

### **Polyphenole in Tee**

***Privatdozent Dr. Ulrich Engelhardt, Institut für Lebensmittelkunde Universität Braunschweig, Braunschweig***

Wie Rotwein ist der Tee, insbesondere der grüne, in den vergangenen Jahren positiv „ins Gerede“ gekommen. Der Grund dafür sind gesundheitliche Wirkungen, die beiden Getränken zugesprochen und für die in beiden Fällen die Polyphenole verantwortlich gemacht werden. In den USA gibt es eine Reihe von kommerziellen Präparaten, die u.a. Polyphenolextrakte aus Tee und/oder Rotwein enthalten.

Im folgenden soll über die Zusammensetzung von Tee, seine möglichen Wirkungen und die dafür verantwortlichen Inhaltsstoffe Grundlegendes dargestellt werden. Nicht eingegangen wird im Rahmen dieses Beitrags auf die (großen) Probleme bei der analytischen Bestimmung der Gehalte an Flavonoiden. Dass die genannten Wirkungen vor allem dem grünen Tee zugesprochen werden, hat auch historische Gründe, da anfangs vor allem Grüntee untersucht wurde [1].

Die prinzipielle Zusammensetzung von Tee ist in Tabelle 1 angegeben. Der Tabelle kann entnommen werden, dass Tee als Aufguss keinen Nährwert besitzt und man sich „ohne Kalorien“ einige physiologisch interessante Naturstoffe zuführen kann. Die Größenordnungen der Inhaltsstoffe unterliegen starken Schwankungen, da Tee als Naturprodukt keine definierte Zusammensetzung haben kann, sondern ganz erhebliche Unterschiede aufweist.

Es gibt als Handelsprodukte grünen und schwarzen Tee, daneben einige „Zwischenstufen“ wie z.B. Oolong-Tees. Der Unterschied bei der Herstellung besteht in der sog. Fermentation (an einer Fermentation im engeren Sinne sind Mikroorganismen beteiligt; beim Tee handelt es sich aber um eine Umsetzung durch blatteigene Enzyme).

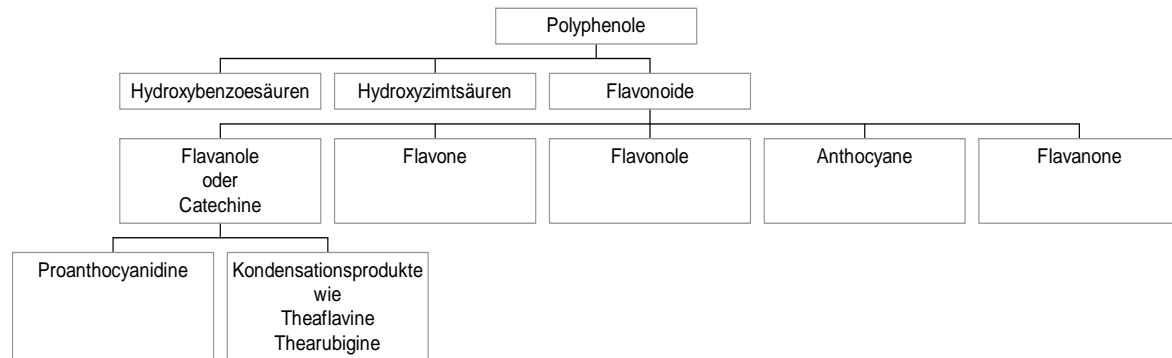
## Wissenschaftlicher Informationsdienst Tee

---

Tabelle 1: Zusammensetzung von Tee ; nach [2-4], verändert. Angaben in % der Trockenmasse.

	Frische Blätter	grüner Tee - Aufguss	schwarzer Tee - Aufguss
Coffein	4	3-6	3-6
Catechine	30	30-42	3-10
Theaflavine	0	0	2-6
Flavonole	2	2	1
andere Polyphenole		6	23
Theanin/Aminosäuren	4	je 3	je 3
Peptide/Proteine	15	6	6
Zucker/andere Kohlenhydrate	7	7/4	7/4
Kalium	5	5	5
andere Mineralstoffe		5-8	5-8

Die Werte für die Aufgüsse sind auf Trockensubstanz bezogen. Zur Bereitung von Tee werden üblicherweise 1-1,5 g/100 ml Wasser eingesetzt. Die Extraktionsausbeute (d.h. die Menge an Feststoff, die aus dem Blatt in Lösung geht) beträgt ca. 30 %. Das heißt, in einer Tasse von 150 ml sind rund 500 mg Feststoffe enthalten, davon sind wieder rund 150-200 mg Flavonoide. Wieviel der Verbraucher in der Tasse hat, hängt stark von den Extraktionsbedingungen (Blattgröße, Wassertemperatur, Ziehzeit) ab. Übrigens: Dass grüner Tee kein Coffein enthält, ist zwar eine beliebte Aussage; aber leider ist sie fast immer falsch. Eine Tasse (150 ml) Tee enthält ca. 50 mg Coffein; entcoffeinierter weniger als 5 mg [2]. Normalerweise wird Tee auch wegen seiner anregenden Wirkung (durch Coffein bedingt) getrunken; wer Coffein meiden möchte oder muss, kann auf entcoffeinerte Produkte (grüne oder schwarze) ausweichen.

Begriffsbestimmungen:Abbildung 1: Polyphenole und einige Untergruppen.<sup>1</sup>**Polyphenole:**

Sammelbezeichnung für Verbindungen mit meist mehr als 2 Phenol- oder Phenoether-Gruppen am aromatischen Ring, die unterschiedlichen Stoff-Klassen angehören, z.B. Hydroxyzimtsäuren, Catechine u. Leucoanthocyanidine, Anthocyanidine, Flavanone u. Flavone, Flavonole. Die Flavonoide stellen eine Untergruppe der Polyphenole dar. Dazu gehören z.B. die Catechine, Flavone und Flavonole. Flavonoide sind in der Natur sehr weit verbreitet und auch in vielen Obst- und Gemüsesorten nachgewiesen worden [5, 6]. Die Anzahl der natürlich vorkommenden Verbindungen ist sehr groß, es sind z.B. weit über tausend Flavonoide bereits identifiziert worden. Da die unterschiedlichen Polyphenole auch Bindungen miteinander und/oder aufgrund ihrer Reaktivität ebenfalls mit ganz anderen Stoffklassen eingehen, ist das Gebiet schwer zu übersehen [5, 6].

Für Tee bedeutend sind vor allem die Catechine, Flavonolglykoside und im schwarzen Tee auch Theaflavine und Thearubigine.

Aus den Catechinen entstehen während der „Fermentation“ die **Theaflavine** und **Thearubigine**.

**Theaflavine** sind definierte Verbindungen, die orangerot gefärbt sind und zur Farbe des schwarzen Tees beitragen.

Auch bei den Theaflavinen gibt es mindestens 12 Verbindungen (auch Theaflavinsäuren, Theaflagalline u.a.), von denen aber 4 in deutlich höherer Konzentration als die anderen vorkommen. Theaflavine kommen nur in schwarzem Tee vor. Ihr Gehalt im schwarzen Tee liegen meist bei 1-2 %. Die Catechine „verschwinden“ bei der Fermentation nicht völlig. Schwarzer Tee enthält nach eigenen Daten 1-12 % Catechine (angegeben als Summe der 4 mengenmäßig wichtigsten). Ihr Gehalt in grünem Tee liegen meist über 10 % und ist durchschnittlich höher. Es ist allerdings nicht möglich, aufgrund der Catechingehalte allein einen grünen und einen schwarzen Tee voneinander abzugrenzen.

<sup>1</sup> Exakte Angaben zu Biosynthese und Untergruppen bei [5]. Manche Autoren rechnen die Catechine nicht zu den eigentlichen Flavonoiden

## Wissenschaftlicher Informationsdienst Tee

---

**Thearubigine** sind dunkel gefärbte Verbindungen, die ebenfalls durch Fermentation entstehen.

Eine andere Gruppe sind die **Flavonolglycoside**; bekannt aus dieser Gruppe ist das Rutin (ein Quercetinrhamnoglucosid). Die Rutinaufnahme bei einem Konsum von ca. 1 l Tee am Tage ist etwa mit denjenigen vergleichbar, die durch Knoblauchpastillen erreicht wird (in beiden Fällen etwa 10-20 mg). Das Rutin stammt im Falle der Pillen z.B. aus Weißdornextrakten. Allgemein aufgebaut sind Flavonolglycoside aus einem Aglycon (dem eigentlichen Flavonoid) und einem oder mehreren Zuckerbausteinen. Im Tee sind mindestens 12 verschiedene Flavonolglycoside zu finden. Ihr Gehalt liegt im Durchschnitt bei 1 % (Summe der Verbindungen) der Teetrockenmasse [7, 8].

**Gerbstoffe oder Tannine:** Gerbstoffe werden zu den Polyphenolen gerechnet. Sie dienen zum Gerben, das heißt, sie treten mit Eiweiß in Wechselwirkung. Der Begriff im Zusammenhang mit Lebensmitteln stammt aus der analytischen Frühzeit. Weil viele pflanzlichen Lebensmittel (wie gerbende Stoffe) Färbungen mit bestimmten Reagentien ergaben, wurden in der Folgezeit Begriffe wie Obst-, Wein-, Kaffee- und Teegerbstoff benutzt. Pflanzenphenole können gerbend wirken, es gibt jedoch bestimmte molekulare Voraussetzungen. Herrmann [10] hält den Begriff für überflüssig (da nicht aussagekräftig) und stellt fest, dass der Begriff Gerbstoff immer dann benutzt wird, wenn man über Pflanzenphenole „nichts Rechtes weiß“.

### Unterschiede im Flavonoidgehalt bei grünem und schwarzem Tee

Durch die o.a. „Fermentation“ werden die im frischen Teeblatt vorhandenen Catechine teilweise zu höhermolekularen Verbindungen umgesetzt (Theaflavine, Thearubigine). Das heißt ganz ausdrücklich nicht, dass der Catechingehalt eines beliebigen grünen höher ist als der eines beliebigen schwarzen Tees. Der Unterschied besteht darin, dass der Anteil der Catechine an den gesamten Polyphenolen (ermittelt durch eine summarische Bestimmung) beim grünem Tee fast immer deutlich höher (50-95 %) ist als bei schwarzen Tees. Die Theaflavine sind wiederum im grünen Tee nicht nachgewiesen worden. Der Gesamtgehalt an Flavonolglykosiden ist bei beiden Gruppen etwa gleich, da diese durch die Fermentation relativ wenig verändert werden. Daneben sind im Tee eine Reihe von Proanthocyanidinen nachgewiesen worden [9]. Genaue Angaben über deren Gehalte im Tee fehlen zurzeit noch; genauso wenig ist deren Beitrag zu physiologischen Wirkungen des Tees zur Zeit abschätzbar. Weitere Polyphenole im Tee sind Hydroxymzimtsäurederivate, Gallussäure und Theogallin (Ester aus China- und Gallussäure) und Flavon-C-glycoside.

### Gruppen von Flavonoiden in Tee und mögliche Wirkungen

Es sind in der Literatur der vergangenen Jahren sehr viele Studien zu finden, die hier nicht vollständig Erwähnung finden können. Eine ausführliche Zusammenstellung bis 1995 findet sich bei [2]. Weiterhin ist 1997 eine neue Zusammenstellung

## Wissenschaftlicher Informationsdienst Tee

---

nachgewiesener und möglicher Wirkungen der Tee-Flavonoide erschienen [1, 11,12]. Um die zitierte Literatur nicht zu umfangreich werden zu lassen, beziehen sich die Literaturangaben auf Übersichtsartikel.

Tabelle 2: Beispiele für Wirkungen der Flavonoide.

<b>Polyphenole</b>	<b>Wirkung</b>	<b>Literatur</b>
Theaflavine	anticancerogene, antioxidative kardioprotective Wirkungen	1, 4, 12
Catechine (Flavanole)	anticancerogene Wirkungen, antioxidative Wirkungen	4, 12
Catechine	Anticarieswirkung (bes. EGCG)	4
Flavonole	kardioprotective Wirkungen	4, 11, 12

In der Literatur finden sich diverse Arten von Studien; Modellversuche, Tierversuche und epidemiologische Studien beim Menschen. Neben den in der Tabelle erwähnten gibt es Hinweise auf z.B. antibakterielle und blutzuckersenkende Wirkungen [4] von Tee. - Die anticancerogenen Wirkungen werden in einem weiteren Beitrag zu dieser Ausgabe genauer vorgestellt [13] und daher hier nicht weiter behandelt.

### Antioxidative Wirkungen

Antioxidantien sind Substanzen, welche die Oxidation von Fetten verzögern. Primär geschieht dies durch Abbruch der Radikalkettenreaktion, sekundär werden bestimmte Metalle desaktiviert und verschiedene Formen von Sauerstoff „gefangen“ bzw. inaktiviert. Manchen Lebensmitteln werden Antioxidantien zur Stabilisierung zugesetzt [14, 15]. Reaktive Sauerstoffspezies (Peroxide, Peroxylradikale u.a.m.) können auch im Organismus Oxidationen (der DNA, an Membranlipiden, Lipoproteinen und Proteinen) hervorrufen. Die natürlichen Schutzmechanismen des Organismus sind nicht immer ausreichend, so daß eine Unterstützung durch Antioxidantien aus der Nahrung wünschenswert erscheint. Nach [14] haben Teegetränke in vitro deutlich höhere antioxidative Wirkungen als die meisten Früchte/Gemüsearten und sind stärker wirksam als die Vitamine C, E und die Carotinoide. Die Gesamtgehalte an Polyphenolen liegen z.B. bei Weintrauben und Äpfeln zwischen 0,1 und 1 % [15].

## Wissenschaftlicher Informationsdienst Tee

---

### Wirkungen gegen coronare Herzerkrankungen (kardioprotective Wirkungen)

Im Prinzip basieren auch diese auf antioxidativen Mechanismen. Diese Erkrankungen stellen in der westlichen Welt eine der häufigsten Todesursachen dar. Sie gelten als Erkrankungen, die verschiedene Ursachen haben können. Eine dieser Ursachen ist die Oxidation von LDL (low density lipoprotein = eine u.a. Cholesterin enthaltende Komponente im Blut). Wenn die LDL vor Oxidation geschützt werden, wird dadurch vor Herzinfarkt und ähnlichen Erkrankungen geschützt. Tee-Flavonoide (Catechine, Flavonolglycoside, Theaflavine) stellen einen Oxidationsschutz der LDL dar. Mit Sicherheit wurde dieses durch in vitro und vermutlich auch in vivo Studien belegt. Letzteres wurde u.a. aus einer holländischen Studie bei Menschen („Zutphen Elderly Study“) geschlossen.

- Die Voraussetzung dafür, dass die Flavonoide die Wirkungen aus den „Reagenzglasversuchen“ auch beim Menschen zeigen, ist die Bioverfügbarkeit, d.h. die Aufnahme in den Körper. Leider ist zur Zeit darüber noch wenig bekannt. Beispiel: Bei den Flavonolglycosiden hängt die Bioverfügbarkeit offenbar stark von der *Art* der Zuckerkomponente am C-3 ab.
- Ein weiteres Problem ist, dass es zwar eine ganze Reihe von Methoden gibt, mit denen man im Lebensmittel die Flavonoidkonzentration gut bestimmen kann, dass aber deren Empfindlichkeit nicht zur Bestimmung in Körperflüssigkeiten ausreicht. Hier besteht weiterer Forschungsbedarf. Es darf nicht verschwiegen werden, dass es auch neuere Studien gibt, in denen solche Wirkungen bezweifelt werden bzw. die Ergebnisse derzeit nicht schlüssig sind. Mit anderen Worten: Die Tendenz ist da, aber der endgültige Beweis bedarf weiterer Forschung.

### Anti-Karieswirkungen

Hierfür wird u.a. die Hemmung der Glycosyltransferase von Streptococcen (u.a. Karieserreger) verantwortlich gemacht (durch Theaflavin und EGCG). Diese Enzyme werden zur Bildung von Plaque benötigt [4]; Ihre Hemmung stellt somit einen Schutz der Zähne dar. Neuere Arbeiten legen auch nahe, daß durch oxidierte Polyphenole, wie sie z.B. in Oolong oder schwarzen Tees vorhanden sind, ebenfalls eine solche Enzymhemmung und damit karieshemmende Wirkung eintritt [17]. Tee enthält außerdem relativ viel Fluoride, welche über andere Mechanismen auch zu einem Kariesschutz beitragen können.

### Zusammenfassung

Den Flavonoiden in Tee werden positive Wirkungen, wie anticancerogene, anticariogene Effekte, kardioprotective Wirkungen u.a.m. zugesprochen. Die Wirkungen sind nicht auf den grünen Tee beschränkt, sondern gehen auch von Inhaltsstoffen des schwarzen Tees aus. Einschränkend bleibt festzustellen, dass der letzte Beweis fehlt und dass weiterer Forschungsbedarf besteht, um zu klären, ob diese Wirkungen beim Menschen gegeben sind.

## Wissenschaftlicher Informationsdienst Tee

---

Als Schlussfolgerung bleibt festzustellen, dass es auch bei kritischster Betrachtung keinen Grund gibt, den Tee - grünen oder schwarzen - nicht zu empfehlen (Ausnahme sind bestimmte Erkrankungen). Es ist nach derzeitigem Stand der Wissenschaft wahrscheinlich, dass Tee zur Gesunderhaltung der Bevölkerung beiträgt. Man sollte dazu auch den großen Genusswert, der zum Wohlbefinden beiträgt, nicht unterschätzen.

### Ausblick

Wichtig ist eine weitere Kenntnis über die Zusammensetzung der Polyphenolfraktion, möglichst auch die Isolierung von definierten Verbindungen, mit denen dann biologische Tests gemacht werden können. Die Wirkungen der Komponenten müssen in aussagekräftigen Tiermodellen und Feldstudien überprüft werden; dies schließt auch Studien über die Bioverfügbarkeit der Komponenten ein.

Hinweis: Einige Arbeiten wurden gefördert mit Mitteln des Bundeswirtschaftsministeriums über den Arbeitskreis industrieller Forschungsvereinigungen/Forschungskreis der Ernährungsindustrie (Projekt 10805 N).

### Literatur

1. BLOT, W.J., McLAUGHLIN, J.K. (1997) Cancer rates among drinkers of black tea. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **37** (8) S. 739-760
2. BALENTINE, D.A., WISEMAN, S.A., BOUWENS, L.C.M. (1997) The chemistry of tea flavonoids. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **37** (8) S. 693-704
3. HERRMANN, K. (1983): Wertgebende Bestandteile des Tees - eine Übersicht. *Lebensmittelchem. Gerichtl. Chem.* **37**, S. 30-5.
4. SCHOLZ, E. und B. BERTRAM (1995): *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze. Der Teestrauch. *Zeitschrift für Phytotherapie* **17**, S. 235-50.
5. HARBORNE JB (1988): *The Flavonoids - Advances in Research*. Chapman and Hall, London
6. ENGELHARDT, U.H. und R. GALENSA, (1997): Analytik und Bedeutung von Polyphenolen in Lebensmitteln. *Analytiker-Taschenbuch Bd. 15*, Springer-Verlag Heidelberg, S. 149 -178
7. ENGELHARDT, U.H., A. FINGER, B. HERZIG und S. KUHR (1992): Determination of Flavonol Glycosides in Black Tea. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* **88**, S. 69-73.
8. ENGELHARDT, U.H, LAKENBRINK, C., LAPCZYNSKI, S. (1998) unveröffentlicht
9. KIEHNE, A., LAKENBRINK C., ENGELHARDT, U.H. (1997): Analysis of proanthocyanidins in tea samples. I. LC-MS Results. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.* **205**, S. 153-157
10. HERRMANN, K. (1994) Bemerkungen zum „Gerbstoff“-Gehalt in Lebensmitteln. *Gordian* **94**, S. 12-14
11. HOLLMAN, P.C.H., TIJBURG L.B.M., YANG, C.S. (1997) Bioavailability of flavonoids from tea. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **37** (8) S. 719-738
12. TIJBURG, L.B.M., MATTERN, T., FOLTS, J.D., WEISGERBER, U.M., KATAN, M.B. (1997): Tea flavonoids and cardiovascular diseases - A review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **37**(8) S. 693-704
13. BERTRAM B. Krebsvorbeugende und Krebshemmende wirkungen von Tee, W.I.T. I (1998)
14. WISEMAN, S.; BALENTINE, D.A.; FREI, B. (1997) Antioxidants in tea. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* **37** (8) S. 705 - 718
15. SCHWARZ, K. (1998) Antioxidantien in Lebensmitteln und ihre Bedeutung als Mikronährstoffe. 1. Eigenschaften und Vorkommen von Antioxidantien in Lebensmitteln. *AID Verbraucherdienst* **43(1)**, S. 340-344
16. SCHWARZ, K. (1998) Antioxidantien in Lebensmitteln und ihre Bedeutung als Mikronährstoffe. 2. Antioxidantien als Mikronährstoffe. *AID Verbraucherdienst* **43(1)**, S. 369-372
17. HAMADA S, KONTANI M, HOSONO H, ONO H, TANAKA T, OOSHIMA T, MITSUNAGA T, ABE (1996) Peroxidase-catalyzed generation of catechin oligomers that inhibit glucosyltransferase from *Streptococcus sobrinus*. *FEMS Microbiol Lett* **15**; 143(1): 35-40