

Genussmittel im menschlichen Körper - Machen Kaffee und Schokolade abhängig? -

Barbara Kremm, Alexandra Dorner

Seit einigen Jahren häufen sich wissenschaftliche Studien über Genussmittel wie Kaffee oder Schokolade und deren Inhaltsstoffe. Vor allem das Koffein und andere stimulierende Verbindungen wie Phenylethylamin (PEA) stehen dabei im Mittelpunkt. Auch die Behauptung, dass einige davon glücklich machen sollen, ist weit verbreitet. Doch sind diese Stoffe und ihre Wirkungen wirklich verantwortlich für unser „süchtiges“ Verhalten nach beispielsweise Kaffee oder Schokolade und machen sie uns abhängig?

1. Schokolade – die wichtigsten Bestandteile

1.1 Tryptophan

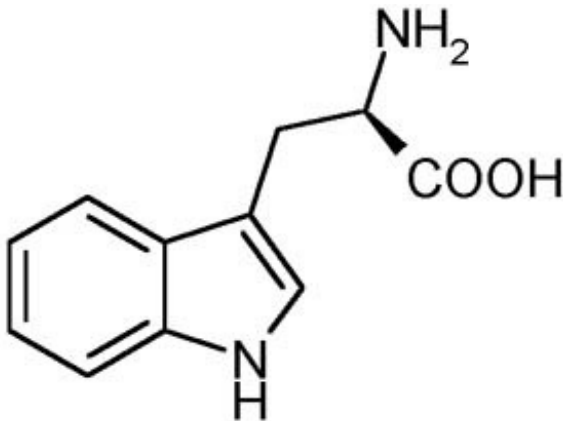


Abb. 1 a) Tryptophan (TRP)¹

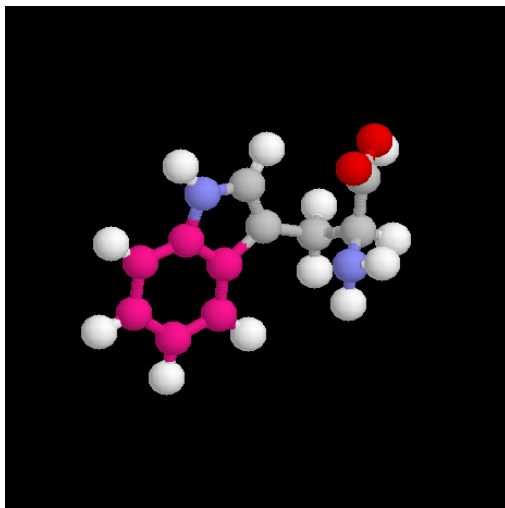


Abb 1 b) Tryptophan [H (weiß), O (rot), C (grau/pink), N (blau)]²

Tryptophan (C₁₁H₁₂N₂O₂, 1-Amino-2-Indolylpropionsäure)³ ist eine essentielle Aminosäure, welche folglich nicht vom Körper gebildet werden kann. Aus diesem Grund muss sie über die Nahrung zugeführt werden. Neben Eiern, Fleisch, Milchprodukten, Nüssen und Kartoffeln enthält auch die Kakaobohne diese Aminosäure. Tryptophan ist an der Bildung von Serotonin beteiligt und damit für eine stimmungsaufhellende Wirkung mitverantwortlich.⁴

Konsistenz	weiß bis grünlich-gelbes Pulver
Farbe	farblos
Löslichkeit	schlecht in Wasser (10 g/L bei 20 °C) gut löslich in Ethanol, Säuren, Laugen, Fett
Schmelzpunkt	290 °C
Seitenkette	lipophil, aromatisch

Tab.1 chemische Eigenschaften des Tryptophan⁵

Bei der Serotoninsynthese aus Tryptophan (vgl. Abb2) wird zunächst aus dem Tryptophan mit Hilfe des Enzyms Tryptophan-Hydroxylase 5-Hydroxytryptophan (5-HTP) gebildet, da dieses erheblich effizienter Serotonin bilden kann. Aus diesem 5-HTP wird nun wiederum mit einem Enzym (5-Hydroxytryptophanhydroxylase) das Serotonin

³ <http://de.wikipedia.org/wiki/Tryptophan>;
24.4.06

⁴ vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Tryptophan>;
24.4.06

⁵ <http://de.wikipedia.org/wiki/Tryptophan>;
24.4.06

¹<http://www.biopsychiatry.com/tryptophan/tryptophan.jpg>; 24.4.06

² raswin - Computerprogramm

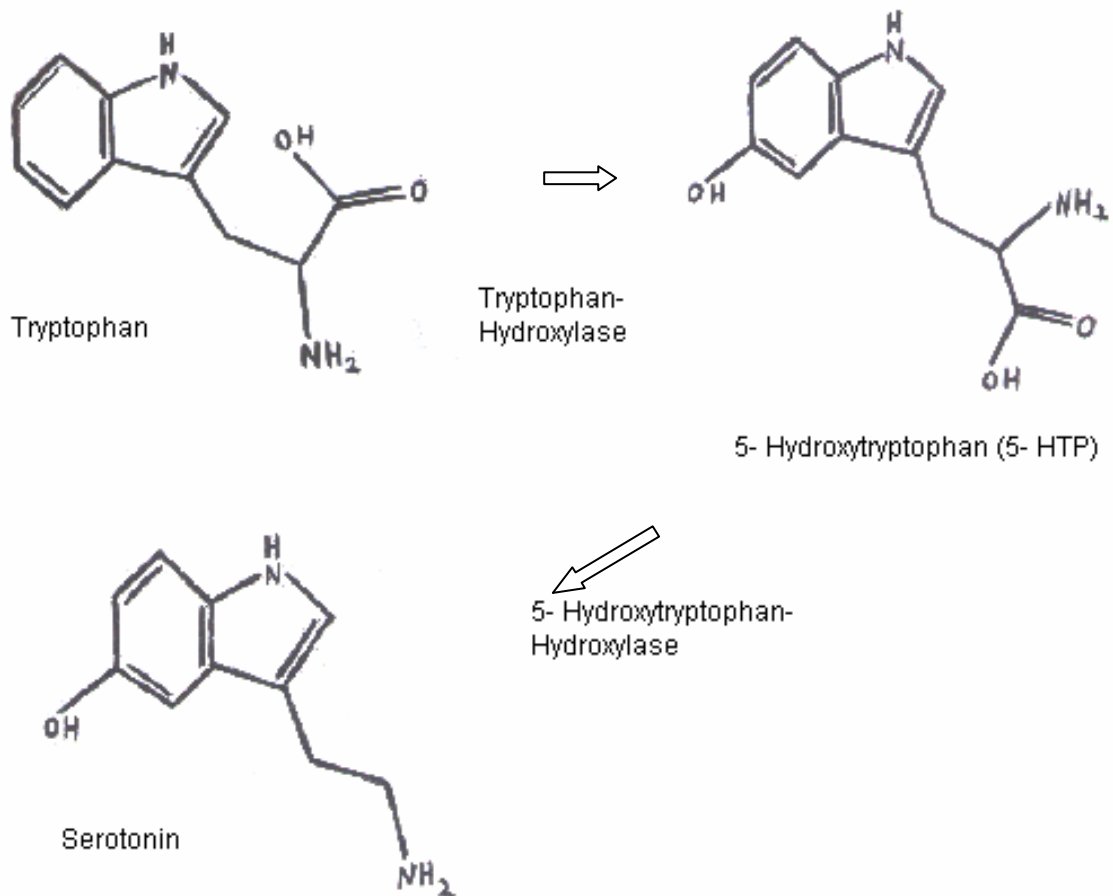


Abb.2 Serotoninsynthese aus Tryptophan⁶

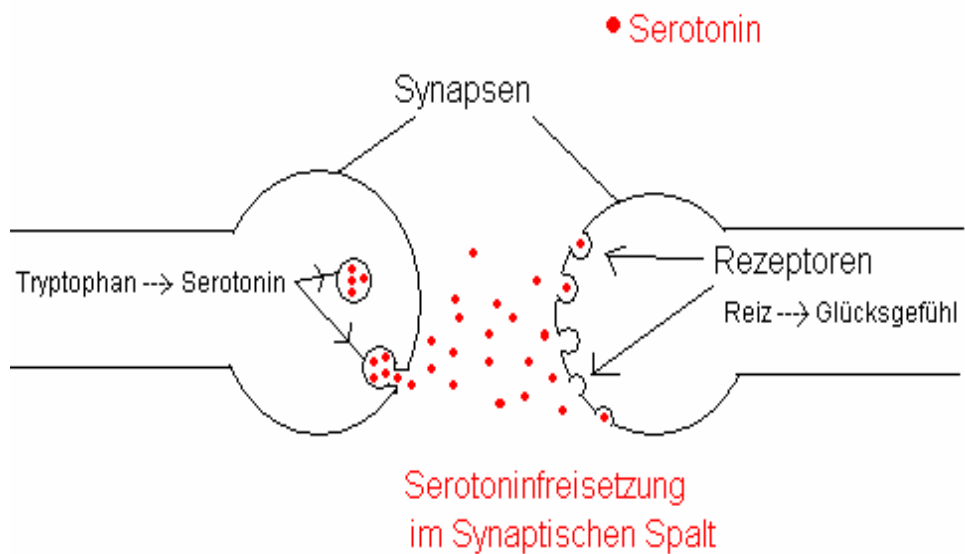


Abb. 3 Wirkungsweise des Tryptophans⁷

⁶vgl. <http://www.acdlabs.com/publish/tryptophan/images/image002.gif>; 17.5.06

⁷vgl. <http://psykologibasen.dk/synapse.jpg>; 10.5.06

synthetisiert.⁸ Es ist dabei von Vorteil, wenn auch Kohlenhydrate dem Körper zugeführt werden. Aufgrund der Kohlenhydrate wird das Protein Insulin ausgeschüttet, um den Blutzucker abzubauen. Dabei werden aber auch Eiweiße an das Insulin gebunden. Eine Ausnahme ist jedoch das Tryptophan, welches nun ungehindert und ohne die Hinderung anderer Eiweiße ins Gehirn vordringen und zu Serotonin umgewandelt werden kann. Je mehr Kohlenhydrate aufgenommen werden desto mehr Tryptophan kann folglich ins Gehirn gelangen um Serotonin zu bilden.⁹ Serotonin selbst ist ein Neurotransmitter, welcher Informationen zwischen zwei Nervenzellen weiterleitet. Zur Herstellung solcher Stoffe werden nun Eiweiße wie das 5-HTP aus beispielsweise der Kakaobohne benötigt. Je mehr Serotonin gebildet werden kann, desto intensiver sind die Wirkungen wie Entspannung und Glücksgefühle. Dennoch ist die Menge an Tryptophan in Schokolade zu gering um damit herausragende physiologischen Effekte zu erzielen.¹⁰

1.2 Coffein

Auch Coffein ist in der Kakaobohne und damit in der Schokolade enthalten. Die Struktur und Wirkung von Coffein können im folgenden Abschnitt „Kaffee – Coffein als wichtigster Bestandteil“ nachgelesen werden. Da die Menge an Coffein in Schokolade auch sehr gering ist, kann dessen Wirkung nicht die Ursache für das „süchtige“ Verlangen nach Schokolade sein. Die Coffeinmenge im Vergleich:
Vollmilchschokolade ca. 15 mg/100 g,
Halbbitterschokolade ca. 90 mg/100 g
 eine Tasse Kaffee ca. 50–100 mg
 Es müssten folglich ungefähr vier Tafeln Vollmilchschokolade gegessen werden, um die Wirkung einer Tasse Kaffee zu erreichen.¹¹

⁸ vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Tryptophan>; 24.4.06

⁹ vgl. Stern (Hg.), Verführer aus sonnigen Breiten, 2005, S.139

¹⁰ vgl. Gesellschaft Deutscher Chemiker (Hg.), Chemie in unserer Zeit, 2005, S.426

¹¹ vgl. <http://www.theobromacacao.de/gesund/gesund.htm#anandamid>; 28.4.06

1.3 Anandamid

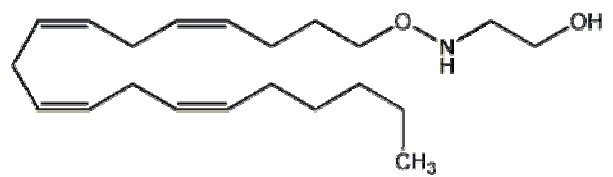


Abb. 4 körpereigenes Anandamid¹²

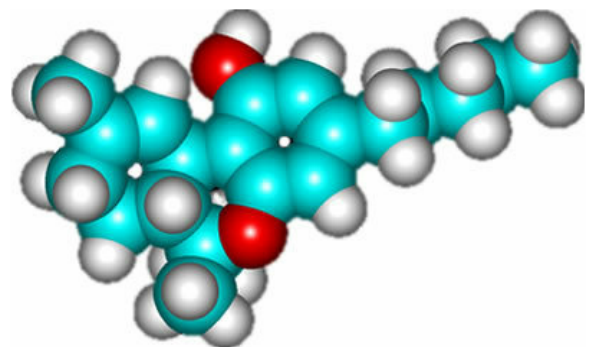
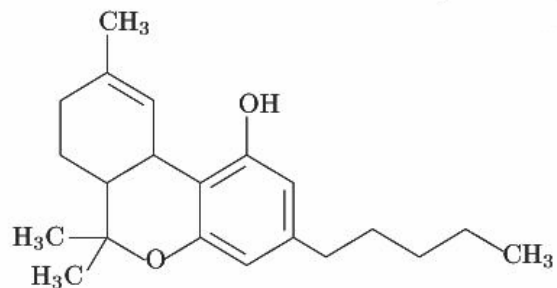


Abb. 5 THC der Cannabis-Pflanze¹³

Ein weiterer Bestandteil in Schokolade, der für das Wohlbefinden nach bzw. während des Schokolade-Essens verantwortlich sein kann, ist Anandamid (Arachidonyl ethanolamid). Diese ungesättigte Verbindung wird vom Körper selbst gebildet und ist gleichzeitig in der Schokolade zu finden. Im menschlichen Körper kommt die Substanz zum größten Teil im zentralen Nervensystem vor.

Das Anandamid hat nun wie der Marihuana-Wirkstoff Tetrahydrocannabinol (THC)

die Fähigkeit, sich an jene ganz bestimmten Rezeptoren im Gehirn zu binden, an welche auch die Wirkstoffe der Cannabis-

¹² <http://pl.wikipedia.org/wiki/Grafika:Anandamid.gif>, 28.4.06

¹³ <http://cannabis-archiv.de/wiki/THC>; 29.4.06

Pflanze andocken.¹⁴ Bindet sich das Anandamid an die Rezeptoren, werden in jenen Zellen, auf welche die Rezeptoren einwirken, chemische Prozesse in Gang gesetzt. Das heißt, die Zellmembran wird plötzlich durchlässig für Kalium- und Kalzium-Ionen, welche wiederum verantwortlich sind für die verstärkte Erregung der Nervenzellen.¹⁵ Dabei werden vor allem jene Bereiche des Gehirns beeinflusst, die für Wahrnehmung, Gedankenverarbeitung und somit die Bewegungsabläufe verantwortlich sind.¹⁶ Die psychoaktiven Folgen sind also sowohl bei Anandamid, als auch bei dem THC sehr ähnlich. Geringeres Schmerzempfinden, Entspannung, sinkende Körpertemperatur und Immobilität (Unbeweglichkeit, Starre) sind die Auswirkungen. Schon der aus dem Indischen stammende Name „Anandamid“ deutet darauf hin, er bedeutet Glückseligkeit.¹⁷ Dennoch unterscheiden sich die beiden Stoffe strukturell (vgl. Abb. 4,5) und werden unterschiedlich schnell abgebaut. Anandamid ist bereits nach 30 Minuten unwirksam, THC erst nach mehreren Stunden. Auch bei Anandamid ist die in Schokolade enthaltene Menge nicht ausreichend für die oben genannten Verhaltensveränderungen.¹⁸ Rein rechnerisch müsste eine erwachsene Person, je nach körperlicher Reaktion durchschnittlich 20 kg Schokolade essen, um eine berauschende Wirkung zu erlangen.¹⁹ Es ist fraglich, ob ein Mensch fähig ist, 200 Tafeln Schokolade mit je 100 g zu essen.

¹⁴ vgl. [http://www.nutriinfo.de/artikeldetails/](http://www.nutriinfo.de/artikeldetails;) 28.4.06

¹⁵ vgl. <http://www.cannabislegal.de/cannabisinfo/endo-cannabinoidsystem.htm>; 29.4.06

vgl. J.B.Metzler ; Linder Biologie ; 1989; S.251

¹⁶ vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Anandamid>; 28.4.06

¹⁷ vgl. <http://www.cannabislegal.de/cannabisinfo/wirkung.htm>; 29.4.06

¹⁸ vgl. <http://www.nutriinfo.de/artikeldetails/> 28.4.06

¹⁹ vgl. <http://www.theobromacacao.de/gesund/gesund.htm#anadamid>; 29.4.06

1.4 2-Phenylethylamin (PEA)

Das PEA entsteht bei der Fermentation der Kakaobohnen, das heißt, beim Trocknen in der Sonne, während sich das Pflanzenmaterial zersetzt und Aromastoffe freigesetzt werden.²⁰ Strukturell gesehen ist es dem Neurotransmitter Dopamin sehr ähnlich (vgl. Tab. 2, Abb.6). Aber auch mit synthetischen Amphetaminen, und Ecstasy, weist es Gemeinsamkeiten auf (vgl. Abb. 7,8).²¹

Wird PEA eingenommen, so steigen Blutzuckerspiegel und Blutdruck. Wie bei den synthetisch hergestellten Amphetaminen kann auch Dopamin ausgeschüttet werden. Die Wirkungen müssten folglich denen der Drogen sehr ähnlich sein, das heißt Glücksgefühle, Wohlbefinden, Wachheit, geringeres Schmerzempfinden und steigendes Selbstbewusstsein.²² Das Dopamin bindet sich an die passenden Rezeptoren, welche für die erregenden Effekte verantwortlich sind, bzw. die Nervenzellen aktivieren. Da diese Rezeptoren vor allem in jenen Gehirnbereichen vorhanden sind, die für Bewegung und verstärkte Durchblutung verantwortlich sind, kommt es zu den bereits genannten Wirkungen.

Auch unser Körper stellt vor allem in Stresssituationen aus der Aminosäure Phenylalanin in geringen Mengen PEA her. In 100 g Schokolade sind zwischen 50 und 700 mg Phenylethylamin enthalten.²³ Da der Körper den Stoff dennoch ziemlich schnell abbaut, ist eine Tafel Schokolade ebenfalls zu wenig, um etwa Wirkungen wie die eines Joints zu beobachten.²⁴ Folglich ist die Menge an PEA

²⁰ vgl. John Emsley; Sonne, Sex und Schokolade; 2003; S. 6

²¹ vgl. GDCh (Hg.); Chemie in unserer Zeit – Schokolade: Warum sie schmeckt!; 2005; S.426

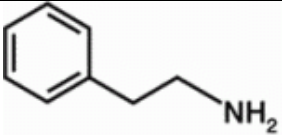
²² vgl. John Emsley; Sonne, Sex und Schokolade; 2003; S. 6

vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Amphetamin>; 29.4.06

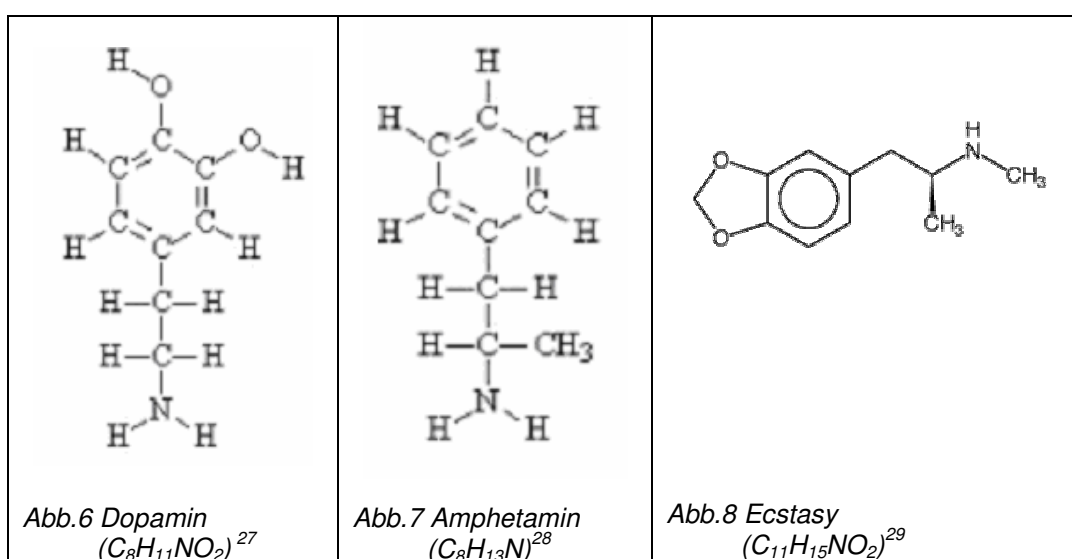
²³ vgl. John Emsley; Sonne, Sex und Schokolade; 2003; S. 6

²⁴ vgl. GDCh (Hg.); Chemie in unserer Zeit – Schokolade: Warum sie schmeckt!; 2005; S.427

ebenfalls zu gering, als dass sie zur Sucht bzw. Abhängigkeit führen könnte.²⁵

Strukturformel		Schmelzpunkt	-60 °C
Summenformel	(C ₈ H ₁₁ N)	Siedepunkt	86 °C (23hPa)
Dichte	0.96 g/cm ³	Aggregatzustand	flüssig

Tab.2 chemische Eigenschaften des PEA²⁶



1.5 Ergebnis

Wie sich zeigt, enthält Schokolade zahlreiche Stoffe, denen stimulierende Eigenschaften zugesprochen werden. Die Mengen sind aber jeweils zu gering, um zu einer psychischen oder physischen Abhängigkeit zu führen. Diese tritt nur ein, wenn die Substanzen in großen Mengen

beispielsweise in Form von Drogen genossen werden. Dann kommt es zu einer Toleranzbildung, das heißt, die betreffende Person benötigt immer größere Mengen des Wirkstoffes, um die gleichen Effekte zu erzielen, da der Körper auf die hohe Dosis der Substanz mit beschleunigtem Abbau reagiert.³⁰

Die betroffenen Rezeptoren stumpfen ab, der Organismus stellt sich schließlich auf den Stoff ein und reagiert schließlich mit Entzugserscheinungen. Zudem vernachlässigt der Betroffene oft sein soziales Umfeld, richtet sein Alltag nach der Droge

²⁵ vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Dopamin>; 30.4.06

²⁶ <http://www2.basf.de/basf2/img/produkte/intermed/pindex/formeln/64-04-0.gif>; 30.4.06

²⁷ http://intern.mng.ch/fachschaften/chemie/bilder_aktuell/bilder-cocain/DopaminNoradr.JPG; 30.4.06

²⁸ http://intern.mng.ch/fachschaften/chemie/bilder_aktuell/bilder-cocain/DopaminNoradr.JPG; 30.4.06

²⁹ <http://content.grin.com/binary/hade/20479/1.gif>; 9.5.06

³⁰ vgl. <http://www.pille-palle.net/z-sucht.html>; 2.5.06

und ignoriert Folgeschäden.³¹ Des Weiteren zeigte eine Studie, dass trotz der Einnahme aller „physiologisch wirksamen Bestandteile“³² das Verlangen nach Schokolade nicht befriedigte. Die chemischen Verbindungen in der Schokolade sind also nicht der Grund für das Bedürfnis nach Schokolade. Warum haben manche Menschen dann dennoch das Gefühl, von Schokolade abhängig zu sein? Auch wenn die Substanzen selbst weder eine physische noch eine psychische Abhängigkeit auslösen, treten bezüglich des Genusses, das heißt Geschmack, Aroma und Textur (zarter Schmelz), psychische Sucherscheinungen auf.³³ Vor allem ein starkes und oft schwer unterdrückbares Verlangen nach Schokolade bei Stress und nach unangenehmen Situationen verdeutlicht den Wunsch nach angenehmen Empfindungen, also nach beispielsweise dem süßschmelzenden Geschmack von Schokolade. In dieser Weise kann man folglich doch von einer „Abhängigkeit“ sprechen, die sich jedoch allein auf das Geschmackserlebnis beim Essen der Schokolade und dem damit verbundenen Wohlgefühl beschränkt und nicht auf die Substanzen in der Schokolade.³⁴

³¹ vgl.

<http://www.medizininfo.de/sucht/sucht/abhaengigkeit.shtml>; 2.5.06

³² GDCh (Hg.); Chemie in unserer Zeit – Schokolade: Warum sie schmeckt!; 2005; S.427

³³ vgl.GDCh (Hg.); Chemie in unserer Zeit – Schokolade: Warum sie schmeckt!; 2005; S.427

³⁴ vgl.

<http://www.medizininfo.de/sucht/sucht/abhaengigkeit.shtml>; 2.5.06

2. Kaffee – Coffein als wichtigster Bestandteil

2.1 Geschichte des Coffeins

1820 gelang es dem Apotheker und Chemiker Friedlieb Ferdinand Runge erstmals reines Coffein aus Kaffeebohnen, die ihm Johann Wolfgang von Goethe zur Analyse gegeben hatte um die wirksame Substanz im Kaffee zu finden, zu isolieren [1, S. 297]. Somit kann er als Entdecker des Coffeins angesehen werden. Mit Hilfe von Verbrennungsdaten bestimmten Pfaff und Liebig 1832 die Summenformel $C_8H_{10}N_4O_2$ des Coffeins. Medicus nahm 1875 an, dass 1,3,7-Trimethylxanthin die chemische Struktur von Coffein ist. 1895 konnte Emil Fischer durch die erste Synthese von Coffein die von Medicus angenommene Strukturformel beweisen. Der Wirkungsmechanismus wurde erst im letzten Jahrhundert erfolgreich erforscht [9].

2.2 Eigenschaften von Coffein

Unter Normbedingung ist reines Coffein ein bitter schmeckendes, weißes kristallines Pulver oder seidenglänzende ineinander verfilzte Nadeln [3]. Außerdem ist es geruchlos [2, S. 793]. Coffein ist der willkürlich gegebene Trivialname. Die chemisch exakte Bezeichnung nach der systematischen IUPAC-Nomenklatur ist 1,2,3,6-Tetrahydro-1,3,7-trimethyl-2,6-purindion oder kurz 1,3,7-Trimethylxanthin. Andere Namen für das Coffein sind Methyltheobromin, Thein, Guaranicum (Guaranin) oder Kaffein [3]. Die Summenformel $C_8H_{10}N_4O_2$ ergibt eine molare Masse von 194,19 g/mol. Die Dichte beträgt 1,23 g/cm³. Der Schmelzpunkt liegt bei 238 °C. Allerdings sublimiert Coffein ab 178 °C. Die Löslichkeit ist in Wasser und Chloroform gut und in Alkohol nur mäßig [2, S. 793], wobei die Löslichkeit zum Teil stark temperaturabhängig ist [3]. Coffein ist ein Purin-Alkaloid, da es zur Gruppe der natürlich vorkommenden Purine³⁵ gehört und zu den Alkaloiden³⁶ zählt [2, S. 793].

³⁵ Purin ist ein N-Heterocyclus d. h. ein cyclischer Kohlenwasserstoff, in dem anstatt C-Atome N- oder auch O-Atome in den Ring eingebaut sind [11]

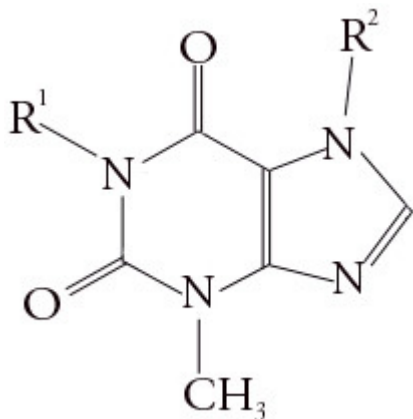


Abb. 1 [9]: Grundgerüst der Purin-Alkaloide

Bei Coffein ist sowohl R¹ als auch R² eine CH₃-Gruppe.

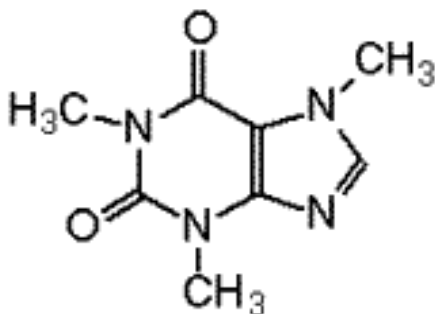


Abb. 2 [9]: Strukturformel des Coffeins

Da das Coffein, wie in der Strukturformel gut zu erkennen ist, über die nichtbindenden Elektronenpaare seiner Stickstoffatome Protonen aufnehmen kann, wird es als schwache Base bezeichnet. Dennoch ist Coffein-Lösung nicht alkalisch. Coffein verbindet sich mit Säuren zu in Wasser leicht löslichen Salzen [2, S.793].

Die Halbwertszeit von Coffein im Plasma vom Menschen beträgt 4-5 Stunden [5, S. 63]. Coffein hat einen LD₅₀-Wert für Ratten bei oraler Aufnahme von 200 mg/kg [5, S. 673]. Beim Menschen liegt die letale Dosis bei ca. 10 g reinem Coffein, was in etwa 100 Tassen Kaffee entspricht [1, S. 300].

³⁶ Alkaloide werden biologisch aus Aminosäuren aufgebaut; sie kommen in Pflanzen in unterschiedlicher Menge vor; häufig diene sie der Pflanze als Fraß-Abwehrstoffe; sie zeigen im Säugetierkörper physiologische Wirkungen hingegen in Pflanzen nicht [11]

2.3 Experiment zur Gewinnung von reinem Coffein

Dieses Experiment habe ich nach einer Versuchsvorschrift des Berufskollegs Institut Dr. Flad, Stuttgart durchgeführt.

Als zu untersuchende Substanz habe ich Kaffeepulver verwendet. In einem trockenen Schnappdeckelglas erhitze ich vorsichtig einen halben Teelöffel Kaffeepulver auf einer Herdplatte, bis Wasserdampf entwich. Als dann kaum mehr sichtbar Wasserdampf aufstieg, deckte ich das Glas mit einem feuchten Filterpapier ab und erhitze das Kaffeepulver stärker. Nach ca. einer Viertel Stunde bildeten sich am Glasrand unterhalb des feuchten Filters farblose nadelförmige Kristalle. Da ich das Kaffeepulver zu lange erhitze, brannte es an und der aufsteigende braune Qualm verfärbte die farblosen Kristalle, was sie zum Glück noch besser sichtbar werden ließ.

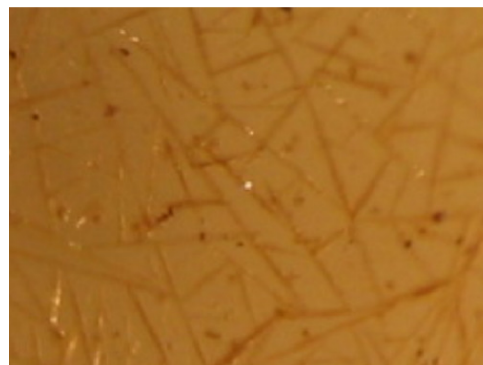


Abb. 3: Großaufnahme der entstandenen und angefärbten Coffeinkristalle

Hintergrund dieses Verfahrens ist, dass das Coffein durch Sublimation sichtbar gemacht wird. Da das Coffein als Feststoff beim Erwärmen direkt in den Gaszustand übergeht, ohne vorher zu schmelzen und flüssig zu werden, schlägt sich das gasförmige Coffein am durch das feuchte Filterpapier gekühlten Glasrand als Feststoff nieder. Diese Verfahren ist deshalb zur Isolierung von Coffein geeignet, da das Coffein der einzige Bestandteil von Kaffeepulver ist, der sublimiert.

2.4 Vorkommen von Coffein in der Natur und in Lebensmitteln

In der Natur findet sich Coffein an Chlorogensäure gebunden in Kaffee-Bohnen (1 – 1,5%), in getrocknetem, schwarzem Tee (bis zu 5%), im Maté- oder Paraguay-Tee (0,3 – 1,5%), in der Guarana-Paste (bis 6,5%) und auch Kolanüsse (ca. 1,5%) und Kakao-Kerne (ca. 0,2%) enthalten Coffein [2, S. 793].

Daher findet man Coffein in vielen unseren Lebens- und Genussmitteln. Es ist in Kaffee, Tee, Schokolade und kakaohaltigen Getränken aufgrund seines natürlichen Vorkommens in den genannten Pflanzen enthalten.

Kaffee	50 – 100 mg/Tasse
Espresso	ca. 40 mg/ Tasse
Tee	bis zu 50 mg/Tasse
Guaraná	2300 – 4000 mg/100 g
Kakao	6 mg/Tasse
Vollmilchschokolade	ca. 15 mg/100 g
Halbbitterschokolade	ca. 90 mg/100 g

Tab. 1 [9]: Durchschnittlicher natürlicher Coffeingehalt in coffeinhaltigen Lebensmitteln

Oft wird Produkten synthetisch erzeugtes Coffein oder bei der Kaffee-Entcoffeinierung gewonnenes Coffein beigemischt.

Energy Drinks (z.B. Red Bull)	ca. 80 mg/Dose
Kaffee-Bonbons	3,3 – 8 mg/Bonbon
Cola-Getränke	30 – 60 mg/500 ml (früher mit nat. Coffein aus der Kolanuss)
Wick Energiebonbons	25 mg/Bonbon

Tab. 2 [9]: Durchschnittlicher Coffeingehalt in coffeinhaltigen Lebensmitteln

In der Apotheke können auch Coffeinetabletten käuflich erworben werden. Sie

enthalten meist 100 bis 300 mg Coffein pro Tablette [9]. Aber auch viele Arzneimittel, vor allem Schmerzmittel, enthalten Coffein aufgrund seiner pharmakologischen Wirkung. Zum Teil wird Coffein auch als Streckmittel in illegalen Drogen verwendet. Durch seine physiologische Wirkungsweise findet Coffein auch als Aufputsch- und zum Teil als Dopingmittel Verwendung [8].

2.5 Physiologische Wirkung von Coffein

Nach oraler Aufnahme z.B. durch Kaffeegenuss wird das Coffein rasch und vollständig aus dem Magen-Darm-Trakt resorbiert und im ganzen Körper verteilt. Hierbei spielt die lipophile Eigenschaft des Coffeins eine wichtige Rolle, da es aufgrund dieser Eigenschaft sehr leicht biologische Membranen überwinden kann. Die maximale Coffeinwirkung erreicht nach ca. 30 Minuten ihr Maximum und klingt allmählich binnen 2 – 3 Stunden wieder ab [4, S. 187, 188; 10; 6, S. 329].

2.5.1 Erregende Wirkung auf das ZNS

2.5.1.1 Coffein und Adenosin

Coffein wirkt vorwiegend in den üblichen Dosen von 50 – 200 mg auf die Großhirnrinde und entfaltet seine anregende Wirkung hauptsächlich im Zentralen Nervensystem (ZNS), da das Coffein die Bluthirnschranke ungehindert passieren kann. Nervenzellen tauschen im Wachzustand ständig Botenstoffe aus und verbrauchen Energie. Als Nebenprodukt entsteht dabei Adenosin. Dieses Adenosin hat die Aufgabe das Gehirn vor „Überanstrengung“ zu schützen, indem es sich an bestimmte Adenosin-Rezeptoren auf den Nervenbahnen andockt und somit der Nervenzelle signalisiert, weniger zu arbeiten. Dies ist ein Rückkopplungseffekt, da umso mehr Adenosin gebildet wird je aktiver die Nervenzellen arbeiten.

Das Coffein ist dem Adenosin in seiner chemischen Struktur ähnlich und ist somit in der Lage die Adenosin-Rezeptoren zu besetzen. Dadurch verhindert es das Andocken von Adenosin, die Nervenzellen erhalten kein Signal langsamer bzw. weni-

ger zu arbeiten und machen einfach weiter. So werden bei ermüdeten Personen die Ermüdungserscheinungen beseitigt, die geistigen Leistungen und die geistige Regsamkeit gesteigert. Hingegen hellwache und ausgeruhte Personen können ihre Leistungsfähigkeit durch Einnahme von Coffein kaum verbessern [4, S. 187; 10]. Jedoch bereits nach 6 – 15 Tagen starken Coffein-Konsums entwickelt sich im Körper eine sog. Toleranz. Die Nervenzellen reagieren auf das fehlende Adenosin-Signal und bilden mehr Adenosin-Rezeptoren aus. Dadurch finden die Adenosin-Moleküle wieder freie Rezeptoren zum Andocken und die Nervenzellen bekommen wieder das Signal langsamer zu arbeiten.

Die anregende Wirkung des Coffeins wird somit stark eingeschränkt [10].

2.5.1.2 Coffein und Phosphodiesterase

Coffein hemmt das Enzym Phosphodiesterase. Dieses Enzym ist für die Umwandlung von cAMP (cyclisches Adenosin-3',5'-monophosphat) in AMP zuständig. cAMP spielt im menschlichen Organismus bei der Hormonregulierung des Zellstoffwechsels als second messenger eine wichtige Rolle. Durch die Hemmung der Phosphodiesterasen kommt es zu einer Einschränkung des cAMP-Abbaus und somit zu einer Anhäufung von cAMP in den Zellen. Auf diese Weise können bestimmte von cAMP implizierte Stoffwechselprozesse länger ablaufen [2, S.793; 9].

2.5.2 Diuretische Wirkung

Bei Coffein handelt es sich um ein schwaches bis mittelstarkes Diuretikum. Durch die Blockade von wiederum Adenosin-Rezeptoren erhöht es die Nierendurchblutung, vor allem die des Nierenmarks. Die stärkere Durchblutung des Nierenmarks verhindert die Aufrechterhaltung des dort normalerweise hohen Konzentrationsgradienten und wirkt dadurch harntreibend (diuretisch). Außerdem beruht die diuretische Wirkung zum Teil auch auf der gesteigerten Primärharnbildung. Allerdings wird Coffein medizinisch nicht mehr als Diuretikum eingesetzt, da die Wirkung bei fortlaufender Anwendung wiederum nachlässt (siehe 2.5.1) [4, S. 694; 7, S. 219].

2.5.3 Stoffwechseleffekte

Coffein wirkt auf den Stoffwechsel ein. Es fördert die Glykogenolyse und Lipolyse, d.h. es verstärkt den Glykogen- und Fettabbau im Körper [4, S. 188; 7, S. 219]. Coffein wird aufgrund seiner anregenden Wirkung auf den Fettabbau und die Förderung des Stoffwechsels auch als Dopingmittel gebraucht [8].

2.5.4 Wirkung auf den Blutdruck

Coffein beeinflusst den Blutdruck nicht. Bei höheren Dosen zwischen 200 und 300 mg wird zwar das Vasomotoren- und Atemzentrum erregt. Trotzdem steigt der Blutdruck nicht an, da gleichzeitig Haut-, Nieren- und Herzgefäße erweitert werden. Umgekehrt sinkt der Blutdruck durch die Erweiterung der Gefäße nicht aufgrund der oben genannten Anregung des Vasomotoren- und Atemzentrums [3; 4, S. 187].

2.5.5 Wirkung auf die Blutalkoholkonzentration

Fälschlicherweise wird oft angenommen, dass Coffein die Wirkung von Alkohol aufheben kann. Richtig ist aber, dass Coffein keine Auswirkungen auf die Blutalkoholkonzentration hat und diese nicht senken kann [1, S. 301; 2, S. 793; 6, S.329; 7, S.219].

2.5.6 Nebenwirkungen

Chronischer Missbrauch bedingt eine leichte Form von Abhängigkeit. Bei Entzug können leichte Entzugserscheinungen wie Kopfschmerzen und z.T. auch Übelkeit auftreten.

Höhere Coffein-Dosen (etwa von 300 mg aufwärts) rufen Muskelzittern, Blutandrang zum Kopf, Schlaflosigkeit, Gedankenjagen, Überregbarkeit und Konzentrationschwäche hervor [2, S. 794; 3].

Die Wirkung von Coffein ist aber nicht nur von der Dosis sondern auch von der individuellen körperlichen Verfassung der Person, die das Coffein eingenommen hat abhängig. So sollten z.B. Personen mit hohem Blutdruck, Herzgefäßerkrankungen, nervösen Störungen und Schwangere coffeinhaltige Getränke meiden [2, S.794]. Z.B. vegetativ Labile können schon auf niedrige Dosen Coffein mit Schlaflosigkeit, innere Unruhe und evtl. Durchfällen reagieren [4, S. 188].

2.6 Abschließende Bemerkungen

Über Coffein gibt es viele verschiedene, zum Teil sogar widersprüchliche Informationen, Vermutungen und auch Behauptungen. Während meiner Recherche bin ich auf solcherlei Probleme gestoßen und musste mich durch den Informations-Urwald kämpfen. An folgendem Beispiel lässt sich dies gut aufzeigen: In einer Quelle fand ich einen LD₅₀-Wert für Ratten bei oraler Aufnahme von 381 mg/kg und in einer anderen von 200 mg/kg, wobei mir dann das „Lehrbuch der Toxikologie“ ([5]) als eine für mich authentische Quelle den LD₅₀-Wert von 200 mg/kg bestätigt hat. Bei der Informationssuche und -auswertung wurde ich dankenswerter Weise von Frau Brigitte Müller, PTA in der Marien-Apotheke in Spaichingen und Frau Dr. rer. nat. Ingeborg Braunmiller tatkräftig unterstützt. Mit Hilfe ihrer angegebenen und besorgten Literaturen und mündlichen Informationen konnte ich einige Missverständnisse meinerseits aus dem Weg räumen und diese Arbeit erstellen. Allerdings hat mir die Arbeit zum Thema Coffein auch gezeigt, dass sich die Wissenschaft in vielen Punkten, die Coffein betreffen noch nicht ganz einig ist.

Am Ende meiner Recherchen und meiner Arbeit komme ich noch einmal auf die Eingangsfrage „Genussmittel im menschlichen Körper – Machen Schokolade und Kaffee abhängig?“ zurück. Meinen Recherchen zufolge weist Coffein einige wichtige Merkmale von Suchtmitteln auf, so z.B. die Tatsache, dass der Körper bei regelmäßigem Konsum eine gewisse Toleranz gegenüber Coffein entwickelt und bei Entzug von Coffein bei Personen, die regelmäßig höhere Dosen konsumieren, Entzugserscheinungen wie Kopfschmerzen auftreten. Es tritt also eine leichte Form von Abhängigkeit von Coffein und somit auch von Kaffee auf. Allerdings ist meines Erachtens das Abhängigkeitspotenzial von Coffein so gering, dass man diese Art von Abhängigkeit z.B. nicht mit der physischen und vor allem psychischen Abhängigkeit von Drogen wie Kokain oder Heroin vergleichen kann. Da Coffein keine psychische Abhängigkeit hervorruft, kann man das Kaffeetrinken jederzeit wieder einstellen. Also komme ich zu dem Schluss, dass Kaffee, wenn man ihn in

vernünftigem Maße genießt, nicht abhängig macht.

3. Literaturverzeichnis

Buchverweise Thema Coffein

- [1] Katalyse-Umweltgruppe Köln e.V.: Chemie in Lebensmitteln. – 9. Auflage, Köln: Zweitausendeins 1982
- [2] Otto-Albrecht Neumüller: Römpps Chemie-Lexikon. – 8. neubearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung, W.Keller & Co 1981
- [3] H. P. T. Ammon: Hunnius Pharmazeutisches Wörterbuch. – 9. Auflage, Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG 2004
- [4] E. Mutschler: Arzneimittelwirkungen – Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie. – 8., völlig neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH 2001
- [5] H. Marquardt und S. G. Schäfer: Lehrbuch der Toxikologie. – Mannheim: B.I. & F.A Brockhaus AG 1994
- [6] Hilka de Groot-Böhlhoff: Ernährungswissenschaft - Ernährungslehre für die Sekundarstufe II. – Haan-Gruiten: Verlag Europa Lehrmittel 1990
- [7] Cornelia A. Schlieper: Grundfragen der Ernährung. – 11.,völlig überarbeitete, erweiterte Auflage, Hamburg: Verlag Dr. Felix Büchner – Verlag Handwerk und Technik G.m.b.H 1992

Buchverweise Thema Schokolade

- [1'] John Emsley: Sonne, Sex und Schokolade – Weinheim: Wiley-VCH 2006, 1.Auflage
- [2'] Nicole Heissmann: Verführer aus sonigen Breiten – Stern (Hg.): Stern 9/2005
- [3'] Prof. Klaus Roth: Schokolade: Warum sie schmeckt! – GDCh (Hg.): Chemie in unserer Zeit, 6/2005 – Weinheim: Wiley-VCH 2005
- [4'] Prof. Dr. Horst Bayrhuber, Prof. Dr. Ulrich Kull (Hg.): Linder Biologie – Stuttgart: Carl Ernst Poeschel Verlag GmbH 1989, 20.Auflage

Internetverweise Thema Coffein

- [8] <http://www.drogen-wissen.de>
- [9] <http://www.wikipedia.de>
- [10] <http://www.chemieonline.de>

Internetverweise Thema Schokolade

- [1'] <http://www.acdlabs.com/publish/tryptophan/images/image002.gif>
- [2'] http://www.afj-hamm.de/drogenhilfezentrum/Substanzeninfos/xtc_chemie.gif; 30.4.06
- [3'] <http://www2.basf.de/basf2/img/produkte/intermed/pindex/formeln/64-04-0.gif>; 30.4.06
- [4'] <http://www.biopsychiatry.com/tryptophan/tryptophan.jpg>; 24.4.06
- [5'] <http://cannabis-archiv.de/wiki/THC>; 29.4.06
- [6'] <http://www.cannabislegal.de/cannabisinfo/endocannabinoidsystem.htm>; 29.4.06
- [7'] <http://www.cannabislegal.de/cannabisinfo/wirkung.htm>; 29.4.06
- [8'] http://intern.mng.ch/fachschaften/chemie/bilder_aktuell/bilder-co-cain/DopaminNoradr.JPG.jpg; 30.4.06
- [9'] <http://www.medizinfo.de/sucht/sucht/abhaengigkeit.shtml>; 2.5.06
- [10'] http://www.merian.fr.bw.schule.de/mueller/Schueler/depressionen_i-Dateien/image006.jpg; 24.4.06
- [11'] <http://www.nutriinfo.de/artikeldetails>; 28.4.06
- [12'] <http://www.pille-palle.net/z-sucht.html>; 2.5.06
- [13'] <http://www.theobroma-caocao.de/gesund/gesund.htm#anadamid>; 29.4.06
- [14'] <http://de.wikipedia.org/wiki/Dopamin>; 30.4.06
- [15'] <http://de.wikipedia.org/wiki/Amphetamin>; 29.4.06
- [16'] <http://de.wikipedia.org/wiki/Anandamid>; 28.4.06
- [17'] <http://pl.wikipedia.org/wiki/Grafika:Anandamid.gif>, 28.4.06
- [18'] <http://de.wikipedia.org/wiki/Tryptophan>; 24.4.06

Sonstiges

raswin – Computerprogramm

Expertenbefragung (Coffein)

- [11] Telefonat mit Dr. rer. nat. Ingeborg Braunmiller

