



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Konsumentenakzeptanz von ausgewählten Erfrischungsgetränken mit Rebaudiosid A- Neue Wege der Reduktion des Zuckergehalts

Verfasserin

Annika Ipsen

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2011

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 474

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Diplomstudium Ernährungswissenschaften UniStG

Betreuerin / Betreuer:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VII
1 Einleitung und Fragestellung.....	1
2 Literaturübersicht	4
2.1 Süßungsmittel	4
2.1.1 Definition und Übersicht.....	4
2.1.2 Vor- und Nachteile von Süßstoffen	8
2.1.2.1 Süßkraft.....	8
2.1.2.2 Kalorien	8
2.1.2.3 Insulinunabhängiger Stoffwechsel	9
2.1.2.4 Karies.....	9
2.1.2.5 Nicht abführend.....	10
2.1.2.6 Keine konservierende Wirkung.....	11
2.1.2.7 Überschreitung der Höchstmengen	11
2.1.2.8 Gewöhnung an den süßen Geschmack.....	12
2.1.2.9 Mythos der appetitsteigernden Wirkung.....	13
2.1.3 Gesundheitliche Bedenken von Süßstoffen	14
2.1.4 Anwendung von Süßungsmitteln in der Getränkeindustrie.....	16
2.2 Rebaudiosid A	18
2.2.1 Die Pflanze Stevia rebaudiana.....	18
2.2.2 Inhaltsstoffe von Stevia rebaudiana	19
2.2.3 Chemische Eigenschaften von Rebaudiosid A	22
2.2.3.1 Verhalten in unterschiedlichem Medium	23
2.2.3.2 Sensorische Eigenschaften von Rebaudiosid A.....	24
2.2.4 Gesundheitliche Aspekte	24
2.2.4.1 Kalorienfrei	24

2.2.4.2	<i>Antikariogen</i>	25
2.2.4.3	<i>Toxizität</i>	25
2.2.4.4	<i>Gentoxizität</i>	26
2.2.4.5	<i>Karzinogenität</i>	26
2.2.4.6	<i>Einfluss auf Fortpflanzung und Entwicklung</i>	27
2.2.4.7	<i>Einfluss auf den Blutdruck</i>	27
2.2.4.8	<i>Einfluss auf den Blutzucker</i>	28
2.2.4.9	<i>Weitere Vorteile von Rebaudiosid A</i>	29
2.2.5	<i>Zulassungsweg über die Novel Food Verordnung</i>	29
2.2.6	<i>Anwendung von Rebaudiosid A in der Getränkeindustrie</i>	32
2.3	<i>Tee</i>	34
2.3.1	<i>Eistee auf dem österreichischen Getränkemarkt</i>	34
2.3.2	<i>Schwarzer Tee</i>	36
2.3.3	<i>Inhaltsstoffe und deren Wirkung auf die Gesundheit</i>	36
2.3.3.1	<i>Flavonoide</i>	37
2.3.3.2	<i>Coffein</i>	38
2.3.4	<i>Sensorische Eigenschaften von Tee</i>	39
2.4	<i>Sensorische Analyse</i>	40
2.4.1	<i>Was ist Sensorik?</i>	40
2.4.2	<i>Einsatz der sensorischen Analyse in der Industrie</i>	40
2.4.3	<i>Sensorische Analyse und Hedonische Analyse</i>	41
2.4.3.1	<i>Analytische Prüfungen</i>	41
2.4.3.2	<i>Hedonische Prüfungen</i>	42
2.4.3.3	<i>Kombinierte Prüfungen</i>	42
3	Material und Methoden	43
3.1	<i>Probenmaterial</i>	43
3.2	<i>Eistee-Zitrone</i>	44
3.2.1	<i>Allgemeine Probenaufbereitung</i>	44
3.2.2	<i>Just- About- Right Skala</i>	45
3.2.2.1	<i>Ermittlung des optimalen Verhältnisses von Zucker und Zitronen- konzentrat in Eistee mittels Just-About-Right Skala</i>	46
3.2.2.2	<i>Ermittlung des Äquivalentes von Rebaudiosid A in Eistee mittels Just- About-Right Skala</i>	47
3.2.2.3	<i>Auswertung</i>	48

3.2.3	Quantitative Deskriptive Analyse	48
3.2.3.1	<i>Ermittlung einer optimalen Zucker- Rebaudiosid A Mischung in einem Eistee-Zitrone mittels Quantitativer Deskriptiver Analyse.....</i>	<i>48</i>
3.2.3.2	<i>Produktattribute</i>	<i>49</i>
3.2.3.3	<i>Statistische Auswertung</i>	<i>51</i>
3.2.3.3.1	<i>Prüfung auf Normalverteilung der Daten.....</i>	<i>51</i>
3.2.3.3.2	<i>Prüfung auf Unterschiede zwischen den Proben</i>	<i>51</i>
3.2.3.3.3	<i>Prüfung auf Korrelationen.....</i>	<i>52</i>
3.2.4	Präferenzprüfung.....	52
3.2.4.1	Auswertung	53
3.2.5	Akzeptanzprüfung.....	54
3.2.5.1	Auswertung	55
3.3	Zitronengetränk	55
3.3.1	Allgemeine Probenaufbereitung.....	56
3.3.2	Präferenzprüfung.....	56
3.3.2.1	Auswertung	57
3.3.3	Konsumentenakzeptanz Zitrone	57
3.3.3.1	Auswertung	57
4	Ergebnisse	58
4.1	Evaluierung des optimalen Rezeptes für Eistee Zitrone	58
4.2	Evaluierung des Äquivalentes von Rebaudiosid A für Saccharose in Eistee	59
4.3	Ergebnisse der Quantitativen Deskriptiven Analyse	60
4.3.1	Geschmack	62
4.3.2	Flavour	64
4.3.3	Mundgefühl.....	66
4.3.4	Nachgeschmack	68
4.4	Allgemeine Beurteilung.....	70
4.5	Rangordnungsprüfung von Eistee	71
4.6	Akzeptanzprüfung des optimierten Eistees	72
4.7	Präferenzprüfung der Zitronengetränke.....	73
4.8	Akzeptanzprüfung des optimierten Zitronengetränks	74

5	Diskussion.....	75
6	Schlussbetrachtung.....	83
7	Zusammenfassung	88
8	Summary.....	90
9	Literaturverzeichnis	92
10	Anhang.....	97
11	Curriculum vitae.....	100

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anwendung verschiedener Süßstoffe/ Süßstoff-	17
Abbildung 2: Grundgerüst von Steviolglykosiden [PRAKESH et al., 2008]	19
Abbildung 3: Metabolismus von Rebaudiosid A bei Menschen und Ratten [CARAKOSTAS et al., 2008].....	21
Abbildung 4: Einfluss von Steviosiden auf den Blutdruck [CHAN et al., 2000].....	28
Abbildung 5: Konsum von Erfrischungsgetränken in Deutschland in den Jahren 2005 bis 2009 [SAB, 2010].....	33
Abbildung 6: Herstellungsübersicht Tee [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2009]	36
Abbildung 7: Polyphenole in Grünen und Schwarzen Tee [MUKHTAR und NIHAL, 2000]	38
Abbildung 8: Beispiel einer Just-About-Right Skala.....	46
Abbildung 9: Ermittlung der optimalen Konzentration an Saccharose (S.) und Zitronenkonzentrat (Z.) im Eistee-Referenzgetränk	58
Abbildung 10: Ermittlung des Äquivalentes von Rebaudiosid A für 7% Saccharose in dem Eisteegetränk	59
Abbildung 11: Sensorisches Profil der vier Modellgetränke mit unterschiedlichen Konzentrationen an Saccharose und Rebaudiosid A ..	61
Abbildung 12: Geschmacksattribute von den untersuchten Modellgetränken...	63
Abbildung 13: Flavourattribute von den untersuchten Modellgetränken	65
Abbildung 14: Attribute des Mundgefühls von den untersuchten Modellgetränken	67
Abbildung 15: Nachgeschmacksattribute von den untersuchten Modellgetränken	69
Abbildung 16: Allgemeine Beurteilung der untersuchten Modellgetränken	70
Abbildung 17: Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit von den Modellgetränken A, B und C	71
Abbildung 18: Akzeptanzprüfung des Eistee-Getränks B (5,6% Saccharose und 0,007% Rebaudiosid A) auf einer 9-Punkte-Skala	72
Abbildung 19: Präferenzprüfung Referenzgetränks versus optimiertes Getränk	73
Abbildung 20: Akzeptanzprüfung optimiertes Getränk (6% Saccharose, 0,046% Rebaudiosid A und 10%Zitronenkonzentrat)	74
Abbildung 21: Zeitintensitätskurven von 10% Saccharose und 0,06% Rebaudiosid A [RECH, Diplomarbeit, n.V.]	79

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zuckeralkohole und ihre Eigenschaften [AID, 2011]	4
Tabelle 2: Liste der in der EU zugelassenen Süßstoffe [ÖGE, 2011]	5
Tabelle 3: Exposition zu Süßungsmitteln für verschiedene Bevölkerungsgruppen nach mittlerem und hohem Verzehr (95- Perzentil) von alkoholfreien Getränken [ELMADFA et al., 2008] ...	12
Tabelle 4: Süße Inhaltsstoffe von Stevia [PRAKASH et al., 2008]	20
Tabelle 5: Produktinformationen marktführender Eistees in Österreich.....	35
Tabelle 6: Inhaltsstoffe Schwarzer Tee [GARDNER et al., 2007]	37
Tabelle 7: Liste der für die Herstellung von Eistee-Zitrone/ Zitronengetränke verwendeten Zutaten	44
Tabelle 8: Saccharose- und Zitronenkonzentrat-Gehalt der Proben für die Ermittlung des optimalen süßen und sauren Geschmacks im Eistee- Zitrone	47
Tabelle 9: RA Konzentrationen für die Ermittlung des Äquivalentes für 7% Saccharose in Eistee-Zitrone	47
Tabelle 10: Saccharose- und RA- Konzentrationen der vier untersuchten Proben in der QDA	49
Tabelle 11: Attribute inklusive Definitionen von Eistee-Zitrone zur Erstellung des Produktprofils mittels QDA	50
Tabelle 12: Signifikanzniveaus.....	51
Tabelle 13: Korrelationskoeffizienten und ihre Bedeutung [BROSIUS, 1998] ..	52
Tabelle 14: Deutschsprachige Kategorieskala für die Akzeptanz [LILL und KÖHN, 2002]	54

Abkürzungsverzeichnis

ADI-Wert	Acceptable Daily Intake
AKNÖ	Arbeiterkammer Niederösterreich
AMP	Adenosin-Monophosphat
ANSES	French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety
ATP	Adenosintriphosphat
AUC	Area Under the Curve
aw-Wert	Wasseraktivität (Activity of Water)
BMI	Body Mass Index
cAMP	Cyclisches Adenosin- Monophosphat
E%	Energieprozent
EFSA	European Food Safety Authorization
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Gramm
Glc	Glucose
GLUT4	Glucosetransporter Typ 4
JAR	Just-About-Right
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
kcal	Kilokalorien
KS-Test	Kolmogorov-Smirnov-Test
LDL	Low-Density-Lipoprotein
mg	Milligramm
mg/kg KG /d	Milligramm pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag
n.V.	Nicht Veröffentlicht
Neohesperidin DHC	Neohesperidin Dihydrochalcon
NOAEL- Wert	No Observed Adverse Effect Level
ÖGE	Österreichische Gesellschaft für Ernährung
Pkt.	Punkte
PKU	Phenylketonurie
ppm	parts per million
QDA	Quantitative Deskriptive Analyse
RA	Rebaudiosid A
Rha	Rhamnose
Stevia	Stevia rebaudiana Bertoni
WHO	World Health Organization

1 Einleitung und Fragestellung

Diabetes, metabolisches Syndrom, koronare Herzkrankheiten - das sind nur einige der Volkskrankheiten, die auf Übergewicht zurückzuführen sind. Alarmierende Zahlen der World Health Organization (WHO) zeigen das Ausmaß der weltweiten Verbreitung. Rund 1,5 Milliarden Menschen sind übergewichtig und davon 500 Millionen adipös. In Österreich weisen 35,3% der Bevölkerung einen Body Mass Index (BMI) über 25 auf und weitere 12,4% sind stark übergewichtig. Auch immer mehr Kinder und Jugendliche leiden unter Fettleibigkeit. Die Hauptgründe sind zu wenig Bewegung und eine zu hohe Energieaufnahme durch eine ungesunde Ernährung [WHO, 2011; STATISTIK AUSTRIA, 2011].

Die Weltgesundheitsorganisation empfiehlt, die Energieaufnahme über zugesetzten Zucker auf 10 E% zu beschränken. Jedoch wird dieser Anteil gerade bei Kindern und Jugendlichen mit durchschnittlich 17 E% deutlich überschritten. Vor allem Erfrischungsgetränke enthalten erhebliche Mengen an zugesetztem Zucker, werden aber doch in hohem Maße konsumiert [WHO, 2011; ELMADFA et al., 2009].

Eine Studie der Arbeiterkammer (AKNÖ) im Jahre 2009 an 12 Schulen in Niederösterreich zeigte, dass bei Kindern im Alter von 10 bis 15 Jahren das beliebteste Jausengetränk Eistee darstellt. Die handelsüblichen Eisteegetränke in Österreich enthalten zwischen 6 und 7,4% Saccharose, was bei einem halben Liter einen Kaloriengehalt von 125 bis 150 kcal ausmacht [LOBNER, 2009].

Gesundheitsbewusste Konsumenten greifen daher auf zuckerreduzierte Produkte zurück. Erreicht wird diese Reduktion durch den Einsatz von künstlichen Süßstoffen, wie Aspartam oder Acesulfam-K. Mit 65% sind Getränke das Haupteinsatzgebiet von Süßstoffen [SAß, 2010]. Das reduziert

den Brennwert, beugt Karies vor und ist auch als diätetische Nahrung für Diabetiker geeignet, da sie blutzuckerunabhängig verstoffwechselt werden. Doch viele Kritiker sehen in den Süßstoffen nicht nur die positiven Vorzüge. Gerade Studien mit Tierversuchen zeigten kontroverse Ergebnisse vor allem bei der Entstehung von Krebs [ARNOLD et al., 1977; PRICE et al., 1970; SOFFRITTI et al., 2010].

Bei Kindern und Jugendlichen, die eine wichtige Zielgruppe vieler Erfrischungsgetränke darstellen, besteht die Gefahr einer überhöhten Aufnahme von Süßstoffen. Durch ihr geringeres Körpergewicht werden die täglichen Aufnahmemengen schneller erreicht und überschritten.

Eine Alternative zu künstlichen Süßstoffen wäre der Einsatz von Rebaudiosid A (RA), einem Hauptinhaltsstoff der Pflanze *Stevia rebaudiana*. Dies ist ein natürliches Süßungsmittel, dessen Süßkraft das 200-300-fache von Saccharose beträgt. Der Ursprung dieser Pflanze befindet sich in Paraguay, aber gerade im asiatischen Raum hat sich der Einsatz als Zuckerersatz seit Jahren bewährt. In der Europäischen Union sind Steviolglykoside, wozu auch Rebaudiosid A gehört, bisher noch nicht als Süßstoff zugelassen. Die Beurteilung der European Food Safety Authorization (EFSA) und der Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) sind bereits positiv ausgefallen und das Europäische Parlament entscheidet in letzter Instanz über eine Zulassung [KIENLE, 2007].

Allerdings schmeckt Rebaudiosid A, wie manche künstliche Süßstoffe auch, bei höheren Konzentrationen intensiv bitterer und weist einen als unangenehm empfundenen Off-Flavour (lakritzartig, künstliche Süße) auf. Deswegen ist es, geschmacklich gesehen wenig sinnvoll, den Zucker komplett durch RA zu auszutauschen. Jedoch kann zumindest ein gewisser Anteil des Zuckers ersetzt und somit auch ein Teil der Kalorien eingespart werden [PRAKASH et al., 2008].

Ziel dieser Studie war es herauszufinden, wie viel Zucker in einem Eisteegetränk durch Rebaudiosid A ersetzt werden kann, ohne dass negative, sensorische Veränderungen, bedingt durch die charakteristischen Geschmacks- und Flavournoten von RA, auftreten. Darüber hinaus sollte festgestellt werden, ob dieses optimierte Getränk vom Konsumenten akzeptiert wird.

Zu diesem Zweck wurde zunächst ein möglichst konsumentennahes Modellgetränk (Eistee) hergestellt und ein entsprechendes Äquivalent von RA für Saccharose in diesem Getränk ermittelt. Anschließend wurden neben dem Referenzgetränk drei verschiedene Eisteevariationen mit einer jeweils unterschiedlichen Saccharosereduktion durch RA quantitativ mittels Quantitativer Deskriptiver Analyse (QDA) bewertet und ein sensorisches Profil erstellt. Daraufhin wurden die Getränke vom Konsumenten auf Präferenz und Akzeptanz geprüft.

Weiteres wurde ein mit RA- zuckerreduziertes Zitronengetränk, dass in einer früheren Untersuchung im Rahmen der Diplomarbeit von RECH [Diplomarbeit, n.V.] entwickelt worden ist auf Konsumentenakzeptanz untersucht, um festzustellen, wie sich die Akzeptanz von anderen, mit Rebaudiosid A zuckerreduzierten Getränken, verhält.

2 Literaturübersicht

2.1 Süßungsmittel

2.1.1 Definition und Übersicht

Laut Definition der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung [ÖGE, 2011] handelt es sich bei Süßungsmitteln um Substanzen, mit intensivem Süßgeschmack, die entweder Lebensmitteln als Süßstoffe zugesetzt oder als Ersatz für Haushaltszucker in Tablettenform, beziehungsweise als konzentrierte Lösung angeboten (Zuckeraustauschstoffe) werden.

Zuckeraustauschstoffe, auch Zuckeralkohole genannt, kommen in der Natur vor, können aber auch durch die Reduktion von Aldosen gewonnen werden. So entsteht beispielsweise aus Glucose der Zuckeralkohol Sorbit, aus Xylose entsteht Xylit und aus Maltose Maltit (Tabelle 1). Diese besitzen mit 2,4 kcal/g deutlich weniger Kalorien im Gegensatz zu Kohlenhydraten mit 4,1 kcal/g.

Allerdings ist die Süßkraft von Zuckeralkoholen gleich oder sogar geringer als die von Saccharose.

Tabelle 1: Zuckeralkohole und ihre Eigenschaften [AID, 2011]

Zuckeralkohol	Süßkraft*	Toleranzwert	Herkunft
Sorbit	0,5	40 - 50 g	Stärke
Xylit	1	30 - 50 g	Xylose
Mannit	0,3 - 0,5	10 g	Glucose
Isomalt	0,5 - 0,6	30 g	Saccharose
Maltit	0,9 - 1,0	30 - 50 g	Stärke
Lactit	0,4	40 g	Lactose
Erythrit	0,6-0,8	60-80 g	Stärke

Bei Süßstoffen erfolgt eine Einteilung im Wesentlichen nach ihrer Herkunft. Es gibt Süßstoffe aus natürlichen Quellen und synthetisch hergestellte Süßstoffe. Derzeit sind in der Europäischen Union neun verschiedene Süßstoffe für den Einsatz in Lebensmitteln zugelassen (Tabelle 2). Die große Bandbreite an verschiedenen Süßstoffen ist damit zu erklären, dass sich jeder Süßstoff, aufgrund seiner technologischen Eigenschaften, nur begrenzt verwenden lässt.

Der Einsatz ist abhängig von der eingesetzten Konzentration, der verwendeten Temperatur und dem zugrunde liegenden Medium. Auch Mischungen von Süßstoffen werden von der Industrie verwendet, um die bestimmten Vorzüge gezielt nutzen zu können. Häufig verwendete Süßstoffe bei Erfrischungsgetränken sind Acesulfam-K, Aspartam, Cyclamat und Saccharin. [MUND, 2010]

Tabelle 2: Liste der in der EU zugelassenen Süßstoffe [ÖGE, 2011]

Süßungsmittel	Herkunft	E-Nummer	Süßkraft	ADI- Wert
Acesulfam-K	synthetisch	E 950	130-200	9 mg/kg KG/d
Aspartam	synthetisch	E 951	200	40 mg/kg KG/d
Cyclamat	synthetisch	E 952	30-50	7 mg/kg KG/d
Saccharin	synthetisch	E 954	300-500	5 mg/kg KG/d
Sucralose	synthetisch	E 955	600	15 mg/kg KG/d
Thaumatococcus	natürlich	E 957	2000-3000	-
Neohesperidin DHC	natürlich	E 959	400-600	5 mg/kg KG/d
Neotam	synthetisch	E 961	10.000-13.000	2 mg/kg KG/d
Aspartam-Acesulfam-Salz	synthetisch	E 9620	350	20 mg/kg KG/d

Acesulfam-K (E 950) zeichnet sich durch seine hohe Hitzebeständigkeit und Lagerfähigkeit aus und ist somit für fast alle Zubereitungsarten geeignet. Es wird vom Körper nicht verstoffwechselt und über die Niere ausgeschieden. Acesulfam-K wurde von der EFSA als unbedenklich eingestuft, allerdings üben Kritiker seit Jahren Einwand gegen diesen Süßstoff. Gerade das Fehlen von Langzeitstudien wird bemängelt. Der ADI-Wert (Acceptable Daily Intake) von diesem Süßstoff liegt bei 9 mg/kg KG/d, in der EU gilt für brennwertverminderte Erfrischungsgetränke ein Höchstwert von 350 mg Acesulfam-K pro Liter. In der Praxis wird Acesulfam-K oft in Kombination mit Aspartam verwendet [ÖGE, 2011; SCHÖFFL, 2010].

Der Süßstoff *Aspartam* (E 951) ist beim Einsatz in Lebensmitteln äußerst beliebt, da das Geschmacksprofil sehr nahe dem von Saccharose kommt und eine sehr intensive Süßkraft besitzt. Doch Aspartam ist weder koch-, noch

backfest und besitzt eine kurze Lagerungsfähigkeit. Aspartam besteht aus den zwei synthetisch hergestellten Eiweißen Phenylalanin und Asparaginsäure, die mit Methanol verbunden sind. Problematisch ist dies bei Patienten mit der angeborenen Stoffwechselkrankheit Phenylketonurie (PKU). Bei Verwendung dieses Süßstoffes muss daher auf die Anwesenheit einer Phenylalaninquelle hingewiesen werden. Der ADI-Wert für Aspartam liegt bei 40 mg/kg KG/d, für brennwertverminderte Erfrischungsgetränke gilt ein Höchstwert von 600 mg/Liter [SCHÖFFL, 2010].

Cyclamat (E 952) besitzt nur eine relativ geringe Süßkraft, im Gegensatz zu anderen Süßstoffen, eine Synergie mit anderen Süßstoffen ist jedoch vorhanden. Meist wird eine Mischung mit Saccharin im Verhältnis 10:1 verwendet. Cyclamat weist gute technologische Eigenschaften auf, es ist sehr stabil und auch hitzebeständig. Von den meisten Menschen wird es unverändert über die Niere ausgeschieden, bei einigen Personen (weniger als 5%) wird es im Darmtrakt von Bakterien zu Cyclohexylamin umgewandelt, welches im Tierversuch zu Hodenschädigung geführt hat. Aus diesem Grund ist der Einsatz von Cyclamat in den USA und einigen anderen Ländern verboten. Der von der JECFA festgelegte ADI-Wert liegt bei 7 mg/kg KG/d, für brennwertverminderte Erfrischungsgetränke gilt ein Höchstwert von 250 mg/Liter [SCHÖFFL, 2010].

Saccharin (E 954), wurde bereits im 19. Jahrhundert entdeckt und ist somit der älteste bekannte künstliche Süßstoff. Saccharin ist sowohl hitze-, als auch gefrierbeständig, allerdings weist es einen bitteren Nachgeschmack auf. Der ADI-Wert liegt bei 5 mg/kg KG/d, für brennwertverminderte Erfrischungsgetränke gilt ein Höchstwert von 80 mg/Liter [SCHÖFFL, 2010].

Sucralose (Trichlorsaccharose, E 955) wird durch die Chlorierung von Saccharose erzeugt. Es weist einen sehr natürlichen Geschmack auf, ist gut wasserlöslich und besitzt eine hohe Stabilität. Der ADI-Wert liegt bei

15 mg/kg KG/d, der Einsatz in brennwertverminderten Erfrischungsgetränken ist begrenzt mit maximal 300 mg/L [SCHÖFFL, 2010].

Thaumatococcus (E 957) ist ein natürlicher Süßstoff, der aus der westafrikanischen Katemfe Frucht gewonnen wird und eine sehr hohe Süßkraft besitzt. Es handelt sich um einen natürlichen Eiweißstoff, der neben dem Einsatz als Süßstoff auch als Geschmacksverstärker verwendet wird. Der süße Geschmack tritt jedoch erst mit einer Verzögerung und einem starken lakritzähnlichen Nachgeschmack auf und ist aus diesem Grund für die Verwendung in Getränken ungeeignet. Thaumatococcus besitzt eine hohe synergistische Wirkung [ÖGE, 2011].

Neohesperidin Dihydrochalcon (DHC, E 959) wird aus den Schalen der Bitterorange gewonnen, ist folglich auch ein natürlicher Süßstoff. Es hat die Fähigkeit, bittere Geschmacksnoten zu unterdrücken, allerdings besitzt es einen sehr lang anhaltenden Nachgeschmack (Lakritz, Menthol). Die maximale Aufnahme liegt bei 5 mg/kg KG/d [ÖGE, 2011].

Neotam (E 961) ist erst seit Dezember 2009 in der EU als Süßstoff zugelassen. Es handelt sich um ein Dipeptidanethylester-Derivat, wird aus Aspartam synthetisiert und kann vom menschlichen Körper nicht verstoffwechselt werden. Neotam besitzt die größte Süßkraft von allen künstlichen Süßstoffen, allerdings liegt der ADI-Wert gerade einmal bei 2 mg/kg KG/d. Es besitzt einen sehr lang anhaltenden Süßgeschmack und kann ebenfalls als Geschmacksverstärker für bestimmte Aromen, wie Zitrone, Minze und Vanille eingesetzt werden [ÖGE, 2011].

Bei *Aspartam-Acesulfam-Salz* (E 9620) handelt es sich um eine salzartige Verbindung aus den beiden Süßstoffen Aspartam und Acesulfam-K im Verhältnis 65:35. Das Salz dissoziiert meist bereits im Lebensmittel oder spätestens im Mund durch den Speichel in Aspartam und Acesulfam. Es kann so im Körper entweder vollständig über die Niere ausgeschieden werden, wie im Fall von Acesulfam oder wie Aspartam, verstoffwechselt werden. Aspartam-

Acesulfam-Salz ist sehr gut wasserlöslich und hat einen zuckerähnlichen Geschmack. Wegen seiner sehr hohen Süßkraft werden nur sehr geringe Mengen gebraucht. Der ADI-Wert liegt bei 20 mg/kg KG/d [DEUTSCHER SÜSSSTOFFVERBAND, 2011].

2.1.2 Vor- und Nachteile von Süßstoffen

Der Einsatzbereich von Süßstoffen liegt vor allem bei brennwertverminderten - so genannten „Light“- Produkten oder diätetischen Lebensmitteln.

2.1.2.1 Süßkraft

Da die Süßkraft von Süßstoffen der von Zucker um ein vielfaches (bis zu 13.000-mal süßer) übersteigt, liegen die eingesetzten Mengen im Milligrammbereich. Auch bilden die Süßstoffe untereinander oft Synergien, dies führt dazu, dass beim Einsatz von Mischungen die eingesetzten Mengen noch weiter reduziert werden können [DGE, 2007].

2.1.2.2 Kalorien

Der größte Vorzug von Süßstoffen gegenüber Kohlenhydraten ist, dass diese keine oder nur sehr geringe Mengen an Kalorien beinhalten.

Saccharose, wie alle Kohlenhydrate, liefert pro Gramm 4,1 kcal. Das entspricht beispielsweise in einem Getränk mit 70 g Zucker pro Liter einen Gesamtkaloriengehalt etwa 290 kcal/L. Aspartam liefert, rechnerisch gesehen, wie jedes Eiweiß ebenfalls 4,1 kcal pro Gramm. Da Aspartam jedoch wegen seiner starken Süßkraft nur in sehr geringen Mengen eingesetzt wird, trägt es keinen nennenswerten Beitrag zur Gesamtenergieversorgung bei [DEUTSCHER SÜSSSTOFFVERBAND, 2011].

2.1.2.3 Insulinunabhängiger Stoffwechsel

Süßstoffe werden unverändert über die Niere ausgeschieden, beziehungsweise insulinunabhängig verstoffwechselt. Kohlenhydrate hingegen, werden im Darm zu Glucose abgebaut und über die Darmwand in das Blut aufgenommen. Insulin, produziert in den β -Zellen der Langerhans'schen Inseln des Pankreas, vermittelt durch Aktivierung des GLUT4-Transporters die erleichterte Diffusion von Glucose ins Zellinnere. Vor allem Fett- und Muskelzellen können große Mengen an Glucose aufnehmen und es entweder als Glucogen speichern oder mittels Glycolyse in Energie (ATP) umwandeln.

Bei Typ 1 Diabetes handelt es sich um eine Autoimmunkrankheit, die zu einer Zerstörung der β -Zellen führt, Patienten des Typ-2 Diabetes leiden an einer Insulinresistenz, verbunden mit einem Sekretionsdefizit der β -Zellen. Diabetespatienten weisen einen erhöhten Blutzuckerspiegel auf, da die Glucose im Blut zirkuliert, anstatt in die Zellen aufgenommen zu werden und die Gluconeogenese in der Leber ungebremst weiterläuft.

Da Süßstoffe, im Gegensatz zu Zuckern, insulinunabhängig verstoffwechselt werden, sind sie in diätetischer Nahrung für Diabetiker geeignet [HIEN und BÖHM, 2010].

2.1.2.4 Karies

Im Gegensatz zu Zuckern wirken Süßstoffe nicht kariogen. Karies ist eine kohlenhydrat-abhängige Infektionskrankheit der Zahnhartsubstanz (Zahnschmelz/Dentin). Plaquebakterien, wie *Streptococcus Mutans*, *Actinomyces* und *Laktobacillen*, häufen sich im Mundraum an. Sie sind in der Lage, Kohlenhydrate unter Freisetzung von organischen Säuren zu verdauen. Diese senken den pH-Wert an der Zahnoberfläche und greifen den Zahn an, indem sie Mineralien (Kalzium- und Phosphationen) aus dem Zahnschmelz herauslösen. Speichel ist in der Lage, die Säuren innerhalb von wenigen Stunden zu neutralisieren und die angegriffene Zahnschmelzsubstanz kann in Folge wieder remineralisieren. Allerdings geschieht das nur, wenn genügend Zeit

verstreicht, bevor wieder neue niedermolekulare Kohlenhydrate verzehrt werden und der Mineralisierungsprozess erneut einsetzt.

Folgen von Karies sind Entzündungen im gesamten Mundraum, die in schlimmen Fällen zu Abszessen oder Osteomyelitis führen und sogar tödlich enden können [SCHAUDER, 2006].

Grundlegende Faktoren für die Kariesentstehung sind folglich: Plaquebakterien, genetische Veranlagung, Zuckeraufnahme und der Faktor Zeit.

Andere süßschmeckende Substanzen, wie zum Beispiel Süßstoffe, tragen nicht zur Kariesbildung bei. Eine Studie aus dem Jahr 1991 wies erstmals im Tierversuch nach, dass Aspartam kein Risiko für die Entstehung von Karies darstellt. Bei Ratten, denen Zucker verabreicht worden ist, bildeten sich große Mengen an Karies. Bei Ratten, deren Ernährung eine Mischung aus Zucker und Aspartam beinhaltete, hatte sich signifikant weniger Karies manifestiert und Ratten, in deren Ernährung der Zucker komplett durch Aspartam ersetzt wurde, waren komplett kariesfrei [DAS et al., 1991].

2.1.2.5 Nicht abführend

Zuckeraustauschstoffe werden vom Körper nur teilweise metabolisiert. Sie gelangen oft bis in die unteren Dünndarmabschnitte vor und wirken dort hygroskopisch. Dadurch vergrößert sich das Volumen des Darminhalts und die Darmtätigkeit angeregt wird. Folge sind Blähungen, Durchfall und Bauchkrämpfe. Diätetische Lebensmittel, mit einem Gehalt von mehr als 10% an Zuckeraustauschstoffen, müssen damit gekennzeichnet sein, dass sie bei übermäßigem Verzehr abführend wirken. Der Verzehr sollte 20-30 g Zuckeraustauschstoffe/ Tag nicht überschreiten.

Süßstoffe besitzen die hygroskopische Eigenschaft nicht und wirken im Gegensatz zu Zuckeraustauschstoffen auch in größeren Mengen nicht abführend. Daneben wirken Zuckeraustauschstoffe, wie auch Süßstoffe antikariogen und blutzuckerunabhängig [ELMADFA und EBERMANN, 2008; FREDE, 2010].

2.1.2.6 Keine konservierende Wirkung

Große Mengen Zucker binden in Lebensmitteln, wie Konfitüre, Gelees und Marmeladen Wasser und entziehen so möglichen Bakterien den Lebensraum. Saccharose senkt die Wasseraktivität (aw-Wert) im Lebensmittel und verringert dadurch den Lebensraum für Mikroorganismen. Süßstoffe haben, im Unterschied zu Zucker nicht die Eigenschaft, Wasser zu binden und wirken folglich auch nicht konservierend, wie es beim Einsatz von Saccharose in Konfitüren der Fall ist [SCHUCHMANN und SCHUCHMANN, 2005].

2.1.2.7 Überschreitung der Höchstmengen

Viele Süßstoffe sind in hohen Konzentrationen schädlich und besitzen deshalb einen ADI-Wert (Acceptable Daily Intake), der keinesfalls überschritten werden sollte. Der ADI-Wert beziffert die akzeptable tägliche Aufnahmemenge eines Zusatzstoffes pro Kilogramm Körpergewicht, welche ein Mensch täglich, ein Leben lang verzehren kann, ohne gesundheitliche Schäden davonzutragen. Bei Erwachsenen ist die Gefahr der Überschreitung relativ gering. Kinder, durch ihr geringeres Körpergewicht, können die täglichen Aufnahmemengen schneller erreichen oder gar überschreiten [ELMADFA et al., 2008].

Ein Kind mit 20 kg Körpergewicht erreicht die maximale täglich Aufnahme an Aspartam bereits bei dem Konsum von etwas mehr als 1,3 Liter eines Erfrischungsgetränkes, das die zulässige Höchstmenge an diesem Süßstoff enthält. Bei Saccharin genügt unter diesen Voraussetzungen bereits ein Liter, bei Acesulfam-K ein halber und bei Cyclamat schon ein Drittel Liter eines mit der zulässigen Höchstmenge künstlich gesüßten Erfrischungsgetränkes [SCHÖFFL, 2010].

Allerdings haben die Konzerne dieses Risiko erkannt und setzen in der Praxis im Regelfall Mengen unter der zulässigen Höchstmenge oder Mischungen aus verschiedenen Süßstoffen ein, um die Einsatzmenge der einzelnen Süßstoffe zu reduzieren und so eine Überschreitung zu vermeiden. Es sollte trotz allem auf die Gesamtaufnahme an künstlichen Süßstoffen, gerade bei Kindern,

geachtet werden, da diese nicht nur in Getränken, sondern auch in anderen kalorienreduzierten Lebensmitteln, wie Süßigkeiten und Milchprodukte, enthalten sind [SCHÖFFL, 2010].

Der Österreichische Ernährungsbericht 2008 ermittelte die Aufnahme von künstlichen Süßstoffen in alkoholfreien, zuckerreduzierten Getränken (Tabelle 3) und fand heraus, dass in jener Risikogruppe, die einen hohen Verzehr an diesen Lebensmitteln aufweisen, der ADI-Wert für Cyclamat bei Männern (100%) erreicht und bei Kindern (134%) überschritten wurde. Der ADI-Wert von Acesulfam-K wird in dieser Gruppe bei Kindern zu 88% gedeckt und ist somit im kritischen Bereich. Nimmt eine Person darüber hinaus noch weitere Lebensmittel mit künstlichen Süßstoffen zu sich, kann es leicht zu einer Überschreitung dieser Werte kommen [ELMADFA et al., 2008].

Tabelle 3: Exposition zu Süßungsmitteln für verschiedene Bevölkerungsgruppen nach mittlerem und hohem Verzehr (95-Perzentil) von alkoholfreien Getränken [ELMADFA et al., 2008]

	Mittlerer Verzehr			Hoher Verzehr		
	Kind	Frau	Mann	Kind	Frau	Mann
Aspartam (Maximalgehalt: 496 mg/kg)						
Exposition in mg/Person	164	124	198	496	397	744
% ADI	10	5	6	31	17	23
Acesulfam-K (Maximalgehalt: 316 mg/kg)						
Exposition in mg/Person	104	79	126	316	253	474
% ADI	29	15	18	88	47	66
Saccharin (Maximalgehalt: 79 mg/kg)						
Exposition in mg/Person	26	20	32	79	63	119
% ADI	13	7	8	40	21	30
Cyclamat (Maximalgehalt: 375mg/kg)						
Exposition in mg/Person	124	94	150	375	300	563
% ADI	44	22	27	134	71	100

2.1.2.8 Gewöhnung an den süßen Geschmack

Süßstoffe sollten laut der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung, die Ausnahme in der Ernährung bilden. Gerade bei Kindern wird nicht nur die Höchstmenge schneller erreicht, sondern Süßstoffe fördern, wie auch Zucker, die Gewöhnung an den süßen Geschmack. Durch ihren intensiv süßeren Geschmack kann die Geschmacksschwelle des Grundgeschmacks süß erhöht

werden. Als Folge kann es zu einem insgesamt erhöhten Zuckerkonsum kommen [ÖGE, 2011; FRANZ, 2000].

2.1.2.9 Mythos der appetitsteigernden Wirkung

Einige Studien sprechen Süßstoffen eine appetitsteigernde Wirkung zu. Ausgelöst wurde die Diskussion im Jahr 1986 durch die britischen Forscher Blundell und Hill. Sie berichteten, dass die Testpersonen nach dem Verzehr von mit Süßstoffen angereichertem Wasser ein stärkeres Hungergefühl vernahmen, als nach dem Verzehr von reinem Wasser [BLUNDELL und HILL, 1986].

Es wurde daraufhin die Theorie aufgestellt, dass Süßstoffe, genau wie Kohlenhydrate, eine Insulinausschüttung zur Folge haben. Die Hypothese besagt, dass durch den süßen Geschmack im Gehirn Neurotransmitter ausgeschüttet werden, die eine Stimulation der Inselzellen des Pankreas bewirken und so eine „cephalische Insulinsekretion“ verursachen. Der Blutzuckerspiegel sinkt jedoch nach kurzer Zeit wieder ab, was zu einem schneller auftretenden und verstärkten Hungergefühl beiträgt.

Weder die appetitsteigernde Wirkung, noch die Theorie des „cephalischen Insulinsreflex“ konnten in Studien bestätigt werden.

Die Hypothese des „cephalischen Insulinreflexes“ im Zusammenhang mit Süßstoffen wurde in den 90er Jahren bereits wieder verworfen. Sowohl Aspartam, als auch Acesulfam, Cyclamat und Saccharin beeinflussen den Insulin- und den Blutzuckerspiegel nicht, weder unmittelbar nach dem Essen, noch während des Verdauungsprozesses [HÄRTEL et al., 1993].

Eine Meta-Analyse zur Untersuchung der These von Blundell und Hill zeigte, dass nach dem Verzehr von Süßstoffen bei drei Studien eine appetitsteigernde Wirkung, bei drei weiteren Studien eine appetitsenkende Wirkung beobachtet werden konnte. In 13 Studien konnte keine Wirkung nachgewiesen werden [BELLISLE und DREWNOWSKI, 2007].

2.1.3 Gesundheitliche Bedenken von Süßstoffen

Obwohl Süßstoffe bei ihrer Zulassung auf gesundheitliche Unbedenklichkeit geprüft werden, stehen einige unter Verdacht, kanzerogen zu wirken.

Es gibt zahlreiche Studien, die einen negativen Einfluss nachweisen. Vor allem Aspartam, Saccharin und Cyclamat sind in den Fokus der Kritiker geraten.

Im Jahr 1977 wurde in einer kanadischen Studie die Sicherheit von Saccharin in Frage gestellt. Nach dem Verzehr von Saccharin konnte im Tierversuch bei männlichen Ratten ein erhöhtes Risiko für Blasenkrebs festgestellt werden. Dieser Süßstoff wurde daraufhin in Kanada verboten [ARNOLD et al., 1977].

In darauffolgenden Studien konnte dieser Verdacht beim Menschen nicht bestätigt werden. Auch die Menge an Saccharin, die von Arnold et al. [1977] während seiner Studie eingesetzt wurde, würde beim Menschen einer Aufnahme von 10.000 Süßstoff-Tabletten, beziehungsweise 750 Flaschen Erfrischungsgetränken pro Tag entsprechen [WEIHRAUCH und DIEHL, 2004].

Auch Cyclamat steht im Verdacht, ein erhöhtes Risiko für Blasenkrebs zu bergen. Ende der sechziger Jahre wurde eine Studie veröffentlicht, bei der 50 Ratten, über einen Zeitraum von 2 Jahren, täglich 15 mg/kg KG Natriumsalze von Cyclamat und Saccharin verabreicht wurden. Ein signifikant erhöhtes Risiko an Blasenkrebs wurde festgestellt, woraufhin der Einsatz von Cyclamat in einigen Ländern (USA, Großbritannien) verboten wurde [PRICE et al., 1970].

Daraufhin durchgeführte Langzeitstudien zeigen, dass Cyclamat im Bereich des ADI-Wertes, weder eine chemisch-toxische, noch eine kanzerogene Wirkung besitzt [WEIHRAUCH und DIEHL, 2004].

Seit der Zulassung in der EU im Jahre 1990 werden immer wieder Studien veröffentlicht, die auch Aspartam einen negativen Effekt zuschreiben.

Während der Metabolisierung von Aspartam entstehen die Grundbausteine Asparaginsäure (40%), Phenylalanin (49%) und Methanol (11%). Vom Stoffwechsel wird Methanol zu Formaldehyd umgesetzt, welches Allergien auslösen und bei chronischer Einnahme kanzerogen wirken kann [WEIHRAUCH und DIEHL, 2004].

In einer Studie der European Ramazzini Foundation wurden Mäusen prenatal (über die Ernährung der Mutter) bis zum Tode mit Dosen von 0 bis 32000 ppm Aspartam gefüttert. Männliche Mäuse wiesen eine signifikant häufigere Inzidenz für Leberzell- und Bronchialkarzinome bei einer Dosis von 16000 ppm und 32000 ppm auf. Bei weiblichen Mäusen ließ sich kein erhöhtes Auftreten nachweisen [SOFFRITTI et al., 2010].

In einer weiteren Studie aus Dänemark wurde mit rund 60.000 Schwangeren das Trinkverhalten der Mütter untersucht. Ein 38% häufigeres Auftreten an Frühgeburten wurde bei Frauen festgestellt, die während der Schwangerschaft täglich ein künstlich gesüßtes Getränk konsumiert haben. Das Risiko bei täglich vier oder mehr Getränken lag sogar bei 80% [HALLDORSSON et al., 2010].

Ein Großteil der Studien, die negative Folgen von Süßstoffen nachweisen, wurde schon vor einigen Jahrzehnten veröffentlicht und löste damals eine Diskussionswelle über Süßstoffe aus. Viele danach folgende Studien, sowohl am Menschen als auch im Tierversuch, stellten kein negatives Potential dar. Unabhängige Forschungsinstitute, wie die ESFA und die JECFA, haben gründliche Untersuchungen angestellt, und für jeden Süßstoff einen ADI-Wert veröffentlicht, unter dem der Verzehr gesundheitlich absolut unbedenklich ist.

Kritiker fordern den sofortigen Stopp des Einsatzes von Süßstoffen, während die Lebensmittelindustrie und die Europäische Union gelassen dem Thema gegenüber stehen.

Die EFSA veröffentlichte in Zusammenarbeit mit der French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety (ANSES) im Februar 2011

eine Erklärung, dass sowohl die Studie von SOFFRITTI et al. [2010] als auch die von HELLDORSON et al. [2010] zum jetzigen Zeitpunkt keinen Anlass geben, eine erneute Überprüfung von Aspartam durchzuführen. Die Sicherheit von Aspartam ist bei Einhaltung des ADI-Werts mit 40 mg/kg KG/d garantiert. Allerdings wird geraten, dass weitere Studien auf dem Gebiet durchgeführt werden sollen [EFSA, 2011; ANSES, 2011].

2.1.4 Anwendung von Süßungsmitteln in der Getränkeindustrie

Um den Zucker-, und somit auch den Kaloriengehalt von Lebensmitteln zu senken und trotzdem den süßen Geschmack beizubehalten, werden Süßstoffe eingesetzt. Laut einem Bericht von TOMBEK [2010] nehmen nach Schätzungen rund 350 Millionen Menschen weltweit regelmäßig Lebensmittel mit Süßstoffen zu sich. In der EU ist der Einsatz von Süßstoffen neben Getränken zum Beispiel auch in Tafelsüße, Marmeladen, Dessertspeisen, Süßwaren, Kaugummi, Obstkonserven, süß-saure Konserven, Senf, Saucen und Nahrungsergänzungsmitteln zugelassen. Allerdings sind kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke mit 65% der größte Einsatzbereich von Süßstoffen [SAß, 2010].

Im Lebensmittelbericht 2010 wurde ermittelt, dass der Gesamtverbrauch an Limonaden in Österreich im Jahr 2009 bei 6,6 Milliarden Hektolitern lag und somit leicht rückläufig im Gegensatz zum Vorjahr ist (-0,4%). Der Anteil an Lightprodukten betrug 17,1% [BERGER et al., 2010].

Die Verwendung von Süßstoffen ist EU-weit in der Richtlinie 94/35/EG, sowie verschiedenen Änderungsrichtlinien (zum Beispiel 2006/52/EG) festgelegt. Auch die Kennzeichnung von kalorienreduzierten Produkten ist von der EU klar geregelt. Getränke, die neben künstlichen Süßstoffen auch einen verringerten Zuckergehalt enthalten, sind mit den Hinweisen „light“, „kalorienarm“ oder „ohne Zuckerzusatz“ gekennzeichnet, jene Getränke, die ausschließlich künstliche Süßstoffe beinhalten, geben „zuckerfrei“ oder „kalorienfrei“ als Angabe auf dem Getränk an. Die verwendeten Süßungsmittel müssen entweder mit Namen oder

mit der E-Nummer in dem Zutatenverzeichnis aufgelistet sein. Bei dem Einsatz von Aspartam muss zusätzlich der Hinweis auf die enthaltende Phenylalaninquelle angegeben werden [RICHTLINIE 94/35/EG, 1994; RICHTLINIE 2008/5/EG, 2008].

Häufig verwendete Süßstoffe bei Erfrischungsgetränken sind Acesulfam-K, Aspartam, Cyclamat und Saccharin, beziehungsweise Mischungen aus diesen (Abbildung 1). Die bereits zugelassenen natürlichen Süßstoffe Neohesperidin DHC und Thaumatin werden aus sensorischen Gründen nicht in Erfrischungsgetränken eingesetzt [HANSEN, 2010].

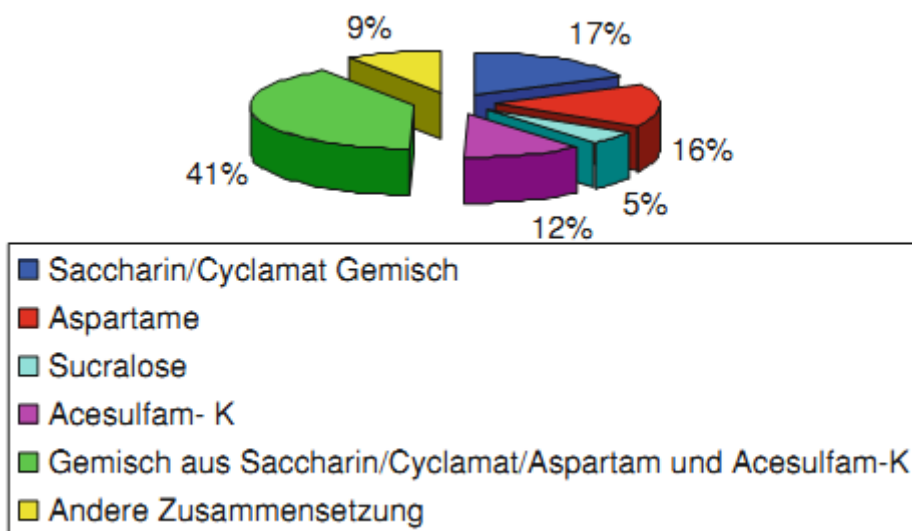


Abbildung 1: Anwendung verschiedener Süßstoffe/ Süßstoffgemische in alkoholfreien Getränken in deutschen Betrieben [HANSEN, 2010]

2.2 Rebaudiosid A

2.2.1 Die Pflanze *Stevia rebaudiana*

Bei Rebaudiosid A (RA) handelt es sich um einen der Hauptinhaltsstoffe der Pflanze *Stevia rebaudiana* Bertoni (kurz Stevia), deren Ursprung im Tal Rio Monday im Hochland von Nordost-Paraguay liegt. Erstmals beschrieben wurde sie 1899 von dem Schweizer Dr. Antonio Bertoni. Dieser hatte zuvor von den Ureinwohnern Paraguay von einem Kraut gehört, dem *Caa'ehe* („süßes Kraut“), dass sie zur Süßung ihres Mate-Tees verwendeten und dem auch heilende Wirkung zugesprochen wurde. 1908 wurde die Stevia-Pflanze erstmals kommerziell in Paraguay angebaut, und auch Europa führte erste Experimente an der Pflanze durch. Doch während des Ersten Weltkriegs geriet Stevia in Vergessenheit. Erst die Japaner entdeckten in den 60er Jahren Stevia neu für sich und brachten es erstmals 1975 mit stetig steigendem Erfolg auf den Markt. Bis 1996 stieg der Verbrauch auf 200 Tonnen (dies entspricht ungefähr 40000 Tonnen Zucker). Weitere große Anbauggebiete sind heute China, Indonesien, Japan, Korea und Taiwan [KIENTLE, 2007; KIENTLE, 2010].

Über das Internet wurde Stevia auch in Europa bekannt und ist dort seit 1996 käuflich zu erwerben, allerdings nur als Badezusatz oder Mundwasser. Da Stevia, beziehungsweise seine süßen Inhaltsstoffe, bisher nicht von der EU als Süßungsmittel zugelassen sind, darf es nicht als Lebensmittel verkauft werden [KIENTLE, 2007; KIENTLE, 2010].

Die Gattung der Stevien umfasst über 154 Arten, wobei *Stevia rebaudiana* Bertoni als Einzige einen süßen Geschmack aufweist und im Volksmund deswegen auch Honigkraut oder Süßkraut genannt wird. Stevia gehört der Familie der Asteraceae (Kornblütler) an und es handelt sich um eine Kurztagspflanze. Sie kann unter optimalen Bedingungen, wie sie zum Beispiel in den tropischen Breitengraden herrschen, 5-6 Mal pro Jahr geerntet werden. Aber auch in anderen Breitengraden ist der Anbau möglich, allerdings werden der Ertrag und der Süßegehalt der Blätter stark von Temperaturschwankungen und der Tageslänge beeinflusst. [KIENTLE, 2007; KIENTLE, 2010]

2.2.2 Inhaltsstoffe von *Stevia rebaudiana*

Synthetische Süßstoffe sind einzelne chemische Verbindungen, die zu einem süßen Geschmack führen. Sie haben in der Bevölkerung einen eher schlechten Stellenwert, da seit Jahren über mögliche negative Schäden dieser diskutiert worden ist. Da es sich bei Stevia um eine Pflanze handelt, gibt es nicht nur einen Inhaltsstoff, sondern ein komplexes Gemisch mit mehreren 100 verschiedenen Inhaltsstoffen, wovon 10 für den süßen Geschmack verantwortlich sind (Tabelle 4). Es handelt sich dabei um Steviolglykoside, die sich nur in den Seitenketten (R_1 und R_2) des Steviolgerüsts voneinander unterscheiden (Abbildung 2). Ihre Süßkraft entsteht durch ihre Kopplung mit Glucose. Steviolglykoside werden in den Blättern der Pflanze durch Photosynthese gebildet und gespeichert [Kienle, 2007].

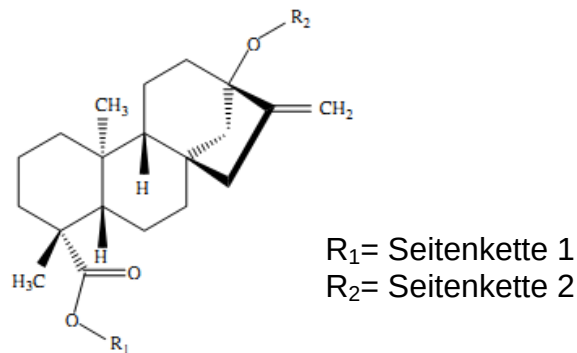


Abbildung 2: Grundgerüst von Steviolglykosiden [PRAKESH et al., 2008]

Bei denen in der Tabelle 4 aufgelisteten Stoffen wird in der Lebensmittelindustrie dem Steviosid und dem Rebaudiosid A die größte Bedeutung zugesprochen, da sie die größte Süßkraft besitzen, wobei RA einen angenehmeren Geschmack aufweist [PRAKASH et al., 2008].

Nach oraler Aufnahme passiert das ungespaltende Rebaudiosid A Magen und Dünndarm. Erst im Dickdarm wird Rebaudiosid A über Glucosidasen zu Steviosid und weiter zu Steviol umgewandelt. Das Steviol wird absorbiert und gelangt sehr schnell über den Pfortaderkreislauf in die Leber. Hier wird es mit Glucuronsäure verknüpft und es entsteht ein stabiles ungiftiges Produkt,

Tabelle 4: Süße Inhaltsstoffe von Stevia [PRAKASH et al., 2008]

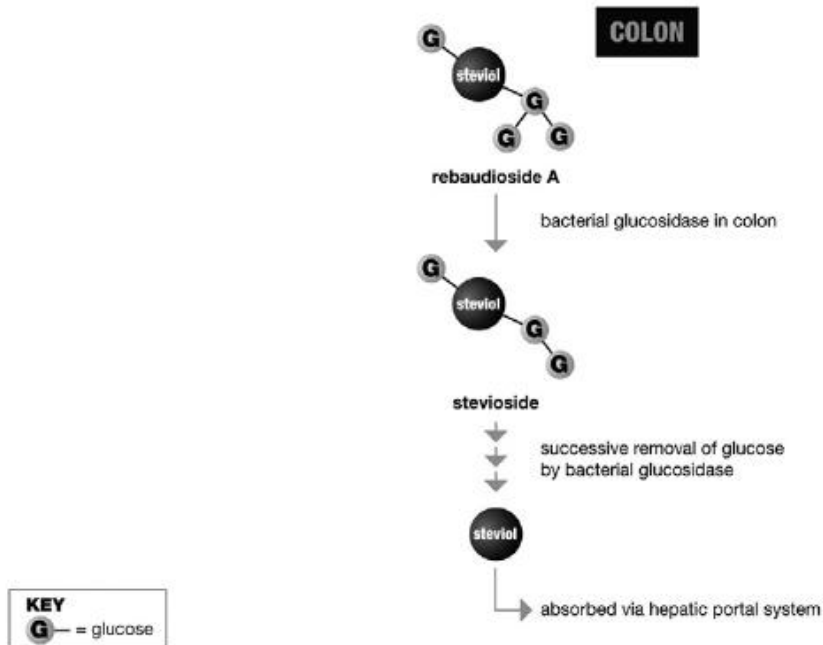
Inhaltsstoff	R ₁ *	R ₂ **	Süßkraft
Rebaudiosid A	β-Glc	β-Glc-β-Glc (2→1) β-Glc (3→1)	200-300
Rebaudiosid B	H	β-Glc-β-Glc (2→1) β-Glc (3→1)	150
Rebaudiosid C	β-Glc	β-Glc-α-Rha- (2→1) β-Glc (3→1)	30
Rebaudiosid D	β-Glc-β-Glc (2→1)	β-Glc-β-Glc (2→1) β-Glc (3→1)	221
Rebaudiosid E	β-Glc-β-Glc (2→1)	β-Glc-β-Glc (2→1)	174
Rebaudiosid F	β-Glc	β-Glc-β-Xyl-β (2→1) β-Glc (3→1)	200
Steviosid	β-Glc	β-Glc-β-Glc	210
Steviolbiosid	H	β-Glc-β-Glc (2→1)	90
Rubusosid	β-Glc	β-Glc	114
Dulcosid A	β-Glc	β-Glc-α-Rha- (2→1)	30

*R₁= Seitenkette 1**R₂= Seitenkette 2

welches über die Niere ausgeschieden wird. Bei Ratten hingegen erfolgt die Eliminierung aus dem Körper über die Gallenwege mit dem Faeces (Abbildung 3). Der Grund dafür ist die unterschiedliche Molekulargewichtsschwelle der Gallenexkretion bei Mensch und Ratte. Organische Anionen mit einem Molekulargewicht von maximal 325 bei Ratten und 500-600 beim Menschen werden mit dem Urin ausgeschieden (Molekulargewicht Steviol-Glucuronide: 494). Da Stevioside ein direktes Abbauprodukt von Rebaudiosid A sind, lassen sich die Ergebnisse der Studien, die Stevioside als Produkt verwendet haben, auch auf Rebaudiosid A übertragen [CARACOSTAS et al., 2008].

Absorption, Metabolism and Excretion of Rebaudioside A

In the colon – breakdown to steviol occurs:



In the liver of humans and rats:

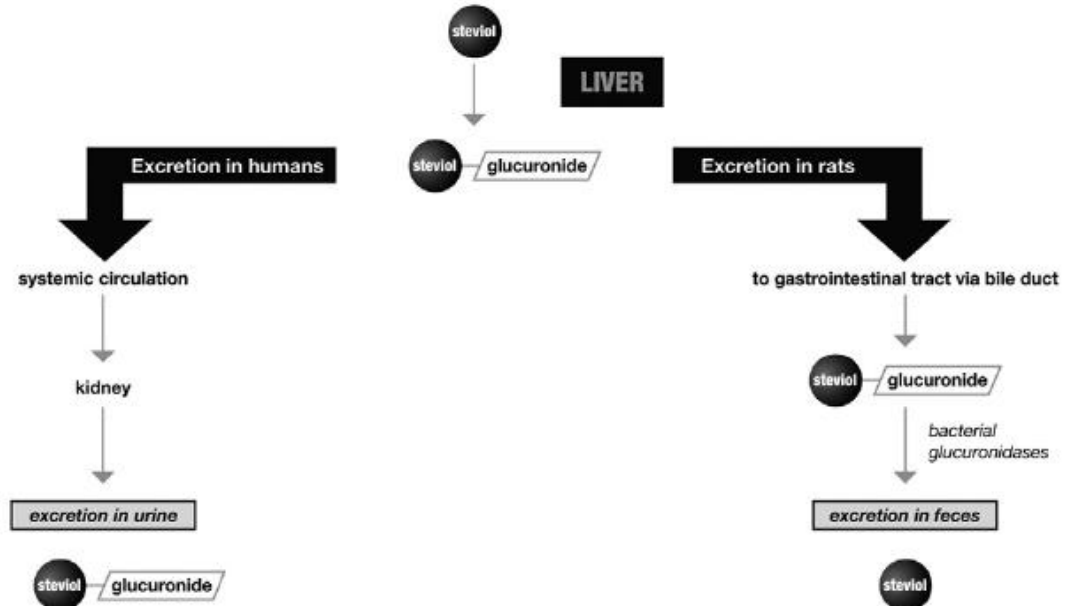


Abbildung 3: Metabolismus von Rebaudiosid A bei Menschen und Ratten [CARAKOSTAS et al., 2008]

Die Gewinnung der Steviolglykoside aus den Blättern der Pflanze erfolgt zunächst mittels Extraktion. Als Lösungsmittel wird meist eine alkoholische Lösung oder Wasser verwendet. Um Unreinheiten und Pigmente zu entfernen, werden die Steviolglykoside mit Salzen (z.B. Calciumhydroxid) gefällt und anschließend mit Adsorberharzen entfärbt. Ionenaustauscher entfernen die vorher zugegebenen Salze wieder und die Lösung mit den darin enthaltenen Steviolglykosiden wird getrocknet. Als letzter Schritt werden die Steviolglykoside aus der alkoholischen Lösung herauskristalliert. Dieser letzte Schritt wird solange wiederholt, bis der gewünscht Reinheitsgrad erreicht ist. Dieser liegt nach Vorgabe der JEFCA bei mindestens 95% [KIENLE, 2010].

Der Anteil von RA in der getrockneten Blattmasse macht in etwa 1,5 -10% aus. Nur Stevioside haben mit 5-22% einen höheren Anteil. Neuzüchtungen gibt es bereits, die einen RA Gehalt von 75% aufweisen [KIENLE, 2010].

2.2.3 Chemische Eigenschaften von Rebaudiosid A

Die Summenformel von RA ist $C_{44}H_{70}O_{23}$ und das Molekulargewicht liegt bei 967,01 g/mol. Erhältlich ist Rebaudiosid A in seiner Reinform von mindestens 95% meist als weißes, kristallines Pulver. Es löst sich gut in Wasser, jedoch nicht in Alkohol. Der pH-Wert liegt im Bereich von 4,5 und 7,0 (1 g gelöst in 100 ml Wasser) [PRAKASH et al., 2008].

Rebaudiosid A ist in Lebensmitteln sehr stabil. Gegenüber Hitze verliert es seine Wirksamkeit nicht, kann folglich problemlos bei Zubereitungsverfahren wie Kochen, Backen, Pasteurisieren und Sterilisieren angewendet werden. Auch in sauren Lebensmitteln ist Rebaudiosid A einsetzbar. Erst ab einem pH-Wert von 2 sind Verluste einzubüßen. Auch in Bezug auf die Lagerung erweist sich Rebaudiosid A als äußerst stabil. In Lagerversuchen über einen Zeitraum von 24 Monaten konnten Verluste von maximal 1-2% festgestellt werden. [PRAKASH et al., 2008; KIENLE, 2007; CARAKOSTAS et al., 2008]

Der ADI-Wert wurde 2008 von der EFSA von 2 mg auf 4 mg Stevioläquivalent / kg KG/d hochgesetzt. Unter Berücksichtigung des relativen Molekulargewichtes von Rebaudiosid A muss dieser Wert durch 0,33 dividiert werden, um den ADI-Wert von RA zu erhalten. Dieser entspricht folglich 12 mg RA/ kg KG/d [CARAKOSTAS et al., 2008].

2.2.3.1 Verhalten in unterschiedlichem Medium

Rebaudiosid A weist die stärkste Süßkraft von allen Inhaltsstoffen der Stevia-Pflanze auf. In der Literatur wird eine Süßkraft von dem 200-300-fachen von Saccharose angegeben. Die tatsächliche Süßkraft im Lebensmittel ist jedoch stark abhängig von der eingesetzten Menge des Süßstoffes, sowie der Temperatur, dem pH-Wert, der Matrix, in der der Süßstoff verwendet wird und weiteren Zutaten, die im Produkt enthalten sind [KIENLE, 2007; PRAKASH et al. 2008].

So ist die Süßkraft intensiver, wenn es nur in geringeren Konzentrationen zugegeben wird und höhere Viskosität erfordert eine höhere Konzentration an RA, um die gleiche Geschmacksintensität zu erhalten [LIPINSKI und SCHIWECK, 1991].

Der pH-Wert beeinflusst die Süßkraft von RA nicht maßgeblich. Die süßen Moleküle sind auch bei niedrigem pH-Wert wirksam, also ist RA ohne Probleme in sauren Lebensmitteln, wie Limonaden und Fruchtzubereitungen anwendbar. Erst ab einem pH-Wert unter 2 kommt es zu Verlusten der Süßkraft, doch Lebensmittel, die einen so sauren Geschmack aufweisen, sind ungenießbar [KIENLE, 2007].

Bevor ein Süßungsmittel einem Lebensmittel zugegeben wird, muss zunächst eine sensorische Begutachtung stattfinden, damit ein optimaler Geschmack abgestimmt werden kann. Auch synergistische Effekte müssen dabei berücksichtigt werden, wenn mehr als ein Süßstoff einem Lebensmittel zugefügt wird, wie es in der Praxis oft der Fall ist.

2.2.3.2 Sensorische Eigenschaften von Rebaudiosid A

Nicht nur die Süßkraft von Rebaudiosid A ist entscheidend beim Einsatz in Lebensmitteln. Viele weitere sensorische Faktoren spielen eine Rolle, damit das Lebensmittel am Ende dem Geschmack vom Konsumenten gerecht wird. Im Vergleich zu Zucker zeichnet sich Rebaudiosid A durch ein relativ langsames Einsetzen des Süße-Effektes und durch ein deutlich längeres Anhalten des süßen Nachgeschmackes aus [SAß, 2010].

Rebaudiosid A weist auch verschiedene, eher unerwünschte Beigeschmäcker auf. So besitzt RA, wie die anderen künstlichen Süßstoffe auch, den charakteristischen Geschmack von „künstlicher Süße“ sowie weitere eher ungewünschte Flavour- und Geschmacksnoten wie „lakritzartig“, „metallisch“ und „bitter“ [SAß, 2010].

Insgesamt ist das sensorische Profil von RA (Reinheit 95%) in wässrigen Lösungen weniger vergleichbar mit dem von Saccharose, als vielmehr mit jenen von hochintensiven Süßstoffen wie Aspartam, Acesulfam-K, Saccharin und Cyclamat. [SAß, 2010]

Auf einen kompletten Austausch des Zuckers mit RA sollte eher verzichtet werden, da der Grundgeschmack vom ursprünglichen Lebensmittel zu stark abweicht. Allerdings wirken sich Kombinationen mit Kohlenhydraten positiv auf das sensorische Profil aus, da diese die verspätet einsetzende Süße von Rebaudiosid A „überbrücken“ können. Dadurch kann eine Reduktion von mindestens 30% des Kaloriengehaltes erreicht und das Geschmacksprofil abgerundet werden [PRAKASH et al., 2008].

2.2.4 Gesundheitliche Aspekte

2.2.4.1 Kalorienfrei

Steviolglykoside enthalten null Kalorien und besitzen dabei die 200-300-fache Süßkraft von Saccharose. Somit wäre der Einsatz in Lebensmitteln als Ersatz für Zucker sowohl bei Diabetes-Patienten als auch bei Personen, die abnehmen

wollen, eine gute Alternative, die erlauben würde den Zuckeraufnahme zu reduzieren und das Risiko für Adipositas zu senken [PRAKASH et al., 2008].

2.2.4.2 Antikariogen

Wie auch künstliche Süßstoffe, besitzen Steviolglykoside keine begünstigende Wirkung auf die Bildung von Karies. In einer Studie wurde der Einfluss von Stevia auf die Bildung von Plaquebakterien untersucht. Es wurden zwei Gruppen mit jeweils 8 Probanden gebildet. Die erste Gruppe nahm viermal täglich eine 10%ige Stevia- Lösung (hergestellt aus den Blättern der Pflanze) für eine Minute in den Mund, die Kontrollgruppe hingegen eine 10%ige Saccharoselösung. Die Ernährung der Probanden änderte sich während des Untersuchungszeitraumes nicht, auf jegliche Zahnhygiene wurde jedoch verzichtet. Nach fünf Tagen hatte sich in der Kontrollgruppe 82% mehr Plaque gebildet als in der Stevia- Gruppe. Würde Stevia den Einsatz von Saccharose in Lebensmitteln ersetzen, könnte der Kariesbefall in der Bevölkerung und somit auch das Risiko an Parodontose zu erkranken, verringert werden [BLAUTH DE SLAVUTZKY, 2010].

2.2.4.3 Toxizität

Bei Studien mit Ratten konnten nach oraler Aufnahme von Steviolglykosiden (sowohl Steviosid als auch Rebaudiosid A) über einen Zeitraum von 13 Wochen keine Toxizität nachgewiesen werden. Ein teilweise auftretender Gewichtsverlust wurde mit dem geringeren Kaloriengehalt der Nahrung und anfangs auftretender Aversion gegenüber sehr hohen Dosen von Rebaudiosid A erklärt, wie es oft vorkommt bei hochintensiven Süßstoffen. Von Seiten der Autoren wurde ein NOAEL-Wert (No Observed Adverse Effect Level) von 4000 mg/kg KG ermittelt, der die höchste getestete Dosis dargestellt hat [CURRY und ROBERTS, 2008].

2.2.4.4 Gentoxizität

Die JECFA hat Untersuchungen bezüglich der Auswirkungen von Rebaudiosid A auf die Gesundheit angestellt. Sowohl in vitro, als auch in vivo konnten keine Hinweise auf DNA Schäden (Mutationen, Veränderung von Chromosomen und einfache Brüche der DNA) festgestellt werden [JECFA, 2006].

Allerdings gibt es bei Steviol, einem Abbauprodukt aller Steviolglykoside, Hinweise, dass dieses in vitro gentoxisches Potential beherbergt. Der Ames-Test zeigt zwar keine Belege für Mutationen, doch konnte in einem weiteren Versuch mit dem Bakterium *Salmonella typhimurium* TM 677, nach Einwirkung von Steviol, eine leicht mutagene Wirkung nachgewiesen werden. Diese Wirkung tritt jedoch nur bei speziell diesem Bakteriumstamm auf, ist sehr gering und erst nach metabolischer Aktivierung durch andere Substanzen (S9-Mix) nachweisbar [PEZZUTO et al., 1985].

Bei in vivo Studien mit Steviol, die an Mäusen, Ratten und Hamstern bei Dosen bis zu 2000 mg/kg KG/d durchgeführt wurden, konnte kein Hinweis auf Gentoxizität festgestellt werden [CARAKOSTAS et al., 2008].

Somit weist Steviol einen hochspezifischen, mutagenen Mechanismus für einen einzigen Bakterienstamm auf.

2.2.4.5 Karzinogenität

Es wurden bereits viele Studien zu dem Thema Karzinogenität von Steviolglykosiden durchgeführt. Der Fokus dieser Untersuchungen lag auf einem Zusammenhang zwischen der Aufnahme von Steviolglykosiden und der Entstehung von Harnblasenkrebs. Weder eine 13-wöchige, noch eine 24-monatige Untersuchung an F344 Ratten mit Dosen bis zu 2400 mg Steviosid/kg KG/d zeigten ein erhöhtes Auftreten an neoplastischen und plastischen Läsionen. Darüber hinaus konnte jedoch eine verringerte Anzahl von Adenomen in den Milchdrüsen weiblicher Ratten nachgewiesen werden [AZE et al., 1991; TOYODA et al., 1997]. Diese Studien waren im Jahr 2006

Grundlage für die JECFA in Bezug auf die Feststellung, dass Steviolglykoside keine kanzerogene Wirkung besitzen und die daraus folgende Etablierung eines vorläufigen ADI-Wertes von 2 mg/kg KG/d [JECFA, 2006]. Eine Vergleichsstudie von ROBERTS und RENWICK [2008] bestätigte, dass diese Ergebnisse auch für Rebaudiosid A angewendet werden können.

2.2.4.6 Einfluss auf Fortpflanzung und Entwicklung

Die Pflanze Stevia wurde angeblich früher von den Frauen der paraguayischen Indianerstämme als orales Verhütungsmittel verwendet [CARAKOSTAS et al., 2008]. Aus diesem Grund wurden viele Studien durchgeführt, die den Effekt von Stevia-Extrakten auf das Fortpflanzungssystem und die Fruchtbarkeit in Tierversuchen untersuchten. Rebaudiosid A zeigte jedoch weder einen Einfluss auf den weiblichen, noch auf den männlichen Fortpflanzungsapparat. Auch bei Untersuchungen der beiden darauffolgenden Generationen konnten keine negativen Folgen auf das Paarungsverhalten, die Fruchtbarkeit, die Dauer der Trächtigkeit, den Östrogenspiegel oder die Spermienmobilität, -konzentration oder -morphologie festgestellt werden [CURRY et al., 2008].

2.2.4.7 Einfluss auf den Blutdruck

Eine Gruppe von Autoren führte zwei Studien durch, die den Einfluss von Steviosiden auf den Blutdruck untersuchten. Patienten, die an essentieller Hypertonie leiden, verzichteten über einen Zeitraum von 12 Monaten auf den Gebrauch von Antihypertensiva, und nahmen stattdessen 750 mg Stevioside pro Tag auf. In der zweiten Studie wurden Patienten untersucht, bei denen erst kürzlich eine milde Form der Hypertonie festgestellt worden ist. Diese bekamen über einen Zeitraum von 2 Jahren täglich eine Gabe von 1500 mg Stevioside pro Tag verabreicht. Beide Untersuchungen führten zu dem Ergebnis, dass sich jeweils am Ende der Studie sowohl der systolische, als auch der diastolische Blutdruck signifikant reduziert hat. Wie Abbildung 4 verdeutlicht, setzte die Senkung des Blutdrucks bereits in der ersten Woche nach Beginn der Studie ein und hielt über die gesamte Dauer der Studie an. Nebenwirkungen konnten nicht festgestellt werden. [CHAN et al., 2000; HSIEH et al., 2003]

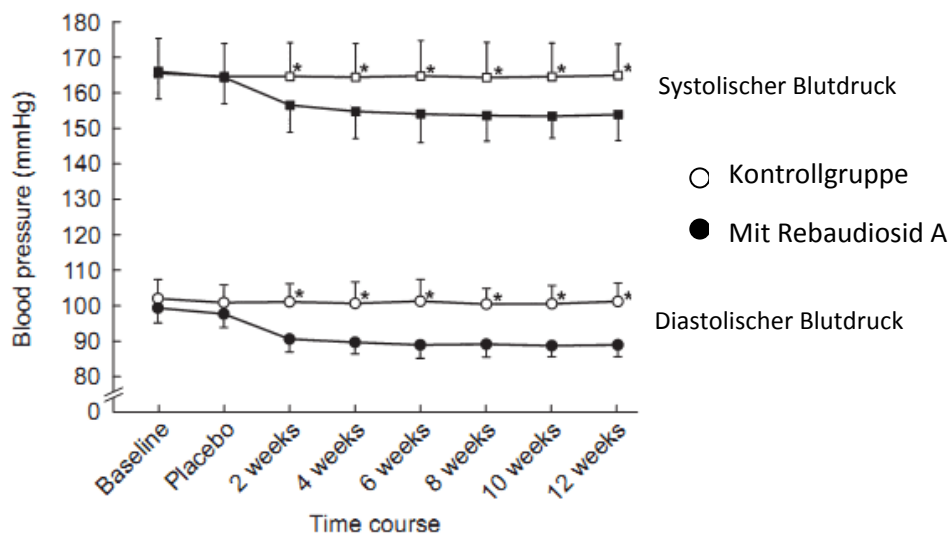


Abbildung 4: Einfluss von Steviosiden auf den Blutdruck [CHAN et al., 2000]

2.2.4.8 Einfluss auf den Blutzucker

Stevioside sind nicht kalorisch und rufen keine glykämische Antwort hervor. GEERAERT et al. [2010] untersuchten über einen Zeitraum von 12 Wochen den Effekt von Steviosiden auf die Insulinantwort in Mäusen. Sowohl der Glucosetransport als auch die Insulinantwort verbesserten sich im Gegensatz zur Kontrollgruppe. Gesundheitsfördernde Effekte von Steviosiden wurden auch im Zusammenhang mit 12 Diabetes mellitus Typ 2 Patienten gemacht. Nach Gabe von 1 g Steviosiden in Testmahlzeiten wurde eine um 18% reduzierte Area Under the Curve (AUC) von Glucose im Vergleich zur Placebogruppe festgestellt [GERGERSEN et al., 2004].

Eine Langzeitstudie von MAKI et al. aus dem Jahre 2008 untersuchte die Auswirkungen nach täglicher Gabe 1000 mg Rebaudiosid A bei Diabetes Typ 2 Patienten über einen Zeitraum von 16 Wochen. Die glucosesenkende Wirkung konnte auf lange Sicht nicht bestätigt werden. Im Vergleich mit einer Placebogruppe konnten hier keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf den Nüchtern Glucose-, Insulin- oder C-Peptidspiegel gefunden werden. Allerdings konnten auch keine negativen Effekte auf Körpergewicht, Blutdruck und Blutfettwerte nachgewiesen werden.

Rebaudiosid A lässt sich als Zuckerersatz in diätetischen Lebensmitteln einsetzen, da es keinen negativen Effekt auf die Glucoseverwertung im Körper hat. Die beim Abbau von Rebaudiosid A im Darm abgespaltenen Glucosemoleküle werden größtenteils unverändert ausgeschieden oder von Bakterien umgesetzt. Jene Menge, die vom Körper absorbiert wird, ist aufgrund der geringen Verwendungsmenge von RA vernachlässigbar gering. Die möglicherweise positiven Wirkungen auf den Glucosetransport und die Insulinresponse sind nur kurzfristig nachweisbar und müssen noch genauer untersucht werden [CARAKOSTAS *et al.*, 2008].

2.2.4.9 Weitere Vorteile von Rebaudiosid A

- Bei Rebaudiosid A handelt es sich um einen rein pflanzlichen Inhaltsstoff. Das wirkt vor allem auf gesundheitsbewusste Konsumenten einen großen Reiz aus.
- Die Süßkraft von RA ist vergleichbar mit jener von Aspartam und beträgt das 200-300-fache von Saccharose. Eine genaue Angabe ist nicht möglich, da sich viele Faktoren auf die Süßkraft auswirken, wie zum Beispiel die Konzentration, die Temperatur oder der pH-Wert des Mediums [KIENLE, 2007].
- Durch die hohe Süßkraft sind, wie bei Süßstoffen, nur geringe Mengen nötig, um eine äquivalente Süße von Zuckern zu erhalten. Zusätzlich beinhaltet RA keine Kalorien, das heißt, es ist ebenfalls gut geeignet, für Personen, die abnehmen wollen.
- Wie künstliche Süßstoffe besitzt RA keine hygroskopischen Eigenschaften, also wirkt auch ein erhöhter Verzehr nicht laxierend.
- Auch Phenylketonurie-Patienten (PKU) können bedenkenlos RA konsumieren, da keine Phenylalaninquelle enthalten ist.

2.2.5 Zulassungsweg über die Novel Food Verordnung

Der Einsatz von Süßstoffen in Lebensmitteln ist in der Lebensmittel-Zusatzstoff-Verordnung geregelt. Bei Steviolglykosiden verhält es sich jedoch anders, da es

sich um Extrakte einer Pflanze aus einem anderen Kulturkreis handelt, die bis zu dem Stichtag am 15.05.1997 in der Europäischen Gemeinschaft noch nicht in großem Umfang in Verkehr gebracht worden sind, daher fällt die Zulassung von Steviolglykosiden unter die Novel Food Verordnung (EG) Nr. 258/97.

Unter den Begriff „Novel Food“ fallen Lebensmittel und Lebensmittelzutaten, die als neuartig gelten. Gemäß Artikel 3 der Verordnung müssen einige Voraussetzungen erfüllt werden, damit ein Bewilligungsverfahren des Novel Foods eingeleitet wird: Der Verbraucher darf weder gefährdet, noch irregeführt werden und das Novel Food darf sich von Lebensmitteln und Lebensmittelzutaten, die es ersetzen soll, nicht so unterscheiden, dass sein normaler Verzehr Ernährungsmängel für den Verbraucher nach sich zieht.

Sind diese Bedingungen erfüllt, wird ein Notifizierungs- oder ein Genehmigungsverfahren eingeleitet.

Ersteres tritt bei Lebensmitteln und Lebensmittelzutaten in Kraft, die bezüglich Zusammensetzung, Nährwert, Metabolismus, Verwendungszweck und Gehalt an unerwünschten Stoffen den bestehenden Lebensmitteln und Lebensmittelzutaten im Wesentlichen gleichwertig sind. Dies muss mit wissenschaftlichen Befunden belegt sein. Gemäß Artikel 3, (4) und 5 ist es ausreichend, wenn die für den Vertrieb des Produktes verantwortliche Person die Europäische Kommission über das Inverkehrbringen unterrichtet. Jährlich wird ein Amtsblatt mit allen neuen Notifizierungen veröffentlicht.

Ein Genehmigungsverfahren ist immer dann anzuwenden, wenn die neuartigen Lebensmittel oder Lebensmittelzutaten im Wesentlichen konventionellen Produkten nicht gleichen. Dazu zählen alle Lebensmittel oder Lebensmittelzutaten,

- 1) die mit neuer oder gezielt modifizierter primärer Molekularstruktur ausgestattet sind;

- 2) die aus Mikroorganismen, Algen oder Pflanzen (z.B. exotische Früchte) bestehen oder aus Tieren isoliert sind. Ausgenommen sind jene aus Pflanzen oder Tieren isolierten bzw. aus Pflanzen bestehenden Lebensmittel und Lebensmittelzutaten, die mit herkömmlichen Vermehrungs- oder Zuchtmethoden gewonnen wurden und die erfahrungsgemäß als unbedenklich gelten;
- 3) bei deren Herstellung ein nicht übliches Verfahren angewandt wurde und bei denen dieses Verfahren eine bedeutende Änderung ihrer Zusammensetzung oder Struktur bewirkt hat, was sich auf ihren Nährwert, ihren Stoffwechsel oder auf die Menge unerwünschter Stoffe im Lebensmittel auswirkt (z.B. Hochdrucksterilisation).

Nach Artikel 4 der Novel Food Verordnung muss bei einem Genehmigungsverfahren zunächst in einem Mitgliedsstaat der EU (in Österreich ist dies die Agentur für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit GmbH) ein Antrag gestellt werden, dem eine positive Sicherheitsbewertung des Lebensmittels beigefügt werden muss. Innerhalb von drei Monaten bewertet die erste Prüfstelle die Daten und entscheidet, ob eine ergänzende Prüfung im gemeinschaftlichen Verfahren stattfinden soll. Innerhalb von 60 Tagen haben die Kommission und die Mitgliedstaaten Zeit, begründete Einwände gegen das Inverkehrbringen des neuen Lebensmittels einzulegen. Liegen nach Ablauf dieser Frist keine Einwände vor, informiert der zuständige Mitgliedstaat den Antragsteller darüber, dass das Produkt in Verkehr gebracht werden darf. Im Falle von Einwänden ist eine Entscheidung im Ausschluss-Verfahren notwendig [WKO, 2011; EUROPEAN COMMISSION, 2011].

Steviolglykoside wurden eingehend von unabhängigen Forschungsinstituten, wie der EFSA oder der JECFA untersucht und für sicher befunden. Im April 2010 wurde in einem Bericht bestätigt, dass Steviolglykoside weder gentoxisch, noch kardiotoxisch sind und ein ADI-Wert von 4 mg/kg KG/d wurde festgelegt. Sowohl bei Erwachsenen als auch bei Kindern, die große Mengen an Limonaden und Süßigkeiten mit Süßstoffen konsumieren, kann dieser Wert

schnell überschritten werden, auch wenn die zugelassene Höchstmenge eingehalten wird. Die Europäische Kommission forderte eine Stellungnahme und im Januar 2011 räumte die EFSA ein, dass die erwartete Exposition bei Einhaltung der Höchstmenge wohl etwas geringer ausfallen würde, als zunächst angenommen, trotzdem kann der ADI-Wert aber bis zum dreifachen überschritten werden.

Die künftig erlaubte Höchstmenge muss noch deutlich reduziert werden, um einem vorbeugenden Verbraucherschutz gerecht zu werden. In der Schweiz, wo Steviolglykoside bereits zugelassen sind, ist aus diesem Grund bislang die Höchstmenge auf 200 mg Steviolglykosid pro Liter begrenzt.

Am 28. Juni 2011 haben die EU-Mitgliedsstaaten den Vorschlag der Kommission angenommen, den Einsatz von Steviolglykosiden in einigen Lebensmitteln, dazu gehören auch kalorienreduzierte Erfrischungsgetränke, zu bewilligen. Als letzte Instanz entscheidet das Europäische Parlament über eine endgültige Zulassung, mit der frühestens Ende 2011 zu rechnen ist [EFSA, 2011; KIENTLE, 2011; EUROPEAN UNION, 2011].

2.2.6 Anwendung von Rebaudiosid A in der Getränkeindustrie

Bei der Produktauswahl steht beim Konsumenten der Geschmack im Vordergrund. Nur wenn bei einem Produkt die Erwartungen des Geschmacks erfüllt oder gar übertroffen werden, wird es erneut gekauft. Aber auch das Marketingimage, Verpackung, Optik, und der Preis spielen eine Rolle bei der Auswahl eines Produktes. Seit einigen Jahren kommt ein neuer Aspekt hinzu, der die Kaufentscheidung beeinflusst: das Gesundheitsbewusstsein des Käufers. Konsumenten greifen vermehrt zu kalorienreduzierten Lebensmitteln, in denen der Zucker ganz oder teilweise durch hochintensive Süßstoffe ausgetauscht wird [SAß, 2010].

Der Anteil an kalorienreduzierten /-armen Getränken beträgt in Deutschland 9,9%, ohne die Kategorie Wasser liegt dieser sogar bei 25% und die Tendenz ist weiter steigend (Abbildung 5). In Österreich liegt der Anteil von Lightgetränken bei 17,1% [SAß, 2010; BERGER et al., 2010].

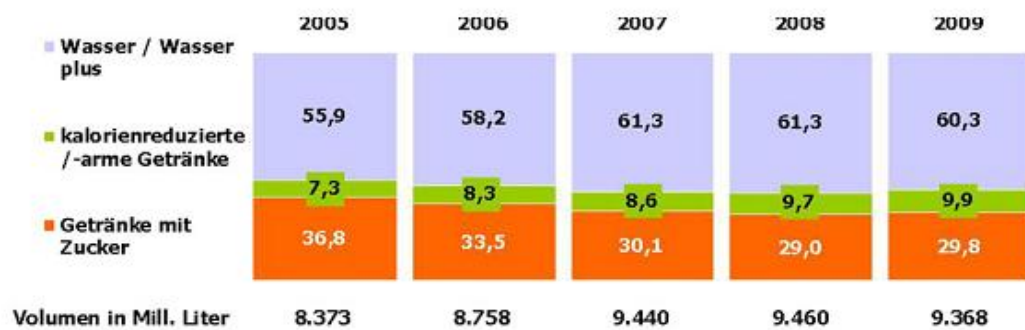


Abbildung 5: Konsum von Erfrischungsgetränken in Deutschland in den Jahren 2005 bis 2009 [SAB, 2010]

Doch da die künstlichen Süßstoffe, wenn auch nicht eindeutig wissenschaftlich belegt, immer wieder in die Kritik geraten gesundheitsschädlich zu sein, ist der Einsatz von Rebaudiosid A durch seine natürliche Herkunft und durch seine positive Darstellung in den Medien für viele Verbraucher ein herbeigesehnter Ersatz [SAB, 2010].

HANSEN hat 2010 eine Umfrage über den künftigen Einsatz von Steviolglykosiden bei 33 deutschen Getränkeherstellern durchgeführt.

Insgesamt 95% der Unternehmen rechnen damit, dass die Zulassung eines natürlichen Süßstoffes die Verbrauchernachfrage nach kalorienarmen Getränken deutlich fördern würde. Zu dem Zeitpunkt der Umfrage war bei nur 57% der Befragten Unternehmen *Stevia* bekannt, allerdings hatten bis dato nur 9% bereits Testreihen mit *Stevia* durchgeführt. 97% der Unternehmen zeigten sich überzeugt, dass sie *Stevia* in ihren Getränken einsetzen würden, wenn eine EU-weite Zulassung vorliegen würde.

Die Ergebnisse zeigen eine sehr positive Response von Seiten der Unternehmen in Bezug auf den Einsatz von Steviolglykosiden. Die Betriebe sind sehr aufgeschlossen gegenüber dem Thema und wollen im Falle einer Zulassung versuchen, Steviolglykoside in ihren Getränken einzusetzen. Auch wird von Seiten der Unternehmen mit einer sehr hohen Verbraucherakzeptanz gerechnet [HANSEN, 2010].

2.3 Tee

2.3.1 Eistee auf dem österreichischen Getränkemarkt

Bei Eistee handelt es sich um ein Teegetränk aus Wasser, Zucker, meist Fruchtsaft, Aroma zur Geschmacksgebung, Tee-Extrakt (mind. 0,12%), Säuerungsmitteln, teilweise aus Antioxidationsmitteln und künstlichen Süßungsmitteln. Haltbar gemacht wird industriell hergestellter Eistee mittels Pasteurisierung. Das Fertiggetränk muss mindestens 40 mg Coffein/l Getränk enthalten [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2009].

Laut einer Meinungsforschungs-Umfrage von Marketagent.com von März 2010 mit 1011 Personen im Alter von 14 bis 65 Jahren, sind die drei beliebtesten Eistee-Marken in Österreich Rauch (35%), Nestea (28%) und Lipton (24%) [MARKETAGENT, 2010] Die Gesamtmenge, die 2008 an Eistee in Österreich verkauft wurde, lag bei 1,3 Millionen Hektolitern [MARKETAGENT.COM, 2010; SCHÖFFL, 2008].

Eistee ist ein sehr beliebtes Erfrischungsgetränk, vor allen bei Kindern und Jugendlichen. Eine Studie der Arbeiterkammer im Jahre 2009 an zwölf Schulen in Niederösterreich zeigte, dass 24 % der Kinder im Alter von 10 bis 15 Jahren Eistee als Jausengetränk konsumieren. Dies stellt somit in dieser Altersklasse das beliebteste Getränk, noch vor Wasser mit 20,1%, dar [LOBNER, 2009].

Ein Vergleich der Inhaltsstoffe von den in Österreich handelsüblichen Eisteegetränken zeigt, dass diese zwischen 6 und 7,4% Saccharose enthalten, was bei einem halben Liter einen Kaloriengehalt von 125 bis 150 kcal ausmacht. Fette und Eiweiße sind nicht enthalten (Tabelle 5).

Tabelle 5: Produktinformationen marktführender Eistees in Österreich

Produktinformationen			
	Ice-T Lemon (Rauch)	IceTea Zitrone (Lipton)	Nestea Lemon (Nestlé)
Brennwert*	29,72 kcal/126,1 kJ	25 kcal/110 kJ	30kcal/ 128kJ
Eiweiß	0,01g	0g	0g
Kohlenhydrate	7,4g	6g	7,2g
davon Zucker	7,4g	6g	7,2g
Fett	0,01g	0g	0g
davon gesättigte Fettsäuren	<0,01g	0g	0g
Ballaststoffe	<0,1g	<0,5g	0g
Natrium	0,015g	0,01g	0,01g
Zutaten	Aufguss aus Schwarztee und Hagebutten (Wasser, Schwarztee, Hagebutten), Zucker, Saft (1,5%) aus Zitronenkonzentrat, Säuerungsmittel: Zitronensäure, Säureregulator: Natriumcitrat, Aroma, Tee-Extrakt: mind. 1,5g/L	Wasser, Zucker, Tee-Extrakt (0,14%), Zitronen-saft aus Zitronensaftkonzentrat (0,1%), Säuerungsmittel Zitronensäure, Säureregulator Natriumcitrat, Aroma, Antioxidationsmittel Ascorbinsäure	Wasser, Zucker, Säuerungsmittel (Zitronensäure Natriumcitrat), Extrakt (0,12%), Aroma, Zitronensaft aus Konzentrat (0,1%), Antioxidationsmittel (Ascorbinsäure)

* bezogen auf 100 ml

Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Produktinformation auf der Flasche der entsprechenden Getränke

2.3.2 Schwarzer Tee

Das beliebteste Getränk nach Wasser ist bei österreichischen Frauen der Tee, bei Männern steht dies an dritter Stelle [ELMADFA et al., 2009].

Bei Tee handelt es sich ausschließlich um die Blätter, Blattknospen und die zarten Stiele von Varietäten der Spezies *Camellia sinensis*. Schwarzer Tee wird nach der Ernte zunächst gewelkt, dann maschinell zerkleinert und anschließend, im Gegensatz zu grünem Tee, zusätzlich fermentiert und getrocknet (Abbildung 6). Bei Angabe der geographischen Herkunft muss der Tee ausschließlich aus diesem Gebiet stammen, z.B. „Schwarzer Tee Ceylon“, muss aus Ceylon, heute Sri Lanka genannt, kommen [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2009].

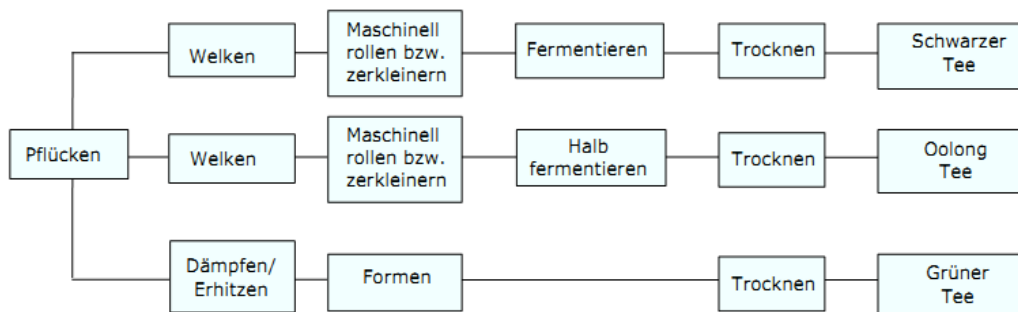


Abbildung 6: Herstellungsübersicht Tee [ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH, 2009]

2.3.3 Inhaltsstoffe und deren Wirkung auf die Gesundheit

Tee ist nach Wasser das am meisten konsumierte Getränk weltweit. Das ist auch auf die zahlreichen positiven Wirkungen, die dem Tee zugesprochen werden, zurückzuführen. Schwarztee enthält viele Inhaltsstoffe, neben Flavonoiden (Polyphenole) wie Catechine, Theaflavine und Thearubigine, kommen auch Alkaloiden wie Koffein, Theophyllin und Theobromin vor (Tabelle 6). Ätherische Öle, Mineralstoffe und Spurenelemente, sowie einige Vitamine (B1, B2, Pantothensäure) sind ebenfalls in Spuren im Schwarztee nachweisbar [DE BRUIN et al., 2011].

Tabelle 6: Inhaltsstoffe Schwarzer Tee [GARDNER et al., 2007]

Komponenten		% des Trockengewichts
Catechine	Epigallocatechin gallate (EGCG)	10-12
Theaflavine	entstehen durch die Oxidation der Catechine während der Herstellung von Schwarzem Tee	3-6
Thearubigine		12-18
Flavonole	Quercetin, Keampherol, Rutin	6-8
Methylxanthine	Coffein	8-11*

**entspricht einem mittleren Gehalt von 40 mg Coffein pro Tasse (235 ml)*

2.3.3.1 Flavonoide

Eine Tasse Schwarzer Tee (235 ml) enthält in etwa 200 mg Flavonoide. Grüner Tee weist einen höheren Anteil an Catechinen auf (bis zu 21%), diese werden jedoch größtenteils durch den Fermentationsprozess beim Schwarzen Tee oxidiert. Es entstehen dabei die komplexeren Flavonoide Theaflavin (3-6%) und Thearubigin (12-18%) (Abbildung 7). Sowohl die Catechine, als auch die Oxidationsprodukte besitzen ein stark antioxidatives Potential, wodurch es zu einer Reduktion des oxidativen Stress und verbesserten Endothelfunktionen kommt. Positiv wirken hier vor allem der vasodilatorische Effekt, eine gesteigerte Thrombozytenaktivität und Leukozytenadhäsion sowie eine verbesserte Funktion der glatten Gefäßmuskelzellen. Zusätzlich haben Flavonoide die Fähigkeit den Low- Density Lipoprotein- (LDL-) Spiegel im Blut zu senken. Das alles sind wichtige Faktoren zur Prävention von koronaren Herzkrankheiten [GARDNER et al., 2007].

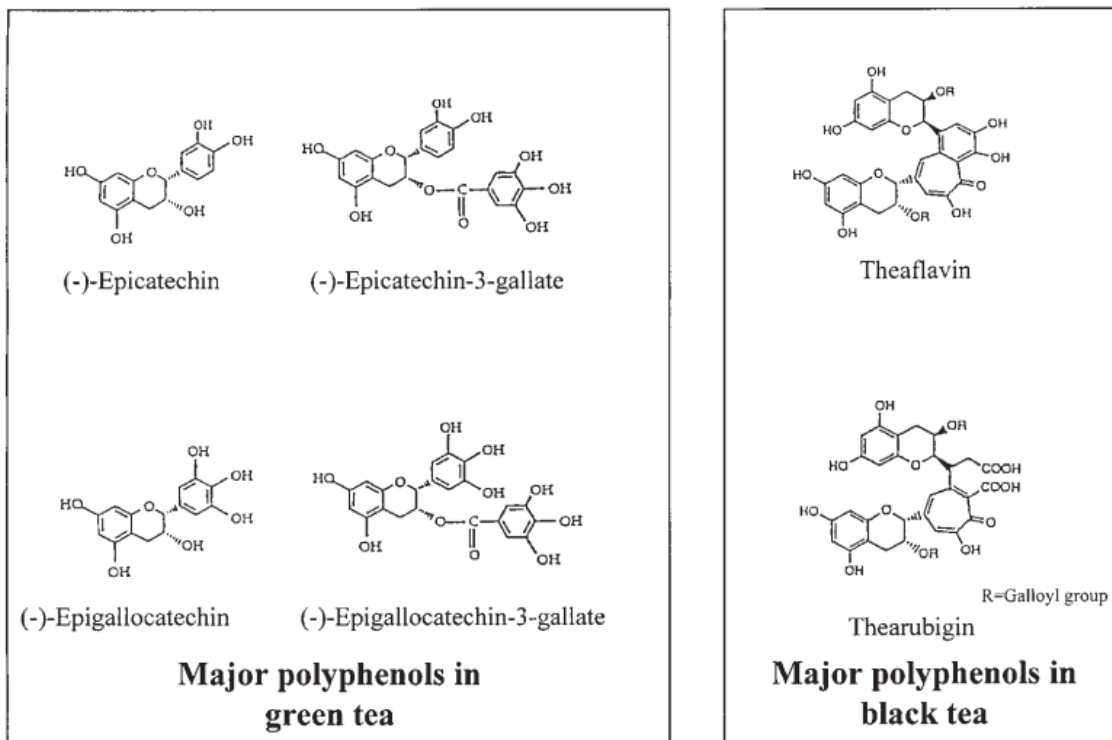


Abbildung 7: Polyphenole in Grünen und Schwarzen Tee [MUKHTAR und NIHAL, 2000]

2.3.3.2 Coffein

Coffein wirkt auf alle Teile des Zentralen Nervensystems erregend. Es gilt als Inhibitor einer cAMP-spezifischen Phosphodiesterase, wodurch die Umwandlung von cAMP in AMP verzögert wird. Dadurch bleibt die durch cAMP ausgelöste Adrenalinwirkung länger erhalten und die geistige Aufnahmefähigkeit wird gesteigert [ECHEVERRI et al., 2010].

Studien haben gezeigt, dass es nach einer Aufnahme von zwei Tassen Schwarzem Tee zu einer deutlichen Steigerung der Konzentration, sowie der auditiven und visuellen Aufmerksamkeit kommt. Im Gegensatz zu einer Placebogruppe, schnitt die Kontrollgruppe sowohl bei einem Aufmerksamkeitstest als auch in einer Selbsteinschätzung der gegenwärtigen Konzentration deutlich besser ab [DE BRUIN et al., 2011].

Allerdings ist die anregende Wirkung abhängig von der Ziehzeit des Tees. Coffein löst sich relativ schnell im Wasser, und wirkt bei einer Ziehdauer von bis

zu 2 Minuten anregend und belebend. Erst ab 3 Minuten lösen sich die Flavonoide und wandeln das Coffein in eine wasserunlösliche Form um. Die Wirkung des Coffeins entfällt, und der Tee wird als beruhigend empfunden [SCHRÖDER, 1999].

Ein Zusammenhang zwischen dem Konsum von Schwarzem Tee und der Prävention von Krebs konnte wissenschaftlich noch nicht eindeutig bewiesen werden [GARDNER et al., 2007].

2.3.4 Sensorische Eigenschaften von Tee

Schwarztee besitzt einen eigenen charakteristischen, leicht bitteren Geschmack und löst ein typisch adstringierendes Mundgefühl aus. Der Geschmack variiert je nach Sorte und Ziehzeit des Tees. Der Schwarze Ceylon Tee beispielsweise sticht durch seinen besonders herben und milden Flavour hervor [IMKENBERG und MAUCH, 2011].

Die Gerbstoffe verleihen dem Tee den bitteren Geschmack. Je länger der Tee im Wasser zieht, desto ausgeprägter ist der bittere Geschmack, da die Gerbstoffe mehr Zeit haben, sich zu lösen und in das Wasser überzugehen. In der Regel sollte die Ziehdauer 2 bis 3 Minuten betragen, jedoch nicht 5 Minuten überschreiten, da der Tee durch einen extrem bitteren Geschmack ungenießbar wird [SCHRÖDER, 1999].

2.4 Sensorische Analyse

2.4.1 Was ist Sensorik?

Sensorik ist die Analyse von Lebensmitteln mit den fünf menschlichen Sinnen:

- Geschmackssinn
- Geruchssinn
- Gehörsinn
- Hautsinn
- Gesichtssinn

Die Sensorik ist eine wissenschaftliche Methode zur Erfassung und Bewertung von wahrnehmbaren Produkteigenschaften, wie zum Beispiel Aussehen, Geruch, Geschmack, Textur und Nachgeschmack von geschulten Testpersonen. Der Sensoriker beurteilt das Lebensmittel nicht nach persönlicher, subjektiver Bevorzugung oder Ablehnung, sondern objektiv, also durch das Messen von sensorischen Unterschieden und die Einstufung nach vorgegebenen, genau definierten Skalen. Der Sensoriker ist also ein sensorischer Prüfer und lässt sich mit einem Messinstrument vergleichen. Die sensorische Analyse umfasst die „Planung, Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von sensorischen Prüfungen, sowie (soweit erforderlich) die Interpretation der Ergebnisse“ [JELLINEK, 1981; DIN 10950,1999].

2.4.2 Einsatz der sensorischen Analyse in der Industrie

Die sensorische Analyse von Lebensmitteln hat in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen. Neben Lebensmitteln und Lebensmittelzusatzstoffen werden unter anderem Kosmetika, Reinigungsmittel, Tabakwaren und Verpackungen sensorischen Prüfungen unterzogen.

Ein wichtiges Einsatzgebiet der Sensorik stellt die Produktentwicklung dar. Aus den Ergebnissen der hedonischen, subjektiven Prüfungen von Konsumenten und den objektiven Beurteilungen der geschulten Prüfer können Produktentwickler erkennen, welche Eigenschaften eines Produktes wichtig sind, um die Produkte entsprechend zu verbessern und deren Konsum erheblich zu steigern.

Weitere Anwendungsgebiete der Sensorik in der Industrie finden sich in folgenden Bereichen:

- Entwicklung neuer Produkte bzw. neuer Produktvarianten
- Qualitätsverbesserung von bereits existierenden Produkten
- Verbesserung der Herstellung (Messen des Einflusses der Prozessveränderung auf die Qualität des Produktes)
- Kostenreduzierung unter Beibehaltung der sensorischen Qualität
- Bestimmung der Marktaufnahme und der Verbraucherbeliebtheit eines Produktes
- Ermittlung der Lagerstabilität von Roh-, Halb- und Fertigprodukten
- Auswahl neuer Rohstofflieferanten, ohne dass die Qualität der eigenen Produktion abfällt
- Ermittlung der Mindesthaltbarkeit
- Qualitätskontrolle von Rohstoffen und Fertigprodukten (Einhalten einer gleichen Qualität bei Herstellung, Verarbeitung und Vertrieb)
- Produktionsbewertung eigener oder fremder Herstellung
- Auswahl von Prüfern

[DERNDORFER, 2010]

2.4.3 Sensorische Analyse und Hedonische Analyse

Die Anwendung sensorischer Prüfungen spielt eine große Rolle in der Produktentwicklung, Produktoptimierung und Qualitätssicherung. Man unterscheidet sensorische Prüfungen nach der Zielsetzung und Fragestellung in analytische und hedonische Verfahren.

2.4.3.1 Analytische Prüfungen

Analytische Prüfungen sind rein objektiv, persönliche Einflüsse und Meinungen werden weitestgehend ausgeschlossen. Ein Panel muss die Lebensmittel nach bestimmten Vorgaben, zum Beispiel die Intensität eines Attributes, untersuchen und bewerten.

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, dürfen nur speziell geschulte Prüfer diese Prüfungen durchführen. Eine geringere Prüferanzahl ist im Gegensatz zu hedonischen Tests ausreichend (10 Personen im Doppelansatz). Zu den analytischen Prüfungen zählen Unterschiedsprüfungen, sowie deskriptive Prüfungen, wie die Quantitative Deskriptive Analyse (QDA). In den zu testenden Produkten werden die einzelnen Attribute aufgrund ihrer Intensität bewertet. Die Tests müssen in speziellen Sensoriklaboren unter standardisierten und reproduzierbaren Bedingungen durchgeführt werden [BUSCH STOCKFISCH, 2002b].

2.4.3.2 Hedonische Prüfungen

Im Gegensatz zu den analytischen, objektiven Prüfungen wird bei den hedonischen Prüfungen die Präferenz bzw. die Beliebtheit von einem Produkt ermittelt. Die rein subjektive Meinung des Prüfers ist gefragt. Bei den Prüfern handelt es sich um ungeschulte Personen, die ihrerseits aber in der Regel ein Konsument des zu prüfenden Produktes sein sollten. Bei hedonischen Prüfungen wird die Einstellung vom Verbraucher zum Lebensmittel gemessen. Zu den hedonischen Tests gehören die Präferenz- sowie die Akzeptanzprüfung. Eine große Prüferanzahl (Stichprobe), mit mindestens 30 bis zu über 100 Personen ist erforderlich, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Im Gegensatz zu analytischen Prüfungen müssen hedonische Prüfungen nicht im Testlabor durchgeführt werden. Die Tests können auch zu Hause oder an öffentlichen Plätzen durchgeführt werden [BUSCH STOCKFISCH, 2002b].

2.4.3.3 Kombinierte Prüfungen

In kombinierten Prüfungen, wird die Intensität bestimmter Eigenschaften evaluiert und gleichzeitig eine hedonische Bewertung abgegeben. Dadurch werden kombinierte Informationen eruiert, welche zur Verbesserung und Optimierung eines Produktes herangezogen werden können. Ein Beispiel für eine solche Prüfung ist die Just-About-Right (JAR) Skala [LAWLESS und HEYMANN, 1999].

3 Material und Methoden

3.1 Probenmaterial

Für die sensorischen Analysen wurde zwei Modellgetränke (Eistee-Zitrone und Zitronengetränk) hergestellt.

Die Zutaten eines typischen Eistees beschränken sich auf Schwarztee, Zucker und Zitronenkonzentrat. Zur Ermittlung der optimalen Rezeptur wurden die drei marktführenden Eistee-Marken Österreichs zur Hilfe hinzugezogen. Ceylon Tee wurde gewählt, da sowohl Nestea (Nestlé), als auch Ice-T (Rauch) und Ice Tea (Lipton) Ceylon Tee oder Ceylon-Schwarztee-Mischungen als Basis ihrer Getränke verwenden [Quelle: Persönliche Auskunft der jeweiligen Hersteller]. Der Zuckergehalt liegt in den drei Eistee-Sorten bei 6% (Lipton), 7,2% (Nestlé) und 7,4% (Rauch). Der Anteil an Zitronensaft aus Zitronensaftkonzentrat liegt bei 0,1% bis 0,15%, jedoch sind zusätzlich Säuerungsmittel (z.B. Zitronensäure und Natriumcitrat) enthalten (Tabelle 5).

Das Zitronengetränk wurde nach Vorlage von RECH [Diplomarbeit, n.V.] hergestellt und enthält 10% Zitronenkonzentrat, 6% Saccharose, sowie 0,026% RA.

Ceylon-Tee, Zitronenkonzentrat, sowie Kristallzucker wurden in einem österreichischen Supermarkt (Spar) gekauft, während Rebaudiosid A über den Hersteller *Instantina Nahrungsmittel Entwicklungs- und Produktions Ges. M.B.H.* bezogen wurde (Tabelle 7). Alle für die Untersuchung ausgewählten Produkte wurden im Zeitraum von Oktober 2010 bis März 2011 erworben.

Tabelle 7: Liste der für die Herstellung von Eistee-Zitrone/ Zitronengetränke verwendeten Zutaten

Material	Hersteller/ Bezugsquelle	Information
Ceylon-Tee	Twinings Finest Ceylon Tea	Inhalt: 2 g pro Teebeutel
Kristallzucker	Wiener Zucker	
Rebaudiosid A	Instantina Nahrungsmittel Entwicklungs- und Produktions Ges. M.B.H.	Reinheit 97%
Wasser	Leitungswasser	
Zitronenkonzentrat	Rauch - Die feine Küche	100% Zitronensaft aus Zitronensaftkonzentrat

Die analytischen Prüfungen fanden in dem Sensoriklabor des Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien, Althanstraße 14, 1090 Wien statt. Das Labor ist mit zehn speziellen Sensorikkabinen ausgestattet. Jede Kabine verfügt über ein Waschbecken mit Wasseranschluss.

Die hedonischen Prüfungen fanden teils in Verbindung mit einer Vorlesung und teils in einer Aufenthaltszone der Universität Wien statt.

Da sich die zu vergleichenden Modellgetränke äußerlich nicht unterscheiden haben, waren keine Maßnahmen zur Maskierung notwendig.

3.2 Eistee-Zitrone

3.2.1 Allgemeine Probenaufbereitung

Das Modellgetränk (Eistee) wurde jeweils am Tag der Verkostung zubereitet. Dazu wurde pro 200 ml Wasser je ein Beutel mit 2 g Ceylon-Tee (10 g/L) in kochendes Wasser gegeben und 2 Minuten unter mehrmaligem Rühren ziehen gelassen. Dies entspricht den Zubereitungsinstruktionen des Herstellers. Anschließend wurde der Tee auf 8 ° C gekühlt. Zucker, Rebaudiosid A und Zitronenkonzentrat wurden in Messkolben eingewogen und anschließend mit dem kalten Tee auf die entsprechende Menge aufgegegossen.

Unmittelbar vor der Verkostung wurde der Eistee dem Kühlschrank entnommen und bei einer Verzehrstemperatur von circa 10 ° C dargereicht. Verschlüsselt

wurden die Proben mit dreistelligen Zufallszahlen. Für die Versuche mittels Just-About-Right Skala, sowie für die hedonischen Prüfungen wurden pro Panelist 20 ml und für die Quantitative Deskriptive Analyse 50 ml von jeder Probe des Eistees dargereicht.

Die Panelisten wurden vor jeder Verkostung in Bezug auf die richtige Vorgehensweise belehrt. Sie wurden angewiesen, jedes Glas vor der Evaluierung zu schwenken, um eine gleichmäßige Vermischung im Getränk zu erzielen. Weiterhin wurden die Panelisten angeleitet, zwischen den Testungen der jeweiligen Eistees den Mund mit Wasser zu neutralisieren und zwei bis drei Minuten zu warten, bevor die nächste Probe verkostet wird, damit der Nachgeschmack des Eistee nachlässt. Die Proben durften entweder geschluckt oder in ein Waschbecken ausgespuckt werden, je nach Belieben der Panelisten.

3.2.2 Just- About- Right Skala

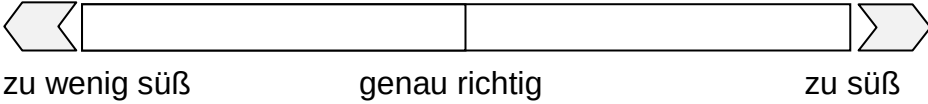
Die Ermittlung der optimalen Konzentrationen an Saccharose und Zitronensäure beziehungsweise der Äquivalenzermittlung von Rebaudiosid A in Eistee erfolgte mittels einer Just-about- Right (JAR) Skala.

JAR Skalen finden oft Anwendung in der Forschung und Produktentwicklung von Lebensmitteln. Sie werden verwendet, um jene Attribute zu beschreiben, die noch eine Optimierung benötigen und somit die Findung eines optimalen Levels für ein Attribut in einem Produkt ermöglichen. Entweder wird von einem optimalen Level in einem Vergleichsprodukt ausgegangen, welches in dem zu untersuchenden Medium die gleiche Intensität aufweisen soll, oder das optimale Level ist jenes, welches von der Person am ehesten bevorzugt wird [LAWLESS und HEYMANN, 1999].

Bei der JAR Skala handelt es sich um eine bipolare, unstrukturierte Skala mit einem zentralen Punkt (Just Right), welcher das Optimum des zu beschreibenden Attributs bestimmt. Die beiden Endpunkte der Skala stehen für die gegensätzlichen sensorischen Beurteilungen, somit steht die rechte Seite für eine zu geringe und die gegenüberliegende linke Seite für eine zu intensive Ausprägung der Intensität (Abbildung 8) [LAWLESS und HEYMANN, 1999].

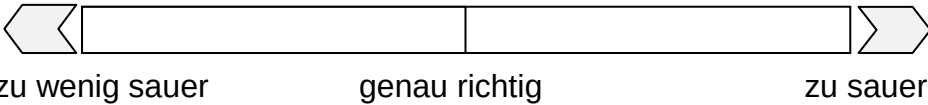
Probe: 322

Süßer Geschmackseindruck



zu wenig süß genau richtig zu süß

Saurer Geschmackseindruck



zu wenig sauer genau richtig zu sauer

Abbildung 8: Beispiel einer Just-About-Right Skala

Gearbeitet wurde mit einer 5-Punkte JAR Skala, wobei die Endpunkte- für die Panelisten nicht sichtbar- mit den Werten -5 (Intensität zu gering) und +5 (Intensität zu stark) zugeordnet waren. Der Mittelpunkt der Skala, entsprach der Zahl 0 und stellte den optimalen Punkt dar.

Für die Ermittlung des idealen Rezeptes des Eistees, hat jeder Panelist verschiedene Eistees gereicht bekommen, die nach dem persönlichen Empfinden aufgrund ihrer süßen und sauren Geschmackseigenschaften bewertet werden sollten.

Für die Äquivalentermittlung wurde den Panelisten ein Ausgangsprodukt mit ausschließlich Saccharose dargereicht. Dieser Eistee entsprach dem Punkt 0, also dem optimalen Punkt auf der JAR. Jene Eistees, die Rebaudiosid enthielten, sollten nun je nach ihrem süßen Geschmack im Vergleich mit dem Ausgangseistee bewertet werden.

3.2.2.1 Ermittlung des optimalen Verhältnisses von Zucker und Zitronenkonzentrat in Eistee mittels Just-About-Right Skala

Um eine optimale Rezeptur zu ermitteln wurden acht verschiedene Modellgetränke (Eistee-Zitrone) erzeugt (Tabelle 8) und von insgesamt 38 Personen wurde mittels einer Just-About-Right Skala die geeignete

Konzentration an Zucker und Zitronenkonzentrat evaluiert. Jeder der acht Eistees wurde in Bezug auf seinen süßen und sauren Geschmack bewertet.

Tabelle 8: Saccharose- und Zitronenkonzentrat-Gehalt der Proben für die Ermittlung des optimalen süßen und sauren Geschmacks im Eistee- Zitrone

	Saccharosegehalt	Zitronenkonzentration
Probe A	6%	2%
Probe B	7%	2%
Probe C	6%	4%
Probe D	7%	4%
Probe E	6%	6%
Probe F	7%	6%
Probe G	6%	8%
Probe H	7%	8%

3.2.2.2 Ermittlung des Äquivalentes von Rebaudiosid A in Eistee mittels Just-About-Right Skala

Rebaudiosid A verhält sich unterschiedlich, abhängig von der Konzentration und dem zugrunde liegenden Medium. Bekannt waren die Äquivalente für 10% Saccharose in Wasser (0,06%) und für 10% Saccharose in einer Lösung aus Wasser und 10% Zitronenkonzentrat (0,065%) [RECH, Diplomarbeit, n.V.].

Nachdem die optimale Rezeptur des Eistees festgestellt worden ist, wurde mittels Just-About-Right Skala das Äquivalent von Rebaudiosid A in diesem Modellgetränk ermittelt. Im Vorversuch wurde ein Bereich zwischen 0,03% und 0,05% Rebaudiosid A eingegrenzt, in dem die äquivalente Konzentration von 7% Saccharose liegt. Anschließend wurde mit 14 Probanden die entsprechende Konzentration in dem Medium Eistee ermittelt (Tabelle 9).

Tabelle 9: RA Konzentrationen für die Ermittlung des Äquivalentes für 7% Saccharose in Eistee-Zitrone

	Konzentration
Nullprobe	7% Sacch
Probe a)	0,03% RA
Probe b)	0,035% RA
Probe c)	0,045% RA
Probe d)	0,05% RA

3.2.2.3 Auswertung

Die Auswertung der Just-About-Right Skala, zur Ermittlung der optimalen Zusammensetzung an süßen und sauren Geschmacksstoffen im Eistee, sowie zur Ermittlung des Äquivalentes von Rebaudiosid A wurde graphisch mit MS Excel durchgeführt.

3.2.3 Quantitative Deskriptive Analyse

Die Quantitative Deskriptive Analyse (QDA) ist eine sensorische Untersuchungsmethode und wird den analytischen Prüfungen zugeordnet. Die QDA ist eine rein objektive Methode, bei der die subjektiven Einstellungen, wie die persönliche Meinung und äußere Einflüsse ausgeschlossen werden. Die Durchführung besteht aus zwei Phasen, der qualitativen und quantitativen: Zunächst werden dem Produkt von einem Panel mit geschulten Konsumenten Attribute zugeordnet, welche anschließend in Abhängigkeit ihrer Ausprägung identifiziert und qualitativ bewertet werden sollen. Die Intensitäten der einzelnen Attribute werden auf einer Skala von 0 (z.B. nicht wahrnehmbar) bis 10 (z.B. bis sehr intensiv), eingetragen. Das Resultat einer QDA ist ein Produktprofil, das den direkten Vergleich von Produkten ermöglicht [STONE et al., 1974; RUMMEL, 2002].

3.2.3.1 Ermittlung einer optimalen Zucker- Rebaudiosid A Mischung in einem Eistee-Zitrone mittels Quantitativer Deskriptiver Analyse

Das Panel für die QDA bestand aus 17 Studenten, die sich durch die Teilnahme an den „Übungen der sensorischen Analyse“ als qualifiziert bewertet haben und aus geschulten Mitarbeitern der Universität Wien. Jeder Panelist hat die QDA im Doppelansatz am selben Tag mit zwei Stunden Pause durchgeführt. So kam es zu insgesamt 34 Urteilen.

Die Quantitative Deskriptive Analyse wurde mit 4 Proben mit unterschiedlichen Saccharose und RA-Konzentrationen (Tabelle 10) durchgeführt. In einem Vorversuch wurden auch die Produktprofile für Proben mit einer Zuckerreduktion von 80% (1,4% Saccharose; 0,028% RA) und 100% (0% Saccharose; 0,035% RA) erstellt, diese sind jedoch im Hauptversuch nicht

berücksichtigt worden, da die Abweichungen vom Ausgangsgetränk zu stark waren und die Panelisten mit einer zu großen Anzahl an Proben durch den lang anhaltenden Nachgeschmack nicht negativ beeinflusst werden sollten.

Tabelle 10: Saccharose- und RA- Konzentrationen der vier untersuchten Proben in der QDA

	Zuckergehalt	Rebaudiosid A-Gehalt	Zuckerreduktion
Probe 1	7%	0%	0%
Probe 2	5,6%	0,007%	20%
Probe 3	4,2%	0,014%	40%
Probe 4	2,8%	0,021%	60%

3.2.3.2 Produktattribute

Neben den drei Grundgeschmacksarten (süß, sauer, bitter) wurden die Produktattribute aus den besonderen Flavourattributen von Schwarztee, sowie dem spezifischen Flavour von Rebaudiosid A zusammengestellt. Berücksichtigt wurden lediglich Attribute des Geschmacks, Flavours, Mundgefühls, sowie der Nachgeschmack.

Geruchsattribute und Attribute des Aussehens wurden nicht in die QDA mit einbezogen, da diese für die Auswertung nicht von Bedeutung sind.

Die Panelisten wurden zunächst mit den Attributen, die im Vorfeld bestimmt worden sind, vertraut gemacht. Jeder Panelist hat zusätzlich eine Liste der zu bewertenden Attribute (Tabelle 11) ausgeteilt bekommen. Ferner lagen Exempel-Proben, wie zum Beispiel Anis für den lakritzartigen Flavour, zur Verdeutlichung der Attribute bereit.

Tabelle 11: Attribute inklusive Definitionen von Eistee-Zitrone zur Erstellung des Produktprofils mittels QDA

Attribute	Definition	Intensität	Beispiel
Grundgeschmack			
süß	Grundgeschmack assoziiert mit Saccharose- Lösung	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	Saccharose- Lösung
sauer	Grundgeschmack assoziiert mit Zitronensäure- Lösung	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	Zitronensäure- Lösung
bitter	Grundgeschmack assoziiert mit Koffein- Lösung	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	Koffein- Lösung
Flavour			
metallisch	Flavour assoziiert mit einer wässrigen Eisensulfat-Lösung	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	Kupfer, Zink, Blut
Künstliche Süße	Flavour assoziiert mit Süßstoffen	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	Süße von Light-Getränken (z.B. Cola-Light)
lakritzartig	Flavour assoziiert mit Lakritz oder Anis	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	Anis
zitrusartig	Flavour assoziiert mit frischer Zitrone	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	Zitronensaft
Schwarztee	Flavour assoziiert mit Schwarztee	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	Schwarztee
Karamell	Flavour assoziiert mit karamellisiertem Zucker	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	Karamellbonbons
Mundgefühl			
Viskosität	Fließfähigkeit im Mund	dünnflüssig- dickflüssig	dünnflüssig : Wasser dickflüssig: Sauce
Erfrischend	Chemesthetischer Eindruck von Frische in der Mundhöhle	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	z.B. Minze
Adstringierend	Zusammenziehender, kribbelnder Eindruck auf den Oberflächen und/oder Seiten von Zunge und Mund	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	Sehr intensiv : Rotwein, Schwarztee
Nachgeschmack			
süß	Anhalten des süßen Geschmacks 1 Min nach dem Schlucken	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	
sauer	Anhalten des sauren Geschmacks 1 Min nach dem Schlucken	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	
bitter	Anhalten des bitteren Geschmacks 1 Min nach dem Schlucken	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	
metallisch	Empfindung des metallischen Flavours 1 Min nach dem Schlucken	nicht wahrnehmbar - sehr intensiv	

3.2.3.3 Statistische Auswertung

Die Produktprofile der QDA von Eistee wurden in Form von Spider-Webs mittels MS Office Excel dargestellt. Diese Art der graphischen Darstellung eignet sich besonders gut um die sensorischen Eigenschaften der analysierten Produkte zu vergleichen. Hierzu werden die Mittelwerte aus den Beurteilungen der Attribute aus allen 34 Urteilen graphisch durch eine verbundene Linie in einem Netzdiagramm dargestellt.

Die statische Auswertung der Daten wurde mit SPSS Statistics 18.0 für Windows durchgeführt.

3.2.3.3.1 Prüfung auf Normalverteilung der Daten

Die Ergebnisse für jeden einzelnen Eistee wurden zunächst auf Normalverteilung der Daten mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test (KS-Test) geprüft. Eine Gleichverteilung war gegeben, wenn der *Signifikanzwert* p größer als 0,05 war, keine Normalverteilung lag vor, wenn der Wert geringer als 0,05 war (Tabelle 12).

Tabelle 12: Signifikanzniveaus

Signifikanzwert p	Bedeutung
$p > 0.05$	keine Signifikanz
$p = 0.5$	ein Trend ist erkennbar
$0.01 < p < 0.05$	signifikant
$0.001 < p < 0.01$	sehr signifikant
$p < 0.001$	höchst signifikant

3.2.3.3.2 Prüfung auf Unterschiede zwischen den Proben

Zur Feststellung, ob signifikante Unterschiede in einem Attribut bei zwei verschiedenen Proben vorliegen, gibt es verschiedene Tests, die nur unter bestimmten Voraussetzungen angewendet werden dürfen. Liegt im KS-Test eine Normalverteilung vor, werden die Unterschiede mit dem t-Test für unabhängige/ abhängige Stichproben ermittelt. Liegt keine Normalverteilung vor kommt bei der Ermittlung von Signifikanzen zweier Attributen der U-Test von Mann Whitney (Wilcoxon-Test) zur Anwendung. Um Gesamtunterschiede der

Attribute bei mehr als zwei Proben festzustellen, werden die Werte mit dem H-Test nach Kruskal und Wallis (Friedman-Test) untersucht.

3.2.3.3 Prüfung auf Korrelationen

Die Korrelationen der Attribute wurden mit der Rangkorrelation nach Spearman für nicht normal verteilte Stichproben ermittelt. Zunächst wird ein *Rangkorrelationskoeffizient* r berechnet, der einen Wert zwischen -1 und +1 annehmen kann. Nimmt der Wert die Größe 0 an, besteht kein Zusammenhang und je mehr der Wert von 0 abweicht, desto größer ist der Zusammenhang zwischen zwei Attributen. Nimmt der Wert einen negativen Wert an, besteht eine negative Korrelation, das bedeutet je stärker ein Attribut ausgeprägt ist, desto geringer ist die durchschnittliche Intensität des anderen Attributes (Tabelle 13).

Tabelle 13: Korrelationskoeffizienten und ihre Bedeutung [BROSIUS, 1998]

Betrag des Korrelationskoeffizienten r	Bedeutung
$r = 0$	keine Korrelation
$r \leq 0,2$	sehr schwache Korrelation
$0,2 < r \leq 0,4$	schwache Korrelation
$0,4 < r \leq 0,6$	mittlere Korrelation
$0,6 < r \leq 0,8$	starke Korrelation
$0,8 < r < 1$	sehr starke Korrelation

3.2.4 Präferenzprüfung

Die Präferenz des Modellgetränks Eistee-Zitrone wurde mit Hilfe Rangordnungsprüfung nach Vorlage von Busch-Stockfisch durchgeführt. Bei dieser Prüfung besteht die Möglichkeit mehr als zwei Proben miteinander zu vergleichen. Rangordnungsprüfungen werden oft angewendet, zur Klassifizierung von Produkten (zum Beispiel nach Art, Ausprägung oder Intensität), oder wenn, wie in diesem Falle, hedonisch die Beliebtheit festgestellt werden soll [FLIEDNER und WILHELMI, 1989; BUSCH-STOCKFISCH, 2002a].

Für die Rangordnungsprüfung wurden jene drei Eistees von den Konsumenten bewertet, die bei der QDA am besten abgeschnitten haben. Aufgrund der starken Abweichungen einiger Attribute (bitter, lakritzartig, künstliche Süße) in der QDA und der geringeren allgemeinen Beurteilung wurde das Getränk D bei den hedonischen Prüfungen nicht beurteilt.

Es haben insgesamt 108 Konsumenten (Studenten der Universität Wien) an dem Präferenztest teilgenommen. Zuvor bekamen sie eine kurze Instruktion, wie der Test anzuwenden und durchzuführen ist. Jedem Prüfer wurden gleichzeitig drei Proben Eistee in beliebiger Reihenfolge vorgelegt, die je nach Beliebtheit Noten von 1 (am beliebtesten) bis 3 (am wenigsten beliebt) zuzuordnen waren und auf einem dargereichten Protokoll notiert wurden.

3.2.4.1 Auswertung

Die Auswertung der Rangordnungsprüfung erfolgte mittels MS Excel und dem Statistikprogramm SPSS.

Das Rangzahlverfahren wurde mit MS Excel berechnet, indem zunächst die Rangsumme (Summe aller vergebenen Ränge) berechnet und daraus der mittlere Rang jeder Probe ermittelt wurde. Die Probe mit der niedrigsten Rangsumme, das „am meisten bevorzugte“ Produkt, erhielt den Rangplatz 1. Jene Probe mit der höchsten Rangsumme, „das am wenigsten bevorzugte Produkt“ erhielt entsprechend den Rangplatz 3.

Die Erhebung, ob die mittleren Ränge sich signifikant unterscheiden, wurde mittels SPSS berechnet. Dazu wurden zwei Hypothesen behandelt

1. Werden alle Proben als gleich in der Beliebtheit beurteilt? Diese Fragestellung wurde mit dem Friedman Test untersucht.
2. Besteht ein Unterschied zwischen zwei ausgewählten Proben? Bei Ablehnung der 1. Hypothese wurde diese Fragestellung mit Hilfe des Wilcoxon Test überprüft.

[DERNDORFER, 2010]

Die graphische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit MS Excel.

3.2.5 Akzeptanzprüfung

Die Akzeptanzprüfung zählt ebenfalls zu den hedonischen Prüfverfahren, wobei einzig die subjektive Betrachtung des Produktes berücksichtigt wird. Mit diesem Verfahren wird die Akzeptanz eines Produktes beim ungeschulten Verbraucher ermittelt. Da hier nur ein Produkt bewertet wird, handelt es sich um eine monadische Prüfung. Eine möglichst große Anzahl an Prüfern dient der Aussagekraft dieses Tests. Eingestuft wird das Produkt mit Hilfe einer bipolaren kategorischen 9-Punkte-Skala, wobei 9 die höchste und 1 die niedrigste Akzeptanz darstellt (Tabelle 14) [DERNDORFER, 2010; BUSCH-STOCKFISCH, 2002].

Tabelle 14: Deutschsprachige Categorieskala für die Akzeptanz [LILL und KÖHN, 2002]

Note	Prädikat
9	Mag ich besonders gern
8	Mag ich sehr gern
7	Mag ich gern
6	Mag ich etwas
5	Mag ich weder/noch
4	Mag ich nicht besonders
3	Mag ich wenig
2	Mag ich sehr wenig
1	Mag ich überhaupt nicht

Für die Akzeptanzprüfung wurde jener Eistee dargereicht, der in der Rangordnungsprüfung mit der Rangsumme 1 als beliebtester Eistee eingestuft worden ist. Die insgesamt 120 Prüfer wurden im Vorfeld unterrichtet, dass sie ein Eistee-Zitrone-Getränk bewerten sollen, nicht jedoch, dass es sich um ein mit RA zuckerreduziertes Getränk handelt.

3.2.5.1 Auswertung

Die Auswertung der Akzeptanzprüfung erfolgte graphisch mit MS Excel.

Eine Skala enthält insgesamt 9 Noten, die in die Bereiche 9-6 und 4-1 eingeteilt werden können. Die Note 5 steht zwischen den Bereichen und stellt somit den Wendepunkt dieser Skala dar. Um ein Produkt als „beliebt“ bzw. „akzeptiert“ einzustufen, müssen laut FLIEDNER und WILHELM [1986] folgende Bedingungen erfüllt werden:

- mindestens 80% der Prüferurteile im Bereich 9-6
- maximal 10% der Prüferurteile im Bereich 5
- maximal 10% der Prüferurteile im Bereich 4-1.

Der Mittelwert aller Urteile stellt die durchschnittliche Akzeptanz eines Produktes dar [DERNDORFER, 2010].

3.3 Zitronengetränk

In einer vorangehenden Studie von RECH [Diplomarbeit, n.V.] wurde ein Flavourprofil eines mit Rebaudiosid A optimierten, zuckerreduzierten Zitronen-Erfrischungsgetränks erstellt. Das Ausgangsgetränk (Modellgetränk) enthielt 10% Saccharose, 10% Zitronenkonzentrat und Wasser. Das Äquivalent von RA für 10% Saccharose in diesem sauren Getränk lag bei 0,065%. Zunächst wurden unterschiedlich große Anteile des Ausgangsgehalts von Saccharose durch den entsprechenden Anteil von RA ersetzt, und mit Hilfe der QDA wurde ein Geschmacks/Flavourprofil von insgesamt 6 verschiedenen Zitronengetränken erstellt. Jenes Getränk, das sensorisch gesehen dem Referenzgetränk am ähnlichsten war, stellte die Probe dar, bei der 40% des ursprünglichen Saccharosegehalts durch RA ersetzt worden sind. Das Getränk bestand folglich aus 10% Zitronenkonzentrat, 6% Saccharose, 0,026% RA und Wasser.

Um festzustellen, ob Rebaudiosid A auch in weiteren Getränken, außer Eistee, als Zuckerersatz vom Konsumenten akzeptiert wird, wurden das von Rech

optimierte Getränk als Grundlage für weitere Konsumententests herangezogen.

3.3.1 Allgemeine Probenaufbereitung

Das Ausgangsprodukt (Referenzprodukt) wurde mit einem Anteil von 10% Saccharose und 10% Zitronenkonzentrat hergestellt.

Auf einen Liter wurden zunächst 100 g Saccharose eingewogen, 100 ml Zitronenkonzentrat zugefügt und auf einen Liter mit Leitungswasser (Zimmertemperatur) aufgefüllt.

Das von RECH [Diplomarbeit, n.V.] optimierte Zitronengetränk enthielt 6% Saccharose, 0,026% Rebaudiosid A und 10% Zitronenkonzentrat.

Hierfür wurde zunächst eine 0,1% Stammlösung des RA angesetzt, um das Einwiegen zu erleichtern. Pro Liter wurden von der Stammlösung 260 ml benötigt, dazu wurden 60 g Zucker eingewogen und 100 ml Zitronenkonzentrat dazugegeben. Anschließend wurde mit Leitungswasser auf 1 Liter aufgefüllt.

Jeder Prüfer erhielt 20 ml jeder Probe, die zuvor mit dreistelligen Zufallszahlen verschlüsselt worden sind.

3.3.2 Präferenzprüfung

Zur Evaluierung der Präferenz der Modell-Zitronengetränke wurde die Paarweise Vergleichsprüfung angewendet. Mittels einer konkreten Fragestellung lassen sich Produkte, die sich nur in einem spezifischen Attribut unterscheiden, beschreiben. Den Panelisten werden Probensets, bestehend jeweils aus zwei sich nur in einem Merkmal unterscheidenden Produkten, vorgesetzt, wobei im Falle einer hedonischen Prüfung entschieden werden muss, welche Probe in jedem Proben-set präferiert wird.

Wie bei allen hedonischen Prüfungen ist auch hier eine möglichst große Anzahl an ungeschulten Verbrauchern erforderlich. Jeder der 100 teilnehmenden Prüfer erhielt ein Set bestehend aus dem Referenzgetränk (10% Saccharose, 10% Zitronenkonzentrat) und dem optimierten Zitronengetränk (6% Saccharose, 0,026% RA, 10% Zitronenkonzentrat). Die Proben konnten in beliebiger

Reihenfolge verkostet werden. In einem Protokoll wurde notiert, welche Probe in dem Set bevorzugt wird [BUSCH-STOCKFISCH, 2002a].

3.3.2.1 Auswertung

Zur Auswertung der Konsumentenpräferenz wurde mittels SPSS Statistics 18.0 die Binominalverteilung berechnet. Ist die Wahrscheinlichkeit kleiner als das vorgegebene Signifikanzniveau von 0,05, besteht ein Unterschied in der Präferenz der beiden Proben. Zur Verdeutlichung wurde ein Diagramm mit MS Excel erstellt.

3.3.3 Konsumentenakzeptanz Zitrone

Der Test auf Konsumentenakzeptanz des optimierten Zitronengetränks wurde analog zu jenem mit Eistee durchgeführt. Dazu wurde das optimierte Produkt 112 ungeschulten Verbrauchern vorgelegt, die auf einer bipolaren kategorischen 9-Punkte-Skala das Gefallen des Produktes notieren sollten, wobei 9 die höchste und 1 die niedrigste Akzeptanz dargestellt hat (Tabelle 14).

3.3.3.1 Auswertung

Die Auswertung des Akzeptanztests erfolgte analog zu jener des Eistee-Getränkes. (Kapitel 3.2.5 Akzeptanzprüfung)

4 Ergebnisse

4.1 Eistee-Zitrone

4.1.1 Evaluierung des optimalen Rezeptes

Die Ergebnisse der JAR (Abbildung 9) zeigen, dass die Konzentrationen von 7% Saccharose und 4% Zitronenkonzentrat ein optimales Verhältnis an süßem und saurem Geschmackseindruck im hergestellten Eistee hervorbrachten.

Im Folgenden wurde in allen Tests ein Referenzgetränk mit diesen Konzentrationen an Saccharose und Zitronenkonzentrat verwendet.

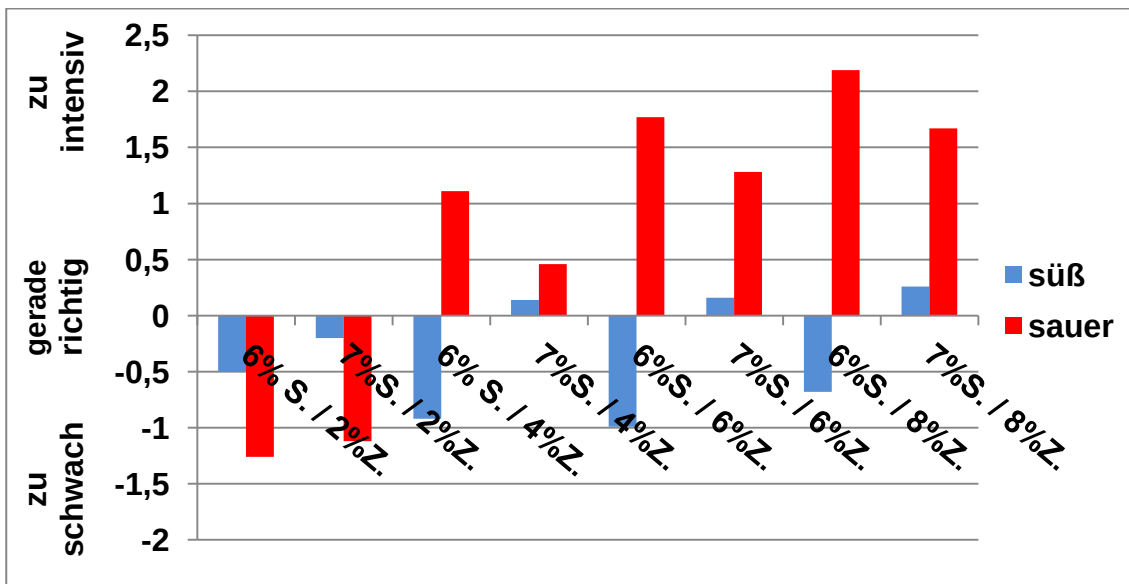


Abbildung 9: Ermittlung der optimalen Konzentration an Saccharose (S.) und Zitronenkonzentrat (Z.) im Eistee-Referenzgetränk

4.1.2 Evaluierung des Äquivalentes von Rebaudiosid A für Saccharose

Insgesamt 86% (12 Personen) der Befragten gaben das Äquivalent von RA für 7% Saccharose bei 0,035% in Eistee-Zitrone an (Abbildung 10).

Lediglich 14% (2 Personen) der Befragten bewerteten die Konzentration 0,04% RA gleich süß wie 7% Saccharose. Keiner der Panelisten entschied sich für die Konzentrationen 0,03%, 0,045% und 0,05% RA.

In folgenden Tests wurde stets davon ausgegangen, dass eine Konzentration von 0,035% Rebaudiosid A in Eistee genauso süß schmeckt wie 7% Saccharose. Ausgehend von diesem Wert wurden auch die entsprechenden Konzentrationen für die QDA berechnet.

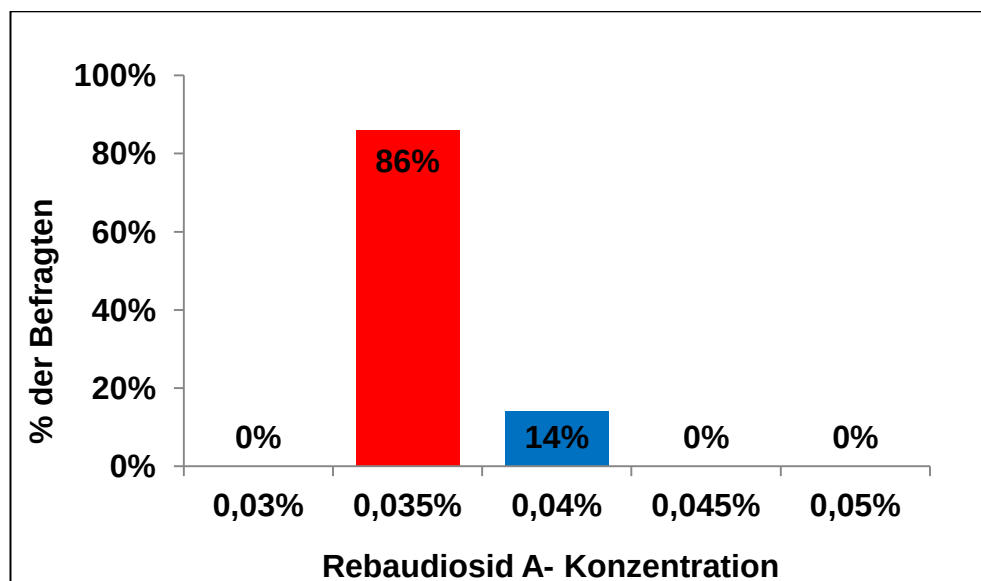


Abbildung 10: Ermittlung des Äquivalentes von Rebaudiosid A für 7% Saccharose in dem Eisteegetränk

4.1.3 Ergebnisse der Quantitativen Deskriptiven Analyse

Abbildung 11 zeigt eine Gesamtdarstellung der Ergebnisse der QDA von den vier untersuchten Eistees in Form eines Spider-Webs.

Die Eistees variierten nur an dem Gehalt von Saccharose, beziehungsweise von Rebaudiosid A. Unverändert blieben der Gehalt an Tee (1%) und an Zitronenkonzentrat (4%), sowie die Rahmenbedingungen.

Bei den untersuchten Getränken handelte es sich um

- A: Referenz-Eistee mit 7% Saccharose, sowie jeweils ein Eistee mit 20% (B), 40% (C) und 60% (D) Saccharose ersetzt durch RA
- B: Eistee mit 5,6% Saccharose und 0,007% RA
- C: Eistee mit 4,2% Saccharose und 0,014% RA
- D: Eistee mit 2,8% Saccharose und 0,021% RA

Die Getränke B und C zeigten ein sehr ähnliches sensorisches Profil, im Vergleich zum Referenzeistee A, wiesen aber signifikant stärker ausgeprägte, in den für RA charakteristischen Attributen, wie künstliche Süße, lakritzartig (beide $p=0,000$) und metallisch ($p=0,01$) auf.

Das Geschmacks-/Flavourprofil von Getränk D wies sehr starke Abweichungen im Vergleich zu den anderen untersuchten Getränken auf.

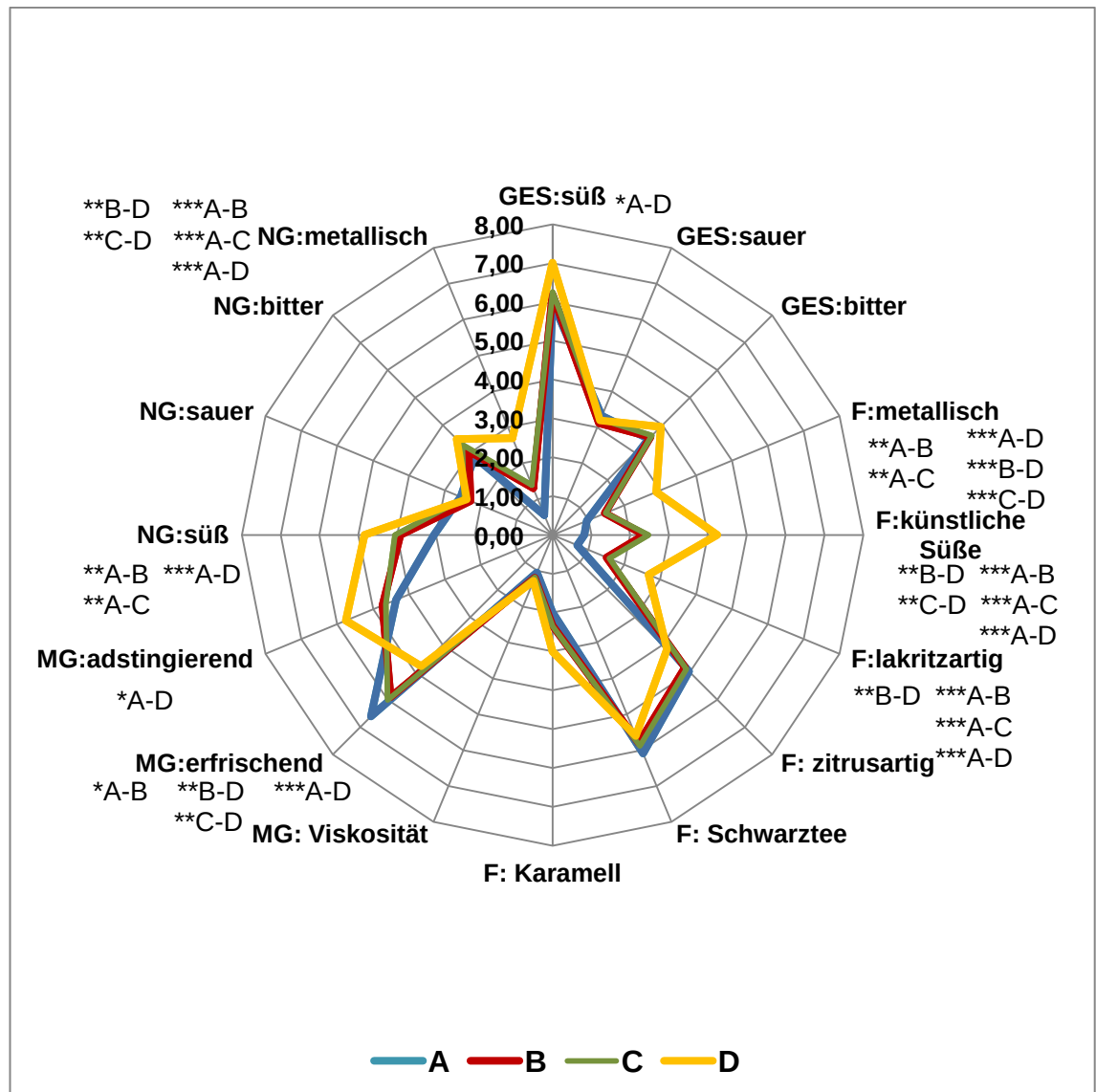


Abbildung 11: Sensorisches Profil der vier Modellgetränke mit unterschiedlichen Konzentrationen an Saccharose und Rebaudiosid A

A = Referenz-Eistee mit 7% Saccharose

B = Eistee mit 5,6% Saccharose und 0,007% RA (20% Saccharose ersetzt durch RA)

C = Eistee mit 4,2% Saccharose und 0,014% RA (40% Saccharose ersetzt durch RA)

D = Eistee mit 2,8% Saccharose und 0,021% RA (60% Saccharose ersetzt durch RA)

Ges = Geschmack

F = Flavour

MG = Mundgefühl

NG = Nachgeschmack

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

4.1.3.1 Geschmack

Im direkten Vergleich des süßen Geschmacks war der Referenz-Eistee A mit 6,0 Pkt. am wenigsten süß, gefolgt von dem Getränk B mit 6,2 Pkt. und Getränk C mit 6,3 Pkt. (

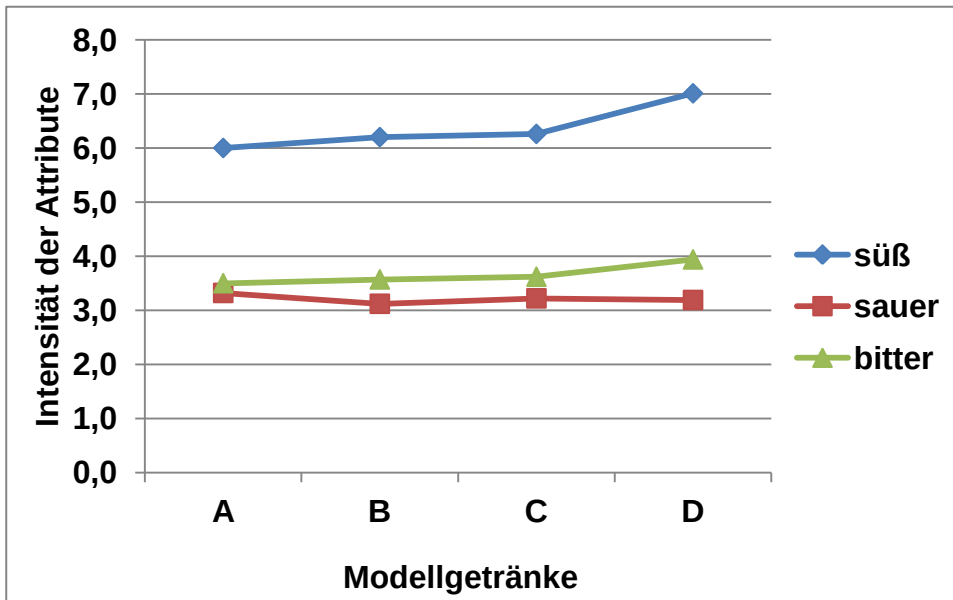


Abbildung 12). Der Unterschied im süßen Geschmack dieser drei Getränke war jedoch nicht signifikant. Eistee D stellte sich mit 7,0 Pkt. als signifikant süßeste Probe ($p=0,05$) dar.

Der saure Geschmack wurde bei allen Eistees sehr ähnlich bewertet. Das Getränk B war mit 3,1 Pkt. am wenigsten sauer, gefolgt von C und D mit jeweils 3,2 Pkt. und Getränk A mit 3,3 Pkt.. Das ist darauf zurückzuführen, dass in allen Eistees dieselbe Konzentration an Zitronenkonzentrat (4%) verwendet worden ist. Somit ist erkennbar, dass Rebaudiosid A in den eingesetzten Mengen den sauren Geschmack nur minimal beeinflusste.

Auch der bittere Geschmack zeigte keine signifikanten Unterschiede. Getränk A (3,5 Pkt.) wurde als am wenigsten bitter beurteilt, gefolgt von Getränk B und C (beide 3,6 Pkt.). Getränk D wies im Vergleich den bittersten Geschmack auf (3,9 Pkt.).

Betrachtet man die Korrelationen zwischen den verschiedenen Attributen der Eistees, dann lassen sich mittlere Zusammenhänge zwischen dem süßen Geschmack und Nachgeschmack ($r=0,454$; $p=0,000$), sowie zwischen dem sauren Geschmack und Nachgeschmack ($r=0,404$; $p=0,000$) feststellen.

Starke Zusammenhänge bestanden zwischen dem bitteren Geschmack und Nachgeschmack ($r=0,686$; $p=0,000$), sowie dem sauren und dem bitteren Geschmack ($r=0,464$; $p=0,000$).

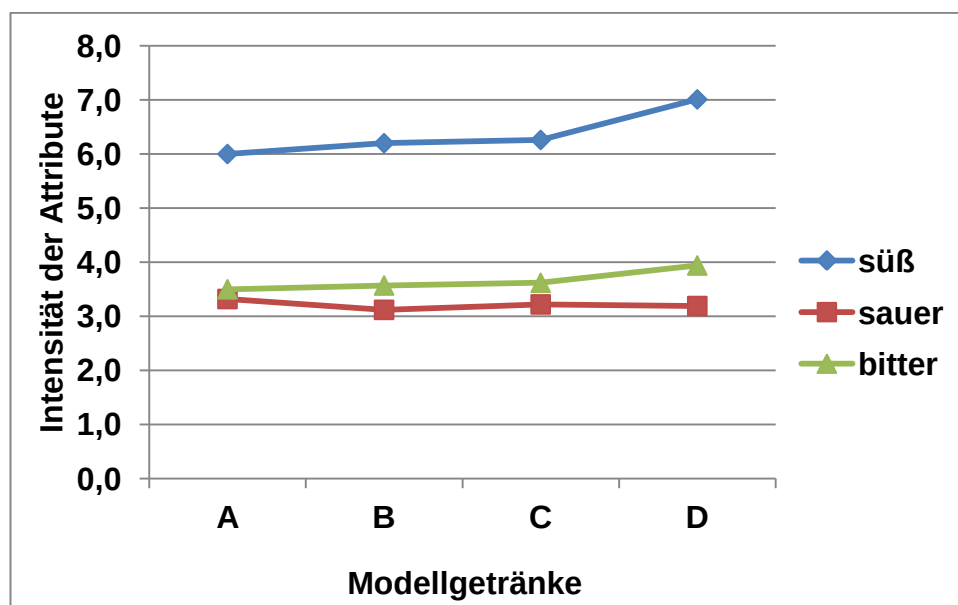


Abbildung 12: Geschmacksattribute von den untersuchten Modellgetränken

A = Referenz-Eistee mit 7% Saccharose

B = Eistee mit 5,6% Saccharose und 0,007% RA (20% Saccharose ersetzt durch RA)

C = Eistee mit 4,2% Saccharose und 0,014% RA (40% Saccharose ersetzt durch RA)

D = Eistee mit 2,8% Saccharose und 0,021% RA (60% Saccharose ersetzt durch RA)

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

Geschmack süß

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

4.1.3.2 Flavour

Die signifikant höchste Intensität ($p=0,000$) des metallischen Flavour wies das Getränk D mit dem größten Anteil an Rebaudiosid A auf (2,9 Pkt.). Bei den Getränken B und C war der metallische Flavour mit 1,5 Pkt. weniger ausgeprägt, jedoch immer noch signifikant stärker vorhanden als im Getränk A (1,0 Pkt.) ($p=0,01$) (Abbildung 13).

Der Eistee A (0,8 Pkt.) hat erwartungsgemäß einen signifikant ($p=0,000$) weniger ausgeprägten Geschmack von künstlicher Süße im Vergleich zu den drei Getränken mit Rebaudiosid A. Die Getränke B und C wiesen eine sehr ähnliche Intensität dieses Attributes auf (2,4 bzw. 2,5 Pkt.). Im Getränk D (4,3 Pkt.) war dieser Flavour am stärksten ausgeprägt und unterschied sich signifikant ($p=0,000$) zu den anderen Modellgetränken.

Auch bei dem lakritzartigen Flavour lagen bei fast allen Getränken signifikante Unterschiede vor. Bei dem Referenz-Eistee A war dieses Attribut mit 0,7 Pkt. am wenigsten und bei dem Getränk D mit 2,7 Pkt. am höchsten ausgeprägt. Nur bei den Getränken B und C lag mit 1,5 Pkt. und 1,6 Pkt. lag kein signifikanter Unterschied vor.

Sehr ähnlich wurde das Attribut zitrusartig in den vier untersuchten Eistees bewertet. In dem Getränk A war mit 5,0 Pkt. der Zitrusflavour am intensivsten, dicht gefolgt von C und B mit 4,9 beziehungsweise 4,8 Pkt.. Im Getränk D wurde dieser Flavour am wenigsten intensiv mit 4,2 Pkt. eingestuft, jedoch war dieser Unterschied nicht signifikant im Vergleich zu den anderen Untersuchten Getränken.

Die Intensität des Schwarztee Flavours war in allen Getränken sehr ausgeglichen. In dem Getränk A (6,1 Pkt.) war das Attribut am stärksten ausgeprägt ist, gefolgt von Getränk C mit 5,9 Pkt., B mit 5,8 Pkt. und D mit 5,6 Pkt.. Diese Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Eistee A wies mit 2,0 Pkt. den am wenigsten ausgeprägten Karamellflavour auf. Etwas intensiver war dieser in den Getränken B und C (2,3 Pkt. und 2,4 Pkt.). Am stärksten, jedoch nicht signifikant, empfunden wurde dieser Flavour in Getränk D mit 3,0 Pkt.

Neben dem lakritzartigen Flavour ($r=0,583$; $p=0,000$) korrelierte die künstliche Süße auch mit dem Nachgeschmack metallisch ($r=0,448$; $p=0,000$).

Ein starker Zusammenhang konnte auch zwischen dem metallischen Flavour und dem Nachgeschmack ($r=0,693$; $p=0,000$) festgestellt werden.

Der lakritzartige Flavour wiederum zeigte mittlere Zusammenhänge zwischen dem süßen Geschmack ($r=0,481$; $p=0,000$) und Nachgeschmack ($r=0,545$, $p=0,000$), sowie dem Nachgeschmack metallisch ($r=0,523$; $p=0,000$).

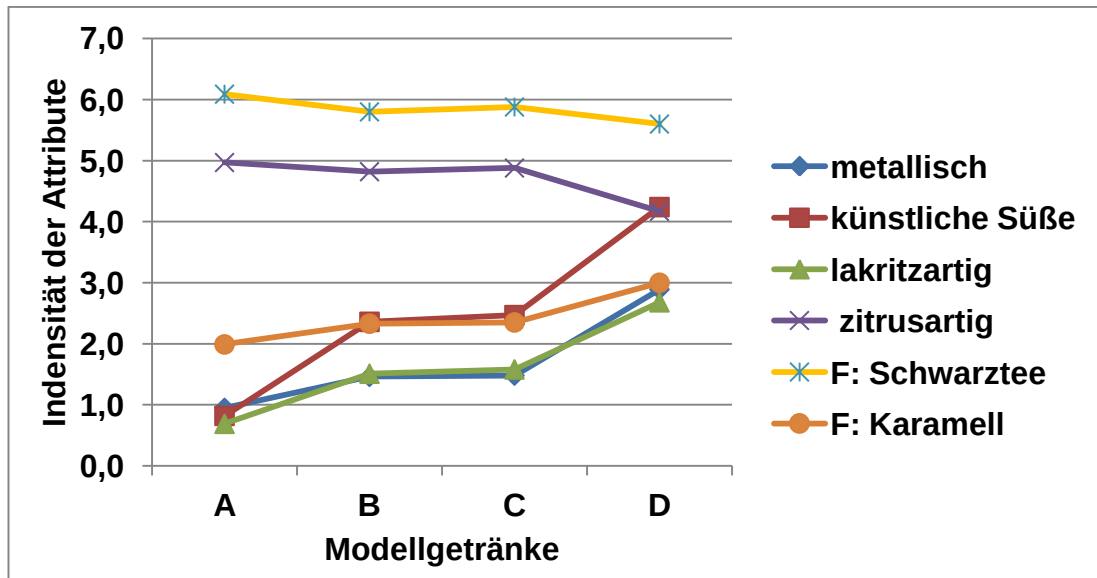


Abbildung 13: Flavourattribute von den untersuchten Modellgetränken

A = Referenz-Eistee mit 7% Saccharose

B = Eistee mit 5,6% Saccharose und 0,007% RA (20% Saccharose ersetzt durch RA)

C = Eistee mit 4,2% Saccharose und 0,014% RA (40% Saccharose ersetzt durch RA)

D = Eistee mit 2,8% Saccharose und 0,021% RA (60% Saccharose ersetzt durch RA)

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

Flavour metallisch

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

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

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

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

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

Flavour künstliche Süße

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

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

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

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

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

Flavour lakritzartig

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

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

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

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

4.1.3.3 Mundgefühl

Die Viskosität der untersuchten Modellgetränke wird durch den Austausch von Saccharose mit Rebaudiosid A nicht signifikant beeinflusst. In dem Getränk A wurde die Viskosität mit durchschnittlich 1,1 Pkt., in den Eistees B und C mit 1,2 Pkt. und in dem Getränk D mit 1,3 Pkt. bewertet (Abbildung 14).

Eistee A wurde mit 6,6 Pkt. als am stärksten erfrischend empfunden. Während der Unterschied vom Referenzeistee A zu dem Getränk C mit 6,0 Pkt. nicht signifikant war, konnte eine Signifikanz zu dem Getränk B mit 5,9 Pkt. ($p=0,05$) festgestellt werden. Getränk D mit 4,8 Pkt. stellte im Vergleich mit den drei anderen untersuchten Getränken die am signifikant ($p=0,01$) wenigsten erfrischende Probe dar.

Die Adstringenz war in den Getränken A (4,4 Pkt.), B und C (beide 4,7 Pkt.) sehr ähnlich ausgeprägt, im Getränk D jedoch viel intensiver (5,8 Pkt.). Der Unterschied erwies sich als signifikant ($p=0,05$).

Die Adstringenz korrelierte signifikant mit dem Schwarztee flavour ($r=0,457$; $p=0,000$).

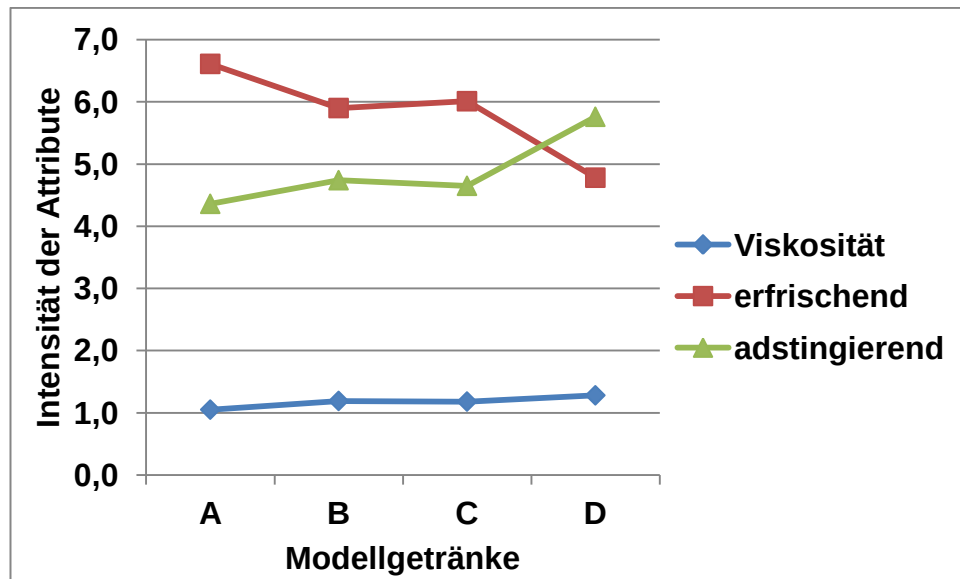


Abbildung 14: Attribute des Mundgefühls von den untersuchten Modellgetränken

A = Referenz-Eistee mit 7% Saccharose

B = Eistee mit 5,6% Saccharose und 0,007% RA (20% Saccharose ersetzt durch RA)

C = Eistee mit 4,2% Saccharose und 0,014% RA (40% Saccharose ersetzt durch RA)

D = Eistee mit 2,8% Saccharose und 0,021% RA (60% Saccharose ersetzt durch RA)

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

Mundgefühl erfrischend

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

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

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

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

Mundgefühl adstringierend

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

4.1.3.4 Nachgeschmack

Der süße Nachgeschmack im Referenzeistee A war weniger intensiv als in den anderen untersuchten Getränken mit Rebaudiosid A. Getränk A wies mit 3,1 Pkt. einen signifikant ($p=0,01$) weniger ausgeprägten süßen Nachgeschmack auf als die Getränke B mit 3,9 Pkt. und C mit 4,1 Pkt. Der Unterschied zu Getränk D war sogar höchst signifikant (4,8 Pkt.; $p=0,00$) (

Abbildung 15).

Der saure Nachgeschmack wurde im Referenzgetränk A mit 2,6 Pkt. am intensivsten empfunden, dicht gefolgt von Getränk C mit 2,5 Pkt., D mit 2,4 Pkt. und B mit 2,3 Pkt.. Die Unterschiede waren nicht signifikant.

Auch der bittere Nachgeschmack war sehr ausgeglichen. Im Getränk D mit 3,5 Pkt. wurde dieses Attribut am intensivsten bewertet. Allerdings war der Unterschied zu den Getränken C (3,3 Pkt.), B (3,1 Pkt.) und A (2,8 Pkt.) nicht signifikant.

Die metallische Flavournote zeigte auch im Nachgeschmack deutliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Eistees. In Getränk A war das Attribut nur sehr gering ausgeprägt (0,6 Pkt.), während die Getränke B und C (1,3 Pkt.; 1,4 Pkt.) einen signifikant ($p=0,000$) höheren metallischen Nachgeschmack im Vergleich zum Referenzgetränk aufwiesen. In Getränk D wurde dieses Attribut mit 2,7 Pkt. signifikant ($p=0,000$) höher als in jedem anderen untersuchten Eistee bewertet.

Der metallische Nachgeschmack zeigte eine mittlere Korrelation mit den Flavourattributen künstliche Süße ($r=0,448$; $p=0,000$) und lakritzartig ($r=0,523$; $p=0,000$), sowie mit dem adstringierenden Mundgefühl ($r=0,452$; $p=0,000$). Der saure Nachgeschmack korrelierte mit dem Zitrusflavour ($r=0,404$; $p=0,000$).

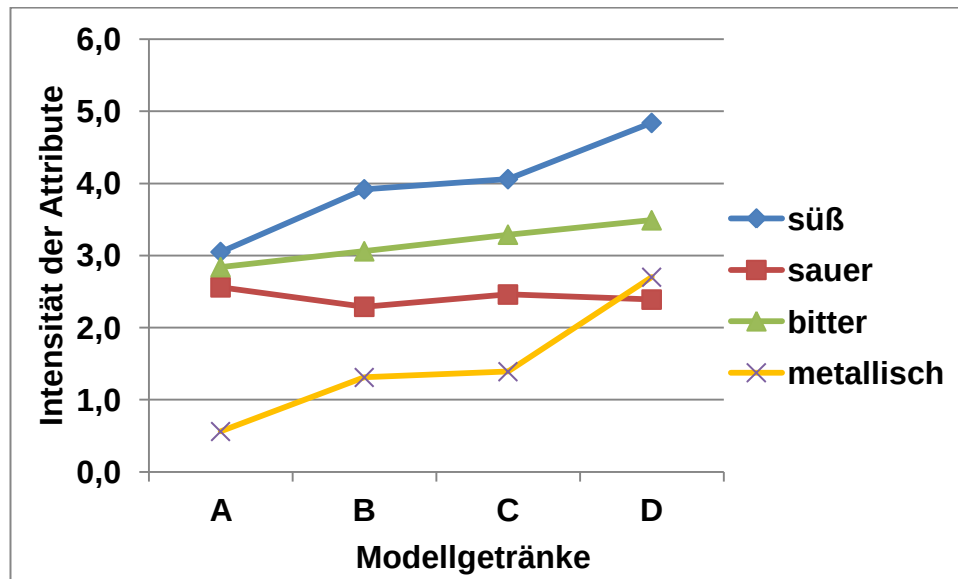


Abbildung 15: Nachgeschmacksattribute von den untersuchten Modellgetränken

A = Referenz-Eistee mit 7% Saccharose

B = Eistee mit 5,6% Saccharose und 0,007% RA (20% Saccharose ersetzt durch RA)

C = Eistee mit 4,2% Saccharose und 0,014% RA (40% Saccharose ersetzt durch RA)

D = Eistee mit 2,8% Saccharose und 0,021% RA (60% Saccharose ersetzt durch RA)

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

Nachgeschmack süß

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

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

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

Nachgeschmack metallisch

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

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

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

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

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

4.1.4 Allgemeine Beurteilung

Die allgemeine Beurteilung der vier untersuchten Eistee-Modellgetränke zeigte, dass der Referenz-Eistee A mit 6,76 Pkt. am besten abgeschnitten hat (Abbildung 16). Die höchste allgemeine Beurteilung jener Eistees, die Rebaudiosid A enthalten haben erhielt das Getränk C (6,20 Pkt.), dicht gefolgt von Getränk B (6,19 Pkt.). Signifikant ($p=0,05\%$) schlechter im Vergleich zum Referenzgetränk A hat Probe D mit 4,47 Pkt. abgeschnitten.

Die allgemeine Beurteilung zeigte einen starken positiven Zusammenhang mit dem erfrischenden Mundgefühl der Getränke ($r=0,662$; $p=0,000$). Zwischen der allgemeinen Beurteilung und der künstlichen Süße konnte eine negative Korrelation ($r=-0,619$; $p=0,000$) festgestellt werden. Probe D wurde, aufgrund der starken Abweichungen

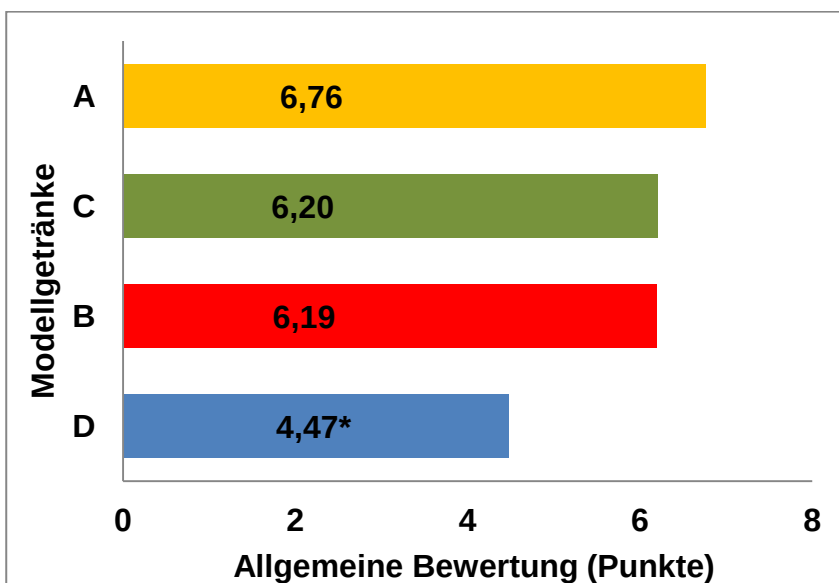


Abbildung 16: Allgemeine Beurteilung der untersuchten Modellgetränken

A = Referenz-Eistee mit 7% Saccharose

B = Eistee mit 5,6% Saccharose und 0,007% RA (20% Saccharose ersetzt durch RA)

C = Eistee mit 4,2% Saccharose und 0,014% RA (40% Saccharose ersetzt durch RA)

D = Eistee mit 2,8% Saccharose und 0,021% RA (60% Saccharose ersetzt durch RA)

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

Allgemeine Beurteilung

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

4.1.5 Präferenzprüfung

Wie Abbildung 17 zeigt, ergab die Auswertung der Rangordnungsprüfung nach Präferenz für den Eistee B die niedrigste Rangsumme mit 208 und somit einen mittleren Rang von 1,93. Dieser stellte folglich den beliebtesten Eistee dar, gefolgt von dem Referenz-Eistee A mit einer Rangsumme von 213 (mittlerer Rang: 1,97) und dem Getränk C mit einer Rangsumme von 227 (mittlerer Rang 2,1). Die Unterschiede zwischen den Ergebnissen weisen keinen signifikanten Unterschied auf, somit konnte nur eine Tendenz in der Präferenz der Konsumenten beobachtet werden. Aufgrund der starken Abweichungen einiger Attribute (bitter, lakritzartig, künstliche Süße) in der QDA und der geringeren allgemeinen Beurteilung wurde das Getränk D bei den hedonischen Prüfungen nicht beurteilt.

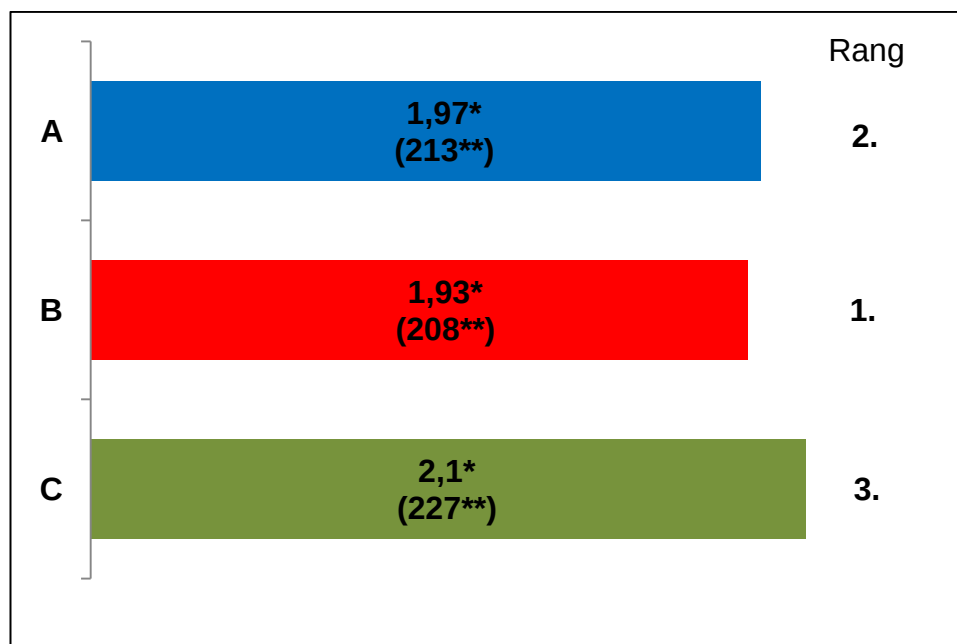


Abbildung 17: Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit von den Modellgetränken A, B und C

A = Referenz-Eistee mit 7% Saccharose

B = Eistee mit 5,6% Saccharose und 0,007% RA (20% Saccharose ersetzt durch RA)

C = Eistee mit 4,2% Saccharose und 0,014% RA (40% Saccharose ersetzt durch RA)

* = Mittlerer Rang

**= Rangsumme

4.1.6 Akzeptanzprüfung des optimierten Eistees

Da der Eistee B mit 5,6% Saccharose und 0,007% Rebaudiosid A, welches einer 20%igen Reduktion des Zuckergehalts entspricht, das beliebteste Modellgetränk dargestellt hat, wurde zusätzlich die Konsumentenakzeptanz dieses Getränks überprüft. Die durchschnittliche Akzeptanz wurde von 82,5% der 120 Befragten mit 6,5 Pkt. auf der 9-Punkte-Skala angegeben (Abbildung 18). Somit wurde die kritische Grenze von 80% [FLIEDNER und WILHELMI, 1989] überschritten und das Getränk konnte als beliebt beurteilt werden. 7,5% der Befragten stuften den Eistee auf der Skala im Bereich 5 ein, welches eine Unentschlossenheit ausdrückt, weder gefällt, noch missfällt ihnen das Produkt. Nur 10% (12 Personen) der Befragten bewerteten den Eistee als unbeliebt, also mit weniger als 5 Pkt. auf der Skala.

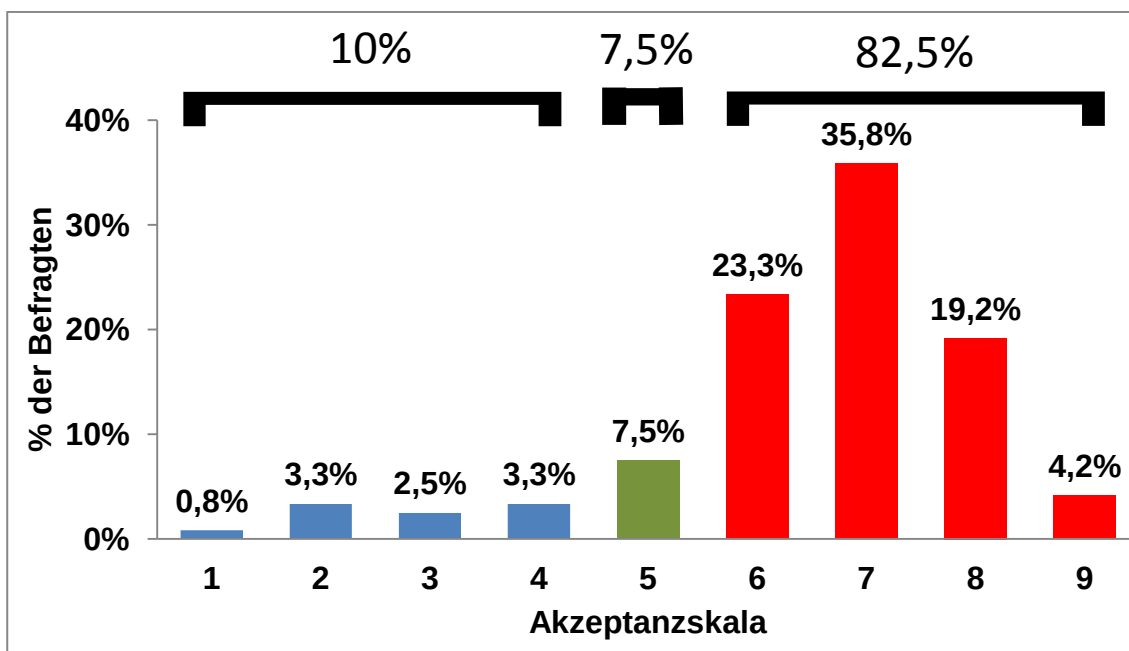


Abbildung 18: Akzeptanzprüfung des Eistee-Getränks B (5,6% Saccharose und 0,007% Rebaudiosid A) auf einer 9-Punkte-Skala

4.2 Zitronengetränk

4.2.1 Präferenzprüfung

Die Ergebnisse der Präferenzprüfung von den Zitronengetränken, in der das optimierte Produkt mit 6% Saccharose und 0,046% Rebaudiosid A (40% Saccharose ersetzt durch RA) dem Referenzgetränk mit 10% Saccharose gegenübergestellt worden ist zeigten, dass keines der Produkte signifikant präferiert wurde. Von den 100 erhobenen Urteilen wurden 51% für das Referenzgetränk und 49% für das optimierte Produkt abgegeben (Abbildung 19).

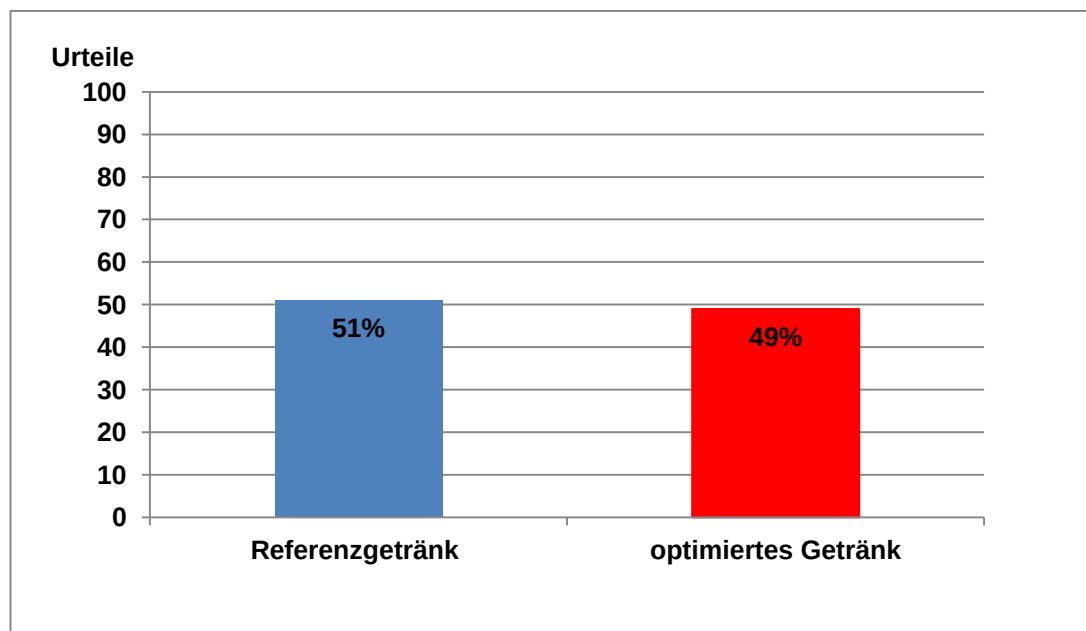


Abbildung 19: Präferenzprüfung Referenzgetränks versus optimiertes Getränk

Referenzgetränk = 10% Saccharose und 10% Zitronenkonzentrat
Optimiertes Getränk = 6% Saccharose, 0,046% RA (40% Saccharose ersetzt durch RA) und 10% Zitronenkonzentrat

4.2.2 Akzeptanzprüfung des optimierten Zitronengetränks

Die Ergebnisse der Konsumentenakzeptanzprüfung, an der 112 Personen teilgenommen haben, zeigen, dass das optimierte Produkt von 62,5% der Befragten (70 Personen) mit mehr als 6 Pkt. auf der 9-Punkte-Skala bewertet wurde (Abbildung 20). Da ein Produkt erst als beliebt gilt, wenn mindestens 80% der befragten Personen ihr Urteil zwischen 6 bis 9 Pkt. angeben, kann das optimierte Produkt nicht als beliebt eingestuft werden [FLIEDNER und WILHELM, 1989]. Die mittlere Akzeptanz des optimierten Zitronengetränks betrug 5,8 Pkt..

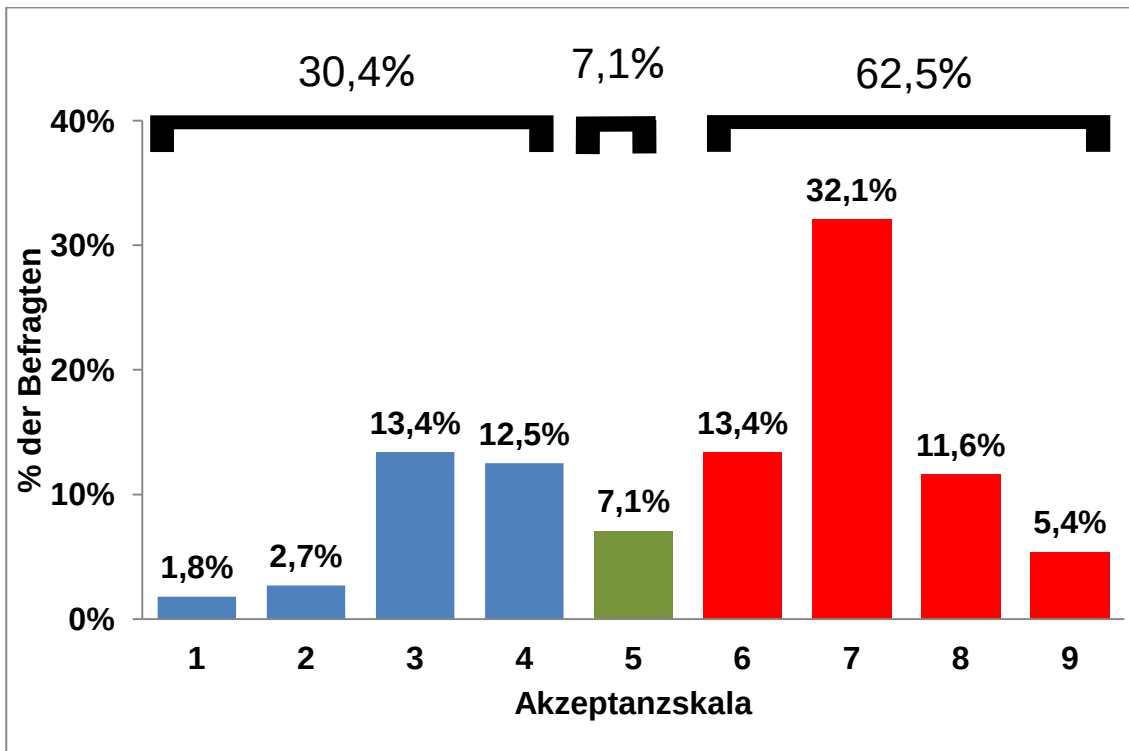


Abbildung 20: Akzeptanzprüfung optimiertes Getränk (6% Saccharose, 0,046% Rebaudiosid A und 10% Zitronenkonzentrat)

5 Diskussion

In Österreich sind eine Vielzahl von industriell hergestellten Eisteegetränken im Handel. Diese haben im Schnitt einen Gehalt von 6 bis 7,4% Zucker (Tabelle 5). Bei der Ermittlung eines Modell-Eisteegetränks konnte ein optimaler Süßgeschmack bei einer Konzentration von 7% Saccharose in Kombination mit 4% Zitronenkonzentrat festgestellt werden. Dies liegt im mittleren Bereich von den in Österreich erhältlichen Eistees. Jene Eistees mit 6% Saccharose wurden im Vorversuch als zu wenig süß eingestuft, unabhängig vom Gehalt an Zitronenkonzentrat.

Die Süßkraft versteht sich „das Verhältnis der zur Erzielung ein und derselben Süßintensität erforderlichen Konzentrationen, der als Bezug dienender Saccharose-Lösungen und der zu untersuchenden Substanz“.

Berechnet wird die Süßkraft mathematisch mit folgender Formel:

$$S = Cs/Ca$$

S = Süßkraft der zu untersuchenden Substanz A

Cs = vorgegebene Saccharose-Konzentration

Ca = äquivalente Konzentration der Substanz A

[LIPINSKI und SCHIWECK, 1991]

Laut Literatur besitzt Rebaudiosid A eine Süßkraft, die 200 bis 300-fach stärker ist, als jene von Saccharose [PRAKASH et al., 2008; SAß, 2010].

Mit der Formel ergibt sich ein Äquivalent von 0,033% bis 0,05% Rebaudiosid A für 10% Saccharose in Wasser. Die von RECH [Diplomarbeit, n.V.] ermittelte äquivalente Konzentration von Rebaudiosid A für 10% Saccharose in Wasser lag bei 0,06%, was einer Süßkraft von 170 entspricht.

Die Abweichung könnte an der unterschiedlichen Reinheit des Stoffes liegen, welche in dem für die Untersuchungen herangezogenen Rebaudiosid A bei

97% lag. Da im Zuge vorliegender Diplomarbeit mit demselben Rebaudiosid A wie in der Diplomarbeit von RECH gearbeitet worden ist, wurden für weitere Berechnungen stets das Äquivalent von 0,06% RA für 10% Saccharose als Grundlage verwendet.

Bei der Ermittlung des Äquivalentes von Rebaudiosid A in Eistee wurde eine Konzentration von 0,035% für 7% Saccharose festgestellt, somit war die Süßkraft nach oben stehender Berechnung 200-mal stärker als Saccharose.

Wie schon PRAKASH et al. [2008] festgestellt haben, ist die Süßkraft einer Substanz abhängig von dem Medium, sowie der Temperatur, dem pH-Wert und der eingesetzten Konzentration von RA, was die unterschiedlichen Äquivalente erklärt.

Aus einer Studie von CARDELLO et al. [1999] geht hervor, dass Steviaextrakt in geringen Konzentrationen eine höhere Süßkraft besitzt als in größeren Konzentrationen. Bei einer äquivalenten Konzentration von 3% Saccharose war Steviaextrakt etwa 150-mal süßer, während bei einer Konzentration, die 10% Saccharose entsprach nur mehr eine 100-fach stärkere Süßkraft festgestellt werden konnte. Zusätzlich wurde beobachtet, dass Steviaextrakt bei geringerem pH-Wert (pH=3) wirksamer ist als im neutralen Bereich (pH=7). Die Ergebnisse lassen sich auch auf Rebaudiosid A übertragen und stimmen mit dem in dieser Arbeit ermittelten Äquivalent für 7% Saccharose in Eistee überein. Die Süßkraft von Rebaudiosid A (in Eistee) lag etwa 200-fach über jener von 7% Saccharose, während das Äquivalent von RA für 10% Saccharose etwa 170-mal süßer war (in Wasser).

In einigen Fällen kann es bei Mischungen aus verschiedenen Geschmacksstoffen, einer oder mehreren Geschmacksqualitäten, zu Interaktionen kommen, wodurch eine Veränderung der Geschmacksempfindung resultieren kann. Die Empfindungen der Geschmacksstoffe können sich untereinander vermindern (Suppression) oder verstärken (Synergismus), wodurch die wahrgenommene Intensität verändert wahrgenommen wird [DÜRRSCHMID, 2009].

RECH [Diplomarbeit, n.V.] hat in einem Zitronengetränk mit 10% Zitronenkonzentrat ein Äquivalent für 10% Saccharose mit 0,065% ermittelt, was einer Süßkraft von etwa 150 entspricht.

Der Zusatz von Zitronenkonzentrat erfordert eine höhere Menge an RA, um zu demselben Süße-Effekt wie in reinem Wasser zu gelangen. Das Eisteegetränk enthielt mit 4% Zitronenkonzentrat eine geringere Menge an sauren Geschmacksstoffen, als das Zitronengetränk mit 10% und benötigte auch nur eine geringere Menge an RA, um die äquivalente Süßkraft von Saccharose zu erreichen. Das entspricht auch den Ergebnissen einer Studie, in der die Interaktionen von verschiedenen Geschmacksqualitäten untersucht wurden. Hohe Konzentrationen an sauren Geschmacksstoffen unterdrücken den süßen Geschmack, während der Effekt bei mittleren und geringen Konzentrationen variabel ist, das heißt, es kann entweder zu einer Suppression, oder zu einem Synergismus des süßen Geschmacks kommen [KEAST und BRESLIN, 2002].

In der Praxis sollte auf einen kompletten Ersatz von Zucker durch Rebaudiosid A verzichtet werden, da reines RA in hohen Konzentrationen (ab einem Äquivalent von 6% Saccharose) einen ausgeprägten Off-Flavour (lakritzartig, künstliche Süße) und eine stärkere Bitterkeit aufweist. Vermindert werden kann dieser durch den Einsatz von Mischungen mit Süßstoffen [PRAKASH et al., 2008].

Laut Literatur kann ein Saccharose- Austausch von 20% bis 80% mit Rebaudiosid A erreicht werden, ohne das es zu einer grundlegenden Abweichung des sensorischen Profils von reinem Zucker kommt, da sowohl der bittere Geschmack als auch der lakritzartige Flavour weitestgehend unterdrückt werden [PRAKASH et al., 2008].

Die sensorischen Profile des Modell-Referenzeistees A mit 7% Saccharose und der drei Modellgetränke mit Zuckerreduktionen von 20% (B), 40% (C) und 60% (D) mit den entsprechenden Süßeäquivalenten von Rebaudiosid A, die in

vorliegender Arbeit erstellt wurden, zeigten im süßen Geschmack zwischen den Getränken A, B und C keine signifikanten Unterschiede.

Im Getränk D war der süße Geschmack signifikant stärker ausgeprägt ($p=0,05$), was auf eine Addition des süßen Geschmacks von Saccharose und größeren Mengen Rebaudiosid A zurückzuführen ist. Viele Süßstoffe weisen Synergien bei dem Einsatz von Mischungen auf, wodurch sich ihre Einsatzmenge im Einzelnen deutlich verringern kann [O'BRIAN NABORS, 2001]. So werden in der Industrie oft Mischungen von Saccharin und Cyclamat, sowie Aspartam und Acesulfam K verwendet, um eine möglichst geringe Einsatzmenge von den eingesetzten Stoffen bei erwünschter Süßkraft zu erzielen. Eine Kombination aus Aspartam und Acesulfam K weist eine 35% höhere Süßkraft auf, im Gegensatz zur jeweiligen einzelnen Verwendung [O'BRIAN NABORS, 2001; AYYA und LAWLESS, 1992].

Der süße Nachgeschmack der drei untersuchten Getränke mit RA hat sich deutlich vom Referenzgetränk A unterschieden. Während dieser beim Referenzgetränk mit nur 3,92 Pkt. bewertet worden ist, war die Intensität in den Getränken B und C signifikant stärker ausgeprägt (3,92 bzw. 4,06 Pkt.). Getränk D wies mit 4,84 Pkt. den intensivsten süßen Nachgeschmack auf, was darauf zurückzuführen ist, dass bei Rebaudiosid A im Allgemeinen der süße Nachgeschmack deutlich länger anhält, als der von Saccharose.

Wie Abbildung 21 zeigt, wird das Maximum des süßen Geschmacks von Saccharose nach etwa 15 Sekunden erreicht, sinkt dann relativ schnell wieder ab und ist nach 120 Sekunden kaum noch wahrnehmbar. Rebaudiosid A dagegen erreicht das Maximum des süßen Geschmacks nach etwa 40 Sekunden und der Nachgeschmack hält dementsprechend viel länger an [RECH, Diplomarbeit, n.V.].

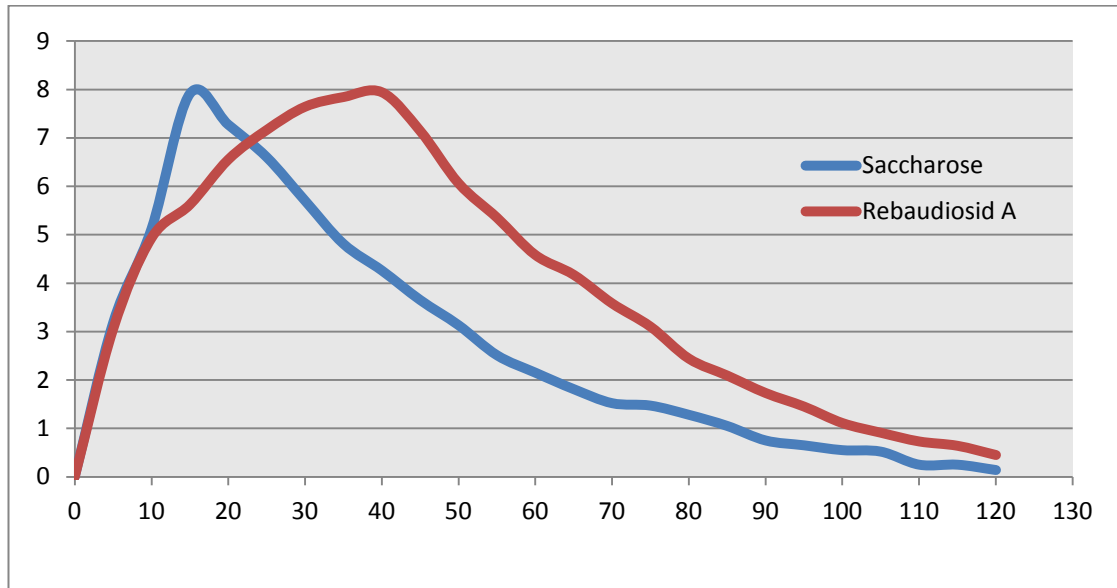


Abbildung 21: Zeitintensitätskurven von 10% Saccharose und 0,06% Rebaudiosid A [RECH, Diplomarbeit, n.V.]

Reines Rebaudiosid A weist einen ausgeprägten bitteren Geschmack und Nachgeschmack auf [PRAKASH et al., 2008]. Die sensorischen Profile der untersuchten Getränke zeigten jedoch keine signifikanten Unterschiede dieser Attribute auf, obwohl eine leicht steigende Tendenz bei zunehmender RA Konzentration erkennbar ist. Wie auch bei dem süßen Geschmack kommt es bei Mischungen von Rebaudiosid A und Saccharose zu einer Interaktion der Inhaltsstoffe, was zu einer Suppression des bitteren Geschmacks von Rebaudiosid A führt [PRAKASH et al., 2008]. Auch der bittere Eigengeschmack vom Tee wird durch den Einsatz von Rebaudiosid A nicht zusätzlich verstärkt.

Die für Rebaudiosid A charakteristischen Flavourattribute, wie lakritzartig, künstliche Süße und metallisch, sowie der metallische Nachgeschmack waren in den Getränken mit Rebaudiosid A deutlich stärker ausgeprägt, als in dem Referenzgetränk. PRAKASH et al. [2008] teilten mit, dass bei einer Studie von Young und Wilkens (2007) die Intensität dieser Attribute (lakritzartig, künstliche Süße, metallisch und Nachgeschmack metallisch) mit zunehmender Rebaudiosid A Konzentration gestiegen ist, was mit den Ergebnissen dieser Diplomarbeit übereinstimmt. Zwischen den Getränken B und C konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, jedoch aber zu dem

Referenzgetränk A. Das widerspricht wiederum den Ergebnissen von Prakash et al. [2008], die zeigten, dass der Lakritzflavour von RA in Mischungen mit Saccharose unterdrückt wird und nicht mehr wahrnehmbar ist. Dieses Attribut wurde aber in vorliegender Diplomarbeit auch in geringen Konzentrationen von RA (Getränk B) deutlich herausgeschmeckt.

Die Adstringenz zeigte bei steigender Konzentration von Rebaudiosid A eine höhere Intensität, während sich das erfrischende Mundgefühl tendenziell verminderte.

Der saure Geschmack und Nachgeschmack, sowie der Zitrusflavour unterschieden sich in keinem Getränk signifikant. Daraus lässt sich schließen, dass der saure Geschmack im Getränk allein auf das Zitronenkonzentrat zurückzuführen ist und nicht durch den Einsatz von Rebaudiosid A beeinflusst wird. Bei dem Schwarztee-, und Karamellflavour, sowie der Viskosität konnten auch keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

In durchgeführter Untersuchung lässt sich beobachten, dass sich die Getränke B und C in keinem Attribut signifikant unterscheiden und nur in den für Rebaudiosid A charakteristischen Geschmacks- und Flavournoten, wie lakritzartig ($p=0,000$), künstliche Süße ($p=0,000$) und metallisch ($p=0,01$) vom Referenzgetränk A abweichen. Im Modellgetränk D waren die Intensitäten dieser Attribute deutlicher ausgeprägt, und unterschieden sich signifikant (alle $p=0,000$) zum Referenz-Eistee A und den Getränken B und C.

Da das sensorische Profil von dem Modellgetränk D sich deutlich von jenem des Referenz-Eistees und den Proben B und C unterschieden hat, und es in der allgemeinen Beurteilung, ermittelt anhand der QDA, nur mit 4,47 Pkt. ($p=0,05$) bewertet worden ist, wurde das Getränk nicht mit in den hedonischen Prüfungen berücksichtigt. In der Praxis wäre ein Austausch des Zuckergehalts mit Rebaudiosid A von 60% (Getränk D) nicht empfehlenswert, da es zu einer erheblichen Veränderung des ursprünglichen Geschmacks (stärkere Bitterkeit)

und Flavours (lakritzartig, metallisch, künstliche Süße) zum Referenzgetränk kommt, worunter die Konsumentenakzeptanz leiden würde.

Während die geschulten Panelisten im Zuge der QDA dem Referenz-Eistee A die höchste allgemeine Beurteilung mit 6,76 Pkt. zugesprochen haben, wurde dieser von den Konsumenten nur als zweitbeliebtester Eistee (mittlerer Rang: 1,97) genannt. Das Getränk B, in dem 20% Saccharose durch RA ersetzt worden sind, wurde von den Konsumenten am beliebtesten beurteilt (mittlerer Rang: 1,93), während die Prüfpersonen bei der QDA, dieses Getränk mit 6,19 Pkt. niedriger als den Referenzeistee A bewertet haben. Das Getränk C wurde von den Konsumenten am wenigsten beliebt (mittlerer Rang: 2,1) und von den geschulten Panelisten mit 6,20 Pkt. fast gleich wie Getränk B beurteilt.

Die allgemeine Beurteilung der Qualität der untersuchten Getränke zeigte kaum Übereinstimmung mit den Ergebnissen der hedonischen Präferenzprüfungen der Konsumenten, allerdings waren sowohl die Unterschiede in der Bewertung der Konsumenten, wie auch jene der geschulten Panelisten nicht signifikant. Im Zuge der Akzeptanzprüfung wurde der Eistee B (5,6% Saccharose und 0,007% RA) von 82,5% der Konsumenten, mit einer mittleren Akzeptanz von 6,5 Pkt. als beliebt bewertet. Daraus lässt sich schließen, dass der optimierte Eistee B mit einer Zuckerreduktion von 20% dem Geschmack der Konsumenten gerecht wird. Auch eine Zuckerreduktion von 40% (Getränk C) wäre möglich, da das sensorische Profil dieser beiden Getränke (B und C) sehr ähnlich war und sich weder bei in den Intensitäten der Attribute im Zuge der QDA, noch bei der Konsumentenpräferenz signifikant unterschieden haben.

Zur Überprüfung, ob eine Reduktion des Zuckergehalts mit Rebaudiosid A auch in weiteren Getränken der Akzeptanz von Konsumenten entspricht, wurde das von RECH [Diplomarbeit, n.V.] optimierte Zitronengetränk mit 6% Saccharose, 0,026% RA und 10% Zitronenkonzentrat auf Präferenz und Akzeptanz untersucht. Nur 62,5% der befragten Personen beurteilten das Produkt auf der 9-Punkte-Skala mit einem Wert über 5, und somit kann das Getränk nicht als

beliebt bewertet werden. Diese Akzeptanz war deutlich schlechter als jene vom Eistee (82,5%). Jedoch konnte bei einem Präferenztest, in dem ein Referenzgetränk, mit 10% Saccharose und 10% Zitronenkonzentrat, einem optimierten Getränk, in dem 40% Saccharose durch RA ersetzt wurden, gegenübergestellt worden ist, kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Das lässt darauf schließen, dass weder die Akzeptanz des optimierten Getränks noch die des Referenzgetränks vom Konsumenten zufriedenstellend war. Die geringe Akzeptanz konnte somit nicht auf den Einsatz von Rebaudiosid A zurückgeführt werden.

Wahrscheinlicher ist, dass das Getränk von den Konsumenten im Allgemeinen mit 10% Zitronenkonzentrat zu sauer, beziehungsweise mit 10% Saccharose zu süß empfunden wurde und somit nicht die geschmackliche Erwartung der Konsumenten erfüllt. Die Ausgangskonzentrationen an Saccharose und Zitronenkonzentrat lagen deutlich höher als im Eistee und wurden anfangs laut RECH [Diplomarbeit, n.V.] nicht vom Konsumenten bestätigt.

Die Akzeptanz würde wahrscheinlich höher ausfallen, wenn zunächst eine Ermittlung der optimalen Zusammenstellung der Rezeptur durchgeführt werden würde, wie es der Fall beim Eistee gewesen war.

6 Schlussbetrachtung

Übergewicht gilt als maßgeblicher Faktor bei der Entstehung von chronischen Krankheiten, wie Diabetes, metabolischem Syndrom und koronaren Herzkrankheiten. Auch viele Kinder und Jugendliche leiden bereits an Übergewicht, was auf mangelnde Bewegung und eine zu hohe Energieaufnahme zurückzuführen ist. Vor allem Erfrischungsgetränke, wie Eistee, das beliebteste Jausengetränk von Jugendlichen, enthalten große Mengen an Zucker. Gesundheitsbewusste Personen senken aus diesem Grund ihre Zuckeraufnahme durch den Verzehr von kalorienreduzierten Produkten. Erreicht wird diese Reduktion durch den Einsatz von künstlichen Süßstoffen, wobei das Haupteinsatzgebiet ebenfalls die Erfrischungsgetränke darstellen [WHO, 2011; LOBNER, 2009; SAß, 2010].

Bei Rebaudiosid A, Hauptinhaltsstoff der Pflanze *Stevia rebaudiana*, handelt es sich um ein natürliches Süßungsmittel, dessen Zulassung in der EU momentan verhandelt wird. Da RA keine Kalorien besitzt und eine Süßkraft aufweist, die 200-300-mal stärker ist, als die von reiner Saccharose, wäre es eine gute Alternative zu künstlichen Süßstoffen, die seit Jahren in der Kritik stehen kanzerogene Wirkung zu haben [KIENLE, 2007].

Rebaudiosid A weist jedoch unerwünschte Geschmacks- und Flavournoten, wie bitter, metallisch, lakritzartig und künstliche Süße auf und sollte aus diesem Grund nicht als alleiniger Ersatz von Saccharose eingesetzt werden, vielmehr sollte in Lebensmitteln der Zuckergehalt nur teilweise durch den Einsatz von Rebaudiosid A gesenkt werden [PRAKASH et al., 2008].

Ziel vorliegender Diplomarbeit war es, ein mit RA zuckerreduziertes Modell-Erfrischungsgetränk (Eistee) herzustellen, das ein ähnliches sensorisches Profil wie ein herkömmliches Eistee-Getränk mit 7% Saccharose aufweist, und vom Konsumenten akzeptiert wird.

Um feststellen zu können, ob RA auch in weiteren Getränken neben Eistee als Zuckerersatz vom Konsumenten akzeptiert wird, wurde die Akzeptanz eines, in einer vorhergehenden Untersuchung von RECH [Diplomarbeit, n.V.], optimierten Zitrone-Erfrischungsgetränks mit 6% Saccharose, 0,026% RA und 10% Zitronenkonzentrat (40% Zuckerreduktion) ermittelt.

Im ersten Schritt wurde ein Eistee-Zitrone-Getränk hergestellt. Mit Hilfe der JAR wurden die Konzentrationen von 7% Saccharose und 4% Zitronenkonzentrat ermittelt, bei denen vom Konsumenten ein optimales Empfinden am süßen und sauren Geschmack vorlag. Die Saccharose- Konzentrationen lagen im mittleren Bereich jener im österreichischen Handel erhältlichen Eisteemarken (6%, 7,2%, 7,4%).

Das Süßeäquivalent von Rebaudiosid A für Saccharose in diesem optimierten Getränk wurde ebenfalls mit JAR ermittelt und lag bei 0,035%. Das entsprach einer 200-fachen Süßkraft von Saccharose und war somit mit den Angaben in der Literatur konform.

Um eine optimale Mischung von Rebaudiosid A und Saccharose zu ermitteln, wurde mit Hilfe der QDA ein Geschmacks-/Flavourprofil von drei Modelleistees und eines Referenz-Eistees (nur Saccharose) erstellt und miteinander verglichen.

Jene Eistees mit einer Zuckerreduktion von 20% (B), beziehungsweise 40% (C), zeigten ein nahezu identisches, sensorisches Profil. Sie wiesen in der Ausprägung der evaluierten Attribute keinen signifikanten Unterschied auf. Im Gegensatz zum Referenz-Eistee A verzeichneten diese Getränke aber stärkere Intensitäten bei den für Rebaudiosid A charakteristischen Flavoureigenschaften, wie metallisch, künstliche Süße, lakritzartig, sowie im süßen Nachgeschmack. Auch ein vermindertes erfrischendes Mundgefühl konnte festgestellt werden. Der Eistee D mit einer Zuckerreduktion von 60% zeigte deutlich stärkere Abweichungen in den oben genannten Attributen im Vergleich zum Referenzeistee. Signifikante Unterschiede zum Referenz-Eistee konnten hier

zusätzlich im süßen Geschmack ($p=0,05$) und in der Adstringenz ($p=0,05$) festgestellt werden.

Diese Ergebnisse spiegelten sich auch in der allgemeinen Beurteilung der Qualität der Getränke wieder. Während der Referenz-Eistee am besten abgeschnitten hat, gefolgt von den Getränken C und B, wurde der Eistee D, mit dem höchsten Rebaudiosid A Gehalt signifikant niedriger bewertet ($p=0,05$). Aufgrund der starken Abweichungen der Attribute in der QDA und der geringeren allgemeinen Beurteilung wurde das Getränk D bei den hedonischen Prüfungen nicht beurteilt.

In einer von Konsumenten durchgeführten Rangordnungsprüfung nach Präferenz der Proben A, B und C konnte keine eindeutige Bevorzugung nachgewiesen werden. Getränk B, mit einer 20%igen Zuckerreduktion, wurde am beliebtesten gewertet, gefolgt von dem Referenz-Eistee A, mit 7% Saccharose und dem Getränk C, in dem 40% Saccharose durch RA ersetzt wurden. Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant.

Anhand der Ergebnisse der Akzeptanzprüfung konnte aber eindeutig bewiesen werden, dass der optimierte Eistee B von 83% der 120 Befragten mit mehr als 6 Pkt. auf der 9-Punkte-Skala bewertet worden ist und somit eine hohe Akzeptanz erzielte. Die Ausprägung der Attribute lakritzartig, metallisch und künstliche Süße waren im optimierten Produkt im Vergleich zum Referenzeistee signifikant höher, wirkten sich jedoch nicht negativ auf die Akzeptanz des Produktes aus.

Daher ist davon auszugehen, dass der optimierte Eistee B, mit einer Zuckerreduktion von 20%, den Erwartungen des Verbrauchers gerecht wird. Da die Ergebnisse im Rangordnungstest, wie auch die Geschmacksprofile der Getränke B und C keine signifikanten Unterschiede liefern, kann geschlussfolgert werden, dass in einem Eistee-Zitronengetränk ein Austausch

nicht nur von 20% aber auch von 40% der Saccharose durch Rebaudiosid A möglich ist.

Eine Untersuchung der AKNÖ an österreichischen Schulen ergab, dass Eistee das beliebteste Jausengetränk bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 10-15 Jahren darstellt. Laut Optimix-Empfehlung sollte das zweite Frühstück, welches in der Schule eingenommen wird, maximal 12,5% des Tagesenergiebedarfs betragen, was in der entsprechenden Altersgruppe etwa 320 kcal entspricht. Eine durchschnittliche Jause der befragten Schulkinder weist allerdings einen Gesamtenergiegehalt von 425 kcal auf [LOBNER, 2009]. Unter der Annahme, dass 1 g Kohlenhydrate 4,1 kcal liefern, macht das bei einem halben Liter Eistee mit 7% Saccharosegehalt, allein 144 kcal und somit etwas weniger als die Hälfte der empfohlenen Kalorien aus. Durch einen Austausch von 20% bis maximal 40% des Zuckers mit Rebaudiosid im Eistee, könnte so eine Einsparung von 29 bis 58 kcal durch Getränke erreicht werden.

In der EU sind bislang keine Höchstmengen für den Einsatz von Rebaudiosid A veröffentlicht worden. In der Schweiz gelten jedoch momentan Höchstwerte in Erfrischungsgetränken von 200 mg pro Liter in Getränken. Diese Werte werden sowohl bei einer 20%igen (70 mg RA/L), wie auch bei einer 40%igen (140 mg RA/L) Zuckerreduktion nicht überschritten und könnten in der Praxis in diesen Mengen in Eistee eingesetzt werden.

Die Akzeptanz von einem weiteren mit Rebaudiosid A zuckerreduzierten Erfrischungsgetränk, fiel deutlich geringer aus. Das Zitronengetränk mit einer 40%igen Zuckerreduktion (6% Saccharose und 0,026% RA, sowie 10% Zitronenkonzentrat) wurde nur von 62,5% der Befragten mit mehr als 6 Pkt. auf der 9-Punkte-Skala bewertet und somit wurde die kritische Grenze von 80%, die notwendig ist, um ein Produkt als beliebt einzustufen, nicht erreicht [FLIEDNER und WILHELM, 1989]. In einer Prüfung, in der ein Modelleistee mit einer Zuckerreduktion von 40% durch RA, einem Referenzeistee mit 7% Saccharose gegenüber gestellt worden ist, konnte jedoch keine eindeutige Präferenz

festgestellt werden. Das lässt darauf schließen, dass weder das Referenzgetränk, noch das optimierten Getränk den geschmacklichen Erwartungen der Konsumenten gerecht werden. Weiteres sollte beachtet werden, dass der Gehalt von RA in dem optimierten Getränk (260 mg RA/L) den Höchstwert von 200 mg RA/L (Schweiz) überschreitet.

Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass der Austausch von 20% beziehungsweise 40% Saccharose mit Rebaudiosid A in Eistee möglich ist, ohne für den Konsumenten nachteilige geschmackliche Veränderungen hervorzurufen. Das liegt auch in etwa in der von der Literatur empfohlenen Größenordnung von 30% [PRAKASH et al., 2008]. Jedoch sollte für jedes Getränk individuell zunächst das Äquivalent von Rebaudiosid A für Saccharose festgelegt werden, und anschließend ein Test auf Akzeptanz an dem optimierten Getränk durchgeführt werden.

Ein Zuckeraustausch über 60% im Eistee (87 kcal) mit Rebaudiosid A ist nicht zu empfehlen, da die unerwünschten Flavourattribute von RA zu stark ausgeprägt sind und vom Ursprungsgeschmack/-flavour des Getränkes abweichen. Es kann auch leicht zu einer Überschreitung der Höchstwerte von 200 mg RA/L Getränk, die zurzeit in der Schweiz zugelassen sind, kommen.

7 Zusammenfassung

Da der Verzehr von zuckerhaltigen Erfrischungsgetränken als eine mögliche Ursache für Übergewicht und Diabetes angesehen wird, greifen gesundheitsbewusste Konsumenten vermehrt zu kalorienreduzierten Produkten, bei denen der Zucker gegen Süßstoffe ausgetauscht wird.

Rebaudiosid A (RA), Hauptinhaltsstoff der Pflanze *Stevia rebaudiana*, ist ein kalorienfreier Süßstoff natürlichen Ursprungs, dessen Süßkraft das 200-300-fache von Saccharose beträgt, in erhöhten Konzentrationen aber unerwünschte Flavour-Noten vermittelt.

Somit wurde im Rahmen vorliegender Studie daran gearbeitet, ein durch RA zuckerreduziertes Modellgetränk (Eistee) herzustellen, das keinen Off-Flavour aufweist und vom Konsumenten akzeptiert wird.

Zusätzlich wurde ein, in einer vorhergehenden Untersuchung von RECH [Diplomarbeit, n.V.] hergestelltes Zitronengetränk, in dem 40% Saccharose durch Rebaudiosid A ersetzt wurden, im Zuge dieser Diplomarbeit ebenfalls auf Präferenz und Konsumentenakzeptanz geprüft, um den Einsatz von RA in weiteren hergestellten Getränken zu evaluieren.

Die Ermittlung der optimalen Konzentrationen an Saccharose und Zitronenkonzentrat im Modell-Eistee, sowie des Süßeäquivalentes von RA erfolgte mittels Just-About-Right Skala. Im Zuge der Quantitativen Deskriptiven Analyse (QDA) beurteilte ein Panel aus 17 geschulten Personen die Intensität der ausgewählten Geschmacks- und Flavour Attribute von vier hergestellten Eisteegetränken:

- A: Referenz-Eistee mit 7% Saccharose, sowie jeweils ein Eistee mit 20% (B), 40% (C) und 60% (D) Saccharose ersetzt durch RA
- B: Eistee mit 5,6% Saccharose und 0,007% RA
- C: Eistee mit 4,2% Saccharose und 0,014% RA
- D: Eistee mit 2,8% Saccharose und 0,021% RA

Die Konzentrationen von 7% Saccharose und 4% Zitronenkonzentrat brachten ein optimales Verhältnis an süßem und saurem Geschmackseindruck im hergestellten Eistee hervor. Das Äquivalent von RA für 7% Saccharose lag in diesem Getränk bei 0,035%. Die Getränke B und C zeigten ein sehr ähnliches sensorisches Profil, im Vergleich zum Referenz-Eistee A, wiesen aber signifikant stärker ausgeprägte Flavour Attribute, wie künstliche Süße, lakritzartig (beide $p=0,000$) und metallisch ($p=0,01$) auf. Der Eistee B war am beliebtesten, gefolgt von A und C. Die Bevorzugung war jedoch nicht signifikant.

Die Akzeptanzprüfung ergab, dass der Eistee B bei 83% der 120 Befragten mit mindestens 6 Pkt. auf der 9 Pkt. Skala eingestuft wurde. Die durchschnittliche Akzeptanz betrug 6,5 Pkt.. Probe D wurde aufgrund der starken Ausprägung der negativen Attribute bei den hedonischen Prüfungen nicht berücksichtigt.

Bei dem optimierten Zitronengetränk, in dem 40% Saccharose durch 0,026% RA ersetzt wurden, war die durchschnittliche Akzeptanz mit 5,8 Pkt. deutlich niedriger. Ein Vergleich dieses Getränks mit dem Referenzgetränk A im Bezug auf die Bevorzugung brachte jedoch keinen signifikanten Unterschied hervor.

In Anbetracht der vorliegenden Ergebnisse der QDA lässt sich sagen, dass ein Austausch des Zuckergehalts von 20% bzw. 40% mit Rebaudiosid A im Eistee möglich ist. Die hedonischen Prüfungen haben gezeigt, dass der Eistee B eine hohe Akzeptanz erzielte und von den Konsumenten als beliebter, im Vergleich zu den anderen Proben, beurteilt worden ist. Daher ist davon auszugehen, dass das Getränk B, in dem 20% Saccharose durch RA ersetzt worden ist, den geschmacklichen Erwartungen der Verbraucher gerecht wird.

Die Entwicklung von kalorienreduzierten Produkten, durch einen Austausch des Zuckergehaltes mit RA benötigt jedoch weitere Untersuchungen, da sowohl die Süßkraft von RA als auch die Ausprägung der Flavour-Attribute von der Matrix abhängig sind. Der RA- Anteil in weiteren Getränken bzw. neuen Produkten sollte individuell angepasst werden.

8 Summary

Since the consumption of sugar-containing soft drinks is considered as a possible cause of obesity and diabetes, health-conscious consumers are resorting increasingly to low-calorie products, in which the sugar is replaced by artificial sweeteners.

Rebaudioside A (RA), the main component of the plant *Stevia rebaudiana*, is a non-caloric sweetener of natural origin, with a sweetness 200-300-times more potent than sucrose, but in high concentrations it is suggestive of undesirable flavor notes.

The topic of this study was to create a model drink (iced tea), without off-flavor, in which the sugar is partly replaced by RA, and which is accepted by consumers.

Additionally, a lemon drink in which 40% sucrose were replaced by RA, which was optimized by RECH [Diplomarbeit, n.V.] in a previous study, was tested for preference and consumer acceptance to evaluate the use of RA in other manufactured beverages.

The evaluation of optimal concentrations of sucrose and lemon concentrate in the model beverage iced tea, and the sweetness equivalence of RA was determined by using the Just-About-Right Scaling. In the Quantitative Descriptive Analysis (QDA) a panel of 17 trained people rated the intensity of selected taste and flavor attributes of four produced iced tea beverages:

- A: reference iced tea containing 7% sucrose
- as well as iced teas with 20% (B), 40% (C) and 60% (D) sucrose replaced with RA
- B: iced tea containing 5.6% sucrose and 0.007% RA
 - C: iced tea containing 4.2% sucrose and 0.014% RA
 - D: iced tea containing 2.8% sucrose and 0.021% RA

An optimal relation between the sweet and the sour taste in the created iced tea was determined at concentrations of 7% sucrose and 4% lemon concentrate. The equivalent of RA for 7% sucrose was 0.035%. Samples B and C showed a very similar sensory profile, compared to the reference iced tea A, but some flavor attributes, such as artificial sweetness, licorice-like (both $p = 0.000$) and metallic ($p = 0.01$), were significantly higher. Iced tea B was most popular, followed by A and C. However, the preference was not significant.

The acceptance test showed that 83% of the 120 respondents rated the iced tea with at least 6 points on the 9-point-scale. The average acceptance was 6.5 points. Sample D was excluded from the hedonic tests, due to the strong expression of the negative attributes.

The average acceptance of the optimized lemon drink was noticeable lower with 5.8 points. The preference test, however, showed no significant difference compared to the reference drink.

It is also reasonable to assume, in view of the available results, that a replacement of 20% to maximum 40% of the sucrose by RA in an iced tea is possible. The hedonic tests have shown that the iced tea B achieved high acceptance and has been judged by consumers as more popular, compared to the other samples. Therefore, it can be assumed that the beverage B in which is 20% sucrose was replaced by RA complies with the taste expectations of the consumers.

The development of low-calorie products, by replacing the sugar content with RA, however, requires further investigation, since both the sweetness of RA and the expression of the flavor attributes depend on the matrix. The RA content in beverages and other new products should be adjusted individually.

9 Literaturverzeichnis

AID, was-wir-essen. Süßstoffe und Zuckeraustauschstoffe <http://www.was-wir-essen.de/abisz/suessstoffe.php> (Stand: 15.5.2011)

ANSES (French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety). Aspartame: an update on the ANSES investigation. Update 1. Februar 2011. <http://www.anses.fr/index.htm> (Stand: 12.05.2011)

ARNOLD D, MODDIE C, GRICE H, CHARBONNEAU S, STAVRIC B, COLLINS B, MCGUIRE P, ZAWIDZKA Z, MUNRO I. Long-term toxicity of ortho- touenesulonamide and sodium saccharin in the rat. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1977; 52: 113-152.

AYYA N, LAWLESS H. Quantitative and Qualitative evaluation of high-intensity sweeteners and sweetener mixtures. *Chemical Senses*, 1992; 17 (3): 245-259.

AZE Y, TOYODA K, IMAIDA K, HAYASHI S, IMAZAWA T, HAYASHI Y, TAKAHASHI M. Subchronic oral toxicity study of stevioside in F344 rats. *Eisei ShikenjoHokoku*, 1991; 109: 48–54.

BELLISLE F, DREWNOWSKI A. Intense sweeteners, energy intake and the control of body weight. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2007; 61: 691-700.

BERGER M, LANGTHALER H, PAYER H, ZANKL C, HÖRBAUS E, MAIERHOFER K, PÖCHTRAGER S, MEIXNER O, RÜTZLER H. Lebensmittelbericht Österreich 2010, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 2010; 40.

BLAUTH DE SLAVUTZKY S. Stevia and sucrose effect on plaque formation, *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 2010; 5: 213-216.

BLUNDELL J E, HILL A J. Paradoxical effects of an intense sweetener (aspartame) on appetite. *The Lancet*, 1986; 1: 1092–1093.

BROSIUS F. Professionelle Statistik unter Windows. Bonn, 1998. <http://www.psychologie.tu-bs.de/studium/manuale/spss> (Stand: 18.04.2011)

BUSCH-STOCKFISCH M. Deskriptive Prüfungen. In: *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung* (Busch-Stockfisch M., Hrsg.). Behr's Verlag, Hamburg 2002a, 14. Aktualisierungsauslieferung 10/06, Kapitel II-4;II-5.

BUSCH-STOCKFISCH M. Grundlagen. In: *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung* (Busch-Stockfisch M., Hrsg.). Behr's Verlag, Hamburg 2002b, 14. Aktualisierungsauslieferung 10/06;Kapitel I-1.4.

CARAKOSTAS M, CURRY L, BOILEAU A, BRUSIK D. Overview: The history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. *Food and Chemical Toxicology*, 2008; 46: 1-10.

CARDELLO H, SILVA M, DAMASIO M. Measurement of relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamat/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations. *Plant Foods for Human Nutrition*, 1999; 54: 119-130.

CHAN P, TOMLINSON B, CHEN Y, LIU J, HSIEH M, CHENG J. A double-blind placebo-controlled study of the effectiveness and tolerability of oral Stevioside in human hypertension. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 2000; 50: 215-220.

- CURRY L, ROBERTS A, BROWN N. Rebaudioside A: two-generation reproductive toxicity study in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 2008; 46/7S: 21-30.
- CURRY L, ROBERTS A. Subchronic toxicity of rebaudioside A. *Food and Chemical Toxicology*, 2008; 46/S7: 11-20.
- DAS S, DAS AK, MURPHEY R, WORAWONGVASU R. Aspartame and dental caries in the rat. *Pediatric Dentistry*, 1991; 13: 217-220.
- DE BRUIN E, ROWSSON M, VAN BUREN L, RYCROFT J, OWEN G. Black tea improves attention and self-reported alertness. *Appetite*, 2011; 56: 235–240.
- DERNDORFER E. *Lebensmittelsensorik*. Facultas.wuv, 3. Auflage. Wien, 2010; 13-14; 102-103; 136-146.
- DEUTSCHER SÜSSSTOFFVERBAND, Süsstoffe 2011 <http://www.suessstoff-verband.de/suessstoffe/> (Stand 18.05.2011)
- DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung). Süßstoffe in der Ernährung. DGEinfo 04/2007. <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=print&sid=720> (Stand: 30.05.2011)
- DIN 10950-1. Deutsches Institut für Normung e.V. Sensorische Prüfung, Beuth Verlag, Berlin. 1999; 04: 2.
- DÜRRSCHMID, K. Gustatorische Wahrnehmungen gezielt abwandeln. Behr's Verlag, Hamburg, 2009; 11.
- ECHEVERRI D, MONTES F, CABRERA, GALÁN A, PRIETO A. Caffeine's Vascular Mechanisms of Action. *International Journal of Vascular Medicine*, 2010; Article ID 834060, 10.
- EFSA (European Food Safety Authority). Revised exposure assessment for steviol glycosides for the proposed uses as a food additive. *EFSA Journal*, 2011; 9(1): 1972.
- EFSA (European Food Safety Authority). Häufig gestellte Fragen zu Aspartam. <http://www.efsa.europa.eu/de/faqs/faqaspartame.htm> (Stand: 12.05.2011)
- ELMADFA I, EBERMANN R. Zuckeralkohole. In: *Lehrbuch der Lebensmittelchemie und Ernährung*. Springer Verlag, Wien, 2008; 28-30.
- ELMADFA I, FREISLING H, NOVAK V, HOFSTÄDTER D, et al. Österreichischer Ernährungsbericht 2008. 1. Auflage, Wien, März 2009.
- EUROPEAN COMMISSION. Novel Food- Introduction. (2011) http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/novelfood/index_en.htm (Stand: 12.05.2011)
- FLIEDNER I, WILHELMI F. Einführung in die Prüfverfahren. In: *Grundlagen und Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik*. Behr's Verlag, Hamburg, 1989; 105-151.
- FRANZ W. Sind Süßstoffe für Kinder schädlich? UGB-Forum. 2000; 2: 106. http://www.ugb.de/e_n_1_140105_n_n_n_n_n_n.html (Stand: 4.5.2011)
- FREDE W. Diätetische Lebensmittel für Diabetiker. In: *Handbuch für Lebensmittelchemiker*. Springer Verlag, Heidelberg, 2010; 799, 838-839.
- GARDNER E, RUXTON C, LEEDS A. Black tea-helpful or harmful? A review of the evidence. *European Journal of Clinical Nutrition*, 2007; 61(1): 3-18.
- GEERAERT B, CROMBÉ F, HULSMANN M, BENHABILÈS N, GEUNS J, HOLVOET P. Stevioside inhibits atherosclerosis by improving insulin signaling and antioxidant defense in obese insulin-resistant mice, *International Journal of Obesity*, 2010; 34 (3): 569-577.

- GERGERSEN S, JEPPESEN P, HOLST J, HERMANSEN K. Antihyperglycemic Effects of Stevioside in Type 2 Diabetic Subjects. *Metabolism*, 2004; 53(1): 73-76.
- JEPPESEN P, GREGERSEN S, HOLST J, HERMANSEN K. Antihyperglycemic effects of stevioside in type 2 diabetic subjects. *Metabolism*, 2004; 53: 73–76.
- HALLDORSSON T, STROM M, PETERSEN S, OLSEN S. Intake of artificially sweetened soft drinks and risk of preterm delivery: a prospective cohort study of 59,334 Danish pregnant women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 2010; 92(3):626-33.
- HANSEN H-J. Künftiger Einsatz von Steviolglykosiden: Ergebnisse einer Umfrage in der deutschen Getränkeindustrie. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 2010; 5: 237-239.
- HÄRTEL B, GRAUBAUM H-J, SCHNEIDER B. Einfluss von Süßstoff-Lösungen auf die Insulinsekretion und den Blutglucosespiegel. *Ernährungsumschau*, 1993; 40: 152-155.
- HIEN P, BÖHM B. Klassifikation, Inzidenz und Prävalenz verschiedener Diabetesformen. In: *Diabetes-Handbuch: Eine Anleitung für Praxis und Klinik*. 6. Auflage, Springer Medizin Verlag Heidelberg, 2010; 13ff.
- HSIEH M, CHAN P, SUE Y, LIU J, LIANG T, HUANG T, TOMLINSON B, SUM CHOW M, KAO P, CHEN Y. Efficiency and tolerability of oral stevioside in patients with mild essential hypertension: a two-year, randomized, placebo-controlled study. *Clinical Therapeutics*, 2003; 25: 2797–2808.
- IMKENBERG U, MAUCH T. Der Ceylon Tee Ratgeber. Hamburg, <http://www.ceylontee.org/> (Zugriff: 05.06.2011)
- JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). Steviol glycosides. In: *Safety Evaluation of Certain Food Additives*, 63rd Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Press, Geneva, Switzerland, WHO Food Additive, 2006; 54: 117–144, 638.
- JELLINEK G. Sensorische Lebensmittelprüfung. Siegfried Verlag Pattensen, 1981; 3, 6.
- KEAST R, BRESLIN P. An overview of binary taste-taste interactions. *Food Quality and Preference*, 2002; 14: 111-124.
- KIENLE U. Stevia rebaudiana. *Journal Culinaire*, 2007; 5:59-69.
- KIENLE U. Steviolglykosid – ein Süßstoff aus der Natur. <https://stevia.uni-hohenheim.de/> (13.05.2011)
- KIENLE U. Welches Stevia hätten Sie denn gerne? Anbau und Herstellung- Perspektiven weltweit. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 2010; 5: 241-250.
- LAWLESS H, HEYMANN H. Scaling. In: *Sensory Evaluation of Food, Principles and Practices*. Aspen Publishers, Gaithersburg, 1999; 208-264.
- LILL F, KÖHN E. Methoden, Anwendungen und Analysen. In: *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung* (Busch-Stockfisch M., Hrsg.). Behr's Verlag, Hamburg 2002, 14. Aktualisierungsauslieferung 10/06, Kapitel IV-2.2.
- LIPINSKI, R, SCHIWECK H. Sensorische Analyse von Lebensmitteln unter spezieller Berücksichtigung süßender Stoffe und Neue Süßstoffe In: *Handbuch Süßungsmittel: Eigenschaften und Anwendung*, Behr's Verlag, Hamburg, 1991.
- LOBNER K. Schulbuffets unter der Lupe. Erfassung des Speisen- und Getränkeangebots an niederösterreichischen Schulbuffets. Arbeiterkammer NÖ, 2009.
- MAKI K, CURRY L, REEVES M, TOTH P, MCKENNEY J, FARMER M, SCHWARTZ S, LUBIN B, BOILEAU A, DICKLIN M, CARAKOSTAS M, TARKA S. Chronic consumption of rebaudioside A, a steviol

glycoside, in men and women with type 2 diabetes mellitus. Food and Chemical Toxicology, 2008; 46; 47-53.

MARKETAGENT.COM. Ergebnisabriss: FMCG Marken Cockpit; Warengruppe Eistee. 2010
<http://www.marketagent.com/webfiles/pdf/studien/%7B8C2D0AF6-ABAC-498B-9107-250FEE0F9DC8%7D.PDF> (Stand: 03.06.2011)

MUKHTAR H, NIHAL A. Tea polyphenols: prevention of cancer and optimizing health. American Journal of Clinical Nutrition, 2000; 71:1698-1702.

MUND H. Grußwort zur Tagung „Stevia“. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2010; 5: 209-210.

O'BRIAN NABORS L. Multiple Ingredient Approach. In: Alternative Sweeteners. Marcel Dekker, New York, 3. Auflage, 2001; 463-498.

ÖGE (Österreichische Gesellschaft für Ernährung). Süßstoffe.
<http://www.oege.at/php/current/content.php?a=2458> (Stand:18.05.2011)

ÖSTERREICHISCHES LEBENSMITTELBUCH. Tee und Teeähnliche Erzeugnisse. In: Codexkapitel B 31. 4. Auflage. 2009. BMGFJ-75210.

PEZZUTO J, COMPADRE C, SWANSON S, NANAYAKKARA D, KINGHORN D. Metabolically activated steviol, the aglycone of stevioside, is mutagenic. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1985; 82: 2478-2482.

PRAKASH I, DUBOIS G E, CLOS J F, WILKENS K L, FOSDICK L E. Development of rebiana, a natural, non-caloric sweetener. Food and Chemical Toxicology, 2008; 46: 75-82.

In: PRAKASH, 2008: YOUNG N, WILKENS K. Study of descriptive analysis of rebaudioside A, aspartame and sucrose in water at room temperature, Unpublished results. The Coca-Cola Company, Atlanta, GA, USA. 2007.

PRICE J, BIAVA C, OSER B, VOGIN E, STEINFELD J, LEY H. Bladder tumors in the rats fed cyclohexylamine or high doses of a mixture of cyclamate and saccharin. Science, 1970; 167: 1131-1132.

RECH C. Flavourprofil eines mit Rebaudiosid A optimierten, zuckerreduzierten Zitronen- Erfrischungsgetränkes. Wien, Diplomarbeit (noch nicht veröffentlicht).

RICHTLINIE 2008/5/EG. Richtlinie 2008/5/EG über Angaben, die zusätzlich zu den in der Richtlinie 2000/13/EG des Europäischen Parlaments und des Rates aufgeführten Angaben auf dem Etikett bestimmter Lebensmittel vorgeschrieben sind. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 27. 2008.

RICHTLINIE 94/35/EG. Richtlinie 94/35/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Süßungsmittel, die in Lebensmitteln verwendet werden dürfen. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. L 237. 1994; 3.

ROBERTS A, RENWICK A. Comparative toxicokinetics and metabolism of rebaudioside A, stevioside and steviol in rats. Food and Chemical Toxicology, 2008; 46/7S: 31-39.

RUMMEL C. Deskriptive Prüfungen. In: Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung (Busch-Stockfisch M., Hrsg.). Behr's Verlag, Hamburg 2002, 14. Aktualisierungsauslieferung 10/06, Kapitel III-2.2.

SAß M. Anwendung von Stevia in Getränken- Herausforderungen und Lösungen. Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 2010; 5: 231-235.

SCHAUDER P, OLLENSCHLÄGER G, OTT K. Karies. In: Ernährungsmedizin: Prävention und Therapie. Elsevier GmbH, München. 3.Auflage, 2006; 1011-1015.

SCHÖFFL H. Zuckergehalt und künstliche Süsstoffe in Erfrischungsgetränken (Limonaden) und Eistees. Arbeiterkammer Wien, Konsumentenschutz, 2010.
http://www.arbeiterkammer.at/bilder/d70/TestErfrischungsgetraenke_September2010.pdf (Zugriff: 06.04.2011)

SCHRÖDER E. Die Wirkung von Coffein im Tee. Wissenschaftlicher Informationsdienst Tee, Deutsches Tee-Institut, Hamburg. 1999. <http://www.teeverband.de/texte/download/wit2-99-3.pdf> (Zugriff: 12.06.2011)

SCHUCHMANN P, SCHUCHMANN H. Chemische Lebensmittelkonservierung. In: Lebensmittelverfahrenstechnik: Rohstoffe, Prozesse, Produkte. Wiley- CVH Verlag, Weinheim, 2005; 87.

SOFFRITTI M, BELPOGGI F, MANSERVIGI M, TIBALDI E, LAURIOLA M, FALCIONI L, BUA L. Aspartame Administered in Feed, Beginning Prenatally Through Life Span, Induces Cancers of the Liver and Lung in Male Swiss Mice, American Journal of Industrial Medicine, 2010; 53: 1197-1206.

STATISTIK AUSTRIA, Gesundheitsbefragung 2006/07. Erstellt am: 18.07.2008.
www.statistik.at/web_de/static/body-mass-index_bmi_200607_032164.pdf (Stand 02.04.2011)

STONE H, SIDEL J, OLIVER S, WOOLSEY A, SINGLETON R. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. Food Technology 1974; 28: 24-34.

TOMBEK A. Special: Update Süßstoffe – Neues über Nutzen und Risiken. Ernährungsumschau. 2010; 4: 196.

TOYODA K, MATSUI H, SHODA T, UNEYAMA C, TAKADA K, TAKAHASHI M. Assessment of the carcinogenicity of stevioside in F344 rats. Food and Chemical Toxicology, 1997; 35: 597–603.

WEIHRAUCH M, DIEHL V. Artificial sweeteners—do they bear a carcinogenic risk? Annals of Oncology, 2004; 15: 1460–1465.

WKO (Wirtschaftskammer Österreich). Novel Food- “neuartige” Lebensmittel. 2009.
http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?angid=1&stid=154540&dstid=323&opennavid=18507 (Stand: 12.05.2011)

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity and overweight. Fact Sheet No. 311. Updated March 2011.
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html> (Stand: 02.07.2011)

10 Anhang

Ermittlung der optimalen Saccharose- und Zitronenkonzentrat-Zusammensetzung im Eistee, Just-About-Right-Skala, 38 Verkostungen (MW, +/- Sd)

	6% Saccharose 2% Zitronen- konzentrat	7% Saccharose 2% Zitronen- konzentrat	6% Saccharose 4% Zitronen- konzentrat	7% Saccharose 4% Zitronen- konzentrat	6% Saccharose 6% Zitronen- konzentrat	7% Saccharose 6% Zitronen- konzentrat	6% Saccharose 8% Zitronen- konzentrat	7% Saccharose 8% Zitronen- konzentrat
Süß- Empfindung	-0,5 +/- 1,5	-0,2 +/- 1,4	-0,92 +/- 1,0	0,14 +/- 1,2	-0,99 +/- 1,3	0,16 +/- 0,9	-0,68 +/- 1,6	0,26 +/- 1,8
Sauer- Empfindung	-1,26 +/- 1,6	-1,12 +/- 1,4	1,11 +/- 1,6	0,46 +/- 0,9	1,77 +/- 1,8	1,28 +/- 1,9	2,19 +/- 1,7	1,67 +/- 2,1

Ermittlung einer optimalen Zucker- Rebaudiosid A Mischung in einem Eistee-Zitrone , QDA, 34 Verkostungen (MW, +/-Sd)

	Geschmack			Flavour					
	süß	sauer	bitter	metallisch	künstliche Süße	Lakritzartig	zirtusartig	Schwarztee	Karamell
Referenz- getränk A 7% Sacch.	5,99 +/-0,9	3,32 +/-1,7	3,50 +/-1,7	0,95 +/-1,1	0,82 +/-1,8	0,69 +/-1,0	4,97 +/-1,4	6,09 +/-2,0	1,99 +/-1,2
Eistee B 5,6% Sacch. 0,007% RA	6,19 +/-1,6	3,12 +/-1,6	3,57 +/-1,6	1,46 +/-0,8	2,36 +/-1,7	1,51 +/-0,9	4,82 +/-1,1	5,80 +/-1,2	2,33 +/-1,8
Eistee C 4,2% Sacch. 0,014% RA	6,26 +/-1,9	3,22 +/-1,7	3,62 +/-1,6	1,48 +/-0,8	2,47 +/-1,4	1,58 +/-0,7	4,88 +/-1,3	5,88 +/-1,6	2,35 +/-1,7
Eistee D 2,8% Sacch. 0,021% RA	7,01 +/-1,8	3,19 +/-1,8	3,94 +/-1,8	2,89 +/-1,8	4,24 +/-2,1	2,68 +/-2,1	4,17 +/-1,4	5,60 +/-1,7	3,00 +/-1,9

	Mundgefühl			Nachgeschmack				Allgemeine Beurteilung
	Viskosität	erfrischend	adstringierend	süß	sauer	bitter	metallisch	
Referenz- getränk A 7% Sacch.	1,05 +/-0,8	6,61 +/-1,5	4,36 +/-2,3	3,05 +/-1,4	2,56 +/-1,6	2,84 +/-1,9	0,56 +/-0,7	6,76 +/-1,8
Eistee B 5,6% Sacch. 0,007% RA	1,19 +/-0,8	5,90 +/-1,4	4,74 +/-2,1	3,92 +/-1,4	2,29 +/-1,2	3,06 +/-1,6	1,31 +/-0,9	6,19 +/-1,2
Eistee C 4,2% Sacch. 0,014% RA	1,18 +/-0,8	6,01 +/-1,2	4,65 +/-2,1	4,06 +/-1,6	2,46 +/-0,9	3,29 +/-1,8	1,39 +/-0,7	6,20 +/-0,6
Eistee D 2,8% Sacch. 0,021% RA	1,28 +/-0,8	4,78 +/-1,7	5,76 +/-2,5	4,84 +/-2,1	2,39 +/-1,3	3,49 +/-1,8	2,70 +/-1,8	4,47 +/-1,4

Einzelergebnisse, Rangsumme und Mittlerer Rang der Rangordnungsprüfung

	A	B	C		A	B	C		A	B	C
Panelist 1	1	2	3	Panelist 43	2	3	1	Panelist 76	3	1	2
Panelist 2	1	2	3	Panelist 44	3	2	1	Panelist 77	3	1	2
Panelist 3	3	1	2	Panelist 45	2	3	1	Panelist 78	3	1	2
Panelist 4	1	3	2	Panelist 46	1	3	2	Panelist 79	3	1	2
Panelist 5	3	2	1	Panelist 47	1	3	2	Panelist 80	3	2	1
Panelist 6	1	3	2	Panelist 48	1	2	3	Panelist 81	2	1	3
Panelist 7	3	1	2	Panelist 49	3	2	1	Panelist 82	1	3	2
Panelist 8	3	1	2	Panelist 50	1	2	3	Panelist 83	2	3	1
Panelist 9	1	3	2	Panelist 51	3	2	1	Panelist 84	2	3	1
Panelist 10	2	3	1	Panelist 52	2	3	1	Panelist 85	3	1	2
Panelist 11	3	1	2	Panelist 53	2	1	3	Panelist 86	2	1	3
Panelist 12	2	3	1	Panelist 54	1	2	3	Panelist 87	2	1	3
Panelist 13	3	2	1	Panelist 55	3	1	2	Panelist 88	2	1	3
Panelist 14	1	2	3	Panelist 56	2	1	3	Panelist 89	1	2	3
Panelist 15	1	2	3	Panelist 57	2	3	1	Panelist 90	1	2	3
Panelist 16	3	1	2	Panelist 58	2	3	1	Panelist 91	2	1	3
Panelist 17	3	1	2	Panelist 59	3	1	2	Panelist 92	1	3	2
Panelist 18	1	2	3	Panelist 60	3	1	2	Panelist 93	2	3	1
Panelist 19	2	3	1	Panelist 61	1	2	3	Panelist 94	2	1	3
Panelist 20	3	2	1	Panelist 62	1	2	3	Panelist 95	2	1	3
Panelist 21	2	1	3	Panelist 63	1	3	2	Panelist 96	1	2	3
Panelist 22	2	3	1	Panelist 64	3	1	2	Panelist 97	2	3	1
Panelist 23	3	2	1	Panelist 65	3	1	2	Panelist 98	1	2	3
Panelist 24	1	2	3	Panelist 66	2	1	3	Panelist 99	1	2	3
Panelist 25	2	3	1	Panelist 67	2	3	1	Panelist 100	3	2	1
Panelist 26	2	3	1	Panelist 68	1	3	2	Panelist 101	2	1	3
Panelist 27	1	3	2	Panelist 69	3	1	2	Panelist 102	1	2	3
Panelist 28	2	3	1	Panelist 70	3	2	1	Panelist 103	2	1	3
Panelist 29	1	2	3	Panelist 71	2	1	3	Panelist 104	2	1	3
Panelist 30	2	3	1	Panelist 72	1	3	2	Panelist 105	3	2	1
Panelist 31	2	1	3	Panelist 73	3	2	1	Panelist 106	2	1	3
Panelist 32	1	2	3	Panelist 74	2	1	3	Panelist 107	3	1	2
Panelist 33	1	2	3	Panelist 75	1	2	3	Panelist 108	3	1	2
Panelist 34	3	1	2								
Panelist 35	1	3	2								
Panelist 36	1	3	2								
Panelist 37	1	2	3								
Panelist 38	1	2	3								
Panelist 39	3	2	1								
Panelist 40	3	2	1								
Panelist 41	2	1	3								
Panelist 42	1	2	3								

Eistee	Rangsumme	Mittlerer Rang	Entschlüsselung
A = 7% Sacch	213	1,97	2
B = 5,6% Sacch./ 0,007% RA	208	1,93	1
C = 4,2% Sacch./ 0,0014% RA	227	2,10	3

**Ergebnisse der Akzeptanzprüfung des optimierten Eistee- Getränks
(Anzahl der Nennungen und %-Anteil)**

Skalenwert	Bedeutung	Anzahl der Nennungen	%-Anteil	Bereich	Anzahl der Nennungen	%-Anteil
1	Mag ich überhaupt nicht	1	0,8%	1-4: nicht beliebt	12	10%
2	Mag ich sehr wenig	4	3,3%			
3	Mag ich wenig	3	2,5%			
4	Mag ich nicht besonders	4	3,3%			
5	Mag ich weder/noch	9	7,5%	5: neutral	8	7,5%
6	Mag ich etwas	28	23,3%	6-9: beliebt	99	82,5%
7	Mag ich gern	43	35,8%			
8	Mag ich sehr gern	23	19,2%			
9	Mag ich besonders gern	5	4,2%			
Summe		120	100%	Summe	120	100%
Mittlere Akzeptanz		6,5				

**Ergebnisse der Akzeptanzprüfung des optimierten Zitronengetränks
(Anzahl der Nennungen und %-Anteil)**

Skalenwert	Bedeutung	Anzahl der Nennungen	%-Anteil	Bereich	Anzahl der Nennungen	%-Anteil
1	Mag ich überhaupt nicht	2	1,8%	1-4: nicht beliebt	34	30,4%
2	Mag ich sehr wenig	3	2,7%			
3	Mag ich wenig	15	13,4%			
4	Mag ich nicht besonders	14	12,5%			
5	Mag ich weder/noch	8	7,1%	5: neutral	8	7,1%
6	Mag ich etwas	15	13,4%	6-9: beliebt	70	62,5%
7	Mag ich gern	36	32,1%			
8	Mag ich sehr gern	13	11,6%			
9	Mag ich besonders gern	6	5,4%			
Summe		112	100%	Summe	112	100%
Mittlere Akzeptanz		5,8				

11 Curriculum vitae

Annika Ipsen

Persönliche Informationen

- Geburtsdatum 27.08.1985
- Geburtsort 30989 Gehrden, Deutschland
- Staatsbürgerschaft deutsch

Berufliche Tätigkeiten

- 04.07.-23.09.2011 **Arotop Food & Environment GmbH**, Mainz
Praktikum: Bereich Marktforschung/ Sensorik
- 2010 – 2011 **Universität Wien**: Tutor bei der Lehrveranstaltung
„Sensorische Analyse von Lebensmitteln“
- 2010 – 2011 **Institut für Ernährungswissenschaften**
Universität Wien: Mitglied des deskriptiven
sensorischen Panels
- 01.07.-30.09.2008 **HIESTAND Deutschland GmbH**, Gerolzhofen
Praktikum: Bereich Qualitätsmanagement/ -sicherung
- 01.07.-31.08.2005 **Robert-Koch-Krankenhaus** Gehrden
Praktikum: Bereich Großküche inkl. Diätküche

Ausbildung

- 2005 – 2011 **Universität Wien**
Studium der Ernährungswissenschaften
Wahlschwerpunkt: Psychologie der Ernährung/
Ernährungsberatung
- 2003 – 2005 **Integrierte Gesamtschule Mühlenberg**
Abschluss: Abitur (Note: 2,7)
- 2002 – 2003 **Millard West High School**, Omaha/Nebraska, USA
Abschluss: High School Diploma
- 1998 – 2002 **Matthias-Claudius-Gymnasium Gehrden**
- 1996 – 1998 **Burgbergschule Gehrden**
- 1992 – 1996 **Grundschule Gehrden**

Annika Ipsen