (0), Que (4,9)		
Heidelbeeren	Cat (11,7), Cy (111,9), Del (248,3), Ecat (12,7), Egcat (0), Gcat (0), Mal (370,9), Peo (330,8), Pet (152,0), Que (25,6)		
Himbeeren	Cat (8,3), Cy (614,0), Ecat (35,5), Egcat (0), Gcat (0), Kae (16,7), Que (23,7)		
Johannisbeeren rot	Cat (6,5), Ecat (5,2), Egcat (2,4), Gcat (4,7), Que (15,0)		
Johannisbeeren schwarz	Cat (4,0), Cy (651,8), Del (644,3), Ecat (1,7), Egcat (3,5), Gcat (2,0), Kae (0,5), Que (69,1)		
Kirsche sauer	Cat (15,6), Ecat (98,2), Egcat (5,3), Gcat (19,0), Kae (7,6), Que (8,4)		
Kirsche süß	Cat (13,4), Cy (377,9), Ecat (33,9), Egcat (0), Gcat (0), Kae (2,0), Peo (0,3), Que (7,7)		
Kiwi	Kae (1,4), Que (1,7)		
Passionsfruchtsaft	Lu (17,0)		
Pfirsich	Cat (85,0), Ecat (6,3), Egcat (3,0), Gcat (4,0), Kae (1,2), Que (1,8)		
Pfirsichmarmelade	Kae (1,5), Que (4,4)		
Pflaume	Cat (16,2), Ecat (7,4), Egcat (0), Gcat (0), Kae (3,4), Que (9,1)		
Pflaumenmarmelade	Que (12,7)		
Pflaumensaft	Cat (84,0), Phl (10,2)		
Preiselbeeren	Cy (320,7), Kae (0,6), Myr (13,9), Peo (68,3), Que (156,0)		
Stachelbeeren	Cat (21,5), Ecat (2,0), Egcat (0), Gcat (0)		
Traubensaft	Cat (4,1), Ecat (1,1), Hes (1,0), Myr (6,2), Nar (0,9), Que (4,2)		
Weintrauben rot	Del (92,5), Ecat (19,5), Hes (4,3), Kae (0,5), Mal (233,3), Myr (7,1), Nar (3,1), Pcy (49,5), Peo (61,0), Pet (74,7), Que (24,1)		
Weintrauben weiß	Kae (3,1), Myr (2,3), Que (22,2)		
Zitrone	Hes (206,4), Nar (13,2), Que (28,8)		
Zitronensaft	Hes (86,5), Nar (8,8), Que (10,9)		
<b>Gemüse:</b>			
Aubergine	Kae (0), Que (0,5)	Porree	Kae (55,8), Que (5,1)
Blumenkohl	Kae (1,0), Que (0,5)	Radieschen	Kae (6,2), Que (1,0)
Bohnen grün	Kae (6,0), Que (34,0)	Rettich	Kae (6,2), Que (0)
Bohnen weiß	Kae (0), Lu (0), Myr (26,0), Que (20,0)	Rosenkohl	Kae (7,4), Que (0,5)
Broccoli	Kae (58,0), Que (22,0)	Rotkohl	Kae (0), Que (5,1)
Endivie	Kae (46,0), Que (1,3)	Schnittlauch	Kae (9,3), Que (245,0)
Grünkohl	Kae (105,5), Que (60,0)	Tomate	Kae (1,0), Que (8,0)
Kopfsalat	Kae (1,0), Que (14,0)	Tomatensaft	Myr (0), Que (13,0)
Möhre	Lu (1,4), Myr (0)	Weißkohl	Kae (0,7), Que (0,6)
Olive grün	Lu (142,3)	Wirsing	Kae (2,0), Que (1,0)
Paprika	Lu (11,0), Myr (0)	Zwiebel	Kae (1,0), Que (347,0)



**Tab. 1** Flavonoid-Datenbank: aufgenommene Lebensmittel mit Angabe der Gehalte einzelner Flavonoid-Vertreter (mg/kg bzw. mg/l) (Cat = Catechin; Cy = Cyanidin; Del = Delphinidin; Ecat = Epicatechin; Egca = Epigallocatechin; Gcat = Gallocatechin; Hes = Hesperitin; Irh = Isorhamnetin; Kae = Kämpferol; Lu = Luteolin; Mal = Malvidin; Myr = Myricetin; Nar = Naringenin; Pcy = Proanthocyanidin; Peo = Peonidin; Pet = Petunidin; Phl = Phloretin; Que = Quercetin)



**Getränke (ohne Säfte):**

Rotwein	Cat (109,8), Cy (1,6), Ecat (30,7), Egcat (20,6), Irh (0,1), Kae (0,3), Mal (7,4), Myr (6,4), Pcy (117,8), Que (5,7)
Schokoladenmilch	Myr (0), Que (1,3)
Sherry	Kae (0,02), Que (0,2)
Schwarzer Tee (Aufguß)	Lu (0), Myr (5,7), Kae (13,1), Que (17,3)
Vollbier	Cat (1,7), Ecat (0,6), Myr (0), Que (0)
Weißbier	Cat (1,7), Ecat (0,6), Myr (0), Que (0)
Weißwein	Cat (18,3), Cy (0), Ecat (6,6), Mal (0), Myr (0,4), Pcy (1,1), Que (0,01)

**Literaturquellen:** Albach RF et al. (1981) *J Agri Food Chem* 29:805–808; Arriaga FJ & Rumbero A (1990) *Fitoterapia Vol LXI* (1):31–36; Bilyk A & Sapers GM (1986) *J Agri Food Chem* 34:585–588; Brenes M et al. (1992) *J Food Sci* 58:347–350; Cilliers JLL et al. (1990) *J Food Sci* 55:1458–1459; Dallas C et al. (1995) *Vitis* 34:51–56; Delage E (1991) *J Chromatogr* 555:125–136; Drawert F et al. (1980) *Chem Mikrobiol Technol Lebensm* 6:131–136; Frank E & Kainz G (1984) *Ernährung* 8:195–197; Frankel EN et al. (1995) *J Agri Food Chem* 43:890–894; Gao I & Mazza G (1994) *J Food Sci* 59:1057–1059; Gao I & Mazza G (1995) *J Agri Food Chem* 43:343–346; Garcia-Viguera C et al. (1994) *Z Lebensm Unters Forsch* 199:433–436; Gardiner MA et al. (1993) *NZ J Crop Horticult Sci* 21:213–218; Gil MI et al. (1995) *Z Lebensm Unters Forsch* 200:278–281; Gordana K et al. (1972) *Lebensm Wiss Techno* 5:163–165; Gorsel van H (1992) *J Agri Food Chem* 40:784–789; Hayes PJ et al. (1987) *Analyst* 112:1205–1207; Hebrero E et al. (1988) *Am J Enol Vitic* 39:227–233; Hebrero E et al. (1989) *Am J Enol Vitic* 40:283–291; Herrmann K (1973) *Z Lebensm Unters Forsch* 151:41–51; Herrmann K (1976) *J Food Technol* 11:433–448; Herrmann K (1989) *Critic Rev Food Sci Nutri* 28:315–347; Herrmann K (1990) *Erwerbsobstbau* 32:4–7 und 32–37; Herrmann K (1992) *Flüssiges Obst* 59:66–70; Herrmann K (1993) *Gordian* 93:108–111; Hertog MGL et al. (1991) *J Agric Food Chem* 41:1242–1248; Hertog MGL et al. (1992) *J Agric Food Chem* 40:1591–1598 und 2379–2383; Jourdan PS et al. (1983) *J Agri Food Chem* 31:1249–1255; Jourdan PS et al. (1985) *Plant Physiol* 77:903–908; Kermasha S et al. (1995) *Food Res Int* 28:245–252; Knackstedt J & Herrmann K (1983) *Z Lebensm Unters Forsch* 173:285–287; Macheix JJ et al. (1990) *Fruit Phenolics*. CRC Press, Boca Raton; Mareck U et al. (1990) *Z Lebensm Unters Forsch* 191:194–198 und 269–274; Mayén M et al. (1995) *Am J Enol Vitic* 46:255–261; Mazza G & Miniati E (1993) *Anthocyanins in fruits, vegetables and grains*. CRC Press, Boca Raton; McMurrrough I & Baert T (1994) *J Inst Brew* 100:409–416; McRae KB & Lidster PD (1990) *J Sci Food Agric* 50:329–342; Mouly PP et al. (1994) *J Agri Food Chem* 42:70–79; Oszmianski J & Lee CY (1990) *Am J Enol Vitic* 41:204–206; Ozo ON et al. (1984) *Phytochemistry* 23:329–331; Pérez-Illarbe J et al. (1991) *Z Lebensm Unters Forsch* 192:551–554; Philip T (1974) *J Food Sci* 39:449–451; Pierpoint WS (1986) *Prog Clin Biol Res* 213:25–140; Revilla E et al. (1988) In: Charalambous G (ed): *Frontiers of Flavor*. Proceeding of the 5th International Flavor Conference, pp 711–727; Ricardo-da-Silva JM et al. (1992) *Vitis* 31:55–63; Risch B & Herrmann K (1988) *Z Lebensm Unters Forsch* 186:225–230; Rommel A & Wrolstad RE (1993) *J Agri Food Chem* 41:1941–1950 und 1951–1960; Rouseff RL et al. (1987) *J Agric Food Chem* 35:1027–1030; Senter SD & Callahan A (1990) *J Food Sci* 55:1585–1602; Silva da JMR et al. (1995) *J Sci Food Agric* 53:85–92; Simons de BF et al. (1992) *J Agri Food Chem* 40:1531–1535; Spanos GA & Wrolstad RE (1990) *J Agric Food Chem* 38:817–824; Spanos GA & Wrolstad RE (1992) *J Agric Food Chem* 40:1478–1487; Starke H & Herrmann K (1976) *Z Lebensm Unters Forsch* 161:25–30; Stöhr H & Herrmann K (1975) *Z Lebensm Unters Forsch* 159:341–348; Tomás-Lorente F et al. (1992) *J Agric Food Chem* 40:1800–1804; Treutter D & Santos-Buelga C (1995) In: 4. Internationales Symposium. Innovationen in der Kellerwirtschaft. Neue Erkenntnisse über die Bedeutung der Polyphenole für Wein. Stuttgart, pp 221–229; Treutter D (1995) In: Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung e.V. (ed): *Geschmacksstoffe in pflanzlichen Nahrungsmitteln*. Heilbronn, pp 334–340; Vallés BS et al. (1994) *J Agric Food Chem* 42:2732–2736.

Erhebungsreihe 16 herangezogen (Quelle: „Public Use File. NVS und VERA“). Für beide Geschlechter wurden alle gesunden Personen der Altersgruppe 19 bis unter 25 Jahre (27 Frauen, 25 Männer) sowie ein Drittel (Zufallsauswahl; erstellt mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS, V. 6.0 [SPSS Inc., Chicago/USA]) der Personen der Altersgruppe 25 bis unter 50 Jahre (36 Frauen, 31 Männer) in die Untersuchung aufgenommen. Ausgeschlossen wurden die Protokolle von schwangeren/stillenden Frauen, von Personen, die eine Diät einhielten, sowie von Protokollen mit einem Umfang von weniger als 5 Tagen (Tab. 2). Insgesamt wurden die Ernährungsprotokolle von 63 Frauen und 56 Männern ausgewertet.

**Auswertung**

Die Auswertung der Ernährungsprotokolle erfolgte mit Hilfe der Software prodi III plus (Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart). In wenigen Fällen wurden bei zusammengesetzten oder verarbeiteten Lebensmitteln, bei denen nur Analysendaten für die Roh-/Ausgangsprodukte vorlagen, Umrechnungen anhand der Angaben zu den Rohprodukten vorgenommen (Konfitüre, Trockenfrüchte, Tomatenketchup).

Dargestellt sind verschiedene Parameter der deskriptiven Statistik. Die Anteile einzelner Lebensmittel/-gruppen an der Flavonoidzufuhr sind als Mittelwerte ausge-

Tab. 2 Beschreibung des Studienkollektivs (Mean  $\pm$  SEM)

		Frauen	Männer
Stichprobenauswahl		NVS, Ober-/Mittel-/Unterfranken; Erhebungsnummer 16: Gesunde; keine Diät; nicht schwanger/stillend; Protokoll über $\geq 5$ Tage; alle 19–24-jährigen und 1/3 (Zufallsauswahl) der 25–49-jährigen Personen	
Anzahl	(n)	63	56
Alter	(Jahre)	30,4 $\pm$ 1,2	29,6 $\pm$ 1,3
Körpergröße	(cm)	166,7 $\pm$ 0,7	178,8 $\pm$ 0,9
Körpergewicht	(kg)	62,0 $\pm$ 1,4	76,1 $\pm$ 1,1
Body mass index	(kg/m <sup>2</sup> )	22,3 $\pm$ 0,5	23,8 $\pm$ 0,4
<b>Nährstoffzufuhr:</b>			
Energie	(MJ/d)	9,3 $\pm$ 0,3	12,3 $\pm$ 0,3
	(kcal/d)	2226 $\pm$ 67	2939 $\pm$ 81
Eiweiß	(g/d)	71,4 $\pm$ 2,0	93,8 $\pm$ 2,5
Fett	(g/d)	105,8 $\pm$ 3,5	139,9 $\pm$ 5,3
Kohlenhydrate	(g/d)	215,2 $\pm$ 8,9	259,3 $\pm$ 7,7
Ballaststoffe	(g/d)	16,7 $\pm$ 0,7	19,0 $\pm$ 0,7
Vitamin C	(mg/d)	81,1 $\pm$ 5,2	87,6 $\pm$ 7,8

wiesen. Für die Zufuhr von Flavonoiden/Flavonoidgruppen und ausgewählten Nährstoffen wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Die teststatistische Überprüfung zum Einfluß von Alter und Geschlecht auf die Flavonoidzufuhr erfolgte mit Hilfe des verteilungsfreien Mann-Whitney-Tests bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von  $\alpha < 5\%$ .

## Ergebnisse

Im Mittel (Median) werden vom Gesamtkollektiv täglich 54,0 mg Flavonoide zugeführt (Tab. 3). Wie bei allen untersuchten Einzelvertretern der Flavonoide liegen auch bei den Summenwerten der Flavonoidgruppen die Mediane unter den arithmetischen Mittelwerten. Für alle Flavonoide ist die Spannweite (Minimal-, Maximalwerte) der täglichen Zufuhr sehr groß; für die Summe der Flavonoide reicht diese von 7 bis 203 mg/d. Die in Tabelle 3 angegebenen Perzentilen zeigen, daß 10 % der Personen, zum Teil sogar 25 % der Personen, eine Reihe von Flavonoidvertretern (z.B. Anthocyanidine) wenig oder überhaupt nicht aufnehmen. Beurteilt anhand der Median-Werte tragen Flavonole, Catechine und Flavanone in ähnlicher Größenordnung zur Gesamtaufnahme von Flavonoiden bei. Der bedeutendste Vertreter der Gruppe der Flavonole ist Quercetin, bei der Gruppe Catechine sind dies Catechin und Epicatechin sowie bei den Flavanonen Naringenin und Hesperitin. Einen geringeren, aber nicht zu vernachlässigenden Beitrag leisten Cyanidin als Vertreter der Anthocyanidine, die Proanthocyanidine und auch Phloretin.

Vergleicht man die Ergebnisse der Flavonoidzufuhr in den Altersgruppen „19 bis < 25 Jahre“ und „25 bis < 50

Jahre“, so ergibt sich kein statistisch signifikanter Unterschied. Ebenso waren weder für einzelne Flavonoide, noch für Summenwerte der Flavonoidgruppen, noch für die Flavonoid-Gesamtsumme die ermittelten Unterschiede zwischen den Geschlechtern statistisch abzusichern (Tab. 4). Mit Ausnahme der Flavanone nehmen Männer mehr von den betrachteten Flavonoiden mit der Nahrung auf als Frauen. Bezieht man die Flavonoid-Zufuhrdaten aber auf die Energieaufnahme der einzelnen Personen (Tab. 2), so ergeben sich für Frauen meist höhere Nährstoffdichtewerte als für Männer (Tab. 4). Ein statistisch signifikanter Geschlechterunterschied ist für die Nährstoffdichte von Quercetin und damit auch der Summe der Flavonole sowie für die Nährstoffdichte von Galocatechin nachweisbar.

Der Beitrag einzelner Lebensmittel und Lebensmittelgruppen zur Versorgung mit den quantitativ wichtigsten Flavonoiden ist in Tabelle 5 aufgelistet. 56 % der Quercetinzufuhr stammen aus „Gemüse/-säften“ (vor allem Zwiebeln), ein Drittel liefert die Lebensmittelgruppe „Obst/-produkte/-säfte“ (insbesondere Äpfel und Zitrusfrüchte) und 11 % werden über schwarzen Tee zugeführt. Stein- und Beerenobst sind die alleinigen Lieferanten von Anthocyanen; aus Zitrusfrüchten (incl. -säfte) stammt die gesamte Flavanonzufuhr. Insgesamt ist damit die Lebensmittelgruppe „Obst/-produkte/-säfte“ die wichtigste Quelle für Flavonoide (Abb. 1). Rotwein ist nur für die Zufuhr von Catechin/Epicatechin und Proanthocyanidinen von Bedeutung.

Zur Ermittlung eines Zusammenhangs zwischen der Höhe der Flavonoid-Aufnahme und der Zufuhr an Vitamin C und Ballaststoffen (Tab. 2) wurden Korrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet. Danach besteht zwischen der Aufnahme von Flavonoiden und Vitamin C ( $r_C$ ) bzw. Ballaststoffen ( $r_B$ ) ein signifikanter ( $p < 0,001$ )

**Tab. 3** Flavonoidzufuhr (mg/d) aller untersuchter Erwachsener (w = 63, m = 56) in einem bayerischen Teilkollektiv der NVS

Flavonoid	Median (mg/d)	Mean ± SEM (mg/d)	Minimum (mg/d)	Perzentilen							Maximum (mg/d)
				5 % (mg/d)	10 % (mg/d)	25 % (mg/d)	75 % (mg/d)	90 % (mg/d)	95 % (mg/d)		
Kämpferol	0,91	1,58 ± 0,16	0,03	0,16	0,20	0,35	2,11	3,85	5,85	9,74	
Quercetin	10,27	10,96 ± 0,47	0,30	3,49	4,96	7,47	13,54	1,74	22,12	26,50	
Myricetin	0,27	0,54 ± 0,69	0,00	0,00	0,00	0,01	0,77	1,52	1,99	4,01	
Isorhamnetin	0,00	0,002 ± 0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	
<b>Summe Flavonole</b>	11,95	13,08 ± 0,61	0,56	3,93	5,33	8,36	16,72	21,13	27,09	36,61	
Catechin	3,42	5,40 ± 0,54	0,12	0,43	0,93	1,74	7,40	11,66	17,32	39,02	
Epicatechin	4,28	4,89 ± 0,37	0,04	0,43	0,75	1,85	6,52	9,39	14,00	19,61	
Gallocatechin	0,17	0,22 ± 0,02	0,00	0,00	0,01	0,06	0,31	0,50	0,59	1,33	
Epigallocatechin	0,09	0,45 ± 0,08	0,00	0,00	0,01	0,04	0,42	1,29	1,98	6,13	
<b>Summe Catechine</b>	8,34	10,96 ± 0,88	0,16	1,01	1,87	4,31	14,73	23,64	29,16	65,15	
<b>Flavone: Luteolin</b>	0,02	0,11 ± 0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,24	0,59	1,88	
Cyanidin	1,42	3,17 ± 0,67	0,00	0,00	0,00	0,36	3,59	6,74	10,47	72,41	
Delphinidin	0,28	0,92 ± 0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	2,89	5,14	9,36	
Peonidin	0,03	0,45 ± 0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	1,53	2,61	10,28	
Petunidin	0,00	0,47 ± 0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	1,66	3,16	6,37	
Malvidin	0,28	1,56 ± 0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06	4,93	9,86	19,29	
<b>Summe Anthocyanidine</b>	2,72	6,57 ± 0,96	0,00	0,00	0,00	1,34	7,09	18,96	27,29	76,04	
<b>Proanthocyanidine</b>	3,73	6,01 ± 0,67	0,00	0,00	0,11	1,24	8,08	14,53	23,77	47,73	
Naringenin	4,11	7,15 ± 0,85	0,00	0,00	0,01	0,13	11,80	18,27	29,36	45,74	
Hesperitin	8,77	13,93 ± 1,41	0,00	0,01	0,05	0,56	24,07	38,72	46,06	54,09	
<b>Summe Flavanone</b>	13,17	21,09 ± 2,11	0,00	0,01	0,06	0,63	40,85	58,53	65,45	90,90	
<b>Phloretin</b>	0,66	1,10 ± 0,13	0,00	0,00	0,00	0,17	1,45	2,86	4,07	7,14	
<b>Summe Flavonoide</b>	53,98	58,93 ± 3,43	6,97	11,95	15,52	27,79	80,19	112,48	132,38	202,65	

korrelativer Zusammenhang (Summe Flavonoide:  $r_C = 0,59$  bzw.  $r_B = 0,49$ ; Summe Flavonole:  $r_C = 0,45$  bzw.  $r_B = 0,43$ ; Summe Catechine:  $r_C = 0,36$  bzw.  $r_B = 0,39$ ). Für die Summe der Anthocyanidine ( $r_B = 0,38$ ) ist eine signifikante Korrelation nur zur Ballaststoffaufnahme vorhanden. Andererseits korreliert die Aufnahme von Flavanonen ( $r_C = 0,60$ ), Proanthocyanidinen ( $r_C = 0,36$ ) und Phloretin ( $r_C = 0,34$ ) nur mit der Vitamin-C-Zufuhr signifikant bei  $p < 0,001$ .

## Diskussion

Die Ernährungsprotokolle der hier untersuchten 119 Personen entstammen dem repräsentativ ausgewählten Datensatz der NVS, Erhebungsreihe 16, Unter-/Mittel-/Oberfranken. Vergleicht man die Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen in diesem relativ kleinen Kollektiv mit Ergebnissen aus der NVS oder der VERA-Studie in den entsprechenden Altersgruppen und Regionen (Tab. 6), so ist eine gute Übereinstimmung feststellbar. Die

Unterschiede in der Fettaufnahme und damit in der Energieaufnahme dürften hauptsächlich auf Unterschiede in den verwendeten Datenbanken zurückzuführen sein (17).

Als Maß für die Qualität der verwendeten Datenbank wurde die über die Lebensmittelgruppen „Obst/-produkte/-säfte“ bzw. „Gemüse/-produkte/-säfte“ durchschnittlich aufgenommene Energiemenge verglichen mit dem durchschnittlichen Energiebeitrag, der sich unter Einbeziehung nur derjenigen Lebensmittel in der jeweiligen Gruppe errechnet, für die Flavonoid-Analysendaten vorlagen. Entsprechend diesem Vorgehen liefern Lebensmittel mit Flavonoidangaben 80 % der Energie in der Gruppe „Obst/-produkte/-säfte“ und 60 % der Energie in der Gruppe „Gemüse/-produkte/-säfte“. Da die Gruppe „Obst/-produkte/-säfte“ mit durchschnittlich 116 kcal/d mehr Energie liefert als die Gruppe „Gemüse/-produkte/-säfte“ (35 kcal/d) sind insgesamt für 75 % der Energie aus diesen beiden Lebensmittelgruppen Flavonoid-Daten vorhanden; die restliche Energie (25 %) stammt aus Lebensmitteln dieser beiden Gruppen, für die keine Flavonoid-Analysen vorlagen.

**Tab. 4** Flavonoidzufuhr (mg/d) von Frauen (n = 63) und Männern (n = 56) in einem bayerischen Teilkollektiv der NVS

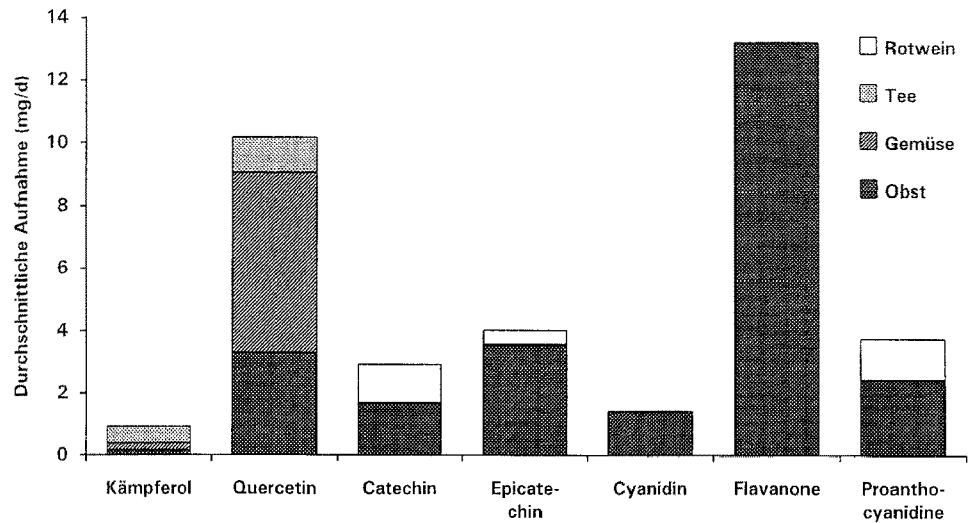
Flavonoid	Frauen					Männer				
	Median (mg/d)	10 % - 90 % (mg/d)		Mean ± SEM (mg/d)	Nährstoffdichte (Median, µg/MJ)	Median (mg/d)	10 % - 90 % (mg/d)		Mean ± SEM (mg/d)	Nährstoffdichte (Median, µg/MJ)
Kämpferol	1,02	0,18	- 3,85	1,46 ± 0,18	118,41	0,81	0,20	- 4,01	1,73 ± 0,28	68,83
Quercetin	10,25	4,80	- 18,21	10,46 ± 0,61	1106,92*	10,63	4,91	- 18,81	11,52 ± 0,73	844,77*
Myricetin	0,27	0,00	- 1,25	0,46 ± 0,07	25,67	0,27	0,00	- 1,80	0,62 ± 0,12	21,74
Isorhamnetin	0,00	0,00	- 0,01	0,002 ± 0,00	0,00	0,00	0,00	- 0,01	0,003 ± 0,00	0,00
<b>Summe Flavonole</b>	11,78	5,34	- 20,53	12,38 ± 0,73	1260,56*	12,20	5,16	- 27,09	13,87 ± 1,01	1018,16*
Catechin	3,00	0,71	- 11,20	4,77 ± 0,57	330,76	3,76	1,09	- 16,17	6,11 ± 0,94	319,54
Epicatechin	3,75	0,70	- 8,32	4,26 ± 0,43	386,11	4,59	0,77	- 13,38	5,59 ± 0,60	391,66
Gallocatechin	0,19	0,01	- 0,51	0,24 ± 0,03	21,90*	0,17	0,00	- 0,49	0,20 ± 0,02	15,32*
Epigallocatechin	0,09	0,01	- 1,29	0,36 ± 0,07	10,23	0,10	0,00	- 1,46	0,55 ± 0,16	7,93
<b>Summe Catechine</b>	7,83	1,60	- 20,02	9,63 ± 0,95	886,72	9,06	2,15	- 27,22	12,46 ± 1,53	730,22
<b>Flavone: Luteolin</b>	0,02	0,00	- 0,46	0,13 ± 0,04	2,83	0,02	0,00	- 0,18	0,10 ± 0,03	2,09
Cyanidin	0,92	0,00	- 5,57	2,25 ± 0,49	115,61	1,95	0,00	- 9,30	4,21 ± 1,32	148,21
Delphinidin	0,26	0,00	- 3,94	1,02 ± 0,22	28,14	0,36	0,00	- 2,68	0,81 ± 0,20	28,68
Peonidin	0,02	0,00	- 2,29	0,61 ± 0,19	1,87	0,07	0,00	- 0,60	0,27 ± 0,10	5,23
Petunidin	0,00	0,00	- 2,68	0,62 ± 0,16	0,00	0,01	0,00	- 0,62	0,29 ± 0,12	0,45
Malvidin	0,28	0,00	- 8,56	2,00 ± 0,47	31,87	0,30	0,00	- 2,66	1,07 ± 0,37	25,62
<b>Summe Anthocyanidine</b>	2,47	0,00	- 21,73	6,51 ± 1,17	286,10	3,37	0,00	- 15,57	6,64 ± 1,58	259,76
<b>Proanthocyanidine</b>	3,23	0,06	- 11,44	4,94 ± 0,62	390,56	3,93	0,18	- 23,02	7,21 ± 1,23	361,16
Naringenin	4,40	0,01	- 17,70	7,36 ± 1,18	461,33	3,71	0,01	- 19,25	6,92 ± 1,24	261,92
Hesperitin	8,84	0,05	- 38,12	13,41 ± 1,84	908,64	8,38	0,05	- 44,61	14,52 ± 2,17	691,16
<b>Summe Flavanone</b>	13,32	0,06	- 57,36	20,77 ± 2,71	1369,97	12,64	0,06	- 63,43	21,44 ± 3,32	962,62
<b>Phloretin</b>	0,63	0,00	- 2,16	0,95 ± 0,15	67,19	0,76	0,00	- 3,64	1,27 ± 0,22	71,97
<b>Summe Flavonoide</b>	53,94	17,23	- 94,89	55,32 ± 3,95	5679,16	54,93	12,53	- 127,70	62,99 ± 5,78	5077,45

\* signifikant unterschiedliche Nährstoffdichte, p &lt; 0,05, Mann-Whitney-Test

**Tab. 5** Durchschnittliche prozentuale Anteile ausgewählter Lebensmittel/-gruppen an der Gesamtaufuhr einzelner Flavonoide bei allen untersuchten Erwachsenen (63 Frauen und 56 Männer) in einem bayerischen Teilkollektiv der NVS

Flavonoid	Obst, -produkte, -säfte					Gemüse-, säfte		Schwarzer Tee	Rotwein
	Gesamt	Steinobst	Beerenobst	Äpfel	Zitrusfrüchte	Gesamt	Zwiebel		
(%-Anteil)									
Kämpferol	17	3	8	5	0	25	0	58	0
Quercetin	32	1	3	14	13	56	44	11	0
Myricetin	4	0	4	0	0	0	0	74	20
Isorhamnetin	2	0	0	0	0	0	0	0	98
Catechin	49	16	3	29	0	0	0	0	36
Epicatechin	83	14	4	61	0	0	0	0	11
Gallocatechin	100	16	7	77	0	0	0	0	0
Epigallocatechin	19	8	2	9	0	0	0	0	81
<b>Flavone: Luteolin</b>	0	0	0	0	0	100	0	0	0
Cyanidin	99	31	68	0	0	0	0	0	0
Delphinidin	100	0	100	0	0	0	0	0	0
Peonidin	100	0	100	0	0	0	0	0	0
Petunidin	100	0	100	0	0	0	0	0	0
Malvidin	92	0	92	0	0	0	0	0	8
<b>Proanthocyanidine</b>	65	0	1	64	0	0	0	0	35
Naringenin	100	0	0	0	100	0	0	0	0
Hesperitin	100	0	0	0	100	0	0	0	0
Phloretin	100	0	0	100	0	0	0	0	0

**Abb. 1** Durchschnittliche Zufuhr (mg/d) mengenmäßig bedeutender Flavonoide/Flavonoidgruppen über ausgewählte Lebensmittel/-gruppen bei Erwachsenen (n = 119) in einem bayerischen Teilkollektiv der NVS



Angesichts der großen Schwankungsbreite der Flavonoidgehalte in den pflanzlichen Lebensmitteln – abhängig von Sorte, Wachstumsbedingungen, Reifestadium, küchentechnischer Verarbeitung und anderen Einflußfaktoren (20, 21) – ist von einer beachtlichen Differenz zwischen den berechneten und den tatsächlich zugeführten Mengen auszugehen. Da ein Vergleich berechneter Werte mit den Ergebnissen chemischer Analysen, z.B. für den Ganztagesverzehr an Lebensmitteln, nicht vorliegt, kann die Höhe der Differenz nicht abgeschätzt werden. Darüber hinaus wären dringend weitere Lebensmittelanalysendaten nötig, um die Datenbank (vgl. Tab. 1) zu vervollständigen.

In den oben genannten, neueren Arbeiten (4, 5, 7, 14, 15) beruhen die Zufuhrberechnungen auf den Analysendaten von Hertog et al. (2, 5). Die ausgewiesenen Zufuhrwerte umfassen daher die Aglykon-Massen der Flavonole Quercetin, Kämpferol, Myricetin (das Flavon Luteolin wurde nur in rotem Pfeffer nachgewiesen, Apigenin lag immer unter der Nachweisgrenze (3)). Das in der vorliegenden Untersuchung zusätzlich betrachtete Flavonol Isorhamnetin ist mengenmäßig so unbedeutend, daß ein direkter Vergleich des Summenwertes für Flavonole mit den genannten Literaturangaben möglich ist.

Entsprechend dem Vorgehen von Hertog und Mitarbeitern basieren die Berechnungen auf den Aglyconmassen der Flavonoide. Sowohl im Hinblick auf die Resorption als auch auf die biologischen Wirkungen der Flavonoide dürfte es jedoch von Bedeutung sein, daß ein Großteil der Flavonoide in Glycosid-Form in den Lebensmitteln vorliegt (11, 22). Solange jedoch Unterschiede in der Wirkung zwischen den Aglykon- und Glycosidformen der Flavonoide nicht genauer bekannt sind, scheint eine diesbezügliche Differenzierung in der Zufuhr kaum lohnenswert. Zudem würde das Problem fehlender Analysendaten noch stärker zum Tragen kommen.

Die mittlere Flavonolzufuhr in den niederländischen Kollektiven liegt zwischen 20 und 26 mg/d (4, 5, 7, 14). Nach den Ergebnissen der National Food Consumption Survey in den Niederlanden tragen Tee mit 48 %, Zwiebeln mit 29 % und Äpfel mit 7 % zur Gesamtzufuhr bei (5); bei den Männern der Zutphen-Kollektive liegt der Beitrag von schwarzem Tee an der Flavonoidzufuhr bei bis zu 70 % (4, 14). Unter den Flavonoiden dominiert Quercetin mit 63–70 % der Gesamtzufuhr (4, 5). Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung weichen von diesen Angaben deutlich ab. So liegt die Flavonolzufuhr im Gesamtkollektiv mit 13,1 mg/d (Mittelwert) bzw. 12 mg/d (Median) nahezu 50 % niedriger als in den Niederlanden (Tab. 3). Nur 19 % der gesamten Flavonolzufuhr stammen aus dem Konsum von schwarzem Tee, dagegen 37 % aus Zwiebeln und 12 % aus Äpfeln (incl. Apfelprodukte/-saft). Auch andere Obst- und Gemüsesorten, vor allem aber Zitrusfrüchte (13 % der Quercetinaufnahme, Tab. 5), tragen wesentlich zur Flavonolzufuhr bei. Mit einem Anteil von 84 % an der Flavonolzufuhr nimmt Quercetin auch in dieser Untersuchung eine herausragende Stellung ein. Reiht man die hier ermittelten Ergebnisse in den Ländervergleich der Seven Countries Study (8) ein, so finden sich vergleichbare Zufuhrwerte für US-Eisenbahnarbeiter und die serbischen Studienkollektive von Zrenjanin und Belgrad. Nur für Gebiete in Finnland und Velika Krsna/Serbien wurden niedrigere Zufuhrwerte errechnet. Dabei ist zu berücksichtigen, daß in der hier verwendeten Datenbank mehr Daten insbesondere für Obst/-produkte enthalten sind als von Hertog et al. (3, 6) analysiert wurden, so daß der Fehler bezüglich der Unterschätzung der Zufuhr in der vorliegenden Berechnung geringer sein sollte.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen für das bayerische Kollektiv zeigt auch die Literatur (für Flavonole) eine sehr große Streuung der Werte; ebenso ist in



**Tab. 6** Vergleich der durchschnittlichen Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen der untersuchten Personen mit den Ergebnissen der VERA-Studie (9), Region Süd (Bayern, Baden-Württemberg), und der NVS (1), Regionen 11 und 16 (Darmstadt, Unter-, Mittel-, Oberfranken).

		Frauen				Männer			
		vorliegende Studie	VERA Süd 18->65 Jahre	NVS 11/16# 18-34 Jahre	NVS 11/16# 35-54 Jahre	vorliegende Studie	VERA Süd 18->65 Jahre	NVS 11/16# 18-34 Jahre	NVS 11/16# 35-54 Jahre
Energie	(kcal/d)	2226	2152	2111	2074	2939	2904	2831	2713
	(MJ/d)	9,3	9,0	8,8	8,7	12,3	12,2	11,8	11,4
Eiweiß	(g/d)	71,4	72,2	69,9	70,9	93,8	91,9	93,1	90,5
Fett	(g/d)	105,8	92,5	89,7	89,8	139,9	118,5	116,8	115,1
KH	(g/d)	215	216	207	198	259	280	279	248

# Erhebungsnummer

Literaturangaben der Median kleiner als der Mittelwert, so daß die Häufigkeitsverteilung von einer Normalverteilung abweicht (5, 15). Der Einfluß von Alter (Erwachsene) und Geschlecht auf die Zufuhrhöhe von Flavonolen war bei einer anderen Untersuchung ebenfalls nicht signifikant (5). Die hier ermittelten, relativ hohen Werte der Korrelationskoeffizienten für die Beziehung zwischen der Flavonolzufuhr und der Zufuhr von Ballaststoffen bzw. Vitamin C wurden jedoch in keiner anderen Studie erreicht (4, 5, 7, 8). Dies ist im wesentlichen auf die relativ geringe Bedeutung von schwarzem Tee für die Flavonolzufuhr in der untersuchten Gruppe im Vergleich zu den niederländischen Kollektiven (vgl. oben) zurückzuführen. In der bayerischen Gruppe geht somit viel deutlicher als in den Niederlanden eine höhere Aufnahme von Vitamin C und Ballaststoffen mit einer höheren Flavonoid-Zufuhr einher.

Flavonole stellen im Mittel nur einen Anteil von 18 % an der hier ausgewiesenen Summe aller betrachteten Flavonoide. Da nicht nur Flavonole biologische Wirkungen besitzen, sollten folglich auch weitere Flavonoide bzw. Flavonoidgruppen, denen antioxidative, antimutagene

oder anticarcinogene Wirkungen zugewiesen werden (als Übersicht siehe (12)) und für die Gehaltsangaben in Lebensmitteln vorhanden sind, in die Betrachtungen mit einbezogen werden. So wird Catechinen, v.a. Epigallocatechingallat, eine antioxidative, antimutagene und anticarcinogene Aktivität zugeschrieben (18, 19). Als weiteres Beispiel sei Cyanidin, bzw. Cyanidin-3-O- $\beta$ -D-Glucosid angeführt, dessen antioxidative Aktivität an Erythrozytenmembranen oder Lebermikrosomen gleich oder höher ist als die von  $\alpha$ -Tocopherol (24). Auch Flavonone weisen eine vergleichsweise (z.B. gegenüber Quercetin) hohe Aktivität als  $^{\circ}$ OH-Radikalfänger (13) auf.

Für Nicht-Flavonol-Flavonoide (82 % aller Flavonoide) lagen bisher keine Zufuhrberechnungen vor. Aufgrund der beachtlichen Zufuhrhöhe – mit 43,1 mg/d (Median) weit mehr als die hinsichtlich ihrer antioxidativen Wirkung viel diskutierten Substanzen  $\beta$ -Carotin oder Vitamin E – wäre deren Berücksichtigung in zukünftigen ernährungsepidemiologischen Untersuchungen wünschenswert.

## Literatur

1. Adolf T, Schneider R, Eberhardt W, Hartmann S, Herwig A, Hesecker H, Hünchen K, Kübler W, Matiaske B, Moch KJ, Rosenbauer J (1995) Ergebnisse der nationalen Verzehrsstudie (1985–1988) über die Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland. Band XI der VERA-Schriftenreihe. Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen
2. Herrmann K (1993) In pflanzlichen Lebensmitteln vorkommende Flavonoide als Antioxidantien. *Gordian* 93:108–111
3. Hertog MGL, Hollmann PCH, Katan MB (1992) Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 40:2379–2383
4. Hertog MGL, Feskens EJM, Hollmann PCH, Katan MB, Kromhout D (1993) Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet* 342:1007–1011
5. Hertog MGL, Hollmann PCH, Katan MB, Kromhout D (1993) Intake of potentially anticarcinogenic flavonoids and their determinants in adults in the Netherlands. *Nutr Cancer* 20: 21–29
6. Hertog MGL, Hollmann PCH, Putte van de B (1993) Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines, and fruit juices. *J Agric Food Chem* 41:1242–1246
7. Hertog MGL, Feskens EJM, Hollmann PCH, Katan MB, Kromhout D (1994) Dietary flavonoids and cancer risk in the Zutphen Elderly Study. *Nutr Cancer* 22:175–184
8. Hertog MGL, Kromhout D, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Fidanza F, Giampaoli S, Jansen A, Menotti A,

- Nedeljkovic S, Pekkari M, Simic BS, Toshima H, Feskens EJM, Hollmann PCH, Katan MB (1995) Flavonoid intake and long-term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study. *Arch Intern Med* 155:381–386
9. Hesecker H, Adolf T, Eberhardt W, Hartmann S, Herwig A, Kübler W, Matiaske B, Moch KJ, Nitsche A, Schneider R, Zipp A (1994) Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland. Bd. III der VERA-Schriftenreihe. Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen
  10. Ho C-T (1992) Phenolic compounds in food. In: Ho C-T, Lee CY, Huang M-T (eds) Phenolic compounds in food and their effect on health I. Analysis, occurrence, and chemistry. ACS symposium series 506, American Chemical Society, Washington, DC, pp 2–7
  11. Hollmann PCH, de Vries JHM, van Leeuwen SD, Mengelers MJB, Katan MB (1995) Absorption of dietary quercetin glycosides and quercetin in healthy ileostomy volunteers. *Am J Clin Nutr* 62:1276–1282
  12. Huang M-T, Ho C-T, Lee CY (eds) (1992) Phenolic compounds in food and their effects on health II. Antioxidants and cancer prevention. ACS symposium series 507, American Chemical Society, Washington, DC
  13. Husain SR, Cillard J, Cillard P (1987) Hydroxyl radical scavenging activity of flavonoids. *Phytochemistry* 26: 2489–2491
  14. Keli SO, Hertog MGL, Feskens EJM, Kromhout D (1996) Dietary flavonoids, antioxidant vitamins, and incidence of stroke. The Zutphen Study. *Arch Intern Med* 145:637–642
  15. Knekt P, Järvinen R, Reunanen A, Maatela J (1996) Flavonoid intake and coronary mortality in Finland: a cohort study. *BMJ* 312:478–481
  16. Kühnau J (1976) The flavonoids. A class of semi-essential food components: Their role in human nutrition. *World Rev Nutr Diet* 24:117–191
  17. Linseisen J, Wolfram G (1997) Unterschiede in der Nährstoffzufuhr bei Verwendung verschiedener Nährstoff-Datenbanken – ein Fallbeispiel. *Z Ernährungswiss* 36:127–132
  18. Lunder TL (1992) Catechins of green tea. In: (12), pp 114–120
  19. Osawa T (1992) Phenolic antioxidants in dietary plants as antimutagens. In: (12), pp 135–149
  20. Pérez-Illarbe J, Hernández T, Estrella I (1991) Phenolic compounds in apples: varietal differences. *Z Lebensm Unters Forsch* 192:551–554
  21. Pierpoint WS (1986) Flavonoids in the human diet. *Prog Clin Biol Res* 213:125–140
  22. Pratt DE (1992) Natural antioxidants from plant material. In: (12), pp 54–71
  23. Reed Mangels A, Holden FM, Beecher GR, Forman MR, Lanza E (1993) Carotenoid content of fruits and vegetables: an evaluation of analytic data. *J Am Diet Ass* 93:284–296
  24. Tsuda T, Watanabe M, Ohshima K, Norinobu S, Choi SW, Kawakishi S, Osawa T (1994) Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O- $\beta$ -D-glucoside and cyanidin. *J Agric Food Chem* 41:2407–2410