

Die wichtigsten Quellen für Koffein sind Kaffee (Bild 1) und Tee (Bild 2), Mate (Bild 3), Guarana, Kolanuss und Kakao.



# Koffein

Koffein gilt als die weltweit am häufigsten aufgenommene pharmakologisch wirksame Substanz. Die wichtigsten Quellen für das Alkaloid sind Kaffee und Tee. In Deutschland liegt der durchschnittliche Kaffeeverbrauch bei 145 Litern pro Person und Jahr und damit an erster Stelle aller Getränke, noch vor Wasser und Erfrischungsgetränken.

Für die große Beliebtheit koffeinhaltiger Getränke ist nicht nur deren Geschmack verantwortlich, sondern auch – oder vielleicht sogar in erster Linie – ihre anregende Wirkung. Darüber hinaus beeinflusst Koffein verschiedene Körperfunktionen und hat dadurch Auswirkungen auf die Gesundheit.

## Vorkommen und Zufuhr

Koffein (1,3,7-Trimethylxanthin) gehört zu den Methylxanthinen (◆Abbildung 1), die sich vom Xanthin (2,6-Dihydropurin) ableiten. Weitere wichtige Vertreter sind Theobromin (3,7-Dimethylxanthin) und Theophyllin (1,3-Dimethylxanthin). Thein ist die veraltete Bezeichnung für Koffein, welches aus Tee isoliert wurde.

Die drei Methylxanthine haben ähnliche Wirkungen auf den Organismus, allerdings in unterschiedlich starker Ausprägung (◆Tabelle 1).

Koffein ist ein natürlicher Inhaltsstoff einiger Pflanzenarten, vor allem von Kaffee, Tee, Mate, Guarana, Kolanuss und Kakao (◆Tabelle 2). In Kaffee ist es hauptsächlich an Chlorogensäure ge-

bunden, in anderen Pflanzen überwiegend an Gerbsäuren.

Zusätzlich zu diesen natürlichen Quellen wird einigen Lebensmitteln Koffein zugesetzt. Koffeinhaltige Erfrischungsgetränke dürfen zwischen 65 und 250 mg/l Koffein enthalten, Energydrinks aus dem Ausland bis zu 320 mg/l (◆Tabelle 3).

## Resorption und Stoffwechsel

Koffeinkomplexe werden durch die Magensäure gespalten, so dass das Alkaloid in freier Form vorliegt. Die Resorption erfolgt in Magen und Duodenum schnell und praktisch zu 100%. Nach etwa 20–60 Minuten ist die maximale Blutkonzentration erreicht. Die gleichzeitige Aufnahme einer Mahlzeit, ein niedriger pH-Wert, Flavonoide im Tee,



Dipl. oec. troph.  
Claudia Weiß  
Karlinger Str. 12  
76137 Karlsruhe



Zucker, Kaffeesatz und Guarana-Ballaststoffe können die Aufnahme bis zu mehrere Stunden verzögern.

Koffein verteilt sich gleichmäßig im Körper, passiert die Plazenta und ist in der Muttermilch nachweisbar. 95 % der zugeführten Menge werden in der Leber durch Oxidation und Demethylierung abgebaut. Der Hauptmetabolit ist Paraxanthin (1,7-Dimethylxanthin). Harnsäure entsteht entgegen früheren Annahmen nicht, daher ist **Koffein bei Hyperurikämie unproblematisch**. Nur in geringem Umfang (bis zu 5 %) wird Koffein unverändert mit dem Urin ausgeschieden.

Die Halbwertszeit für den Abbau von Koffein liegt im Normalfall bei etwa 3–7 Stunden. Die Elimination ist verzögert bei:

- Neugeborenen
- Schwangerschaft
- Einnahme von Kontrazeptiva
- Leberschäden

Raucher weisen eine beschleunigte Elimination auf. Außerdem spielen genetische Faktoren eine Rolle.

### Wirkungen im Organismus

Die Wirkungen der Methylxanthine beruhen auf drei Mechanismen:

- Sie blockieren die Adenosinrezeptoren.
- Sie hemmen Phosphodiesterasen.
- Sie setzen intrazelluläres Calcium in das Zytoplasma frei.

In den üblichen Dosierungen von 50–200 mg wirkt Koffein in erster Linie auf das Zentralnervensystem (ZNS). Hier blockiert es Adenosinrezeptoren und wirkt dadurch als Gegenspieler zum Adenosin, das – physiologisch gesehen – zentrale Neuronen dämpft. Dadurch wirkt Koffein zentral stimulierend und anregend auf das sympathische Nervensystem. Die Konzentration an Katecholaminen im Plasma steigt, die Herzschlagfrequenz wird beschleunigt, der Blutdruck erhöht sich und Blutgefäße im Gehirn verengen sich.

Diese Effekte werden bei einer höheren Koffeinzufuhr durch Hemmung der Phosphodiesterasen verstärkt. Erst bei ex-

zessiven Aufnahmemengen setzt Koffein Calcium aus intrazellulären Speichern in das Zytoplasma frei und bewirkt dadurch eine Kontraktion der glatten und Skelettmuskulatur. Dies kann Zittern, Unruhe und Erbrechen zur Folge haben. Bei dauerhafter Zufuhr von Koffein reagiert der Organismus mit einer erhöhten Anzahl an Adenosinrezeptoren. Dies kann ein Grund für die steigende Toleranz (verminderte Wirkung) bei regelmäßigem Verzehr koffeinhaltiger Getränke sein.

### Psychoaktive Wirkung

Schon bei geringer Zufuhr zeigt Koffein eine stimulierende Wirkung. Müdigkeitserscheinungen werden beseitigt, Konzentrationsfähigkeit und Leistungsbereit-

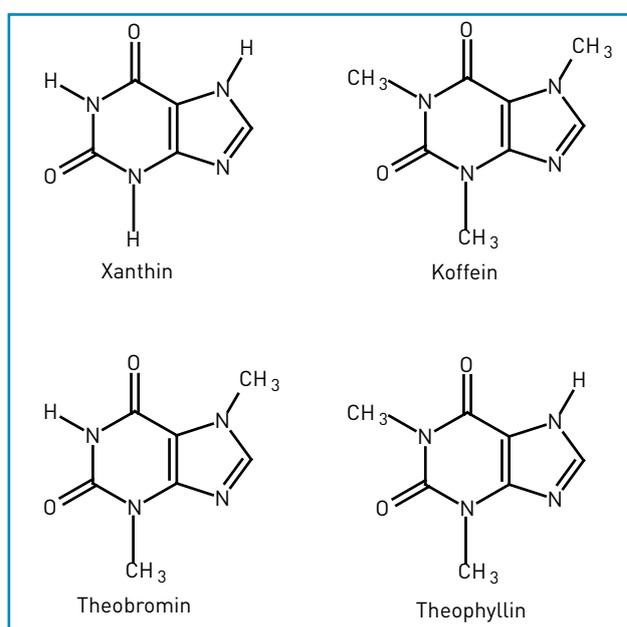


Abb. 1: Koffein, Theobromin und Theophyllin sind Derivate des Xanthins

Substanz	ZNS-stimulierende Wirkung	Herzwirkung	Broncho- und Vasodilatation	Skelettmuskul-stimulation	Diurese
Koffein	+++	+	+	+++	+
Theophyllin	+++	+++	+++	++	+++
Theobromin	-	++	++	+	++

Tab. 1: Relative Wirksamkeit der Methylxanthine [1]

Pflanze	verwendete Pflanzenteile	Koffein (mg/100 g)	Theobromin (mg/100 g)	Theophyllin (mg/100 g)
Kaffee <i>Coffea arabica</i> <i>Coffea robusta</i>	geröstete Samen	1 000	2	0,6
		2 000	2	0,6
Tee <i>Camellia sinensis</i>	Triebspitzen und junge Teeblätter, fermentiert (Schwarzer Tee) oder nur getrocknet (Grüntee)	2 500	65	1,5
Kakao <i>Theobroma cacao</i>	fermentierte und geröstete Samen	200	2 000	0,2
Kola <i>Cola nitida</i>	getrocknete Samen	2 500	50	5
Guarana <i>Paullinia cupana</i>	geröstete und gemahlene Samen	3 600	*	*
Mate <i>Ilex paraguariensis</i>	getrocknete Blätter	1 000	75	1

\* = keine Daten

Tab. 2 Vorkommen von Methylxanthinen in Pflanzen [8, 12]

schaft steigen, Lernfähigkeit und motorische Fähigkeiten nehmen zu. Auch eine stimmungsaufhellende Wirkung ist nachgewiesen. Bei hoher Dosierung kommt es zu unerwünschten stressähnlichen Symptomen (s. Abschnitt Toxizität).

### Pulmonale Wirkungen

Koffein erweitert die Atemwege (Bronchodilatation) und verbessert die Funktion der Atemmuskulatur. Zusätzlich wird der Zilienschlag des Flimmerepithels gefördert und damit die Reinigung der Atemwege verbessert. Bei akuten und chronischen Atemwegserkrankungen kann sich der Genuss koffeinhaltiger Getränke daher positiv auswirken. Theophyllin zeigt in dieser Hinsicht eine stärkere Wir-

kung als Koffein und wird therapeutisch bei Asthma bronchiale eingesetzt.

### Renale Wirkungen und Flüssigkeitsbilanz

Methylxanthine steigern die Nierendurchblutung und erhöhen die glomeruläre Filtrationsrate. Daraus resultiert eine diuretische Wirkung, die vor allem bei einmaliger Zufuhr zum Tragen kommt. Da es sich dabei um eine annähernd isotonische Ausscheidung von Natrium und Wasser handelt, wird lediglich das Flüssigkeitsvolumen im Extrazellulärraum vermindert – nach einmaligem Konsum von 4 Tassen Kaffee um etwa 0,5 Liter. Dies liegt innerhalb der natürlichen Schwankungsbreite von etwa 3 Litern und ist im Normalfall unproblematisch. Bei niedriger Flüssigkeitsversorgung kann jedoch auch der für den Zellstoffwechsel bedeutende Intrazellulärraum betroffen sein. In diesem Fall sind koffeinhaltige Getränke nicht geeignet, um das Flüssigkeitsdefizit auszugleichen, und sollten daher nicht in die Flüssigkeitsbilanz eingerechnet werden.

Bei chronischer Koffeinzufuhr geht die diuretische Wirkung zwar innerhalb weniger Tage verloren, diese Regulation unterliegt jedoch großen individuellen Schwankungen [2].

Getränke	Portionsgröße in ml	Koffeinzufuhr (mg/Portion)
Kaffee	1 Tasse 125 ml	50–130
Espresso	1 Tasse 75 ml	50–60
Schwarzer Tee	1 Tasse 125 ml	20–50
Kakao	1 Tasse 125 ml	2–6
Cola-Getränk	1 Glas 200 ml	20–50
Energydrink	1 Dose 250 ml	bis 80

Tab. 3: Koffeinzufuhr durch verschiedene Getränke [verändert nach 13]

### Energieverbrauch und Thermogenese

Koffein erhöht den Plasma-Adrenalin-Spiegel und steigert die Lipolyse und die Thermogenese. Der damit verbundene erhöhte Energieverbrauch kann bis zu 24 Stunden nach Koffeinaufnahme nachgewiesen werden. Bei schlanken Personen ist dieser Effekt ausgeprägter als bei übergewichtigen. Während Koffein im Tierversuch den Körperfettanteil vermindert, konnte dies in Studien am Menschen bisher nicht nachgewiesen werden. Zurzeit ist nicht davon auszugehen, dass Koffeinkonsum eine Gewichtsreduktion signifikant unterstützt.

### Einfluss von Koffein auf die Entstehung von Krankheiten

Eine Vielzahl an Studien zur Wirkung von Koffein auf die Entstehung verschiedener Krankheiten liegt bereits vor. Die Ergebnisse sind jedoch häufig widersprüchlich. Mögliche Gründe hierfür sind:

- Die Wirkungen des Koffeins werden anhand von Kaffee- bzw. Teekonsum untersucht. Die Pflanzen enthalten aber neben Koffein viele weitere Inhaltsstoffe mit möglichen Wirkungen auf die Gesundheit.
- Koffeinhaltige Getränke wie Kaffee und Tee sind in ihrer Zusammensetzung sehr variabel. Wichtige Parameter sind der verwendete Rohstoff und die Art der Zubereitung.
- Unterschiede im Lebensstil von Kaffee- bzw. Teetrinkern und der Kontrollgruppe werden nicht ausreichend berücksichtigt.

Diese methodischen Schwierigkeiten müssen bei der Auswertung von Studien berücksichtigt werden. Eine klare Trennung der Wirkung von Koffein und koffeinhaltigen Getränken ist zum Teil nicht möglich.

### Arteriosklerose und Herzinfarkt

Koffein beeinflusst unterschiedliche Risikofaktoren, die bei der Entstehung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen eine wichtige Rolle spielen.

## Blutlipide

Für Kaffee wurde eine steigernde Wirkung auf die Blutlipide nachgewiesen: Der Verzehr von 5 oder mehr Tassen kann den Blutcholesterinspiegel um etwa 20–40 mg/dl erhöhen. Diese Wirkung geht jedoch nicht vom Koffein aus, sondern von den im Kaffee enthaltenen Diterpenen Cafestol und Kahweol. Sie steigern die Konzentration von Gesamtcholesterin, LDL-Cholesterin, Triglyzeriden und Apolipoprotein B. Bei Verwendung eines Kaffeefilters werden Diterpene zu mehr als 80 % eliminiert. Die ungünstige Wirkung beschränkt sich daher weitgehend auf den Konsum von ungefiltertem Kaffee. Auch bei der Herstellung von Instantkaffee werden Diterpene entfernt, während entkoffeinierter Kaffee in dieser Hinsicht keinen Nutzen bringt.

## Blutdruck

Eine einmalige Koffeingabe von 250 mg bewirkt über einen Zeitraum von 1–3 Stunden einen durchschnittlichen Blutdruckanstieg von 10–14 mmHg systolisch und 7–10 mmHg diastolisch. Wiederholter Konsum führt zu einer Toleranz mit geringer oder nicht nachweisbarer Blutdruckerhöhung. Allerdings ist mit erheblichen individuellen Unterschieden zu rechnen.

## Trombozytenaggregation

Koffein kann die Thrombozytenaggregation signifikant hemmen. Nachgewiesen wurde dieser Effekt nach Zufuhr von täglich 400–600 mg Koffein über einen Zeitraum von 2 Wochen. Er ist möglicherweise entscheidend für die positive Wirkung von Koffein bzw. Kaffee auf das kardiovaskuläre Risiko. Die Wirkung von Theophyllin ist in dieser Hinsicht etwas stärker.

## Homocystein-Spiegel

Ein hoher Konsum an Kaffee – gefiltert oder ungefiltert – führt zu einem signifikanten Anstieg der Plasma-Homocystein-Konzentration. Die Ursache ist noch nicht geklärt. Koffein scheint nur zum Teil für diesen Effekt verantwortlich zu sein.

Der Zusammenhang zwischen Koffeinkonsum und Entstehung der Arteriosklerose wurde in zahlreichen Studien untersucht. Die Ergebnisse sprechen nicht dafür, dass Koffein Herz-Kreislauf-Erkrankungen

## Kennzeichnung koffeinhaltiger Getränke



Ein Zusatz an Koffein ist als „Aroma Koffein“ in der Zutatenliste zu kennzeichnen. Ab einem Koffeingehalt von 150 mg/l müssen die Getränke zusätzlich den Hinweis „erhöhter Koffeingehalt“ tragen und die Koffeinmenge angeben, beides im gleichen Sichtfeld wie die Verkehrsbezeichnung.

Dies gilt nicht für Getränke, die auf Basis von Kaffee oder Tee hergestellt wurden, sofern die Bezeichnung „Kaffee“ oder „Tee“ Bestandteile der Verkehrsbezeichnung sind.



kungen begünstigt. Regelmäßiger Konsum von Kaffee oder Tee kann das Risiko für Herzinfarkte sogar senken. Hierfür scheinen neben Koffein weitere Inhaltsstoffe der Getränke verantwortlich zu sein.

Grundsätzlich ist Filterkaffee gegenüber ungefilterten Zubereitungsmethoden zu bevorzugen, da dieser keine bzw. kaum Auswirkung auf die Blutlipide hat.

## Koffein und Herzrhythmusstörungen

Subjektive Einschätzungen und verschiedene Tierversuche sprechen für einen Zusammenhang zwischen Koffeinkonsum und dem Auftreten von Herzrhythmusstörungen. Dieser wurde in Studien am Menschen jedoch nicht bestätigt. Sowohl bei gesunden Personen als auch bei Patienten

mit koronarer Herzkrankheit oder Herzrhythmusstörungen konnte keine Korrelation zwischen der Häufigkeit und Schwere von kardialen Arrhythmien und der Koffeinaufnahme gefunden werden. Nur für sehr hohen Koffeinkonsum (z. B. 9 Tassen Kaffee pro Tag und mehr) und besonders koffeinempfindliche Personen können Herzrhythmusstörungen nicht ausgeschlossen werden.

### Krebserkrankungen

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand wird nicht davon ausgegangen, dass Koffein eine kanzerogene Wirkung besitzt. In Maßen genossen, können Kaffee und Tee eine präventive Wirkung auf bestimmte Krebserkrankungen ausüben.

### Osteoporose

Die Studien zum Zusammenhang zwischen Koffeinzufuhr, Calciumbilanz und Knochendichte sind bisher widersprüchlich. Einige Untersuchungen finden eine signifikant erhöhte Calciumausscheidung und verringerte Knochendichte. Dies scheint hauptsächlich für Frauen mit niedriger Calciumzufuhr und regelmäßigem Kaffeekonsum zuzutreffen. Ob Koffein auch bei ausreichender Calciumaufnahme die Entstehung der Osteoporose begünstigt, ist zurzeit noch unklar.

### Gastrointestinale Wirkungen

Kaffee regt die Magensaftsekretion an und reduziert den Tonus im unteren Ösophagussphinkter. Die am häufigsten auftretende gastrointestinale Unverträglichkeit ist ein Reflux von Magensaft, der die Ösophagusschleimhaut reizt und auf Dauer zur Ösophagitis führen kann. Auch Übelkeit und Magenschmerzen können durch Kaffee- und Teekonsum ausgelöst werden. Diese Beschwerden sind nicht nur auf Koffein, sondern auch auf andere Inhaltsstoffe von Kaffee zurückzuführen. Ein erhöhtes Risiko für Magengeschwüre besteht nicht.

### Weitere Einflussbereiche

- Einen deutlichen positiven Einfluss hat Koffein auf migränebedingte Kopfschmerzen. Diese werden wahrschein-

lich durch eine Erweiterung zerebraler Gefäße ausgelöst. Vielen Schmerzmitteln wird daher Koffein zugesetzt.

- Untersuchungen weisen zunehmend darauf hin, dass das Risiko einer Parkinson-Erkrankung mit steigendem Koffeinkonsum abnimmt. Auch die Symptomatik der Krankheit kann durch Koffein möglicherweise gemildert werden.
- Für Koffein wurde nachgewiesen, dass es eine Insulinresistenz hervorrufen kann, während andere Koffeinhaltstoffe präventiv in Bezug auf Diabetes mellitus zu wirken scheinen. In Langzeitstudien reduzierte Kaffeekonsum die Häufigkeit von Typ-2-Diabetes.
- Kaffeekonsum zeigte in mehreren Studien einen vorbeugenden Effekt auf die Entstehung einer Leberzirrhose.



Kakaofrucht

### Koffein in der Sporternährung

Die leistungsfördernde Wirkung von Koffein bei Ausdauersport gilt als gesichert. Eine Leistungssteigerung wurde mit 6 mg Koffein pro kg Körpergewicht nachgewiesen. Das entspricht der Koffeinemenge von etwa 4 Tassen Kaffee.

Ursache hierfür scheint nicht in erster Linie eine verstärkte Lipolyse und dadurch ein glykogensparender Effekt zu sein. Wesentlich ist vermutlich die zentral-

nervöse Wirkung, die Ermüdungserscheinungen mindert, die Stimmung verbessert und die Motivation erhöht. Auch in Bezug auf die leistungsfördernde Wirkung ist eine Toleranzentwicklung nachweisbar: Koffeingewohnte Personen profitieren weniger von dem ergogenen Effekt.

Das Internationale Olympische Komitee hatte einen Grenzwert für Koffein von 12 µg/ml Urin festgelegt. Dieser Wert konnte durch die Zufuhr von 500–600 mg Koffein erreicht werden. Inzwischen wurde Koffein von der Dopingliste genommen.

### Akute Toxizität

Hinsichtlich der Verträglichkeit von Koffein bestehen große individuelle Unterschiede. Dabei ist der Gewöhnungseffekt ein wichtiger Einflussfaktor.

Nachteilige Wirkungen können schon ab einer Zufuhr von 200–300 mg auftreten. Typische Symptome sind Unruhe, verminderte Konzentrationsfähigkeit, Nervosität, Ängstlichkeit, Schlafstörungen, Zittern sowie Übelkeit und Erbrechen.

Extreme Dosierungen, d. h. Mengen, die über die Getränkeaufnahme im Normalfall nicht erreicht werden, können schwerwiegende zentrale und kardiovaskuläre Wirkungen hervorrufen wie Kreislaufversagen und Koma.

Möglicherweise verstärken Alkohol und körperliche Aktivität die toxische Wirkung einer hohen Koffeinzufuhr. Kreislaufkollaps und sogar einige Todesfälle wurden mit exzessiver Aufnahme von Energydrinks (z. B. 20 Dosen!) und Alkohol bzw. ausgiebiger sportlicher Betätigung in Zusammenhang gebracht [5].

Die **letale Dosis** liegt beim Erwachsenen bei etwa 10 g, bei Kindern bei etwa 5 g. Dies entspricht einer Koffeinemenge von rund 100 bzw. 50 Tassen Kaffee.

### Schwangerschaft

Der Zusammenhang zwischen der Koffeinzufuhr während der Schwangerschaft und dem Auftreten von fetalen Entwicklungsstörungen und Fehlgeburten ist noch nicht abschließend geklärt. Viele epidemiologische Studien finden keine negativen Auswirkungen. Es gibt aber

auch Hinweise darauf, dass mehr als 300 mg Koffein pro Tag zu einer intrauterinen Wachstumsverzögerung und infolgedessen zu einem verringerten Geburtsgewicht führen können sowie das Risiko für eine Fehlgeburt erhöhen. Schwangeren Frauen wird deshalb empfohlen, nicht mehr als 300 mg Koffein pro Tag aufzunehmen.

## Koffein-Abhängigkeit

Koffein besitzt Eigenschaften, die auf eine suchterzeugende Wirkung schließen lassen: Es wirkt psychoaktiv und führt bei regelmäßiger Aufnahme zur Toleranzentwicklung. Wenn koffeingewohnte Personen die Zufuhr einstellen, können Entzugssymptome auftreten, vor allem Müdigkeit und Kopfschmerzen, aber auch verringerte Leistungsfähigkeit, Angst, Übelkeit, Erbrechen und Schlaflosigkeit. Entzugssymptome beginnen nach etwa 12- bis 24-stündiger Abstinenz, erreichen nach etwa 48 Stunden ihren Höhepunkt und klingen innerhalb einer Woche ab. Trotz dieser Eigenschaften ist die Koffein-Abhängigkeit nicht vergleichbar mit der anderer suchterzeugender Substanzen wie z. B. Alkohol, Kokain und Narkotika, vor allem in Bezug auf deren schwerwiegende Auswirkungen auf Psyche und Gesundheit sowie soziale Folgen. Auch die Entzugserscheinungen sind bei Koffein vergleichsweise sehr milde.

## Schlussfolgerung

Koffeinhaltige Getränke sind aus dem Alltag kaum wegzudenken. Es besteht in der Regel auch nicht die Notwendigkeit, auf Koffein zu verzichten, denn zumindest der moderate Konsum ist nicht mit einem gesundheitlichen Risiko verbunden, sondern zeigt vielfach sogar gesundheitsfördernde Wirkungen. Hierfür ist nicht nur Koffein selbst entscheidend. Weitere Inhaltsstoffe von Kaffee und Tee spielen vermutlich eine wichtige Rolle. Als moderat wird im Allgemeinen eine Aufnahme von etwa 300 mg pro Tag angesehen. Viele Studien zeigen präventive Effekte auch bei höheren Zufuhrmengen. Exzessiver Konsum kann jedoch zu unerwünschten Wirkungen führen. Dabei bestehen hinsichtlich der Verträglichkeit von Koffein große individuelle Unterschiede.

## Weiterführende Literatur

1. Adam O, Forth W (2001) *Coffein. Umgang mit einem Genussmittel, das auch pharmakologische Wirkungen entfalten kann. Deutsches Ärzteblatt* 43, A 2816–A2818
2. Adam O (2005) *Auswirkungen des Kaffeetrinkens auf die Flüssigkeitsbilanz. Ernährungs-Umschau* 52, 14–17
3. Ballmer-Weber PE (2002) *Kaffee und Tee – unbedenkliche Muntermacher? Aktuelle Ernährungsmedizin* 27, 300–303
4. Bässler KH et al. (2001) *Hohenheimer Konsensusgespräche: Kaffee. Aktuelle Ernährungsmedizin* 26, 202–212
5. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin: *Gesundheitliche Bewertung von Energydrinks. Stellungnahme vom 18. März 2002*
6. Corti, R., u.a. (2005): *Kaffee - Gift oder Medizin. Therapeutische Umschau* 62, 629–633
7. Dórea JG, da Costa TH (2005) *Is coffee a functional food? Brit J Nutr* 93, 773–782
8. Franzke C. *Allgemeines Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Behr's Verlag Hamburg, 3. Aufl. 1996*
9. James, J.E. (Hrsg.): *Understanding Caffeine. A Biobehavioral Analysis. Sage Publications, Thousand Oaks, California 1997*
10. Kasper H. *Ernährungsmedizin und Diätetik. Urban & Fischer, München, 10. Aufl. 2004*
11. Ranheim T, Halvorsen B (2005) *Coffee consumption an human health – beneficial or detrimental? – Mechanisms for effects of coffee consumption on different risk factors for cardiovascular disease and type 2 diabetes mellitus. Molecular Nutrition & Food Research* 49, 274–284
12. Rimpler, H (Hrsg.): *Biogene Arzneistoffe. Deutscher Apotheker Verlag, Stuttgart, 2. Aufl. 1999*
13. Schauder P, Ollenschläger G (Hrsg.): *Ernährungsmedizin. Prävention und Therapie. Urban & Fischer, München, 3. Aufl. 2006*
14. Spiller GA (Hrsg.): *Caffeine. CRC Press, Boca Raton, 1998*