



universität
wien

DIPLOMARBEIT

ANTIOXIDATIVE WIRKUNG

von

ROTER BEETE

(PRODUKTVERGLEICH)

angestrebter akademischer Grad

Magister/Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin / Verfasser:	Birgit Sommer
Matrikel-Nummer:	0400984
Studienrichtung (lt. Studienblatt):	A 474
Betreuerin / Betreuer:	Ao. Univ.- Prof. Dr. Dorota Majchrzak

Wien, im August 2008

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen herzlich bedanken, die am Entstehungsprozess dieser Arbeit beteiligt waren:

Herrn Univ.-Prof. Dr. Ibrahim Elmadfa danke ich für die Überlassung des Themas und die Möglichkeit, diese Arbeit am Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien durchführen zu können.

Mein besonderer Dank gilt Frau Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak für die exzellente, fachliche und aufopferungsvolle Betreuung, die endlose Geduld und die permanente Bereitschaft für Fragen während der Arbeit im Labor und des Verfassens dieser Arbeit.

Weiters gilt mein Dank allen Mitarbeitern des Instituts für Ernährungswissenschaften für die Unterstützung und Hilfestellungen während der Arbeit im Labor.

Bedanken möchte ich mich auch bei allen freiwilligen Teilnehmern der sensorischen Prüfungen, ohne welche wesentliche Ergebnisse dieser Arbeit nicht zustande gekommen wären.

Mein Dank gehört auch Hr. Dipl. Ing. Joachim Massani und Frau Margit Staudacher, welche mich im Rahmen meiner Arbeit neben dem Studium immer sehr nett unterstützen.

Ganz herzlich möchte ich mich bei meiner Familie, insbesondere bei meinen Eltern für die bedingungslose, finanzielle Unterstützung während meines ganzen Studiums, ihren Rückhalt in der Familie, sowie für ihre seelische Unterstützung bei allen Höhen und Tiefen im Studium und vor allem während meiner Diplomarbeit bedanken.

Meinen Großeltern und meinem Opa danke ich ebenfalls ganz herzlich für ihre finanzielle Unterstützung. Meinem Opa danke ich weiters ganz herzlich für sein Interesse an meinem Studium sowie dem Lesen meiner Diplomarbeit.

Bedanken möchte ich mich auch bei meinen Freundinnen, die während des ganzen Studiums eine große seelische Unterstützung waren und für alle Situationen Verständnis und Rat hatten.

Mein herzlichster Dank gilt meinem Freund Richard, der mich während meines ganzen Studiums mit Wissen und Erfahrung, seelischer Unterstützung und seinem Humor begleitet und mich nie im Stich gelassen hat. Ohne sein ausgeglichenes, ruhiges Gemüt und seine „rund um die Uhr“ Hilfe wäre so mancher kleiner Stein in meinem Studium eine große Hürde geworden. Auch für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung meiner Ergebnisse möchte ich mich ganz herzlich bei ihm bedanken.

Zuletzt möchte ich mich noch bei Familie Nolz bedanken, welche mich ebenfalls während meines Studiums mit Rat und Tat unterstützt haben.

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	I
INHALTSVERZEICHNIS	I – IV
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	V - VI
TABELLENVERZEICHNIS	VII
1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
2. LITERATURÜBERSICHT	3
2.1. Rote Beete roh, Inhaltsstoffe	3
2.1.1. Chemische Zusammensetzung	3
2.1.2. Vitamingehalte	4
2.1.3. Mineralstoffgehalte	5
2.1.4. Essentielle Aminosäuren	7
2.1.5. Nitratgehalte	8
2.1.6. Säuregehalte	8
2.1.7. Aromastoffe	8
2.2. Phenolische Substanzen in Roter Beete	9
2.2.1. Phenole, allgemein	9
2.2.1.1. Komplexe Phenole, allgemein	10
2.2.1.2. Alkaloide, allgemein	12
2.2.2. Phenole in Roter Beete	12
2.2.2.1. Einfache Phenole in Roter Beete	13
2.2.2.2. Komplexe Phenole in Roter Beete	13
2.2.2.3. Alkaloide in Roter Beete	14
2.2.2.3.1. Betalaine	14

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	II
2.3. Nichtphenolische Substanzen in Roter Beete	16
2.3.1. Proteinogene Aminosäuren	16
2.3.1.1. L-Tryptophan	16
2.3.2. Natürliche Östrogene	16
2.3.2.1. SECO – Secoisolariciresinol	16
2.4. Rote Beete, Ernte- und Lagerbedingungen	18
2.5. Physiologische Bedeutung der phenolischen Inhaltsstoffe in Roter Beete	19
2.5.1. Metabolismus phenolischer Substanzen, allgemein	19
2.5.2. Physiologische Rolle phenolischer Substanzen, allgemein	20
2.5.2.1. Physiologische Rolle komplexer Phenole	21
2.5.2.2. Physiologische Rolle von Alkaloiden	22
2.6. Gemüsesäfte	22
2.6.1. Definition und Erzeugung	22
2.6.2. Inhaltsstoffe	23
2.6.3. Rote Beete Saft	24
2.6.3.1. Saftproduktion	24
2.6.3.2. Haltbarmachungsmethoden, konventionell	25
2.6.3.1.1. Pasteurisation	25
2.6.3.1.2. Sterilisation	25
2.6.3.3. Chemische Zusammensetzung, Rote Beete Saft, konventionell	26
2.6.3.4. Haltbarmachungsmethoden, biologisch	26
2.6.3.4.1. Milchsäure Vergärung	26
2.6.3.4.1.1. Chemische Zusammensetzung, Rote Beete Saft, milchsauer vergoren	27
2.6.3.4.1.2. Ernährungsphysiologische Qualität von milchsauer vergorenen Rote Beete Säften	27

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	IV
4.1.6.1. Rote Beete Rohsalate	54
4.1.6.2. Rote Beete Salate in Scheiben	56
4.1.6.3. Rote Beete Salate in Streifen	58
4.1.7. Rote Beete roh; Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und Rote Beete Salate im Vergleich	59
4.2. Sensorische Analyse	63
4.2.1. Paarweise Vergleichsprüfung nach Beliebtheit – Hochpreisig vs. Niederpreisig	63
4.2.2. Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit – Biologisch vs. Konventionell	64
4.2.3. Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit – Vergleich der Rote Beete- und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil unter Berücksichtigung der herstellenden Firmen	65
5. SCHLUSSBETRACHTUNG	66
6. ZUSAMMENFASSUNG	69
7. SUMMARY	70
8. LITERATURVERZEICHNIS	71
9. ANHANG	a - h

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Zusammensetzung von Roter Beete roh.....	3
Abb. 2: Vitamingehalte in Roter Beete (Vitamin C, Vitamin A, Folsäure).....	4
Abb. 3: Vitamingehalte in Roter Beete (Riboflavin, Thiamin, Pyridoxin, Pantothensäure, Niacin).....	5
Abb. 4: Mineralstoffgehalte in Roter Beete (Calcium, Magnesium, Phosphor, Natrium, Kalium).....	6
Abb. 5: Mineralstoffgehalte in Roter Beete (Kupfer, Mangan, Zink, Eisen).....	6
Abb. 6: Essentielle Aminosäuren in Roter Beete.....	7
Abb. 7: Grundstruktur von Geosmin.....	8
Abb. 8: Bildung von Flavanon über den Shikimsäureweg.....	11
Abb. 9: Grundstruktur von Pyrrol.....	12
Abb. 10: Grundstruktur von Piperidin.....	12
Abb. 11: Die Biosynthese von Betalain.....	14
Abb. 12: Grundstruktur von Betanin.....	15
Abb. 13: Grundstruktur von Indicaxanthin.....	15
Abb. 14: Grundstruktur von Vulgaxanthin.....	15
Abb. 15: Grundstruktur von L-Tryptophan.....	16
Abb. 16: Grundstruktur von SECO- Secoisolariciresinol.....	17
Abb. 17: SECO-Gehalt in verschiedenen Gemüsesorten.....	17
Abb. 18: Fließschema der Rote Beete Safftherstellung.....	24
Abb. 19: Chemische Zusammensetzung von Rote Beete Saft.....	26

Abb. 20: Chemische Zusammensetzung von milchsauer fermentiertem Rote Beete Saft.....	27
Abb. 21: Eichgerade zur Ermittlung der Phenolgehalte.....	35
Abb. 22: Eichgerade zur Ermittlung der TAC - Werte.....	39
Abb. 23: TAC und Phenolgehalte Rote Beete Säfte pur, konventionell (MW \pm sd).....	42
Abb. 24: TAC und Phenolgehalte Rote Beete Säfte pur, biologisch (MW \pm sd).....	44
Abb. 25: Vergleich der Rote Beete Säfte pur konventionell und biologisch (MW \pm sd).....	45
Abb. 26: TAC und Phenolgehalte Gemüsesäfte, konventionell (MW \pm sd).....	46
Abb. 27: TAC und Phenolgehalte Gemüsesäfte, biologisch (MW \pm sd).....	48
Abb. 28: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete Säften und Gemüsesäften mit Rote Beete Anteil (MW \pm sd).....	51
Abb. 29: Korrelation zwischen totaler antioxidativer Kapazität und Phenolgehalt in Rote Beete- und Gemüsesäften.....	52
Abb. 30: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete roh (MW \pm sd).....	53
Abb. 31: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert (MW \pm sd).....	54
Abb. 32: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete Rohsalat (MW \pm sd).....	55
Abb. 33: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete Salat in Scheiben (MW \pm sd).....	57
Abb. 34: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete Salat in Streifen (MW \pm sd).....	59
Abb. 35: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete roh, Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und Rote Beete Salaten (MW \pm sd).....	61

Abb. 36: Korrelation zwischen totaler antioxidativer Kapazität und Phenolgehalt in Roter Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und Rote Beete Salaten.....	62
Abb. 37: Korrelation zwischen totaler antioxidativer Kapazität und Phenolgehalt in Rote Beete Säften- und Salaten.....	62
Abb. 38: Paarweise Vergleichsprüfung der puren Rote Beete Säfte nach Beliebtheit unter Berücksichtigung des Preises, Hochpreisig vs. Niedrigpreisig.....	63
Abb. 39: Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit unter Berücksichtigung des Preises, Biologisch vs. Konventionell.....	64
Abb. 40: Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit unter Berücksichtigung des Preises und der herstellenden Firma, Rote Beete- und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil.....	65

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Klassifikation der Phenole allgemein.....	9
Tab. 2: Klassifikation der Flavonoide allgemein.....	10
Tab. 3: Klassifikation der Alkaloide allgemein.....	12
Tab. 4: Klassifikation der Phenole in Roter Beete.....	13
Tab. 5: Klassifikation der Flavonoide in Roter Beete.....	14
Tab. 6: Mineralstoffgehalte in fermentiertem Rote Beete Saft.....	28
Tab. 7: Vitamin- und Pigmentgehalte von fermentiertem Rote Beete Saft.....	28
Tab. 8: Rote Beete Säfte und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil.....	29
Tab. 9: Rote Beete Salate.....	31
Tab. 10: TAC und Phenolgehalte, sowie pH-Wert von Rote Beete- und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil.....	a , Anhang
Tab. 11: TAC und Phenolgehalte, sowie pH-Wert von Roter Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und Rote Beete Salaten.....	b, Anhang
Tab. 12 - 28: Unterschiede der totalen antioxidativen Kapazität und des Gesamtphenolgehaltes in den Produkten aus Roter Beete.....	c-h, Anhang

1. Einleitung und Fragestellung

Zahlreiche Studien konnten bereits belegen, dass Antioxidantien, welche in großen Mengen in Obst und Gemüse vorhanden sind Schutzfunktionen gegenüber chronischen Krankheiten haben. Protektive Wirkung wurde vor allem im Zusammenhang mit Krebs, kardiovaskulären Erkrankungen, Katarakt und Immundysfunktion belegt [AMES, SHIGENAGA und HAGEN, 1993; BLOCK, PATTERSON, & SUBAR, 1992; VINSON, et al., 1995]. Als Antioxidantien gelten einige Vitamine, wie z.B. Vitamin C und E, aber auch viele Substanzen der sekundären Pflanzeninhaltsstoffe wie z.B. phenolische Verbindungen, isoprenoide Verbindungen, Alkaloide und Aminosäuren. Pflanzen nutzen sekundäre Pflanzenstoffe zur Abwehr von Pathogenen und Herbivoren, zum Schutz vor UV-Strahlung, zur Anlockung von Bestäubern und Samenverbreitern, als Verdunstungsschutz und zur mechanischen Festigung. Viele sekundäre Pflanzenstoffe besitzen bioaktive Mechanismen für eine effektive Bindung von reaktiven oxygenen Substanzen (ROS) und reduzieren die Zellproliferation in Krebszelllinien [KAMPA et al., 2000].

In Österreich zählt Rote Beete neben Karotten, Kartoffeln und Kürbis zu den wesentlichsten Polyphenollieferanten und neben Phenolen, zu welchen auch die Flavonoide gehören, enthält sie große Mengen an Alkaloiden wie Betacyanin, Betaxanthin, sowie die Aminosäure L-Tryptophan [KUJALA, et al., 2002] und wurde bezüglich der antioxidativen Kapazität unter die 10 wichtigsten Gemüsearten rankiert [VINSON et al., 1998]. Der wissenschaftliche Name der Roten Beete lautet *Beta vulgaris L. var. Rubra L.*, sie gehört zu den Gänsefußgewächsen und zur Familie der *Chenopodiaceae*. Diese zweijährige Pflanze, welche mildes Klima bevorzugt und in Österreich von Juni bis Dezember Saison hat [LUH und WOODROOF, 1988], findet in Österreich hauptsächlich in Form von Salaten und Gemüsesäften Verwendung. Getrocknete Rote Beeten werden vereinzelt als Streifen, Scheiben und Würfel angeboten und für Suppen und Saucen verwendet.

Extrakte aus Roter Beete, wie z.B. Betanin, werden als natürliches Färbemittel für Speiseeis und Nudeln verwendet. Aufgrund der zahlreichen gesundheitsfördernden Wirkstoffe ist ersichtlich, dass Rote Beete in bestimmten Mengen verzehrt, einen wesentlichen Beitrag zur Gesundheitsförderung des Menschen leisten könnte.

Aufgrund einer Produktionsmenge von 6776 Tonnen im Jahr 1996 [Gemüse- und Obsternte 1996, ÖSTAT - ISIS-Datenbank], liegt die Ernte von Roter Beete etwa im Bereich von Kohl, Paprika, Spinat. Die durchschnittlichen Verzehrsmengen von Roter Beete verarbeitet betragen in Österreich im Zeitraum 2004/2005 1,2 kg/proKopf/Jahr [LEBENSMITTELBERICHT, 2006].

Aufgrund der großen Produktpalette stellte sich die Frage, inwieweit die antioxidative Wirkung durch die unterschiedlichen Zubereitungsmethoden verändert wird. Ein Produktvergleich in vorliegender Arbeit sollte dazu dienen, neue Erkenntnisse über die totale antioxidative Kapazität (TAC), sowie den Gesamtphenolgehalt (PhG) von Rote Beete Säften, Gemüsesäften mit Rote Beete Anteil und Rote Beete Salaten zu gewinnen. Um festzustellen, welche Rote Beete Produkte von den Konsumenten bevorzugt werden, wurden im Rahmen der sensorischen Analyse auch hedonische Prüfungen durchgeführt.

2. Literaturübersicht

2.1. Rote Beete roh, Inhaltsstoffe

2.1.1. Chemische Zusammensetzung

Rote Beete roh besteht mit 87,93 % zum überwiegenden Teil aus Wasser. Weiters enthält sie 8,17 % Kohlenhydrate, 1,58 % Rohprotein, 0,12 % Rohfett, 1,15 % Rohfaser und 1,05 % Asche (Abb. 1).

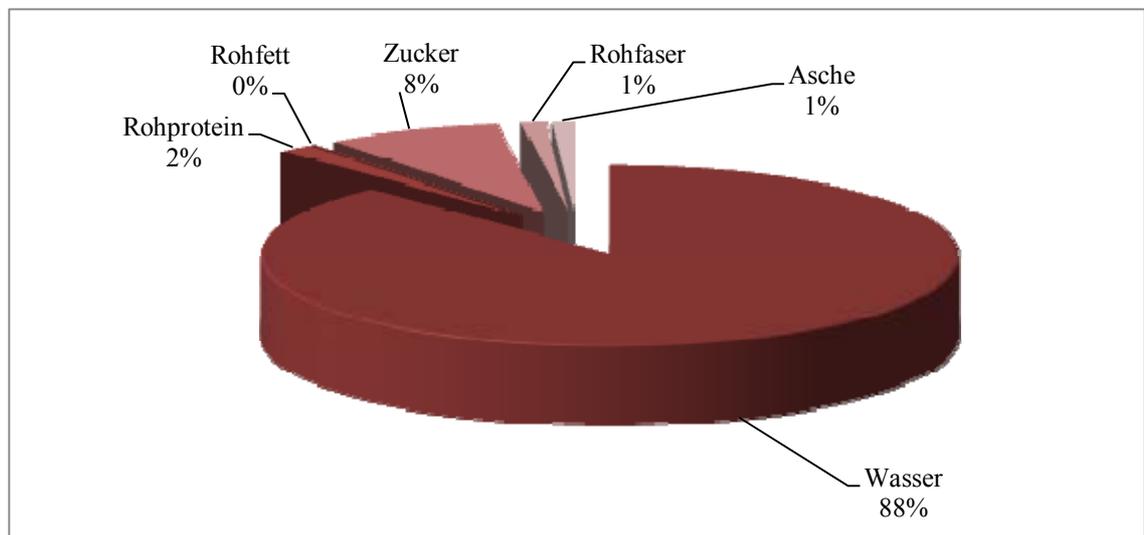


Abb. 1: Zusammensetzung von Roter Beete roh [HERBACH et al., 2004]

Unter den Kohlenhydraten in Roter Beete ist hauptsächlich Saccharose mit einem Gehalt von 7 bis 8 % des essbaren Anteils vorhanden. Glucose mit 0,27 % und Fructose mit 0,25 % liegen in sehr geringen Konzentrationen vor. Der Zuckeralkohol Mannit wurde von WASSERHÜTTL et al., [1973] mit 192 mg/100 g beschrieben. Der Anteil komplexer Kohlenhydrate ist eher gering und beträgt im Durchschnitt zwischen 2 bis 2,5 %. Bei einem mittleren Ballaststoffgehalt von 2,53 % wurden mittels AOAC-Methode 0,80 % Cellulose ermittelt [ROOS et al., 1968].

2.1.2. Vitamingehalte

Ernährungsphysiologisch sehr wertvoll ist Rote Beete vor allem aufgrund der hohen Vitamin- (Abb. 2, 3) und Mineralstoffgehalte (Abb. 4, 5).

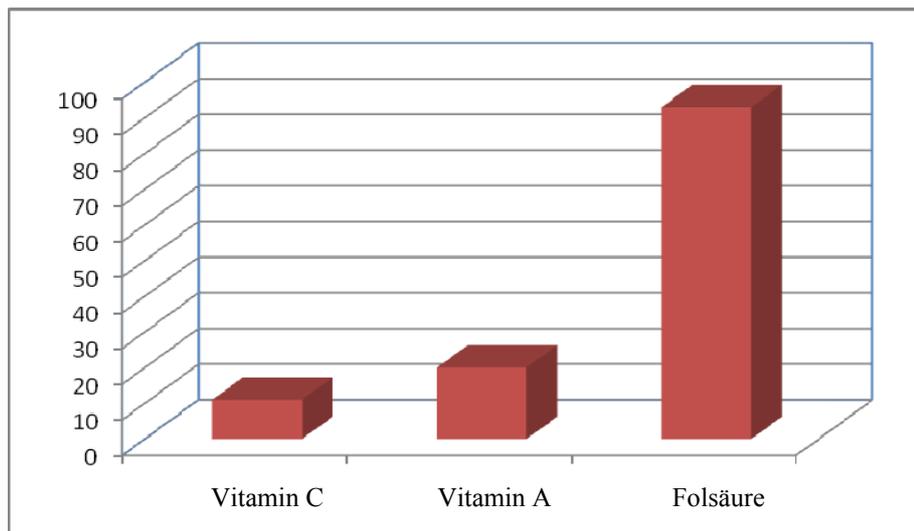


Abb. 2: Gehalt an Vitamin C (mg/100 g), Vitamin A (IU) und Folsäure ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) in Roter Beete [HERBACH et al., 2004]

Bei den Vitamingehalten (Abb. 2) ist ersichtlich, dass die durchschnittlichen Mengen in Roter Beete für Vitamin C zwischen 11-25 mg/100 g Frischgewicht liegen. Verglichen mit dem durchschnittlichen Vitamin-C-Gehalt eines rohen, ungeschälten Apfels mit 12 mg/100 g [ELMADFA et al., 2004] kann Rote Beete durchaus als vergleichbare Vitamin C Quelle betrachtet werden.

Rote Beete kann mit einem Gehalt von 93 - 165 μg Folsäure / 100 g Frischgewicht [ROOS et al., 1968; BÖTTCHER und BELKER, 1965] unter Berücksichtigung der empfohlenen Aufnahmemenge von 400 μg pro Person und Tag auch als bedeutender Folsäurelieferant angesehen werden. Die Gehalte an Folsäure sind je nach Entwicklungsstadium der Pflanze unterschiedlich, reich an Folsäure sind allerdings mit Sicherheit Blätter und Knolle der Roten Beete [ROOS et al., 1968]. Bekannt ist, dass Folsäuregehalte abhängig von photosynthetischer Aktivität sind [COSSINS und SHAH,

1972] und dass Austriebsgewebe eine bessere Quelle für Folsäure darstellt, als Wurzelgewebe [LIN, LUH und SCHWEIGERT, 1975].

Der Vitamin-A-Gehalt liegt in Roter Beete im Durchschnitt bei 20 IU.

Die weiteren Vitamingehalte liegen für Riboflavin bei 0,02 mg/100 g, für Thiamin und Pyridoxin bei 0,05 mg/100 g, für Pantothensäure bei 0,15 mg/100 g und für Niacin bei 0,4 mg/100 g Frischgewicht (Abb. 3).

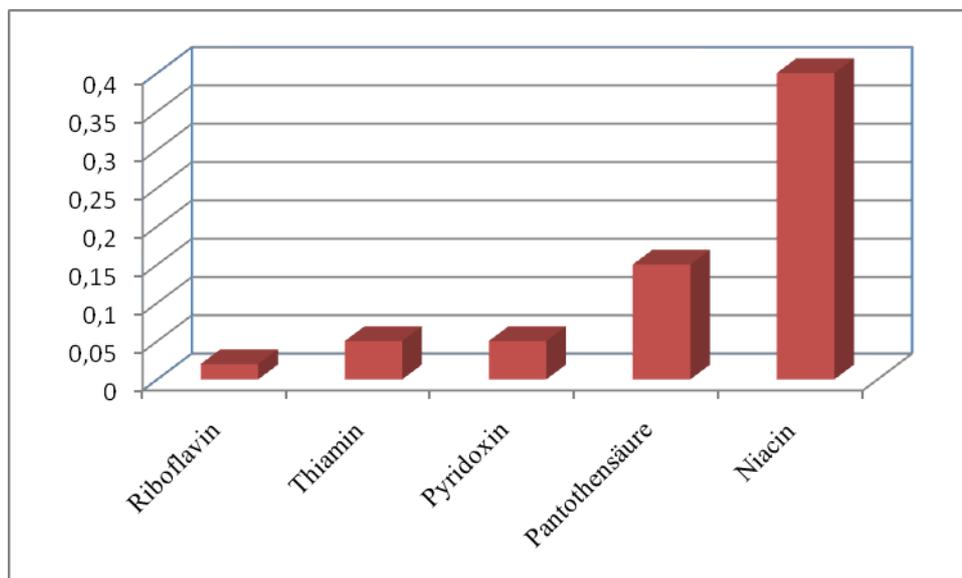


Abb. 3: Gehalte an B - Vitaminen in Roter Beete (mg/100 g) [HERBACH et al., 2004 und BÖTTCHER, 1986]

2.1.3. Mineralstoffgehalte

Unter den Mineralstoffen ist Kalium mit einem Gehalt von 324 mg/100 g dominierend gefolgt von Natrium mit 72 mg/100 g, Phosphor mit 48 mg/100 g, Magnesium mit 21 mg/100 g und Calcium mit 16 mg/100 g Frischgewicht (Abb. 4).

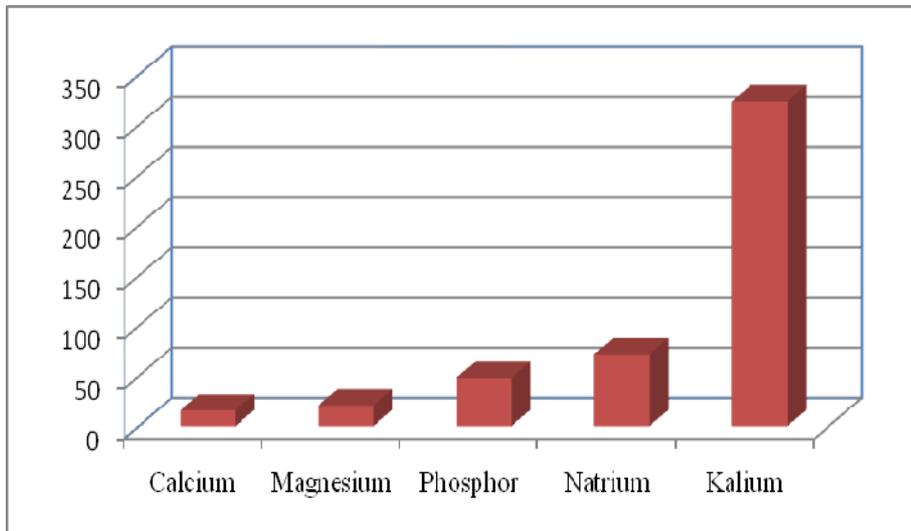


Abb. 4: Gehalte an ausgewählten Mineralstoffen in Roter Beete (mg/100 g) [HERBACH et al., 2004]

Die weiteren Mineralstoffgehalte liegen für Eisen bei 0,9 mg/100 g, für Zink bei 0,37 mg/100 g, für Mangan bei 0,35 mg/100 g und für Kupfer bei 0,08 mg/100 g Frischgewicht (Abb. 5).

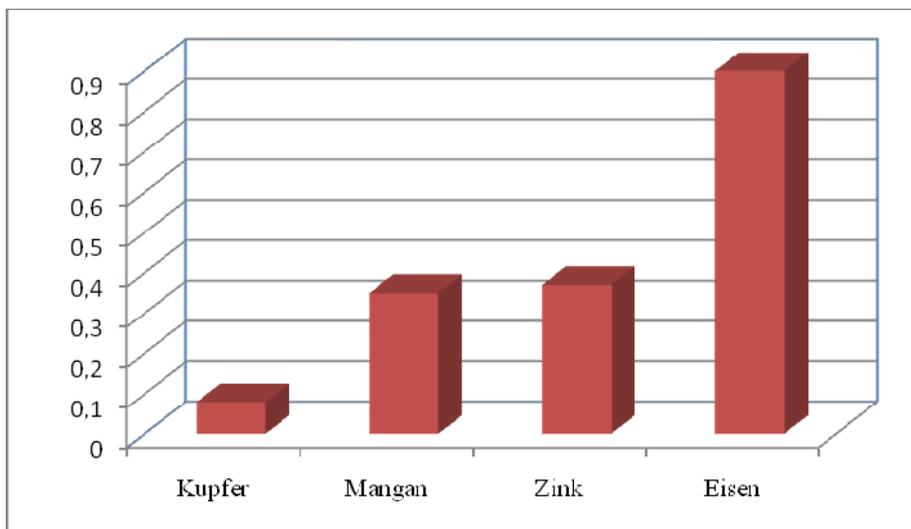


Abb. 5: Gehalte an ausgewählten Mineralstoffen in Roter Beete (mg/100 g) [HERBACH et al., 2004]

Es konnte beobachtet werden, dass die Wasser- und Mineralstoffgehalte in verschiedenen Sorten der Roter Beete sehr unterschiedlich sein können. In 3 aufeinanderfolgenden Anbaujahren wurden in 4 verschiedenen Anbaugebieten Polens in Roter Beete Wassergehalte von 85,85 % (Streubreite: 80,86 - 90,48), Aschegehalte von 0,996 g/100 g (Streubreite: 0,672 - 1,272), Kaliumgehalte von 397 mg/100 g (Streubreite: 223 - 612), Natriumgehalte von 82,5 mg/100 g (Streubreite: 28 - 212), Calciumgehalte von 25,6 mg/100 g (Streubreite: 11,5 - 91,8), Magnesiumgehalte von 26,6 mg/100 g (Streubreite: 17,0 - 37,3), Phosphorgehalte von 53,1 mg/100 g (Streubreite: 22,8 - 79,9), Eisengehalte von 1,17 mg/100 g (Streubreite: 0,566 - 2,34), Zinkgehalte von 0,655 mg/100 g (Streubreite: 0,342 - 1,842), Kupfergehalte von 0,115 mg/100 g (Streubreite: 0,035 - 0,232) und Mangangehalte von 0,502 mg /100 g Frischgewicht (Streubreite: 0,085 - 1,980) ermittelt [BARTNIK, 1977].

2.1.4. Essentielle Aminosäuren

Die Gehalte an essentiellen Aminosäuren in Roter Beete betragen 77 mg Phenylalanin / 100 g, 63 mg Leucin / 100 g, 53 mg Lysin / 100 g, 52 mg Valin / 100 g, 44 mg Isoleucin und Threonin / 100 g, sowie 17 mg Tryptophan / 100 g Frischgewicht (Abb. 6).

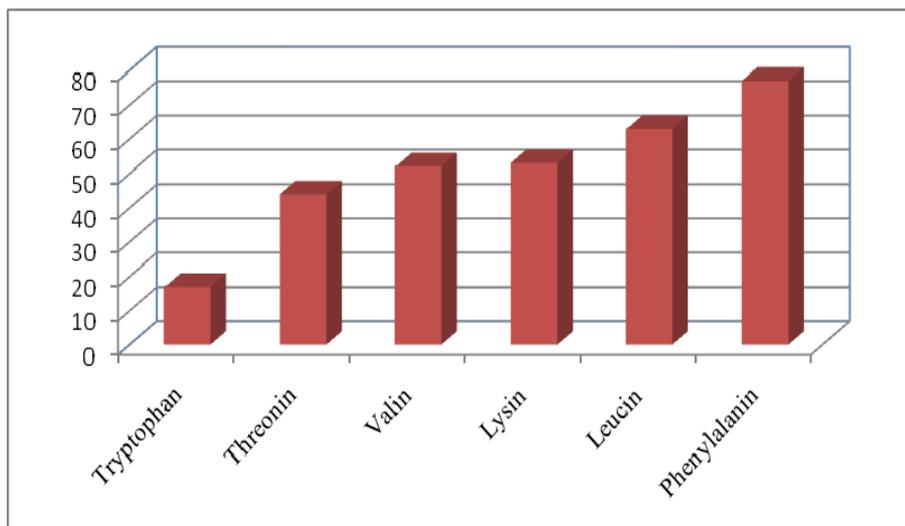


Abb. 6: Gehalte an essentiellen Aminosäuren in Roter Beete (mg/100 g) [HERBACH et al., 2004]

2.1.5. Nitratgehalte

Rote Beete zählt zu den nitratspeichernden Gemüsesorten. Für Rote Beete im Freiland angebaut wurden Durchschnittswerte von 195 mg/100 g essbarer Anteil ermittelt und für Rote Beete aus biologischem Anbau 158 mg/100 g essbarer Anteil [RAUTER und WOLKERSTORFER, 1982].

2.1.6. Säuregehalte

Unter den Säuren dominiert in Roter Beete die Zitronensäure, wodurch sich Rote Beete wesentlich von anderen Gemüsesorten unterscheidet. Weiters sind im Durchschnitt 19 mg Apfelsäure / 100 g, 1-7 mg Bernsteinsäure / 100 g und 2-4 mg Fumarsäure / 100 g Frischgewicht enthalten [RUHL und HERRMANN, 1985]. Oxalsäure liegt in Konzentrationen von durchschnittlich 74,9 mg/100 g Frischgewicht vor.

2.1.7. Aromastoffe

Zu den in Roter Beete ermittelten Aromastoffen zählen neben Alkoholen und Aldehyden hauptsächlich 4-Methylpyridin (54,4 %), Pyridin (5,6 %), Dimethylsulfid (1,5 %), Geosmin (0,3%) und 3-sec-Butyl-2-methoxypyrazin (0,16 %).

Unter diesen aromawirksamen Komponenten ist vor allem Geosmin ((E)-1,10-Dimethyl-(E)-9-decalol) (Abb. 7) hervorzuheben, welche für den charakteristischen, „erdigen“ Geruch der Roten Beete verantwortlich ist. In 3 untersuchten Säften waren je 6,78; 7,18 und 16,25 µg Geosmin/l enthalten [TYLER et al., 1978].

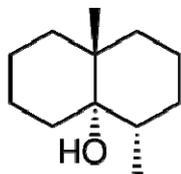


Abb. 7: Grundstruktur von Geosmin

Eine starke Korrelation ($r = 0,566$) zwischen den Konzentrationen von 4-Methylpyridin bzw. Pyridin mit Betalainen (Farbpigmenten), welche in ihrer chemischen Struktur einen Dihydropyridinanteil enthalten, konnte ebenfalls beobachtet werden

[PARLIMENT et al., 1977], was bedeutet, dass intensiver gefärbte Rote Beete mit ziemlicher Sicherheit auch einen höheren Gehalt an Betalainen aufweist.

Schwefelverbindungen, wie z.B. Dimethylsulfid und S-Methylmethionin (2-3 mg/100 g Frischgewicht), welche beim Garen der Roten Beete entstehen, tragen ebenfalls wesentlich zum charakteristischen Aroma von Roter Beete bei [KOVATSCHEVA und POPOVA, 1977].

2.2. Phenolische Substanzen in Roter Beete

2.2.1. Phenole, allgemein

Phenolische Verbindungen sind als antioxidativ wirksame sekundäre Pflanzenstoffe in pflanzlichen Lebensmitteln weit verbreitet und maßgebend für die sensorische und ernährungsphysiologische Qualität von pflanzlichen Lebensmitteln verantwortlich. Ihre Konzentrationen variieren stark, sind lichtabhängig, genetisch bedingt und werden durch Umweltbedingungen beeinträchtigt. Auch Keimung, Reifung, Verarbeitung und Lagerung beeinflussen den Gehalt an Phenolen. Sie entstehen als Sekundärmetaboliten und sind Derivate des Pentosephosphatweges, Shikimsäure- und Phenylpropanoidweges in Pflanzen [RANDHIR, LIN und SHETTY, 2004]. Phenole enthalten eine oder mehrere OH – Gruppen unmittelbar an einem aromatischen Ring gebunden. Man unterscheidet daher ein – bzw. mehrwertige Phenole.

Pflanzliche Phenole werden aufgrund ihrer strukturellen Komplexität und ihrem biosynthetischen Ursprung klassifiziert: (Tab. 1).

Tab.1: Klassifikation der Phenole allgemein [WATERMAN und MOLE, 1994]

Klasse	Struktur
Einfache Phenole	$C_6, C_6C_1, C_6C_2, C_6C_3$
Komplexe Phenole (Flavonoide)	$C_6-C_3-C_6$
Alkaloide	C_6

2.2.1.1. Komplexe Phenole, allgemein

Flavonoide wurden 1930 durch den Nobelpreisträger Albert von Szent – Györgyi Nagyrapolt entdeckt. Es existieren zwischen 4000 und 5000 verschiedene Verbindungen, welche zur Gruppe der Flavonoide gehören [WATZL und LEITZMANN, 2005] und ihr Name leitet sich vom lateinischen „flavus“ (= gelb) ab. Sie sind wasserlöslich und erfüllen zahlreiche wichtige Funktionen im Stoffwechsel der Pflanze. Rund zwei Prozent des gesamten Kohlenstoffs, der durch die Pflanzen in der Photosynthese fixiert wird, werden zu Flavonoiden und deren Derivaten, den Anthocyanen umgesetzt. Meistens sind Flavonoide an Glucose und Rhamnose gebunden, weshalb sie auch als Glycoside bezeichnet werden [WATZL und LEITZMANN, 2005]. Je stärker Pflanzen belichtet werden, umso intensiver findet die Photosynthese statt und umso mehr Flavonoide werden synthetisiert. Der Flavonoidgehalt ist daher in der Regel in stark gefärbten Pflanzen sehr hoch. Die Einteilung der Flavonoide erfolgt in folgende Klassen: (Tab. 2).

Tab. 2: Klassifikation der Flavonoide allgemein [GRAF, MILBURY und BLUMBERG, 2005]

Klasse	Beispiel
1. Flavonole	Quercetin, Rutin, Kaempferol, Myricetin, Isorhamnetin, Dihydroisorhamnetin
2. Flavone	Luteolin, Apigenin, Morin
3. Flavanole	Catechin, Gallocatechin, Epicatechin, Theaflavin, Thearubigin
4. Flavanone	Hesperetin, Naringenin, Eriodictyol, Betagarin
5. Flavanonole	Taxifolin, Cochliophilin A
6. Isoflavonoide	Genistein, Daidzein, Betavulgarin
7. Anthocyane	Cyanidin, Dephinidin, Malvidin, Pelargonidin, Petunidin, Peonidin

Die Bildung der Flavanone erfolgt über den Shikimsäureweg (Abb. 8), aus welchem in weiterer Folge alle Flavonoide hervorgehen. Das Flavanon kann in die Flavone und Flavanonole umgewandelt werden. Aus Flavanonolen entstehen die Flavan-3-ole, Flavonole und Flavan -3,4-diole und über weitere Schritte die Anthocyane.

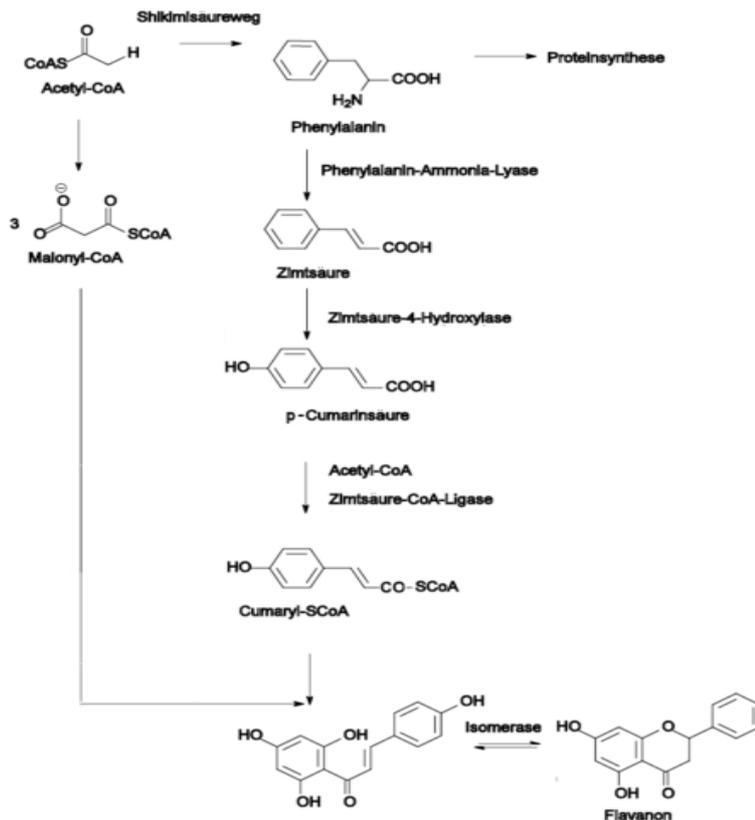


Abb. 8: Bildung von Flavanon über den Shikimsäureweg [GRAF, MILBURY und BLUMBERG, 2005]

Im Bezug auf die Lebensmittelverarbeitung ist zu erwähnen, dass Flavonoide durch die Verarbeitung verändert werden können. Diese phenolischen Verbindungen werden einerseits transformiert und im Rahmen von Hitzeeinwirkung für geschmackliche Veränderungen verantwortlich gemacht [GRAF, MILBURY und BLUMBERG, 2005].

2.2.1.2. Alkaloide, allgemein

Bei Alkaloiden handelt es sich um eine Gruppe von N-hältigen, organischen Verbindungen, die von der Biosynthese her als Produkte des Aminosäurestoffwechsels angesehen werden können. Die Einteilung der Alkaloide erfolgt anhand von Ringsystemen und sie werden in folgende Gruppen klassifiziert: (Tab. 3).

Tab. 3: Klassifikation der Alkaloide [LATSCHA, KATZMAIER und KLEIN, 2002]

Klasse	Beispiele
1. Pyrrolidin- und Piperidinalkaloide	Piperin, Coniin, Lobelin
2. Pyridinalkaloide	Nicotin, Anabasin, Epibatidin
3. Tropanalkaloide	Atropin, Cocain
4. Pyrrolizidin-, Indolizidin- und Chinolizidinalkaloide	Lycopsamin, Retronecin
5. Indolalkaloide	Indol, Ergolin, Tryptamin

Häufig vorkommend sind 5 – Ringe wie z.B. Pyrrol- und Pyrrolidin- Alkaloide (Abb. 9) und 6 – Ringe wie z.B. Pyridin- und Piperidin –Alkaloide (Abb. 10).

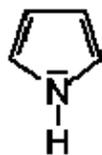


Abb. 9: Grundstruktur von Pyrrol

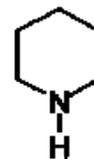


Abb. 10: Grundstruktur von Piperidin

2.2.2. Phenole in Roter Beete

In der Studie von MATTILA und HELLSTRÖM [2006] wurden verschiedene Gemüsearten auf den totalen Phenolgehalt untersucht. Rote Beete befindet sich mit einem durchschnittlichen Gehalt von 11 – 52 mg/100 g Frischgewicht zwischen Spinat mit durchschnittlich 11 mg/100 g und Lollo Rosso mit im Mittel 52 mg/100 g Frischgewicht. Phenolische Substanzen in Roter Beete lassen sich in folgende Gruppen klassifizieren: (Tab. 4).

Tab. 4: Klassifikation der Phenole in Roter Beete [WATERMAN und MOLE 1994].

Klasse	Beispiele
Einfache Phenole (C ₆ -C ₀ , C ₆ -C ₁ , C ₆ -C ₂ , C ₆ -C ₃)	Ferulasäure, p-Cumarsäure, 3-Kaffeeoylquinidsäure, 3-p-Cumaroylquinidsäure, 3-Feruloylquinidsäure, 1-O-p-Coumaroyl-beta-D-glucose, 1-O-sinapoyl-beta-D-glucose, Dihydrokaffeesäure
Komplexe Phenole (Flavonoide) (C ₆ -C ₃ -C ₆)	Quercetin, Kaempferol, Kaempferol, Orientin, Isoorientin, Vitexin
Alkaloide und Terpene	Betalaine

2.2.2.1. Einfache Phenole in Roter Beete

In der Studie von WINTER und HERRMANN [1986] wurden in Roter Beete 3 – Kaffeeoylquinidsäure, 3-p-Cumaroylquinidsäure, 3-Feruloylquinidsäure, 1-O-p-Coumaroyl-beta-D-glucose, 1-O-sinapoyl-beta-D-glucose identifiziert. HARBORNE et al. [1999] konnten Dihydrokaffeesäure isolieren und zuletzt wurden von KUJALA, LOPONEN und PIHALAJA [2001] p-Cumarsäure und Ferulasäure in der Wasserfraktion von Rote Beete Schalen gefunden.

2.2.2.2. Komplexe Phenole in Roter Beete

An Flavonoiden wurden in Roter Beete bisher Dihydroisorhamnetin, Betagarin, Cochliophilin A und Betavulgarin identifiziert: (Tab. 5).

Tab. 5: Klassifikation der Flavonoide in Roter Beete [GRAF, MILBURY und BLUMBERG, 2005]

Unterklasse	Beispiele
Flavonole	Dihydroisorhamnetin
Flavanone	Betagarin
Flavanonole	Cochliophilin A
Isoflavonoide	Betavulgarin

2.2.2.3. Alkaloide in Roter Beete

2.2.2.3.1. Betalaine

Zu den bedeutendsten Alkaloiden in Roter Beete zählen die Betalaine mit verwandten Komponenten, welche aus Betalaminsäure synthetisiert werden (Abb. 11). Der Gehalt des Alkaloids Betalain, dass für die Farbe der Roten Beete verantwortlich ist, beträgt 1 % des Frischgewichts.

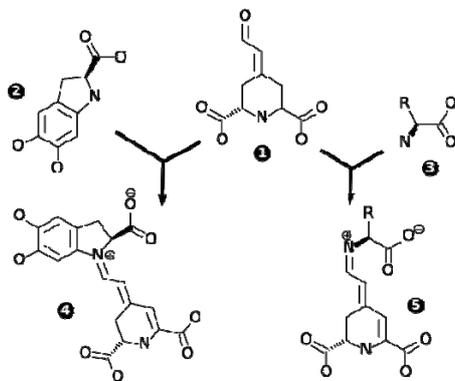


Abb. 11: 1. Betalaminsäure, 2. *cyclo*-Dopa, 3. Amin oder Aminosäure, 4. Betanidin, 5. Betaxanthin. Die Biosynthese von Betalain [SCHOPFER und BRENNECKE, 2006].

Betalaine kann man in 2 Gruppen unterteilen - zum Einen in die Betacyane und zum Anderen in die Betaxanthine. Zur Untergruppe der Betacyanine zählen unter anderem die Verbindungen Betanin (Abb. 12) mit dem Isomeren Isobetanin, Neobetanin und Prebetanin. Zur Gruppe der Betaxanthine gehören die Verbindungen Indicaxanthin (Abb. 13), sowie Vulgaxanthin I+II (Abb. 14) [KUJALA, 2002]. 80 bis 90 % des

totalen Pigmentgehaltes entfallen auf das Betacyanin Betanin und das C15 – Isomer Isobetanin. Unter den Betaxanthinen ist Vulgaxanthin I dominierend [HERBACH, STINTZING und CARLE, 2004]. 1957 wurde mit der Strukturaufklärung der Betacyane begonnen [WYLER und DREIDING, 1957; und SCHMIDT und SCHÖNLEBEN, 1957]. Dabei wurde Betanin, das Hauptpigment von *Beta vulgaris* identifiziert. Betanidin wurde von WYLER et al. [1963] aufgeklärt und das erste Betaxanthin, Indicaxanthin dann im Jahre 1964 von PIATTELLI et al. [1964] entdeckt.

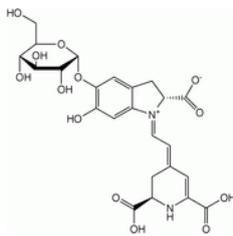


Abb. 12: Betanin

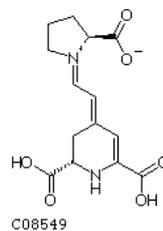


Abb. 13: Indicaxanthin

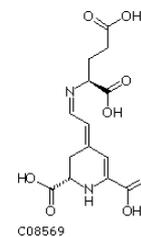


Abb. 14: Vulgaxanthin

Je nach Ausfärbung der Roten Beete wurden in 20 relativ stark gefärbten Sorten im Mittel 23,5 - 38,7 mg Betacyanine und 9,6 - 21,9 mg Betaxanthine / 100 g Frischgewicht ermittelt [SAPERS und HORNSTEIN, 1979], während im Rote Beete Saft 54,2-84,2 mg Betacyanine / 100 ml, berechnet als Betanin, festgestellt wurden. Die große Vielfalt der Betacyane beruht darauf, dass Betanidin in C-5 bzw. C-6 Position glucosidiert und anschließend acyliert werden kann [WYLER et al., 1963].

Amaranthin, zu den Betacyanen gehörend, kommt hauptsächlich in den Wurzeln von Roter Beete vor [ALARD et al., 1985], Lampranthin I in den Blättern und Lampranthin II in Blättern und Wurzeln von *Beta vulgaris* [BOKERN et al., 1991].

Humilixanthin, zu den Betaxanthinen gehörend, wurde in den gelb – gefärbten Wurzeln von *Beta vulgaris* gefunden [STRACK et al., 1987]. Betanidin und Feruloylamaranthin konnten aus Rote-Beete-Schalen Extrakten isoliert werden [KUJALA et al., 2000]. Strukturveränderungen der Betalaine konnten im Rahmen von Hitzeeinwirkung beobachtet werden. Vor allem Betanin, das Hauptpigment der Betalaine wird durch Erhitzung in das Isomer Isobetanin transformiert. Daher liegt in pasteurisierten bzw. sterilisierten Produkten aus Roter Beete mit großer Wahrscheinlichkeit Isobetanin vor [SCHARTZ und ELBE, 1983].

2.3. Nichtphenolische Substanzen in Roter Beete

2.3.1. Proteinogene Aminosäuren

2.3.1.1. L-Tryptophan

Tryptophan wird in seiner L-Form auch als (S)-2-Amino-3-(1-H-indol-3-yl) – propansäure bezeichnet (Abb. 15). Es handelt sich dabei um eine proteinogene Aminosäure, mit aromatischem Ring. L-Tryptophan gehört zu den essentiellen Aminosäuren und kann damit vom menschlichen Körper nicht selbst synthetisiert werden. Externe Zufuhr mit der Nahrung wird aufgrund der beruhigenden, stimmungsaufhellenden und gewichtsstabilisierenden Wirkung angestrebt [RADWANSKI und LAST, 1995].

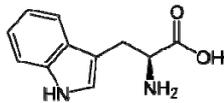


Abb. 15: Grundstruktur von L - Tryptophan

L – Tryptophan wurde in der Wasserfraktion von Rote Beete Schalen - Extrakten gefunden [KUJALA, LOPONEN und PIHLAJA, 2001]. Diese Verbindung kommt als Aminosäure in fast allen Pflanzen vor [HARBORNE et al., 1999] und soll die Keimung und das Wachstum der Pflanze positiv beeinflussen [KATO-NOGUCHI et al., 1994].

2.3.2. Natürliche Östrogene

2.3.2.1. SECO - Secoisolariciresinol

SECO (Abb. 16) zählt zu den Lignanen und besitzt als natürliches Östrogen antioxidative Wirkung. Lignane sind durch dimere C₆ - C₃ – Körper (Phenylpropanoide) charakterisiert, welche durch das mittlere (beta)-C-Atom verbunden sind. Die unterschiedlichen Strukturen ergeben sich durch die Anordnung und Verknüpfung der C₃ - Seitenketten.

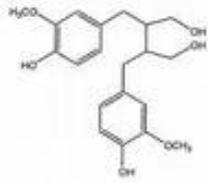


Abb. 16: Grundstruktur von Secoisolariciresinol

Diätetische Phytoöstrogene, wie auch Secoisolariciresinol haben laut zahlreicher wissenschaftlicher Studien eine Schutzfunktion gegenüber kardiovaskulären Erkrankungen, Osteoporose, menopausalen Symptomen und hormonabhängigen Krebsarten. In Tierstudien konnte präventive Wirkung gegenüber Atherosklerose und Diabetes aufgezeigt werden, weites soll SECO positive Wirkungen auf Blut- und Cholesterinspiegel haben [ADLERCREUTZ, 2002]. Hohe Gehalte an SECO findet man in Sojabohnen. Rote Beete enthält im Durchschnitt 99,5 mg/100 g Trockengewicht, und stellt damit im Vergleich zu anderen Gemüsesorten einen wesentlichen Beitrag als SECO-Lieferant dar (Abb. 17).

Brustkrebspräventive Wirkung soll diese Verbindung allerdings nur dann aufweisen, wenn sie lebenslang, vor allem vor und nach der Pubertät konsumiert wird.

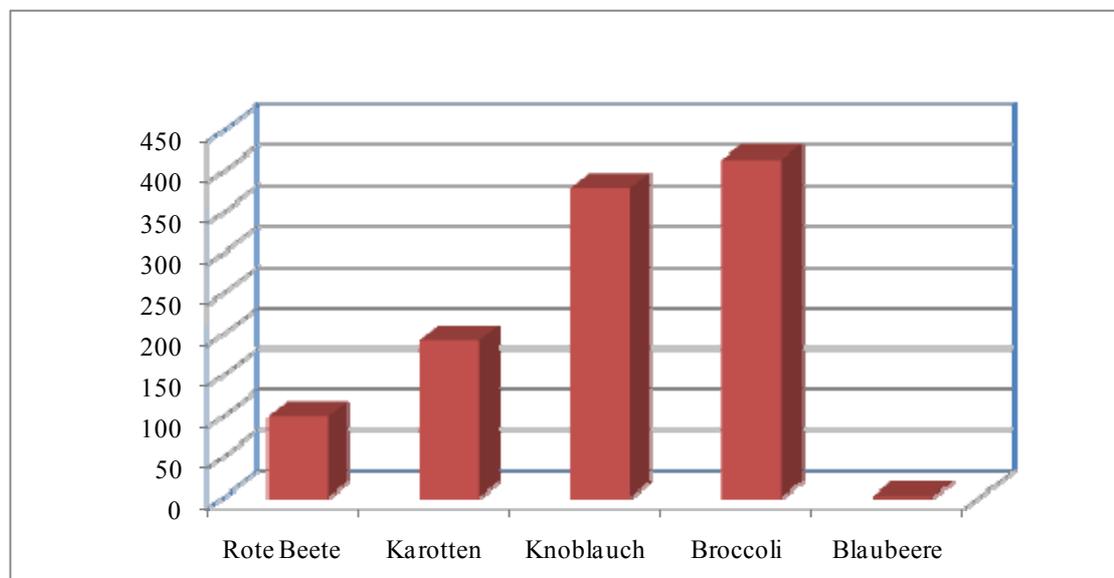


Abb. 17: SECO – Gehalt in verschiedenen Gemüsesorten (mg/100 g), ID-GC-MS-SIM Methode [MAZUR und ADLERCREUTZ, 1998].

2.4. Rote Beete, Ernte- und Lagerbedingungen

Rote Beete wird in Österreich auch Rote Rübe genannt und von Juni bis Dezember geerntet. Die Erzeugung der Produkte erfolgt üblicherweise im Zeitraum von August bis November. Sie zählt zu den gut lagerfähigen Gemüsearten, ist allerdings ein kaltlagerempfindliches Gemüse [NEHRING et al., 1996] und die durchschnittliche Lagerdauer sollte nicht mehr als 120 Tage betragen. Im Rahmen einer Studie wurden die Zusammenhänge zwischen dem totalen Phenolgehalt und dem Einfluss der Kaltlagerung bei 5 ° Celsius in einem Zeitraum von 196 Tagen beobachtet. Dabei konnte aufgezeigt werden, dass die Menge an Betanin vom Beginn der Kaltlagerung mit $38,7 \pm 0,3$ mg/g GAE (= Gallensäureäquivalente) bis zum Ende der Kaltlagerung nach 140 Tagen auf $15,5 \pm 0,4$ mg/g GAE gesunken war [KUJALA et al., 2002].

Positive Einflüsse auf die Stabilität der Betalaine wurden durch einen hohen Pigmentgehalt, einen hohen Grad der Glycosylation und Acyclation, niedrigen a_w -Wert, die Matrix eines Lebensmittels, pH 4-5, Antioxidantien, chelatierende Substanzen, niedrige Temperatur (4 - 15 ° Celsius), Dunkelheit und Stickstoffatmosphäre beobachtet. Negative Einflüsse auf Betalaine ergeben sich durch einen geringen Gehalt an Pigmenten, niedrigen Grad der Glycosylation, niedrigen Grad der Acyclation, hohen a_w -Wert, degradierende Enzyme (Peroxidase, PPO, Glucosidase), pH < 4 bzw. > 5, Metallkationen, hohe Temperaturen (> 25 ° Celsius), Licht, Sauerstoff und H₂O₂ [HERBACH, STINTZING und CARLE, 2006].

Lagerbedingungen von + 3 - + 4 ° Celsius und 98 – 99 % Luftfeuchtigkeit verringern den Frischmasseverlust, den Fäulnisbefall und verbessern die äußere Qualität. Um Qualitätsveränderungen während der Lagerung wie z.B. Austrocknung und Welke, Schwärzung, Verkorkung, Abnahme der sensorischen Qualität und Frostschäden entgegenzuwirken, sollten nur möglichst ausgewachsene, nicht überreife, nicht deformierte und mechanisch nicht beschädigte Rüben eingelagert werden. Transporttemperaturen sollten bei *Beta vulgaris* je nach Dauer zwischen 1 und 13 ° Celsius betragen. Zu den größten Problemen im Zuge der Lagerung von Roter Beete zählen die ernährungsphysiologischen Veränderungen der Vitamine.

Besonders Vitamin C welches in Roter Beete mit einem Gehalt von 11 - 25 mg/100 g [HERBACH et al., 2004 und BÖTTCHER, 1986] vorkommt, zählt zu den am leichtesten oxidierbaren Substanzen. Unter den B - Vitaminen ist Vitamin - B₁ relativ stabil gegen Lagerverluste, während die Verluste an Folsäure, in Roter Beete mit einem Gehalt von 93-165 µg/100 g vorhanden, bei zu hohen Lagertemperaturen bis zu 70 % betragen können. Verringert werden diese Verluste, wenn Rote Beete bei Temperaturen um die 4° Celsius gelagert wird [BÖTTCHER und BELKER, 1996].

Da Rote Beete hauptsächlich in verarbeitetem Zustand verzehrt wird, sind auch die Veränderungen der Qualität während der Lagerung und im Speziellen die Einflüsse auf die sensorische Qualität zu berücksichtigen. CA (Controlled Atmosphere) Lagerung ist für Rote Beete nicht empfehlenswert, da es im Rahmen der Lagerung zur Bildung von Inhaltsstoffen kommen kann, welche sich beim Kochvorgang zu unerwünschten Geruchs- und Geschmackskomponenten entwickeln [SHIPWAY, 1974; LIPTON et al., 1987].

2.5. Physiologische Bedeutung der phenolischen Inhaltsstoffe von Roter Beete

2.5.1. Metabolismus phenolischer Substanzen, allgemein

Die Absorption und der Metabolismus von Phenolen in Lebensmitteln werden im Wesentlichen durch ihre chemische Struktur bestimmt, welche wiederum vom Grad der Glykolysation/Acylation, ihrer Grundstruktur, der Konjugation mit anderen Phenolen, der Molekulargröße, dem Grad der Polymerisation und ihrer Löslichkeit abhängig ist. Die Hauptorgane, involviert im Metabolismus der Polyphenole sind Leber, Nieren und Intestinalmukosa, welche Enzyme des Polyphenolmetabolismus enthalten.

Phenolische Substanzen, im Speziellen extrahierbare Polyphenole und lösliche Phenole, werden im Gastrointestinaltrakt metabolisiert. Aglycone, Flavonoide (Quercetin, Genistein) und Phenolsäuren können direkt über die kleine intestinale Mucosa absorbiert werden [BRAVO, 1998].

Bei Zimtsäure sowie Derivaten von p-Cumar-, Ferula- und Kaffeesäure konnte Absorption durch den Intestinaltrakt sowohl *in vivo* in Ratten als *in vitro* in isoliertem Rattenjejunum aufgezeigt werden. Die Degradation und Absorption von Polyphenolen aus Gemüse durch den Gastrointestinaltrakt ist nicht nur von der Natur der phenolischen Komponenten, sondern auch von der intestinalen Mikroflora abhängig [BRAVO, 1998].

2.5.2. Physiologische Rolle phenolischer Substanzen, allgemein

Zu der bekanntesten Wirkung von phenolischen Komponenten, basierend auf dem hohen Grad der Hydroxylation und dem geringen Molekulargewicht, zählt ihre Fähigkeit Proteine zu binden und auszufällen. Weiters können Polyphenole mit Polysacchariden Komplexe bilden und die glykämische bzw. insulinabhängige Aktivität im Körper beeinflussen. Sie können aufgrund der Carboxyl- und Hydroxylgruppen auch Komplexe mit Metallkationen bilden, was die intestinale Absorption von Mineralstoffen beeinflusst. Zahlreiche Human- und Tierexperimente konnten die Hemmung der Eisenabsorption durch Polyphenole bestätigen, welche durch die Galloyl- und Catecholgruppen hervorgerufen wird. Hemmung der Zinkabsorption in Ratten konnte vor allem durch Chlorogen- und Kaffeesäure bewiesen werden [BRAVO, 1998]. Der gesundheitliche Nutzen von phenolischen Komponenten liegt vorrangig in ihrer antioxidativen, antimutagenen, radikalfangenden und in neueren Untersuchungen auch immunmodulatorischen Wirkung.

Die antioxidative Aktivität von Phenolen ist auf ihr Redoxpotential (konjugiertes Doppelbindungssystem) zurückzuführen, welches den phenolischen Verbindungen gewährleistet, als reduzierende Substanzen, Wasserstoffdonatoren, Sauerstofffänger und Metallchelatoren zu fungieren [RICE-EVANS et al., 1995]. Die antioxidative Wirkung von Roter Beete wurde anhand der prozentuellen Hemmung der Methyl-Linoleat Oxidation beschrieben und beträgt bei 500 ppm 98 % [KUJALA et al., 2002]. Das antioxidative Potential phenolischer Inhaltsstoffe in Roter Beete wird weiters in Bezug auf Krebshemmung und Schutz vor kardiovaskulären Erkrankungen diskutiert [HERTOG et al., 1995]. Die krebshemmende Wirkung ist demnach auf die Hemmung von Phase-I-Enzymen durch Phenolcarbonsäuren, die anschließende Wechselwirkung

mit aktivierten Kanzerogenen und die Induktion von Phase-II-Enzymen, welche abschließend das Kanzerogen in eine inaktive Form überführen, zurückzuführen [BRAVO, 1998].

Intensiv gefärbte Obst- und Gemüsearten, zu welchen auch Rote Beete gehört, besitzen immunmodulatorisches Potential um Th1 und Th2 Cytokinsekretion zu stimulieren. In den untersuchten Gemüsearten Erdbeere, Zwetschke, Maulbeere, Wollmispel, Grüner Pfeffer, Roter Pfeffer, Spinat, Weißer Zwiebel, Roter Zwiebel, Bittermelone und Rote Beete konnte weiters eine Korrelation zwischen dem totalen Phenol- und Flavonoidgehalt und den stimulatorischen Effekten auf die IL-2, IFN-gamma und IL-5 Sekretion, welche bei der T - und B - Zellaktivierung beteiligt sind, beobachtet werden [LIN und TANG, 2007].

2.5.2.1. Physiologische Rolle komplexer Phenole (Flavonoide)

Zahlreiche epidemiologische Studien konnten bereits belegen, dass eine Ernährung, welche reich an Flavonoiden ist, das Risiko für koronare Herzerkrankungen reduzieren kann. Die Wirkung der Flavonoide beruht darauf, dass sie die Blutgerinnung beeinflussen und indirekt die Thromboxanbildung senken. Flavonoide schützen weiters LDL-Lipoproteide vor Oxidation, können den Blutcholesterinspiegel senken, ohne das schützende HDL-Cholesterin zu verringern und so möglicherweise atherosklerotischen Gefäßveränderungen vorbeugen [GRAF, MILBURY und BLUMBERG, 2005]. Die antioxidative Wirkung wird weiters darauf zurückgeführt, dass Flavonoide Enzyme wie z.B. die Prostaglandinsynthase, die Lipoxigenase und die Cyclooxygenase, welche mit der Tumorentstehung in Zusammenhang stehen hemmen und detoxifizierende Enzyme, wie z.B. die Glutathion-S-transferase induzieren [LEE et al., 1995]. Bei Catechinen, Anthocyanen und Flavonolen (Dihydroisorhamnetin) wird die antikanzerogene Wirkung auf die Tatsache zurückgeführt, dass ein großer Teil der Flavonole nicht absorbiert wird und in den Dickdarm gelangt, wo sie dann freie Radikale abfangen [GRAF et al., 2005].

2.5.2.2. Physiologische Rolle von Alkaloiden

Die antioxidative Wirkung von Betaxanthinen und Betacyanen in Roter Beete ist strukturabhängig. Die radikalfangende Wirkung in Betaxanthinen wird durch Hydroxy- und Iminverbindungen gesteigert. Bei den Betacyanen bewirkt Glycosylation eine verringerte antioxidative Kapazität. Weiters besitzen 5-O-glycosylierte Verbindungen geringeres antioxidatives Potential als 6-O-glycosylierte Verbindungen [CAI, SUN und CORKE, 2003]. Betacyane zeigten weiters starke antioxidative Kapazität bei der Lipidperoxidation, welche durch Cytochrom c katalysiert wurde [KUJALA, 2002].

In einer Studie, in der LDL-Lipoproteine mit Vitamin E, Indicaxanthin sowie Betanin angereichert wurden, konnte bewiesen werden, dass die antioxidativen Effekte auf LDL-Lipoproteine in der Kombination von Vitamin E und Indicaxanthin höher waren, als durch Vitamin E Einwirkung. Wurden Lipoproteine unter Ausschluss von Vitamin E mit Betanin bzw. Indicaxanthin angereichert konnten keine prooxidativen Effekte festgestellt werden, wodurch sich die Vermutung auf die antioxidative Wirkung von Betanin und Indicaxanthin bestätigte [TRESORIERE et al., 2003].

Betanin aus Roter Beete zeigte im Vergleich zu anderen Gemüsesorten wie z.B. der Schale von Rotem Zwiebel, Chili, Paprika und Preiselbeere auch den höchsten hemmenden Effekt auf das Epstein – Barr Virus [KAPADIA et al., 1996]. Außerdem wurde bei Mäusen eine durch Betanin verursachte Hemmung der TPA-induzierten Promotion von Hauttumoren beobachtet. Im Zusammenhang mit Lungenkrebs wurde belegt, dass durch die Gabe von Betaninrohextrakten eine um 60 % geringere Krebsrate in Mäusen erzielt werden konnte [KAPADIA, 1996].

2.6. Gemüsesäfte

2.6.1. Definition und Erzeugung

Gemüsesaft ist das unverdünnte, zum unmittelbaren Verzehr bestimmte, gärfähige und unvergorene oder milchsauer vergorene, flüssige Erzeugnis aus Gemüse. Gemüsesaft ist auch das Produkt, das aus konzentriertem Gemüsesaft und aus konzentriertem Gemüsemark hergestellt wird. Ausgangsstoffe sind Wurzel-, Zwiebel- und

Knollengemüse, konzentrierter Gemüsesaft und konzentriertes Gemüsemark. Gemüsesäfte und – salate sind nur dann wichtige Vitamin- und Nährstofflieferanten wenn einwandfreie Rohware verwendet wird und diese im Laufe der Lagerung und Verarbeitung möglichst schonend verarbeitet wird.

Hergestellt werden diese Säfte aus frischem, durch Kälte haltbar gemachtem, gesundem, geputztem und gewaschenem Gemüse. Ist Blanchieren notwendig, darf nicht mehr Wasser, als aus technischen Gründen unbedingt notwendig, zugesetzt werden.

Die Haltbarmachung erfolgt mit physikalischen Verfahren wie Wärmebehandlung (Pasteurisation, Sterilisation, Kurzzeiterhitzung), Kältebehandlung, Konzentrierung und Filtration, sowie biologischen Verfahren (Milchsaure Fermentation).

Als Behandlungsmittel zugelassen sind Bentonit, Amylasen, Zellulasen, Hemizellulasen, Pektinasen, Proteasen, Speisegelatine sowie Calciumcarbonat, max. 1 g Zitronensäure pro kg des fertigen Erzeugnisses und L-Ascorbinsäure in der für die Oxidationshemmung erforderlichen Menge.

2.6.2. Inhaltsstoffe

Der Hauptbestandteil der meisten Gemüsesäfte, wie auch der Rote Beete Säfte, stellt mit einem Anteil von ca. 90 % Wasser dar. Der Fettgehalt ist mit 0,1 – 0,5 % vergleichsweise gering. Der Gehalt an stickstoffhaltigen Verbindungen und Aminosäuren ist in Gemüsesäften wesentlich höher, als in Fruchtsäften. Bedeutend ist auch der Kohlenhydratanteil. In Gemüsesäften stellen Monosaccharide, im Gegensatz zu den Fruchtsäften meist nur eine Geschmackskomponente dar. Ausgenommen sind die Fruchtgemüsesorten, zu denen auch die Rote Beete gehört, die einen beträchtlichen Zuckergehalt aufweisen, welcher sich aus Glucose, Fructose und Saccharose zusammensetzt. Pektine, Cellulose und Hemicellulosen sind weitere wichtige Bestandteile von Gemüsesäften.

Übliche erlaubte Zutaten in Gemüsesäften sind:

- a) Speisesalz, jodiertes Speisesalz, Meersalz
- b) Zucker, Fructose, Honig

- c) Gewürze, Kräuter und daraus hergestellte natürliche Aromen
- d) Früchte- und Fruchterzeugnisse, denen wertbestimmende Bestandteile nicht entzogen worden sind, und die daraus hergestellten natürlichen Aromen
- e) Milch-, Essig-, Wein-, Zitronen- und Apfelsäure, ausgenommen für milchsauer vergorene Erzeugnisse
- f) Glutaminsäure und deren Natrium- und Kaliumsalze
- g) Trinkwasser zur Herstellung von Gemüsenektar

2.6.3. Rote Beete Saft

2.6.3.1. Saftproduktion

Die Gemüsesaftherstellung erfolgt durch Waschen, Zerkleinern, Entsaften, Ansäuerung und Hitzebehandlung (Abb. 18) bzw. milchsauer Fermentation.

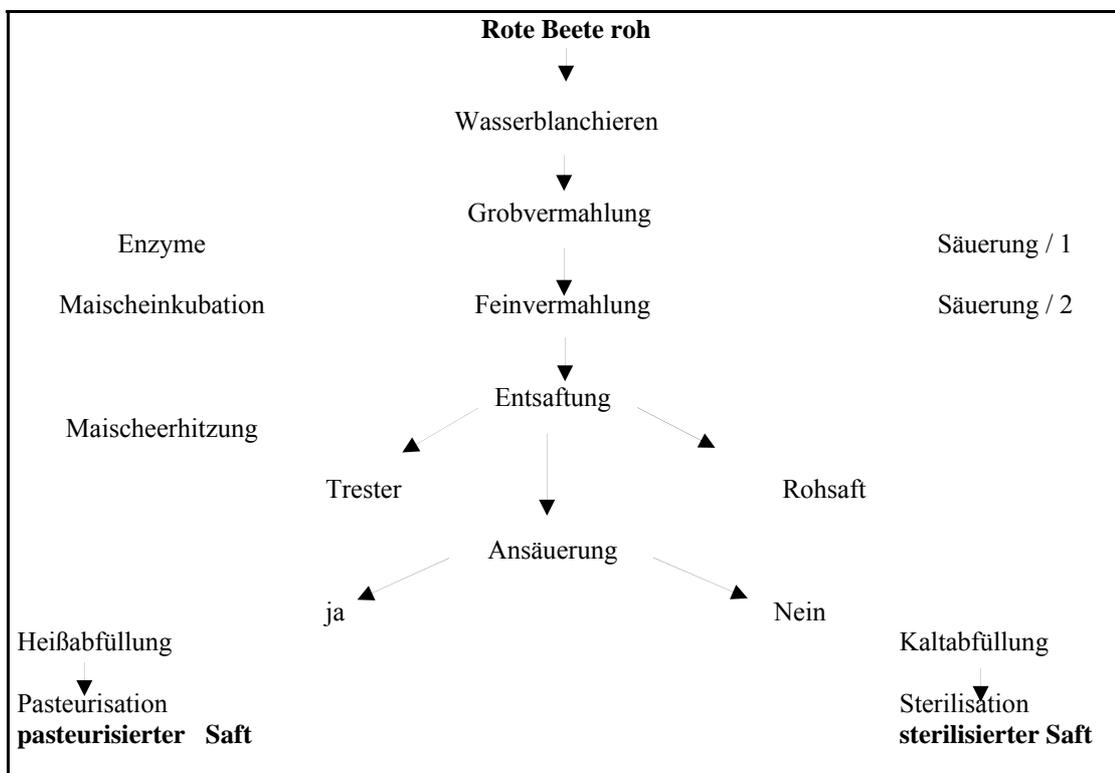


Abb. 18: Fließschema der Rote Beete Saftherstellung konventionell [NEHRING et al., 1996]

2.6.3.2. Haltbarmachungsmethoden, konventionell

Die Haltbarmachungsmethode von Rote Beete- und Gemüsesäften mit Rote Beete Anteil soll auf den Anfangskeimgehalt, die Arten von Mikroorganismen, den pH-Wert der Säfte und auf die Empfindlichkeit der einzelnen Saftkomponenten (Vitamine, Farbstoffe, Aromastoffe) abgestimmt sein. Rote Beete Säfte können durch Pasteurisation, Sterilisation bzw. Kurzzeiterhitzung haltbar gemacht werden. Erhitzen ist notwendig, um Enzyme wie z.B. die Pektinesterase zu inaktivieren. Die Erhitzungsdauer- und intensität richtet sich nach dem natürlichen Säuregehalt des Produktes. Für Säfte mit pH-Werten zwischen 3,8 - 4,2 ist eine Erhitzungstemperatur von 82 – 100 ° Celsius (Pasteurisation) ausreichend, ab pH-Werten von 4,2 und darüber sind jedoch Temperaturen zwischen 115,5 und 121,1 ° Celsius (Sterilisation) erforderlich.

2.6.3.2.1. Pasteurisation

Bezeichnet die kurzzeitige Erwärmung von Substanzen auf 60 – 90 ° Celsius zur Abtötung von Mikroorganismen. Obst- und Gemüsesäfte oder Konserven können auf diese Art haltbar gemacht werden, ohne dass zusätzliche Kühlung erforderlich ist. Anwendung findet dieses Verfahren meist für Rote Beete Salate und –Säfte. Voraussetzung ist ein pH – Wert unter 4,5.

2.6.3.2.2. Sterilisation

Bei der Sterilisation eines Produktes oder einer Lösung werden alle enthaltenen Mikroorganismen inklusive Sporen abgetötet, sowie Viren, Plasmide und andere DNA – Fragmente zerstört. Die Temperaturen liegen über 100 ° Celsius, meistens im Bereich von 121 ° Celsius für 10 – 30 Minuten. Vor der Sterilisation ist bei Gemüsesäften eine wirkungsvolle Entlüftung bzw. Entgasung der Säfte notwendig, um unerwünschte Oxidationen zu vermeiden und die vorhandenen Luftblasen aus dem Saft zu entfernen. Anwendung findet diese Methode bei Produkten mit pH-Werten von > 4,5 – 6,6.

2.6.3.3. Chemische Zusammensetzung, Rote Beete Saft konventionell

Im Rahmen der Saftproduktion von Roter Beete kommt es zu einem Anstieg des Wassergehaltes und zu einer Abnahme des Proteingehaltes (Abb. 19) im Vergleich zum Rohprodukt (Abb. 1).

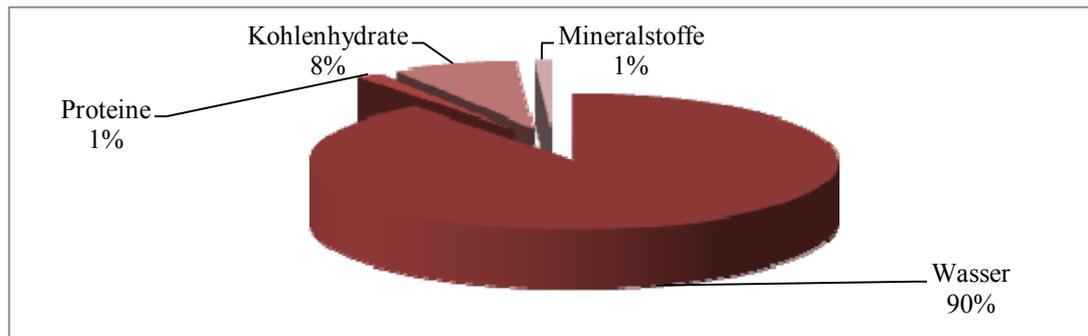


Abb. 19: Chemische Zusammensetzung von Rote Beete Saft [SOUCI et al., 1981]

Rote Beete Saft stellt eine gute Quelle für Vitamine dar. Die durchschnittlichen Gehalte betragen für beta-Carotin 11 mg/100 ml, für Vitamin C 10 mg/100 ml, für Niacin 230 µg/100 ml, für Riboflavin 42 µg/100 ml und für Thiamin 22 µg/100 ml.

Unter den Mineralstoffen ist im Saft der Roten Beete Kalium mit 336 mg/100 ml vorherrschend, gefolgt von Natrium mit 86 mg/100 ml, sowie Phosphor mit 45 mg/100 ml und Calcium mit 29 mg/100 ml [SOUCI et al., 1981].

2.6.3.4. Haltbarmachungsmethoden, biologisch

2.6.3.4.1. Milchsäure Vergärung

Die konservierende Wirkung dieser biologischen Haltbarmachungsmethode beruht auf der Umwandlung von Glucose über Brenztraubensäure zu Milchsäure.

Nettogleichung milchsäure Vergärung:



Glucose reagiert mit Adenosindiphosphat und freiem Phosphat zu Milchsäure und Adenosintriphosphat. Die Milchsäuregärung wird seit der Jungsteinzeit eingesetzt um

Lebensmittel ohne Kühlung und Erhitzung haltbar zu machen. Durch die aus Glucose gebildete Milchsäure wird der pH-Wert des Lebensmittels gesenkt und Verderbniserreger in ihrer Aktivität gehemmt, oder sogar abgetötet. Milchsauer vergorene Säfte enthalten mindestens 2,5 g/l Gesamtmilchsäure [NEHRING, HANEBUTH und DEMARREZ, 1996] und haben in Bezug auf Vitamin- und Nährstoffverluste Vorteile gegenüber hitzebehandelten Säften, da die Vitamine der B-Gruppe äußerst hitzelabil sind.

2.6.3.4.1.1. Chemische Zusammensetzung, Rote Beete Saft, milchsauer vergoren

Im Rahmen der milchsäuren Fermentation kann ein Ansteigen des Proteingehaltes, sowie ein Abnehmen des Kohlenhydratanteiles beobachtet werden (Abb. 20). Der Wasser- und Mineralstoffgehalt bleibt im Vergleich zu konventionell hergestellten Säften (Abb. 19) nahezu unverändert.

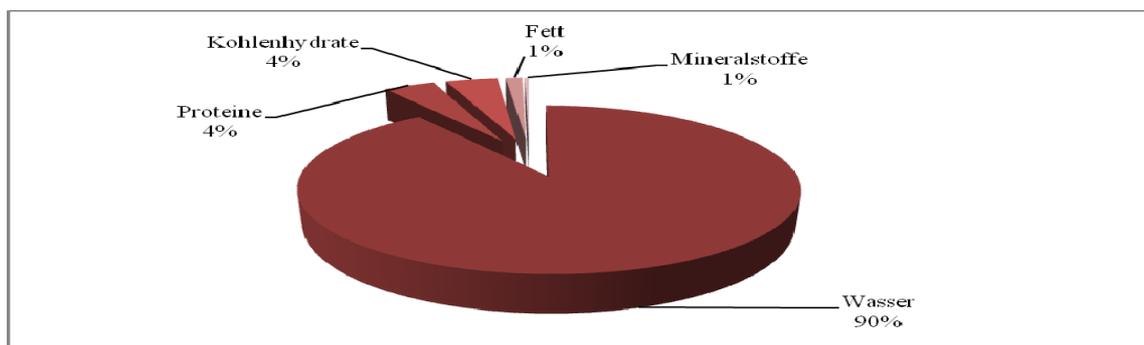


Abb. 20: Chemische Zusammensetzung von milchsauer fermentiertem Rote Beete Saft [RAKIN et al., 2007]

2.6.3.4.1.2. Ernährungsphysiologische Qualität von milchsauer fermentierten Rote Beete Säften

Milchsäure Fermentation ist bei Gemüsesäften, im Speziellen bei Rote Beete Säften aufgrund des hohen Gehaltes an vergärbaren Kohlenhydraten möglich. Von ernährungsphysiologischem Vorteil im Bezug auf diese Verarbeitung ist vor allem der Schutz vor Vitaminen [CRITENENDEN, MARTINEZ und PLAYNE, 2003] und antioxidativ wirksamer Inhaltsstoffe [CZY'ZOWSKA et al., 2005].

Zu den positiven Effekten zählen weiters das Ansteigen von Milchsäurebakterien [AESCHLIMANN und von STOCAR, 1990; RAKIN, BARAS und VUKASINOVIC, 2004].

Auch Mineralstoffe (Tab. 6) und Vitamine (Tab. 7) werden durch milchsäure Fermentation geschützt [CHAE, JOO und IN, 2001; DZIEZAK, 1987]. Die Fermentation der Rote Beete Saft bringt zusätzlich stärker gefärbte Pigmente und somit eine intensivere Färbung mit sich [ADAMS et al., 1976], was hinsichtlich der sensorischen Eigenschaften zu begrüßen ist.

Tab. 6: Mineralstoffgehalte in fermentiertem Rote Beete Saft [RAKIN et al., 2007]

Mineralstoffgehalte	Fermentierter Rote Beete Saft
Calcium g/l	0,180 ± 0,01
Magnesium g/l	0,236 ± 0,02
Natrium g/l	0,625 ± 0,04
Kalium g/l	1,88 ± 0,06
Eisen mg/l	7,22 ± 0,03
Phosphat g/l	0,595 ± 0,03

Tab. 7: Vitamin- und Pigmentgehalte in fermentiertem Rote Beete Saft [RAKIN et al., 2007]

Vitamin- und Pigmentgehalte	Fermentierter Rote Beete Saft
Betanin %	0,384 ± 0,05
Vitamin C mg/l	103 ± 1,05
Vitamin B ₁ mg/l	1,77 ± 0,09
Vitamin B ₂ mg/l	1,84 ± 0,02
Vitamin B ₆ mg/l	0,26 ± 0,02
beta – Carotin mg/l	1,30 ± 0,03

3. Material und Methoden

3.1. Material

3.1.1. Probenumfang

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Rote Beete Säfte (Tab. 8), Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert (Tab. 9), sowie Rote Beete Salate (Tab. 9) untersucht. Der Probenumfang der Salate beinhaltete Rote Beete Rohsalate sowie pasteurisierte Rote Beete Salate in Scheiben bzw. Streifen. Die Säfte setzten sich aus konventionell bzw. biologisch hergestellten Rote Beete Säften, sowie konventionell bzw. biologisch hergestellten Gemüsesäften mit Rote Beete Anteil zusammen. Insgesamt wurden 32 verschiedene Produkte untersucht, wobei 31 im Zeitraum Juli-September 2007 gekauft wurden und ein Salat in Eigenproduktion entstanden ist.

Alle Salate und Säfte wurden auf ihre totale antioxidative Kapazität (TAC), den Gesamtphenolgehalt (PhG) sowie ihre sensorischen Eigenschaften untersucht.

Um einen besseren Vergleich über die antioxidative Kapazität aus Roter Beete zu gewinnen, wurden auch pure Rote Beete Säfte und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil von gleichen Produzenten in die Untersuchung aufgenommen.

Tab. 8: Rote Beete Säfte und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil

Produkt / Supermarkt	Produktbeschreibung
Rote Beete Säfte pur, konventionell	
Schneekoppe / Drogeriemarkt Rote Beete Saft, konventionell	Rote Beete Saft 99 %, (Zitronensaft + Ascorbinsäure < 1 %).
Viva Vital / Zielpunkt Rote Beete Saft, konventionell	Rote Beete Saft 99 %, (Zitronensaft + Ascorbinsäure < 1 %).
Rote Beete Säfte pur, biologisch	
Alnatura / Drogeriemarkt Rote Beete Saft, biologisch	Rote Beete Saft 100 %, milchsauer vergoren.

III. Material und Methoden

Spar Natur Pur / Spar Rote Beete Saft, biologisch	Rote Beete Saft 100 %, milchsauer vergoren.
Biotta / Schlecker Rote Beete Saft, biologisch	Rote Beete Saft 100 %, milchsauer vergoren.
Natur Aktiv / Hofer Rote Beete Saft, biologisch	Rote Beete Saft 100 %, milchsauer vergoren.
Grünland / Schlecker Rote Beete Saft, biologisch	Rote Beete Saft 99 %, (Zitronensaft + Ascorbinsäure < 1%).
Ja Natürlich / Billa Rote Beete Saft, biologisch	Rote Beete Saft 99 %, Acerolakirschmark 1 %, milchsauer vergoren.
Gemüsesäfte konventionell	
Willi Dungl / Billa Gemüsesaft konventionell	Mehrfruchtsaft aus Mehrfruchtsaftkonzentrat (Apfel, Traube, Orange, Acerola, Zitrone), Karottensaft 10 % Konzentrat, Rote Beetesaft 10 % aus Konzentrat pasteurisiert.
Hohes C / Billa Gemüsesaft konventionell	Fruchtsaft 88 % aus Fruchtsaftkonzentrat von Apfel, Orange 30 %, Passionsfrucht 5 %, Traube, Acerola. Gemüsesaft 12 % aus Gemüsesaftkonzentrat von Karotte, Tomate, Sellerie, Kopfsalat, Spinat, Zwiebel, Rote Beete, Kräuterextrakte von Petersilie, Zwiebel, Basilikum und Liebstock, MgCO ₃ , Salz, Vitamin B ₆ , Folsäure, Vitamin B ₁₂ , pasteurisiert
Obsthof Wagner / Ab Hof Gemüsesaft konventionell	Apfel 50 %, Rote Beete 40 % und Karotte 10 %, pasteurisiert.
Gemüsesäfte biologisch	
Biotta / Schlecker Gemüsesaft biologisch	Tomate, Karotte, Sellerie, Rote Beete, Säuerungsmittel, natürliche Milchsäure, Meersalz (0,5 %), Gewürzkräuter (0,02 %), Kurzzeiterhitzung
Natur Aktiv / Hofer Gemüsesaft biologisch	Tomate, Sellerie, Karotte, Sauerkraut, Rote Beete, Gurke, Zwiebel, Paprikamark, Zitronensaft, Meersalz, Gewürzmischung, milchsauer vergoren.

Alnatura / Drogeriemarkt Gemüsesaft biologisch	Tomate (61 %), Karotte (13 %), Sellerie (9 %), Sauerkraut (6 %), Rote Beete (4 %), Gurke (2 %), Paprikamark (1,6 %), Zwiebel, Bohnen, Kräutermeersalz, außer Tomate alles milchsauer vergoren.
Biotta / Schlecker Gemüsesaft biologisch	Rote Beete, Karotte, Sellerie, Kartoffel, Rettich, Milchsäure, Kurzzeiterhitzung.
Bio-Bio / Zielpunkt Gemüsesaft biologisch	Tomatensaftkonzentrat, Karotte, Rote Beete (milchsauer vergoren), Sellerie, Meersalz, Lauch, Kresse, Petersilie, Zitronensaft aus Konzentrat, Ascorbinsäure, pasteurisiert.

Tab.9: Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und Rote Beete Salate

Produkt / Supermarkt	Produktbeschreibung
Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert	
Efko / Spar Rote Beete ganz, gekocht	Rote Beete im eigenen Saft, pasteurisiert.
Ghissetti / Merkur Rote Beete ganz, gekocht	Rote Beete im eigenen Saft, pasteurisiert.
Rote Beete Rohsalate	
Chef Menü / Billa Rote Beete Rohsalat	Rote Beete, Weingeistessig, Zucker, Kren, Salz (Keine Hitzebehandlung).
Spar / Spar Rote Beete Rohsalat	Rote Beete, Weingeistessig, Zucker, natürliche Aromen, Salz (Keine Hitzebehandlung).
Eigenproduktion Rote Beete Rohsalat	Rote Beete, Essig, Zucker, Salz, Kren (Keine Hitzebehandlung).
Alnatura / Drogeriemarkt Rote Beete Rohsalat	Rote Beete, Wasser, Rohrohrzucker, Branntweinessig, Kräuteressig, Meersalz, Kümmel, Nelken (Keine Hitzebehandlung).
Rote Beete Salate in Scheiben	
Machland / Billa Rote Beete in Scheiben	Rote Beete, Essigsäure, Salz, natürliche Aromen, Saccharin, pasteurisiert.

Spar / Spar Rote Beete in Scheiben	Rote Beete, Salz, Essigsäure, natürliche Aromen, Saccharin, pasteurisiert.
Efko / Spar Rote Beete in Scheiben	Rote Beete, Salz, Säureessig, Aromen, Saccharin, pasteurisiert.
Binder / Spar Rote Beete in Scheiben	Rote Beete, Wasser, Salz, Säureessig, Aroma, Saccharin, pasteurisiert.
Staud's Wien / Spar Rote Beete in Scheiben	Rote Beete, Weingeistessig, Zucker, Salz, Gewürze, Kümmel, Kren, pasteurisiert.
Gurkenprinz / Billa Rote Beete in Scheiben	Rote Beete, Weingeistessig, Gewürze, Kümmel, Kren, Salz, Zucker, Saccharin, pasteurisiert.
Giggles / Zielpunkt Rote Beete in Scheiben	Rote Beete, Wasser, Branntweinessig, Zucker, Speisesalz, Zwiebel, natürliches Aroma, pasteurisiert.
Rote Beete Salate in Streifen	
Seeburger / Billa Rote Beete in Streifen	Rote Beete, Wasser, Essig aus Essigsäure, Salz, Saccharin, natürliche Aromen, pasteurisiert.
Efko / Spar Rote Beete in Streifen	Rote Beete, Salz, Säureessig, Aromen, Saccharin, pasteurisiert.
Felix / Billa Rote Beete in Streifen	Rote Beete, Wasser, Salz, Säureessig, Saccharin, Aromen, pasteurisiert.

3.2. Allgemeine Probenaufbereitung

Die Untersuchung der Säfte bedurfte keiner Vorbehandlung, außer einer entsprechenden Verdünnung, um ein Stören der Analysen durch die intensive Rotfärbung der Roten Beete zu verhindern. Da es sich bei den Salaten um Festsubstanzen handelte, mussten aus diesen Produkten Extrakte hergestellt werden. Polyphenole und Antioxidantien sind niedrig- und intermediat molekulargewichtig und werden mit Extraktionsmitteln wie H₂O, Methanol oder Aceton extrahiert [BRAVO, 1998]. Bei den Rote Beete Salaten wurde deshalb jeweils das ganze Produkt (Festsubstanz und Saft) homogenisiert, davon 30 – 40 g in ein Zentrifugenröhrchen eingewogen, 30 min. bei 14750 rpm zentrifugiert und der Überstand in Cups abpipettiert. Säfte und Salate wurden mit Stickstoff begast und die Cups bei - 80° Celsius tiefgefroren, zum Analysenzeitpunkt aufgetaut, verdünnt

und der TAC - Wert bzw. Phenolgehalt bestimmt. Als Referenzsubstanz wurde ein Rote Beete Salat Extrakt hergestellt und jeden Tag mitbestimmt, um die Tagesschwankungen der Methoden zu überprüfen.

3.3. Methoden

3.3.1. Bestimmung des Gesamtphenolgehaltes

Der Gesamtphenolgehalt (PhG) wurde nach der Methode von LINSKENS und JACKSON [1988] mit Folin–Ciocalteu Reagenz bestimmt.

Prinzip der Methode

Das Verfahren basiert auf der Oxidation phenolischer Hydroxylgruppen durch das Folin-Ciocalteu-Reagenz. Dabei wird das Reagenz selbst reduziert, wobei ein blauer Molybdän-Wolfram-Komplex entsteht. Die Farbreaktion wird proportional zur Konzentration der phenolischen Komponenten in einer Probe verstärkt. Die Intensität der blauen Färbung wird anhand der Absorption bei der Wellenlänge $\lambda = 720$ nm photometrisch gemessen. Der Gesamtphenolgehalt wird in Catechin-Äquivalenten (g/l) angegeben.

Verwendete Geräte

Spectrophotometer	HITACHI, U-2001, 89833
Wortex	VELP®, SCIENTIFICA
Pipette	BIOHIT Proline 1-5 ml (5101127)
Pipette	BIOHIT Proline 100-1000 μ l, (4076320)
Pipette	BIOHIT Proline 20-100 μ l (4068208)
Pipettenspitzen	BRAND
Küvetten	Barloworld Scientific Ltd., STERILIN

Reagenzien

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

Herstellung der Lösungen

Es wurden 4, 16, 25, 40, 55, 80 und 100 mg (+)-Catechin für die Standards 1 bis 7 in jeweils 100 ml dest. Wasser im Ultraschallbad aufgelöst.

1. Standard:

4,25 ml Aqua dest.
+ 0,5 ml Standard
+ 0,25 ml Folin-Ciocalteu-Reagenz (3-6 min. warten)
0,5 ml 10 %-ige Natriumcarbonatlösung (nach 1 h bei $\lambda = 720$ nm messen)

2. Leerwert:

4,25 ml Aqua dest.
+ 0,5 ml Folin-Ciocalteu-Reagenz (3-6 min. warten)
0,5 ml 10 %-ige Natriumcarbonatlösung (nach 1 h bei $\lambda = 720$ nm messen).

3. Probe:

4,25 ml Aqua dest.
+ 0,5 ml Probe
+ 0,25 ml Folin-Ciocalteu-Reagenz (3-6 min. warten)
0,5 ml 10 %-ige Natriumcarbonatlösung (nach 1 h bei $\lambda = 720$ nm messen)

Testdurchführung

Vor einer Testserie wurde eine Eichgerade (Abb. 21) mit sieben Messpunkten der (+)-Catechin - Standardlösungen mit den Konzentrationen 40 ng/l, 160 ng/l, 250 ng/l, 400 ng/l, 550 ng/l, 800 ng/l und 1000 ng/l aufgenommen, welche bei einer Korrelation von $r = 0,999$ linear war. Diese Eichgerade diente der Berechnung des Gesamtphenolgehaltes. Die Testserie bestand je Produkt aus Rote Beete Saft, bzw. Rote Beete Salat Extrakt, sowie einem Leerwert und einer Referenzprobe in Doppelbestimmung. Jeder Saft bzw. Extrakt wurde 6mal in einer entsprechenden Verdünnung hergestellt und jeweils in Doppelbestimmung analysiert (insgesamt 12 Bestimmungen je Produkt). Die Ergebnisse wurden in Catechin - Äquivalenten (g/l) angegeben.

Messung

Die Messung wurde bei einer Wellenlänge von $\lambda = 720$ nm durchgeführt und die Extinktion jeweils sofort abgelesen. Die verdünnten Proben wurden während der Analyse unter Lichtschutz aufbewahrt.

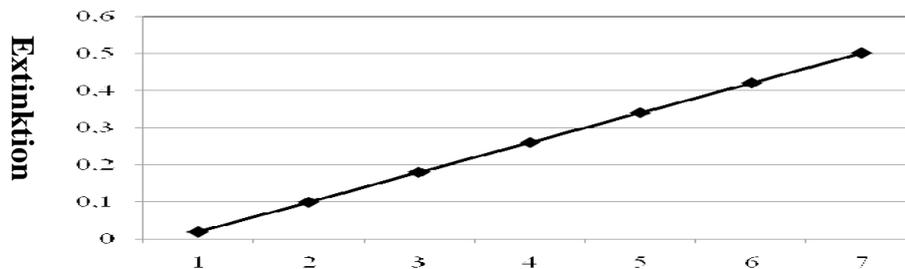


Abb. 21: Eichgerade zur Ermittlung der Phenolwerte

Standard	Extinktion	Korrelation: 0,999
4	0,019	
16	0,099	
25	0,18	
40	0,26	
55	0,34	
80	0,42	
100	0,501	

Reproduzierbarkeit

Die Standardabweichung des Mittelwertes (VK = Variationskoeffizient der Methode), welche durch zehnmahlige Bestimmung eines Rote-Beete Saftes ermittelt wurde, lag bei 0,89 %.

3.3.2. Bestimmung der totalen antioxidativen Kapazität (TAC)

Die totale antioxidative Kapazität (TAC) wurde nach der Methode von RICE-EVANS und MILLER [1994] durchgeführt.

Prinzip der Methode

Das Prinzip der Methode beruht auf der relativen Fähigkeit von Antioxidantien das Radikalkation von 2,2-Azinobis-[3-ethylbenzothiazolin-6-sulphonsäure] (ABTS+), welches charakteristische Absorptionsmaxima aufweist, in wässrigen Phasen abzufangen. Das Radikalkation ABTS+ wird durch Reaktion zwischen ABTS, Wasserstoffperoxid und Metmyoglobin erzeugt. Antioxidantien unterdrücken entsprechend ihrer antioxidativen Kapazität die Bildung des Radikals. Das ABTS+ -Kation wird bei der Wellenlänge $\lambda = 734$ nm photometrisch vermessen. Das Maß der Hemmung der Bildung des ABTS+ -Kations durch die Antioxidantien in der Probe wird mit der Hemmung durch die Standard-Substanz 6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxysäure (Trolox) verglichen.

Verwendete Geräte

UV-Vis Spectrometer	UV4 ATI UNICAM
Wasserbad	JULABO U3
Wortex	Heidolph Reax, top
Pipette	200-1000 μ l, Finnpipette, Labsystems U94391, 4500
Pipette	200-1000 μ l, Finnpipette, Labsystems H98540, 4500
Pipette	20-200 μ l, Thermo Scientific, DH57151, 4500
Küvetten	Barloworld Scientific Ltd., STERILIN
Stoppuhr	TFA, Kat.-Nr.: 38.2018

Waage	METTLER, AT201
Zentrifuge	Sorvall Instruments, DUPONT, RC5C
pH-Meter	ORION, pH-Meter Model 420

Reagenzien

Trolox (6-Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxysäure)	Fluka
ABTS (2,2-Azino-bis-[3ethylbenzthiazolizolin-6-sulfonsäure])	Sigma
Myoglobin	Sigma
30 % H ₂ O ₂	Donauchen

Herstellung der Lösungen

<u>1. Standards:</u>	Standard 1:	0,1 ml Trolox + 0,4 ml PBS-Puffer
	Standard 2:	0,2 ml Trolox + 0,3 ml PBS-Puffer
	Standard 3:	0,3 ml Trolox + 0,2 ml PBS-Puffer
	Standard 4:	0,4 ml Trolox + 0,1 ml PBS-Puffer
	Standard 5:	0,5 ml Trolox

<u>2. PBS – Puffer:</u>	8,2 g NaCl
	0,2 g KCl
	1,2 g Dinatriumhydrogenphosphat
	0,2 g Kaliumdihydrogenphosphat

Diese Substanzen wurden in einem Liter Wasser bidest. aufgelöst und auf einen pH-Wert von 7,40 eingestellt.

<u>3. H₂O₂ - Lösung:</u>	Lösung A:	515 µl 30% H ₂ O ₂ in 10 ml PBS-Puffer
	Lösung B:	45 µl von Lösung A in 50 ml PBS-Puffer

<u>4. ABTS – Lösung:</u>	27,43 mg ABTS in 10 ml PBS auflösen
---------------------------------	-------------------------------------

<u>5. Trolox:</u>	154,6 mg Trolox in 250 ml auflösen
--------------------------	------------------------------------

6. Metmyoglobin:

Das in PBS-Puffer gelöste Myoglobin (188 mg Myoglobin in 25 ml PBS = Lösung 1) wird mit 10 ml einer Ferricyanidlösung (24,4 mg Ferricyanid in 100 ml PBS = Lösung 2) zu Metmyoglobin oxidiert. Diese Mischung wird anschließend auf eine vorbereitete Chromatographiesäule (Sephadex G-15-120, 35 cm x 2,5 cm, vorher mit 2-fachem Säulenvolumen PBS-Puffer bei 2 ml/min gespült) aufgetragen und mit PBS eluiert. Alle 5 ml werden die braunen Fraktionen gesammelt und anschließend bei der Wellenlänge $\lambda = 490, 560, 580$ und 700 nm gegen PBS-Puffer gemessen.

Testdurchführung

Vor einer Testserie wurde eine Eichgerade (Abb. 22) mit fünf Messpunkten der Trolox – Standardlösungen mit Konzentrationen von $0,5 - 2,5$ mmol/l aufgenommen, welche bei einer Korrelation von $r = 0,999$ linear war. Diese Eichgerade diente der Berechnung der TAC-Werte. Die Testserie bestand je Produkt aus Rote – Beete Saft, bzw. Rote – Beete Salat Extrakt, sowie einem Leerwert und einer Referenzprobe in Doppelbestimmung. Jeder Saft bzw. Extrakt wurde 6mal in einer entsprechenden Verdünnung hergestellt und jeweils in Doppelstimmung analysiert (insgesamt 12 Bestimmungen je Produkt). Die Ergebnisse wurden in Trolox – Äquivalenten (mmol TroloxÄ/l) angegeben.

Messung

Die Messung wurde bei einer Wellenlänge $\lambda = 734$ nm durchgeführt, die Extinktion jeweils nach 6 min. abgelesen. PBS-Puffer und ABTS-Lösung wurden auf 30° Celsius im Wasserbad temperiert. Die Reagenzien (PBS-Puffer und ABTS-Lösung) sowie die verdünnten Proben wurden während der Analyse ebenfalls unter Lichtschutz aufbewahrt.

Leerwert:

	410 μ l PBS-Puffer	
	400 μ l ABTS	
	20 μ l Metmyoglobin	→ Messung starten
nach 15 sec.	170 μ l H_2O_2 zufügen, um die Reaktion zu starten.	

Standard: 410 µl PBS-Puffer
 400 µl ABTS
 10 µl Standard
 20 µl Metmyoglobin → Messung starten
 nach 15 sec. 170 µl H₂O₂ zufügen, um die Reaktion zu starten.

Probe: 400 µl PBS-Puffer
 400 µl ABTS
 20 µl Probe
 20 µl Metmyoglobin → Messung starten
 nach 15 sec. 170 µl H₂O₂ zufügen, um die Reaktion zu starten.

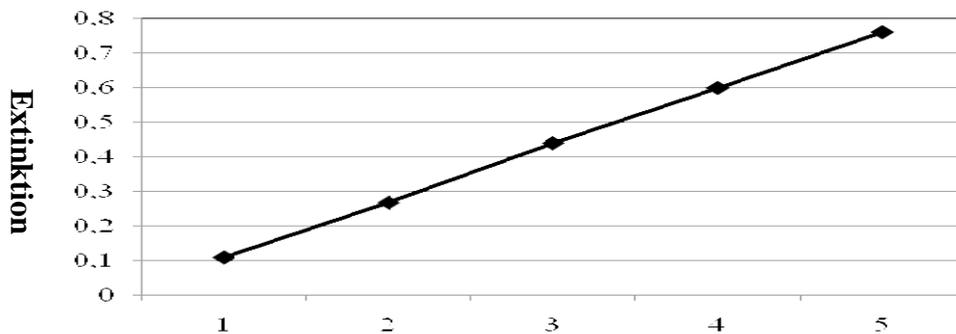


Abb. 22: Eichgerade zur Ermittlung der TAC - Werte

Standard	Extinktion	Korrelation: 0,999
0,5	0,761	
1	0,599	
1,5	0,440	
2	0,268	
2,5	0,110	

Reproduzierbarkeit

Die Standardabweichung des Mittelwertes (VK = Variationskoeffizient der Methode), die durch zehnmalige Bestimmung eines Rote-Beete Saftes ermittelt wurde lag bei 3,1 %.

3.3.3. Sensorische Analyse

Im Rahmen der sensorischen Analyse wurden mittels Paarweise Vergleichsprüfung und Rangordnungsprüfungen nach Präferenz, Rote Beete- und Gemüsesäfte beurteilt.

Prüfer / Zahl der Prüfungen / Probenvorbereitung

Das Panel bestand aus 40 - 50 Konsumenten, die an 2 Prüfterminen (Vormittag und Nachmittag) 4 – 6 Rote Beete – und Gemüsesäfte beurteilten. Die Prüfung erfolgte in Prüfkabinen, wobei den Prüfern ca. 30 ml Saft in farblosen Gläsern gereicht wurde. Die Säfte wurden mit dreistelligen Zufallszahlen codiert und in gekühltem Zustand zur Verkostung bereitgestellt. Während der Verkostung stand den Prüfern Wasser zur Geschmacksneutralisation zur Verfügung.

Rangordnungsprüfung

Die Rangordnungsprüfung findet Anwendung, wenn eine Reihe von Proben (4-6) auf sensorische Unterschiede bzw. Übereinstimmung geordnet werden sollen. Fragen nach der Güte (allgemeine Fragestellung) bzw. nach Beliebtheit (Beliebtheitsfragestellung) können ebenfalls im Rahmen einer Rangordnungsprüfung beantwortet werden. Voraussetzung ist, dass im Vorhinein festgelegt wird, ob die intensivste oder schwächste Probe den Rang 1 bekommt. Weiters muss festgelegt werden, ob ein Rangplatz nur einmal oder mehrere Male vergeben werden darf. Bei der Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit nach BUSCH – STOCKFISCH [1993] durchgeführt wurde. Die Panelisten sollten dabei nach ihren Präferenzen die biologischen und konventionellen Rote Beete- und Gemüsesäfte nach Beliebtheit ordnen.

Paarweise Vergleichsprüfung

Die Paarweise Vergleichsprüfung findet Anwendung, wenn bei 2 Proben ein kleiner, nicht bekannter Unterschied festgestellt werden soll. Fragen nach der Güte (allgemeine Fragestellung) bzw. nach Beliebtheit (Beliebtheitsfragestellung) können ebenfalls im Rahmen einer Paarweisen Vergleichsprüfung beantwortet werden.

Bei der Paarweisen Vergleichsprüfung nach Beliebtheit wurden die Prüfpersonen gebeten jene Probe anzukreuzen, welche sie bevorzugten.

3.3.4. Auswertung der Daten

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS (Statistical Package for Social Sciences) für Windows Version 14.0. Die Signifikanz wurde auf dem Niveau von 5 % ($p < 0,05$) definiert.

3.3.4.1. Auswertung Gesamtphenole und totale antioxidative Kapazität

Die Testung signifikanter Unterschiede erfolgte mittels Multivarianzanalyse. Die Beschreibung normalverteilter Daten erfolgte mittels Mittelwert und Standardabweichung. Korrelationen wurden nach Pearson berechnet. Korrelationen von $0 - \pm 0,4$ wurden als schwach, von $> \pm 0,4 - \pm 0,7$ als stark und von $> \pm 0,7 - \pm 1$ als sehr stark eingestuft.

3.3.4.2. Auswertung Sensorische Analyse

Die Auswertung der Ergebnisse zu den Rangordnungsprüfungen bzw. zu der Paarweisen Vergleichsprüfung erfolgte mittels Friedman - Test.

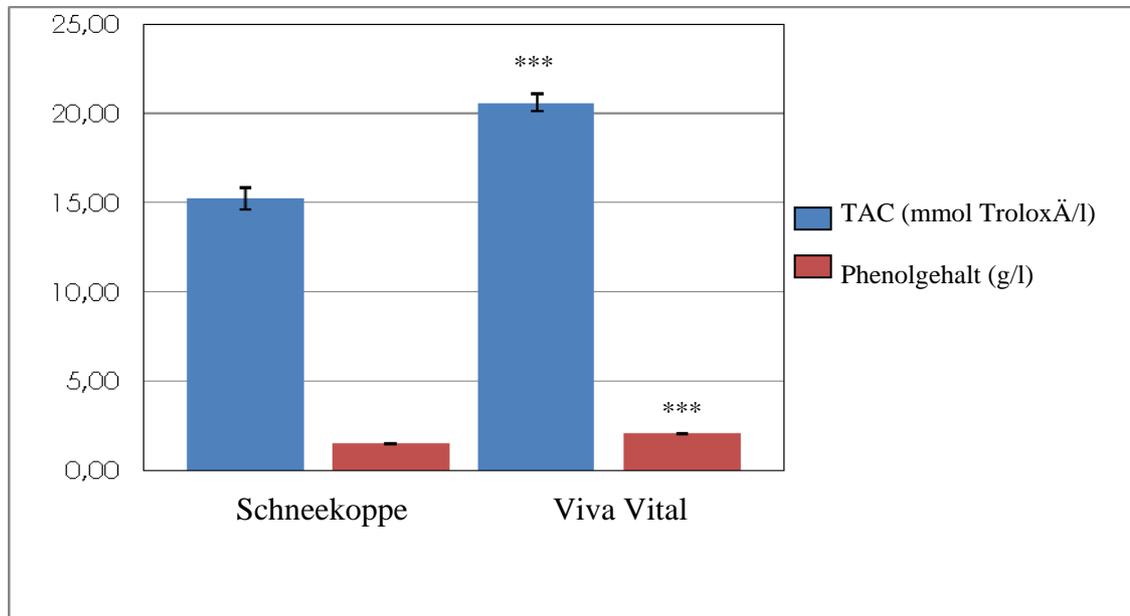
4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Totale antioxidative Kapazität (TAC) und Phenolgehalt (PhG) der untersuchten Rote Beete Produkte

4.1.1. Rote Beete Säfte

4.1.1.1. Rote Beete Säfte pur, konventionell

Die TAC-Werte betragen für „Schneekoppe“ $15,3 \pm 0,59$ mmol TroloxÄ/l und für „Viva Vital“ $20,58 \pm 0,50$ mmol TroloxÄ/l. Die Phenolgehalte lagen für „Schneekoppe“ bei $1,47 \pm 0,013$ g/l und für „Viva Vital“ bei $2,07 \pm 0,014$ g/l (Abb. 23). Der pH-Wert erreichte für beide Produkte 4,9 (Tab. 10, Anhang).



*** Viva Vital > Schneekoppe, $p = 0,000$ (TAC)

*** Viva Vital > Schneekoppe, $p = 0,000$ (PhG)

¹Abb. 23: TAC und Phenolgehalte Rote Beete Säfte pur, konventionell (MW \pm sd)

¹ Alle Signifikanzen zur Abb. 23 siehe Tab. 12 im Anhang.

Bei den Säften „*Schneekoppe*“ und „*Viva Vital*“ handelte es sich um 99 % ige Rote Beete Säfte, welche mit 1% Zitronensaft versetzt wurden, um durch pH-Wert Absenkung Haltbarkeit zu gewährleisten. Zitronensaft hat eine antioxidative Kapazität von $2,85 \pm 0,07$ mmol TroloxÄ/l [MITTER, 2002] und eine gute Antioxidantien stabilisierende Wirkung [BILYK et al., 1981 und HERBACH et al., 2006], was mit ziemlicher Sicherheit für das gesamte antioxidative Potential von Bedeutung war.

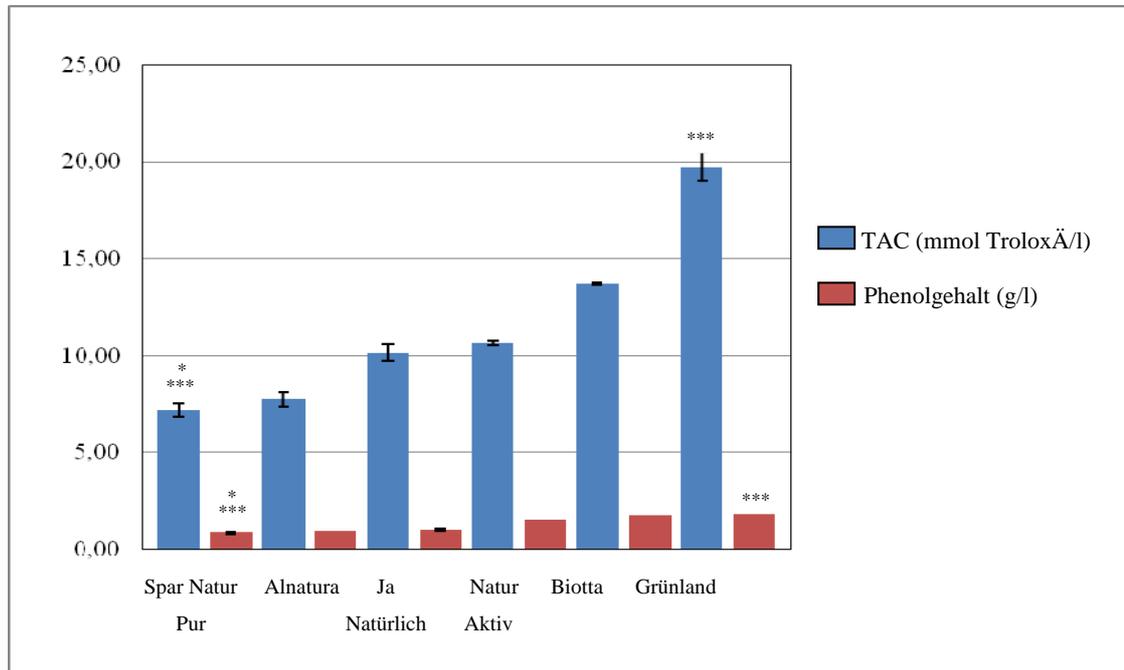
Die Unterschiede zwischen „*Schneekoppe*“ und „*Viva Vital*“ haben sich als signifikant ($p < 0,000$) für beide untersuchten Parameter ergeben. Da antioxidativ wirksame Inhaltsstoffe in Roter Beete empfindlich gegenüber Licht sind, kann angenommen werden, dass Lichteinfluss während der Saftherstellung, sowie die Verpackung für die signifikanten Unterschiede der reinen, konventionellen Rote Beete Säfte „*Schneekoppe*“ (Weissglas) und „*Viva Vital*“ (TetraPak), aus unterschiedlichen Sorten hergestellt, verantwortlich sein konnten.

4.1.1.2. Rote Beete Säfte pur, biologisch

Die Rote Beete Säfte „*Spar*“ ($7,38 \pm 0,36$ mmol TroloxÄ/l) und „*Alnatura*“ ($7,71 \pm 0,36$ mmol TroloxÄ/l) zeigten die vergleichbaren und niedrigsten TAC-Werte. „*Ja Natürlich*“ ($10,13 \pm 0,41$ mmol TroloxÄ/l), „*Natur Aktiv*“ ($10,60 \pm 0,11$ mmol TroloxÄ/l), sowie „*Biotta*“ ($13,69 \pm 0,07$ mmol TroloxÄ/l) lagen dazwischen und „*Grünland*“ erreichte unterdessen mit $19,30 \pm 0,74$ mmol TroloxÄ/l den höchsten Wert.

Die niedrigsten Phenolgehalte zeigten „*Spar*“ ($0,81 \pm 0,005$ g/l), „*Alnatura*“ ($0,94 \pm 0,007$ g/l), sowie „*Ja Natürlich*“ ($0,99 \pm 0,003$ g/l). „*Natur Aktiv*“ mit $1,53 \pm 0,010$ g/l lag dazwischen während „*Biotta*“, „*Grünland*“, die ähnliche Werte aufwiesen ($1,72 \pm 0,007$ g/l); ($1,76 \pm 0,014$ g/l) (Abb. 24) erreichten die höchste antioxidative Kapazität.

Da die pH-Werte von allen untersuchten Säften dieser Gruppe zwischen 4,27 und 4,72 (Tab. 10, Anhang) im optimalen Aktivitätsbereich für Betanin 4-5 lagen [ATTOE und ELBE, 1982], ist anzunehmen, dass mit großer Wahrscheinlichkeit der Ascorbinsäurezusatz für die signifikant ($p < 0,000$) höheren TAC – Werte und Phenolgehalte im Saft „*Grünland*“ verantwortlich sein könnte.



*** Grünland > Spar Natur Pur, Alnatura, Ja Natürlich, Natur Aktiv und Biotta, $p=0,000$ (TAC)

*** Grünland > Spar Natur Pur, Alnatura, Ja Natürlich, Natur Aktiv und Biotta, $p=0,000$ (PhG)

*** Spar Natur Pur < Ja Natürlich, Natur Aktiv, Biotta und Grünland, $p = 0,000$ (TAC)

*** Spar Natur Pur < Ja Natürlich, Natur Aktiv, Biotta und Grünland, $p = 0,000$ (PhG)

* Spar Natur Pur < Alnatura, $p = 0,045$ (TAC)

* Spar Natur Pur < Alnatura, $p = 0,045$ (PhG)

²Abb. 24: TAC und Phenolgehalte Rote Beete Säfte, pur, biologisch (MW \pm sd)

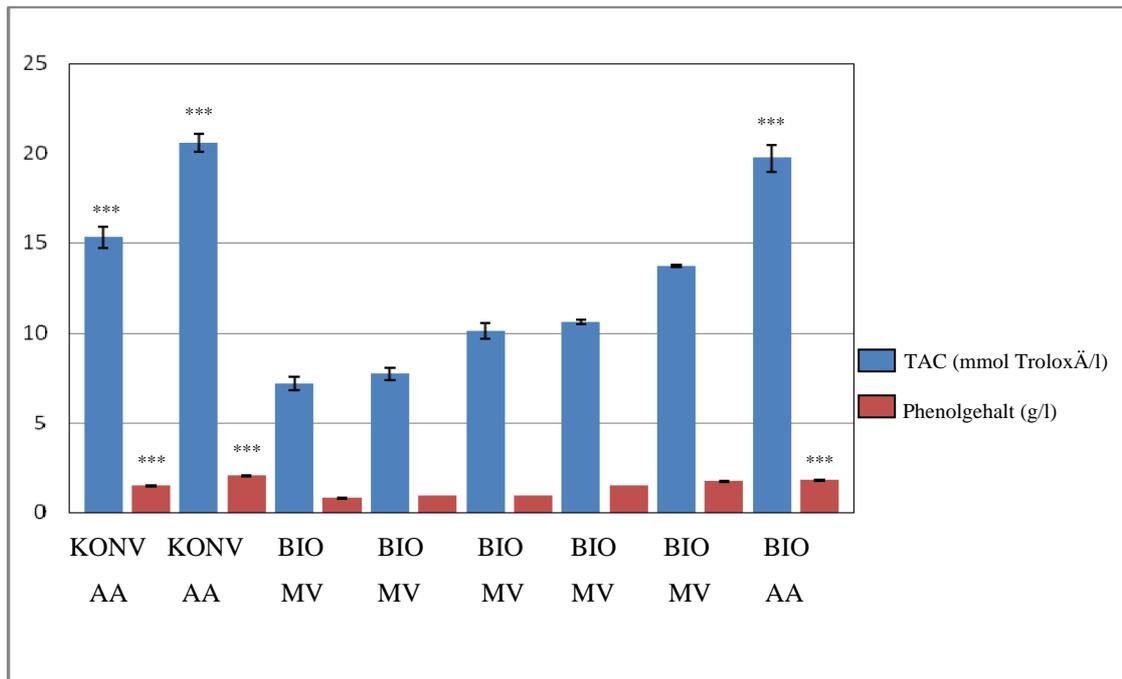
Signifikante ($p < 0,000$) Unterschiede im TAC und Phenolgehalt von „Spar Natur Pur“, „Alnatura“, „Ja Natürlich“, „Natur Aktiv“ und „Biotta“ sind vermutlich auf unterschiedliche Rohware, sowie unterschiedlich lange Pasteurisationsverfahren zurückzuführen.

4.1.1.3. Rote Beete Säfte pur, biologisch bzw. konventionell im Vergleich

Im Vergleich der biologischen (BIO) und konventionellen (KONV) Rote Beete Säfte konnte aufgezeigt werden, dass jene Säfte mit Ascorbinsäure - Zusatz (AA)

² Alle Signifikanzen zur Abb. 24 in Tab. 13 und 14 im Anhang.

[BIO-AA (TAC) = $19,30 \pm 0,74$ mmol TroloxÄ/l]; [KONV – AA (TAC) = $17,94 \pm 0,55$ mmol TroloxÄ/l] im Mittel signifikant ($p < 0,000$) höheres antioxidatives Potential hatten, als milchsauer Vergorene [TAC = $9,90 \pm 0,26$ mmol TroloxÄ/l] (Abb. 25), unabhängig davon ob sie biologischen- oder konventionellen Ursprungs waren.



*** KONV (AA) > BIO (MV), $p = 0,000$ (TAC)

*** KONV (AA) > BIO (MV), $p = 0,000$ (PhG)

*** BIO (AA) > BIO (MV), $p = 0,000$ (TAC)

*** BIO (AA) > BIO (MV), $p = 0,000$ (PhG)

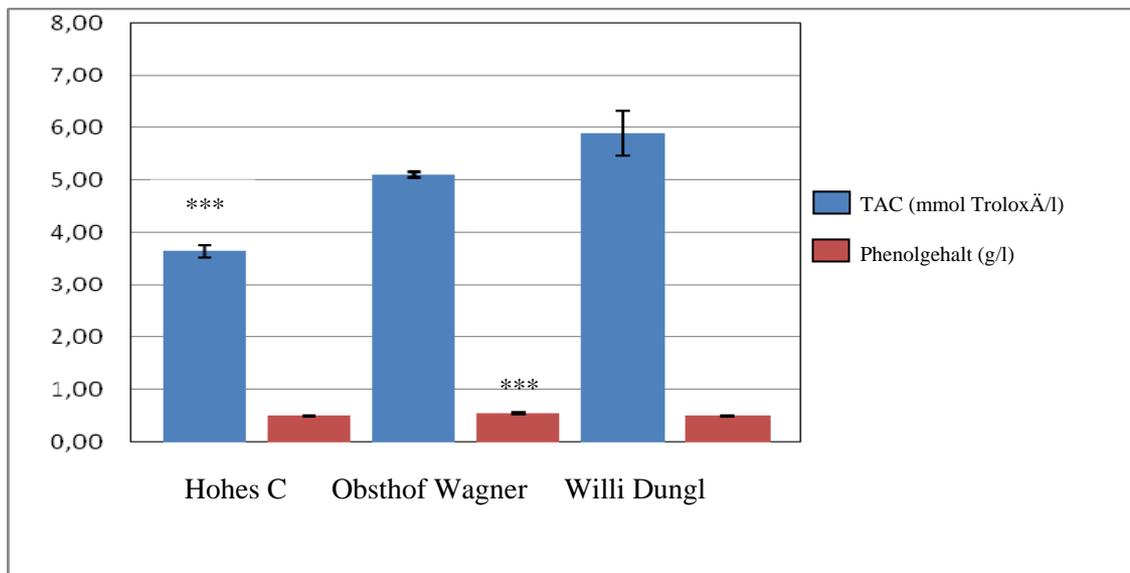
Abb. 25: Rote Beete Säfte pur, biologisch MV bzw. konventionell im Vergleich (MW \pm sd; MV = Milchsauer Vergärung, AA = Ascorbinsäurezusatz)

Antioxidantien stabilisierende Wirkung durch Ascorbinsäure konnte schon von ATTOE und ELBE [1984] aufgezeigt werden, wodurch man vermuten kann, dass die Haltbarmachung mit Anwendung der Ascorbinsäure im Vergleich zu milchsaurer Vergärung von größerem Vorteil ist.

4.1.2. Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil

4.1.2.1. Gemüsesäfte konventionell

Der TAC - Wert betrug für „*Hohes C*“ $3,64 \pm 0,11$ mmol TroloxÄ/l und war signifikant ($p < 0,000$) niedriger als „*Obsthof Wagner*“ $5,10 \pm 0,05$ mmol TroloxÄ/l und „*Willi Dungal*“ $5,90 \pm 0,43$ mmol TroloxÄ/l. Die Phenolgehalte lagen für „*Hohes C*“ und „*Willi Dungal*“ bei $0,48 \pm 0,004$ g/l und waren signifikant ($p < 0,000$) niedriger als bei „*Obsthof Wagner*“ $0,56 \pm 0,006$ g/l (Abb. 26).



*** Hohes C < Obsthof Wagner und Willi Dungal, $p = 0,000$ (TAC)

*** Obsthof Wagner > Hohes C und Willi Dungal, $p = 0,000$ (PhG)

³Abb. 26: TAC und Phenolgehalte Gemüsesäfte, konventionell (MW \pm sd)

Signifikante ($p < 0,000$) Unterschiede in den TAC – Werten zwischen den Säften dieser Gruppe „*Hohes C*“ (12 % Gemüse, Rote Beete inbegriffen), „*Obsthof Wagner*“ (40 % Rote Beete) und „*Willi Dungal*“ (10 % Rote Beete) ergeben sich vermutlich aufgrund der unterschiedlichen Rohware, Differenzen in den Pasteurisationsverfahren, aber vor

³ Alle Signifikanzen zur Abb. 26 siehe Tab. 15 und 16 im Anhang.

allem aufgrund der verschiedenartigen Zusammensetzung mit einbeziehen der prozentuellen Anteile an Roter Beete sowie anderen Bestandteilen.

„*Obsthof Wagner*“ enthält z.B. 50 % Apfelsaft (TAC = 1,05 – 3,25 mmol TroloxÄ/l) [BINDER, 2006] und 10 % Karottensaft (TAC = 0,44 – 0,70 mmol TroloxÄ/l) [PELLEGRINI et al., 2003], die mit ihrem Potential zu den signifikant ($p < 0,000$) höheren TAC-Werten dieses Saftes im Vergleich zu „*Hohes C*“ beitragen konnten.

Der signifikant ($p < 0,000$) niedrigere TAC - Wert von „*Obsthof Wagner*“ (Weissglas) im Vergleich zu „*Willi Dungal*“ (TetraPak), ist vermutlich auf die nicht lichtgeschützte Verpackung und deren Einfluss auf die sehr lichtempfindlichen Antioxidantien in Roter Beete [HERBACH, STINTZING und CARLE, 2006] zurückzuführen.

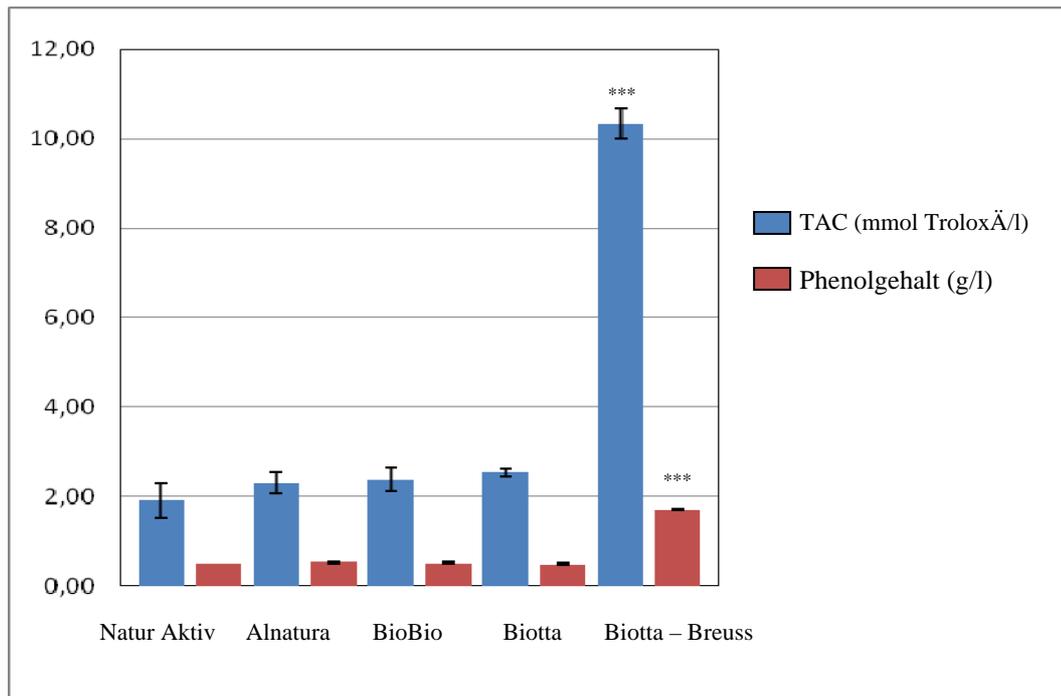
4.1.2.2. Gemüsesäfte biologisch

Die TAC - Werte der Säfte „*Natur Aktiv*“ ($1,92 \pm 0,39$ mmol TroloxÄ/l), „*Alnatura*“ ($2,31 \pm 0,23$ mmol TroloxÄ/l), „*Bio-Bio*“ ($2,33 \pm 0,26$ mmol TroloxÄ/l) und „*Biotta*“ ($2,55 \pm 0,08$ mmol TroloxÄ/l) waren sehr ähnlich und haben keine Signifikanzen gezeigt. Allerdings waren alle diese Werte signifikant ($p < 0,000$) niedriger, als das antioxidative Potential von „*Biotta-Breuss*“ ($10,24 \pm 0,43$ mmol TroloxÄ/l).

Eine ähnliche Situation konnte beim Phenolgehalt beobachtet werden. Die Unterschiede zwischen den Säften „*Natur Aktiv*“ ($0,51 \pm 0,010$ g/l), „*Alnatura*“ ($0,53 \pm 0,009$ g/l), „*Bio-Bio*“ ($0,53 \pm 0,009$ g/l) und „*Biotta*“ ($0,51 \pm 0,007$ g/l) haben sich ebenfalls als nicht signifikant ergeben, während im Vergleich dieser Säfte mit „*Biotta-Breuss*“ ($1,03 \pm 0,009$ g/l) höchst signifikante ($p < 0,000$) Unterschiede aufgezeigt werden konnten (Abb. 27).

Alle Produkte enthielten Rote Beete in unterschiedlichen Mengen und wurden mit Ausnahme von „*Biotta*“ und „*Biotta – Breuss*“, beide Kurzzeiterhitzung, durch milchsäure Vergärung haltbar gemacht. Signifikante ($p < 0,000$) Unterschiede in den TAC - Werten und Phenolgehalten sind daher mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit auf die verschiedenen prozentuellen Anteile mit unterschiedlichem antioxidativen Potential der Hauptbestandteile wie Tomaten (TAC = 1,31 – 1,69 mmol TroloxÄ/l) [PELLEGRINI et al., 2003] in den Produkten „*Natur Aktiv*“ (> 50 % Tomate),

„Alnatura“ (> 50 % Tomate), „Bio-Bio“ (> 50 % Tomate), „Biotta“ (> 50 % Tomate) und Rote Beete (TAC = 15 mmol TroloxÄ/l) [MITTER, 2002] im Saft „Biotta-Breuss“ (> 50 % Rote Beete) zurückzuführen.



*** Biotta - Breuss > Natur Aktiv, Alnatura, BioBio und Biotta, $p = 0,000$ (TAC)

*** Biotta - Breuss > Natur Aktiv, Alnatura, BioBio und Biotta, $p = 0,000$ (PhG)

⁴Abb. 27: TAC und Phenolgehalte Gemüsesäfte, biologisch (MW \pm sd)

4.1.3. Rote Beete Säfte und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil im Vergleich

Die signifikant ($p < 0,000$) höheren TAC - Werte und Phenolgehalte von Rote Beete Säften pur, konventionell (TAC = $17,94 \pm 0,55$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $1,77 \pm 0,014$ g/l) im Vergleich zu Rote Beete Säften pur, biologisch (TAC = $11,47 \pm 0,41$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $1,13 \pm 0,01$ g/l) (Abb. 28) sind mit großer Wahrscheinlichkeit auf den Zusatz von Ascorbinsäure zurückzuführen [ATTOE und ELBE, 1987].

⁴ Alle Signifikanzen zur Abb. 27 siehe Tab. 17 und 18 im Anhang.

Bereits BILYK et al. [1981] sowie HERBACH et al. [2006] bestätigten, dass der Zusatz von 0,1 % iger Isoascorbinsäure und 1 % iger Ascorbinsäure während der Saftlagerung die lichtinduzierte Zerstörung von Betacyanin hemmen. Aufgrund der Tatsache, dass die Stabilität von Betanin linear mit dem Ansteigen von Sauerstoff sinkt [CZAPSKI, 1985] und die Quantität der Sauerstoffaufnahme, welche vom pH-Wert abhängig ist, unter dem pH-Optimum von Betanin 4-5 steigt [HUANG und ELBE, 1987] sind sowohl in der konventionellen- als auch in der biologischen Rote Beete Saftproduktion ein entsprechendes Säuremilieu und anaerobe Bedingungen anzustreben.

Die pH-Werte für Rote Beete Säfte pur, konventionell, welche vermutlich durch den Zusatz von Ascorbinsäure auf 4,85 und 4,99 festgelegt wurden, lagen zwar im Optimum für Betanin [ATTOE und ELBE, 1987], allerdings deutlich höher als die pH-Werte der Rote Beete Säfte pur, biologisch mit 4,24 und 4,44 (Tab. 10, Anhang), welche durch milchsäure Vergärung haltbar gemacht wurden. Der Rote Beete Saft der Firma „Grünland“, zeigte aufgrund des Zitronensäurezusatzes als der einzige biologische Saft einen höheren pH-Wert von 4,72 und besaß auch ein vergleichbares antioxidatives Potential wie die konventionellen Säfte mit Ascorbinsäurezusatz, was wiederum bestätigt, dass nicht biologische bzw. konventionelle Herstellungsweise sondern mit großer Wahrscheinlichkeit die Haltbarmachungsmethode, d.h. Ascorbinsäurezusatz bzw. milchsäure Fermentation das antioxidative Potential beeinflussen.

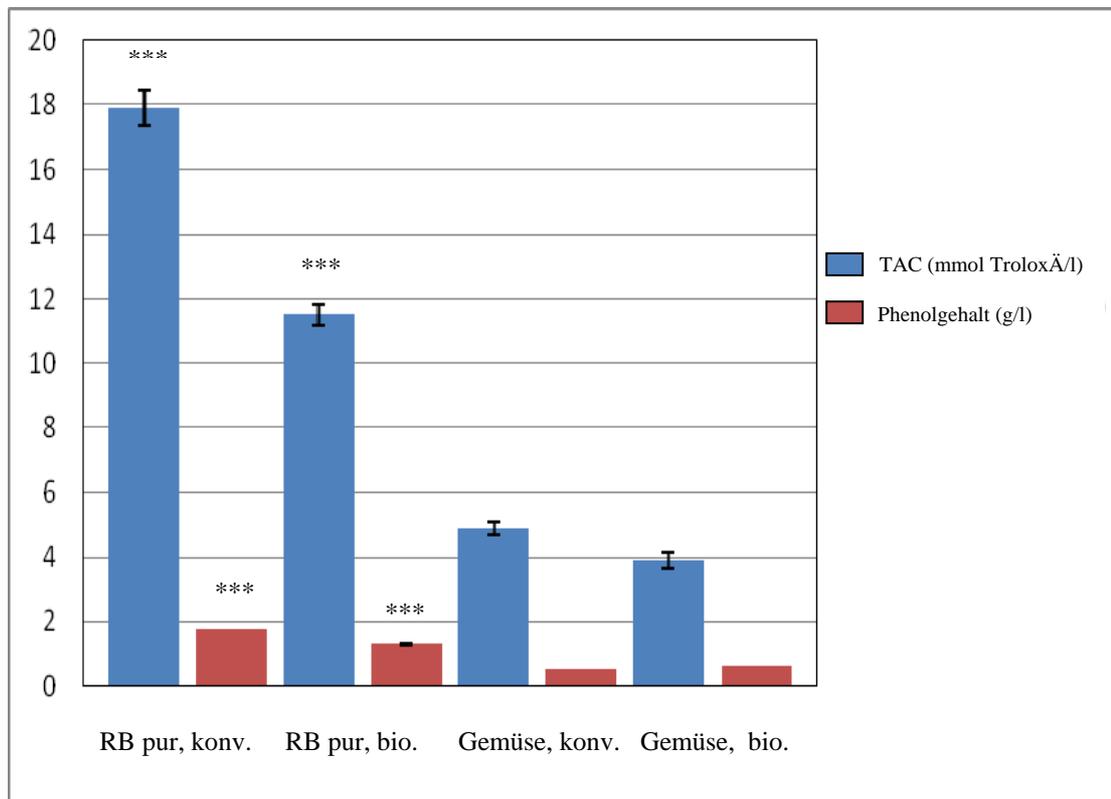
Nicht nur Ascorbinsäure- bzw. Zitronensäurezusatz waren der Grund für die signifikant ($p < 0,000$) höheren TAC - Werte und Phenolgehalte von puren, konventionellen- gegenüber puren, biologischen Rote Beete Säften sondern auch unterschiedliche Rohware könnten ausschlaggebend gewesen sein.

Milchsauer vergorene Rote Beete Säfte ($TAC = 11,3 \pm 0,35$ mmol TroloxÄ/l; $PhG = 1,32 \pm 0,01$ g/l) wiesen aber signifikant höhere TAC – Werte und Phenolgehalte auf, als konventionelle- ($TAC = 4,88 \pm 0,20$ mmol TroloxÄ/l; $PhG = 0,51 \pm 0,004$ g/l) und biologische, hitzebehandelte Gemüsesäfte ($TAC = 3,87 \pm 0,28$ mmol TroloxÄ/l; $PhG = 0,63 \pm 0,009$ g/l). Diese Tatsache ergab sich möglicherweise aufgrund der Pasteurisation, die wie bereits durch ELBE et al. [1974] bestätigt, sich negativ auf die

Antioxidantien auswirken kann, andererseits aufgrund des mengenmäßig geringen Rote Beete Anteils in Gemüsesäften, was von PELLEGRINI et al., [2003] beschrieben wurde.

Die pH-Werte von konventionellen Gemüsesäften 3,63 bis 3,96 [Tab. 10, Anhang] waren saurer, als die für Rote Beete Säfte pur, biologisch und konventionell ermittelten Werte 4,24 bis 4,99 [Tab. 10, Anhang] und lagen außerhalb des Optimums für Betanin 4 – 5 [ATTOE und ELBE, 1987], was vermutlich die signifikant ($p < 0,000$) niedrigeren TAC – Werte und Phenolgehalte im Vergleich zu puren konventionellen und biologischen Säften bewirkte.

Das antioxidative Potential von biologischen- und konventionellen Gemüsesäften war im Mittel sehr ähnlich, ohne signifikante Unterschiede, was vorrangig auf die ähnliche Zusammensetzung der Produkte zurückzuführen sein könnte und den Ursprung der Ware außer Acht lässt.



Rote Beete Säfte, pur, konventionell (n=2; 12 Bestimmungen/Saft; Gesamt = 24 Best.)

Rote Beete Säfte, pur biologisch (n=6; 12 Bestimmungen/Saft; Gesamt = 72 Best.)

Gemüsesäfte, konventionell (n=3; 12 Bestimmungen/Saft; Gesamt = 36 Best.)

Gemüsesäfte, biologisch (n=5; 12 Bestimmungen/Saft; Gesamt = 60 Best.)

*** R.B. pur, konv. > R.B. pur, bio., Gemüse konv. und Gemüse bio., p = 0,000 (TAC)

*** R.B. pur, konv. > R.B. pur, bio., Gemüse konv. und Gemüse bio., p = 0,000 (PhG)

*** R.B. pur, bio. > Gemüse konv. und Gemüse bio., p = 0,000 (TAC)

*** R.B. pur, bio. > Gemüse konv. und Gemüse bio., p = 0,000 (PhG)

⁵Abb. 28: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete Säften und Gemüsesäften mit Rote Beete Anteil (MW \pm sd; konv. = konventionell, bio.= biologisch)

⁵ Alle Signifikanzen zur Abb. 28 siehe Tab. 19 im Anhang.

RB = Rote Beete

Die Korrelation zwischen TAC – Werten und Phenolgehalte der untersuchten Rote Beete- und Gemüsesäften war positiv und betrug $r = 0,955$ ($p < 0,000$) (Abb. 29), was auch in früheren Untersuchungen mit anderen Säften beobachtet wurde. Bereits HENN und STEHLE [1998] konnten in Apfelsäften eine sehr starke Korrelation von $r = 0,993$ ($p < 0,01$) zwischen TAC - Werten und Phenolgehalten aufzeigen. In Apfelsäften konnte auch MITTER [2002] eine starke Korrelation $r = 0,914$ ($p < 0,01$) zwischen den genannten Parametern feststellen. BÖHM [1999] hat eine starke Korrelation $r = 0,988$ ($p < 0,01$) zwischen TAC - Werten und Phenolgehalten in Grünem Tee gefunden.

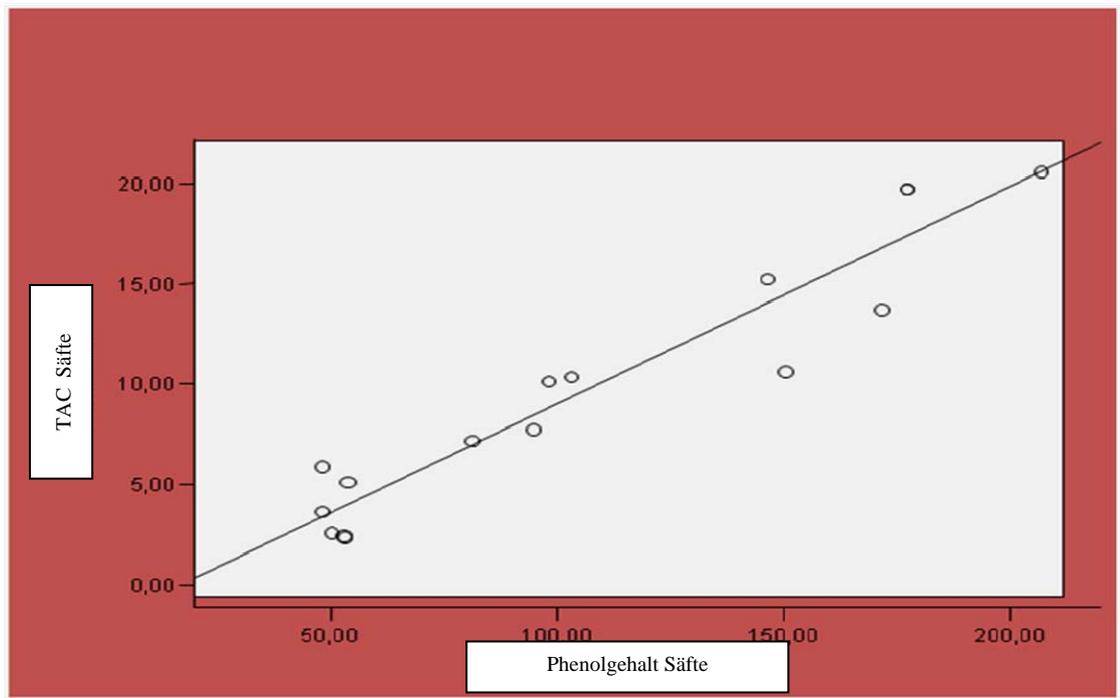


Abb. 29: Korrelation zwischen TAC und Phenolgehalten in Rote Beete- und Gemüsesäften mit Rote Beete Anteil ($r = 0,955$; $p = 0,000$)

4.1.4. Rote Beete roh

Der TAC-Wert von Roter Beete roh betrug $3,53 \pm 0,61$ mmol TroloxÄ/l, der Phenolgehalt $0,63 \pm 0,002$ g/l (Abb. 31). Der pH-Wert lag mit 5,96 (Tab. 11, Anhang außerhalb des Optimums für Betanin.

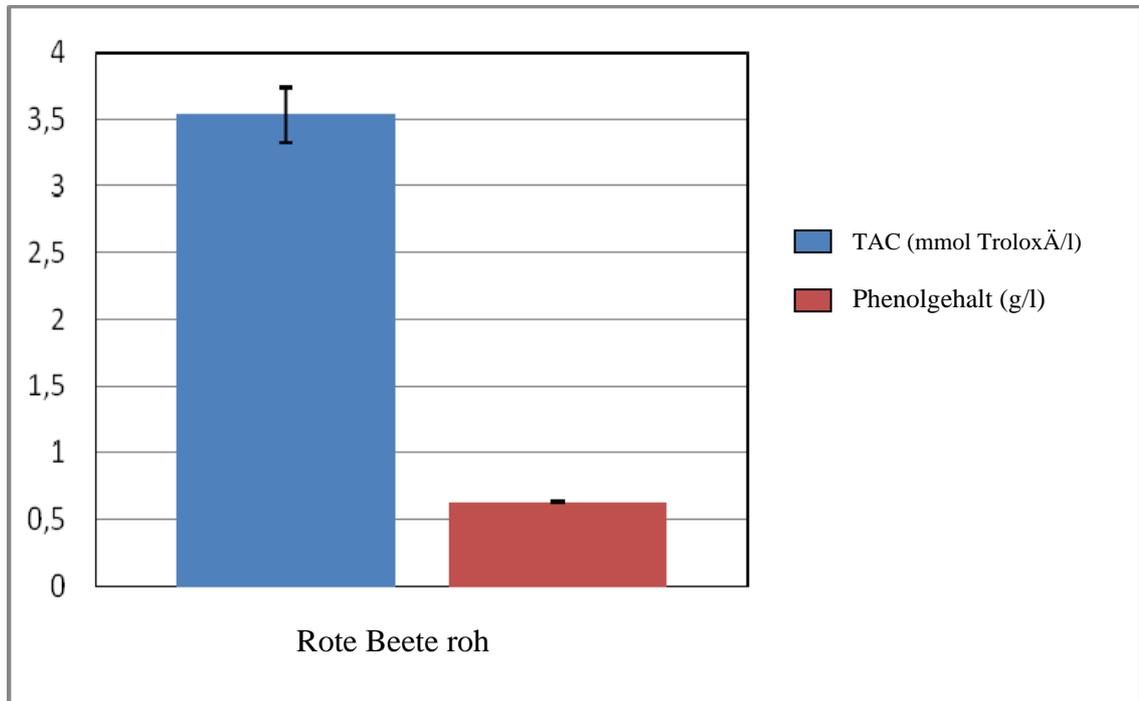


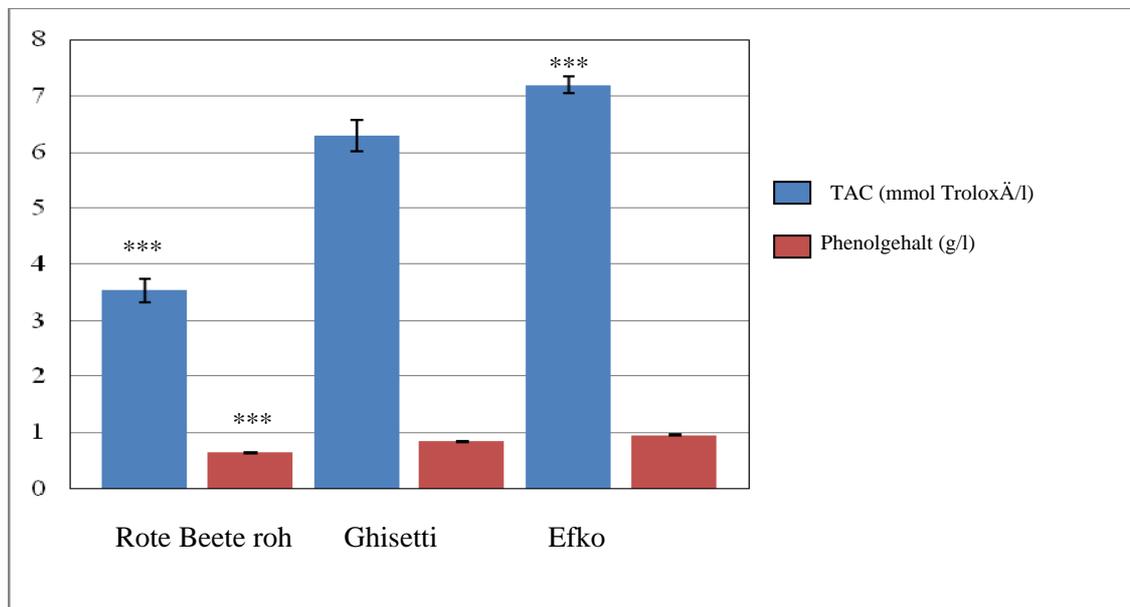
Abb. 30: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete roh (MW ± sd)

4.1.5. Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert

Sowohl TAC - Werte als auch Phenolgehalte waren bei beiden in dieser Gruppe untersuchten Produkten, „Efko“ (TAC = $7,20 \pm 0,15$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,94 \pm 0,01$ g/l) und „Ghisetti“ (TAC = $6,30 \pm 0,28$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,83 \pm 0,01$ g/l) signifikant ($p < 0,000$) höher, als bei Roter Beete roh (Abb. 32).

Die pH-Werte betragen für „Efko“ 5,42, für „Ghisetti“ 5,29 (Tab. 11, Anhang) und lagen damit ebenfalls höher als bei Rote Beete roh, aber auch außerhalb des Optimums für Betanin 4-5 [ATTOE und ELBE, 1987].

Deshalb kann vermutet werden, dass die signifikanten ($p < 0,000$) Unterschiede auch zwischen „Efko“ und „Ghisetti“ möglicherweise auf unterschiedliche Rohware sowie verschieden lange Pasteurisationsverfahren zurückzuführen sind.



*** Rote Beete roh < Ghisetti und Efko, $p = 0,000$ (TAC)

*** Rote Beete roh < Ghisetti und Efko, $p = 0,000$ (PhG)

*** Efko > Rote Beete roh und Ghisetti, $p = 0,000$ (TAC)

Abb. 31: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert (MW \pm sd)

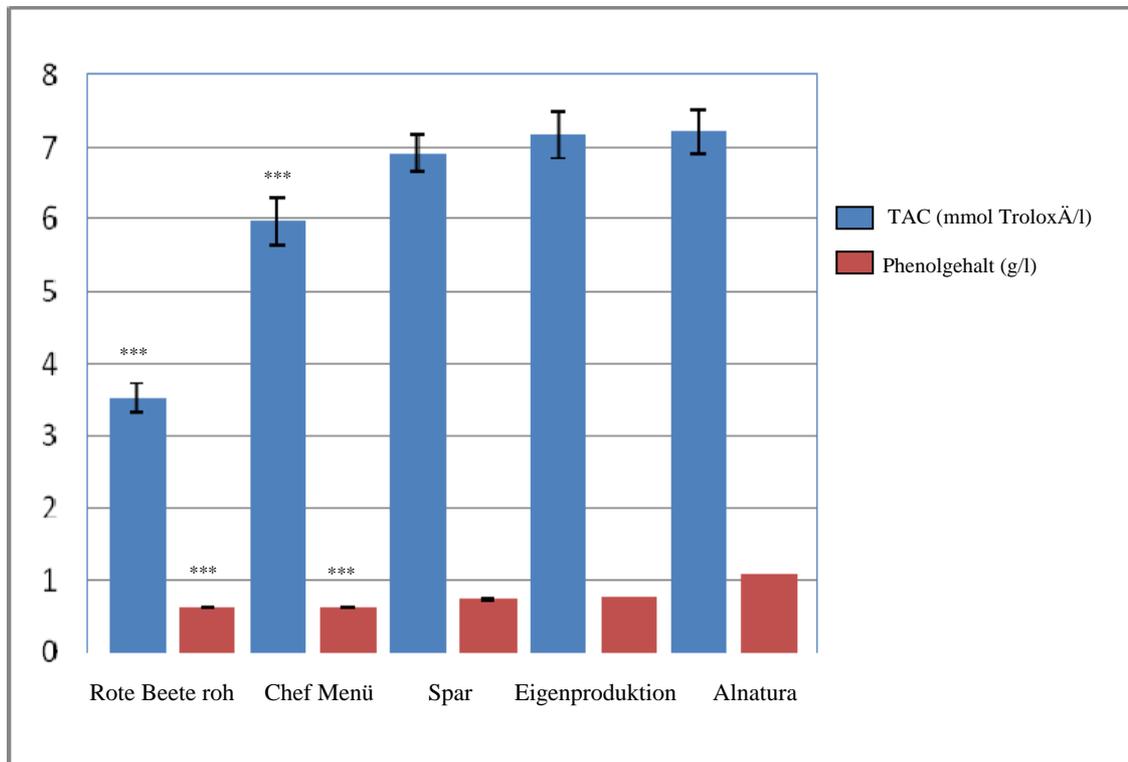
4.1.6. Rote Beete Salate

4.1.6.1. Rote Beete Rohsalate

Die TAC – Werte, wie auch die Phenolgehalte lagen bei allen in dieser Gruppe untersuchten Salaten, „*Chef Menü*“ (TAC = $5,98 \pm 0,32$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,61 \pm 0,004$ g/l), „*Spar*“ (TAC = $6,98 \pm 0,26$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,75 \pm 0,007$ g/l), „*Eigenproduktion*“ (TAC = $7,17 \pm 0,33$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,78 \pm 0,005$ g/l), und „*Alnatura*“ (TAC = $7,22 \pm 0,30$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,78 \pm 0,008$ g/l) signifikant ($p < 0,000$) höher, als bei Roter Beete roh (Abb. 33).

Die pH-Werte waren in „*Chef Menü*“ (3,77), „*Spar*“ (3,96) und „*Alnatura*“ (3,88) ähnlich, der Salat aus „*Eigenproduktion*“ hingegen zeigte pH 4,34 und war am wenigsten sauer (Tab. 11, Anhang).

⁶ Alle Signifikanzen zur Abb. 31 siehe Tab. 20 im Anhang.



*** Rote Beete roh < Chef Menü, Spar, Eigenproduktion und Alnatura, $p = 0,000$ (TAC)

*** Rote Beete roh < Spar, Eigenproduktion und Alnatura, $p = 0,000$ (PhG)

*** Chef Menü < Spar, Eigenproduktion und Alnatura, $p = 0,000$ (TAC)

*** Chef Menü < Spar, Eigenproduktion und Alnatura, $p = 0,000$ (PhG)

⁷Abb. 32: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete Rohsalat (MW \pm sd)

Das signifikant ($p < 0,000$) geringste antioxidative Potential von „*Chef Menü*“ (lichtdurchlässige Plastikdose) im Vergleich zu „*Spar*“ (Alubeutel), „*Eigenproduktion*“ (Braunglas) und „*Alnatura*“ (Braunglas), wurde mit großer Wahrscheinlichkeit durch Verpackung (Betaine sind laut HERBACH, STINTZING und CARLE [2006] empfindlich gegenüber Licht), sowie unterschiedlich schonende Produktion und das Fehlen von Konservierungsstoffen hervorgerufen.

Da aber das antioxidative Potential von Kümmel, Bestandteil von „*Alnatura*“, $13,1 \mu\text{M}$ TroloxÄ/100 g Trockengewicht, Phenolgehalt $0,07 \pm 0,01$ mg GAE/100 g Trockengewicht (GAE = Gallensäureäquivalente)

⁷ Alle Signifikanzen zur Abb. 32 siehe Tab. 21 und 22 im Anhang

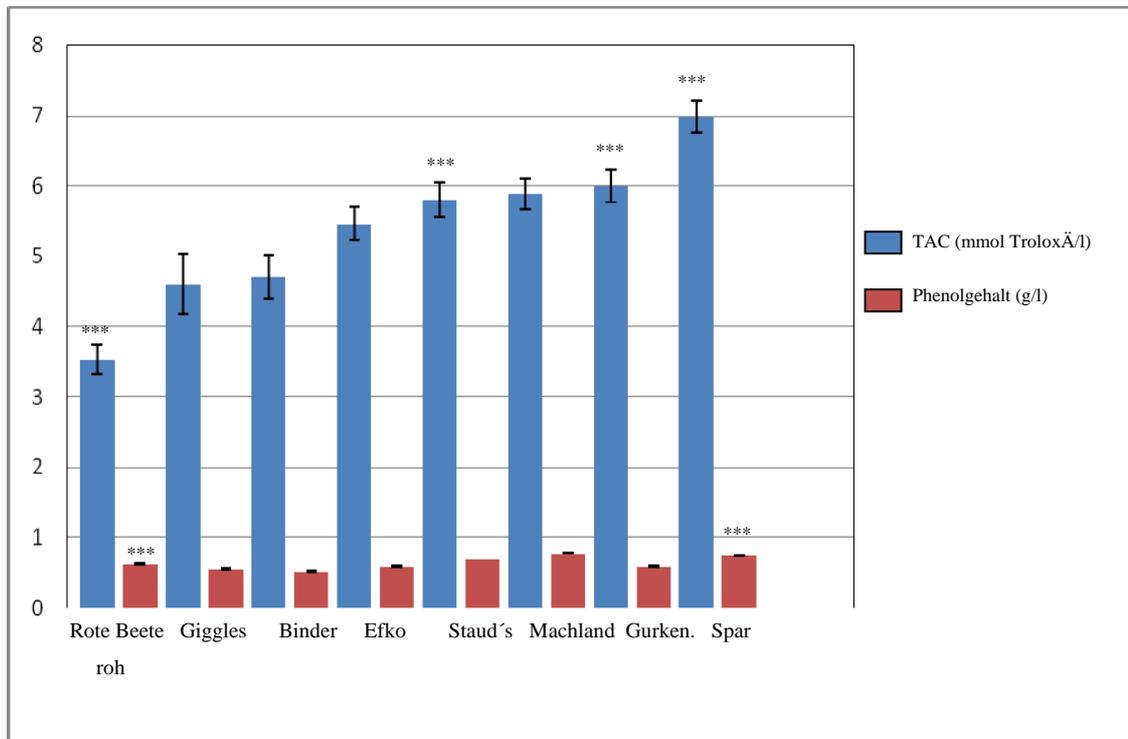
[WOJDYLO, OSMIANSKI und CZEMERYYS, 2006] beträgt, kann angenommen werden, dass Gewürze, wie auch Nelken, Bestandteil von „*Alnatura*“ und „*Eigenproduktion*“, sowie natürliche Aromen enthalten in „*Spar*“, ebenfalls zum signifikant ($p < 0,000$) höheren antioxidativen Potential im Vergleich zu „*Chef Menü*“ beigetragen haben.

4.1.6.2. Rote Beete Salate in Scheiben

Die TAC-Werte für „*Giggles*“ ($4,60 \pm 0,43$ mmol Trolox/Ä/l) und „*Binder*“ ($4,71 \pm 0,31$ mmol Trolox/Ä/l) waren sehr ausgeglichen und lagen niedriger als bei „*Efko*“ ($5,46 \pm 0,23$ mmol Trolox/Ä/l), „*Staud's*“ ($5,8 \pm 0,47$ mmol Trolox/Ä/l), „*Machland*“ ($5,88 \pm 0,24$ mmol Trolox/Ä/l), „*Gurkenprinz*“ ($6 \pm 0,22$ mmol Trolox/Ä/l) die wiederum sehr ähnliche TAC – Werte zeigten, während „*Spar*“ mit $6,98 \pm 0,26$ mmol Trolox/Ä/l den signifikant ($p < 0,000$) höchsten Wert erreichte.

Die Phenolgehalte erwiesen sich für „*Binder*“ ($0,52 \pm 0,004$ g/l), „*Giggles*“ ($0,56 \pm 0,005$ g/l), „*Efko*“ ($0,59 \pm 0,002$ g/l), „*Gurkenprinz*“ ($0,59 \pm 0,004$ g/l) als sehr ausgeglichen. „*Staud's*“ $0,69 \pm 0,003$ g/l lag dazwischen, wohingegen „*Spar*“ ($0,75 \pm 0,002$ g/l) und „*Machland*“ ($0,78 \pm 0,004$ g/l) die höchsten Phenolgehalte zeigten (Abb. 34).

Die pH-Werte lagen für „*Giggles*“ (3,65) und „*Spar*“ (3,81) in ähnlichen Bereichen. „*Machland*“ (4,00), „*Efko*“ (4,01), „*Gurkenprinz*“ und „*Staud's*“, beide pH 4,02 befanden sich dazwischen, während der pH-Wert für „*Binder*“ 4,11 betrug (Tab. 11, Anhang).



*** Rote Beete roh < Giggles, Binder, Efko, Staud's, Machland, Gurkenprinz und Spar,
p = 0,000 (TAC)

*** Rote Beete roh < Staud's, Machland und Spar, p = 0,000 (PhG)

*** Staud's und Gurkenprinz > Binder und Giggles, p = 0,000 (TAC)

*** Spar > Rote Beete roh, Giggles, Binder, Efko, Staud's, Machland und Gurkenprinz,
p = 0,000 (TAC)

⁸Abb. 33: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete Salat in Scheiben (MW ± sd)

Der TAC - Wert von Roter Beete roh war signifikant ($p < 0,000$) niedriger als bei allen anderen Produkten dieser Gruppe, wohingegen der Phenolgehalt von Roter Beete roh nur im Vergleich zu „Staud's“, „Machland“ und „Spar“ signifikant ($p < 0,000$) niedriger lag. „Binder“ bzw. „Giggles“ zeigten weder in TAC - Werten ($4,71 \pm 0,43$ mmol TroloxÄ/l bzw. $4,60 \pm 0,31$ mmol TroloxÄ/l), noch in Phenolgehalten ($0,52 \pm 0,004$ g/l bzw. $0,56 \pm 0,005$ g/l) signifikante Unterschiede. Beide Produkte enthalten zugesetztes Wasser, zeigten ähnliche pH-Werte und waren mit verschiedenen Süßungsmitteln („Binder“ mit Zucker, „Giggles“ mit Süßstoff) versetzt.

⁸ Alle Signifikanzen zur Abb. 33 siehe Tab. 23 und 24 im Anhang.

Aufgrund der Ähnlichkeit der TAC – Werte kann angenommen werden, dass die Art des Süßungsmittels keinen Einfluss auf das antioxidative Potential ausübte.

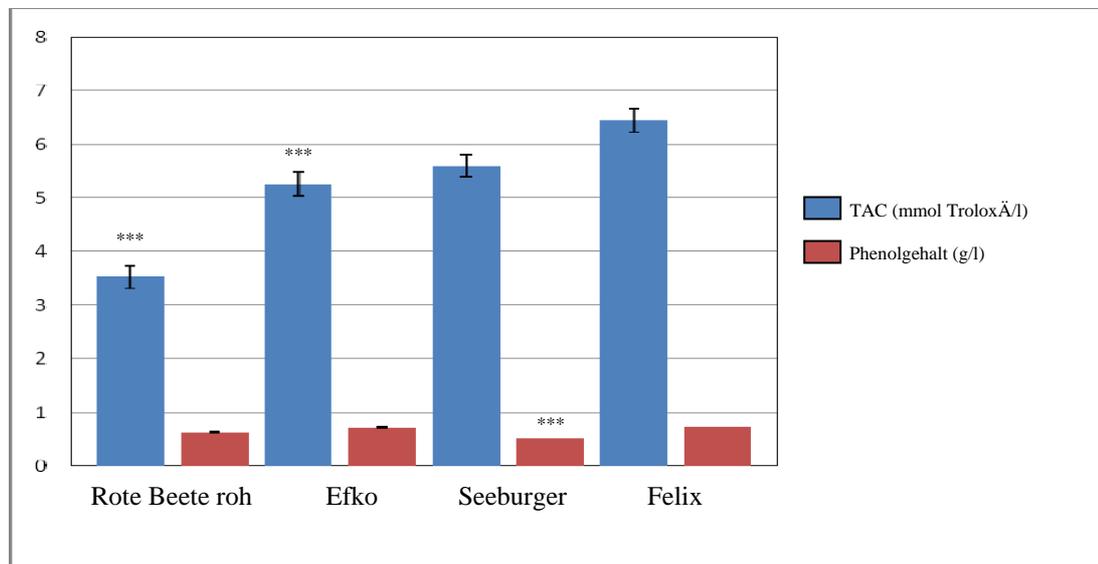
Die sehr ausgeglichenen TAC - und pH – Werte von „*Staud´s*“ ($5,8 \pm 0,47$ mmol Trolox/Ä/l) und „*Gurkenprinz*“ ($6 \pm 0,22$ mmol Trolox/Ä/l), beide pH 4,02, lassen darauf schließen, dass der Zusatz von Gewürzen, wie Kümmel [WOJDYLO, OSMIANSKI und CZEMERYYS, 2006] und Nelken in „*Staud´s*“ und „*Gurkenprinz*“ möglicherweise für die signifikant ($p < 0,000$) höheren TAC - Werte im Vergleich zu „*Binder*“ und „*Giggles*“ verantwortlich war.

Das signifikant ($p < 0,000$) höchste antioxidative Potential von „*Spar*“ ist vermutlich auf einen schonenderen Pasteurisationsprozess im Vergleich zu allen anderen in Scheiben geschnittenen Produkten zurückzuführen.

4.1.6.3. Rote Beete Salate in Streifen

Alle TAC – Werte der Produkte dieser Gruppe waren signifikant ($p < 0,000$) größer im Vergleich zu TAC von Rote Beete roh, während der Phenolgehalt der 2 Produkte von 3, d.h. „*Efko*“ und „*Felix*“, signifikant ($p < 0,000$) höher lag.

„*Efko*“ (TAC = $5,26 \pm 0,23$ mmol Trolox/Ä/l; PhG = $0,73 \pm 0,007$ g/l) und „*Seeburger*“ (TAC = $5,6 \pm 0,20$ mmol Trolox/Ä/l; PhG = $0,52 \pm 0,006$ g/l) zeigten ausgeglichene TAC - Werte, während der Phenolgehalt zwischen den beiden Salaten signifikant ($p < 0,000$) unterschiedlich war. Im Gegensatz dazu war der TAC - Wert von „*Felix*“ ($6,45 \pm 0,22$ mmol Trolox/Ä/l) signifikant ($p < 0,000$) höher, als bei beiden anderen dieser Gruppe und zeigte fast identen Phenolgehalt ($0,74 \pm 0,005$ g/l) wie „*Efko*“ (Abb. 35). Diese Tatsache lässt vermuten, dass wahrscheinlich der pH-Wert in „*Efko*“ (5,26) der außerhalb des Optimums für Betanin 4-5 lag, für das signifikant ($p < 0,000$) niedrigere antioxidative Potential im Vergleich zu „*Seeburger*“ pH = 3,98 und „*Felix*“ pH = 3,99 (Tab. 11, Anhang), beide gerundet im optimalen Aktivitätsbereich, verantwortlich sein könnte.



*** Rote Beete roh < Efko, Seeburger und Felix, $p = 0,000$ (TAC)

*** Efko < Seeburger und Felix, $p = 0,000$ (TAC)

*** Seeburger < Rote Beete roh, Efko und Felix, $p = 0,000$ (PhG)

⁹Abb. 34: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete Salat in Streifen (MW \pm sd)

4.1.7. Rote Beete roh, Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und Rote Beete Salate im Vergleich

Rote Beete roh (TAC = $3,53 \pm 0,61$ mmol TroloxÄ/l) zeigte signifikant ($p < 0,000$) niedrigeren TAC - Wert im Vergleich zu Roter Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und allen untersuchten Rote Beete Salaten.

TAC-Werte und Phenolgehalte von Rote Beete Rohsalaten (TAC = $6,83 \pm 0,30$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,73 \pm 0,006$ g/l) und Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert (TAC = $6,75 \pm 0,22$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,89 \pm 0,008$ g/l) lagen signifikant ($p < 0,000$) höher, im Vergleich zu pasteurisierten Rote Beete Salaten in Scheiben (TAC = $5,84 \pm 0,32$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,64 \pm 0,004$ g/l) und Rote Beete Salaten in Streifen (TAC = $5,78 \pm 0,22$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,66 \pm 0,006$ g/l), deren Werte sehr ausgeglichen waren und keine signifikanten Unterschiede aufwiesen (Abb. 36).

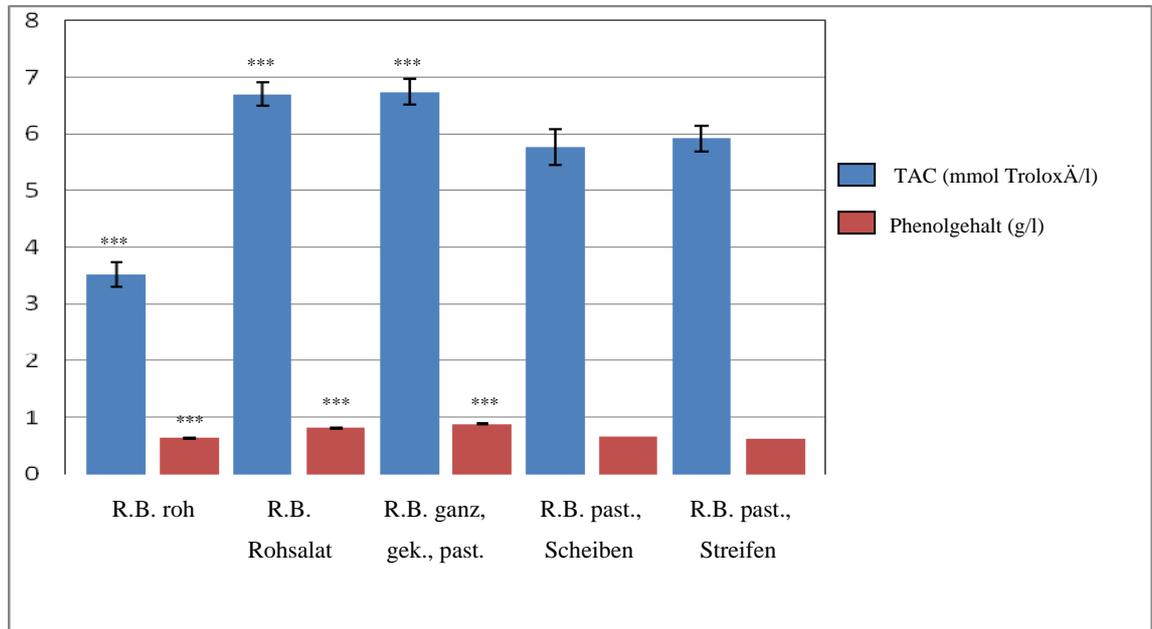
⁹ Alle Signifikanzen zur Abb. 34 siehe Tab. 25 und 26 im Anhang.

Da Betalaine als hitzelabile Pigmente bekannt sind und die Temperatur den am meisten zerstörenden Faktor von Betacyanen während der Lebensmittelproduktion- und lagerung darstellt [ELBE et al., 1974], sind die signifikant ($p < 0,000$) höheren TAC - Werte und Phenolgehalte von Rote Beete Rohsalaten (ohne Hitzebehandlung) im Vergleich zu pasteurisierten Rote Beete Salaten in Scheiben bzw. in Streifen vermutlich auf die Hitzebehandlung zurückzuführen.

Das signifikant ($p < 0,000$) höhere antioxidative Potential von Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert im Vergleich zu Rote Beete Salaten in Scheiben bzw. in Streifen (ohne mechanische Zerkleinerung) kann durch fehlende mechanische Zerkleinerung erklärt werden.

ATTOE und ELBE [1981], sowie HUANG und ELBE [1986] konnten zerstörende Einflüsse von Licht speziell bei Temperaturen um die 25 ° Celsius beobachten. Es ist auch bekannt, dass die Stabilität von Betanin linear mit dem Ansteigen von Sauerstoff sinkt [CZAPSKI, 1985] und Betanidin und Betanin instabil in Gegenwart von Sauerstoff sind [WYLER et al., 1963; PASCH und ELBE, 1979]. Weiters ist die Quantität der Sauerstoffaufnahme vom pH-Wert abhängig und steigt unter dem pH-Optimum von Betanin 4-5 [ATTOE und ELBE, 1984]. Aufgrund der Tatsache, dass der pH-Wert für Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert mit 5,36 zwar oberhalb des Optimums für Betanin lag, das antioxidative Potential allerdings signifikant ($p < 0,000$) höher war, als bei Rote Beete Salaten in Scheiben bzw. Streifen, ist anzunehmen, dass die fehlende mechanische Zerkleinerung offensichtlich größeren Einfluss ausübte, als der pH-Wert.

Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und Rote Beete Rohsalate unterschieden sich weder in TAC – Werten noch in Phenolgehalten signifikant, weshalb man annehmen kann, dass ein entsprechendes Säuremilieu, Lichtausschluss, das Vermeiden von mechanischer Zerkleinerung und lichtgeschützte Verpackung als positive Faktoren bei der Salatherstellung angesehen werden können. Zucker bzw. Süßstoffeinsatz bei in Scheiben geschnittenen Produkten hatte aufgrund vorliegender Ergebnisse keine Auswirkungen auf das antioxidative Potential.



Rote Beete roh (n=1, 4 Best./Produkt, Gesamt= 4 Best.)

Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert (n=2, 12 Best./Produkt, Gesamt= 24 Best.)

Rohsalate (n=4, 12 Best./Produkt, Gesamt= 48 Best.)

Rote Beete Salat, past. in Scheiben (n=7, 12 Best./Produkt, Gesamt= 74 Best.)

Rote Beete Salat, past. in Streifen (n=3, 12 Best./Produkt, Gesamt= 36 Best.)

*** R.B. roh < R.B. Rohsalat, -ganz, gekocht, pasteurisiert, - past./Scheiben, past./Streifen,
p = 0,000 (TAC)

*** R.B. roh < R.B. Rohsalat, -ganz, gekocht, pasteurisiert, p = 0,000 (PhG)

*** R.B. Rohsalat > R.B. past./Scheiben und - past./Streifen, p = 0,000 (TAC)

*** R.B. Rohsalat > R.B. past./Scheiben und - past./Streifen, p = 0,000 (PhG)

*** R.B. ganz, gekocht, past. > R.B. past./Scheiben und - past./Streifen, p = 0,000 (TAC)

*** R.B. ganz, gekocht, past. > R.B. past./Scheiben und - past./Streifen, p = 0,000 (PhG)

¹⁰Abb. 35: TAC und Phenolgehalte von Rote Beete roh, Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und Rote Beete Salaten (MW ± sd)

¹⁰ Alle Signifikanzen zur Abb. 35 siehe Tab. 27 und 28 im Anhang.

RB = Rote Beete

Wie auch in Rote Beete Säften und Gemüsesäften mit Rote Beete Anteil (Abb. 30) konnte auch unter Roter Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und Rote Beete Salaten eine starke Korrelation zwischen der totalen antioxidativen Kapazität (TAC) und dem Phenolgehalt (PhG) mit $r = 0,686$ ($p < 0,000$) aufgezeigt werden (Abb. 36).

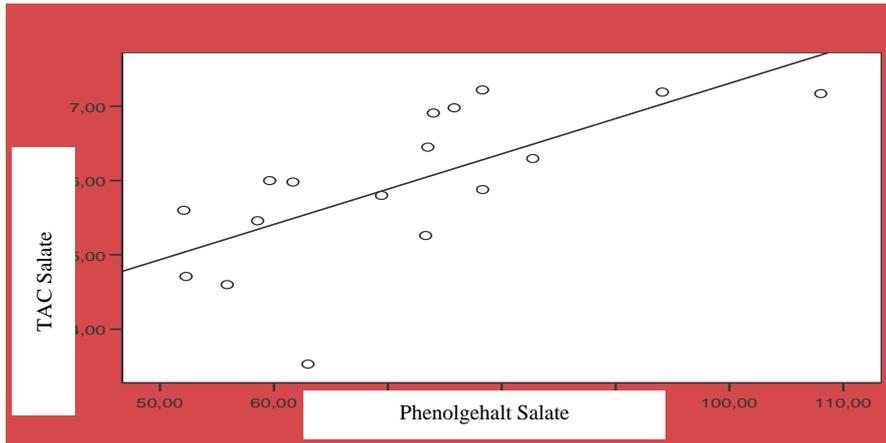


Abb. 36: Korrelation zwischen totaler antioxidativer Kapazität und Phenolgehalt in Rote Beete Salaten ($r = 0,686$; $p = 0,002$)

Eine sehr starke Korrelation zwischen TAC - Werten und Phenolgehalten konnte weiters im gesamten Probenumfang der untersuchten Rote Beete Produkte beobachtet werden (Abb. 37), wodurch sich vermuten lässt, dass der Phenolgehalt maßgebend am antioxidativen Potential von Rote Beete Produkten beteiligt war.

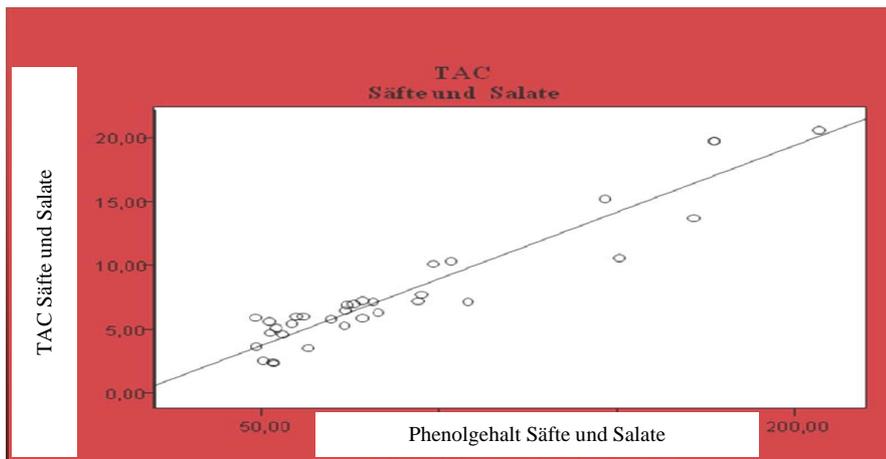
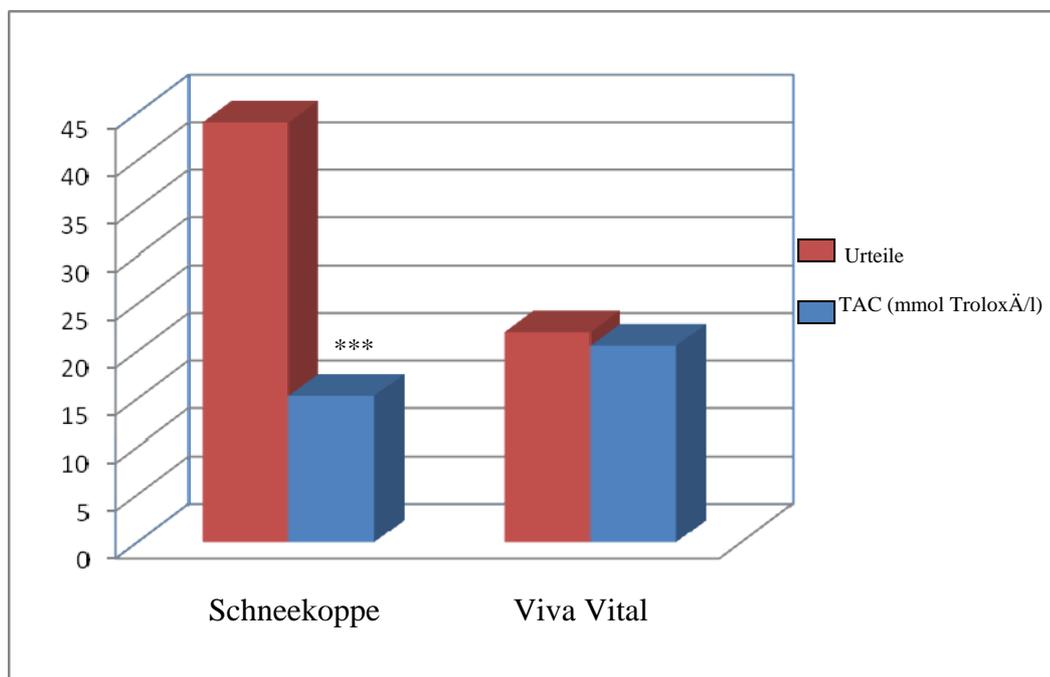


Abb. 37: Korrelation zwischen totaler antioxidativer Kapazität und Phenolgehalt in Rote Beete Säften- und Salaten ($r = 0,948$; $p = 0,001$)

4.2. Sensorische Analyse

4.2.1. Paarweise Vergleichsprüfung nach Beliebtheit, Hochpreisig vs. Niedrigpreisig

Die Ergebnisse der Paarweisen Vergleichsprüfung nach Beliebtheit, in welcher konventionelle Rote Beete Säfte unterschiedlicher Preise gegenübergestellt wurden, zeigten, dass der Saft „*Schneekoppe*“ (TAC = $15,30 \pm 0,59$ mmol TroloxÄ/l) mit dem höheren Preis 3,48 €/l zwar signifikant ($p < 0,000$) bevorzugt wurde, jedoch signifikant ($p < 0,000$) geringeren TAC - Wert aufzeigte, als der billigere Saft „*Viva Vital*“ 1,18 €/l (TAC = $20,58 \pm 0,50$ mmol TroloxÄ/l). Die höhere sensorische Qualität, welche in diesem Fall mit dem Preis verbunden war, entsprach nicht dem gesundheitlichen Potential, welches dem Konsumenten verborgen bleibt.

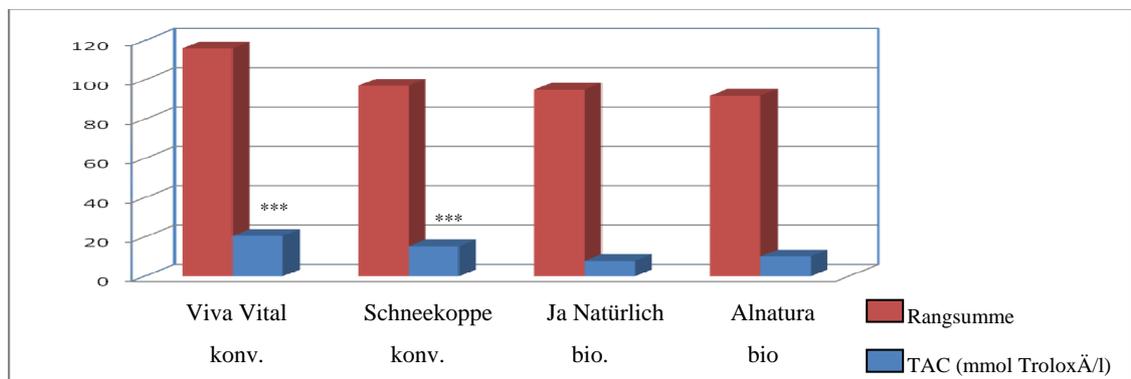


*** Schneekoppe < Viva Vital, $p = 0,000$ (TAC)

Abb. 38: Paarweise Vergleichsprüfung nach Beliebtheit, (hochpreisig vs. niedrigpreisig) der puren Rote Beete Säfte

4.2.2. Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit, Biologisch vs. Konventionell

Eine Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit von 4 unterschiedlichen Rote Beete Säften sollte Aufschluss darüber geben, ob biologische bzw. konventionelle Rote Beete Säfte von den Konsumenten bevorzugt werden. Die biologischen Säfte „*Ja Natürlich*“ (3,98 €) und „*Alnatura*“ erreichten niedrigere Rangsummen, als die konventionellen Säfte „*Schneekoppe*“ (3,48 €) und „*Viva Vital*“ (1,18 €) was bedeutet, dass biologische Säfte bevorzugt wurden. Dieser Unterschied war aber statistisch nicht signifikant. Nebenbei konnte auch festgestellt werden, dass „*Viva Vital*“ mit dem niedrigsten Preis die höchste Rangsumme erreichte, d.h. es war das am wenigsten beliebte Produkt. Im Gegensatz dazu war die antioxidative Kapazität in den konventionellen Säften „*Schneekoppe*“ (TAC = $15,3 \pm 0,59$ mmol TroloxÄ/l) und „*Viva Vital*“ (TAC = $20,58 \pm 0,50$ mmol TroloxÄ/l) signifikant ($p < 0,000$) höher, als in den biologischen Säften „*Alnatura*“ (TAC = $7,71 \pm 0,36$ mmol TroloxÄ/l) und „*Ja Natürlich*“ (TAC = $10,13 \pm 0,41$ mmol TroloxÄ/l) (Abb. 41). Damit konnten die Ergebnisse der durchgeführten Paarweisen Vergleichsprüfung nach Beliebtheit bestätigt werden, d.h. auch in dieser Prüfung waren weder das gesundheitliche Potential, noch die Herstellungsweise (biologisch bzw. konventionell), sondern allein der Genusswert verbunden mit der sensorischen Qualität für die Präferenz der Konsumenten verantwortlich.



*** Viva Vital, Schneekoppe > Alnatura, Ja Natürlich $p = 0,000$ (TAC)

Abb. 39: Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit der Rote Beete (biologisch vs. konventionell)

4.2.3. Rangordnungsprüfung – Rote Beete- und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil unter Berücksichtigung der herstellenden Firmen im Vergleich

Der Firmenvergleich der Rote Beete Säfte und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil der Firmen „Alnatura“, „Natur Aktiv“ und „Biotta“ hat gezeigt, dass der Rote Beete Saft „Natur Aktiv“ (Rang 1) signifikant ($p < 0,000$) gegenüber den 2 anderen Säften bevorzugt wurde. Wenn man die TAC - Werte heranzieht, zeigte der präferierte Saft „Natur Aktiv“ ($TAC = 10,60 \pm 0,11$ mmol TroloxÄ/l; 1,59 €/l) jedoch nicht das höchste antioxidative Potential. Bei den Gemüsesäften konnten zwischen den Herstellern keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Abb. 42).

Auch in dieser Prüfung konnte bestätigt werden, dass weder der Preis, noch das gesundheitliche Potential, welches mit Inhaltsstoffen im Zusammenhang steht und das antioxidative Potential beeinflusst, für die Präferenzen der Konsumenten verantwortlich waren, sondern wiederum die höhere sensorische Qualität, eventuell von der Herstellungsart abhängig.

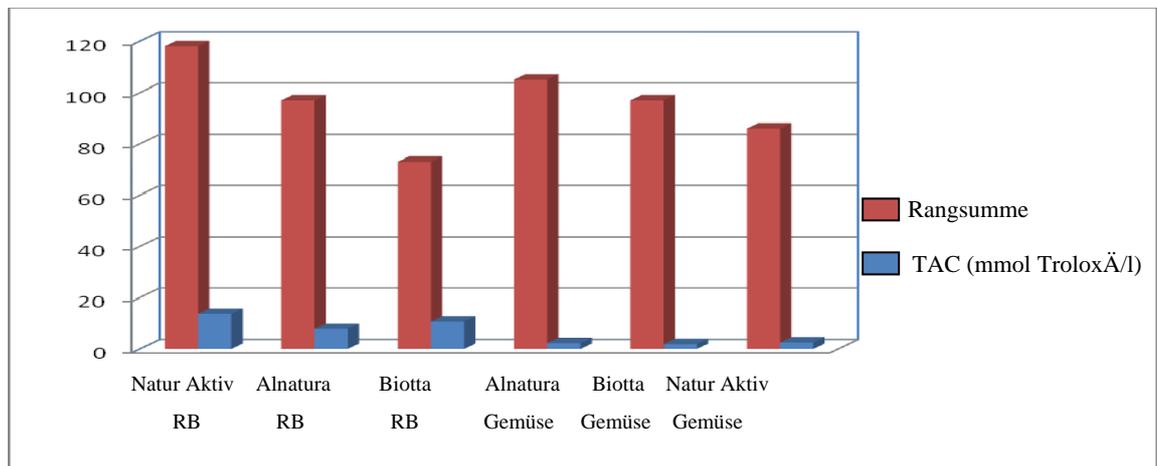


Abb. 40: Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit unter Berücksichtigung des Preises und der herstellenden Firma, Rote Beete (= RB) - und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil

5. Schlussbetrachtung

Rote Beete Säfte stellen im Vergleich zu anderen Säften eine sehr gute Quelle für bioaktive Substanzen dar. Laut einer aktuellen Studie konnte belegt werden, dass Betalaine als die wichtigsten Antioxidantien des Rote Beete Saftes, für den Menschen auch bioverfügbar sind und die Zufuhr von Rote Beete Saft eine positive Wirkung auf Biomarker des oxidativen Stress, bzw. den antioxidativen Status hat. Das hohe antioxidative Potential von Rote Beete Saft mit 15 mmol TroloxÄ/l wurde schon in früheren Untersuchungen beobachtet [MITTER, 2002]. In vorliegender Arbeit konnten auch vergleichbare hohe Werte bis zu 20,58 mmol TroloxÄ/l ermittelt werden. Der Bereich der TAC – Werte (7,38 – 20,58 mmol TroloxÄ) der Rote Beete Säfte konnte durchaus mit dem von Rotweinen (7 - 21,4 mmol TroloxÄ/l) [HENN und STEHLE, 1998] verglichen werden. Mit durchschnittlichen TAC - Werten von 18,62 mmol TroloxÄ/l (Streubreite: 15,3-20,58 mmol TroloxÄ/l) für Rote Beete Säfte pur, konventionell bzw. biologisch mit Ascorbinsäurezusatz; 9,90 mmol TroloxÄ/l (Streubreite: 7,38-13,69 mmol TroloxÄ/l) für Rote Beete Säfte pur, milchsauer vergoren; 4,38 mmol TroloxÄ/l (Streubreite: 1,92 – 10,24 mmol TroloxÄ/l) für Gemüsesäfte konventionell bzw. biologisch; 6,8 mmol TroloxÄ/l (Streubreite: 6,3-7,3 mmol TroloxÄ/l) für Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert; 6,82 mmol TroloxÄ/l (Streubreite: 5,98 – 7,22 mmol TroloxÄ/l) für Rote Beete Rohsalate; 5,68 mmol TroloxÄ/l (Streubreite: 4,6 – 6,98 mmol TroloxÄ/l) für Rote Beete Salate in Scheiben bzw. Streifen, konnte festgestellt werden, dass alle erhaltenen Ergebnisse höher waren, als das antioxidative Potential der Rohware (TAC = 3,63 mmol TroloxÄ/l) und dass durch gezielte Rohstoffauswahl, einen entsprechenden mengenmäßigen Anteil an Roter Beete, antioxidativ wirksame Zutaten, ein optimales Säuremilieu sowie ein schonendes Herstellungsverfahren das antioxidative Potential von Rote Beete Säften- und Salaten massiv beeinflusst werden kann. Auch die Vorteile von lichtgeschützter Verpackung konnten sowohl bei Säften (Karton, TetraPak, Braunglas), wie auch bei Salaten (Braunglas, Alubeutel) aufgezeigt werden.

In der Gegenüberstellung von biologischen, milchsauer vergorenen Rote Beete Säften (TAC = $9,90 \pm 0,29$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $1,19 \pm 0,007$ g/l) mit Ascorbinsäureversetzten (AA) Säften [(KONV-AA: TAC = $17,94 \pm 0,55$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $1,77 \pm 0,014$ g/l); (BIO-AA: TAC = $19,30 \pm 0,74$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $1,76 \pm 0,014$ g/l)], konnte beobachtet werden, dass obwohl milchsauer Vergärung eine gute Alternative für die Herstellung von biologischen Rote Beete Säften darstellt, das antioxidative Potential signifikant geringer war, als bei konventionellen bzw. biologischen Säften mit Ascorbinsäurezusatz.

Beim Vergleich der puren Rote Beete Säfte [TAC = $18,62 \pm 0,65$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $1,77 \pm 0,014$ g/l] und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil, [(KONV - Gemüsesäfte: TAC = $4,88 \pm 0,20$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,51 \pm 0,004$ g/l); (BIO - Gemüsesäfte: TAC = $3,87 \pm 0,28$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,63 \pm 0,009$ g/l)], sind pure Rote Beete Säfte aufgrund des mengenmäßig größeren Rote Beete Anteils und dem damit verbundenen höheren antioxidativen Potential [PELLEGRINI et al., 2003], Gemüsesäften mit Rote Beete Anteil vorzuziehen.

Roter Beete ganz, gekocht, pasteurisiert (TAC = $6,75 \pm 0,22$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,89 \pm 0,008$ g/l) war im Vergleich zu Rote Beete Salaten in Scheiben/Streifen (TAC = $5,53 \pm 0,28$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,64 \pm 0,004$ g/l) größeres gesundheitliches Potential einzuräumen. Rote Beete Rohsalate (ohne Hitzebehandlung) (TAC = $6,83 \pm 0,30$ mmol TroloxÄ/l; PhG = $0,73 \pm 0,006$ g/l) zeigten auch im Vergleich mit Rote Beete Salaten in Scheiben/Streifen (pasteurisiert) höheres antioxidatives Potential. Aufgrund dieser Ergebnisse haben sich in der Salatproduktion der Verzicht auf mechanische Zerkleinerung und Erhitzung als vorteilhaft in Bezug auf antioxidativ wirksame Inhaltsstoffe erwiesen.

Eine starke $r = 0,955$ ($p = 0,000$) Korrelation zwischen totaler antioxidativer Kapazität und Phenolgehalt konnte in Rote Beete Säften und in Rote Beete Salaten $r = 0,686$ ($p = 0,002$) aufgezeigt werden. Bei der Berücksichtigung aller Produkte aus Roter Beete war ebenfalls ein starker $r = 0,948$ ($p = 0,001$) Zusammenhang zwischen den genannten Parametern festzustellen, wodurch sich der Beitrag phenolischer Substanzen zum antioxidativen Potential in Rote Beete Säften- und Salaten bestätigt.

Bei der Paarweisen Vergleichsprüfung nach Beliebtheit, in welcher hoch- und niedrigpreisige, pure Rote Beete Säfte gegenübergestellt wurden, konnte festgestellt werden, dass nicht das höherpreisige Produkt, welches das niedrigere antioxidative Potential hatte, signifikant ($p < 0,000$) bevorzugt wurde.

Die Ergebnisse der Rangordnungsprüfung nach Beliebtheit, in der biologische- und konventionelle Säfte verglichen wurden zeigten, dass die Herstellungsart (biologisch bzw. konventionell) keinen Einfluss auf die Bevorzugung eines Rote Beete Saftes ausübte, was auch im Rahmen der zweiten Rangordnungsprüfung bestätigt werden konnte. Weder die herstellende Firma, noch der Preis, noch das antioxidative Potential waren für die Präferenzen der Konsumenten verantwortlich, sondern ausschließlich die sensorische Qualität der einzelnen Säfte.

6. Zusammenfassung

Rote Beete stellt mit einem Verbrauch von 1,2 kg/Kopf/Jahr und einer Produktpalette von ungefähr 40 verschiedenen Säften und Salaten aus Roter Beete (Tendenz steigend), in Österreich ein Gemüse mit einer gewissen Beliebtheit dar. Aufgrund des bereits bekannten gesundheitlichen Potentials von Roter Beete, war es interessant herauszufinden, inwieweit sich die antioxidative Kapazität, welche stark von phenolischen Substanzen abhängt, durch unterschiedliche Herstellungsverfahren für Rote Beete Produkte (Säfte und Salate) verändert. Deshalb wurden alle im Rahmen der durchgeführten Arbeit herangezogenen Produkte auf ihre totale antioxidative Kapazität (TAC) und ihren Gesamtphenolgehalt (PhG) untersucht. Zuletzt wurden die untersuchten Säfte im Rahmen hedonischer Prüfungen sensorisch bewertet.

Der Phenolgehalt (PhG) und die totale antioxidative Kapazität (TAC) wurden photometrisch gemessen (PhG: Folin-Ciocalteu-Verfahren nach Linskens und Jackson; TAC: ABTS-Methode nach Rice-Evans und Miller). Die sensorische Beurteilung erfolgte mittels hedonischen Prüfungen: Paarweiser Vergleichsprüfung nach Beliebtheit und 2 Rangordnungsprüfungen nach Beliebtheit.

Die Ergebnisse zur totalen antioxidativen Kapazität und zum Phenolgehalt in Rote Beete Salaten zeigten, dass sich Lichtausschluss, ein adäquater pH-Wert sowie minimale mechanische Zerkleinerung positiv auf das antioxidative Potential von Rote Beete Salaten auswirken. Auch in der Produktion von Rote Beete Säften hat sich ein pH-Wert zwischen 4 – 5 als vorteilhaft in Bezug auf das antioxidative Potential erwiesen. Hinsichtlich der Haltbarmachung der Rote Beete Produkte sind der Zusatz von Ascorbinsäure sowie milchsäure Vergärung der Pasteurisation vorzuziehen.

Die Ergebnisse der sensorischen Analyse bestätigten, dass weder biologische, noch konventionelle Produktion, nicht das antioxidative Potential und nicht der Preis von Rote Beete Säften die Entscheidungen der Konsumenten geprägt haben. Einzig und allein die höhere sensorische Qualität war für die Präferenzen der Konsumenten verantwortlich.

7. Summary

Beetroot is consumed in Austria as juices and salads. With a consumption of 1,2 kg/head/year it is possible to say that in Austria it is a vegetable with popularity. It is known, that beetroot has an important healthy potential and so it was interesting to find out, how the antioxidative potential of beetroot juices and salads, which is depending of phenolic substances, is changing through different production processes. All samples had been studied for their total antioxidative capacity (TAC) and their total phenol content (PhG). At least, hedonic assays should tell more about the sensory preferences of consumers.

The total antioxidative capacity (TAC) was measured by the method photometrie of Rice-Evans and Miller and the total phenol content (PhG) was measured by the method photometrie of Linskens and Jackson. The sensory evaluation was measured with paired difference test and 2 ranking tests.

The results of TAC and phenolic content in beetroot salads showed, that light shield, an adequate pH and minimal mechanical treatment are beneficial concerning the antioxidative potential of beetroot salads.

Also in the production of beetroot juices the suitable pH between 4-5 is useful for a higher antioxidative potential. In the preservation of beetroot juices ascorbic acid and lactic acid are more positive than heat treatment.

The results of sensory evaluation showed, that neither biological nor conventional production, not the antioxidative potential and not the price of beetroot juices had been responsible for the decision of consumers. The only important factor for the preference of consumers had been the higher sensory quality of beetroot juices.

8. Literaturverzeichnis

- (1) ACREE, T.E., LEE, C.Y., BUTTS, R.M., BARNARD, J. (1976): Geosmin, the earthy component of table beet odor. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 24; 430-431.
- (2) ADAMS, J.P., ELBE, J.H., AMUNDSON, C.H. (1976): Betanine separation and quantification by chromatography on gels. *Journal of Food Science*, 41; 78.
- (3) ADLERCREUTZ, M. (2002): Phytoöstrogens and cancer. *The Lancet Oncology*. 3; 364 – 373.
- (4) AESCHLIMANN, A., STOCAR, U. (1990): The effect of yeast extract supplementation on the production of lactic acid from whey permeate by *Lactobacillus helveticus*. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 32; 398 – 404.
- (5) ALASALVAR, C., GRIGOR, J.M., ZHANG, D., QUANTICK, P.C., SHAHIDI, F. (2001): Antioxidant effects of phenolic rye (*Secale cereale* L.) extracts, monomeric hydroxycinnamates, and ferulic acid dehydrodimers on human low – density lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49; 4090 – 4096.
- (6) AMES, B. N., SHIGENAGA, M. K., HAGEN, T. M. (1993): Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 9; 7915 – 7922.
- (7) ANDERSON, K.J., TEUBER, S.S., GOBEILLE, A., CREMIN, P., WATERHOUSE, A.L., STEINBERG, F.M. (2001): Walnut phytochemicals inhibit in vitro human plasma and LDL oxidation. *Biochemical and molecular action of nutrients. Journal of Nutrition*, 131; 2837 – 2842.

- (8) ANDREASEN, M.F., LANDBO, A.K., CHRISTENSEN, L.P., HANSEN, A., MEYER, A.S. (2001): Antioxidant effects of phenolic rye (*Secale cereale* L.) extracts, monomeric hydroxycinnamates, and ferulic acid dehydrodimers on human low density lipoproteins. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 49; 4090 – 4096.
- (9) ATTOE, E.L., ELBE, J.H. (1981), CZAPSKY (1985): Photochemical degradation of betanine and selected anthocyanins. *Journal of Food Science and Technology*, 46; 1934 – 1937.
- (10) BARTNIK, M.S. (1977): The effect of climate and soil factors on mineral composition of vegetables. I. Contents of macro- and trace- elements of minerals in vegetables. *Acta Alimentaire Polon*, 27; 349-358.
- (11) BASKIN, S.I., SALEM, H. (1997): *Oxidants, Antioxidants and Free Radicals* (1st ed.). Washington, DC: Taylor & Francis Publishers, 245 – 250.
- (12) BEECHER, G.R. (2002): Overview of dietary flavonoids: Nomenclature, occurrence and intake. *Journal of Nutrition*, 133; 3248 – 3254.
- (13) BOGNAR, A., BUTZ, P., KOWALSKI, E., LUDWIG, H. und TAUSCHER, B. (1993): Ultra high pressure processing of onions: chemical and sensory changes. *Lebensmittel-Wissenschaft und –technologie*, 27; 463 – 467.
- (14) BÖHM, V. (1999): *Antioxidative Aktivität von Tee: Einfluss der Extraktionszeit und der Extraktionsvorgänge*. Dissertation, Institut für Ernährungswissenschaften, Universität Jena.
- (15) BÖTTCHER, H., BELKER, N. (1996): *Frischhaltung und Lagerung von Gemüse*. *Handbuch der Lebensmitteltechnologie*, Ulmer Verlag; 181 - 183.

- (16) BRAVO, L. (1998): Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutrition Review*, 56; 317 – 333.
- (17) CAI, Y., SUN M., CORKE, H. (2003): Antioxidant activity of betalains from plants of the Amaranthaceae. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 51; 2288-2294.
- (18) CHAE, H.J., JOO, H., IN M.J. (2001): Utilization of brewer's yeast cells for the production of food grade yeast extracts. Part 1: effects of different enzymatic treatments on solid and protein recovery and flavor characteristics. *Bioresource Technology*, 76; 253 – 258.
- (19) CLEVELAND, J., MONTVILLE, T., NES, I., CHIKINDAS, M. (2001): Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 71; 1 – 20.
- (20) CRITTENDEN, R.G., MARTINEZ, N.R., PLAYNE, M.J. (2003): Synthesis and utilisation of folate by yoghurt starter cultures and probiotic bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 80; 217 – 222.
- (21) CZYŻOWSKA, A., KLEWICKA, E., LIBUDZISZ, Z. (2006): The influence of lactic acid fermentation process of red beet juice on the stability of biologically active colorants. *European Food Research Technology*, 223; 110 – 116.
- (22) ELMADFA, I., LEITZMANN, C. (2004): *Ernährung des Menschen*. 4. Auflage; 407.
- (23) FREUND, P. R., WASHAM, C. J., MAGGION, M. (1988): Natural color for use in foods. *Cereal Foods World*, 33; 553-559.

- (24) GARDNER, R.L., KERST, A.F., WILSON, D.M., PAYNE, M.G. (1967): Beta vulgaris L.: The characterization of three polyphenols isolated from the leaves. *Phytochemistry*, 6; 417-422.
- (25) GRAF, B.A., MILBURY, P.E., BLUMBERG, J.B. (2005): Flavols, Flavanones and Human Health, Epidemiological Evidence. *Journal of Medicine and Food*, 8; 281 – 290.
- (26) HARBORNE, J.B., BAXTER, H., MOSS, G.P. (Eds.) (1999): *Phytochemical Dictionary, A Hand Book of Bioactive compounds from plants*. Taylor and Francis Ltd, London, UK; 1533-1536.
- (27) HAYASHI, R. (1992): Utilization of pressure in addition to temperature in food science and technology. In *High Pressure and Biotechnology*, 185 – 193.
- (28) HENN T., STEHLE P. (1998): Gesamtphenolgehalt und antioxidative Kapazität handelsüblicher Getränke. *Ernährungsumschau*, 45; 308 – 313.
- (29) HERBACH, K. M., STINTZING, F. C., CARLE, R. (2006): Betalain Stability and Degradation – Structural and Chromatic Aspects. *Journal of Food Science*, 71; 514 – 525.
- (30) HERRMANN, K. (1972): Über das Vorkommen und die Bedeutung der Anthocyanine in Lebensmitteln. *Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 146; 290-302.
- (31) HERRMANN, K. (2001): *Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse*. Eugen Ulmer Verlag; 98-99.

- (32) HERTOOG, M. (1995): Flavonoid intake and long term risk of coronary heart disease and cancer in the seven countries study. *Archives of Internal Medicine*, 155; 381 – 386.
- (33) HOLLAND, B., UNWIN, I.D., BUSS, D.H. (1991): Vegetables, Herbs and Spices. 5th Suppl. to McCANCE and WIDDOWSON's. *The Composition of Foods*. 4. Ed. Cambridge: The Royal Society of chemistry; 10-50.
- (34) HUANG, A.S., ELBE, J.H. (1987); HAVLIKOVA (1983): Effect of pH on the degradation and regeneration of betanine. *Journal of Food Science*, 52; 1689-1693.
- (35) JIN-YUARN, L., CHING-YIN, T. (2007): Total phenolic contents in selected fruit and vegetable juices exhibit a positive correlation with interferon-gamma, interleukin-5 and interleukin-2 secretions using primary mouse splenocytes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 101; 140 – 147.
- (36) KAMPA, M., HATZOGLOU, A., NOTAS, G., DAMIANAKI, A., GEMETZI, E.C., KOUROUMALIS, E., (2000): Wine antioxidant polyphenols inhibit the proliferation of human prostate cancer cell lines. *Nutrition and Cancer*, 37; 223 – 233.
- (37) KAPADIA, G.J., TOKUDA, H., KONOSHIMA, T., NISHINO, H. (1996): Chemoprevention of lung and skin cancer by *Beta vulgaris* (beet) root extract. *Cancer Letters*, 100; 211 – 214.
- (38) KATO-NOGUCHI, H., KOSEMURA, S., YAMAMURA, S., MIZUTANI, J., HASEGAWA, K. (1994): Allelopathy of oats. I. Assessment of allelopathic potential of extract of oat shoots and identification of an allelochemical. *Journal of Chemistry and Ecology*, 20; 309-314.

- (39) KOPELMAN, I.J., SAGUY, I. (1977): Color stability of beet powders. *Journal of Food Processing*, 1; 217-224.
- (40) KOVATSCHEVA, E.G., POPOVA, J.G. (1977): Vorkommen von S-Methylmethionin in Pflanzen und in tierischen Produkten und dessen Beständigkeit während der Lagerung. *Nahrung*, 21; 465-472.
- (41) KROON, P.A., WILLIAMSON, G. (1999): Hydroxycinnamates in plants and food: current and future perspectives. *Journal of Food Science and Agriculture*, 79; 355-361.
- (42) KUJALA, T., LOPONEN, J., PIHALAJA, K. (2001): Betalains and phenolics in red beetroot (*Beta vulgaris*) peel extracts: extraction and characterisation. *Naturforschung*, 56; 343-348.
- (43) KUJALA, T.S., LOPONEN, J.M., KLIKA, K.D., PIHALAJA, K. (2000): Phenolics and betacyanins in red beetroot (*Beta vulgaris*) root: distribution and effect of cold storage on the content of total phenolics and three individual compounds. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 48; 5338-5342.
- (44) KUJALA, T.S., VIENOLA, M.S., KLIKA, K.D., LOPONEN, J.M., PIHALAJA, K. (2002): Betalain and phenolic compositions of four beetroot (*Beta vulgaris*) cultivars. *European Food Research and Technology*, 214; 505-510.
- (45) LATSCHA, H.P., KAZMAIER, U., KLEIN, H.A. (2002): *Chemie für Biologen*. Springer – Verlag, Berlin Heidelberg New York; 475-481.
- (46) *Lebensmittelbericht* (2006): Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; 137.

- (47) LICHTENTHALER, R., MARX, F. (2005): Total antioxidant scavenging capacities of common European fruit- and vegetable juices. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 53; 103-110.
- (48) LIN, K.C., LUH, B.S., SCHWEIGERT, B.S. (1975): Folic acid content of canned garbanzo bean. *Journal of Food Science*, 40; 562 – 565.
- (49) LIST, D., ASKAR, A. (1977): Organische Säuren in Gemüse und ihre Bedeutung für den Stoffwechsel in Bezug auf Wachstum, Reifung und Lagerung. III. Möhren und Rote Beete. *Chemie, Mikrobiologie, Technologie der Lebensmittel*, 5; 57-64.
- (50) LIU, RH. (2003): Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78; 517 – 520.
- (51) MATTILA, P., HELLSTRÖM, J. (2006): Phenolic acids in potatoes, vegetables and some of their products. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20; 152 – 160.
- (52) MAZUR, W., ADLERCREUTZ, H. (2002): Isoflavone content of the soy based supplements. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 28; 1 – 11.
- (53) MEYER, A.S., ANDREASEN, M.F. (1999): Antioxidant Activity of Hydroxycinnamic acids on human low – density lipoprotein oxidation in vitro. *Journal of Food and Agriculture*, 85; 297 – 304.
- (54) MILLER, H.E., RIGELHOF, F., MARQUART, L., PRAKASH, A., KANTER, M. (2000): Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables. *American Journal of Clinical Nutrition*, 19; 312 – 319.

- (55) MITTER, S. (2002): Antioxidative Kapazität handelsüblicher Getränke in Abhängigkeit vom Phenol- und Vitamin-C-Gehalt. Diplomarbeit, Institut für Ernährungswissenschaften, Universität Wien.
- (56) MURRAY, K.E., BANNISTER, P.A., BUTTERY, R.G. (1975): Geosmin: an important volatile constituent of beetroot (*Beta vulgaris*). *Food Chemistry*; 973 - 979.
- (57) NEHRING, U.P., HANEBUTH, K., DEMARREZ, E.M.A. (1996): Normen für verarbeitetes Obst und Gemüse. Leitsätze für Gemüsesaft und Gemüsenektar, 145-155.
- (58) NELSON, P. E. (1980): *Fruit and vegetable juice processing technology*. AVI Publishing Company, 3rd Edition, 579.
- (59) NETZEL M., QUAAS D., STRASS G., FRANK T., STINTZING F.C., CARLE R., BITSCH I., BITSCH R. (2005): Rote Beete Saft – eine interessante Quelle für bioaktive Substanzen. *Proceedings of German Nutrition Society*, 7; 2 - 63.
- (60) ORZÁEZ VILLANUEVA, M.T., DIAZ MARQUINA, A., FRANCO VARGAS, E., BLÁZQUEZ ABELLÀN, G. (1999): Modification of vitamins B₁ and B₂ by culinary processes: traditional systems and microwaves. *Food Chemistry*, 71; 417 – 421.
- (61) PAGANGA, G., MILLER, M., & RICE-EVAN, C. A. (1999): The polyphenolic content of fruit and vegetables and their antioxidant activities. *Free Radical Research*, 30; 153 – 160.

- (62) PIATTELLI, M. (1981): The betalains: structure, biosynthesis, and chemical taxonomy. *The Biochemistry of Plants*; Stumpf, P.K., Conn, E.E. Eds.; Academic Press, New York, 7; 557-575.
- (63) PARLIMENT, T.H., KOLOR, M.G., MAING, I.Y. (1977): Identification of the major volatile components of cooked beets. *Journal of Food Science*, 42; 1592-1593.
- (64) PELLEGRINI, N., SERAFINI, M., COLOMBI, B., DEL RIO, D., SALVATORE S., BIANCHI, M., BRIGHENTI, F. (2003): Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *Journal of Nutrition*, 133; 2812 – 2819.
- (65) RADWANSKI, E.R., LAST, R.L. (1995): Tryptophan biosynthesis and metabolism: biochemical and molecular genetics. *Plant Cell*, 7; 921 – 934.
- (66) RAKIN, M., VUKASINOVIC, M., SILER-MARINKOVIC, S., MAKSIMOVIC, M. (2007): Contribution of lactic acid fermentation to improved nutritive quality vegetable juices enriched with brewer's yeast autolysate. *Food Chemistry*, 100; 599 – 602.
- (67) RANDHIR, R., LIN, Y.-T., SHETTY, K. (2004): Phenolics their antioxidant and antimicrobial activity in dark germinated fenugreek sprouts in response to peptide and phytochemical elicitors. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 13; 295 – 307.
- (68) RICE-EVANS, C.A., MILLER, N.J., BOLWELL, P.G., BRAMLEY, P.M., PRIDHAM, J.B. (1995): Why do we expect carotenoids to be antioxidants in vivo? *Free Radical Research*, 26; 381 – 398.

- (69) RICHARDSON, M. (1978): Flavonols and C-glycosylflavonoids of the Caryophyllales. *Biochemistry, Systematics and Ecology*, 6; 283-286.
- (70) RODRIGUEZ-SEVILLA, M.D., VILLANUEVA-SUAREZ, M.J., REDONDO-CUENCA, A. (1999): Effects of processing conditions on soluble sugars content of carrot, beetroot and turnip. *Food Chemistry*, 66; 81-85.
- (71) ROOS, A.J., SPRONK, A.M., COSSINS, E.C. (1968): 5-Methyltetrahydrofolic acid and other folate derivatives in germinating pea seedlings. *Canadian Journal of Biochemistry*, 46; 355-361.
- (72) RUHL, I., HERRMANN, K. (1985): Organische Säuren der Gemüsearten. *Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 180; 215-220.
- (73) SANTAMARIA, P., ELIA, A., SERIO, F., TODARO, E. (1999): A survey of nitrate and oxalate content in fresh vegetables. *Journal of Food Science and Agriculture*, 79; 1882-1888.
- (74) SAPERS, G.M., HORNSTEIN, J.S. (1979): Varietal differences in colorant properties and stability of red beet pigments. *Journal of Food Science*, 44; 1245-1248.
- (75) SCHATZ, S.J., ELBE, J.H. (1983): Identification of betanin degradation products. *Lebensmittel Untersuchung und Forschung*, 176; 448 – 453.
- (76) SCHOPFER, A., BRENNECKE, A. (2006): *Pflanzenphysiologie*, Spektrum Akademischer Verlag, 6; 135.
- (77) SOUCI, S.W., FACHMANN, W., KRAUT, H. (2000): Food composition and nutrition tables. *Die Zusammensetzung der Lebensmittel*, 6; 145-150.

- (78) STRACK, D., ENGEL, U., WRAY, V. (1987): Neobetanin: a new natural plant constituent. *Phytochemistry*, 26; 2399 – 2400.
- (79) TESORIERE, L., BUTERA, D., DÁRPA, D., DIGAUDIO, F., ALLEGRA, M., GENTILE, C., LIVREA, M. (2003): Increased resistance to oxidation of betalain-enriched human low density lipoproteins. *Free Radical Research*, 37; 689-696.
- (80) TYLER, L.D., ACREE, T.E., NELSON, R.R., BUTTS, R.M. (1978): Determination of geosmin in beet juice by gas chromatography. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 26; 774-775.
- (81) VINSON, J.A., HAO, Y., SU, X., ZUBIK, L. (1998): Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46; 3630 – 3634.
- (82) VINSON, J.A., HAO, Y., SU, X., ZUBIK, L. (1998): *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46; 3630 – 3634.
- (83) WASSERMAN, B. P., EIBERGER, L. L., GUILFOY, M. P. (1984): Effect of hydrogen peroxide and phenolic compounds on horseradish peroxidase catalysed decolorization of betalain pigments. *Journal of Food Science*, 49; 536 – 538.
- (84) WATERMAN, P.G., MOLE, S. (1994): *Analysis of phenolic plant metabolites*. Blackwell Scientific Publications; 238-243.
- (85) WATZL, B., LEITZMANN, C. (2005): *Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln*, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 3; 195.

- (86) WETTASINGHE, M., BOLING, B., PLHAK, L., XIAO, H., PARKIN, K. (2002): Phase-II-enzyme-inducing and antioxidant activities of beetroot (*Beta vulgaris L.*) extracts from phenotypes of different pigmentation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50; 6704-6709.
- (87) WINTER, M., HERRMANN, K. (1986): Esters and glucosides of hydroxycinnamic acids in vegetables. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 34; 616-620.
- (88) WOJDYLO, A., OSZMIANSKI, J., CZEMERYYS, R. (2006): Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chemistry*, 105; 940 – 949.
- (89) WYLER, H., DREIDING, A.S. (1957): Kristallisiertes Betanin. *Food Chemistry*, 40; 191-192.

Totale antioxidative Kapazität (TAC), Gesamtphenolgehalt (PhG) und pH-Werte der untersuchten Produkte aus Roter Beete

Tab. 10: TAC und Phenolgehalte, sowie pH-Wert von Rote Beete- und Gemüsesäfte mit Rote Beete Anteil

Produkt	TAC (mmol TÄ/l)	Gesamtphenole (g/l)	pH- Wert
Viva Vital, R.B., pur, konventionell	20,58 ± 0,50	2,07 ± 0,014	4,85
Grünland, R.B., pur, biologisch	19,30 ± 0,74	1,76 ± 0,014	4,72
Schneekoppe, R.B., pur, konventionell	15,30 ± 0,59	1,47 ± 0,013	4,99
Biotta, R.B., pur, biologisch	13,69 ± 0,07	1,72 ± 0,007	4,25
Natur Aktiv, R.B., pur biologisch	10,60 ± 0,11	1,53 ± 0,010	4,44
Biotta-Breuss, Gemüsesaft, biologisch	10,24 ± 0,43	1,03 ± 0,009	4,23
Ja Natürlich, R.B., pur, biologisch	10,13 ± 0,41	0,99 ± 0,003	4,26
Alnatura, R.B., pur, biologisch	7,71 ± 0,36	0,94 ± 0,007	4,32
Spar Natur Pur, R.B., pur, biologisch	7,38 ± 0,36	0,81 ± 0,005	4,30
Willi Dungl, Gemüsesaft, konventionell	5,90 ± 0,43	0,48 ± 0,003	3,63
Obsthof Wagner, Gemüsesaft, konv.	5,10 ± 0,05	0,56 ± 0,006	3,64
Hohes C, Gemüsesaft, konventionell	3,64 ± 0,11	0,48 ± 0,004	3,96
Biotta, Gemüsesaft, biologisch	2,55 ± 0,08	0,51 ± 0,007	4,27
BioBio, Gemüsesaft, biologisch	2,33 ± 0,26	0,53 ± 0,009	4,10
Alnatura, Gemüsesaft, biologisch	2,31 ± 0,23	0,53 ± 0,009	4,15
Natur Aktiv, Gemüsesaft, biologisch	1,92 ± 0,39	0,51 ± 0,010	4,20

Tab. 11: TAC und Phenolgehalte, sowie pH-Wert von Roter Beete ganz, gekocht, pasteurisiert und Rote Beete Salaten

Produkt	TAC (mmol TÄ/l)	Gesamtphenole (g/l)	pH- Wert
Rote Beete roh	3,53 ± 0,61	0,63 ± 0,002	5,96
Giggles, R.B., Scheiben	4,60 ± 0,43	0,56 ± 0,005	3,66
Binder, R.B., Scheiben	4,71 ± 0,31	0,52 ± 0,004	4,11
Efko, R.B., Streifen	5,26 ± 0,23	0,73 ± 0,007	3,81
Efko, R.B., Scheiben	5,46 ± 0,23	0,59 ± 0,002	4,01
Seeburger, R.B., Streifen	5,60 ± 0,20	0,52 ± 0,006	3,98
Staud´s, R.B., Scheiben	5,80 ± 0,47	0,69 ± 0,003	4,02
Machland, R.B., Scheiben	5,88 ± 0,24	0,78 ± 0,004	4,00
Chef Menü, R.B., Rohsalat	5,98 ± 0,32	0,61 ± 0,004	3,98
Gurkenprinz, R.B., Scheiben,	6,00 ± 0,22	0,59 ± 0,004	4,02
Ghisetti, R.B., ganz, gekocht, past.	6,30 ± 0,28	0,83 ± 0,006	5,29
Felix, R.B., Streifen	6,45 ± 0,22	0,74 ± 0,005	3,99
Spar, R.B., Rohsalat	6,98 ± 0,26	0,75 ± 0,007	3,96
Eigenproduktion, Rohsalat	7,17 ± 0,33	0,78 ± 0,005	4,34
Alnatura, Rohsalat	7,22 ± 0,30	0,78 ± 0,008	3,88
Efko, R.B., ganz, gekocht, past.	7,20 ± 0,15	0,94 ± 0,010	5,42

Tab. 15: Unterschiede der totalen antioxidativen Kapazität (Gemüsesäfte, konventionell)

Konf. 95%:	Hohes C	Obsthof Wagner	Willi Dungl
Hohes C	----	<p=0,000	<p=0,000
Obsthof Wagner	>p=0,000	----	<p=0,000
Willi Dungl	>p=0,000	>p=0,000	----

Tab. 16: Unterschiede der Gesamtphenole (Gemüsesäfte, konventionell)

Konf. 95%:	Hohes C	Obsthof Wagner	Willi Dungl
Hohes C	----	<p=0,000	p = n.signif.
Obsthof Wagner	>p=0,000	----	>p=0,000
Willi Dungl	p = n. signif.	<p=0,000	----

Tab. 17: Unterschiede der totalen antioxidativen Kapazität (Gemüsesäfte, biologisch)

Konf.: 95%	Natur Aktiv	Alnatura	BioBio	Biotta	Biotta-Breuss
Natur Aktiv	----	p = n. signif.	p = n. signif.	p = n. signif.	<p=0,000
Alnatura	p = n. signif.	----	p = n. signif.	p = n. signif.	<p=0,000
BioBio	p = n. signif.	p = n. signif.	----	p = n. signif.	<p=0,000
Biotta	p = n. signif.	p = n. signif.	p = n. signif.	----	<p=0,000
Biotta-Breuss	>p=0,000	>p=0,000	>p=0,000	>p=0,000	----

Tab. 18: Unterschiede der Gesamtphenole (Gemüsesäfte, biologisch)

Konf.: 95%	Natur Aktiv	Alnatura	BioBio	Biotta	Biotta-Breuss
Natur Aktiv	----	p = n. signif.	p = n. signif.	p = n. signif.	<p=0,000
Alnatura	p = n. signif.	----	p = n. signif.	p = n. signif.	<p=0,000
BioBio	p = n. signif.	p = n. signif.	----	p = n. signif.	<p=0,000
Biotta	p = n. signif.	p = n. signif.	p = n. signif.	----	<p=0,000
Biotta-Breuss	>p=0,000	>p=0,000	>p=0,000	>p=0,000	----

Anhang

e

Tab. 19: Unterschiede der totalen antioxidativen Kapazität und der Gesamtphenole (Rote Beete Säfte, gesamt)

Konf.: 95%	RB-Saft p.k.	RB-Saft p.b.	Gemüsesaft k.	Gemüsesaft b.
RB-Saft p.k.	----	>p=0,000	>p=0,000	>p=0,000
RB-Saft p.b.	<p=0,000	----	>p=0,000	>p=0,000
Gemüsesaft k.	<p=0,000	<p=0,000	----	p = n. signif.
Gemüsesaft b.	<p=0,000	<p=0,000	p = n. signif.	----

Tab. 20: Unterschiede der totalen antioxidativen Kapazität und der Gesamtphenole (Rote Beete roh und Rote Beete ganz, gekocht, pasteurisiert)

Konf.: 95%	R.B. roh	Ghisetti	Efko
R.B. roh	----	<p=0,000	<p=0,000
Ghisetti	p = n. signif.	----	<p=0,000
Efko	p = n. signif.	>p=0,000	----

Tab. 21: Unterschiede der totalen antioxidativen Kapazität (Rote Beete roh und Rote Beete Rohsalate)

Konf.: 95%	R.B. roh	Chef Menü	Spar	Eigenprod.	Alnatura
R.B. roh	----	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,000
Chef Menü	p = n. signif.	----	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,000
Spar	p = n. signif.	>p=0,000	----	p = n. signif.	p = n. signif.
Eigenprod.	p = n. signif.	>p=0,000	p = n. signif.	----	p = n. signif.
Alnatura	p = n. signif.	>p=0,000	p = n. signif.	p = n. signif.	----

Tab. 22: Unterschiede der Gesamtphenole (Rote Beete roh und Rote Beete Rohsalate)

Konf.: 95%	R.B. roh	Chef Menü	Spar	Eigenprod.	Alnatura
R.B. roh	----	>p=0,000	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,000
Chef Menü	<p=0,000	----	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,000
Spar	p = n. signif.	>p=0,000	----	p = n. signif.	p = n. signif.
Eigenprod.	p = n. signif.	>p=0,000	p = n. signif.	----	p = n. signif.
Alnatura	p = n. signif.	>p=0,000	p = n. signif.	p = n. signif.	----

Tab. 23: Unterschiede der totalen antioxidativen Kapazität (Rote Beete roh und Rote Beete Salate in Scheiben, pasteurisiert)

Konf.: 95%	R.B. roh	Binder	Efko	Machland	Spar	Giggles	Staud's	Gurken- prinz
R.B. roh	----	<p=0,00 0	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,00 0	<p=0,00 0	<p=0,000	<p=0,000
Binder	>p=0,000	----	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,00 0	p= n.signif	<p=0,000	<p=0,000
Efko	>p=0,000	>p=0,00 0	----	p=n.signif.	<p=0,00 0	>p=0,00 0	p= n.signif	<p=0,000
Machland	>p=0,000	>p=0,00 0	p= n.signif.	----	<p=0,00 0	>p=0,00 0	p=n.signif .	p=n.signif .
Spar	>p=0,000	>p=0,00 0	>p=0,000	>p=0,000	----	>p=0,00 0	>p=0,000	>p=0,000
Giggles	>p=0,000	p= n.signif.	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,00 0	----	<p=0,000	>p=0,000
Staud's	>p=0,000	>p=0,00 0	p= n.signif.	p=n.signif.	<p=0,00 0	>p=0,00 0	----	<p=0,000
Gurken- prinz	>p=0,000	>p=0,00 0	>p=0,000	p=n.signif.	<p=0,00 0	>p=0,00 0	<p=0,000	----

Tab. 24: Unterschiede der Gesamtphenole (Rote Beete roh und Rote Beete Salate in Scheiben, pasteurisiert)

Konf.: 95%	R.B. roh	Binder	Efko	Machland	Spar	Giggles	Staud's	Gurken-prinz
R.B. roh	----	>p=0,000	>p=0,000	<p=0,000	<p=0,000	>p=0,000	<p=0,000	>p=0,000
Binder	p = n. signif.	----	p = n. signif.	<p=0,000	<p=0,000	p = n. signif.	<p=0,000	<p=0,000
Efko	p = n. signif.	p = n. signif.	----	<p=0,000	<p=0,000	p = n. signif.	<p=0,000	p = n. signif.
Machland	p = n. signif.	>p=0,000	>p=0,000	----	>p=0,000	>p=0,000	p = n. signif.	>p=0,000
Spar	p = n. signif.	>p=0,000	>p=0,000	<p=0,000	----	>p=0,000	p = n. signif.	>p=0,000
Giggles	p = n. signif.	p = n. signif.	p = n. signif.	<p=0,000	<p=0,000	----	<p=0,000	<p=0,000
Staud's	p = n. signif.	>p=0,000	>p=0,000	p = n. signif.	p = n. signif.	>p=0,000	----	>p=0,000
Gurken-prinz	p = n. signif.	>p=0,000	p = n. signif.	<p=0,000	<p=0,000	>p=0,000	<p=0,000	----

Tab. 25: Unterschiede der totalen antioxidativen Kapazität (Rote Beete roh und Rote Beete Salate in Streifen, pasteurisiert)

Konf.: 95%	R.B. roh	Efko	Seeburger	Felix
R.B. roh	----	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,000
Efko	p = n. signif.	----	<p=0,000	<p=0,000
Seeburger	p = n. signif.	>p=0,000	----	<p=0,000
Felix	p = n. signif.	>p=0,000	>p=0,000	----

Tab. 26: Unterschiede der Gesamtphenole (Rote Beete roh und Rote Beete Salate in Streifen, pasteurisiert)

Konf.: 95%	R.B. roh	Efko	Seeburger	Felix
Rote Beete roh	----	<p=0,000	>p=0,000	<p=0,000
Efko	p = n. signif.	----	>p=0,000	p = n. signif.
Seeburger	p = n. signif.	<p=0,000	----	<p=0,000
Felix	p = n. signif.	p = n. signif.	>p=0,000	----

Tab. 27: Unterschiede der totalen antioxidativen Kapazität (Rote Beete Salate, gesamt)

Konf.: 95%	R.B. r	Rohsalate	RB-ggp.	RB-Scheiben	RB-Streifen
R.B. roh	----	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,000
Rohsalate	>p=0,000	----	p = n. signif.	>p=0,000	>p=0,000
RB-ggp.	>p=0,000	p = n. signif.	----	>p=0,000	>p=0,000
RB-Scheiben	>p=0,000	<p=0,000	<p=0,000	----	p = n. signif.
RB-Streifen	>p=0,000	<p=0,000	<p=0,000	p = n. signif.	----

Tab. 28: Unterschiede der Gesamtphenole (Rote Beete Salate, gesamt)

Konf.: 95%	R.B. r	Rohsalate	RB-ggp.	RB-Scheiben	RB-Streifen
R.B. roh	----	<p=0,000	<p=0,000	>p=0,000	>p=0,000
Rohsalate	>p=0,000	----	p = n. signif.	>p=0,000	>p=0,000
RB-ggp.	>p=0,000	p = n. signif.	----	>p=0,000	>p=0,000
RB-Scheiben	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,000	----	p = n. signif.
RB-Streifen	<p=0,000	<p=0,000	<p=0,000	p = n. signif.	----

Lebenslauf

Persönliches:

Name: Birgit Sommer
Geburtsort: Neunkirchen
Geburtstag: 27.03.1985
Familienstand: ledig

Ausbildung:

1991 – 1995 Volksschule Rohr im Gebirge
1995 – 1999 Hauptschule Schwarzau im Gebirge
1999 – 2004 Höhere Bundeslehranstalt für Land- und Ernährungswirtschaft
Sitzenberg – Reidling, Abschluss mit ausgezeichnetem Erfolg
2004 – 2008 Diplomstudium: Ernährungswissenschaften, Universität Wien

Berufstätigkeit:

2004 – 2005 Tätigkeiten in gastgewerblichen Unternehmen
2005 – 2007 Tätigkeiten im Einzelhandel

Studienbegleitende Praktika:

2003 (Juli) LKH Lilienfeld, Diätologie
2007 (Feber – Juni) Qualitätskontrolle, Fa. Radlberger Getränke
2007 (Juli) Labortätigkeit, Chirurgisches Forschungslabor, AKH –
Wien
2007 (August – September) Qualitätskontrolle, SPAR Warenhandels AG, Salzburg
seit Februar 2008 Qualitätssicherung, SPAR Warenhandels AG, Salzburg