

WPD

WISSENSCHAFTLICHER
PRESSEDIENST

MODERNE ERNÄHRUNG HEUTE

Nr. 2 / November 2018

Herausgeber: Prof. Dr. Reinhard Matissek – Lebensmittelchemisches Institut (LCI)
des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie e.V., Köln

Schokolade – ein besonderes Lebensmittel

Forschung zu Polyphenolen



Professor Dr. Reinhard Matissek und Dr. Marion Raters
Lebensmittelchemisches Institut (LCI) des Bundesverbandes
der Deutschen Süßwarenindustrie (BDSI), Köln

Schokolade – ein besonderes Lebensmittel

Forschung zu Polyphenolen

Professor Dr. Reinhard Matissek und Dr. Marion Raters
Lebensmittelchemisches Institut (LCI) des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie (BDSI), Köln

ZUSAMMENFASSUNG

Kakao und Schokolade erfreuen sich nicht nur aufgrund ihres guten Geschmacks und Aromas größter Beliebtheit. Auch der Wandel in der Beurteilung sekundärer Pflanzenstoffe wie den Polyphenolen, die vor nicht allzu langer Zeit noch als unbedeutend galten, machen Kakao zu einem wertvollen Rohstoff und Schokolade zu einem geschätzten Lebensmittel. Die gesundheitsfördernde Wirkung bestimmter Kakao-inhaltsstoffe wurde im Jahr 2013 im Rahmen der Zulassung eines sogenannten Health Claims für bestimmte Kakaoerzeugnisse mit hohen Gehalten an Kakaoflavanolen dokumentiert. Im Lebensmittelchemischen Institut (LCI) des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie (BDSI) wurde eine Analyse-methode zur Überprüfung der Voraussetzungen zur Verwendung dieses Gesundheitsversprechens entwickelt und angewandt.

EINLEITUNG

Schon Olmeken, Maya und Azteken interessierten sich für Kakao und daraus hergestellte Erzeugnisse, die jedoch anders waren als wir sie heute kennen. Bereits 1000 v. Chr. gab es kakaohaltige Getränke, wie chromatographische Analysen von Tonscherben aus Honduras (Mittelamerika) durch den Nachweis von Theobromin zeigten [1]. Die Autoren, die die Scherben aus dem Dorf Puerto Escondido im unteren Río Ulúa Tal untersuchten, vermuten aufgrund der Form und der Verzierung, dass es sich um ein alkoholhaltiges Getränk handelte, das aus dem Fruchtfleisch des Kakaobaumes hergestellt und zu besonderen Anlässen getrunken wurde. In dieser Zeit entstand in Mittelamerika die Kultur der Olmeken. Das Wort „cacao“ leitet sich aus dem olmekischen „kakawa“ ab und wurde später von den Maya übernommen. Neueste Untersuchungen von Archäologen

der University of Calgary und der University of British Columbia belegten im Oktober 2018, dass in Ecuador bereits vor mindestens 5.300 Jahren – und damit wesentlich früher als bisher angenommen – Kakao als Lebensmittel verwendet wurde. Die Forscher konnten auf Tonscherben aus einem Mayo-Chin-chipe-Dorf im oberen Teil des Amazonasbeckens Spuren von Kakao-DNA nachweisen [2].

Die heute gängige taxonomische Bezeichnung des Kakaobaumes *Theobroma cacao*, eine Kombination aus griechischer und mayanischer Etymologie, stammt von dem schwedischen Botaniker Carl von Linné aus dem Jahr 1753 und bedeutet „Speise der Götter“. Mit der Eroberung des Aztekenreiches (heute Mexiko) 1519 durch Hernando Cortéz kam der Kakao letztendlich nach Europa. Während der spanischen Kolonialzeit wurden Kakaobohnen wegen ihres bitteren Geschmacks nicht verzehrt,

sondern zunächst hauptsächlich als Zahlungsmittel genutzt, bis das Kakaotränk durch den Zusatz von Rohrzucker genießbar und die heilenden Eigenschaften des Kakaos erkannt wurden. Schriften aus dem 16.–19. Jahrhundert beschreiben über 100 medizinische Anwendungen für Kakao (-bohnen) und Schokolade, aber auch für andere Bestandteile wie die Blüten des Kakaobaumes. Der Verzehr sollte beispielsweise bei Fieber, Schwächegefühl, Herzleiden und Magenschmerzen helfen [3]. Ernährungsphysiologisch wurde Schokolade lange Zeit keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Doch in den letzten Jahren erinnerte man sich wieder daran, dass Kakao als ein „Heilmittel“ galt und versucht seine Wirkungen naturwissenschaftlich zu belegen. Hierbei konzentriert sich die Forschung auf eine Stoffgruppe, die auch in Rotwein, Rotkohl und anderen Kohlsorten, fast allen Obstsorten, Tee und vielen anderen Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft vorkommt: die Polyphenole.

Insbesondere in den letzten zehn Jahren konnte anhand verschiedener Studien gezeigt werden, dass ein Zusammenhang zwischen dem Konsum von Schokolade – beziehungsweise allgemein zwischen polyphenolreichen Lebensmitteln – und kurz- sowie längerfristigen positiven Effekten auf die menschliche Gesundheit, wie die Reduzierung kardiovaskulärer Erkrankungen, besteht [4]. Bereits in früheren Ausgaben des Wissenschaftlichen Pressedienstes „Moderne Ernährung heute“ wurde über gesundheitliche Aspekte polyphenolreicher Lebensmittel wie Kakaoprodukte berichtet [5,6]. Im Jahr 2013 veröffentlichte die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority, EFSA) sogar einen Health Claim („Gesundheitsversprechen“) für Kakaoflavanole [7]. Damit einher ging, dass auch die Entwicklung bzw. Etablierung von Methoden für eine qualitative und quantitative Bestimmung von Polyphenolen in Lebensmitteln wichtig wurde. Die Verfügbarkeit von geeigneten validierten Methoden stellt nicht nur die Grundlage der Forschung dar, sondern ermöglicht es auch, den Anforderungen von Verbrauchern, Industrie und

Lebensmittelrecht in Bezug auf eine angemessene klare Kennzeichnung gerecht zu werden [8].

WAS SIND POLYPHENOLE?

Polyphenole bilden eine der zahlenmäßig größten, mengenmäßig wichtigsten und sehr weit verbreiteten Verbindungsklassen in der Natur [9]. Sie machen rund 30 % der Gesamtbioasse aus, was vor allem auf Lignin als Bestandteil von Holz oder auch auf Huminsäuren als Abbauprodukt abgestorbener Pflanzenteile zurückzuführen ist. Polyphenole werden von Pflanzen als sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe (Sekundärmetabolite) produziert und sind mit Blick auf die essbaren Teile vor allem in den Blättern und Früchten zu finden [10]. Im Gegensatz zu den Primärmetaboliten, zu denen beispielsweise Kohlenhydrate und Aminosäuren zählen, sind Sekundärmetabolite Verbindungen, die in der Pflanze nicht essentiell für die Entwicklung oder das Wachstum einzelner Zellen sind. Den Pflanzen dienen sie als Abwehrstoffe gegen Schädlinge, Farbpigmente beispielsweise in Blüten, aber auch als Lockstoffe für Insekten. Außerdem schützen sie die Pflanze vor schädlicher UV-Strahlung [11].

Der Mensch nimmt etwa 10g Polyphenole pro Tag mit der (pflanzlichen) Nahrung auf. Zu den Lebensmitteln, die besonders reich an Polyphenolen sind, gehören neben Kakao beispielsweise auch grüner Tee, Kaffee, Äpfel, Zwiebeln, Kohlgewächse und Tomaten [10]. Schätzungsweise kommen bis zu 10.000 polyphenolische Verbindungen in Lebensmitteln vor [11].

DIE VORTEILE VON POLYPHENOLEN IN DER MENSCHLICHEN ERNÄHRUNG

Polyphenole weisen zwei besondere Eigenschaften auf: Zum einen sind sie antioxidativ wirksam, wodurch sie als Radikalfänger und Chelatbildner für Metallionen fungieren sowie einen Schutz vor Lipid-(LDL)-Peroxidation und vor oxidativen Schäden an der DNA bieten. Zum anderen entfal-

ten sie antikanzerogene bzw. antigenotoxische Eigenschaften, indem sie die Bildung von Entgiftungsenzymen induzieren, die Aktivierung von Prokarzinogenen hemmen und DNA-Bindungsstellen für Karzinogene maskieren [11]. Obwohl es sich um Verbindungen ohne Nährstoffcharakter handelt, werden Polyphenole, insbesondere aufgrund ihres antioxidativen Potenzials, mit vielfältigen positiven Wirkungen auf die menschliche Gesundheit in Verbindung gebracht. Aus epidemiologischen sowie klinischen Studien geht hervor, dass Polyphenole unter anderem für eine Verringerung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie beispielsweise Schlaganfall sowie zur Senkung erhöhten Blutdrucks, Verminderung von Entzündungsmarkern im Blut, Erhöhung der Blutflussgeschwindigkeit und für eine Verbesserung der kognitiven Leistung sorgen können [10, 12].

Die später in diesem Artikel detailliert beschriebenen Aspekte des sog. Health Claims für Kakaoflavanole zielen auf die positiven Eigenschaften der Kakaoflavanole auf den Blutfluss ab. Alle Lymph- und Blutgefäße bestehen aus einer Lage von Endothelzellen. Sie dienen der Regulation des Stoffaustauschs und des Blutdrucks, vermindern den oxidativen Stress an den Gefäßwänden und sorgen für die Freisetzung vasodilatierender (gefäßerweiternder) Substanzen, zu denen zum Beispiel Stickstoffmonoxid (NO) zählt. Außerdem beeinflussen sie den Blutfluss durch Hemmung und Aktivierung von Gerinnungsprozessen. Eine Funktionsstörung des Endothels (endotheliale Dysfunktion) kann daher oftmals als Ursache für kardiovaskuläre Erkrankungen, wie die Entstehung von Atherosklerose, angesehen werden. Charakteristisch für eine Dysfunktion ist demnach eine beeinträchtigte flussvermittelte Vasodilatation (flow-mediated vasodilation, FMD), die sich durch verringerte NO-Bioaktivität äußert und mittels hochauflösenden Ultraschalls an der Arteria brachialis (Oberarm-Arterie) gemessen werden kann. In Studien konnte gezeigt werden, dass der Verzehr flavanolreicher Kakaoprodukte, insbesondere monomere und oligomere Flavanole wie die Catechine und Procyanidine, zu einer

Steigerung der Stickstoffmonoxid-Produktion und somit zur Aufrechterhaltung der Endothelfunktion beiträgt [13-14].

Einteilung der Polyphenole

Polyphenole lassen sich in drei große Stoffklassen gliedern [16-18]:

Phenol(carbon)säuren

Dazu zählen zum einen die Hydroxybenzoesäuren, wie beispielsweise Gallussäure und zum anderen die Hydroxyzimtsäuren, wie beispielsweise Kaffeesäure.

Flavonoide

Bisher konnten über 5.000 Flavonoide identifiziert werden. Diese lassen sich abhängig von Struktur und Oxidationsgrad des ungesättigten Pyranrings in acht Unterklassen gliedern. Dazu zählen beispielsweise die Flavanole; sie werden auch Catechine genannt und spielen vor allem in Kakao und Tee eine Rolle. Zu den Flavononen zählen viele Bitterstoffe, wie das Glykosid Naringin in Grapefruit. Anthocyanidine kommen als pH-abhängige Blütenfarbstoffe oder Pigmente in anderen Pflanzenteilen sowie als Farbstoffe in verschiedenen Obst- und Gemüsesorten ubiquitär vor.

Tannine

Dabei handelt es sich um polymere Kondensationsprodukte, die durch autoxidative oder enzymatische Polymerisierung aus den Flavan-3-ol- und Flavan-3,4-diol-Einheiten gebildet werden. Sie weisen einen hohen Hydroxylierungsgrad auf und können unlösliche Komplexe mit Kohlenhydraten und Proteinen bilden.

In Abbildung 1 (siehe Seite 5) ist die Einteilung der Polyphenole in die drei genannten Klassen mit den zugehörigen Unterklassen dargestellt.

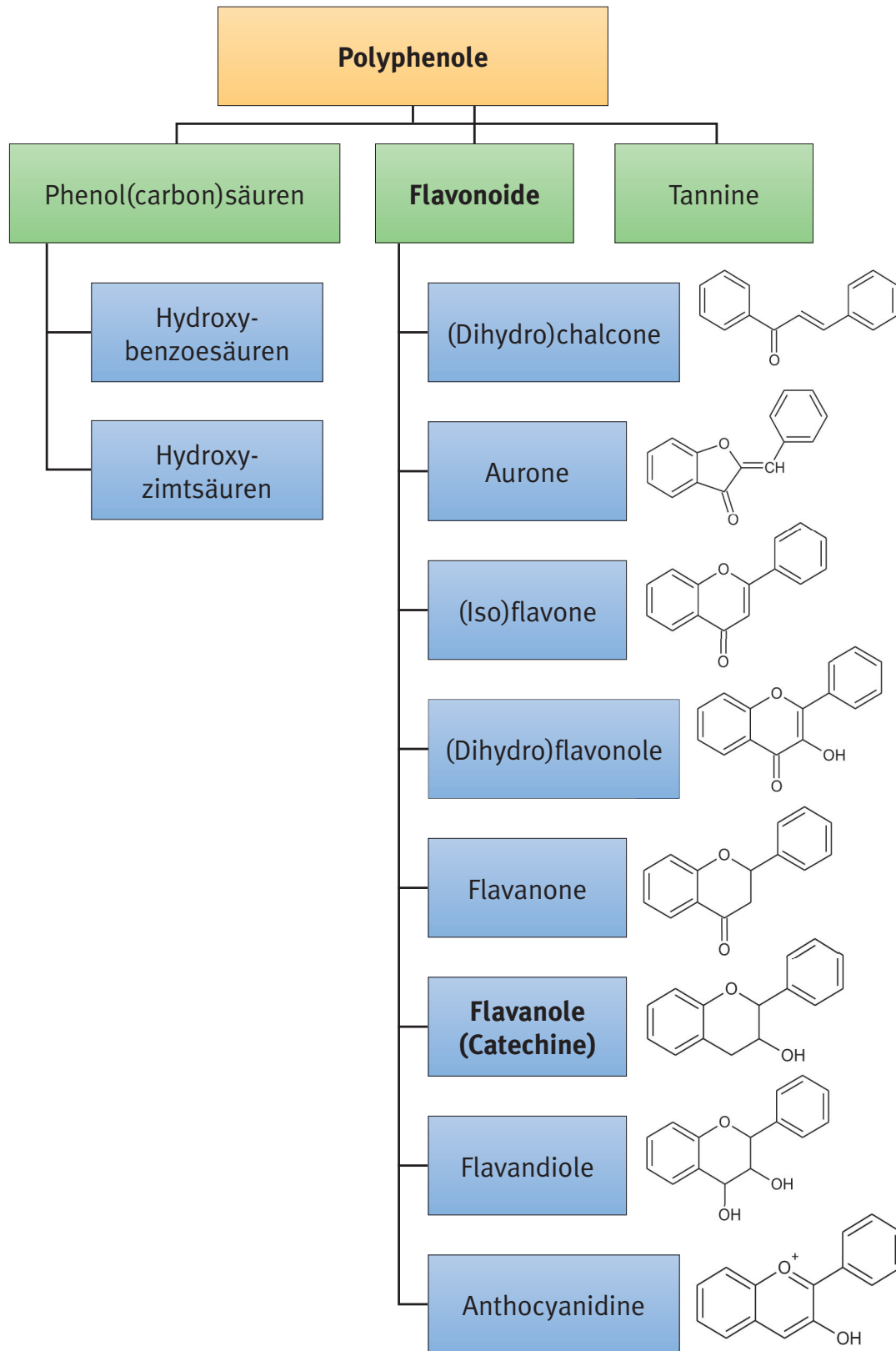


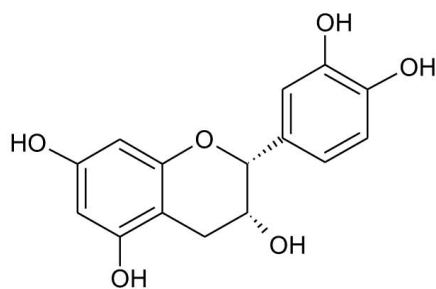
Abbildung 1: Einteilung der Polyphenole in die drei Klassen Phenol(carbon)säuren, Flavonoide und Tannine mit ihren entsprechenden Unterklassen und strukturellen Grundgerüsten für die verschiedenen Flavonoide (nach [17])

POLYPHENOLE IN KAKAO

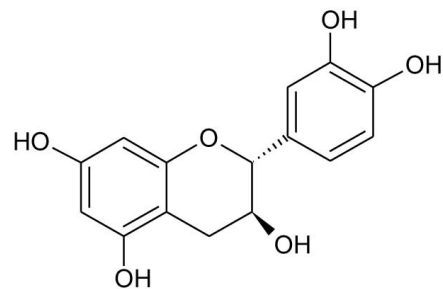
Die Polyphenole der Kakaobohne sind in den Pigmentzellen der Keimblätter (Kotyledonen) gespeichert. Die Farbe dieser Pigmentzellen, auch Polyphenol-Speicherzellen genannt, ist vom Gehalt an Anthocyanen (Glycoside der Anthocyanidine, eine Untergruppe der Flavonoide) abhängig und reicht von weiß bis hin zu dunkelviolett [16].

Jede Kakaobohne enthält eine signifikante Menge von ca. 50 % Fett in Form der sogenannten Kakaobutter. In der fettfreien Kakaotrockenmasse (FFKTM) machen die Polyphenole einen Anteil von 12 bis 18 % aus [19].

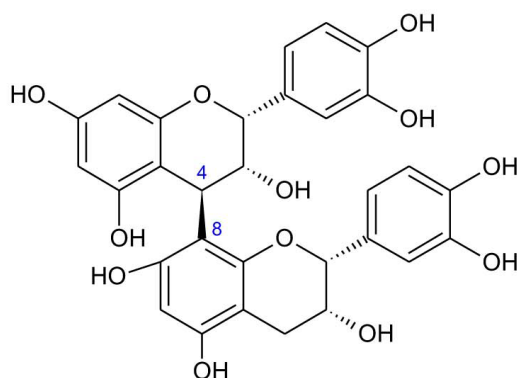
Beim Kakao spielen vor allem Catechine, insbesondere (-)-Epicatechin, sowie Proanthocyanidine eine Rolle. Die Catechine machen von der gesamten Polyphenolfraction in der Kakaobohne etwa 37 % aus, Anthocyane etwa 4 % und Proanthocyanidine sogar etwa 58 %. Sie sind nicht nur für die typische Färbung, sondern auch für den Geschmack von Kakao- und Schokoladenerzeugnissen verantwortlich [12]. Insbesondere die Bitterkeit durch Interaktionen mit den Bitterrezeptoren kann den Flavonoiden zugeschrieben werden. Zudem wirken sie durch Fällung von Speichelproteinen in hohen Konzentrationen adstringierend, das heißt sie sorgen für ein raues, pelziges Mundgefühl [10, 20].



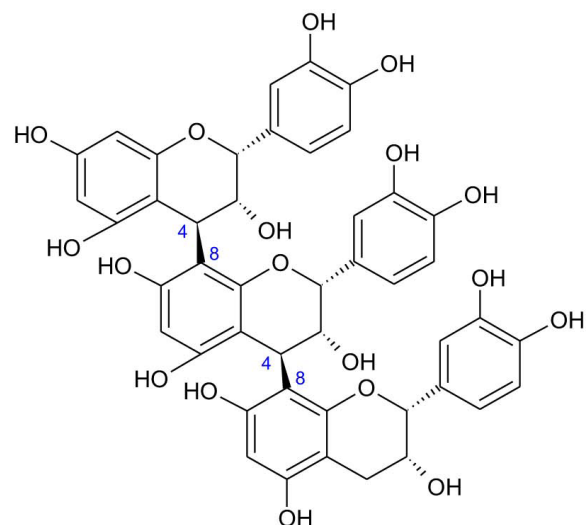
(-)-Epicatechin



(+)-Catechin



Procyanidin B2



Procyanidin C1

Abbildung 2: Strukturformeln der Flavonoide (-)-Epicatechin, (+)-Catechin, Procyanidin B2 und Procyanidin C1.

Neben den vier Flavonoiden Epicatechin, Catechin sowie dem dimeren Procyanidin B₂ und dem trimeren Procyanidin C₁ (siehe Abbildung 2, Seite 6) wurden in Kakaobohnen noch weitere Polyphenole identifiziert: Zur Proanthocyanidin-beziehungsweise Procyanidinfraktion zählen die dimeren Procyanidine B₁, B₃, B₄, B₅, das tetramere Procyanidin D, bestehend aus vier Epicatechin-Einheiten, sowie höherpolymere Procyanidine bis Polymerisierungsgrad 18. Außerdem wurden in Kakaobohnen die Anthocyane Cyanidin-3- α -L-Arabinosid und Cyanidin-3- β -L-Galactosid sowie die glycosidischen Flavonole Quercetin-3-O- α -D-Arabinosid und Quercetin-3-O- β -D-Glucopyranosid gefunden. Die Catechine (+)Gallocatechin und (-)Epigallocatechin sind ebenfalls in Spuren vorhanden [16].

HEALTH CLAIM FÜR KAKAOFLAVANOLE

Bereits im Jahr 2011 wurde von der Firma Barry Callebaut, einem weltweit führenden Hersteller von qualitativ hochwertigen Kakao- und Schokoladenerzeugnissen mit Hauptsitz in Zürich (Schweiz), der Antrag für einen Health Claim (dt. gesundheitsbezogene Angabe) bei der EFSA eingereicht. Mit dem positiven Gutachten der NDA (Panel on Nutrition, Novel Foods and Food Allergens) der EFSA wurde Barry Callebaut im Juli 2012 als erstem kakaoverarbeitendem Unternehmen in der EU die Nutzung des folgenden Gesundheitsversprechens zugestanden:

„Cocoa flavanols help maintain endothelium-dependent vasodilation, which contributes to normal blood flow“

(„Kakaoflavanole helfen die Endothelabhängige Elastizität der Blutgefäße aufrechtzuerhalten und tragen damit zu einem normalen Blutfluss bei“)

Die entsprechende Zulassung erteilte die EU-Kommission dem genannten Unternehmen im Septem-

ber 2013 mit Beschränkung auf fünf Jahre. Nach Ablauf dieser fünf Jahre – sprich im September 2018 – ist das exklusive Nutzungsrecht des Claims beendet. Das Gesundheitsversprechen kann nun – unter der Voraussetzung, dass die Nutzungsbedingungen des Claims erfüllt sind – auch von anderen Unternehmen verwendet werden.

Um die versprochene Wirkung zu erlangen, wird laut EFSA eine tägliche Aufnahme von 200mg Kakaoflavanolen empfohlen, was mit einem Konsum von 2,5g flavanolreichem Kakaopulver oder 10g flavanolreicher dunkler Schokolade erreicht werden könne. Beides könne – entsprechend den Ausführungen der EFSA – im Kontext einer ausgewogenen Ernährung konsumiert werden. Unter dem Begriff „Kakaoflavanole“ werden entsprechend den Ausführungen der EFSA insbesondere monomere (vor allem Epicatechin) und oligomere Flavonole (verschiedene Procyanidine) mit Polymerisierungsgrad (DP, degree of polymerization) 1 bis 10 verstanden [7]. Im Jahre 2015 wurde des Weiteren im Amtsblatt der EU Kommission die Verordnung (EU) 2015/539 veröffentlicht. Hiernach gilt der Health Claim auch für Kapseln und Tabletten, die Kakaoextrakte mit einem hohen Gehalt an Kakaoflavanolen enthalten [21].

METHODE ZUR ÜBERPRÜFUNG DER NUTZUNGSBEDINGUNGEN DES HEALTH CLAIMS

Um überprüfen zu können, ob für ein Kakao- oder Schokoladenerzeugnis mit diesem Health Claim geworben werden darf, ist die Quantifizierung der Polyphenole mit Polymerisierungsgrad (DP) 1 bis 10 notwendig. Im LCI konnte eine für die Routineanalytik angepasste Methode erfolgreich etabliert werden. Diese Analysenmethode ist bestens geeignet, die Einhaltung der Anforderungen an die Verwendung des Health Claims bei Kakao- und Schokoladenerzeugnissen zu überprüfen.

Die Probenaufarbeitung wurde in Anlehnung an Robbins et al. [8] durchgeführt. Hierbei werden die Polyphenole – nach Entfetten der eingewogenen

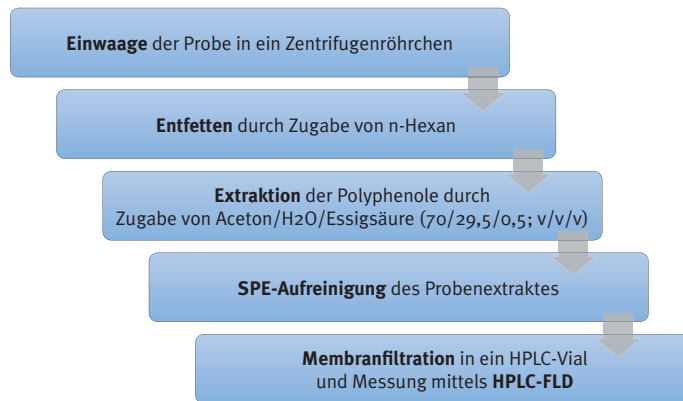


Abbildung 3: Probenaufarbeitungsschema zur Bestimmung der Polyphenole DP 1–10 mittels HPLC-FLD

Probe mit Hexan – mit einem Lösungsmittelgemisch bestehend aus Aceton, Wasser und Essigsäure extrahiert und anschließend über eine SPE-Säule (engl. solid phase extraction, Festphasenextraktion) aufgereinigt. Nach Membranfiltration kann der Probenextrakt dann direkt mittels Hochleistungsflüssigchromatographie-Fluoreszenzdetektion (HPLC-FLD) analysiert werden [22]. In Abbildung 3 ist ein Probenaufarbeitungsschema dargestellt.

MARKTANALYSE

Im LCI wurde eine Auswahl von 33 Kakao- und Schokoladenerzeugnissen mit Kakaogehalten zwischen 30 und 100% von insgesamt 16 Herstellern auf Gehalte an Polyphenolen mit Polymerisierungsgrad DP 1 bis 10 untersucht. Bei den mittels HPLC-FLD untersuchten Proben handelte es sich überwiegend um Schokoladen und Kuvertüren. In Abbildung 4 ist

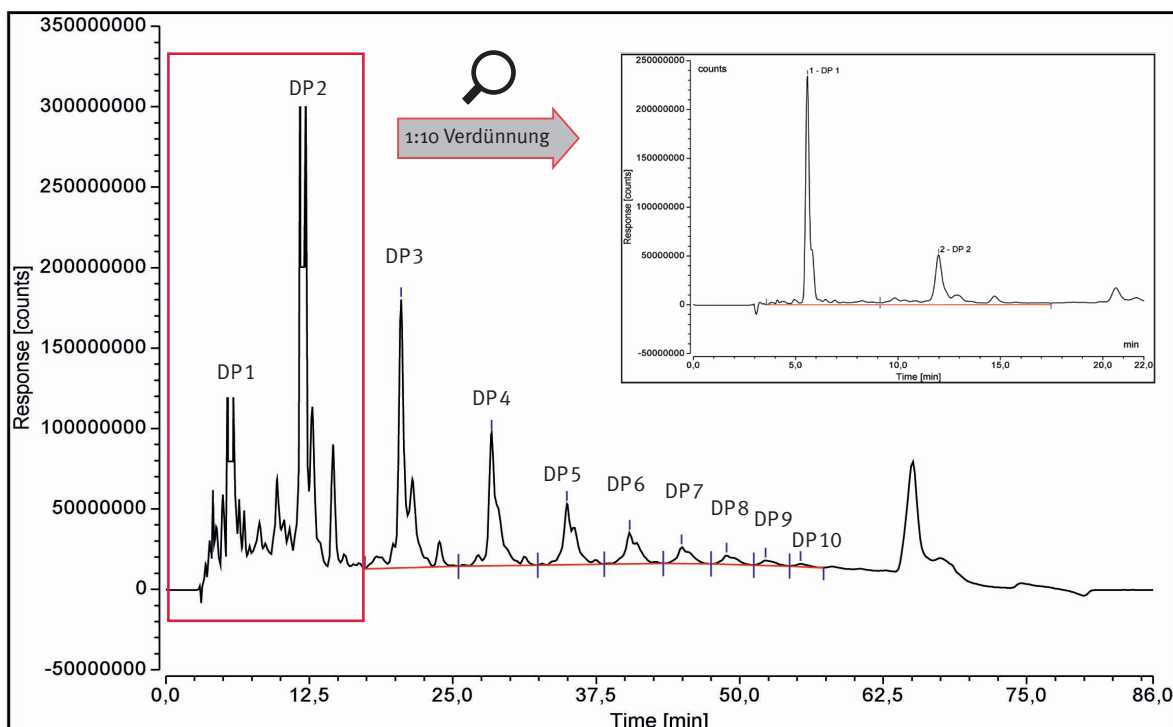


Abbildung 4: HPLC-FLD-Chromatogramm einer Schokoladenprobe (Kakaogehalt 60 %) mit einem Gesamtpolyphenolgehalt (Summe DP 1–10) von 522,91 mg/100 g. Der vergrößerte Ausschnitt stellt das entsprechende Chromatogramm einer 1:10 verdünnten Lösung dar.

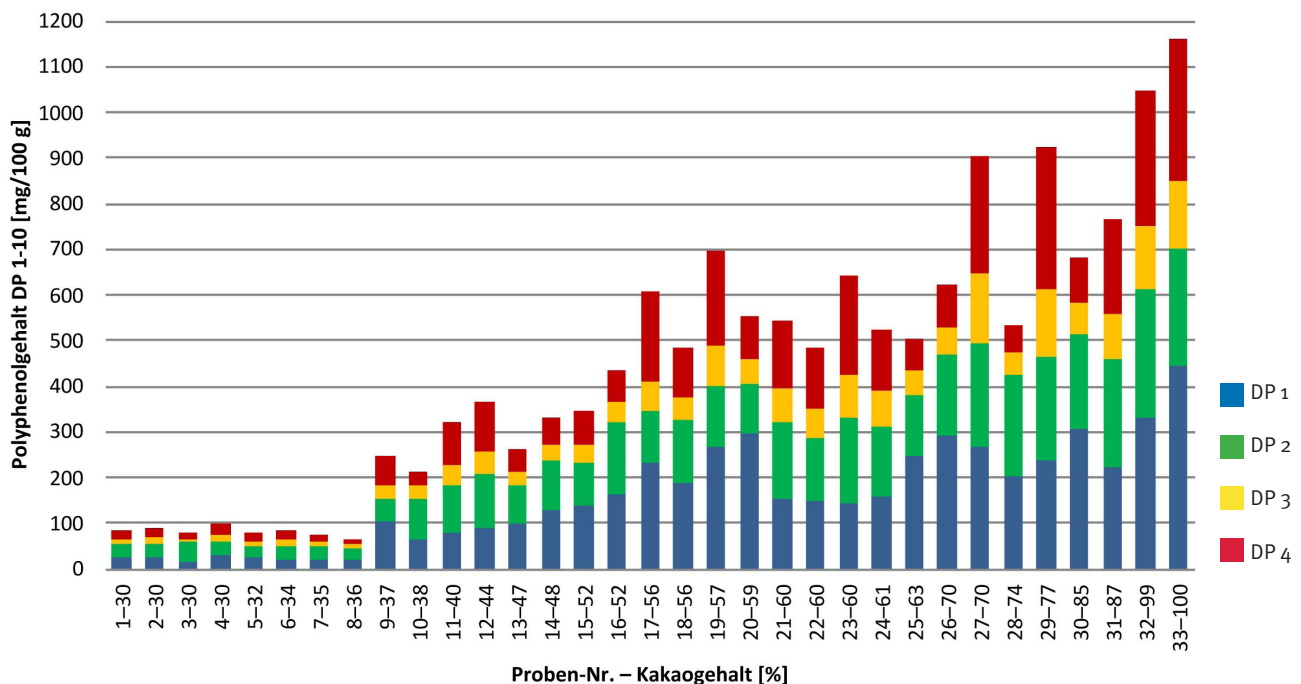


Abbildung 5: Gesamtpolyphenolgehalte (DP 1–10) der 33 untersuchten Kakao- und Schokoladenerzeugnisse sortiert nach aufsteigenden Kakaogehalten (Anteile an DP 1, 2, 3 und 4–10 sind farblich gekennzeichnet)

ein Beispiel-Chromatogramm einer Schokoladenprobe (Kakaogehalt 60 %) dargestellt.

Abbildung 5 zeigt die Gesamtpolyphenolgehalte der untersuchten Proben als Summe der Polyphenole DP 1 bis 10 in der Einheit mg pro 100 g sowie deren Verteilung auf die jeweiligen Polyphenole mit DP 1, DP 2, DP 3 und DP 4–10 in Abhängigkeit von den Kakaogehalten der analysierten Proben in Prozent. Erwartungsgemäß ist ein signifikanter Anstieg der Gesamtpolyphenolgehalte mit ansteigenden Kakaogehalten zu beobachten. Ferner ist der farbigen Darstellung der Polyphenolverteilung auf die einzelnen Polymerisierungsgrade DP 1, 2, 3 sowie 4–10 in Abbildung 5 zu entnehmen, dass die monomeren und dimeren Polyphenole mit DP 1 und DP 2 in der Summe (blau und grün markiert) bei allen 33 untersuchten Proben über 50% der gesamten Polyphenole DP 1–10 ausmachen. Trimere Polyphenole (DP 3, gelb markiert) haben einen Anteil von 8 bis 16% der Gesamtpolyphenole DP 1–10 und die Summe der DP 4–10 (rot markiert) liegen bei 11 bis 34% der Gesamtpolyphenole.

Trotz den mit zunehmendem Anteil an Kakaobestandteilen nachgewiesenermaßen sehr hohen Flavanolgehalten in den untersuchten Kakao- und Schokoladenerzeugnissen gibt es auf dem deutschen Markt bisher nach unserer Kenntnis keine Schokolade, die den beschriebenen Health Claim trägt. Nichtsdestotrotz ist bei Kakao- und Schokoladenerzeugnissen ab einem Kakaogehalt von ca. 70 % die Wahrscheinlichkeit groß, dass es sich um eine sehr flavanolreiche Schokolade handelt, die die Nutzungsbedingungen des Health Claims erfüllen würde.

KORRESPONDENZANSCHRIFT



Dr. Marion Raters

Lebensmittelchemisches Institut (LCI)
des Bundesverbandes der
Deutschen Süßwarenindustrie
Adamsstraße 52–54
51063 Köln, Deutschland
E-Mail: marion.raters@lci-koeln.de

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Henderson J. S., Joyce R. J., Hall G. R., Hurst W. J., McGovern P. E. (2007): Chemical and archaeological evidence for the earliest cacao beverages. *PNAS* 104: 18937–18940
- [2] Zarrillo S., Gaikwad N., Lanaud C., Powis T., Viot C., Lesur I., Fouet O., Argout X., Guichoux E., Salin F., Solorzano R. L., Bouchez O., Vignes H., Severts P., Hurtado J., Yopez A., Grivetti L., Blake M., Valdez F. (2018): The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nature Ecology & Evolution*. URL: <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0697-x> (letzter Zugriff: 02.11.2018)
- [3] Dillinger T. L., Barriga P., Escárcega S., Jimenez M., Salazar Lowe D., Grivetti L. E. (2000): Food of the Gods: cure for humanity? A cultural history of the medicinal and ritual use of chocolate. *J Nutr* 130: 2057–2072
- [4] Schroeter H., Heiss C., Balzer J., Kleinbongard P., Keen C. L., Hollenberg N. K., Sies H., Kwik-Urbe C., Schmitz H. H., Kelm M. (2006): (-) Epicatechin mediates beneficial effects of flavanol-rich cocoa on vascular function in humans. *PNAS* 103: 1024–1029
- [5] Baltés W. (2000): Antioxidantion – Wunderwaffen in der Ernährung. *Wissenschaftlicher Pressedienst Moderne Ernährung Heute* (Reinhard Matissek, Hrsg.) 1/2000
- [6] Sies H. (2006): Flavonoide in Kakao und Schokoladen. *Wissenschaftlicher Pressedienst Moderne Ernährung Heute* (Reinhard Matissek, Hrsg.) 2/2006
- [7] EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (2014): Scientific Opinion on the modification of the authorization of a health claim related to cocoa flavanols and maintenance of normal endothelium-dependent vasodilation [...]. *EFSA Journal* 12 (5): 3654
- [8] Robbins R. J., Leonczak J., Li J., Johnson C., Collins T., Kwik-Urbe C., Schmitz H. H. (2012): Determination of Flavanol and Procyanidin (by Degree of Polymerization 1-10) Content of Chocolate, Cocoa Liquors, Powder(s), and Cocoa Flavanol Extracts by Normal Phase High-Performance Liquid Chromatography: Collaborative Study. *J AOAC Int* 95: 1153–1159
- [9] Rusconi M., Conti A. (2010): *Theobroma cacao* L., the Food of the Gods: A scientific approach beyond myths and claims. *Pharmacol Res* 61: 5–13
- [10] Kuhnert N. (2013): Polyphenole: vielseitige Pflanzeninhaltsstoffe. *Chem. Unserer Zeit* 47: 80–91
- [11] Schek A. (2003): Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe. *Ernährung/Nutrition* 27
- [12] Bechthold A. (2013): Gesund mit Schokolade? *Ernährungsumschau* 7: 27–30.

- [13] Frick M., Neunteufl T., Schwarzacher S. P., Wascher C., Weidinger F. (2002): Flußvermittelte Vasodilatation (FMD) der Arteria brachialis: Methodik und klinischer Stellenwert. *J Kardiolog* 9: 439-444
- [14] Schroeter H., Heiss C., Balzer J., Kleinbongard P., Keen C. L., Hollenberg N. K., Sies H., Kwik-Urbe C., Schmitz H.H., Kelm M. (2006): (-)-Epicatechin mediates beneficial effects of flavanol-rich cocoa on vascular function in humans. *PNAS* 103: 1024-1029
- [15] Cooper K. A., Donovan J. L., Waterhouse A. L., Williamson G. (2008): Cocoa and health: a decade of research. *J Nutr* 99: 1-11
- [16] Wollgast J., Anklam E. (2000): Review on polyphenols in *Theobroma cacao*: changes in composition during the manufacture of chocolate and methodology for identification and quantification. *Food Res Int* 33: 423-447
- [17] Bravo L. (1998): Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutr Rev* 56: 317-333
- [18] Gu L., Kelm M. A., Hammerstone J. F., Beecher G., Holden J., Haytowitz D., Prior R. L. (2003): Screening of Foods Containing Proanthocyanidins and Their Structural Characterization Using LC-MS/MS and Thiolytic Degradation. *J Agric Food Chem* 51: 7513-7521
- [19] Kim H., Keeney P. G. (1984): (-)-Epicatechin content in fermented and unfermented cocoa beans. *J Food Sci* 49: 1090-1092
- [20] Kelm M. A., Johnson J. C., Robbins R. J., Hammerstone J. F., Schmitz H. H. (2006): High-Performance Liquid Chromatography Separation and Purification of Cacao (*Theobroma cacao* L.) Procyanidins According to Degree of Polymerization Using a Diol Stationary Phase. *J Agric Food Chem* 54: 1571-1576
- [21] EU Kommission (2015): Verordnung (EU) 2015/539 der Kommission vom 31. März 2015 [...]. Amtsblatt der Europäischen Union L88/7-10 URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_2015_088_R_0003&from=NL (letzter Zugriff: 02.11.2018)
- [22] Raters M., Lotz F., Matissek R. (2014a): Polyphenol-analytik in Schokolade - Methode zur Überprüfung eines Health Claims, *chrom+food Forum* 09.2014: 31-33.

Impressum / Herausgeber, Redaktion und Rückfragen:
Lebensmittelchemisches Institut (LCI) des
Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie e. V.
Prof. Dr. Reinhard Matissek (V.i.S.d.P.)
Adamsstraße 52-54, 51063 Köln
Tel. (0221) 623 061, E-Mail: lci-koeln@lci-koeln.de

oder Rückfragen an:
:relations Gesellschaft für Kommunikation mbH
Mörfelder Landstraße 72, 60598 Frankfurt
Tel. (069) 963 652-11, E-Mail: wpd@relations.de



klimanneutral
natureOffice.com | DE-077-734899
gedruckt

Gedruckt mit mineralölfreien Farben.

