

Schokolade aus ernährungsmedizinischer und -physiologischer Sicht

Kakao, der natürliche Rohstoff für Schokolade, stammt ursprünglich aus Mittel- und Südamerika. Europäer entwickelten aus dem Kakao die Schokolade. Zahlreiche Untersuchungen beschäftigen sich mit der antioxidativen Wirkung von Polyphenolen aus Schokolade. Aufgrund des Polyphenolgehaltes und weiterer Effekte, wie zum Beispiel ihrer neurophysiologischen Wirkung, ist Schokolade ein interessantes Lebensmittel im Hinblick auf die Gesundheitsforschung und Ernährungsmedizin.

Claudia Reimers

Kakao, der natürliche Rohstoff für Schokolade, stammt ursprünglich aus Mittel- und Südamerika. Dort ist Kakao schon seit Jahrtausenden bekannt. Jedoch erst die Europäer entwickelten nach der Entdeckung Amerikas aus dem Kakao die Schokolade. Heutzutage sind Kakao- und Schokoladenerzeugnisse weit verbreitet. Nach Schätzungen des BDSI (Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V.) erhöhte sich im vergangenen Jahr die Schokoladenproduktion um etwa 8 Prozent. Zahlreiche Untersuchungen beschäftigen sich mit der antioxidativen Wirkung von Polyphenolen aus Kakao sowie weiteren Effekten von Schokolade auf den menschlichen Organismus.

Herkunft des Kakaos

Mehr als 1000 Jahre vor der Entdeckung Amerikas durch Christopher Columbus war Kakao in Mexiko und



Junger Kakastrauch. Foto: Klaus Duffner

Zentralamerika bereits bekannt. Kakaobohnen waren bei den dort ansässigen Kulturen als «Gottesgeschenk» hoch geschätzt. Die Azteken nutzten Kakaobohnen sogar als Zahlungsmittel. Ihr Kakaogetränk, bestehend aus einem Brei von gerösteten Kakaobohnen mit Mais und gewürzt mit Paprika und Vanille oder Zimt, nannten die Azteken «xocoatl». Dieser Name beschreibt den Geschmack sehr treffend, denn xocoatl ist zusammengesetzt aus den Wörtern xococ (sauer, herb, würzig) und atl (Wasser). Das bittere, würzige Getränk fand bei den Europäern nur wenig Anklang. Erst durch den Zusatz von Zucker entsprachen die Kakaoverzeugnisse dem Geschmack der Alten Welt. Aus xocoatl entstand mit der Zeit das Wort Schokolade. Schokoladenzubereitungen waren zunächst ein ausgesprochener Luxusartikel, bis dann im 19. Jahrhundert die fabrikmässige Herstellung Schokolade und das entölte Kakaopulver zu weit verbreiteten Lebensmitteln machte (1, 2). Die Ausgangssubstanz für Schokolade ist Kakaopulver. Das Kakaopulver wird aus den Samen des Kakaobaumes Theobroma Cacao gewonnen, der zu den Sterculiaceengewächsen zählt. Ursprünglich stammt der Kakaobaum aus dem nördlichen Südamerika. Heute ist er über den ganzen Tropengürtel verbreitet (Abbildung 1). Der Kakaobaum erfor-

dert ein feuchtheisses Klima mit mittleren Jahrestemperaturen von 24 bis 28 °C. Er wird wegen seiner Empfindlichkeit gegen Sonne und Wind oft zusammen mit Schattenpflanzen, die «Kakaomutter» genannt werden, kultiviert. Kakaomütter können zum Beispiel einige Urwaldbäume, Kokospalmen oder Bananen sein. Wildwachsend erreicht der immergrüne, gleichzeitig über das ganze Jahr tragende Kakaobaum eine Höhe von 10 bis 15 Metern. In den Plantagen wird er auf 2 bis 4 Meter beschnitten. Die kleinen roten oder weissen Blüten liefern pro Baum etwa 20 bis 50 reife Kakaofrüchte. Die bedeutendsten Kakaobauländer liegen in Südamerika, Westafrika und Indonesien (1, 2).

Die westafrikanischen Kakaoplantagen liefern eine besonders reiche Ernte. Hier wird vor allem der ertragreiche Konsumkakao angebaut. In Südamerika, der Karibik und in Indonesien wird neben Konsumkakao auch Edelkakao angebaut (2).

Bei der Kakaovernte werden die reifen Früchte von Hand mit scharfen Messern vom Baum abgeschlagen. Danach werden die Früchte an Sammelplätzen geöffnet und die von einer weisslichen Masse, genannt Pulpa, umgebenen Kakaosamen herausgelöst. Frisch geerntet sind Kakaosamen oder -bohnen fast geruchslos. Zusammen mit dem Fruchtfleisch werden die Kakaobohnen gelagert. Nach kurzer Zeit setzt ein Gärprozess ein: die Fermentation. Dabei oxidieren die herben Gerbstoffe, das feuchte Fruchtfleisch löst sich auf und fliesst ab. Die Kakaobohnen färben sich dunkel, und das typische Kakaoaroma entsteht. Nach ungefähr einer Woche ist die Fermentation abgeschlossen. Anschliessend werden die Kakaobohnen mehrere Tage in der Sonne getrocknet, bevor sie in Säcke verpackt in die weiterverarbeitenden Länder verschickt werden (1, 2).

Kakaoverarbeitung

Die Weiterverarbeitung der Kakaobohnen beginnt mit dem Reinigen. In den Reinigungsanlagen werden alle Fremdstoffe, wie kleine Steinchen, Holz, Metallteilchen, durch Sieben

Tabelle 1:
Zusammensetzung einiger Schokoladenmassen (nach [3])

Mindestgehalt (%) Erzeugnis	Gesamtkakao- trockenmasse	Zugesetzte Kakaobutter	Milchtrocken- Masse	Milchfett	Gesamtfett (Kakaobutter + Milchfett)
Schokolade	35	18	—	—	
Vollmilchschokolade	30	—	18	4,5	
Milchschokolade	25	—	14	3,5	25
Sahneschokolade	25	—	14	5,5	
Haushaltsmilchschokolade	20	—	20	5,0	25
Feine/Edle Schokolade	43	26	—	—	
Zart-/Halbbitter-Schokolade	50	18	—	—	
Bitterschokolade	60	18	—	—	
Schokoladenkuvertüre	35	31	—	—	31*
Weisse Schokolade	—	20	14	3,5	

* Milchschokoladenkuvertüre

Grundlage für die Kakaomasse, aus der Schokolade hergestellt wird, sind die Kakaobohnen. Die Zusammensetzung von fermentierten, lufttrockenen Kakaobohnen ergibt sich aus *Tabelle 2*.

Tabelle 2:
Zusammensetzung von fermentierten, lufttrockenen Kakaokerne(n) (nach [1])

Bestandteile	Anteil in %
Wasser	5,0
Fett	54,0
Koffein	0,2
Theobromin	1,2
Polyhydroxyphenole	6,0
Rohprotein	11,5
Mono- und Oligosaccharide	1,0
Stärke	6,0
Pentosane	1,5
Zellulose	9,0
Karbonsäuren	1,5
Sonstige Stoffe	0,5
Asche	2,6

und Bürsten sowie pneumatisch und magnetisch entfernt. Es folgt das Rosten der nun einwandfreien Bohnen. Die Kakaobohnen werden noch in der Schale geröstet. Bei genauer Temperaturführung entfaltet sich der Kakaogeschmack in den Bohnen. Nach dem Rosten werden die Kerne von ihren Schalenteilchen getrennt und vermahlen. Das Zellgewebe der Kakaokerne wird beim Mahlvorgang aufgerissen und die in den Zellen enthaltene Kakaobutter freigesetzt. Durch die Reibung beim Mahlen steigt die Temperatur, und die Kakaobutter schmilzt. Sie verbindet die Zellbruchstücke, Stärke-

und Eiweißteilchen zu einer braunen, schon stark nach Schokolade duftenden Kakaomasse. Aus der Kakaomasse werden nun verschiedene Produkte hergestellt: zum einen Kakaopulver und Kakaobutter und zum anderen Schokolade und Schokoladenwaren (*Abbildung 2, Seite 18* [1, 2]).

Schokoladenherstellung

Zur Schokoladenherstellung wird Kakaomasse mit Milch, Zucker, zusätzlicher Kakaobutter oder Rahm vermischt – je nachdem, welche Schokoladensorte und welcher Geschmackscharakter erzielt werden soll. Eine knetfähige Masse entsteht, die bereits alle geschmacklichen Eigenschaften der Schokolade enthält. Ihr fehlt jedoch noch die endgültige Feinheit. Die Masse wird nun zwischen mehreren Stahlwalzen hauchdünn zerrieben und zu den Conchen geführt. In den Conchen, so genannt nach ihrer ursprünglichen Muschelform (frz. Conche = Muschel), wird die Schokolade gerührt und verrieben. Das Conchieren ist der entscheidende Prozess der Schokoladenherstellung. Der Vorgang kann mehrere Stunden bis Tage andauern. Durch das ununterbrochene Drehen, Lüften und Wenden wird die Schokoladenmasse flüssig und fein. Im Anschluss an das Conchieren wird die Schokoladenmasse temperiert. Dabei wird sie in bestimmten Intervallen stufenweise erwärmt und wieder ab-

gekühlt. Je nach Sorte und Kakaobuttergehalt verläuft die Temperaturkurve unterschiedlich. Für die spätere Qualität ist das Temperieren der Schokolade von entscheidender Bedeutung. Fehler in der Temperaturführung mindern die Qualität des Endproduktes erheblich. Da die Fette, die in der Schokolade enthalten sind, bei diesem Produktionsschritt ihre stabile Kristallstruktur aufbauen, wird der ganze Vorgang des Temperierens auch Vorkristallisieren genannt. Anschließend wird die flüssige Schokolade in Formen gegossen und gekühlt. Dabei erhält sie ihren charakteristischen seidigen Glanz, den knackigen Bruch und den zarten Schmelz (1, 2).

Inhaltsstoffe von Schokolade und Kakao

Schokolade besteht aus Kakaomasse, Kakaobutter und Zucker sowie weiteren Zutaten, wie Aromen, Nüssen, Milcherzeugnissen oder Gewürzen. Neben der Verwendung von Kakaobutter als alleinigem Fett dürfen seit 2003 in der EU bis zu 5 Prozent preiswertere Fette für die Schokoladenherstellung verwendet werden, wie beispielsweise Shea-Butter, Palmöl oder Fett der asiatischen Illipe-Nuss. Diese Kakaobutteraustauschfette weisen ein ähnliches Schmelzverhalten wie Kakaobutter auf. Die Verwendung von Kakaobutteraustauschfetten muss auf der Verpackung gekennzeichnet werden (1, 3, 4).

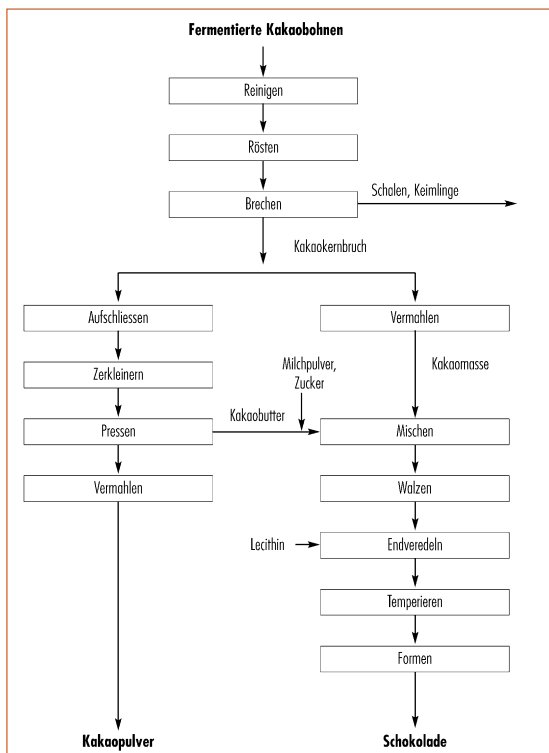


Abbildung 2: Herstellung von Kakaopulver und Schokoladen (1)

Geruchs- und Geschmacksstoffe

Entscheidenden Einfluss auf das Aroma des Kakao haben der richtige Erntezeitpunkt, die Fermentierung, Trocknung und Röstung. Die frische Kakaobohne zeigt einen essigartigen Geruch und Geschmack, die fermentierte Bohne schmeckt bitter adstringierend, dabei deutlich süß. Die bei der Hydrolyse aus Saccharose, während des Fermentationsprozesses, gebildeten reduzierenden Zucker spielen bei der Aromaausbildung während des Röstprozesses eine wichtige Rolle. Die richtige Führung der Fermentation ist nicht nur ausserordentlich wichtig für die Ausbildung des Kakaoaromas, sondern sie verhindert auch die Entwicklung unerwünschter Mikroorganismen wie Schimmelpilze oder Buttersäurebakterien (1, 2).

Neurophysiologische Aspekte des Schokoladenverzehr

Schokoladenverzehr gilt als stimungsaufhellend. Botenstoffe, wie zum Beispiel das Serotonin, können im Gehirn «gute Laune» auslösen. Durch den Genuss von Schokolade steigt der Serotoninspiegel im Gehirn und damit auch die Stimmung. Der zugrunde liegende Mechanismus ist dabei folgender: Die Biosynthese von Serotonin im Körper ist abhängig von der Konzentration der Aminosäure Tryptophan, die im Gehirn zu Serotonin synthetisiert wird. Die Tryptophan-Konzentration wird wiederum bestimmt durch den Protein- und Kohlenhydratanteil der Nahrung. Tryptophan konkurriert beim Transfer der Blut-Hirn-Schranke mit anderen freien Aminosäuren um das gleiche Carrier-System. Nach der Aufnahme von Kohlenhydraten und der daraus folgenden Insulinfreisetzung wird die Aufnahme freier Aminosäuren aus dem Blut in die Muskulatur gesteigert. Tryptophan hingegen verbleibt im Blutstrom und kann nun, da weniger freie Aminosäuren im Blut vorhanden sind, leichter die Blut-Hirn-Schranke passieren. Im Gehirn wird nun vermehrt Serotonin aus Tryptop-

han synthetisiert. Fett begünstigt ebenfalls die Synthese von Serotonin (7). Eine Studie bestätigt den Zusammenhang zwischen Stimmungstief und dem Verlangen nach süß schmeckenden Kohlenhydraten, wie sie zum Beispiel in Schokolade, besonders in heller Milchschokolade, vorkommen (7). Dieser Heißhunger auf Süßes wird auch als «craving» bezeichnet. «chocolate craving» (Heißhunger auf Schokolade) lässt sich mit der Wechselbeziehung zwischen Kohlenhydratzufuhr und Serotoninproduktion erklären. Durch den Fettgehalt der Schokolade wird die Serotoninsynthese weiter gesteigert. Die Mischung aus Fett- und Kohlenhydraten schmeckt jedoch nicht nur gut, sondern hat auch eine hohe Energiedichte. Ist insgesamt eine positive Energiebilanz durch die Nahrungsaufnahme vorhanden, entsteht Übergewicht (7).

Auswirkungen von Schokoladenkonsum auf Insulinsensitivität und Cholesterin

Verschiedene Studien (8, 11–14) zeigen den positiven Effekt von antioxidativen Flavonoiden aus Kakao und Schokolade. Der antioxidative Effekt der Flavonoide wirkt sich auch positiv auf die Produktion von Stickstoffmonoxid (NO) in menschlichen Zellen aus (11). NO wirkt tonusregulierend. Eine Reihe kardiovaskulärer Risiken, wie Rauchen oder Hypercholesterinämie, verringert die biologische Aktivität von NO (7). Die Sensitivität der Körperzellen für Insulin ist ebenfalls abhängig von der NO-Verfügbarkeit. Daher wurde in einer aktuellen Studie vermutet, dass dunkle, polyphenolreiche Schokolade die Insulinsensitivität und damit auch eine mögliche Insulinresistenz verbessern kann. Die Autoren fanden heraus, dass die Gabe von dunkler Schokolade eine verbesserte Insulinresistenz und -sensitivität sowie die Senkung des systolischen Blutdrucks zur Folge hatte. Weiße Schokolade, die keine Polyphenole enthält, zeigte keine Effekte (15). Diese Studienergebnisse sind sehr interessant im Hinblick auf die Suche nach potenziell gesundheitsfördernden Lebensmitteln. Durch die spezifische Fettsäure-Zusammensetzung der Kakaobutter wirken sich Kakao und Schokolade kaum auf den Cholesterinspiegel aus (7, 8).

Dunkle Schokolade vs. Milchschokolade

(Zart-)Bitterschokoladen haben einen höheren Kakaogehalt (50–60%

(1, 7, 9). Da Kakaopulver und damit auch Schokolade, insbesondere dunkle Schokolade, einen bedeutenden Gehalt an Flavonoiden enthält (10), gehen Wissenschaftler davon aus, dass der Verzehr von dunkler Schokolade oder Kakao positive Auswirkungen auf Herz-Kreislauf-Erkrankungen hat (11). Dunkle Schokolade ist besonders reich an Polyphenolen/Flavonoiden, aufgrund des höheren Kakaoteils (3). Nach Verzehr von Kakaopulver beziehungsweise dunkler Schokolade konnte bei Versuchspersonen in verschiedenen Studien dosisabhängig eine Steigerung der antioxidativen Kapazität im Plasma nachgewiesen werden (12). Ein signifikanter Anstieg von Plasma-Epikatechin-Konzentrationen im Blut durch Schokoladenkonsum konnte ebenfalls gemessen werden (12, 13). In vitro konnten eine Senkung der LDL-Oxidation und ein Anstieg der HDL-Konzentration nach vierwöchigem Verzehr von Kakaopulver und dunkler Schokolade im Blut festgestellt werden (14). Bei einem Versuch an Gesunden wurde bei Gabe von Flavonoiden aus Schokolade ein senkender Effekt auf Thrombozytenaggregationen beobachtet. Thrombozytenaggregationen, also Gerinnsel von Blutplättchen, sind wesentlich an der Entstehung degenerativer Gefäßerkrankungen beteiligt (7, 13).

[siehe auch *Tabelle 1*] im Vergleich zu Milkschokoladen (20–30%). Der Energiegehalt pro Portion ist etwas niedriger als bei der Milkschokolade, wobei sich der Unterschied hauptsächlich aus dem Kohlenhydrat- und Eiweißgehalt ergibt (16, 17). Bitterschokoladen werden oft auch als dunkle Schokoladen bezeichnet.

Empfehlung aus Sicht der Ernährungsmedizin

Kakao und daraus hergestellte Schokolade, insbesondere dunkle oder Bitterschokolade, kann aufgrund des hohen Gehaltes an Flavonoiden einen positiven Beitrag zu einer gesundheitsbewussten ausgewogenen Ernährungsweise leisten. Bitterschokoladen haben im Vergleich zu Milkschokoladen einen etwas niedrigeren Energiegehalt. Trotz ihres Flavonoidgehaltes sollten Schokolade und Kakao nicht mit Flavonoid-Lieferanten wie Gemüse oder Obst gleichgesetzt werden, denn letztere enthalten ausserdem noch Ballaststoffe, Vitamine und Mineralstoffe. Für Diabetiker gilt die gleiche Empfehlung

wie für Gesunde auch: In Massen gegessen, muss auf Schokolade und Kakao nicht verzichtet werden. ■

Autorin:

Dipl. oec. troph. Claudia Reimers
Steinkaulstr. 44
D-52070 Aachen

Literatur:

1. Belitz H.-D. et al.: Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 5., vollst. überarb. Aufl., Springer, Berlin, 2001.
2. «Schokoladenseiten» Über die Natur eines Genusses, Broschüre des Infozentrums Schokolade, Marie-Curie-Str. 5, D-51377 Leverkusen und Internet: www.infozentrum-schoko.de (Abrufdatum 06.04.2005).
3. Verordnung über Kakao- und Schokoladenerzeugnisse (Kakaoverordnung) vom 15. Dezember 2003, Bundesrepublik Deutschland.
4. Richtlinie 2000/36/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Juni 2000 über Kakao- und Schokoladenerzeugnisse für die menschliche Ernährung.
5. Pschyrembel, Klinisches Wörterbuch, 258. Auflage, de Gruyter, Berlin, 1997.
6. Usmani O.S. et al.: Theobromine inhibits sensory nerve activation and cough. *FASEB J* 2005 Feb; 19 (2): 231 – 3. Epub 2004 Nov 17.
7. Kasper H.: Ernährungsmedizin und Diätetik. 10., neubearbeitete Auflage, Urban & Fischer, München, 2004.

8. Weisburger J.H.: Chemopreventive Effects of Cocoa Polyphenols on Chronic Diseases. *Exp Biol Med* Vol. 226 (10): 891–897, 2001.
9. Grune T.: Antioxidantien in Biesalski K. et al.: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe. Thieme Verlag, Stuttgart 2002.
10. Hammerstone J.F. et al.: Procyanidin Content and Variation in Some Commonly Consumed Foods. *J Nutr* 130: 2086–2092, 2000.
11. Keen C.L. et al.: Cocoa antioxidants and cardiovascular health. *Am J Clin Nutr* 2005; 81(suppl): 298–303.
12. Rein D. et al.: Epicatechin in Human Plasma: In Vivo Determination and Effect of Chocolate Consumption on Plasma Oxidation Status. *J Nutr* 130: 2109–2114, 2000.
13. Murphy K.J. et al.: Dietary flavanols and procyanidin oligomers from cocoa (Theobroma cocoa) inhibit platelet function. *Am J Clin Nutr* 2003; 77: 1466–73.
14. Wan Y. et al.: Effects of cocoa powder and dark chocolate on LDL oxidative susceptibility and prostaglandin concentrations in humans. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 596–602.
15. Grassi D. et al.: Short-term administration of dark chocolate is followed by a significant increase in insulin sensitivity and a decrease in blood pressure in healthy persons. *Am J Clin Nutr* 2005; 81: 611–4.
16. Ebis, Programm zur Nährwertberechnung, Firma E + D Partner, Martin-Niemöller-Weg 25, 61267 Neu-Anspach.
17. Elmadfa I. et al.: Die grosse GU-Nährwert Kalorien Tabelle 2002/03, Gräfe und Unzer.