



universität
wien

MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

Alltäglich Kaloriensparen durch Süßen mit Stevia –
sensorischer Vergleich von grünem und schwarzem
Tee

verfasst von

Claudia Wegmayr, Bakk.rer.nat

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2013

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreut von:

Ao. Univ.-Prof.Dr. Dorota Majchrzak

DANKE für die Unterstützung!

I Inhaltsverzeichnis

I Inhaltsverzeichnis	I
II Abbildungsverzeichnis	IV
III Tabellenverzeichnis	VI
IV Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung und Fragestellung	1
2 Literaturübersicht	3
2.1 Die Geschichte der Pflanze <i>Stevia rebaudiana</i> (Bertoni)	3
2.1.1 Botanik	4
2.1.2 Inhaltsstoffe	5
2.1.3 Chemische Eigenschaften	7
2.2 Metabolismus von Steviolglykosiden	9
2.3 Rechtslage	11
2.3.1 Zugelassene Anwendungen	12
2.4 Gesundheitliche Bewertungen	14
2.4.1 Toxizität	14
2.4.2 Antikariogenität	15
2.4.3 Mutagenität/ Kanzerogenität	16
2.4.4 Einfluss von Rebaudiosid A auf den Blutzuckerspiegel	16
2.4.5 Wirkung auf die Fortpflanzung	17
2.4.6 Genotoxizität	18
2.5 Sensorische Eigenschaften von Steviolglykosiden	19
2.6 Grüner und schwarzer Tee	20
2.6.1 Herstellungsverfahren	21
2.6.2 Weltweite Produktion	22
2.6.3 Verbrauch	22
2.6.4 Inhaltsstoffe	24
2.6.5 Gesundheitliche Wirkungen	25
2.6.5.1 Wirkungen von Coffein	26
2.6.5.2 Effekte von Tee auf kardiovaskuläre Krankheiten	27
2.6.6 Sensorisches Profil von grünem und schwarzem Tee	28
3 Material und Methoden	30

3.1 Materialien.....	30
3.1.1 Grüner und schwarzer Tee mit Würfelzucker und S-Tabs.....	31
3.1.1.1 Allgemeine Probenaufbereitung.....	31
3.2 Methoden	32
3.2.1 Just-About-Right Skala	32
3.2.1.1 Ermittlungen des Äquivalentes von S-Tabs in Grün- und Schwarztee .	34
3.2.1.2 Auswertung	35
3.2.2 Quantitative Deskriptive Analyse.....	35
3.2.2.1 Ermittlung des sensorischen Profils von grünem und schwarzem Tee mit Würfelzucker und unterschiedlichen Mengen an S-Tabs	36
3.2.2.2 Produktattribute	36
3.2.2.3 Statistische Auswertung	38
3.2.3 Präferenzprüfung von grünem und schwarzem Tee	40
3.2.3.1 Auswertung	41
4 Ergebnisse	42
4.1 Evaluierung des S-Tab Äquivalentes zu Würfelzucker in grünem Tee	42
4.2 Evaluierung des S-Tab Äquivalentes zu Würfelzucker in schwarzem Tee	43
4.3 Ergebnisse der Quantitativen Deskriptiven Analyse	45
4.3.1 QDA für Schwarztee	45
4.3.1.1 Geschmack	47
4.3.1.2 Flavour	48
4.3.1.3 Mundgefühl.....	51
4.3.1.4 Nachgeschmack	52
4.3.2 QDA für Grüntee	54
4.3.2.1 Geschmack	56
4.3.2.2 Flavour	57
4.3.2.3 Mundgefühl.....	60
4.3.2.4 Nachgeschmack	61
4.3.4 Gegenüberstellung der Referenzprobe A mit Probe C	63
4.3.4.1 Schwarzer Tee	63
4.3.4.2 Grüner Tee	65
4.4 Präferenzprüfung	66
4.4.1 Präferenzprüfung von grünem Tee mit Würfelzucker und S-Tabs	66

4.4.2 Präferenzprüfung von schwarzem Tee mit Würfelzucker und S-Tabs.....	67
5 Diskussion.....	69
6 Schlussbetrachtung.....	73
7 Zusammenfassung	76
8 Summary	78
9 Literaturverzeichnis.....	80
10 Anhang	85
11 Curriculum vitae.....	87

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni (Lemus-Mondaca et al., 2012)	4
Abbildung 2: Strukturformeln von Steviosid und weiteren Komponenten von <i>Stevia rebaudiana</i> (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009)	7
Abbildung 3: Metabolisierung und Ausscheidung von Rebaudiosid A beim Menschen und bei Ratten (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009)	10
Abbildung 4: Zeitintensitätskurven von wässrigen Lösungen mit Rebaudiosid A (529 mg/l), Aspartam (531 mg/l) und Zucker (8%) bei Raumtemperatur (Prakash et al., 2008)	20
Abbildung 5: Übersicht über die verschiedenen Verarbeitungsmöglichkeiten von Tee (Österreichisches Lebensmittelbuch, 2009)	21
Abbildung 6: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Verbrauch (in Litern) von Tee (<i>C. sinensis</i>) in ausgewählten Ländern von 2009 bis 2011 (Österreichischer Kaffee- und Teeverband, 2012)	23
Abbildung 7: Veränderung der Inhaltsstoffe während der Fermentation (da Silva Pinto, 2013)	25
Abbildung 8: Verwendete Just-About-Right Skalen	33
Abbildung 9: Ermittlung des Äquivalentes von S-Tabs für zwei Stück Würfelzucker in grünem Tee	42
Abbildung 10: Prozentuale Verteilung der Panelisten bei der Ermittlung des Äquivalentes von S-Tabs für zwei Stück Würfelzucker in grünem Tee	43
Abbildung 11: Ermittlung des Äquivalentes von S-Tabs für zwei Stück Würfelzucker in schwarzem Tee	44
Abbildung 12: Prozentuale Aufstellung der Panelisten bei der Ermittlung des Äquivalentes von S-Tabs für zwei Stück Würfelzucker in schwarzem Tee	44
Abbildung 13: Sensorisches Profil der vier Schwarzteeproben mit zwei Würfelzucker und unterschiedlichen Mengen an S-Tabs	46
Abbildung 14: Geschmacksattribute der untersuchten Schwarzteeproben	47
Abbildung 15: Ausgewählte Flavourattribute der untersuchten Schwarzteeproben .	48
Abbildung 16: Schwarztee-Flavourattribute der untersuchten Proben	50
Abbildung 17: Attribut des Mundgefühls von den untersuchten Schwarzteeproben.	51
Abbildung 18: Attribute des Nachgeschmacks der untersuchten Schwarzteeproben	53

Abbildung 19: Sensorisches Profil der vier Grünteeproben mit Würfelzucker und unterschiedlichen Mengen an S-Tabs	55
Abbildung 20: Geschmacksattribute der untersuchten Grünteeproben	56
Abbildung 21: Ausgewählte Flavourattribute der untersuchten Grünteeproben.....	57
Abbildung 22: Grüntee-Flavourattribute der untersuchten Proben	59
Abbildung 23: Attribut des Mundgefühls von den untersuchten Grünteeproben.....	60
Abbildung 24: Attribute des Nachgeschmacks der untersuchten Grünteeproben.....	62
Abbildung 25: Vergleich der Attribute zwischen Referenztee A und der Probe C mit zwei S-Tabs	64
Abbildung 26: Vergleich der Attribute zwischen dem Referenztee A und der Probe C mit zwei S-Tabs	65
Abbildung 27: Ergebnisse der Präferenzprüfung von grünem Tee mit Würfelzucker und S-Tabs	67
Abbildung 28: Ergebnisse der Präferenzprüfung von schwarzem Tee mit Würfelzucker und S-Tabs.....	68

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Inhaltsstoffe von getrockneten Steviablättern (Abou-Arab et al., 2010)	6
Tabelle 2: Auflistung der Süßkraft der einzelnen Komponenten von Stevia (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009).....	8
Tabelle 3: Beispiele für die Anwendung von Steviolglykosiden.....	13
Tabelle 4: Überblick über sensorische Attribute von Schwarz- und Grüntee (Qin et al., 2013)	29
Tabelle 5: Aufstellung der verwendeten Produkte inklusive Produktspezifikationen .	30
Tabelle 6: Menge an S-Tabs für die Feststellung des Äquivalentes zu zwei Stück Würfelzucker.....	34
Tabelle 7: Gehalt an Würfelzucker und S-Tabs der vier Proben in der QDA.....	36
Tabelle 8: Attributenliste für grünen/schwarzen Tee inklusive Definitionen zur Erstellung des Produktprofils mittels QDA	37
Tabelle 9: Signifikanzniveaus	39
Tabelle 10: Korrelationskoeffizienten und ihre Interpretation (Zöfel, 2003)	40

IV Abkürzungsverzeichnis

ADI	Acceptable Daily Intake
ADME	Adsorption Distribution Metabolism Excretion
AFSSA	French Food Safety Agency
Da	Dalton
EC	Epicatechin
ECG	Epicatechin-3-Gallat
EFSA	European Food and Safety Authority
EGC	Epigallocatechin
F	Flavour
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Agency
g	Gramm
GES	Geschmack
GRAS	Generally recognized as safe
JAR	Just-About-Right Skala
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
IFAT	Institut für Tiefenpsychologie
kcal	Kilokalorien
LDL	Low density Lipoprotein
MG	Mundgefühl
mg	Milligramm
mg/kg KG /d	Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag
MW	Mittelwert
NGES	Nachgeschmack
NOAEL	No observed adverse effect level
Pkt.	Punkte
QDA	Quantitative Deskriptive Analyse
SCF	Scientific Committee for Food
SD	<i>Standardabweichung</i>
Stevia	<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni
WHO	World Health Organization

1 Einleitung und Fragestellung

In Österreich sind laut dem Ernährungsbericht 2012 40% der Österreicher im Alter zwischen 18 und 64 Jahren übergewichtig. Aufgrund der erhobenen Daten werden 12% der österreichischen Bevölkerung als adipös eingestuft (Elmadfa et al., 2012; Statistik Austria, 2010).

Global betrachtet sind die Zahlen dieses Gesundheitsproblems beunruhigend hoch. Seit 1980 verdoppelte sich der Anteil der Adipositas weltweit (WHO, 2013). Dieser Anstieg ist vermutlich auf mehrere unterschiedliche Ursachen im Ernährungsverhalten zurückzuführen, unter anderem auf den vermehrten Konsum von zuckerhaltigen Getränken (Anton et al., 2010).

Süßungsmittel gewinnen immer mehr an Bedeutung, da diese anstelle von Zucker zum Einsatz kommen (Chatsudhipong und Muanprasat, 2009). Im Dezember 2011 wurden Steviolglykoside in Europa als Süßstoff „E960“ zugelassen. Seither stieg die Popularität von Stevia beträchtlich an und dieses Thema entwickelte eine hohe Beliebtheit (Kuhn, 2012).

Die Pflanze stammt ursprünglich aus Paraguay (Carakostas et al., 2008) und wird heutzutage in vielen Teilen der Welt, darunter Kanada, Teile Asiens und Europa, kultiviert (Lemus-Mondaca et al., 2012). Die aus den Blättern der Pflanze *Stevia rebaudiana* Bertoni gewonnenen Steviolglykoside sind etwa 200-300 Mal süßer als herkömmlicher Haushaltszucker und besitzen keine Kalorien (Prakash et al., 2008). Über Jahrhunderte hinweg fanden Stevia-Extrakte bereits Anwendung in der traditionellen Medizin (Chatsudhipong und Muanprasat, 2009). Sie können möglicherweise eine bedeutende Hilfe für die Reduktion und Kontrolle der Kalorienzufuhr darstellen (Lemus-Mondaca et al., 2012).

Der Genuss von Tee kann auch durch die enthaltenen phenolischen Verbindungen, die beispielsweise antikanzerogene, antiinflammatorische, antioxidative, sowie stoffwechselregulierende Wirkungen zeigen, für die Gesundheit des Menschen vorteilhaft sein (Pan et al., 2013). Die auffallende Zunahme des Teekonsums über Jahre hinweg ist auf eine wachsende Beliebtheit von Tee zu-

rück zu führen. Dies ist vermutlich mit der steigenden Bedeutung von Tee für die Gesundheit, im Bereich Gesundheitsförderung und Krankheitsprävention, zu erklären (Ahmed und Stepp, 2013).

Angesichts der Aktualität von Stevia und der stetig zunehmenden Bedeutung von Tee bildeten diese Themen die Basis für die vorliegende Masterarbeit. Es stellte sich die Frage, ob eine Süßung von Tee mit Stevia möglich ist, ohne Entwicklung von negativen sensorischen Eigenschaften. Weiters soll geklärt werden, ob dieser Tee von Verbrauchern angenommen wird und eventuell aufgrund der Kalorienfreiheit als kleine Lebensstilmodifikation im Bereich Gewichtsmanagement dienen kann.

Ziel dieser Studie war es herauszufinden, ob der alltägliche Gebrauch von Zucker zum Süßen von Tee eingespart werden kann, wenn Steviolglykoside verwendet werden. Mittels sensorischer Analysen soll ermittelt werden, ob durch den Einsatz von Stevia sensorische Veränderungen im Teeprofil beobachtbar sind. Für die vorliegenden Prüfungen wurden sowohl Schwarz-, als auch Grüntee verwendet, um eventuelle sortenspezifische Unterschiede zu evaluieren. In weiterer Folge sollte die Ableitung aus der Präferenzprüfung feststellen, ob die Präferenz des Verbrauchers für einen Einsatz von Steviolglykosiden gewonnen werden kann.

2 Literaturübersicht

2.1 Die Geschichte der Pflanze *Stevia rebaudiana* (Bertoni)

Stevia wurde schon lange vor historischen Aufzeichnungen von den Stämmen der Guarani in Paraguay und Brasilien verwendet. Nach der „Entdeckung“ durch den Botaniker Antonio Bertoni wurde Stevia auch außerhalb Südamerikas bekannt. Aufgrund ihrer Süße erhielt die Pflanze viele unterschiedliche Namen, wie beispielsweise Honigblatt, süßes Blatt von Paraguay, süßes Kraut oder Zuckerblatt (Carakostas et al., 2008).

Im Jahr 1899 wurde die Steviapflanze von dem Botaniker Moisés Santiago Bertoni erstmals botanisch klassifiziert. Die Pflanze erhielt die Bezeichnung *Eupatorium rebaudianum*, diese änderte sich letztendlich 1905 in *S. rebaudiana* Bertoni. Die süßen Inhaltsstoffe der Steviapflanze konnten zum ersten Mal 1909 isoliert werden, doch erst 1931 gelang die Herstellung eines Extraktes, um Stevioside zu synthetisieren. Seit 1952 werden Stevioside chemisch als Diterpenglykoside bezeichnet. Später konnten noch weitere Komponenten isoliert werden, unter anderem Rebaudiosid A, dessen Süßkraft um einiges höher ist, als die der Stevioside (Lemus-Mondaca et al., 2012).

Über Jahrhunderte hinweg wurden Steviaextrakte von Ureinwohnern in Paraguay und Brasilien als traditionelle Medizin verwendet (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009). Die Eingeborenen nannten die Pflanze *S. rebaudiana* „ka´a he´ê“. Dieser Ausdruck bedeutet in etwa „süßes Kraut“. Verwendung fand es als Süßungsmittel in Matetee, oder als medizinischer Tee, um Sodbrennen und andere Erkrankungen zu behandeln.

Japan war das erste Land Asiens, welches Stevioside als Süßungsmittel für die Lebensmittel- und Arzneimittelindustrie vermarktete (Lemus-Mondaca et al., 2012). Im Jahr 1970 lösten sie dort den Einsatz von Saccharin ab, da dieses aufgrund gesundheitlicher Bedenken verboten wurde (Carakostas et al., 2008). In

den USA erfolgte die Anwendung von pulverisierten Steviablättern und deren Extrakten anfangs nur in Form von Nahrungsergänzungsmitteln und Hautpflegeprodukten, nicht aber als Süßungsmittel. Erst als im Dezember 2008 die amerikanische Lebensmittel- und Arzneimittelbehörde (FDA) Stevia als allgemein sicher einstufte, konnte es zum Süßen von Getränken und anderen Lebensmitteln verwendet werden (Lemus-Mondaca et al., 2012).

2.1.1 Botanik



Abbildung 1: *Stevia rebaudiana* Bertoni (Lemus-Mondaca et al., 2012)

Stevia gehört mit über 200 Arten von Kräutern und Büschen zur Familie der Asteraceae. *Stevia rebaudiana* Bertoni ist ein verzweigter buschiger Strauch (Abbildung 1), der im Nordosten von Paraguay heimisch ist. Die Pflanze ist auch in den benachbarten Teilen von Brasilien und Argentinien zu finden.

Durch Kultivierung kann die Pflanze eine Höhe bis zu einem Meter und mehr erreichen. Ihr Wurzelsystem ist weitläufig und spröde Stängel produzieren kleine elliptische Blätter (Abbildung 1). Stevia wächst auf Böden mit einem konstanten Angebot von Feuchtigkeit und einer angemessenen Entwässerung. Anbaubereiche von Stevia sind China, Taiwan, Thailand, Korea, Brasilien und Malaysia. Zusätzlich wird die Pflanze noch in Israel, der Ukraine, Großbritannien, Philippinen, Kanada, Hawaii, Kalifornien und in Südamerika kultiviert (Lemus-Mondaca et al., 2012).

Abhängig von klimatischen Gegebenheiten treten über 90 Arten von *S. rebaudiana* verteilt über die ganze Welt auf. Die Pflanze ist frostempfindlich und toleriert keine

Temperaturen unter 9°C. Für schnelles Wachstum ist eine Temperatur zwischen 20 und 24 Grad notwendig. Die Pflanze wird als einjähriges Kraut eingesetzt und im späten Frühjahr und Sommer kultiviert. Die Steviapflanze kann für die Produktion acht Jahre lang ununterbrochen herangezogen werden, wobei die Ernte der vegetativen Teile sechsmal im Jahr stattfindet (Lemus-Mondaca et al., 2012).

Der Ertrag der getrockneten Blätter pro Hektar beträgt zwischen 1.000 und 1.200 kg. Dies entspricht einem Anteil von rund 60 bis 70 kg Steviosiden. Verglichen mit dem Zuckerrohr und der Zuckerrübe mag diese Menge wenig erscheinen, aber 70 kg Stevioside sind äquivalent zu einem Ertrag von 21.000 kg Zucker pro Hektar (Lemus-Mondaca et al., 2012).

2.1.2 Inhaltsstoffe

S. rebaudiana weist nicht nur eine enorme Süßkraft auf, sondern hat auch Vorteile in Bezug auf die Nährstoffzusammensetzung. Stevia stellt eine gute Quelle an Kohlenhydraten, Proteinen und Ballaststoffen dar (Tabelle 1) (Lemus-Mondaca et al., 2012). Braz de Oliveira et al. (2011) isolierten einen Inulin-Typ aus Fructooligosacchariden als Hauptkomponente in Steviawurzeln und –blättern. Diese Polysaccharide haben als Präbiotika und als Ballaststoffe wichtige Eigenschaften für den Lipidstoffwechsel und die Kontrolle von Diabetes. Daraus ergibt sich ein mögliches Anwendungsgebiet von Steviaextrakten als Nahrungsergänzungsmittel. Getrocknete Steviablätter enthalten viele essentielle (Arginin, Lysin, Histidin, Methionin, Valin, Phenylalanin, Leucin, Threonin und Isoleucin) und nicht essentielle Aminosäuren (Aspartat, Tyrosin, Cystein, Serin, Glutaminsäure, Prolin, Alanin und Glycin). Diese sind wichtig für die menschliche Ernährung und könnten einen Beitrag zur Erhaltung der Gesundheit leisten (Abou-Arab et al., 2010).

Tabelle 1: Inhaltsstoffe von getrockneten Steviablättern (Abou-Arab et al., 2010)			
Gehalt der enthaltenen Komponenten			
Flüssigkeit	5,37%	Mineralstoffe	7,41%
Kohlenhydrate	61,93%	Kalium	21,15**
Fett	3,73%	Natrium	14,93**
Palmitinsäure	(C16) 27,51*	Magnesium	3,26**
Stearinsäure	(C18) 1,18*	Kupfer	0,73**
Linolensäure	(C18-3) 21,59*	Mangan	2,89**
Protein	11,41%	Eisen	5,89**
Ballaststoffe	15,52%	Zink	1,26**
*bezogen auf g pro 100 g **mg pro 100 g bezogen auf die Trockenmasse % bezogen auf die Trockenmasse			

Stevia weist eine große Menge an Mineralstoffen auf. Diese sind nötig, um den Körper zu schützen, verschiedene Stoffwechselwege zu regulieren und zu erhalten. Natrium, Calcium, Kalium und Magnesium wurden in ausreichenden Mengen in den Blättern von *S. rebaudiana* gefunden (Tabelle 1). Weiters wurden Schwermetalle wie Kupfer, Mangan, Zink und Eisen isoliert. Der hohe Eisengehalt der getrockneten Steviablätter (5,89 mg/100 g getrocknete Steviablätter) könnte für die Erhaltung eines normalen Hämoglobin-Spiegels im Körper eine Unterstützung darstellen (Abou-Arab et al., 2010). Bei der Untersuchung der Fettsäurezusammensetzung von Öl aus Steviablättern wurden sechs Fettsäuren identifiziert. Am höchsten war der Gehalt an Palmitinsäure, und am niedrigsten jener von Stearinsäure (Tabelle 1). Steviaöl ist reich an Linolensäure und stellt folglich eine gute Quelle an essentiellen Omega-3-Fettsäuren dar. Kim et al. (2011) prüften die Menge an wasserlöslichen Vitaminen in den Blättern von *S. rebaudiana* im Vergleich zu den Blattadern. Dabei zeigte sich, dass die Blätter einen signifikant höheren Gehalt an Folsäure, Vitamin C und Vitamin B2 aufwiesen.

Neben Makro- und Mikronährstoffen enthält *S. rebaudiana* auch sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe wie Alkaloide, Tannine, Chlorophylle und Polyphenole. Die Vielfalt dieser Inhaltsstoffe trägt vermutlich zum medizinischen Nutzen der Steviablätter bei (Lemus-Mondaca et al., 2012).

2.1.3 Chemische Eigenschaften

Spricht man von einem Steviosid so handelt es sich chemisch um ein Diterpenglykosid ($C_{38}H_{60}O_{18}$), welches aus einem Aglykon (Steviol) und drei Molekülen Glukose besteht. Stevioside sind hydrophil und weisen ein relativ hohes Molekulargewicht (804,9 g/mol) auf. Aus der Steviapflanze können neben Steviosiden noch andere Komponenten, wie zum Beispiel Steviobioside, Rebaudiosid A, B, C, D, E und Ducosid A isoliert werden. Alle Diterpenglykoside haben dasselbe chemische Grundgerüst, nämlich Steviol. Sie können nur anhand des Kohlenhydratrestes an der Position C13 und C19 unterschieden werden (Abbildung 2) (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009).

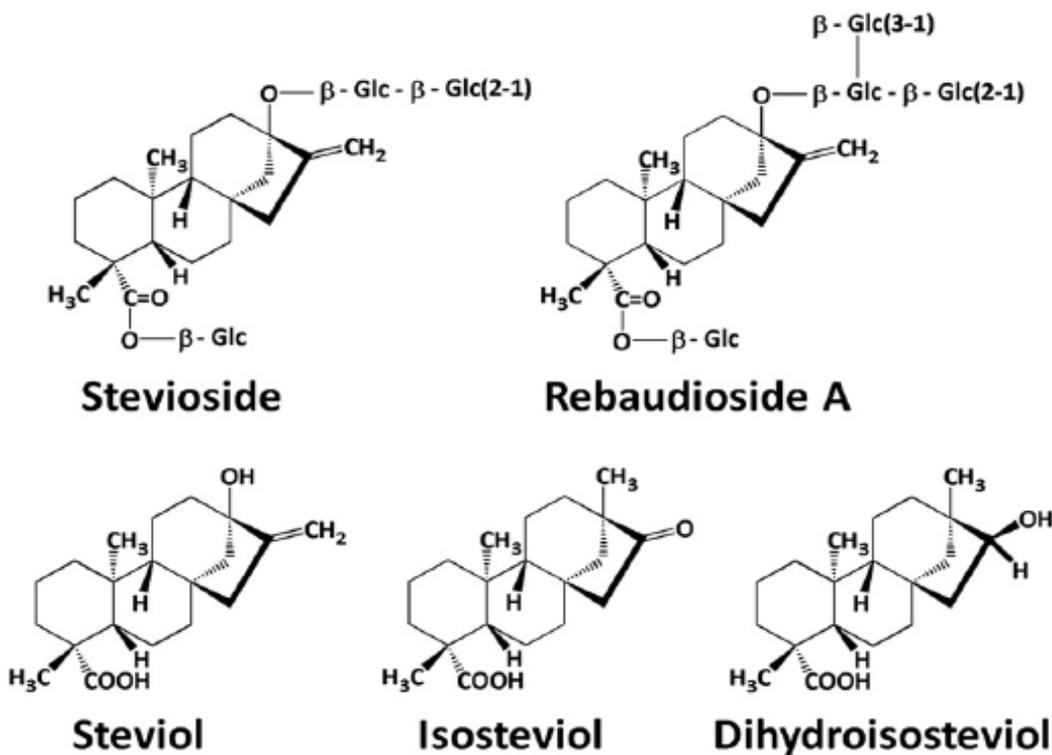


Abbildung 2: Strukturformeln von Steviosid und weiteren Komponenten von *Stevia rebaudiana* (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009)

Die Hauptkomponenten der Pflanze stellen die Stevioside mit 5-10% der gesamten Trockenmasse dar, gefolgt von Rebaudiosid A (2-4%), Rebaudiosid C (1-2%) und Dulcosid A (0,4-0,7%) (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009).

Steviolglykoside werden zurzeit als Süßstoffe für viele industriell hergestellte Lebensmittel, unter anderem für Softdrinks und Fruchtsäfte, eingesetzt (Lemus-Mondaca et al., 2012).

Es liegen Daten vor, die vermuten lassen, dass Rebaudiosid B und Steviobioside keine ursprünglichen Inhaltsstoffe von *S. rebaudiana* sind, sondern vielmehr erst während der Extraktion, teilweise durch die stattfindende Hydrolyse, gebildet werden. Stevioside zeigen bei einer breiten Palette an pH-Werten und Temperaturen eine bemerkenswerte Stabilität in wässrigen Lösungen. Die Blätter, ebenso wie die extrahierten Steviolglykoside, können als Rohprodukt bzw. gekocht verwendet werden und sind bis zu 200°C thermostabil (Lemus-Mondaca et al., 2012).

Die Süße der Rebaudioside steigt mit zunehmender Menge an Zuckereinheiten, die an das Aglykon, Steviol, gebunden sind, allerdings sinkt dadurch ihr Gehalt in der Pflanze. Das Süßungspotential der einzelnen Komponenten ist sehr verschieden. Rebaudiosid A hat beispielsweise ein zusätzliches Glukosemolekül im Vergleich zu Steviosid. Allein dadurch ist es den Steviosiden in Süße und Qualität des Geschmacks überlegen. Rebaudiosid A kann zudem mit einer Reinheit von über 97% hergestellt werden (Lemus-Mondaca et al., 2012).

Vergleicht man die Süßkraft der einzelnen Komponenten in Bezug auf ihren Saccharose-Wert, so ergibt sich folgendes (Tabelle 2).

Tabelle 2: Auflistung der Süßkraft der einzelnen Komponenten von Stevia (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009)			
Verbindung	Süßkraft	Verbindung	Süßkraft
Dulcosid A	50-120	Rebaudiosid D	250-450
Rebaudiosid A	250-450	Rebaudiosid E	150-300
Rebaudiosid B	300-350	Steviobiosid	100-125
Rebaudiosid C	50-120	Steviosid	300

Im Durchschnitt sind Steviolglykoside rund 250- bis 300-mal süßer als herkömmlicher Haushaltszucker (Prakash et al., 2008).

2.2 Metabolismus von Steviolglykosiden

Daten über die Absorption, die Verteilung, den Metabolismus und die Ausscheidung (ADME) sind wichtig, um das Ausmaß und die Kinetik einer Exposition mit Steviosiden oder seinen Metaboliten besser abzuschätzen. Diese Informationen sind für eine Sicherheitsbeurteilung unentbehrlich (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009).

Basierend auf der Datenlage der letzten Jahre ist davon auszugehen, dass alle Steviolglykoside *in vivo* zu Steviol metabolisiert werden. Frühere Untersuchungen an Ratten und Menschen zeigen, dass wenig bis gar keine Stevioside ins Blut gelangen (Carakostas et al., 2008), folglich sind sie auch im Plasma nicht zu finden (Wheeler et al., 2008). Bei Ratten wurde eine enterohepatische Zirkulation von Metaboliten beobachtet und die Umwandlung von Steviol in Glukuronide als wichtiger Eliminationsweg aufgezeigt (Carakostas et al., 2008).

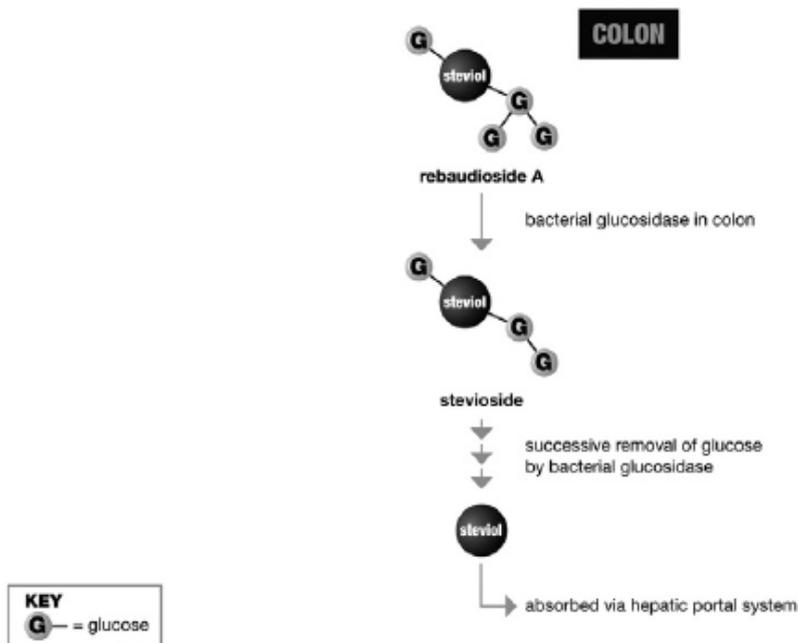
Weitere Ergebnisse demonstrieren, dass Steviolglykoside bei Ratten und Menschen nur sehr schlecht von Magen und Dünndarm absorbiert werden. Erst, wenn sie mit der Mikrobiota des Dickdarms in Kontakt kommen, werden die Steviolglykoside metabolisiert. Es kommt zur Hydrolyse und unter Zuckerabspaltung entsteht das Aglykon Steviol, welches widerstandsfähig gegenüber weiterem Abbau ist und somit der Aufnahme durch den Darm zur Verfügung steht. Vermutlich bestimmt die Anzahl der Glukosemoleküle, die am Steviol hängen, die Geschwindigkeit, mit welcher Bakterien das Molekül abbauen. Ein Vergleich zwischen Rebaudiosid A und Steviosiden zeigt, dass Rebaudiosid A geringfügig länger verstoffwechselt wird, weil es über ein zusätzliches Glukosemolekül verfügt (Urban et al., 2013).

Es werden dennoch beide Moleküle ähnlich verstoffwechselt, unabhängig davon, ob es sich um Ratten bzw. Menschen handelt (Abbildung 3) (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009). Stevioside und Rebaudiosid A verfügen beim Menschen und

bei Ratten über vergleichbare pharmakokinetische Eigenschaften, deshalb sind Studien über Steviolglykoside auch relevant für Rebaudiosid A (Curry et al., 2008).

Absorption, Metabolism and Excretion of Rebaudioside A

In the colon – breakdown to steviol occurs:



In the liver of humans and rats:

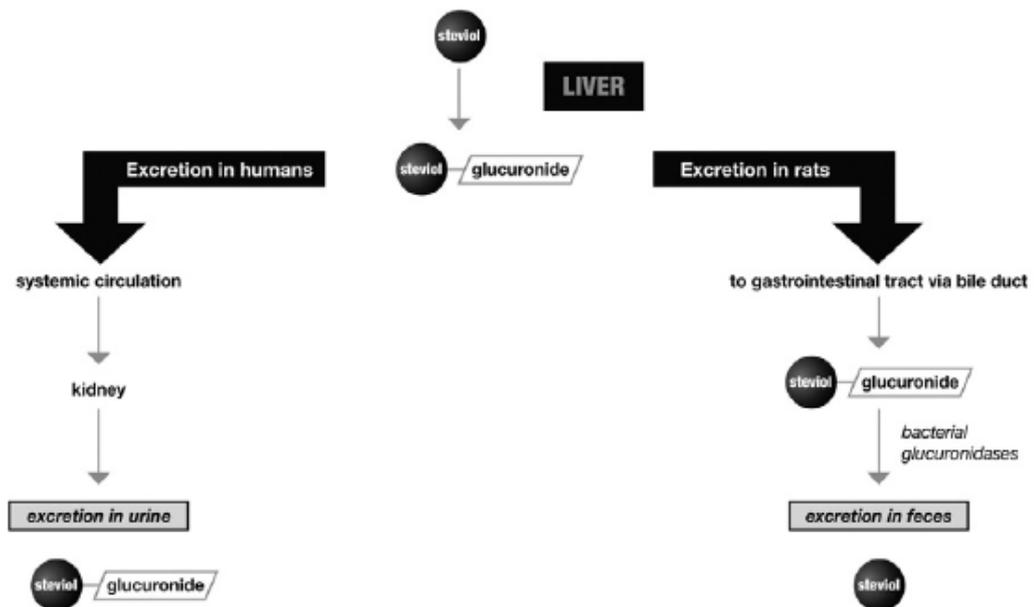


Abbildung 3: Metabolisierung und Ausscheidung von Rebaudiosid A beim Menschen und bei Ratten (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009)

Nachdem Probanden in einer Studie von Chatsudthipong und Muanprasat Steviolglykoside verabreicht wurden, waren als einzige Metabolite Steviolglukuronide in Blut und Urin nachweisbar. Untersuchungen der Fäzes zeigten nur freies Steviol und keine Spuren von Steviosiden oder Steviolglukuroniden. Diese Resultate lassen darauf schließen, dass es einen weiteren Eliminationsweg von Steviol gibt. Dadurch ergibt sich, dass Steviol nicht nur dem Phase I Metabolismus, sondern auch dem Phase II Metabolismus unterliegt, bei welchem der größte Teil von Steviol vor der Ausscheidung im Urin mit Glukuronid konjugiert wird (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009).

Obwohl Steviolglykoside bei Ratten und Menschen ähnlich verstoffwechselt werden (Abbildung 3), gibt es bei der Ausscheidung Unterschiede (Carakostas et al., 2008). Bei Ratten werden Steviolglukuronide von der Galle ausgeschieden und zum Darm zurücktransportiert, wo sie vor der Elimination mit dem Fäzes dekonjugiert werden. Beim Menschen steht dagegen die Ausscheidung mit dem Urin im Vordergrund (Urban et al., 2013). Ergebnisse einer Studie, durchgeführt an Menschen, von Wheeler et al. (2008) ergaben, dass 72 Stunden nach einer Steviolglykosid Aufnahme 62% der Ausgangsdosis mit dem Urin und 5,2% freies Steviol mit dem Fäzes ausgeschieden wurde. Verantwortlich dafür ist die unterschiedliche Molekulargewichtsschwelle organischer Anionen für die Ausscheidung über die Gallenwege (wie beispielsweise Glukuronide). Organische Anionen mit einem Molekulargewicht von mehr als 600 Da beim Menschen und 325 Da bei Ratten werden folglich über die Galle ausgeschieden (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009). Nach oraler Aufnahme sind beim Menschen keine anderen Derivate als Steviolglukuronide im Urin entdeckt worden. Ebenfalls konnte keine Anhäufung von Steviolglykosiden im menschlichen Organismus beobachtet werden (EFSA, 2010).

2.3 Rechtslage

Stevia rebaudiana Bertoni wird schon jahrhundertlang von Ureinwohnern Südamerikas zum Süßen und als medizinisches Kraut verwendet (Urban et al., 2013). Nach jahrelangen Diskussionen sind nun seit 02. Dezember 2011 Steviolglykoside als Süßstoff „E960“ im europäischen Handel erhältlich. In Frankreich untersuchte

die French Food Safety Agency (AFSSA) Rebaudiosid A und bewertete dieses positiv. Dort erhielt Rebaudiosid A bereits im September 2009 eine vorübergehende Zulassung als Süßstoff, bis diese schließlich für die gesamte EU 2011 folgte. Die amerikanische Behörde für Lebensmittel- und Arzneimittelsicherheit (FDA) erklärte 2008, dass es keine Einwände gegen die Bewertung von Expertenpanels über Stevia, mit einem Mindestgehalt von 95% Rebaudiosid A, gäbe. Es erhielt somit den GRAS-Status und gilt seither als allgemein sicher für den Einsatz in Form von Allzweck-Süßstoff für Lebensmittel und Getränke. In Japan, Korea, China, Brasilien und vielen weiteren Ländern weltweit, werden Steviolglykoside wie natürliche Nahrungsbestandteile eingesetzt und sind zur Verwendung als Lebensmittel zugelassen (FAO, 2008).

Das Scientific Committee for Food (SCF) untersuchte schon vor knapp dreißig Jahren Stevioside (1984, 1989 und 1999). Damals lautete das Ergebnis, dass der Einsatz von Steviosiden aus toxikologischer Sicht nicht zugelassen werden kann, da eine zu geringe und insuffiziente Datenlage existierte, um die Sicherheit abschätzen zu können. Anfang des 21. Jahrhunderts (2000, 2005, 2006, 2007 und 2009) überprüfte der Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) erneut die Unbedenklichkeit von Steviolglykosiden. Anhand einer zweijährigen Kanzerogenitätsstudie an Ratten konnte eine annehmbare tägliche Aufnahme (ADI) von 4 mg pro kg Körpergewicht und Tag für Steviolglykoside festgelegt werden. Dieser Wert umfasst einen Sicherheitsfaktor von 100, bezogen auf den NOAEL. Der NOAEL für Stevioside liegt bei einer Menge von 967 mg pro kg Körpergewicht und Tag (EFSA, 2010).

2.3.1 Zugelassene Anwendungen

Die zugelassenen Steviolglykoside „E960“ entsprechen den Reinheitsanforderungen der Verordnung (EU) Nr. 231/2012 und sind gemäß der Verordnung (EU) Nr. 1131/2011 für bestimmte Lebensmittelkategorien mit spezifischen Höchstmengen erlaubt (Tabelle 3). Diese Begrenzungen sind erforderlich, um denkbare Überschreitungen der akzeptablen täglichen Exposition von Steviolglykosiden zu minimieren (VO (EU) Nr. 1131/2011).

Tabelle 3: Beispiele für die Anwendung von Steviolglykosiden				
Kategorie Nummer	E-Nr.	Bezeichnung	Höchstmenge (mg/l bzw. mg/kg)	Beschränkungen/ Ausnahmen
14.1.4	Aromatisierte Getränke			
	E960	Steviolglykoside	80*	Nur für Produkte, die brennwertvermindert oder ohne Zuckerzusatz hergestellt wurden
07.2	Feine Backwaren			
	E960	Steviolglykoside	330*	Nur für die Herstellung von Ess- und Backblaten
11.4.3	Tafelsüße in Tablettenform			
	E960	Steviolglykoside	Quantum satis	
15.1	Knabbereien auf Kartoffel-, Getreide-, Mehl- oder Stärkebasis			
	E960	Steviolglykoside	20*	
17.1	Nahrungsergänzungsmittel in fester Form, einschließlich Kapseln, Komprimaten und ähnliche Formen			
	E960	Steviolglykoside	670*	
modifiziert nach der Verordnung Nr. 1131/2011 der europäischen Kommission				
*berechnet als Stevioläquivalente				

Die Zulassung durch die EU Kommission umfasst die oben erwähnten Steviolglykoside. Die Pflanze *Stevia rebaudiana* Bertoni, sowie Blätter und daraus gewonnene Rohextrakte, sind in der EU jedoch nicht zugelassen. Diese Anwendungen wurden vor dem 15. Mai 1997 noch nicht in erwähnenswerten Mengen in der europäischen Gemeinschaft verwendet und fallen somit unter die Novel Food-Verordnung (EG) Nr. 258/97. Lebensmittel und Lebensmittelzutaten, die als neuartig gelten, unterliegen einem nachdrücklichen Genehmigungsverfahren, bei welchem gemäß Artikel 3 der Verordnung bestimmte Kriterien einzuhalten sind. Der Verbraucher steht im Mittelpunkt und darf weder irreführt noch gefährdet werden. Weiters dürfen sich die neuartigen Lebensmittel nicht in einer Weise von herkömmlichen Lebensmitteln und Lebensmittelzutaten unterscheiden, sodass beim Verbraucher bei angemessenem Konsum Ernährungsmängel auftreten. Momentan ist die Datenlage zur Steviapflanze noch nicht ausreichend um *S. rebaudiana* als neuartiges Lebensmittel bzw. Lebensmittelzutat zu bewilligen. Es befinden sich neben den Glykosiden zahlreiche andere pflanzliche Inhaltsstoffe in *Stevia rebaudiana*.

diana, welche noch nicht identifiziert bzw. beurteilt worden sind. Aus diesem Grund kann eine vollständige Bewertung der Pflanze zurzeit nicht erfolgen. Das heißt die Steviapflanze ist als Zutat in Lebensmitteln, einschließlich Nahrungsergänzungsmitteln, in der EU nicht zugelassen (WKO, 2011; European Commission, 2011; AGES, 2012).

2.4 Gesundheitliche Bewertungen

Stevia wird schon jahrhundertlang von Menschen konsumiert, ohne nachweisbare negative Folgen. Die Blätter von *S. rebaudiana* besitzen nicht kariogene und kalorienfreie Süßstoffe (Steviolglykoside), deren Konsum möglicherweise vorteilhafte Effekte auf die menschliche Gesundheit ausüben kann (Lemus-Mondaca et al., 2012).

Nationale und internationale Lebensmittelsicherheitsgremien prüften bisher schon ausgiebig die Sicherheit von Steviosiden. Die Ergebnisse der Studien sind in der entsprechenden Literatur zugänglich. Der Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) untersuchte die Sicherheit von Steviolglykosiden schon mehrmals und kam zu dem Schluss, dass Rebaudiosid A keine genotoxische Wirkung aufweist (Urban et al., 2013). Die europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit bestätigte in ihrem Statement, dass Steviolglykoside, entsprechend den JECFA Spezifikationen, nicht kanzerogen bzw. genotoxisch sind. Ebenfalls stehen Steviolglykoside nicht im Zusammenhang mit einer Reproduktions- oder Entwicklungstoxizität (EFSA, 2010). Um einen Einblick in die gesundheitliche Unbedenklichkeit von Steviolglykosiden zu geben, werden im Folgenden verschiedene Aspekte genauer erläutert.

2.4.1 Toxizität

Tierstudien zur akuten und chronischen Toxizität ergaben, dass bei einer Aufnahme von 15 g pro kg Körpergewicht keine akute Toxizität besteht. Selbst nach einer dreimonatigen Aufnahme von 750 mg pro Tag werden keine nachteiligen Effekte oder Abnormalitäten in der Leber, in der Nierenfunktion oder den Serumelektrolyten beobachtet (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009).

Bei subchronischen Studien mit einer Dauer von 13 Wochen wiesen weder Steviolglykoside, noch Rebaudiosid A orale Toxizität auf. Über eine längere Zeitspanne hinweg traten bei den Versuchstieren, aufgrund der hohen Steviolglykosiddosis, Gewichtsverluste auf. Bisher wurde keine Evidenz für systematische Toxizität gefunden. Curry und Roberts (2008) leiteten anhand ihrer Studie von der höchsten getesteten Dosis einen NOAEL von 2000 mg pro kg Körpergewicht und Tag ab. Dieser Wert ist schätzungsweise 1000fach höher als die wahrscheinliche Exposition des Menschen mit Rebaudiosid A bei der Verwendung als Süßungsmittel.

2.4.2 Antikariogenität

Steviolglykoside besitzen eine enorme Süßkraft und sind 200- bis 300-mal süßer als herkömmlicher Zucker (Prakash et al., 2008). Wie oben dargelegt, unterliegt Rebaudiosid A nicht der Verdauung und der Absorption durch den Magen, es wird stattdessen erst im Darm zu seinem Aglykon Steviol abgebaut. Daraus ergibt sich, dass Rebaudiosid A wenig bis gar keinen Nährwert besitzt (Curry und Roberts, 2008). Aufgrund der Kalorienfreiheit von Steviolglykosiden (Prakash et al., 2008, Lemus-Mondaca et al., 2012) wird vermutet, dass sie antikariogene Eigenschaften besitzen. Hierzu wurde der Einfluss von Stevia auf die Plaquebildung im Vergleich zu Zucker untersucht. Die Ergebnisse demonstrieren, dass die Stevia-Gruppe um 82% weniger Plaque gebildet hat, im Gegensatz zur Kontrollgruppe. Stevia wird aus diesem Grund nachgesagt antikariogene und antigingivitis Eigenschaften zu besitzen (Blauth de Slavutzky, 2010).

Eine andere Gruppe von Autoren widmete sich dem Effekt von verschiedenen Süßstoffen, unter anderem Stevia, auf die Zahnschmelzdemineralisation. Sie fanden heraus, dass alle eingesetzten Süßstoffe, einschließlich Stevia, ein geringeres Potential für die Entstehung von Karies aufweisen. Obwohl die Daten ergaben, dass die Bakterienanzahl verglichen mit der Negativkontrolle gesunken ist, ließen Saccharin, Sucralose und Stevia immer noch Bakterienwachstum zu. Dies ist dadurch zu erklären, dass in den eingesetzten Produkten auch andere Komponenten enthalten waren, wie beispielsweise Laktose, die das Wachstum förderten (Giacaman et al. 2013).

2.4.3 Mutagenität/ Kanzerogenität

Bevor neue Substanzen in Umlauf gebracht werden, ist es wichtig ihre Unbedenklichkeit für den Menschen nachzuweisen. Im Hinblick auf Stevia gibt es viele Studien mit unterschiedlichen Testmethoden, die ein besonderes Augenmerk auf ein mögliches kanzerogenes bzw. mutagenes Potenzial legen. Bakteriell genetische Analysen demonstrierten, dass Stevioside nicht mutagen sind (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009). Der Einsatz von Steviosiden in einer Vielfalt von Testsystemen ergab ebenfalls keine mutagene Aktivität. Es besteht jedoch der Verdacht, dass das Aglykon Steviol (=Abbauprodukt der Steviolglykoside) ein mutagenes Potenzial besitzt. Bei einem Mutationsassay mit *Salmonella typhimurium* TM677 wies Steviol eine leichte genetische Toxizität auf. Diese Reaktion erschien allerdings nur nach metabolischer Aktivierung (S9 Mix) ausgehend von der Leber und bei diesem Bakterienstamm (Pezzuto et al., 1986; Williams und Burdock, 2009).

In vitro wurden menschliche Lymphozyten mit Steviosiden und Steviol versetzt, wobei sich keinerlei chromosomale Veränderungen ergaben. Für weitere Ergebnisse behandelten die Autoren *in vivo* Ratten und Mäuse mit Steviosiden. Nach einer oralen Steviosidgabe stieg die Krebsinzidenz bei Ratten nicht an. Ebenfalls gab es keine Evidenz für eine kanzerogene Wirksamkeit von Steviosiden bei Mäusen (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009). Laut JECFA fördern Stevioside in einer Menge von 2 g (Männer) bzw. 2,4 g (Frauen) pro kg Körpergewicht nicht das Auftreten von Krebs (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009).

2.4.4 Einfluss von Rebaudiosid A auf den Blutzuckerspiegel

Die aus der Pflanze *S. rebaudiana* Bertoni gewonnenen Steviolglykoside sind vermehrt Gegenstand von Studien mit Diabetikern. Viele Berichte legen bereits dar, dass Stevioside hypoglykämische und hypotensive Effekte besitzen, besonders bei Probanden mit Typ 2 Diabetes und Bluthochdruck. Dadurch lässt sich die Hypothese ableiten, dass Rebaudiosid A ebenfalls solche Wirkungen hervorrufen kann. Hierzu untersuchten Maki et al. (2008) die Unbedenklichkeit und das eventuelle Potenzial glykämischer und hämodynamischer Effekte von Rebaudiosid A. Die Studienteilnehmer wurden in zwei Gruppen geteilt, wobei die Rebaudiosid A

Gruppe aus 60 Personen und die Placebo Gruppe aus 62 Personen bestand. 16 Wochen lang erhielten Männer und Frauen 1000 mg Rebaudiosid A täglich. In keiner der Behandlungsgruppen traten Abweichungen beim Körpergewicht, Blutdruck und den nüchtern Blutfettwerten auf. Die Ergebnisse entsprachen nicht den Erwartungen, da sich der nüchtern Glukose-, Insulin- und C-Peptidspiegel nicht signifikant zwischen den beiden Gruppen unterschied. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass eine Aufnahme von 1000 mg weder die Glukosehomöostase noch den Blutdruck bei Typ 2 Diabetikern verändert.

Jeppesen et al. (2006) berichteten, dass nach einer dreimonatigen täglichen Aufnahme von Steviosiden (1500 mg/Tag) der Blutdruck und die Blutfettwerte von Patienten mit Typ 2 Diabetes mellitus keine Veränderungen aufwies. Die Daten zeigen zwar keine Wirkungen auf die Homöostase von Glukose, allerdings ergeben sich bei den Studien auch keine nachteiligen Effekte (Carakostas et al., 2008).

2.4.5 Wirkung auf die Fortpflanzung

Schon seit langer Zeit wird weltweit in der traditionellen Medizin der Gebrauch von verschiedenen Kräutern und Pflanzen zur Empfängnisverhütung eingesetzt. Kumar et al. (2012) überprüften die publizierte Literatur, um herauszufinden, ob und welche Pflanzen traditionellerweise von verschiedenen Ureinwohnern als Verhütungsmittel bei Frauen eingesetzt werden. Insgesamt zählen 577 verschiedene Arten zu den Pflanzen mit fruchtbarkeitsregulierenden Eigenschaften, darunter auch *S. rebaudiana* Bertoni. Die Einteilung erfolgt anhand von vier Kategorien (Abortivum, Emmenagoga, Sterilisatoren und Kontrazeptiva). Stevia gehört neben 187 weiteren Pflanzen zur Gruppe der Kontrazeptiva. Traditionell werden hierbei die Blätter und Stängel verwendet und zwar hauptsächlich von Indianerstämmen in Paraguay. Deshalb erweckte Stevia immer mehr das Interesse von Studien, die das Fortpflanzungssystem untersuchten. Bei einem Tierversuch erhielten männliche und weibliche Ratten Stevioside über einen Zeitraum von drei Paarungsdurchgängen. Dabei ließen sich keine Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit, Anzahl der Nachkommen oder das Fortpflanzungssystem beider Geschlechter nachweisen. Bei einer verabreichten Dosis von 1000 mg pro kg Körpergewicht konnte keine Entwicklungstoxizität nachgewiesen werden. Weiters wurden Versuche durch-

geführt, um die Sicherheit von hoch gereinigtem Rebaudiosid A zu bestätigen (Carakostas et al., 2008). Hierzu führten Curry et al. (2008) eine Reproduktionsstudie an zwei Ratten Generationen durch. Aus den Daten konnten keine negativen Effekte auf das Paarungsverhalten der F₀ und F₁ Generation, die Fruchtbarkeit, den Östrogenzyklus und die Schwangerschaftslänge abgeleitet werden. Das mit der Nahrung verabreichte Rebaudiosid hatte zudem keine nachteilige Wirkung auf das Körpergewicht, den Gewichtszuwachs während der Trächtigkeit oder die Nahrungsaufnahme in der F₀ und F₁ Generation. Mit dieser Studie konnte gezeigt werden, dass Steviolglykoside keine reproduktive oder entwicklungsbedingte Gefahr darstellen.

Zudem überprüfte der Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) eine Reihe von Studien zur Reproduktionstoxizität. Das Expertenpanel befand aufgrund der vorhandenen Evidenz aus Sicherheitsdaten, dass Steviolglykoside kein Risiko für die Fortpflanzungsfähigkeit des Menschen darstellen. Diese Schlussfolgerung der JECFA deckt sich mit den zuvor erwähnten Ergebnissen, die demonstrieren, dass Rebaudiosid A keine behandlungsbezogenen Nachteile auf die Fortpflanzung auslöst (Curry et al., 2008).

2.4.6 Genotoxizität

Nachdem erwiesen war, dass Steviolglykoside *in vitro* genotoxische Effekte hervorrufen, wurden sie aufgrund der möglichen Genotoxizität Gegenstand intensiver Forschung. Bei einem Standard Ames Test verhielt sich Steviol negativ, handelte es sich aber um einen Mutationsassay, der mit *Salmonella typhimurium* TM677 arbeitete, ergaben sich positive Ergebnisse. Trotz der wahrscheinlichen genotoxischen Wirkung waren diese TM677 Resultate für die menschliche Sicherheitsbewertung und Risikoabschätzung nicht relevant. Denn die veröffentlichten Mutations- und Genotoxizitätsdaten bekräftigten überwiegend die genetische Unbedenklichkeit von Steviaextrakten (Urban et al., 2013).

Um dies zu untermauern, untersuchten Williams und Burdock (2009). *in vivo* und *in vitro* hoch gereinigtes (>95%) Rebaudiosid A. Die Autoren führten mittels verschiedener Testmodelle, unter anderem mit dem Ames Test, den DNA Synthese-

test, den Chromosomenanomalie Test, den Mikrokerntest und dem Lymphomasay, Prüfungen durch. Die Ergebnisse *in vivo* und *in vitro* verdeutlichen, dass Rebaudiosid A weder eine mutagene Aktivität noch genotoxische Effekte aufweist. Diese Schlussfolgerung stimmt vollkommen mit den Ergebnissen der JECFA überein. Denn der JECFA zufolge liegt keine Evidenz dafür vor, dass Stevioside *in vitro* und *in vivo* genotoxische Aktivität besitzen (Chatsudthipong und Muanprasat, 2009).

2.5 Sensorische Eigenschaften von Steviolglykosiden

In letzter Zeit erzielte *Stevia rebaudiana* eine hohe Beliebtheit. Entscheidend für den Einsatz von Steviolglykosiden in Lebensmitteln und Getränken ist nicht nur die 200-300 Mal höhere Süßkraft verglichen mit Zucker sondern auch die Tatsache, dass es fast keine Kalorien liefert. Im Hinblick auf die Konsumentenakzeptanz bzw. Vermarktung eines Produktes sind vor allem sensorische Aspekte unverzichtbar (Saß, 2010). Ähnlich wie bei künstlichen Süßstoffen zeigen sich auch bei Steviolglykosiden unterschiedliche Off-Flavour und Nachgeschmacksnoten. Am häufigsten werden in diesem Zusammenhang Attribute wie bitter, metallisch, adstringierend oder künstliche Süße genannt (Saß, 2010; Šedivá et al., 2006).

Steviolglykoside weisen, wie auch andere kalorienfreie Süßstoffe (Acesulfam K oder Cyclamat), in geringen Mengen einen reinen Süßgeschmack auf. Ein trainiertes Panel untersuchte deskriptiv die Geschmacksqualitäten von Rebaudiosid A. Dabei ergab sich, je höher die eingesetzte Dosis, desto eher treten unerwünschte Geschmacksqualitäten, wie beispielsweise bitter und lakritzartig auf. Andere Geschmacksattribute, wie sauer, salzig oder metallisch wurden nicht festgestellt (Prakash et al., 2008).

Zeitintensitätstests von Süßstoffen zeigen Änderungen der Wahrnehmung des süßen Geschmacks. Für den Einsatz in Lebensmitteln und Getränken ist diese Eigenschaft zu berücksichtigen. Jeder Süßstoff entfaltet seine Süße unterschiedlich bzw. ist verschieden lange im Nachgeschmack präsent. Bei manchen Produkten, speziell bei Kaugummi, sind solche Eigenschaften allerdings wünschenswert (Prakash et al., 2008).

In Abbildung 4 wird das unterschiedliche Zeitintensitätsverhalten von Rebaudiosid A, Aspartam und Zucker dargestellt. Verglichen mit Zucker tritt bei Rebaudiosid A die Süße erst deutlich später ein und der süße Nachgeschmack bleibt signifikant länger erhalten (Saß, 2010).

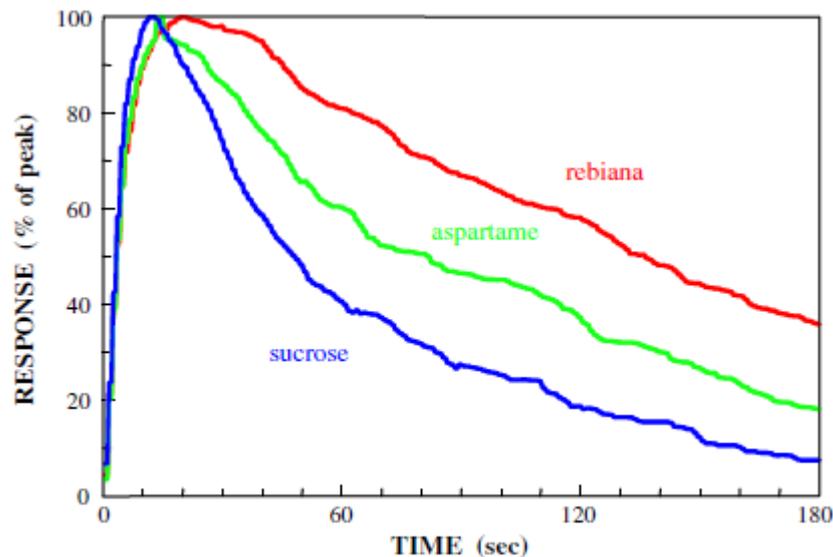


Abbildung 4: Zeitintensitätskurven von wässrigen Lösungen mit Rebaudiosid A (529 mg/l), Aspartam (531 mg/l) und Zucker (8%) bei Raumtemperatur (Prakash et al., 2008)

2.6 Grüner und schwarzer Tee

Die Entdeckung des Tees geht zurück auf den chinesischen Kaiser Shen Nung im Jahr 2737 vor Christus und basiert auf einer alten chinesischen Legende. Zu dieser Zeit wurde Tee als Medizin verwendet und hat sich seither zu einem Alltagsgetränk entwickelt. Tee besitzt viele übergreifende morphologische, biochemische und physiologische Eigenschaften bezogen auf seine natürliche Mischung. Tee gehört zur Familie *Camelliaceae* (*Theaceae*) und ist Teil der Gattung *Camellia*, welche aus 82 Arten besteht (Senthil Kumar et al., 2013). Kultivierter Tee kann in drei getrennte Sorten unterteilt werden:

- *C. sinensis* (L.) O. Kuntze
- *C. assamica* ssp. *assamica*
- *C. assamica* ssp. *lasiocalyx* (Senthil Kumar et al., 2013)

Für grünen Tee wird vor allem die *sinensis* Art verwendet, während für den schwarzen Tee die *assamica* Sorte benutzt wird (Ahmed und Stepp, 2013). Alle weiteren Teesorten, die nicht aus Teilen der Spezies *Camellia sinensis* (L.) Kuntze hergestellt werden, werden als teeähnliche Erzeugnisse bezeichnet (Österreichisches Lebensmittelbuch, 2009).

2.6.1 Herstellungsverfahren

Tee wird einerseits anhand seiner Erzeugung andererseits auch nach seinem Oxidations- bzw. Fermentationslevel, welche das Geschmacks- und Aromaprofil ausmachen, klassifiziert (Ahmed und Stepp, 2013). Das Verarbeitungsverfahren der unterschiedlichen Teesorten ist in Abbildung 5 dargestellt. Grüner Tee ist nicht fermentiert und nur minimal oxidiert. Oolongtee wird halb fermentiert und schwarzer Tee ist vollständig fermentierter Tee (Österreichisches Lebensmittelbuch, 2009).

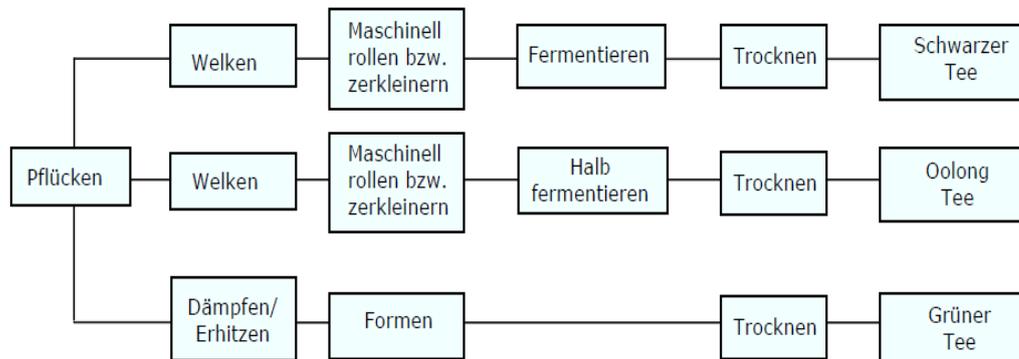


Abbildung 5: Übersicht über die verschiedenen Verarbeitungsmöglichkeiten von Tee (Österreichisches Lebensmittelbuch, 2009)

2.6.2 Weltweite Produktion

In den letzten sechs Dekaden konnte ein auffallender Anstieg der Produktion und des Konsums von grünem Tee beobachtet werden. Dieser Trend wird sich wohl fortsetzen, aufgrund der wachsenden präventiven Bedeutung für die menschliche Gesundheit (Ahmed und Stepp, 2013). Tee ist weltweit das am zweithäufigsten konsumierte Getränk nach Wasser (De Bruin et al., 2011).

Jährlich werden ungefähr 20% Grüntee, 2% Oolongtee und 78% Schwarztee geerntet (da Silva Pinto, 2013). Die Hauptproduzenten sind Indien, China, Kenia, Indonesien, Vietnam, Bangladesch, Sri Lanka und Japan. Indien ist dabei nach China das zweitgrößte Erzeugerland von Tee (Senthil Kumar et al., 2013).

China ist weltweit gesehen der größte Produzent und gleichzeitig auch Konsument von grünem Tee, da 73% der Weltproduktion gegenwärtig in jenem Land erzeugt werden. Im Jahr 2008 wurde eine Nutzfläche von mehr als 1,2 Millionen Hektar für die Erzeugung von 1,2 Millionen Tonnen Tee beansprucht. Dieses Gebiet macht 43% der globalen Teeproduktion aus (Ahmed und Stepp, 2013). Zu den drei größten Schwarzteeproduzenten zählen Indien, Kenia und Sri Lanka (FAO, 2010), wobei Kenia und Sri Lanka die zweitgrößten Exportländer von schwarzem Tee sind. Für die Wirtschaft ist Tee unentbehrlich (Senthil Kumar et al., 2013), denn pro Jahr werden rund 4 Millionen Tonnen Tee produziert (Deutscher Teeverband, 2012).

2.6.3 Verbrauch

Tee ist eines der beliebtesten nicht-alkoholischen Getränke der ganzen Welt und wird von Millionen von Menschen täglich konsumiert. Dank seiner Schmackhaftigkeit, positiven Eigenschaften und vergleichsweise geringen Kosten wird Tee immer populärer (Senthil Kumar et al., 2013). In Österreich wurden 2011 rund 672 Millionen Teebeutel verkauft, darunter 125 Millionen Grün- und Schwarzteebeutel. Schwarztee (93 Millionen) wird im Verhältnis zu Grüntee (32 Millionen) in viel größeren Mengen konsumiert (Österreichischer Kaffee- und Teeverband, 2012). Eine genauere Aufschlüsselung über den Verbrauch liefert Abbildung 6.

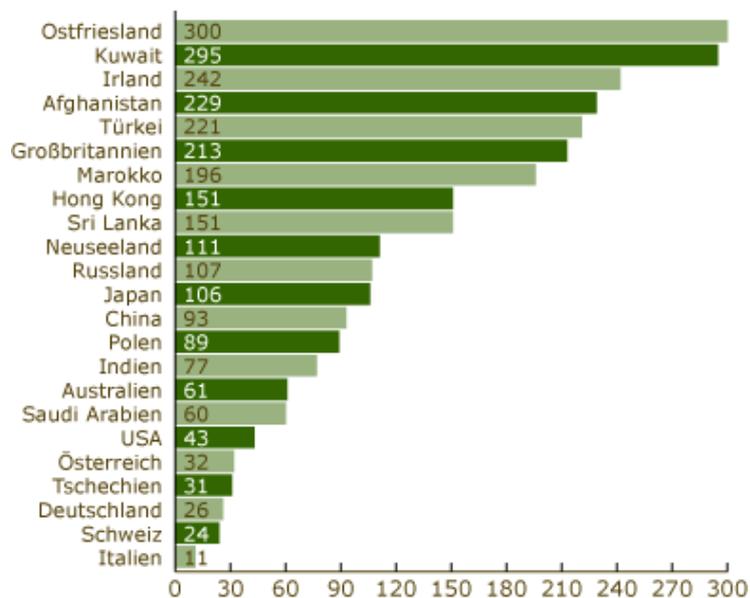


Abbildung 6: Durchschnittlicher Pro-Kopf-Verbrauch (in Litern) von Tee (*C. sinensis*) in ausgewählten Ländern von 2009 bis 2011 (Österreichischer Kaffee- und Teeverband, 2012)

Das Institut für Tiefenpsychologie (IFAT) führte an 1264 Personen eine Befragung zum Thema Tee durch. Die Studie ergab, dass deutlich mehr Frauen (48%) als Männer (26%) Tee konsumieren. Schwarztee, sowie auch weißer Tee, wird im Durchschnitt von Frauen um 10% mehr verzehrt, als von Männern. Grüntee stellt dagegen unabhängig vom Geschlecht ein beliebtes Getränk für zwischendurch dar. Laut dieser Studie wird Tee traditionellerweise von den meisten Personen heiß und pur konsumiert. Der gesundheitliche Aspekt ist zusätzlich zum Geschmackserlebnis jener Grund, weshalb Menschen, darunter mehr Frauen, vermehrt zum Tee greifen.

Eine Steigerung des Wohlbefindens durch Tee, gemessen an der subjektiven Einschätzung, nahmen Frauen signifikant häufiger wahr. Die Untersuchung verschiedener Altersgruppen ergab, dass ein Anstieg des Teekonsums mit zunehmendem Alter zu beobachten war (Hoffmann, 2010).

2.6.4 Inhaltsstoffe

Grüner Tee, welcher aus frischen Teeblättern besteht, enthält hauptsächlich Catechine, wogegen schwarzer Tee aufgrund der Fermentation vorwiegend Theaflavin und Thearubigin enthält (Sharma et al., 2008). Hauptklassen an Inhaltsstoffen bilden Flavanoide (z.B. Flavan-3-ole, Proanthozyanidine), Phenolsäuren (z.B. Gallussäure), nicht-proteinogene Aminosäuren (z.B. GABA, L-Theanin), Alkaloide (z.B. Koffein) und Polyamine (da Silva Pinto, 2013).

Grüner Tee enthält überwiegend Flavanoide, wie Epicatechin (EP), Epicatechin-3-Gallat (ECG), Epigallocatechin (EGC) und (-) Epigallocatechin-3-Gallat. Insgesamt liegt der Catechingehalt der Trockenmasse zwischen 30 und 40% (Jain et al., 2013).

Schwarzer Tee enthält zwar auch Catechine, aber in sehr überschaubaren Mengen. Während des Fermentationsprozesses entstehen aus den Flavan-3-olen Theaflavin und Thearubigin. Zwei bis sechs Prozent der Trockenmasse entfallen auf die Theaflavine. Thearubigin ist sehr gut in heißem Wasser löslich und macht zwischen 30 und 60% der Feststoffe von schwarzem Tee aus. Abbildung 7 verdeutlicht abermals den Einfluss der Fermentation auf den Gehalt der verschiedenen Substanzen im Tee. Die chemische Strukturformel von Thearubigin ist bis heute noch nicht gänzlich aufgeklärt (da Silva Pinto, 2013).

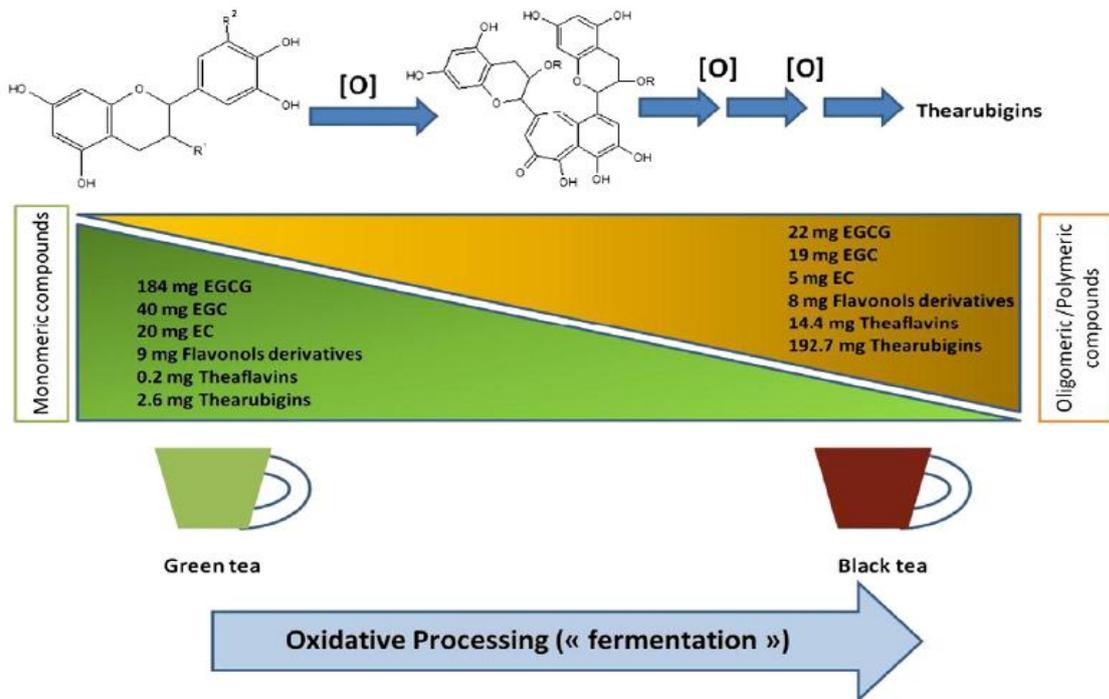


Abbildung 7: Veränderung der Inhaltsstoffe während der Fermentation (da Silva Pinto, 2013)

Im Tee finden sich in deutlich geringeren Mengen auch weitere Komponenten, wie beispielsweise Mineralstoffe, Spurenelemente, ätherische Öle, Proteine und wasserlösliche Kohlenhydrate (Jain et al., 2013). Manche Autoren berichten, dass der Aschegehalt 10 bis 15% beträgt und Mineralstoffe, wie Kalzium, Magnesium, Aluminium und Kalium im Tee enthalten sind. Aus Tee zubereitete Getränke können eine wesentliche Fluor-Quelle darstellen. Abhängig von der im Wasser enthaltenen Fluor Konzentration kann pro Portion 1 mg Fluor aufgenommen werden. Realistischerweise lässt sich jedoch sagen, dass Tee keinen großen Beitrag zur täglichen Aufnahme von Vitaminen und Mineralstoffen leistet (da Silva Pinto, 2013).

2.6.5 Gesundheitliche Wirkungen

Im Allgemeinen werden dem Getränk „Tee“ eine Menge an positiven und gesundheitlichen Wirkungen zugeschrieben. Die enthaltenen phenolischen Komponenten haben unterschiedliche Eigenschaften, wie beispielsweise antioxidativ, antiinflammatorisch, antikanzerogen und stoffwechselregulierende Funktionen (Pan et al., 2013).

Teeextrakte sind mächtige Antioxidantien aufgrund ihres Flavonoidgehaltes. Ihnen wird nachgesagt, dass sie physiologische Effekte aufweisen, weil sie als Radikalfänger agieren. Sowohl grüner als auch schwarzer Tee enthalten diese Polyphenole, die antioxidative Eigenschaften besitzen (Sharma et al., 2008).

Auf Basis epidemiologischer Studien entstanden Hinweise in Hinblick auf einen Zusammenhang zwischen Teekonsum und einem reduzierten Typ 2 Diabetesrisiko. Der dahinterliegende Mechanismus ist allerdings bisher nicht vollständig geklärt. Eine Langzeituntersuchung des Teeverzehr (schätzungsweise 30 Jahre) zeigte gesenkte Nüchtern-Blutglukose-Level und eine geringere Prävalenz von Typ 2 Diabetes. Durch den Konsum von mehr als 3 bis 4 Tassen täglich ist das Diabetesrisiko für die Probanden um ein Fünftel geringer, verglichen mit jenen, die überhaupt keinen Tee konsumieren (da Silva Pinto, 2013).

Zahlreich dokumentiert sind die positiven Effekte, die Teekonsum auf die menschliche Gesundheit hat. Der Großteil der Evidenz, assoziiert mit Teekonsum und gesundheitlichen Vorteilen, basiert jedoch auf epidemiologischen Studien, *in vitro*- und Tierstudien. Aus diesem Grund kommt es in den letzten Jahren zu einer Zunahme an Interventionsstudien am Menschen. Trotzdem gibt es bis heute keine ausreichend starken Beweise für den exakten Mechanismus dieser Reaktionen bzw. für die Komponenten, die dafür verantwortlich sind (da Silva Pinto, 2013).

2.6.5.1 Wirkungen von Coffein

Die anregenden und aufmerksamkeitssteigernden Eigenschaften von Tee sind wohl auf den natürlichen Inhaltsstoff Coffein zurückzuführen. Einige Studien konnten bereits zeigen, dass jene Menge an Coffein, die bereits in einer Tasse Tee (35 bis 60 mg) zu finden ist, die Aufmerksamkeit verbessert (De Bruin et al., 2011). Der Coffeingehalt der Teesorten variiert. So enthält Schwarztee mit 50 bis 60 mg pro 250 ml fast doppelt so viel Coffein wie grüner Tee, welcher nur 15 bis 35 mg pro 250 ml aufweist (Jain et al., 2013). Dies ist mit dem Fermentationsprozess zu erklären, der einen großen Einfluss auf die Coffeinmenge aufweist (Schröder, 1999).

Zusätzlich zu Coffein enthält eine Tasse Tee 5 bis 23 mg Theanine, die ausschließlich im Tee vorkommen. Allein verabreicht bewirken sie einen Anstieg der Entspannung und Gelassenheit (De Bruin et al., 2011). Ob nun der Tee anregend oder beruhigend wirkt, hängt von der jeweiligen Ziehzeit ab. Bei einer kürzeren Ziehzeit (2 bis 3 Minuten) befindet sich im Teeaufguss ein Großteil des Coffeins, wodurch der Tee eine anregende Wirkung besitzt. Bei einer längeren Ziehzeit von 4 bis 5 Minuten gelangen mehr Gerbstoffe in den Tee darunter auch Theanin, die beruhigende Funktionen haben (Schröder, 1999).

Untersuchungen haben ergeben, dass bereits durch die Aufnahme von zwei Tassen schwarzen Tee in der Kontrollgruppe die Konzentrationsfähigkeit gesteigert werden kann. Bei einem Aufmerksamkeitstest und einer Selbsteinschätzung mittels Skala erzielte die Kontrollgruppe eine Verbesserung der Leistung im Vergleich zur Placebogruppe (De Bruin et al., 2011).

2.6.5.2 Effekte von Tee auf kardiovaskuläre Krankheiten

Epidemiologische Studien haben dokumentiert, dass der Konsum von schwarzem Tee sich positiv auf die kardiovaskuläre Gesundheit auswirkt. Der Harnsäurespiegel im Plasma und das Level an C-reaktiven Protein verringerte sich, unabhängig vom Geschlecht. Weitere Studien zeigten eine Reduktion der Triglyceride, des Serumglukoselevels, des LDL/HDL Cholesterol Verhältnisses und einen Anstieg der Antioxidantien. All diese Faktoren können vermutlich das Risiko von kardiovaskulären Krankheiten reduzieren. Es scheint auch, dass schwarzer Tee beim Menschen endotheliale Dysfunktionen umkehren kann, wodurch seine Effektivität bei kardiovaskulären Krankheiten hervorgehoben wird (Pan et al., 2013).

Der Verzehr von grünem Tee wird mit einer geringeren Inzidenz von kardiovaskulären Krankheiten assoziiert. Die Daten suggerieren eine reduzierte Progression von Atherosklerose durch grünen Tee. Der Konsum von grünem und schwarzem Tee demonstriert einen nützlichen Einfluss auf die endothelialen Funktionen und führt zu einem Anstieg der endothelialabhängigen Gefäßerweiterung. Trotz all dieser positiven Ergebnisse stammen diese Daten vorwiegend aus epidemiologischen Studien, wobei in diesen der Einfluss von Störfaktoren schwierig zu kontrol-

lieren ist. Deshalb liefern diese Untersuchungen nur Hinweise bzw. Anzeichen für potentielle Effekte auf die Gesundheit, ohne gründliche Evidenz für Ursache und Wirkung (Lorenz, 2013).

2.6.6 Sensorisches Profil von grünem und schwarzem Tee

Das Vorhandensein von phenolischen Komponenten in grünem und schwarzem Tee gewährleistet nicht nur einen gesundheitlichen Nutzen, sondern trägt auch zum charakteristischen Flavourprofil bei. Der vollständig oxidierte Schwarztee besitzt durch die Fermentation einen stärker ausgeprägten Flavour, verglichen mit anderen Sorten, die weniger oxidiert werden (Jain et al., 2013). Die im schwarzen Tee vorhandenen Theaflavine sind verantwortlich für die leuchtend orange-rote Farbe und für die Adstringenz dieses Getränkes (da Silva Pinto, 2013).

Grüner Tee wird im Flavourprofil hauptsächlich als bitter und süß beschrieben. Bitter wird mit der Kultivierung assoziiert und das Merkmal süß ist abhängig vom Herstellungsprozess. Einige qualitativ hochwertige Sorten werden im Mund als bitter und im Hals als süß wahrgenommen. Bei anderen Arten sind bitter und adstringierend eher negativ besetzt, während aromatisch und süß wünschenswerte Charakteristika sind. Sanfte und milde Tees werden oft als gewöhnlich klassifiziert. Ein qualitativ hochwertiger Tee sollte den Speichelfluss anregen, bleibt der Mund jedoch trocken, ist dies ein Hinweis auf ein minderes Produktionsverfahren. Grundsätzlich lassen sich aus älteren Teepflanzen komplexere Tees produzieren, als aus jungen Pflanzen. Schatten führt zur Förderung von Geschmeidigkeit, Aromabildung und Zartheit der Blätter. Aus diesem Grund werden in Japan die Teepflanzen zwei Wochen vor der Ernte verhüllt, wodurch die Blätter ein geschmeidiges und süßes Geschmacksprofil erhalten (Ahmed und Stepp, 2013).

Die Teezusammensetzung, sowie in weiterer Folge das Aroma, werden bekanntermaßen durch verschiedene Parameter bestimmt. Hierzu zählen der Boden, die Sorte, der Pflückzeitpunkt, die Düngung, das Klima und die Behandlung nach der Ernte (Qin et al., 2013). Neben diesen Faktoren beeinflusst auch die Ziehzeit den

Geschmack. Bei längeren Ziehzeiten (4 bis 5 Minuten) lösen sich mehr Gerbstoffe aus den Teeblättern, die schließlich in den Tee übergehen und eine bittere Geschmacksnote hervorrufen (Schröder, 1999). Für die Beschreibung von grünem und schwarzem Tee gibt es viele verschiedene Attribute. In Tabelle 4 sind ein paar ausgewählte Charakteristika angeführt (Qin et al., 2013; Wang et al. 2000).

Tabelle 4: Überblick über sensorische Attribute von Schwarz- und Grüntee (Qin et al., 2013)	
Attribut	Definition
blumig	Duft von frischen Blumen
fruchtig	berauschendes Aroma von verschiedenen reifen Obstsorten
grasig	unangenehmer Geruch von grünem Gras und unreifen Früchten
rein und permanent	langanhaltender, ausbalancierter und harmonischer Gesamtflavour
süß	angenehme Zucker- und Honigähnliche Note
malzig	wünschenswerter Geruch von frisch gebackenem Brot, abgeleitet von dem Brennprozess der Schwarzteeherstellung

3 Material und Methoden

3.1 Materialien

Als Grundlage für die sensorische Analyse dienten jeweils ein klassischer Grüntee und ein ebensolcher Schwarztee, welche nicht aromatisiert waren. Das verwendete Probenmaterial wurde in österreichischen Supermärkten im Zeitraum von März bis April 2013 erworben. Eine genauere Auflistung der Produktspezifikationen bzw. der Zusammensetzung des getesteten Materials liefert Tabelle 5.

Produkt	Hersteller/Vertreiber	Information/Zusammensetzung
Schwarzer Tee	Teekanne (Tee Fix)	Füllgewicht: 1,75 g pro Teebeutel
Grüner Tee	Teekanne (Tee Fix)	Füllgewicht: 1,75 g pro Teebeutel
TabS aus Steviolglykosiden der Steviapflanze (S-TabS)	Govinda Natur GmbH	Natriumhydrogencarbonat, Steviol-Glykoside (Süßungsmittel) (davon 97% Rebaudiosid A), Mononatriumcitrat, L-Leucin
		ein Tab (0,059 g) entspricht ca. einem Würfelzucker →100 g enthalten 79 kcal
Würfelzucker	Wiener Zucker	4 g →100 g enthalten 400 kcal

Im Sensoriklabor des Departments für Ernährungswissenschaften der Universität Wien (Althanstraße 14, 1090 Wien) wurden die deskriptiven sensorischen Prüfungen durchgeführt. Am Institut standen zehn separate Prüfkabinen zur Verfügung, welche jeweils durch weißgräuliche Trennwände getrennt waren, um ungestörtes Arbeiten zu gewährleisten. Jede Sensorikkabine war mit einem kleinen Waschbecken und fließendem Wasser ausgestattet.

Die hedonischen Prüfungen wurden einerseits im Sensoriklabor, andererseits in Aufenthaltsbereichen (Cafeteria, Computerräume, Lernbereiche) der Universität Wien durchgeführt. Eine Maskierung der Proben war hierzu nicht notwendig, weil sich die verschiedenen Probenpaare äußerlich nicht unterschieden.

3.1.1 Grüner und schwarzer Tee mit Würfelzucker und S-Tabs

3.1.1.1 Allgemeine Probenaufbereitung

Die Teeproben wurden am Tag der Verkostung frisch vorbereitet. Die Zubereitung des Tees erfolgte, wie vom Hersteller vorgesehen, nach Packungsanweisung. Pro Teebeutel (1,75 g) wurden 200 ml kochendes Wasser verwendet und anschließend betrug die Ziehzeit für den grünen und schwarzen Tee je 3 Minuten. Nachfolgend wurde den Proben die entsprechende Menge an Würfelzucker bzw. S-Tabs zugefügt und der Tee in Tassen gefüllt. Beim Servieren des Tees betrug die Temperatur zwischen 60 und 70 Grad. Zur Erhaltung der Teewärme dienten Wärmeplatten.

Die Proben wurden mit einer dreistelligen Zufallszahl verschlüsselt. Zur Erleichterung und besseren Übersicht erhielt jede Codierung eine spezifische Farbe. Die Panelisten erhielten bei der Just-About-Right (JAR) Methode, sowie bei der Präferenzprüfung 20 ml der Teeproben. Aufgrund der zahlreichen zu beurteilenden Attribute, bekamen die Testpersonen bei der Quantitativen Deskriptiven Analyse (QDA) 50 ml des jeweiligen Tees gereicht. Abgesehen von der Präferenzprüfung, die als paarweiser Vergleich aufgebaut war, erhielten die Panelisten jeweils vier unterschiedliche Grün- bzw. Schwarzteeproben.

Vor jeder Verkostung erfolgte für die einzelnen Panelisten eine genaue Erklärung und Verdeutlichung der Wichtigkeit der korrekten Vorgehensweise. Die Probanden wurden angeleitet zwischen den einzelnen Teeproben, den Mund mit Leitungswasser zu neutralisieren. Weiters hatten die Tester zwischen den Proben jedes Mal fünf Minuten Pause zu machen, um die Geschmacksknospen für die nächste Probe neu zu sensibilisieren. Hierzu erhielten die Panelisten digitalisierte Stoppuhren, somit war die Wartezeit standardisiert.

Aufgrund des unterschiedlichen Zeitintensitätsverhalten, sowie der variierenden Präsenz des Nachgeschmacks von Steviolglykosiden und Zucker (Prakash et al., 2008), lautete die Anweisung für die Panelisten, die Probe etwas länger im Mund

zu behalten. Das bedeutete, dass der Tee nicht sofort geschluckt werden sollte, damit die Möglichkeit zur Entfaltung des vollen Süßgeschmacks bestand. Ein anschließendes Schlucken der Probe stand den Panelisten jedoch frei und war nicht Bedingung für die Verkostung.

3.2 Methoden

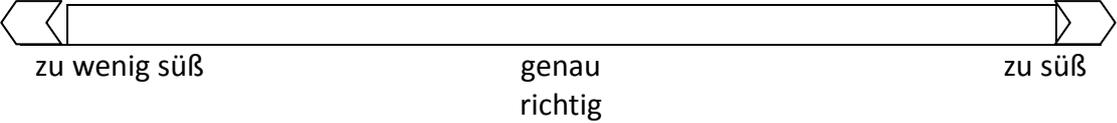
3.2.1 Just-About-Right Skala

Für die Ermittlung des Äquivalents von S-Tabs zu Würfelzucker wurde die Just-About-Right (JAR) Methode verwendet.

JAR Skalen messen die Angemessenheit eines bestimmten Attributes und werden eingesetzt, um das optimale Level einer Eigenschaft zu evaluieren. Diese Methode findet oft bei Konsumentenbefragungen ihren Einsatz. Mit ihr soll bestimmt werden, ob ein gewisses Produktcharakteristikum (beispielsweise die Salzigkeit) zu gering, zu hoch oder genau richtig ist.

JAR Skalen dienen der Findung eines optimalen Levels für ein Produktmerkmal und werden auch zur Optimierung von Attributen verwendet, welche noch nicht perfekt sind, beispielsweise im Vergleich zu einem Konkurrenzprodukt. Der bestmögliche Bereich bezieht sich nicht nur auf verschiedene Wettbewerbsprodukte, das Optimum kann vielmehr auch jenes Level sein, welches von den Prüfpersonen am wahrscheinlichsten favorisiert wird (Lawless und Heymann, 1999).

Es gibt viele verschiedene Arten von JAR Skalen, welche typischerweise aus einer bipolaren, unstrukturierten Skala mit fünf oder sieben Punkten und einem zentralen Punkt bestehen. Das Zentrum wird als „just-right“ (gerade richtig) des zu untersuchenden Attributes bezeichnet. Die Endpunkte der Skala beschreiben auf der linken Seite eine zu geringe Ausprägung des Merkmals und auf der rechten Seite eine zu hohe Intensität (Lawless und Heymann, 1999).

<p>Probe: Grüner/ Schwarzer Tee</p> <p>Süßer Geschmackseindruck</p> 
<p>Probe: Grüner/Schwarzer Tee</p> <p>Wie beurteilen Sie die Süße?</p> <p><input type="checkbox"/> viel zu wenig süß</p> <p><input type="checkbox"/> etwas zu wenig süß</p> <p><input type="checkbox"/> gerade richtig</p> <p><input type="checkbox"/> etwas zu süß</p> <p><input type="checkbox"/> viel zu süß</p>
<p>Abbildung 8: Verwendete Just-About-Right Skalen</p>

In vorliegender Arbeit wurde mit einer stufenlosen, 5-Punkte Skala gearbeitet. Die Endpunkte mit den Werten -5 (zu wenig intensiv) und +5 (zu intensiv) waren für die Tester nicht zu sehen. Der optimale Punkt entsprach der Zahl Null und war der Mittelpunkt der Skala. Zur Erleichterung der Beurteilung kam zur Bewertung ein zusätzliches Skalenniveau zum Einsatz (Abbildung 8).

Für die Bestimmung des S-Tabs Äquivalentes wurde den Panelisten eine Nullprobe mit Würfelzucker dargereicht. Diese Teeprobe entsprach dem Mittelpunkt der Skala (Null) und war mit jener Probe, die gerade richtig ist, gleichzusetzen.

Jeder Panelist erhielt drei verschiedene Proben, mit unterschiedlichem Menge an S-Tabs. Diese sollten nun der Nullprobe gegenübergestellt werden, um herauszufinden, welche Probe der Nullprobe am ehesten glich. Je nach individueller Empfindung des süßen Geschmacks durch den Tester sollten nun die drei Teeproben mit der Nullprobe verglichen und bewertet werden.

3.2.1.1 Ermittlungen des Äquivalentes von S-Tabs in Grün- und Schwarztee

Es gibt zahlreiche Erhebungen zu Tee, jedoch sind keine genauen Aufschlüsselungen über die Verzehrgeohnheiten vorhanden. Hoffmann (2010) untersuchte verschiedenste Parameter bezogen auf Tee, beispielsweise zu welcher Zeit Tee konsumiert wird bzw. in welcher Form, sowie Unterschiede nach Geschlecht, Alter und Bildung. Die Verwendung von Zucker bzw. ob überhaupt Süßungsmittel zum Einsatz kamen, wurde, den Angaben des Autors zufolge, nicht erhoben. Laut dem österreichischen Teeinstitut gibt es keine Daten darüber, ob gesüßt bzw. wie viel gesüßt wird.

Sharma et al. (2008) untersuchten in einer Studie den Einfluss von Milch und Zucker auf das antioxidative Potential von schwarzem Tee. Für die Menge von 100 ml Wasser verwendeten die Autoren 2 g Teepulver und 4 g Zucker. In Anlehnung an jene Studie wurden pro Teezubereitung (200 ml) zwei Stück Würfelzucker (8 g) verwendet. Bei eingesetzten S-Tabs entsprach ein Tab ca. einem Würfelzucker.

Beim grünen Tee ermittelten 13 Panelisten und beim schwarzen Tee 10 Panelisten mit Hilfe der JAR Skalen jene Menge an S-Tabs, welche zwei Stück Würfelzucker am ähnlichsten war. Die Auflistung der eingesetzten Mengen ist in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Menge an S-Tabs für die Feststellung des Äquivalentes zu zwei Stück Würfelzucker

Grüner/ Schwarzer Tee	Menge
Nullprobe	zwei Stück Würfelzucker*
Probe 1	1 S-Tab*
Probe 2	2 S-Tab*
Probe 3	3 S-Tab*

*pro 200 ml Grün- und Schwarztee

3.2.1.2 Auswertung

Zur Ermittlung des Äquivalentes an S-Tabs in grünem und schwarzem Tee wurde die Auswertung der Just-About-Right Skala graphisch mit MS Excel durchgeführt.

3.2.2 Quantitative Deskriptive Analyse

Bei den sensorischen Evaluierungen unterscheidet man zwischen hedonischen (subjektiven) und analytischen (objektiven) Prüfungen. Zu den letzteren Methoden zählt unter anderem die Quantitative Deskriptive Analyse (QDA). Bei dieser Prüfung werden subjektive Empfindungen, wie beispielsweise die persönlichen Vorlieben der Panelisten, sowie äußere Einflussfaktoren ausgeschlossen, indem die Produkte rein objektiv, aufgrund ihrer Attribute, bewertet werden.

Die sensorischen Eigenschaften werden nach der Intensität ihrer Charakteristik in zwei Phasen beschrieben und bewertet. In der ersten Phase der QDA (qualitativ) beschreibt ein geschultes Panel die Attribute des Produktes und stellt eine Attributenliste zusammen. Die Charakteristika des Produktes sollten dabei eine äußerst genaue Beschreibung erhalten, um anhand der Attributenliste Fehlschlüsse oder falsche Interpretationen der Panelisten zu vermeiden. In der zweiten Phase beginnt der quantitative Teil der Beurteilung. Die Prüfpersonen bewerten die zuvor definierten Attribute resultierend auf ihrer Intensität im Produkt. Auf einer stufenlosen Skala von Null (nicht wahrnehmbar) bis 10 (sehr intensiv) werden die Ausprägungen der Charakteristika eingetragen.

Die Ergebnisse des QDA-Panels liefern ein Produktprofil. Graphisch wird das Resultat als sogenanntes „Spider-Web“ dargestellt, welches pro Merkmal den Mittelwert des Panels und der Wiederholungen zeigt. Die Intensität für das jeweilige Attribut ist umso stärker ausgeprägt, je weiter der Skalenpunkt von der Mitte des Diagrammes entfernt liegt. Mit dieser Methode können Produkte rasch und direkt verglichen werden (Stone und Sidel, 2004; Busch-Stockfisch, 2002).

3.2.2.1 Ermittlung des sensorischen Profils von grünem und schwarzem Tee mit Würfelzucker und unterschiedlichen Mengen an S-Tabs

Das QDA Panel bestand bei der Evaluierung von schwarzem Tee aus 12 Personen, bei grünem Tee aus 10 Personen. Die mitwirkenden Studenten wurden aufgrund ihrer Teilnahme an den Sensorik Übungen für die QDA als qualifiziert befunden. Außerdem haben auch geschulte Mitarbeiter der Universität Wien bei der deskriptiven Analyse mitgewirkt. Die Durchführung der QDA erfolgte im Doppelansatz und pro Tag fand eine Verkostung einer Teesorte statt. Zwischen den beiden Sessions waren zwei Stunden Pause, sowie jeweils eine Pause von fünf Minuten zwischen den einzelnen Proben. Insgesamt konnten 24 (schwarzer Tee) bzw. 20 (grüner Tee) Resultate eruiert werden.

Durch die Just-About-Right Skala ergab sich für den grünen, sowie für den schwarzen Tee eine Menge an S-Tabs, die äquivalent zu Würfelzucker ist. Die Quantitative Deskriptive Analyse erfolgte trotz dieser Erkenntnis für alle vier Proben (Tabelle 7). Dadurch sollte eine genauere Bewertung, der einzelnen Attribute der unterschiedlichen Proben, erzielt werden.

Tabelle 7: Gehalt an Würfelzucker und S-Tabs der vier Proben in der QDA

Grüner/ Schwarzer Tee	Gehalt
Probe A	zwei Stück Würfelzucker*
Probe B	1 S-Tab*
Probe C	2 S-Tab*
Probe D	3 S-Tab*

*pro 200 ml Grün- und Schwarztee

3.2.2.2 Produktattribute

Die Attributenliste der QDA inkludierte Charakteristika der Grundgeschmacksarten, des Flavours, des Mundgefühls und des Nachgeschmacks. Die Optik sowie der Geruch des Tees wurden in die Analyse nicht mit einbezogen, weil jene Attribute für die Ergebnisse nicht relevant waren.

Die Beurteilungskriterien der Attributenliste enthielten einerseits den Grundgeschmack (süß, bitter), andererseits erfolgte auch eine spezifische Bewertung von Grün- und Schwarzteeattributen, sowie charakteristischen Flavourmerkmalen von Steviolglykosiden. Die verwendeten Merkmale stammten überwiegend aus der Literatur (Prakash et al., 2008; Hayashi et al., 2013; Lee und Chambers, 2007). Die Attributenliste wurde durch eine Vorverkostung bestätigt bzw. ergänzt.

Jeder Panelist wurde mit den zu bewertenden Charakteristika vertraut gemacht und erhielt zur Erleichterung eine Liste der Attribute (Tabelle 8), welche in den Prüfkabine auflag. Die Attribute für den grünen und schwarzen Tee waren bis auf zwei Merkmale (grün/grasig, blumig; getreideartig, Schwarztee flavour) identisch.

Tabelle 8: Attributenliste für grünen/schwarzen Tee inklusive Definitionen zur Erstellung des Produktprofils mittels QDA	
<u>Grundgeschmack</u>	
süß	Grundgeschmack Saccharose-Lösung (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
bitter	Grundgeschmack Koffein-Lösung (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
<u>Flavourprofil</u>	
metallisch	Flavour assoziiert mit einer wässrigen Eisensulfat-Lösung (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
künstliche Süße	Flavour assoziiert mit Süßstoffen, Süße von Light-Getränken (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
lakritzartig	Flavour assoziiert mit Lakritz oder Anis-Bonbons (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
grün/grasig	Flavour assoziiert mit grünen Pflanzen/pflanzlichen Material (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Schwarztee flavour	Flavour assoziiert mit Schwarztee (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
fermentiert	Flavour assoziiert mit fermentierten Früchten oder Getreide; süßlich, säuerlich, leicht gebräunt, überreif (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
blumig	Flavour assoziiert mit Blumen (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
getreideartig	Flavour assoziiert mit Getreide (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)

Tabelle 8 (Fortsetzung)	
Stroh	Flavour assoziiert mit getrockneten Strohhalmen (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
Karamell	Flavour assoziiert mit Karamell und gebackenen Produkten (etwas süßlich/ von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
<u>Mundgefühl</u>	
adstringierend	Zusammenziehender Geschmackseindruck auf den Oberflächen u./od. Seiten von Zunge und Mund; Rotwein, Schwarztee (von nicht adstringierend bis sehr adstringierend)
<u>Nachgeschmack</u>	
allgemeiner Nachgeschmack	Zurückbleibender Eindruck eine Minute nach dem Herunterschlucken (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
süß	Anhalten des süßen Geschmacks eine Minute nach dem Schlucken (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
bitter	Anhalten des bitteren Geschmacks eine Minute nach dem Schlucken (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
metallisch	Empfindung des metallischen Flavours eine Minute nach dem Schlucken (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)
lakritzartig	Empfindung des lakritzartigen Flavours eine Minute nach dem Schlucken (von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv)

3.2.2.3 Statistische Auswertung

Mittels MS Office Excel wurden die Produktprofile der QDA von grünem und schwarzem Tee in Form von Spider-Webs dargestellt. Die Illustration zeigt die Mittelwerte aller 20 bzw. 24 Beurteilungen graphisch als verbundene Linien in einem Netzdiagramm. Durch das Spider-Web können die sensorischen Eigenschaften der analysierten Produkte gut verglichen werden.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit Hilfe von SPSS Statistics 21 für Windows.

Prüfung auf Normalverteilung

Die Normalverteilung der Resultate für jede einzelne Grün- bzw. Schwarzteeprobe ist mit dem Kolomogorov-Smirnov-Test (KS-Test) getestet worden. Bei einem *Signifikanzwert* p größer als 0,05 sind die Daten gleichverteilt, ist der Wert jedoch geringer als 0,05, so liegt keine Normalverteilung vor (Tabelle 9)

p Wert	Bedeutung
$p > 0,05$	keine Signifikanz
$p = 0,5$	ein Trend ist erkennbar
$0,01 < p < 0,05$	signifikant
$0,001 < p < 0,01$	sehr signifikant
$p < 0,001$	höchst signifikant

Prüfung auf Unterschiede

Es gibt verschiedene Tests um festzustellen, ob signifikante Unterschiede bei zwei unterschiedlichen Proben hinsichtlich eines Merkmals existieren. Hierzu müssen bestimmte Kriterien erfüllt werden. Der t-Test für abhängige/unabhängige Stichproben kommt beispielsweise zum Einsatz, wenn eine Normalverteilung der Daten vorliegt. Sind die Resultate nicht normalverteilt, kann für die Feststellung von Signifikanzen zweier Charakteristika der Mann-Whitney-U-Test verwendet werden. Zur Ermittlung von Gesamtunterschieden bei mehr als zwei Proben wird der H-Test von Kruskal und Wallis eingesetzt. Weiters kann auch ein allgemeines lineares Modell univariat/multivariat für die Feststellung von allgemeinen Differenzen verwendet werden.

Prüfung auf Korrelation

Sobald die Daten nicht normalverteilt sind, erfolgt die Bestimmung der Korrelation der Attribute mit der Rangkorrelation nach Spearman. Bei normalverteilten Daten wird die Korrelation nach Pearson berechnet. Der bestimmte *Korrelationskoeffizient* „ r “ kann im Bereich zwischen +1 und -1 variieren. Die Relation zwischen zwei

Attributen ist umso größer, je weiter die Abweichung des berechneten Wertes von Null ist.

Die Korrelation kann auch negativ sein, wenn der Wert für den *Korrelationskoeffizienten* „ r “ negativ ist. Dies bedeutet, je stärker ein Merkmal ausgeprägt ist, desto geringer ist die Durchschnittsausprägung des anderen Attributes. Die genannten Auslegungen treffen sowohl für die Korrelation nach Spearman als auch nach Pearson zu. In Tabelle 10 werden die Koeffizienten und ihre Definition nach Zöfel dargestellt. In Anlehnung an dieses Schema werden die Zusammenhänge der verschiedenen Teeproben untereinander interpretiert.

Tabelle 10: Korrelationskoeffizienten und ihre Interpretation (Zöfel, 2003)	
Korrelationskoeffizient r	Interpretation
$r = 0$	keine Korrelation
$r \leq 0,2$	sehr schwache Korrelation
$0,2 < r \leq 0,5$	schwache Korrelation
$0,5 < r \leq 0,7$	mittlere Korrelation
$0,7 < r \leq 0,9$	starke Korrelation
$0,9 < r < 1$	sehr starke Korrelation

3.2.3 Präferenzprüfung von grünem und schwarzem Tee

Präferenzprüfungen gehören zu den hedonischen Prüfmethode und können als Rangordnungstest und paarweise Vergleichsprüfung durchgeführt werden. Die letztgenannte Methode kommt in der vorliegenden Analyse zur Evaluierung der Präferenz zum Einsatz. Anhand einer konkreten Aufgabenstellung können Produkte, welche sich nur in einem Charakteristikum unterscheiden, beurteilt werden (Rummel, 2002). Die Testpersonen erhielten jeweils ein Probenpaar, welches nur in einem Attribut differierte, und sie mussten jene Probe auswählen, welche sie präferierten.

Im Gegensatz zu analytischen Prüfungen ist für hedonische Prüfungen eine möglichst große Anzahl an ungeschulten Verbrauchern notwendig. An der Präferenzprüfung nahmen 110 Personen teil, wobei jeder einen grünen bzw. schwarzen Tee

mit Zucker (Probe A mit zwei Stück Würfelzucker pro 200 ml) und eine Probe B mit der äquivalenten Menge an S-Tabs erhielt. Die Reihenfolge der Proben dieser Verkostung war beliebig und der Buchstabe der bevorzugten Probe wurde in einem Protokoll notiert.

3.2.3.1 Auswertung

Die Darstellung der Resultate der Präferenzprüfung erfolgte als Diagramm mittels MS Excel. SPSS Statistics 21 lieferte die Auswertung der Konsumentenpräferenz von Tee mit Würfelzucker bzw. Tee mit S-Tabs, indem die Daten auf Binomialverteilung getestet wurden. Ein Unterschied in der Bevorzugung der beiden Teeproben war dann zu beobachten, wenn die Wahrscheinlichkeit des vorgegebenen Signifikanzniveaus unter 0,05 lag.

4 Ergebnisse

4.1 Evaluierung des S-Tab Äquivalentes zu Würfelzucker in grünem Tee

Das Resultat der Just-About-Right (JAR) Skala (Abbildung 9) ergab eine hinreichende Vergleichbarkeit, von zwei Stück Würfelzucker mit zwei S-Tabs. Dieses Ergebnis entsprach der Angabe des Herstellers der Tabs, die auf eine vergleichbare Süße eines Tabs mit einem Würfelzucker verwies.

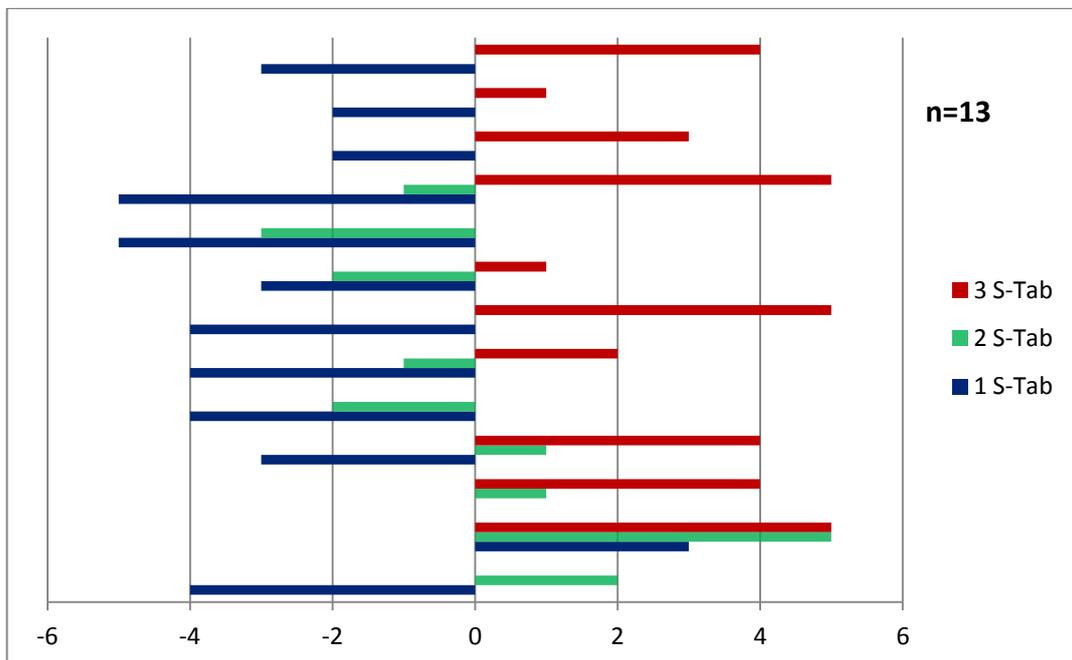


Abbildung 9: Ermittlung des Äquivalentes von S-Tabs für zwei Stück Würfelzucker in grünem Tee

Insgesamt gaben 61% (8 Personen) der befragten Panelisten an, dass die größte Ähnlichkeit zur Zuckerprobe bei der Probe mit zwei S-Tabs wahrzunehmen war (Abbildung 10). Lediglich 23% (3 Personen) empfanden, dass drei S-Tabs genauso süß schmeckten wie zwei Würfelzucker, von 8% (1 Person) wurde ein S-Tab als genau richtig angegeben.

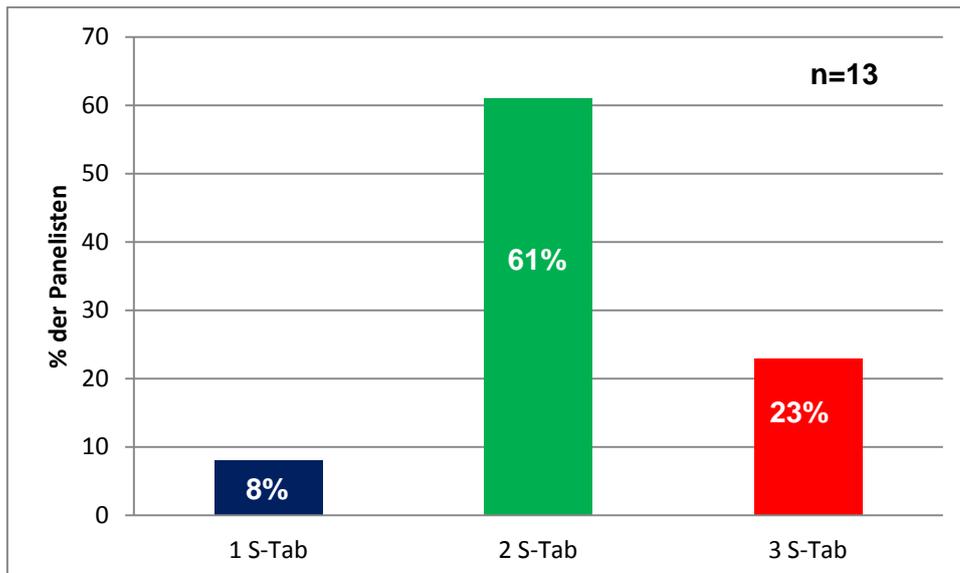


Abbildung 10: Prozentuale Verteilung der Panelisten bei der Ermittlung des Äquivalentes von S-Tabs für zwei Stück Würfelzucker in grünem Tee

Für die nachfolgenden Grüntee-Analysen erfolgte die Aufstellung der Hypothese, dass zwei S-Tabs einer Süße von zwei Stück Würfelzucker entspricht. Dieses Ergebnis bildete auch die Basis für die Präferenzprüfung.

4.2 Evaluierung des S-Tab Äquivalentes zu Würfelzucker in schwarzem Tee

Bei der Beurteilung des schwarzen Tees ergab sich, wie zuvor beim Grüntee, eine annähernde Übereinstimmung von zwei S-Tabs mit einer Saccharosemenge von zwei Würfelzucker. Es konnten somit keine geschmacklichen Unterschiede zwischen den beiden Teesorten, bezogen auf die Süße, festgestellt werden (Abbildung 11).

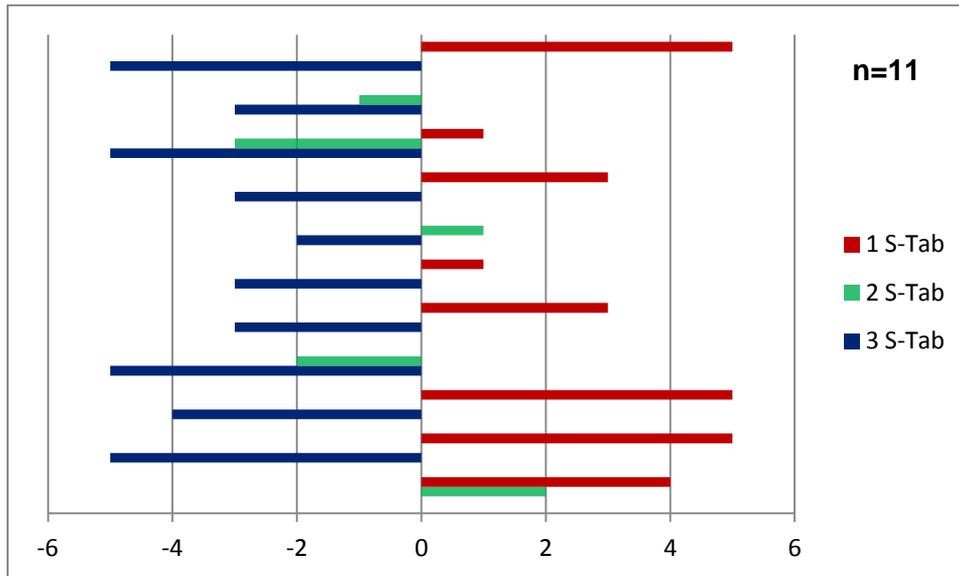


Abbildung 11: Ermittlung des Äquivalentes von S-Tabs für zwei Stück Würfelzucker in schwarzem Tee

Abbildung 12 demonstriert die prozentuale Verteilung der Angaben der Panelisten. Daraus lässt sich ableiten, dass 55% (6 Personen) jene Teeprobe wählten, welche mit zwei S-Tabs gesüßt war. Die Probe mit drei S-Tabs bzw. einem S-Tab empfanden 27% (3 Personen) bzw. 9% (1 Person) als genau richtig.

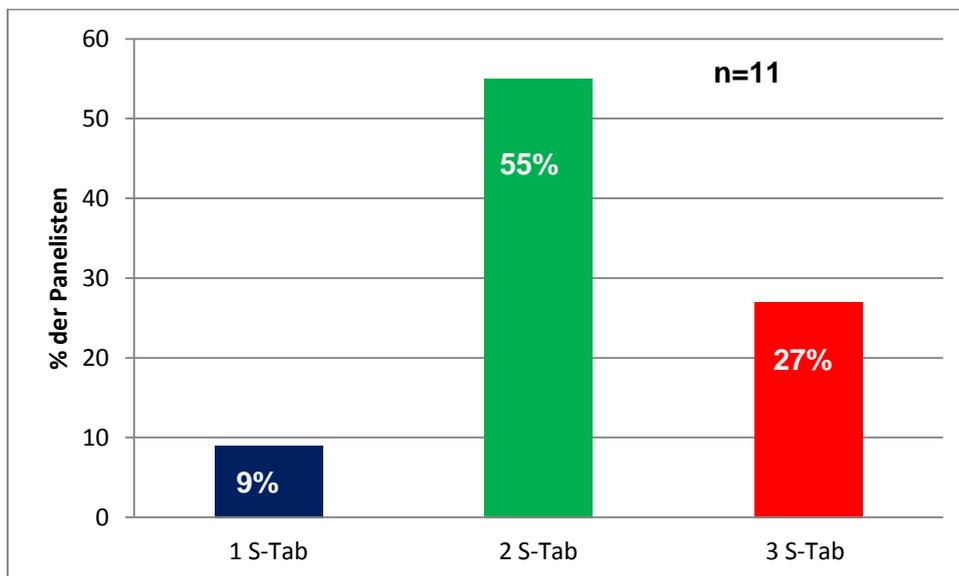


Abbildung 12: Prozentuale Aufstellung der Panelisten bei der Ermittlung des Äquivalentes von S-Tabs für zwei Stück Würfelzucker in schwarzem Tee

Dieses Ergebnis diene ebenfalls, wie jenes vom grünen Tee, als Grundlage für alle weiteren Prüfungen, sowie für die Ermittlung der Konsumentenpräferenz.

4.3 Ergebnisse der Quantitativen Deskriptiven Analyse

4.3.1 QDA für Schwarztee

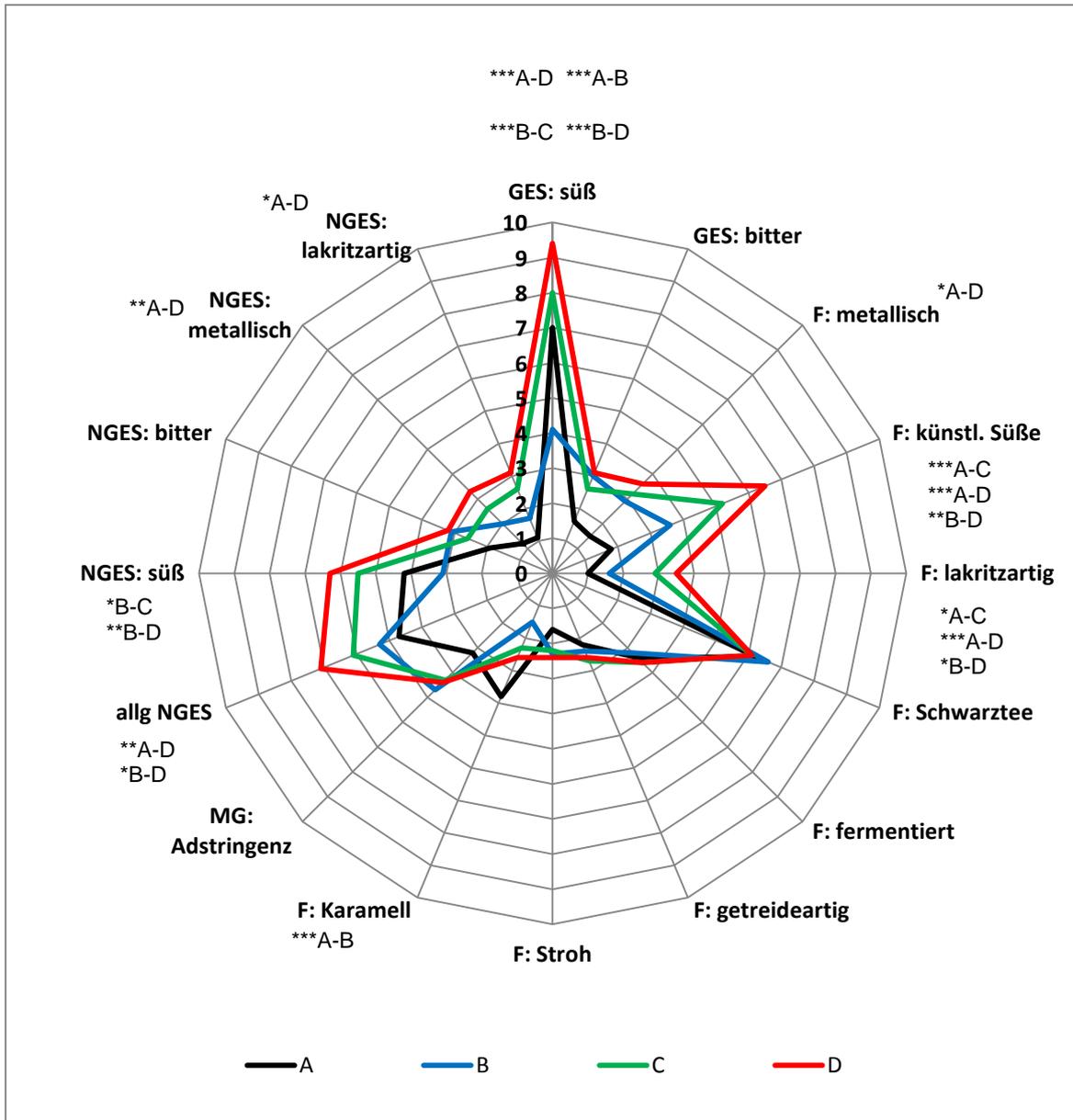
Das Resultat der QDA der vier untersuchten Schwarzteeproben liefert ein Produktprofil, dessen Mittelwerte graphisch in Form eines Spiderwebs dargestellt sind (Abbildung 13).

Die eingesetzten Schwarzteeproben variierten nur im Gehalt von Zucker bzw. S-Tabs. Die verwendete Wassermenge sowie alle anderen Rahmenbedingungen blieben unverändert.

Für die QDA wurden folgende Proben verwendet:

- A: Referenzprobe mit zwei Stück Würfelzucker/200 ml Wasser
- B: Schwarztee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
- C: Schwarztee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser
- D: Schwarztee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

Die Proben hatten bei manchen Attributen ein sehr ähnliches sensorisches Profil. Abhängig von der eingesetzten Menge an S-Tabs in Probe B, C und D war meist ein Anstieg in der Intensitätswahrnehmung der Flavourattribute, wie *metallisch*, *künstliche Süße* und *lakritzartig*, zu beobachten. Diese Attribute waren bei der Referenzprobe A kaum wahrnehmbar.



A = Probe 001: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser
 B = Probe 310: Schwarztee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
 C = Probe 120: Schwarztee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser
 D = Probe 430: Schwarztee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

GES = Geschmack
 F = Flavour
 MG = Mundgefühl
 NGES = Nachgeschmack

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $p=0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Abbildung 13: Sensorisches Profil der vier Schwarzteeproben mit zwei Würfelzucker und unterschiedlichen Mengen an S-Tabs

4.3.1.1 Geschmack

Im Hinblick auf den *süßen* Geschmack korrespondierte das Ergebnis der JAR Skala mit dem Resultat der QDA. Die Referenzprobe A (7 Pkt.) und Probe C mit zwei S-Tabs (8 Pkt.) zeigten bei der Ausprägung der Süße die meiste Ähnlichkeit und unterschieden sich nicht signifikant ($p > 0,05$) voneinander. Probe B hingegen war weniger *süß* (4,1 Pkt.) und Probe D (9,4 Pkt.) mehr *süß* als die beiden anderen (Abbildung 14, 13).

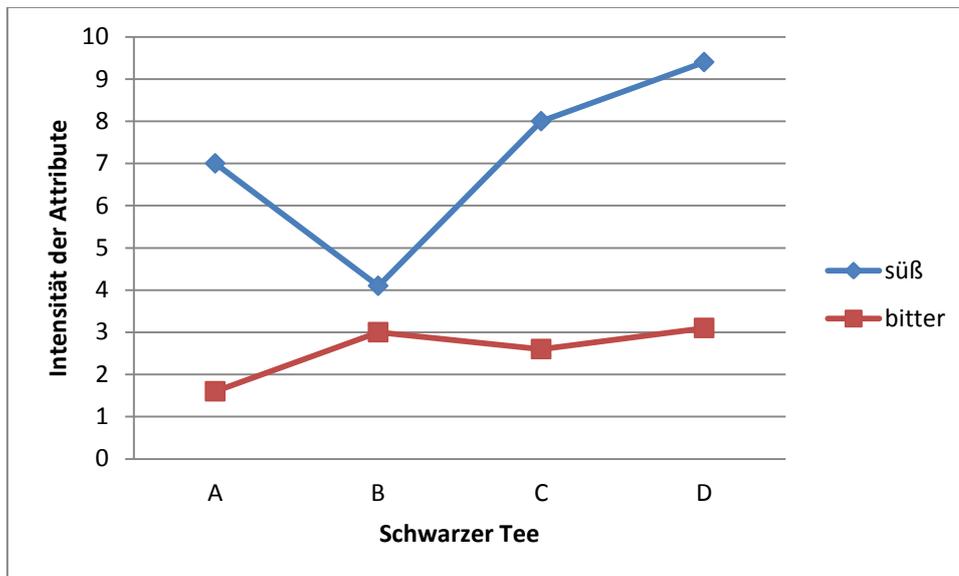


Abbildung 14: Geschmacksattribute der untersuchten Schwarzteeproben

A = Probe 001: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser

B = Probe 310: Schwarztee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser

C = Probe 120: Schwarztee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser

D = Probe 430: Schwarztee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $p=0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Geschmack *süß*

***A-B ($p=0,000$) ***A-D ($p=0,000$)

***B-C ($p=0,000$) ***B-D ($p=0,000$)

Der *bittere* Geschmack in der Referenzprobe A (1,6 Pkt.) differierte von den drei anderen Proben. Zwischen den Schwarzteeproben mit Zucker und S-Tabs zeigten sich jedoch keine signifikanten ($p > 0,05$) Unterschiede. Getränk C (2,6 Pkt.) wurde als am wenigsten *bitter* wahrgenommen, während Getränk B (3 Pkt.) und D (3,1 Pkt.) nahezu kongruent waren.

Die Geschmacksqualität *süß* korrelierte signifikant sowohl mit dem allgemeinen Nachgeschmack ($r=0,291$; $p=0,01$) als auch mit dem *süßen* Nachgeschmack ($r=0,424$; $p=0,000$). Zwischen *bitter* und den Flavourattributen, die Stevia zugeschrieben werden (*metallisch* $r=0,263$; *künstliche Süße* $r=0,289$; *lakritzartig* $r=0,265$) bestand jeweils eine signifikante ($p=0,01$) Korrelation.

4.3.1.2 Flavour

Die höchste Intensität des *metallischen* Flavours wies die Schwarzteeprobe D (3,6 Pkt.) mit der größten S-Tab Menge auf. Bei den Schwarzteeproben B (2,9 Pkt.) und C (3,2 Pkt.) erfolgte die Wahrnehmung des *metallischen* Flavours etwas weniger intensiv. Die geringste Ausprägung hatte Referenzprobe A (1,5 Pkt.), welche sich signifikant ($p=0,05$) von Probe D unterschied (Abbildung 15, 13).

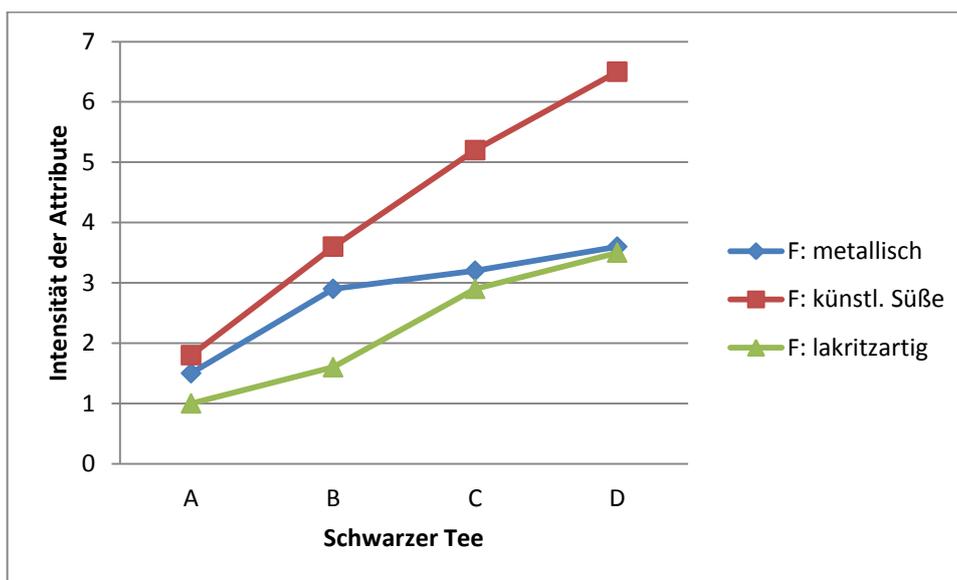


Abbildung 15: Ausgewählte Flavourattribute der untersuchten Schwarzteeproben

A = Probe 001: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser
 B = Probe 310: Schwarztee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
 C = Probe 120: Schwarztee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser
 D = Probe 430: Schwarztee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $p=0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Flavour *metallisch*

*A-D ($p=0,05$)

Flavour *künstliche Süße*

***A-C ($p=0,000$)
 ***A-D ($p=0,000$)
 ***B-D ($p=0,000$)

Flavour *lakritzartig*

*A-C ($p=0,05$)
 ***A-D ($p=0,000$)
 *B-D ($p=0,05$)

Referenzprobe A (1,8 Pkt.) zeigte erwartungsgemäß einen signifikant ($p=0,000$) geringer ausgeprägten Flavour von *künstlicher Süße* im Vergleich zu den Schwarzteeproben C und D, die zum Süßen S-Tabs enthielten. In Abbildung 15 war ein klarer Anstieg der *künstlichen Süße* zu beobachten, abhängig von der eingesetzten Menge an S-Tabs, wobei bei Getränk B (3,6 Pkt.) diese Flavournote am geringsten ausgeprägt war. Höher fiel die Bewertung bei Getränk C (5,2 Pkt.) und Getränk D (6,5 Pkt.) aus.

Der *lakritzartige* Flavour war in der Referenzprobe A kaum wahrnehmbar (1 Pkt.) und unterschied sich signifikant ($p=0,05$; $p=0,000$) von der Probe C (2,9 Pkt.) und D (3,5 Pkt.), während die Differenz zu Probe B (1,6 Pkt.) nicht signifikant ($p>0,05$) war (Abbildung 15, 13).

Der *metallische* Flavour korrelierte signifikant ($p=0,000$) sowohl mit dem *allgemeinen* ($r=0,450$) als auch mit dem *metallischen* ($r=0,393$) Nachgeschmack. Die *künstliche Süße* stand signifikant ($p=0,000$) im Zusammenhang mit dem *metallischen* ($r=0,441$) und *bitteren* ($r=0,472$) Nachgeschmack. Der *lakritzartige* Flavour korrelierte mit der *künstlichen Süße* ($r=0,415$; $p=0,000$) bzw. dem Nachgeschmack *lakritzartig* ($r=0,905$; $p=0,000$).

Bei der Bewertung der spezifischen Flavourattribute des Schwarztees ergab sich eine sehr große Ähnlichkeit der Proben, was die einzelnen Charakteristika betraf (Abbildung 16, 13).

Alle vier Proben verhielten sich bei der Ausprägung des *Schwarztee flavours* nahezu gleich. Bei der Probe B (6,6 Pkt.) war dieses Attribut am stärksten ausgeprägt, gefolgt von Probe A (6,2 Pkt.) und Probe C bzw. D (6,1 Pkt.). Die Unterschiede in den Intensitäten waren nicht signifikant ($p>0,05$).

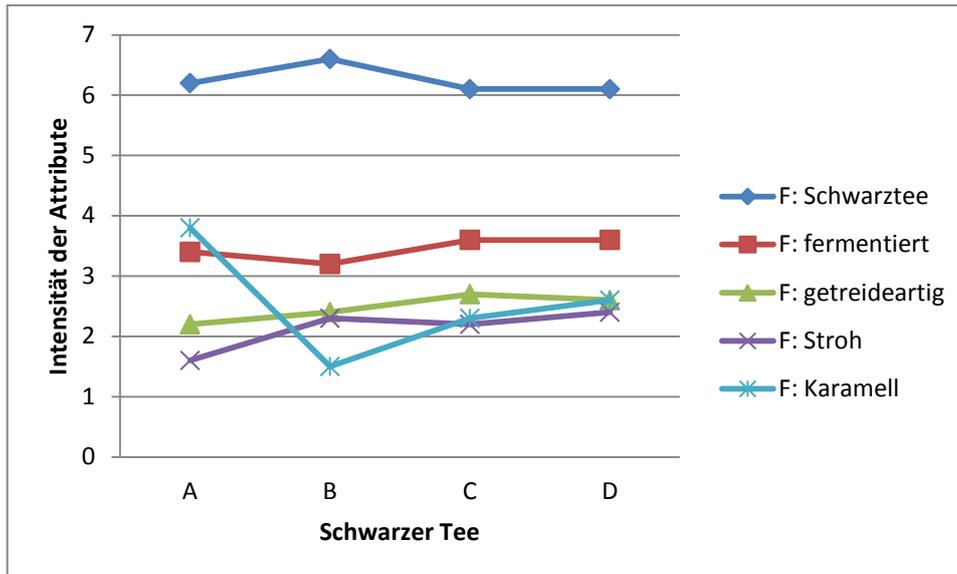


Abbildung 16: Schwarztee-Flavourattribute der untersuchten Proben

A = Probe 001: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser
 B = Probe 310: Schwarztee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
 C = Probe 120: Schwarztee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser
 D = Probe 430: Schwarztee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $p=0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Flavour *Karamell*

***A-B ($p=0,000$)

Das Merkmal *fermentiert* zeigte bei Schwarztee B mit 3,2 Pkt. die geringste Ausprägung. Die Wahrnehmung dieser Eigenschaft erlangte bei Referenztee A 3,4 Pkt. und bei Schwarztee C bzw. D 3,6 Pkt.

Teeprobe D (2,6 Pkt.) und Teeprobe C (2,7 Pkt.) wiesen die stärkste Ausprägung der Eigenschaft *getreideartig* auf, gefolgt von Tee B (2,4 Pkt.) bzw. Referenztee A (2,2 Pkt.).

Referenzgetränk A wies mit 1,6 Pkt. eine geringere Intensität des *Stroh*-Attributes auf im Vergleich zu Getränk C (2,2 Pkt.), B (2,3 Pkt.) und D (2,4 Pkt.). Die Unterschiede waren in der Ausprägung der obenerwähnten Schwarztee-Flavourattribute nicht signifikant ($p>0,05$).

Der einzige signifikante ($p<0,05$) Unterschied konnte bei dem *Karamellflavour* beobachtet werden. In der Referenzprobe A (3,8 Pkt.) war dieses Attribut signifikant

($p=0,000$) im Vergleich zu Probe B (1,5 Pkt.). Die Ausprägung der Intensität bei Probe C (2,3 Pkt.) und D (2,6 Pkt.) wurde als nahezu gleich wahrgenommen und war nicht signifikant ($p>0,05$) im Vergleich zur Referenzprobe A.

Die beiden Attribute *fermentiert* und *getreideartig* korrelierten stark miteinander ($p=0,643$; $p=0,000$). „Stroh“ stand signifikant ($p=0,000$) im Zusammenhang mit dem *Schwarztee flavour* ($r=0,431$) und dem Flavourattribut *getreideartig* ($r=0,605$). Neben der *Adstringenz* ($r=0,490$; $p=0,000$) korrelierte der *allgemeine Nachgeschmack* mit dem *Schwarztee flavour* ($r=0,467$; $p=0,000$).

4.3.1.3 Mundgefühl

Die Schwarzteeprobe B (4,7 Pkt.) zeigte die höchste Ausprägung der *Adstringenz*, obwohl sich Getränk C (4,3 Pkt.) bzw. Getränk D (4,5 Pkt.), die sehr ähnlich wahrgenommen wurden, nicht signifikant ($p>0,05$) von B unterschieden. Referenzgetränk A mit 3,2 Pkt. wies keine signifikante ($p>0,05$) Adstringenz auf im Vergleich zu Tee B, C und D (Abbildung 17, 13).

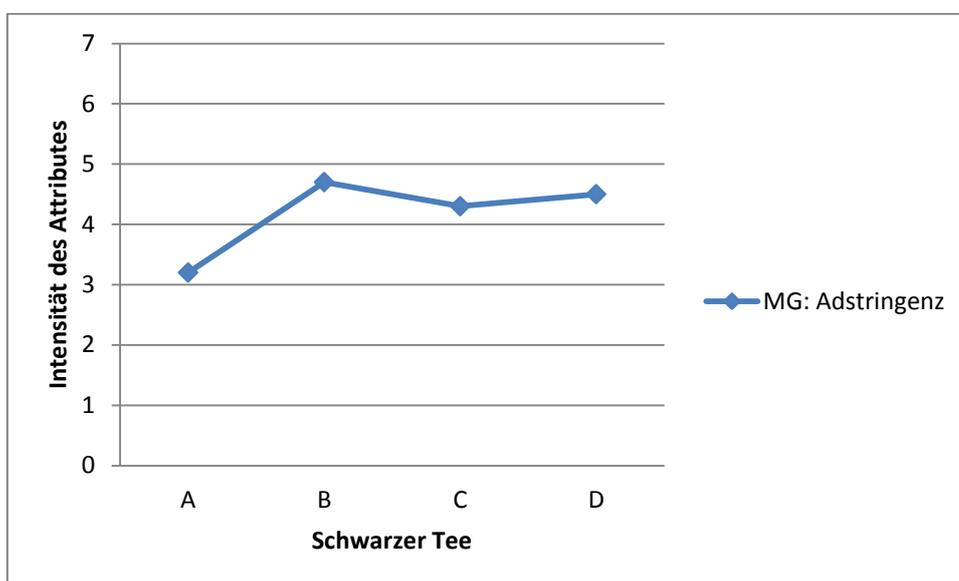


Abbildung 17: Attribut des Mundgefühls von den untersuchten Schwarzteeproben

A = Probe 001: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser
 B = Probe 310: Schwarztee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
 C = Probe 120: Schwarztee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser
 D = Probe 430: Schwarztee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $p=0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Die *Adstringenz* korrelierte signifikant mit dem bitteren Geschmack ($r=0,380$; $p=0,000$) und Nachgeschmack ($r=0,292$; $p=0,01$).

4.3.1.4 Nachgeschmack

Referenzprobe A wies mit 4,7 Pkt. den geringsten allgemeinen Nachgeschmack auf. Bei den Steviaprobe stieg die Ausprägung dieses Attributes kontinuierlich an je mehr S-Tabs verwendet wurden. In Probe B lag die Intensität bei 5,3 Pkt., gefolgt von Probe C mit 6,1 Pkt. und Probe D mit 7,1 Pkt. Signifikante Abweichungen konnten nur zwischen Probe D und A ($p=0,01$) bzw. B ($p=0,05$) festgestellt werden (Abbildung 18, 13).

Der *süße* Nachgeschmack war bei Getränk D mit 6,3 Pkt. signifikant verschieden von Probe B ($p=0,05$) mit 3,1 Pkt. und Referenztee A ($p=0,01$) mit 4,2 Pkt. Probe C unterschied sich mit einer Intensität von 5,5 Pkt. nicht signifikant ($p>0,05$) von den anderen Proben.

Referenzschwarztee A (1,9 Pkt.) wies einen geringeren *bitteren* Nachgeschmack als die anderen Teeproben auf. In Schwarztee C mit zwei S-Tabs lag die Intensität mit 2,6 Pkt. etwas höher, gefolgt von Schwarztee B (3,1 Pkt.) und D (3,2 Pkt.). Die Unterschiede zwischen den Proben waren nicht signifikant ($p>0,05$).

Der *metallische* Nachgeschmack war bei der Referenzprobe A (1,2 Pkt.) am geringsten ausgeprägt und stieg an je mehr S-Tabs verwendet wurden; Probe B (2 Pkt.), C (2,6 Pkt.) und D (3,3 Pkt.), wobei sich lediglich Referenzprobe A und Probe D signifikant ($p=0,01$) unterschieden.

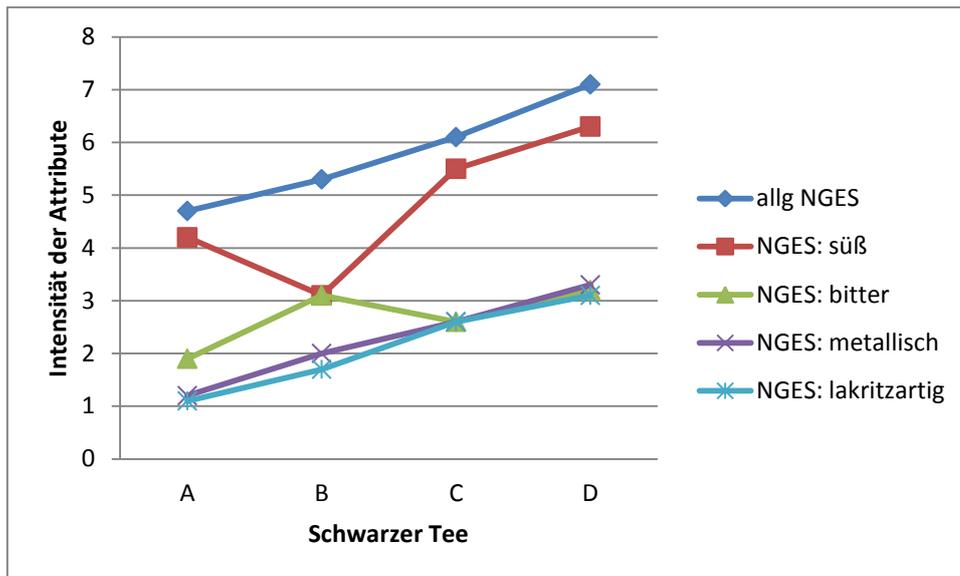


Abbildung 18: Attribute des Nachgeschmacks der untersuchten Schwarzteeproben

A = Probe 001: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser
 B = Probe 310: Schwarztee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
 C = Probe 120: Schwarztee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser
 D = Probe 430: Schwarztee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $p=0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Nachgeschmack <i>allgemein</i>	Nachgeschmack <i>süß</i>	Nachgeschmack <i>metallisch</i>	Nachgeschmack <i>lakritzartig</i>
**A-D ($p=0,01$) *B-D ($p=0,05$)	*B-C ($p=0,05$) **B-D ($p=0,01$)	**A-D ($p=0,01$)	*A-D ($p=0,05$)

Im Referenzgetränk A mit Würfelzucker wurde der *lakritzartige* Nachgeschmack kaum wahrgenommen (1,1 Pkt.). Im Getränk B (1,7 Pkt.), C (2,6 Pkt.) und D (3,1 Pkt.) konnte ein Anstieg der Intensität beobachtet werden je mehr S-Tabs eingesetzt wurden. Die Ausprägung des *lakritzartigen* Nachgeschmacks zwischen Probe D und Referenzprobe A war signifikant ($p=0,05$) (Abbildung 18, 13).

Korrelation gab es zwischen dem *allgemeinen* und *süßen* Nachgeschmack ($r=0,634$; $p=0,000$). Der *bittere* Nachgeschmack korrelierte mit dem *bitteren* Geschmack ($r=0,594$; $p=0,000$) und dem *metallischen* Nachgeschmack ($r=0,604$; $p=0,000$).

4.3.2 QDA für Grüntee

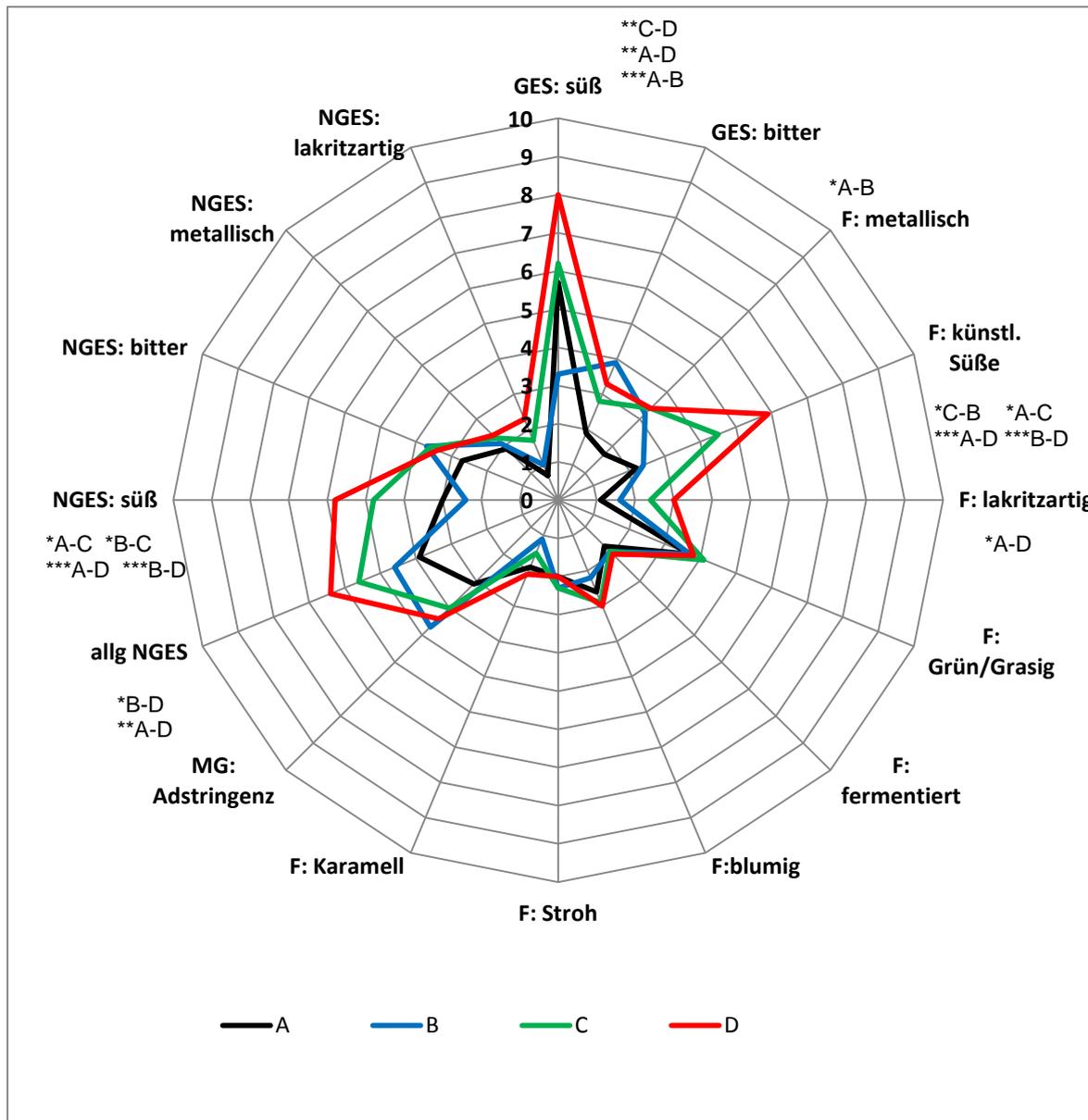
Abbildung 19 demonstriert die QDA-Resultate der vier untersuchten Grünteeproben, welche anhand eines Spiderwebs abgebildet sind.

Die untersuchten Grünteeproben wurden genauso hergestellt, wie die Schwarzteeproben und unterschieden sich ebenfalls nur in der Zucker- bzw. S-Tab-Menge. Es erfolgte die Beibehaltung aller Rahmenbedingungen sowie der verwendeten Wassermenge.

Folgende Proben kamen zum Einsatz:

- A: Referenzprobe mit zwei Stück Würfelzucker/200 ml Wasser
- B: Grüntee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
- C: Grüntee mit 2 S-Tab /200 ml Wasser
- D: Grüntee mit 3 S-Tab /200 ml Wasser

Bei manchen Attributen zeigten die Proben ein nahezu identes sensorisches Profil. Abhängig von der eingesetzten S-Tab Menge in den Proben B, C und D war meist ein Anstieg in der Intensitätswahrnehmung der Flavourattribute, wie *metallisch*, *lakritzartig* und *künstliche Süße* zu beobachten (Abbildung 19).



A = Probe 002: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser
 B = Probe 013: Grüntee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
 C = Probe 020: Grüntee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser
 D = Probe 043: Grüntee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

GES = Geschmack
 F = Flavour
 MG = Mundgefühl
 NGES = Nachgeschmack

* = signifikant bis $p=0,05$; ** = signifikant bis $p=0,01$; *** = signifikant bis $p=0,000$

Abbildung 19: Sensorisches Profil der vier Grünteeproben mit Würfelzucker und unterschiedlichen Mengen an S-Tabs

4.3.2.1 Geschmack

Für den grünen Tee ergab die Just-About-Right Skala, dass zwei S-Tabs in der Süße der Referenzprobe A mit zwei Stück Würfelzucker am ehesten entsprach. Die QDA stimmte mit diesem Resultat überein und lieferte keinen signifikanten ($p > 0,05$) Unterschied in der Süße zwischen Referenzprobe A mit 5,7 Pkt. und Probe C mit 6,2 Pkt. Der *süße* Geschmack war in Probe B (3,3 Pkt.) signifikant ($p = 0,000$) geringer ausgeprägt und in Probe D (8 Pkt.) signifikant ($p = 0,01$) stärker ausgeprägt im Vergleich zur Referenzprobe A (Abbildung 20, 19).

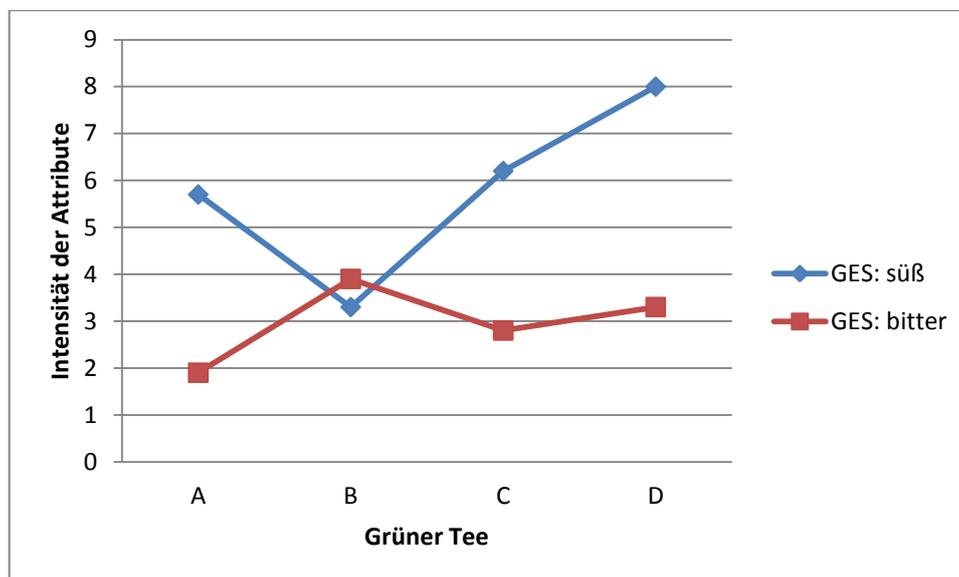


Abbildung 20: Geschmacksattribute der untersuchten Grünteeproben

A = Probe 002: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser
 B = Probe 013: Grüntee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
 C = Probe 020: Grüntee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser
 D = Probe 043: Grüntee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p = 0,05$; **=signifikant bis $p = 0,01$; ***=signifikant bis $p = 0,000$

Geschmack *süß*

**A-D ($p = 0,01$)
 ***A-B ($p = 0,000$)
 **C-D ($p = 0,01$)

Geschmack *bitter*

*A-B ($p = 0,05$)

Beim *bitteren* Geschmack fiel die Empfindung für das Getränk B mit einem S-Tab (3,9 Pkt.) mit Abstand am stärksten aus, gefolgt von Getränk D mit drei S-Tabs (3,3 Pkt.) und C mit zwei S-Tabs (2,8 Pkt.). Das Referenzgetränk A wies mit 1,9

Pkt. die geringste Bitterkeit auf und unterschied sich signifikant ($p=0,05$) von Probe B.

Die Geschmacksqualität *süß* korrelierte signifikant ($p=0,000$) sowohl mit dem allgemeinen Nachgeschmack ($r=0,569$) als auch mit dem *süßen* Nachgeschmack ($r=0,742$). Zwischen *bitter* und dem metallischen Geschmack ($r=0,393$) sowie Nachgeschmack ($r=0,381$) bestand eine signifikante ($p=0,000$) Korrelation.

4.3.2.2 Flavour

Da Stevia bei höheren Konzentrationen metallisch, lakritzartig und nach künstlicher Süße schmeckt, wurden diese Attribute bei der Beurteilung des Flavours von den untersuchten Proben berücksichtigt (Abbildung 21, 19).

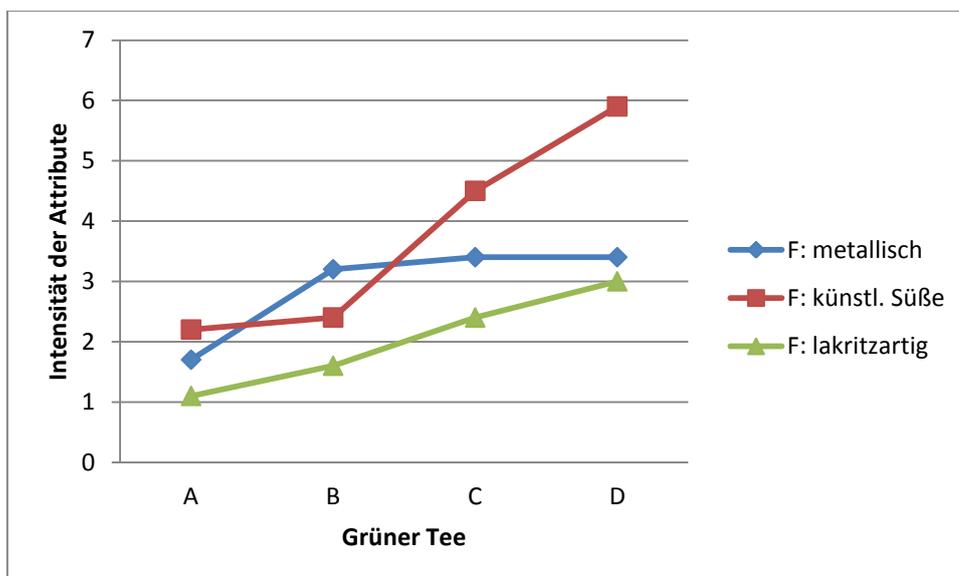


Abbildung 21: Ausgewählte Flavourattribute der untersuchten Grünteeproben

A = Probe 002: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser

B = Probe 013: Grüntee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser

C = Probe 020: Grüntee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser

D = Probe 043: Grüntee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $p=0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Flavour *künstliche Süße*

*A-C ($p=0,05$)

***A-D ($p=0,000$)

*C-B ($p=0,05$)

***B-D ($p=0,000$)

Flavour *lakritzartig*

*A-D ($p=0,05$)

Der *metallische* Flavour war bei Probe C und D mit jeweils 3,4 Pkt. gleichermaßen ausgeprägt und bei Probe B mit 3,2 Pkt. nur etwas geringer und nicht signifikant ($p>0,05$) im Vergleich zu den oben genannten Proben. In Referenzgrünte A mit 1,7 Pkt. war dieser Flavour kaum wahrnehmbar, der Unterschied zu den anderen Getränken war aber nicht signifikant ($p>0,05$).

Der Flavour *künstliche Süße* war in Referenzprobe A (2,2 Pkt.) erwartungsgemäß am geringsten ausgeprägt und unterschied sich signifikant von Probe C ($p=0,05$) und D ($p=0,000$). Bei den restlichen Proben war ein deutlicher Anstieg der Intensität der *künstlichen Süße* zu beobachten, je mehr S-Tabs verwendet wurden. Grüntee B unterschied sich mit 2,4 Pkt. signifikant von Grüntee C ($p=0,05$) mit 4,5 Pkt. und D ($p=0,000$) mit 5,9 Pkt. (Abbildung 21, 19).

Der *lakritzartige* Flavour war im Referenzgrünte A mit 1,1 Pkt. am geringsten ausgeprägt und unterschied sich signifikant ($p=0,05$) von Probe D (3 Pkt.). Getränk B zeigte mit 1,6 Pkt. eine ähnliche Intensität wie Referenzprobe A, Tee C mit 2,4 Pkt. eine etwas höhere, obwohl nicht signifikante ($p>0,05$) Ausprägung.

Der *metallische* Flavour korrelierte sowohl mit dem *allgemeinen* ($r=0,558$) als auch mit dem *metallischen* ($r=0,520$) Nachgeschmack signifikant ($p=0,000$). Die *künstliche Süße* stand signifikant ($p=0,000$) im Zusammenhang mit dem *süßen* Geschmack ($r=0,604$) und Nachgeschmack ($r=0,469$). Der *lakritzartige* Flavour korrelierte mit der *künstlichen Süße* ($r=0,513$; $p=0,000$) bzw. dem Nachgeschmack *süß* ($r=0,529$) und *lakritzartig* ($r=0,798$; $p=0,000$).

Die Intensität der spezifischen Grüntee-Flavourattribute war bei allen Proben ähnlich präsent. Das Merkmal *grün/grasig*, ein typisches Flavour-Charakteristikum von grünem Tee, verzeichnete keinen signifikanten ($p>0,05$) Unterschied zwischen Probe A (3,7 Pkt.), B (3,7 Pkt.), C (4,1 Pkt.) und D (3,8 Pkt.) (Abbildung 22, 19).

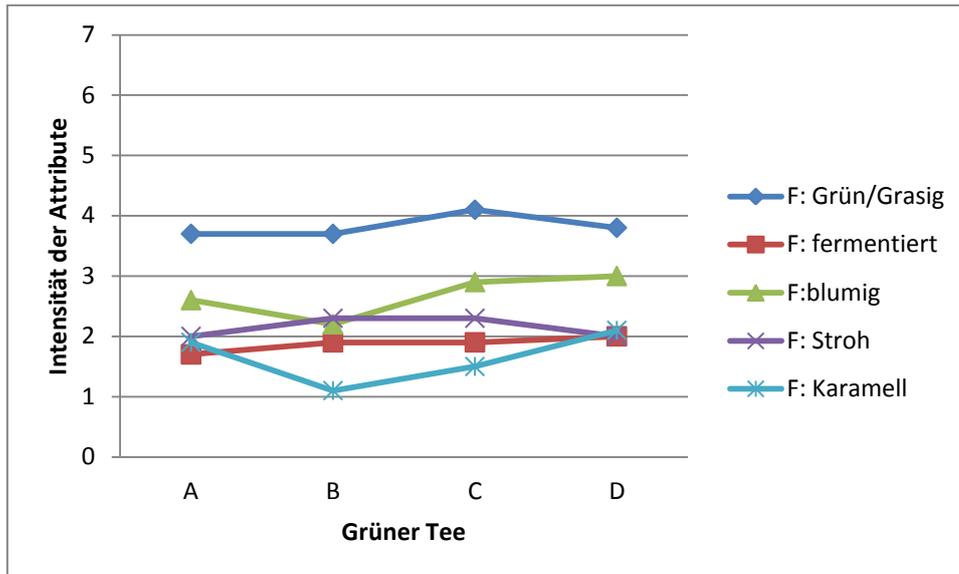


Abbildung 22: Grüntee-Flavourattribute der untersuchten Proben

A = Probe 002: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser

B = Probe 013: Grüntee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser

C = Probe 020: Grüntee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser

D = Probe 043: Grüntee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $p=0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Die Wahrnehmung von dem Attribut „*fermentiert*“ war auch sehr ausgeglichen und ohne signifikante ($p>0,05$) Unterschiede zwischen den Proben. Bei Referenztee A war dieses Merkmal mit 1,7 Pkt. am geringsten ausgeprägt. Tee B und C zeigten mit 1,9 Pkt. dieselbe Ausprägung und bei Tee D wurde dieses Attribut mit 2 Pkt. am stärksten wahrgenommen.

Bei „*blumig*“ konnten auch keine signifikanten ($p>0,05$) Unterschiede beobachtet werden. Bei der Referenzprobe A (2,6 Pkt.), Probe C (2,9 Pkt.) und D (3 Pkt.) zeigte dieses Attribut in etwa die gleiche Ausprägung. Getränk B wies mit 2,2 Pkt. eine geringere Intensität auf, diese Differenz war jedoch nicht signifikant ($p>0,05$) im Vergleich zu den restlichen Proben.

Die Intensität des Merkmals „*Stroh*“ war bei den vier untersuchten Grünteeproben nahezu gleich, ohne signifikante ($p>0,05$) Unterschiede. Referenzgrüntee A und Grüntee D hatten mit 2 Pkt. und Grüntee B und C mit 2,3 Pkt. jeweils dieselbe Ausprägung dieses Attributes.

Tee B wies mit 1,1 Pkt. den am wenigsten ausgeprägten *Karamellflavour* auf. Etwas intensiver wurde diese Eigenschaft bei Probe C mit 1,5 Pkt. und Referenzprobe A mit 1,9 Pkt. wahrgenommen. Die stärkste Ausbildung der *Karamellnote* wurde dem Getränk D (2,1 Pkt.) zugesprochen. Diese Abweichungen blieben allerdings alle ohne Signifikanz ($p > 0,05$).

„Stroh“ stand signifikant ($p = 0,000$) im Zusammenhang mit den Grüntee-Flavourattributen *grasig/grün* ($r = 0,720$) und *blumig* ($r = 0,664$). Neben dem *süßen* Geschmack ($r = 0,358$; $p = 0,01$) korrelierte der *Karamellflavour* auch mit dem Grüntee-Flavourattribut *blumig* ($r = 0,462$; $p = 0,000$).

4.3.2.3 Mundgefühl

Ähnlich wie beim schwarzen Tee ergab sich auch beim grünen Tee, dass Referenztee A (3,1 Pkt.) als am geringsten adstringierend empfunden wurde. Hingegen bei Probe B (4,7 Pkt.) resultierte die *Adstringenz* in der Wahrnehmung am stärksten, gefolgt von Probe D (4,4 Pkt.) und Probe C (4 Pkt.). Die Unterschiede waren nicht signifikant ($p > 0,05$) (Abbildung 23, 19).

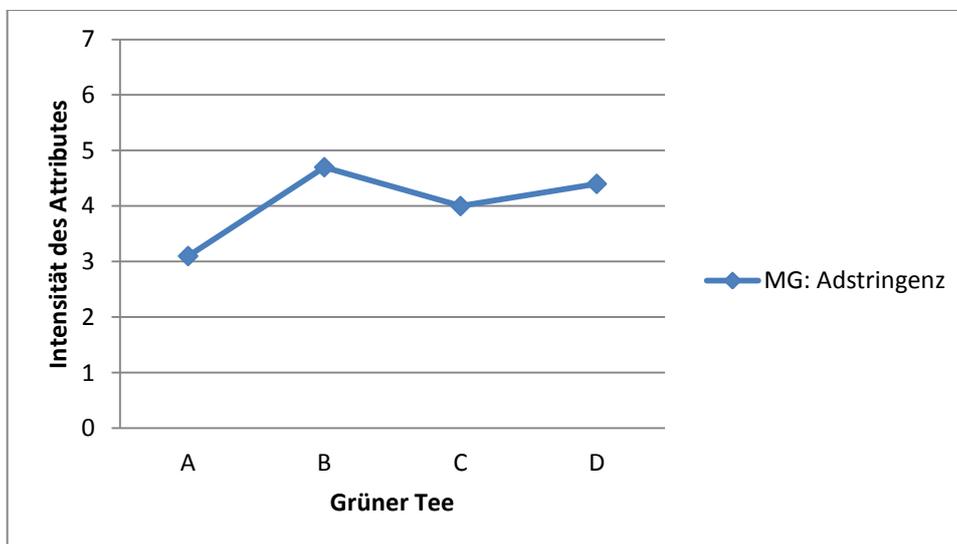


Abbildung 23: Attribut des Mundgefühls von den untersuchten Grünteeproben

A = Probe 002: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser
 B = Probe 013: Grüntee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
 C = Probe 020: Grüntee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser
 D = Probe 043: Grüntee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p = 0,05$; **=signifikant bis $p = 0,01$; ***=signifikant bis $p = 0,000$

Die *Adstringenz* korrelierte signifikant ($p=0,000$) mit dem *bitteren* Geschmack ($r=0,417$) und Nachgeschmack ($r=0,569$), sowie mit dem *metallisch* Geschmack ($r=0,361$; $p=0,01$) und Nachgeschmack ($r=0,366$; $p=0,01$).

4.3.2.4 Nachgeschmack

Abbildung 24 zeigt, dass der *allgemeine* Nachgeschmack bei Referenzprobe A (3,9 Pkt.) am schwächsten und bei Probe D (6,4 Pkt.) am stärksten war. Dieser Unterschied war signifikant ($p=0,01$). Die Intensität von Tee B (4,6 Pkt.) und Tee C (5,6 Pkt.) lag dazwischen, wobei sich Tee B signifikant ($p=0,05$) von Probe D unterschied.

Der *süße* Nachgeschmack war bei Grüntee B mit 2,4 Pkt. am geringsten ausgeprägt und unterschied sich signifikant von Probe C ($p=0,05$) mit 4,8 Pkt. und D ($p=0,000$) mit 5,8 Pkt. Signifikante Unterschiede von Probe C ($p=0,05$) und D ($p=0,000$) zur Referenzprobe A (3 Pkt.) konnten beobachtet werden.

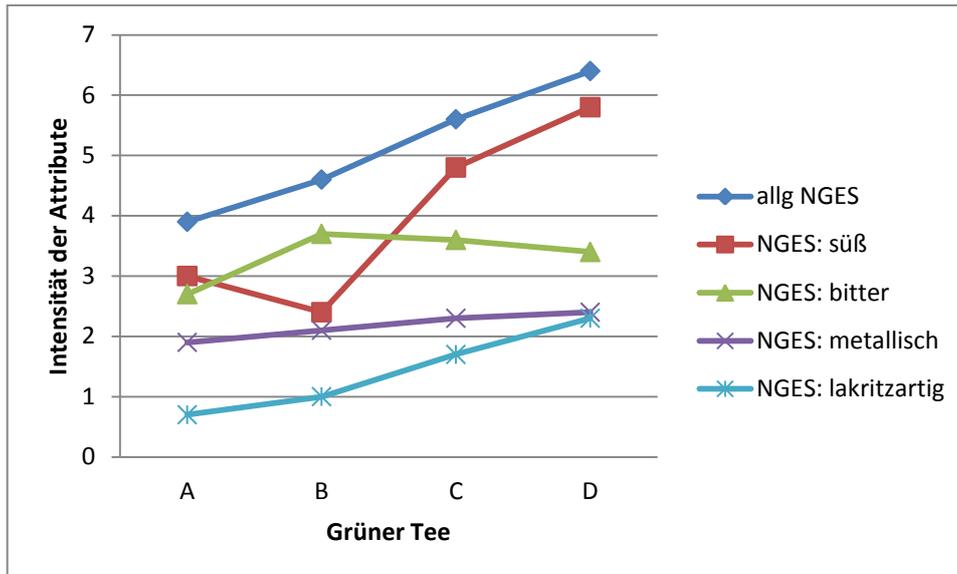


Abbildung 24: Attribute des Nachgeschmacks der untersuchten Grünteeproben

A = Probe 002: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser
 B = Probe 013: Grüntee mit 1 S-Tab/200 ml Wasser
 C = Probe 020: Grüntee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser
 D = Probe 043: Grüntee mit 3 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $p=0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Nachgeschmack allgemein

**A-D ($p=0,01$)
 *B-D ($p=0,05$)

Nachgeschmack süß

*A-C ($p=0,05$)
 ***A-D ($p=0,000$)
 *B-C ($p=0,05$)
 ***B-D ($p=0,000$)

Der Referenzgrüntee A war mit 2,7 Pkt. deutlich weniger *bitter* im Nachgeschmack, obwohl nicht signifikant ($p>0,05$), als die drei übrigen Teeproben mit S-Tabs. Zwischen den Proben B (3,7 Pkt.), C (3,6 Pkt.) und D (3,4 Pkt.) gab es keine signifikanten ($p>0,05$) Abweichungen.

Der *metallische* Nachgeschmack war bei allen Grüntees ähnlich ausgeprägt, ohne signifikante ($p>0,05$) Unterschiede. Am wenigsten *metallisch* war Referenzprobe A (1,9 Pkt.), gefolgt von Grünteeprobe B (2,1 Pkt.), C (2,3 Pkt.) und D (2,4 Pkt.).

Die *lakritzartige* Flavournote war im Nachgeschmack bei Grünteeprobe D (2,3 Pkt.) am stärksten wahrnehmbar. Kaum wahrnehmbar war dieses Merkmal bei Referenzgetränk A (0,7 Pkt.) und geringfügig intensiver war das Attribut bei Grüntee B (1 Pkt.) und C (1,7 Pkt.) (Abbildung 24, 19).

Korrelation gab es zwischen dem *allgemeinen* und *süßen* Nachgeschmack ($r=0,664$; $p=0,000$). Der *bittere* Nachgeschmack korrelierte mit dem *bitteren* Geschmack ($r=0,622$; $p=0,000$) und dem *metallischen* Nachgeschmack ($r=0,700$; $p=0,000$). Der *lakritzartige* Nachgeschmack korrelierte signifikant ($p=0,000$) mit dem *lakritzartigen* Flavour und dem *süßen* Nachgeschmack ($r=0,472$).

4.3.4 Gegenüberstellung der Referenzprobe A mit Probe C

4.3.4.1 Schwarzer Tee

Um festzustellen, inwieweit es sensorisch möglich ist Würfelzucker durch S-Tabs zu ersetzen, fand ein Vergleich zwischen dem Referenztee A und der äquivalenten Teeprobe C mit zwei S-Tabs in Bezug auf die Süße und weitere Attribute statt. Abbildung 25 liefert eine Gesamtdarstellung dieses Vergleichs.

Auf der geschmacklichen Ebene konnte eine große Ähnlichkeit von Probe C mit der Referenzprobe A, bezogen auf die Süße, beobachtet und kein signifikanter ($p>0,05$) Unterschied zwischen den Tees festgestellt werden. Bei der Bitterkeit wurde ebenfalls zwischen Referenzgetränk A (1,6 Pkt.) und C (2,6 Pkt.) kein signifikanter Unterschied ($p>0,05$) ermittelt.

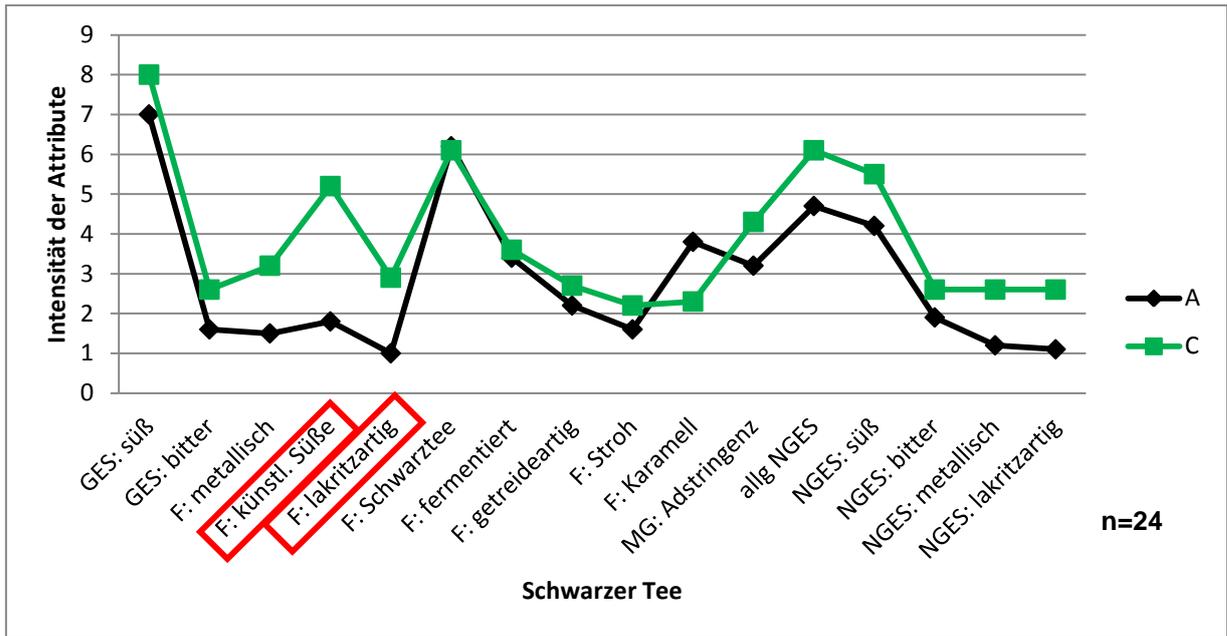


Abbildung 25: Vergleich der Attribute zwischen Referenztee A und der Probe C mit zwei S-Tabs

A = Probe 001: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser
 C = Probe 120: Schwarztee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Flavour künstliche Süße
 ***A-C ($p=0,000$)

Flavour lakritzartig
 *A-C ($p=0,05$)

In Bezug auf die spezifischen *Schwarztee*-Flavourattribute gab es zwischen Referenzprobe A und Probe C nur geringfügige Unterschiede, die nicht signifikant ($p>0,05$) waren.

Allerdings ist deutlich zu erkennen, dass die *künstliche Süße* und der *lakritzartige* Flavour in Probe C (5,2 Pkt./2,9 Pkt.), welche mit zwei S-Tabs gesüßt war, signifikant ($p=0,000$; $p=0,05$) intensiver im Vergleich zur Referenzprobe A (1,8 Pkt./1 Pkt.) waren. Das Flavourattribut *metallisch* unterschied sich zwischen der Referenzprobe A (1,5 Pkt.) und Probe C (3,2 Pkt.) nicht signifikant ($p>0,05$) voneinander. Die *Karamellnote* war dagegen beim schwarzen Tee A (3,8 Pkt.) ausgeprägter als bei Probe C (2,3 Pkt.), allerdings war der Unterschied nicht signifikant ($p>0,05$).

Bei der Adstringenz konnten zwischen der Referenzprobe A (3,2 Pkt.) und der äquivalenten Probe C (4,3 Pkt.) keine signifikanten ($p > 0,05$) Unterschiede beobachtet werden.

Die *Nachgeschmacksattribute* wurden im Getränk C intensiver wahrgenommen im Vergleich zu Referenzgetränk A und trotzdem blieb diese Ungleichheit ohne Signifikanz ($p > 0,05$).

4.3.4.2 Grüner Tee

Für den grünen Tee erfolgte ebenfalls ein Vergleich zwischen dem Referenztee A und dem äquivalenten Tee C mit zwei S-Tabs in Bezug auf die Süße und weitere Attribute. Zur Veranschaulichung dient Abbildung 26. Geschmacklich gab es zwischen Referenzprobe A (1,9 Pkt.) und Teeprobe C (2,8 Pkt.) hinsichtlich der Bitterkeit Differenzen, diese erwiesen sich allerdings nicht als signifikant ($p > 0,05$). Referenzprobe A mit 5,7 Pkt. und Probe C mit 6,2 Pkt. wurden gleich süß wahrgenommen, d.h. nicht signifikant ($p > 0,05$) war auch der Unterschied in der Süße.

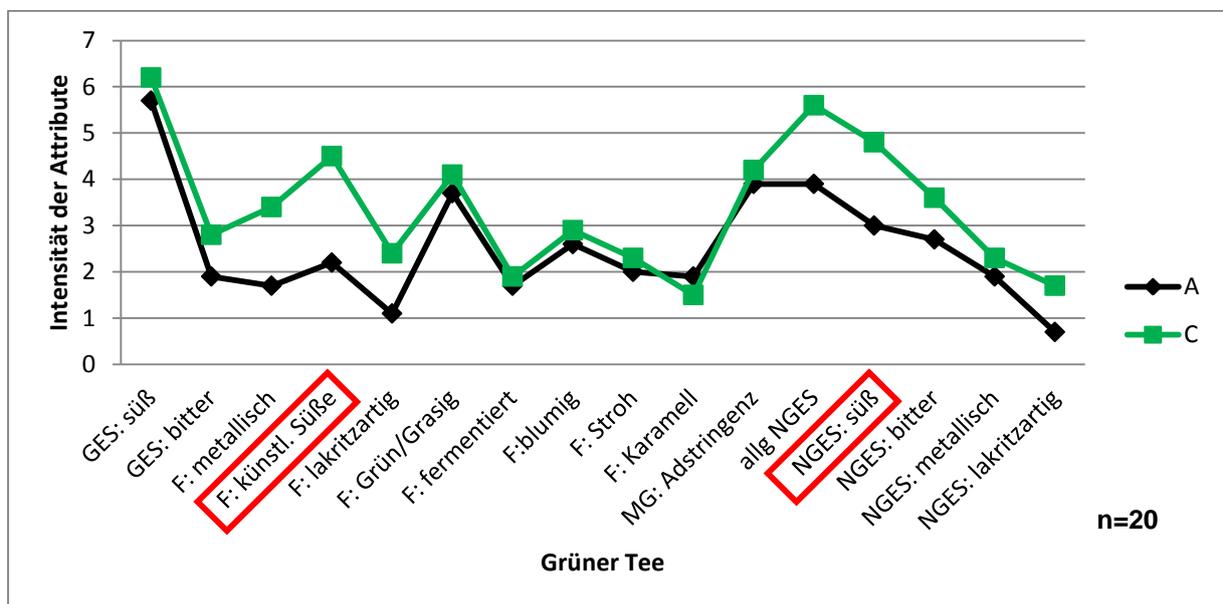


Abbildung 26: Vergleich der Attribute zwischen dem Referenztee A und der Probe C mit zwei S-Tabs

A = Probe 002: Referenzprobe mit zwei Würfelzuckern/200 ml Wasser

C = Probe 020: Grüntee mit 2 S-Tab/200 ml Wasser

*=signifikant bis $p=0,05$; **=signifikant bis $p=0,01$; ***=signifikant bis $p=0,000$

Flavour künstliche Süße

*A-C ($p=0,05$)

Nachgeschmack süß

*A-C ($p=0,05$)

Zwischen Referenzprobe A und Getränk C konnte, in Bezug auf die charakteristischen Attribute des Grüntees, kein signifikanter ($p > 0,05$) Unterschied festgestellt werden. Der *Karamellflavour* und die *Adstringenz* wurden als nahezu gleich empfunden und waren nicht signifikant unterschiedlich ($p > 0,05$).

Anders verhielt sich hingegen die Intensität der typischen Charakteristika von Stevia-Flavourattributen. Die *künstliche Süße*, *metallisch* und *lakritzartig* zeigten bei Probe C eine deutlich intensivere Ausprägung. Zwischen dem Referenzgetränk A und Getränk C wurde allerdings nur die *künstliche Süße* als signifikant ($p = 0,05$) verschieden empfunden.

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass der *Nachgeschmack* bei dem Referenztee A viel geringer wahrgenommen wurde im Vergleich zu Getränk C. Hinsichtlich des Nachgeschmacks gab es bei den Teeproben nur bezüglich des *süßen* Nachgeschmacks ($p = 0,05$) signifikante Unterschiede.

4.4 Präferenzprüfung

4.4.1 Präferenzprüfung von grünem Tee mit Würfelzucker und S-Tabs

Das Resultat der Präferenzprüfung von grünem Tee mit Zucker und der äquivalenten Menge an S-Tabs zeigte einen signifikanten ($p = 0,003$) Unterschied zwischen den beiden Teeproben. Die Analyse schloss insgesamt 110 Verbraucher ein, wobei 72 Konsumenten (65%) den Grüntee mit Würfelzucker präferierten und sich nur 38 der teilnehmenden Personen (35%) für die Stevia Variante entschieden (Abbildung 27).

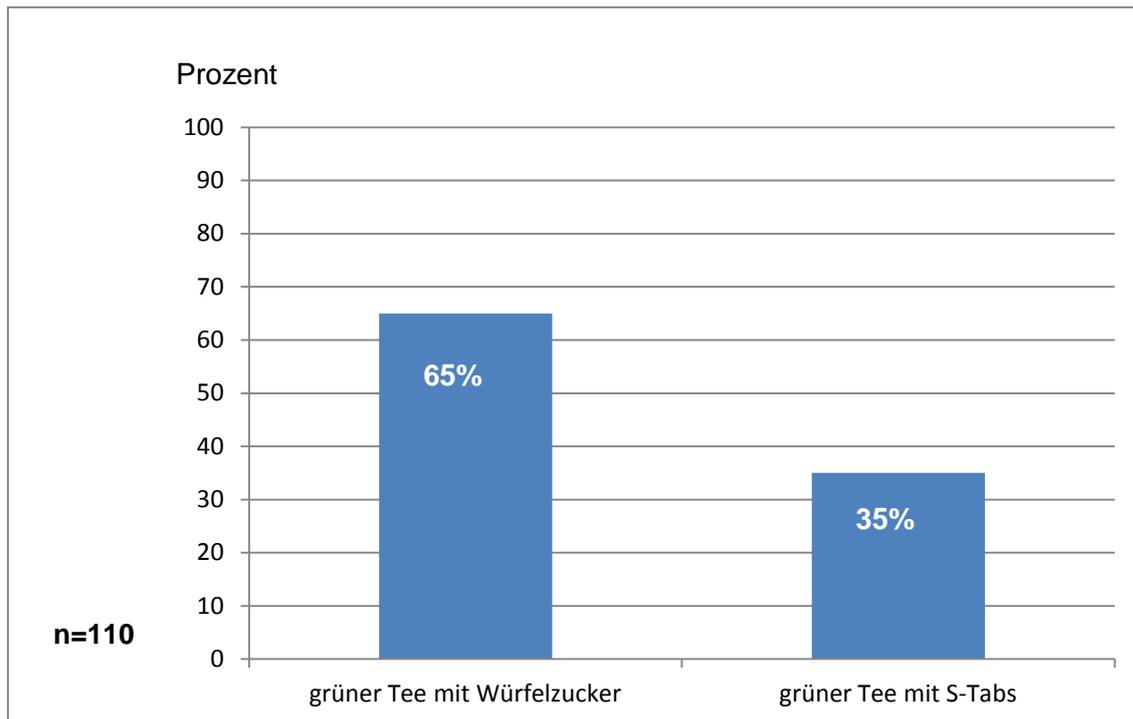


Abbildung 27: Ergebnisse der Präferenzprüfung von grünem Tee mit Würfelzucker und S-Tabs

4.4.2 Präferenzprüfung von schwarzem Tee mit Würfelzucker und S-Tabs

Beim schwarzen Tee manifestierte sich, ähnlich zum Ergebnis des Grüntees, ein signifikanter Unterschied zwischen der Zucker- bzw. Steviavariante. Die Entscheidung fiel weniger eindeutig aus, dennoch erwies sich das Ergebnis als signifikant ($p=0,045$). Von den 110 Urteilenden entschieden sich 66 Personen (60%) für die Zucker Variante und 44 Teilnehmer (40%) präferierten den Schwarztee, welcher Stevia als Süßungsmittel enthielt (Abbildung 28).

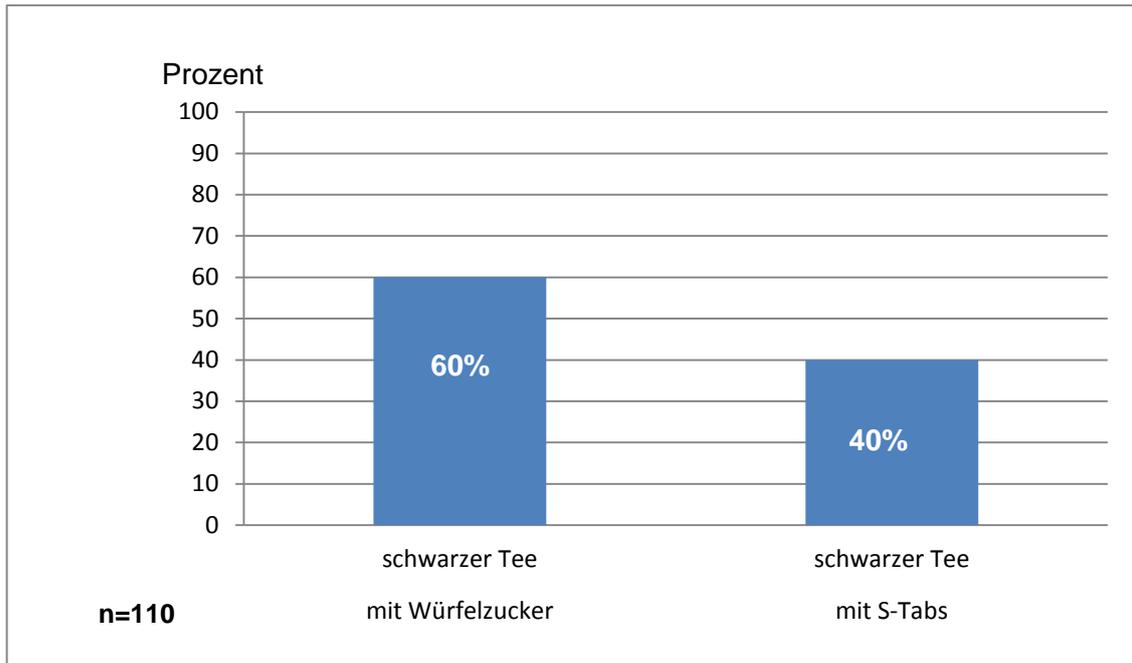


Abbildung 28: Ergebnisse der Präferenzprüfung von schwarzem Tee mit Würfelzucker und S-Tabs

5 Diskussion

Zahlreiche Studien beschäftigten sich bereits mit der Ermittlung einer äquivalenten Menge an Steviolglykosiden zu Saccharose (Cardoso und Bolini, 2007/2008; Cardello, 1999; Saß, 2010; Prakash, 2008). Hierbei ergaben sich jeweils unterschiedliche Äquivalente. Diese können dadurch erklärt werden, dass die Süßkraft einer Substanz von dem Medium, dem pH-Wert, der Temperatur und der eingesetzten Konzentration an Steviolglykosiden abhängig ist (Prakash et al., 2008).

In der vorliegenden Masterarbeit wurde bei der Ermittlung des Äquivalentes von S-Tabs in grünem und schwarzem Tee festgestellt, dass zwei S-Tabs einer Menge von zwei Stück Würfelzucker entsprechen. Eine Studie von Cardello et al. (1999) ergab, dass 0,0197 g Stevia äquivalent zu 3 g Saccharose sind, d.h. für zwei Stück Würfelzucker (8 g) werden 0,053 g Stevia benötigt. Dieses Ergebnis lässt sich auf S-Tabs übertragen und stimmt mit dem in dieser Arbeit ermittelten Äquivalent von 0,059 g S-Tabs überein.

Für die teilnehmenden Panelisten gestaltete sich die Auswahl einer Probe, welche dem Tee mit Würfelzucker am ehesten gleich, als schwierig. Diese Problematik konnte bereits bei anderen Untersuchungen beobachtet werden. Erklärbar ist dies dadurch, dass durch die Verwendung von Stevia andere Stimuli, wie beispielsweise bitter und adstringierend, in den Proben präsent waren, die die Wahrnehmung von süß beeinflussten (Cardoso and Bolini, 2007). Keast und Breslin (2002) untermauerten diesen Effekt in ihrer Studie, in welcher die Interaktionen von unterschiedlichen Geschmacksqualitäten analysiert wurden. Mischungen von bitter und süß beeinträchtigten sich bei geringen Konzentrationen variabel, während sich jene Geschmacksqualitäten bei moderaten bzw. hohen Konzentrationen gegenseitig unterdrückten. Der süße Geschmack unterliegt folglich entweder einem Synergismus, oder einer Suppression.

Stevia zeigt im sensorischen Geschmacks- und Flavourprofil unerwünschte Geschmacksattribute, wie künstliche Süße, metallisch, lakritzartig und bitter. Weiters ist ein lang anhaltender Nachgeschmack charakteristisch (Saß, 2010; Cardoso und Bolini, 2008; Prakash et al., 2008).

In vorliegender Masterarbeit wurden sensorische Profile des Referenztees A mit zwei Stück Würfelzucker und der drei Teeproben (B, C und D) mit S-Tabs für grünen bzw. schwarzen Tee erarbeitet. Dabei konnten im süßen Geschmack keine signifikanten ($p > 0,05$) Unterschiede zwischen der Referenzprobe A und der äquivalenten Probe C mit zwei S-Tabs beobachtet werden (Abbildung 14, 20). Die Probe B mit einem S-Tab wurde als signifikant ($p = 0,000$) weniger süß und die Probe D mit drei S-Tabs als signifikant ($p = 0,01$) süßer empfunden, als die beiden anderen Proben.

Stevia zeigt vor allem in höheren Konzentrationen einen bitteren Geschmack, welcher häufig bei zahlreichen Stevia-Arten vorkommt (Cardoso and Bolini, 2007). Vorliegende Ergebnisse der hier durchgeführten QDA zeigen dies ebenfalls. Die Referenzprobe A, gesüßt mit Würfelzucker, wurde mit 1,6 Pkt. (Schwarztee) bzw. 1,9 Pkt. (Grüntee) als am wenigsten bitter empfunden wurde. Die Probe D des Schwarztees (drei S-Tabs) mit 3 Pkt. am bittersten bewertet. Hingegen in der Grünteeprobe B (ein S-Tab) wurde die Bitterkeit mit 3,9 Pkt. als am intensivsten beschrieben. Der bittere Geschmackseindruck erklärt sich möglicherweise aus der Struktur der Sesquiterpenlaktone (Prakash et al., 2008). Der damit verbundene bittere Nachgeschmack zeigte sich ebenfalls in Probe D am höchsten mit 3,2 Pkt. (Schwarztee) bzw. 3,4 Pkt. (Grüntee) und am geringsten in der Referenzprobe A mit 1,9 Pkt. für beide Teesorten.

Young und Wilkens (2007) beschrieben negative Effekte bei zunehmender Konzentration von Steviolglycosiden, besonders bei der empfundenen künstlichen Süße, dem metallischen sowie lakritzartigen Flavour und dem allgemeinen Nachgeschmack. Dies stimmt auch mit den Ergebnissen in vorliegender Masterarbeit überein. Hierbei wurde in der Teeprobe D mit drei S-Tabs die signifikant ($p < 0,05$) höchsten Intensitäten dieser Flavourattribute (metallisch Geschmack und Nachgeschmack, lakritzartig und künstliche Süße) evaluiert.

Im Vergleich zu den anderen Proben war in beiden Teeproben B die Adstringenz mit 4,7 Pkt. am stärksten ausgeprägt. Zurückzuführen ist das auf die signifikant ($p = 0,000$) geringste Intensität des süßen Geschmacks und die relativ hohe Bitterkeit. In der Referenzprobe A hingegen wurde die Geschmacksqualität bitter

am geringsten wahrgenommen. Folglich erhielt das adstringierende Mundgefühl die niedrigste Bewertung.

Die spezifischen Schwarztee- bzw. Grüntee-Flavourattribute unterschieden sich bei keiner Teeprobe signifikant ($p > 0,05$) voneinander. Daraus lässt sich schließen, dass die Wahrnehmung der Flavourattribute für den Grün- bzw. Schwarztee durch den Einsatz von S-Tabs nicht beeinflusst wird. Beim Karamellflavour, sowie bei der Adstringenz konnten ebenfalls keine signifikanten ($p > 0,05$) Unterschiede festgestellt werden.

Anhand der durchgeführten Analysen konnte beobachtet werden, dass die Referenzprobe A und die äquivalente Probe C bei den meisten Attributen ein ähnliches Teeprofil zeigten ($p > 0,05$). Nur in zwei für Stevia charakteristischen Flavourattributen sind die Ergebnisse signifikant ($p < 0,05$) voneinander verschieden. Beim Schwarztee ist zu erkennen, dass lakritzartig und die künstliche Süße in Probe C signifikant ($p = 0,05$; $p = 0,000$) intensiver ausgeprägt waren im Vergleich zur Referenzprobe A (Abbildung 25). Die Geschmacks- und Flavourattribute von Stevia wurden bei der Grünteeprobe C stärker wahrgenommen. Allerdings unterschieden sich lediglich die künstliche Süße, sowie der süße Nachgeschmack signifikant ($p = 0,05$) von der Referenzprobe A (Abbildung 26).

Der süße und allgemeine Nachgeschmack wurden intensiver wahrgenommen je mehr S-Tabs verwendet wurden. Folglich zeigte die Teeprobe D, mit drei S-Tabs, die signifikant ($p < 0,05$) stärkste Ausprägung. Der langanhaltende süße Nachgeschmack von Teeprobe D lässt sich durch die langsam einsetzende Süße von Stevia erklären. Dies zeigten schon Studien von Prakash et al. (2008) und Saß (2010).

Für die Präferenzprüfung wurde die Referenzprobe mit der äquivalenten Teeprobe mit zwei S-Tabs verglichen, um die Beliebtheit der verwendeten Süßungsmittel im Tee zu evaluieren. Die Konsumenten bevorzugten signifikant ($p = 0,003$) beim Grüntee zu 65% bzw. beim Schwarztee ($p = 0,045$) zu 60% jeweils die Referenzprobe, welche mit Würfelzucker gesüßt war. Von diesem Ergebnis kann abgeleitet

werden, dass der Tee mit S-Tabs nicht die geschmacklichen Vorstellungen der Verbraucher erfüllte, obwohl im sensorischen Flavour Profil die Referenzprobe A sehr ähnlich war.

Nicht auszuschließen ist, dass viele Probanden bei der Präferenzprüfung das erste Mal Tee mit Stevia verkosteten. Daraus kann abgeleitet werden, dass der etwas andere und unübliche Geschmacksflavour von Stevia im Vergleich zu Zucker intuitiv zu einer Bevorzugung des Tees mit Würfelzucker führte. Der typische Flavour von Stevia benötigt vermutlich eine Gewöhnungsphase um die Beliebtheit beim Verbraucher zu verbessern.

Lebensmitteltechnologische Forschungsergebnisse liefern erste Lösungsansätze, um die ungünstigen Flavoureigenschaften von Stevia zu eliminieren. Ebenfalls könnten durch den Einsatz von natürlichen Aromastoffen bestimmte wahrgenommene Eigenschaften von Stevia positiv beeinflusst werden. Dies führt zu einer Senkung des langanhaltenden süßen Geschmacks, sowie des bitteren und metallischen Flavours und zu einer Verbesserung des Merkmals „natürliche Süße“ (Saß, 2010).

Im Hinblick auf die Signifikanz der erhobenen Daten der QDA sollte die geringe Stichprobe beachtet werden. Für zukünftige Analysen empfiehlt sich eine größere Stichprobe, da damit kleine Unterschiede bei einer großen Attributanzahl besser erkannt werden können.

Für die Analyse der Parameter erfolgten mehrere Tests, wodurch das α Niveau nicht mehr zu 100% zuverlässig war. Diese Problematik ergibt sich beim multiplen Testen, weshalb das reale α Niveau nicht mehr die gewünschten 5% ausmacht.

Eine weitere Einschränkung stellt die Repräsentativität der Stichprobe dar. Die teilnehmenden Panelisten beschränkten sich vorwiegend auf Personen, welche Tee ohne Zucker konsumierten.

6 Schlussbetrachtung

Seit 02. Dezember 2011 sind Steviolglykoside als Lebensmittelzusatzstoff zugelassen und in den europäischen Märkten als Süßstoff „E960“ erhältlich. Stevia erlangte seither hohen Anklang als natürliches Süßungsmittel (Kuhn, 2012). In der Getränkeindustrie werden künstliche Süßungsmittel schon seit langem verwendet. Stevia, als natürlicher Süßstoff, wird nun ein besonderes Augenmerk geschenkt, da künstliche Süßstoffe wegen möglicher gesundheitsschädlicher Auswirkungen in der Öffentlichkeit in Misskredit geraten sind (Saß, 2010).

Die Problematik der Adipositas ist allgegenwärtig und die Tendenz scheint weiterhin steigend (WHO, 2013). Eine von mehreren Ernährungsursachen hierfür stellt der Konsum von gesüßten Getränken dar (Anton et al., 2010).

Folglich greifen vermehrt gesundheitsbewusste Verbraucher zu kalorienreduzierten Lebensmitteln und Getränken (Saß, 2010). Möglicherweise kann Stevia, dessen Ursprung natürlich ist, bei der Reduktion und Kontrolle der Kalorienzufuhr behilflich sein (Lemus-Mondaca et al., 2012).

In den letzten Dekaden konnte ein deutlicher Anstieg der Bedeutung und des Verbrauchs von Tee beobachtet werden. Dieser rasante Zuwachs des Ansehens von Tee liegt vermutlich an seinem Einfluss auf die Gesundheit, im Bereich Gesundheitsförderung und Krankheitsprävention (Ahmed und Stepp, 2013).

Aufgrund dieser Tatsache und der Aktualität von Stevia beschäftigte sich diese Masterarbeit mit der Frage, ob der alltägliche Gebrauch von Zucker zum Süßen von Tee durch Stevia ersetzt werden kann und somit eine Einsparung an Kalorien erzielt werden könnte. Im Rahmen dieser Analyse sollte geklärt werden, ob dieser Austausch sensorisch möglich ist bzw. die Steviavariante vom Konsumenten angenommen wird.

Mittels einer Just-About-Right (JAR) Skala erfolgte im ersten Schritt die Evaluierung des Äquivalentes von S-Tabs für zwei Stück Würfelzucker. Die geschulten Panelisten ermittelten, dass zwei S-Tabs äquivalent zu der eingesetzten Zuckermenge waren, unabhängig von der Teesorte, d.h. Schwarz- bzw. Grüntee.

Laut Literatur weisen isolierte Süßstoffe ein etwas anderes Geschmacks- bzw. Flavourprofil auf als Saccharose. Ähnlich wie künstliche Süßungsmittel zeigt Stevia unterschiedliche Off-Flavour. Meist handelt es sich um Charakteristika wie künstliche Süße, bitter, adstringierend und metallisch (Saß, 2010; Prakash et al., 2008; Šedivá et al., 2006).

Die vorliegende Untersuchung lieferte weniger Abweichungen als dies aus der Literatur zu erwarten war. Denn bezüglich oben erwähnter Attribute unterschieden sich beim Vergleich der Referenzprobe A mit der äquivalenten Probe C nur jeweils zwei Eigenschaften voneinander. Beim Schwarztee zeigte sich eine signifikante ($p < 0,05$) Abweichung zwischen künstlicher Süße und lakritzartig beim Vergleich mit Referenztee A, der mit Würfelzucker gesüßt wurde. Der Flavour von künstlicher Süße war auch beim grünen Tee eindeutig ($p = 0,05$) verschieden vom Referenzgetränk A. Der Grüntee wich zusätzlich beim Nachgeschmack süß signifikant ($p = 0,05$) von der Referenzprobe A ab.

Die Präferenzprüfung der befragten Verbraucher allerdings zeigte eindeutig, dass die Steviavariante weniger beliebt war und weiterhin der Tee mit Würfelzucker präferiert wurde. Von den Probanden bevorzugten 65% den grünen bzw. 60% den schwarzen Referenztee mit Würfelzucker.

Anhand der durchgeführten Analysen sollte festgestellt werden, ob es möglich ist Stevia zum alltäglichen Süßen von Tee zu nutzen, um dadurch Kalorien zu sparen.

Laut WHO sollte der Anteil an zugesetztem Zucker geringer als 10% der täglichen Energieaufnahme sein. Für Kinder bedeutet dies eine Aufnahme von höchstens 170/190 bis 220/270 kcal (Mädchen/Buben). Bei Jugendlichen und Erwachsenen beschränkt sich die Zufuhr über Zucker auf 230 bis 290 kcal täglich. Diese Angabe dient als Grundlage für die Berechnung einer möglichen Einsparung von Kalorien durch die Verwendung von Stevia.

Ein durchschnittlicher Pro-Kopf-Verbrauch von Tee (*Camilla sinensis*) über drei Jahre (2009-2011) zeigte, dass in Österreich 32 Liter Tee getrunken wurden (Abbildung 6) (Österreichischer Kaffee- und Teeverband, 2012). In Anlehnung an die

oben genannte Studie werden zwei Stück Würfelzucker (8 g) für eine Teezubereitung (200 ml Wasser) verwendet. Wenn 1 g Kohlenhydrate 4,1 kcal bereitstellt, liefert ein Liter Tee 164 kcal. Bezogen auf den konsumierten Tee ergibt dies eine aufgenommene Energiemenge von 4,8 kcal pro Tag.

Dieser durchschnittlich berechnete Wert liegt deutlich unter der veranschlagten täglichen Zuckerezufuhr von 10% der Energiemenge. Der Verzehr von 32 Litern Tee liefert lediglich einen Durchschnittswert, weshalb das errechnete Kalorienplus nicht vernachlässigt werden sollte. Zur Veranschaulichung soll folgendes Beispiel dienen: werden täglich 1,5 Liter gesüßter Tee getrunken, ergibt dies 246 kcal. Dieser durchschnittlich errechnete Wert entspricht in etwa 10% der täglichen Energieaufnahme, welche nur durch den alleinigen Konsum von Tee erreicht wird. In der Regel umfasst der Zuckerkonsum nicht alleine die Süßung von Tee, vielmehr müssen dabei auch noch weitere Getränke und Lebensmittel berücksichtigt werden. Durch den Einsatz von Stevia könnten die Kalorien zu einem Teil reduziert werden. Diese Alternative könnte folglich als erster Schritt einer Lebensstilmodifikation im Bereich Gewichtsmanagement und Krankheitsprävention angesehen werden.

7 Zusammenfassung

Seit der Zulassung von Steviolglykosiden „E960“ im Dezember 2011 kam es zu einem beträchtlichen Anstieg der Popularität von Stevia. Aus Anlass der Aktualität dieses Themas und der konstant steigenden Bedeutung von Tee entstand die vorliegende Masterarbeit.

Für die sensorischen Analysen wurden sowohl analytische, als auch hedonische Prüfmethode verwendet. Im ersten Schritt erfolgte die Evaluierung der benötigten äquivalenten Menge an S-Tabs im Vergleich zu Würfelzucker. Sowohl für Schwarz- als auch für Grüntee, wurden jeweils vier verschiedene Proben von 10 bzw. 13 Prüfpersonen mittels Just-About-Right (JAR) Skala evaluiert. Anhand der Quantitativen Deskriptiven Analyse (QDA) wurden der Referenztee (Probe A) mit Würfelzucker und die drei Teevariationen (Proben B, C, D) mit unterschiedlichen Mengen an S-Tabs hinsichtlich ausgewählter Attribute von einem Panel bestehend aus 10 bzw. 12 geschulten Personen beurteilt.

Zwei S-Tabs entsprachen in etwa zwei Stück Würfelzucker. Dieses Resultat bestätigte sowohl die JAR, als auch die QDA.

Die Evaluierung des süßen Geschmacks der untersuchten Schwarz- und Grünteeproben zeigte, dass die Probe C mit zwei S-Tabs in seiner Intensität des süßen Geschmacks am ehesten der Referenzprobe A mit zwei Stück Würfelzucker entsprach ($p > 0,05$). Die Probe B mit einem S-Tab wurde als weniger süß und die Probe D mit drei S-Tabs deutlich süßer empfunden als die beiden anderen Proben.

Die Referenzprobe A und die äquivalente Probe C zeigten bei nahezu allen Attributen ein ähnliches Teeprofil ($p > 0,05$) und wichen nur in jeweils zwei für Stevia charakteristischen Geschmacks- und Flavourattributen voneinander ab. Im schwarzen Tee waren die künstliche Süße und der lakritzartige Flavour in der Probe C mit zwei S-Tabs signifikant ($p = 0,05$) intensiver als in der Referenzprobe A. Beim Grüntee war der süße Nachgeschmack ebenfalls signifikant ($p = 0,05$) stärker ausgeprägt.

Bei der Präferenzprüfung bevorzugten 60% (Schwarztee) bzw. 65% (Grüntee) der Prüfpersonen die Referenzprobe, die mit Würfelzucker gesüßt wurde. Es kann daraus gefolgert werden, dass Stevia als Süßungsmittel im Tee nicht die Erwartungen der Konsumenten erfüllte.

Von den Ergebnissen der durchgeführten Versuche kann zusammenfassend abgeleitet werden, dass es einen Unterschied zwischen den Attributen gab, aber lediglich zwei Attribute signifikant voneinander abwichen. Diese Diskrepanz zeigte tendenziell eine Präferenz der Zuckervariante, sowohl beim Grün- als auch beim Schwarztee. Es bedarf einer Gewöhnungsphase an den unüblichen Geschmackseindruck, damit Stevia ein alternatives Süßungsmittel darstellt.

8 Summary

Since the approval of steviol glycosides “E960”, stevia has gained a substantial increase in its popularity. The present thesis was originated according to the relevance of stevia and the constant increase in the importance of tea.

Analytic as well as hedonic sensory methods were used for the evaluation of the investigated tea samples with sugar and s-tabs. First of all it was necessary to determine the equivalent sweetness of s-tabs for sugar. For both black and green tea, four different tea samples were assessed by 10 resp. 13 persons using the Just-About-Right (JAR) scale. On basis of Quantitative Descriptive Analysis (QDA) 10 to 12 trained persons were selected to evaluate the samples with sugar (reference A) and three different tea preparations, sweetened with various amounts of s-tabs (sample B, C, D), with regard to flavour characteristics.

The amount of two s-tabs approx. matches the equivalent of two sugar cubes. JAR as well as QDA confirmed this finding.

Sample C with two s-tabs and the reference tea (sample A) with two sugar cubes has a similar intensity of sweetness independent of the kind of tea. Sample B with one s-tab was less sweet and sample D with three s-tabs was distinctly sweeter than the other two tea samples.

The reference sample A as well as the equivalent sample C with two s-tabs showed very similar sensory profiles ($p > 0.05$) and differed only in two flavour attributes, characteristically typical for stevia. In the black tea the artificial sweetness and the liquorice-like flavour were significantly ($p = 0.05$) higher in the sample C with two s-tabs than in the reference sample A. The green tea sample C was additionally significantly sweeter in aftertaste ($p = 0.05$) than reference tea.

The preference test showed that 60% or 65% of individuals preferred significantly ($p < 0.05$) sugar as a sweetener for the black tea and green tea, respectively. As result, it can be assumed that using stevia as a sweetener in tea did not meet the consumer's expectations.

A familiarization phase is necessary before stevia can be used as an everyday sweetener.

9 Literaturverzeichnis

- ABOU-ARAB, A. E., ABOU-ARAB, A. A., & ABU-SALEM, M. F. 2010. Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. *African Journal of Food Science*, 4, 269–281.
- AGES (Österreichische Agentur für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit). Fragen und Antworten zu Stevia. 2012
<http://www.ages.at/ages/ernaehrungssicherheit/lebensmittelzusatzstoffe/faq-stevia/> (Stand: 08.07.2013)
- AHMED, S. & STEPP, J. R. Green Tea: The Plants, Processing, Manufacturing and Production. In: *Tea in Health and Disease Prevention* (Academic Press, Hrsg.). Elsevier Verlag: USA. 2013, Kapitel 2.
- ANTON, S. D., MARTIN, C. K., HAN, H., COULON, S., CEFALU, W. T., GEISELMAN, P. & WILLIAMSON, D. A. 2010. Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite*, 55, 37-43.
- BAZ DE OLIVEIRA, A. J. B., GONÇALVES, R. A. C., CHIERRITO, T. P. C., DOS SANTOS, M. M., DE SOUZA, L. M., GORIN, P. A. J., SASSAKI, G. L. & IACOMINI, M. 2011. Structure and degree of polymerisation of fructooligosaccharides present in roots and leaves of *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni. *Food Chemistry*, 129, 305-311.
- BLAUTH DE SLAVUTZKY, S. M. 2010. Stevia and sucrose effect on plaque formation. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 5, 213-216.
- BUSCH-STOCKFISCH, M., Deskriptive Prüfungen. In: *Praxisbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung* (Busch-Stockfisch M., Hrsg.). Behr's Verlag:Hamburg. Aktualisierungsauslieferung 10/06, 2002, 14., Kapitel: I-1.4, Kapitel: II-4, Kapitel: II-5.
- CARAKOSTAS, M. C., CURRY, L. L., BOILEAU, A. C. & BRUSICK, D. J. 2008. Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. *Food and Chemical Toxicology*, 46, S1-S10.
- CARDELLO, H.M.A.B., DA SILVA, M.A.P.A., DAMASIO, M.H. 1999. Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. *Plant Foods for Human Nutrition*, 54, 119-130.
- CARDOSO, J.M.P., BOLINI, H.M.A. 2008. Descriptive profile of peach nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. *Journal of Sensory Studies*, 23, 804-816.
- CARDOSO, J. M. P. & BOLINI, H. M. A. 2007. Different sweeteners in peach nectar: Ideal and equivalent sweetness. *Food Research International*, 40, 1249-1253.

- CHATSUDTHIPONG, V. & MUANPRASAT, C. 2009. Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & Therapeutics*, 121, 41-54.
- CURRY, L. L. & ROBERTS, A. 2008. Subchronic toxicity of rebaudioside A. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 11-20.
- CURRY, L. L., ROBERTS, A. & BROWN, N. 2008. Rebaudioside A: Two-generation reproductive toxicity study in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 21-30.
- DA SILVA PINTO, M. 2013. Tea: A new perspective on health benefits. *Food Research International*, 53, 558-567.
- DE BRUIN, E. A., ROWSON, M. J., VAN BUREN, L., RYCROFT, J. A. & OWEN, G. N. 2011. Black tea improves attention and self-reported alertness. *Appetite*, 56, 235-240.
- DEUTSCHER TEEVERBAND, Tee als Wirtschaftsfaktor. 2012: http://www.teeverband.de/wirtschaft/Jahresbericht_2012.php (Stand: 08.07.2013)
- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal* 2010;8(4):1537. [84 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2010.1537. Available online: <http://www.efsa.europa.eu/en/search/doc/1537.pdf> (Stand: 2.07.2013)
- ELMADFA, I., HASENEGGER, V., WAGNER, K., PUTZ, P., WEIDEL, N. M., WOTTAWA, D., KUEN, T., SEIRINGER, G., MEYER, A. L., STURTZEL, B., KIEFER, I., ZILBERSZAC, A., SGARABOTTOLO, V., MEIDLINGER, B. & RIEDER, A. Österreichischer Ernährungsbericht. 1.Auflage, Wien, 2012.
- EUROPEAN COMMISSION. Novel Food- Introduction. 2011: http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/novelfood/index_en.htm (Stand: 08.07.2013)
- FAO (Food And Agriculture Organization of the United States). Medium-term prospects for agricultural commodities. 2010: <http://www.fao.org/docrep/006/y5143e/y5143e0z.htm> (Stand: 11.07.2013)
- FAO (Food And Agriculture Organization of the United States). Fact Sheet, Steviol Glycosides. 2008: http://www.info-edulcorants.org/pdf/Steviol_Glycosides_Fact_Sheet_November_2011.pdf (Stand: 02.07.2013)
- GIACAMAN, R. A., CAMPOS, P., MUÑOZ-SANDOVAL, C. & CASTRO, R. J. 2013. Cariogenic potential of commercial sweeteners in an experimental biofilm caries model on enamel. *Archives of Oral Biology*, 58, 1116-1122.
- HAYASHI, N., UJIHARA, T., CHEN, R., IRIE, K. & IKEZAKI, H. 2013. Objective evaluation methods for the bitter and astringent taste intensities of black and oolong teas by a taste sensor. *Food Research International*, 53, 816-821.

- HOFFMANN, W. Ifat „Teestudie“. 2010:
<http://www.kaffeeteeverband.at/cms/cms.php?pageName=126> (Stand:
 12.07.2013)
- JAIN, A., MANGHANI, C., KOHLI, S., NIGAM, D. & RANI, V. 2013. Tea and human health: The dark shadows. *Toxicology Letters*, 220, 82-87.
- JEPPESEN, P.B., BARRIOCANAL, L., MEYER, M.T., PALACIOS, M., CANATE, F., BENITEZ, S., LOGWIN, S., SCHUPMANN, Y., BENITEZ, G. 2006. Efficacy and tolerability of oral Stevioside in patients with type 2 diabetes: a long-term randomized, double-blinded, placebo-controlled study. *Diabetologia*, 49, 511-512.
- KEAST, R. S. J. & BRESLIN, P. A. S. 2003. An overview of binary taste–taste interactions. *Food Quality and Preference*, 14, 111-124.
- KIM, I.-S., YANG, M., LEE, O.-H. & KANG, S.-N. 2011. The antioxidant activity and the bioactive compound content of Stevia rebaudiana water extracts. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1328-1332.
- KUMAR, D., KUMAR, A. & PRAKASH, O. 2012. Potential antifertility agents from plants: A comprehensive review. *Journal of Ethnopharmacology*, 140, 1-32.
- KUHN, B. 2012. Stevia und Steviolglycoside – buchstäblich in „aller Munde“. *Ernährung aktuell*, 3, 5-6.
- LAWLESS, H. T., HEYMANN, H. 1999. Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices. Aspen Publishers Inc., Gaithersburg; Maryland, 208-264.
- LEE, J., CHAMBERS, D.H. 2007. A lexicon for flavour descriptive analysis of green tea. *Journal of Sensory Studies*, 22, 256-272.
- LEMUS-MONDACA, R., VEGA-GÁLVEZ, A., ZURA-BRAVO, L. & AH-HEN, K. 2012. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132, 1121-1132.
- LORENZ, M. The Role of Individual Tea Compounds in Cardiovascular Protective Effects of Green and Black Tea. In: Tea in Health and Disease Prevention (Academic Press, Hrsg.). Elsevier Verlag: USA. 2013, Kapitel 70.
- MAKI, K. C., CURRY, L. L., REEVES, M. S., TOTH, P. D., MCKENNEY, J. M., FARMER, M. V., SCHWARTZ, S. L., LUBIN, B. C., BOILEAU, A. C., DICKLIN, M. R., CARAKOSTAS, M. C. & TARKA, S. M. 2008. Chronic consumption of rebaudioside A, a steviol glycoside, in men and women with type 2 diabetes mellitus. *Food and Chemical Toxicology*, 46, S47-S53.
- ÖSTERREICHISCHER KAFFEE- UND TEEVERBAND. Die internationale Teewirtschaft. 2012: <http://www.kaffeeteeverband.at/cms/cms.php?pageName=133> (Stand: 08.07.2013)

- ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH. 2009. Tee und Teeähnliche Erzeugnisse. In: *Codexkapitel B 31*. 4. Auflage, 2001, 463-498
- PAN, M.-H., LAI, C.-S., WANG, H., LO, C.-Y., HO, C.-T. & LI, S. 2013. Black tea in chemo-prevention of cancer and other human diseases. *Food Science and Human Wellness*, 2, 12-21.
- PEZZUTO, J. M., DHAMMIKA NANAYAKKARA, N. P., COMPADRE, C. M., SWANSON, S. M., KINGHORN, A. D., GUENTHNER, T. M., SPARNINS, V. L. & LAM, L. K. T. 1986. Characterization of bacterial mutagenicity mediated by 13-hydroxy-ent-kaurenoic acid (steviol) and several structurally-related derivatives and evaluation of potential to induce glutathione S-transferase in mice. *Mutation Research/Genetic Toxicology*, 169, 93-103.
- PRAKASH, I., DUBOIS, G. E., CLOS, J. F., WILKENS, K. L. & FOSDICK, L. E. 2008. Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 75-82.
- QIN, Z., PANG, X., CHEN, D., CHENG, H., HU, X. & WU, J. 2013. Evaluation of Chinese tea by the electronic nose and gas chromatography–mass spectrometry: Correlation with sensory properties and classification according to grade level. *Food Research International*, 53, 864-874.
- RUMMEL, C., Deskriptive Prüfungen. In: Praxisbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung (Busch-Stockfisch M., Hrsg.). Behr's Verlag:Hamburg. Aktualisierungsauslieferung 10/06, 2002, 14., Kapitel: III-2.2.
- SAB, M. 2009. Anwendung von Stevia in Getränken – Herausforderungen und Lösungen. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 5, 231-235.
- SCHRÖDER, E.-M. Die Wirkung von Coffein im Tee. Wissenschaftlicher Informationsdienst Tee, Deutsches Tee-Institut, Hamburg. 1999. http://www.teeverband.de/wissenschaft/wit_texte_pdf/wit2-99-3.pdf (Stand: 11.07.2013)
- SENTHIL KUMAR, R. S., MURUGESAN, S., KOTTUR, G. & GYAMFI, D. Black Tea: The Plants, Processing/Manufacturing and Production. In: Tea in Health and Disease Prevention (Academic Press, Hrsg.). Elsevier Verlag: USA. 2013, Kapitel 4.
- ŠEDIVÁ, A., PANOVSÁ, Z. & POKORNÝ, J. 2006. Sensory profiles of sweeteners in aqueous solutions. *Czech Journal of Food Sciences*, 24, 283-287.
- SHARMA, V., VIJAY KUMAR, H. & JAGAN MOHAN RAO, L. 2008. Influence of milk and sugar on antioxidant potential of black tea. *Food Research International*, 41, 124-129.
- STATISTIK AUSTRIA. Gesundheitsbefragung 2006/07. Bearbeitungstand: 12.03.2009. http://www.statistik.at/web_de/statistiken/gesundheit/gesundheitsdeterminanten/index.html (Stand: 13.08.2013)
- STONE, H., SIDEL, J. L. 2004. Sensory Evaluation Practices 3rd Ed. Elsevier Academic Press, USA, 201-244.

- URBAN, J. D., CARAKOSTAS, M. C. & BRUSICK, D. J. 2013. Steviol glycoside safety: Is the genotoxicity database sufficient? *Food and Chemical Toxicology*, 51, 386-390.
- VERORDNUNG (EU) NR. 231/2012 mit Spezifikationen für die in den Anhängen II und III der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 aufgeführten Lebensmittelzusatzstoffe vom 9. März 2012. Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 083, vom 22.03.2012.
- WANG, L-F., KIM, D-M., LEE, C.Y. 2000. Effects of Heat Processing and Storage on Flavanols and Sensory Qualities of Green Tea Beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4227-4232.
- WHEELER, A., BOILEAU, A. C., WINKLER, P. C., COMPTON, J. C., PRAKASH, I., JIANG, X. & MANDARINO, D. A. 2008. Pharmacokinetics of rebaudioside A and stevioside after single oral doses in healthy men. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 54-60.
- WILLIAMS, L. D. & BURDOCK, G. A. 2009. Genotoxicity studies on a high-purity rebaudioside A preparation. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 1831-1836.
- WKO (Wirtschaftskammer Österreich). Novel Food- „neuartige“ Lebensmittel. 2009: http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?AngID=1&StID=154540&DstID=323 (Stand: 08.07.2013)
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity and overweight. Fact Sheet No. 311. Updated March 2013: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html> (Stand: 13.05.2013)
- YOUNG, N.D., WILKENS, K. 2007. Study of descriptive analysis of rebaudioside A, aspartame and sucrose in water at room temperature, Unpublished results. The Coca-Cola Company, Atlanta, GA, USA.
- ZÖFEL, P. Korrelation und Regression. In: Statistik für Psychologen (Zöfel P., Hrsg.). Pearson Education Deutschland GmbH: München.2003, 9: 151.

10 Anhang

Evaluierung der optimalen S-Tab Menge im Vergleich zu zwei Stück Würfelzucker, Just-About-Right Skala (MW ± SD)

Süß-Empfindung	1 S-Tab	2 S-Tab	3 S-Tab
Grüner Tee*	-2,8 ± 2,2	0,0 ± 2	2,6 ± 2
Schwarzer Tee**	-3,5 ± 1,6	-0,3 ± 1,4	2,5 ± 2,1

*n =13 **n =11

Ermittlung des sensorischen Profils von schwarzem Tee mit Würfelzucker und unterschiedlichen Mengen an S-Tabs, QDA, 24 Urteile (MW ± SD)

Attribute	Probe A	Probe B	Probe C	Probe D
GESCHMACK				
süß	7 ± 1,6	4,1 ± 2,1	8 ± 1,4	9,4 ± 0,7
bitter	1,6 ± 1,6	3 ± 2,2	2,6 ± 2	3,1 ± 2,7
FLAVOUR				
metallisch	1,5 ± 2	2,9 ± 2,3	3,2 ± 2,3	3,6 ± 2,6
künstliche Süße	1,8 ± 2,7	3,6 ± 2,6	5,2 ± 2,4	6,5 ± 2,4
lakritzartig	1 ± 1,6	1,6 ± 1,7	2,9 ± 2,1	3,5 ± 2,6
Schwarztee flavour	6,2 ± 2	6,6 ± 2,2	6,1 ± 2,2	6,1 ± 2,5
fermentiert	3,4 ± 2,6	3,2 ± 2,8	3,6 ± 2,9	3,6 ± 2,5
getreideartig	2,2 ± 2,2	2,4 ± 2,1	2,7 ± 2,2	2,6 ± 2,3
Stroh	1,6 ± 1,9	2,3 ± 2,5	2,2 ± 2,5	2,4 ± 2,6
Karamell	3,8 ± 2,3	1,5 ± 1,3	2,3 ± 1,7	2,6 ± 2,1
MUNDGEFÜHL				
Adstringenz	3,2 ± 2,5	4,7 ± 2,1	4,3 ± 2,6	4,4 ± 2,6
NACHGESCHMACK				
allgemein	4,7 ± 2,2	5,3 ± 2,4	6,1 ± 2,4	7,1 ± 2,2
süß	4,2 ± 2,4	3,1 ± 2,6	5,5 ± 2,7	6,3 ± 2,9
bitter	1,9 ± 2,6	3,1 ± 2,7	2,6 ± 2,2	3,2 ± 2,4
metallisch	1,2 ± 1,9	2 ± 2,1	2,6 ± 1,8	3,3 ± 2,7
lakritzartig	1,1 ± 1,6	1,7 ± 1,9	2,6 ± 2,3	3,1 ± 2,7

Probe A: Referenzprobe mit zwei Stück Würfelzucker/200 ml

Probe B: Schwarztee mit 1 S-Tab/200 ml

Probe C: Schwarztee mit 2 S-Tab/200 ml

Probe D: Schwarztee mit 3 S-Tab/200 ml

Ermittlung des sensorischen Profils von grünem Tee mit Würfelzucker und unterschiedlichen Mengen an S-Tabs, QDA, 20 Urteile (MW ± SD)

Attribute	Probe A	Probe B	Probe C	Probe D
GESCHMACK				
süß	5,7 ± 1,8	3,3 ± 1,8	6,2 ± 1,8	8 ± 1,9
bitter	1,9 ± 1,3	3,9 ± 2,7	2,8 ± 1,9	3,3 ± 2,3
FLAVOUR				
metallisch	1,7 ± 2,1	3,2 ± 2,6	3,4 ± 2,6	3,4 ± 2,2
künstliche Süße	2,2 ± 2,3	2,4 ± 1,5	4,5 ± 2,5	5,9 ± 2,8
lakritzartig	1,1 ± 1,3	1,6 ± 1,7	2,4 ± 2,1	3 ± 2,4
grün/grasig	3,7 ± 2,4	3,7 ± 2,6	4,1 ± 2,6	3,8 ± 2,6
fermentiert	1,7 ± 1,1	1,9 ± 1,4	1,9 ± 1,5	2 ± 0,8
blumig	2,6 ± 1,9	2,2 ± 2,2	2,9 ± 2,3	3 ± 2,1
Stroh	2 ± 2,1	2,3 ± 2,3	2,3 ± 2,4	2 ± 2,1
Karamell	1,9 ± 1,4	1,1 ± 1,7	1,5 ± 1,7	2,1 ± 2,3
MUNDGEFÜHL				
Adstringenz	3,1 ± 1,3	4,4 ± 2,3	4,7 ± 2,4	4 ± 2,4
NACHGESCHMACK				
allgemein	3,9 ± 2	4,6 ± 1,9	5,6 ± 2,1	6,4 ± 2,4
süß	3 ± 1,8	2,4 ± 1,9	4,8 ± 2,2	5,8 ± 2,5
bitter	2,7 ± 2,4	3,7 ± 2,6	3,6 ± 2,8	3,4 ± 2,5
metallisch	1,9 ± 2	2,1 ± 2,1	2,3 ± 1,6	2,4 ± 2,1
lakritzartig	0,7 ± 1	1 ± 1,5	1,7 ± 2	2,3 ± 2,5

Probe A: Referenzprobe mit zwei Stück Würfelzucker/200 ml

Probe B: Grüntee mit 1 S-Tab/200 ml

Probe C: Grüntee mit 2 S-Tab/200 ml

Probe D: Grüntee mit 3 S-Tab/200 ml

11 Curriculum vitae

Claudia Wegmayr, Bakk.rer.nat

■ Schulbildung/Studium

seit 2011	Masterzweig der Ernährungswissenschaften Schwerpunkt Lebensmittelqualität und –sicherheit
2007 – 2011	Bakkalaureatsstudium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien
1999 – 2007	Bundesgymnasium in Tamsweg

■ Praktische Erfahrungen

Seit Februar 2013	Country Clinical Trial Administrator bei Celgene Austria
2012-2013	Studentische Mitarbeiterin (Tutorin) im Sensorikbereich
2011-2013	Trainerin und Ernährungscoach bei Mrs. Sporty
2012	div. Praktika am Department für Ernährungswissenschaften
2009	Praktikum im Rahmen des Projektes „nutritionDay im AKH“

■ Sonstige Ausbildungen

2006	Ski- und Snowboardlehrerinnenausbildung am Kitzsteinhorn beim Salzburger Berufsschilehrer & Snowboardlehrer Verband
2009	Nordic Walking–Trainerinnenausbildung am Universitätssportinstitut Wien
2010	Aquafitnesslehrerinnenausbildung in Flach- und Tiefwasser am Universitätssportinstitut Wien

■ Workshops, Tagungen und Weiterbildungen

Diverse Teilnahmen an Tagungen, Konferenzen, Seminaren und Schulungen

01.03.2012	Kaffeeschulung bei Prof. Leopold J. Edelbauer
28.-29.04.2012	Mrs. Sporty Nutry Coach B
18.10.2012	Fein-SINN – Lebensmittelsensorik und Sinnestraining (VEÖ-success)
09.11.2012	„Auf die Plätze, fertig los!“ Sport und Ernährung (VEÖ-success)
01.-02.10.2013	GCP-Training
10.-11.10.2013	Die Pharma-Industrie in Österreich: Abläufe, Gesetze, Player (Health Care Consulting)