

Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades
Dipl.-Ing.

**Entwicklung einer TafelsüÙe in Tablettenform auf der
Grundlage von Steviol-Glycosiden.**

eingereicht von

Markus Plankl, Bakk.techn.

durchgeföhrt am

Institut für Lebensmitteltechnologie

des Departements für Lebensmittelwissenschaften und – technologie

der Universität für Bodenkultur, Wien

betreut von

Berghofer, Emmerich, Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn.

Wien, im März 2011

Herzlichen Dank gilt:

Herrn BERGHOFER EMMERICH, Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn., für die Möglichkeit meine Diplomarbeit am Departement für Lebensmittelwissenschaften und – technologie durchführen zu können.

Der Firma REISENBERGER GMBH, die das Projekt erst möglich gemacht hat und die finanziellen Kosten hierfür getragen hat.

Herrn DÜRRSCHMID KLAUS, Ass.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn, für seine Hilfe bezüglich der sensorischen Untersuchungen und deren Auswertung.

Frau Dipl.-Ing. Dr. ANGELIKA PETRASCH für die freundliche Unterstützung bei wissenschaftlichen Fragestellungen.

Dem Betreuerteam mit KATHARINA HANZ und UTE INNERKOFLER, die mir stets freundschaftlich mit Rat und Tat zur Seite standen.

Den Mitgliedern des Verkostungspanels, die bereit waren ihre Zeit unentgeltlich zur Verfügung zu stellen.

Meinen Freunden und Kollegen für die schöne Zeit und Unterstützung in jeglicher Hinsicht.

und vor allem meiner Familie, die mir auf meinem bisherigen Weg immer zur Seite gestanden hat und immer für mich da ist.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Allgemein	3
2.1 Stevia	3
2.1.1 Die Entdeckung <i>Stevia</i> –Pflanze – Botanik und Historie	3
2.1.2 Geschichte der Zulassung in der EU	5
2.1.3 Zusammensetzung der Pflanze.....	6
2.1.4 Steviol – Glycoside	7
2.1.5 Produktionsverfahren	8
2.1.6 Sensorische Eigenschaften der Steviol-Glycoside	9
2.2 Tafelsüßen in Tablettenform	14
2.2.1 Tablettenbestandteile.....	15
2.2.2 Mögliche Rohstoffe	17
2.2.3 Einflussgrößen auf Tabletteneigenschaften	22
3 Aufgabenstellung	23
4 Material und Methoden	24
4.1 Verwendete Rohstoffe	24
4.2 Verwendete Geräte	26
4.3 Sensorische Methoden	28
4.3.1 Testraum	28
4.3.2 Deskriptive Analyse.....	28
4.3.3 Beliebtheitsprüfung.....	31
4.4 Statistische Methoden	33
5 Durchführung	35
5.1 Deskriptive Analyse	35
5.2 Beliebtheitsprüfung	36
5.2.1 Erste Beliebtheitsprüfung.....	37
5.2.2 Zweite Beliebtheitsprüfung	37
5.2.3 Dritte Beliebtheitsprüfung	38
5.3 Durchführung Pressversuche	39
6 Ergebnisse und Diskussion	40
6.1 Ergebnisse der deskriptiven Analyse	40
6.1.1 Ergebnisse der Begriffsfindungsphase	40
6.1.2 Ergebnisse der Panelüberprüfung.....	40

6.1.3 Ergebnisse der Quantifizierung.....	42
6.1.4 Interpretation der Ergebnisse der Begriffsfindungsphase	50
6.1.5 Interpretation der Ergebnisse der Panelüberprüfung.....	50
6.1.6 Interpretation der Ergebnisse aus der Quantifizierung	50
6.2 Ergebnisse der Beliebtheitsprüfung.....	51
6.2.1 Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung	51
6.2.2 Interpretation der Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung	56
6.2.3 Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung.....	57
6.2.4 Interpretation der Ergebnisse der 2. Beliebtheitsprüfung.....	64
6.2.5 Dritte Beliebtheitsprüfung	65
6.2.6 Interpretation der Ergebnisse der 3. Beliebtheitsprüfung.....	70
6.3 Ergebnisse Pressversuche.....	71
6.4 Interpretation der Ergebnisse der Pressversuche	72
7 Schlussfolgerungen	73
8 Zusammenfassung.....	74
9 Summary.....	75
10 Literaturverzeichnis.....	76
11 Lebenslauf.....	80

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: Weltweiter Anbau von <i>Stevia Rebaudiana</i> (KIENLE, 2010b)	5
Abb. 2.2: Strukturen von Steviol-Glycosiden und verwandten Verbindungen (KENNELLY, 2002).....	7
Abb. 2.3: Zusammenhang zwischen der äquivalenten Süßwirkung von Zuckerlösungen und entsprechenden Konzentrationen von Rebaudiosid A und Aspartam (PRAKASH et.al, 2008)	10
Abb. 2.4: Geschmacksprofile bezogen auf die Wahrnehmung der Süße bei gleicher Süßungsintensität und ein Geschmacksprofil bezogen auf die Wahrnehmung von salzigem Geschmack (MIZUTANI und TANAKA, 2002)	11
Abb. 2.5: Deskriptives Geschmacksprofil von Rebiana bei Konzentrationen von 112 (blau), 236 (rot) und 529 (gelb) mg/L in Wasser. Balken mit den gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (PRAKASH et. al., 2008)	13
Abb. 2.6: Bitterkeit von Rebaudiosid A und Steviosid als eine Funktion der Konzentration (SCHIFFMANN, 1995)	13
Abb. 4.1: Schwingmühle von Perkin-Elmer.....	26
Abb. 4.2: Hand-Hydraulische Presse von Perkin-Elmer	27
Abb. 4.3: Beispiel einer Linienskala zur Bewertung von sensorischen Eindrücken.....	30
Abb. 4.4: Beispiel für eine stufenlose Linienskala mit Platz für Bemerkungen.....	32
Abb. 4.5: Beispiel für die Datenerhebung mittels JAR-Skala	33
Abb. 4.6: Box- und Whisker Plot	34
Abb. 6.1: Ergebnisse des Prüfpanels für alle Kandisin Proben.....	41
Abb. 6.2: Überblick über die Ergebnisse aus der deskriptiven Analyse.	43
Abb. 6.3: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „Süßkraft“	44
Abb. 6.4: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „Vollmundigkeit der Süße“	45
Abb. 6.5: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „anhaltende Süße“	46
Abb. 6.6: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „metallisch“	47
Abb. 6.7: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „kräuterartig“	48
Abb. 6.8: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „anhaftender Nachgeschmack“.....	49
Abb. 6.9: Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer	52
Abb. 6.10: Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer	53
Abb. 6.11: Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken	54
Abb. 6.12: Bewertung der Süßkraft der ersten Beliebtheitsprüfung mittels JAR-Skala von allen Versuchsteilnehmern.....	55
Abb. 6.13: Bewertung der Süßkraft der ersten Beliebtheitsprüfung mittels JAR-Skala von den Versuchsteilnehmern, die ihren Tee süßen	55
Abb. 6.14: Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer	58
Abb. 6.15: Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer	59
Abb. 6.16: Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken	60

<i>Abb. 6.17: Ergebnisse für die Beliebtheit der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer</i>	<i>61</i>
<i>Abb. 6.18: Ergebnisse für die Beliebtheit der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer</i>	<i>62</i>
<i>Abb. 6.19: Ergebnisse für die Beliebtheit der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken</i>	<i>63</i>
<i>Abb. 6.20: Lineare Regressionsanalyse zur zweiten Beliebtheitsprüfung, die den Zusammenhang zwischen der Beliebtheit der Süße und der Beliebtheit im Allgemeinen wiedergibt ($R^2= 59,3$)</i>	<i>63</i>
<i>Abb. 6.21: Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer</i>	<i>66</i>
<i>Abb. 6.22: Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer</i>	<i>67</i>
<i>Abb. 6.23: Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Früchtetee trinken</i>	<i>68</i>
<i>Abb. 6.24: Bewertung der Süßkraft mittels JAR-Skala von allen Versuchsteilnehmern</i>	<i>69</i>
<i>Abb. 6.25: Bewertung der Süßkraft mittels JAR- Skala von den Versuchsteilnehmern, die ihren Tee süßen</i>	<i>69</i>
<i>Abb. 6.26: Tablette nach Pressvorgang</i>	<i>71</i>
<i>Abb. 6.27: Tablette nach 2 Tagen Lagerung bei Raumtemperatur</i>	<i>71</i>

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Anbauanforderungen nach KIENLE 2010b	4
Tab. 2.2: Inhaltsstoffe von <i>Stevia rebaudiana</i> (SAVITA et al., 2004)	6
Tab. 2.3: Typische Glycosid Zusammensetzung von <i>Stevia</i> Blättern (CHANG et.al., 2008).....	8
Tab. 4.1: Beispiel für die Darstellung eines Multiple Range Tests.....	34
Tab. 5.1: Zur Begriffsfindungsphase gereichte Proben	35
Tab. 5.2: Proben, die zur deksriptiven Analyse gereicht wurden.....	35
Tab. 5.3: Zur ersten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben	37
Tab. 5.4: Zur zweiten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben.....	37
Tab. 5.5: Zur dritten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben.....	38
Tab. 5.6: Tablettengrundmischungen für Pressversuche.....	39
Tab. 6.1: Ergebnisse der Begriffsfindungsphase.....	40
Tab. 6.2: Ergebnisse für die wiederholt verkosteten Proben	41
Tab. 6.3: Multiple Range Test für das Attribut „Süßkraft“	44
Tab. 6.4: Multiple Range Test für das Attribut „Vollmundigkeit der Süße“	45
Tab. 6.5: Multiple Range Test für das Attribut „anhaltende Süße“	46
Tab. 6.6: Multiple Range Test für das Attribut „metallisch“	47
Tab. 6.7: Multiple Range Test für das Attribut „kräuterartig“	48
Tab. 6.8: Multiple Range Test für das Attribut „anhaltender Nachgeschmack“	49
Tab. 6.9: Zur ersten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben	52
Tab. 6.10: Multiple Range Test für die Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer	52
Tab. 6.11: Multiple Range Test für die Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer	53
Tab. 6.12: Multiple Range Test für die Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken	54
Tab. 6.13: Zur zweiten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben	57
Tab. 6.14: Multiple Range Test für die Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer	58
Tab. 6.15: Multiple Range Test für die Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer	59
Tab. 6.16: Multiple Range Test für die Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken	60
Tab. 6.17: Multiple Range Test für die Ergebnisse der Beliebtheit der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer.....	61
Tab. 6.18: Multiple Range Test für die Ergebnisse der Beliebtheit der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer.....	62
Tab. 6.19: Multiple Range Test für die Ergebnisse der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken.....	63

<i>Tab. 6.20: Zur dritten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben.....</i>	<i>65</i>
<i>Tab. 6.21: Multiple Range Test für die Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 6.22: Multiple Range Test für die Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer</i>	<i>67</i>
<i>Tab. 6.23: Multiple Range Test für die Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Früchtetee trinken.....</i>	<i>68</i>
<i>Tab. 6.24: Ergebnisse der Pressversuche.....</i>	<i>71</i>

1 Einleitung

Diese Arbeit wurde im Rahmen eines Projektes zur Gewinnung von Steviol-Glycosiden aus der Pflanze *Stevia rebaudiana* durchgeführt. Die isolierten Steviol-Glycoside sollen in Form von Tabletten ihren Weg in die Tee- und Kaffeetassen der Konsumenten finden.

Die Pflanze *Stevia rebaudiana* und die daraus isolierten Steviol-Glycoside haben seit Beginn des 21. Jahrhunderts weltweit eine größere Verbreitung gefunden. Nach KIENLE (2010a) sind die Haupttriebkräfte hierfür, neben den Regierungen der Länder Paraguay, China, Japan und Korea, die US-amerikanische Firma „Cargill Inc.“, sowie die beiden Getränkegiganten „The Coca-Cola Company“ und „Pepsi-Cola Inc.“

Im Juni 2008 wurde eine internationale Evaluierung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit durch den JECFA-Ausschuss (*Joint Expert Committee on Food Additives*) der FAO und WHO abgeschlossen. Für Steviol-Glycoside mit einer Reinheit von 95% wurde ein ADI (*Acceptable Daily Intake*) Wert von 4 mg/kg Körpergewicht pro Tag vorgeschlagen (JECFA, 2009).

Am 20.8.2008 hat die Schweiz als erstes Europäisches Land den *Stevia*-Süßstoff überraschend zugelassen. Am 18. Dezember folgte die USA und am 26. August erteilte Frankreich eine vorläufige Ausnahmegenehmigung für zunächst zwei Jahre (KIENLE, 2010a).

EU-weit besitzen *Stevia rebaudiana* und die daraus gewonnen Glycoside den *Novel Food*-Status und dürfen nicht als Lebensmittelzutaten in Verkehr gebracht werden, gleichwohl die EFSA (*European Food Safety Authority*) bereits einen ADI-Wert von 4 mg/kg Körpergewicht/Tag vorgeschlagen hat. Die EFSA gibt auch Verwendungshöchstmengen für Steviol-Glycoside an, wobei Sie von der Ähnlichkeit der Süßungskraft zwischen Rebaudiosid A und Steviosid, den beiden bedeutendsten Glycosiden aus der *Stevia*-Pflanze, ausgeht (EFSA, 2011).

Die Ähnlichkeit bzw. die Unterschiedlichkeit der Süßkraft und der geschmacklichen Eigenschaften der beiden Glycoside Rebaudiosid A und Steviosid werden in der Literatur immer wieder kontrovers diskutiert (SCHIFFMANN et al., 1995; KIM und KINGHORN, 2002; HORN, 2009).

Neben den vermeintlich sensorischen Unterschieden ist auch der Preisunterschied zwischen den Glycosiden außerordentlich. Nach KIENLE (2010a) werden für Steviosid in China ca. 50 US \$/kg verlangt, für Rebaudiosid A 225-300 US \$/kg. Nicht zuletzt deshalb

wurden die sensorischen Unterschiede zwischen den beiden Glycosiden Bestandteil dieser Arbeit.

Aufgrund der enormen Süßkraft ist es notwendig, die *Stevia*-Extrakte für den Konsumenten dosierbar zu machen. Hierfür verwendet die Industrie Tafelsüßen in flüssiger Form, in Pulver bzw. Granulatform, oder in Form von Tabletten, wobei es gegebenenfalls notwendig ist, Füllstoffe zur Aufstockung zu verwenden.

2 Allgemein

2.1 *Stevia*

2.1.1 Die Entdeckung *Stevia* –Pflanze – Botanik und Historie

Die Gattung *Stevia* gehört zur Familie der *Compositae* (*Asteraceae*), welche dem Stamm *Eupatorieae* untergeordnet ist. Das wichtigste Mitglied dieser Familie, *Stevia rebaudiana*, ist als Rohstoff für die süßenden Steviol-Glycoside von weltweiter Bedeutung.

Das natürliche Habitat der Gattung *Stevia* erstreckt sich vom Süden der Vereinigten Staaten über Mexico, Argentinien, Chile, Paraguay, den Hochländern Brasiliens bis zu den südamerikanischen Anden (SOEJARTO, 2002).

Nach KIENLE (2010b) kann *Stevia rebaudiana* grundsätzlich in 120 der 192 Staaten der Welt angebaut werden; allerdings nördlich des 45ten nördlichen Breitengrades aus klimatischen Gründen nicht mit sicherem Erfolg. In Abhängigkeit von den klimatischen Anbaubedingungen liegen die Süßstoffträge je nach Blattertrag und Süßstoffgehalt bei 200 bis ca. 700 kg pro Hektar. Die Anbauanforderungen werden in Tab. 2.1 wiedergegeben.

1887 soll Dr. Moises Bertoni, ein Schweizer Anarchist aus dem Tessin, Selfmade-Naturwissenschaftler und erster Direktor des von ihm gegründeten agronomischen Instituts von Asuncion, das süße Kraut entdeckt haben. Nach mehrjähriger Forschung beschrieb er die Pflanze und ordnete Sie botanisch der Gattung *Eupatorium*, mit dem Beinamen *rebaudianum* zu. Mit diesem Beinamen ehrte er den paraguayischen Chemiker Oviedo Rebaudi, der als Erster den Süßstoff der *Stevia*-Pflanze untersucht hat.

Im Jahr 1908 wurde *Stevia* erstmals in Paraguay angebaut. Interessanterweise hätte *Stevia* schon fast zweimal den Weg nach Europa gefunden: Vor dem ersten Weltkrieg experimentierte das Reichsgesundheitsamt mit der Pflanze und ihrem Süßstoff und während des zweiten Weltkrieges wurde der nächste Versuch einer Einführung gestartet. Die Briten führten Anbauexperimente in Cornwall und Devon durch mit dem Ziel, *Stevia* als Zuckerersatzstoff zu verwenden, da aufgrund der deutschen U-Boot-Blockade der Zucker und andere Süßstoffe knapp waren. Das Projekt geriet nach dem Krieg jedoch in Vergessenheit. Erst die Japaner griffen die Idee wieder auf, aus *Stevia Rebaudiana* im

industriellen Maßstab Süßstoff zu gewinnen. Ungefähr 1975 tauchten die ersten *Stevia*-Produkte in Japans Supermärkten auf. Schnell kletterte der Verbrauch auf ungefähr 200 Tonnen. Dies entspricht ungefähr 40.000 Tonnen Zucker und somit der Auslastung einer kleinen Zuckerfabrik (KIENLE, 2010a).

In den 70er und 80er Jahren erschien *Stevia* laut CARAKOSTAS et al. (2008) in den „health food stores“ Nordamerikas und Europas.

Derzeit erfolgt der Anbau von *Stevia Rebaudiana* hauptsächlich in China und Paraguay, wobei Steigerungen des Anbaus geplant sind, allein in China von derzeit ca. 20.000 ha bis Ende 2010 auf ca. 45.000 ha und in Paraguay bis auf über 10.000 ha bis zum Jahr 2011. (Kienle 2010b). Abb. 2.1 gibt einen Überblick über die derzeitigen Anbauggebiete.

Auch wenn in der EU der Anbau von *Stevia* noch keine wirtschaftliche Grundlage hat, gibt es Anbauversuche in Südosteuropa, wo laut bio*Stevia*TM bis zum Jahr 2014 auf 20.000 ha Ackerfläche *Stevia* biologisch angebaut werden soll. Solche Einschätzungen sind natürlich nur realistisch, wenn die EU *Stevia* und deren Glycoside in der EU zulässt.

Tab. 2.1: Anbauanforderungen an die *Stevia*-Pflanze nach KIENLE 2010b

Anbaufaktoren	Anbauanforderungen
Boden	Eher leichte Böden, keine schweren Böden pH < 7,0 besser; pH > 7,5 eher ungeeignet; hoher Calciumgehalt im Boden ist kritisch
Temperatur	Wachstum > 25°C Temperaturen bis zu 49°C kein Problem für das Überleben der Pflanzen; Temperaturen < -3°C führt zum Absterben
Luftfeuchtigkeit	hohe Luftfeuchtigkeit fördert Blattkrankheiten; heiße trockene Klimate sind besser
Versalzungsgrad des Bodens	In Kombination mit einem hohen Calciumgehalt im Boden wird das Pflanzenwachstum beeinträchtigt

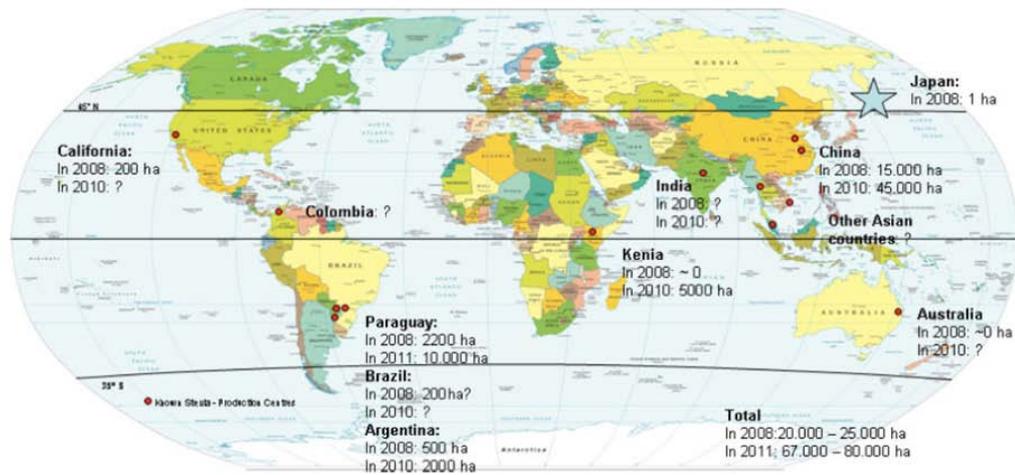


Abb. 2.1: Weltweiter Anbau von *Stevia Rebaudiana* (KIENLE, 2010b)

2.1.2 Geschichte der Zulassung in der EU

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, ist *Stevia rebaudiana* in der EU weder als Lebensmittel noch als Lebensmittelzusatzstoff zugelassen. *Stevia* fällt in der Europäischen Union unter die *Novel Food* VO 258/97 und muss daher ein Genehmigungsverfahren durchlaufen. Unter *Novel Food* versteht man Lebensmittel, die bis zum 15. Mai 1997 noch nicht in nennenswertem Umfang für den menschlichen Verzehr verwendet wurden (HOFFMANN, 2006).

Im Jahre 1999 wurde ein ebensolcher Antrag für die Zulassung als *Novel Food* mit dem Verweis auf die unzureichende Datenlage bezüglich der toxikologischen Analysen abgelehnt (EFSA, 2010).

Weitere Anträge in den Jahren 2007 und 2008 veranlassten die Europäische Kommission die wissenschaftliche Meinung der EFSA bezüglich der Sicherheit von Steviol-Glycosiden einzuholen. 2010 schlug die EFSA einen ADI Wert für Steviol-Glycoside von 4 mg/kg Körpergewicht/Tag vor, ohne auf den Hinweis zu vergessen, dass dieser aufgrund der durchschnittlichen Aufnahmemengen, sowohl von Kindern als auch Erwachsenen wahrscheinlich überschritten wird (EFSA, 2010).

Die Kommission war mit den gelieferten Daten nicht zufrieden gestellt und forderte eine nochmalige Expositionsabschätzung. Im Jänner 2011 erfolgte eine erneute Stellungnahme der EFSA. Ausgehend von den beabsichtigten Verwendungsmengen der Antragsteller (die von der EFSA gleichzeitig als Verwendungshöchstmengen angesehen werden) und den Verzehrdaten aus unterschiedlichen Ländern, stellt sich heraus, dass der ADI-Wert von Erwachsenen aus dem Vereinten Königreich bei einem durchschnittlichen

Konsumverhalten nicht überschritten wird; Kinder, deren Exposition mit den Steviol-Glycosiden maßgeblich vom Konsum von nichtalkoholischen aromatisierten Getränken und Desserts, inklusive Milchprodukten beeinflusst werden würde, laufen hingegen Gefahr den ADI-Wert zu überschreiten (EFSA, 2011).

Abzuwarten bleibt, wie die EU-Kommission das Gutachten interpretiert und ob ein Entwurf für die Zulassung von Steviol-Glycosiden in nächster Zeit präsentiert wird.

2.1.3 Zusammensetzung der Pflanze

Neben den süß schmeckenden Steviol-Glycosiden, von denen hauptsächlich Steviosid und Rebaudiosid A von wirtschaftlicher Bedeutung sind, wurden insgesamt bereits 100 verschiedene Inhaltsstoffe von *Stevia rebaudiana* identifiziert (KENNELLY, 2002).

In Tab. 2.2 sind einzelne Inhaltsstoffe von *Stevia rebaudiana* dargestellt. Dabei ist darauf zu achten, dass die Zusammensetzung stark abhängig ist von Sorte, Klima, Bodenverhältnissen und nicht zuletzt dem Erntezeitpunkt ist.

Tab. 2.2: Inhaltsstoffe von *Stevia rebaudiana* (SAVITA et al., 2004)

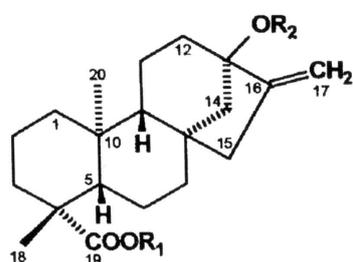
Nutrient composition	per 100g
Proximate	
Moisture (g)	7
Energy (Kcal)	270
Protein (g)	10
Fat (g)	3
Total carbohydrate (g)	52
Ash (g)	11
Crude fibre (g)	18
Minerals	
Calcium (mg)	464,4
Phosphorus (mg)	11,4
Iron (mg)	55,3
Sodium (mg)	190,0
Potassium (mg)	1800,0
Anti - Nutritional Factors	
Oxalic Acid (mg)	2295,0
Tannins (mg)	0,010

2.1.4 Steviol – Glycoside

Obwohl die Blätter der Pflanze *Stevia rebaudiana* auch direkt zum Süßen verwendet werden können, so sind für die Industrie hauptsächlich die isolierten Steviol-Glycoside von Interesse.

Als Steviol-Glycoside wird eine Gruppe von intensiv süßenden Komponenten bezeichnet, die aus der Pflanze *Stevia rebaudiana* extrahiert und anschließend aufgereinigt werden (CARAKOSTAS et al., 2008).

Der chemischen Struktur nach sind Steviol-Glycoside Diterpenoide, welche jeweils ein ent-Kauran-Diterpen Grundgerüst aufweisen und am C18 Atom als auch C13 Atom glycosidische Bindungen mit Mono-, Di- oder Trisacchariden von Glucose oder Rhamnose ausbilden. Abb. 2.2 zeigt die Strukturformeln der wichtigsten Steviol-Glycoside.



	R ₁	R ₂
1 Stevioside	Glc	Glc-Glc (2→1)
2 Rebaudioside A	Glc	Glc-Glc (2→1) Glc (3→1)
3 Rebaudioside C (= Dulcoside B)	Glc	Glc-Rha (2→1) Glc (3→1)
4 Rebaudioside D	Glc-Glc (2→1)	Glc-Glc (2→1) Glc (3→1)
5 Rebaudioside E	Glc-Glc (2→1)	Glc-Glc (2→1)
6 Dulcoside A	Glc	Glc-Rha (2→1)

Glc = β -D-glucopyranosyl; rha = α -L-rhamnopyranosyl

Abb. 2.2: Strukturen von Steviol-Glycosiden und verwandten Verbindungen (KENNELLY, 2002)

Mit einem durchschnittlichen Anteil von 57% hat das Glycosid Steviosid den höchsten Anteil am Gesamtglycosidgehalt. Danach folgt Rebaudiosid A mit ca. 24%. Die weiteren Glycosidfraktionen nehmen als Süßungsmittel eine untergeordnete Rolle ein.

Tab. 2.3 gibt einen Überblick über die durchschnittliche Zusammensetzung der Steviol-Glycoside, deren Gehalt in einem *Stevia*-Blatt von 5 bis 15% variieren kann. Laut KIENLE (2010 b) muss bei den Angaben zur Süßstoffbildung aber sehr genau unterschieden werden, ob *Stevia*-Pflanzen mit dem herkömmlichen Süßstoffbildungsprofil mit überwiegender Bildung von Steviosid oder neuere Züchtungen mit überwiegender Bildung von Rebaudiosid A oder auch anderen Steviol-Glycosiden gemeint sind.

Tab. 2.3 deutet bereits auch sensorische Unterschiede der unterschiedlichen Steviol-Glycoside an. Bevor auf die sensorischen Unterschiede im Detail eingegangen wird, soll aber noch ein Überblick über die Produktionsverfahren der Steviol-Glycoside erfolgen.

Tab. 2.3: Typische Glycosid Zusammensetzung von *Stevia* Blättern (CHANG et.al., 2008).

Steviol-Glycoside	% of Glycosides	relative Süßkraft ¹
Stevioside	57	210
Rebaudiosid A	24	242
Rebaudiosid B	8	150
Rebaudiosid C	8	30
Rebaudiosid D	1	221
Rebaudiosid E	1	174

¹Werte nach KIM und KINGHORN (2002).

2.1.5 Produktionsverfahren

Die Herstellung der Steviol-Glycoside ist ein aufwendiges Verfahren. Gemäß der JECFA-Spezifikation, an denen sich auch die EFSA orientiert, muss die Reinheit der Steviol-Glycoside mindestens 95% bezogen auf die Trockensubstanz betragen (JECFA, 2009).

Nach SEYRINGER (2010) kann der Herstellungsprozess in mehrere Teilschritte unterteilt werden. Das Pflanzenmaterial muss für die Extraktion vorbereitet werden (Zerkleinerung). Die Extraktion erfolgt mit Wasser, Alkoholen oder alkoholischen Lösungen. Im Anschluss müssen die Feststoffe aus dem Extrakt entfernt werden, um die nachfolgenden Trenntechnologien nicht zu beeinträchtigen. Membrantechnologie, Fällung und Chromatographie werden verwendet, um die Inhaltsstoffe des Extraktes zu fraktionieren

und isolieren. Die gewonnenen Produkte werden in nachfolgenden Schritten aufkonzentriert und getrocknet.

Wie genau diese einzelnen Schritte aussehen, ist natürlich von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich. Dies veranschaulichen auch die Zahlen für angemeldete Patente. Zur Herstellung von Süßungsmitteln aus *Stevia rebaudiana* sind laut KIENLE (2010b) 167 Patente angemeldet, wobei die Herstellung von Steviol-Glycosiden mit 149 deutlich überwiegt.

2.1.6 Sensorische Eigenschaften der Steviol-Glycoside

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, haben die unterschiedlichen Steviol-Glycoside unterschiedliche sensorische Eigenschaften. Eindeutig erkennbar ist dies auch an den verschiedenen Werten für die Süßkraft.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Steviol-Glycoside Steviosid und Rebaudiosid A ergeben sich aber nicht unbedingt aus deren hervorragenden sensorischen Eigenschaften, sondern erklären sich auch durch ihren mengenmäßigen Anteil im Blatt der *Stevia*-Pflanze (Tab. 2.3).

2.1.6.1 Süßkraft

Um die Literaturwerte richtig einordnen zu können, ist es vorerst notwendig, den Begriff der relativen Süßkraft genauer zu erörtern.

Die relative Süßkraft einer Substanz wird im Vergleich zu einer Standardsubstanz angegeben. Als Standardsubstanz dient meist Saccharose in 2,5- oder 10%iger Lösung. Die Süßkraft ist konzentrationsabhängig, sodass die Konzentration der Bezugslösung immer angegeben werden muss. Die Angabe der Süßkraft von 100 bezogen auf eine 10% Saccharose-Lösung bedeutet, dass die entsprechende Substanz 100fach süßer ist als Saccharose in 10%iger Lösung (BELITZ, 2007).

Die Süßkraft von Steviosid wird von KIM und KINGHORN (2002) mit 210 angegeben, die von Rebaudiosid A mit 242. Dabei bezieht sich dieser Vergleich auf die Süßkraft von Saccharose (=1.0) bei gleicher Gewichtskonzentration. Die Konzentration der jeweiligen Bezugslösung ist hier leider nicht angegeben, sodass die Werte nicht wirklich aussagekräftig sind.

BAKAL und O'BRIEN (1986) geben für Steviosid eine 300-fache Süßkraft gegenüber einer 0,4% mas/vol Saccharoselösung an, wobei die relative Süßkraft im Vergleich mit einer 10% mas/vol Saccharoselösung von 300 auf 100 abnimmt.

Einen Zusammenhang zwischen der äquivalenten Süßwirkung einer Zuckerlösung und Rebaudiosid A bei verschiedenen Konzentrationen gibt Abb. 2.3 wieder. Es fällt auf, dass die beiden dargestellten Substanzen keinem linearen Zusammenhang unterliegen und sich die Neigungen der Kurven für beide Substanzen unterscheiden. D.h. erhöht man die Konzentration von Rebaudiosid A im gleichen Maße wie die Konzentration der Saccharoselösung, so kann man nicht davon ausgehen, dass isosüße Lösungen erhalten werden.

Weiters ist eine Plateaubildung ab einer Konzentration von ca. 600 mg Rebaudiosid A pro Liter erkennbar. Dies deutet daraufhin, dass die Süßwirkung nicht unendlich durch höhere Konzentrationen gesteigert werden kann.

Nach PRAKASH et. al (2008) kommen in der Praxis 4-8%ige Saccharoselösungen zum Einsatz. DUBOIS et al. (1991) gibt für eine 6% Zuckerlösung für Rebaudiosid A eine Süßkraft von 200 an. Um die gleiche Süßwirkung zu erzielen, wäre also eine Konzentration von 300 mg/L Rebaudiosid A notwendig. Dieses Ergebnis lässt sich auch in dieser Form aus Abb. 2.3 ablesen.

Die Angaben für die relative Süßkraft von Rebaudiosid A und Steviosid schwanken also von 100 bis 300, je nach Konzentration der Bezugslösung, wobei die Süßkraft von Rebaudiosid A höher als jene von Steviosid ist.

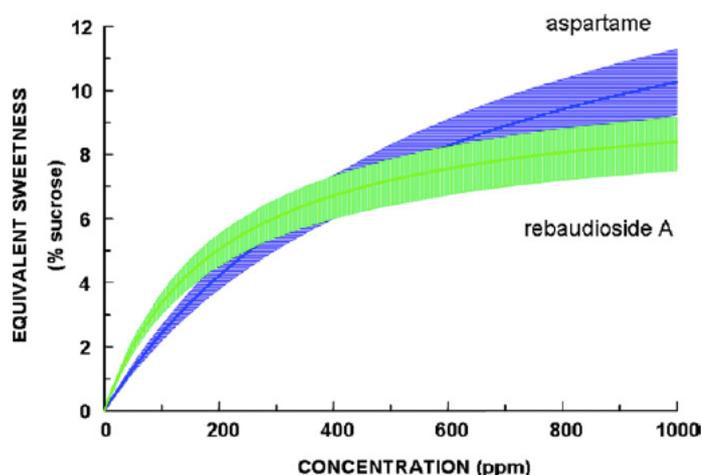


Abb. 2.3: Zusammenhang zwischen der äquivalenten Süßwirkung von Zuckerlösungen und entsprechenden Konzentrationen von Rebaudiosid A und Aspartam (PRAKASH et.al, 2008)

2.1.6.2 Zeitliches Süßungsprofil

Neben der Süßkraft unterscheiden sich die Steviol-Glycoside auch im zeitlichen Süßungsprofil von Zucker. Zeitliche Süßungsprofile geben die Veränderungen der Wahrnehmung der Süße über die Zeit wieder.

PRAKASH et. al (2008) unterscheiden zwischen der Zeit bis zur maximalen Süßwahrnehmung („*appearance time*“) und der Zeit, bis die Süße nicht mehr wahrnehmbar ist („*extinction time*“). MIZUTANI und TANAKA (2002) vergleichen die unterschiedlichen Süßungsprofile von Zucker, Rebaudiosid A und Steviosid (Abb. 2.4).

Die Zeit bis zur maximalen Süßwahrnehmung ist für Saccharose, gefolgt von Rebaudiosid A und Steviosid, am Geringsten. Bezogen auf die Dauer der wahrgenommenen Süße, hält die Süße von Steviosid am Längsten an, gefolgt von Rebaudiosid A und Saccharose.

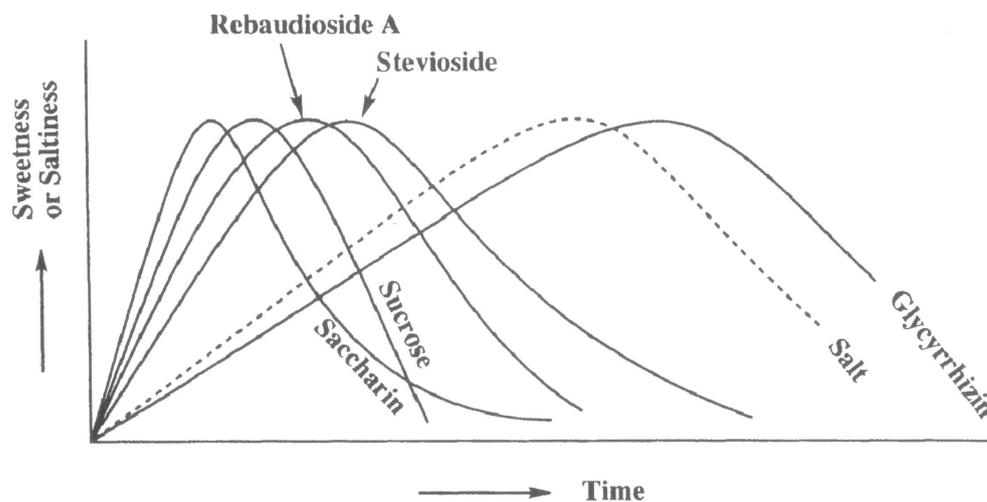


Abb. 2.4: Geschmacksprofile bezogen auf die Wahrnehmung der Süße bei gleicher Süßungsintensität und ein Geschmacksprofil bezogen auf die Wahrnehmung von salzigem Geschmack (MIZUTANI und TANAKA, 2002)

2.1.6.3 Geschmackliche Eigenschaften

CATANI (2009) erklärt, dass alle gängigen *Stevia*-Extrakte einen Nachgeschmack aufweisen, der von vielen als bitter, süßholzartig wahrgenommen wird. Rebaudiosid A weist seinen Aussagen zufolge den geringsten Nachgeschmack aller bekannten Steviol-Glycoside auf.

Während Autoren in den 80er Jahren (SOEJARTO et. al., 1982; PHILLIPS, 1987) noch überzeugt waren, dass Lactone, ätherische Öle, Tannine und Flavonoide die Geschmacksunreinheiten auslösen, stellte GOYAL (2010) klar, dass Steviosid und Rebaudiosid A auch selbst für den Nachgeschmack verantwortlich sind, wobei auch er daraufhin weist, dass dieser bei Rebaudiosid A geringer als bei Steviosid ist.

Aufgrund dieser Tatsache haben sich am Markt Produkte etabliert, die vor allem hochreines Rebaudiosid A als Süßungsmittel beinhalten. PRAKASH et al. (2008) bezeichnen hochreines Rebaudiosid A als Rebiana und preisen es als „*high potency sweetener*“, der sich durch einen Süßgeschmack, frei von jeglichen unerwünschten Geschmackseigenschaften auszeichnet. Dennoch gestehen die Autoren ein, dass es bei Konzentrationen, die über dem Saccharoseäquivalent von 6% liegen, zu erkennbaren Geschmacksunreinheiten kommt. Abb. 2.5 zeigt die wahrgenommenen Geschmackseigenschaften von Rebaudiosid A in Abhängigkeit der eingesetzten Konzentrationen.

Augenscheinlich ist die Abhängigkeit der wahrgenommenen Geschmackseigenschaften von der eingesetzten Konzentration. Eine Abhängigkeit zwischen sensorischen Eigenschaften und der Konzentration konnten auch SCHIFFMANN et al. (1995) belegen. In Abb. 2.6 sind die Ergebnisse ihrer Untersuchungen dargestellt.

Die Geschmackseigenschaft „bitter“ ist also von der Süßwirkung und somit von der Konzentration der Steviol-Glycoside abhängig. Deutlich wird auch, dass Rebaudiosid A bei gleicher Süßkraft nicht so hohe Werte für die Bitterkeit erreicht wie Steviosid. Steviosid schmeckt also bitterer.

BRANDT (2010) berichtet über einen Vortrag von Dr. Ley (Firma Symrise), der sich mit der geschmacklichen Beurteilung von Steviol-Glycosid Proben auseinandersetzt. In der Auswertung, mit dem Hinweis auf eine derzeit noch begrenzte Datenlage, stellt er fest, dass es Anzeichen gebe, dass Steviol-Glycoside mit einem deutlichen Rebaudiosid A-Anteil vorwiegend mit „sehr unangenehm“ bewertet wurden.

Es besteht also noch Forschungsbedarf was die sensorischen Eigenschaften von Rebaudiosid A und Steviosid angeht, vor allem wenn man in Betracht zieht, dass die Geschmackswahrnehmung stark von der eingesetzten Konzentration und von der Lebensmittelmatrix abhängen.

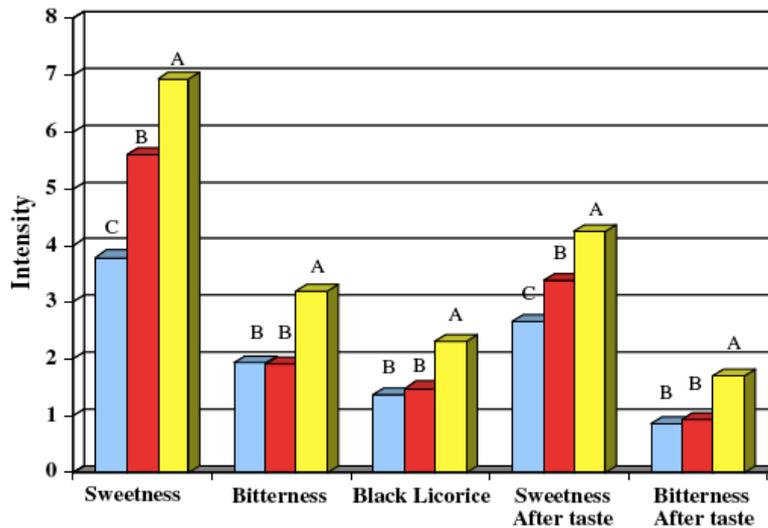


Abb. 2.5: Deskriptives Geschmacksprofil von Rebiana bei Konzentrationen von 112 (blau), 236 (rot) und 529 (gelb) mg/L in Wasser. Balken mit den gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant (PRAKASH et. al., 2008)

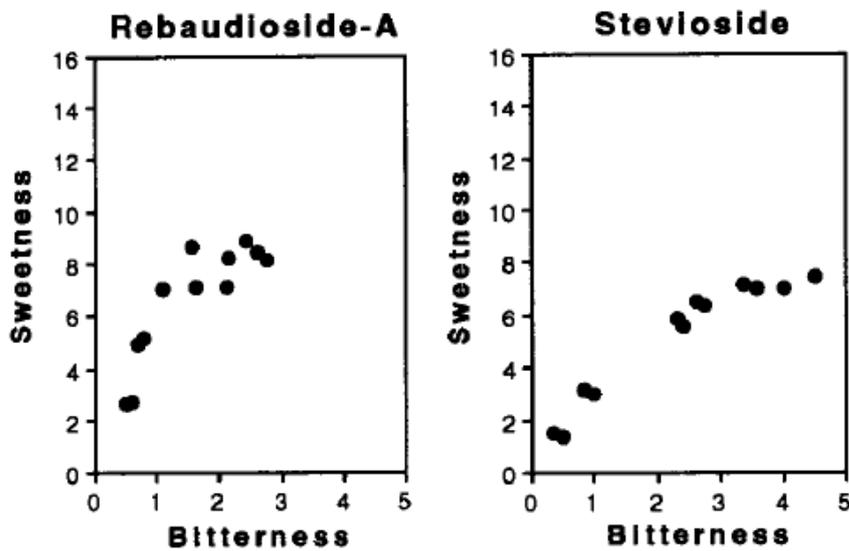


Abb. 2.6: Bitterkeit von Rebaudiosid A und Steviosid als eine Funktion der Konzentration (SCHIFFMANN, 1995)

2.1.6.4 Süßstoffmischungen

Das Mischen von mehreren Süßungsmitteln wird in der Literatur immer wieder angeführt um die Geschmackseigenschaften und Süßungsprofile einzelner Süßstoffe positiv zu beeinflussen (PRAKASH et al., 2008; HORN, 2009; SCHIFFMAN et al., 2000; SEDIVA et al., 2006).

Wie bereits erwähnt, treten Geschmacksunreinheiten von Steviol-Glycosiden vor allem bei höheren Konzentrationen auf. PRAKASH et al. (2008) berichten, dass sowohl kalorienfreie als auch kalorienhaltige Süßungsmittel geeignete Mischungspartner von Steviol-Glycosiden sind.

Kalorienhaltige Süßungsmittel wären beispielsweise Zuckeralkohole wie Erythrit, Isomalt, Lactit, Mannit, Sorbit, aber auch Kohlenhydrate wie Saccharose, Glucose, Fructose.

Neben Süßungsmitteln können laut HORN (2009) auch Aromastoffe den Geschmack von Steviol-Glycosiden positiv beeinflussen. Gebräuchliche Aromastoffe hierbei sind Erdbeurfuranone, Maltol, Ehylmaltol, Vanillin, Ethylvanillin.

KINGHORN und COMPADRE (2001) erwähnen, dass die Zugabe von Pflanzenbestandteilen wie Cynarin, Chlorogensäure oder auch Kaffeesäure zu einem saccharose-ähnlicheren Geschmacksprofil führen können.

2.2 Tafelsüßen in Tablettenform

Laut EU VO Nr. 133/2008 sind Tafelsüßen wie folgt definiert: „Zubereitungen zugelassener Süßungsmittel, die andere Lebensmittelzusatzstoffe und/oder Lebensmittelzutaten enthalten können und die als Ersatz für Zucker zur Abgabe an den Endverbraucher bestimmt sind.“

Der Süßstoffverband e.V. (2010) gibt an, dass Tafelsüßen vorwiegend in drei Formen erhältlich sind: als Tabletten, als Streusüßen und als Flüssigsüße. Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit Tafelsüßen in Tablettenform.

Die Anforderungen, die von RITSCHEL und BAUER-BRANDL (2002) an Tabletten gestellt werden, erklären gleichzeitig auch deren Vorteile gegenüber anderen Darreichungsformen. Tabletten sollen:

- ein von Charge zu Charge gleichbleibendes Äußeres besitzen
- eine exakte, stets gleichbleibende Dosierung garantieren

- stabil verarbeitet sein und genügend Lagerfähigkeit aufweisen
- eine genügende Widerstandsfähigkeit gegenüber physikalischen Einflüssen wie Rollen, Schütteln und Stoßen besitzen
- in ihrer Herstellung möglichst einfach sein

Bei den zur Zeit am Markt erhältlichen Süßstofftabletten handelt es sich vorwiegend um Brausetabletten. Bei der Formulierung von Brausetabletten wird die faktische Inkompatibilität saurer Feststoffe mit Carbonaten ausgenutzt, deren Reaktion bereits durch Spuren von Wasser in Gang gesetzt wird.

2.2.1 Tablettenbestandteile

Neben dem eigentlichen Wirkstoff, im Fall dieser Arbeit die Steviol-Glycoside, gibt es noch eine Reihe von Tablettierhilfsstoffen, die erforderlich sind, um einen Wirkstoff oder ein Wirkstoffgemisch in eine komprimierbare Tablettiermasse zu überführen.

Mithilfe einer Unterteilung in die drei wichtigsten Gruppen, sollen die Funktionen einzelner Tablettenbestandteile dargestellt werden:

- Füllmittel
- Zerfallsbeschleuniger oder Sprengmittel
- Gleitmittel

2.2.1.1 Füllmittel

Füllmittel sind zur Bildung des Tablettenkörpers bei Tabletten mit kleinen Wirkstoffmengen erforderlich, um durch das „Strecken“ der Wirkstoffe eine ausreichende Menge an Tablettiermasse für eine geeignete Tablettengröße zu erhalten (RITSCHEL und BAUER-BRANDL, 2002).

Im pharmazeutischen Bereich sind Füllmittel oft geschmacklich inert. Im Bereich der Tafelsüßen und besonders im Hinblick auf die geschmacklichen Eigenheiten der Steviol-Glycoside wäre eine positive Beeinflussung durch die Wahl des Füllmittels durchaus wünschenswert. Dabei muss im Auge behalten werden, dass die Tablettengröße und somit die Tablettiermasse einen begrenzenden Faktor darstellt.

2.2.1.2 Zerfallsbeschleuniger oder Sprengmittel

Der Zerfall der Tablette kann grundlegend durch zwei verschiedene Prozesse beschleunigt werden:

- a) den Zerfall durch meist quellbare, unlösliche Substanzen oder
- b) durch Reaktion von Wasser mit den Tablettenbestandteilen und einer damit einhergehenden Gasfreisetzung.

ad a) Drei Haupttheorien für den Zerfall von Tabletten durch Sprengmittel existieren:

Eine mögliche Erklärung für die Sprengwirkung ist, dass das Sprengmittel für das Wasser Wege schafft, damit es in die Tablettenmatrix einzudringen vermag. Eine weitere Erklärung geht davon aus, dass die durch Quellen verursachte strukturelle Veränderung Grund für das physikalische Auseinanderbrechen an den Korngrenzen ist. Eine bleibende plastische Verformung beim Verpressen, die eine schnelle Rückdeformation beim Kontakt mit Wasser bewirkt, wird als dritter Mechanismus zur Erklärung des Tablettenzerfalls herangezogen.

ad b) Solche Tabletten werden als Brausetabletten bezeichnet. Bei der Formulierung von Brausetabletten wird die faktische Inkompatibilität saurer Feststoffe mit Carbonaten ausgenutzt, deren Reaktion bereits durch Spuren von Wasser in Gang gesetzt wird. Dabei kommt es zur Bildung von CO₂. Im Allgemeinen genügt ein 10% Zusatz einer Brausemischung um einen raschen Zerfall zu erreichen (RITSCHEL und BAUER-BRANDL, 2002).

2.2.1.3 Gleitmittel

Gleitmittel sind von technologischer Bedeutung. Damit das Pulver im Fülltrichter fließt, damit die Matrize ordentlich befüllt wird, nicht an den Stempeln und an der Matrizenwandung klebt und damit sich die gepresste Tablette leicht ausstoßen lässt, setzt man üblicherweise ein Gleitmittel zu. Dabei ist der Anteil dieser Substanzen auf ein Minimum zu beschränken (RITSCHEL und BAUER-BRANDL, 2002).

Der Einsatz hängt stark von dem eingesetzten Herstellungsverfahren ab und ist nicht immer zwingend notwendig.

2.2.2 Mögliche Rohstoffe

Da die Übergänge der oben beschriebenen Kategorien fließend sind und ein Stoff sowohl Füll- als auch Sprengmittel gleichzeitig sein kann erfolgt die Auflistung von möglichen Rohstoffen unabhängig von der im letzten Kapitel genannten Einteilung.

Die folgende Auflistung gibt eine Auswahl möglicher Rohstoffe an, wobei sie keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann. Die entsprechenden Informationen für die einzelnen Stoffe stammen von KUHNERT et.al., (2010).

2.2.2.1 Erythrit

Funktion: Füllstoff

Herstellung: a) fermentativ aus Stärkehydrolysaten b) synthetisch aus Butadien

Aussehen/technologische Eigenschaften: weiße, geruchlose, nicht hygroskopische, hitzestabile Kristalle

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich, 37g in 100g Wasser bei 25°C

Sensorische Eigenschaften: süß, kühlender Geschmack, mit einer Süßkraft von 60-80%

Kalorien: 10 kJ/g

2.2.2.2 Isomalt

Funktion: Füllstoff

Herstellung: enzymatische Umlagerung von Saccharose zu Isomaltulose (= „Palatinose“) die dann katalytisch hydriert wird

Aussehen/technologische Eigenschaften: weiße, geruchlose, kaum hygroskopische Kristalle

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich in Heißwasser, wenig löslich in Kaltwasser

Sensorische Eigenschaften: reiner, süßer Geschmack mit einer Süßkraft von 40% gegenüber Saccharose

Kalorien: 10 kJ/g

2.2.2.3 Lactit

Funktion: Füllstoff

Herstellung: katalytisches Hydrieren von Lactose

Aussehen/technologische Eigenschaften: weiße, geruchlose, kaum hygroskopische Kristalle

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich

Sensorische Eigenschaften: schwach süßend mit kühlendem Effekt

Kalorien: 10 kJ/g

2.2.2.4 Mannit

Funktion: Füllstoff

Herstellung: katalytisches Hydrieren von Mannose oder fructosereichem Sirup

Aussehen/technologische Eigenschaft: weiße, geruchlose, wenig hygroskopische Kristalle

Löslichkeit in Wasser: wenig löslich

Sensorische Eigenschaften: ca. halb so süß wie Saccharose

Kalorien: 10 kJ/g

2.2.2.5 Sorbit

Funktion: Füllstoff

Herstellung: katalytisches Hydrieren von reiner Dextrose

Aussehen/technologische Eigenschaft: weiße, geruchlose Kristalle oder Sprühpulver, die zum Verkleben neigen

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich in Wasser

Sensorische Eigenschaften: süßer Geschmack mit kühlendem Effekt; ca. 60% der Süßkraft von Saccharose

Kalorien: 10 kJ/g

2.2.2.6 Fructose

Funktion: Füllstoff

Herstellung: Reinsubstanz aus Inulin-Hydrolyse

Aussehen/technologische Eigenschaft: weiße, geruchlose, hygroskopische Kristalle.

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich

Sensorische Eigenschaften: Ähnliches Süßungsprofil wie Saccharose mit einer Süßkraft von 115%

Kalorien: 16,8 kJ/g

2.2.2.7 Lactose

Funktion: Füllstoff

Herstellung: Isolierung aus Molkekonzentraten

Aussehen/technologische Eigenschaft: weiße, geruchlose Kristalle

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich

Sensorische Eigenschaften: Süßkraft beträgt 1/3 von Saccharose

Kalorien: 16,8 kJ/g

2.2.2.8 Maltose

Funktion: Füllstoff

Herstellung: Abbau von aufgeschlossener Stärke mit reinen beta-Amylasen und Ausfällen mit Alkohol

Aussehen/technologische Eigenschaften: weiße, wenig hygroskopische Kristalle

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich

Sensorische Eigenschaften: Süßkraft beträgt ca. 1/3 von Saccharose

Kalorien: 16,8 kJ/g

2.2.2.9 Native Stärke

Funktion: Füllstoff, Zerfallsbeschleuniger

Herstellung: Großindustrielle Isolierung aus Mais, Weizen und Kartoffeln

Aussehen/technologische Eigenschaft: weiße, leichte, frei fließende Pulver, die an der Zunge kleben

Löslichkeit in Wasser: unlöslich, aber quellfähig in Kaltwasser; leicht löslich in Heißwasser zur trüben, kolloidalen Lösung, die teilweise ausflockt

Sensorische Eigenschaften: neutral bzw. Veränderung des Mundgefühls

Kalorien: 17 kJ/g

2.2.2.10 Beta - Cyclodextrin

Funktion: Füllstoff

Herstellung: Stärkesynthese durch *Bacillus macerans* oder *Bacillus circulans*; anschließende Reinigung

Aussehen/technologische Eigenschaft: locker weißliches, kristallines, geruchloses Pulver

Löslichkeit in Wasser: wenig löslich in Kaltwasser; leicht löslich in Heißwasser

Sensorische Eigenschaften: geschmacklos; möglicherweise Milderung von Bitter- und Metallnoten von Süßstoffen

Kalorien: 8 kJ/g

2.2.2.11 Maltodextrin

Funktion: Füllstoff, Zerfallsbeschleuniger

Herstellung: Maisstärke wird mit Säuren und/oder alpha-Amylasen abgebaut

Aussehen/technologische Eigenschaft: leichte, fast weiße, wenig hygroskopische Pulver

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich in kaltem Wasser mit leichter Trübung; in heißem Wasser leichte Klumpenbildung

Sensorische Eigenschaften: neutral bzw. Veränderung des Mundgefühls

Kalorien: 17 kJ/g

2.2.2.12 Polydextrose

Funktion: Füllstoff

Herstellung: Niedermolekulare Kohlenhydrate werden mit kleinen Mengen Sorbit und Zitronensäure geschmolzen und kondensiert. Die erkaltete Masse wird gemahlen

Aussehen/technologische Eigenschaft: weißes, bis gelbliches, geruchloses Kristallpulver mit geringer Hygroskopizität

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich

Sensorische Eigenschaften: geringer Süßgeschmack

Kalorien: 4-8 kJ/g

2.2.2.13 Inulin

Funktion: Füllstoff

Herstellung: aus Pflanzen isoliert (Fibruline ®)

Aus Pflanzen isoliert und leicht abgebaut (Raftiiose ®)

Aus Zucker enzymatisch aufgebaut (Neosugar ®)

Aussehen/technologische Eigenschaften: feine, weiße hygroskopische Pulver oder Granulate

Löslichkeit in Wasser: wenig löslich in Kaltwasser, leicht löslich in Heißwasser

Sensorische Eigenschaften: geringer Süßgeschmack. 10% Süßkraft von Saccharose

Kalorien: 6 kJ/g

2.2.2.14 Cellulose

Funktion: Füllstoff, Sprengmittel

Herstellung: Zellstoff aus Pflanzenfasern wird vermahlen und gesiebt

Aussehen/technologische Eigenschaft: lockere, frei fließende, komprimierbare, weiße bis gelbliche, geruchlose Pulver

Löslichkeit in Wasser: unlöslich in Wasser, aber quellbar

Sensorische Eigenschaften: neutral, sandig

Kalorien: nicht resorbierbar

2.2.2.15 Carboxymethylcellulose, quervernetzt

Funktion: Füllstoff, Sprengmittel

Herstellung: Cellulose wird alkalisch aufgequollen, mit Chloressigsäure carboxyliert und dann sauer dehydriert bis zur partiellen Vernetzung

Aussehen/technologische Eigenschaft: weißes, frei fließendes Pulver

Löslichkeit in Wasser: unlöslich in Wasser, aber quellbar

Sensorische Eigenschaften: neutral

Kalorien: nicht resorbierbar

2.2.2.16 Natriumcarbonat/Natriumhydrogencarbonat

Funktion: Füllstoff, Sprengmittel

Herstellung: synthetisch

Aussehen/technologische Eigenschaften: weißes Kristallpulver oder Granulat, hygroskopisch

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich in Wasser

Sensorische Eigenschaften: neutral

2.2.2.17 Citronensäure/Natriumcitrat

Funktion: Sprengmittel als feste Säure mit einer festen Base (Natriumcarbonat)

Herstellung: fermentativ

Aussehen/technologische Eigenschaften: weiße Kristalle

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich

Sensorische Eigenschaften: sauer, wird aber bei „Brausereaktion“ neutralisiert

2.2.2.18 Weinsäure

Funktion: Sprengmittel als feste Säure mit einer festen Base (Natriumcarbonat)

Herstellung: aus Rückständen der Weinherstellung über Calcium-Tartrat und Schwefelsäure

Aussehen/technologische Eigenschaften: weiße Kristalle, geringe Hygroskopizität

Löslichkeit in Wasser: leicht löslich

Sensorische Eigenschaften: sauer, wird aber bei „Brausereaktion“ neutralisiert

2.2.2.19 Magnesiumstearat E 470b

Funktion: Gleitmittel

Herstellung: Verseifungsgemische natürlicher Fette

Aussehen/technologische Eigenschaften: weißes Pulver

Löslichkeit in Wasser: unlöslich

2.2.2.20 Siliciumoxid

Funktion: Gleitmittel

Herstellung: aus natürlichen Silikaten mittels Nassverfahren oder Glühverfahren isoliert

Aussehen/technologische Eigenschaften: lockere unkristalline Puder

Löslichkeit in Wasser: unlöslich

2.2.2.21 Talkum

Funktion: Gleitmittel.

Herstellung: aus natürlichen Vorkommen aufbereitet

Aussehen/technologische Eigenschaften: fettig anzuführendes Pulver

Löslichkeit in Wasser: nicht löslich

2.2.3 Einflussgrößen auf Tabletteneigenschaften

Die Tabletteneigenschaften und das Lösungsverhalten hängen nicht ausschließlich von der Anwesenheit bestimmter Stoffe und deren Eigenschaften ab, sondern auch von den maschinenbedingten Parametern während der Verpressung und den morphologischen Eigenschaften der fertigen Tablette.

RITSCHEL und BAUER-BRANDL (2002) führen physikalische und chemische Eigenschaften der Wirk- und Hilfsstoffe, Granulattyp, Feuchtigkeitsgehalt, sowie Zusatz von Spreng- und vor allem Gleitmittel als granulatbedingte Einflussfaktoren für die Tabletteneigenschaften an. Für maschinenbedingte Einflussfaktoren sind die Tablettenform und -größe, Arbeitsgeschwindigkeit, Presscharakteristik und vor allem der Pressdruck beim Tablettieren maßgebend.

Bezüglich des Pressdrucks soll ein Kompromiss geschlossen werden zwischen genügender mechanischer Festigkeit der Tabletten und den damit einhergehenden Zerfallseigenschaften.

3 Aufgabenstellung

Die unterschiedlichen sensorischen Eigenschaften von Rebaudiosid A und Steviosid sollten in Hinblick auf die Entwicklung einer Tafelsüße in Tablettenform untersucht werden.

Als Ziel der sensorischen Analysen sollte eine Mischung von Rebaudiosid A und Steviosid gefunden werden, deren Eigenschaften den Konsumenten sowohl in Bezug auf die Süßkraft als auch in Bezug auf die geschmacklichen Eigenschaften überzeugt. Eine optimale Kompromissfindung zwischen dem Anteil des teureren Rebaudiosid A, mit den vermeintlich besseren sensorischen Eigenschaften, und dem billigeren Steviosid sollte dabei angestrebt werden.

Abschließend sollten erste Pressversuche durchgeführt werden, um Rückschlüsse auf die Verpressbarkeit von Mischungen mit Steviol-Glycosiden ziehen zu können. Dabei sollte darauf geachtet werden so wenige Zusatzstoffe wie technologisch notwendig zu verwenden, um die Natürlichkeit des Produktes im späteren Verkauf hervorheben zu können.

4 Material und Methoden

4.1 Verwendete Rohstoffe

Für die sensorischen Analysen:

- **Rebaudiosid A „Natusweet R99“**
von der Firma Reisenberger GmbH, Perchtoldsdorf, Österreich
99% Reinheit laut Herstellerangaben
Chargennummer: SRA99-100901
Herstellungsdatum 08/2010
MHD 08/2012
Lagerung bei 4°C im Kühlschrank
- **Steviosid „Natusweet S95“**
von der Firma Reisenberger GmbH, Perchtoldsdorf, Österreich
95% Reinheit laut Herstellerangaben
Chargennummer: 20100803
Herstellungsdatum 09/2010
MHD 09/2012
Lagerung bei 4°C im Kühlschrank
- **„Kandisin“ Süßstoff Tabletten**
von der Teekanne GmbH Österreich
Zutaten laut Herstellerangaben: Süßstoff Cyclamat (E 952), Süßstoff
Natriumhydrogencarbonat (E 500), Süßstoff Saccharin (E 954), Weinsäure
(E 334)
- **Schwarztee „Twinings™ of London“**
vertrieben durch Maresi Austria GmbH, Wien, Österreich
Zutaten laut Herstellerangaben: Schwarztee
Lagerung: im Dunklen bei Raumtemperatur

- **Früchtetee „Fix Frutta – natürlicher Früchtetee“**

von Teekanne GmbH, Salzburg, Österreich

Zutaten laut Herstellerangaben: Hagebutten, Hibiskus, Äpfel, Orangenschale, Holunder, Pfefferminze

Lagerung: im Dunklen bei Raumtemperatur

zusätzlich für die Pressversuche:

- **Natriumhydrogencarbonat**

von der Firma Neuber's Enkel-Grossdrogerie, Wien, Österreich

Lagerung: im Dunkeln bei Raumtemperatur

- **Zitronensäure**

aus dem Bestand des Technikums am DLWT (Departement für Lebensmittelwissenschaften und Lebensmitteltechnologie)

Lagerung: im Dunkeln bei Raumtemperatur

- **Mannitol**

aus dem Bestand des Technikums am DLWT

Lagerung: im Dunkeln bei Raumtemperatur

4.2 Verwendete Geräte

- **Analysenwaage Sartorius A 200S**

Sartorius, Deutschland
für die Pressversuche:

- **Schwingmühle**

Bodenseewerk Perkin-Elmer & Co GmbH, Überlingen (Abb. 4.1)



Abb. 4.1: Schwingmühle von Perkin-Elmer

- **Hand-Hydraulische Presse**

Modell: 20 Tonnen Presse

Bodenseewerk Perkin-Elmer & Co GmbH, Überlingen

Stempeldurchmesser: 1,3 cm

Druckkraft: max. 20 t (≈ 200 kN)

Die Presse wurde speziell zur Herstellung von Kaliumbromid-Presslingen für die Infrarot-Spektroskopie konstruiert



Abb. 4.2: Hand-Hydraulische Presse von Perkin-Elmer

4.3 Sensorische Methoden

4.3.1 Testraum

Voraussetzung für ungestörte sensorische Prüfungen sind geeignete Prüfräume, wobei auf die Farbe des Raumes, auf die Beleuchtung, die Temperatur, die relative Luftfeuchtigkeit, Lärm und Belüftung geachtet werden muss.

Für Gruppendiskussionen soll ein großer Tisch zur Verfügung stehen, an dem die Prüfer mit dem Prüfungsleiter diskutieren können.

Für Einzelprüfungen sollen Prüfkabinen zur Verfügung stehen, wobei der Platz ausreichen muss um bequem arbeiten zu können und Platz für folgende Arbeitsmittel bieten soll:

- Tablett mit Prüfproben
- Ausspuckbecken eventuell mit Wasseranschluss, oder Ausspuckbehälter
- Neutralisationsmittel
- Prüfbogen, Schreibgerät (BUSCH-STOCKFISCH, 2002)

Die Durchführung der sensorischen Analysen erfolgte im Sensoriklabor des DLWT an der Universität für Bodenkultur, das mit 8 Einzelkabinen, die optimalen Bedingungen bietet.

4.3.2 Deskriptive Analyse

4.3.2.1 Prinzip

Mit Hilfe deskriptiver Verfahren sollen die Wahrnehmungen, die Menschen haben, wenn sie sensorisch relevante Produkte konsumieren, messbar gemacht werden. Ziel dieser Verfahren ist die Produkte genau zu beschreiben - also die Produkteigenschaften zu identifizieren - und die wahrgenommenen Produkteigenschaften zu quantifizieren (SCHARF, 1996).

Häufig wird diese Technik verwendet um Produkte von Mitbewerbern sensorisch zu untersuchen, um anschließend Vergleiche mit dem eigenen Produkt anstellen zu können (LAWLESS, 1998).

Die daraus gewonnenen Ergebnisse sagen nichts über die Akzeptanz der Produkte aus. Erst eine Verknüpfung der Profildaten mit Akzeptanzdaten, also Konsumentenurteilen,

zeigt, welche Produkte eine hohe Akzeptanz erreichen und welche sensorischen Eigenschaften dafür verantwortlich sind (BENZ, 1995).

4.3.2.2 QDA (Quantitative Descriptive Analysis) - Methode

Die Methode sieht vor, dass die Panelisten anhand der tatsächlichen Produkte trainiert werden, dass Testwiederholungen zur Absicherung der Ergebnisse stattfinden und dass die Panelisten speziell für ihre Aufgabe ausgewählt werden.

Laut STONE (2004) werden folgende Anforderungen an die QDA-Methode gestellt:

- Alle sensorischen Merkmale sollen erfasst werden.

Alle vom menschlichen System wahrnehmbare Eindrücke, sei es über Aussehen, den Geruch, die Textur oder den Geschmack sollen erfasst werden.

- Multiprodukttest

Da das menschliche Wahrnehmungssystem nicht gut für absolute Intensitätseinschätzungen geeignet ist, Menschen jedoch sehr gut relative Unterschiede erkennen und einschätzen können, werden in einen QDA-Test immer mehrere Produkte einbezogen.

- Die Anzahl der Panelisten soll begrenzt sein.

Ein QDA Panel soll aus 10 bis 12 Panelisten bestehen.
Die Panelisten müssen zuvor ausgewählt werden, zeitlich verfügbar sein und Interesse an ihrer Aufgabe haben.

- Die Entwicklung der Panelsprache soll frei vom Einfluss des Pannelleiters sein.

Die Entwicklung der Sprache ist ein gruppensdynamischer Prozess. Die Aufgabe des Pannelleiters ist die Gruppendiskussion zu leiten.

- Die Ergebnisse sollen quantifizierbar sein.

Zur Quantifizierung der wahrgenommenen Intensitäten wird eine stufenlose Linienskala eingesetzt.

- Es muss ein geeignetes Daten-Analyse-System vorhanden sein.

Ergebnisse des QDA Panels sind Produktprofile, die grafisch als sogenannte „spider-plots“ dargestellt werden. Die „spider-plots“ zeigen pro Attribut den

Mittelwert aller Panelisten und Wiederholungen. Je weiter der Skalenpunkt von der Mitte des Diagramms entfernt ist, um so stärker ist die Intensität für das entsprechende Attribut (RUMMEL, 2002).

4.3.2.3 Prüfpersonen

Für ein deskriptives Panel können nur Personen ausgewählt werden, die

- zeitlich verfügbar sind
- keine Lebensmittelallergien haben
- fähig sind, an gruppendynamischen Prozessen aktiv teilzunehmen (Panelschulung),
- fähig sind, die gestellten Aufgaben zu bewältigen
- keine Geruchs- und Geschmacksanomalien aufweisen und über ein gutes Geruchsgedächtnis und gute Geruchsidentifikations-Fähigkeiten verfügen (RUMMEL, 2002).

4.3.2.4 Datenerhebung

Zur Quantifizierung der wahrgenommenen Intensitäten wurde eine stufenlose Linienskala mit einer Länge von 10 cm eingesetzt, wobei unter die jeweiligen Endpunkte die Intensitäten des zu bewertenden Attributs angeführt worden sind. Die Prüfpersonen bewerteten die einzelnen Proben hinsichtlich der entsprechenden Attribute, indem Sie mit einer Markierung auf der stufenlosen Skala anzeigten wie stark/schwach der Geschmackseindruck wahrgenommen wurde. Abb. 4.3 gibt ein Beispiel für solch eine Linienskala.

Die Distanzen für die einzelnen Proben wurden händisch ausgemessen und in ein Datenerfassungsprogramm übertragen.

Süßkraft/Intensität

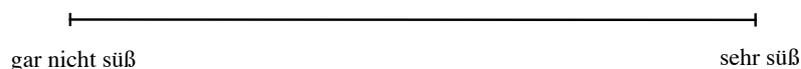


Abb. 4.3: Beispiel einer Linienskala zur Bewertung von sensorischen Eindrücken

4.3.2.5 Auswertung

Die Auswertung umfasste:

- Eine graphische Darstellung der Ergebnisse als Mittelwerte mittels Spider Plots.
- Die Darstellung der Ergebnisse der einzelnen Produkte bezüglich ihrer speziellen Eigenschaften als Box- und Whisker Plots.
- Einen Multiple Range Test, der zur Überprüfung des Prüfpanels, die Ergebnisse für die wiederholt verkosteten Proben auf signifikante Unterschiede hin untersucht.

4.3.3 Beliebtheitsprüfung

4.3.3.1 Prinzip

Hedonische Prüfungen beziehen sich im Allgemeinen auf das subjektive Wahrnehmen eines Produktes. Dabei steht in den meisten Fällen eine Messung der „*overall acceptance*“ (Gesamturteil) bzw. eine Messung von Einzelakzeptanzurteilen zu Aussehen, Geruch, Geschmack, Konsistenz, Textur und Nachgeschmack im Vordergrund. Wichtig dabei ist, dass nicht die Charakteristika des Lebensmittels, sondern die Einstellung des Verbrauchers zu dem Produkt gemessen werden (LILL, 2002).

4.3.3.2 Methode

Die Beliebtheit eines Produktes wurde durch Befragung von Konsumenten ermittelt. Die Anzahl an Prüfpersonen muss laut LILL (2002) deutlich höher liegen als bei analytischen Prüfungen. In der Literatur finden sich ihm zufolge Angaben von mindestens 30, 50 und mehr Personen. DÜRRSCHMID (2006) schlägt für eine repräsentative Stichprobe 80 bis 400 Prüfpersonen vor.

Die Tests erfolgten in speziellen Testlabors unter standardisierten Bedingungen, wobei nicht mehr als 6 Produkte gleichzeitig angeboten wurden.

Bewertet wurden die Produkte mittels einer stufenlosen Linienskala. Zusätzlich zur Gesamtb Liebtheit sollten die Versuchspersonen die Akzeptanz der Süßkraft bewerten. Hierfür kommt die JAR-Skala (*just about right*) zum Einsatz. Die Versuchsperson hatte die Wahl das Produkt mit „viel zu süß“, „etwas zu süß“, „gerade richtig“ (*just about right*), „etwas zu wenig süß“ oder „viel zu wenig süß“ zu bewerten. Für eine Analyse wurde die Beliebtheit der Süßkraft ebenso mittels einer stufenlosen Linienskala erfasst.

4.3.3.3 Prüfpersonen

Als Prüfpersonen dienten potenzielle Konsumenten, die freiwillig an der Verkostung teilnahmen und über den rechtlichen Status der Steviol-Glycoside in der EU aufgeklärt worden sind.

4.3.3.4 Datenerhebung

Ähnlich wie für die deskriptive Analyse (4.3.2.4) wurden zur Quantifizierung der wahrgenommenen Beliebtheit stufenlose Linienskalen mit einer Länge von 10 cm verwendet. Die Endpunkte der jeweiligen Skalen wurden mit den entsprechenden Adjektiven beschriftet.

Um Hinweise für Auffälligkeiten oder evt. Gründe für die Beliebtheit/Nichtbeliebtheit zu generieren, wurde unterhalb der Linienskalen Platz für Bemerkungen zur Verfügung gestellt. Abb. 4.4 gibt ein Beispiel für eine Linienskala, wie sie in den Verkostungen verwendet wurde.

Beliebtheit



Bemerkungen : _____

Abb. 4.4: Beispiel für eine stufenlose Linienskala mit Platz für Bemerkungen

Um Daten für die Akzeptanz der Süßkraft zu generieren, kam die JAR-Skala zum Einsatz. Abb. 4.5 liefert ein Beispiel für solch eine Skala. Die Versuchsperson musste für die jeweilige Probe eine Markierung in der entsprechenden Zeile setzen, um die Bewertung vorzunehmen.

Zusätzlich dazu wurden noch personenbezogene Fragen gestellt, um eine statistische Auswertung nach folgenden Gesichtspunkten zu ermöglichen:

- Geschlecht
- Trinkgewohnheiten
- Alter

Probencode	869	418	768	579
viel zu süß				
ein wenig zu süß				
genau richtig				
zu wenig süß				
viel zu wenig süß				

Abb. 4.5: Beispiel für die Datenerhebung mittels JAR-Skala

4.3.3.5 Auswertung

Die Auswertung umfasste:

- Eine graphische Darstellung der Ergebnisse aus der Beliebtheitsprüfung als Box- und Whisker Plot
- Einen Multiple Range Test, um signifikante Unterschiede zwischen den Produkten herauszustreichen und homogene Produktgruppen zu identifizieren
- Eine graphische Darstellung der Ergebnisse aus der JAR-Analyse als Balkendiagramm
- Eine lineare Regression, um die Auswirkungen der Süßwahrnehmung auf die Beliebtheit darzustellen

4.4 Statistische Methoden

Zur übersichtlichen Darstellung von Ergebnissen wurden die Daten mittels Microsoft®Excel®2008, Version 12.0 grafisch als Spider-Plots und als Balkendiagramme dargestellt.

Die Darstellung als Box- und Whisker Plot ist ebenfalls eine einfache und deshalb auch sehr beliebte Methode zur Darstellung von Daten. Sie sind hervorragend für den Gruppenvergleich bezüglich eines betrachteten Merkmals geeignet, da sie in knapper und übersichtlicher Form Lage, Konzentration, Streuverhalten und Symmetrie einer Verteilung beschreiben (STRELEC, 2005). Abb. 4.6 gibt einen Überblick über die wichtigsten

Parameter, die ein Box- und Whisker Plot beschreibt. Die Box- und Whisker Plots wurden mittels der Statistiksoftware Statgraphics® Centurion XV erstellt.

Um herauszufinden, ob sich die Proben hinsichtlich der ermittelten Eigenschaften signifikant bzw. nicht signifikant voneinander unterscheiden, wurde ein Multiple Range Test nach der Fisher LSD (Least Significant Difference) Methode angewandt. Die auf R.A. Fisher zurückgehende Idee eines multiplen Mittelwertsvergleichs geht von der Ablehnung der Globalhypothese ($\mu_1 = \dots = \mu_k$) durch eine einfache Varianzanalyse aus. Anschließend erfolgt die Anwendung aller möglicher bzw. auch bloß interessanter Zweistichproben-t-Tests (STRELEC, 2005). Tab. 4.1 gibt ein Beispiel für die Darstellung eines multiple Range Tests. Alle Proben, die ein Kreuzchen untereinander haben, bilden eine homogene Gruppe hinsichtlich der betrachteten Eigenschaft. Der Multiple Range Test wurde mittels der Statistiksoftware Statgraphics® Centurion XV durchgeführt.

Um die Korrelation zwischen der Bewertung der Süße und der Gesamtbeliebtheit herstellen zu können wurde eine simple Regressionsanalyse durchgeführt. Die Güte der Anpassung der Regression an die Daten wird durch R^2 (Bestimmtheitsmaß) gemessen. Je größer R^2 , desto stärker ist eine lineare Ursache-Wirkungsbeziehung zwischen X und Y ausgeprägt (TOUTENBURG et. al., 2009). Ebenso wie für die anderen statistischen Analysen wurde für die simple Regressionsanalyse die Statistiksoftware Statgraphics® Centurion XV verwendet.

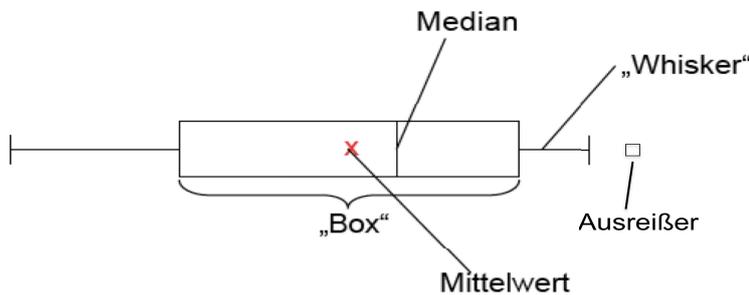


Abb. 4.6: Box- und Whisker Plot

Tab. 4.1: Beispiel für die Darstellung eines Multiple Range Tests

Probencode	Count	Mean	Homogeneous Groups
Stev 100	20	32,0	x
Kandisin	60	45,322	x
Stev 150	20	49,4444	x

5 Durchführung

5.1 Deskriptive Analyse

Die Durchführung erfolgte in Anlehnung an die QDA Methode, wie sie in Kapitel 4.3.2.2 beschrieben wurde.

Das Prüfpanel setzte sich aus 10 Personen (8 weiblich, 2 männlich) zusammen, wobei es sich vorwiegend um Mitarbeiter bzw. Diplomanden des Departements für Lebensmittelwissenschaften und -technologie handelte. Alle Prüfpersonen hatten bereits Erfahrung mit sensorischen Analysen.

Für die Begriffsfindung wurde eine Sitzung mit den Panelisten durchgeführt, bei der die in Kapitel 5.1 angeführten Proben zur Verkostung gereicht wurden:

Tab. 5.1: Zur Begriffsfindungsphase gereichte Proben

Probe	Konzentration
Kandisin	1 Tab auf 200 mL
Steviosid (Natusweet S 95)	150 mg/L
Rebaudiosid A (Natusweet R99)	150 mg/L

Eingewogen wurden die entsprechenden Mengen jeweils in Leitungswasser. Die Phase der Quantifizierung teilte sich, um Geschmacksadaptationen entgegenzuwirken, auf sechs Verkostungseinheiten an sechs unterschiedlichen Tagen auf.

Die Steviol-Glycoside wurden, wie in Tab. 5.2 dargestellt, jeweils in unterschiedlichen Konzentrationen gereicht. Die Konzentration von Kandisin wurde gleichgehalten, da eine Annäherung an dieses Produkt als Zielvorgabe definiert worden ist.

Tab. 5.2: Proben, die zur deskriptiven Analyse gereicht wurden

Probe	Konzentration
Kandisin	1 Tab auf 200 mL
Steviosid (Natusweet S95)	100 mg/L
Steviosid (Natusweet S95)	150 mg/L
Steviosid (Natusweet S95)	200 mg/L
Rebaudiosid A (Natusweet R99)	100 mg/L
Rebaudiosid A (Natusweet R99)	150 mg/L
Rebaudiosid A (Natusweet R99)	200 mg/L

Pro Verkostungseinheit wurden jeweils drei Proben, die mit einem dreistelligem Zahlencode versehen wurden, gereicht. Von diesen drei Proben war bei jeder Verkostung einmal Kandisin dabei. Von allen Panelisten wurde jede Probe zweimal verkostet, Kandisin wurde von allen sechs mal verkostet.

Um die Ergebnisse statistisch auswerten zu können, wurden die Skalenabstände ausgemessen und händisch in Microsoft®Excel®2008 Version 12.0 übertragen, wo die Erstellung der Spider Plots erfolgte. Um die Daten auf statistisch signifikante Unterschiede hin zu überprüfen, wurde die Statistiksoftware Statgraphics® Centurion XV verwendet. Hiermit erfolgte auch die Darstellung der Daten in Box- und Whisker Plots und der „Multiple Range Test“.

5.2 Beliebtheitsprüfung

Für die Beliebtheitsprüfungen wurden Prüfpersonen ausgewählt, die sich in der Aula der Universität für Bodenkultur aufhielten und sich unentgeltlich für die Teilnahme an der Beliebtheitsprüfung bereit erklärt haben. Insgesamt fanden drei Beliebtheitsprüfungen mit unterschiedlichen Proben statt. Den Prüfpersonen wurde warmer Tee zur Verkostung gereicht, um die Konsumsituation von Süßstoff-Tabletten so gut als möglich zu simulieren.

Die Zubereitung der verschiedenen Teesorten erfolgte jeweils nach den Herstellerangaben. Aus den angegebenen Aufbrühzeiten auf den Verpackungen wurde der Mittelwert gebildet. Der Schwarztee wurde demnach für 4 min aufgebrüht, der Früchtetee für 7 min. Anschließend wurde der Tee auf 60° im Wasserbad temperiert und auch bei dieser Temperatur für die Verkostungen gereicht.

5.2.1 Erste Beliebtheitsprüfung

Wie in Tab. 5.3 dargestellt, wurden sechs verschiedene Proben zur Verkostung gereicht. Zusätzlich zur allgemeinen Beliebtheit der Proben wurde nach der Beliebtheit der Süßkraft mittels der JAR-Skala gefragt.

Tab. 5.3: Zur ersten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben

Probencode	Matrix	Verhältnis Rebaudiosid A zu Steviosid		Gesamtkonzentration
		Rebaudiosid A [%]	Steviosid [%]	Steviol-Glycoside [mg/L]
R 100	Schwarztee	100	0	80
R 80 S 20	Schwarztee	80	20	80
R 50 S 50	Schwarztee	50	50	80
R 20 S 80	Schwarztee	20	80	80
S 100	Schwarztee	0	100	80
Kandisin	Schwarztee	/	/	1 Kandisin Tab/ 200 mL

5.2.2 Zweite Beliebtheitsprüfung

Für die zweite Beliebtheitsprüfung wurden zwei verschiedene Konzentrationsniveaus für die Verkostungen ausgewählt. Die Konzentrationen wurden hier so gewählt, dass die niedrigere Konzentration von 80 mg/L einem Tab pro Tasse entspricht und die hohe Konzentration von 160 mg/L dementsprechend zwei Tabs pro Tasse simuliert. Tab. 5.4 gibt einen Überblick über die zur Verkostung gereichten Proben.

Auch bei dieser Prüfung wurde nach der Beliebtheit der Süßkraft gefragt. Bei dieser Verkostungsrunde kam anstelle der JAR-Skala eine 10 cm lange Linienskala zum Einsatz.

Tab. 5.4: Zur zweiten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben

Probencode	Matrix	Verhältnis Rebaudiosid A zu Steviosid		Gesamtkonzentration-
		Rebaudiosid A [%]	Steviosid [%]	Steviolglycoside [mg/L]
R 80 S 20 niedrig	Schwarztee	80	20	80
R 50 S 50 niedrig	Schwarztee	50	50	80
R 20 S 80 niedrig	Schwarztee	20	80	80
R 80 S 20 hoch	Schwarztee	80	20	160
R 50 S 50 hoch	Schwarztee	50	50	160
R 20 S 80 hoch	Schwarztee	20	80	160

5.2.3 Dritte Beliebtheitsprüfung

Bei der letzten Prüfung wurde die Probenanzahl auf vier reduziert. Tab. 5.5 gibt einen Überblick über die zur Verkostung gereichten Proben. Wiederum wurden die Konzentrationen so gewählt, dass die niedrigere Konzentration ein Tab pro Tasse simulieren soll und die hohe Konzentration zwei Tabs pro Tasse.

Zusätzlich zur Beliebtheit wurde die Beliebtheit der Süßkraft mittels der JAR-Skala bewertet.

Tab. 5.5: Zur dritten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben

Probencode	Matrix	Verhältnis Rebaudisoid A zu Steviosid		Gesamtkonzentration
		Rebaudisoid A [%]	Steviosid [%]	Steviol-Glycoside [mg/L]
R 80 S 20 niedrig	Früchtetee	80	20	80
R 50 S 50 niedrig	Früchtetee	50	50	80
R 80 S 20 hoch	Früchtetee	80	20	160
R 50 S 50 hoch	Früchtetee	50	50	160

5.3 Durchführung Pressversuche

Aufgrund der Ergebnisse aus den sensorischen Untersuchungen wurden Mischungen, wie in Tab. 5.6 dargestellt, bereitet.

Rebaudiosid A (Natusweet R98) und Steviosid (Natusweet S95) wurden im Verhältnis eins zu eins miteinander vermischt. Als Sprengmittel kamen Natriumhydrogencarbonat und Zitronensäure, ebenfalls in einer eins zu eins Mischung, zum Einsatz. Mannitol übernahm die Funktion des Füllmittels.

Jede einzelne Mischung wurde vor dem Pressvorgang in einer Schwingmühle viermal 30 Sekunden lang gemahlen. Anschließend wurde die Matrize mit 160 mg der jeweiligen Mischung befüllt. Der Pressvorgang erfolgte durch Absenken des Stempels bei einem Druck von 10,5 t für drei Minuten.

Tab. 5.6: Tablettengrundmischungen für Pressversuche

Probencode	Steviol-Glycoside [%]	Sprengmittel [%]	Füllmittel[%]
1	26,6	73,4	0
2	26,6	63,4	10
3	26,6	53,4	20
4	26,6	43,4	30

6 Ergebnisse und Diskussion

6.1 Ergebnisse der deskriptiven Analyse

6.1.1 Ergebnisse der Begriffsfindungsphase

In Tab. 6.1 sind die Deskriptoren und die Anfangs- bzw. Endpunkte, auf die sich das Panel geeinigt hat, dargestellt. Dabei ist festzuhalten, dass der metallische Geschmack der Kandisin-Probe zugeordnet worden ist und das „Kräuterartige“ bzw. der „anhaltende Nachgeschmack“ den Proben mit den Steviol-Glycosiden.

Tab. 6.1: Ergebnisse der Begriffsfindungsphase

Deskriptor	Anfangs- bzw. Endpunkt
Süßkraft	gar nicht süß - sehr süß
Vollmundigkeit der Süße	nicht vollmundig - vollmundig
anhaltende Süße	kurz - lang
metallisch	gar nicht - sehr
kräuterartig	gar nicht - sehr
anhaltender Nachgeschmack	gar nicht - sehr

6.1.2 Ergebnisse der Panelüberprüfung

Die Ergebnisse der Untersuchungen auf signifikante Unterschiede bei den mehrfach verkosteten Proben sind in Tab. 6.2 dargestellt. Demnach wurde nur für eine Probe (Rebaudiosid A 200 mg/L) bezüglich eines Merkmals (anhaltende Süße) ein signifikanter Unterschied in der Bewertung der Intensität festgestellt.

Um die Ergebnisse anhand eines Beispiels zu verdeutlichen sind in Abb. 6.1 die Mittelwerte aller Bewertungen des Panels für Kandisin dargestellt. Kandisin 3 scheint auf den ersten Blick von den restlichen Ergebnissen abzuweichen, aber die Unterschiede sind nicht signifikant.

Tab. 6.2: Ergebnisse für die wiederholt verkosteten Proben

Probe	WH	Signifikante Unterschiede in Bezug auf					
		Süßkraft	Vollmundigkeit der Süße	anhaltende Süße	metallisch	kräuterartig	anhaltender Nachgeschmack
Kandisin	6	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Reb A 100 mg/L	2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Reb A 150 mg/L	2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Reb A 200 mg/L	2	n.s.	n.s.	<u>signifikant</u>	n.s.	n.s.	n.s.
Reb A 100 mg/L	2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Reb A 150 mg/L	2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Steviosid 200 mg/L	2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

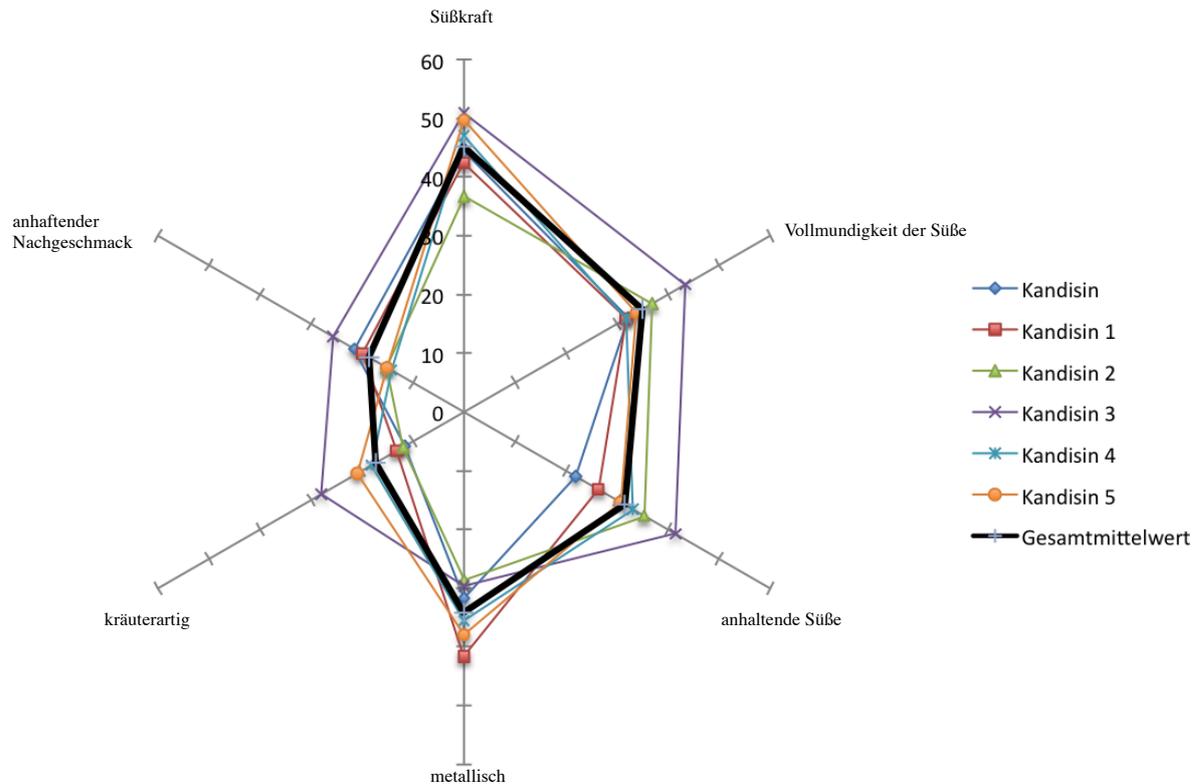


Abb. 6.1: Ergebnisse des Prüfpanels für alle Kandisin Proben

6.1.3 Ergebnisse der Quantifizierung

Einen Überblick über die Ergebnisse der Quantifizierung gibt Abb. 6.2. Die jeweils am linken oberen Rand angeführten Konzentrationen beziehen sich auf die eingesetzten Konzentrationen der Steviol-Glycoside. Die Konzentration für Kandisin wurde, wie in Kapitel 5.1 bereits erwähnt, konstant gehalten.

Es ist gut erkennbar, dass die Muster für Rebaudiosid A und Steviosid bei der niedrigsten Konzentration von 100 mg/L dem von Kandisin am Ähnlichsten waren.

Ergebnisse und Diskussion

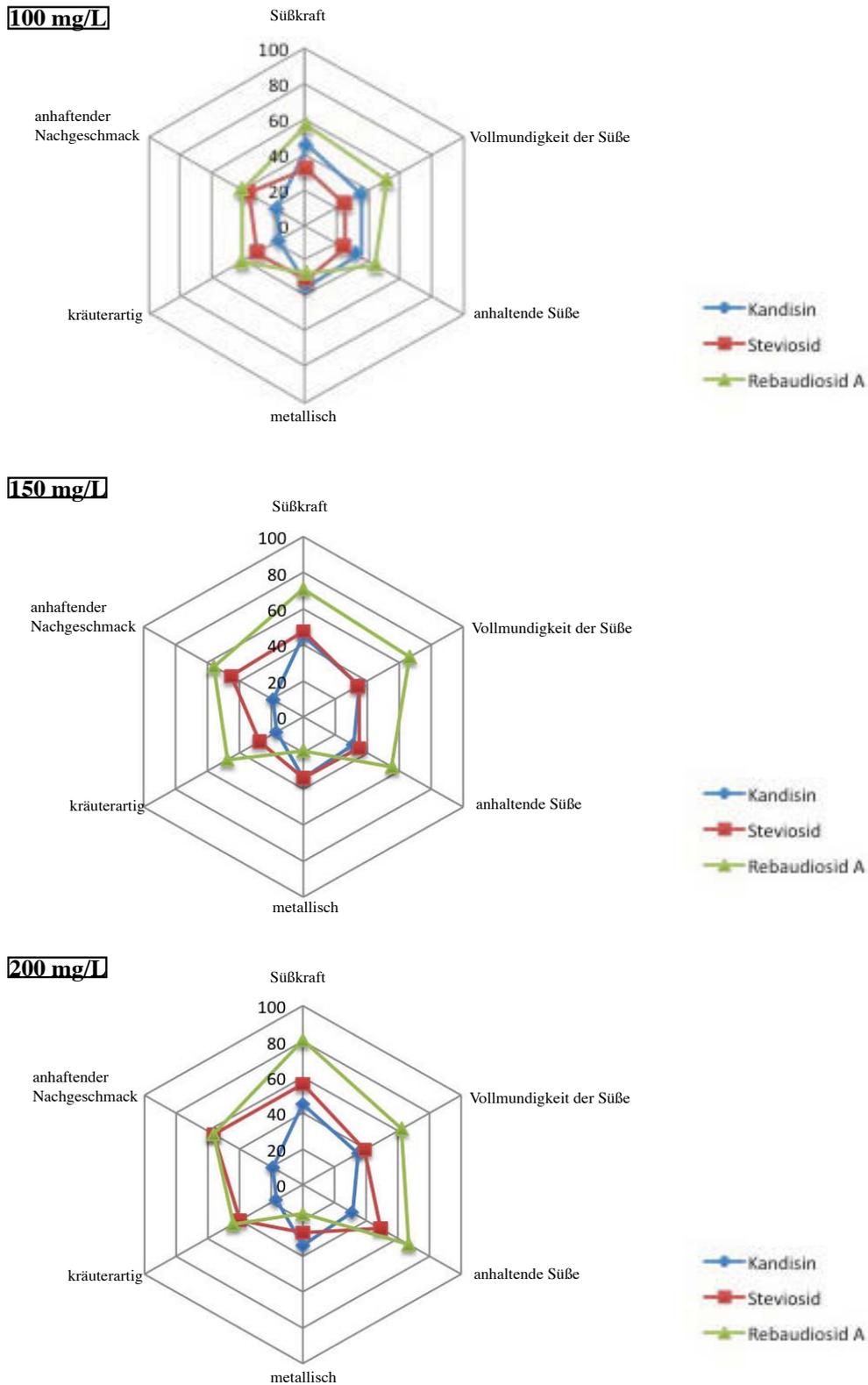


Abb. 6.2: Überblick über die Ergebnisse aus der deskriptiven Analyse.

6.1.3.1 Süßkraft

- Rebaudiosid A war in den Konzentrationen 100 mg/L, 150 mg/L und 200 mg/L signifikant süßer als Kandisin (1 Tab pro 200 mL).
- Steviosid war bei einer Konzentration von 200 mg/L signifikant süßer als Kandisin (1 Tab pro 200 mL). Bei einer Konzentration von 150 mg/L bestand bezüglich der Süßkraft kein signifikanter Unterschied zu Kandisin und bei einer Konzentration von 100 mg/L Steviosid war Kandisin signifikant süßer.
- Bei entsprechender Konzentration von Steviosid und Rebaudiosid A war immer Rebaudiosid A signifikant süßer.

Abb. 6.3 und Tab. 6.3 veranschaulichen die Ergebnisse für die Süßkraft.

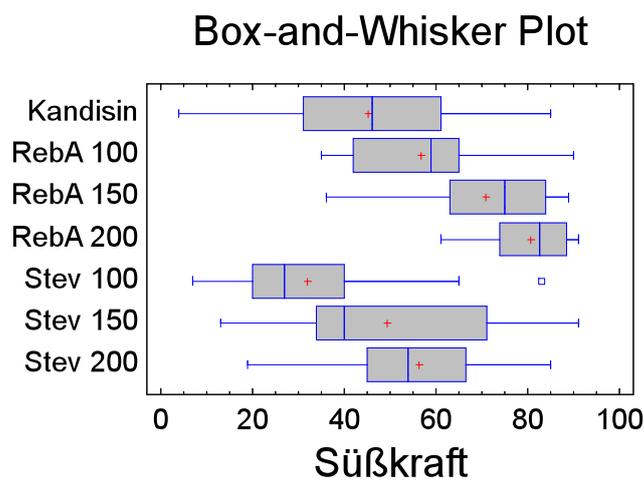


Abb. 6.3: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „Süßkraft“

Tab. 6.3: Multiple Range Test für das Attribut „Süßkraft“

Probencode	Count	Mean	Homogeneous Groups
Stev 100	20	32,0	x
Kandisin	60	45,322	x
Stev 150	20	49,4444	xx
Stev 200	20	56,25	x
RebA 100	20	56,7895	x
RebA 150	20	70,95	x
RebA 200	20	80,7	x

6.1.3.2 Vollmundigkeit der Süße

- Die Vollmundigkeit der Süße war bei allen Konzentrationen von Rebaudiosid A signifikant stärker ausgeprägt als bei Kandisin (1 Tab pro 200 mL).
- Steviosid zeigte nur in der Konzentration von 200 mg/L eine vollmundigere Süße als Kandisin auf, in den anderen Konzentrationsbereichen war kein signifikanter Unterschied feststellbar.
- Bei entsprechender Konzentration von Steviosid und Rebaudiosid A war immer Rebaudiosid A signifikant vollmundiger.

Abb. 6.4 und Tab. 6.4 veranschaulichen die Ergebnisse für die Vollmundigkeit der Süße.

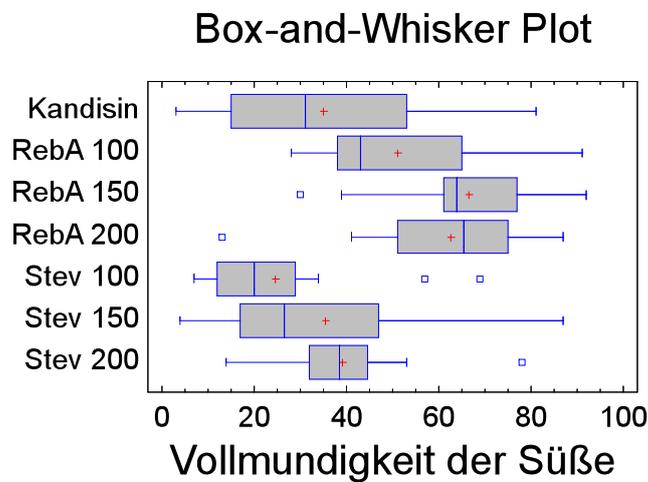


Abb. 6.4: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „Vollmundigkeit der Süße“

Tab. 6.4: Multiple Range Test für das Attribut „Vollmundigkeit der Süße“

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
Stev 100	20	24,5263	x
Kandisin	60	34,9661	x
Stev 150	20	35,4444	xx
Stev 200	20	39,1	xx
RebA 100	20	51,1579	xx
RebA 200	20	62,5	xx
RebA 150	20	66,5	x

6.1.3.3 Anhaltende Süße

- Die Süße von Rebaudiosid A hielt in allen Konzentrationen signifikant länger an als die von Kandisin (1 Tab pro 200 mL).
- Zwischen Steviosid in der Konzentration 100 mg/L und 150 mg/L war kein signifikanter Unterschied bezüglich der anhaltenden Süße feststellbar. Bei 200 mg/L Steviosid dauerte die Süße im Vergleich zu Kandisin signifikant länger an.
- Bei entsprechender Konzentration von Steviosid und Rebaudiosid A wurde die Süße von Rebaudiosid A von den Panelisten immer als signifikant länger anhaltend wahrgenommen.

Abb. 6.5 und Tab. 6.5 veranschaulichen die Ergebnisse für die anhaltende Süße.

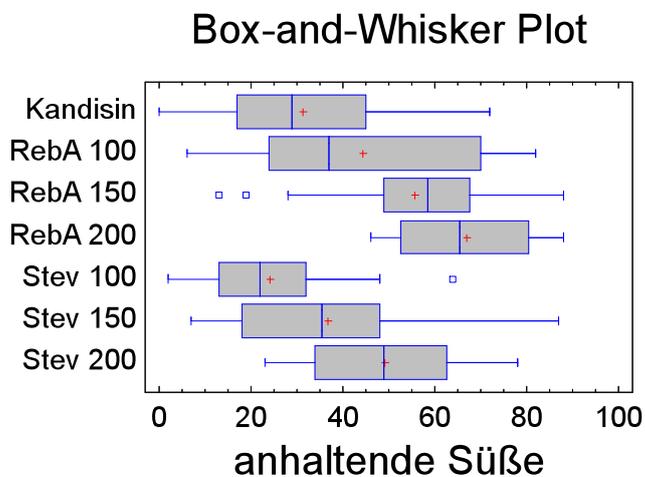


Abb. 6.5: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „anhaltende Süße“

Tab. 6.5: Multiple Range Test für das Attribut „anhaltende Süße“

Probencode	Count	Mean	Homogeneous Groups
Stev 100	20	24,1053	x
Kandisin	60	31,4068	xx
Stev 150	20	36,8333	xx
RebA 100	20	44,2632	xx
Stev 200	20	49,1	x
RebA 150	20	55,65	xx
RebA 200	20	66,85	x

6.1.3.4 Metallischer Geschmack

- Wider Erwarten unterschied sich nur Rebaudiosid A in den Konzentrationen 150 mg/L und 200 mg/L signifikant von Kandisin. Für alle anderen Proben war keine signifikante Abweichung feststellbar.

Abb. 6.6 und Tab. 6.6 veranschaulichen die Ergebnisse für den Deskriptor metallisch.

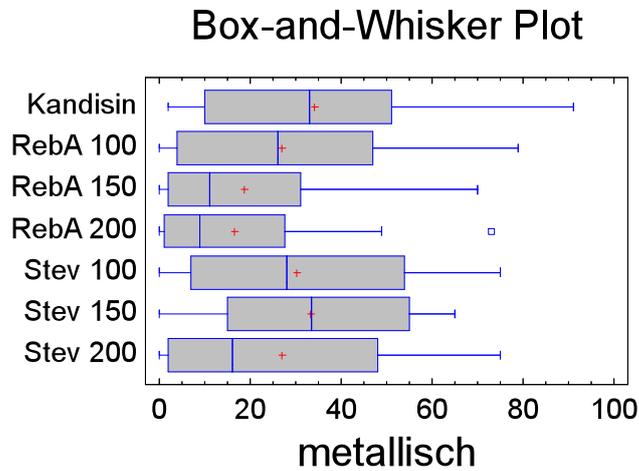


Abb. 6.6: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „metallisch“

Tab. 6.6: Multiple Range Test für das Attribut „metallisch“

Probencode	Count	Mean	Homogeneous Groups
RebA 200	20	16,5	x
RebA 150	20	18,65	xx
Stev 200	20	26,85	xxx
RebA 100	20	26,8947	xxx
Stev 100	20	30,3158	xxx
Stev 150	20	33,1667	xx
Kandisin	60	34,2373	x

6.1.3.5 Kräuterartiger Geschmack

- Alle Konzentrationen von Rebaudiosid A wurden signifikant stärker kräuterartig als Kandisin wahrgenommen.
- Für Steviosid waren die Konzentrationen 100 mg/L und 200 mg/L signifikant unterscheidbar von Kandisin.

Abb. 6.7 und Tab. 6.7 veranschaulichen die Ergebnisse für das Attribut „kräuterartig“.

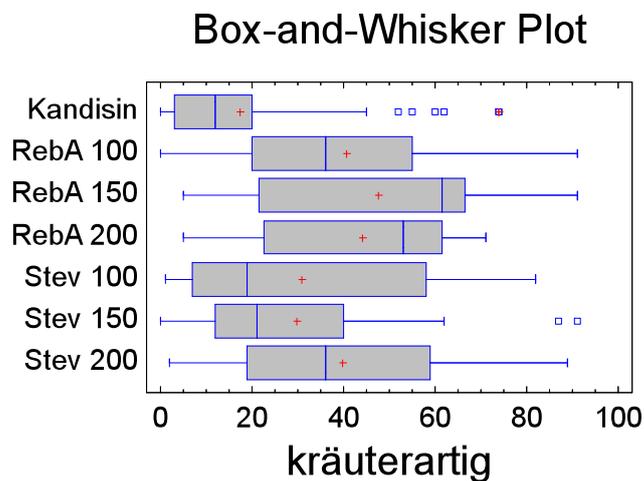


Abb. 6.7: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „kräuterartig“

Tab. 6.7: Multiple Range Test für das Attribut „kräuterartig“

Probencode	Count	Mean	Homogeneous Groups
Kandisin	60	17,3729	X
Stev 150	20	29,8333	XX
Stev 100	20	30,7895	X
Stev 200	20	39,75	XX
RebA 100	20	40,6842	XX
RebA 200	20	44,05	XX
RebA 150	20	47,55	X

6.1.3.6 Anhaftender Nachgeschmack

- Sowohl für Rebaudiosid A als auch für Steviosid ergab sich in allen untersuchten Konzentrationen ein signifikanter Unterschied zu Kandisin. Die Steviol-Glycoside wiesen einen stärker anhaftenden Nachgeschmack auf.

Abb. 6.8 und Tab. 6.8 veranschaulichen die Ergebnisse für den anhaftenden Nachgeschmack.

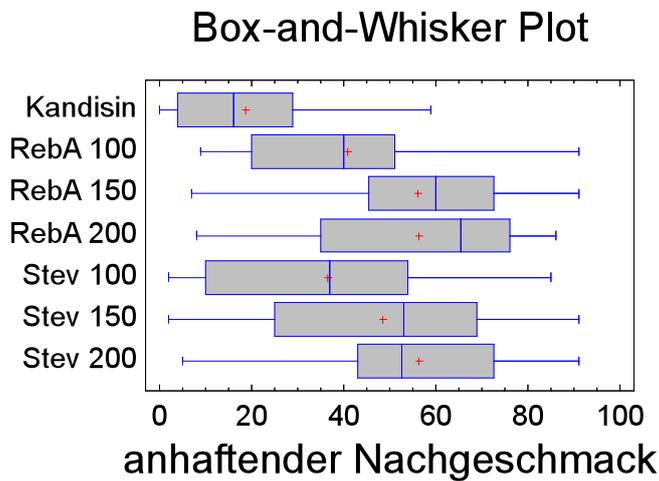


Abb. 6.8: Ergebnisse der deskriptiven Analyse für das Attribut „anhaftender Nachgeschmack“.

Tab. 6.8: Multiple Range Test für das Attribut „anhaftender Nachgeschmack“.

Probencode	Count	Mean	Homogeneous Groups
Kandisin	59	18,678	X
Stev 100	19	36,5263	X
RebA 100	19	40,7895	X
Stev 150	18	48,4444	XX
RebA 150	20	56,0	X
Stev 200	20	56,3	X
RebA 200	20	56,35	X

6.1.4 Interpretation der Ergebnisse der Begriffsfindungsphase

Obwohl es sich um verhältnismäßig wenig komplexe Proben handelt, gestaltete sich die Begriffsfindung als diffizil. Dem Prüfpanel fiel es leicht, sich auf drei unterschiedliche Deskriptoren zur Beschreibung der Süße zu einigen. Bei der Beschreibung der anderen Geschmackseigenschaften waren aber längere Diskussionen notwendig, um eine Einigung bei den betreffenden Deskriptoren zu erzielen.

Dies lässt sich teilweise auch aus den Ergebnissen hinsichtlich der einzelnen Geschmackseigenschaften ablesen. Fiel es dem Prüfpanel noch relativ leicht die Proben hinsichtlich ihrer süßenden Eigenschaften zu differenzieren, so wurden für die Deskriptoren „metallisch“ und „kräuterartig“ weniger signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Proben festgestellt.

6.1.5 Interpretation der Ergebnisse der Panelüberprüfung

Durch die Überprüfung der Ergebnisse für die mehrfach verkosteten Proben konnte festgestellt werden, dass das Panel durchaus imstande war wiederholbare Ergebnisse zu liefern.

Die Tatsache, dass sich beim Deskriptor „metallisch“ nicht mehrere signifikante Unterschiede zu Kandisin ergaben, deutet darauf hin, dass die Panelmitglieder den Deskriptor nicht isoliert genug von anderen Geschmackseindrücken wahrnehmen konnten, da in der Begriffsfindungsphase dieses Attribut nur der Kandisin-Probe zugeteilt wurde.

6.1.6 Interpretation der Ergebnisse aus der Quantifizierung

Durch das begleitende Verkosten von Kandisin als Vergleichsprobe konnte festgestellt werden, dass mit einer Konzentration von 100 mg/L reinem Rebaudiosid A eine leicht höhere Süßwirkung als mit einem Tab Kandisin pro 200 mL Wasser erzielt wurde. Wurde reines Steviosid verwendet, so trat bei einer Konzentration von ca. 150 mg/L eine Kandisin-ähnliche Süßwirkung auf.

Auf Grundlage dieser Ergebnisse wurden die Konzentrationen festgelegt, die für die weiteren hedonischen Analysen herangezogen wurden.

Signifikant unterscheidbar im Vergleich zu der Kandisin-Probe waren die Proben der Steviol-Glycoside bezüglich der Geschmackseigenschaften „kräuterartig“ und des „anhaltenden Nachgeschmacks“. Besonders für das Attribut des „anhaltenden

Nachgeschmacks“ betreffend waren die Unterschiede zwischen Kandisin und den Steviol-Glycosiden groß, wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen Rebaudiosid A und Steviosid bei gleichen Konzentrationen auftraten.

Inwiefern diese Geschmackseigenheiten die Akzeptanz des Konsumenten beeinflussen, sollten Konsumententests beantworten.

6.2 Ergebnisse der Beliebtheitsprüfung

6.2.1 Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung

Tab. 6.9 gibt einen Überblick über die verkosteten Proben. Verkostet wurde Schwarztee mit einer Temperatur von 60°C, wobei unterschiedliche Verhältnisse von Rebaudiosid A zu Steviosid und eine Probe mit Kandisin zum Einsatz kamen.

Von den 54 befragten Personen waren 42% weiblich und 48% männlich. Dabei süßen 61% ihren Tee gewöhnlich gar nicht. 30% der Personen gaben an, dass Schwarztee ihre bevorzugte Teesorte sei, 37% trinken am Liebsten Kräutertee und die restlichen 33% bevorzugen Früchtetee. Dies hat natürlich einen Einfluss darauf, wie die unterschiedlichen Personen die Probe bewerten. Deshalb wurden die Ergebnisse gruppenspezifisch analysiert:

- Alle Versuchsteilnehmer (Abb. 6.9 und Tab. 6.10)
- Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen (Abb. 6.10 und Tab. 6.11)
- Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen und bevorzugt Schwarztee trinken (Abb. 6.11 und Tab. 6.12)

Einerseits sind die Ergebnisse umso relevanter, je spezifischer die Ergebnisse nach Gruppen ausgewertet werden. Auf der anderen Seite nimmt jedoch der Stichprobenumfang ab und die statistische Unsicherheit nimmt zu.

Neben der allgemeinen Beliebtheit der Proben wurde auch nach der Beliebtheit der Süßkraft mittels der JAR-Skala gefragt. Auch hier wurde zwischen allen Versuchsteilnehmern und den Personen, die ihren Tee süßen, unterschieden (Abb. 6.12 und Abb. 6.13).

Dabei ergibt sich bei den Ergebnissen für alle Versuchsteilnehmer, dass viele Probanden die gereichten Proben als zu süß empfunden haben. Dies verdeutlicht wiederum die Notwendigkeit, die Ergebnisse zielgruppenorientiert auszuwerten.

Tab. 6.9: Zur ersten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben

Probencode	Verhältnis Rebaudiosid A zu Steviosid		Gesamtkonzentration Steviol-Glycoside [mg/L]
	Rebaudiosid A[%]	Steviosid [%]	
R 100	100	0	80
R 80 S 20	80	20	80
R 50 S 50	50	50	80
R 20 S 80	20	80	80
S 100	0	100	80
Kandisin	/	/	1 Kandisin Tab/200 mL

Ergebnisse für alle Versuchsteilnehmer (54 Personen):

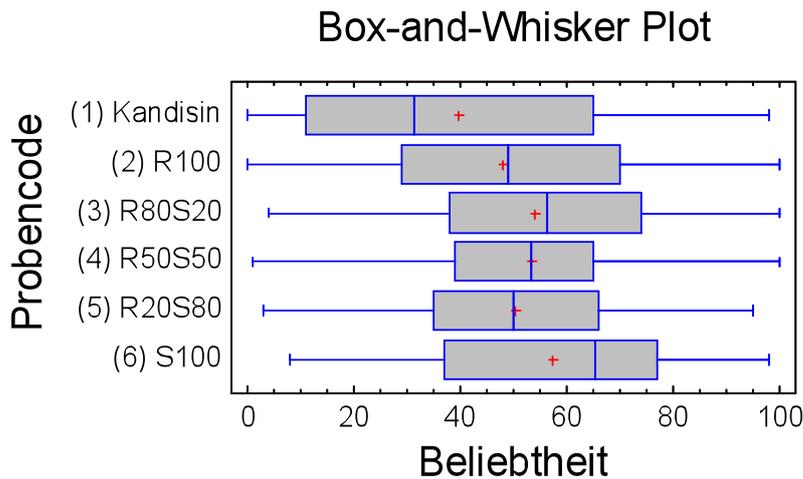


Abb. 6.9: Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer

Tab. 6.10: Multiple Range Test für die Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer

Probencode	Count	Mean	Homogeneous Groups
(1) Kandisin	54	39,5926	x
(2) R100	54	48,0741	xx
(5) R20S80	54	50,4815	x
(4) R50S50	54	53,2222	x
(3) R80S20	54	54,0556	x
(6) S100	54	57,2037	x

Ergebnisse für die Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen (39%, 21 Personen):

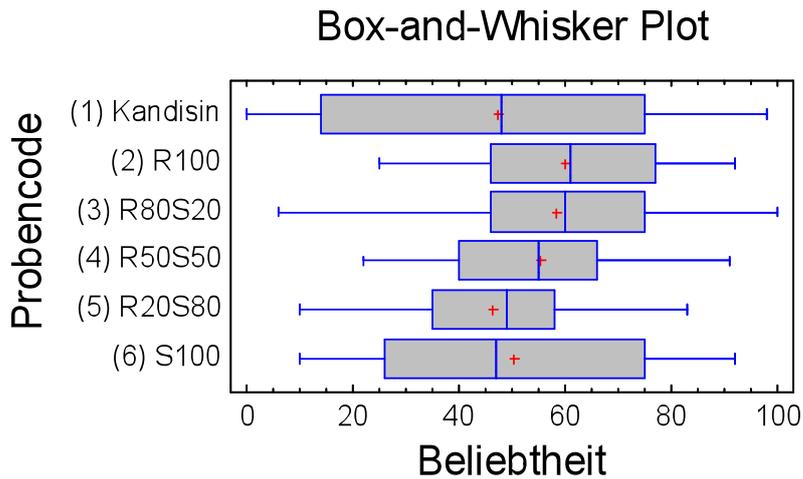


Abb. 6.10: Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer

Tab. 6.11: Multiple Range Test für die Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
(5) R20S80	21	46,4762	X
(1) Kandisin	21	47,2381	X
(6) S100	21	50,2381	X
(4) R50S50	21	55,3333	X
(3) R80S20	21	58,3333	X
(2) R100	21	60,0476	X

Ergebnisse für die Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen und bevorzugt Schwarztee trinken (9%, 5 Personen):

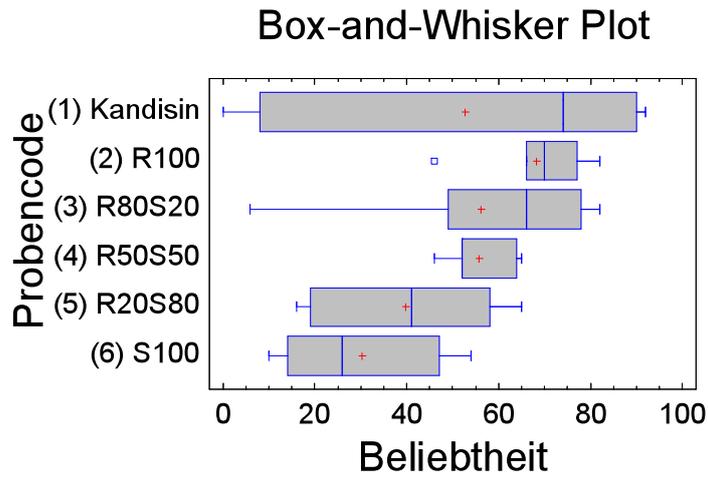


Abb. 6.11: Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken

Tab. 6.12: Multiple Range Test für die Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
(6) S100	5	30,2	X
(5) R20S80	5	39,8	XX
(1) Kandisin	5	52,8	XX
(4) R50S50	5	55,8	XX
(3) R80S20	5	56,2	XX
(2) R100	5	68,2	X

Ergebnisse für die Bewertung der Süßkraft mittels der JAR-Skala:

alle Versuchsteilnehmer

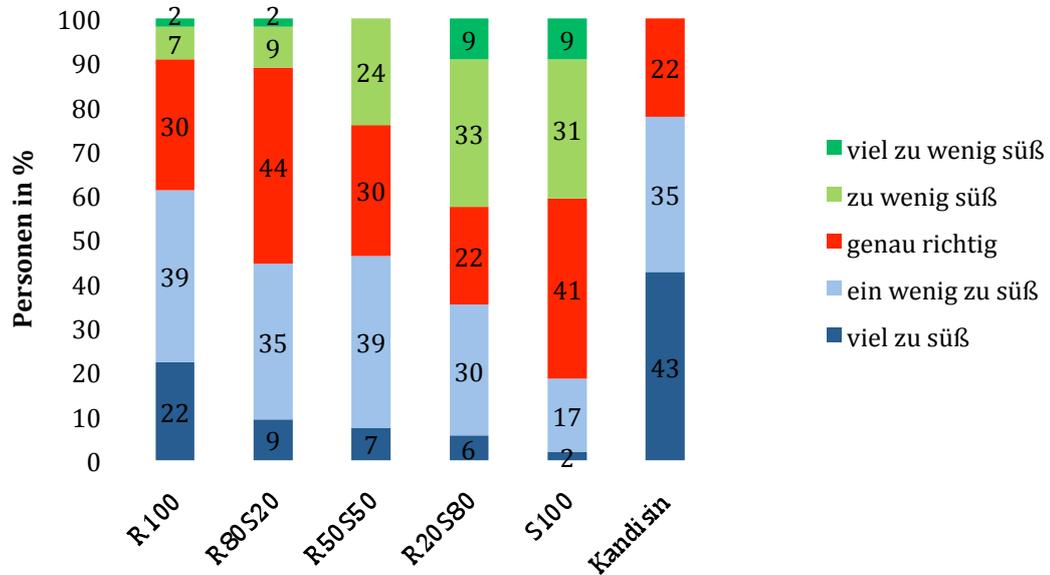


Abb. 6.12: Bewertung der Süßkraft der ersten Beliebtheitsprüfung mittels JAR-Skala von allen Versuchsteilnehmern

Personen, die Tee süßen

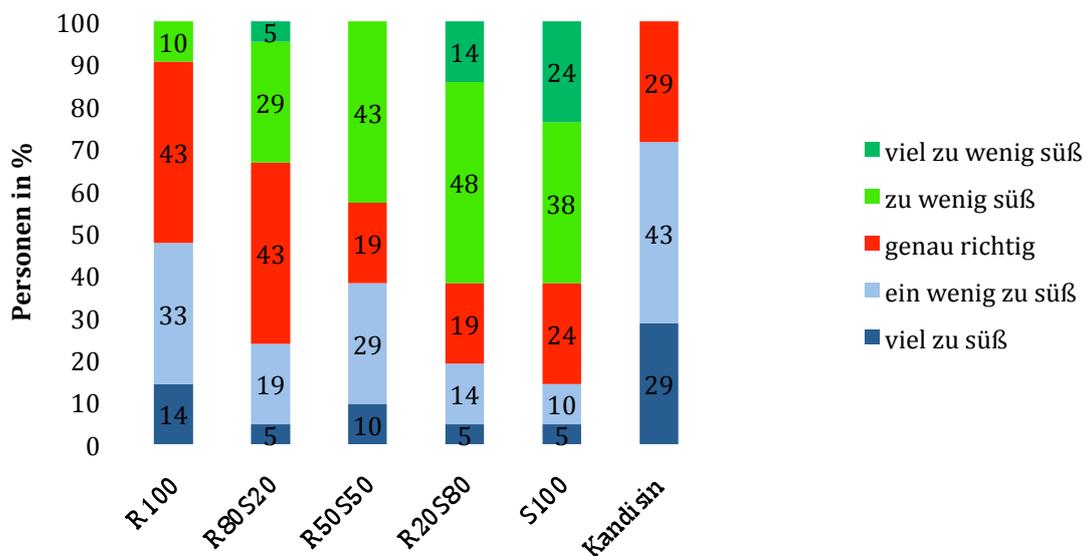


Abb. 6.13: Bewertung der Süßkraft der ersten Beliebtheitsprüfung mittels JAR-Skala von den Versuchsteilnehmern, die ihren Tee süßen

6.2.2 Interpretation der Ergebnisse der ersten Beliebtheitsprüfung

Wenn alle Versuchsteilnehmer für die Auswertung herangezogen werden, muss festgehalten werden, dass sich nur Kandisin signifikant von den anderen Proben unterscheidete. Gleichzeitig bewerteten 88% aller Versuchspersonen die Kandisin Probe als zu süß. Allerdings befanden sich unter allen Versuchsteilnehmern aber auch Personen, die ihren Tee üblicherweise nie süßen. Daher war es angebracht sich die Gruppe der „Teesüßer“ für die Auswertung heranzuziehen.

Bei den Teesüßern gab es keinerlei signifikante Unterschiede was die Beliebtheit der Proben angeht. Vergleicht man dennoch die Mittelwerte für die Beliebtheit, so scheint es, dass ein höherer Rebaudiosid A Anteil auch höhere, wenn auch nicht signifikante, Beliebtheitswerte hervorruft.

Was die Süßkraft anbelangt so kann gesagt werden, dass die gewählte Konzentration in einem Bereich lag, der durchaus als angenehm empfunden wurde. Als Beleg hierfür kann angeführt werden, dass die Proben „R100“, „R80S20“ und „R50S50“ relativ geringe Anteile in den äußersten Kategorien „viel zu süß“ und „viel zu wenig süß“ aufwiesen.

Die Ergebnisse für die Beliebtheit aus der Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken, sollten aufgrund der geringen Anzahl an Prüfpersonen mit Vorsicht betrachtet werden. Dennoch deuten sie an, dass ein höherer Rebaudiosid A Anteil zu einer höheren Akzeptanz führte.

6.2.3 Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung

Wiederum wurde in Schwarztee verkostet und die Proben wurden bei 60°C gereicht. Tab. 6.13 listet die verkosteten Proben auf. Das Adjektiv „niedrig“ bzw. „hoch“ im Probencode soll auf die beiden unterschiedlichen Konzentrationsniveaus hinweisen.

Insgesamt wurden 58 Personen befragt, wovon 53% männliche Versuchsteilnehmer waren und 47% weibliche. 34% gaben an ihren Tee zu süßen und weitere 16% gaben an, dass sie ihren Tee süßen und gleichzeitig bevorzugt Schwarztee konsumieren.

Die Ergebnisse wurden wiederum gruppenspezifisch analysiert:

- Alle Versuchsteilnehmer (Abb. 6.14 und Tab. 6.14)
- Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen (Abb. 6.15 und Tab. 6.15)
- Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen und bevorzugt Schwarztee trinken (Abb. 6.16 und Tab. 6.16).

Neben der allgemeinen Beliebtheit wurde zusätzlich nach der Beliebtheit der Süße gefragt. Die Ergebnisse sind wiederum nach Gruppen aufgesplittet in Abb. 6.17, Abb. 6.18 und Abb. 6.19 und Tab. 6.17, Tab. 6.18 und Tab. 6.19 einsehbar.

Um den Zusammenhang zwischen der Beliebtheit der Süße und der allgemeinen Beliebtheit darzustellen, wurde eine Regressionsanalyse durchgeführt (Abb. 6.20).

Einige Versuchsteilnehmer bemerkten, dass die Süße lange anhält und drei machten darauf aufmerksam, dass die Probe mit einem Steviosid Anteil von 80% in der hohen Konzentration bitter bzw. herb schmeckte.

Tab. 6.13: Zur zweiten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben

Probencode	Verhältnis Rebaudiosid A zu Steviosid		Gesamtkonzentration
	Rebaudiosid A[%]	Steviosid [%]	Steviol-Glycoside [mg/L]
R 80 S 20 niedrig	80	20	80
R 50 S 50 niedrig	50	50	80
R 20 S 80 niedrig	20	80	80
R 80 S 20 hoch	80	20	160
R 50 S 50 hoch	50	50	160
R 20 S 80 hoch	20	80	160

6.2.3.1 Ergebnisse zur Gesamtbeliebtheit:

Ergebnisse für alle Versuchsteilnehmer (58 Personen):

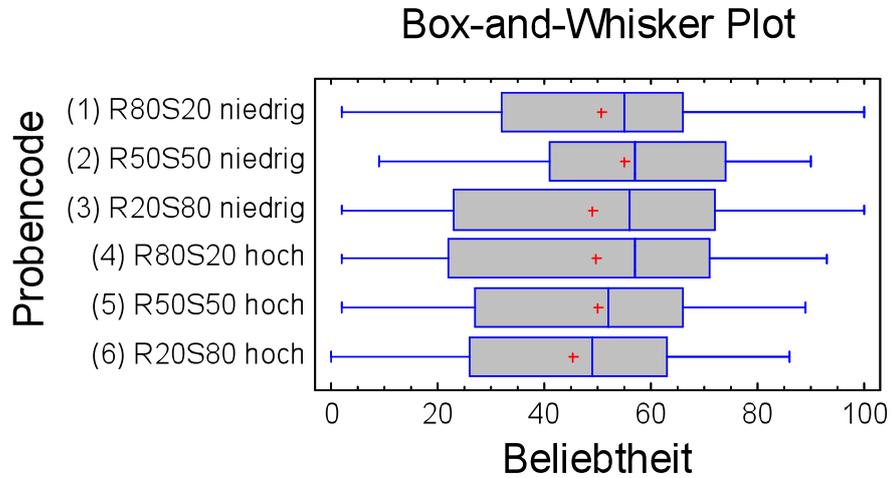


Abb. 6.14: Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer

Tab. 6.14: Multiple Range Test für die Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
(6) R20S80 hoch	39	45,1026	X
(3) R20S80 niedrig	39	48,7436	X
(4) R80S20 hoch	39	49,6667	X
(5) R50S50 hoch	39	49,8462	X
(1) R80S20 niedrig	39	50,4615	X
(2) R50S50 niedrig	39	54,8974	X

Ergebnisse für die Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen (34%, 20 Personen):

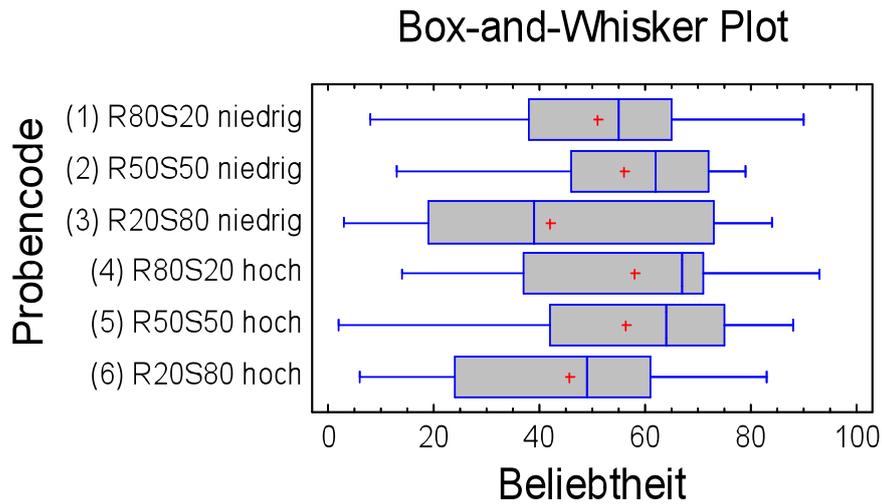


Abb. 6.15: Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer

Tab. 6.15: Multiple Range Test für die Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
(3) R20S80 niedrig	15	42,0	X
(6) R20S80 hoch	15	45,4	X
(1) R80S20 niedrig	15	50,7333	X
(2) R50S50 niedrig	15	55,9333	X
(5) R50S50 hoch	15	56,1333	X
(4) R80S20 hoch	15	57,8667	X

Ergebnisse für die Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen, und bevorzugt Schwarztee trinken (16%, 9 Personen):

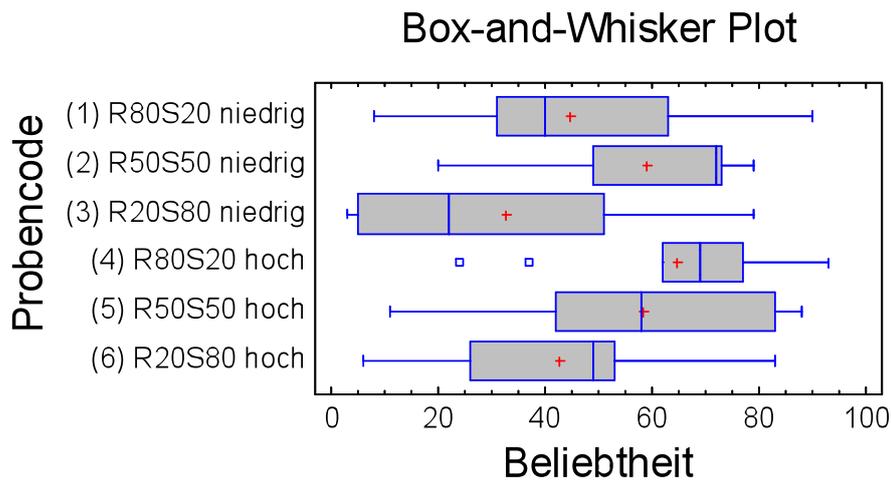


Abb. 6.16: Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken

Tab. 6.16: Multiple Range Test für die Ergebnisse der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
(3) R20S80 niedrig	9	32,5556	X
(6) R20S80 hoch	9	42,4444	XX
(1) R80S20 niedrig	9	44,6667	XX
(5) R50S50 hoch	9	58,3333	X
(2) R50S50 niedrig	9	59,0	X
(4) R80S20 hoch	9	64,5556	X

6.2.3.2 Ergebnisse für die Beliebtheit der Süße

Ergebnisse für alle Versuchsteilnehmer (58 Personen):

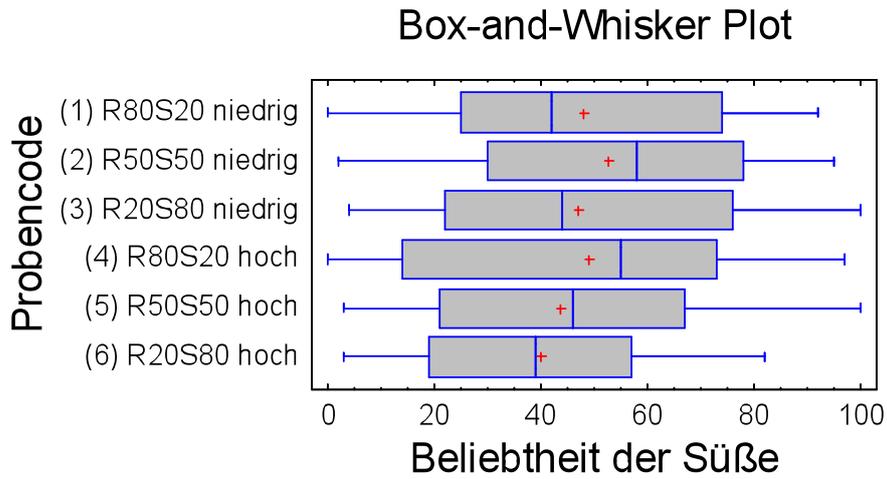


Abb. 6.17: Ergebnisse für die Beliebtheit der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer

Tab. 6.17: Multiple Range Test für die Ergebnisse der Beliebtheit der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer

Probencode	Count	Mean	Homogeneous Groups
(6) R20S80 hoch	39	39,9744	x
(5) R50S50 hoch	39	43,7436	xx
(3) R20S80 niedrig	39	46,9231	xx
(1) R80S20 niedrig	39	48,1026	xx
(4) R80S20 hoch	39	49,0256	xx
(2) R50S50 niedrig	39	52,6923	x

Ergebnisse für die Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen (34%, 20 Personen):

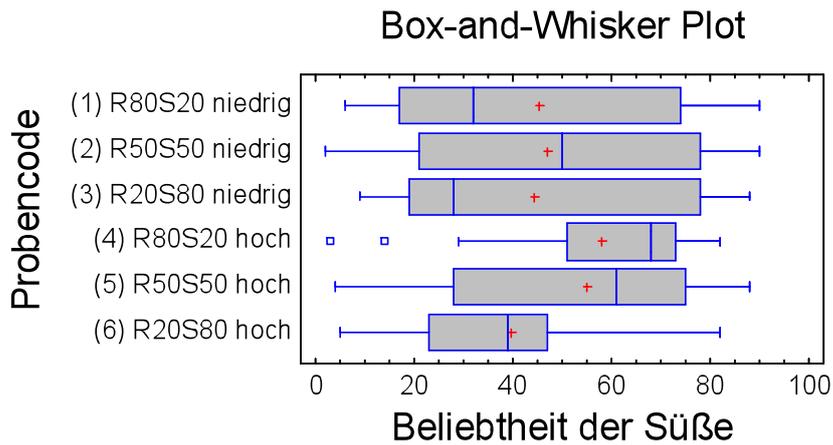


Abb. 6.18: Ergebnisse für die Beliebtheit der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer

Tab. 6.18: Multiple Range Test für die Ergebnisse der Beliebtheit der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
(6) R20S80 hoch	15	39,7333	X
(3) R20S80 niedrig	15	44,4	X
(1) R80S20 niedrig	15	45,2	X
(2) R50S50 niedrig	15	47,0667	X
(5) R50S50 hoch	15	54,8667	X
(4) R80S20 hoch	15	58,0	X

Ergebnisse für die Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen und bevorzugt Schwarztee trinken (16%, 9 Personen):

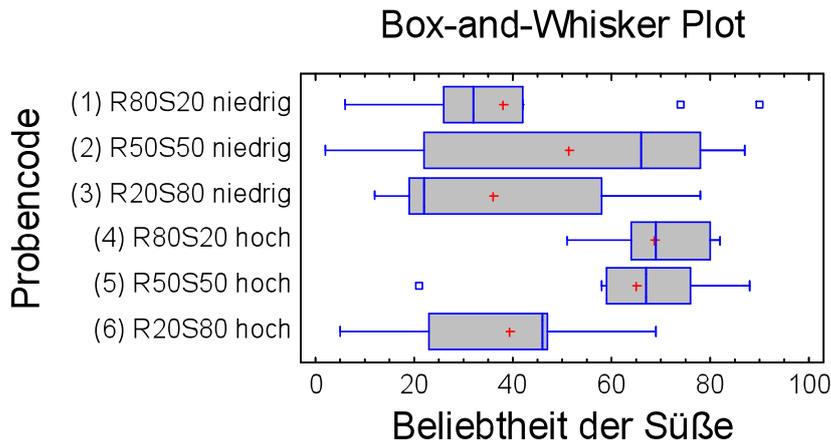


Abb. 6.19: Ergebnisse für die Beliebtheit der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken

Tab. 6.19: Multiple Range Test für die Ergebnisse der Süße der zweiten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
(3) R20S80 niedrig	9	36,0	X
(1) R80S20 niedrig	9	38,1111	X
(6) R20S80 hoch	9	39,4444	X
(2) R50S50 niedrig	9	51,3333	XX
(5) R50S50 hoch	9	64,8889	X
(4) R80S20 hoch	9	68,7778	X

6.2.3.3 Regressionsanalyse

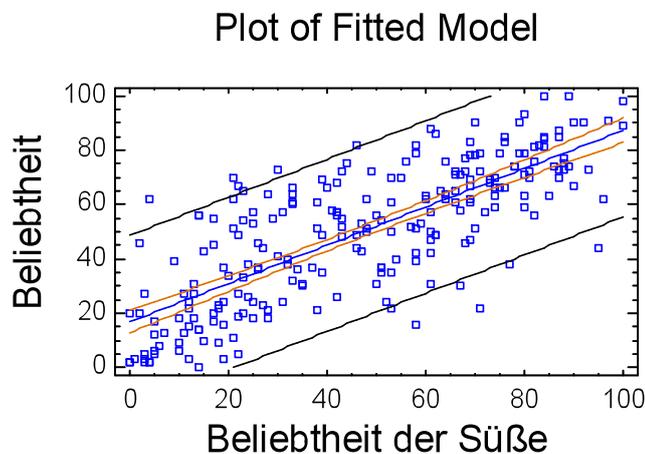


Abb. 6.20: Lineare Regressionsanalyse zur zweiten Beliebtheitsprüfung, die den Zusammenhang zwischen der Beliebtheit der Süße und der Beliebtheit im Allgemeinen wiedergibt ($R^2= 59,3$)

6.2.4 Interpretation der Ergebnisse der 2. Beliebtheitsprüfung

Wie bereits in der Interpretation der ersten Schwarzteeverkostung empfahl es sich die Gruppe der „Teesüßer“ bzw. der „Teesüßer, die bevorzugt Schwarztee trinken“ zur Auswertung heranzuziehen.

Bei den Versuchspersonen, die ihren Tee süßen, traten keine signifikanten Unterschiede in der Bewertung der Beliebtheit auf – weder zwischen den Proben derselben Konzentration, noch zwischen den Proben der unterschiedlichen Konzentrationen. Trotzdem war auffallend, dass die Proben mit einem Steviosid Anteil von 80% („R20S80“) sowohl in der hohen als auch in der niedrigsten Konzentration am Schlechtesten bewertet wurden.

Dass auch bei der Bewertung der Beliebtheit der Süße keine signifikanten Unterschiede zwischen den Proben niedrigerer Konzentration und den Proben höherer Konzentration auftraten, ist nur auf den ersten Blick verwunderlich. Weist dies doch darauf hin, dass für viele Personen die niedrige Konzentration, die ein Tab pro Tasse simulieren soll, bereits süß genug war und für andere Personen erst die hohe Konzentration (zwei Tabs) eine zufriedenstellende Süßwirkung aufwies.

Die Unterschiede in der Bewertung der Beliebtheit wurde für die Gruppe, die ihren Tee üblicherweise süßt und bevorzugt Schwarztee trinkt deutlicher. Die Proben mit einem Steviosid Anteil von 80% („R20S80“) waren auch hier am Wenigsten beliebt. Auffallend war, dass in der niedrigen Konzentration die Probe mit einer eins zu eins Mischung der Steviol-Glycoside („R50S50“) am Beliebtesten war. Der Unterschied zur Probe mit einem Steviosid Anteil von 80% („R20S80“) war dabei signifikant.

In der hohen Konzentration wurde dann die Mischung mit einem Rebaudiosid A Anteil von 80% (R80 S20) signifikant besser bewertet als die Probe mit einem Steviosid Anteil von 80% (R20 S80). Zwischen der Beliebtheit von „R80 S20“ und „R50 S50“ war kein signifikanter Unterschied zu erkennen.

Ein Wert von 59,3 für das Bestimmtheitsmaß bei der linearen Regression verdeutlicht den Zusammenhang zwischen der Bewertung der Beliebtheit der Süße und der Beliebtheit im Allgemeinen. Mit dieser Grundlage kann die Hypothese aufgestellt werden, dass die Proben mit einem Steviosid Anteil von 80% (R20 S80) nur aufgrund ihrer geringeren Süßkraft als schlechter beurteilt werden. Dem widerspricht allerdings die Tatsache, dass

auch bei der Verkostung der hohen Konzentration niedrige Beliebtheitswerte sowohl für die Süße als auch für die Beliebtheit im Allgemeinen festgestellt werden mussten.

6.2.5 Dritte Beliebtheitsprüfung

Mit der dritten Beliebtheitsprüfung sollte überprüft werden, ob sich die Ergebnisse für „R80S20“ und „R50S50“ aus den vorherigen Analysen bestätigen. Die Probenanzahl wurde auf vier reduziert

Die 57 Prüfpersonen, davon 36% männlich und 64% weiblich bewerteten die gereichten Proben in auf 60° temperiertem Früchtetee. Einen Überblick über die gereichten Proben gibt Tab. 6.20.

Abb. 6.21, Abb. 6.22 und Abb. 6.23 geben die Ergebnisse der Beliebtheitsprüfung wiederum als Box- und Whisker Plots wieder. Tab. 6.21, Tab. 6.22 und Tab. 6.23. zeigen die Ergebnisse des Multiple Range Tests.

Die Beliebtheit der Süßkraft wurde für diese Verkostungsserie wieder mittels JAR-Skala erhoben. Für die Darstellung der Ergebnisse wurden die Daten für alle Versuchsteilnehmer (Abb. 6.24) und für die Gruppe der Teesüßer (Abb. 6.25) getrennt ausgewertet.

Tab. 6.20: Zur dritten Beliebtheitsprüfung gereichte Proben.

Probencode	Matrix	Verhältnis Rebaudiosid A zu Steviosid		Gesamtkonzentration
		Rebaudiosid A [%]	Steviosid [%]	Steviol-Glycoside [mg/L]
R 80 S 20 niedrig	Früchtetee	80	20	80
R 50 S 50 niedrig	Früchtetee	50	50	80
R 80 S 20 hoch	Früchtetee	80	20	160
R 50 S 50 hoch	Früchtetee	50	50	160

Ergebnisse für alle Versuchsteilnehmer (57 Personen):

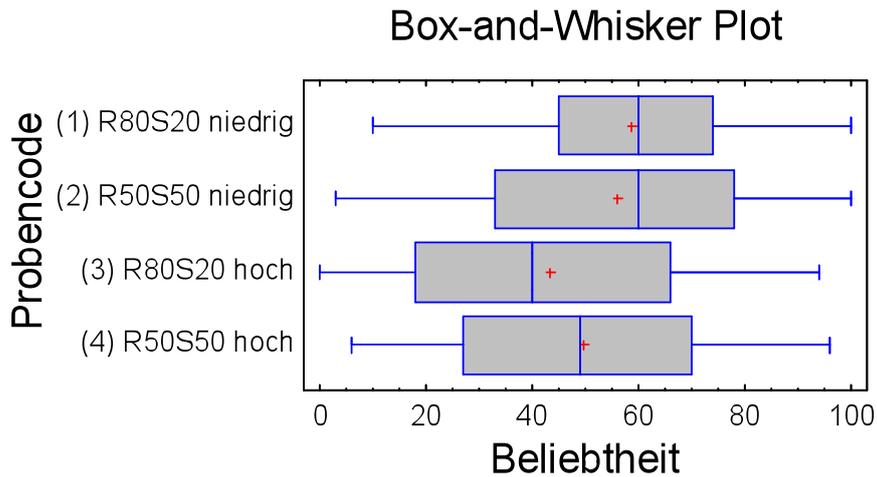


Abb. 6.21: Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer

Tab. 6.21: Multiple Range Test für die Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für alle Versuchsteilnehmer

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
(3) R80S20 hoch	57	43,193	x
(4) R50S50 hoch	57	49,7193	xx
(2) R50S50 niedrig	57	56,0351	x
(1) R80S20 niedrig	57	58,6667	x

Ergebnisse für die Versuchsteilnehmer, die ihren Tee süßen (56%, 32 Personen):

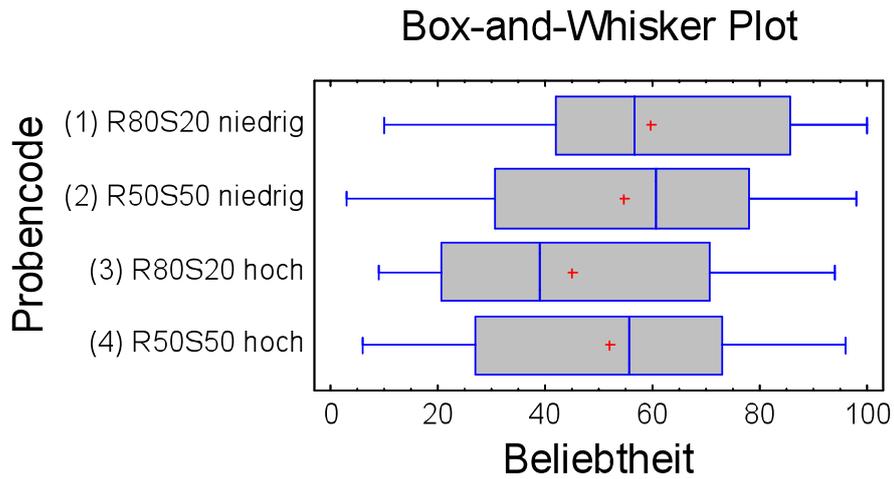


Abb. 6.22: Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer

Tab. 6.22: Multiple Range Test für die Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
(3) R80S20 hoch	32	44,9688	x
(4) R50S50 hoch	32	51,9063	xx
(2) R50S50 niedrig	32	54,6563	xx
(1) R80S20 niedrig	32	59,375	x

Ergebnisse für Versuchspersonen, die ihren Tee süßen und bevorzugt Früchtetee trinken
(37%, 20 Personen):

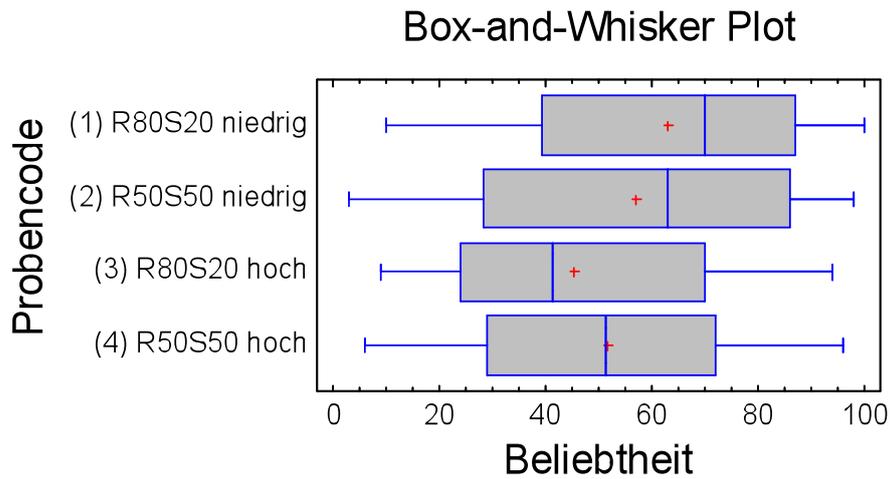


Abb. 6.23: Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Früchtetee trinken

Tab. 6.23: Multiple Range Test für die Ergebnisse der dritten Beliebtheitsprüfung für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Früchtetee trinken

<i>Probencode</i>	<i>Count</i>	<i>Mean</i>	<i>Homogeneous Groups</i>
(3) R80S20 hoch	20	45,4	x
(4) R50S50 hoch	20	51,6	x
(2) R50S50 niedrig	20	57,0	x
(1) R80S20 niedrig	20	63,0	x

Ergebnisse für die Beurteilung der Süßkraft bei der dritten Beliebtheitsprüfung:

Alle Versuchsteilnehmer

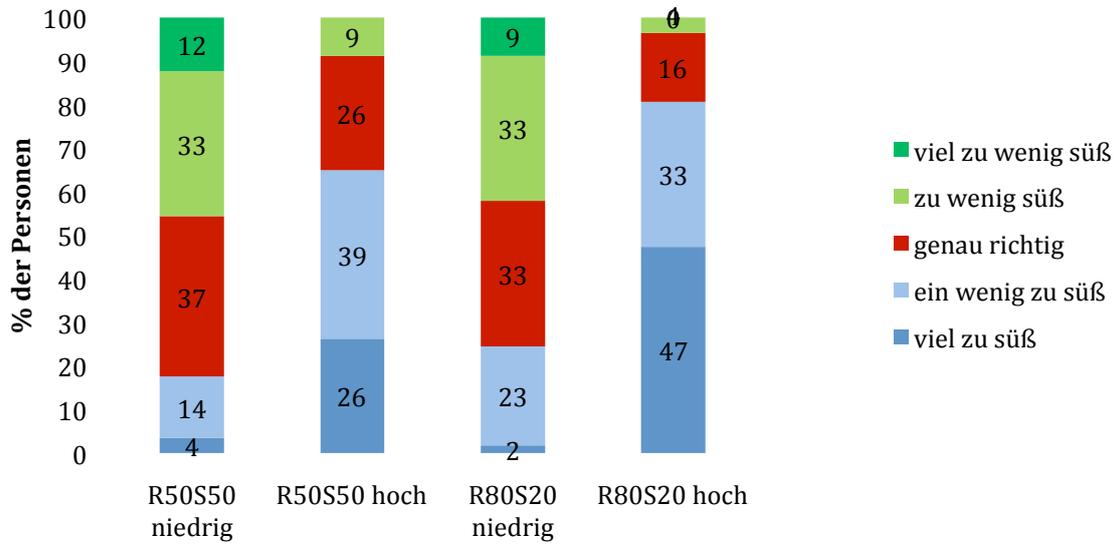


Abb. 6.24: Bewertung der Süßkraft mittels JAR-Skala von allen Versuchsteilnehmern

Teesüßer

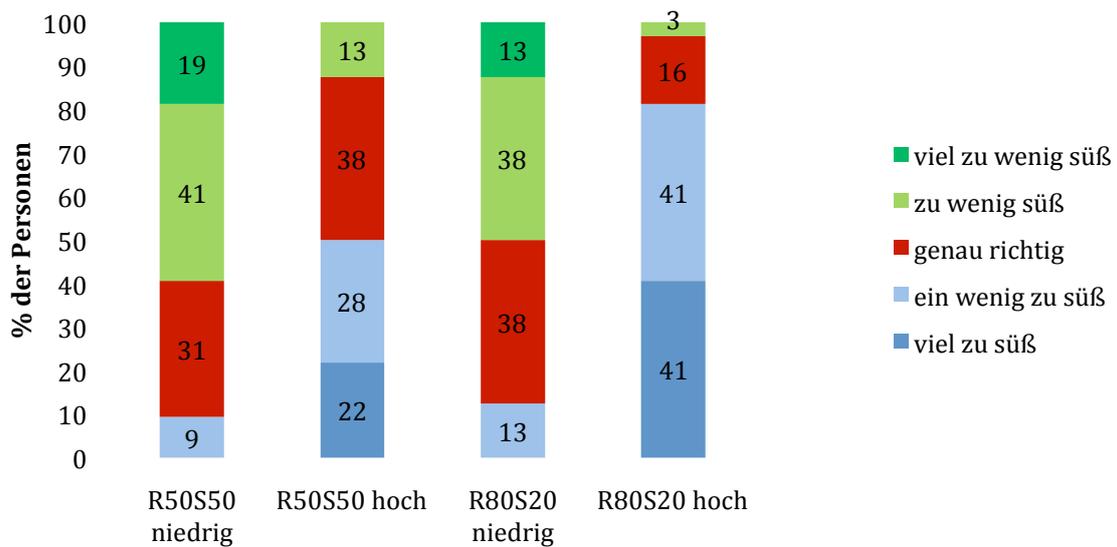


Abb. 6.25: Bewertung der Süßkraft mittels JAR- Skala von den Versuchsteilnehmern, die ihren Tee süßen

6.2.6 Interpretation der Ergebnisse der 3. Beliebtheitsprüfung

Weder für alle Versuchspersonen, noch für die Personen, die ihren Tee normalerweise gesüßt trinken, noch für die Gruppe der Teesüßer, die bevorzugt Früchtetee trinken, konnten signifikante Unterschiede in der Beliebtheit auf der selben Konzentrationsstufe festgestellt werden.

Eine Mischung, die Rebaudiosid A und Steviosid im Verhältnis eins zu eins enthält, war also gleich beliebt wie eine Mischung, die 80% Rebaudiosid A und 20% Steviosid enthält.

Betrachtet man die Ergebnisse für die Beliebtheit der Süße, so fällt auf, dass sich die Profile auf dem niedrigen Konzentrationslevel von 80 mg/L (simuliert 1 Tab pro Tasse) bei beiden Proben („R50S50“ und „R80S20“) sehr ähnlich sind (Abb. 6.25). Ca. 60 % der Personen, die ihren Tee üblicherweise süßen, wünschten sich die Probe „R50S50“ süßer; für die Probe „R80S20“ sind dies ca. 50%.

Für die Simulation von zwei Tabs pro Tasse (Konzentration von 160 mg/L) wünschten sich nur mehr 13% der Prüfpersonen, die ihren Tee süßen, die Probe „R50S50“ süßer; bei der Probe „R80S20“ sind es nur 3% der Prüfpersonen. Im Gegensatz zu den relativ ähnlichen Süßungsprofilen auf dem niedrigen Konzentrationslevel unterschieden sich die Ergebnisse der beiden Proben für „genau richtig“ und „zu süß“ auf dem höheren Konzentrationslevel. Die Probe mit dem höheren Rebaudiosid A Anteil wurde von 16% der Testteilnehmer als „genau richtig“ wahrgenommen, von 80% der Testteilnehmern als „zu süß“. Dies ist nicht zwingend negativ, wenn bedacht wird, dass der Konsument derjenige ist, der die Konzentration bestimmt. Schmeckt ihm der Tee bereits bei der niedrigen Konzentration (1 Tab oder 80 mg/L) so wird er seinem Getränk unter normalen Umständen keine weitere süßende Tablette hinzugeben. Dennoch erreicht die Probe „R50S50“ in der hohen Konzentration bessere Ergebnisse. 38% empfinden die Süße als genau richtig.

6.3 Ergebnisse Pressversuche

Tab. 6.24 zeigt die Ergebnisse aus den Pressversuchen. Die Abb. 6.26 zeigt eine Tablette direkt nach dem Pressvorgang

Die Tabletten wiesen eine glatte Oberfläche auf und lösten sich auch leicht in Wasser. Allerdings war nach einigen Tagen eine Größenzunahme der Tabletten erkennbar kam und die glatte Oberfläche verwandelte sich in eine bröckelige (Abb. 6.27).

Tab. 6.24: Ergebnisse der Pressversuche

Probencode	Steviol-Glycoside [%]	Sprenghmittel [%]	Füllmittel[%]	Presseigenschaften
1	26,6	73,4	0	verpressbar
2	26,6	63,4	10	verpressbar
3	26,6	53,4	20	verpressbar
4	26,6	43,4	30	verpressbar



Abb. 6.26: Tablette nach Pressvorgang



Abb. 6.27: Tablette nach 2 Tagen Lagerung bei Raumtemperatur.

6.4 Interpretation der Ergebnisse der Pressversuche

Ziel der Pressversuche war es herauszufinden, ob die Pulver in den entsprechenden Zusammensetzungen (Tab. 6.24) überhaupt verpressbar sind bzw. ob hierfür ein Füllmittel notwendig ist. Das Weglassen eines Füllmittels würde nämlich die Zutatenliste für das Endprodukt kürzer halten und wäre somit erwünscht.

Als Ergebnis stellte sich heraus, dass alle gewählten Mischungen verpressbar waren. Weitere Beobachtungen wurden aufgrund der Verwendung einer hydraulischen Hand-Pressen, die nicht auf eine Presse im Industriemaßstab übertragen werden können, nicht systematisch erfasst.

Die Größenzunahme und das Aufblähen der Tabletten weisen auf eine Reaktion der Inhaltsstoffe mit der Luftfeuchtigkeit aus der Umgebung hin.

Ob diese Beobachtungen nur auf die Inhaltsstoffe oder vielleicht auch auf die maschinenbedingten Einflussfaktoren (siehe Kapitel 2.2.3) zurückzuführen sind, wäre durch systematische Pressversuche an der konkreten Produktionsanlage zu klären. Begleitet durch systematische Lagertests könnten so genauere Aussagen getroffen werden.

7 Schlussfolgerungen

Aufgrund der Ergebnisse aus der deskriptiven Analyse geht hervor, dass sich die Geschmackseigenschaften von reinem Rebaudiosid A und Steviosid von einer künstlichen Süßstoffmischung (Mischung von Cyclamat und Saccharin) eines führenden Herstellers in Österreich doch deutlich unterscheiden. Steviosid und Rebaudiosid A ähneln sich in ihren Geschmacksprofilen, wobei vor allem Rebaudiosid A durch eine höhere und vollmundigere Süße bei gleichen Konzentrationen auffällt.

Dennoch konnte mittels Beliebtheitsprüfungen an potentiellen Verbrauchern bewiesen werden, dass Mischungen von hochreinem Rebaudiosid A und hochreinem Steviosid durchaus gut akzeptiert werden. Dabei stellt die Mischung von Rebaudiosid A zu Steviosid im Verhältnis eins zu eins einen guten Kompromiss zwischen Wirtschaftlichkeit und Konsumentenakzeptanz dar.

Rechnet man mit den Weltmarktpreisen von 50 US \$/kg für Steviosid und 225 US \$/kg für Rebaudiosid A, die KIENLE (2010a) anführt, so lassen sich bei Verwendung einer eins zu eins Mischung von Rebaudiosid A zu Steviosid im Gegensatz zu reinem Rebaudiosid A, 39% der Kosten einsparen.

Aus den Pressversuchen lässt sich ableiten, dass Tablettengrundmischungen, die nur aus Steviol-Glycosiden und festen Säure- und Basenanteilen (Sprengmittel) bestehen, verpressbar sind und gute Eigenschaften bezüglich der Löslichkeit aufweisen.

Allerdings gibt es Hinweise darauf, dass der Einsatz von Säure-Basemischungen, die zugleich Spreng- als auch Füllmittel darstellen, eine hohe Hygroskopizität mit sich bringt, welche sich in der Veränderung der Tablettenoberfläche niederschlägt.

Inwiefern die Zusammensetzung der Tablettenmischung oder doch die Produktionsparameter wie Pressdruck, Arbeitsgeschwindigkeit, Tablettenform und -größe, maßgebend für die Tabletteneigenschaften sind, wäre durch systematische Pressversuche mit anschließenden Lager- und Stabilitätstests weiter zu untersuchen.

8 Zusammenfassung

Aufgrund der teils unterschiedlichen Literaturangaben bezüglich der geschmacklichen Eigenschaften der Steviol-Glycoside Rebaudiosid A und Steviosid, sollten im Zuge dieser Diplomarbeit die unterschiedlichen sensorischen Eigenschaften im Hinblick auf die Entwicklung einer TafelsüÙe in Tablettenform untersucht werden.

Nach einer beschreibenden Analyse, die das preisgünstigere Steviosid mit dem teureren Rebaudiosid A und einer am Markt erhältlichen synthetisch hergestellten SüÙstoffmischung vergleicht, entschieden Beliebtheitsprüfungen am Konsumenten, inwiefern die Wirtschaftlichkeit durch einen höheren Steviosid Anteil verbessert werden kann ohne dabei die Verbraucherakzeptanz herabzusetzen.

Dabei stellte sich heraus, dass für die Konzentration von 80 mg/L (simuliert die Verwendung einer Tablette) und 160 mg/L (simuliert die Verwendung von zwei Tabletten) eine Mischung der beiden Glycoside von eins zu eins die obengenannten Anforderungen erfüllt.

Erste Pressversuche gaben bereits Aufschluss über die Verpressbarkeit möglichst natürlicher Tablettengrundmischungen. Weitere systematische Pressversuche mit begleitenden Lagertests sind aber notwendig, um die Faktoren, welche die Tabletteneigenschaften beeinflussen, genauer zu untersuchen.

9 Summary

Due to the different sensory properties of Rebaudiosid A and Stevioside, both isolated from the *Stevia* plant, there is a scientific interest to analyse both with regard to the application as a table top sweetener in tablet form.

Following a descriptive analysis which compared the Steviol-Glycosides to an artificial sweetener from a well-known producer, consumers were asked to rate the overall acceptance and the acceptance of the sweetness of samples with different proportions of Rebaudiosid A and Stevioside.

On a concentration level of 80 mg/L (simulates one tablet) and 160 mg/L (simulates two tablets) a ratio from one to one was found to be well accepted by the consumers. Considering the world market prices for Rebaudiosid A and Steviosid the use of such a mixture implicates a cost reduction of about 39% in comparison to the use of pure Rebaudiosid A.

First tableting attempts have already given some insights into the compressibility of various compounds. Furthermore, there is a need of systematic tableting experiments accompanied by storage tests to identify the factors, which influence the tablet properties.

10 Literaturverzeichnis

BAKAL, A.I. und O' Brien NABORS, L.: Stevioside. In: Alternative Sweeteners. Hrgb.: O'Brien NABORS und GELARDI R.C., Marcel Dekker, New York, ISBN 0-8247-7491-4 (1986) 295-307.

BELITZ, H.; W. GROSCH und P.SCHIEBERLE: Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 6. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-540-73201-3 (2007).

BENZ, K.H.: The product is the Hero. In: Planung und Analyse (1995) 22-29.

BRANDT, P.: Das (vermeintlich) ungestillte Verlangen nach Süßem? J. Verbr. Lebensm. 5 (2010) 141-143.

BUSCH-STOCKFISCH, M.: Einrichten eines Sensoriklabors, Probenvorbereitung und -präsentation. In: Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Hrgb.: M. BUSCH-STOCKFISCH, Behr's Verlag, Hamburg. ISBN: 3-86022-958-3 (2002).

CARAKOSTAS, M.C.; CURRY,L.L; BOILEAU,C.C; BRUSICK, D.J.: „Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food beverages.“ Food and Chemical Toxicology 46 (2008).

CATANI J.S.: Stevia containing tabletop sweeteners and methods of producing same. US Patent US 2009/0017185 A1 (2009).

CHANG, P.K.; CORTLANDT M.;LEE T.; SCARSDALE H.C; PLAINS W.: LHG compositions for reducing lingering bitter taste of steviol glycosides. US Patent US 2008/0226788 A1. (2008).

DUBOIS G.E.; D.E. WALTERS; S.S. SCHIFFMANN; S. WARWICK; J. BARBARA, S. PECORE, K. GIBES, B.THOMAS und L.BRANDS: Concentration-Response Relationships of Sweeteners. In: Sweeteners, Discovery, Molecular Design, and Chemoreception. Hrgb.: D.E. WALTERS, T. ORTHOEFER, G.E. DUBOIS, ACS Symposium Series 450, American Chemical Society, Washington. ISBN 9780841219038 (1991).

DÜRRSCHMID, K.: Vorlesungsunterlagen-Sensorische Prüfmethode WS 2006, Wien (2006).

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY: Revised exposure assessment for steviol-glycosides for the proposed uses as a food additive. EFSA Journal, Parma (2011).

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY: Scientific Opinion on the safety of steviol glycosides for the proposed uses as food additive. EFSA Journal, Parma (2010).

GOYAL, S. K.; SAMSHER; GOYAL, R. K. „Stevia(*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: a review.“ Int J Food Sci Nutr (2010) 1-10

HOFFMANN U.: Genehmigungsverfahren für Lebensmittel. J.Verbr. Lebensm. (2006) 236-240.

HORN, G.: Harmonizing Sweetness and Taste. J Food Technol. (2009) 20-29.

JECFA-Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Evaluation of certain food additives: 69th report of the JEFCA. FAO JECFA Monographs 5, Geneva (2009).

KENNELLY E.J.: Sweet and non sweet constituents of *Stevia rebaudiana*. In: *Stevia, The Genus Stevia*. Hrgb.: A.D. KINGHORN, Taylor & Francos Verlag, London (2002).

KIENLE, U.: Ein Naturstoff macht Karriere. J. Verbr. Lebensm. 5 (2010a) 199-203.

KIENLE, U.: Welches Stevia hätten Sie denn gern? Anbau und Herstellung-Perspektiven weltweit. J.Verbr. Lebensm. (2010 b) 241-250

KIM, N.C. und KINGHORN, A.D.: Highly Sweet Compounds of Plant Origin. Arch Pharm Res Vol. 25 No 6 (2002) 725-746

KINGHORN, A., und C. COMPADRE: Less common high-potency sweeteners. In: *Alternative Sweeteners*. Hrgb.: Lyn O'Brien NABORS, Marcel Dekker, New York. ISBN: 978-0824704377 (2001).

KUHNERT P.; B. MUERMANN; U.J. SALZER: *Handbuch Lebensmittelzusatzstoffe*. Grundwerk Auflage 1991, 63. Aktualisierungslieferung 2010, Behr's Verlag, Hamburg. ISBN 978-3-925673-89-4.

LAWLESS, H.T. und HEYMANN, H.: *Sensory evaluation of food-principles and practices*. 1. Auflage, International Thomson Publishing, New York. ISBN 0-412-99441-0 (1998) 341.

- LILL, F.: Hedonische Prüfungen. In: Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Hrgb.: M. BUSCH-STOCKFISCH, Behr's Verlag, Hamburg. ISBN: 3-86022-958-3 (2002).
- MIZUTANI, Kenji, und Osamu TANAKA. „Use of Stevia rebaudiana sweeteners in Japan.“ In: Stevia, The Genus Stevia. Hrgb.: A.D. KINGHORN, Taylor & Francos Verlag, London (2002).
- PHILLIPS K.C.: Stevia: Steps in developing a new sweetener. In: Developements in sweeteners. Hrgb.: GRENBY T.H., Elsevier, New York. ISBN 1851661042 (1987).
- PRAKASH, I.G; E. DUBOIS; J.F.CLOS; K.L. WILKENS und L.E. FODSICK: „Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener.“ Food Chem Toxicol (2008) 75-82.
- RITSCHHEL, W.A.; A. BAUER-BRANDL: Die Tablette: Handbuch der Entwicklung, Herstellung und Qualitätssicherung. 2. Auflage, Editio Cantor Verlag. ISBN: 9783871932281 (2002).
- RUMMEL, C.: Deskriptive Prüfungen. In: Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Hrgb.: M. BUSCH-STOCKFISCH, Behr's Verlag, Hamburg. ISBN: 3-86022-958-3 (2002).
- SAVITA,S.M.; K. SHEELA; Sharan SUNANDA; A.G. SHANKAR und Parama RAMAKRISHNA: *Stevia rebaudiana*- A functional component for food industry. J. Hum. Ecol 15 (2004) 261-264.
- SCHARF, A.: Verfahren der sensorischen Produktforschung. In: Geschmacksforschung. Marketing und Sensorik für Nahrungs- und Genussmittel. Hrgb.: KNOBLICH, H.; SCHARF, A.; SCHUBERT, B., Oldenbourg, München., ISBN 3486233629 (1996) 131-183.
- SCHIFFMAN S.S., BOOTH B.J., LOSEE M. L., PECORE S.D. und WARWICK Z.S. : Bitterness of Sweeteners as a Function of Concentration. Brain Research Bulletin 36 (1995) 505-513
- SCHIFFMAN S.S.; A.E. SATTELY- MILLER; B.G. GRAHAM; B.J. BOOTH und K.M. GIBES: Synergism among Ternary Mixtures of Fourteen Sweeteners. Chem. Senses 25 (2000) 131-140.
- SEDIVA A.; Z. PANOVSKA und J. POKORNY: Sensory Profiles of Sweeteners in Aqueous Solutions. Czech. J. Food Sci. 24 (2006) 283-287.

SEYRINGER F.: Untersuchungen zur Abtrennung von Steviol-Glucosiden mittels Kristallisation und Chromatographie. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien (2010).

SOEJARTO D.; D.KINGHORN; NR. FARNSWORTH: Potential Sweetening Agents of plant origin- III. Organoleptic evaluation of Stevia leaf herbarium samples for sweetness. J Nat Prod 45 (1982).

SOEJARTO, D.D.: „Botany of Stevia and Stevia rebaudiana.“ In: Stevia, The Genus Stevia. Hrgb.: A.D. KINGHORN, Taylor & Francos Verlag, London (2002).

STONE, H. und SIDEL, J.L.: Sensory evaluation practices. 3. Auflage, Elsevier, Amsterdam. ISBN: 0-12-672690-6 (2004).

STRELEC, H.: Vorlesungsunterlagen – Einführung in die Statistik WS 2005, Wien (2005).

Süßstoff-Verband e.V.: Nützliche Helfer auch zu Hause (2010). Online unter:
<http://www.suessstoff-verband.de/verwendung/tafelsuessen>

TOUTENBURG, H.; M. SCHOMAKER; M. WIBMAN; C.HEUMANN: Arbeitsbuch zur deskriptiven und induktiven Statistik. 2.Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-540-89035-5 (2009).

11 Lebenslauf

Persönliche Angaben:

Staatsangehörigkeit	Italien
Geburtsdatum	24.05.1985
Geburtsort	Bozen

Ausbildung

1991 - 1996	Volksschule, Raas
1996 – 1999	Mittelschule Oswald v. Wolkenstein, Brixen
1999 - 2004	Realgymnasium J.Ph.Fallmerayer, Brixen
2004 – 2008	Bakkalaureatsstudium Lebensmittel- und Biotechnologie an der Universität für Bodenkultur, Wien.
2008 – 2011	Masterstudium Lebensmittelwissenschaften und –technologie an der Universität für Bodenkultur, Wien.

Ferialjobs bzw. Praktika

Sommer 2000 – 2003	Spar Italien
Sommer 2004 – 2007	Milchhof Brixen – Brimi
Sommer 2008 und 2009	Sennereiverband Südtirol