



# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Einfluss des Phenolgehaltes auf die sensorischen Eigenschaften  
von Kakaotränken

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Verfasserin:	Melinda Buttinger
Matrikelnummer:	0305997
Studienrichtung (lt. Studien- blatt):	A 474 Ernährungswissenschaften
Betreuerin:	Ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak

Wien, im September 2009

Danke...

... ao. Univ. Prof. Dr. Dorota Majchrzak für ihre Geduld und ihre gewissenhafte Betreuung.

... den technischen Assistenten für ihre guten Ratschläge in der labortechnischen Arbeit.

... meinen Eltern, Peter und Elisabeth, für ihre finanzielle und mentale Unterstützung, die mir das Studieren erst ermöglicht haben. Meinem Bruder Lorant möchte ich für seine computertechnische Hilfestellung danken.

... meinen Uni-Freundinnen, Kathi, Tina, Karin und Theresa, mit denen ich eine so schöne Zeit hatte und wir auch schwere Zeiten gemeinsam gemeistert haben.

... meinem Freund Ingomar für seine unerschöpfliche Motivation und seine Unterstützung bei computertechnischen Fragen. Danke, dass du immer für mich da warst!

... den Korrekturlesern, Lucia, Michi und Renate, dass ihr euch Zeit für meine Arbeit genommen habt.

... all meinen FreundInnen, die mir so viel Kraft gegeben haben und denen ich hiermit dafür danken möchte.

... den Musikern, deren Lieder mich immer wieder motiviert und inspiriert haben, besonders Yiruma, der mir mit seinen wunderschönen und zauberhaften Stücken Mut und Hoffnung geschenkt hat.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Fragestellung	1
2.	Literaturübersicht	3
2.1.	Der Kakaobaum - <i>Theobroma cocoa</i>	3
2.1.1.	Geschichtliches .....	3
2.1.2.	Anbausorten und -gebiete .....	3
2.2.	Der Weg von der Frucht bis zum Produkt	4
2.2.1.	Ernte .....	4
2.2.2.	Fermentation und Trocknung .....	4
2.2.3.	Rösten .....	5
2.3.	Nährwert von Kakaobohnen	7
2.3.1.	Fett .....	7
2.3.2.	Protein .....	8
2.3.3.	Ballaststoffe .....	8
2.4.	Nährwert von Kakaopulver	8
2.4.1.	Makronährstoffe .....	8
2.4.2.	Mikronährstoffe .....	9
2.5.	Phenolische Substanzen von Kakao	12
2.5.1.	Flavonoide .....	12
2.5.2.	Flavanole .....	13
2.5.3.	Procyanidine .....	15
2.5.4.	Einflüsse auf die Phenole .....	17
2.5.5.	Einfluss der phenolischen Substanzen auf die Bitterkeit und die Adstringenz .....	19
2.5.6.	Bioverfügbarkeit und Metabolismus .....	22
2.5.7.	Physiologische Bedeutung .....	24
3.	Material und Methoden	29
3.1.	Material	29
3.1.1.	Probenumfang .....	29
3.2.	Allgemeine Probenaufbereitung	33
3.2.1.	Herstellung von Kakaogetränken mit Wasser .....	33
3.3.	Methoden	33
3.3.1.	Bestimmung des Gesamtphenolgehaltes .....	33
3.3.2.	Sensorische Analyse .....	37
3.3.3.	Auswertung der Daten .....	41
4.	Ergebnisse und Diskussion	43
4.1.	Gesamtphenolgehalt	43
4.1.1.	Kakaogetränke mit 100% Kakaoanteil im Pulver .....	43
4.1.2.	Kakaogetränke mit 25-27% Kakaoanteil im Pulver .....	46
4.1.3.	Kakaogetränke mit 16-20% Kakaoanteil im Pulver .....	49
4.1.4.	Gruppenvergleich .....	52

---

4.2.	Quantitative deskriptive Analyse (QDA)	55
4.2.1.	Kakaogetränke mit Wasser .....	55
4.2.2.	Vergleich der Ergebnisse der QDA von Kakaogetränken mit Milch und Wasser .....	61
4.2.3.	Hauptkomponentenanalyse (PCA).....	67
4.2.4.	Korrelation von bitterem Geschmack mit Phenolgehalt.....	71
5.	Schlussbetrachtung	72
6.	Zusammenfassung	76
7.	Summary	77
8.	Literaturverzeichnis	78
9.	Anhang	83

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2. 1: Technologie der Kakaoverarbeitung [EBERMANN und ELMADFA, 2008] .....	6
Abbildung 2. 2: Beispiel für Nährwertangaben von Kakaopulver (Type N-11-N von der Firma Cacao de Zaan) in g pro 100 g Gesamtgewicht [mod. nach INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION, 2009] .....	9
Abbildung 2. 3: Struktur von (+)-Catechin (2R, 3S) [JALIL und ISMAIL, 2008] .....	14
Abbildung 2. 4: Struktur von (-)-Epicatechin (2R, 3R) [JALIL und ISMAIL, 2008] .....	14
Abbildung 2. 5: Struktur von (-)-Catechin (2S, 3R) [JALIL und ISMAIL, 2008] .....	14
Abbildung 2. 6: Struktur von (+)-Epicatechin (2S, 3S) [JALIL und ISMAIL, 2008] ....	14
Abbildung 2. 7: Struktur von Dimer B2, Epicatechin-(4 $\beta$ -8)-Epicatechin [JALIL und ISMAIL, 2008].....	15
Abbildung 2. 8: Struktur von Trimer C1, Epicatechin-(4 $\beta$ $\rightarrow$ 8)] <sub>2</sub> -Epicatechin [JALIL und ISMAIL, 2008].....	16
Abbildung 2. 9: Strukturen der Methylxanthine in Kakao [JALIL und ISMAIL, 2008]	17
Abbildung 3. 1: Eichgerade für die Ermittlung der Gesamtphenolgehalte .....	35
Abbildung 3. 2: Beispiel eines Protokollblattes zur QDA .....	39
Abbildung 4. 1: Gesamtphenolgehalt in g CÄ/l der untersuchten Kakaogetränke mit 100% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet .....	44
Abbildung 4. 2: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/200 ml der untersuchten Kakaogetränke mit 100% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet.....	45
Abbildung 4. 3: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/g Kakaopulver der untersuchten Kakaogetränke mit 100% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet.....	46
Abbildung 4. 4: Gesamtphenolgehalt in g CÄ/l der untersuchten Kakaogetränke mit 25-27% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet .....	47
Abbildung 4. 5: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/200 ml der untersuchten Kakaogetränke mit 25-27% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet.....	48
Abbildung 4. 6: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/g Kakaopulver der untersuchten Kakaogetränke mit 25-27% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet .....	49
Abbildung 4. 7: Gesamtphenolgehalt in g CÄ/l der untersuchten Kakaogetränke mit 16-20% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet .....	50

Abbildung 4. 8: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/200 ml der untersuchten Kakaogetränke mit 16-20% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet .....	51
Abbildung 4. 9: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/g Kakaopulver der untersuchten Kakaogetränke mit 16-20% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet .....	52
Abbildung 4. 10: Sensorisches Profil der Kakaogetränke mit 18, 25, 50 und 75% Kakaoanteil im Pulver, mit Wasser zubereitet.....	56
Abbildung 4. 11: Geruchsattribute von Kakaogetränken mit Kakaopulver der Anteile 18%, 25%, 50% und 75% an Kakao, mit Wasser zubereitet .....	57
Abbildung 4. 12: Geschmacksattribute von Kakaogetränken mit Kakaopulver der Anteile 18%, 25%, 50% und 75% an Kakao, mit Wasser zubereitet .....	58
Abbildung 4. 13: Haptische Eigenschaften von Kakaogetränken mit Kakaopulver der Anteile 18%, 25%, 50% und 75% an Kakao, mit Wasser zubereitet .....	60
Abbildung 4. 14: Sensorisches Profil der Kakaogetränke mit Milch und Wasser mit einem Anteil von 18% Kakao im Pulver .....	62
Abbildung 4. 15: Sensorisches Profil von Kakaogetränken mit Milch und Wasser mit einem Anteil von 25% Kakao im Pulver .....	64
Abbildung 4. 16: Sensorisches Profil von Kakaogetränken mit Milch und Wasser mit einem Anteil von 75% Kakao im Pulver .....	65
Abbildung 4. 17: PCA von Kakaogetränken mit Wasser (Kakaoanteil im Pulver 18%, 25%, 75%) mit Geschmacksattributen und Adstringenz .....	67
Abbildung 4. 18: PCA von Kakaogetränken mit Wasser (Kakaoanteil im Pulver 18%, 25%, 50%) mit Geschmacksattributen und Adstringenz .....	68
Abbildung 4. 19: PCA von Kakaogetränken mit Milch (Kakaoanteil im Pulver 18%, 25%, 75%) mit Geschmacksattributen und Adstringenz .....	69
Abbildung 4. 20: PCA von Kakaogetränken mit Milch (Kakaoanteil im Pulver 18%, 25%, 50%) mit Geschmacksattributen und Adstringenz .....	70
Abbildung 4. 21: Korrelation zwischen Gesamtphenolgehalt und Bitterkeit in Kakaogetränken mit Wasser.....	71

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2. 1: Chemische Zusammensetzung von Kakaobohnen [mod. nach BORCHERS et al., 2000].....	7
Tabelle 2. 2: Natürliches Kakaopulver (Mischung): Mineralstoffgehalt in mg pro 100 Gramm [BORCHERS et al., 2000].....	10
Tabelle 2. 3: Klassifizierung und Bezeichnung von Kakao Polyphenolen [BORCHERS et al., 2000].....	12
Tabelle 2. 4: phenolische Verbindungen in Kakao [BORCHERS et al, 2000].....	16
Tabelle 3. 1: Bezeichnung der Kakaopulver mit Kakaoanteil in Prozent.....	29
Tabelle 3. 2: Zutatenliste der Kakaomischungen.....	30
Tabelle 3. 3: Unterteilung der Kakaopulver nach ihrem Kakaoanteil in 3 Gruppen .....	32
Tabelle 3. 4: Angaben zur Eichgerade .....	36
Tabelle 3. 5: Angabe der Literaturquellen für die verwendeten Attribute der QDA.....	37
Tabelle 12. 1: Gesamtphenolgehalte (g CÄ/l; mg CÄ/200 ml; mg CÄ/g Kakaopulver) in den untersuchten Kakaogetränken mit Wasser (MW $\pm$ Sd).....	83
Tabelle 12. 2: Ergebnisse der QDA für die Kakaogetränke zubereitet mit Wasser (MW $\pm$ Sd).....	84
Tabelle 12. 3: Ergebnisse der QDA für die Kakaogetränke zubereitet mit Wasser (MW $\pm$ Sd).....	85
Tabelle 12. 4: Ergebnisse der QDA für die Kakaogetränke zubereitet mit Milch (MW $\pm$ Sd).....	86
Tabelle 12. 5: Ergebnisse der QDA für die Kakaogetränke zubereitet mit Milch (MW $\pm$ Sd).....	87





## Abkürzungsverzeichnis

adstr.	adstringierend
AUC	area under the curve (Bereich unter der Kurve)
ATP	Adenosintriphosphat
Bensdorp Benco p. p.	Bensdorp Benco power plus
CÄ	Catechinäquivalente
dest.	destilliert
EC	Epicatechin
(-)-EC	(-)-Epicatechin
ECG	Epicatechin 3-O-Gallate
EGC	Epigallocatechin
EZA Equita I. K.	EZA Equita Instant Kakao
GAE	Gallussäureäquivalente
GER	Geruch
GES	Geschmack
K.a.	Kakaoanteil
LDL	Low-Density-Lipoprotein
MG	Mundgefühl
Mod.	modifiziert
MW	Mittelwert
NGES	Nachgeschmack
NO	Stickoxidmonoxid
OPT	Optik
PCA	Principal Component Analysis (Hauptkomponentenanalyse)
QDA	Quantitative Deskriptive Analyse
Sd	Standardabweichung
Standardnr.	Standardnummer
Visk. m. Löffel	Viskosität mit Löffel
VK	Variationskoeffizient



# 1. Einleitung und Fragestellung

Seit vorchristlicher Zeit ist Kakao bei den Hochkulturen in Mittelamerika bekannt gewesen und wurde als Brei aus gerösteten Kakaobohnen und Mais, gewürzt mit Paprika und Vanille oder Zimt, zubereitet. Es wurde nicht nur als Genussmittel geschätzt, sondern auch als Zahlungsmittel eingesetzt [HOMBORG, 2009].

Vor allem wegen des angenehmen Aromas und des attraktiven Geschmacks der fermentierten und gerösteten Bohnen des Kakaobaumes *Theobroma cacao* werden diese als Schlüsselinhaltsstoffe in Kakaotränken und Schokolade heute noch von Konsumenten verzehrt. Einige der sensorischen Kriterien, welche die Qualität des Geschmacks von geröstetem Kakao beschreiben, sind seine ausgeglichene Bitterkeit, sein typisches adstringierendes Mundgefühl, das als lang anhaltende zusammenziehende Sinnesempfindung in der Mundhöhle wahrgenommen wird, und auch der leicht saure Geschmack. Alle zusammen vermitteln ein reiches Mundgefühl, Vielschichtigkeit und Schmackhaftigkeit der kakaohaltigen Produkte [STARK et al., 2006].

Verantwortlich für diese Sinneseindrücke sind unter anderem phenolische Substanzen [STARK et al., 2006], die in Kakao reichlich vorhanden sind [JONFIA-ESSIEN et al., 2008]. Dadurch ist Kakao eine der reichsten natürlich vorkommenden Quelle von Antioxidantien [JONFIA-ESSIEN et al., 2008]. Es konnte gezeigt werden, dass durch den Konsum von Kakao positive Effekte auf das Herz-Kreislaufsystem erzielt werden können [JALIL und ISMAIL, 2008].

LEE et al. (2003) demonstrierte, dass eine Tasse Kakaotränk sogar mehr phenolische Pflanzeninhaltsstoffe enthält, als eine Tasse Schwarztee, Grüntee oder ein Glas Rotwein. Zudem hat eine Tasse Kakao, zubereitet mit Wasser, verglichen mit einem Schokoladenriegel (8 g pro 40 g) nur 0,3 g gesättigte Fettsäuren [LEE et al. 2003].

In Anbetracht des Faktums, dass Kakao einen hohen Phenolgehalt hat und durchaus als gute Quelle für Polyphenole betrachtet werden kann, wurden in dieser Arbeit handelsübliche Kakaopulver als Getränke mit Wasser hergestellt und auf ihren Gesamtphenolgehalt untersucht.

Um den Einfluss des Phenolgehaltes auf die sensorischen Eigenschaften einschätzen zu können, wurden die Kakaotränke mittels deskriptiver Analyse (QDA) evaluiert.

Da Kakao hauptsächlich mit Milch zubereitet wird, wurde auch ein Vergleich zwischen den sensorischen Eigenschaften von Kakaogetränken mit Milch und Wasser durchgeführt.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1. Der Kakaobaum - *Theobroma cocoa*

#### 2.1.1. Geschichtliches

Die erste Kultur, die die Früchte des Kakaobaumes nutzte, waren die Olmeken, die am fruchtbaren Tiefland am Golf von Mexiko um 1500 v. Chr. siedelten. Danach folgten die Maya und die Azteken, die diese nicht nur als Genussmittel, sondern auch als Zahlungsmittel verwendeten [HOMBORG, 2009]. Die damalige Zubereitung war ein Brei aus gerösteten Kakaobohnen und Mais, welcher mit Paprika und Vanille oder Zimt gewürzt wurde [BELITZ et al., 2001]. Wann und von wem der Kakao nach Spanien gebracht wurde, ist nicht genau bekannt [HOMBORG, 2009]. In der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts gewann er, als Getränk zubereitet, am spanischen Hof an Beliebtheit [HOMBORG, 2009] und fand den Weg nach Deutschland [BELITZ et al., 2001]. Der Durchbruch war dem Zusatz von Zucker zu verdanken [HOMBORG, 2009]. Zunächst galt Kakao als Luxusartikel und erst durch die fabrikmäßige Herstellung von Schokolade und dem entölkten Kakaopulver im 19. Jahrhundert wurde er zum weit verbreiteten Lebensmittel [BELITZ et al., 2001].

So überrascht es nicht, dass Spanien das Land mit dem höchsten Kakaopulverkonsum der Welt (1,7 kg/Person/Jahr) ist. Andere Länder, wie Norwegen, Schweden, Frankreich, Brasilien, Australien und auch Österreich haben ebenfalls einen hohen Kakaokonsum [ROURA et al, 2007].

#### 2.1.2. Anbausorten und –gebiete

Das Ausgangsmaterial für die Herstellung von Kakaoprodukten wie Schokolade und Kakaopulver liefert die Kakaopflanze, die von Linné den Namen *Theobroma cacao*, was übersetzt „Nahrung der Götter“ bedeutet, erhalten hat. Der Baum ist eine der 22 Arten der Gattung *Theobroma* und ist im feuchten Tropengebiet Südamerikas beheimatet [LIEBEREI, 2006]. Innerhalb dieser Art sind zwei Hauptsorten zu unterscheiden. Die Criollo-Bäume (criollo: einheimisch), welche für hocharomatische Bohnen stehen, sind sehr empfindlich gegen klimatische Einflüsse und Schädlinge und liefern somit einen relativ geringen Ertrag. Im Gegensatz zu dieser Sorte stehen die

Forasterro-Bäume (forastero: fremd) für regelmäßig hohe Ausbeuten, weil sie widerstandfähiger sind. Sie liefern jedoch weniger aromatische Früchte. Trotzdem bestreiten sie den Hauptanteil der Weltermte an Konsumkakao [BELITZ et al., 2001].

Daneben gibt es durch die Kreuzung von Criollo und Forasterro entstandenen Trinitario, welcher gemeinsam mit Criollo zu den „Edelsorten“ zählt. Forasterro-Bäume gehören zu den „Konsumsorten“ [HOMBORG, 2009].

Durch die stark steigende Nachfrage nach Rohkakao im 20. Jahrhundert kam es zur schnellen und bis heute wachsenden Verbreitung über den gesamten Tropengürtel [LIEBEREI, 2006]. So zählen zu den Provenienzen der „Konsumsorten“ neben Brasilien (Bahia) auch Westafrika (Ghana, Nigeria, Elfenbeinküste), Zentralafrika (Kamerun) und San Domingo, zu denen der „Edelsorten“ neben Ecuador, Venezuela, Trinidad auch Ceylon und Indonesien [BELITZ et al., 2001].

## 2.2. Der Weg von der Frucht bis zum Produkt

### 2.2.1. Ernte

Die Früchte des Kakaobaumes wachsen direkt aus dem Stamm oder den größeren Ästen. Jede Frucht enthält 20-50 Samen (= Kakaobohnen), welche im Fruchtfleisch, der Pulpa, eingebettet sind. 5-6 Monate nach der Blüte können die nun reifen Früchte geerntet werden [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

### 2.2.2. Fermentation und Trocknung

Nach der Ernte werden die Samen händisch aus der Frucht herausgelöst und zur Fermentation, welche 5-6 Tage dauert, in Behälter wie Kästen oder Körbe gegeben [EBERMANN und ELMADFA, 2008]. Bei diesem Vorgang wird die Pulpa abgebaut, indem innerhalb kurzer Zeit aus dem darin enthaltenen Zucker durch alkoholische Gärung Ethanol entsteht, wobei auch Wärme entwickelt wird. Ist die Pulpa abgeflossen, kann Luftsauerstoff eintreten und unter weiterer Erwärmung des Fermentationsansatzes wird Ethanol zu Essigsäure oxidiert. Diese wird von den Samen aufgenommen, wobei deren Keimfähigkeit verloren geht. Nun werden durch Ansäuerung in den Speicherzellen, in denen Eiweiße, Stärke und Fette gespeichert sind, Enzyme aktiviert. Diese sind unter anderem Proteasen, die Eiweiße zu Peptiden und freien Aminosäuren

abbauen [LIEBEREI, 2006], und Invertase, die aus Saccharose Fruktose und Glukose bildet [HASHIM, 2000]. Die Abbauprodukte gehen als wichtige Aromavorstufen aus der Fermentation hervor [LIEBEREI, 2006]. Des Weiteren werden Farbe, Geschmacks- und Aromastoffe wie das fruchtige 2-Methylbuttersäureethylester gebildet, sowie ein Teil der adstringierend schmeckenden Gerbstoffe (Tannine) umgewandelt [BELITZ et al., 2001].

Nach diesem Prozess folgt die Trocknung der Bohnen mit oder ohne vorherige Waschung auf einen Wassergehalt von etwa 6% [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

### 2.2.3. Rösten

Das Ausmaß des Röstens wird durch mehrere Faktoren, wie Reifungsgrad und Wassergehalt, Sorte und Bohnengröße sowie Vorbehandlung der Bohne bestimmt [BELITZ et al., 2001]. Darüber hinaus hängt es auch von der weiteren Verwendung ab. So entsteht Kakaopulver aus stärker gerösteten und Kakaobutter aus leichter gerösteten Bohnen [SCHIEBERLE, 2000]. Während des Röstens (120-150°C, 20-40 Minuten) entwickeln sich kakaospezifische Aromen und kakaospezifischer Geschmack durch Maillard Reaktionen. Im Laufe dieses Vorgangs können alle Aromavorstufen miteinander reagieren und so für den Kakao typische Geschmackskomponenten wie Alkohole, Ether, Furane, Thiazole, Pyrone, Säuren, Ester, Aldehyde, Imine, Amine, Oxazole, Pyrazine und Pyrrole bilden [MISNAWI et al., 2004].

Das Rösten erfolgt vielfach zweistufig, wobei zunächst die vorgetrockneten Bohnen gebrochen, Schalen und Wurzelhärchen entfernt werden und anschließend der Kakaokernbruch (cocoa nibs) fertig geröstet wird. Nun kann dieser entweder zur Kakaomasse (chocolate oder cocoa liquor) vermahlen werden, um als Ausgangsmaterial für die Herstellung von Schokolade zu dienen, oder er wird gepresst (Abbildung 2.1). Durch die Pressung der Nibs entsteht Kakaobutter und aus dem Presskuchen das Kakaopulver [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

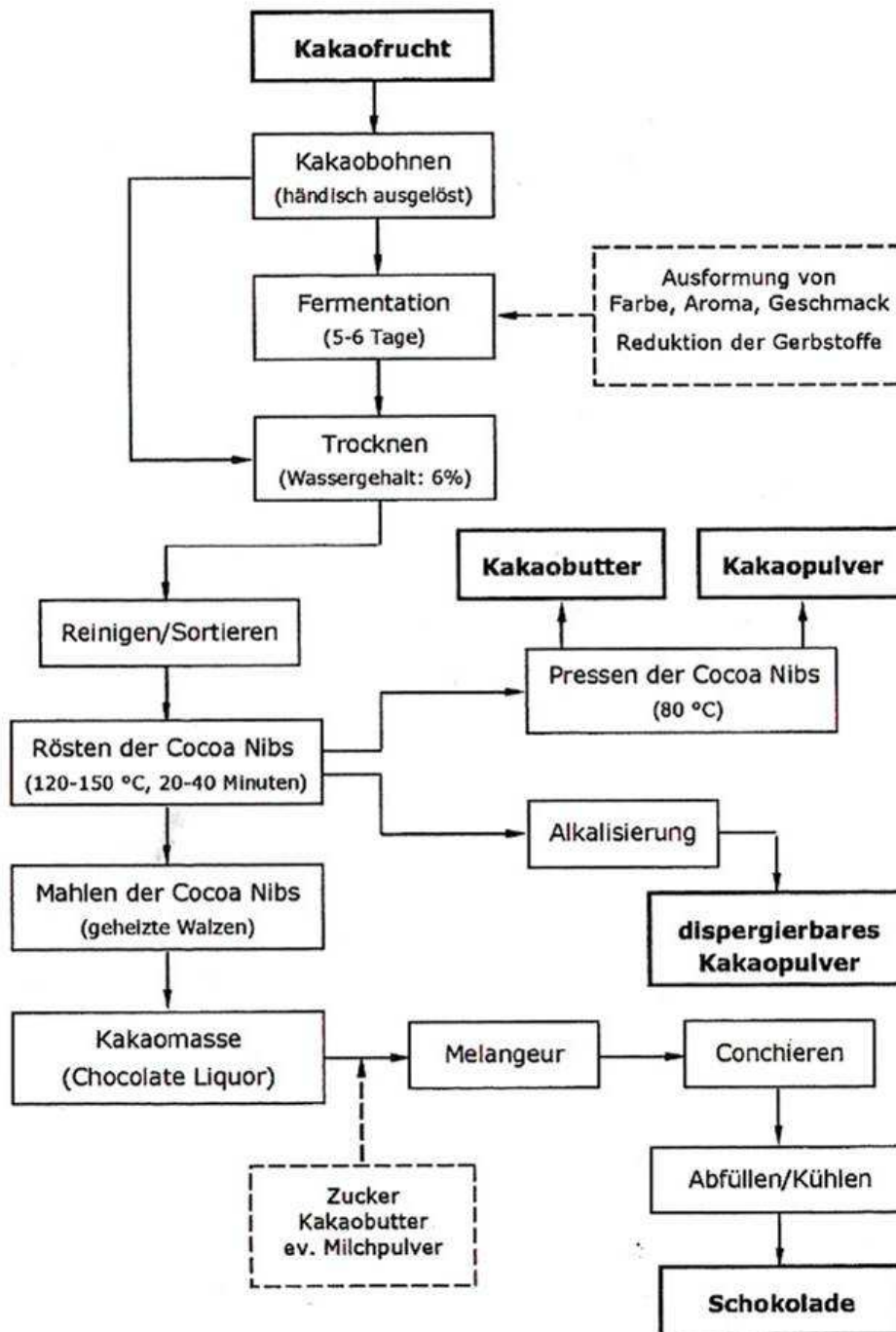


Abbildung 2. 1: Technologie der Kakaoverarbeitung [EBERMANN und ELMADFA, 2008]

Um die Intensität der Farbe zu erhöhen und um Kakaopulversuspensionen zu stabilisieren, kann das Holländische Verfahren nach van Houten angewendet werden [SCHIEBERLE, 2000], indem der Kakaobruch vor der Pressung alkalisch gemacht wird [EBERMANN und ELMADFA, 2008]. Des Weiteren kann dadurch Kakaopulver mit



einem geringen Fettgehalt (etwa 10%) hergestellt werden [EBERMANN und ELMADFA, 2008]. Ursprünglich wurde diese Methode durchgeführt, um ein Absinken oder Zusammenklumpen des Pulvers in einem auf Milch oder Wasser basierenden Getränk zu vermeiden. Heutzutage wird sie jedoch hauptsächlich angewendet, um Geschmack und Farbe des Kakaopulvers zu modifizieren [ANDREAS-LACUEVA, 2008].

### 2.3. Nährwert von Kakaobohnen

Eine Übersicht der Nährwerte aus Literaturangaben ist in Tabelle 2.1 dargestellt.

**Tabelle 2. 1: Chemische Zusammensetzung von Kakaobohnen [mod. nach BORCHERS et al., 2000]**

Nährwert	Kakaobohnen (% fettfreie, getrocknete Masse, außer Fettgehalt)
Fett	50-57
Protein	17,5-22
Zucker	- <sup>1</sup>
Stärke	16
Ballaststoff	23-29
Asche	4-6
Andere	27-35

<sup>1</sup> Inkludiert in „Andere“

#### 2.3.1. Fett

Kakaobohnen haben einen hohen Fettgehalt (50-57%). Das Fett, welches als Kakaobutter bezeichnet wird, hat eine eher ungewöhnliche Fettsäurezusammensetzung, wobei die Stearinsäure (18:0) und die Ölsäure (18:1) je 34% und die Palmitinsäure (16:0) 25% beisteuern. Der Anteil an mehrfach ungesättigter Linolensäure (18:3) beträgt 2%.

Des Weiteren sind nicht verseifbare Komponenten in der Kakaobutter enthalten. Den Hauptanteil dieser so genannten Sterole bilden  $\beta$ -Sitosterol und Stigmasterol [BORCHERS et al., 2000].

### 2.3.2. Protein

Fermentierte Kakaobohnen haben einen Proteingehalt von etwa 15-22% des Trockengewichts [BORCHERS et al., 2000].

Kakaobohnen enthalten 4 verschiedene Arten von Proteinen und zwar Albumine, Globuline, Prolamin und Glutelin. Von diesen bildet Albumin die Hauptproteinfraktion. Albumin Fraktionen stellen 52% und Globulin Fraktionen 42% der Gesamtproteine dar. Außerdem sind fermentierte Kakaobohnen reich an Peptiden und Aminosäuren, die für die Geschmacks- und Aromenbildung verantwortlich sind [JALIL und ISMAIL, 2008].

### 2.3.3. Ballaststoffe

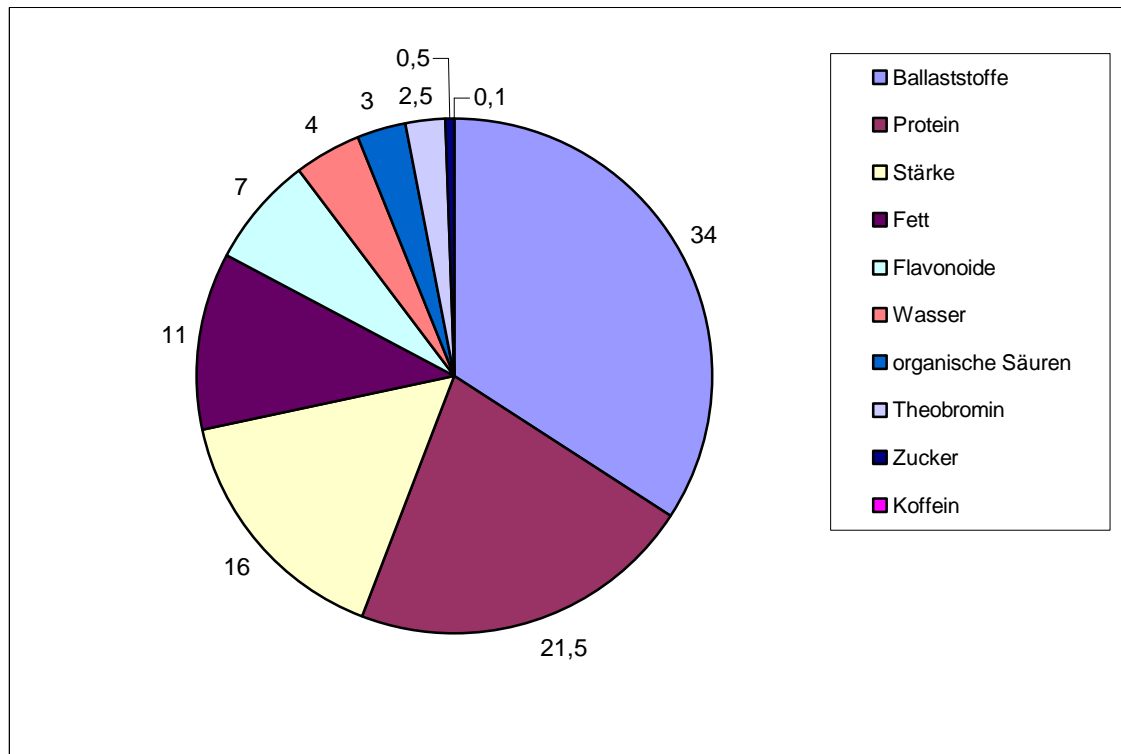
Der Ballaststoffgehalt von Kakaobohnen befindet sich, je nach analytischer Methode, zwischen 26% und 40% der Trockenmasse. Lösliche Ballaststoffe stellen 2,5-8% der Trockenmasse dar [BORCHERS et al., 2000].

## 2.4. Nährwert von Kakaopulver

### 2.4.1. Makronährstoffe

Kakaopulver enthält um die 20% Kakaobutter [BORCHERS et al., 2000], der Anteil kann jedoch von 10% bis 24% variieren [INTERNATIONAL COCA ORGANIZATION, 2009]. Die weiteren Hauptbestandteile sind Proteine, Zucker und Ballaststoffe (Abbildung 2.2.) [BORCHERS et al., 2000].

Das Pulver enthält Proteine in einem geringen und variierenden Anteil. Dazu sind diese in geringem Maße verdaulich. Kakaopulver, welches aus gut fermentierten Bohnen hergestellt wird und noch dazu richtig geröstet wird, enthält Kohlenhydrate in Form von Zucker. Der Anteil an Ballaststoffen in Kakaopulver ist mit 30% relativ hoch. Der Kaloriengehalt von Kakaopulver ist mit 205 kcal/100 g gering und trägt somit wenig zu dem gesamt kalorischen Wert eines Produktes bei [INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION, 2009].



**Abbildung 2. 2: Beispiel für Nährwertangaben von Kakaopulver (Type N-11-N von der Firma Cacao de Zaan) in g pro 100 g Gesamtgewicht [mod. nach INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION, 2009]**

#### 2.4.2. Mikronährstoffe

Das Pulver beinhaltet eine Vielzahl an Mineralstoffen, von denen Kalium und Natrium von primärer Bedeutung sind. Kakaopulver ist als Vitaminquelle nicht allzu bedeutend, weil diese in vernachlässigbaren Mengen vorkommen, abgesehen von Vitamin E (30 mg/kg Kakaopulver), welches bei Anwesenheit von Kakaobutter in höheren Mengen aufscheint [INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION, 2009].

Kakao ist reich an Mineralstoffen (Tabelle 2.2). Wie auch andere pflanzliche Nahrungsmittel zeigen, spiegelt der Mineralstoffgehalt des Kakaos den Boden, auf dem er gewachsen ist, wider, weshalb Werte, die in der Literatur beschrieben werden, ziemlich variieren. [BORCHERS et al., 2000].

**Tabelle 2. 2: Natürliches Kakaopulver (Mischung): Mineralstoffgehalt in mg pro 100 Gramm [BORCHERS et al., 2000]**

Mineralstoff	Menge
Kalzium	169,45
Kupfer	4,61
Eisen	13,86
Magnesium	593,64
Mangan	4,73
Phosphor	795,27
Kalium	2.058,20
Natrium	8,99
Zink	7,93

### *Eisen*

Der Eisengehalt in Kakao beträgt 13,86 mg pro 100 g, wobei diese Menge höher ist, als in der Leber von Rind (6,24 mg/100 g) oder Huhn (8,47 mg/100 g). Es sollte hinzugefügt werden, dass 20-30% des Häm-Eisens, welches nur in Fleisch vorkommt, absorbiert werden, aber nur 5-10% des in Pflanzen vorkommenden nicht-Häm-Eisens [BORCHERS et al., 2000]. Im menschlichen Organismus wird Eisen für die Bildung von Hämoglobin benötigt, aber auch für die zelluläre Oxidation im ATP-produzierenden Cytochromsystem und zur Synthese von Steroidhormonen, Gallensäuren und Neurotransmittern [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

### *Kupfer*

Der tägliche Bedarf eines Erwachsenen an Kupfer beträgt 1-1,5 mg [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]. Kakao ist mit 4,61 mg pro 100 g reich an Kupfer und kann als Quelle für diesen Mineralstoff betrachtet werden [BORCHERS et al., 2000].

### *Magnesium*

Magnesium wird in relativ hohen Mengen benötigt (350 mg für Männer, 300 mg für Frauen pro Tag) [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]. Verglichen mit schwarzem Tee, Rotwein, und Äpfeln [JALIL und ISMAIL, 2008] enthalten Kakao und

Kakaoprodukte größere Mengen an Magnesium (näherungsweise 600 mg/100 g) [BORCHERS et al., 2000].

### ***Kalium***

Kalium ist mit 2,058 g/100 g der mengenmäßig am meisten vorhandene Mineralstoff in Kakao [BORCHERS et al., 2000]; im menschlichen Organismus ist es das Hauptkation der intrazellulären Flüssigkeit und wird für die neuromuskuläre Reizleitung, Sekretion von Hormonen und Sekreten, Aktivierung von Enzymen und Proteinsynthese benötigt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]. Der Tagesbedarf eines Erwachsenen ist mit 2000 mg pro Tag dementsprechend hoch [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

### ***Natrium***

Da ein Erwachsener täglich 550 mg an Natrium bedarf [ELMADFA und LEITZMANN, 2004] und diese Menge durch die Aufnahme von verarbeiteten Lebensmitteln, die mit Natriumchlorid gesalzt werden, relativ leicht erreicht bzw. sogar überschritten wird [BACHMANN et al.; 2005], ist der geringe Natriumgehalt (8,99 mg/100 g) in Kakaopulver günstig anzusehen [BORCHERS et al., 2000].

### ***Kalzium***

Ein erwachsener Mensch hat einen Bedarf von 1000 mg Kalzium pro Tag. Es ist ein wichtiger Mineralstoff für die Bildung von Knochen und Zähnen und wird für Muskelkontraktion, Herzfunktion und andere biochemische Vorgänge wie die Ausschüttung von Neurotransmittern benötigt [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]. Zwar ist Kakao mit knapp 170 mg/100 g nicht reich an Kalzium, aber viele Produkte werden mit Milch zubereitet und können somit als Quelle für diesen Mikronährstoff gelten [BORCHERS et al., 2000].

### ***Zink***

Das Spurenelement Zink ist in relativ hohen Mengen enthalten (8,0 mg/100 g). Es ist Bestandteil von vielen Enzymen und Transkriptionsfaktoren und spielt eine wesentliche Rolle sowohl im Wachstum und in der Entwicklung, als auch in der Immunfunktion

[BORCHERS et al., 2000]. Der Tagesbedarf eines Erwachsenen beträgt 10 mg für Männer und 7 mg für Frauen [ELMADFA und LEITZMANN, 2004].

### *Schwermetall Cadmium*

Der Kakaobaum hat eine hohe Affinität das Schwermetall Cadmium zu akkumulieren. Dieses wird jedoch an Ballaststoffe und Phytate, welche in Kakao enthalten sind, gebunden und ist deshalb wahrscheinlich nicht verfügbar. Ein erhöhter Cadmiumgehalt zeigte eine höhere Bioverfügbarkeit von Eisen, Zink, Calcium und Magnesium, weil Ballaststoffe und Phytate dazu tendieren, Cadmium vorzugsweise zu binden [BORCHERS et al., 2000].

## 2.5. Phenolische Substanzen von Kakao

### 2.5.1. Flavonoide

Die Flavonoide gehören zu den phenolischen sekundären Pflanzeninhaltsstoffen [LEE et al. 2003], wobei solche Verbindungen in Pflanzen als Pestizide agieren, um diese widerstandsfähig gegenüber Pathogenen, Parasiten und Raubtieren zu machen [DREWNOWSKI und GOMEZ-CARNEROS, 2000].

Zu den Flavonoiden und somit zu den polyphenolischen Verbindungen in Kakao zählen die Flavanole, Anthocyanine, Flavonole und Flavone. Die Flavanole sind jedoch die am reichsten vorkommenden Flavonoide. Sie schließen die monomeren Flavanole, Catechin und Epicatechin, und deren oligomere und polymere Formen, die als Procyanidine bezeichnet werden, ein (Tabelle 2.3) [ANDREAS-LACUEVA et al., 2008].

**Tabelle 2. 3: Klassifizierung und Bezeichnung von Kakao Polyphenolen [BORCHERS et al., 2000]**

<b>Klasse</b>	<b>Bezeichnung</b>
<b>Flavanole</b>	(-)-Epicatechin
	(+)-Catechin
	(-)-Epicatechin-3-O-gallate
	(-)-Epigallocatechin

<b>Procyanidine</b>	Procyanidin B <sub>1</sub> (Epicatechin-(4 $\beta$ $\rightarrow$ 8)-Catechin)
	Procyanidin B <sub>2</sub> (Epicatechin-(4 $\beta$ $\rightarrow$ 8)-Epicatechin)
	Procyanidin B <sub>2</sub> 3- <i>O</i> -Gallate (Epicatechin-3- <i>O</i> -Gallate-(4 $\beta$ $\rightarrow$ 8)-Epicatechin)
	Procyanidin B <sub>2</sub> 3,3' -di- <i>O</i> -Gallate (Epicatechin-3- <i>O</i> -Gallate-(4 $\beta$ $\rightarrow$ 8)-Epicatechin-3- <i>O</i> -Gallate)
	Procyanidin B <sub>3</sub> (Catechin-(4 $a$ $\rightarrow$ 8)-Catechin)
	Procyanidin B <sub>4</sub> (Catechin-(4 $a$ $\rightarrow$ 8)-Epicatechin)
	Procyanidin B <sub>4</sub> 3' - <i>O</i> -Gallate (Catechin-(4 $a$ $\rightarrow$ 8)-Epicatechin-3- <i>O</i> -Gallate)
	Procyanidin C <sub>1</sub> (Epicatechin-(4 $\beta$ $\rightarrow$ 8)-Epicatechin-(4 $b$ $\rightarrow$ 8)-Epicatechin)
<b>Flavonole</b>	Quercetin
	Quercetin-3-Arabinoside
	Quercetin-3-Glucoside
<b>Anthocyanine</b>	3- $\alpha$ -L-Arabinosidyl Cyanidin
	3- $\beta$ -D-Galactosidyl Cyanidin

### 2.5.2. Flavanole

Das wichtigste Polyphenol in Kakao wurde von Utlée und van Dorsen im Jahre 1909 entdeckt. Die kristalline Verbindung wurde damals „Kakaoöl“ genannt. Die heutige Bezeichnung dafür lautet Epicatechin. Durch die Stereochemie sind vier Isomere möglich, jedoch sind (+)-Catechin und (-)-Epicatechin ((-)-EC) (Abbildung 2.3 und Abbildung 2.4) die Formen, die im Allgemeinen in Kakao gefunden werden. Deren zwei Enantiomere, (-)-Catechin und (+)-Epicatechin (Abbildung 2.5 und Abbildung 2.6), sind in der Natur üblicherweise nicht anzutreffen. In gerösteten Kakaobohnen und Kakaoprodukten ist neben (+)-Catechin und (-)-EC auch (-)-Catechin gefunden worden,

welches während des Produktionsprozesses durch Epimerisation von (-)-EC entstehen kann [JALIL und ISMAIL, 2008].

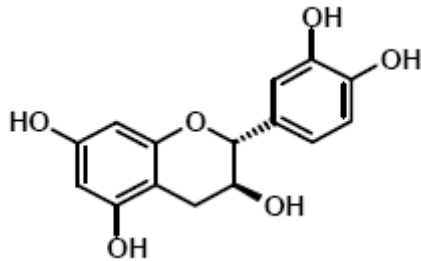


Abbildung 2. 3: Struktur von (+)-Catechin (2R, 3S) [JALIL und ISMAIL, 2008]

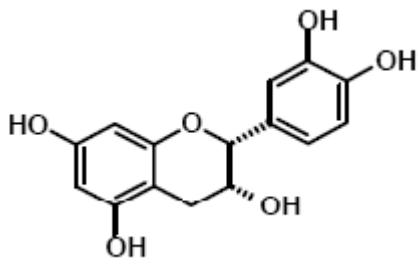


Abbildung 2. 4: Struktur on (-)-Epicatechin (2R, 3R) [JALIL und ISMAIL, 2008]

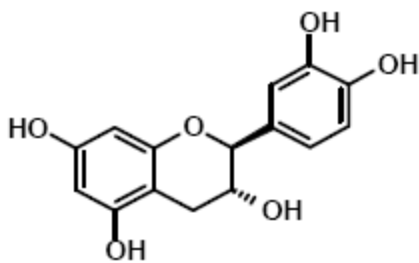


Abbildung 2. 5: Struktur von (-)-Catechin (2S, 3R) [JALIL und ISMAIL, 2008]

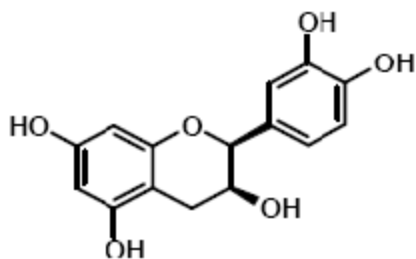


Abbildung 2. 6: Struktur von (+)-Epicatechin (2S, 3S) [JALIL und ISMAIL, 2008]



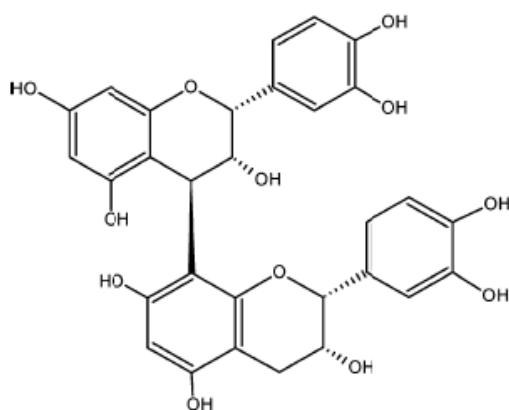
Der (-)-EC Gehalt in Kakao kann von über 0,5% bis 1,7% reichen. (+)-Catechin macht ungefähr 0,3-0,5% der fettfreien Masse aus.

Neben (-)-EC und (+)-Catechin wurde eine Vielfalt von anderen Flavanoiden in Kakao gefunden, einschließlich Gallocatechin, Epigallocatechin und Epicatechin 3-O-Gallate [BORCHERS et al., 2000].

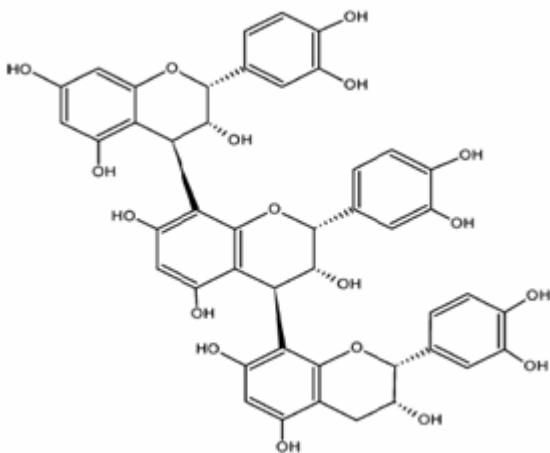
Andere in geringeren Maßen vorkommende Polyphenolbestandteile sind das Flavonol Quercetin und seine Glykoside, das Flavon Isovitexin und einige Anthocyanine, welche für die violette Farbgebung der rohen Kakaobohnen verantwortlich sind [DREOSTI, 2000].

### 2.5.3. Procyanidine

In frischen Kakaobohnen sind mindestens 60% des Gesamtphenolgehaltes in Form von Procyanidinen, meistens Homodimere und Homotrimere von (-)-Epicatechin (Abbildung 2.7 und Abbildung 2.8) oder Heterodimere von (-)-EC und (+)-Catechin. Das Vorhandensein von Oligomeren kann in frischen Kakaobohnen bis zu zehn Untereinheiten nachgewiesen werden. [BORCHERS et al., 2000]. Unter der Bezeichnung „kondensierte Tannine“ werden ebenfalls polyphenolische Polymere verstanden [LESSCHAEVE und NOBLE, 2005]. Es gibt auch hydrolysierbare Tannine, worunter Polymere der Gallussäure und Ellagsäure fallen [MARS BOTANICAL, 2009].



**Abbildung 2. 7: Struktur von Dimer B2, Epicatechin-(4 $\beta$ -8)-Epicatechin [JALIL und ISMAIL, 2008]**



**Abbildung 2. 8: Struktur von Trimer C1, Epicatechin-(4 $\beta$ →8)2-Epicatechin [JALIL und ISMAIL, 2008]**

### *Sonstige phenolische Substanzen*

Des Weiteren werden phenolische Verbindungen wie Clovamide, Deoxyclovamide, Kaffee-, Ferula-, Gallus-, und  $\rho$ -Cumarsäure in Kakaobohnen, Kakaomasse und Kakaopulver gefunden (Tabelle 2.4) [BORCHERS et al., 2000].

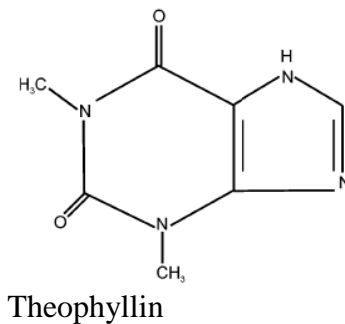
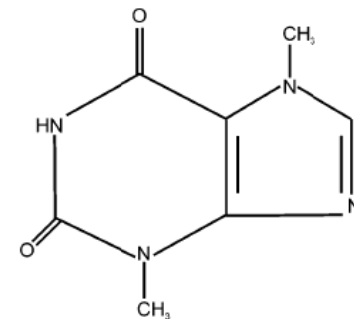
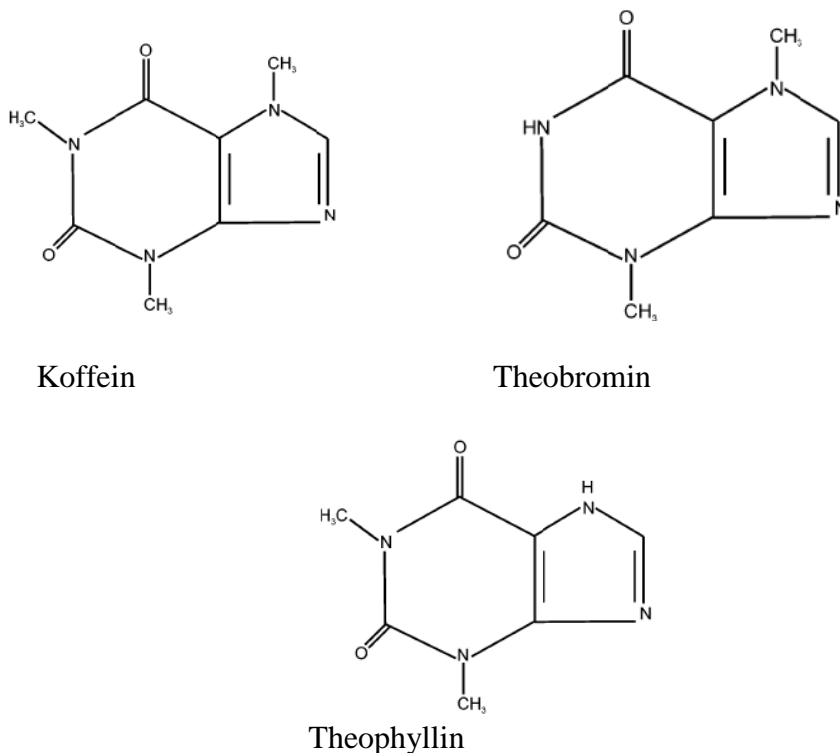
**Tabelle 2. 4: phenolische Verbindungen in Kakao [BORCHERS et al, 2000]**

Bezeichnung
Kaffesäure
Protocatechussäure
Chlorogensäure
Syringasäure
$\rho$ -Cumarsäure
Vanillinsäure
Ferulasäure
Clovamide
Deoxyclovamide
Phloretinsäure
Phenyllessigsäure

### *Methylxanthine*

Neben den Polyphenolen enthält Kakao Methylxanthine wie Koffein, Theobromin und Theophyllin (Abbildung 2.9). Theobromin ist das Hauptmethylxanthin und beträgt bis zu 4% der fettfreien Masse, während Koffein nur etwa 0,2% ausmacht. Theophyllin ist

nur in geringen Mengen enthalten. Während Theobromin in der jungen Fruchtwand (Perikarp) dominiert und fast ausschließlich in den Keimblättern (Kotyledonen) vorkommt, sind Koffein und 3-Methylxanthin die Hauptalkaloide in der reifen Fruchtwand. In Kakao und Kakaoprodukten ist Theobromin in höheren Mengen als Koffein vorhanden [JALIL und ISMAIL, 2008]. Es ist stärker harntreibend als Koffein und zeigt eine relaxierende Wirkung auf die glatte Muskulatur der Bronchien [EBERMANN und ELMADFA, 2008]. Koffein ist verglichen mit Kaffee und Tee in relativ kleinen Mengen in Kakao enthalten [JALIL und ISMAIL, 2008].



**Abbildung 2. 9: Strukturen der Methylxanthine in Kakao [JALIL und ISMAIL, 2008]**

#### 2.5.4. Einflüsse auf die Phenole

Der Gehalt an Polyphenolen in Kakaoprodukten hängt sowohl von der botanischen Art als auch von genetischen, landwirtschaftlichen und anderen Faktoren, welche die Verarbeitung bis zur Entstehung von Kakaopulver einschließen, ab. Zu diesen Prozessen zählen die Fermentierung, Trocknung und Röstung [TOMAS-BARBERÁN et al., 2008].

### ***Herkunft***

Kakaobohnen von verschiedener Herkunft können unterschiedliche Mengen an Epicatechin und Catechin enthalten. Bohnen aus Ecuador weisen die höchsten Mengen dieser Flavanole auf, gefolgt von denen aus Ghana und Trinidad. Der höchste Phenolgehalt wurde in malaysischen Bohnen gefunden, gefolgt von jenen aus Sulawesi, Ghana und Côte d'Ivoire. Weiters gab es eine sechsfache Variation im Epicatechin Gehalt in fermentierten Kakaobohnen unterschiedlicher Regionen [JALIL und ISMAIL, 2008].

### ***Sorte***

Kakao verschiedenster Sorten weist Unterschiede im Polyphenolgehalt, die bis ins Vierfache reichen, auf [JALIL und ISMAIL, 2008].

Seit längerem ist der Unterschied im Anthocyanengehalt der Criollo-Samen (gering bis nicht vorhanden) und der anderen Kakaotypen (Forastero und Trinitario) bekannt. Obwohl der Gesamtphenolgehalt, sowie der Gehalt an (-)-EC in reifen, unfermentierten Criollo-Bohnen denen der übrigen Sorten entspricht, sind nach der Fermentation jene in Criollo wesentlich niedriger. So konnte vor kurzer Zeit nachgewiesen werden, dass der Abbau von Polyphenolen in den Samen des Criollo-Typs schneller als bei den anderen Kakaosorten erfolgt. Nach einer kurzen Fermentationsdauer von nur 3 Tagen ist der ursprüngliche Gehalt an dem wichtigsten Monomer (-)-EC um über 90% gesunken. Von dem raschen Abbau polyphenolischer Verbindungen rührt wohl der milde, aromatische Geschmack des Criollo Kakaos. Die Ursache für einen so hohen Verlust ist jedoch noch nicht geklärt [ELWERS, 2008]

### ***Prozesse***

Die am meisten vorhandenen Monomere in frischen Bohnen sind (-)-EC und (+)-Catechin. Sie bleiben auch die dominierenden Flavanole in Kakaomasse und Kakaopulver, auch wenn der Gehalt an EC durch die Fermentation drastisch minimiert werden kann. Es wurde jedoch gezeigt, dass der Gehalt an (+)-Catechin durch die Fermentation stetig steigt [BORCHERS et al., 2000].

Nicht nur die Fermentation hat einen Einfluss auf den Polyphenolgehalt, sondern auch die Trocknung und das Rösten [TOMAS-BARBERÁN, 2008].

TOMAS-BARBERÁN et al. (2008) untersuchten die Auswirkungen dieser Prozesse auf Kakaobohnen verschiedener Herkunft und Type. Sie konnten signifikante Unterschiede zwischen unfermentierten sonnengetrockneten und unfermentierten gerösteten Kakaobohnen, aber auch zwischen fermentierten sonnengetrockneten und fermentierten gerösteten Kakaobohnen aufzeigen. Folglich resultierten Fermentations- und Röstungsprozesse in einer signifikanten Abnahme des Gesamtphenolgehaltes, wobei 4-mal mehr Procyanidine und 8-mal mehr Epicatechin im unfermentierten, nicht gerösteten als im konventionellen Kakaopulver gefunden wurden [TOMAS-BARBERÁN, 2008].

Des Weiteren wird durch die alkalische Behandlung der Bohnen der Gehalt an Flavanoiden in den daraus hergestellten Kakaoprodukten gesenkt [BORCHERS et al., 2000]. So konnte in der Studie von MILLER et. al. (2008) gezeigt werden, dass der Gesamtphenolgehalt im natürlichen Kakaopulver am höchsten ist und der Gehalt mit dem Grad der Alkalisierung abnimmt. In einer weiteren Studie konnte ein Verlust von 60% des mittleren Gesamtflavonoidgehalts im alkalisierten Kakaopulver im Vergleich zum natürlichen festgestellt werden [ANDRÉAS-LACUEVA et. al., 2008]

#### 2.5.5. Einfluss der phenolischen Substanzen auf die Bitterkeit und die Adstringenz

Adstringierend wird sensorisch als ein sich zusammenziehendes und trocknendes Mundgefühl beschrieben [LESSCHAEVE und NOBLE, 2005], welches infolge der Komplexbildung von Polyphenolen mit Proteinen des Mundbereichs und Speichels ausgelöst wird [JÖBSTL et. al, 2004]. Ein Adstringens ist chemisch gesehen eine Verbindung, die Proteine ausfällt. Für wasserlösliche Phenole wurde ein Molekulargewicht zwischen 500 bis 3000 beobachtet, welches nötig ist, um Proteine zu fällen. Das würde eine Verbindung mit mehr als drei Flavanolen bedeuten. Es wurde jedoch auch für Flavanol Monomere, Dimere und Trimere gezeigt, dass sie das Empfinden von Adstringenz auslösen können. Dies kann aus der Bildung von nicht ausgefallenen Komplexen mit Proteinen oder aus der Vernetzung von Proteinen mit einfachen Phenolen, welche 1,2-Dihydroxy oder 1,2,3-Trihydroxy Gruppen haben, hervorgehen [LESSCHAEVE und NOBLE, 2005].

Adstringenz wird oft mit Bitterkeit verwechselt, weil viele Individuen dessen Natur nicht genau verstehen und viele Polyphenole beide Eigenschaften aufweisen [MISNAWI et al., 2004].

Der bittere Geschmack wird von strukturell verschiedenen Verbindungen ausgelöst. Es gibt jedoch keine klare Definition für die molekulare Beschaffenheit, welche den bitteren Charakter verleiht. Eine wesentliche Rolle scheint der Grad der Polymerisation zu spielen. Bitterkeit nimmt mit dem mittleren Grad der Polymerisation ab, Adstringenz nimmt mit dem mittleren Grad der Polymerisation zu [LESSCHAEVE und NOBLE, 2005]. So sind Flavanoid Polymere mit höheren Molekulargewichten generell mehr adstringierend als bitter. Werden die Monomere Catechin und Epicatechin betrachtet, sind diese bitterer als adstringierend [SERRA BONVEHI und VENTURA COLL, 1997].

Eine geringe Änderung in der Flavanoidkonfiguration kann eine signifikante Änderung der sensorischen Eigenschaften bewirken. So ist Epicatechin bitterer und mehr adstringierend als sein chirales Stereoisomer Catechin [LESSCHAEVE und NOBLE, 2005], wobei sie sich im Wesentlichen nur in der absoluten Stereochemie der Hydroxylgruppe in der Position C3 des Heterozyklus unterscheiden (siehe dazu Abbildungen 2.4 und 2.5) [SERRA BONVEHI und VENTURA COLL, 1997].

Ähnlich beeinflussen die Bindungsstelle und die Zusammensetzung der monomeren Einheiten die Adstringenz und die Bitterkeit von Dimeren und Trimeren, die in der Studie von LESSCHAEVE und NOBLE (2005) künstlich erzeugt wurden. Hier waren zwei der drei untersuchten Dimere mehr adstringierend als deren Monomere (Catechin und Epicatechin). Dimer Catechin-4,6-Catechin war jedoch mehr adstringierend und bitterer als Dimer Catechin-4,8-Catechin und Dimer Catechin-4,8-Epicatechin [LESSCHAEVE und NOBLE, 2005].

Phenolische Substanzen sind maßgebend für die Bitterkeit und Adstringenz von vielen Nahrungsmitteln und Getränken [DREWNOWSKI und GOMEZ-CARNEROS, 2000].

Bitterkeit wird bei verschiedenen Gemüsesorten wie zum Beispiel Erdäpfel und Süßkartoffel, Bohnen und Erbsen, Kohl und Kohlsprossen, Salatgurke, Kürbisse, Zucchini, Kopfsalat, Spinat und Grünkohl beschrieben. In Getreide wie Hirse und

Gerste, aber auch in Erbsen, getrockneten Bohnen und Hülsenfrüchten, und Früchten sind Tannine für den bitteren Geschmack verantwortlich, in Kreuzblütlern (Broccoli, Grünkohl, Kohlsprossen, Kohlrabi, Kohl, Chinakohl) sind es wiederum andere Verbindungen, die Glucosinolate, die diese Empfindung hervorrufen [DREWNOWSKI und GOMEZ-CARNEROS, 2000].

In Getränken wie Tee, Cider und rotem Wein aber auch in verschiedenen Obstsorten und Nüssen werden diese Empfindungen primär durch flavonoide Phenole, wobei Flavanole und Flavonole inkludiert sind, ausgelöst. Zum Beispiel sind in Wein und Tee die Flavanol Monomere (Catechin, EC, EGC, EC-Gallate und EGC-Gallate) und deren Oligomere und Polymere reichlich vorhanden. Mit Ausnahme der Bitterkeit von Koffein in Tee sind die Flavanole die primären Quellen für die Bitterkeit und Adstringenz in Tee und Rotwein [LESSCHAEVE und NOBLE, 2005].

In Getränken können andere Faktoren wie pH-Wert, Alkoholgehalt, Süße und Viskosität die Empfindungen von bitter und adstringierend beeinflussen. In Weinen führt die Absenkung des pH-Wertes zu keiner sensorischen Veränderung des bitteren Geschmacks, jedoch zu einem gesteigerten saueren Empfinden. Dagegen zeigt der Zusatz von Säure und die damit verbundene pH-Wert Absenkung eine erhöhte Adstringenz bei Cranberrysaft und Weinen. Typischerweise unterdrücken sich Süße und Bitterkeit in einem Gemisch gegenseitig [LESSCHAEVE und NOBLE, 2005].

Unter den polyphenolischen Verbindungen in Kakao sind einige Gruppen der löslichen Substanzklasse der Flavanole (Catechin, Epicatechin und Epigallocatechin) für die Evaluierung der Adstringenz und Bitterkeit von Interesse [SERRA BONVEHI und VENTURA COLL, 1996].

Zusätzlich konnte konkretisiert werden, dass neben den Flavanolen Epicatechin und Catechin, sowohl die (4 $\beta$   $\rightarrow$  8)-verknüpften Oligomere Procyanidin B2, Procyanidin C1, [Epicatechin-(4 $\beta$   $\rightarrow$  8)<sub>3</sub>-Epicatechin], [Epicatechin-(4 $\beta$   $\rightarrow$  8)<sub>4</sub>-Epicatechin] als auch das (4 $\beta$   $\rightarrow$  6) verbundene Procyanidin B5 und einige Flavonol Glykoside die bedeutenden Substanzen sind, die den bitteren Geschmack und das adstringierende Mundgefühl im wässrigen Extrakt von gerösteten Kakao hervorrufen. [STARK et al., 2006].

Außerdem nehmen diese sensorischen Empfindungen in ungesüßtem Kakaopulver mit erhöhter Polyphenolkonzentration zu [MISNAWI et al., 2004]

Hinzuzufügen ist, dass Bitterkeit und Adstringenz in Kakao nicht nur den Polyphenolen zuzuschreiben sind, sondern auch Aminosäuren zu diesen Eigenschaften beitragen [JALIL und ISMAIL, 2008]. So konnten STARK et al. (2006) zeigen, dass bestimmte Diketopiperazine bitter und N-Phenylpropenoyl-L-Aminosäuren adstringierend sind und diese sowohl mit den phenolischen Verbindungen, als auch den bitteren Alkaloiden, Theobromin und Koffein, zu den Schlüsselauslösern des bitteren Geschmacks und des adstringierenden Mundgefühls in gerösteten Kakaonibs zählen.

#### 2.5.6. Bioverfügbarkeit und Metabolismus

Die Verfügbarkeit von phenolischen Verbindungen wird durch die Ermittlung der Konzentrationen im Plasma und Urin nach Aufnahme bekannter Mengen dieser Substanzen in Nahrungsmitteln oder der reinen Verbindungen festgestellt. Die Bioverfügbarkeit von Polyphenolen ist in hohem Maße von der chemischen Struktur, Glykosylierung, Acylierung, Konjugation und Polymerisation abhängig. Es ist generell bekannt, dass die Bioverfügbarkeit von Polyphenolen relativ gering ist, aber monomere Flavanole zählen zu jenen, die eine höhere Bioverfügbarkeit zeigen. Neben physiologischen Faktoren mögen Nahrungsmittelmatrix und -textur, die Anwesenheit von anderen Nährstoffen (Proteine, Kohlenhydrate und Fett) und deren Wechselwirkung die Bioverfügbarkeit direkt oder indirekt beeinflussen. Vor allem Polyphenole mit höherem Molekulargewicht können starke Wechselwirkungen mit Proteinen eingehen. Sie binden nicht nur an Speichelproteine, sondern auch an Proteine der Nahrung und Verdauungsenzyme, wobei dies wiederum einen Einfluss auf den Transport und die Absorption haben kann [JALIL und ISMAIL, 2008].

SCHRAMM et al. (2003) untersuchte diesbezüglich die Einflüsse von verschiedenen Nahrungsmitteln (Zucker, Milch, Brot, Steak und Grapefruit) auf die Absorption und Pharmakokinetik von Kakao Flavanolen (Epicatechin und Catechin). Es zeigten sich minimale Auswirkungen durch fett- und proteinreiche Lebensmittel, dagegen konnten kohlenhydratreiche Mahlzeiten die AUC (Area under the Curve)-Werte und Cmax (maximale Konzentration) der Flavanole im Plasma signifikant erhöhen. Da ein flavanolreiches Kakaopulver verwendet worden ist und diese wasserlöslich sind, kann



nicht ausgeschlossen werden, dass andere Polyphenole wie Isoflavone, die mehr fettlöslich sind, durch Fett oder Protein beeinflusst werden [SCHRAMM et al., 2003].

Kakaopulver, aufgelöst in Milch, ist die gebräuchlichste Art um Kakaopulver zu konsumieren [ROURA et al., 2007]. Ob Milch die Absorption von Polyphenolen beeinflusst, ist nicht ganz klar, weil die Ergebnisse von einigen Studien teilweise widersprüchlich sind. In der Arbeit von ROURA et al. (2007) konnte gezeigt werden, dass Milch keinen Einfluss auf die Bioverfügbarkeit von Kakaopulver Flavonoiden bei gesunden Menschen hat. Wären die Daten individuell betrachtet worden, so hätte Milch einen negativen Einfluss auf die Polyphenolabsorption, jedoch gab es keine statistisch signifikanten Unterschiede [ROURA et al., 2007].

Procyanidine formen stabile Komplexe mit Metallionen [RIOS et al., 2002] und können noch dazu metallbindende Proteine beeinflussen [BORCHERS et al., 2000], wodurch sie die Absorption und Bioverfügbarkeit von einigen Mineralstoffen beeinträchtigen [RIOS et al., 2002].

Andererseits können andere Antinutritiva in Kakao, wozu neben den Polyphenolen (insbesondere Procyanidine) auch die Phytinsäure, Oxalsäure und Ballaststoffe zählen, die Mineralstoffabsorption stören. Phytinsäure bildet Komplexe mit Calcium, Eisen und Zink im Darm, welche kaum löslich sind. Im Darm kann Oxalsäure mit Calcium Calciumoxalate bilden, die schwer löslich sind und somit Calcium weniger bioverfügbar machen. Durch Fermentation und Verarbeitung der Kakaobohnen werden die Gehalte an Oxalaten und Phytaten jedoch reduziert. Deren Hydrolyseprodukte scheinen eine geringere Affinität für Mineralstoffe zu haben, wodurch die Bioverfügbarkeit von diesen weniger verringert wird, als in manch anderer roher Nahrungspflanze [BORCHERS et al., 2000].

RIOS et al. (2002) zeigten, dass Procyanidine eines Kakaogetränkes im menschlichen Magenmilieu stabil sind. Die Absorption von Procyanidinen ist abhängig von deren Molekulargewicht [RIOS et al., 2002]. Sie werden zunächst von der Darmflora abgebaut, deren Produkte werden anschließend absorbiert oder mit dem Faeces ausgeschieden [JALIL und ISMAIL, 2008]. Dimere und wahrscheinlich auch Trimere werden im Dünndarm weniger effizient (unter 0,5%) absorbiert als Epicatechin und Catechin Monomere, deren Absorptionsgrad zwischen 22 und 55% liegt. Epicatechin wird jedoch besser aufgenommen als Catechin. Die Ursache dafür liegt wohl an den

stereochemischen Unterschieden, die in verschiedener Hydrophobität resultieren. Verglichen mit Aglykonen interagieren einige Glykoside mit Natrium-abhängigen Glucosetransportern im Darm, was zur Erhöhung ihrer Aufnahme führt. In den Darmzellen werden sie mittels zytosolischen  $\beta$ -Glucosidasen hydrolisiert. Eine weitere Hypothese für die Absorption von Glykosiden wurde aufgestellt. Es handelt sich hierbei um die Lactase Phlorizin Hydrolase, welches ein Enzym in der luminalen Seite der Enterozyten in der Dünndarmmembran ist, die auch durch Hydrolisierung der Glykoside agiert und somit das freigewordene Aglykon zur Absorption durch passive Diffusion bereitstellt. Die Position des Glucosemoleküls im aromatischen Ring kann den Beitrag dieser Mechanismen zum Absorptionsprozess bestimmen [LAMUELA-RAVENTÓS et al., 2005].

Die freien Aglykone des Deglykosilierungsprozesses werden zusammen mit dem Rest der Aglykone weitgehend während ihrer Bewegung durch die Epithelzellen des Dünndarms [LAMUELA-RAVENTÓS et al., 2005] und zusätzlich in der Leber metabolisiert [JALIL und ISMAIL, 2008]. Aus diesem Vorgang resultieren die Metabolite Glucuronidkonjugate (hauptsächlich), Sulfat-Konjugate, Sulfoglucuronidkonjugate und methylierte Konjugate der entsprechenden Aglykone [LAMUELA-RAVENTÓS et al., 2005].

### 2.5.7. Physiologische Bedeutung

Eine steigende Zahl epidemiologischer Beweise unterstützt das Leitbild, das besagt, dass eine Ernährung reich an Obst und Gemüse die Gesundheit fördert und die Entstehung verschiedener Krankheiten wie kardiovaskuläre Erkrankungen, Krebs, und gewisse neurodegenerative Funktionsstörungen verzögert. Diese pflanzlichen Lebensmittel und des Weiteren auch Getränke wie Wein, grüner und schwarzer Tee sind reich an phenolischen sekundären Pflanzeninhaltsstoffen. Epidemiologische Daten unterstützen die Meinung, dass der gesundheitliche Nutzen zum Teil dem Vorkommen von bestimmten Flavonoiden zuzuweisen ist [KEEN et al., 2005].

So wurden in letzter Zeit vermehrt Studien in Zusammenhang mit physiologischen Effekten und Flavonoiden in Kakao und Kakaoprodukten durchgeführt. Die meisten Studien zeigten eine positive Beziehung zwischen diesen und kardiovaskulären

Effekten, wobei sie wohl auf die antioxidative Wirkung dieser Verbindungen zurückzuführen sind [JALIL und ISMAIL, 2008].

Interessanterweise haben Kakaopulver und Kakaoextrakte gezeigt, dass sie eine größere antioxidative Kapazität als viele andere flavanolreiche Nahrungsmittel und deren Extrakte, wie grüner und schwarzer Tee, Rotwein, Heidelbeeren, Knoblauch und Erdbeeren aufweisen [KEEN et al., 2005].

#### **2.5.7.1. Polyphenole als Antioxidantien**

Ein wichtiger Schlüssel für die Prävention von kardiovaskulären, tumoralen und degenerativen Erkrankungen ist die Aufrechterhaltung der Balance zwischen prooxidativen und antioxidativen Substanzen im Organismus. Oxidativer Stress ist an Mutagenese, Karzinogenese, Lipid-Peroxidation, Veränderung der korrekten Membranfunktion und Oxidation und der Fragmentierung von Proteinen beteiligt. So könnte die Aufnahme von flavonoidreicher Nahrung nützlich sein, um die Haut vor Schäden durch Sonnenstrahlung oder die Schädigung von Erythrozytenmembranen, die durch Tabak verursacht wurde, zu schützen [LAMUELA-RAVENTÓS et al., 2005].

Kakao, Kakaoextrakte, reine Kakao Flavanole und Procyanidine üben starke antioxidative Effekte *in vitro* aus. Die antioxidativen Eigenschaften von Flavanolen basieren teilweise auf deren strukturellen Charakter, wobei die Hydroxylierung des elementaren Flavan-Ringsystems, besonders die 3,4-Dihydroxylierung des B-Ringes (Catechol Struktur), die Kettenlänge der Oligomere, und die stereochemischen Eigenschaften des Moleküls inbegriffen sind. Diese strukturellen Besonderheiten der Flavanole repräsentieren die molekulare Basis für ihre antioxidative Eigenschaft. Sie sind dadurch Hydrogen-Donatoren (Radikalfängerfunktion) und können mit Metallen Komplexe bilden [KEEN et al., 2005].

Die hohe antioxidative Aktivität der Kakao Flavonoide konnte auch *in vivo* bestätigt werden. Durch die Aufnahme von Kakaopulver mit einem hohen Procyanidin und Epicatechin Gehalt erhöht sich die antioxidative Kapazität im menschlichen Plasma und im Plasma der Ratten. Catechin hat sich als aktives Element in der Bewahrung von Hautzellen vor Schädigung durch UVB-Strahlung erwiesen, wenn es der Nahrung von

Mäusen zugesetzt wurde. Wenn Quercetin der Nahrung von Ratten beigemischt wurde, zeigte es ebenso antioxidative Effekte, wie erhöhte antioxidative Kapazität im Plasma, reduzierten oder verhinderten oxidativen Stress, welcher durch UV-Strahlen verursacht wurde und vermiedene Hepatotoxizität und Nefrotoxizität, die durch oxidative Schädigung hervorgerufen wurden [LAMUELA-RAVENTÓS et al., 2005].

#### **2.5.7.2. Effekte auf das Endothel**

Das Gefäßendothel reguliert durch Aufrechterhaltung des vasomotorischen Tones und durch seinen Einfluss auf die Blutplättchenfunktion und Leukozytenanhaftung die Hämostase. Unter normalen physiologischen Bedingungen werden verschiedene Mediatoren, wie zum Beispiel Endothelin, Prostacyclin, Leukotriene, Adenosine und NO (Stickstoffmonoxid) vom Endothel freigesetzt [KEEN et al., 2005]. Das NO wird von Stickoxidsynthasen in den Zellen des Endothels synthetisiert und dient als Signal zur Weitstellung der Gefäße [SIES, 2006]. Unter Stress, Ischämie und Reperfusion, Entzündung oder Erkrankungen wie Arteriosklerose, Diabetes Mellitus und Bluthochdruck kann die Endothelfunktion gestört werden. Dies steht im Zusammenhang mit Veränderungen der Regulierungsmediatoren des Endothels, einer Unfähigkeit den Gefäßtonus zu regulieren und einer allgemeinen Verlagerung zu einem prothrombotischen Status. Es ist möglich, dass Flavanole durch ihre Wirkung als Antioxidantien die Endothelfunktion verbessern, indem sie oxidativen Schaden verhindern oder reduzieren [KEEN et al., 2005]. Allerdings konnte gezeigt werden, dass durch Einnahme von flavanolhaltigem Kakao das Verhältnis der entzündungsfördernden Leukotriene zu den endothelschützenden Prostazyklinen im Blutplasma gesenkt werden kann, was zu einer Verringerung der Blutplättchenaktivität führt [SIES, 2006].

Zusätzlich wurden Hinweise auf die Beteiligung des NO-Systems gefunden, wobei die im menschlichen Blutplasma zirkulierenden Speicherformen des NOs nach Verzehr von flavanolreichem Kakao erhöht waren, während dies nach Aufnahme von Kakao mit einem geringen Flavanolgehalt nicht beobachtet wurde [SIES, 2006]. Die NO-Aktivität zeigte eine Zunahme bei Menschen, die Kakao konsumierten und bewirkte somit eine Entspannung des Gefäßendothels und eine Abnahme des Blutdrucks [LAMUELA-RAVENTÓS et al., 2005].

Eine inflammatorische Wirkung kann vermutet werden, weil Lipooxygenasen, die Enzyme für die Leukotrienbildung, durch Flavonoide gehemmt werden [SIES, 2006]. Low-Density-Lipoproteine (LDL) sind die Haupttransporter für das zirkulierende Cholesterin und spielen dabei Schlüsselrollen im Transfer und Metabolismus. Sie sind anfällig für Oxidation. Die oxidative Modifikation von LDLs wird mit der Pathogenese von Arteriosklerose in Zusammenhang gebracht [LAMUELA-RAVENTÓS et al., 2005]. In einer Studie stellte sich heraus, dass die Oxidierbarkeit von LDLs im Blutplasma von Probanden, welche täglich ca. 2,6 Gramm Polyphenole erhalten hatten, deutlich eingeschränkt war. Dieser Effekt wird für die Gefäßfunktion als günstig angesehen [SIES, 2006].

#### **2.5.7.3. Effekte auf den Darmtrakt**

Das Fehlen des Abbaus von Procyanidinen im Magen und deren begrenzte Absorption im Dünndarm deuten darauf hin, dass sie die Verdauung oder die Physiologie des Darmes durch Wechselwirkung mit der Darmschleimhaut und den gelösten Stoffen im Darmlumen beeinflussen können [LAMUELA-RAVENTOS et al., 2005]

Als reduzierendes Agens können sie oxidativen Stress in der Darmschleimhaut begrenzen und bei der Prävention von verschiedenartigen Krebserkrankungen des gastrointestinalen Traktes mitwirken. Procyanidin Oligomere haben hemmende Wirkung auf die Freisetzung von Zytokinen aus Mononuklearzellen des menschlichen Blutes gezeigt und haben dadurch potentielle immunregulatorische Funktionen im Darm [LAMUELA-RAVENTOS et al., 2005].

#### **2.5.7.4. Effekte anderer Inhaltsstoffe von Kakao**

Die gesundheitlichen Effekte von Kakao und Kakaoprodukten hängen nicht ausschließlich von ihren Polyphenolgehalten ab, sondern auch von ihren weiteren Inhaltsstoffen wie den Methylxanthinen, Peptiden und Mineralstoffen. Frühere Studien, so scheint es, haben den Beitrag der Mineralstoffe und Peptide in Kakao und deren Produkten bezüglich ihres Nutzens unterschätzt. Es ist noch nicht geklärt, ob Methylxanthine, Peptide und Mikronährstoffe die beobachteten gesundheitlichen Effekte erhöhen oder erniedrigen können. Zum Beispiel könnten Methylxanthine, besonders Koffein, prooxidative Eigenschaften haben. Koffein, Theobromin und

Theophyllin zeigten antioxidative Aktivität und schützendes Potential unter physiologischen Bedingungen, jedoch konnte die prooxidative und antioxidative Eigenschaft von Theobromin und Koffein in einer weiteren Studie nicht berichtet werden [JALIL und ISMAIL, 2008].

Es wird vermutet, dass unter den Mineralstoffen in Kakao Kalium eine Rolle bei der Prävention von Bluthockdruck spielt, weil es in hohen Mengen vorkommt und im Zusammenhang mit der Kontrolle des Blutdrucks steht. Wahrscheinlich begünstigt der geringe Natriumgehalt wiederum einen niedrigen Blutdruck [BORCHERS et al., 2000].

### 3. Material und Methoden

#### 3.1. Material

##### 3.1.1. Probenumfang

Im Rahmen vorliegender Diplomarbeit wurden handelsübliche Kakaopulver (Tabelle 3.1) analysiert, die einen Kakaoanteil von 16 bis 100% aufwiesen. Pulver mit 100% Kakao werden zum Backen verwendet, können aber nach Packungsanleitung auch zum Zubereiten von Kakaotränken verwendet werden.

Die untersuchten Kakaopulver wurden im Zeitraum August bis Oktober 2008 in unterschiedlichen Geschäften wie Supermarkt, Drogerie Markt und Discounter ausgewählt. Es wurden nur solche Produkte berücksichtigt, die unter der Bezeichnung „Kakao“ vermarktet wurden. Solche mit der Beschriftung „Schokolade“ wie zum Beispiel „Trinkschokolade“ wurden bei dieser Diplomarbeit nicht miteinbezogen.

**Tabelle 3. 1: Bezeichnung der Kakaopulver mit Kakaoanteil in Prozent**

Filiale	Kakaobezeichnung	Kakaogehalt
Hofer	Pepino	25%
Lidl	Good cao	20%
Drogerie Markt	Alnatura Kakao	100%
	Alnatura Trink-Kakao	27%
	EZA Equita Instant Kakao	25%
	Siggi Trink-Kakao	16%
Spar	EZA Kakao El Ceibo	100%
	Spar Kakao	100%
	Bensdorp Benco power plus	25%
	Spar Kakao Drink	25%

	Nestle Nesquik	18%
Merkur	Bensdorp Kakao	100%
	Bensdorp Kakaoexpress	18%
Penny Markt	Flinky Flirt Kakao	25%
Billa	Clever Kakao	25%

Bei den Trinkkakaomischungen, die einen geringen Kakaoanteil haben, handelte es sich um Mischungen von Kakao und Zucker. Es werden weiters Emulgatoren verwendet, Aromen eingesetzt und Vitamine zugesetzt (Tabelle 3.2).

**Tabelle 3. 2: Zutatenliste der Kakaomischungen**

<b>Kakaobezeichnung</b>	<b>Zutaten</b>
Alnatura Trink-Kakao	Rohrzucker (70%), Kakaopulver (27%), Emulgator: Sojalecithin
Pepino	Zucker, fettarmer Kakao (25%), Traubenzucker (5%), Calciumcarbonat, Emulgator Sojalecithin, Speisesalz, Aroma, Niacin, Vitamin E, Pantothersäure, Vitamin B6, und B1
Flinky Flirt Kakao	Zucker, fettarmer Kakao (25%), Traubenzucker (7%), Molkenpulver, Calciumcarbonat, Emulgator Sojalecithin, Speisesalz, Maltodextrin, Aroma, Niacin, Vitamin E, Pantothersäure, Vitamin B6, B2 und B1
EZA Equita Instant Kakao	Rohrzucker (75%), Magerkakaopulver (25%)
Bensdorp Benco power plus	Zucker, mageres Kakaopulver (25%), Calciumphosphat, Traubenzucker, Emulgator (Sojalecithin), Speisesalz, Aroma (Vanillin), Niacin, Vitamin B6, B1 und B12, Folsäure



Spar Kakao Drink	Zucker, fettarmer Kakao (25%), Traubenzucker (5%), Calciumcarbonat, Emulgator Sojalecithin, Speisesalz, Aroma, Niacin, Vitamin E, Pantothensäure, Vitamin B6, B2 und B1
Clever Kakao	Zucker, fettarmer Kakao (25%), Traubenzucker (7%), Molkenpulver, Calciumcarbonat, Emulgator Sojalezithin, Speisesalz, Maltodextrin, Aroma, Niacin, Vitamin E, Pantothensäure, Vitamin B6, B2 und B1
Good cao	Zucker, Traubenzucker (20,5%) stark entöltes Kakaopulver (20%), Emulgator: Sojalecithine; Salz, Zimt, Bourbon-Vanille-Extrakt
Nestle Nesquik	Zucker, fettarmer Kakao (18%), Emulgator Sojalecithin, Salz, Calciumcarbonat, Vitamine (Vit. C, Niacin, Vit. E, Vit. B6, Pantothensäure, Vit. B1, Folsäure), Magnesiumcarbonat, Aroma Vanillin
Siggi Trink-Kakao	Traubenzucker (74,4%), fettarmer Kakao (16%), Maltodextrin, Blütenhonig (2%), Kalziumcarbonat, Emulgator: Sojalecithin
Bensdorp Kakaoexpress	Zucker, Traubenzucker (23%), mageres Kakaopulver (18%), Emulgator (Sojalecithin), Speisesalz, Aroma (Vanillin), Niacin, Vitamin B6, B1 und B12, Folsäure

Für die analytische Untersuchung wurden die Kakaopulver in Gruppen unterteilt. Dabei wurden solche mit 100% Kakaoanteil in die erste Gruppe und solche mit einem Kakaogehalt von 20% bis 27% in die zweite Gruppe eingeteilt. In der dritten Gruppe wurden die Kakaopulver mit dem niedrigsten Kakaoanteil von 16% bis 20% untergliedert (Tabelle 3.3).

**Tabelle 3. 3: Unterteilung der Kakaopulver nach ihrem Kakaoanteil in 3 Gruppen**

1. Gruppe	100% Kakao	EZA El Ceiba
		Alnatura Kakao
		Spar Kakao
		Bensdorp Kakao
2. Gruppe	27% Kakao	Alnatura Trink-Kakao
	25% Kakao	EZA Equita Instant Kakao
		Bensdorp Benco power plus
		Flinky Flirt Kakao
		Clever Kakao
		Spar Kakao Drink
		Pepino
3. Gruppe	20% Kakao	Good Cao
	18% Kakao	Nestle Nesquick
		Bensdorp Kakaoexpress
	16% Kakao	Siggi Trink-Kakao

Anhand der Angaben zur Zubereitungsform bzw. Empfehlung der Zubereitung auf der Verpackung wurden die verwendeten Mengen für die analytische Untersuchung festgesetzt. Die einzuwiegenden Mengen waren entsprechend dem Gehalt an Kakao im Kakaopulver angepasst. Für die erste Gruppe wurden 5 g Pulver eingewogen, diese Menge entspricht einem Teelöffel. Für die zweite Gruppe waren es 15 g Pulver, dies sind 3 Teelöffeln und für die dritte Gruppe wurden 20 g Pulver eingewogen, diese Menge entspricht 4 Teelöffeln.

## 3.2. Allgemeine Probenaufbereitung

### 3.2.1. Herstellung von Kakaotränken mit Wasser

Zur Herstellung von Kakaotränken mit Wasser wurden jeweils die entsprechenden Mengen an Kakaopulver (Gruppe 1: 5 g, Gruppe 2: 15 g, Gruppe 3: 20 g) eingewogen. Das verwendete Wasser war Leitungswasser des Institutes. Dieses wurde auf 70°C erwärmt. Danach wurde jedes Pulver mit je 200 ml des erwärmten Wassers vermischt. Die Kakaotränke wurden auf einem Magnetprüher bis zur Raumtemperatur abgekühlt, wodurch auch ein Absetzen des Pulvers verhindert wurde. Die Proben wurden anschließend im Verhältnis von 1:2 mit dest. Wasser verdünnt.

## 3.3. Methoden

### 3.3.1. Bestimmung des Gesamtphenolgehaltes

Zur Bestimmung des Gesamtphenolgehaltes wurde die Methode von LINSKENS und JACKSON (1988) mit Folin-Ciocalteu Reagenz angewendet.

#### *Prinzip der Methode*

Durch das Folin-Ciocalteu-Reagenz werden phenolische Hydroxylgruppen oxidiert. Das Reagenz wird dabei selbst reduziert, wobei ein blauer Molybdän-Wolfram-Komplex entsteht. In einer Probe wird die Farbreaktion proportional zur Konzentration der phenolischen Komponenten verstärkt. Die Intensität der blauen Färbung wird photometrisch gemessen. Die Absorption erfolgt bei der Wellenlänge von  $\lambda = 720 \text{ nm}$ .

#### *Reagenzien*

10%ige Natriumcarbonatlösung	Riedel de Haen
Folin-Ciocalteu-Reagenz	Fluka
D-(+)-Catechin	Sigma
Aqua dest.	

### ***Verwendete Geräte***

Pipetten	50 µl, Labsystems (H59610) 200-1000 µl, Finnpipette, Labsystems (J94391) 500 µl, Thermo Labsystems (S34335) 1-5 ml, BIOHIT Proline (5101127)
Magnetrührer	Heidolph MR 3001 K
Vortex	Heidolph Reax, top
Photometer	UNICAM UV4 UV/VIS Spectrometer
Vollküvetten	STERILIN
Waage	Sorvall Instruments, DUPONT Sartorius Mechatronics

### ***Herstellung der Lösungen***

Für die Standards 1-5 wurden 20, 40, 50, 80 und 100 mg (+)-Catechin in jeweils 100 ml dest. Wasser im Ultraschallbad aufgelöst.

#### Standard

- 4,25 ml Aqua dest.
- + 50 µl Standard
- + 250 µl Folin-Ciocalteu-Reagenz (5 min warten)
- + 500 µl 10-%ige Natriumcarbonatlösung (nach 1h bei  $\lambda=720$  nm messen)

#### Leerwert

- 4,25 ml Aqua dest.
- + 250 µl Folin-Ciocalteu-Reagenz (5 min warten)
- + 500 µl 10-%ige Natriumcarbonatlösung (nach 1h bei  $\lambda=720$  nm messen)

#### Probe

- 4,25 ml Aqua dest.
- + 50 µl Probe
- + 250 µl Folin-Ciocalteu-Reagenz (5 min warten)
- + 500 µl 10-%ige Natriumcarbonatlösung (nach 1h bei  $\lambda=720$  nm messen)

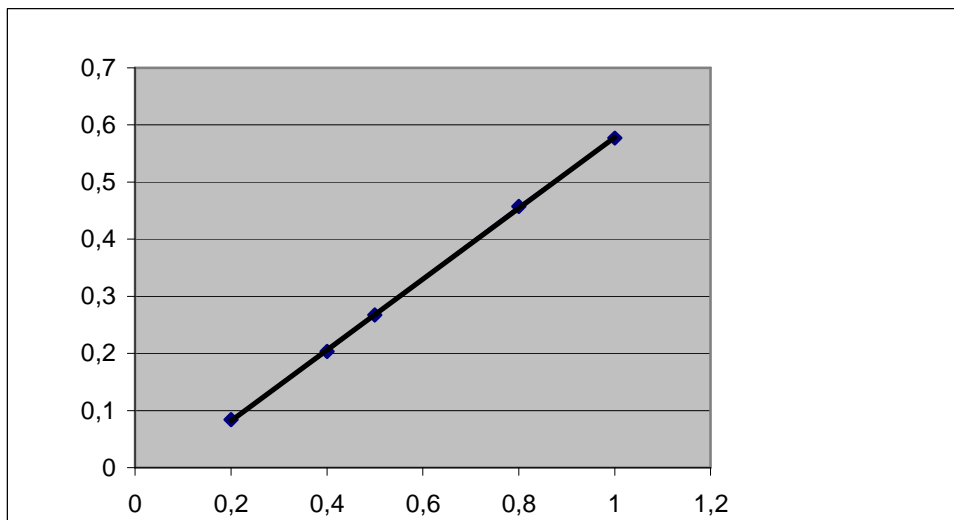
### ***Messung***

Nach einer Stunde Inkubationszeit im Dunklen wurden die Proben bei 720 nm gemessen. Ein Durchgang umfasste die Messung von jeweils einem Leerwert, einer Referenzprobe und einer Gruppe von Kakaopulvern. Die Proben wurden in Dreifachbestimmung analysiert.

### ***Auswertung***

Mit Hilfe der Standards wurde eine Eichgerade der Bezugssubstanz (+)-Catechin, die zwischen 400 und 1000 mg/l mit einer Korrelation von  $r = 0,9998$  linear war, erstellt (Abbildung 3.1 und Tabelle 3.4).

Der Gesamtphenolgehalt wurde in Catechin-Äquivalenten (g/l) angegeben. Zusätzlich wird zum Vergleich mit Literaturwerten die Angabe in mg CÄ/g Kakaopulver und zur Veranschaulichung des Gehaltes pro Kakaotränk die Angabe mg CÄ/ 200 ml Kakaotränk angeführt.



**Abbildung 3. 1: Eichgerade für die Ermittlung der Gesamtphenolgehalte**

**Tabelle 3. 4: Angaben zur Eichgerade**

<b>Standardnr.</b>	<b>Konz. [g/l]</b>	<b>Extinktion</b>
1	0,2	0,084
2	0,4	0,203
3	0,5	0,267
4	0,8	0,457
5	1	0,577

***Reproduzierbarkeit***

Die Standardabweichung des Mittelwertes (VK = Variationskoeffizient der Methode), die durch zehnmahlige Bestimmung eines Kakaotränkes ermittelt wurde, betrug 1,4%.

### 3.3.2. Sensorische Analyse

Im Bereich der sensorischen Analyse wurden mittels der QDA (= Quantitative Deskriptive Analyse) die sensorischen Eigenschaften der Kakaogetränke, welche mit Wasser und Milch zubereitet wurden, beurteilt.

#### 3.3.2.1. Quantitative deskriptive Analyse (QDA)

Um herauszufinden, welche Attribute für die sensorische Beurteilung von Kakaogetränken relevant sind, wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Dabei wurden die wichtigsten Eigenschaften der Literatur entnommen (Tabelle 3.5) und diese samt Definitionen als Protokollblatt (Abbildung 3.2) zusammengefasst. Die Angabe der Definition bzw. Erklärung der Attribute ist nötig, um zu gewährleisten, dass die Panellisten diese im gleichen Sinne verstehen. Die Bewertung der einzelnen Eigenschaften erfolgte numerisch, wobei 0 als nicht ausgeprägt bzw. 10 als stark ausgeprägt aufzufassen waren.

Die Planung, Durchführung und Auswertung der QDA erfolgte mit dem Computerprogramm AnalSens.

Das Protokollblatt (Abbildung 3.2) enthielt 19 Attribute für die Analyse von Getränken mit Milch und 17 Attribute für die sensorische Beurteilung der Getränke mit Wasser (ohne den Attributen „milchiger Geruch“ und „milchiger Geschmack“).

**Tabelle 3. 5: Angabe der Literaturquellen für die verwendeten Attribute der QDA**

Literaturquelle	Attribute	
MISNAWI et al. (2004)	Geschmack	allgemein
		bitter
		sauer
		fruchtig
		erdig
	Geruch	erdig
		fruchtig
	Mundgefühl	adstringierend

FOLKENBERG et al.(1999)	Optik	Farbe
	Geruch	allgemein
		milchig
	Geschmack	süß
		milchig
	Mundgefühl	Viskosität (Mund und Löffel)
		Glattheit
GUINARD und MAZZUCHELLI (1999)	Mundgefühl	pelzig
PRINDIVILLE et. al (2000)	Nachgeschmack	allgemein
		bitter

### ***Panel, Probenvorbereitung, Durchführung***

Das Panel bestand aus 10 geschulten Personen (Studenten und Angestellte des Institutes), die jeweils an 2 Prüftagen vormittags und nachmittags 3 Kakaogetränke beurteilten. Es wurden somit insgesamt 4 QDAs durchgeführt, wobei Kakaogetränke mit Milch und mit Wasser zu bewerten waren.

Für die QDA wurde das Kakaopulver von Bensdorp verwendet, weil dieses in jeder der 3 Gruppen mit einem Produkt vertreten war und zwar mit Kakaoexpress mit 18%, Benco power plus mit 25% und Bensdorp Kakao mit 100% Kakaoanteil. Zur Herstellung von Kakaopulver mit 50% Kakaoanteil wurde der Bensdorp Kakao mit 100% Kakao im Verhältnis 1:1 mit Zucker vermischt. Um ein Kakaopulver mit einem Kakaoanteil von 75% zu erhalten, wurde der Bensdorp Kakao mit 100% Kakaoanteil im Verhältnis 1:3 mit Zucker vermengt. Die gleichen Mengen Kakaopulver wurden zur Herstellung der Kakaogetränke sowohl für die sensorische Analyse (18%: 20g, 25% 15g, 50%: 5g, 75%: 5g) als auch für die analytische Untersuchung eingewogen. Ebenso erfolgte die Zubereitung nach demselben Schema.



Am 26.2.2009 wurden in der ersten Session die Kakaotränke mit Milch (NÖM Vollmilch, 3,5% Fett, 1-Liter Petflasche) mit dem Kakaoanteil von 18, 25 und 75% im Pulver verkostet. Im zweiten Durchgang erfolgte die Verkostung von Proben mit 18, 25 und 50% Kakaogehalt im Pulver.

Am 28.2.2009 wurden die Kakaotränke mit Wasser verkostet. In der ersten Session hatten die Proben einen Kakaoanteil von 18, 25 und 75% im Pulver und im zweiten Durchgang erfolgte die Analyse von Getränken mit Kakaopulver von 18, 25 und 50% Kakaogehalt.

Die Prüfungen fanden in Prüfkabinen im sensorischen Labor des Institutes statt. Für die sensorische Analyse wurden jedem Panellisten 3 Kakaotränke in vorgewärmten, mit Klarsichtfolie verschlossenen Tassen mit etwa 30-40 ml Kakao (ca. 45°) auf einem Tablett, welches sich auf einer erhitzten Wärmeplatte befand, gereicht. Die Proben waren zusätzlich mit einer dreistelligen Zufallszahl versehen. Zur Neutralisierung standen den Panellisten in den Kabinen Gläser mit Wasser zur Verfügung. Des Weiteren wurden Protokollblätter in den Prüfräumen bereitgelegt.

**Abbildung 3. 2: Beispiel eines Protokollblattes zur QDA**

<b>Kakao</b>			<b>Probennummer</b>		
<b>ATTRIBUT:</b>	<b>DEFINITION:</b>				
<b>OPTIK/ AUSSEHEN</b>					
Farbe	Beurteilung der Intensität der Farbe	von hellbraun bis dunkelbraun			
<b>GERUCH</b>					
Kakaogeruch allgemein	Beurteilung der Intensität des allgemeinen Kakaogeruchs	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			

Erdiger Geruch	Beurteilung der Intensität des typischen Geruchs von feuchter Erde	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
Fruchtiger Geruch	Beurteilung des Vorhandenseins eines süßen Geruchs, erinnernd an Beeren	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
GESCHMACK					
Kakaogeschmack allgemein	Beurteilung der Intensität des allgemeinen Kakaogeschmacks	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
Bitterer Geschmack	Beurteilung der Intensität des bitteren Geschmacks (z.B.: Koffein-Lösung)	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
Saurer Geschmack	Beurteilung der Intensität des sauren Geschmacks (z.B.: Zitronensäure-Lösung)	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
Erdiger Geschmack	Beurteilung der Intensität des typischen Geschmacks von feuchter Erde	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
Fruchtiger Geschmack	Beurteilung des Vorhandenseins eines süßen Geschmacks, erinnernd an Beeren	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
Süßer Geschmack	Beurteilung der Intensität des süßen Geschmacks (z.B.: Saccharose-Lösung))	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
MUNDGEFÜHL					
Viskosität mit dem Löffel	Beurteilung der Intensität der Viskosität des Kakaos mit dem Löffel (ein TL voll hinunterfließen lassen)	von dünnflüssig bis dickflüssig			
Viskosität als Mundgefühl	Beurteilung der ersichtlichen Viskosität, Fülle und Gewicht im Mund	von dünnflüssig bis dickflüssig			
Glattheit	Beurteilung des Vorhandenseins von sehr kleinen Partikeln oder größeren Partikeln (z.B.: Milch als glatt, Zucker als körnig)	von körnig bis glatt			

Pelziges Mundgefühl	Beurteilung der Intensität der Umhüllung der Mundoberflächen mit einer Schicht (Belag auf der Zunge; z.B.: Jogurt)	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
Adstringenz	Beurteilung eines trockenen sich zusammenziehenden Mundgefühls, ebenso an der Zunge (z.B.: starker schwarzer Tee)	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
<b>NACHGESCHMACK</b>					
Nachgeschmack des Kakaos allgemein	Zurückbleibender Geschmack 1 Minute nach dem Hinunterschlucken des Kakaos	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			
bitterer Nachgeschmack	Zurückbleibender bitterer Geschmack 1 Minute nach dem Hinunterschlucken des Kakaos	von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv			

### 3.3.2.2. Hauptkomponentenanalyse (PCA)

Mit Hilfe der Hauptkomponentenanalyse (PCA) sollte gezeigt werden, welches Getränk stärker in einem Attribut ausgeprägt war. Korrelationen zwischen den Attributen sollten aufgeführt werden.

Markante Gruppenattribute wurden herausgefiltert. Hervorgehoben wurden nur solche Attribute, die zur Produktdifferenzierung beigetragen haben.

### 3.3.3. Auswertung der Daten

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) Version 15.0 für Windows. Signifikante Unterschiede wurden auf dem Signifikanzniveau von 5% ( $p < 0,05$ ), 1% ( $p < 0,001$ ) und 0,1% ( $p < 0,001$ ) angegeben.

### ***Auswertung der analytischen Untersuchung***

Mittelwerte und Standardabweichungen wurden errechnet. Die Daten wurden auf Normalverteilung getestet und auf signifikante Unterschiede mittels ANOVA geprüft.

### ***Auswertung der sensorischen Analyse***

Um signifikante Unterschiede der Ergebnisse der QDA zu ermitteln, wurden diese mittels ANOVA getestet.

Die Korrelation der Phenolgehalte mit der Bitterkeit (bitterem Geschmack) wurde mittels Pearson-Korrelation durchgeführt.

Die Erstellung der Spiderwebs erfolgte mit dem Programm Microsoft-Excel. Für die PCA wurde das Programm AnalSens herangezogen.

## 4. Ergebnisse und Diskussion

### *Anmerkung zu den Proben*

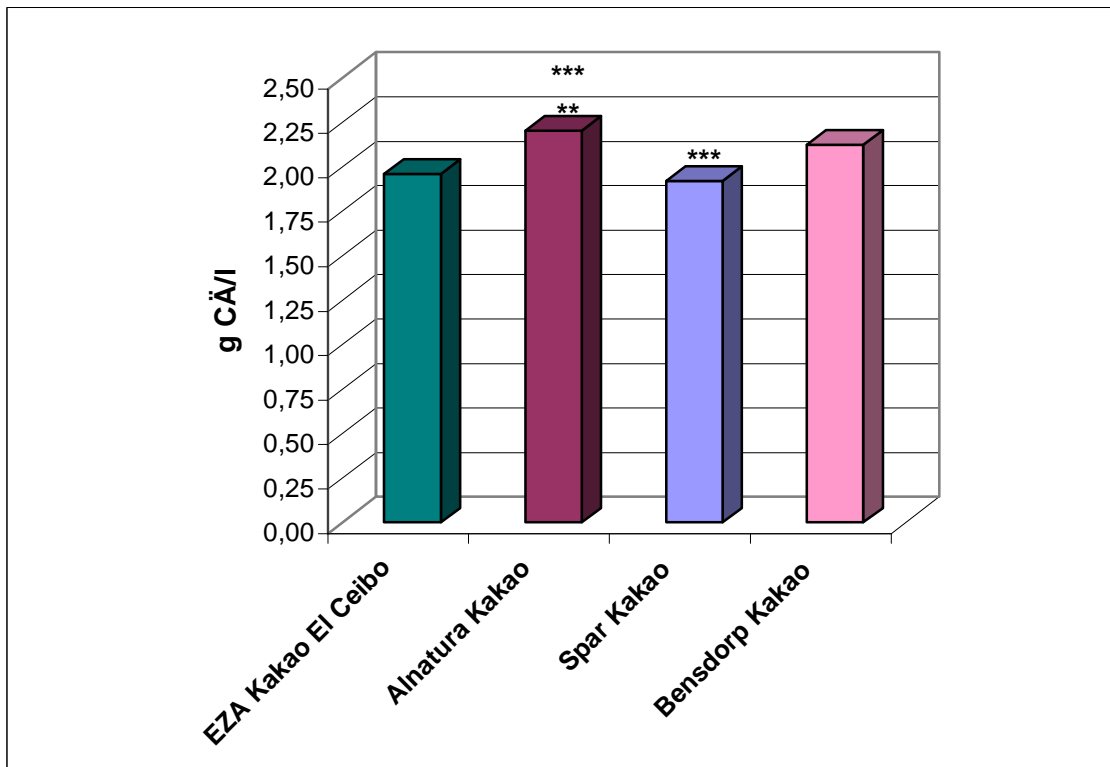
Zur analytischen Untersuchung wurden Kakaotränke sowohl mit Wasser als auch mit Milch zubereitet. Es stellte sich heraus, dass die Proben mit Milch einen etwa dreifach höheren Phenolgehalt als die mit Wasser hatten. Es wurde recherchiert warum es zu solch hohen Werten gekommen ist. In der Literatur wurde auf mögliche Störungen der photometrischen Bestimmung hingewiesen, wobei auch die Trübung der Proben dazu zählt. Da die Milchproben eine gewisse Trübung zeigten, wird vermutet, dass sie für die hohen Werte verantwortlich war. Um dies zu bestätigen, wurde eine Standardlösung bestimmter Konzentration an (+)-Catechin mit Milch hergestellt. Es zeigten sich wiederum erhöhte Werte. Durch Fällung der Milchproteine und anschließende Zentrifugierung wurde die Standardkonzentration erhalten.

Wurde eine Probe (Kakaotränk) mit Milch durch Fällung und Abzentrifugieren analysiert, so unterschied sich die enthaltene Konzentration signifikant nicht von der Probe mit Wasser. Somit kann angenommen werden, dass die Trübung die Ursache der hohen Phenolgehalte in den Milchproben war und deswegen diese Werte nicht in der Arbeit angeführt werden.

### 4.1. Gesamtphenolgehalt

#### 4.1.1. Kakaotränke mit 100% Kakaoanteil im Pulver

*Alnatura Kakao* zeigte mit  $2,2 \pm 0,03$  g CÄ/l Kakaotränk einen signifikant ( $p < 0,001$ ) höheren Gesamtphenolgehalt als *EZA Kakao El Ceibo* ( $1,96 \pm 0,03$ ), *Spar Kakao* ( $1,92 \pm 0,00$ ) und auf einem Signifikanzniveau von 1% war dieser ebenfalls höher als von *Bensdorp Kakao* ( $2,13 \pm 0,00$ ) (Abbildung 4.1). Die Unterschiede im Gesamtphenolgehalt können mehrere Gründe haben, wie zum Beispiel die Herkunft der Kakaobohnen oder auch deren Verarbeitung.



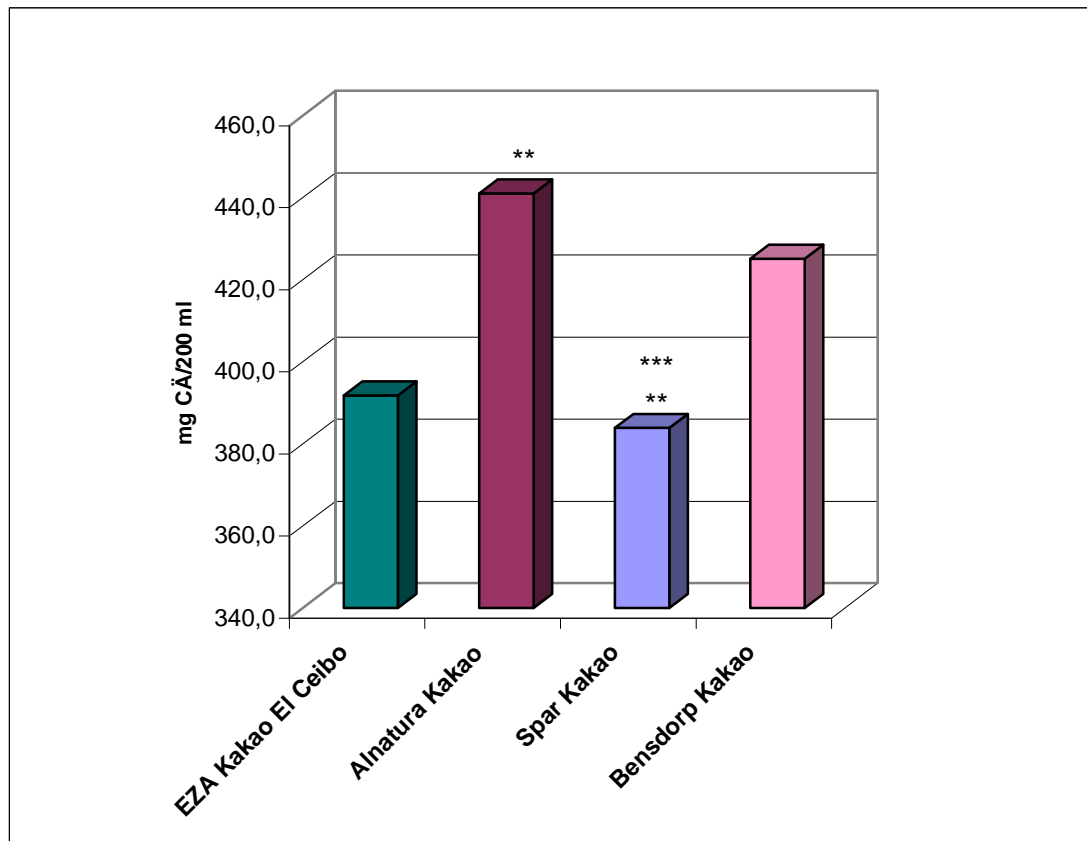
\*\*\* Alnatura Kakao > EZA Kakao El Ceibo, Spar Kakao ( $p < 0,001$ )

\*\* Alnatura Kakao > Bendsorp Kakao ( $p < 0,01$ )

\*\*\* Spar Kakao < Alnatura Kakao, Bendsorp Kakao ( $p < 0,001$ )

**Abbildung 4. 1: Gesamtphenolgehalt in g CÄ/l der untersuchten Kakaogetränke mit 100% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet**

Wenn man den Gesamtphenolgehalt, der in einer Tasse Kakaogetränk (200 ml) enthalten war, betrachtet (Abbildung 4.2), so betrug dieser im *Alnatura Kakao*  $440,9 \pm 5,0$  mg CÄ und war signifikant ( $p < 0,01$ ) höher als im *EZA Kakao El Ceibo* mit  $391,8 \pm 6,1$  mg CÄ und im *Spar Kakao* mit  $383,8 \pm 0,6$  mg CÄ. Der Phenolgehalt von *Spar Kakao* pro Tasse war signifikant ( $p < 0,001$ ) niedriger als jener von *Alnatura Kakao* und signifikant ( $p < 0,01$ ) kleiner als von *Bendsorp Kakao* ( $425,1 \pm 0,6$  mg CÄ/200 ml).



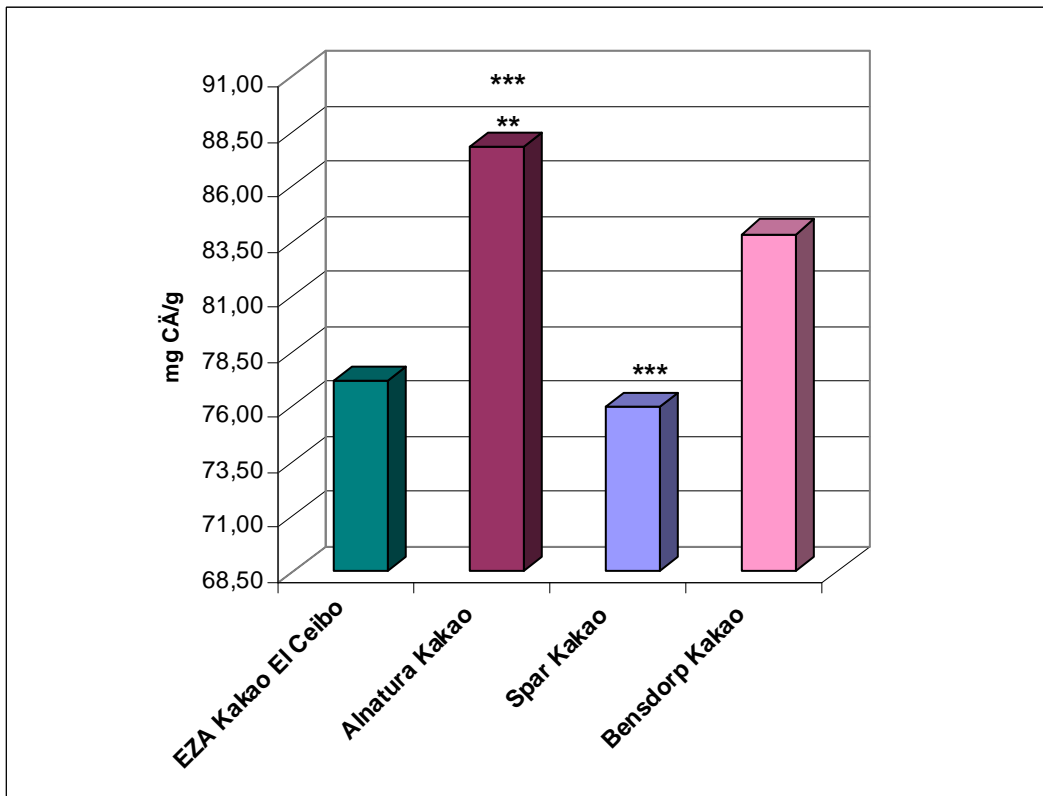
\*\* Alnatura Kakao > EZA Kakao El Ceibo, Spar Kakao ( $p < 0,01$ )

\*\*\* Spar Kakao < Bendsorp Kakao ( $p < 0,001$ )

\*\* Spar Kakao < Alnatura Kakao ( $p < 0,01$ )

**Abbildung 4. 2: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/200 ml der untersuchten Kakaotränke mit 100% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet**

*Alnatura Kakao* wies pro Gramm Pulver einen Gesamtphenolgehalt von  $87,8 \pm 1,0$  CÄ auf, welcher signifikant höher war als jener von *Bendsorp Kakao* ( $83,8 \pm 0,01$  CÄ,  $p < 0,01$ ), *EZA Kakao El Ceibo* ( $77,1 \pm 1,2$  CÄ,  $p < 0,001$ ) und *Spar Kakao* ( $76,0 \pm 0,1$  CÄ,  $p < 0,001$ ) (Abbildung 4.3).



\*\*\* Alnatura Kakao > EZA Kakao El Ceibo, Spar Kakao ( $p < 0,001$ )

\*\* Alnatura Kakao > Bendsorp Kakao ( $p < 0,01$ )

\*\*\* Spar Kakao < Alnatura Kakao, Bendsorp Kakao ( $p < 0,001$ )

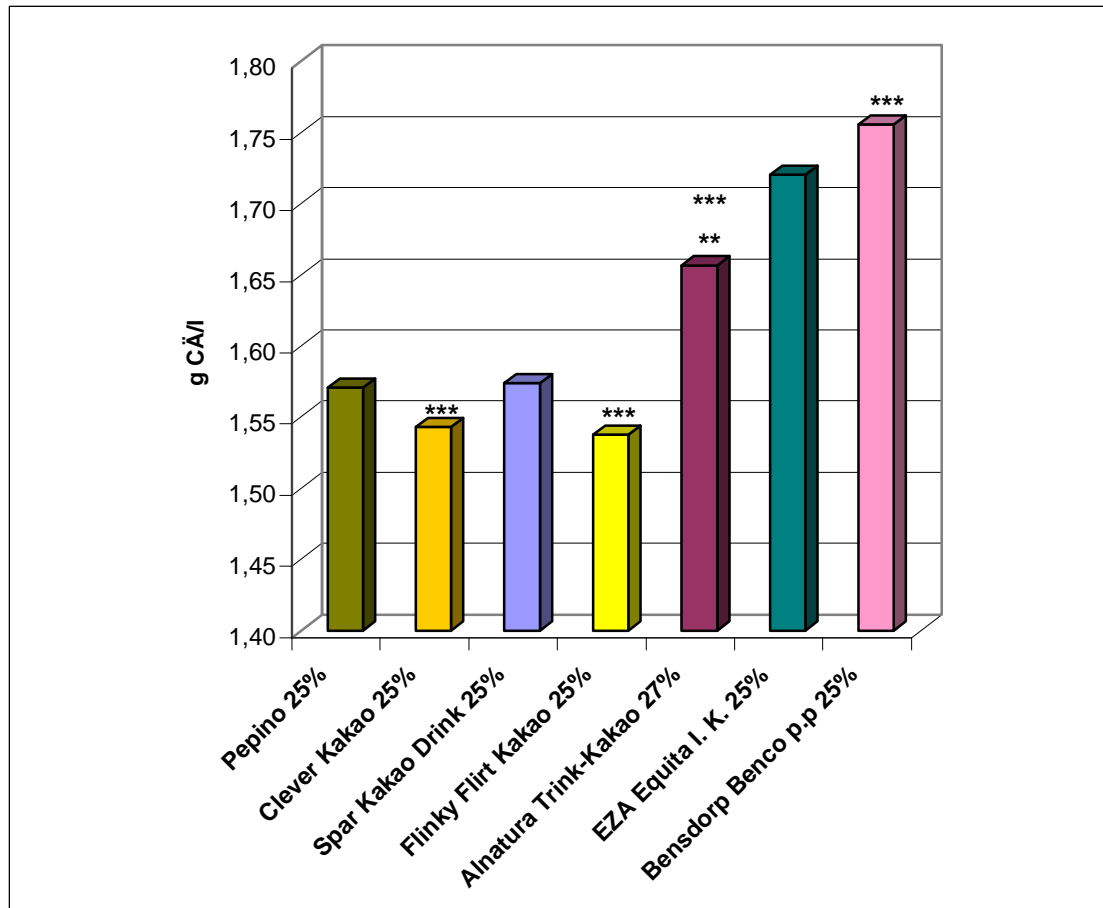
**Abbildung 4. 3: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/g Kakaopulver der untersuchten Kakaotränke mit 100% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet**

#### 4.1.2. Kakaotränke mit 25-27% Kakaoanteil im Pulver

In der zweiten Gruppe wurden Kakaopulver mit einem Kakaoanteil von 25% (*Pepino*, *Clever Kakao*, *Spar Kakao Drink*, *Flinky Flirt Kakao*, *EZA Equita Instant Kakao* und *Bendsorp Benco power plus*) und 27% (*Alnatura Kakao*) betrachtet. Hier lag der Phenolgehalt von *Bendsorp Benco power plus* bei  $1,76 \pm 0,01$  g CÄ/l Kakaotränk und zeigte einen signifikant höheren ( $p < 0,001$ ) Phenolgehalt als *Pepino* ( $1,57 \pm 0,01$  g CÄ/l), *Clever Kakao* ( $1,54 \pm 0,00$  g CÄ/l), *Spar Kakao Drink* ( $1,57 \pm 0,01$  g CÄ/l), *Flinky Flirt Kakao* ( $1,54 \pm 0,01$  g CÄ/l) und *Alnatura Trink-Kakao* ( $1,66 \pm 0,02$  g CÄ/l). Obwohl *Alnatura Trink-Kakao* einen um 2 % höheren Kakaoanteil im Pulver enthielt, war der Phenolgehalt signifikant niedriger als der von *EZA Equita Instant Kakao* ( $1,72 \pm 0,01$ ,  $p < 0,01$ ) und *Bendsorp Benco power plus* ( $p < 0,001$ ). Die



Phenolgehalte von *Clever Kakao* und *Flinky Flirt Kakao* waren signifikant ( $p < 0,001$ ) niedriger als die der restlichen Getränke in dieser Gruppe (Abbildung 4.4).



\*\*\* Clever Kakao, Flinky Flirt Kakao < Alnatura Trink-Kakao, EZA Equita I. K., Bendsorp Benco p. p. ( $p < 0,001$ )

\*\*\* Bendsorp Benco p.p > Pepino, Clever Kakao, Spar Kakao Drink, Flinky Flirt Kakao, Alnatura Trink-Kakao ( $p < 0,001$ )

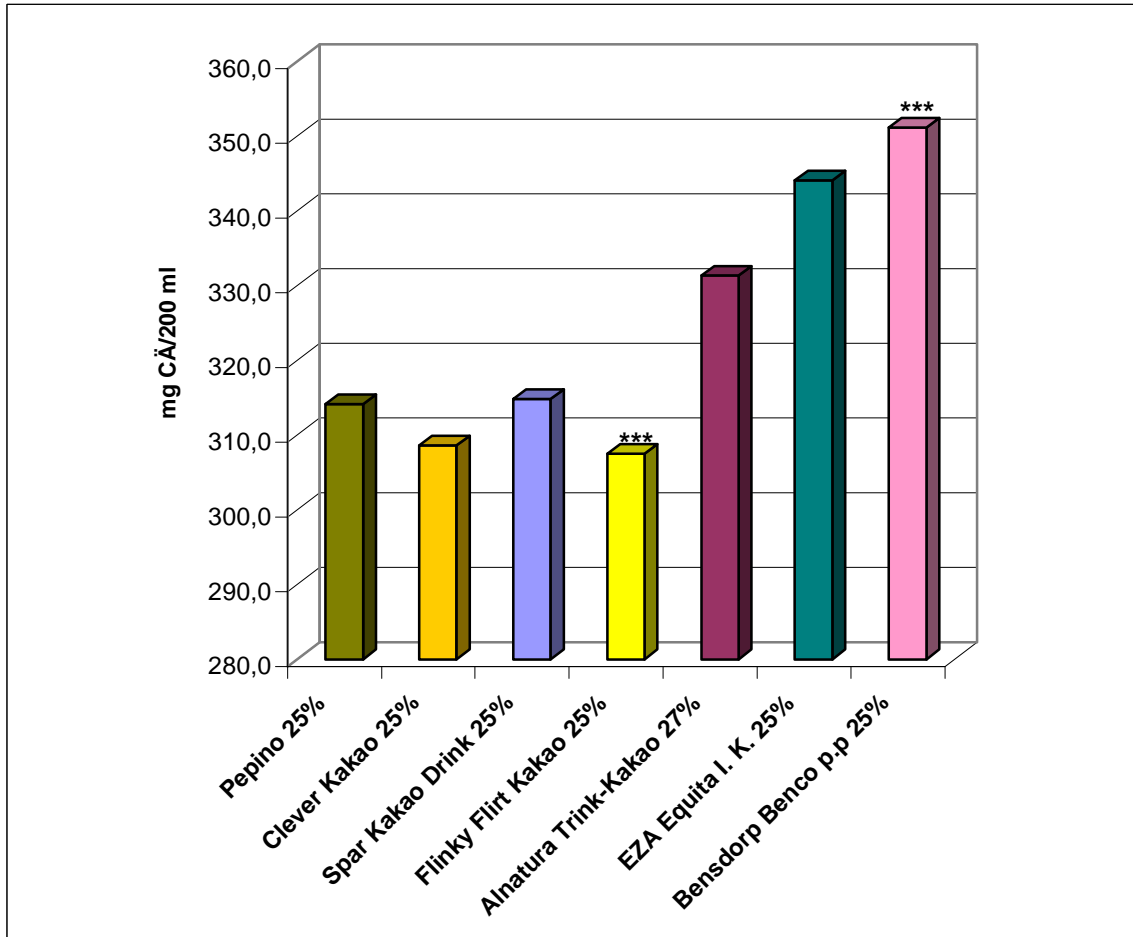
\*\*\* Alnatura Trink-Kakao < Bendsorp Benco p. p. ( $p < 0,001$ )

\*\* Alnatura Trink-Kakao < EZA Euita I. K. ( $p < 0,01$ )

**Abbildung 4. 4: Gesamtphenolgehalt in g CÄ/l der untersuchten Kakaotränke mit 25-27% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet**

Wird der Phenolgehalt auf eine Portion Kakaotränke (200 ml) bezogen, so war dieser von *Bendsorp Benco power plus* mit  $351,1 \pm 2,3$  mg CÄ signifikant ( $p < 0,001$ ) höher als von *Pepino* ( $314,2 \pm 2,6$  mg CÄ/200 ml), *Clever Kakao* ( $308,6 \pm 0,4$  mg CÄ/200 ml), *Spar Kakao Drink* ( $314,8 \pm 1,4$  mg CÄ/200 ml), *Flinky Flirt Kakao* ( $307,5 \pm 2,7$  mg CÄ/200 ml) und *Alnatura Trink-Kakao* ( $331,4 \pm 3,0$  mg CÄ/200 ml). *Flinky Flirt*

*Kakao* wies einen signifikant ( $p < 0,001$ ) niedrigeren Wert als *Alnatura Trink-Kakao*, *EZA Equita Instant Kakao* ( $344,0 \pm 2,7$  mg CÄ/200 ml) und *Bensdorp Benco power plus* auf (Abbildung 4.5).



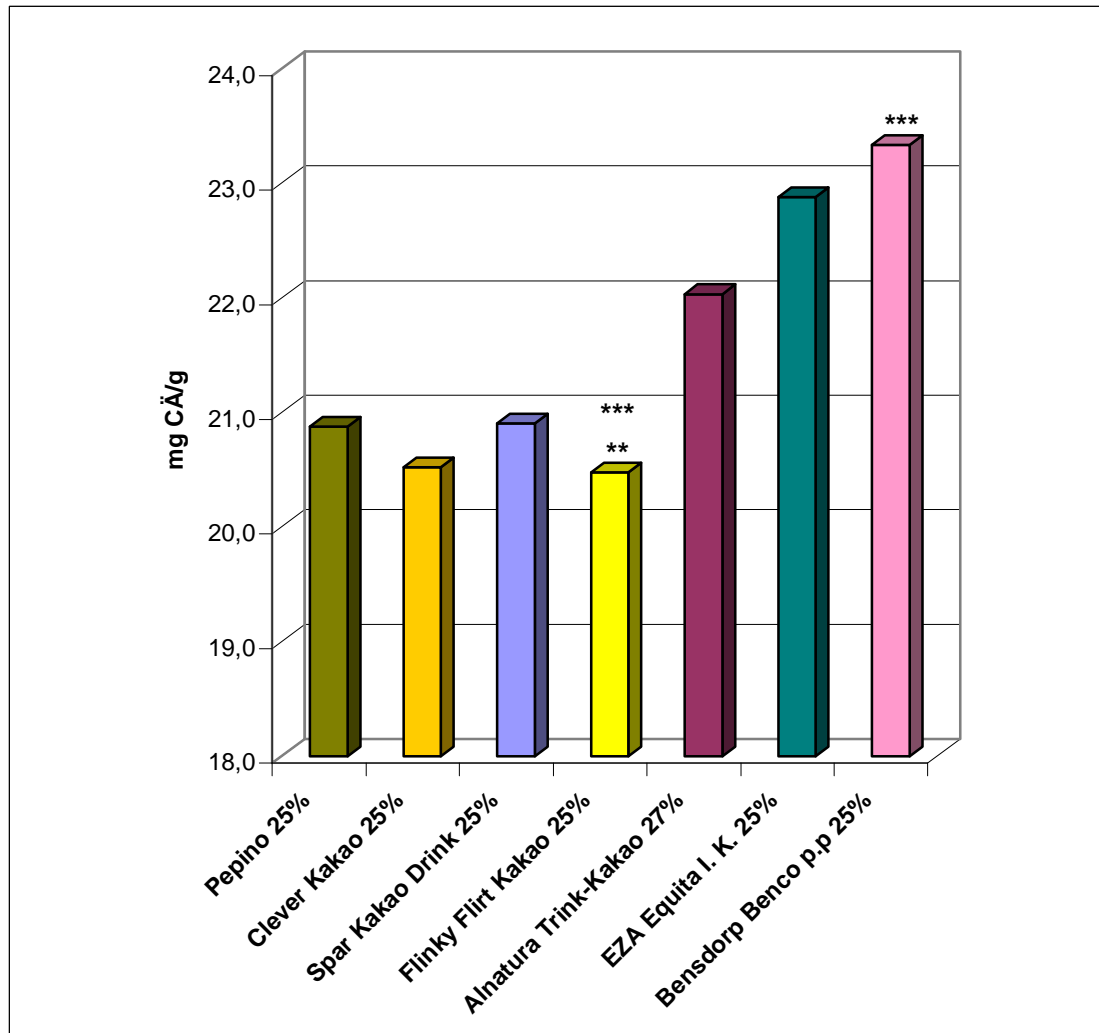
\*\*\* Flinky Flirt Kakao < Alnatura Trink-Kakao, EZA Equita I. K.,  
Bensdorp Benco p. p. ( $p < 0,001$ )

\*\*\* Bensdorp Benco p. p. > Pepino, Clever Kakao, Spar Kakao Drink,  
Flinky Flirt Kakao, Alnatura Trink-Kakao ( $p < 0,001$ )

**Abbildung 4. 5: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/200 ml der untersuchten Kakaotränke mit 25-27% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet**

Der Phenolgehalt von *Bensdorp Benco power plus* ( $23,3 \pm 0,2$  mg CÄ/g), bezogen auf das Kakaopulver (Abbildung 4.6), erwies sich als signifikant höher als von *Pepino* ( $20,9 \pm 0,2$  mg CÄ/g), *Spar Kakao Drink* ( $20,9 \pm 0,1$  mg CÄ/g), *Clever Kakao* ( $20,5 \pm 0,0$  mg CÄ/g), *Flinky Flirt Kakao* ( $20,5 \pm 0,2$  mg CÄ/g) auf einem Signifikanzniveau von 0,1% und von *Alnatura Trink-Kakao* ( $22,0 \pm 0,2$  mg CÄ/g) auf einem Signifikanzniveau von 1%. *Flinky Flirt Kakao* wies mit  $20,5 \pm 0,2$  mg CÄ/g Pulver den niedrigsten Wert auf,

welcher sich signifikant von *EZA Equita Instant Kakao* ( $22,9 \pm 0,2$  mg CÄ/g) und *Bensdorp benco power plus*, jeweils mit  $p < 0,001$ , und *Alnatura Trink-Kakao* ( $p < 0,01$ ) unterschied.



\*\*\* Flinky Flirt Kakao < EZA Equita I. K., Bensdorp Benco p. p. ( $p < 0,001$ )

\*\* Flinky Flirt Kakao < Alnatura Trink-Kakao ( $p < 0,01$ )

\*\*\* Bensdorp Benco p. p. > Pepino, Clever Kakao, Spar Kakao Drink, Flinky Flirt Kakao ( $p < 0,001$ )

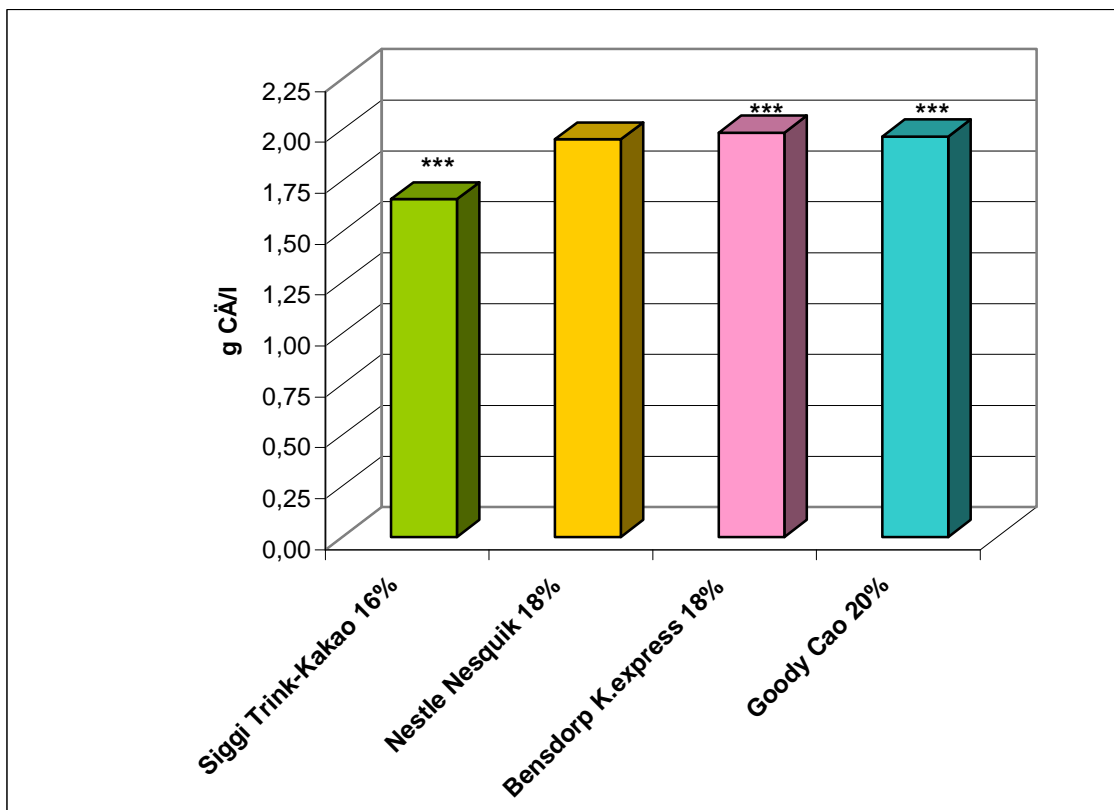
\*\* Bensdorp Benco p. p. > Alnatura Trink-Kakao ( $p < 0,01$ )

**Abbildung 4. 6: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/g Kakaopulver der untersuchten Kakaogetränke mit 25-27% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet**

#### 4.1.3. Kakaogetränke mit 16-20% Kakaoanteil im Pulver

In der dritten Gruppe der Kakaopulver enthielt *Good Cao* den höchsten Kakaoanteil im Pulver (20%), gefolgt von *Nestle Nesquik* und *Bensdorp Kakaopower* (18%), und *Siggi*

*Trink-Kakao* (16%). Den signifikant ( $p < 0,001$ ) niedrigsten Phenolgehalt hatte *Siggi Trink-Kakao* (Abbildung 4.7) mit  $1,66 \pm 0,01$  g CÄ/l im Vergleich zu *Bensdorp Kakaoexpress* ( $2,00 \pm 0,02$  g CÄ/l), *Nestle Nesquik* ( $1,98 \pm 0,05$  g CÄ/l) und *Goody Cao* ( $1,97 \pm 0,03$  g CÄ/l) und ist auf den 2% bzw. 4% niedrigeren Kakaoanteil im Pulver zurückzuführen. *Goody Cao*, mit dem höchsten Kakaogehalt im Pulver dieser Gruppe, hatte zwar einen signifikant höheren Phenolgehalt als *Siggi Trink-Kakao*, jedoch einen niedrigeren Wert als jene Getränke deren Anteil im Pulver 18% betrug.



\*\*\* Siggi Trink-Kakao < Nestle Nesquik, Bensdorp Kakaoexpress, Goody Cao ( $p < 0,001$ )

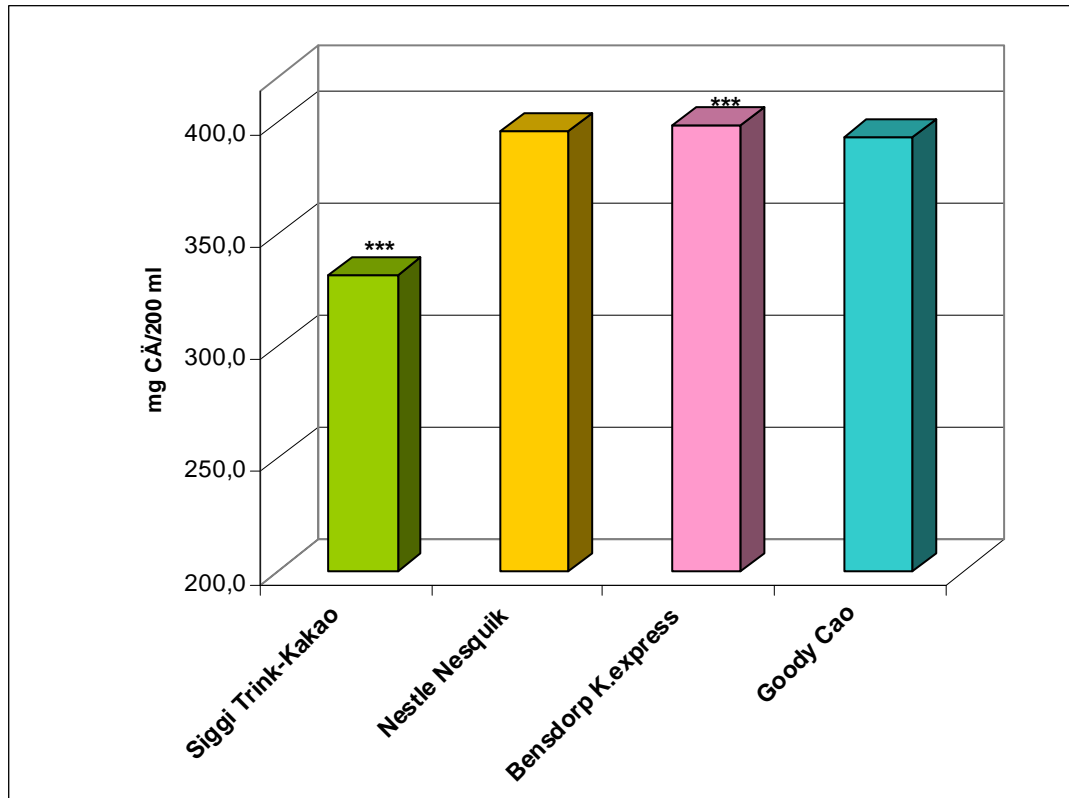
\*\*\* Bensdorp Kakaoexpress > Siggi Trink-Kakao ( $p < 0,001$ )

\*\*\* Goody Cao > Siggi Trink-Kakao ( $p < 0,001$ )

**Abbildung 4. 7: Gesamtphenolgehalt in g CÄ/l der untersuchten Kakaogetränke mit 16-20% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet**

Bei der Berechnung des Phenolgehaltes pro Portion (200 ml) Kakaogetränk (Abbildung 4.8) zeigte *Siggi Trink-Kakao* mit  $331,8 \pm 1,0$  mg CÄ einen signifikanten ( $p < 0,001$ )

Unterschied zu *Bensdorp Kakaoexpress* ( $399,1 \pm 3,2$  mg CÄ/200 ml), *Nestle Nesquik* ( $395,6 \pm 9,1$  mg CÄ/200 ml) und *Goody Cao* ( $393,5 \pm 6,8$  mg CÄ/200 ml) auf.

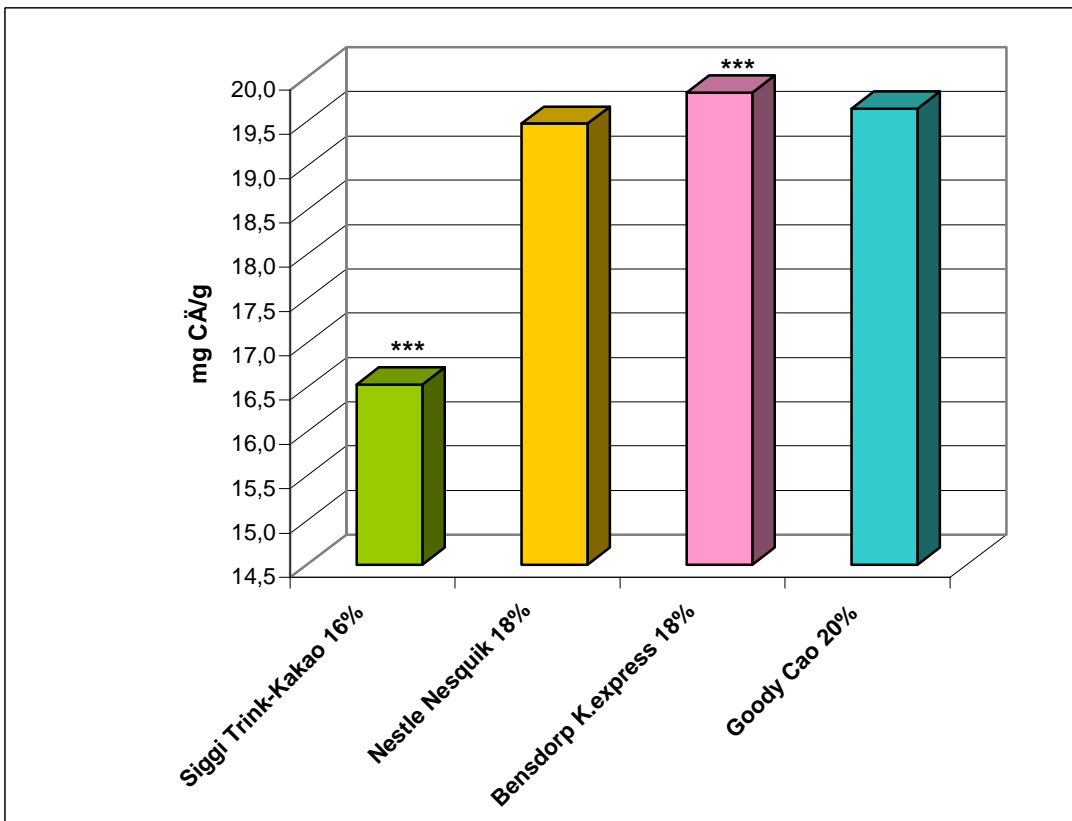


\*\*\* Siggli Trink-Kakao < Nestle Nesquik, Bensdorp Kakaoexpress, Goody Cao ( $p < 0,001$ )

\*\*\* Bensdorp Kakaoexpress > Siggli Trink-Kakao ( $p < 0,001$ )

**Abbildung 4. 8: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/200 ml der untersuchten Kakaotränke mit 16-20% Kakaanteil, mit Wasser zubereitet**

Wenn der Phenolgehalt auf das Kakaopulver bezogen betrachtet wurde (Abbildung 4.9), so war jener von *Siggli Trink-Kakao* ( $16,5 \pm 0,1$  mg CÄ/g) signifikant ( $p < 0,001$ ) niedriger als von *Bensdorp Kakaoexpress* ( $19,9 \pm 0,5$  mg CÄ/g), *Nestle Nesquik* ( $19,7 \pm 0,5$  mg CÄ/g) und *Goody Cao* ( $19,6 \pm 0,3$  mg CÄ/g).



\*\*\* Sigg Trink-Kakao < Nestle Nesquik, Bendsorp Kakaoexpress, Goody Cao (p<0,001)

\*\*\* Bendsorp Kakaoexpress > Sigg Trink-Kakao (p<0,001)

**Abbildung 4. 9: Gesamtphenolgehalt in mg CÄ/g Kakaopulver der untersuchten Kakaogetränke mit 16-20% Kakaoanteil, mit Wasser zubereitet**

#### 4.1.4. Gruppenvergleich

Aus der Tabelle 4.1 ist ersichtlich, dass die höchsten Phenolgehalte jene Kakaogetränke, die mit Kakaopulver mit dem höchsten Kakaoanteil von 100 % (Gruppe 1) angefertigt wurden, aufwiesen ( $2,06 \text{ g} \pm 0,14 \text{ CÄ/l}$ ,  $410,4 \pm 27,1 \text{ mg CÄ/200 ml}$ ). Diese hatten signifikant ( $p<0,001$ ) höhere Werte als die Getränke der zweiten Gruppe mit einem Kakaogehalt von 27 bis 25% ( $1,62 \pm 0,12 \text{ g CÄ/l}$ ,  $324,5 \pm 17,7 \text{ mg CÄ/200 ml}$ ) und auch signifikant ( $p<0,05$ ) höhere Gehalte als jene der dritten Gruppe mit 20 bis 16% Kakao im Pulver ( $1,9 \pm 0,12 \text{ g CÄ/l}$ ,  $380 \pm 32,2 \text{ mg CÄ/200 ml}$ ). Die Phenolkonzentrationen der Kakaogetränke der dritten Gruppe zeigten sich als signifikant ( $p<0,001$ ) höher als die der zweiten Gruppe. Dies liegt wohl an der

eingewogenen Menge, die für die dritte Gruppe 20 g und für die zweite Gruppe nur 15 g betrug, um den geringeren Kakaoanteil im Pulver (18% statt 25%) auszugleichen.

Betrachtet man die Phenolgehalte pro Gramm Kakaopulver, so stellt man fest, dass der 100%ige Kakao die höchsten Werte ( $81,2 \pm 5,6$  mg CÄ/g) enthielt, dazwischen lagen die der zweiten Gruppe ( $21,6 \pm 1,2$  mg CÄ/g) und die niedrigsten Konzentrationen zeigten sich in der dritten Gruppe ( $19,0 \pm 1,6$ ). Die Unterschiede waren jeweils signifikant mit  $p < 0,001$ .

**Tabelle 4. 1: Gesamtphenolgehalte der untersuchten Kakaogetränke (zubereitet mit Wasser und Kakaopulver der jeweiligen Gruppe; MW  $\pm$  Sd)**

Gesamtphenolgehalt in	Gruppe 1 (100%)	Gruppe 2 (25-27%)	Gruppe 3 (16-20%)
g CÄ/l	$2,06 \pm 0,14$ *** *	$1,62 \pm 0,12$	$1,9 \pm 0,12$
mg CÄ/200 ml	$410,4 \pm 27,1$ *** *	$324,5 \pm 17,7$	$380 \pm 32,2$
mg CÄ/g	$81,2 \pm 5,6$ ***	$21,6 \pm 1,2$	$19,0 \pm 1,6$

\*\*\* 1. Gruppe (g CÄ/l) > 2. Gruppe ( $p < 0,001$ )

\* 1. Gruppe (g CÄ/l) > 3. Gruppe ( $p < 0,05$ )

\*\*\* 1. Gruppe (mg CÄ/200 ml) > 2. Gruppe ( $p < 0,001$ )

\* 1. Gruppe (mg CÄ/200 ml) > 3. Gruppe ( $p < 0,05$ )

\*\*\* 1. Gruppe (mg CÄ/g) > 2. Gruppe, 3. Gruppe ( $p < 0,001$ )

Die in der Literatur angeführten Werte für den Polyphenolgehalt variieren relativ stark, so gaben LECUMBERRI et al. (2007) Werte von 3,3 bis 65 mg/g Kakaopulver an. Dies kann mehrere Ursachen haben. In vorliegender Arbeit wurde aufgezeigt, dass die Herkunft und die Verarbeitungsprozesse der Kakaobohnen einen wesentlichen Einfluss auf den Phenolgehalt haben, jedoch wird vermutet, dass auch die Untersuchungsmethode (Extraktionsmittel, Zentrifugierung) zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann.

SERRA BONVEHI und VENTURA COLL (1997) untersuchten fermentierte Kakaobohnen unterschiedlichen Ursprungs, welche nicht alkalisiert waren, 10-12% Kakaobutter enthielten und vermahlen wurden, mittels der Folin-Ciocalteu Methode, extrahierten jedoch mit Methanol. Sie erhielten Werte zwischen 19,2 und 51,1 mg Gallussäureäquivalente (GAE)/g Pulver. Diese Werte sind niedriger als jene, die in der

vorliegenden Arbeit für Kakaopulver mit 100% Kakao (76,0-87,8 mg CÄ/g) erhalten wurden.

Zu dem untersuchten SERRA BONVEHI und VENTURA COLL (1997) auch Instant Kakaopulver mit einem Kakaoanteil von 20-22%. Die Werte lagen zwischen 2,86 und 11,7 mg GAE/g Pulver. In vorliegender Arbeit konnten für Kakaopulver mit 16-20% Kakaogehalt Werte von 16,5 bis 19,9 mg CÄ/g Pulver ermittelt werden.

TOMAS-BARBERÁN et al. (2008) erhielten hohe Werte (80 mg GAE/g Pulver) für unfermentierte, getrocknete Kakaobohnen, die zu Pulver vermahlen wurden, wobei sie ebenfalls mit Folin-Ciocalteu arbeiteten, jedoch mit einem Aceton-Wasser Gemisch extrahierten. Der Wert ist vergleichbar hoch wie in vorliegender Arbeit für Kakaogetränke mit 100% Kakaoanteil im Pulver ( $81,2 \pm 5,6$  mg CÄ/g), wobei keine Informationen über die Fermentation der Bohnen, die für die untersuchten Kakaopulver verwendet wurden, vorliegen.

Für eine Tasse Kakaogetränk, welches mit 200 ml destilliertem Wasser und 7,3 g kommerziellem (nicht alkalisiert) Kakaopulver zubereitet wurde, erhielten LEE et al. (2003) einen Gesamtphenolgehalt von 611 mg GAE. Zusätzlich untersuchten sie schwarzen und grünen Tee und Rotwein auf ihren Phenolgehalt. Die Werte waren niedrigerer als von Kakao (schwarzer Tee: 124 mg GAE/200 ml, grüner Tee: 165 mg GAE/200 ml, Rotwein: 340 mg GAE/140ml). Die Bestimmung des Phenolgehaltes erfolgte mittels Folin-Ciocalteu Reagenz und ohne Einsatz von Extraktionsmitteln. Zum Vergleich wurde in vorliegender Arbeit für eine Tasse Kakaogetränk (200ml) mit 100% Kakaoanteil im Pulver ein Phenolgehalt von  $410,4 \pm 27,1$  mg CÄ erhalten, wobei hier nur 5 g Kakaopulver eingewogen wurde.



## 4.2. Quantitative deskriptive Analyse (QDA)

### 4.2.1. Kakaogetränke mit Wasser

#### ***Gesamtphenolgehalt***

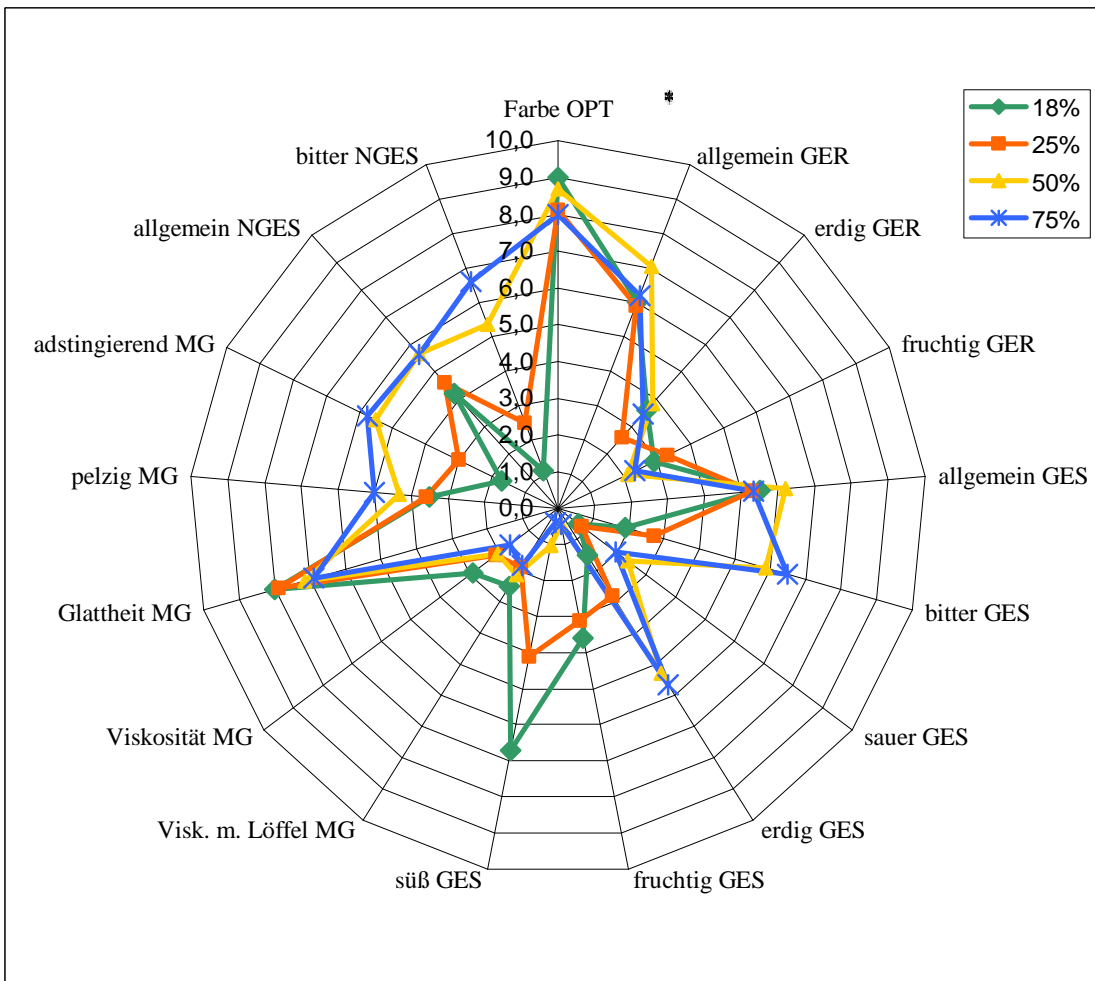
Die für die sensorische Analyse zubereiteten Kakaogetränke mit Kakaopulver von Bensdorp enthielten einen Phenolgehalt von  $399,1 \pm 3,2$  mg CÄ/200 ml (18% Kakaoanteil im Pulver),  $351,1 \pm 2,3$  mg CÄ/200 ml (25% Kakao im Pulver) und  $425,1 \pm 0,6$  mg CÄ/200 ml (50 und 75% Kakaoanteil im Pulver).

#### **4.2.1.1. Optik**

Die Intensität der braunen Farbe des Kakaogetränkes mit 18% Kakaoanteil im Pulver (9,0 Pkt.) war signifikant ( $p < 0,05$ ) dunkler als die des Getränkes mit 25% (8,1 Pkt.) (Abbildung 4.10).

#### **4.2.1.2. Geruch**

Bei den Geruchsattributen ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Kakaogetränken (Abbildung 4.11 und Abbildung 4.10). Man kann jedoch erkennen, dass das Getränk mit 25% Kakaoanteil (2,6 Pkt.) im Gegensatz zu den anderen Getränken (18%: 3,6 Pkt., 50%: 3,8 Pkt., 75%: 3,5 Pkt.) den geringsten erdigen Geruch aufwies, wobei die Intensität im Vergleich zum Getränk mit 18% Kakaoanteil um 28% und zum Getränk mit 75% Kakaoanteil um 25% niedriger war. Der fruchtige Geruch war bei den Getränken mit 18% und 25% Kakaoanteil (2,9 bzw. 3,3 Pkt.) etwas stärker ausgeprägt als bei den Getränken, die mit 50% und 75% zubereitet wurden (2,1 bzw. 2,3 Pkt.). Die Intensität des fruchtigen Geruchs nahm von 18% auf 25% Kakaoanteil im Pulver um 12% zu. Im Vergleich zum Kakaogetränk mit 75% Kakaoanteil war der fruchtige Geruch beim Getränk mit 18% um 21% und beim Getränk mit 25% Kakaoanteil um 30% stärker ausgeprägt.



\* 18% > 25% (p<0,05%)

18%: Kakaotränk mit Wasser, Kakaoanteil im Pulver 18%

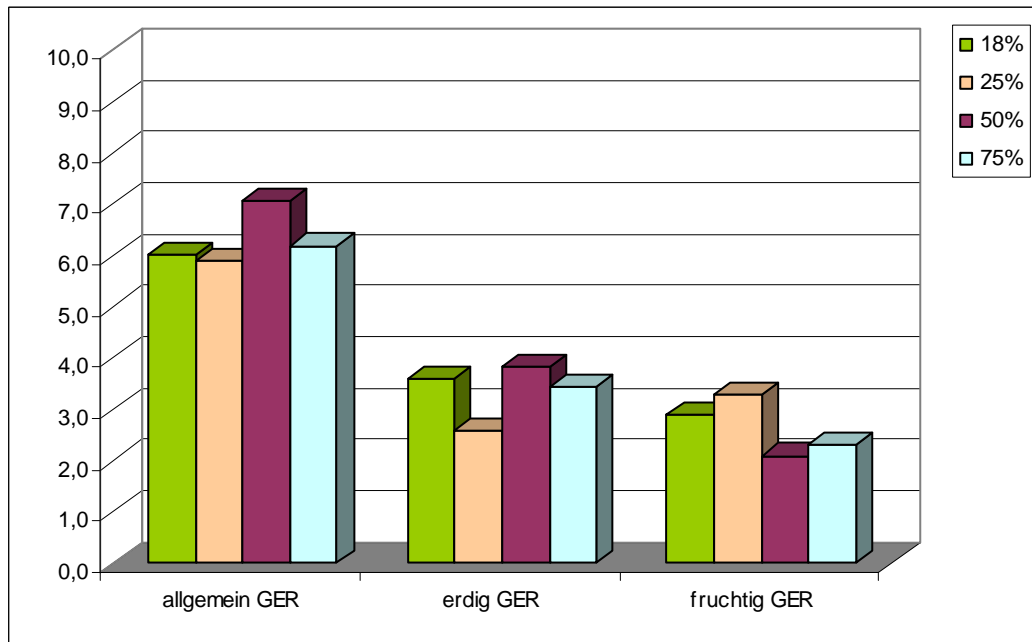
25%: Kakaotränk mit Wasser, Kakaoanteil im Pulver 25%

50%: Kakaotränk mit Wasser, Kakaoanteil im Pulver 50%

75%: Kakaotränk mit Wasser, Kakaoanteil im Pulver 75%

OPT = Optik, GER = Geruch, GES = Geschmack, Visk. m. Löffel = Viskosität mit Löffel, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

**Abbildung 4. 10: Sensorisches Profil der Kakaotränke mit 18, 25, 50 und 75% Kakaoanteil im Pulver, mit Wasser zubereitet**



GER = Geruch

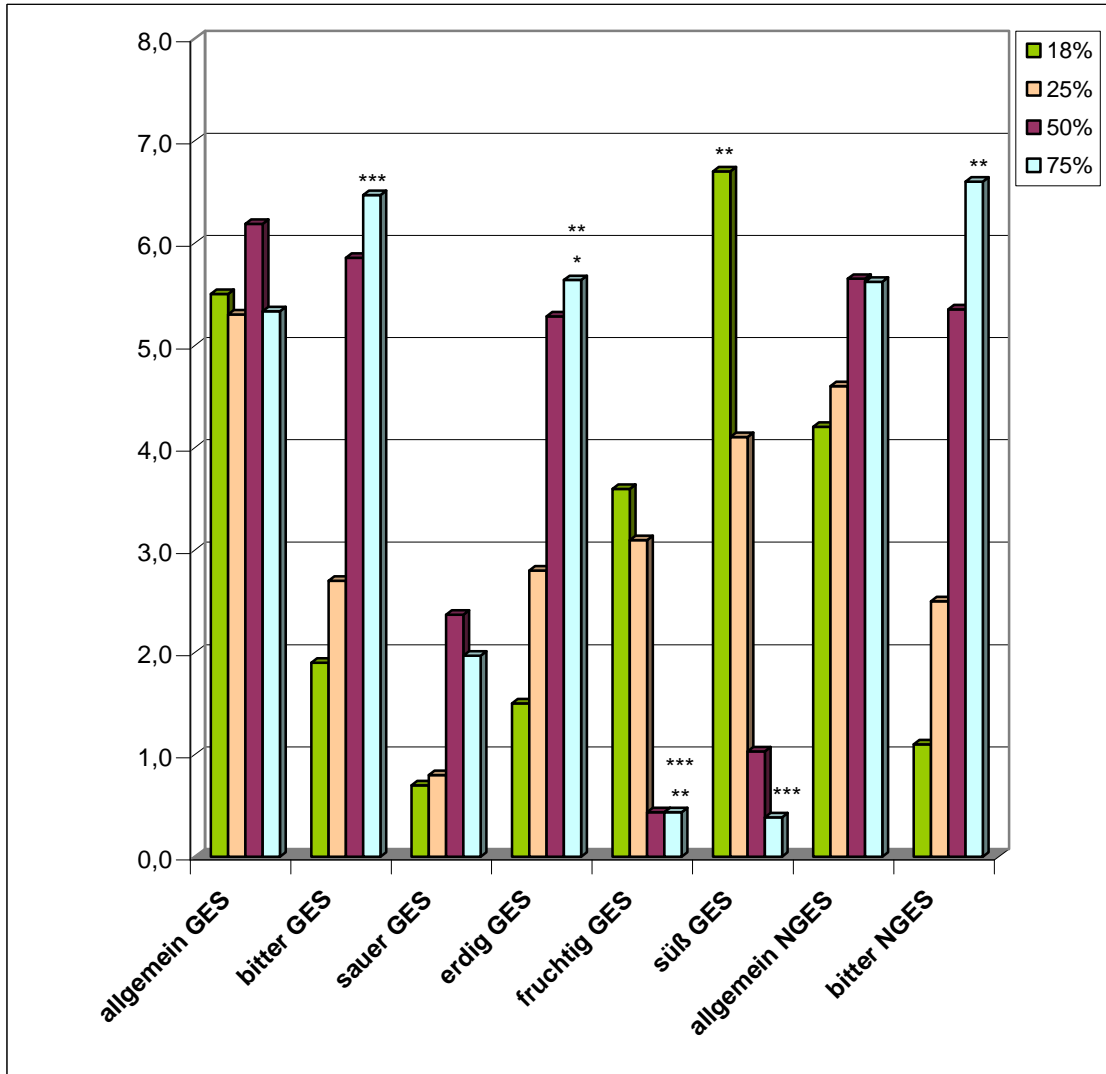
**Abbildung 4. 11: Geruchsattribute von Kakaogetränken mit Kakaopulver der Anteile 18%, 25%, 50% und 75% an Kakao, mit Wasser zubereitet**

#### 4.2.1.3. Geschmack

Der fruchtige Geschmack (Abbildung 4.12 und Abbildung 4.10) war im Getränk mit dem niedrigsten Kakaoanteil im Pulver (18%) am stärksten ausgeprägt (3,6 Pkt.), danach folgte das Getränk mit dem zweit niedrigsten Kakaoanteil (25%: 3,1 Pkt.) Die Kakaogetränke mit den höheren Anteilen an Kakao im Pulver (50%, 75%: 0,4 Pkt.) wurden im fruchtigen Geschmack gleich bewertet. Die Intensität der Fruchtigkeit nahm von 18% auf 25% Kakaoanteil im Pulver um 16% ab. Im Vergleich zum Getränk mit 18% bzw. 25% Anteil an Kakao betrug der prozentuelle Abfall der Fruchtigkeit 89% bzw. 87% und war signifikant mit  $p < 0,001$  bzw.  $p < 0,01$ .

Der bittere Geschmack nahm mit zunehmendem Kakaoanteil (18%: 1,9 Pkt., 25%: 2,7 Pkt., 50%: 5,9 Pkt., 75%: 6,5 Pkt.) zu. Von 18% auf 25% Kakaoanteil war dieser um 30% intensiver. Der Anstieg der Bitterkeit um 71% von 18% auf 75% Kakaoanteil bzw. 58% von 25% auf 75% Kakaoanteil war signifikant ( $p < 0,001$ ). Wurde der Zuckergehalt um 25% erhöht und somit der Kakaoanteil von 75% auf 50% reduziert, so konnte die Intensität des bitteren Geschmacks um 9% gesenkt werden. Betrachtet man den bitteren Nachgeschmack, so spiegelte sich der bittere Geschmack in diesem wider, wobei hier der Anstieg noch ausgeprägter war. Von 18% auf 25% Kakaoanteil betrug dieser 56%

und von 18% bzw. 25% Kakaoanteil auf 75% stieg die Bitterkeit um 83% bzw. 62% mit  $p < 0,01$ . Der erhöhte Zuckergehalt (um 25% im Getränk mit 50% Kakao im Pulver) konnte die Intensität des bitteren Nachgeschmacks sogar um 19% senken.



\*\*\* 75% > 18%, 25% ( $p < 0,001$ )

\*\* 75% > 18% ( $p < 0,01$ )

\* 75% > 25% ( $p < 0,05$ )

\*\*\* 75% < 18% ( $p < 0,001$ )

\*\* 75% < 25% ( $p < 0,01$ )

\*\*\* 75% < 18%, 25% ( $p < 0,001$ )

\*\* 18% > 25% ( $p < 0,01$ )

\*\* 75% > 18%, 25% ( $p < 0,01$ )

GES = Geschmack, NGES = Nachgeschmack

**Abbildung 4. 12: Geschmacksattribute von Kakaotränken mit Kakaopulver der Anteile 18%, 25%, 50% und 75% an Kakao, mit Wasser zubereitet**

Bei der Betrachtung des sauren Geschmacks zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Man kann jedoch erkennen, dass die Getränke mit einem niedrigeren Kakaoanteil im Pulver (18%: 0,7 Pkt., 25%: 0,8 Pkt.) als gering sauer beurteilt wurden und die Getränke mit höherem Kakaoanteil im Pulver (50%: 2,4 Pkt., 75%: 2,0 Pkt.) saurer schmeckten. Von 18% auf 25% Kakaoanteil im Pulver stieg die Intensität des sauren Geschmacks um 12,5% an, von 18% auf 75% Kakaoanteil sogar um 64,5% bzw. von 25% auf 75% Kakaoanteil um 59%. Im Vergleich zum Kakaogetränk mit 75% Kakaoanteil konnte durch den erhöhten Zuckergehalt im Getränk mit 50% Kakao im Pulver das saure Empfinden um 17% verringert werden.

Der erdige Geschmack stieg mit zunehmendem Kakaoanteil (18%: 1,5 Pkt., 25%: 2,8 Pkt., 50%: 5,3 Pkt., 75%: 5,6 Pkt.). Die Intensität nahm um 46% von 18% auf 25% Kakaoanteil zu. Der Anstieg um 73% von 18% auf 75% Kakaoanteil bzw. um 59% von 25% auf 75% Kakaoanteil war signifikant ( $p < 0,01$  bzw.  $p < 0,05$ ). Im Kakaogetränk mit 50% Kakaoanteil im Pulver wurde das erdige Empfinden, verglichen mit dem Getränk mit 75% Kakaogehalt, um 7% geringer beurteilt.

Der süße Geschmack nahm mit abnehmendem Kakaoanteil zu (18%: 6,7 Pkt., 25%: 4,1 Pkt., 50%: 1,0, 75%: 0,4 Pkt.) Die Intensität nahm signifikant ( $p < 0,01$ ) um 39% von 18% auf 25% Kakaoanteil bzw. signifikant ( $p < 0,001$ ) um 94% von 18 auf 75% Kakaoanteil ab. Bei Anstieg des Kakaoanteiles von 25% auf 75% betrug der Abfall des süßen Geschmacks 90,5% ( $p < 0,001$ ). Im Vergleich zum Getränk mit 75% Kakao im Pulver, konnte die Intensität der Süße im Getränk mit 50% Kakaoanteil um 62% gesteigert werden

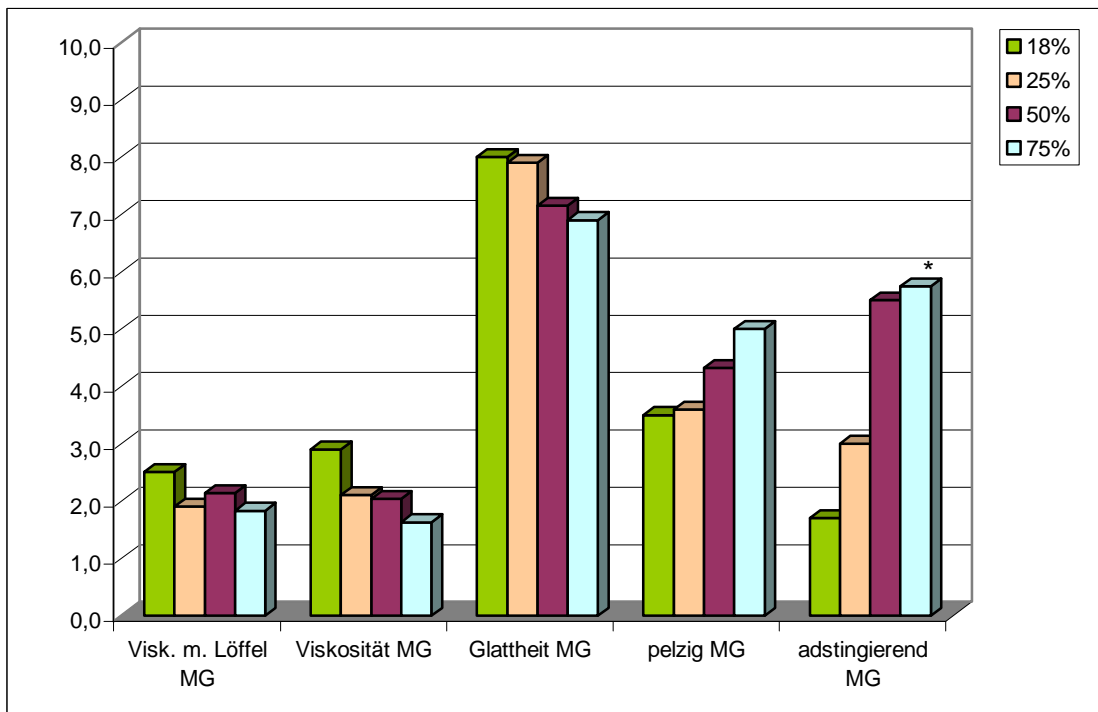
Der allgemeine Nachgeschmack wurde bei den Kakaogetränken mit höheren Kakaoanteilen im Pulver fast gleich bewertet (50%: 5,7 Pkt., 75%: 5,6 Pkt.). Bei den Getränken mit niedrigeren Kakaogehalten war dieser auch ähnlich, aber etwas schwächer ausgeprägt (18%: 4,2 Pkt., 25%: 4,6 Pkt.).

#### **4.2.1.4. Mundgefühl**

Beim Vergleich der haptischen Beschaffenheit der Kakaogetränke (Abbildung 4.13 und Abbildung 4.10) wurde beobachtet, dass die Getränke als vergleichbar glatt empfunden wurden. Das Getränk mit dem niedrigsten Kakaoanteil (18%, 8,0 Pkt.) wurde ähnlich

glatt wie jenes mit 25% Kakaoanteil im Pulver (7,9 Pkt) beurteilt und etwas glatter als jene Getränke mit 50% (7,2 Pkt.) und 75% (6,9 Pkt.) Kakaoanteil bewertet.

Das pelzige Mundgefühl war bei den Getränken mit einem hohen Kakaoanteil im Pulver (50%: 4,3 Pkt., 75%: 5,0 Pkt.) etwas stärker ausgeprägt als bei denen mit einem geringeren Kakaoanteil (18%: 3,5 Pkt., 25%: 3,6 Pkt.). Bei Anstieg des Kakaoanteiles von 18% auf 75% erhöhte sich die Intensität der Pelzigkeit um 30%, während der Anstieg von 25% auf 75% Kakaoanteil mit 28% geringfügig kleiner war. Wenn der Kakaoanteil im Pulver von 75% auf 50% gesenkt wurde, konnte das pelzige Mundgefühl um 14% verringert werden.



\* 75% > 18% (p<0,05)

Visk. m. Löffel = Viskosität mit Löffel, MG = Mundgefühl

**Abbildung 4. 13: Haptische Eigenschaften von Kakaotränken mit Kakaopulver der Anteile 18%, 25%, 50% und 75% an Kakao, mit Wasser zubereitet**

Das adstringierende Mundgefühl verstärkte sich mit steigendem Kakaoanteil, wie schon beim erdigen und bitteren Geschmack bzw. auch beim bitteren Nachgeschmack beobachtet werden konnte.

Die Intensität der Adstringenz war im Kakaotränk mit dem geringsten Kakaogehalt (18%; 1,7 Pkt.) um 43% niedriger als im Kakaotränk mit dem um 7% höheren

Kakaoanteil im Pulver (25%; 3,0 Pkt.). Bei der Erhöhung des Kakaoanteiles von 18% auf 75% sowie von 25% auf 75% konnte ein signifikanter ( $p < 0,05$ ) Anstieg der Adstringenz um 70% bzw. um 48% beobachtet werden.

Betrachtet man die Getränke mit 75% (5,5 Pkt.) und 50% (5,8 Pkt.) Kakaoanteil, so konnte das adstringierende Mundgefühl um nur 4% gesenkt werden.

#### 4.2.2. Vergleich der Ergebnisse der QDA von Kakaogetränken mit Milch und Wasser

##### 4.2.2.1. Kakaogetränke mit Bendsorp Kakao und 18% Kakaoanteil im Pulver

###### *Optik*

Die Intensität der braunen Farbe war im mit Wasser zubereiteten Kakaogetränk (9,0 Pkt.) um 23% signifikant ( $p < 0,001$ ) stärker als in jenem, welches mit Milch (6,9 Pkt.) hergestellt wurde (Abbildung 4.14).

###### *Geruch*

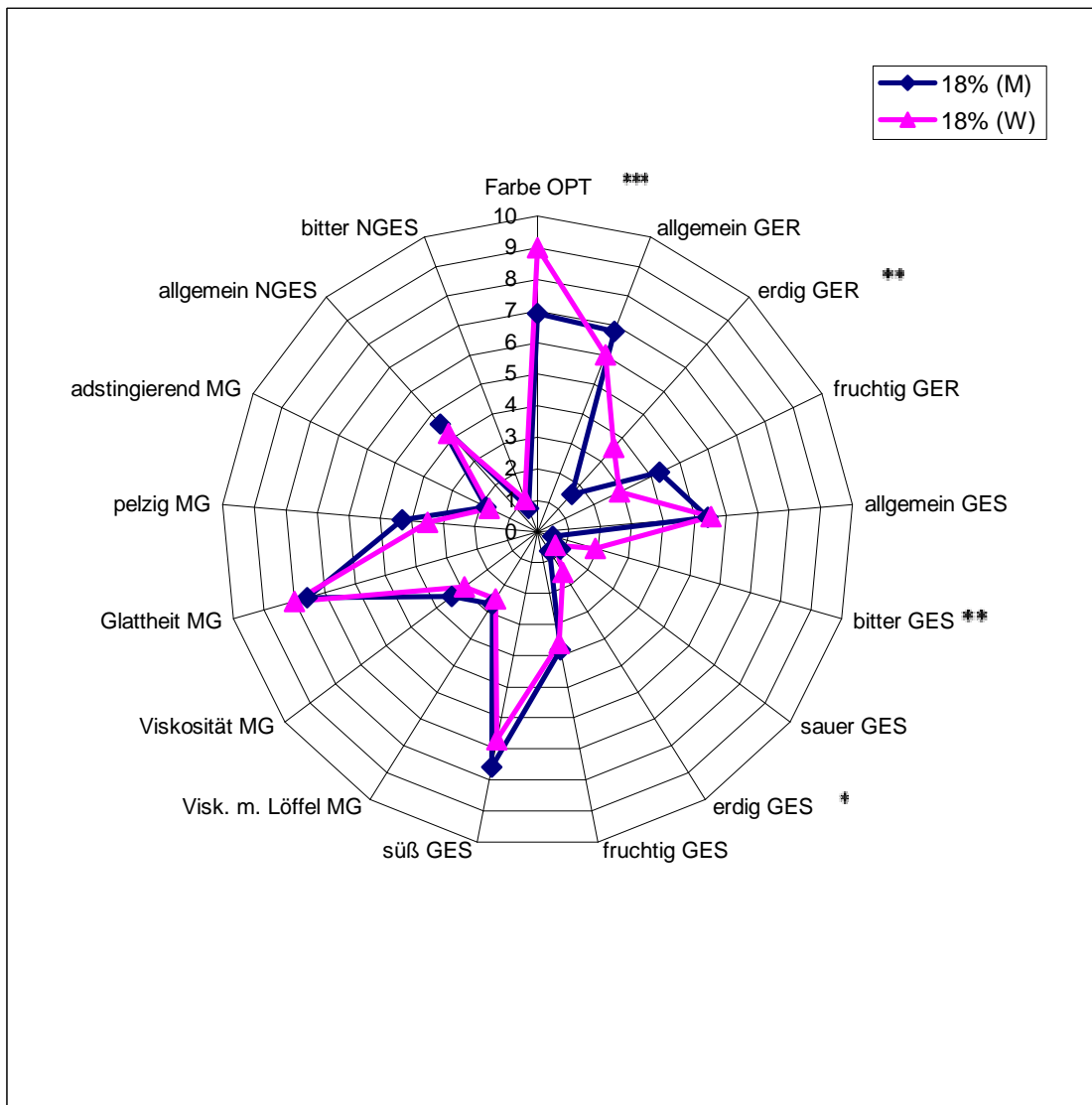
Bei den Geruchsattributen stellte sich heraus, dass der erdige Geruch des Kakaogetränkes mit Wasser (3,6 Pkt.) um 56% signifikant ( $p < 0,01$ ) intensiver war als mit Milch (1,6 Pkt.).

Der allgemeine und fruchtige Geruch war im Gegensatz zum erdigen Geruch beim Getränk mit Milch um 13% bzw. 48% stärker ausgeprägt (6,8 Pkt. bzw. 4,3 Pkt.) als beim Getränk mit Wasser (6,0 Pkt. bzw. 2,9 Pkt.), jedoch war dieser Unterschied nicht signifikant (Abbildung 4.14).

###### *Geschmack*

Der allgemeine, fruchtige und saure Geschmack war in beiden Kakaogetränken jeweils vergleichbar intensiv ausgeprägt (Milch: 5,4 Pkt., 3,8 Pkt. und 0,9 Pkt.; Wasser: 5,5 Pkt., 3,6 Pkt. und 0,7 Pkt.). Auch der Nachgeschmack (allgemein und bitter) wurde bei den Getränken unterschiedlicher Matrix ähnlich wahrgenommen (Milch: 4,6 Pkt. und 0,8 Pkt.; Wasser: 4,2 Pkt. und 1,1 Pkt.). Es zeigten sich jedoch signifikante Unterschiede der Intensitäten des bitteren und des erdigen Geschmacks, wobei ersterer im Getränk mit Wasser (1,9 Pkt.) um 74% signifikant ( $p < 0,01$ ) stärker ausgeprägt war als mit Milch (0,5 Pkt.) und letzterer im Getränk mit Wasser (1,5 Pkt.) um 53%

signifikant ( $p < 0,05$ ) intensiver empfunden wurde als mit Milch (0,7 Pkt.) (Abbildung 4.14).



\*\*\* 18% (W) > 18% (M) ( $p < 0,001$ )

\*\* 18% (W) > 18% (M) ( $p < 0,01$ )

\* 18% (W) > 18% (M) ( $p < 0,05$ )

18% (M): Kakaotränk mit Milch, Kakaoanteil im Pulver 18%

18% (W): Kakaotränk mit Wasser, Kakaoanteil im Pulver 18%

OPT = Optik, GER = Geruch, GES = Geschmack, Visk. m. Löffel = Viskosität mit Löffel,

MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

**Abbildung 4. 14: Sensorisches Profil der Kakaotränke mit Milch und Wasser mit einem Anteil von 18% Kakao im Pulver**



### ***Mundgefühl***

Es wurden keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Konsistenzeigenschaften zwischen den Getränken mit Wasser und Milch festgestellt (Abbildung 4.14).

Jedoch kann aufgezeigt werden, dass das pelzige Mundgefühl beim Kakaotrunk mit Milch (4,3 Pkt.) um 19% stärker ausgeprägt war als beim Getränk mit Wasser (3,5 Pkt.).

#### **4.2.2.2. Kakaotrunk mit Benschdorf Kakao und 25% Kakaoanteil im Pulver**

### ***Optik***

Das Kakaotrunk mit Wasser (8,1 Pkt.) war signifikant ( $p < 0,001$ ) dunkelbrauner als jenes mit Milch (5,1 Pkt.) (Abbildung 4.15).

### ***Geruch***

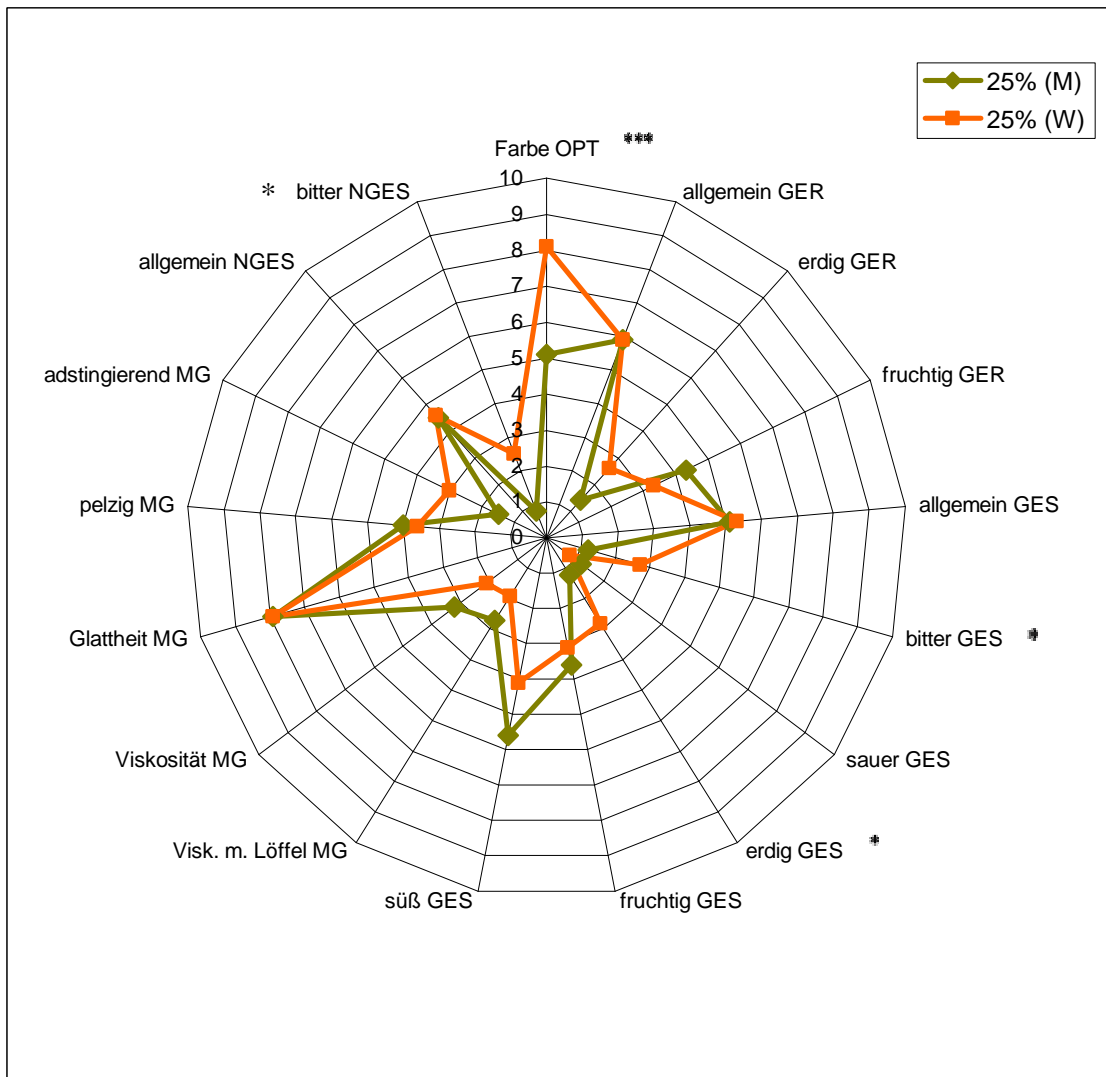
Beim Vergleich der Geruchsattribute der Kakaotrunk mit Milch und Wasser konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Der allgemeine Geruch war bei beiden Getränken gleich stark ausgeprägt (Milch: 5,9 Pkt.; Wasser: 5,9 Pkt.). Während der fruchtige Geruch im Getränk mit Milch (4,3 Pkt.) um 23% intensiver war als im Getränk mit Wasser (3,3 Pkt.), war der erdige Geruch im Getränk mit Wasser (2,6 Pkt.) um 46% stärker wahrzunehmen als im Getränk mit Milch (1,4 Pkt.) (Abbildung 4.15).

### ***Geschmack***

Der allgemeine Geschmack war bei beiden Getränken vergleichbar stark ausgeprägt (Wasser: 5,3 Pkt.; Milch: 5,1 Pkt.).

Der bittere und erdige Geschmack war im Kakaotrunk mit Wasser (2,7 Pkt. und 2,8 Pkt.) um 56% und 57% jeweils signifikant ( $p < 0,05$ ) stärker ausgeprägt als im Getränk mit Milch (jeweils 1,2 Pkt.).

Der bittere Geschmack spiegelte sich im Nachgeschmack wider und war um 68% signifikant ( $p < 0,05$ ) intensiver im Getränk mit Wasser (2,5 Pkt.) als mit Milch (0,8 Pkt.) (Abbildung 4.15).



\*\*\* 25% (W) > 25% (M) ( $p < 0,001$ )

\* 25% (W) > 25% (M) ( $p < 0,05$ )

25% (M): Kakaotränk mit Milch, Kakaoanteil im Pulver 25%

25% (W): Kakaotränk mit Wasser, Kakaoanteil im Pulver 25%

OPT = Optik, GER = Geruch, GES = Geschmack, Visk. m. Löffel = Viskosität mit Löffel, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

**Abbildung 4. 15: Sensorisches Profil von Kakaotränken mit Milch und Wasser mit einem Anteil von 25% Kakao im Pulver**

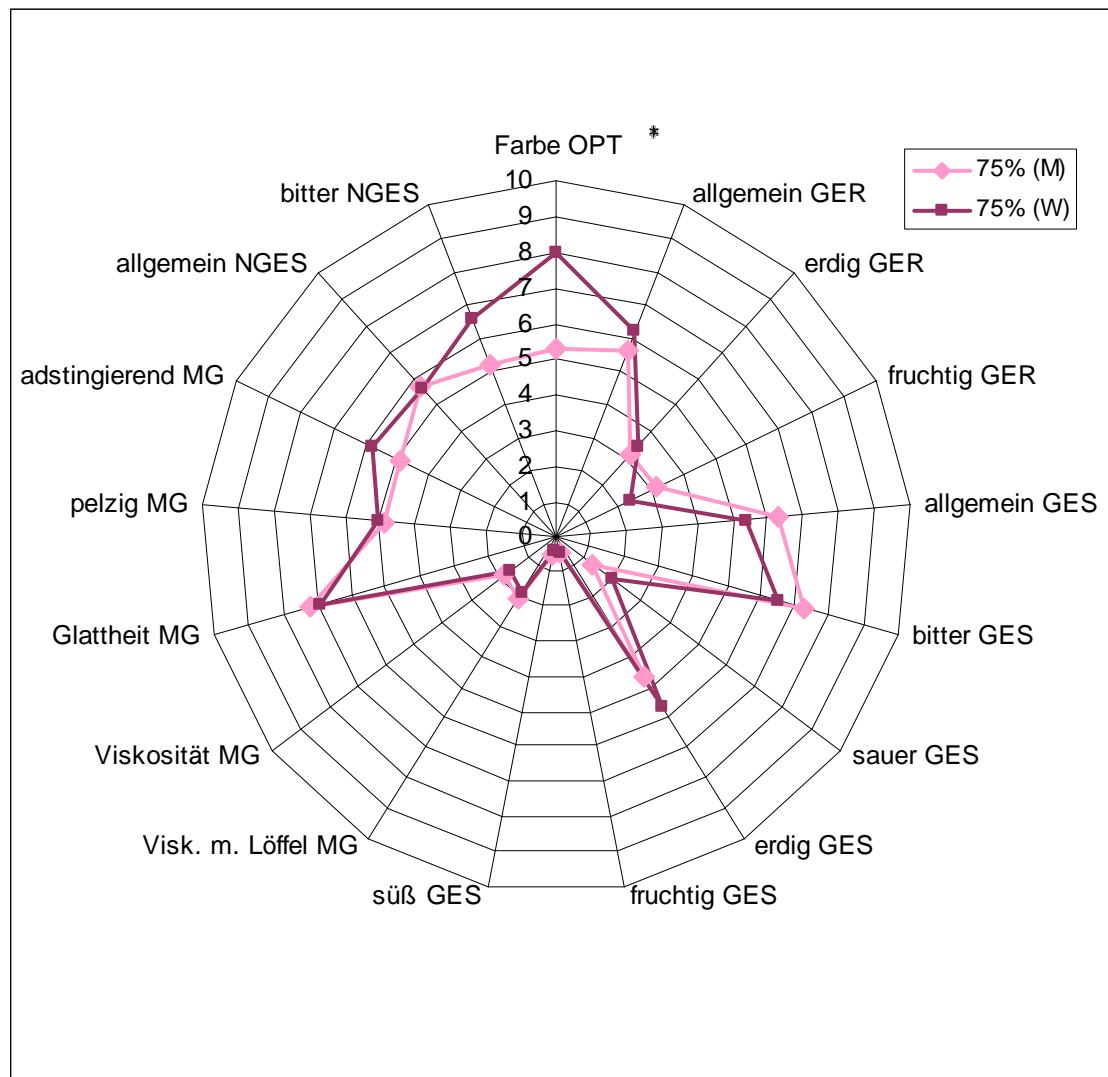
### *Mundgefühl*

Es zeigten sich keine signifikanten Unterschiede im Mundgefühl. Trotzdem war das adstringierende Empfinden im Kakaotränk mit Milch (1,5 Pkt.) nur halb so stark ausgeprägt als im Getränk mit Wasser (3 Pkt.) (Abbildung 4.15).

### 4.2.2.3. Kakaogetränke mit Bensdorp Kakao und 75% Kakaoanteil im Pulver

#### Optik

Die braune Farbe des Kakaogetränkes mit Wasser (8,0 Pkt.) war um 34% signifikant ( $p < 0,05$ ) intensiver als die des Getränkes mit Milch (5,3 Pkt.) (Abbildung 4.16).



\* 75% (W) > 75% (M) ( $p < 0,05$ )

75% (M): Kakaogetränk mit Milch, Kakaoanteil im Pulver 75%

75% (W): Kakaogetränk mit Wasser, Kakaoanteil im Pulver 75%

OPT = Optik, GER = Geruch, GES = Geschmack, Visk. m. Löffel = Viskosität mit Löffel, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

**Abbildung 4. 16: Sensorisches Profil von Kakaogetränken mit Milch und Wasser mit einem Anteil von 75% Kakao im Pulver**

### ***Geruch***

Bezüglich der Geruchsattribute der Getränke mit Milch und Wasser, welche einen Kakaoanteil von 75% im Pulver enthielten, konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden. Der allgemeine (Wasser: 6,2 Pkt.; Milch: 5,6 Pkt.) und erdige (Wasser: 3,5 Pkt.; Milch: 3,1 Pkt.) Geruch war bei beiden Getränken ähnlich stark ausgeprägt. Es konnte jedoch aufgezeigt werden, dass der fruchtige Geruch beim Getränk mit Milch (3,1 Pkt.) um 26% intensiver wahrgenommen wurde als beim Getränk mit Wasser (2,3 Pkt.) (Abbildung 4.16).

### ***Geschmack***

Im Gegensatz zu den Kakaotränken mit 18% bzw. 25% Kakaoanteil im Pulver, konnten bei den Getränken mit 75% Kakaogehalt keine signifikanten Unterschiede der Geschmacksattribute festgestellt werden. In Hinblick des sauren Geschmacks wurde im Getränk mit Wasser (2,0 Pkt.) eine um 34% stärkere Ausprägung dieses Merkmales wahrgenommen als im Vergleichsprodukt mit Milch (1,3 Pkt.). Beim Kakaotränk mit Wasser (6,6 Pkt.) war der Nachgeschmack wiederum intensiver (22%) als beim Getränk mit Milch (5,2 Pkt.) (Abbildung 4.16).

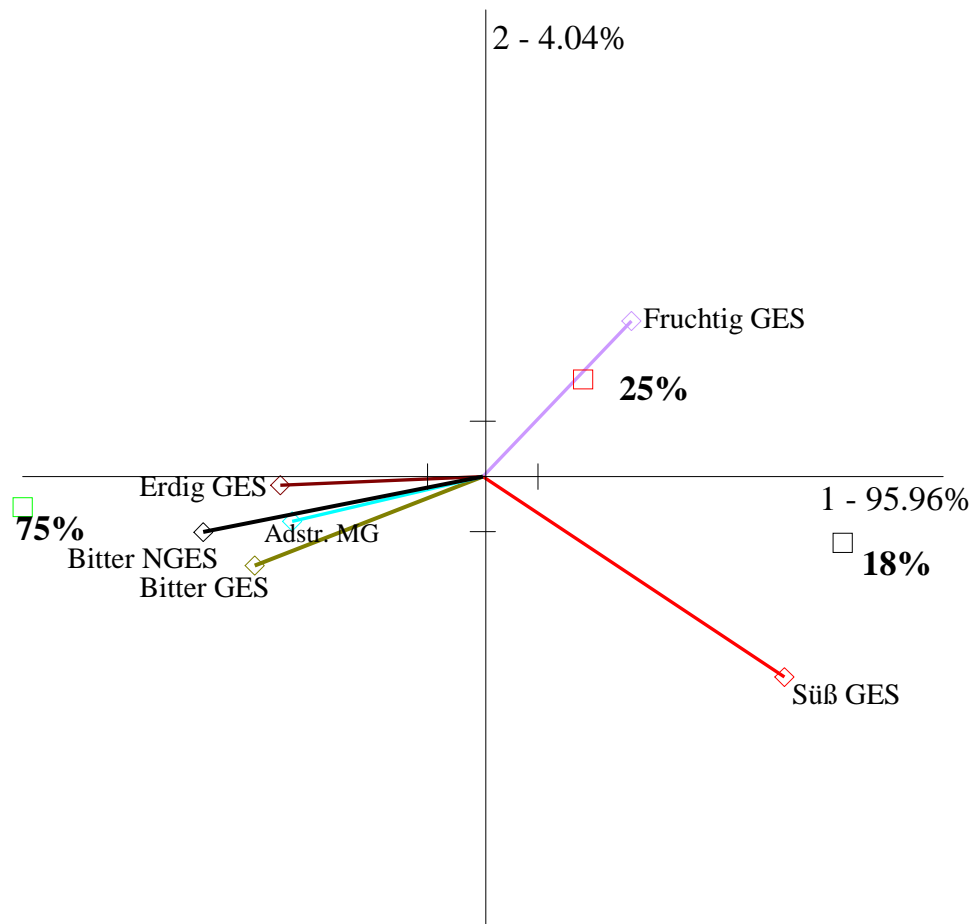
### ***Mundgefühl***

In Bezug auf die Konsistenzeigenschaften der zu vergleichenden Produkte ergaben sich keine statistischen Signifikanzen. Es kann jedoch angemerkt werden, dass das Getränk mit Wasser (5,8 Pkt.) um 15% mehr adstringierend empfunden wurde als mit Milch (4,9 Pkt.) (Abbildung 4.16).

### 4.2.3. Hauptkomponentenanalyse (PCA)

#### 4.2.3.1. Kakaotränke mit Wasser

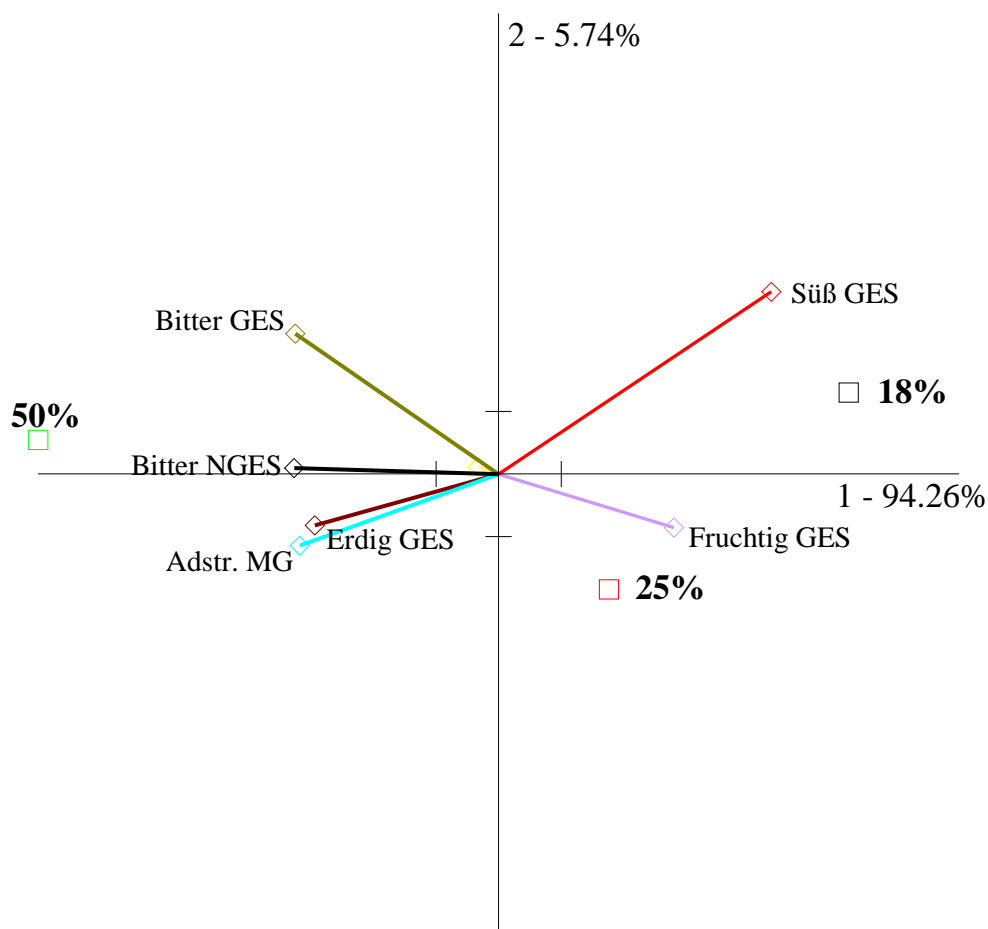
Betrachtet man das PCA von den Getränken mit den Kakaoanteilen 18, 25 und 75% (Abbildung 4.17), so ist ersichtlich, dass beim Produkt mit dem niedrigsten Kakaoanteil im Pulver der süße Geschmack stark ausgeprägt war. Das Getränk mit 25% Kakaoanteil wurde durch den fruchtigen Geschmack charakterisiert und jenes mit dem höchsten Kakaoanteil im Pulver war geprägt von bitterem Geschmack und Nachgeschmack, welche mit dem erdigen Geschmack und dem adstringierenden Mundgefühl positiv korrelierten. Darüber hinaus ist zu erkennen, dass der fruchtige Geschmack mit dem bitteren Geschmack negativ korrelierte.



GES = Geschmack, Adstr. = adstringierend, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

**Abbildung 4. 17: PCA von Kakaotränken mit Wasser (Kakaoanteil im Pulver 18%, 25%, 75%) mit Geschmacksattributen und Adstringenz**

Die PCA der Getränke mit 18%, 25% und 50% Kakaoanteilen im Pulver (Abbildung 4.18) ergab ein ähnliches Bild als wie zuvor besprochen. Das Getränk mit 18% Kakaoanteil war durch den süßen und das Produkt mit 25% Kakaoanteil durch den fruchtigen Geschmack geprägt. Beim Getränk mit 50% Anteil an Kakao im Pulver war der bittere Nachgeschmack jedoch etwas weniger ausgeprägt als zuvor beim Getränk mit 75% Kakaoanteil. Zusätzlich ist ersichtlich, dass das Getränk mit 50% Kakao im Pulver weniger stark vom erdigen Geschmack und dem adstringierenden Mundgefühl geprägt war.

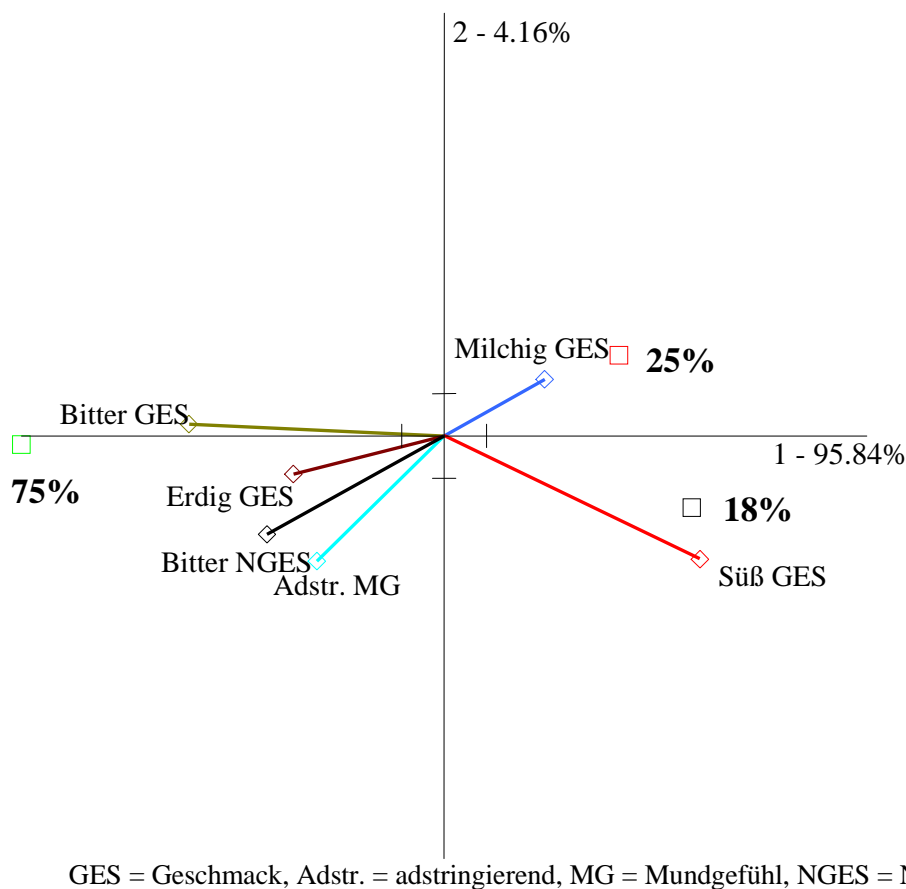


GES = Geschmack, Adstr. = adstringierend, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

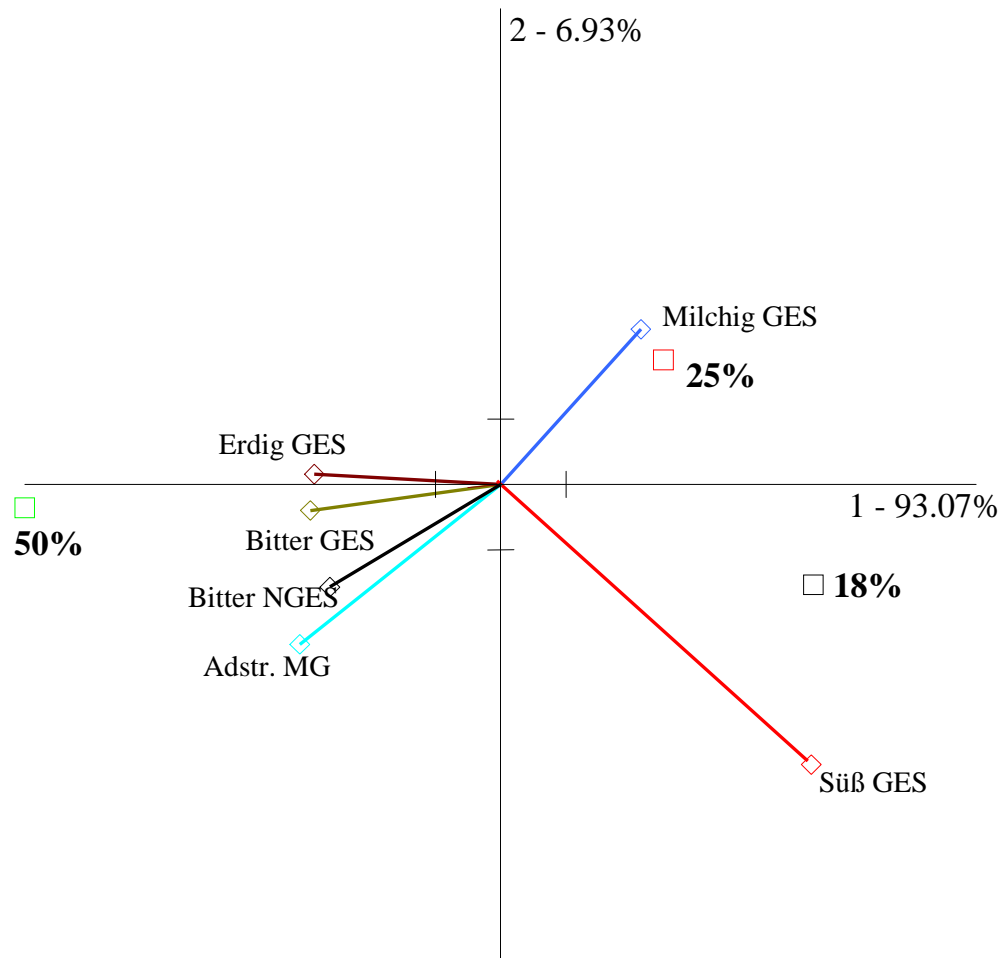
**Abbildung 4. 18: PCA von Kakaogetränken mit Wasser (Kakaoanteil im Pulver 18%, 25%, 50%) mit Geschmacksattributen und Adstringenz**

#### 4.2.3.2. Kakaogetränke mit Milch

Bei der Betrachtung der PCA von Kakaogetränken mit Milch wird ersichtlich, dass der süße Geschmack beim Getränk mit 18% Kakaoanteil, wie schon bei den Getränken mit Wasser, stark ausgeprägt war (Abbildung 4.19). Das Kakaogetränk mit 25% Kakaoanteil, welches mit Milch zubereitet wurde, war durch den milchigen Geschmack charakterisiert. Bei dem Getränk mit dem höchsten Kakaoanteil im Pulver (75%) waren der bittere Geschmack und Nachgeschmack, der erdige Geschmack und das adstringierende Mundgefühl am stärksten ausgeprägt. Des Weiteren korrelierte der milchige Geschmack negativ mit dem erdigen Geschmack, bitteren Nachgeschmack und der Adstringenz. Wenn man die PCA der Kakaogetränke mit 18, 25 und 75% Kakaoanteilen der PCA der Getränke mit 18, 25, und 50% (Abbildung 4.20) gegenüber stellt, so kann man feststellen, dass die Produkte durch die gleichen Attribute charakterisiert waren, wobei das Kakaogetränk mit 50% Kakao eine Abschwächung der Intensität im bitteren und erdigen Geschmack aufwies.



**Abbildung 4. 19: PCA von Kakaogetränken mit Milch (Kakaoanteil im Pulver 18%, 25%, 75%) mit Geschmacksattributen und Adstringenz**



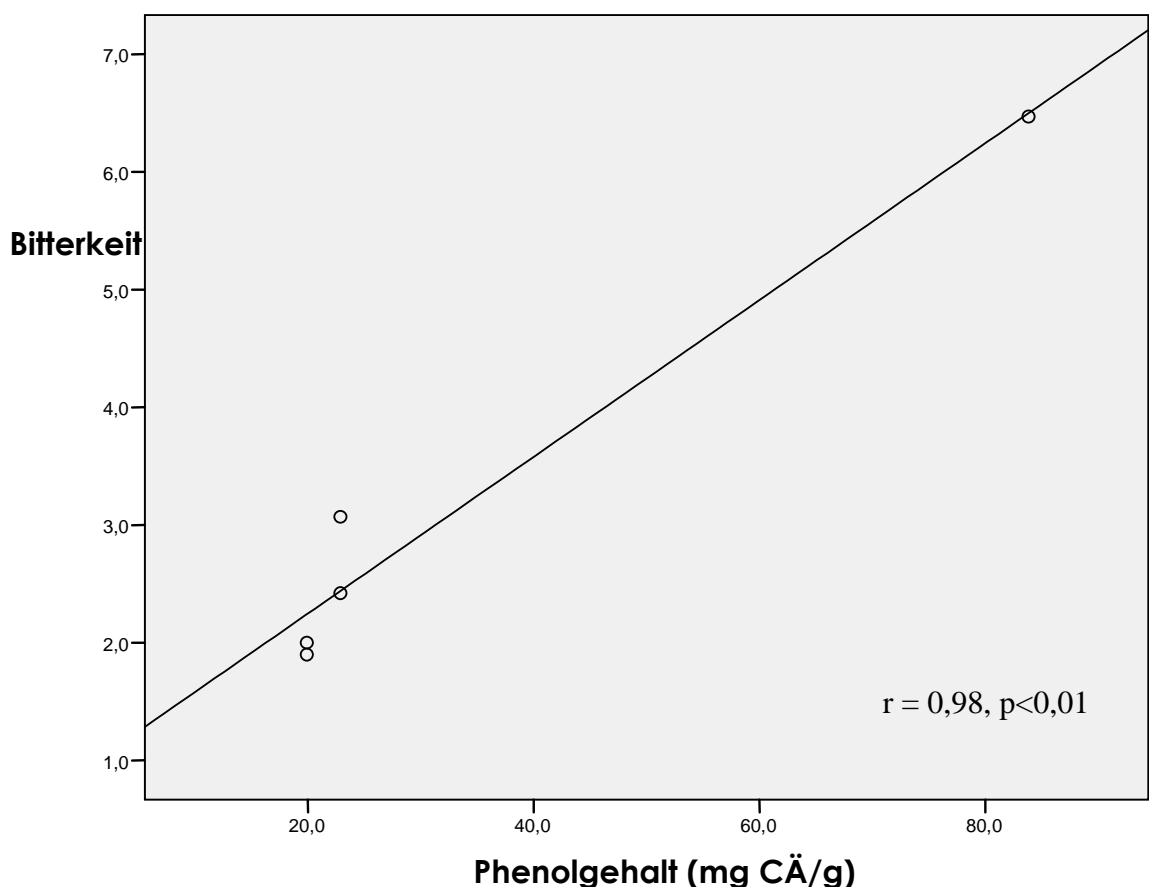
GES = Geschmack, Adstr. = adstringierend, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

**Abbildung 4. 20: PCA von Kakaotränken mit Milch (Kakaoanteil im Pulver 18%, 25%, 50%) mit Geschmacksattributen und Adstringenz**



#### 4.2.4. Korrelation von bitterem Geschmack mit Phenolgehalt

Für die Berechnung der Korrelation des bitteren Geschmacks mit dem Phenolgehalt wurden die Ergebnisse der analytischen (mg CÄ/ 200 ml) und der sensorischen Untersuchung für die Kakaogetränke mit 18, 25 und 75% Kakaoanteil, welche mit Bendsorp Kakao und Wasser hergestellt wurden, herangezogen. Es ergab sich eine mittlere Korrelation ( $r = 0,507$ ), welche jedoch keine statistische Signifikanz zeigte. Dieses Ergebnis ist vermutlich auf den höheren Phenolgehalt im Getränk mit 18% als mit 25% Kakaoanteil zurückzuführen. Des Weiteren wurde eine Korrelation durchgeführt, welche mittels der Phenolgehalte pro Gramm Pulver errechnet wurde. Hierbei war eine sehr starke Korrelation mit  $r = 0,98$ ,  $p < 0,01$  zu beobachten (Abbildung 4.21). MISNWI et al. (2004) erhielten ebenfalls eine hohe Korrelation als sie den Gesamtphenolgehalt vor dem Rösten der Bohnen mit der Bitterkeit verglichen ( $r = 0,9$ ,  $p < 0,01$ ).



**Abbildung 4. 21: Korrelation zwischen Gesamtphenolgehalt und Bitterkeit in Kakaogetränken mit Wasser**

## 5. Schlussbetrachtung

Da Kakao reich an Polyphenolen ist und sich in Studien zahlreiche gesundheitliche Effekte im Zusammenhang mit diesen Verbindungen zeigten, war die Aufgabe vorliegender Arbeit die Untersuchung von Konsumkakaopulvern, welche als Getränke zubereitet wurden, auf ihren Gesamtphenolgehalt. Da durch den Phenolgehalt die Sensorik von ungesüßter Kakaomasse beeinflusst wird, lag hier besonderes Interesse an der Ermittlung des Einflusses des Gesamtphenolgehaltes auf die sensorischen Eigenschaften in gesüßten Kakaotränken.

Im analytischen Teil vorliegender Arbeit erfolgte die Bestimmung des Gesamtphenolgehalts der handelsüblichen Kakaopulver, welche als Kakaotränke mit Wasser hergestellt wurden. Die 15 Sorten von Kakaopulver wurden in 3 Gruppen eingeteilt: Kakaopulver der ersten Gruppe enthielten 100% Kakao, der zweiten Gruppe 25 bzw. 27% und der dritten Gruppe 16 bis 20%, wobei 5 g (Gruppe 1), 15 g (Gruppe 2) und 20 g (Gruppe 3) Pulver eingewogen wurden.

In Anbetracht der literarischen Werte, die relativ stark variieren (3,3 bis 65 mg Phenolgehalt/g Kakaopulver) [LECUMBERRI et al., 2007], wurde in vorliegender Arbeit für Kakaopulver mit 100% Kakaoanteil ein MW von 81,2 mg CÄ pro Gramm Pulver (Streubreite: 76,0-87,8 mg CÄ/g) erhalten, für Kakaopulver mit Kakaoanteil von 25 bis 27% lag der mittlere Phenolgehalt bei 21,6 mg CÄ/g pro Gramm Pulver (Streubreite: 20,5-23,3 mg CÄ/g) und für die Pulver mit Kakaoanteil von 16 bis 20% ergab sich ein mittlerer Gesamtphenolgehalt von 19,0 mg CÄ/g Kakaopulver (Streubreite 16,5-19,9 mg CÄ/g). SERRA BONVEHI und VENTURA COLL (1997) erhielten für Kakao mit 100% Kakaoanteil Werte zwischen 19,2 und 51,1 mg Gallussäureäquivalente (GAE)/g Pulver und für Kakaopulver mit einem Kakaoanteil von 20-22% lagen die Werte zwischen 2,86 und 11,7 mg GAE/g Pulver. Des Weiteren wurde für Kakao mit 100% Kakaoanteil ein Phenolgehalt von 80 mg GAE/g Pulver berichtet [TOMAS-BARBERÁN et al., 2008].

Werden die Werte pro Tasse Kakaotränk (Pulver in 200 ml Wasser aufgelöst) betrachtet, so lag der mittlere Phenolgehalt in der Gruppe 1 bei 410,4 mg CÄ/200 ml (Streubreite: 383,8-440,9 mg CÄ/200 ml), in der Gruppe 2 bei 324,5 mg CÄ/200 ml (Streubreite: 307,5 -351,1 mg CÄ/200 ml) und in der Gruppe 3 erreichte der mittlere

Phenolgehalt 380,0 mg CÄ pro Tasse Kakaotränk (Streubreite: 331,8-399,1 mg CÄ/200 ml). So kann der in vorliegender Arbeit analysierte Wert für ein Kakaotränk mit 100% Kakaoanteil (410,4 mg CÄ/200 ml) mit jenem Gehalt, der von LEE et al. (2003) für ein Getränk mit erhöhter Menge an Kakaopulver ermittelt wurde (611 mg GAE/ 200 ml), verglichen werden.

Im sensorischen Teil vorliegender Arbeit wurden die Eigenschaften der angefertigten Kakaotränke mit Hilfe der quantitativen deskriptiven Analyse (QDA) ermittelt. Dazu wurde der Kakao von der Firma Bendsorp, die in jeder Gruppe mit einem Produkt vertreten war, ausgewählt. Dadurch ergaben sich Kakaotränke mit den Anteilen von 18 und 25% im Pulver. Das Pulver mit 100% Kakao wurde mit Zucker gemischt und wurde somit zu Pulver mit 50 bzw. 75 Prozentanteil an Kakao. Die Kakaotränke wurden für die sensorische Beurteilung sowohl mit Milch, als auch mit Wasser hergestellt. Außerdem wurden die Mengen an Kakaopulver für die sensorische Analyse verwendet, die bei der analytischen Untersuchung eingewogen wurden. Der Gesamtphenolgehalt im Getränk mit 18% Kakao betrug  $399,1 \pm 3,2$  mg CÄ/200 ml, mit 25% Kakaoanteil wies  $351,1 \pm 2,3$  mg CÄ/200 ml auf und der Wert der Getränke mit 50 und 75% Anteil an Kakao lag bei  $425,1 \pm 0,6$  mg CÄ/200 ml.

Die charakteristischen sensorischen Eigenschaften von Kakao sind der bittere Geschmack und das adstringierende Mundgefühl [STARK et al., 2006]. Diese sensorischen Empfindungen nehmen in ungesüßtem Kakaopulver mit erhöhter Polyphenolkonzentration zu [MISNAWI et al., 2004].

In vorliegender Arbeit konnte in gesüßten Kakaotränken gezeigt werden, dass das Getränk mit 75% Kakaoanteil im Pulver am stärksten bitter und adstringierend war und diese Empfindungen mit fallendem Kakaoanteil abnahmen. Der Anstieg des bitteren Geschmacks von 18% (1,9 Pkt.) bzw. 25% (2,7 Pkt.) auf 75% (6,5 Pkt.) Kakaoanteil betrug 71% bzw. 58% und war signifikant mit  $p < 0,001$ . In Hinblick auf das adstringierende Mundgefühl waren ähnliche Ergebnisse zu beobachten. So betrug bei der Erhöhung des Kakaoanteiles von 18 auf 75 % der Anstieg der Adstringenz 70% und war signifikant ( $p < 0,05$ ). Beim Kakaotränk mit 18% Kakaoanteil (1,7 Pkt.) war diese Sinnesempfindung um 43% weniger stark ausgeprägt als im Getränk mit 25% Kakaoanteil (3,0 Pkt.). Bei einigen Attributen (z.B. bitter, sauer und erdiger Geschmack) konnte beobachtet werden, dass trotz des signifikant ( $p < 0,01$ ) höheren

Phenolgehalts des Kakaogetränkes mit 18% Kakaoanteil jene Eigenschaften schwächer ausgeprägt waren als beim Getränk mit 25%. So war die Bitterkeit beim Getränk mit 25% Kakaoanteil im Pulver trotz des signifikant niedrigeren Gesamtphenolgehalts um 30 % intensiver ausgeprägt als beim Getränk mit 18%. Es wird vermutet, dass der hohe Zuckergehalt (82%) im Getränk mit 18% Kakaoanteil, welcher sich in einem signifikanten ( $p < 0,01$ ) Unterschied im süßen Geschmack äußerte, zu diesen Ergebnissen führen könnte, weil sich Süße und Bitterkeit in einem Gemisch gegenseitig unterdrücken [LESSCHAEVE und NOBLE, 2005].

Bei einem gleichen Gesamtphenolgehalt der Getränke mit 50 bzw. 75% Kakao war das bittere Empfinden im Getränk mit 50% Kakaogehalt um 9% weniger stark wahrnehmbar. Beim bitteren Nachgeschmack konnte der um 25% höhere Zuckergehalt im Kakaogetränk mit 50% Kakaoanteil im Vergleich zum Getränk mit 75% Kakaoanteil die Intensität sogar um 19% senken. Daraus kann geschlossen werden, dass bei solch einem hohen Kakaogehalt (75%) durch Zugabe von Zucker (25%) zum Kakaopulver bei gleich bleibender Kakaomenge und somit auch bei gleichem Phenolgehalt die Bitterkeit maskiert werden könnte. Jedoch scheint die Zuckerzugabe keinen besonderen Einfluss auf die Adstringenz zu haben, weil dieses beim Getränk mit 50% Kakaoanteil im Gegensatz zum Getränk mit 75% Kakao im Pulver um nur 4% geringer bewertet wurde. Beim Vergleich der Kakaogetränke mit Wasser und Milch konnte festgestellt werden, dass in den Getränken auf Milchbasis mit einem niedrigen Kakaoanteil im Pulver (18% und 25%) der bittere Geschmack und Nachgeschmack signifikant schwächer wahrzunehmen waren als in den Getränken mit Wasser. Somit konnten diese sensorischen Eigenschaften durch die Milchzugabe maskiert werden, wobei die Ursache dafür in der Bindung der Phenole an die Milchproteine gesehen wird, weil diese für ihre Komplexbildung mit Proteinen bekannt sind [JALIL und ISMAIL, 2008].

Durch die Erstellung von PCAs konnte gezeigt werden, dass bei den Kakaogetränken mit Wasser jenes mit 18% Kakaoanteil durch den süßen Geschmack charakterisiert wurde, mit 25% der fruchtige Geschmack dominierte und mit 75% sowohl der bittere Geschmack bzw. Nachgeschmack, als auch das adstringierende Mundgefühl prägend waren. Beim Getränk mit 50% Kakaoanteil waren diese charakteristischen Attribute in etwas abgeschwächter Form zu entnehmen. Bei den Getränken mit Milch ergab sich ein ähnliches Bild, wobei das Getränk mit 25% Kakaoanteil nicht durch den fruchtigen,

sondern durch den milchigen Geschmack beschrieben wurde. In der Studie von FOLKENBERG et al. (1999) konnte durch die Erstellung von PCAs gezeigt werden, dass in Kakaotränken, die mit Instant Kakaopulver zubereitet wurden, die Mischung der Inhaltsstoffe (Kakao, Zucker, Milch) in starkem Zusammenhang mit den sensorischen Eigenschaften steht. So korrelierte der Kakaoanteil positiv mit den „Kakaoeigenschaften“ (Farbe, Kakaogeschmack, Kakaogeruch, Bitterkeit, Adstringenz) und mit dem Mundgefühl und zu einem geringen Ausmaß auch mit den „Viskositätseigenschaften“ (Viskosität mit Löffel, Viskosität im Mund). Der Gehalt von Zucker und Milch korrelierten positiv mit den „Milcheigenschaften“ (Milchgeschmack, Milchgeruch, Süße), aber negativ mit den „Kakaoeigenschaften“

In vorliegender Arbeit konnte eine sehr starke Korrelation ( $r = 0,98$ ,  $p < 0,01$ ) zwischen dem bitteren Geschmack und dem Phenolgehalt pro Gramm Pulver festgestellt werden, wobei MISNWI et al. (2004) ebenfalls eine hohe Korrelation ( $r = 0,9$ ,  $p < 0,01$ ) zwischen der Bitterkeit und dem Gesamtphenolgehalt ungerösteter Bohnen beobachten konnten.

Da einer Studie zufolge kohlenhydratreiche Lebensmittel die Aufnahme von Kakao Flavanolen begünstigen können, wobei andere Nahrungsmittel (z.B. Milch) kaum Einfluss auf diese haben [SCHRAMM et al., 2003], wäre eine Zugabe von Zucker nicht nur vorteilhaft um die stark bittere Note von Kakao zu maskieren, sondern auch um eine verbesserte Absorption der phenolischen Substanzen zu gewährleisten. Ein negativer Gesichtspunkt ist jedoch, dass Personengruppen, die einen gesundheitlichen Nutzen aus dem Konsum von Kakao ziehen könnten, wie z.B. an Diabetes mellitus Erkrankte, nur eine begrenzte Menge an Kohlenhydraten zu sich nehmen dürfen. Daher wäre es von Interesse zu analysieren, ob durch Ersatz von Zucker durch Süßungsmittel ähnliche Effekte erzielt werden könnten.

## 6. Zusammenfassung

Um den Einfluss des Phenolgehalts auf die sensorischen Eigenschaften von Kakaogetränken zu untersuchen, wurden aus handelsüblichen Kakaopulvern unterschiedlicher Prozentanteile an Kakao Getränke zubereitet und zunächst auf ihren Gesamtphenolgehalt analysiert. Die Bestimmung des Phenolgehaltes erfolgte photometrisch nach der Methode von Linskens und Jackson mit Folin-Ciocalteu Reagenz. Die sensorische Analyse wurde mittels deskriptiver Prüfung, der QDA, durchgeführt.

Der Gesamtphenolgehalt der Getränke, die für die sensorische Beurteilung herangezogen wurden, betrug für jene mit 50 und 75% Gehalt an Kakao  $425,1 \pm 0,6$  mg CÄ/200 ml. Das Getränk mit 18% Kakao im Pulver erreichte einen Wert von  $399,1 \pm 3,2$  mg CÄ/200 ml, welcher durch die größere Kakaopulvermenge höher war als der vom Getränk mit 25%, das einen Phenolgehalt von  $351,1 \pm 2,3$  mg CÄ/200 ml aufwies. Mit Hilfe der QDA konnte festgestellt werden, dass die für Kakao typischen sensorischen Eigenschaften, der bittere Geschmack und das adstringierende Mundgefühl, im Getränk, welches mit Wasser und mit Kakaopulver mit 75% Kakaoanteil zubereitet wurde, am stärksten ausgeprägt waren. Durch Zuckerzugabe von 25% bei gleich bleibender Kakaopulvermenge und somit auch gleichem Phenolgehalt konnten diese Attribute, insbesondere der bittere Geschmack, maskiert werden.

Durch die Zubereitung des Kakaos mit Milch konnte bei den Getränken mit 18 und 25% Kakaoanteil im Vergleich zu den Getränken mit Wasser ein signifikanter Abfall der Intensität des bitteren Geschmacks beobachtet werden, wobei die Bindung der Phenole an die Milchproteine als Ursache gesehen werden kann.

Mit Hilfe der PCA konnte aufgezeigt werden, dass die Getränke mit dem höchsten Phenolgehalt durch die typischen Attribute wie bitterer Geschmack und Nachgeschmack und auch durch das adstringierende Mundgefühl charakterisiert waren. Die Getränke mit 25% Kakaoanteil waren durch den fruchtigen Geschmack (Wasser) bzw. den milchigen Geschmack (Milch) und das Kakaogetränk mit 18% Anteil am stärksten durch den süßen Geschmack geprägt.

## 7. Summary

In order to examine the influence of the phenolic content on the sensory properties of cocoa beverages there were made cocoa drinks from commercial cocoa powders containing different percentages of cocoa and initially they were analysed of their total phenolic content.

The determination of the phenolic content was carried out by a photometric method of Linskens and Jackson with Folin-Ciocalteu reagent. The sensory analysis was made via descriptive assay named QDA.

The total phenolic content of the beverages, which were used for the sensory evaluation was  $425,1 \pm 0,6$  mg CE/200 ml for the one with 50 and 75% cocoa content. The cocoa drink with 18% cocoa content in the powder reached  $399,1 \pm 3,2$  mg CE/200 ml, which was a higher value as the one of the beverage with 25% cocoa, which contained  $351,1 \pm 2,3$  mg CE/200 ml. That was caused by the higher amount of the cocoa powder used in the drink with 18% cocoa content.

Due to the QDA it could be established that the typical sensory properties of cocoa, which are the bitter taste and the astringent mouthfeel were mostly distinctive in the beverage which was made with water and with cocoa powder containing 75% cocoa. If 25% sugar was added with consistent amount of cocoa powder and consequently with the same phenolic content than these attributes, particularly the bitter taste, would disguise.

By preparation of cocoa with milk it could be noticed a significant decrease of the intensity of the bitter taste in the beverages with 18 and 25% cocoa in comparison with the water based drinks, whereas the reason for that could be seen in the binding of phenols to milk proteins.

With the aid of the PCA it could be shown that the beverage with the highest phenolic content was characterized by the typical attributes like bitter taste and aftertaste and also by the astringent mouthfeel. The drinks with 25% cocoa content were shaped by the fruity taste (water) and by the milky taste (milk) and the cocoa beverage with 18% content related strongest with the sweet taste.

## 8. Literaturverzeichnis

ANDREAS-LACUEVA C, MONAGAS M, KHAN N, IZQUIERDO-PULIDO M, URPI-SARDA M, PERMANYER J, LAMUELA-RAVENTÓS R M. Flavanol and Flavonol Contents of Cocoa Powder Products: Influence of the Manufacturing Process. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2008; 56: 3111-2117

BACHMANN M, BURNIER M, DAENIKER ROTH C, IMFELD T, LÜTHY J, REALINI P, ROSÉ B, SPINNER C. Salzkonsum und Bluthochdruck. *Bundesamt für Gesundheit* 2005; 12

BELITZ H-D, GROSCH W, SCHIEBERLE P. *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*. Springer Verlag, Berlin, 2001; 947-949, 951.

BORCHERS A T, KEEN C L, HANNUM S M., GERSHWIN M E. Cocoa and Chocolate: Composition, Bioavailability, and Health Implications. *Journal of Medicinal Food* 2000; 3(2): 77-105

DREOSTI I E. Antioxidant Polyphenols in Tea, Cocoa, and Wine. *Nutrition* 2000; 16: 692-694.

DREWNOWSKI A, GOMEZ-CARNEROS C. Bitter taste, phytonutrients, and the consumer: a review. *American Journal of Clinical Nutrition* 2000; 72:1424-35

EBERMANN R, ELMADFA I. *Lehrbuch der Lebensmittelchemie und Ernährung*. Springer Verlag, Wien, 2008; 497-499.

ELMADFA I, LEITZMANN C. *Ernährung des Menschen*. Ulmer Verlag, Stuttgart, 2004; 213, 215, 217-218



ELWERS S. Zusammensetzung und histologische Verteilung der phenolischen Substanzen in Samen von Massen- und Edelkakao-Varietäten (*Theobroma cacao* L.). Diss. Hamburg, 2008; 194, 196-197

FOLKENBERG D M, BREDIE W L P, MARTENS M. What is mouthfeel? Sensory-rheological relationship in instant hot coca drinks. *Journal of Sensory Studies* 1999; 14: 181-195

GUINARD J-X, MAZZUCHELLI E. Effects of sugar and fat on the sensory properties of milk chocolate: descriptive analysis and instrumental measurements. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 1999; 79: 1331-1339

HASHIM L. Flavor Development of Cocoa during Roasting. In: *Caffeinated Beverages. Health Benefits, Physiological Effects and Chemistry* (Parliment TH, Ho C-H, Schieberle P, Hrsg.), American Chemical Society, Washington D.C, 2000; 754: 277-285

HOMORG A.. Die Eroberung Amerikas und das Kennenlernen der Schokolade. <http://www.theobroma-cacao.de/wissen/geschichte/1492-nchr-bis-1918/eroberung-amerikas-und-der-schokolade>; 4.5.2009

HOMORG A . Der Weg der Schokolade nach Spanien. <http://www.theobroma-cacao.de/wissen/geschichte/1492-nchr-bis-1918/der-weg-nach-spanien>; 6.6.2009

HOMORG A. Schokolade bei den Maya. <http://www.theobroma-cacao.de/wissen/geschichte/1500vchr-bis-1492nchr/schokolade-bei-den-maya>; 4.5.2009

HOMORG A. Schokolade bei den Olmeken in der vorklassischen Periode. <http://www.theobroma-cacao.de/wissen/geschichte/1500vchr-bis-1492nchr/olmeken-und-schokolade>; 4.5.2009

HOMORG A. Trinitario. <http://www.theobromacacao.de/wissen/kakaobaum/kakaosorten/trinitario>; 4.5.2009

INTERNATIONAL COCOA ORGANIZATION. The nutritional value of cocoa and chocolate and countering areas of concern such as obesity, cholesterol and tooth decay. <http://www.internationalcocoaorganisation.net/questions/nutrition.htm>, 7.5.2009

JALIL A M M, ISMAIL A. Polyphenols in Cocoa and Cocoa Products: Is There a Link between Antioxidant Properties and Health? *Molecules* 2008; 13: 2190-2219

JÖBSTL E, O'CONNELL J, FAIRCLOUGH P A, WILLIAMSON M P. Molecular Model for Astringency Produced by Polyphenol/Protein Interactions. *Biomacromolecules* 2004; 5: 942-949

JONFIA-ESSIEN W A, WEST G, ALDERSON P G, TUCKER G. Phenolic Content and antioxidant capacity of hybrid variety cocoa. *Food Chemistry* 2008; 108(3): 1155-1159

KEEN C L, HOLT R R, OTEIA P I, FRAGA C G, SCHMITZ H H. Dietary polyphenols and health: proceedings of the 1st international conference on polyphenols and health - Cocoa antioxidants and cardiovascular health. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005; 81(1): 298-303

LAMUELA-RAVENTÓS R M., ROMERO-PÉREZ A. I., ANDRÉAS-LACUEVA C., TORNERO A. Review: Health Effects of Cocoa Flavonoids. *Food Science and Technology International* 2005; 11(3): 159-176

LECUMBERRI E, MATEOS R, IZQUIERDO-PULIDO M, RUPÉREZ P, GOYA L, BRAVO L. Dietary fibre composition, antioxidant capacity and physio-chemical properties of a fibre-rich product from cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Food Chemistry* 2007; 104: 948-954

LEE K W, KIM Y J, LEE H J, LEE CH Y. Cocoa Has More Phenolic Phytochemicals and a Higher Antioxidant Capacity than Teas and Red Wine. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 2003; 51: 7292-7295

LESSCHAEVE I, NOBLE A C. Polyphenols: factors influencing their sensory properties and their effects on food and beverage preferences. *American Journal of Clinical Nutrition* 2005; 81: 330-335

LIEBEREI R. Die Vielfalt des Kakaos- Der Einfluss von Provenienz und Varietät auf seinen Geschmack. *Moderne Ernährung Heute* 2006; 2: 6-11.

MARS BOTANICAL, What Are Cocoa Flavanols? <http://www.cocoapro.com/understanding/default.aspx>; 4.6.2009

MILLER K B, HURST W J, PAYNE M J, STUART D A, APGAR J, SWEIGERT D S, OU B. Impact of Alkalization on the Antioxidant and Flavanol Content of Commercial Cocoa Powders. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2008; 56: 8527-8533

MISNAWI, JINAP S, JAMILAH B, NAZAMID S. Sensory properties of coca liquor as affected by polyphenol concentration and duration of roasting. *Food Quality and Preference* 2004; 15: 403-409

PRINDIVILLE E A, MARSHALL R T, HEYMANN H. Effect of Milk Fat, Cocoa Butter, and Whey Protein Fat Replacers on the Sensory Properties of Lowfat and Nonfat Chocolate Ice Cream. *Journal of Dairy Science* 2000; 83: 2216-2223

RIOS L Y, BENNETT R N, LAZARUS S A, REMESY C, SCALBERT A, WILLIAMSON G. Cocoa procyanidins are stable during gastric transit in humans. *American Journal of Clinical Nutrition* 2002; 76(5):1106-1110

ROURA E, ANDRÉAS-LACUEVA C., ESTRUCH R, MATA-BILBAO M L, IZQUIERDO-PULIDO M, WATERHOUSE A L, LAMUELA-RAVENTÓS R M. Milk

Does Not Affect the Bioavailability of Cocoa Powder Flavanoid in Healthy Human. *Annals of Nutrition & Metabolism* 2007; 51: 493-498

SCHIEBERLE P. The chemistry and technology of cocoa. In: *Caffeinated Beverages. Health Benefits, Physiological Effects and Chemistry* (Parliment TH, Ho C-H, Schieberle P, Hrsg.), Washington D.C., American Chemical Society; 754: 262-275

SCHRAMM D D, KARIM M, SCHRADER H R, HOLT R R, KIRKPATRICK N J, POLAGRUTO J A, ENSUNSA J L, SCHMITZ H H, KEEN C L. Food effects on the absorption and pharmacokinetics of cocoa flavanols. *Life Sciences* 2003; 73: 857-869

SERRA BONVEHI J, VENTURA COLL F. Evaluation of bitterness and astringency of polyphenolic compounds in cocoa powder. *Food Chemistry* 1997; 60(3): 365-370

SIES H. Flavonoide in Kakao und Schokolade - Schutz vor kardiovaskulären Erkrankungen? *Moderne Ernährung Heute* 2006; 2: 1-5

STARK T, BAREUTHER S, HOFMANN T. Molecular Definition of the Taste of Roasted Cocoa Nibs (*Theobroma cacao*) by Means of Quantitative Studies and Sensory Experiments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2006; 54: 5530-5539

TOMAS-BARBERÁN F, CIENFUEGOS-JOVELLANOS E, MARÍN A, MUGUERZA B, GIL-IZQUIERDO A, CERDÁ B, ZAFRILLA P, MORILLA J, MULERO J, IBARRA A, PASAMAR M A, RAMÓN D, ESPÍN J C. A New Process To Develop a Cocoa Powder with Higher Flavonoid Monomer Content and Enhanced Bioavailability in Healthy Humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2008; 55: 3926-3935

## 9. Anhang

**Tabelle 12. 1: Gesamtphenolgehalte (g CÄ/l; mg CÄ/200 ml; mg CÄ/g Kakaopulver) in den untersuchten Kakaotränken mit Wasser (MW  $\pm$  Sd)**

	Kakaotränk	g CÄ/l	mg CÄ/200 ml	mg CÄ/g
1. Gruppe	EZA Kakao El Ceibo	1,96 $\pm$ 0,03	391,8 $\pm$ 6,1	77,1 $\pm$ 1,2
100% K.a.	Alnatura Kakao	2,20 $\pm$ 0,03	440,9 $\pm$ 5,0	87,8 $\pm$ 1,0
	Spar Kakao	1,92 $\pm$ 0,00	383,8 $\pm$ 0,6	76,0 $\pm$ 0,1
	Bensdorp Kakao	2,13 $\pm$ 0,00	425,1 $\pm$ 0,6	83,8 $\pm$ 0,1
	MW	2,06	410,4	81,2
	SD	0,14	27,1	5,6
2. Gruppe	Pepino	1,57 $\pm$ 0,01	314,2 $\pm$ 2,6	20,9 $\pm$ 0,2
25-27% K.a.	Clever Kakao	1,54 $\pm$ 0,00	308,6 $\pm$ 0,4	20,5 $\pm$ 0,0
	Spar Kakao Drink	1,57 $\pm$ 0,01	314,8 $\pm$ 1,4	20,9 $\pm$ 0,1
	Flinky Flirt Kakao	1,54 $\pm$ 0,01	307,5 $\pm$ 2,7	20,5 $\pm$ 0,2
	Alnatura Trink-Kakao	1,66 $\pm$ 0,02	331,4 $\pm$ 3,0	22,0 $\pm$ 0,2
	EZA Equita I. K.	1,72 $\pm$ 0,01	344,0 $\pm$ 2,7	22,9 $\pm$ 0,2
	Bensdorp Benco p. p.	1,76 $\pm$ 0,01	351,1 $\pm$ 2,3	23,3 $\pm$ 0,2
	MW	1,62	324,5	21,6
	SD	0,12	17,7	1,2
3. Gruppe	Siggi Trink-Kakao	1,66 $\pm$ 0,01	331,8 $\pm$ 1,0	16,5 $\pm$ 0,1
16-20% K.a.	Nestle Nesquik	1,98 $\pm$ 0,05	395,6 $\pm$ 9,1	19,7 $\pm$ 0,5
	Bensdorp Kakaoexpress	2,00 $\pm$ 0,02	399,1 $\pm$ 3,2	19,9 $\pm$ 0,2
	Goody Cao	1,97 $\pm$ 0,03	393,5 $\pm$ 6,8	19,6 $\pm$ 0,3
	MW	1,90	380,0	19,0
	SD	0,12	32,2	1,6

**Tabelle 12. 2: Ergebnisse der QDA für die Kakaogetränke zubereitet mit Wasser (MW ± Sd)**

	18% (1)*	18% (2)*	18% MW**	25% (1)*	25% (2)*	25% MW**
OPT: Farbe	8,8 ± 1,0	9,3 ± 0,6	9,0 ± 0,4	7,9 ± 1,3	8,4 ± 0,7	8,1 ± 0,3
GER: allgemein	5,3 ± 2,2	6,6 ± 1,8	6,0 ± 0,9	6,5 ± 2,2	5,3 ± 2,3	5,9 ± 0,8
GER: erdig	3,6 ± 1,8	3,6 ± 2,7	3,6 ± 0,1	2,7 ± 2,4	2,5 ± 2,2	2,6 ± 0,1
GER: fruchtig	2,3 ± 2,0	3,5 ± 2,8	2,9 ± 0,8	3,0 ± 3,2	3,7 ± 2,5	3,3 ± 0,5
GES: allgemein	5,2 ± 2,1	5,8 ± 2,3	5,5 ± 0,4	4,8 ± 1,9	5,9 ± 2,0	5,3 ± 0,7
GES: bitter	2,0 ± 1,7	1,9 ± 1,7	1,9 ± 0,1	3,1 ± 2,1	2,4 ± 2,1	2,7 ± 0,5
GES: sauer	0,6 ± 1,0	0,8 ± 0,9	0,7 ± 0,1	0,6 ± 0,6	1,0 ± 1,2	0,8 ± 0,3
GES: erdig	1,6 ± 1,3	1,5 ± 0,8	1,5 ± 0,1	2,8 ± 1,9	2,8 ± 2,0	2,8 ± 0,0
GES: fruchtig	3,3 ± 2,5	3,9 ± 2,9	3,6 ± 0,5	3,0 ± 2,6	3,2 ± 2,4	3,1 ± 0,1
GES: süß	6,6 ± 2,2	6,8 ± 2,2	6,7 ± 0,1	3,9 ± 2,6	4,3 ± 2,9	4,1 ± 0,3
MG: Visk. m. Löffel	2,5 ± 1,6	2,4 ± 2,1	2,5 ± 0,1	1,7 ± 1,0	2,2 ± 1,7	1,9 ± 0,3
MG: Viskosität	2,5 ± 1,7	3,3 ± 2,0	2,9 ± 0,6	1,8 ± 1,1	2,4 ± 1,7	2,1 ± 0,4
MG: Glattheit	7,7 ± 2,1	8,4 ± 1,0	8,0 ± 0,5	7,7 ± 1,9	8,2 ± 1,5	7,9 ± 0,3
MG: pelzig	3,5 ± 2,3	3,6 ± 2,2	3,5 ± 0,1	3,8 ± 2,1	3,4 ± 1,5	3,6 ± 0,3
MG: adstringierend	2,0 ± 1,9	1,4 ± 1,3	1,7 ± 0,4	3,0 ± 2,5	2,9 ± 2,5	3,0 ± 0,1
NGES: allgemein	4,2 ± 2,7	4,1 ± 2,4	4,2 ± 0,1	5,0 ± 2,3	4,2 ± 2,4	4,6 ± 0,6
NGES: bitter	1,1 ± 0,9	1,2 ± 1,0	1,1 ± 0,1	2,6 ± 2,2	2,4 ± 2,1	2,5 ± 0,1

\* MW aus 10 Werten (eine Session)

\*\* MW aus 20 Werten (zwei Sessionen)

18% (1): Kakaogetränk mit 18% Kakao im Pulver, Werte aus Session 1

18% (2): Kakaogetränk mit 18% Kakao im Pulver, Werte aus Session 2

18% MW: Mittelwerte berechnet aus den Werten der Session1 und Session 2

25% (1): Kakaogetränk mit 25% Kakao im Pulver, Werte aus Session 1

25% (2): Kakaogetränk mit 25% Kakao im Pulver, Werte aus Session 2

25% MW: Mittelwerte berechnet aus den Werten der Session1 und Session 2

**Tabelle 12. 3: Ergebnisse der QDA für die Kakaogetränke zubereitet mit Wasser (MW ± Sd)**

	18% **	25% **	50% *	75% *
OPT: Farbe	9,0 ± 0,4	8,1 ± 0,3	8,7 ± 0,7	8,0 ± 1,5
GER: allgemein	6,0 ± 0,9	5,9 ± 0,8	7,1 ± 2,3	6,2 ± 2,1
GER: erdig	3,6 ± 0,1	2,6 ± 0,1	3,8 ± 2,8	3,5 ± 2,8
GER: fruchtig	2,9 ± 0,8	3,3 ± 0,5	2,1 ± 1,9	2,3 ± 1,8
GES: allgemein	5,5 ± 0,4	5,3 ± 0,7	6,2 ± 2,7	5,3 ± 3,6
GES: bitter	1,9 ± 0,1	2,7 ± 0,5	5,9 ± 2,4	6,5 ± 2,6
GES: sauer	0,7 ± 0,1	0,8 ± 0,3	2,4 ± 3,2	2,0 ± 2,6
GES: erdig	1,5 ± 0,1	2,8 ± 0,0	5,3 ± 2,4	5,6 ± 2,5
GES: fruchtig	3,6 ± 0,5	3,1 ± 0,1	0,4 ± 0,5	0,4 ± 0,6
GES: süß	6,7 ± 0,1	4,1 ± 0,3	1,0 ± 0,9	0,4 ± 0,4
MG: Visk. m. Löffel	2,5 ± 0,1	1,9 ± 0,3	2,1 ± 1,3	1,8 ± 1,1
MG: Viskosität	2,9 ± 0,6	2,1 ± 0,4	2,0 ± 1,3	1,6 ± 1,2
MG: Glattheit	8,0 ± 0,5	7,9 ± 0,3	7,2 ± 1,5	6,9 ± 2,5
MG: pelzig	3,5 ± 0,1	3,6 ± 0,3	4,3 ± 2,4	5,0 ± 2,9
MG: adstringierend	1,7 ± 0,4	3,0 ± 0,1	5,5 ± 2,6	5,8 ± 3,3
NGES: allgemein	4,2 ± 0,1	4,6 ± 0,6	5,7 ± 2,6	5,6 ± 2,4
NGES: bitter	1,1 ± 0,1	2,5 ± 0,1	5,4 ± 3,2	6,6 ± 2,9

\* MW aus 10 Werten (eine Session)

\*\* MW aus 20 Werten (zwei Sessionen)

18%: Kakaogetränk mit 18% Kakao im Pulver

25%: Kakaogetränk mit 25% Kakao im Pulver

50%: Kakaogetränk mit 50% Kakao im Pulver

75%: Kakaogetränk mit 75% Kakao im Pulver

**Tabelle 12. 4: Ergebnisse der QDA für die Kakaogetränke zubereitet mit Milch (MW ± Sd)**

	18%(1)*	18%(2)*	18% MW**	25% (1)*	25% (2)*	25% MW**
OPT: Farbe	7,0 ± 1,5	6,7 ± 2,3	6,9 ± 0,2	5,1 ± 2,4	5,1 ± 1,8	5,1 ± 0,1
GER: allgemein	7,6 ± 2,0	5,9 ± 1,8	6,8 ± 1,2	6,0 ± 2,3	5,7 ± 2,2	5,9 ± 0,2
GER: erdig	1,8 ± 1,4	1,3 ± 2,3	1,6 ± 0,1	1,8 ± 1,4	0,9 ± 0,8	1,4 ± 0,6
GER: fruchtig	4,2 ± 3,2	4,4 ± 2,8	4,3 ± 0,1	4,9 ± 2,9	3,6 ± 2,1	4,3 ± 0,9
GER: milchig	5,8 ± 2,8	5,5 ± 3,0	5,7 ± 0,2	6,3 ± 1,6	5,0 ± 2,4	5,6 ± 0,9
GES: allgemein	6,4 ± 2,8	4,5 ± 3,1	5,4 ± 1,3	6,5 ± 1,6	3,7 ± 2,9	5,1 ± 2,0
GES: bitter	0,6 ± 0,4	0,4 ± 0,5	0,5 ± 0,2	1,4 ± 1,2	0,9 ± 0,9	1,2 ± 0,3
GES: sauer	1,2 ± 1,6	0,7 ± 0,8	0,9 ± 0,3	1,3 ± 1,2	1,1 ± 1,8	1,2 ± 0,2
GES: erdig	0,8 ± 0,7	0,6 ± 0,3	0,7 ± 0,2	1,0 ± 0,8	1,3 ± 1,2	1,2 ± 0,2
GES: fruchtig	4,9 ± 2,7	2,8 ± 2,1	3,8 ± 1,5	4,4 ± 2,9	2,8 ± 1,7	3,6 ± 1,1
GES: milchig	5,2 ± 2,9	5,3 ± 2,3	5,2 ± 0,1	5,2 ± 3,1	5,6 ± 1,9	5,4 ± 0,3
GES: süß	7,5 ± 1,7	7,8 ± 1,9	7,6 ± 0,2	6,0 ± 2,6	5,2 ± 2,2	5,6 ± 0,6
MG: Visk. m. Löffel	3,1 ± 1,6	2,3 ± 1,9	2,7 ± 0,5	2,8 ± 1,8	2,7 ± 1,8	2,7 ± 0,1
MG: Viskosität	3,4 ± 1,6	3,3 ± 2,3	3,4 ± 0,1	3,4 ± 2,2	2,9 ± 1,7	3,2 ± 0,3
MG: Glattheit	7,6 ± 1,9	7,7 ± 2,3	7,6 ± 0,0	7,8 ± 1,3	8,0 ± 2,0	7,9 ± 0,1
MG: pelzig	4,7 ± 2,7	3,9 ± 2,0	4,3 ± 0,6	4,1 ± 2,6	4,0 ± 2,5	4,0 ± 0,1
MG: adstr.	1,9 ± 2,0	1,7 ± 1,7	1,8 ± 0,2	1,5 ± 1,4	1,5 ± 1,2	1,5 ± 0,0
NGES: allgemein	5,4 ± 2,8	3,8 ± 2,7	4,6 ± 1,2	4,9 ± 2,5	4,1 ± 2,5	4,5 ± 0,6
NGES: bitter	0,8 ± 0,5	0,8 ± 10	0,8 ± 0,0	0,7 ± 0,6	0,9 ± 0,6	0,8 ± 0,1

\* MW aus 10 Werten (eine Session)

\*\* MW aus 20 Werten (zwei Sessionen)

18% (1): Kakaogetränk mit 18% Kakao im Pulver, Werte aus Session 1

18% (2): Kakaogetränk mit 18% Kakao im Pulver, Werte aus Session 2

18% MW: Mittelwerte berechnet aus den Werten der Session 1 und Session 2

25% (1): Kakaogetränk mit 25% Kakao im Pulver, Werte aus Session 1

25% (2): Kakaogetränk mit 25% Kakao im Pulver, Werte aus Session 2

25% MW: Mittelwerte berechnet aus den Werten der Session 1 und Session 2



**Tabelle 12. 5: Ergebnisse der QDA für die Kakaotränke zubereitet mit Milch (MW ± Sd)**

	18% *	25%*	50%**	75%**
OPT: Farbe	6,9 ± 0,2	5,1 ± 0,1	5,3 ± 0,9	5,3 ± 2,0
GER: allgemein	6,8 ± 1,2	5,9 ± 0,2	6,1 ± 2,1	5,6 ± 1,6
GER: erdig	1,6 ± 0,1	1,4 ± 0,6	2,2 ± 1,9	3,1 ± 2,2
GER: fruchtig	4,3 ± 0,1	4,3 ± 0,9	2,1 ± 2,0	3,1 ± 3,0
GER: milchig	5,7 ± 0,2	5,6 ± 0,9	3,9 ± 1,9	5,3 ± 2,2
GES: allgemein	5,4 ± 1,3	5,1 ± 2,0	5,3 ± 2,5	6,2 ± 2,2
GES: bitter	0,5 ± 0,2	1,2 ± 0,3	4,2 ± 3,0	7,3 ± 2,2
GES: sauer	0,9 ± 0,3	1,2 ± 0,2	1,5 ± 2,3	1,3 ± 1,7
GES: erdig	0,7 ± 0,2	1,2 ± 0,2	4,1 ± 2,7	4,6 ± 2,8
GES: fruchtig	3,8 ± 1,5	3,6 ± 1,1	1,3 ± 2,0	0,5 ± 0,5
GES: milchig	5,2 ± 0,1	5,4 ± 0,3	3,1 ± 1,7	2,7 ± 2,7
GES: süß	7,6 ± 0,2	5,6 ± 0,6	1,6 ± 1,9	0,5 ± 0,5
MG: Visk. m. Löffel	2,7 ± 0,5	2,7 ± 0,1	2,2 ± 1,8	2,0 ± 1,3
MG: Viskosität	3,4 ± 0,1	3,2 ± 0,3	2,3 ± 2,1	1,8 ± 1,2
MG: Glattheit	7,6 ± 0,0	7,9 ± 0,1	5,9 ± 2,4	7,2 ± 2,0
MG: pelzig	4,3 ± 0,6	4,0 ± 0,1	4,2 ± 3,1	4,8 ± 2,0
MG: adstringierend	1,8 ± 0,2	1,5 ± 0,0	4,6 ± 2,6	4,9 ± 2,9
NGES: allgemein	4,6 ± 1,2	4,5 ± 0,6	4,0 ± 2,6	5,7 ± 2,4
NGES: bitter	0,8 ± 0,0	0,8 ± 0,1	3,9 ± 2,8	5,2 ± 3,0

\* MW aus 20 Werten (zwei Sessionen)

\*\* MW aus 10 Werten (eine Session)

18%: Kakaotränk mit 18% Kakao im Pulver

25%: Kakaotränk mit 25% Kakao im Pulver

50%: Kakaotränk mit 50% Kakao im Pulver

75%: Kakaotränk mit 75% Kakao im Pulver

# Lebenslauf

## persönliche Daten

Geburtsdatum	26.09.1984
Geburtsort	Neumarkt
Eltern	Dipl.Ing. Elisabeth Buttinger (Diplombauingenieur) Ing. Peter Buttinger (Maschinenbauingenieur)
Geschwister	Lorant Buttinger (Elektrotechniker)

## Schulische Laufbahn

1990/01 – 1994/95	Volksschule Hollabrunn
1994/95 – 2002/03	Realgymnasium Hollabrunn
2003 – 2009	Universität Wien: Studium der Ernährungswissenschaften Wahlschwerpunkt: Lebensmitteltechnologie und Lebensmittelproduktion

## Ferialpraktika

August 2002	GesmbH Kelly Hollabrunn (Produktion)
August 2004	Demeterhof Schloif bei Fam. Bonsels (Landwirtschaft)
August 2005	McDonalds Hollabrunn bei Fam. Marschalek (Verkauf)
September 2007	Jomo Zuckerbäckerei GesmbH (Produktion)

## Berufsbegleitende Pratika

August 2001	GesmbH Kelly Hollabrunn (Produktion)
Juli 2004	Firma Focus (Marktforschung)
Dezember 2007	Firma Blaschek Import (Verkauf)