



universität  
wien

# MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

Substitution mit KCl als eine Maßnahme der  
Salzreduktion in Modellsuppen

Verfasserin

Sonja Greisinger, Bakk.rer.nat.

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:

A 066 838

Studienrichtung lt. Studienblatt:

Masterstudium Ernährungswissenschaften

Betreuerin / Betreuer:

ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak







## **Danksagung**

Für die großartige Betreuung der vorliegenden Arbeit möchte ich mich herzlich bei Frau Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak bedanken, die es mir ermöglicht hat, mich mit diesem spannenden Thema zu befassen.

Für die Hilfestellung bei statistischen Fragen danke ich Herrn Dr. Hans-Peter Stüger (AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit).

Danke an alle Panellistinnen und Panellisten für die Teilnahme an den sensorischen Analysen.

Besonders bedanken möchte ich mich bei all jenen, die mich während meines Studiums mit Hilfe und Unterstützung begleitet haben. Allen voran meine lieben Studienkolleginnen und Freunde – es war eine sehr schöne gemeinsame Zeit!

Meinem Freund Christian möchte ich von Herzen danken, dass er mir immer mit Rat und Tat zur Seite stand und mich auch durch schwierige Phasen meines Studiums hindurch begleitet hat. Er hat mich außerdem bei jeglicher technischer und mathematischer Problemstellung unterstützt.

Mein größter Dank jedoch gilt meinen Eltern Gaby und Gerhard, die schon mein ganzes Leben lang immer für mich da waren und mir das Studium überhaupt erst ermöglicht haben. Sie haben immer an mich geglaubt und mich bei jedem Schritt in meinem Leben unterstützt. Danke Mama, danke Papa!



**INHALTSVERZEICHNIS**

|                                                                          |             |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Inhaltsverzeichnis.....</b>                                           | <b>I</b>    |
| <b>Abbildungsverzeichnis.....</b>                                        | <b>V</b>    |
| <b>Tabellenverzeichnis.....</b>                                          | <b>VII</b>  |
| <b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>                                        | <b>VIII</b> |
| <br>                                                                     |             |
| 1 Einleitung und Fragestellung .....                                     | 1           |
| 2 Literaturübersicht.....                                                | 3           |
| 2.1 Natrium und Kalium.....                                              | 3           |
| 2.1.1 Physiologie.....                                                   | 3           |
| 2.1.2 Vorkommen in Lebensmittel.....                                     | 3           |
| 2.2 Erkrankungen als Ursache einer hohen Natriumaufnahme.....            | 5           |
| 2.2.1 Bluthochdruck (Hypertonie).....                                    | 5           |
| 2.2.1.1 Kochsalzverzehr .....                                            | 8           |
| 2.2.1.2 Diskutierte Präventionsmaßnahmen .....                           | 8           |
| 2.2.1.2.1 Kochsalzrestriktion .....                                      | 8           |
| 2.2.1.2.2 Gewichtsabnahme.....                                           | 10          |
| 2.2.1.2.3 Körperliche Aktivität.....                                     | 11          |
| 2.2.1.2.4 Senkung der Alkoholaufnahme .....                              | 11          |
| 2.2.1.2.5 Supplementation von Kalium.....                                | 12          |
| 2.2.1.2.6 Supplementation von Calcium und Magnesium.....                 | 12          |
| 2.2.2 Weitere Erkrankungen .....                                         | 13          |
| 2.3 Salzreduktion in Lebensmittel .....                                  | 14          |
| 2.3.1 Technologische Eigenschaften von Natriumchlorid (NaCl) .....       | 14          |
| 2.3.2 Möglichkeiten der Salzreduktion .....                              | 15          |
| 2.3.2.1 Ersatz von Natriumchlorid (NaCl) durch Kaliumchlorid (KCl) ..... | 16          |
| 2.3.2.1.1 Technologische Eigenschaften von KCl .....                     | 16          |
| 2.3.2.1.2 Sensorische Eigenschaften von KCl.....                         | 17          |
| 2.3.2.2 Weitere Ersatzstoffe.....                                        | 18          |

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.4 Molekulare Mechanismen bei der Wahrnehmung der Grundgeschmacksarten.....      | 20 |
| 2.4.1 Wahrnehmung über G-Protein gekoppelte Rezeptoren .....                      | 21 |
| 2.4.1.1 Wahrnehmung des süßen Geschmacks .....                                    | 21 |
| 2.4.1.2 Wahrnehmung des bitteren Geschmacks .....                                 | 22 |
| 2.4.1.3 Wahrnehmung des umami Geschmacks .....                                    | 22 |
| 2.4.2 Wahrnehmung über Ionenkanäle .....                                          | 23 |
| 2.4.2.1 Wahrnehmung des salzigen Geschmacks.....                                  | 23 |
| 2.4.2.2 Wahrnehmung des sauren Geschmacks .....                                   | 23 |
| 3 Material und Methoden .....                                                     | 25 |
| 3.1 Material .....                                                                | 25 |
| 3.1.1 Modellsuppen.....                                                           | 25 |
| 3.1.1.1 Berechnung der Konzentrationen an NaCl und KCl.....                       | 25 |
| 3.1.1.1.1 Rindsuppe .....                                                         | 25 |
| 3.1.1.1.2 Kürbiscremesuppe .....                                                  | 26 |
| 3.1.1.2 Entwicklung der Rezeptur .....                                            | 26 |
| 3.1.1.2.1 Rezeptur der Rindsuppe.....                                             | 27 |
| 3.1.1.2.2 Rezeptur der Kürbiscremesuppe.....                                      | 27 |
| 3.2 Methode .....                                                                 | 28 |
| 3.2.1 Quantitative Deskriptive Analyse (QDA) .....                                | 28 |
| 3.2.2 Planung der QDA .....                                                       | 28 |
| 3.2.2.1 Attribute .....                                                           | 28 |
| 3.2.2.2 Schulung der Prüfpersonen .....                                           | 31 |
| 3.2.3 Durchführung der QDA .....                                                  | 31 |
| 3.2.4 Grafische Darstellung der Daten .....                                       | 33 |
| 3.2.5 Statistische Auswertung der Daten .....                                     | 33 |
| 4 Ergebnisse .....                                                                | 37 |
| 4.1 Geschmacks-/Flavourprofile der Rindsuppe .....                                | 37 |
| 4.1.1 Geschmacks-/Flavourprofil erstellt durch geschulte Prüfpersonen ....        | 37 |
| 4.1.2 Geschmacks-/Flavourprofil erstellt durch nicht geschulte Prüfpersonen ..... | 38 |
| 4.2 Geschmacks-/Flavourprofile der Kürbiscremesuppe.....                          | 39 |
| 4.2.1 Geschmacks-/Flavourprofil erstellt durch geschulte Prüfpersonen ....        | 39 |

|         |                                                                                                                             |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.2   | Geschmacks-/Flavourprofil erstellt durch nicht geschulte<br>Prüfpersonen .....                                              | 40 |
| 4.3     | Geschmacks-/Flavourprofile der untersuchten Modellsuppen im Vergleich<br>(geschulte vs. nicht-geschulte Prüfpersonen) ..... | 41 |
| 4.3.1   | Rindsuppe .....                                                                                                             | 42 |
| 4.3.1.1 | Geschmacks-/Flavourprofil der Probe A .....                                                                                 | 42 |
| 4.3.1.2 | Geschmacks-/Flavourprofil der Probe B .....                                                                                 | 42 |
| 4.3.1.3 | Geschmacks-/Flavourprofil der Probe C .....                                                                                 | 43 |
| 4.3.1.4 | Geschmacks-/Flavourprofil der Probe D .....                                                                                 | 44 |
| 4.3.1.5 | Allgemeine Beurteilung der Rindsuppe .....                                                                                  | 45 |
| 4.3.2   | Kürbiscremesuppe .....                                                                                                      | 46 |
| 4.3.2.1 | Geschmacks-/Flavourprofil der Probe A .....                                                                                 | 46 |
| 4.3.2.2 | Geschmacks-/Flavourprofil der Probe B .....                                                                                 | 47 |
| 4.3.2.3 | Geschmacks-/Flavourprofil der Probe C .....                                                                                 | 48 |
| 4.3.2.4 | Geschmacks-/Flavourprofil der Probe D .....                                                                                 | 49 |
| 4.3.2.5 | Allgemeine Beurteilung der Kürbiscremesuppe .....                                                                           | 50 |
| 4.4     | Zusammenhänge der untersuchten Attribute .....                                                                              | 51 |
| 4.4.1   | Korrelationen zwischen den Attributen in der Rindsuppe .....                                                                | 52 |
| 4.4.1.1 | Korrelation süß-bitter .....                                                                                                | 52 |
| 4.4.1.2 | Korrelation süß-Suppengemüseflavour .....                                                                                   | 53 |
| 4.4.1.3 | Korrelation Rindflavour-salzig .....                                                                                        | 54 |
| 4.4.1.4 | Korrelation Rindflavour-adstringierend .....                                                                                | 54 |
| 4.4.1.5 | Korrelation bitter-adstringierend .....                                                                                     | 55 |
| 4.4.1.6 | Korrelation sauer-adstringierend .....                                                                                      | 56 |
| 4.4.2   | Korrelationen zwischen den Attributen in der Kürbiscremesuppe .....                                                         | 56 |
| 4.4.2.1 | Korrelation süß-bitter .....                                                                                                | 56 |
| 4.4.2.2 | Korrelation bitter-adstringierend .....                                                                                     | 57 |
| 4.4.2.3 | Korrelation Kürbisflavour-adstringierend .....                                                                              | 58 |
| 4.4.2.4 | Korrelation sauer-adstringierend .....                                                                                      | 58 |
| 5       | Diskussion .....                                                                                                            | 59 |
| 6       | Schlussfolgerung .....                                                                                                      | 68 |
| 7       | Zusammenfassung .....                                                                                                       | 73 |
| 8       | Summary .....                                                                                                               | 75 |

|    |                            |     |
|----|----------------------------|-----|
| 9  | Literaturverzeichnis ..... | 77  |
| 10 | Anhang .....               | 96  |
| 11 | Curriculum Vitae .....     | 100 |

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Beurteilungsskala.....                                                                                                       | 31 |
| Abbildung 2: Sensoriklabor .....                                                                                                          | 32 |
| Abbildung 3: Darreichung der Proben.....                                                                                                  | 33 |
| Abbildung 4: Q-Q-Diagramm des Attributs süß (Kürbiscremesuppe).....                                                                       | 35 |
| Abbildung 5: Matrixscatterplot der untersuchten Attribute in Probe A<br>(Rindsuppe) .....                                                 | 36 |
| Abbildung 6: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe, erstellt durch die<br>geschulten Prüfpersonen .....                                 | 38 |
| Abbildung 7: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe, erstellt durch die nicht<br>geschulten Prüfpersonen .....                           | 39 |
| Abbildung 8: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe, erstellt durch<br>die geschulten Prüfpersonen .....                          | 40 |
| Abbildung 9: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe, erstellt durch<br>die nicht geschulten Prüfpersonen.....                     | 41 |
| Abbildung 10: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe (Probe A) im Vergleich<br>(geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen) .....        | 42 |
| Abbildung 11: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe (Probe B) im Vergleich<br>(geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen) .....        | 43 |
| Abbildung 12: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe (Probe C) im<br>Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen) .....        | 44 |
| Abbildung 13: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe (Probe D) im<br>Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen) .....        | 45 |
| Abbildung 14: Allgemeine Beurteilung der Rindsuppe .....                                                                                  | 46 |
| Abbildung 15: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe (Probe A) im<br>Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen) ..... | 47 |
| Abbildung 16: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe (Probe B) im<br>Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen) ..... | 48 |
| Abbildung 17: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe (Probe C) im<br>Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen) ..... | 49 |

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 18: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe (Probe D) im Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen) ..... | 50 |
| Abbildung 19: Allgemeine Beurteilung der Kürbiscremesuppe .....                                                                        | 51 |
| Abbildung 20: Zusammenhang zwischen süß und bitter in Probe D (Rindsuppe) .....                                                        | 53 |
| Abbildung 21: Zusammenhang zwischen Suppengemüseflavour und süß in Probe B (Rindsuppe) .....                                           | 53 |
| Abbildung 22: Zusammenhang zwischen Rindflavour und salzig in Probe A (Rindsuppe) .....                                                | 54 |
| Abbildung 23: Zusammenhang zwischen adstringierend und Rindflavour in Probe D (Rindsuppe) .....                                        | 55 |
| Abbildung 24: Zusammenhang zwischen bitter und adstringierend in den Proben C und D (Rindsuppe).....                                   | 55 |
| Abbildung 25: Zusammenhang zwischen sauer und adstringierend in Probe A (Rindsuppe) .....                                              | 56 |
| Abbildung 26: Zusammenhang zwischen süß und bitter in Probe D (Kürbiscremesuppe).....                                                  | 57 |
| Abbildung 27: Zusammenhang zwischen bitter und adstringierend in den Proben C und D (Kürbiscremesuppe) .....                           | 57 |
| Abbildung 28: Zusammenhang zwischen Kürbisflavour und adstringierend in Probe C (Kürbiscremesuppe) .....                               | 58 |
| Abbildung 29: Zusammenhang zwischen sauer und adstringierend in Probe C (Kürbiscremesuppe).....                                        | 58 |
| Abbildung 30: Ausprägung der Salzigkeit bei verschiedenen Konzentrationen an NaCl und KCl [KEAST et al., 2001].....                    | 61 |
| Abbildung 31: Ausprägung der Bitterkeit bei verschiedenen Konzentrationen an NaCl und KCl [KEAST et al., 2001].....                    | 62 |
| Abbildung 32: Wechselwirkung zwischen vier Grundgeschmacksarten in hoher Konzentration, modifiziert nach KEAST und BRESLIN, 2002.....  | 65 |

**TABELLENVERZEICHNIS**

|                                                                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Natriumgehalt ausgewählter Lebensmittel, modifiziert nach ELLIOTT und BROWN, 2006 .....                                                        | 4  |
| Tabelle 2: Kaliumgehalt ausgewählter Lebensmittel, modifiziert nach HOFSTETTER et al., 2004 .....                                                         | 5  |
| Tabelle 3: Klassifizierungskategorien der Hypertonie, modifiziert nach WILLIAMS et al., 2004 .....                                                        | 6  |
| Tabelle 4: Prozentanteil an NaCl und KCl in den untersuchten Suppen .....                                                                                 | 26 |
| Tabelle 5: Rezeptur Rindsuppe.....                                                                                                                        | 27 |
| Tabelle 6: Rezeptur Kürbiscremesuppe .....                                                                                                                | 28 |
| Tabelle 7: Attributenliste Rindsuppe .....                                                                                                                | 29 |
| Tabelle 8: Attributenliste Kürbiscremesuppe.....                                                                                                          | 30 |
| Tabelle 9: Korrelationskoeffizienten relevanter Zusammenhänge .....                                                                                       | 52 |
| Tabelle 10: Ergebnisse des Tests auf Normalverteilung (Rindsuppe) .....                                                                                   | 96 |
| Tabelle 11: Ergebnisse des Tests auf Normalverteilung (Kürbiscremesuppe) ..                                                                               | 96 |
| Tabelle 12: Ergebnisse des Tests auf Normalverteilung nach dem Schulungsstatus (Rindsuppe) .....                                                          | 97 |
| Tabelle 13: Ergebnisse des Tests auf Normalverteilung nach dem Schulungsstatus (Kürbiscremesuppe) .....                                                   | 97 |
| Tabelle 14: Ergebnisse des multivariaten Tests auf Mittelwertunterschiede (Rindsuppe) .....                                                               | 98 |
| Tabelle 15: Ergebnisse des multivariaten Tests auf Mittelwertunterschiede (Kürbiscremesuppe).....                                                         | 98 |
| Tabelle 16: Ergebnisse des multivariaten Tests auf Mittelwertunterschiede im Vergleich geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen (Rindsuppe) .....       | 98 |
| Tabelle 17: Ergebnisse des multivariaten Tests auf Mittelwertunterschiede im Vergleich geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen (Kürbiscremesuppe)..... | 99 |
| Tabelle 18: Ergebnisse des T-Tests bei unabhängigen Stichproben nach den Proben und Modellsuppen .....                                                    | 99 |

**ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

|                         |                                                                       |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>AMP</b>              | Adenosinmonophosphat                                                  |
| <b>ATP</b>              | Adenosintriphosphat                                                   |
| <b>Ca<sup>2+</sup></b>  | Calcium                                                               |
| <b>cAMP</b>             | zyklisches Adenosinmonophosphat                                       |
| <b>CAFRE</b>            | College of Agriculture Food & Rural Enterprise                        |
| <b>DAG</b>              | Diacylglycerol                                                        |
| <b>DASH</b>             | Dietary Approaches to Stop Hypertension                               |
| <b>EFSA</b>             | European Food Safety Authority                                        |
| <b>ENaC</b>             | epithelialer Natriumkanal                                             |
| <b>EU</b>               | Europäische Union                                                     |
| <b>FDA</b>              | Food and Drug Administration                                          |
| <b>FNB</b>              | Food and Nutrition Board                                              |
| <b>GRAS</b>             | Generally Recognized As Safe                                          |
| <b>HCN</b>              | hyperpolarisationsaktivierter zyklisch-nukleotid-gesteuerter<br>Kanal |
| <b>IP3</b>              | Inositol-Triphosphat                                                  |
| <b>K<sup>+</sup></b>    | Kalium                                                                |
| <b>KCl</b>              | Kaliumchlorid                                                         |
| <b>LVH</b>              | Links-ventrikuläre Hypertrophie                                       |
| <b>Na<sup>+</sup></b>   | Natrium                                                               |
| <b>NaCl</b>             | Natriumchlorid                                                        |
| <b>NH<sub>4</sub></b>   | Ammonium-Ion                                                          |
| <b>NH<sub>4</sub>Cl</b> | Ammoniumchlorid                                                       |
| <b>NHANES</b>           | National Health And Nutrition Examination Survey                      |
| <b>PKD2L1</b>           | polycystic kidney disease 2-like-1 ion channel                        |
| <b>QDA</b>              | Quantitative Deskriptive Analyse                                      |
| <b>TOHP</b>             | Trial Of Hypertension Prevention                                      |
| <b>T1R1/T1R3</b>        | Rezeptor für umami Geschmack                                          |
| <b>T1R2/T1R3</b>        | Rezeptor für süßen Geschmack                                          |
| <b>T2R</b>              | taste receptor                                                        |

|                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| <b>TRC</b> .....   | taste receptor cell                  |
| <b>TRPM5</b> ..... | transient receptor potential channel |
| <b>VKI</b> .....   | Verein für Konsumenteninformation    |
| <b>WHO</b> .....   | World Health Organisation            |



## 1 Einleitung und Fragestellung

Weltweit sind eine Milliarde Menschen von Bluthochdruck (Hypertonie) betroffen [ISRAILI et al., 2007], bei weiteren 70 Millionen Erwachsenen besteht das Risiko für die Entwicklung einer Hypertonie [SVETKEY et al., 2004]. In Österreich leiden 1,3 Millionen Menschen unter einem erhöhten Blutdruck [STATISTIK AUSTRIA, 2007], welcher ein wesentlicher Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen ist [WILLIAMS et al., 2004]. 43% aller Todesfälle in Österreich sind durch Herz-Kreislauf-Erkrankungen verursacht, welche somit die häufigste Todesursache darstellen [STATISTIK AUSTRIA, 2011].

Es besteht Evidenz für den Zusammenhang zwischen einer hohen Natriumaufnahme und der Entwicklung einer Hypertonie [D-A-CH, 2001]. Laut Österreichischem Ernährungsbericht 2008 beträgt die Zufuhr von Natriumchlorid (NaCl) bei österreichischen Männern 9 g/d und bei Frauen 8 g/d [ELMADFA et al., 2009]. Namhafte Organisationen, wie beispielsweise die British Hypertension Society, empfehlen eine Beschränkung der Aufnahme auf 6 g NaCl pro Tag. Dies stellt die wichtigste Präventions- und Behandlungsmaßnahme dar [WILLIAMS et al., 2004].

NaCl wird vor allem aus den Warengruppen Brot und Gebäck, Fleisch und Fleischwaren sowie Milch und Milchprodukten aufgenommen. Besonders in Lebensmitteln, denen NaCl zu Konservierungszwecken zugesetzt wird, findet man hohe Salzgehalte vor [BFR, 2011]. Der Großteil des Natriumchlorids wird durch Lebensmittel aufgenommen, denen NaCl zugesetzt wurde und die außer Haus verzehrt werden [ELLIOTT und BROWN, 2006].

Als eine Möglichkeit den Salzkonsum zu reduzieren, wird der partielle Ersatz von NaCl durch Kaliumchlorid (KCl) in der Lebensmittelherstellung diskutiert, da Kalium nachweislich den Blutdruck senkt [HOUSTON, 2011]. Die Bitterkeit sowie unerwünschte Flavour-Eigenschaften (chemisch, metallisch) limitieren aber die Anwendung von KCl.

Das Ziel vorliegender Untersuchung war jene KCl-Konzentration zu ermitteln, die geeignet ist einen Teil von NaCl in zwei Modellsuppen ohne Änderung des sensorisches Flavour-Profiles zu reduzieren. Zu diesem Zweck wurden zwei typisch österreichische Modellsuppen entwickelt, Rindsuppe und Kürbiscremesuppe, die mittels Quantitativer Deskriptiver Analyse (QDA) auf ihre Geschmacks- und Flavour-Eigenschaften beurteilt wurden. Zudem wurde der Frage nachgegangen, ob ungeschulte Prüfpersonen neben dem trainierten Panel geeignet sind, bei der Entwicklung neuartiger Produkte/Produktvarianten für deskriptive sensorische Beurteilungen eingesetzt zu werden.

## **2 Literaturübersicht**

### **2.1 Natrium und Kalium**

#### **2.1.1 Physiologie**

Natrium ( $\text{Na}^+$ ) ist im menschlichen Körper vorwiegend in der extrazellulären Flüssigkeit vorhanden.  $\text{Na}^+$  spielt eine entscheidende Rolle in der Erhaltung des Volumens der extrazellulären Flüssigkeit und ist wesentlich für den Säure-Basen-Haushalt sowie für die Herstellung des Membranpotentials [EFSA, 2005a]. Der Schätzwert für eine minimale Zufuhrmenge an  $\text{Na}^+$  bei Erwachsenen beträgt 550 mg pro Tag [D-A-CH, 2001]. Kalium ( $\text{K}^+$ ) ist das häufigste intrazelluläre Kation, nur 2% sind in der extrazellulären Flüssigkeit vorhanden [EFSA, 2005b]. Hohe sowie niedrige Konzentrationen an  $\text{K}^+$  können zu Störungen des Herzrhythmus führen.  $\text{K}^+$  spielt eine Rolle bei der Aufrechterhaltung des Zellvolumens, zudem ist das Kation wesentlich für den Säure-Basen-Haushalt, für die Muskelkontraktionen und die Nervenreizleitung sowie für das Wachstum der Zellmasse [HOFSTETTER et al., 2004]. Daten aus europäischen Studien zur Nahrungsaufnahme zeigen, dass die durchschnittliche Kaliumzufuhr pro Tag bei Erwachsenen 3-4 g beträgt. Mangelerscheinungen, wie eine Schwäche der Skelettmuskulatur und eine Funktionsstörung des Herzens, können durch höhere Verluste aus dem gastrointestinalen Trakt ausgelöst werden, beispielsweise infolge von Durchfallerkrankungen. Ein Mangel aufgrund einer geringen Aufnahme durch die Nahrung ist selten, da Kalium in Lebensmitteln weit verbreitet ist [EFSA, 2005b].

#### **2.1.2 Vorkommen in Lebensmittel**

Hohe Natriumkonzentrationen findet man vor allem in verarbeiteten Lebensmitteln wie Backwaren, Fleisch und Fleischwaren, Käse und Milchprodukten sowie Fertigprodukten [BFR, 2011].

*Tabelle 1: Natriumgehalt ausgewählter Lebensmittel, modifiziert nach ELLIOTT und BROWN, 2006*

| Lebensmittel           | Beschreibung                   | Natriumgehalt<br>(mg pro 100 g) |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| <b>Getreideflocken</b> | Weizenkleie                    | 28                              |
|                        | Frühstücksflocken              | 1000                            |
| <b>Käse</b>            | Hartkäse                       | 620                             |
|                        | Schmelzkäse                    | 1320                            |
| <b>Bohnen</b>          | gekocht in ungesalzenem Wasser | Spuren von Natrium              |
|                        | konserviert (Dose)             | 250                             |
| <b>Lachs</b>           | gedünstet                      | 110                             |
|                        | konserviert                    | 570                             |
|                        | geräuchert                     | 1880                            |

Natrium wird Lebensmitteln häufig in Form von Natriumchlorid (NaCl) zugefügt. Besonders in Nahrungsmitteln, denen NaCl zu Konservierungszwecken zugesetzt wird, findet man hohe Salzgehalte vor. Diese verarbeiteten Lebensmittel stellen die Hauptquellen der Kochsalzaufnahme dar [BFR, 2011].

Der Großteil des Kochsalzes wird durch Lebensmittel aufgenommen, denen NaCl zugesetzt wurde und die außer Haus verzehrt werden [ELLIOTT und BROWN, 2006]. So werden laut Studien in den USA und Großbritannien 75% des Natriums durch verarbeitete oder außer-Haus-verzehrte Speisen aufgenommen und 10-15% durch das Nachsalzen am eigenen Küchentisch. Nur 10-12% der Natriumaufnahme stammt von Lebensmitteln, die natürlicherweise Natrium enthalten [JAMES et al., 1987; MATTES und DONNELLY, 1991]. Laut dem Verein für Konsumenteninformation (VKI) in Österreich werden sogar 80% des Salzes aus verarbeiteten Lebensmitteln aufgenommen, vorrangig aus Brot und Gebäck [VKI, 2012].

Kalium ist vor allem in pflanzlichen Lebensmitteln, wie Obst und Gemüse vorhanden. Durch das Kochen der Lebensmittel kann der Kaliumgehalt sinken [HOFSTETTER et al., 2004].

*Tabelle 2: Kaliumgehalt ausgewählter Lebensmittel, modifiziert nach HOFSTETTER et al., 2004*

| <b>Lebensmittel</b> | <b>Kaliumgehalt<br/>(mg pro 100 g)</b> |
|---------------------|----------------------------------------|
| Dörrobst            | 690                                    |
| Spinat              | 393                                    |
| Banane              | 382                                    |
| Kartoffeln gekocht  | 333                                    |
| Vollmilch           | 150                                    |

Der Einsatz von Ersatzstoffen, wie beispielsweise Kaliumchlorid (KCl), in der Lebensmittelherstellung kann zur Aufnahme von Kalium über die Nahrung beitragen. Daten zeigen, dass dieser Anteil bis zu 5% der gesamten Kaliumaufnahme ausmachen kann [EFSA, 2005b].

## **2.2 Erkrankungen als Ursache einer hohen Natriumaufnahme**

### **2.2.1 Bluthochdruck (Hypertonie)**

Hypertonie betrifft eine Milliarde Menschen weltweit, so hat beispielsweise eine/r von drei Amerikaner/innen einen erhöhten Blutdruck [ISRAILI et al., 2007]. Bei weiteren 70 Mio. Erwachsenen besteht das Risiko für die Entwicklung einer Hypertonie [SVETKEY et al., 2004]. In Österreich leiden 1,3 Millionen Menschen unter einem erhöhten Blutdruck [STATISTIK AUSTRIA, 2007]. Hypertonie ist ein wesentlicher Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen [WILLIAMS et al., 2004]. In Deutschland gilt Hypertonie als Risikofaktor Nummer 1 in Bezug auf die Gesamtmortalität [BFR, 2010]. Laut WHO (World Health Organisation) wird die Hälfte aller Todesfälle der nicht-übertragbaren Erkrankungen durch kardiovaskuläre Krankheiten verursacht. In Industrieländern liegen an erster und zweiter Stelle der Todesursachen die

Koronare Herzkrankheit und der Schlaganfall, welche zusammen 36% aller Todesfälle ausmachen [HORVATH et al., 2008].

Klassifiziert wird die Hypertonie nach der British Hypertension Society folgendermaßen:

*Tabelle 3: Klassifizierungskategorien der Hypertonie, modifiziert nach WILLIAMS et al., 2004*

| Kategorie                               | Systolischer Blutdruck (mm Hg) | Diastolischer Blutdruck (mm Hg) |
|-----------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| Optimal                                 | < 120                          | < 80                            |
| Normal                                  | < 130                          | < 85                            |
| Hochnormal                              | 130-139                        | 85-89                           |
| <b>Hypertonie:</b>                      |                                |                                 |
| Grad 1 (mild)                           | 140-159                        | 90-99                           |
| Grad 2 (mäßig)                          | 160-179                        | 100-109                         |
| Grad 3 (schwer)                         | ≥ 180                          | ≥ 110                           |
| <b>Isolierte systolische Hypertonie</b> |                                |                                 |
| Grad 1                                  | 140-159                        | < 90                            |
| Grad 2                                  | ≥ 160                          | < 90                            |

Man unterscheidet zwei Arten der Hypertonie: Bei der primären oder essentiellen Hypertonie lässt sich keine organische Ursache nachweisen. 80% aller Hypertonien zählen zu dieser Gruppe. Sekundäre Hypertonien werden durch Erkrankungen der Niere, Funktionsstörungen endokriner Drüsen oder Gefäßanomalien ausgelöst [KASPER, 2000].

Bei der Entstehung der essentiellen Hypertonie hat die Niere eine große Bedeutung. Durch die höhere Kochsalzzufuhr wird mehr Natrium in der Niere

rückresorbiert. Dies führt dazu, dass die intrazelluläre Natriumkonzentration steigt, was sich besonders in den Erythrozyten nachweisen lässt [KASPER, 2000]. Außerdem spielen auch die Chlorid-Ionen eine Rolle. Nicht nur die Aufnahme von  $\text{Na}^+$  ist für die Erhöhung des Blutdrucks verantwortlich, sondern es gibt auch starke Evidenz für die Aufnahme in Form von NaCl [EFSA, 2005a]. So fanden BERGHOFF und GERACI [1929] heraus, dass eine hohe Aufnahme von Natriumbicarbonat nicht dieselben Effekte auf den Blutdruck hatte wie eine Zufuhr von NaCl. Natriumphosphat zeigte laut SHORE et al. [1988] ebenso keine blutdruckerhöhende Wirkung. KURTZ et al. [1987] berichteten, dass durch die Chlorid-Ionen die Natriumrückresorption gesteigert wird.

Es konnte belegt werden, dass neben der  $\text{Na}^+$ -Aufnahme auch das Verhältnis von Natrium zu Kalium für die Entstehung der Hypertonie bedeutend ist. Eine höhere Kaliumaufnahme, in Relation zur Natriumaufnahme, senkt den Blutdruck und somit das Risiko für die Entstehung von Bluthochdruck. Ein Fettansatz im Abdominalbereich begünstigt das Risiko für die Entstehung einer Hypertonie ebenso wie ein hoher Alkoholkonsum (>30 g Alkohol/Tag) [KASPER, 2000].

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Entstehung von Hypertonie ist die Salzsensitivität. Diese gibt Auskunft darüber, wie sich der Blutdruck durch die Aufnahme von Natrium verändert [BFR, 2011]. Salzsensitive Personen bemerken eine signifikante Steigerung des Blutdrucks bei einer erhöhten Salzzufuhr, während salzresistente Personen geringere Veränderungen wahrnehmen [BFR, 2010]. BLAIS et al. [1986] gaben an, dass sich Personen bei Durchführung einer salzarmen Diät über einige Wochen oder Monate an den milden Geschmack gewöhnen. Evidenz für eine genetische Veranlagung zur Salzsensitivität ist vorhanden [EFSA, 2005a]. So haben beispielsweise Afrikaner/innen eine höhere Salzsensitivität als die weiße Bevölkerung, dies zeigt sich in der höheren Häufigkeit der Hypertonie in dieser Bevölkerungsgruppe. Außerdem wird die Hypertonie früher manifest und das Risiko für die Entwicklung einer schweren Hypertonie ist höher [NHLBI, 1997].

### **2.2.1.1 Kochsalzverzehr**

Zwischen dem Kochsalzkonsum und der Häufigkeit von Bluthochdruck gibt es einen positiven Zusammenhang, da NaCl als einziges Natriumsalz einen entscheidenden Einfluss auf den Blutdruck hat [LUFT und GANTEN, 1987]. Wie ELLIOTT und BROWN [2006] zitieren, wurden erstmals 1960 Daten von DAHL [1960] zur Kochsalzzufuhr publiziert. Die NaCl-Aufnahme von Eskimos in Alaska lag bei 4 g pro Tag und von Nord-Ost-Japanern bei 27 g pro Tag. In den 1970er Jahren wurden erneut Daten veröffentlicht, welche von 0,06 g/d (Yanomamo Indianer, Brasilien) bis 22,5 g/d (Südkorea) berichteten [OLIVER et al., 1975; KESTELOOT, 1978].

Die empfohlene Aufnahmemenge pro Tag für Erwachsene sollte 6 g NaCl nicht überschreiten [WILLIAMS et al., 2004]. Vom Food and Nutrition Board (FNB) wurden empfohlene maximale Aufnahmemengen für Kinder abgeleitet, diese reichen von 3,8 g (1-3 Jahre) bis 5,5 g Kochsalz pro Tag (9-13 Jahre) [BFR, 2011]. Die dritte NHANES-Studie (National Health and Nutrition Examination Survey) ergab, dass nur rund 10% der amerikanischen Männer und 20-30% der amerikanischen Frauen unter 60 Jahren diese Empfehlung einhalten [LORIA et al., 2001]. Laut Österreichischem Ernährungsbericht 2008 betrug die Kochsalzzufuhr in Österreich bei erwachsenen Männern 9 g/d und bei erwachsenen Frauen 8 g/d. Ähnliche Werte findet man bei männlichen und weiblichen Senioren (8,5 g/d; 7,9 g/d) [ELMADFA et al., 2009].

### **2.2.1.2 Diskutierte Präventionsmaßnahmen**

Die Senkung der Natriumaufnahme auf max. 2,4 g/Tag, dies entspricht einer NaCl-Aufnahme von 6 g/Tag, stellt eine der wichtigsten Maßnahmen in der Prävention und Behandlung der Hypertonie dar. Weitere Therapiemaßnahmen sind regelmäßige körperliche Aktivität, die Reduktion von Übergewicht sowie die Senkung der Alkoholaufnahme [WILLIAMS et al., 2004].

#### **2.2.1.2.1 Kochsalzrestriktion**

Es konnte in einigen Studien an Tieren sowie am Menschen bestätigt werden, dass ein erhöhter Kochsalzkonsum den Blutdruck ansteigen lässt. In der

INTERSALT-Studie (n=47.000) konnte ein positiver Zusammenhang zwischen dem Blutdruck und der urinären Natriumausscheidung festgestellt werden [BURNIER et al., 2009]. Die DASH-Studie (Dietary Approaches to Stop Hypertension) zeigte, dass eine Verminderung der Natriumaufnahme zu einem signifikant niedrigeren systolischen und diastolischen Blutdruck führte. Der Blutdruck konnte bei Personen mit Hypertonie signifikant stärker gesenkt werden als bei Personen mit normalem Blutdruck ( $p=0,004$ ) [SACKS et al., 2001].

In einer Meta-Analyse, die von der St. George's Hospital Medical School in London durchgeführt wurde, wurden 17 Studien an hypertensiven (n=734) und normotensiven (n=2220) Personen evaluiert. Es konnte eine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der Natriumzufuhr und dem Blutdruck aufgestellt werden. So führte eine Reduktion der Kochsalzaufnahme um 6 g pro Tag zu einer signifikanten Senkung des systolischen Blutdrucks um 7,11 mm Hg ( $p<0,001$ ) und des diastolischen Blutdrucks um 3,88 mm Hg ( $p<0,001$ ) bei Personen mit erhöhtem Blutdruck. Eine Senkung konnte ebenfalls bei Personen mit normalem Blutdruck festgestellt werden, diese betrug 3,57/1,66 mmHg (systolisch  $p<0,001$ /diastolisch  $p<0,05$ ). Aus dieser Meta-Analyse konnte der Schluss gezogen werden, dass eine Reduktion der Kochsalzaufnahme über mindestens 4 Wochen zu einer signifikanten Senkung des Blutdrucks führt. Die Autoren gehen von einer Reduktion des Mortalitätsrisikos bei Hypertonikern für Schlaganfall um 14% und für die koronare Herzkrankheit um 9% aus [HE und MACGREGOR, 2002].

In der TOHP II Studie (Trial of Hypertension Prevention II) wurde untersucht, welchen Einfluss Gewichtsabnahme, Kochsalzrestriktion sowie eine Kombination von beiden auf die Entstehung von Hypertonie haben. Nach 48 Monaten trat in der Interventionsgruppe signifikant weniger häufig Bluthochdruck auf. Es stellte sich im längerfristigen Follow-Up (10-15 Jahre) heraus, dass die Personen der Interventionsgruppen ein um 30% erniedrigtes Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen hatten als die Personen der Kontrollgruppen [BURNIER et al., 2009].

In einer chinesischen Interventionsstudie sank der systolische sowie diastolische Blutdruck bei Personen mit dem metabolischen Syndrom während einer kochsalzarmen Kost stärker als bei gesunden Personen ( $p < 0,001$ ). Je stärker außerdem die Ausprägung des metabolischen Syndroms ist, desto höher ist auch das Risiko für die Entwicklung einer Salzsensitivität [CHEN et al., 2009].

Aus den genannten Studien kann abgeleitet werden, dass eine Reduktion der Kochsalzaufnahme eine effektive Methode zur Prävention der Hypertonie ist. Eine verringerte Natriumzufuhr senkt den systolischen sowie den diastolischen Blutdruck und ist die wichtigste Therapieform.

#### **2.2.1.2.2 Gewichtsabnahme**

So wie HORVATH et al. [2008] in einem systematischen Review an 1632 Personen berichteten, gibt es einen Zusammenhang zwischen einer Gewichtsabnahme und der Senkung des Blutdrucks bei Personen mit essentieller Hypertonie. Die Autoren zeigten, dass in Studien von CROFT et al. [1986] und LANGFORD et al. [1991] der systolische Blutdruck durch eine Gewichtsabnahme beispielsweise um 6,26 mm Hg und der diastolische Blutdruck um 3,41 mm Hg sanken.

Für jedes Kilogramm, das abgenommen wird, sinkt der systolische Blutdruck laut AUCOTT et al. [2009] um 1 mm Hg. In eine Studie von RAMEL et al. [2010] lag die Senkung des diastolischen Blutdrucks bei übergewichtigen Personen bei 0,24 mm Hg. Dies war jedoch statistisch nicht signifikant.

Nicht nur die Energierestriktion ist wichtig bei der Prävention und Therapie der Hypertonie, es gibt auch Hinweise darauf, dass einzelne Nahrungsbestandteile einen blutdrucksenkenden Effekt haben. In einem Review von RAMEL et al. [2010] werden Studien diskutiert, dass beispielsweise Omega-3-Fettsäuren aus Fischöl-Supplementen in der Höhe von 4-5 g pro Tag positiv bei der Senkung des Blutdrucks wirken [MORI, 2006; MORRIS et al., 1993; APPEL et al., 1993; GELEIJNSE et al., 2002]. Die Gründe hierfür liegen in den Veränderungen der Phospholipidkomposition, der Thrombozytenaggregation sowie der

Vasodilatation [HASHIMOTO et al., 1999; LUND et al., 1999; JOHANSEN et al., 1999]. Eine weitere Studie ergab, dass die Senkung des diastolischen Blutdrucks bei einer Intervention mit Lachs stärker ausgeprägt war als bei einer Intervention mit Kabeljau. Lachs hat einen höheren Gehalt an den Omega-3-Fettsäuren Docosahexaensäure und Eicosapentaensäure. Personen, die unregelmäßig Fisch essen, profitieren von dieser Blutdrucksenkung stärker, als regelmäßige „Fischesser“ [RAMEL et al., 2010].

#### **2.2.1.2.3 Körperliche Aktivität**

20-minütige Sporteinheiten auf dem Laufband oder per Zirkeltraining bewirken eine kurzfristige Senkung des systolischen und diastolischen Blutdrucks bis zu 7 Stunden nach den Einheiten [MOTA et al., 2009]. Auch regelmäßiges Fußballspielen (2,4-mal pro Woche je 1 Stunde) bei Personen mit milder Hypertonie verringert den systolischen und diastolischen Blutdruck und hat dieselben kardiovaskulären Effekte wie Laufen mit derselben Intensität [KNÖPFLI-LENZIN et al., 2010]. Des Weiteren besteht Evidenz, dass moderates aber auch intensives Spaziergehen den systolischen (5,2-11 mm Hg) und/oder diastolischen (3,8-7,7 mm Hg) Blutdruck senkt. Diese Form der sportlichen Aktivität ist leicht umzusetzen und für jede Altersgruppe geeignet [LEE et al., 2010]. Es wurde außerdem herausgefunden, dass beispielsweise 40 Minuten pro Tag am Stück spazieren zu gehen dieselben blutdrucksenkenden Effekte hat wie eine Aufteilung auf vier mal 10 Minuten pro Tag [ELLEY et al., 2006].

#### **2.2.1.2.4 Senkung der Alkoholaufnahme**

Studien belegen, dass regelmäßiger Alkoholkonsum den Blutdruck erhöht. Diese Erhöhung ist unabhängig davon, welches alkoholische Getränk konsumiert wird. Pro 10 g aufgenommenem Alkohol steigt der Blutdruck um 1 mm Hg. Dieser Effekt ist innerhalb einer 2- bis 4-wöchigen Alkoholabstinenz umkehrbar [PUDDY und BEILIN, 2006]. In der WHO Global Burden of Disease Studie wurde festgestellt, dass 16% aller Hypertonie-Erkrankungen durch Alkoholkonsum verursacht werden [REHM et al., 2003]. Das relative Risiko für die Entwicklung einer Hypertonie steigt bei einer Alkoholaufnahme

von mehr als 25 g/d um 40%, bei mehr als 100 g/d sogar um ein 4-Faches [CORRAO et al., 1999].

#### **2.2.1.2.5 Supplementation von Kalium**

Evidenz bestätigt, dass Kalium aus der Ernährung den Blutdruck signifikant senkt. Diese Wirkung tritt bei Hypertonikern sowie gesunden Personen auf und ist unabhängig vom Kaliumstatus des Körpers. Die durchschnittliche Senkung bei einer  $Ka^+$ -Aufnahme von 4,7 g pro Tag beträgt 8 mm Hg beim systolischen und 4,1 mm Hg beim diastolischen Blutdruck [HOUSTON, 2011]. In weiteren Meta-Analysen sanken der systolische und diastolische Blutdruck um 5,1 bzw. 3,0 mm Hg [WHELTON, 1993] und 8,2 bzw. 4,5 mm Hg [CAPPUCCIO und MACGREGOR, 1991]. Eine  $Ka^+$ -Supplementation führte auch bei normotensiven Frauen (n=300) in einer 16-wöchigen Intervention zu einer signifikanten Reduktion des systolischen und diastolischen Blutdrucks (-2,0 (95% CI -3,7 bis -0,3); -1,7 (95% CI -3,0 bis -0,4)) [SACKS et al., 1998].

Es lässt sich eine Dosis-Wirkungs-Beziehung ableiten, dass bei Erhöhung der Kaliumaufnahme aus der Nahrung um 0,6 g pro Tag der systolische um 1 mm Hg und der diastolische Blutdruck um 0,52 mm Hg reduziert wird [HOUSTON, 2011].

Für den Blutdruck scheint neben der Kaliumaufnahme auch das Verhältnis von Natrium zu Kalium entscheidend zu sein, für welches eine Empfehlung von 1:5 vorhanden ist. Eine höhere Ratio erhöht den Blutdruck und das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen [COOK et al., 2009; UMESAWA et al., 2008].

Verschiedenste Institutionen empfehlen eine höhere Kaliumaufnahme, wie beispielsweise die American Heart Association mit 4,7 g/d [APPEL et al., 2006].

#### **2.2.1.2.6 Supplementation von Calcium und Magnesium**

Calcium und Magnesium kommen gemeinsam mit Kalium häufig in Lebensmitteln, wie Obst, Gemüse, Getreide- und Milchprodukte, vor. Ihre Aufnahme korreliert miteinander sehr stark [SACKS et al., 1998]. In einer Studie wurde daher die Kombination dieser Mineralstoffe auf die Senkung des Blutdrucks bei

Personen mit milder und unbehandelter Hypertonie (n=125) untersucht. Die 3-tägige Intervention zeigte keine eindeutige blutdrucksenkende Wirkung [SACKS et al., 1995]. Die Aufnahme von Calcium aus Milchprodukten führte in einer norwegischen Untersuchung (n=15.596) zu einer geringen Senkung des Blutdrucks. Mit steigender Calciumaufnahme sank der Blutdruck, allerdings betrug die Abnahme nur 1-3 mm Hg [JORDE und BONAA, 2000]. Auch bei Magnesium konnte dieser Effekt beobachtet werden. Im Vergleich zur Kontrolle war der Blutdruck bei einer Interventionsgruppe mit Magnesiumgabe geringfügig niedriger. Besonders bei essentiellen Hypertonikern mit höherem Blutdruck zu Beginn der Intervention war dieser Effekt beobachtbar [KAWANO et al., 1998].

Trotz dieser Ergebnisse herrscht Unstimmigkeit in der Wissenschaft bezüglich der blutdrucksenkenden Wirkung von isolierter Calcium- und Magnesiumgabe. Diese führte in einer 16-wöchigen Intervention zu keiner Reduktion des Blutdrucks. Neben der isolierten Gabe zeigte auch die Kombination der Mineralstoffe keinen Effekt [SACKS et al., 1998].

### **2.2.2 Weitere Erkrankungen**

Ein typisches Erkrankungsbild im Zusammenhang mit Kochsalzkonsum ist die links-ventrikuläre Hypertrophie (LVH, Vergrößerung der Herzmuskulatur in der linken Herzkammer), welche als Prädiktor für kardiovaskuläre Komplikationen und die in diesem Zusammenhang auftretende Sterblichkeit gilt. Natrium ist ein essentieller Kofaktor in der Entstehung der LVH und die Häufigkeit dieser Erkrankung ist speziell bei Personen mit Bluthochdruck erhöht. Bei Hypertonikern konnte bestätigt werden, dass eine Kochsalzreduktion neben einer Senkung des Blutdrucks auch mit einer Reduzierung der LVH einhergeht. Die Autoren gaben an, dass eine Reduktion der Salzaufnahme um 3 g/d zu einer Senkung des Risikos für einen Gehirnschlag um 13% und für die ischämische Herzkrankheit um 10% führt [BURNIER et al., 2009].

Eine hohe Natriumzufuhr kann zu einer stärkeren Ausscheidung von Calcium führen und in weiterer Folge die Knochendichte beeinflussen, da der Stoff-

wechsel und der intrazelluläre Transport von Natrium mit denen des Calciums zusammen hängen. Bei Zufuhr der empfohlenen Menge an Calcium von 1000 mg/d [D-A-CH, 2001], kann die Ausscheidung allerdings ausgeglichen werden. Werden jedoch  $\leq 600$  mg Calcium pro Tag zugeführt, ist der Körper nicht mehr imstande durch eine zusätzliche Calciumresorption die Ausscheidung zu unterbinden [DOYLE und GLASS, 2010].

Das Risiko für Magenkrebs, Asthma [HE und MACGREGOR, 2009] und chronische Nierenerkrankungen [JOHNS-BURTON et al., 2006] kann durch eine hohe Natriumzufuhr möglicherweise gesteigert werden.

## **2.3 Salzreduktion in Lebensmittel**

### **2.3.1 Technologische Eigenschaften von Natriumchlorid (NaCl)**

DOYLE und GLASS [2010] berichteten in ihrem Review, dass NaCl in der Produktion und Herstellung von Lebensmitteln eine wichtige Rolle spielt. Zum Einen zählt der salzige Geschmack des Kochsalzes zu den Grundgeschmacksarten und maskiert den bitteren Geschmack bestimmter Lebensmittel [KILCAST und DEN RIDDER, 2007]. Es bestehen zum anderen Interaktionen zwischen Kochsalz und anderen Komponenten, welche wichtig für die Textur des Lebensmittels sind. Salz erhöht die Hydratation von Proteinen und somit deren Bindung untereinander sowie mit Fett, was Emulsionen stabilisiert. Niedrige Konzentrationen an NaCl steigern die Löslichkeit von Casein in Käse [GUINEE und O'KENNEDY, 2007; JOHNSON et al., 2009]. NaCl verlängert zudem Maillard-Reaktionen, was in einer dunkleren Färbung in Backwaren resultiert [MOREAU et al., 2009]. Eine zu geringe Konzentration in Brot führt zu exzessivem Wachstum von Hefen und somit zu einer schlechten Textur [CAUVAIN, 2007; LYNCH et al., 2009].

Salz wird Lebensmitteln auch aus Konservierungszwecken zugefügt wird. Es verringert die Wasseraktivität, was zu einer Verlangsamung des Wachstums von Mikroorganismen führt [CHRISTIAN, 2000]. Die dafür notwendigen Salzkonzentrationen sind von Spezies zu Spezies verschieden, so reicht bei *Campylobacter* eine Salzkonzentration von 0,5% aus um das Wachstum zu verlangsamen [DOLYE und ROMAN, 1982]. *S. aureus* beispielsweise kann bei

einer NaCl-Konzentration von mehr als 20% noch wachsen [BAIRD-PARKER, 1990]. Kochsalz alleine kann das Wachstum von Mikroorganismen nicht vollständig hemmen, aber in Kombination mit anderen Konservierungsmethoden, wie beispielsweise Erhitzung, kann Salz das Wachstum der Mikroorganismen sowie die Toxinbildung unterbinden [DOYLE und GLASS, 2010].

### **2.3.2 Möglichkeiten der Salzreduktion**

Es gibt verschiedene Möglichkeiten wie eine Salzreduktion zur Prävention der Hypertonie in der Bevölkerung umgesetzt werden kann. Zum Einen stellt eine schrittweise Senkung des Kochsalzgehalts in Lebensmitteln eine Möglichkeit dar. Dieser Prozess ist langfristig, wodurch sich der Konsument schrittweise an die Reduktion gewöhnt und somit sensorische Veränderungen nicht so stark wahrnimmt [BERTINO et al., 1982]. Eine bereits erfolgreich umgesetzte Maßnahme liegt beispielsweise in Finnland vor, wo seit dem Umsetzungsbeginn im Jahr 1979 eine deutliche Abnahme der Natriumaufnahme und eine Senkung der Häufigkeit der Hypertonieerkrankungen resultiert sind [MEYER, 2010]. Ein weiteres Beispiel ist eine 33%ige Reduktion in Frühstückszerealien in einem 7 Jahre dauernden Prozess in Großbritannien [KILCAST und DEN RIDDER, 2007]. Innerhalb der Europäischen Union (EU) ist durch das „EU Framework for National Salt Initiatives“ eine Reduktion des NaCl-Gehalts in Lebensmittel um mindestens 16% innerhalb von 4 Jahren geplant. Österreich hat im Rahmen des Nationalen Aktionsplans Ernährung (NAP.e) unter anderem eine Senkung der NaCl-Konzentration in Backwaren vorgesehen [MEYER, 2010]. Mittlerweile beschränkt eine Vielzahl österreichischer Bäckereien freiwillig den Salzgehalt ihrer Produkte von 2% auf 1,7% pro Kilogramm Mehl [VKI, 2012].

Salzreduktionen um 5-10% werden von Konsumenten oftmals nicht bemerkt [DOYLE und GLASS, 2010]. Eine Reduktion um 25% in Fleischprodukten ist ohne Einfluss auf technologische und sensorische Eigenschaften möglich [OLSON, 1982]. In den Niederlanden zeigte eine Studie in einem Restaurant, dass eine undeklarierte Reduktion des Kochsalzgehaltes um 25% in Brot und

Suppen das Kaufverhalten der Kunden nicht beeinflusste. Die Natriumaufnahme sank in der Untersuchungsperiode um 200 mg [JANSSEN et al., 2011].

Zu einem unmittelbaren Ergebnis hingegen führt der Ersatz von NaCl durch andere Substanzen, wie beispielsweise KCl. Dies bedeutet eine sofortige Reduktion des Kochsalzgehalts und durch den Ersatzstoff werden sensorische Veränderungen im Produkt ausgeglichen [KILCAST und DEN RIDDER, 2007].

### **2.3.2.1 Ersatz von Natriumchlorid (NaCl) durch Kaliumchlorid (KCl)**

Kaliumchlorid wird heutzutage in der Lebensmittelindustrie häufig für den Ersatz von NaCl eingesetzt [MITCHELL et al., 2009], dadurch wird das Kation  $\text{Na}^+$  durch  $\text{K}^+$  ersetzt [KILCAST und DEN RIDDER, 2007]. KCl ist durch die FDA (Food and Drug Administration) mit dem GRAS-Status (Generally Recognised As Safe) versehen worden, dadurch ist sein Einsatz für die Gesundheit unbedenklich [FDA, 2003]. Dieser ist jedoch limitiert, da bei höheren Dosen ein bitterer und/oder metallischer Nachgeschmack entsteht [FITZGERALD und BUCKLEY, 1985; DESMOND, 2006]. Die entstehende Bitterkeit ist abhängig vom Produkt [MITCHELL et al., 2009], so führte bereits ein Ersatz von 25% in einer Fischsauce zu einem inakzeptablen bitteren Geschmack [SANCEDA et al., 2003], wohingegen ein 50%iger Ersatz in der Lebensmittelindustrie eine gängige Grenze darstellt [PHELPS et al., 2006].

#### **2.3.2.1.1 Technologische Eigenschaften von KCl**

So wie DOYLE und GLASS [2010] in ihrem Review berichteten, ist KCl dem Kochsalz in einigen Eigenschaften sehr ähnlich. So hat KCl dieselben Eigenschaften in Bezug auf die Wasserbindung und Gewährleistung der Stabilität von Produkten [DESMOND, 2007; GORDON und BARBUT, 1992; ALINO et al., 2009]. In der Herstellung von Backwaren hat KCl ähnliche Effekte auf das Wachstum von Hefen und den Klebereigenschaften des Teigs [CAUVAIN, 2007]. Durch den Ersatz von NaCl durch KCl wird in Käse die Aktivität der Starterkulturen nicht negativ beeinflusst [REDDY und MARTH, 1995]. Außerdem scheint, in Bezug auf die Konservierung der Lebensmittel, KCl dieselben Einflüsse auf das Wachstum von Mikroorganismen zu haben wie

Kochsalz [REDDY und MARTH, 1991; ASKAR et al., 1993; GUARDIA et al., 2006]. Laut einem Artikel von SAHOO et al. [2004] erhöht KCl ebenso wie NaCl den pH-Wert in Fleischprodukten [TERRELL et al., 1981].

#### **2.3.2.1.2 Sensorische Eigenschaften von KCl**

In verschiedenen Studien wurde bereits der Ersatz von NaCl durch KCl untersucht. So zeigte eine sensorische Analyse in Salzlakenkäse (Käse, der in Salzlake reift), dass die Proben mit 75%igem und 100%igem Ersatz durch KCl nicht akzeptabel waren, da ein zu stark bitterer Geschmack auftrat. Die Probe mit einem KCl-Gehalt von 25% wurde, ebenso wie die Kontrolle mit ausschließlich NaCl, in Bezug auf Aussehen, Geschmack und Textur am meisten von den Panellisten bevorzugt [KARAGÖZLÜ et al., 2008].

Eine ähnliche Untersuchung wurde in Feta-Käse durchgeführt. Fünf geschulte Prüfpersonen evaluierten Attribute zum Aussehen, zur Textur und zum Flavour (Geruch und Geschmack) auf einer 10-Punkte-Skala. Die Profil-Analyse ergab, dass die Intensität des Flavours in der Kontrollprobe mit ausschließlich Kochsalz höher ausgeprägt war als in den Proben mit 25% oder 50% KCl. Der Flavour war zudem in der Probe mit 25% KCl intensiver als in der 1:1 Mischung. Die Intensität des Flavours war aufgrund des leicht bitter-metallischen Nachgeschmacks am niedrigsten in dem Käse mit einem 50%igen Ersatz von NaCl ausgeprägt. Trotzdem war die Akzeptanz dieser Probe hoch [KATSIARI et al., 1997]. Dieselben Ergebnisse konnten in einer Untersuchung mit demselben Untersuchungsdesign mit Kefalograviera-Käse, einem traditionellen griechischen Hartkäse, festgestellt werden [KATSIARI et al., 1998]. Cheddar-Käse mit einem NaCl-Gehalt von 1% und einem KCl-Gehalt von 0,5% zeigte keine Unterschiede in Präferenzprüfungen mit Konsumenten im Vergleich zur Kontrolle mit 1,5% NaCl. Käse mit 0,5% NaCl und 1% KCl hingegen wurde weniger bevorzugt [REDDY und MARTH, 1994]. Eine weitere Untersuchung in Feta-Käse zeigte, dass bei einem Ersatz von NaCl durch KCl von 75% die Intensitäten des Flavours, des Aussehens und der Textur signifikant geringer bewertet wurden ( $p < 0,01$ ). Die Probe war bitterer und weniger salzig im Vergleich zur Kontrolle mit 100% NaCl. Ersatz von 25% und 50% KCl führte zu einer ähnlichen Beurteilung des Flavours, des Aussehens und der Textur wie in

der Kontrolle [ALY, 1995]. In Domiati-Käse, bei einem Gesamt-Salzgehalt von 5%, waren der Flavour, das Aussehen und die Textur in Proben mit einem Ersatz von NaCl durch KCl von 25% und 50% sogar intensiver ausgeprägt als in einer Kontrolle, die ausschließlich Kochsalz enthielt. Bei einem Ersatz mit 50% KCl wurden die Intensitäten der untersuchten Attribute geringer bewertet, da ein bitter-metallischer Geschmack sowie eine schmierige und brüchige Textur auftraten [RAMADAN, 1995].

In einer Tiefkühl-Lasagne führte zunächst eine Reduktion des Kochsalzgehalts um 29% zu keinen sensorischen Veränderungen. Vor allem im salzigen Geschmack konnte kein Unterschied zur Kontrolle festgestellt werden. Eine Zusammensetzung des Produkts im Verhältnis von NaCl zu KCl von nahezu 1:1 wurde bei einem Akzeptanztest mit 175 Konsumenten am meisten bevorzugt, dies war jedoch nicht signifikant ( $p > 0,1$ ) [MITCHELL et al., 2009].

In einer Studie des College of Agriculture Food & Rural Enterprise (CAFRE) in Irland untersuchte man die Akzeptanz eines Ersatzes von NaCl durch KCl in Tomatensuppe. Im Vergleich zur Kontrollsuppe mit 100% NaCl wurde die Suppe mit 66% KCl von den Konsumenten nicht akzeptiert [CAFRE, 2012a]. Dasselbe Untersuchungsdesign wurde bei Tomatenketchup angewendet. Die höchste Akzeptanz erreichte die Kontrolle mit 100% NaCl. Die Probe mit einem KCl-Gehalt von 66% hatte eine niedrigere Akzeptanz als die Kontrollprobe, sie wurde jedoch trotzdem von den Konsumenten als akzeptabel angesehen [CAFRE, 2012b].

Eine Reduktion des Kochsalzgehalts um 48% sowie Zusatz von 0,6 – 0,75% KCl ohne Einfluss auf die Grundgeschmacksarten ist in Hühnersuppe und Tomatensuppe möglich [HOOGE und CHAMBERS, 2010].

#### **2.3.2.2 Weitere Ersatzstoffe**

Neben Kaliumchlorid wurden die Effekte weiterer Stoffe auf die technologischen und sensorischen Eigenschaften von Lebensmitteln untersucht. Zum Einsatz kommen weitere Chloride, wie Magnesiumchlorid oder Calciumchlorid, Lebensmittelsäuren, wie Milchsäure oder Zitronensäure, sowie Phosphate, pflanzliche Klebstoffe und Stärke [SAHOO et al., 2004].

### Chloride

So wie DOYLE und GLASS [2010] in ihrem Review berichteten, stabilisieren Magnesiumchlorid und Calciumchlorid Fleischemulsionen [GORDON und BARBUT, 1992; ALINO et al., 2009]. Laut SAHOO et al. [2004] senken diese Chloride in Fleischprodukten den pH-Wert [TERRELL et al., 1981]. Calciumchlorid erhöht die Zartheit der Muskeln [KOOHMARAIE, 1992], Magnesiumchlorid die Festigkeit in Frankfurtern [HAND et al., 1982a]. Calciumchlorid senkt allerdings die Wasserbindungskapazität [MEDIRATTA et al., 1996]. In Käse sind diese beiden Chloride keine guten Ersatzstoffe, da durch ihren Einsatz die Textur brüchig, weich oder schmierig wird. Eine andere Möglichkeit bei Käse stellt beispielsweise die Erhöhung des Proteinanteils dar, da dies zu einer guten Qualität und Textur führt [GUINEE und O'KENNEDY, 2007]. In Bezug auf die sensorische Qualität gaben die Autoren SAHOO et al. [2004] an, dass ein vollständiger Ersatz von Kochsalz durch Magnesiumchlorid zu einem starken Off-Flavour führt [HAND et al., 1982a] und Calciumchlorid eine Reduktion der Saftigkeit und des Geschmacks in Hühnerfleisch bewirkt [MENIRATTA et al., 1996]. Es wurden auch die Eigenschaften von Lithiumchlorid untersucht, welches zu nahezu demselben Geschmack wie NaCl führt. Lithiumchlorid ist als Lebensmittelzutat jedoch nicht zugelassen, da es toxisch wirkt [HAND et al., 1982b; TERRELL, 1983].

### Lebensmittelsäuren

Lebensmittelsäuren, wie beispielsweise Milchsäure, Zitronensäure oder Essigsäure, intensivieren den salzigen Geschmack von NaCl bzw. tragen selbst zum salzigen Geschmack bei [SAHOO et al., 2004]. Eine Kombination aus Bernsteinsäure und Lysin hat ebenfalls einen salzigen Geschmack und wirkt antimikrobiell sowie antioxidativ [TURK, 1993]. Milchsäure erhöht im Fleisch die Zartheit der Muskeln und senkt den pH-Wert [MODI et al., 2001]. Salze von organischen Säuren, wie Sorbate, Propionate oder Benzoate, hemmen Hefen und Schimmelpilze in Backwaren, Käse und Obstprodukten. Sie inhibieren beispielsweise auch *E. Coli*, *Salmonellen* und *Staphylokokken*. Da sie einen Eigengeschmack haben, ist ihr Einsatz limitiert [CHIPLEY, 2005; STOPFORTH

et al., 2005]. Calciumlaktat, als Salz der Milchsäure, ist effektiv in der Wachstumskontrolle von Bakterien in Fleischprodukten [DEVLIEGHERE et al., 2009].

#### Phosphate, pflanzliche Klebstoffe und Stärke

Die Autoren DOYLE und GLASS [2010] gaben an, dass in Fleischprodukten Fleischemulsionen von Polyphosphaten stabilisiert werden [GORDON und BARBUT, 1992; ALINO et al., 2009]. In gekochten Mortadella-ähnlichen Würsten konnte der NaCl-Gehalt durch zugesetzte Phosphate von üblicherweise 2,2% auf 1,4% gesenkt werden [RUUSUNEN et al., 1999].

Die Zugabe von pflanzlichen Klebstoffen und Stärke führt in Käse zu einer akzeptablen Textur [GUINEE und O'KENNEDY, 2007]. Des Weiteren halten sie die Wasserbindung aufrecht, die durch die Salzreduktion teilweise verloren geht [SAHOO et al., 2004].

## **2.4 Molekulare Mechanismen bei der Wahrnehmung der Grundgeschmacksarten**

Es gibt fünf Grundgeschmacksarten: süß, salzig, sauer, bitter und umami. Für die Wahrnehmung des Geschmacks sind Rezeptorzellen wesentlich, welche Bestandteile der Geschmacksknospen sind, die auf Papillen lokalisiert sind. Es gibt drei Typen von Papillen (Pilzpapillen, Blätterpapillen, Wallpapillen) und sie enthalten hunderte Geschmacksknospen. Jede Geschmacksknospe verfügt über 50-150 Rezeptorzellen, an deren apikalem Ende sich die Geschmacksrezeptoren befinden [KEAST und ROPER, 2007; KEAST und BRESLIN, 2002]. Gelangt ein Lebensmittel in die Mundhöhle, so aktivieren die einzelnen chemischen Substanzen den Rezeptor, wodurch das chemische Signal in ein elektrisches Signal umgewandelt wird. Dieses Signal wird über die 7., 9. und 10. kranial afferenten Nervenfasern in die geschmacksverarbeitenden Regionen des Gehirns transportiert und eine Geschmackswahrnehmung wird ausgelöst [KEAST und ROPER, 2007; KEAST und BRESLIN, 2002].

## **2.4.1 Wahrnehmung über G-Protein gekoppelte Rezeptoren**

### **2.4.1.1 Wahrnehmung des süßen Geschmacks**

Die Wahrnehmung des süßen Geschmacks basiert auf verschiedenen Modellen. SHALLENBERG und ACREE [1967] entwickelten die AH-B-Theorie, die besagt, dass eine süß-schmeckende Komponente über einen Donator mit gebundenem Wasserstoff (AH) und einen wasserstoffbindenden Empfänger (B) verfügt. Auf dem Rezeptor befindet sich eine komplementäre AH- und B-Einheit. KIER [1972] definierte zusätzlich eine dritte Komponente „γ“, welche die süße Kraft des gebundenen Liganden anhand von hydrophoben Interaktionen moduliert. Ein komplexeres Modell mit 8 Erkennungsstellen auf dem Rezeptor, welche mit gleichnamigen Stellen des Liganden in Wechselwirkung treten, wurde von NOFRE und TINTI [1996] entwickelt.

Der Rezeptor für die süße Wahrnehmung ist ein Heterodimer, ein Komplex aus den zwei Rezeptoren T1R2 und T1R3 [ZHAO et al., 2003; MAX et al., 2001], wobei nur T1R2 an ein G-Protein koppeln kann [MEYERS und BREWER, 2008].

Wie der süße Geschmack wahrgenommen wird, hängt von der Art des süßen Liganden ab. Ein Saccharid-Süßstoff aktiviert ein G-Protein über den G-Protein gekoppelten Rezeptor, was zur Aktivierung der Adenylcyclase und in weiterer Folge zur Produktion von cAMP (zyklisches Adenosinmonophosphat) führt. Über die Freisetzung von Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) depolarisiert die Geschmackszelle, entweder direkt über einen Ionenkanal oder indirekt über die Aktivierung einer Protein-Kinase. Daraufhin werden Neurotransmitter freigesetzt und im Gehirn wird die Geschmackswahrnehmung ausgelöst [MARGOLSKEE, 2002].

Nicht-Saccharid Süßstoffe binden ebenso an den G-Protein gekoppelten Rezeptor, woraufhin die Phospholipase C aktiviert wird und Inositol-Triphosphat (IP3) und Diacylglycerol (DAG) gebildet werden. Dies führt zur Freisetzung von  $\text{Ca}^{2+}$ , zur Zelldepolarisation und Freisetzung von Neurotransmittern [MARGOLSKEE, 2002].

#### **2.4.1.2 Wahrnehmung des bitteren Geschmacks**

Die Wahrnehmung des bitteren Geschmacks erfolgt über die Bindung von Bitterstoffen an T2R-Rezeptoren (G-Protein gekoppelte Rezeptoren), welche auf der apikalen Membran der Geschmacksrezeptorzellen TRC lokalisiert sind. Es gibt 25 verschiedene Rezeptoren sowie aufgrund von verschiedenen Allelen über 100 verschiedene Phenotypen für bitter [ZHANG et al., 2003], was den bitteren Geschmack zu dem komplexesten aller Geschmacksqualitäten macht [LEY, 2008].

Bindet ein Bitterstoff an einen T2R-Rezeptor, wird die Phospholipase C über die  $\beta$ -Untereinheit des G-Proteins aktiviert. Dadurch wird der IP3-Weg in der Zelle aktiv, wodurch Calcium freigesetzt wird. Dies führt in weiterer Folge zur Aktivierung des co-exprimierten TRPM5-Ionenkanals und die Zelle depolarisiert [MING et al., 1999]. Die TRC-Zelle setzt nun Neurotransmitter frei [CLAPP et al., 2006], hier sind Serotonin, ATP und einige Neuropeptide in Diskussion [HERNESS et al., 2005; ROMANOV et al., 2007]. Die Botenstoffe aktivieren Zellen in den Geschmacksknospen, die mit Synapsen der afferenten gustatorischen Nerven verbunden sind [ROPER, 2007], und in weiterer Folge wird der bittere Geschmack wahrgenommen.

#### **2.4.1.3 Wahrnehmung des umami Geschmacks**

Umami ist die fünfte Geschmacksqualität und wird durch  $\text{Na}^+$ -Glutamat, das Natriumsalz der Glutaminsäure, ausgelöst [KINNAMON, 2009]. Der Rezeptor für umami ist ein Heterodimer, ein Komplex aus den zwei Rezeptoren T1R1 und T1R3 [ZHAO et al., 2003]. Bindet ein Ligand an den Rezeptorkomplex, wird die Phospholipase C aktiviert [ROSSLER et al., 1998; HUANG et al., 1999] und Inositol-Triphosphat (IP3) und Diacylglycerol (DAG) produziert. Dies führt zur Freisetzung von  $\text{Ca}^{2+}$  und zur Aktivierung des Ionenkanals TRPM5 [PEREZ et al., 2002; ZHANG et al., 2003; ZHANG et al., 2007]. Die Geschmackszelle depolarisiert, ATP wird freigesetzt [FINGER et al., 2005; HUANG et al., 2007; ROMANOV et al., 2007] und die Geschmackswahrnehmung wird im Gehirn ausgelöst.

## **2.4.2 Wahrnehmung über Ionenkanäle**

### **2.4.2.1 Wahrnehmung des salzigen Geschmacks**

So wie LIEM et al. [2011] in ihrem Review berichteten, sind für die Wahrnehmung des salzigen Geschmacks epitheliale Natriumkanäle (ENaC) verantwortlich, die sich auf den Rezeptorzellen befinden. Es gibt zwei verschiedene ENaC-Subtypen, einer dieser Kanäle ist spezifisch für  $\text{Na}^+$ . Es reichen bereits niedrige  $\text{Na}^+$ -Konzentrationen aus um eine Aktivierung zu initiieren. Ein elektrischer Impuls gelangt über Neuronen in das Gehirn, wo eine Decodierung erfolgt und eine Geschmackswahrnehmung ausgelöst wird [KEAST und ROPER, 2007; KEAST und BRESLIN, 2002].

DESIMONE und LYALL [2006] berichteten, dass der zweite ENaC neben  $\text{Na}^+$  auch für weitere Kationen durchlässig ist. Über diesen Ionenkanal wird beispielsweise der salzige Geschmack von KCl und  $\text{NH}_4\text{Cl}$  wahrgenommen. Dieser ENaC wird bei höheren  $\text{Na}^+$ -Konzentrationen aktiviert und für die aversiven Eigenschaften der Kationen verantwortlich gemacht [KEAST und ROPER, 2007].

### **2.4.2.2 Wahrnehmung des sauren Geschmacks**

Prinzipiell ist der saure Geschmack ein Zeichen für Säure in einem Lebensmittel und die Meidung von gesundheitsgefährlichen und/oder unangenehmen Substanzen in Lebensmitteln, wie unreifen Früchten [SHIMADA et al., 2006].

Die Autoren DA CONCEICAO NETA et al. [2007] berichteten von früheren Studien bezüglich der Wahrnehmung des sauren Geschmacks. So gingen KOYAMA und KURIHARA [1972] davon aus, dass die Empfindung dieser Geschmacksqualität durch die Bindung von Wasserstoffionen an eine Phosphatgruppe der Phospholipide in der gustatorischen Rezeptormembran ausgelöst wird. GARDNER [1980] und LYALL et al. [2001] spekulierten, dass der Eintritt undissoziierter organischer Säuremoleküle durch die apikale Membran der Rezeptorzelle für die Geschmackswahrnehmung verantwortlich ist. Die Dissoziation im Inneren der Zelle führt zu einer cytoplasmatischen

Säurebildung. MIYAMOTO et al. [1998] gaben an, dass durch die Interaktion zwischen Protonen und Ionenkanälen eine Zelldepolarisation verursacht wird, welche die Wahrnehmung des sauren Geschmacks herbeiführt. Es wurden in Tierstudien verschiedene Ionenkanäle für die Wahrnehmung des sauren Geschmacks entdeckt. So vermuteten STEVENS et al. [2001], dass Protonen an den HCN-Kanal (hyperpolarisationsaktivierter zyklisch-nukleotid-gesteuerter Kanal) binden und ihn somit aktivieren. Aus Untersuchungen zu Ionenkanälen im Menschen wird angenommen, dass der PKD2L1-Ionenkanal (polycystic kidney disease 2-like-1 ion channel) in die Wahrnehmung des sauren Geschmacks involviert ist [HUANG et al., 2006; ISHIMARU et al., 2006].

Trotzdem bleibt die Transduktion des sauren Geschmacks widersprüchlich und eine Vielzahl von Mechanismen wird vermutet [DA CONCEICAO NETA et al., 2007].

### **3 Material und Methoden**

#### **3.1 Material**

Das Ziel vorliegender Untersuchung war jene KCl-Konzentration zu ermitteln, die geeignet ist einen Teil von NaCl in zwei Modellsuppen ohne Änderung des sensorischen Flavour-Profiles zu reduzieren. Zu diesem Zweck wurden zwei typisch österreichische Modellsuppen entwickelt, Rindsuppe (einfache Matrix) und Kürbiscremesuppe (komplexe Matrix).

##### **3.1.1 Modellsuppen**

Bei der Entwicklung der Modellsuppen waren mehrere Schritte notwendig um schlussendlich zu der gewünschten Zusammensetzung zu gelangen. Zunächst wurden die vorhandenen Suppenprodukte am österreichischen Markt auf ihren Natriumgehalt hin überprüft, um herauszufinden, wie hoch die durchschnittliche Konzentration an Natrium in den Produkten ist. Aufgrund dieser Daten wurde der NaCl-Gehalt für die Modellsuppen berechnet. In einem nächsten Schritt wurde die Konzentration an KCl festgelegt.

##### **3.1.1.1 Berechnung der Konzentrationen an NaCl und KCl**

###### **3.1.1.1.1 Rindsuppe**

Auf dem österreichischen Markt werden mehrere Rindsbouillons und Rindsuppen, als Pulver oder Würfel, angeboten. Der Gehalt an NaCl pro Portion (250 g) liegt zwischen 2 und 3 g. Die Ausgangskonzentration der Rindsuppe für die sensorische Untersuchung stellt daher den durchschnittlichen Wert von 2,5 g NaCl pro Portion Suppe (250 g) dar, dies entspricht 1000 mg Natrium.

Die Konzentrationen an KCl wurden der Studie von HOOGE und CHAMBERS [2010] angenähert, welche den Einfluss von KCl auf die Wahrnehmung der Intensitäten der Grundgeschmacksarten in Tomaten- und Hühnersuppe untersuchten.

Die Ausgangskonzentration betrug 1% NaCl, von welcher ausgehend drei gleichmäßige Abstufungen im Abstand von 25% NaCl sowie gleichzeitigem Ersatz von 25-75% KCl gewählt wurden.

Für die Untersuchung wurden somit vier Proben zusammengestellt (Tabelle 4). Probe A stellte die Referenz dar.

*Tabelle 4: Prozentanteil an NaCl und KCl in den untersuchten Suppen*

| Probe        | NaCl (%) | NaCl (g pro 250 g) | Na <sup>+</sup> (mg pro 250 g) | KCl (%) | KCl (g pro 250 g) |
|--------------|----------|--------------------|--------------------------------|---------|-------------------|
| A (Referenz) | 1,00     | 2,54               | 1000                           | 0       | 0,00              |
| B            | 0,75     | 1,91               | 750                            | 0,25    | 0,64              |
| C            | 0,50     | 1,27               | 500                            | 0,50    | 1,27              |
| D            | 0,25     | 0,64               | 250                            | 0,75    | 1,91              |

#### **3.1.1.1.2 Kürbiscremesuppe**

Die verzehrfertigen Kürbiscremesuppen am österreichischen Markt haben einen Natriumgehalt von ca. 1.100 mg (das entspricht 2,8 g NaCl). Dieser Wert ähnelt den Natriumkonzentrationen in den auf dem österreichischen Markt angebotenen Rindsuppen und Rindsbouillons. Es wurde daher für die Kürbiscremesuppe dieselbe Probenzusammensetzung wie für die Rindsuppe verwendet (Tabelle 4).

#### **3.1.1.2 Entwicklung der Rezeptur**

In einem nächsten Schritt wurden die Rezepturen der Modellsuppen zusammengestellt. Im Zuge dessen waren Voruntersuchungen notwendig, um die Leading-Attributes festzustellen und die Konzentrationen an NaCl und KCl auszutesten. Durch diese Voruntersuchungen konnten inakzeptable Proben ausgeschlossen werden und die finalen Konzentrationen definiert werden.

### 3.1.1.2.1 Rezeptur der Rindsuppe

Zunächst wurden bestehende Rezepturen getestet um eine passende Zusammensetzung der Suppe zu finden. Nach mehreren Vorverkostungen wurde eine eigene Rezeptur für die Rindsuppe entwickelt (Tabelle 5). Auf manche Zutaten, wie beispielsweise Gewürze, musste verzichtet werden, da diese das Geschmacksprofil beeinflussen können und somit eine Bestimmung des Einflusses von KCl nicht mehr eindeutig möglich wäre. Außerdem wurde auf den Zusatz von Rinderleber verzichtet und durch einen höheren Fleischanteil ersetzt um das typische Rindflavour beizubehalten. Des Weiteren wurde der Gemüse- und Karottenanteil niedrig gehalten, um den Gemüseflavour und den süßen Geschmack zu unterdrücken.

*Tabelle 5: Rezeptur Rindsuppe*

| Zutat             | Menge   |
|-------------------|---------|
| Rindfleisch       | 600 g   |
| Rindknochen       | 200 g   |
| Karotten          | 50 g    |
| Sellerie          | 20 g    |
| Petersilienwurzel | 20 g    |
| Lauch             | 20 g    |
| Wasser            | 1000 ml |

### 3.1.1.2.2 Rezeptur der Kürbiscremesuppe

Der Rezeptur der Kürbiscremesuppe (Tabelle 6) wurde nach einem typisch österreichischen Rezept modifiziert, welches man auf Internet-Kochplattformen findet. Wegen des Einflusses auf das Geschmacks-/Flavourprofil, wurde bei der Kürbiscremesuppe ebenfalls auf einige Bestandteile verzichtet, wie zum Beispiel auf Knoblauch, Pfeffer und Obers.

*Tabelle 6: Rezeptur Kürbiscremesuppe*

| <b>Zutat</b> | <b>Menge</b> |
|--------------|--------------|
| Kürbis       | 500 g        |
| Zwiebel      | 43 g         |
| Öl           | 3 g          |
| Wasser       | 500 ml       |

## **3.2 Methode**

### **3.2.1 Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)**

Die Quantitative Deskriptive Analyse wurde von STONE et al. [1974] entwickelt und zählt zu den deskriptiven sensorischen Prüfungsmethoden. Im Unterschied zu anderen Verfahren, werden hier die Prüfpersonen von Anfang an in den Entwicklungsprozess der sensorischen Analyse miteinbezogen. In einem qualitativen Teil werden die Panellisten ermutigt, Wörter zur Beschreibung von Produktattributen zu entwickeln. Die zu testenden sensorischen Eigenschaften des Produktes werden genau definiert, um Unklarheiten während den Beurteilungen zu vermeiden. In einem quantitativen Teil werden die Intensitäten der Attribute auf einer Linienskala eingetragen. Die Beurteilung sollte möglichst objektiv erfolgen.

### **3.2.2 Planung der QDA**

#### **3.2.2.1 Attribute**

Bei der QDA wurde ein reduziertes Geschmacks-/Flavourprofil erstellt. Geprüft wurde auf die fünf Grundgeschmacksarten, den Flavour und das Mundgefühl der Suppen (Tabelle 7 und Tabelle 8). Bei der Rindsuppe wurden die Intensitäten von 9 Attributen und bei der Kürbiscremesuppe von 8 Attributen beurteilt. Auf das Suppengemüseflavour konnte bei der Kürbiscremesuppe verzichtet werden, da kein Suppengemüse bei der Rezeptur verwendet wurde.

Tabelle 7: Attributenliste Rindsuppe

| Attribut                      | Definition                                                                                                                             |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Geschmack</b>              |                                                                                                                                        |
| süß                           | Grundgeschmacksart; Geschmack der Saccharose-lösung                                                                                    |
| sauer                         | Grundgeschmacksart; Geschmack der Zitronensäure-lösung                                                                                 |
| salzig                        | Grundgeschmacksart; Geschmack der NaCl-Lösung                                                                                          |
| bitter                        | Grundgeschmacksart; Geschmack der Koffeinelösung                                                                                       |
| umami                         | Grundgeschmacksart; Geschmack der Natriumglutamat-lösung                                                                               |
| <b>Flavour</b>                |                                                                                                                                        |
| Rindflavour                   | Flavour assoziiert mit gekochtem Rindfleisch                                                                                           |
| Suppengemüse-flavour          | Flavour assoziiert mit gekochtem Suppengemüse                                                                                          |
| <b>Mundgefühl</b>             |                                                                                                                                        |
| Mundbelag                     | Eindruck eines glitschig/fettigen Belags auf der Zunge und der Mundschleimhaut                                                         |
| adstringierend                | Zusammenziehender oder kribbelnder Eindruck auf den Oberflächen und/oder Seiten von Zunge und Mund, assoziiert mit Tanninen oder Alaun |
| <b>Allgemeine Beurteilung</b> | Beurteilung der Qualität der Rindsuppe anhand der Attribute, nicht nach den persönlichen Vorlieben                                     |

Tabelle 8: Attributenliste Kürbiscremesuppe

| Attribut                      | Definition                                                                                                                             |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Geschmack</b>              |                                                                                                                                        |
| süß                           | Grundgeschmacksart; Geschmack der Saccharose-lösung                                                                                    |
| sauer                         | Grundgeschmacksart; Geschmack der Zitronensäure-lösung                                                                                 |
| salzig                        | Grundgeschmacksart; Geschmack der NaCl-Lösung                                                                                          |
| bitter                        | Grundgeschmacksart; Geschmack der Koffeinelösung                                                                                       |
| umami                         | Grundgeschmacksart; Geschmack der Natriumglutamat-lösung                                                                               |
| <b>Flavour</b>                |                                                                                                                                        |
| Kürbisflavour                 | Flavour assoziiert mit gekochtem Kürbis                                                                                                |
| <b>Mundgefühl</b>             |                                                                                                                                        |
| Mundbelag                     | Eindruck eines glitschig/fettigen Belags auf der Zunge und der Mundschleimhaut                                                         |
| adstringierend                | Zusammenziehender oder kribbelnder Eindruck auf den Oberflächen und/oder Seiten von Zunge und Mund, assoziiert mit Tanninen oder Alaun |
| <b>Allgemeine Beurteilung</b> | Beurteilung der Qualität der Kürbissuppe anhand der Attribute, nicht nach den persönlichen Vorlieben                                   |

Als Hilfestellung bei dem Eintragen der Intensitäten der Eigenschaften wurde eine Attributenliste inklusive Definitionen beigelegt. Die Beurteilungsskala belief sich von nicht wahrnehmbar (0) bis stark wahrnehmbar (10) (Abbildung 1). Zusätzlich wurde eine allgemeine Beurteilung der Modelsuppe am Ende des Bogens ermittelt. Die Ergebnisse wurden in das Sensorik-Programm Analsens übertragen.

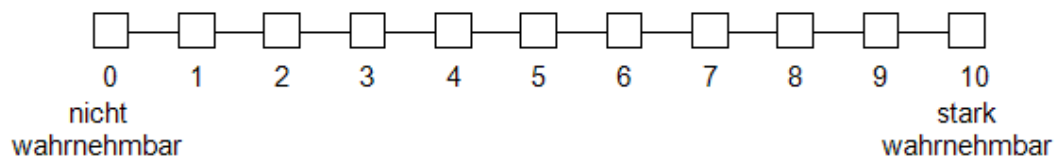


Abbildung 1: Beurteilungsskala

### 3.2.2.2 Schulung der Prüfpersonen

Bei der sensorischen Analyse kamen sowohl geschulte als auch nicht geschulte Prüfpersonen zum Einsatz. Die geschulten Panellisten waren Studenten/innen der Universität Wien, Studienrichtung Ernährungswissenschaften, welche eine Schulung im Rahmen der Übungen „Sensorische Analyse von Lebensmitteln“ absolviert haben. Das ungeschulte Panel bestand aus Personen des Freundes- und Bekanntenkreises, welche noch keine Erfahrung mit sensorischen Analysen gesammelt hatte.

Es wurde pro Modellsuppe und pro Panelgruppe eine QDA in zwei Sessions durchgeführt. Somit haben in Summe vier QDAs stattgefunden. Pro QDA kamen zehn Prüfpersonen zum Einsatz. Die nicht geschulten Personen bekamen zu Beginn der Analyse eine kurze Einführung in Bezug auf die Bewertung der Intensitäten und die allgemeine Beurteilung.

### 3.2.3 Durchführung der QDA

Die deskriptiven sensorischen Analysen fanden am 22. November 2011 (Kürbiscremesuppe) sowie am 6. Dezember 2011 (Rindsuppe) im Sensoriklabor am Department für Ernährungswissenschaften der Universität Wien statt. Das Sensoriklabor, ausgestattet nach ISO-Standard 8589 [1988], bietet Platz für 10 Prüfpersonen, welche durch Trennwände voneinander getrennt sind (Abbildung 2). Somit ist eine ungestörte Beurteilung möglich.

Die QDA der Kürbiscremesuppe wurde der Rindsuppe vorgezogen, da die Saison für Kürbis begrenzt ist. Die QDA fand pro Modellsuppe an einem Tag

statt. Die geschulten und ungeschulten Prüfpersonen beurteilten in abwechselnder Reihenfolge:

11:00 Uhr: geschulte Prüfpersonen 1. Session

12:30 Uhr: ungeschulte Prüfpersonen 1. Session

14:00 Uhr: geschulte Prüfpersonen 2. Session

15:30 Uhr: ungeschulte Prüfpersonen 2. Session

Die Pausen zwischen den Sessions dienten der Probenvorbereitung für die nächste Beurteilung sowie der Erholung der Prüfpersonen.

Aufgrund der langen Vorbereitungszeit der Modellsuppen sowie des straffen Zeitplans an den Verkostungstagen wurden die Modellsuppen am Tag vor den QDAs vorbereitet. Sie wurden bei 2-4 °C über Nacht gekühlt und am Verkostungstag auf 65°C erwärmt.



Abbildung 2: Sensoriklabor

Die Proben wurden in vier gleich große vorgewärmte Gefäße gefüllt und mit Keramikuntersetzer bedeckt. Jeder Panellist bekam jeweils vier Proben auf Wärmeplatten dargereicht (Abbildung 3). Die Panellisten wurden angehalten, die Proben vor der Analyse gut umzurühren um so einen Absatz der Salze zu verhindern. Des Weiteren wurden sie darauf hingewiesen die Intensitäten pro Attribut in ansteigender Probenreihenfolge zu beurteilen. Die Beurteilung der Proben erfolgte so nach ansteigender KCl-Konzentration. Jede Probe wurde mit dreistelligen Zufallszahlen codiert.



*Abbildung 3: Darreichung der Proben*

Die Dauer der Beurteilung der Proben variierte zwischen den Prüfpersonen und betrug im Durchschnitt ca. 15 Minuten.

### **3.2.4 Grafische Darstellung der Daten**

Die Daten wurden grafisch in Geschmacks-/Flavourprofilen, sogenannten Spiderwebs, dargestellt. Für die grafische Darstellung wurde das Tabellenkalkulationsprogramm Excel verwendet.

Es wurde für jedes Attribut der Mittelwert über die beiden Sessions ermittelt. Dies ergab für jedes Attribut 20 Einzelwerte, da jede der zehn Prüfpersonen an zwei Sessions teilnahm. Die Mittelwerte aus den Attributen wurden in Netzdiagrammen dargestellt, welche die Intensitäten der einzelnen Attribute von 0-10 abbilden. Je höher die Bewertung der Intensität, desto weiter ist der Punkt vom Mittelpunkt entfernt.

Für die allgemeine Beurteilung der Produkte wurden Balkendiagramme erstellt. Auch hier wurden die Mittelwerte der Attribute der zehn Panellisten über beide Sessions ermittelt und grafisch dargestellt.

### **3.2.5 Statistische Auswertung der Daten**

Für die statistische Auswertung wurde das Statistikprogramm SPSS Statistics (Version 20) verwendet.

Es wurden folgende statistische Methoden eingesetzt:

- multivariater Test auf Mittelwertunterschiede
- T-Test bei unabhängigen Stichproben
- Test auf Normalverteilung
- Test auf Korrelationen nach Pearson und nach Spearman

Der multivariate Test auf Mittelwertunterschiede wurde angewendet um die signifikanten Unterschiede für alle Attribute gemeinsam zu ermitteln. Dieser Test ist ein multivariater Vergleich von Mittelwerten. Die Attribute stellten die metrischen Zielvariablen dar, als kategorielle erklärende Variablen fungierten einerseits der Schulungsstatus der Prüfpersonen (1 = geschult, 2 = nicht geschult) sowie die Probennummer (A = 1% NaCl; B = 0,75% NaCl, 0,25% KCl; C = 0,50% NaCl, 0,50% KCl; D = 0,25% NaCl, 0,75% KCl). Die Unterschiede der Mittelwerte wurden als signifikant ( $p < 0,05$ ) und hoch signifikant ( $p < 0,01$ ) oder nicht signifikant ( $p > 0,05$ ) eingestuft.

Für die Auswertung der allgemeinen Beurteilung wurde ein T-Test bei unabhängigen Stichproben durchgeführt. Das Attribut „allgemeine Beurteilung“ stellte die metrische Zielvariable dar, der Schulungsstatus der Prüfpersonen die kategorielle Variable. Dieser wurde für jede Modellsuppe durchgeführt.

Der Test auf Normalverteilung gibt an, ob für die Werte Normalverteilung angenommen werden kann. Dies ist Voraussetzung für die Anwendung des multivariaten Mittelwertvergleichs. Die Signifikanzen geben an, ob die Werte signifikant von der Normalverteilung abweichen ( $p < 0,05$ ) oder nicht ( $p > 0,05$ ). Der Test wurde nach der Art der Modellsuppe (Rindsuppe und Kürbiscremesuppe) und dem Schulungsstatus der Prüfpersonen (geschult, nicht geschult) durchgeführt. Dies ergab, dass die Signifikanzwerte aller Attribute kleiner als 0,05 waren (Tabelle 10 bis Tabelle 13), woraus man schließen könnte, dass die Daten nicht normalverteilt sind. Nach Überprüfung mittels Q-Q-Diagrammen konnte jedoch festgestellt werden, dass die Werte eng und zufällig um eine Trendgerade streuen (Abbildung 4). Aufgrund des zentralen Grenzwertsatzes ist die Verwendung von parametrischen Verfahren auch für

nicht normalverteilte Grundgesamtheiten zulässig. Der multivariate Test auf Mittelwertunterschiede konnte somit durchgeführt werden.

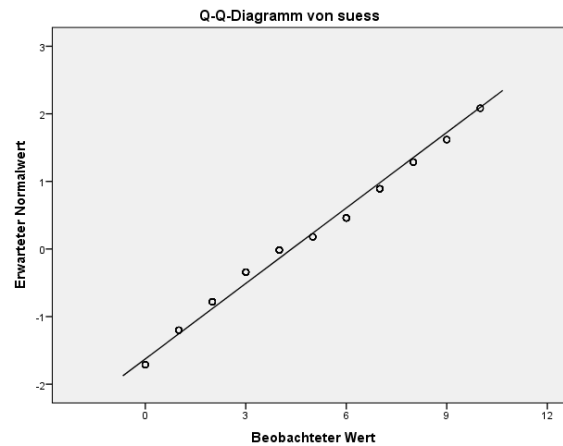


Abbildung 4: Q-Q-Diagramm des Attributs süß (Kürbisc cremesuppe)

Im Zuge der Tests auf signifikante Unterschiede zwischen den Attributen wurden zwei Fragestellungen bearbeitet:

1. Gibt es signifikante Unterschiede in den Attributen zwischen den Proben?
2. Gibt es signifikante Unterschiede in den Attributen zwischen den Prüfpersonen?

Bei der ersten Fragestellung wird versucht festzustellen, ob sich die Beurteilung der Intensitäten der einzelnen Attribute zwischen den Proben unterscheidet. Fragestellung 2 geht der Frage nach, ob die beiden Panelgruppen unterschiedlich beurteilt haben und ob ein Unterschied zwischen geschulten und nicht geschulten Prüfpersonen statistisch feststellbar ist.

Die genauen Ergebnisse finden sich im Anhang (Tabelle 14 bis Tabelle 18).

Zur Darstellung des Zusammenhangs zwischen einzelnen Attributen wurden Streudiagramme mit dazugehörigen Korrelationstabellen erstellt. Bilden die Punkte in den Streudiagrammen eine Punktwolke, so liegt kein linearer

Zusammenhang vor. Findet sich jedoch eine deutliche Abzeichnung einer Linie entlang einer Trendgeraden, so gibt es einen linearen Zusammenhang.

Für die Korrelationstabellen wurden die Korrelationskoeffizienten nach Pearson und Spearman verwendet. Der Korrelationskoeffizient nach Pearson erlaubt Aussagen über den linearen Zusammenhang, nach Spearman Aussagen über den nicht linearen, monotonen Zusammenhang. Je stärker ein Zusammenhang zwischen zwei Variablen ist, desto näher liegt der Korrelationskoeffizient bei dem Wert +1 (stark positiver Zusammenhang) oder -1 (stark negativer Zusammenhang).

Es wurden zunächst Matrixstreudiagramme (Matrixscatterplot) für jede Probe erstellt (Abbildung 5), welche den Zusammenhang aller Attribute untereinander darstellen. Bestand zwischen einzelnen Attributen ein Zusammenhang, so wurden weitere einfache Streudiagramme erstellt.

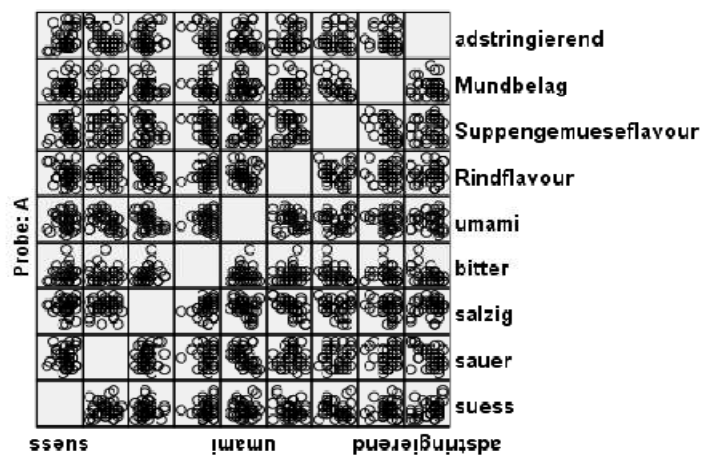


Abbildung 5: Matrixscatterplot der untersuchten Attribute in Probe A (Rindsuppe)

## 4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Beurteilung der Modellsuppen sowie die statistischen Signifikanzen zwischen den Proben und den Panellisten werden im Folgenden dargestellt und interpretiert. Dabei wird jede Personengruppe einzeln betrachtet.

Die untersuchten Proben haben folgende Zusammensetzungen:

A = Modellsuppe mit 1% NaCl

B = Modellsuppe mit 0,75% NaCl und 0,25% KCl

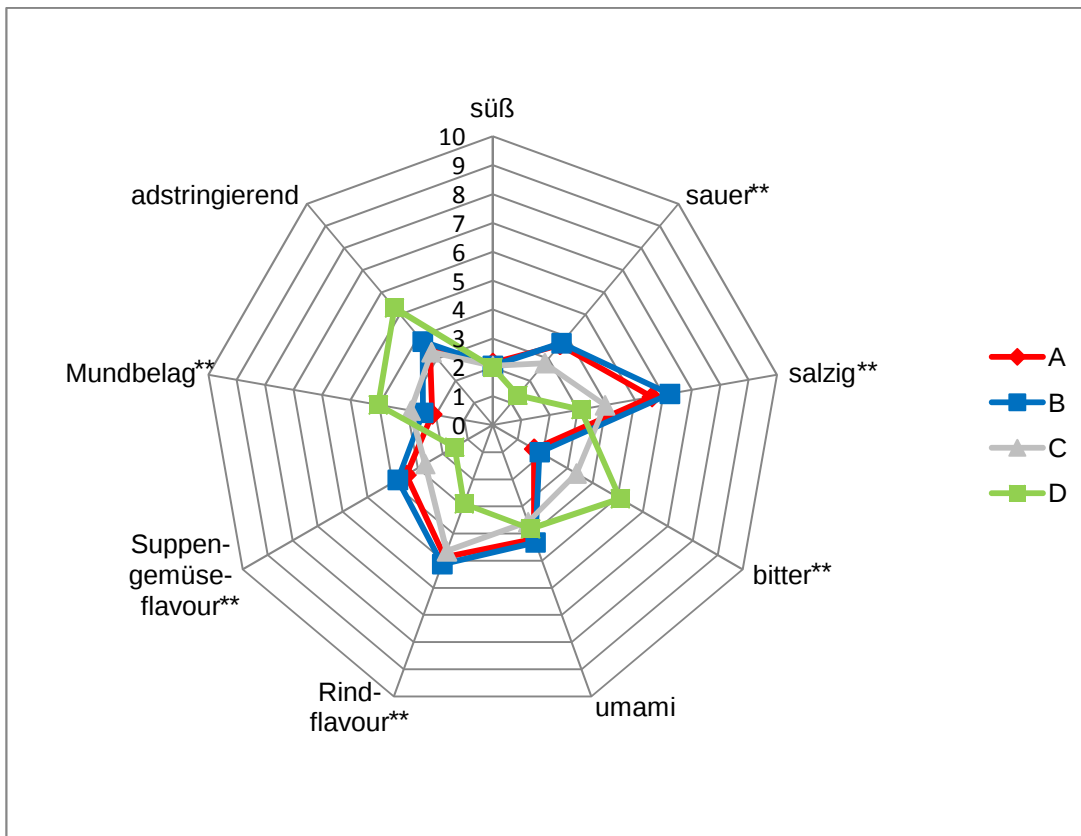
C = Modellsuppe mit 0,50% NaCl und 0,50% KCl

D = Modellsuppe mit 0,25% NaCl und 0,75% KCl

### 4.1 Geschmacks-/Flavourprofile der Rindsuppe

#### 4.1.1 Geschmacks-/Flavourprofil erstellt durch geschulte Prüfpersonen

Durch den teilweisen Ersatz von NaCl durch KCl konnten die größten Unterschiede bei der Evaluierung durch die geschulten Prüfpersonen bei den Attributen salzig, sauer, bitter, Rind- und Suppengemüseflavour, Mundbelag und adstringierend beobachtet werden. Die beiden Geschmacksattribute süß und umami sind durch die Modifikation nicht beeinflusst worden. Mit ansteigender Konzentration an KCl sanken die Salzigkeit ( $p < 0,01$ ) und der saure Geschmack ( $p < 0,01$ ) signifikant im Vergleich zur Referenz (1% NaCl), der bittere Geschmack hingegen ist signifikant gestiegen ( $p < 0,01$ ) und verursachte eine stärkere Ausprägung der Adstringenz. Der Rind- und Suppengemüseflavour wurde signifikant geringer wahrgenommen ( $p < 0,01$ ). Die empfundene Intensität des Mundbelags stieg signifikant mit der Steigerung des Anteils an KCl ( $p < 0,01$ ). Die Proben A und B verfügten über ein vergleichbares Geschmacks-/Flavourprofil (Abbildung 6).



A = Rindsuppe mit 1% NaCl; B = Rindsuppe mit 0,75% NaCl und 0,25% KCl; C = Rindsuppe mit 0,50% NaCl und 0,50% KCl; D = Rindsuppe mit 0,25% NaCl und 0,75% KCl

\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

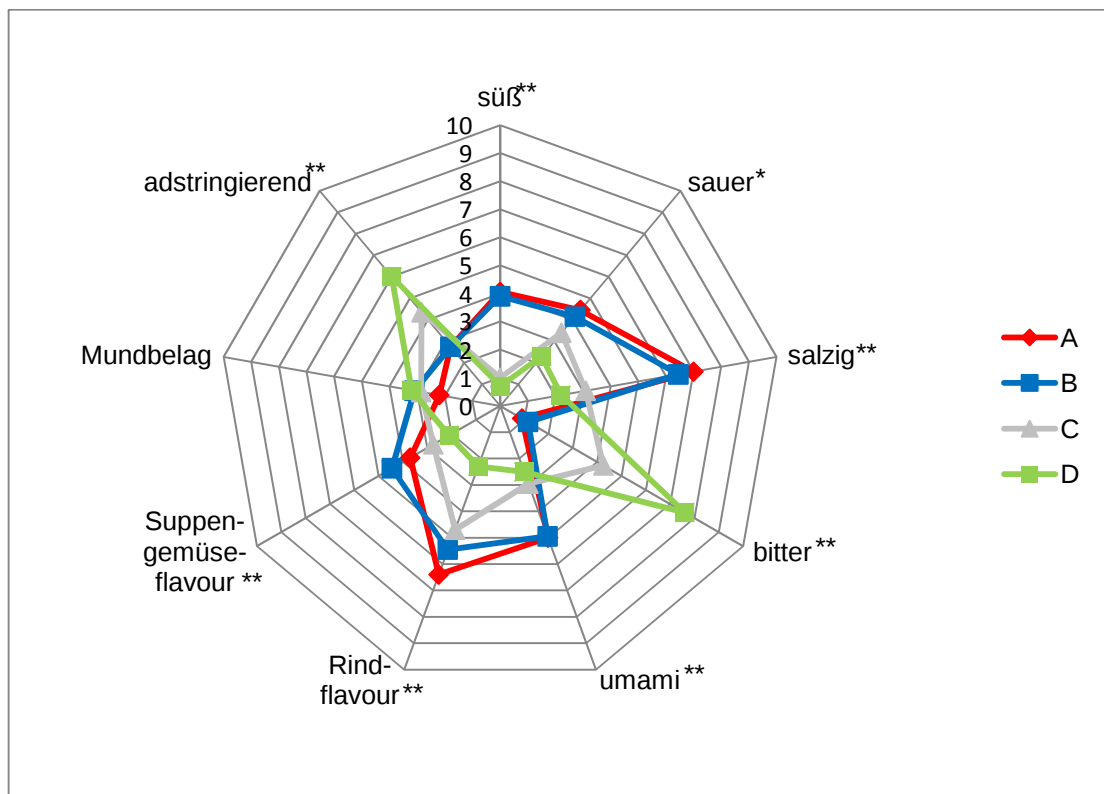
*Abbildung 6: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe, erstellt durch die geschulten Prüfpersonen*

#### 4.1.2 Geschmacks-/Flavourprofil erstellt durch nicht geschulte Prüfpersonen

Die Beurteilung der Rindsuppe durch die ungeschulten Prüfpersonen zeigte ähnliche Tendenzen, wie sie bei den geschulten Panellisten beobachtet werden konnten. Signifikante Unterschiede zwischen den Proben konnten bei salzig, sauer, süß, bitter, umami, adstringierend, Suppengemüseflavour und Rindflavour beobachtet werden. Mit ansteigender Konzentration an KCl sank die Salzigkeit signifikant ( $p < 0,01$ ) im Vergleich zur Referenz (1% NaCl), ebenso der saure Geschmack ( $p < 0,05$ ). Die Bitterkeit und die Adstringenz hingegen stiegen signifikant ( $p < 0,01$ ). Die Senkung des Suppengemüse- und Rindflavours war besonders auffallend in der Probe D und zudem signifikant ( $p < 0,01$ ). Im Gegensatz zur Evaluierung der geschulten Prüfpersonen wurden durch die

ungeschulten Personen in den Proben mit dem niedrigsten NaCl-Gehalt (C und D) die Attribute umami und süß signifikant ( $p < 0,01$ ) weniger wahrgenommen. Bei den ungeschulten Panellisten fiel auf, dass je höher der Anteil an KCl war, desto weniger intensiv wurden der Suppengemüseflavour und der süße Geschmack wahrgenommen.

Die Proben A und B verfügten auch bei den Beurteilungen der nicht geschulten Prüfpersonen über ein vergleichbares Geschmacks-/Flavourprofil (Abbildung 7).



A = Rindsuppe mit 1% NaCl; B = Rindsuppe mit 0,75% NaCl und 0,25% KCl; C = Rindsuppe mit 0,50% NaCl und 0,50% KCl; D = Rindsuppe mit 0,25% NaCl und 0,75% KCl

\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

*Abbildung 7: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe, erstellt durch die nicht geschulten Prüfpersonen*

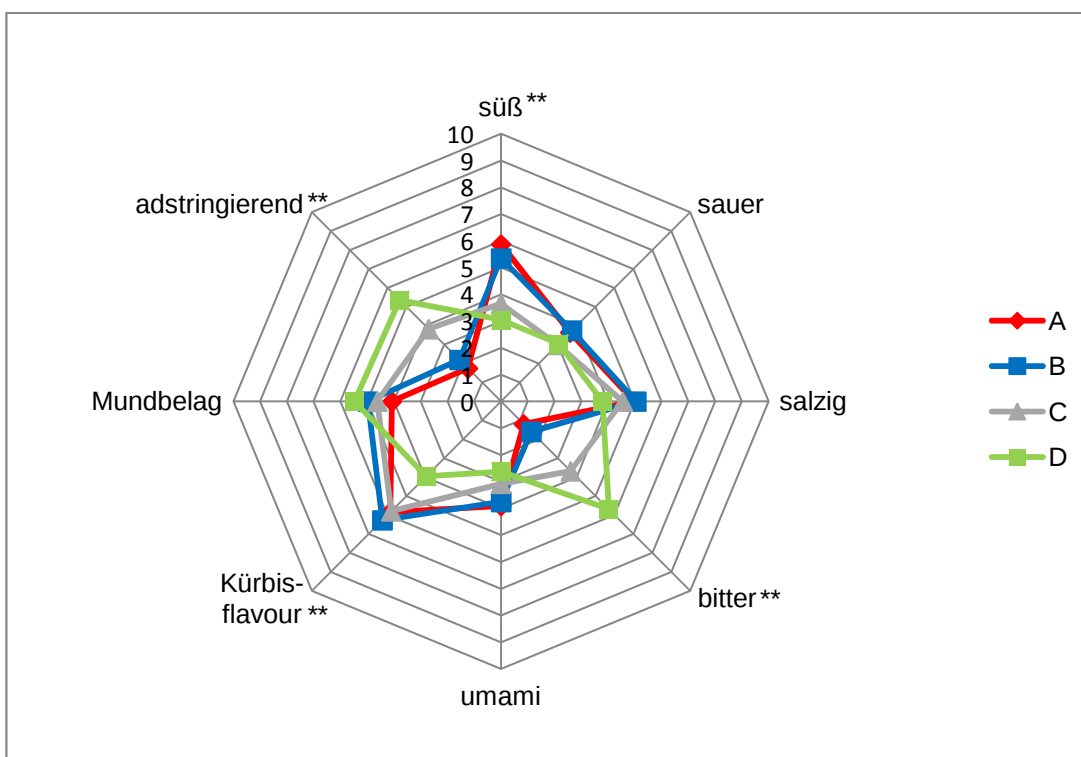
## 4.2 Geschmacks-/Flavourprofile der Kürbiscremesuppe

### 4.2.1 Geschmacks-/Flavourprofil erstellt durch geschulte Prüfpersonen

Bei der Evaluierung der Kürbiscremesuppe durch die geschulten Panellisten zeigte sich, dass die Salzigkeit mit steigendem KCl-Gehalt im Vergleich zur

Referenz (1% NaCl) sank, jedoch nicht signifikant. Je höher der Gehalt an KCl, umso signifikant stärker wurden Bitterkeit und Adstringenz und umso signifikant geringer der süße Geschmack und der Kürbisflavour empfunden (alle  $p < 0,01$ ). Bei umami, sauer und Mundbelag waren keine Unterschiede zwischen den Proben beobachtbar.

Die Proben A und B wiesen auch bei der Beurteilung der Kürbiscremesuppe durch die geschulten Prüfpersonen vergleichbare Profile auf. Die Intensitäten der getesteten Attribute waren nahezu gleich ausgeprägt (Abbildung 8).



A = Kürbiscremesuppe mit 1% NaCl; B = Kürbiscremesuppe mit 0,75% NaCl und 0,25% KCl; C = Kürbiscremesuppe mit 0,50% NaCl und 0,50% KCl; D = Kürbiscremesuppe mit 0,25% NaCl und 0,75% KCl

\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

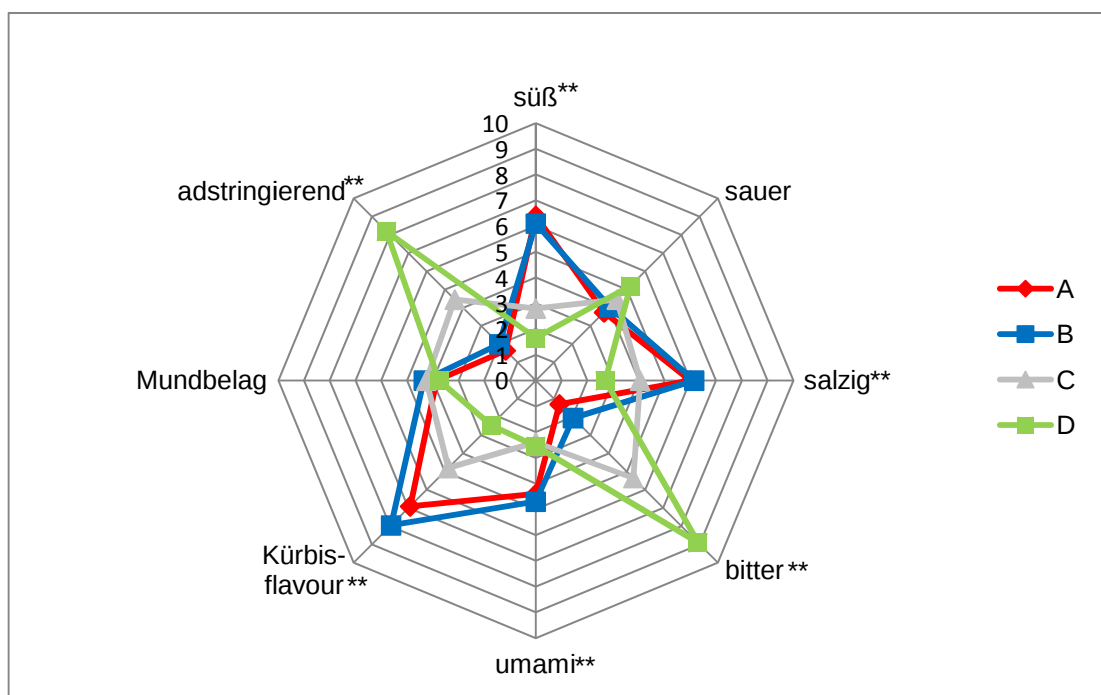
**Abbildung 8:** Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe, erstellt durch die geschulten Prüfpersonen

#### 4.2.2 Geschmacks-/Flavourprofil erstellt durch nicht geschulte Prüfpersonen

Mit steigendem KCl-Gehalt wurde die Salzigkeit von den ungeschulten Panellisten im Vergleich zur Referenz (1% NaCl) signifikant geringer

wahrgenommen ( $p < 0,01$ ), die Bitterkeit und die Adstringenz hingegen signifikant stärker ( $p < 0,01$ ). Der süße und umami Geschmack sowie der Kürbisflavour waren signifikant geringer ausgeprägt ( $p < 0,01$ ). Keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zur Referenz waren bei dem sauren Geschmack und dem Mundbelag beobachtbar.

Auch hier zeigten die Proben A und B ein vergleichbares Geschmacks- und Flavourprofil und waren in nahezu allen Attributen gleich ausgeprägt (Abbildung 9).



A = Kürbiscremesuppe mit 1% NaCl; B = Kürbiscremesuppe mit 0,75% NaCl und 0,25% KCl; C = Kürbiscremesuppe mit 0,50% NaCl und 0,50% KCl; D = Kürbiscremesuppe mit 0,25% NaCl und 0,75% KCl

\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

Abbildung 9: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe, erstellt durch die nicht geschulten Prüfpersonen

### 4.3 Geschmacks-/Flavourprofile der untersuchten Modellsuppen im Vergleich (geschulte vs. nicht-geschulte Prüfpersonen)

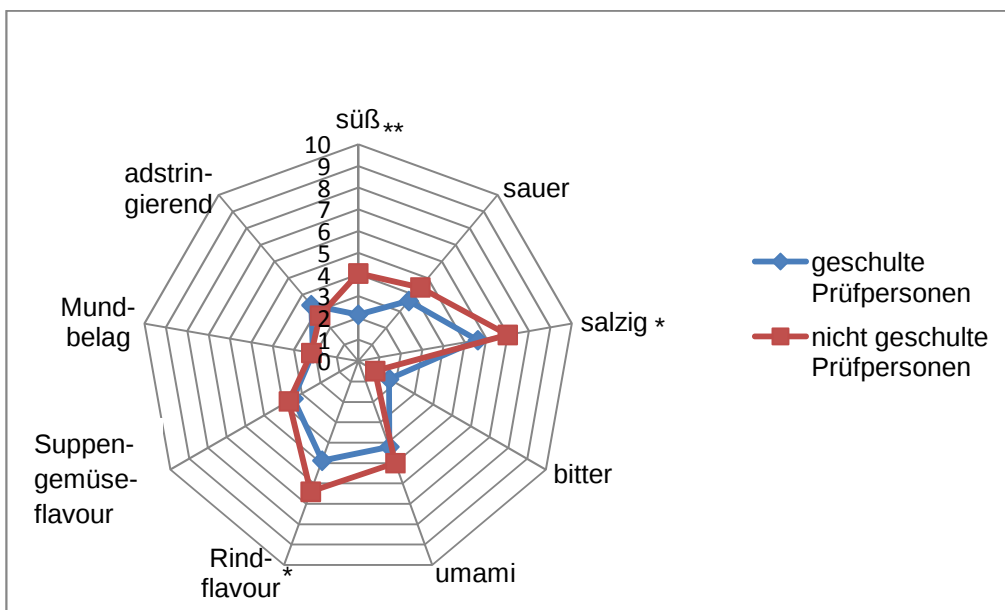
Es werden im Folgenden die Ergebnisse der Beurteilungen der geschulten und nicht geschulten Prüfpersonen miteinander verglichen. Dazu wird jede Probe einzeln betrachtet.

### 4.3.1 Rindsuppe

#### 4.3.1.1 Geschmacks-/Flavourprofil der Probe A

Die Salzigkeit und der Rindflavour in der Probe A wurden von den nicht geschulten Prüfpersonen signifikant stärker wahrgenommen als von den geschulten Prüfpersonen ( $p < 0,05$ ). Die Probe wurde außerdem signifikant süßer durch die ungeschulten Personen beurteilt ( $p < 0,01$ ). Den bitteren Geschmack nahm diese Prüfpersonengruppe weniger intensiv wahr, dies war jedoch nicht signifikant. Alle anderen Attribute wurden von den beiden Panelgruppen nahezu ident beurteilt (Abbildung 10).

Trotz der zum Teil signifikanten Unterschiede in der Ausprägung der einzelnen Attribute unterschied sich die allgemeine Beurteilung der Probe A nicht zwischen den beiden Personengruppen (Abbildung 14).



\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

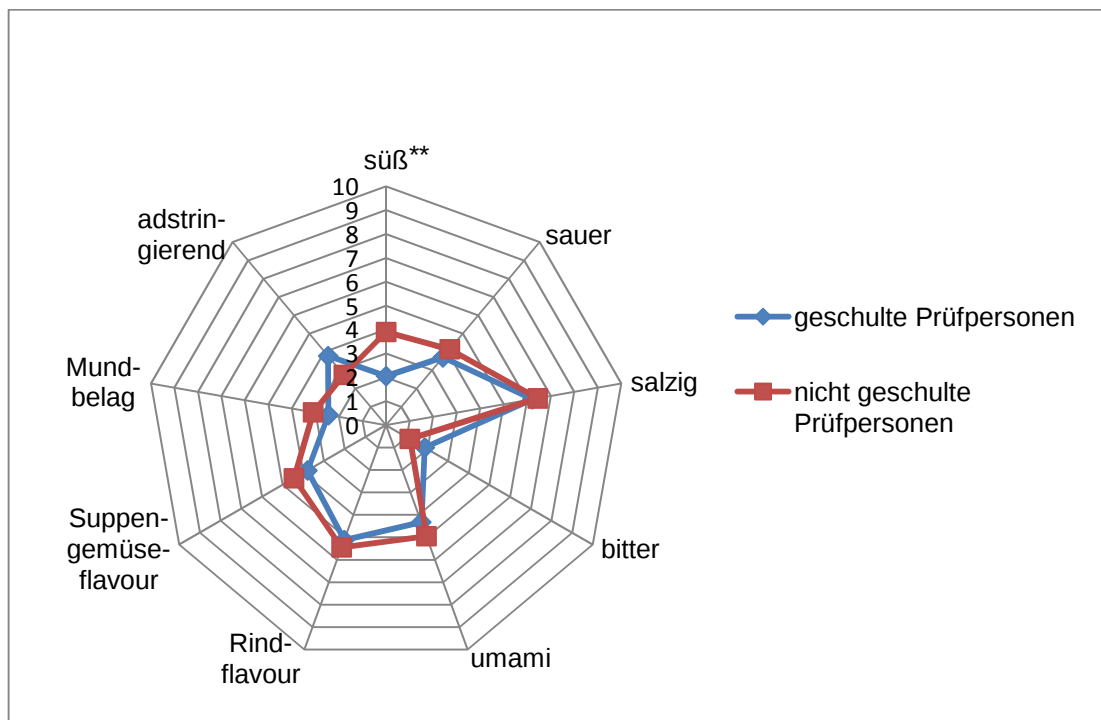
Abbildung 10: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe (Probe A) im Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen)

#### 4.3.1.2 Geschmacks-/Flavourprofil der Probe B

Die Probe B wurde von den geschulten und nicht geschulten Panellisten nahezu gleich beurteilt. Ein signifikanter Unterschied war nur in der Ausprägung

des süßen Geschmacks beobachtbar, welcher von den nicht geschulten Prüfpersonen signifikant höher beurteilt wurde ( $p < 0,01$ ). Es lag des Weiteren eine unterschiedliche Ausprägung der Adstringenz vor, welche jedoch nicht signifikant war. Alle anderen Attribute wurden ähnlich intensiv wahrgenommen (Abbildung 11)

Auch in der allgemeinen Beurteilung gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Prüfpersonengruppen (Abbildung 14).



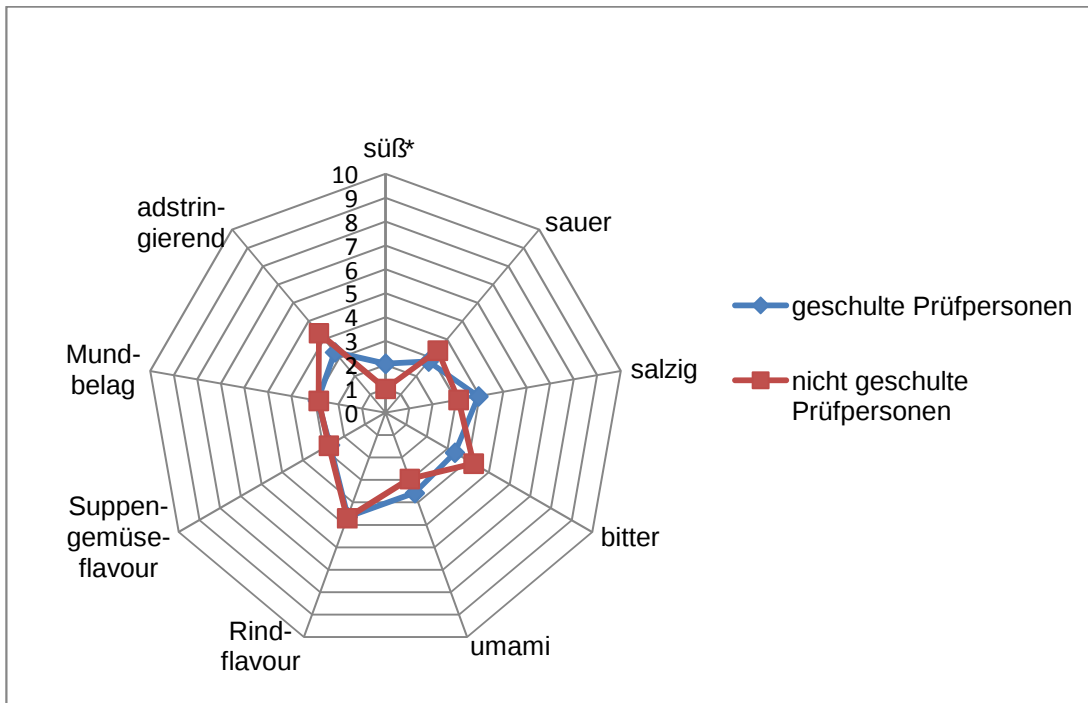
\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

Abbildung 11: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe (Probe B) im Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen)

#### 4.3.1.3 Geschmacks-/Flavourprofil der Probe C

Der süße Geschmack in Probe C wurde von den nicht geschulten Panellisten signifikant geringer wahrgenommen ( $p < 0,05$ ). Alle anderen Attribute wurden ähnlich beurteilt. Bitter und adstringierend wurden von den ungeschulten Prüfpersonen intensiver wahrgenommen, jedoch nicht signifikant. Durch die Steigerung des bitteren Geschmacks und der Adstringenz konnte eine Senkung des süßen Geschmacks beobachtet werden (Abbildung 12).

Auch bei dieser Probe lag keine signifikant unterschiedliche allgemeine Beurteilung zwischen den Prüfpersonengruppen vor (Abbildung 14).

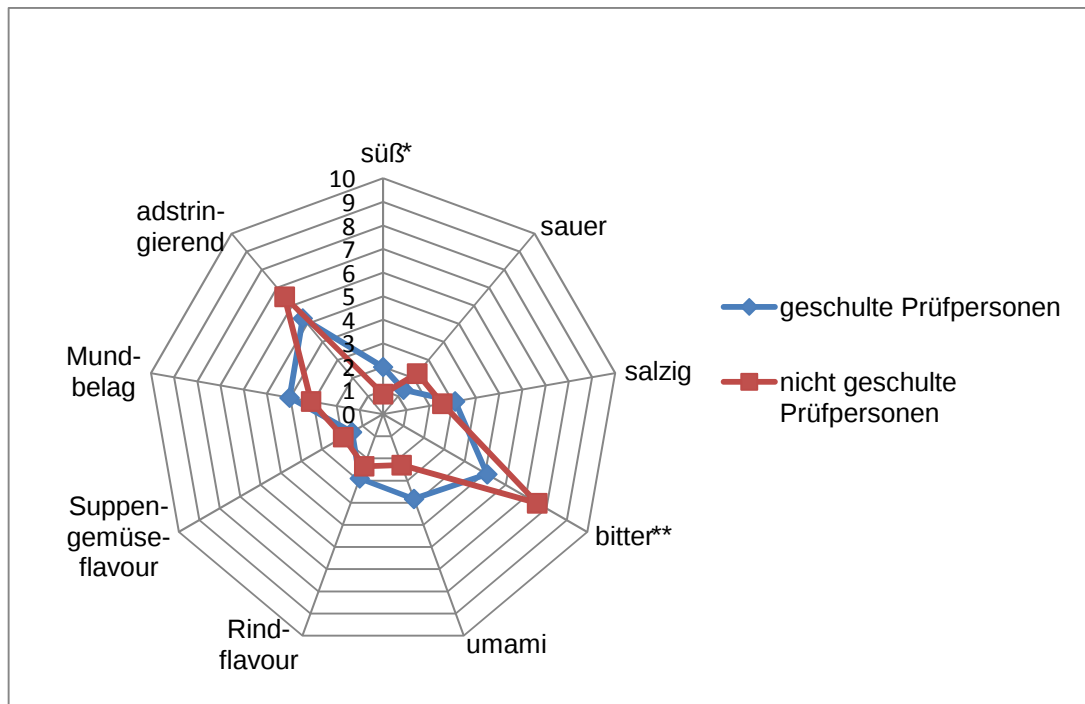


\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

Abbildung 12: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe (Probe C) im Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen)

#### 4.3.1.4 Geschmacks-/Flavourprofil der Probe D

Die Steigerung des Anteils an KCl verursachte in dieser Probe ebenso eine signifikante Senkung der Wahrnehmung des süßen Geschmacks durch die nicht geschulten Panellisten ( $p < 0,05$ ). Die Ausprägung der Bitterkeit ( $p < 0,01$ ) sowie der Adstringenz (nicht signifikant) waren auch bei diesem Panel erhöht. Die anderen Attribute wurden nahezu gleich beurteilt (Abbildung 13).

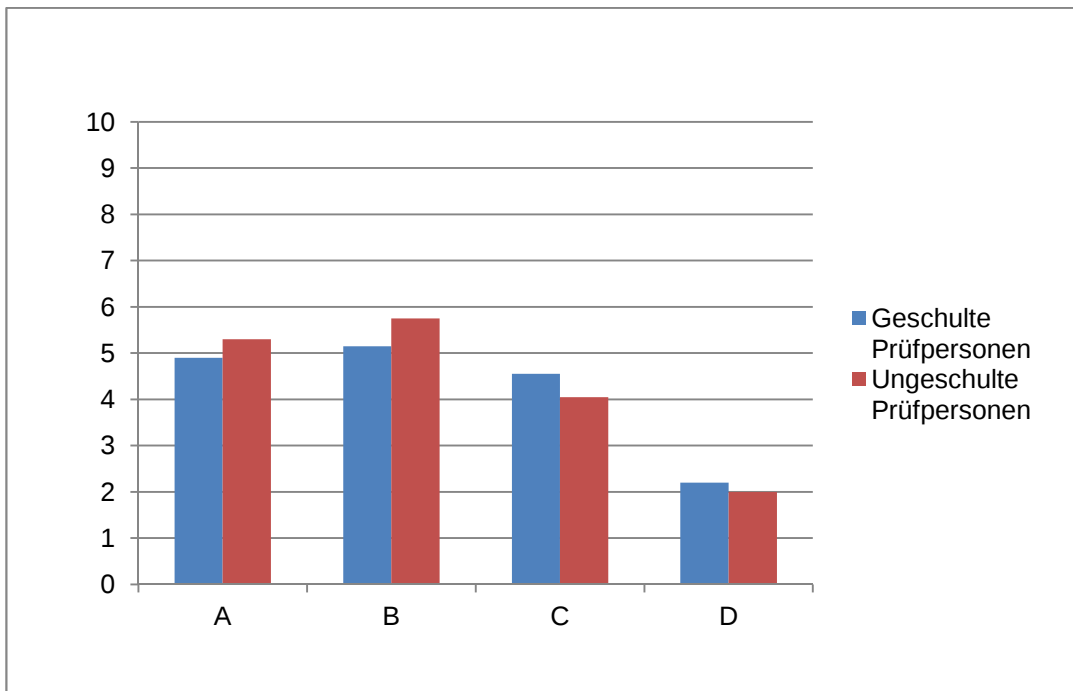


\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

*Abbildung 13: Geschmacks-/Flavourprofil der Rindsuppe (Probe D) im Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen)*

#### 4.3.1.5 Allgemeine Beurteilung der Rindsuppe

Trotz signifikanter Unterschiede in der Evaluierung der einzelnen Attribute, lagen keine signifikanten Unterschiede in der allgemeinen Beurteilung der Rindsuppe zwischen den Panelgruppen vor. Es ließ sich jedoch die Tendenz bei den Proben A und B erkennen, dass die ungeschulten im Vergleich zu den trainierten Prüfpersonen höhere Bewertungen abgegeben haben, was auf eine höhere Subjektivität zurückzuführen ist. Die stärksten Unterschiede zwischen den Panelgruppen lagen bei der Probe B vor. Diese wurde außerdem von beiden Panelgruppen am höchsten beurteilt, am niedrigsten die Probe mit einem Ersatz durch KCl von 75% (Abbildung 14).



A = Rindsuppe mit 1% NaCl; B = Rindsuppe mit 0,75% NaCl und 0,25% KCl; C = Rindsuppe mit 0,50% NaCl und 0,50% KCl; D = Rindsuppe mit 0,25% NaCl und 0,75% KCl

*Abbildung 14: Allgemeine Beurteilung der Rindsuppe*

#### 4.3.2 Kürbiscremesuppe

##### 4.3.2.1 Geschmacks-/Flavourprofil der Probe A

Es lagen in der Probe A der Kürbiscremesuppe zwischen den Panelgruppen keine signifikanten Unterschiede in der Beurteilung der einzelnen Attribute vor. Es ließ sich lediglich die Tendenz erkennen, dass die nicht geschulten Prüfpersonen die Attribute süß, salzig, umami und Kürbisflavour stärker wahrgenommen haben (Abbildung 15).

Die allgemeine Beurteilung der Probe A war ebenso nicht signifikant unterschiedlich zwischen den Panelgruppen (Abbildung 19).

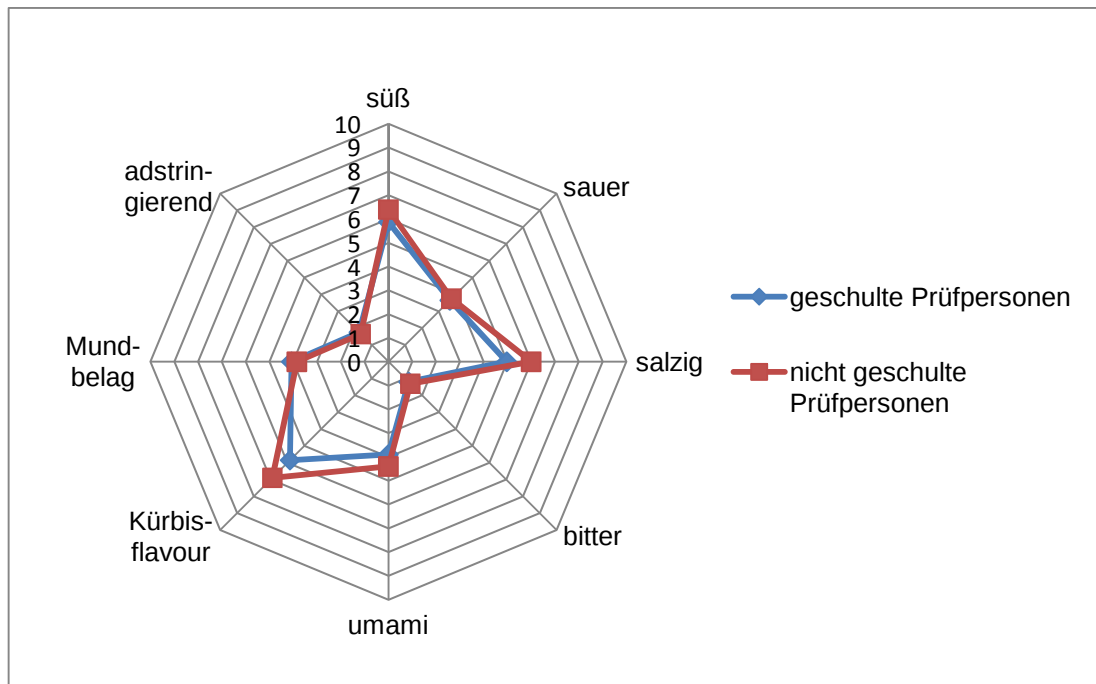
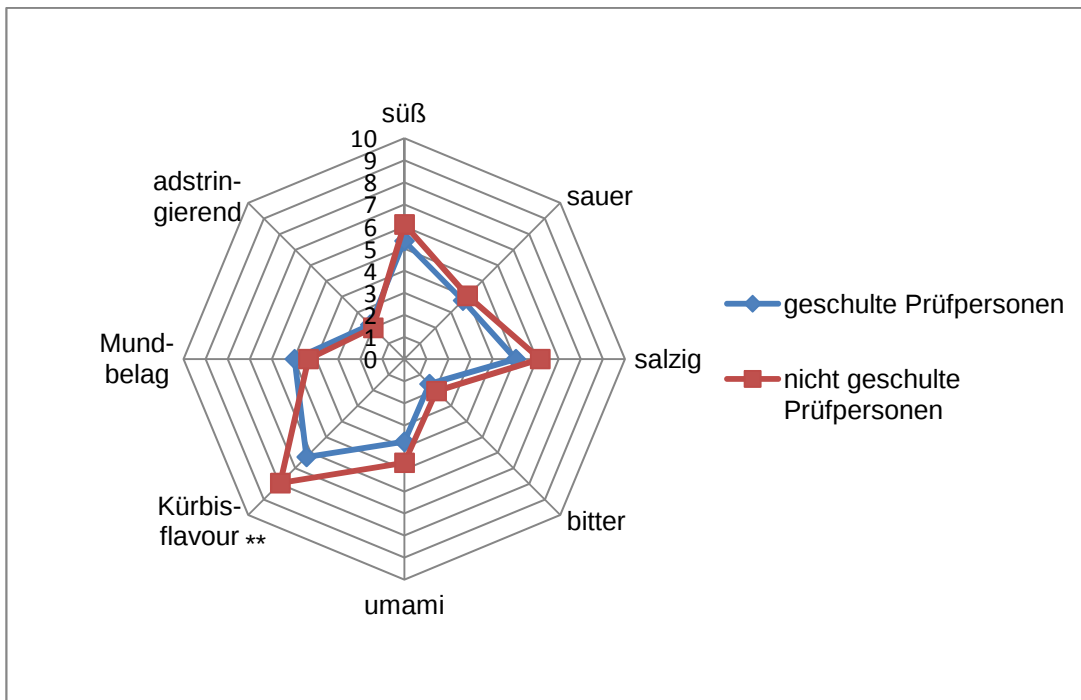


Abbildung 15: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe (Probe A) im Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen)

#### 4.3.2.2 Geschmacks-/Flavourprofil der Probe B

Bei Probe B lag in der Beurteilung der Grundgeschmacksarten die Tendenz vor, dass die nicht geschulten Prüfpersonen die Attribute intensiver, obwohl nicht signifikant, wahrgenommen haben. Die empfundene Intensität des Kürbisflavours war bei den ungeschulten Panellisten signifikant höher ( $p < 0,01$ ). Die Beurteilung der restlichen Attribute war nahezu ident (Abbildung 16).

Die allgemeine Beurteilung der Probe B war unterschiedlich zwischen den Panelgruppen. So wurde diese Probe von den nicht geschulten Prüfpersonen signifikant höher beurteilt als von den geschulten Panellisten ( $p < 0,05$ ) (Abbildung 19).



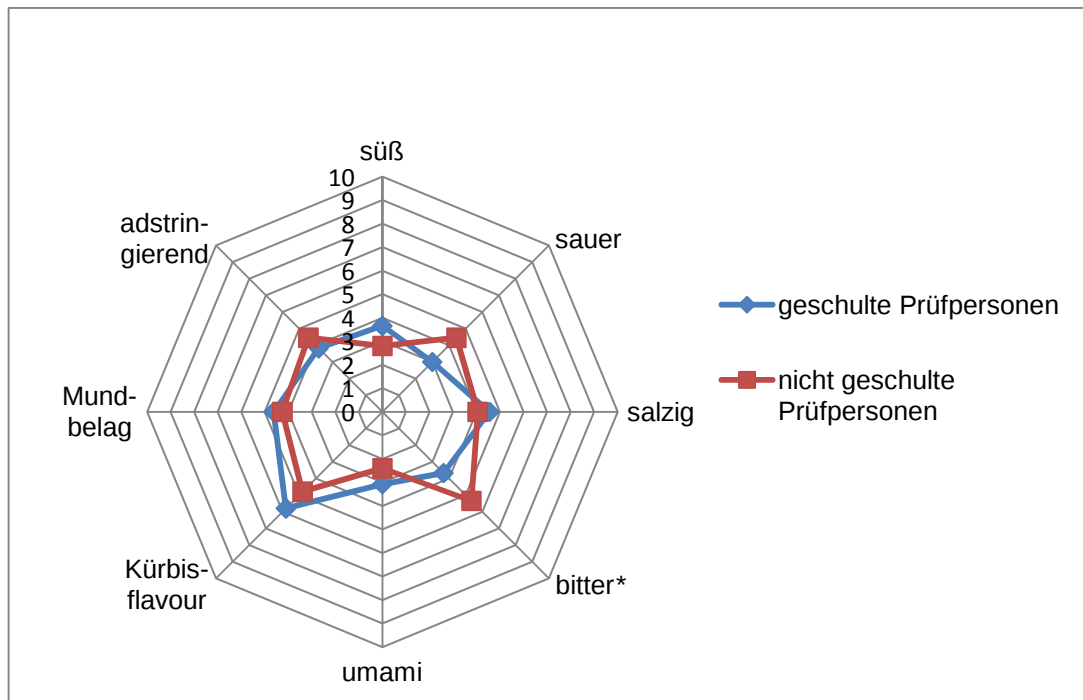
\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

Abbildung 16: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe (Probe B) im Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen)

#### 4.3.2.3 Geschmacks-/Flavourprofil der Probe C

Bei der Probe C war die empfundene Wahrnehmung der Bitterkeit bei den nicht geschulten Panellisten signifikant höher ( $p < 0,05$ ), auch die Ausprägung des sauren Geschmacks, obwohl nicht signifikant. Der süße Geschmack wurde von dem ungeschulten Panel geringer wahrgenommen, dies war jedoch nicht signifikant. Es waren keine Unterschiede in den Ausprägungen der Attribute salzig, umami, Kürbisflavour, Mundbelag und adstringierend zu beobachten (Abbildung 17).

Auch die allgemeine Beurteilung unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den beiden Panelgruppen (Abbildung 19).

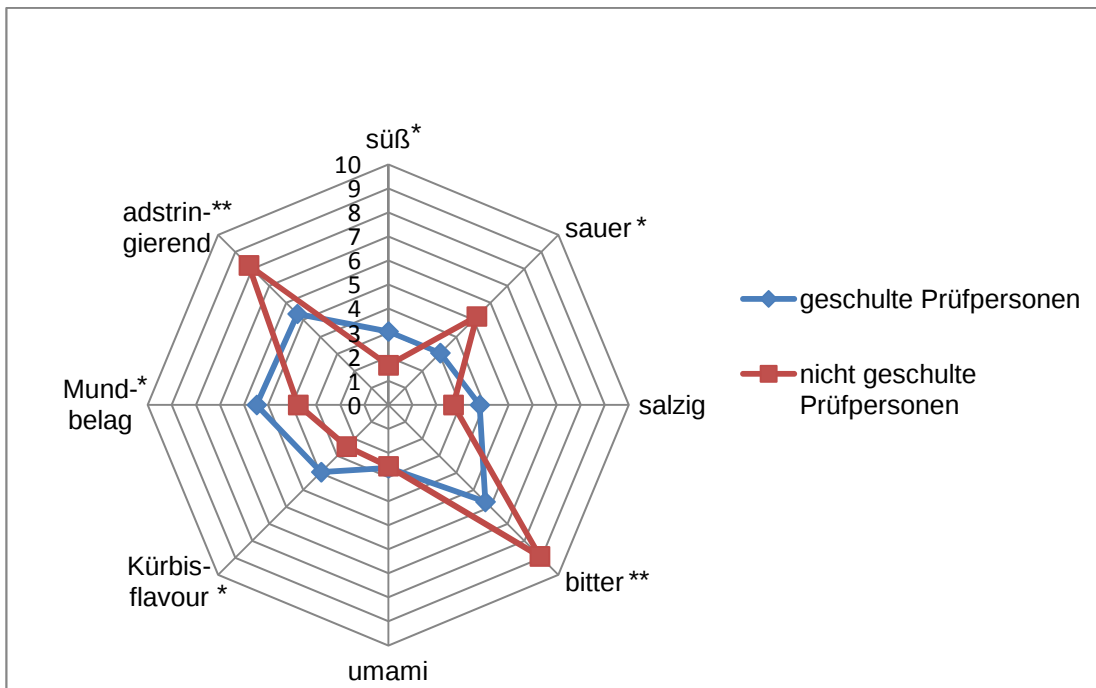


\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

Abbildung 17: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe (Probe C) im Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen)

#### 4.3.2.4 Geschmacks-/Flavourprofil der Probe D

Das Profil der Probe D, erstellt durch nicht geschulte Prüfpersonen, zeigte deutliche Unterschiede in der Ausprägung fast aller Attribute. Die größten Unterschiede wurden bei süß, sauer, Kürbisflavour und Mundbelag (alle mit Signifikanzwerten von  $p < 0,05$ ) sowie bitter und adstringierend (alle mit Signifikanzwerten von  $p < 0,01$ ) beobachtet. Die Salzigkeit wurde aber ähnlich bewertet (Abbildung 18).

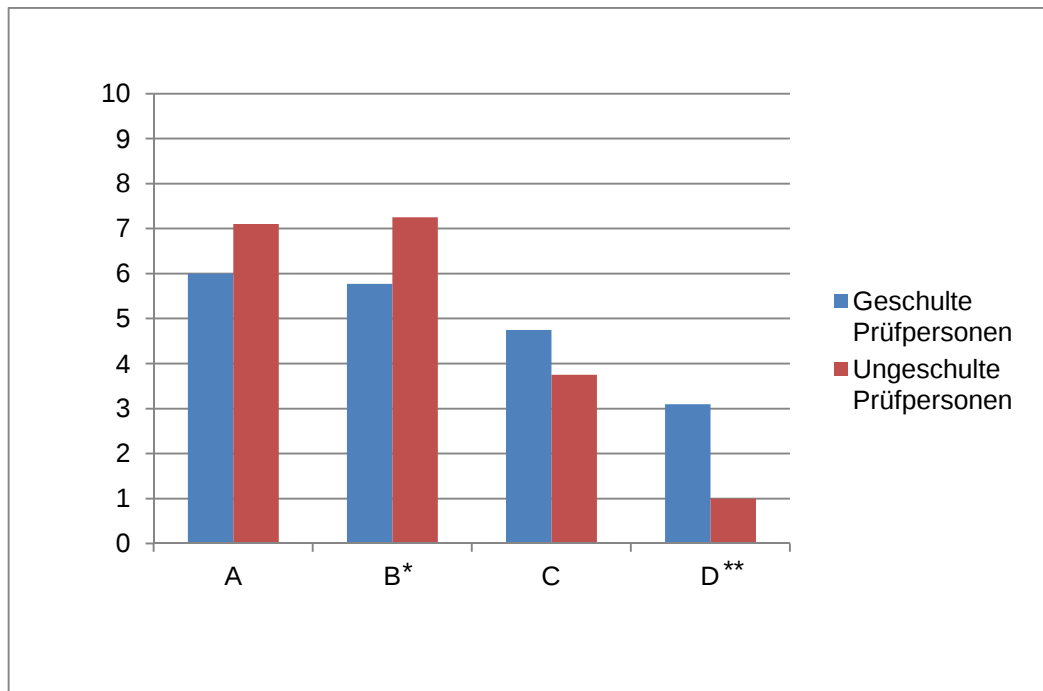


\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

Abbildung 18: Geschmacks-/Flavourprofil der Kürbiscremesuppe (Probe D) im Vergleich (geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen)

#### 4.3.2.5 Allgemeine Beurteilung der Kürbiscremesuppe

Die ungeschulten Prüfpersonen haben bei den Proben A und B der Kürbiscremesuppe im Vergleich zu den trainierten Panellisten die Unterschiede zwischen den Proben stärker wahrgenommen. Diese beiden Proben bekamen durchschnittlich höhere Bewertungen als die Proben C und D. Besonders niedrig wurde die Probe D mit einem Ersatz durch KCl von 75% bewertet. Trotz zum Teil signifikanter Unterschiede in der Beurteilung der einzelnen Attribute, lagen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Panelgruppen in den Proben A und C vor. Bei den Proben B und D waren jedoch signifikante ( $p < 0,05$ ) bzw. hoch signifikante ( $p < 0,01$ ) Unterschiede zwischen den beiden Panelgruppen erkennbar (Abbildung 19).



A = Kürbiscremesuppe mit 1% NaCl; B = Kürbiscremesuppe mit 0,75% NaCl und 0,25% KCl;  
 C = Kürbiscremesuppe mit 0,50% NaCl und 0,50% KCl; D = Kürbiscremesuppe mit 0,25% NaCl und 0,75% KCl

\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hoch signifikant ( $p < 0,01$ )

*Abbildung 19: Allgemeine Beurteilung der Kürbiscremesuppe*

#### 4.4 Zusammenhänge der untersuchten Attribute

Die statistische Auswertung hat eine Vielzahl von Zusammenhängen zwischen den untersuchten Attributen aufgezeigt. Im Folgenden wird auf jene eingegangen, die für vorliegende Arbeit bedeutend sind (Tabelle 9).

Grafisch wurden die Korrelationen nach Pearson dargestellt, da dieser Aussagen über den linearen Zusammenhang erlaubt und somit die Darstellung entlang einer Trendgeraden ermöglicht.

Tabelle 9: Korrelationskoeffizienten relevanter Zusammenhänge

| Modellsuppe             | Attribute                    | Proben-nummer | Korrelationskoeffizient |               |
|-------------------------|------------------------------|---------------|-------------------------|---------------|
|                         |                              |               | nach Pearson            | nach Spearman |
| <b>Rindsuppe</b>        | süß-bitter                   | Probe D       | -0,221                  | -0,167        |
|                         | süß-Suppengemüseflavour      | Probe B       | 0,604 **                | 0,629 **      |
|                         | Rindflavour-salzig           | Probe A       | 0,623 **                | 0,602 **      |
|                         | Rindflavour-adstringierend   | Probe D       | -0,398 *                | -0,458 **     |
|                         | bitter-adstringierend        | Probe C       | 0,649 **                | 0,675 **      |
|                         |                              | Probe D       | 0,542 **                | 0,491 **      |
|                         | sauer-adstringierend         | Probe A       | 0,470**                 | 0,385 *       |
| <b>Kürbiscremesuppe</b> | süß-bitter                   | Probe D       | -0,200                  | -0,187        |
|                         | bitter-adstringierend        | Probe C       | 0,577 **                | 0,544 **      |
|                         |                              | Probe D       | 0,832 **                | 0,838 **      |
|                         | Kürbisflavour-adstringierend | Probe C       | -0,590 **               | -0,572 **     |
|                         | sauer-adstringierend         | Probe C       | 0,509 **                | 0,487 **      |

A = Modellsuppe mit 1% NaCl; B = Modellsuppe mit 0,75% NaCl und 0,25% KCl; C = Modellsuppe mit 0,50% NaCl und 0,50% KCl; D = Modellsuppe mit 0,25% NaCl und 0,75% KCl

\* signifikant ( $p < 0,05$ ), \*\* hochsignifikant ( $p < 0,01$ )

#### 4.4.1 Korrelationen zwischen den Attributen in der Rindsuppe

##### 4.4.1.1 Korrelation süß-bitter

Bei den Geschmacks-/Flavourprofilen der Probe D der Rindsuppe trat die Vermutung auf, dass zwischen den Attributen süß und bitter ein Zusammenhang besteht. Je höher die Intensität der Bitterkeit wahrgenommen wurde, umso

geringer war die empfundene Intensität des süßen Geschmacks. Bei Überprüfung mittels der Korrelationskoeffizienten ließ sich dieser Zusammenhang aber nicht bestätigen. Es war nur ein nicht signifikanter ( $p > 0,05$ ), schwach negativer Zusammenhang ( $r_{\text{Pearson}} = -0,221$  und  $r_{\text{Spearman}} = -0,167$ ) zu beobachten (Abbildung 20).

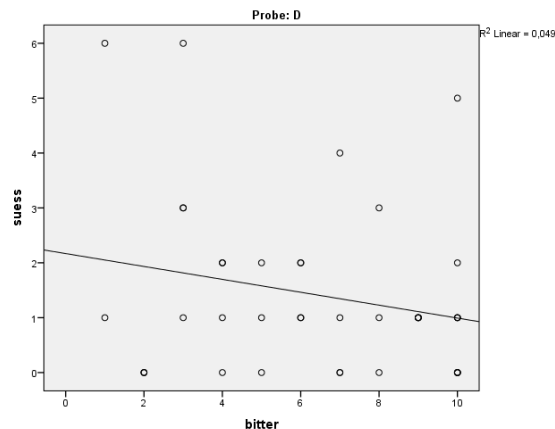


Abbildung 20: Zusammenhang zwischen süß und bitter in Probe D (Rindsuppe)

#### 4.4.1.2 Korrelation süß-Suppengemüseflavour

Zwischen der wahrgenommenen Intensität des süßen Geschmacks und dem Suppengemüseflavour konnte in Probe B ein hochsignifikanter ( $p < 0,01$ ) und positiver Zusammenhang beobachtet werden. Die Korrelationskoeffizienten betrugen  $r_{\text{Pearson}} = 0,604$  und  $r_{\text{Spearman}} = 0,629$  (Abbildung 21).

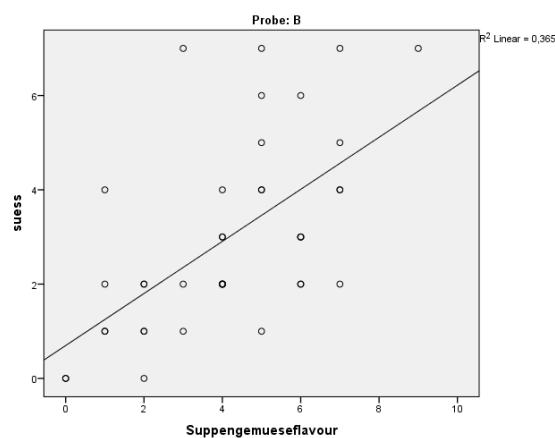


Abbildung 21: Zusammenhang zwischen Suppengemüseflavour und süß in Probe B (Rindsuppe)

#### 4.4.1.3 Korrelation Rindflavour-salzig

In Probe A der Rindsuppe war ein positiver Zusammenhang zwischen dem Rindflavour und dem salzigen Geschmack beobachtbar. Die Korrelationskoeffizienten betrugen  $r_{\text{Pearson}} = 0,623$  und  $r_{\text{Spearman}} = 0,602$  und waren hochsignifikant ( $p < 0,01$ ). Je intensiver der Rindflavour wahrgenommen wurde, desto stärker war auch die empfundene Intensität der Salzigkeit (Abbildung 22).

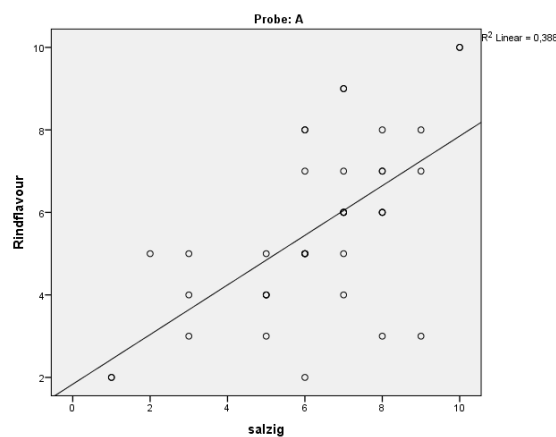


Abbildung 22: Zusammenhang zwischen Rindflavour und salzig in Probe A (Rindsuppe)

#### 4.4.1.4 Korrelation Rindflavour-adstringierend

Ein negativer Zusammenhang zwischen dem Rindflavour und der Adstringenz konnte in der Probe D der Rindsuppe beobachtet werden. Die Korrelationen waren signifikant und betrugen  $r_{\text{Pearson}} = -0,398$  ( $p < 0,05$ ) und  $r_{\text{Spearman}} = -0,458$  ( $p < 0,01$ ). Je intensiver die Adstringenz empfunden wurde, desto niedriger war die Intensität des Rindflavours ausgeprägt (Abbildung 23).

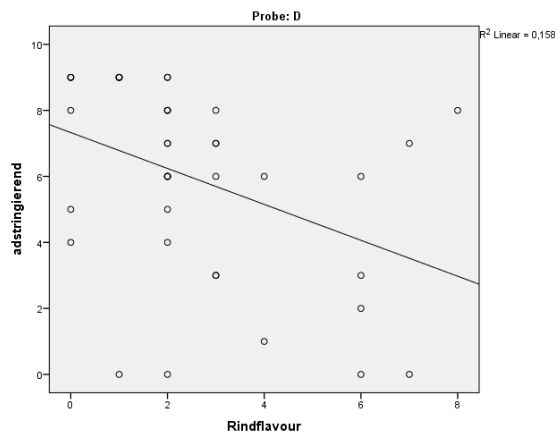


Abbildung 23: Zusammenhang zwischen adstringierend und Rindflavour in Probe D (Rindsuppe)

#### 4.4.1.5 Korrelation bitter-adstringierend

In den Proben C und D der Rindsuppe war eine Korrelation zwischen den Attributen bitter und adstringierend erkennbar. Je höher die Bitterkeit war, desto höher war auch die Adstringenz.

Die Korrelationskoeffizienten betrugen  $r_{\text{Pearson}} = 0,649$  und  $r_{\text{Spearman}} = 0,675$  (Probe C) bzw.  $r_{\text{Pearson}} = 0,542$  und  $r_{\text{Spearman}} = 0,491$  (Probe D). Es lagen signifikant mittelstarke Korrelationen vor (beide  $p < 0,01$ ), wobei der Zusammenhang in Probe C stärker war als in Probe D (Abbildung 24).

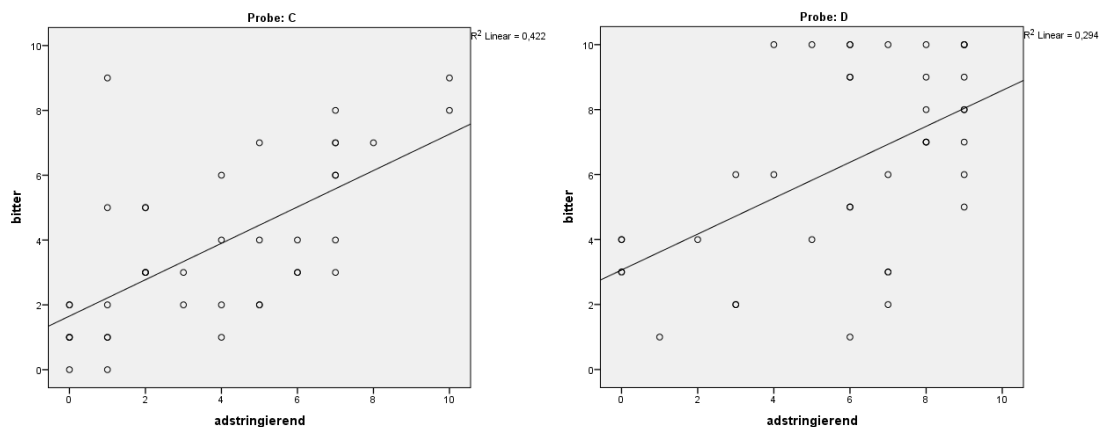


Abbildung 24: Zusammenhang zwischen bitter und adstringierend in den Proben C und D (Rindsuppe)

#### 4.4.1.6 Korrelation sauer-adstringierend

Es war eine signifikant positive Korrelation zwischen dem sauren Geschmack und der Adstringenz bei der Probe A der Rindsuppe beobachtbar ( $r_{\text{Pearson}} = 0,470$ ,  $p < 0,01$ ;  $r_{\text{Spearman}} = 0,385$ ,  $p < 0,05$ ). Der Zusammenhang war durchschnittlich. Je höher die empfundene Intensität des sauren Geschmacks, desto ausgeprägter war auch die Adstringenz (Abbildung 25).

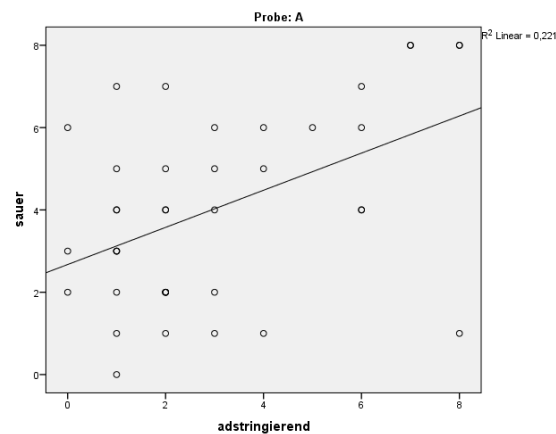


Abbildung 25: Zusammenhang zwischen sauer und adstringierend in Probe A (Rindsuppe)

#### 4.4.2 Korrelationen zwischen den Attributen in der Kürbiscremesuppe

##### 4.4.2.1 Korrelation süß-bitter

Wie in der Rindsuppe, ließ sich auch in den Geschmacks-/Flavourprofilen der Probe D der Kürbiscremesuppe ein Trend für den Zusammenhang zwischen süß und bitter beobachten. Mit der Bitterkeit sank die wahrgenommene Intensität des süßen Geschmacks. Es bestand ein schwach negativer, aber nicht signifikanter Zusammenhang ( $r_{\text{Pearson}} = -0,200$ ,  $r_{\text{Spearman}} = -0,187$ ) (Abbildung 26).

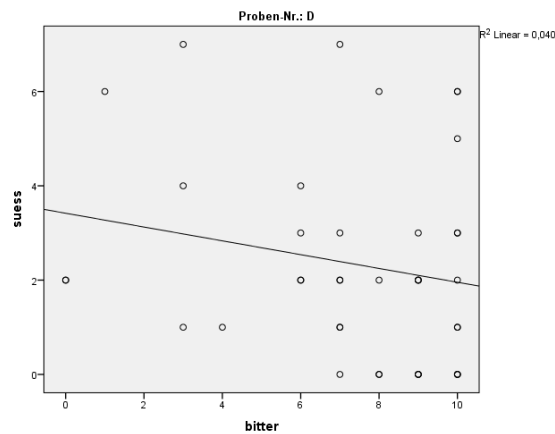


Abbildung 26: Zusammenhang zwischen süß und bitter in Probe D (Kürbiscremesuppe)

#### 4.4.2.2 Korrelation bitter-adstringierend

Eine auffallend hohe und hochsignifikante ( $p < 0,01$ ) Korrelation zwischen bitter und adstringierend war in der Probe D der Kürbiscremesuppe vorzufinden ( $r_{\text{Pearson}} = 0,832$ ;  $r_{\text{Spearman}} = 0,838$ ). Dies ist sehr gut in Abbildung 27 erkennbar, die Punkte reihen sich entlang der Geraden an. War mehr KCl in der Probe, so wurde die Bitterkeit intensiver wahrgenommen und sie korrelierte positiv mit der Adstringenz.

Auch in der Probe C ließ sich eine signifikant positive Korrelation zwischen den beiden Attributen beobachten ( $p < 0,01$ ). Die Korrelationskoeffizienten betrugen nach Pearson  $r = 0,577$  und nach Spearman  $r = 0,544$  (Abbildung 27).

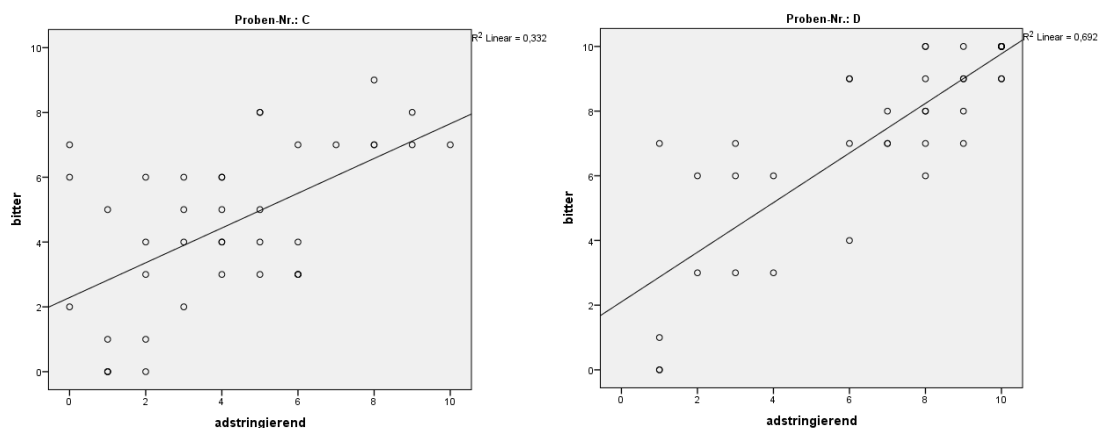


Abbildung 27: Zusammenhang zwischen bitter und adstringierend in den Proben C und D (Kürbiscremesuppe)

#### 4.4.2.3 Korrelation Kürbisflavour-adstringierend

Eine hochsignifikant negative Korrelation ( $r_{\text{Pearson}} = -0,590$ ,  $r_{\text{Spearman}} = -0,572$ ;  $p < 0,01$ ) konnte zwischen dem Kürbisflavour und der Adstringenz in der Probe C der Kürbiscremesuppe, mit einem KCl-Anteil von 50%, beobachtet werden. Je intensiver die Adstringenz wahrgenommen wurde, desto schwächer war der empfundene Kürbisflavour (Abbildung 28).

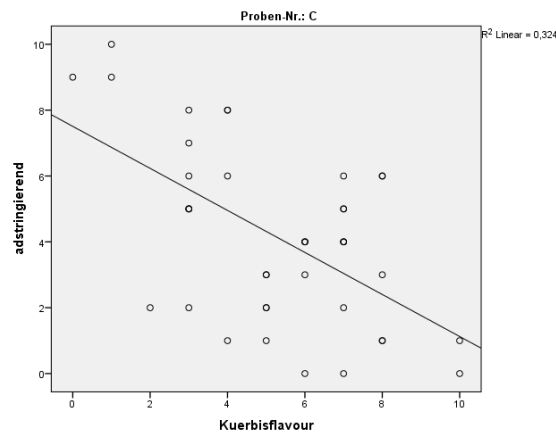


Abbildung 28: Zusammenhang zwischen Kürbisflavour und adstringierend in Probe C (Kürbiscremesuppe)

#### 4.4.2.4 Korrelation sauer-adstringierend

Zwischen dem sauren Geschmack und der Adstringenz war in Probe C der Kürbiscremesuppe ein mittlerer, signifikant positiver Zusammenhang beobachtbar ( $r_{\text{Pearson}} = 0,509$ ,  $r_{\text{Spearman}} = 0,487$ ;  $p < 0,01$ ). Mit dem sauren Geschmack stieg auch die Adstringenz (Abbildung 29).

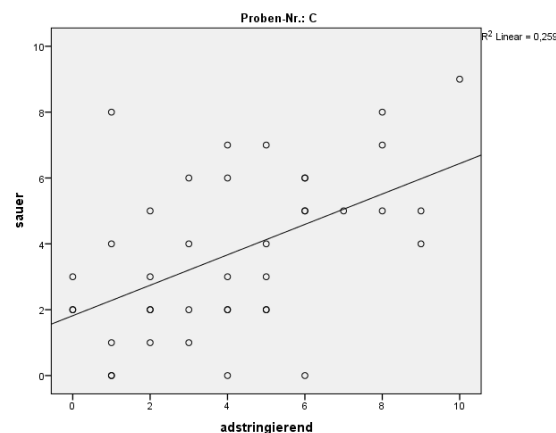


Abbildung 29: Zusammenhang zwischen sauer und adstringierend in Probe C (Kürbiscremesuppe)

## 5 Diskussion

Auf dem österreichischen Markt gibt es eine Vielzahl von Suppenprodukten. Besonders Rindsuppe wird häufig vertrieben, entweder als Suppenwürfel oder als –pulver. Der Gehalt an NaCl bei einer Portion (250 g) dieser Suppen liegt bei 2-3 g. Es wurde für die vorliegende Arbeit daher der durchschnittliche NaCl-Gehalt von 2,5 g pro 250 g gewählt. Die Ausgangskonzentration betrug somit 1% NaCl, von welcher ausgehend drei gleichmäßige Abstufungen im Abstand von 25% NaCl sowie gleichzeitigem Ersatz von 25%, 50% und 75% KCl gewählt wurden, um den Einfluss besser beobachten und bewerten zu können. Studien haben gezeigt, dass NaCl teilweise durch KCl substituiert werden kann, es ist je nach Produktgruppe ein Ersatz bis zu 50% möglich. In den Modellsuppen wurde untersucht, wie viel NaCl durch KCl ersetzt werden kann, ohne dass sensorische Veränderungen auftreten.

Die Intensität der empfundenen Geschmacksqualität kann durch verschiedene Stoffe gesteigert oder gemindert werden. Eine Verstärkung (Enhancement) wird durch die Zugabe eines Stoffs derselben Geschmacksqualität ausgelöst. Wird ein Stoff unterschiedlicher Geschmacksqualität zugegeben, kann es zu einer Suppression kommen. Das bedeutet, dass die Intensität der Wahrnehmung vermindert ist. Wird diese Suppression verstärkt, so spricht man von einer Maskierung [KEAST und BRESLIN, 2002].

In der vorliegenden Arbeit konnten Ähnlichkeiten in der Beurteilung der Intensitäten der Attribute der zwei untersuchten Modellsuppen beobachtet werden. So verfügte die Probe mit einem reduzierten NaCl-Gehalt und gleichzeitigem Ersatz mit KCl um 25% (Probe B) bei beiden Modellsuppen über ein ähnliches sensorisches Profil wie die Referenz mit ausschließlich NaCl (Probe A).

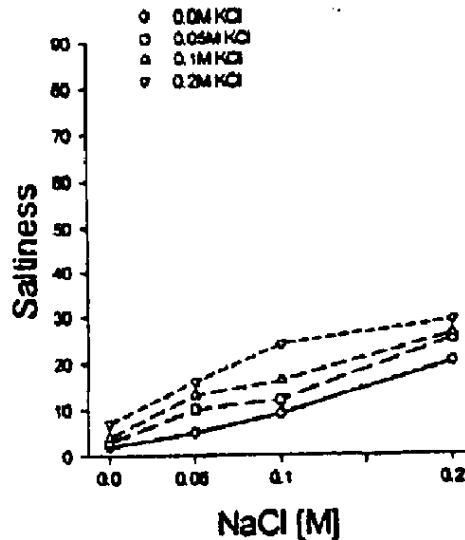
Die sensorischen Profile der Rindsuppe zeigten, dass bei einer KCl-Konzentration von 0,25% (Probe B) der salzige Geschmack der Suppe

vergleichbar mit der Referenz (1% NaCl) war. Es war zudem zu beobachten, dass bei der Referenz der Rindflavour mit der Salzigkeit signifikant positiv korrelierte ( $p < 0,01$ ;  $r_{\text{Pearson}} = 0,623$ ,  $r_{\text{Spearman}} = 0,602$ ).

Mit steigender KCl-Konzentration der Proben (0,50% bzw. 0,75%) wurde die Intensität des salzigen Geschmacks in der Rindsuppe sowohl von den geschulten als auch von den ungeschulten Prüfpersonen signifikant geringer wahrgenommen ( $p < 0,01$ ), in der Kürbiscremesuppe nur von den ungeschulten Panellisten ( $p < 0,01$ ).

HOOGE und CHAMBERS [2010] stellten in ihrer Studie zum Einfluss von KCl auf die Wahrnehmung der Grundgeschmacksarten in Modellsuppen fest, dass bei der Hühnersuppe keine signifikanten Unterschiede in der Intensität der Salzigkeit zwischen der Referenzprobe (960 mg  $\text{Na}^+$ ) und den reduzierten Suppen (460 mg  $\text{Na}^+$ ) mit einer KCl-Konzentration von 0,60% bzw. 0,75% zu beobachten waren. Bei der Suppe mit 460 mg  $\text{Na}^+$  und einem KCl-Gehalt von 0,45% oder weniger sank die Intensität der Salzigkeit signifikant. In der Tomatensuppe wurde die Intensität des salzigen Geschmacks bei den Proben mit 460 mg  $\text{Na}^+$  und 0,30% KCl oder weniger im Vergleich zur Referenz (960 mg  $\text{Na}^+$ ) signifikant niedriger bewertet. Im Vergleich zur Probe mit 860 mg  $\text{Na}^+$ , bei welcher die Intensität des salzigen Geschmacks am höchsten beurteilt wurde, konnte nur bei der Probe mit 460 mg  $\text{Na}^+$  und 0,60% KCl kein signifikanter Unterschied beobachtet werden. In allen anderen KCl-Proben war der salzige Geschmack im Vergleich zur Probe mit 860 mg  $\text{Na}^+$  weniger intensiv.

In einer Studie von KEAST et al. [2001] wurde die Salzigkeit von NaCl in einem wässrigen Medium bei jeder untersuchten Konzentration durch KCl (0,0M-0,2M, dies entspricht 0,0-1,49 g KCl pro 100 g) verstärkt (Abbildung 30).



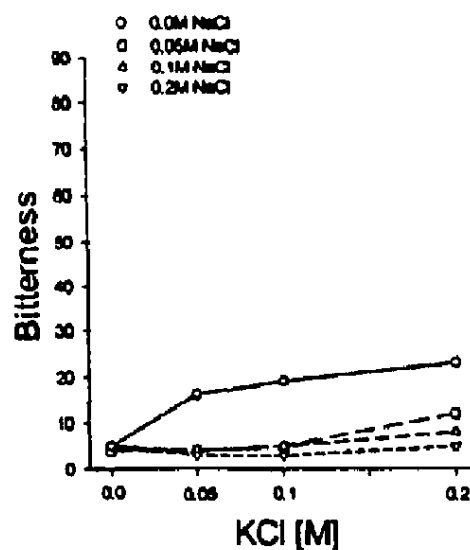
0,0M NaCl=0,0g/100g; 0,05M NaCl=0,29g/100g; 0,1M NaCl=0,58g/100g; 0,2M NaCl=1,17g/100g  
 0,0M KCl=0,0g/100g; 0,05M KCl=0,37g/100g; 0,1M KCl=0,75g/100g; 0,2M KCl=1,49g/100g

*Abbildung 30: Ausprägung der Salzigkeit bei verschiedenen Konzentrationen an NaCl und KCl [KEAST et al., 2001]*

Die Intensität des umami Geschmacks wurde bei beiden Modellsuppen von dem trainierten Panel in allen vier Proben ähnlich wahrgenommen. Die ungeschulten Panellisten bewerteten allerdings den umami-Geschmack bei beiden Modellsuppen mit steigender KCl-Konzentration (0,50% bzw. 0,75%) signifikant weniger intensiv ( $p < 0,01$ ). KURAMITSU et al. [1997] stellten in ihrer Studie zur partiellen Substitution von NaCl mit KCl in Sojasauce hingegen eine stärkere Wahrnehmung des umami Geschmacks durch den Ersatz von KCl fest.

Die empfundene Intensität der Bitterkeit stieg bei beiden Modellsuppen bei einem Ersatz von 50% bzw. 75% KCl signifikant ( $p < 0,01$ ). Studien bestätigen, dass der Einsatz von KCl in höheren Dosen zur Entstehung eines bitteren Nachgeschmacks führt [FITZGERALD und BUCKLEY, 1985; DESMOND, 2007]. HOOGE und CHAMBERS [2010] beobachteten in ihrer Studie allerdings mit steigendem KCl-Gehalt keine signifikanten Unterschiede in der Intensität des bitteren Geschmacks bei der Hühnersuppe.

In den Proben A und B war die Bitterkeit niedrig ausgeprägt. Dies lässt sich dadurch erklären, dass Natriumsalze den bitteren Geschmack unterdrücken können. KEAST et al. [2001] stellten in ihrer Studie fest, dass in einem wässrigen Medium bei einer Mischung aus 0,2M NaCl (1,17 g pro 100 g) und 0,2M KCl (1,49 g pro 100 g) der bittere Geschmack, ausgelöst durch KCl, vermindert war. Bei Konzentrationen von 0,0M und 0,05M NaCl (0,0 g bzw. 0,29 g pro 100 g) und 0,2M KCl (1,49 g pro 100 g) war die Bitterkeit ausgeprägter (Abbildung 31).



0,0M NaCl=0,0g/100g; 0,05M NaCl=0,29g/100g; 0,1M NaCl=0,58g/100g; 0,2M NaCl=1,17g/100g  
 0,0M KCl=0,0g/100g; 0,05M KCl=0,37g/100g; 0,1M KCl=0,75g/100g; 0,2M KCl=1,49g/100g

*Abbildung 31: Ausprägung der Bitterkeit bei verschiedenen Konzentrationen an NaCl und KCl [KEAST et al., 2001]*

Die Unterdrückung des bitteren Geschmacks erfolgt über die periphere oder die kognitive Interaktion. Werden zwei Geschmackskomponenten vermischt, dann besteht die Möglichkeit, dass eine Komponente die Geschmacksrezeptorzellen oder die Mechanismen für die Transduktion der anderen Komponente beeinflusst. Diese periphere Interaktion findet auf der zellulären/epithelialen Ebene statt und tritt beispielsweise zwischen Natriumsalzen und bestimmten Bitterstoffen auf [KEAST und BRESLIN, 2002]. KROEZE und BARTOSHUK [1985] stellten in ihrer Studie fest, dass eine bittere Komponente auf der einen Seite der Zunge und ein Natrium Salz auf der anderen Seite zunächst zu keiner

Suppression des bitteren Geschmacks führten. Erst als die beiden Substanzen auf der Zunge miteinander vermischt wurden, reduzierte sich die Intensität des bitteren Geschmacks.

Bei dem Weg der kognitiven Wechselwirkung interagieren die Geschmacksstimuli mit den Transduktionsmechanismen, und afferente Signale gelangen in das Gehirn, wo sie dekodiert werden und die Geschmacksempfindung ausgelöst wird [KEAST und BRESLIN, 2002].

Die Mechanismen der Unterdrückung des bitteren Geschmacks durch Natriumsalze sind vielfältig, so bilden die Natriumionen möglicherweise ein Schild um Teile des G-Proteins oder verändern deren Struktur, wodurch die G-Protein gekoppelten Rezeptoren nicht mehr so affin für Bitterstoffe sind. Es können zudem die an der Geschmackstransduktion beteiligten Natrium-Ionenpumpen und Kanäle moduliert werden oder die zelluläre Membran der Rezeptoren stabilisiert werden, wodurch der Zutritt der bitteren Substanzen gehemmt wird [KEAST et al., 2001]. Natriumsalze wirken jedoch nicht bei allen Bitterstoffen inhibierend, so wird der bittere Geschmack von Tetralone (Bitterstoff in Bier) durch Natriumsalze nicht unterdrückt, sondern teilweise sogar verstärkt [KEAST et al., 2004].

Parallel zur erhöhten Bitterkeit wurde mit steigendem KCl-Anteil auch die Adstringenz bei beiden Modellsuppen intensiver wahrgenommen. Der Zusammenhang zwischen Bitterkeit und Adstringenz war statistisch signifikant ( $p < 0,01$ ). Je höher die Bitterkeit, desto höher war auch die empfundene Adstringenz. Die Korrelationskoeffizienten bewegten sich in Abhängigkeit von der untersuchten Probe von 0,491 bis 0,838. Die nicht geschulten Panellisten beurteilten die Proben C und D (0,50% bzw. 0,75% KCl) beider Modellsuppen signifikant stärker adstringierend ( $p < 0,01$ ), bei den geschulten Personen lag eine signifikant intensivere Wahrnehmung nur bei der Kürbiscremesuppe vor ( $p < 0,01$ ). Bei der Rindsuppe ließ sich allerdings ein Trend bei der Beurteilung durch die trainierten Panellisten erkennen.

Mit steigender KCl-Konzentration (0,50% bzw. 0,75%) wurde die Intensität des süßen Geschmacks in der Kürbiscremesuppe von beiden Panelgruppen signifikant geringer bewertet ( $p < 0,01$ ). In der Rindsuppe wurde der süße Geschmack nur durch die ungeschulten Panellisten signifikant geringer wahrgenommen ( $p < 0,01$ ). HOOGE und CHAMBERS [2010] beobachteten in ihrer Studie hingegen, dass bei der Tomatensuppe ein niedriger KCl-Gehalt (Probe mit 360 mg  $\text{Na}^+$  und 0,15% KCl) zu einer geringeren empfundenen Intensität des süßen Geschmacks führte als eine höhere Konzentration an KCl (Probe mit 460 mg  $\text{Na}^+$  und 0,75% KCl).

Die Wahrnehmung des süßen Geschmacks kann durch Bitterstoffe unterdrückt werden. So hemmt beispielsweise Chinin den TRPM5-Ionenkanal, wodurch die Wahrnehmung von süß inhibiert wird [TALAVERA et al., 2008]. Auch KCl vermindert und unterdrückt den süßen Geschmack [KEAST und BRESLIN, 2002]. Werden süße und bittere Geschmacksstimuli miteinander vermischt, so findet über den Weg der kognitiven Interaktion eine Suppression der einzelnen Geschmacksqualitäten statt [KROEZE und BARTOSHUK, 1985]. Auf der anderen Seite können Süßstoffe, wie beispielsweise Sucrose oder Thaumatin, die Wahrnehmung des Geschmacks bitterer Substanzen beeinträchtigen [MCGREGOR, 2007].

Statistisch betrachtet war in beiden Modellsuppen kein signifikanter Zusammenhang zwischen süß und bitter erkennbar. Es wurde ein Trend beobachtet, dass mit höherer Intensität der Bitterkeit der süße Geschmack geringer wahrgenommen wurde.

Die Intensität des sauren Geschmacks wurde bei der Rindsuppe bei höheren Konzentrationen an KCl (0,50% bzw. 0,75%) signifikant geringer wahrgenommen (geschulte Panellisten:  $p < 0,01$ ; nicht geschulte Panellisten:  $p < 0,05$ ). KEAST und BRESLIN [2002] leiteten in ihrem Review zu binären Geschmacks-Interaktionen die Theorie ab, dass der saure Geschmack in höheren Konzentrationen durch den bitteren Geschmack unterdrückt wird (Abbildung 32). In ihrer Studie zum Einfluss von KCl auf die Wahrnehmung der Grundgeschmacksarten in Modellsuppen fanden HOOGE und CHAMBERS

[2010], im Gegensatz zu den Ergebnissen vorliegender Arbeit, keinen signifikanten Einfluss von KCl auf die Intensität des sauren Geschmacks.

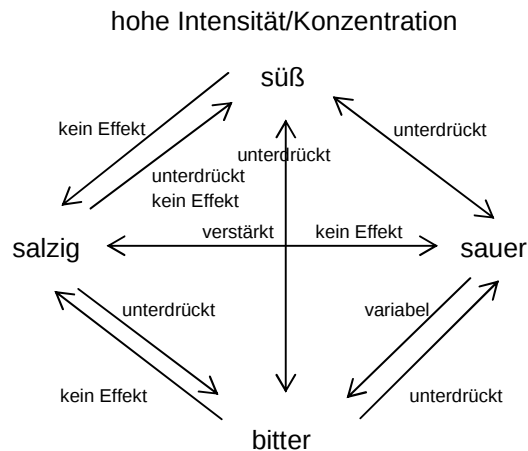


Abbildung 32: Wechselwirkung zwischen vier Grundgeschmacksarten in hoher Konzentration, modifiziert nach KEAST und BRESLIN, 2002

Die Intensitäten der Flavourattribute Rind- und Suppengemüseflavour (Rindsuppe) und Kürbisflavour (Kürbiscremesuppe) wurden von den Prüfpersonen mit steigender KCl-Konzentration (0,50% bzw. 0,75%) signifikant geringer wahrgenommen ( $p < 0,01$ ), während die Adstringenz der Proben gestiegen ist. Die Adstringenz korrelierte signifikant negativ mit den Flavourattributen Rindflavour ( $r_{\text{Pearson}} = -0,398$ ,  $p < 0,05$ ;  $r_{\text{Spearman}} = -0,458$ ,  $p < 0,01$ ) und Kürbisflavour ( $r_{\text{Pearson}} = -0,590$ ,  $r_{\text{Spearman}} = -0,572$ ,  $p < 0,01$ ).

Der Mundbelag wurde bei der Rindsuppe durch die geschulten Prüfpersonen mit steigender KCl-Konzentration (0,75%) signifikant höher beurteilt ( $p < 0,01$ ). Die ungeschulten Panellisten nahmen die Ausprägung des Mundbelags in allen vier Proben der Rindsuppe ähnlich wahr.

Aus den Ergebnissen konnten aufgrund der steigenden KCl-Konzentrationen bestimmte Unterschiede im Vergleich zur Referenzprobe (1% NaCl) beobachtet werden, die in beiden Modellsuppen aufgetreten sind. Es gab aber auch suppenspezifische Differenzen, welche auf die unterschiedlichen Matrices der

Suppen zurückgeführt werden könnten. Rindsuppe verfügt über eine einfache Matrix, Kürbiscremesuppe über eine komplexe Matrix.

HOOGE und CHAMBERS [2010] fanden in ihrer Studie bei der Wahrnehmung des salzigen Geschmacks Unterschiede zwischen Hühnersuppe und Tomatensuppe. Es lag bei der Tomatensuppe mehr Variabilität bei den zugesetzten KCl-Konzentrationen vor als bei der Hühnersuppe. Tomatensuppe ist ein komplexeres Geschmacks- und Flavoursystem, welches eine vollständige Wahrnehmung des Flavours sogar bei einem reduzierten NaCl-Gehalt erlaubt. In einer Studie zur partiellen Substitution von NaCl mit KCl in Sojasauce wurde eine stärkere Wahrnehmung des umami Geschmacks durch den Ersatz von KCl festgestellt [KURAMITSU et al. 1997]. Auch die Wahrnehmung des Flavours ist abhängig von der Matrix. So fanden KATSIARI et al. [1997] in ihrer Studie zur partiellen Substitution von NaCl mit KCl in Fetakäse keine signifikanten Unterschiede in der Beurteilung der Intensitäten des Flavours bei einem Ersatz von NaCl durch KCl um 50%.

Ergebnisse von Studien haben gezeigt, dass die Zugabe von Verdickungsmitteln in Modellprodukten eine verminderte Wahrnehmung der Geruchsintensität verursachte [COOK et al., 2003]. In Wasser senkte eine Erhöhung der Viskosität die Intensitäten von süß und bitter [CALVINO et al., 1993]. Es scheint als habe die Matrix einen entscheidenden Einfluss auf die Wahrnehmung von Geschmacks- und Flavourattributen.

Wie aus den Ergebnissen zu entnehmen ist, spielt auch der Schulungsstatus der Prüfpersonen eine Rolle bei der Evaluierung der Modellsuppen. Grund für die zum Teil unterschiedlichen Bewertungen der beiden Panelgruppen könnte sein, dass Konsumenten über eine niedrigere Objektivität und eine höhere Subjektivität verfügen, welche sie nicht so leicht ausschalten können. BRESLIN [2001] hat gezeigt, dass neben den Umständen der Verkostung und der Erfahrung der Panellisten ebenso hedonische Parameter, wie Meinung, Wissen oder Vorstellung, einen Einfluss auf die Beurteilung von Lebensmitteln haben.

In einer Studie über Muskelfleisch konnte beispielsweise gezeigt werden, dass Konsumenten unterschiedliche sensorische Charakteristika für verschiedene Fleischprodukte erwarteten [LOGUE und SMITH, 1986]. Ob Obst und Gemüse über eine gute oder schlechte Qualität verfügt, hängt laut einer Studie letztendlich von der Meinung der Konsumenten ab [LYON, 1990]. Ungeschulte Panellisten nehmen die Intensitäten der Attribute stärker wahr als trainierte Personen, welche hingegen die einzelnen Attribute charakteristischer erkennen können [GARCIA et al., 2011].

## 6 Schlussfolgerung

Eine hohe Salzaufnahme steht in Zusammenhang mit der Entwicklung von Bluthochdruck. Hierfür ist vor allem das Kation Natrium verantwortlich. Es gibt daher Bestrebungen den Salzkonsum in der Bevölkerung zu reduzieren. Eine Möglichkeit stellt die Reduktion von Natriumchlorid und gleichzeitig partielle Substitution mit Kaliumchlorid in der Lebensmittelherstellung dar.

In der vorliegenden Arbeit wurden zwei typisch österreichische Modellsuppen (Rindsuppe und Kürbiscremesuppe) entwickelt und NaCl partiell mit KCl ersetzt. Mittels Quantitativer Deskriptiver Analyse (QDA) untersuchten geschulte und nicht geschulte Prüfpersonen, welche die Verbraucher des Produkts darstellen, beide Suppen. Es wurde primär der Frage nachgegangen, wie viel NaCl durch KCl in den Modellsuppen ersetzt werden kann, ohne dass das sensorische Profil negativ beeinflusst wird.

Von den Ergebnissen der sensorischen Analyse ist zu entnehmen, dass eine Kochsalzreduktion um 25% und ein Ersatz mit KCl um denselben Prozentsatz in beiden Modellsuppen möglich sind. Die mit NaCl reduzierten Proben (0,75% NaCl und 0,25% KCl) zeigten vergleichbare Geschmacks-/Flavourprofile wie die Referenz mit 1% NaCl (2,5 g pro 250 g). Eine Kochsalzreduktion und ein Ersatz mit KCl um 50% bzw. 75% führten zu einer stärker ausgeprägten Bitterkeit und Adstringenz. In der Studie von HOOGE und CHAMBERS [2010] zur partiellen Substitution von NaCl mit KCl in Modellsuppen war eine Reduktion des NaCl-Gehalts um 48% und gleichzeitigem Einsatz von 0,6-0,75% KCl in der Hühnersuppe ohne Verlust der Salzigkeit oder Anstieg der Bitterkeit möglich. In der Tomatensuppe konnte ein KCl-Gehalt von 0,45-0,75% eingesetzt werden um zu den gleichen Ergebnissen zu gelangen. In einer Studie des College of Agriculture Food & Rural Enterprise (CAFRE) wurde eine Tomatensuppe mit einem Ersatz von NaCl durch KCl (66%) von den Konsumenten aber nicht akzeptiert [CAFRE, 2012a].

Die zweite Fragestellung in Bezug auf die Einsetzbarkeit von ungeschulten Prüfpersonen für eine deskriptive sensorische Analyse bei der Entwicklung eines Modellprodukts konnte nicht eindeutig beantwortet werden. Aus den Ergebnissen sieht man, dass der salzige Geschmack von geschulten Prüfpersonen im Vergleich mit den Konsumenten überraschenderweise in allen Salzmischungen gleich intensiv wahrgenommen wurde. Bei anderen Attributen konnten jedoch Unterschiede in der Beurteilung zwischen den Panelgruppen beobachtet werden. So bewerteten die Panelgruppen in der Rindsuppe süß und bitter, und in der Kürbiscremesuppe die Attribute süß, sauer, bitter, Kürbisflavour, Mundbelag und adstringierend unterschiedlich.

Laut SIDEL und STONE [1993] ist die Meinung der Konsumenten bei sensorischen Analysen wichtig um die Nachhaltigkeit der Produkte zu gewährleisten. Die Daten der ungeschulten Personen sind mitunter die wichtigsten Daten, die Forscher sammeln, da sie die Meinung des Verbrauchers widerspiegeln. Allerdings reichen Konsumentendaten alleine nicht immer aus, da ungeschulten Panellisten nicht im Gebrauch von Wörtern zur Beschreibung der spezifischen sensorischen Wahrnehmungen trainiert sind [ISMAIL et al., 2001]. Andererseits können die Ergebnisse von geschulten Panellisten nicht auf Konsumenten übertragen werden. Die beiden unterschiedlichen Daten ergänzen sich daher gut und erlauben eine valide Aussage zu treffen [MUNOZ und CHAMBERS, 1993]. Auch wenn Schwierigkeiten im Ausdruck der Wahrnehmungen vorhanden sind, sind die Empfindungen und Bedürfnisse der Verbraucher wichtig, da sie darauf ihre Produktentscheidungen treffen [ROCHFORD, 1991]. Bezüglich der Kosten ist es laut KOHLI und JAWORSKI [1990] günstiger Konsumenten von Beginn an in den Produktentwicklungsprozess zu involvieren. Die Kosten, die bei Scheitern eines Produkts entstehen, übersteigen die Investitionskosten deutlich. Es wird daher empfohlen Konsumenten in den gesamten Prozess der Entwicklung eines neuen Produkts zu involvieren.

Die Wahrnehmung der Geschmackseigenschaften ist zudem abhängig von der Matrix des Produkts [MATTES, 1997]. Die beiden Modellsuppen der vorliegen-

den Untersuchung verfügen über zum Teil nicht idente Beurteilungen, was möglicherweise an den unterschiedlichen Matrices der Suppen liegt. Rindsuppe verfügt über eine einfache Matrix, Kürbiscremesuppe über eine komplexe Matrix.

Wie die Ergebnisse einer Studie zeigten, führte die Zugabe von Verdickungsmittel in Modellprodukten nicht nur zu einer veränderten Textur, sondern verminderte auch die Wahrnehmung der Geruchsintensität [COOK et al., 2003]. Eine Erhöhung der Viskosität unterdrückte die Geschmacksintensitäten von süß und bitter in Wasser [CALVINO et al., 1993]. HOOGE und CHAMBERS [2010] fanden in ihrer Studie Unterschiede in der Wahrnehmung der Salzigkeit zwischen Hühnersuppe und Tomatensuppe. So sank die empfundene Salzigkeit in der Hühnersuppe bei einer NaCl-reduzierten Probe (460 mg Na<sup>+</sup>) mit einer KCl-Konzentration von 0,45%, wo hingegen dieser KCl-Gehalt bei der Tomatensuppe zu einer ähnlichen Wahrnehmung des salzigen Geschmacks führte wie bei der Referenzprobe (960 mg Na<sup>+</sup>). Tomatensuppe ist ein komplexeres Geschmacks- und Flavoursystem, welches eine vollständige Wahrnehmung des Flavours sogar bei einem reduzierten NaCl-Gehalt erlaubt. Der Matrixeinfluss sollte daher nicht unterschätzt werden [KEAST und BRESLIN, 2002].

Bisherige Untersuchungen zeigten, dass KCl als teilweiser Ersatz von NaCl in der Lebensmittelherstellung eingesetzt werden kann. So ist in Käse ein Ersatz von 25-50% möglich [KARAGÖZLÜ et al., 2008; KATSIARI et al., 1997; KATSIARI et al., 1998; REDDY und MARTH, 1994; ALY, 1995]. In einem Fertiggericht (Tiefkühl-Lasagne) betrug die Substitution ohne sensorische Veränderungen 50% [MITCHELL et al., 2009]. Tomatenketchup mit einem KCl-Gehalt von 66% wurde von Konsumenten noch als akzeptabel angesehen [CAFRE, 2012b]. Die vorliegende Untersuchung hat gezeigt, dass in den Modellsuppen Rindsuppe und Kürbiscremesuppe eine Reduktion von NaCl und gleichzeitigem Ersatz durch KCl um 25% ähnliche Geschmacks- und Flavourwahrnehmungen hervorruft, wie eine Probe, die nur NaCl enthält. Bei

einem Ersatz von 50% bzw. 75% KCl in den Modellsuppen konnten eine stärkere Bitterkeit und Adstringenz beobachtet werden.

Eine Möglichkeit um den KCl-Anteil auf über 25% zu erhöhen, könnte der Einsatz bestimmter Substanzen sein, die den bitteren Geschmack unterdrücken. Die molekularen Mechanismen dahinter sind vielfältig, wie die Bildung eines Komplexes des Bitterstoffs [LEY, 2008]. Es konnte beispielsweise gezeigt werden, dass  $\beta$ -Cyclodextrin durch eine Komplexbildung in einer 0,05%-Koffeinelösung die wahrgenommene Bitterkeit von Koffein um 90% reduzierte [BINELLO et al., 2004]. Bitterstoffe binden, wie eingangs erwähnt, an T2R-Rezeptoren. Es wird daher der Einsatz von Antagonisten und Modulatoren für die T2R-Bindungsstelle sowie für die TRPM5-Funktion diskutiert. Des Weiteren könnten Komponenten eingesetzt werden, die den Transduktionsvorgang beeinflussen [LEY, 2008].

Im Folgenden werden Substanzen diskutiert, welche für die Maskierung der bitteren Geschmackswahrnehmung eingesetzt werden könnten:

So wie LEY [2008] in seinem Review berichtete, zeigten Ornithin-Derivate, wie L-Ornithyl- $\beta$ -Alanin oder L-Ornithinyltaurin, einen bitter-maskierenden Effekt gegen Kaliumsalze. In einer Lösung mit 0,2 g NaCl und 1,8 g KCl pro Liter trat keine Bitterkeit nach der Zugabe der Substanzen auf [FULLER und KURTZ, 1997a]. Imidazol-Derivate und  $\gamma$ -Amino-Buttersäure zeigten ähnliche Effekte [FULLER und KURTZ, 1997b; YAMAKOSHI et al., 2006]. In einer Lösung mit 20 g/L KCl und 0,6 g/L L-Aspartyl-L-Phenylalanin- $K^+$ -Salz wurde durch das asparaginsäurehaltige Dipeptid ebenso die Bitterkeit von KCl unterdrückt [HARADA und KAMADA, 2000]. Lactisol, ein bekannter Inhibitor des süßen Geschmacks, kann zudem den Off-Flavour von KCl unterdrücken [FULLER und KURTZ, 1997c; KURTZ und FULLER, 1993]. In einer Lösung mit 5% NaCl und 95% KCl sowie 500 ppm Lactisol trat keine Bitterkeit auf und die Lösung schmeckte wie eine pure NaCl-Lösung. In hohen Konzentrationen blockiert diese Substanz jedoch die Wahrnehmung des süßen Geschmacks, wodurch eine breite Anwendung und Akzeptanz des Produkts in Frage gestellt wird

[JOHNSON et al., 1994]. Der bittere Geschmack von KCl könnte zudem durch eine Kombination von AMP (Adenosinmonophosphat) mit Taurin maskiert werden [SALEMME und BARNDT, 2006]. Süßstoffe, wie Thaumatin, reduzieren ebenfalls den bitteren Geschmack von KCl [TAKAHIRO, 1988].

Obwohl die NaCl-Konzentration um 25% reduziert und durch KCl ersetzt werden konnte, ist die Verwendung von KCl durch den bitteren und adstringierenden Off-Flavour in der Lebensmittelherstellung von salzreduzierten Lebensmitteln limitiert. Es ist die Notwendigkeit gegeben zu untersuchen, ob ein Zusatz von bitter-maskierenden Substanzen breite Anwendung in der Lebensmittelherstellung findet. Dazu sind sensorische Analysen mit geschulten Personen notwendig, aber ebenso mit Konsumenten, um herauszufinden, ob eine Akzeptanz vorhanden ist.

## 7 Zusammenfassung

Die tägliche Aufnahme an NaCl übersteigt in den meisten Industrieländern die empfohlene Zufuhr von 6 g. Eine zu hohe Zufuhr an Natrium, die hauptsächlich über Natriumchlorid (NaCl) erfolgt, wird als eine der Hauptursachen für Hypertonie angesehen. Als eine Möglichkeit den Salzkonsum zu reduzieren, wird der partielle Ersatz von NaCl durch Kaliumchlorid (KCl) in der Lebensmittelherstellung diskutiert, da Kalium nachweislich den Blutdruck senkt. Die Bitterkeit sowie unerwünschte Flavour-Eigenschaften (chemisch, metallisch) limitieren aber die Anwendung von KCl.

Das Ziel vorliegender Untersuchung war jene KCl-Konzentration zu ermitteln, die geeignet ist einen Teil von NaCl in zwei Modellsuppen ohne Änderung des sensorisches Flavour-Profiles zu reduzieren. Zudem wurde der Frage nachgegangen, ob ungeschulte Prüfpersonen neben dem trainierten Panel geeignet sind, bei der Entwicklung neuartiger Produkte/Produktvarianten für deskriptive sensorische Beurteilungen eingesetzt zu werden. Zu diesem Zweck wurden zwei typisch österreichische Modellsuppen entwickelt (Rindsuppe und Kürbiscremesuppe), die mittels Quantitativer Deskriptiver Analyse (QDA) auf ihre Geschmacks- und Flavour-Eigenschaften beurteilt wurden. Je zehn geschulte und nicht geschulte Personen evaluierten die Intensitäten der Grundgeschmacksarten sowie ausgewählter Flavour-Attribute auf einer 10-Punkte-Skala von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv wahrnehmbar. Es wurden vier verschiedene Varianten der untersuchten Suppen mit folgenden Konzentrationen hergestellt:

Referenzsuppe A mit 1% NaCl, B, C und D Suppen mit jeweils 25%, 50% und 75% Ersatz von NaCl durch KCl.

Die Varianten A (Referenz) und B (25% Ersatz durch KCl) in beiden Modellsuppen zeigten ein ähnliches sensorisches Profil. Mit ansteigender Konzentration an KCl wurde die Salzigkeit in der Rindsuppe signifikant ( $p < 0,01$ ) niedriger beurteilt. In der Kürbiscremesuppe wurde der salzige Geschmack ebenso

geringer wahrgenommen, signifikant jedoch nur bei der Beurteilung von nicht geschulten Panellisten ( $p < 0,01$ ). Bei einem 50% bzw. 75% Ersatz von NaCl durch KCl konnte in beiden Modellsuppen eine stärker ausgeprägte Bitterkeit und Adstringenz beobachtet werden.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass in den beiden Modellsuppen eine 25% Reduktion der NaCl-Konzentration durch KCl ohne Veränderungen des sensorisches Flavour-Profiles möglich ist. Die Evaluierung der Intensität der Suppenattribute von beiden Panelgruppen ergab bis zu einem Ersatz von 25% KCl keine relevanten Unterschiede. Bei einer NaCl-Reduktion von 50% bzw. 75% konnten bei der Beurteilung der Intensität der Flavour-Attribute von geschulten und nicht geschulten Prüfpersonen signifikante Unterschiede festgestellt werden. Daher wird empfohlen bei der Entwicklung von neuen Produkten/Produktvarianten neben den trainierten Personen auch Konsumenten, die als nicht geschulte Personen zu betrachten sind, für die deskriptive sensorische Analyse einzusetzen.

## 8 Summary

The daily amount of sodium chloride, consumed by individuals in industrial countries, exceeds the recommended daily intake of 6 grams. A high intake of sodium, mainly through sodium chloride, is highly associated with hypertension. To reduce the salt intake, a partial substitution of sodium chloride with potassium chloride in food is discussed. There exists evidence for the blood pressure reducing effect of potassium in humans. Unfortunately in high concentrations potassium leads to metallic after taste in food.

The aim of this study was to replace a part of sodium chloride with potassium chloride in two model soups and to investigate the concentration of potassium chloride which does not lead to any negative sensory changes in a product profile. Moreover it was examined if untrained panelists are suitable for the development of new products in assistance of descriptive sensory analysis.

Two typical Austrian model soups were created (beef broth and pumpkin soup) and evaluated by using Quantitative Descriptive Analysis (QDA). Ten trained and ten untrained panelists rated the intensity of the basic tastes and selected flavor attributes on a 10-point-scale with the end values labeled as “none” (imperceptible) and “very strong”. Four samples of the model soups were constituted:

A: reference model soup containing 1% sodium chloride

B: model soup containing 0,75% sodium chloride and 0,25% potassium chloride

C: model soup containing 0,50% sodium chloride and 0,50% potassium chloride

D: model soup containing 0,25% sodium chloride and 0,75% potassium chloride

The reference sample (A) and the sample containing 25% potassium chloride (B) showed a similar sensory profile in both varieties of model soups. Increasing the concentration of potassium chloride lead to a significant decrease of salty taste in beef broth ( $p < 0,01$ ). In pumpkin soup the salty taste was rated lower as well, but only significantly of the untrained panelists ( $p < 0,01$ ). The soups containing 50% and 75% potassium chloride were more bitter and astringent.

The results of this study show that a partial substitution of sodium chloride with potassium chloride (25%) is possible in the two model soups without negative off-flavor. Comparing trained and untrained panelists we concluded that both groups rated similar at a concentration of potassium chloride of 0,25%. In soups containing 0,50% and 0,75% potassium chloride there were significant differences in the evaluation between trained and untrained panelists. Therefore it is recommended to include consumers (as untrained panelists) in the development of new products using descriptive sensory analysis.

## 9 Literaturverzeichnis

ALINO M, GRAU R, BAIGTS D, BARAT JM. Influence of sodium replacement on the salting kinetics of pork loin. *Journal of Food Engineering* 2009; 95: 551-557

ALY ME. An attempt for producing low-sodium feta-type cheese. *Food Chemistry* 1995; 52: 295-299

APPEL LJ, BRANDS MW, DANIELS SR, KARANJA N, ELMER PJ, SACKS FM. Dietary approaches to prevent and treat hypertension: a scientific statement from the American Heart Association. *Hypertension* 2006; 47: 296-308

APPEL LJ, MILLER ER III, SEIDLER AJ, WHELTON PK. Does supplementation of diet with "fish oil" reduce blood pressure? *Archives of Internal Medicine* 1993; 153: 1429-1438

ASKAR A, ELSMAHY SK, SHEHATA HA, TAWFIK M. Pasterma and beef bouillon – the effect of substituting KCl and K lactate for sodium chloride. *Fleischwirtschaft* 1993; 73: 289-292

AUCOTT L, ROTHNIE H, MCINTYRE L, THAPA M, WAWERU C, GRAY D. Long-Term Weight Loss From Lifestyle Intervention Benefits Blood Pressure? A Systematic Review. *Hypertension* 2009; 54: 756-762

BAIRD-PARKER AC. The staphylococci: an introduction. *Journal of Applied Bacteriology* 1990; 61: S1-8

BERGHOFF RS, GERACI AS. The influence of sodium chloride on blood pressure. *British Medical Journal* 1929; 56: 395-397

BERTINO M, BEAUCHAMP GK, ENGLEMAN K. Long term reduction in dietary sodium alters the taste of salt. *American Journal of Clinical Nutrition* 1982; 36: 1134-1144

BFR (Bundesinstitut für Risikobewertung). Blutdrucksenkung durch weniger Salz in Lebensmitteln. Berlin, 2011. Internet:

<http://www.bfr.bund.de/cm/343/blutdrucksenkung-durch-weniger-salz-in-lebensmitteln.pdf> (Stand: 15.03.2012)

BFR (Bundesinstitut für Risikobewertung). Für und Wider einer Salzreduktion in der Gesamtbevölkerung. Berlin, 2010. Internet:

[http://www.bfr.bund.de/cm/350/fuer\\_und\\_wider\\_einer\\_salzreduktion\\_in\\_der\\_gesamtbevoelkerung.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/350/fuer_und_wider_einer_salzreduktion_in_der_gesamtbevoelkerung.pdf) (Stand: 15.03.2012)

BINELLO A, CRAVOTTO G, NANO GM, SPAGLIARDI P. Synthesis of chitosan-cyclodextrin adducts and evaluation of their bitter-masking properties. Flavour and Fragrance Journal 2004; 19: 394-400

BLAIS CA, PANGBORN RM, BORHANI NO, FERRELL MF, PRINEAS RJ, LAING B. Effect of dietary sodium restriction on taste responses to sodium chloride: a longitudinal study. The American Journal of Clinical Nutrition 1986; 44: 232-243

BRESLIN PAS. Human gustation and flavour. Flavour and Fragrance Journal 2001; 16: 439-456

BURNIER M, BOCHUD M, SCHMIEDER R. Dietary Sodium Intake and Hypertension. European Society of Hypertension Scientific Newsletter 2009, 10 (40). Internet:

[http://www.dahs.dk/fileadmin/user\\_upload/ESH\\_Newsletter\\_2009\\_Burnier\\_01.pdf](http://www.dahs.dk/fileadmin/user_upload/ESH_Newsletter_2009_Burnier_01.pdf) (Stand: 06.05.2012)

CAFRE (College of Agriculture Food & Rural Enterprise). Cutting salt levels in tomato soup. Food Bulletin, Issue 3. Internet: <http://www.cafre.ac.uk/bulletin-soup.pdf> (Stand: 31.07.2012a)

CAFRE (College of Agriculture Food & Rural Enterprise). Cutting salt levels in tomato ketchup. Food Bulletin, Issue 5. Internet: <http://www.cafre.ac.uk/bulletin-ketchup.pdf> (Stand: 31.07.2012b)

CALVINO AM, GARCIA-MEDINA MR, COMETTO-MUNIZ JE, RODRIGUEZ MB. Perception of sweetness and bitterness in different vehicles. *Perception & Psychophysics* 1993; 54 (6): 751-758

CAPPUCCIO FB, MACGREGOR GA. Does potassium supplementation lower blood pressure? A meta-analysis of published trials. *Journal of Hypertension* 1991; 9: 465-473

CAUVAIN SP. Reduced salt in bread and other baked products. In: *Reducing salt in foods* (Kilcast D, Angus F, Hrsg). CRC Press, Boca Raton, 2007; 283-295

CHEN J, GU D, HUANG J, RAO DC, JAQUISH CE, HIXSON JE, CHEN CS, CHEN J, LU F, HU D, RICE T, KELLY TN, HAMM LL, WHELTON PK, HE J. Metabolic syndrome and salt sensitivity of blood pressure in non-diabetic people in China: a dietary intervention study. *Lancet* 2009; 373: 829-835

CHIPLEY JR. Sodium benzoate and benzoic acid. In: *Antimicrobials in food* (Davidson PM, Sofos JN, Branen AL, Hrsg). Taylor & Francis, New York, 2005; 11-48

CHRISTIAN JHB. Drying and reduction of water activity. In: *The microbiological safety and quality of food* (Lund BM, Baird-Parker TC, Gould GW, Hrsg). Aspen Publishers, Gaithersburg, 2000; 146-174

CLAPP TR, MEDLER KF, DAMAK S, MARGOLSKEE RF, KINNAMON SC. Mouse taste cells with G-protein coupled taste receptors lack voltage-gated calcium channels and SNAP-25. *BMC Biology* 2006; 4: 7. Internet: <http://www.biomedcentral.com/content/pdf/1741-7007-4-7.pdf> (Stand: 26.05.2012)

COOK DJ, HOLLOWOOD TA, LINFORTH RST, TAYLOR AJ. Oral shear stress predicts flavour perception in viscous solutions. *Chemical Senses* 2003; 28: 11-23

COOK NR, OBARZANEK E, CUTLER JA, BURING JE, REXRODE KM, KUMANYIKA SK, APPEL LJ, WHELTON PK. Trials of hypertension prevention collaborative research group. Joint effects of sodium and potassium intake on subsequent cardiovascular disease: the Trials of Hypertension Prevention follow-up study. *Archives of Internal Medicine* 2009; 169: 32-40

CORRAO G, BAGNARDI V, ZAMBON A, ARICO S. Exploring the dose-response relationship between alcohol consumption and the risk of several alcohol-related conditions: A meta-analysis. *Addiction* 1999; 94: 1551-1573

CROFT PR, BRIGG D, SMITH S, HARRISON CB, BRANTHWAITE A, COLLINS MF. How useful is weight reduction in the management of hypertension? *The Journal of the Royal Collgege of General Practitioners* 1986; 36 (291): 445-448

D-A-CH. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Braus GmbH, Frankfurt am Main, 2001; 151-157

DA CONCEICAO NETA ER, JOHANNINGSMEIER SD, MCFEETERS RF. The chemistry and physiology of sour taste – a review. *Journal of Food Science* 2007; 72 (2): R33-R38

DAHL LK. Possible role of salt intake in the development of essential hypertension. In: *Essential Hypertension – An International Symposium* (Cottier P, Bock D, Hrsg). Springer Verlag, Berlin, 1960; 52-65

DESMOND E. Reducing salt: a challenge for the meat industry. *Meat Science* 2006; 74: 188-196

DESMOND E. Reducing salt in meat and poultry products. In: *Reducing salt in foods* (Kilcast D, Angus F, Hrsg). CRC Press, Boca Raton, 2007; 233-255

DESIMONE JA, LYALL V. Taste receptors in the gastrointestinal tract III. Salty and sour taste: sensing of sodium and protons by the tongue. *American Journal of Physiology Gastrointestinal and Liver Physiology* 2006; 291: G1005-G1010

DEVLIEGHERE F, VERMEIREN L, BONTENBAL E, LAMERS PP, DEBEVERE J. Reducing salt intake from meat products by combined use of lactate and diacetate salts without affecting microbial stability. *International Journal of Food Science & Technology* 2009; 44: 337-341

DOYLE ME, GLASS KA. Sodium reduction and its effect on food safety, food quality, and human health. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2010; 9: 44-56

DOYLE MP, ROMAN D. Response of *Campylobacter jejuni* to sodium chloride. *Applied and Environmental Microbiology* 1982; 43: 561-565

EFSA (European Food Safety Authority). Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Sodium. *The EFSA Journal* 2005a; 209: 1-26

EFSA (European Food Safety Authority). Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Potassium. *The EFSA Journal* 2005b; 193, 1-19

ELLEY R, BAGRIE E, ARROLL B. Do snacks of exercise lower blood pressure? A randomized crossover trial. *Journal of the New Zealand Medical Association* 2006; 119 (1235): U1996

ELLIOTT P, BROWN I. Sodium Intakes around the World. Background document prepared for the Forum and Technical meeting on Reducing Salt Intake in Populations 2006. Paris, France

ELMADFA I, FREISLING H, NOWAK V, HOFSTÄDTER D et al. Österreichischer Ernährungsbericht 2008. 1. Auflage, Wien, März 2009

FDA (Food and Drug Administration). Direct food substances affirmed as generally recognized as safe. Potassium chloride. *Code of Federal Regulations* 2003; 21 (3): 537

FINGER TE, DANILOVA V, BARROWS J, BARTEL DL, VIGERS AJ, STONE L, HELLEKANT G, KINNAMON SC. ATP signaling is crucial for communication from taste buds to gustatory nerves. *Science* 2005; 310: 1495-1499

FITZGERALD E, BUCKLEY J. Effect of total and partial substitution of sodium chloride on the quality of cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* 1985; 68: 3127-3134

FULLER W, KURTZ RF. Compositions which reduces or eliminates undesirable tastes of edibles comprises edible having bitter and/or metallic taste, and at least one tastand comprising taurine. 1997a; Patent Nummer US5631299

FULLER W, KURTZ RF. Compositions containing taste modifier to reduce bitter and/or metallic taste comprising amion-naphthimi-dazole-sulphonic acid derivate, useful e.g. for reducing bitter taste of potassium chloride. 1997b; Patent Nummer US5665755

FULLER W, KURTZ RF. Composition comprising bitter- or metallic-tasting eatable and tastand-comprising (hydroxyl-, amion- or mercapto-) substituted dicarboxylic acid or derivatives, especially dipeptide containing aspartic acid. 1997c; Patent Nummer US5643955

GARCIA AO, JUNQUEIRA NMD, ANSELMO CAF. Comparison of sensory responses from a trained panel and consumers by CATA, acceptability and QDA technics. Abstract zum 9<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposium 2011. Toronto, Kanada

GARDNER RJ. Lipid solubility and the sourness of acids: implications for models of the acid taste receptor. *Chemical Senses and Flavour* 1980; 5: 185-194

GELEIJNSE JM, GILTAY EJ, GROBBEE DE, DONDEERS AR, KOK FJ. Blood pressure response to fish oil supplementation: Meta-regression analysis of randomized trials. *Journal of Hypertension* 2002; 20: 1493-1499

GORDON A, BARBUT S. Mechanisms of meat batter stabilization. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 1992; 32: 299-332

GUARDIA MD, GUERRERO L, GELABERT J, GOU P, ARNAU J. consumer attitude towards sodium reduction in meat products and acceptability of fermented sausages with reduced sodium content. *Meat Science* 2006; 73: 484-490

GUINEE TP, O'KENNEDY BT. Reducing salt in cheese and dairy spreads. In: *Reducing salt in foods* (Kilcast D, Angus F, Hrsg). CRC Press, Boca Raton, 2007; 316-357

HAND LW, TERRELL RN, SMITH GC. Effects of chloride salts on physical, chemical and sensory properties of frankfurters. *Journal of Food Science* 1982a; 47: 1800-1802

HAND LW, TERRELL RN, SMITH GC. Effects of complete or partial replacement of sodium chloride on processing and sensory properties of hams. *Journal of Food Science* 1982b; 47: 1776-1778

HARADA T, KAMADA M. Taste-improving agent and a food having improved taste. 2000; Patent Nummer US6083549

HASHIMOTO M, HOSSAIN S, YAMASAKI H, YAZAWA K, MASUMURA S. Effects of eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid on plasma membrane fluidity of aortic endothelial cells. *Lipids* 1999; 34: 1297-1304

HE FJ, MACGREGOR GA. Effect of modest salt reduction on blood pressure: a meta-analysis of randomized trials. Implications for public health. *Journal of Human Hypertension* 2002; 16: 761-770

HE FJ, MACGREGOR GA. A comprehensive review on salt and health and current experience of worldwide salt reduction programmes. *Journal of Human Hypertension* 2009; 23: 363-384

HERNESS S, ZHAO F-L, KAYA N, SHEN T, LU S-G, CAO Y. Communication routes within the taste bud by neurotransmitters and neuropeptides. *Chemical Senses* 2005; 30 (Suppl 1): i37-i38

HOFSTETTER D, BÜHR V, COLOMBANI P. Infoblatt 23 – Kalium. Zürich, 2004. Internet: [http://www.sfsn.ethz.ch/PDF/Infoblatt/Infoblatt23\\_Kalium.pdf](http://www.sfsn.ethz.ch/PDF/Infoblatt/Infoblatt23_Kalium.pdf) (Stand: 31.07.2012)

HOOGE S, CHAMBERS D. A comparison of basic taste modalities, using a descriptive analysis technique, for varying levels of sodium and KCl in two model soup systems. *Journal of Sensory Studies* 2010; 25: 521-535

HORVATH K, JEITLER K, SIERING U, STICH AK, SKIPKA G, GRATZER TW, SIEBENHOFER A. Long-term effects of weight-reducing interventions in hypertensive patients. *Archives of Internal Medicine*. 2008; 168(6): 571-580

HOUSTON MC. The importance of potassium in managing hypertension. *Current Hypertension Reports* 2011; 13: 309-317

HUANG AL, CHEN X, HOON MA, CHANDRASHEKAR J, GUO W, TRÄNKER RYBA JJP, ZUCKER CS. The cells and logic for mammalian sour taste detection. *Nature* 2006; 442: 934-938

HUANG L, SHANKER YB, DUBAUSKAITE J, ZHENG JZ, YAN W et al. Gamma 13 colocalizes with gustducin in taste receptor cells and mediates IP3 responses to bitter denatonium. *Nature Neuroscience* 1999; 2: 1055-1062

HUANG YJ, MARUYAMA Y, DVORYANCHIKOW G, PEREIRA E, CHAUDHARI N, ROPER SD. The role of pannexin 1 hemichannels in ATP release and cell-cell communication in mouse taste buds. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2007; 10: 6436-6441

ISHIMARU Y, INADA H, KUBOTA M, ZHUANG H, TOMINAGA M, MATSUNAMI H. Transient receptor potential family members PKD1L3 und PKD2L1 form a candidate sour taste receptor. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2006; 103: 12569-12574

ISMAIL B, HAFFAR I, BAALBAKI R, HENRY J. Development of a total quality scoring system based on consumer preference weightings and sensory profiles: application to fruit dates (Tamr). *Food Quality and Preference* 2001; 12: 499-506

ISO-STANDARD 8589, Sensory Analysis – General guidance for the design of test rooms, 1988

ISRAILI ZH, HERNANDEZ-HERNANDEZ R, VALASCO M. The future of antihypertensive treatment. *American Journal of Therapeutics* 2007; 14: 121-134

JAMES WP, RALPH A, SANCHEZ-CASTILLO CP. The dominance of salt in manufactured food in the sodium intake of affluent societies. *Lancet* 1987; 1 (8530): 426-429

JANSSEN AM, NOORT MWJ, KREMER S, BOER EPJ, VAN DER BREEMER R, DE VRIES JHM, TEMME EHM. Consumer acceptance of 25% salt reduced soup and bread during lunch in a real-life setting. Abstract zum 9<sup>th</sup> Pangborn Sensory Science Symposium 2011. Toronto, Kanada

JOHANSEN O, SELJEFLOT I, HOSTMARK AT, ARNESEN H. The effect of supplementation with omega-3 fatty acids on soluble markers of endothelial function in patients with coronary heart disease. *Arteriosclerosis, Thrombosis and Vascular Biology* 1999; 19: 1681-1686

JOHNS-BURTON C, MISHRA SI, FINK JC, BROWN J, GOSSA W, BAKRIS GL, WEIR MR: An indepth review of the evidence linking dietary salt intake and progression of chronic kidney disease. *American Journal of Nephrology* 2006; 26: 268-275

JOHNSON C, BIRCH GG, MAC DOUGALL DB. The effect of the sweetness inhibitor 2-(4-methoxyphenoxy)propanoic acid (sodium salt) (NA-PMP) on taste of bitter stimuli. *Chemical Senses* 1994; 19 (4): 349-358

JOHNSON ME, KAPOOR R, MCMAHON DJ, MCCOY DR, NARASIMMON RG. Reduction of sodium and fat levels in natural and processed cheeses: scientific and technological aspects. *Comprehensive Reviews of Food Science and Food Safety* 2009; 8: 252-268

JORDE R, BONAA KH. Calcium from dairy products, vitamin D intake, and blood pressure: the Tromso study. *American Journal of Clinical Nutrition* 2000; 71: 1530-1535

KARAGÖZLÜ C, KINIK Ö, AKBULUT N. Effects of full and partial substitution of NaCl by KCl on physico-chemical and sensory properties of white pickled cheese. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 2008; 59(3): 181-191

KASPER H. *Ernährungsmedizin und Diätetik*. Urban & Fischer Verlag, München, 2000; 353-362

KATSIARI MC, VOUTSINAS LP, ALICHANIDIS E, ROUSSIS IG. Reduction of sodium content in feta cheese by partial substitution of NaCl by KCl. *International Dairy Journal* 1997; 7: 465-472

KATSIARI MC, VOUTSINAS LP, ALICHANIDIS E, ROUSSIS IG. Manufacture of kefalograviera cheese with less sodium by partial replacement of NaCl with KCl. *Food Chemistry* 1998; 61 (1/2): 63-70

KAWANO Y, MATSUOKA H, TAKISHITA S, OMAE T. Effects of magnesium supplementation in hypertensive patients. *Hypertension* 1998; 32: 260-265

KEAST RSJ, BRESLIN PAS, BEAUCHAMP GK. Suppression of bitterness using sodium salts. *Chimia* 2001; 55: 441-447

KEAST RSJ, CANTY TM, BRESLIN PAS. The influence of sodium salts on binary mixtures of bitter-tasting compounds. *Chemical Senses* 2004; 29: 431-439

KEAST RSJ, BRESLIN PAS. An overview of binary taste-taste interactions. *Food Quality and Preference* 2002; 14: 111-124

KEAST RSJ, ROPER J. A complex relationship among chemical concentration, detection threshold, and suprathreshold intensity of bitter compounds. *Chemical Senses* 2007; 32: 245–253

KESTELOOT H. An epidemiological survey of arterial blood pressure in Korea using home reading. In: *The arterial hypertensive disease* (Rorive G, Cauwenberge H, Hrsg). Masson, Paris, 1978; 141-148

KIER LB. Molecular theory of sweet taste. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 1972; 61: 1394-1397

KILCAST D, DEN RIDDER C. Sensory issues in reducing salt in food products. In: Reducing salt in foods (Kilcast D, Angus F, Hrsg). CRC Press, Boca Raton, 2007; 201-220

KINNAMON SC. Umami taste transduction mechanisms. American Journal of Clinical Nutrition 2009; 90 (suppl): 753S-755S

KNÖPFLI-LENZIN C, SENNHAUSER C, TOIGO M, BOUTELLIER U, BANGSBO J, KRUSTRUP P, JUNGE A, DVORAK J. Effect of a 12-week intervention period with football and running for habitually active men with mild hypertension. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports 2010; 20 (Suppl. 1):72-79

KOHLI AK, JAWORSKI BJ. Market orientation: the construct, research propositions, and managerial implications. Journal of Marketing 1990; 54: 1-18

KOOHMARAIE M. The role of  $\text{Ca}^{2+}$  dependent proteases (Calpains) in postmortem proteolysis and meat tenderness. Biochimie 1992; 74: 239-249

KOYAMA N, KURIHARA K. Receptor site for sour stimuli. Nature 1972; 239 (5373): 459-460

KROEZE JH, BARTOSHUK LM. Bitterness suppression as revealed by split-tongue taste stimulation in humans. Physiology and Behavior 1985; 35: 779-783

KURAMITSU R, SEGAWA D, NAKAMURA K, MURAMATSU T, OKAI H. Further studies on the preparation of low sodium chloride-containing soy sauce by using ornithyltaurine hydrochloride and its related compounds. Bioscience Biotechnology and Biochemistry 1997; 61: 1163-1167

KURTZ TW, AL-BANDER HA, MORRIS RC. "Salt-sensitive" essential hypertension in men. Is the sodium ion alone important? The New England Journal of Medicine 1987; 317: 1043-1048

KURTZ RJ, FULLER WD. Ingestibles containing substantially tasteless sweetness inhibitors as bitter taste reducers or substantially tasteless bitter inhibitors as sweet taste reducers. 1993; Patent Nummer US5232735

LANGFORD HG, DAVIS BR, BLAUFOX D, OBERMAN A, WASSERTHEIL-SMOLLER S, HAWKINS M, ZIMBALDI N. TAIM Research Group. Effect of drug and diet treatment of mild hypertension on diastolic blood pressure. *Hypertension* 1991; 17 (2): 210-217

LEE L-L, WATSON MC, MULVANEY CA, TSAI C-C, LO S-F. The effect of walking intervention on blood pressure control: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies* 2010; 47: 1545-1561

LEY JP. Masking bitter taste by molecules. *Chemosensory Perception* 2008; 1: 58-77

LIEM DJ, MIREMADI F, KEAST RSJ. Reducing sodium in foods: the effect on flavor. *Nutrients* 2011; 3: 694-711

LOGUE AW, SMITH ME. Prediction of food preferences in adult humans. *Appetite* 1986; 7: 109-125

LORIA CM, OBARZANEK E, ERNST ND. Choose and prepare foods with less salt: Dietary advice for all Americans. *Journal of Nutrition* 2001; 131: 536S-551S

LUFT F, GANTEN D. Salz ist nicht gleich Salz. *Deutsche Medizinische Wochenschrift* 1987; 112: 1391-1394

LUND EK, HARVEY LJ, LADHA S, CLARK DC, JOHNSON IT. Effects of dietary fish oil supplementation on the phospholipid composition and fluidity of cell membranes from human volunteers. *Annals of Nutrition and Metabolism* 1999; 43: 290-300

LYALL V, ALAM RJ, PHAN DQ, ERESO GI, PHAN TH, MALIK SA, MONTROSE MH, CHU S, HECK GL, FELDMAN GM, DESIMONE JA. Decrease in rat taste receptor cell intracellular pH is the proximate stimulus in sour taste transduction. *American Journal of Physiology* 2001; 281: C1005-1013

LYNCH EJ, DAL BELLO F, SHEEHAN EM, CASHMAN KD, ARENDT EK. Fundamental studies on the reduction of salt on dough and bread characteristics. *Food Research International* 2009; 42: 885-891

LYON D. Factors affecting the sensory quality of vegetables. Food Science and Technology Today 1990; 4: 40-44

MARGOLSKEE RE. Molecular mechanisms of taste transduction. Pure and Applied Chemistry 2002; 747: 1125-1133

MATTES RD, DONNELLY D. Relative contributions of dietary sodium sources. Journal of the American College of Nutrition 1991; 10: 383-393

MATTES RD. The taste for salt in humans. American Journal of Clinical Nutrition 1997; 65 (suppl.): 692S-697S

MAX M, SHANKER YG, HUANG L, RONG M, LIU Z, CAMPAGNE F, WEINSTEIN H, DAMAK S, MARGOLSKEE RF. Tas1r3, encoding a new candidate taste receptor, is allelic to the sweet responsiveness locus Sac. Nature Genetics 2001; 281: 58-63

MCGREGOR R. The use of bitter blockers to replace salt in food products. In: Reducing salt in foods (Kilcast D, Angus F, Hrsg). CRC Press, Boca Raton, 2007; 221-232

MEDIRATTA SK, LAKSHMANAN V, KESAVA RAO V, BISHT GS. Effect of calcium chloride injection on tenderization of spent hen meat. Indian Journal of Poultry Science 1996; 31 (3); 196-203

MEYER AL. Maßnahmen zur Beschränkung der Kochsalzzufuhr – Erfahrungen aus anderen Ländern. In: Für und Wider einer Salzreduktion in der Gesamtbevölkerung (Großklaus R, Lampen A, Wittkowski R, Hrsg). BfR-Hausdruckerei Dahlem, Berlin, 2010; 65-67

MEYERS B, BREWER MS. Sweet taste in man: a review. Journal of Food Science 2008; 73 (6): R81-R90

MING D, NINOMIYA Y, MARGOLSKEE RF. Blocking taste receptor activation of gustducin inhibits gustatory responses to bitter compounds. Proceedings of the National Academy of Sciences 1999; 96 (17): 9903-9908

MITCHELL M, BRUNTON NG, WILKINSON MG. Sensory acceptability of a reformulated reduced salt frozen ready meal. *Journal of Foodservice* 2009; 20: 298-308

MODI VK, NARASIMHA RAO D, MAHENDRAKAR NS. Improvement of textural quality of layer chicken muscles by calcium chloride and lactic acid. *Journal of Food Science and Technology* 2001; 38 (6): 561-564

MOREAU L, BINDZUS W, HILL S. Influence of sodium chloride on color development of cereal model systems through changes in glass transition temperature and water retention. *Cereal Chemistry Journal* 2009; 86: 232-238

MORI TA. Omega-3 fatty acids and hypertension in humans. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* 2006; 33: 842-846

MORRIS MC, SACKS F, ROSNER B. Does fish oil lower blood pressure? A meta-analysis of controlled trials. *Circulation* 1993; 88: 523-533

MOTA MR, PARDONO E, LIMA LC, ARSA G, BOTTARO M, CAMPBELL CS, SIMOCS HG. Effects of treadmill running and resistance exercises on lowering blood pressure during the daily work of hypertensive subjects. *The Journal of Strength and Conditioning Research* 2009; 23 (8): 2331-2338

MUNOZ AM, CHAMBERS EIV. Relating sensory measurements to consumer acceptance of meat products. *Food Technology* 1993; 47 (11): 128

MIYAMOTO T, FUJIYAMA R, OKADA Y, SATO T. Sour transduction involves activation of NPPB-sensitive conductance in mouse taste cells. *Journal of Neurophysiology* 1998; 80: 1852-1859

NHLBI (National Heart, Lung, and Blood Institute of the National Institutes of Health). The Sixth Report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure. *Archives of Internal Medicine* 1997; 157: 2413-2446

NOFRE C, TINTI J. Sweetness reception in man: the multipoint attachment theory. *Food Chemistry* 1996; 563: 263-274

OLIVER WJ, COHEN EL, NEEL JV. Blood pressure, sodium intake, and sodium related hormones in the Yanomamo Indians, a "no salt" culture. *Circulation* 1975; 52: 146-151

OLSON DG. Salt for processing probably can be cut by only one quarter. *The National Provisioner* 1982; 17: 7-10

PEREZ CA, HUANG L, RONG M, KOZAK JA, PREUSS AK, ZHANG H, MAX M, MARGOLSKEE RF. A transient receptor potential channel expressed in taste receptor cells. *Natural Neuroscience* 2002; 5: 1169-1176

PHELPS T, ANGUS T, CLEGG S, KILCAST D, NARAIN C, DEN RIDDER C. Sensory issues in salt reduction. *Food Quality and Preference* 2006; 17: 629-634

PUDDEY IB, BEILIN LJ. Alcohol is bad for blood pressure. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 2006; 33: 847-852

RAMADAN FAM. Partial replacement of sodium by potassium in the manufacture of domiati cheese. *Egyptian Journal of Dairy Science* 1995; 23: 259-270

RAMEL A, MARTINEZ JA, KIELY M, BANDARRA NM, THORSDOTTIR I. Moderate consumption of fatty fish reduces diastolic blood pressure in overweight and obese European young adults during energy restriction. *Nutrition* 2010; 26: 168-174

REDDY KA, MARTH EH. Reducing the sodium content of foods – a review. *Journal of Food Protection* 1991; 54: 138-150

REDDY KA, MARTH EH. Sensory evaluation of cheddar cheese made with sodium chloride of mixtures of sodium and potassium chloride. *Journal of Sensory Studies* 1994; 9: 187-204

REDDY KA, MARTH EH. Lactic-acid bacteria in Cheddar cheese made with sodium chloride, potassium chloride or mixtures of the two salts. *Journal of Food Protection* 1995; 58: 62-69

REHM J, ROOM R, MONTEIRO M, GMEL G, GRAHAM K, REHN N, SEMPOS CT, JERNIGAN D. Alcohol as a risk factor for global burden of disease. *European Addiction Research*, 2003; 9: 157-164

ROCHFORD L. Generating and screening new product ideas. *Industrial Marketing Management* 1991; 20: 287-296

ROMANOV RA, ROGACHEVSKAJA OA, BYSTROVA MF, JIANG P, MARGOLSKEE RF, KOLESNIKOV SS. Afferent neurotransmission mediated by hemichannels in mammalian taste cells. *The EMBO Journal* 2007; 26 (3): 657-667

ROPER SD. Signal transduction and information processing in mammalian taste buds. *Pflügers Archiv* 2007; 454 (5): 759-776

ROSSLER P, KRONER C, FREITAG J, NOE J, BREER H. Identification of a phospholipase C beta subtype in rat taste cells. *European Journal of Cell Biology* 1998; 77: 253-261

RUUSUNEN M, SÄRKKÄ-TIRKKONEN M, PUOLANNE E. The effect of salt reduction on taste pleasantness in cooked 'bologna-type' sausages. *Journal of Sensory Studies* 1999; 14: 263-270

SACKS FM, BROWN LE, APPEL L, BORHANI NO, EVANS D, WHELTON P. Combinations of potassium, calcium, and magnesium supplements in hypertension. *Hypertension* 1995; 26: 950-956

SACKS FM, WILLETT WC, SMITH A, BROWN LE, ROSNER B, MOORE TJ. Effect on blood pressure of potassium, calcium, and magnesium in women with low habitual intake. *Hypertension* 1998; 31: 131-138

SACKS FM, SVETKEY LP, VOLLMER WM, APPEL LJ, BRAY GA, HARSHA D, OBARZANEK E, CONLIN PR, MILLER ER, SIMONS-MORTON DG, KARANJA N, LIN P-H. Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the dietary approaches to stop hypertension (DASH) diet. *New England Journal of Medicine* 2001; 344: 3-10

SAHOO J, SAJALA KSS, KUMAR M. Low-salt meat products as health food. *Natural Product Radiance* 2004; 3 (4): 309-317

SALEMME RF, BARNDT R. Compositions and methods for producing a salty taste in foods and beverages. 2006; Patent Nummer US7455872

SANCEDA N, SUZUKI E, KURATA T. Quality and sensory acceptance of fish sauce partially substituting sodium chloride or natural salt with potassium chloride during the fermentation process. International Journal of Food Science and Technology 2003; 38: 435-443

SHALLENBERG RS, ACREE TE. Molecular theory of sweet taste. Nature 1967; 216: 480-482

SHIMADA S, UEDA T, ISHIDA Y, YAMAMOTO T, UGAWA S. Acid-sensing ion channels in taste buds. Archives of Histology and Cytology 2006; 69 (4): 227-231

SHORE AC, MARKANDU ND, MACGREGOR GA. A randomized crossover study to compare the blood pressure response to sodium loading with and without chloride in patients with essential hypertension. Journal of Hypertension 1988; 6: 613-617

SIDEL JL, STONE H. The role of sensory evaluation in the food industry. Food Quality and Preference 1993; 4: 65-73

STATISTIK AUSTRIA. Österreichische Gesundheitsbefragung 2006/2007. Wien, 2007. Internet: [www.statistik.at/web\\_de/static/oesterreichische\\_gesundheitsbefragung\\_20062007\\_bericht\\_029865.pdf](http://www.statistik.at/web_de/static/oesterreichische_gesundheitsbefragung_20062007_bericht_029865.pdf) (Stand: 24.04.2012)

STATISTIK AUSTRIA. Österreichische Gesundheitstatistik. Wien, 2011. Internet: [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/gesundheit/index.html](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/gesundheit/index.html) (Stand: 24.04.2012)

STEVENS DR, SEIFERT R, BUFE B, MULLER F, KREMMER E, GAUSS R, MEYERHOF W, KAUPP UB, LINDEMANN B. Hyperpolarization-activated channels HCN1 und HCN4 mediate responses to sour stimuli. Nature 2001; 413: 631-635

- STONE H, SIDEL JL, OLIVER S, WOOLSEY A, SINGLETON RC. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technology 1974; 28: 24-33
- STOPFORTH JD, SOFOS JN, BUSTA FF. Sorbic acid and sorbates. In: Antimicrobials in food (Davidson PM, Sofos JN, Branen AL, Hrsg). Taylor & Francis, New York, 2005; 49-90
- SVETKEY LP, SIMONS-MORTON DG, PROSCHAN MA, SACKS FM, CONLIN PR, HARSHA D, MOORE TJ. Effect of the dietary approaches to stop hypertension diet and reduced sodium intake on blood pressure control. The Journal of Clinical Hypertension 2004; 6: 373-381
- TAKAHIRO N. Method for removing bitter taste of potassium chloride. 1988; Patent Nummer JP63137657
- TALAVERA K, YASUMATSU K, YOSHIDA R, MARGOLSKEE RF, VOETS T, NINOMIYA Y, NILIUS B. The taste transduction channel TRPM5 is a locus for bitter-sweet taste interactions. The FASEB Journal 2008; 22: 1343-1355
- TERRELL RN, MING CG, JACOBS JA, SMITH GC, CARPENTER ZI. Effect of chloride salts, acid phosphates and electrical stimulation on pH and moisture loss from beef clod muscles. Journal of Animal Sciences 1981; 53: 658-662
- TERRELL RN. Reducing the sodium content of processed meats. Food Technology 1983; 37 (7): 66-71
- TURK R. Metal free and low metal salt substitutes containing lysine. 1993; Patent Nummer US5229161
- UMESAWA M, ISO H, DATE C, YAMAMOTO A, TOYOSHIMA H, WATANBE Y, KIKUCHI S, KOIZUMI A, KONDO T, INABA Y, TANABE N, TAMAKOSHI A. Relations between dietary sodium and potassium intakes and mortality from cardiovascular disease: the Japan Collaborative Cohort Study for Evaluation of Cancer Risks. American Journal of Clinical Nutrition 2008; 88 (1): 195-202
- VKI (Verein für Konsumenteninformation). Salz in Lebensmittel. Verstecktes Risiko. Konsument 2012; 07: 42-44

WHELTON PK. Potassium and blood pressure. In: Hypertension Primer. Council on High Blood Pressure Research (Izzo JL, Black HR, Hrsg). American Heart Association, Dallas, 1993; 170-172

WILLIAMS B, POULTER NR, BROWN MJ, DAVIS M, MCINNES GT, POTTER JF, SEVER PS, MCG THOM S. British Hypertension Society guidelines for hypertension management 2004 (BHS-IV): summary. British Medical Journal 2004; 328: 634-640

YAMAKOSHI J, MATSUMOTO K, SAITO M, AOTA H, NAKAHARA T, FUKUDA S, OGUMA T, FUJII N. Low-salt soy sauce containing potassium chloride and g-aminobutyric acid. 2006; Patent Nummer US7718209

ZHANG Y, HOON MA, CHANDRASHEKAR J, MUELLER KL, COOK B, WU D, ZUCKER CS, RYBA NJP. Coding of sweet, bitter, and umami tastes: different receptor cells sharing similar signaling pathways. Cell 2003; 112 (3): 293-301

ZHANG Z, ZHAO Z, MARGOLSKEE RF, LIMAN ER. The transduction channel TRPM5 is gated by intracellular calcium in taste cells. The Journal of Neuroscience 2007; 27: 5777-5786

ZHAO GQ, ZHANG Y, HOON MA, CHANDRASHEKAR J, ERLNBACH J, RYBA NJ, ZUKER CS. The receptors for mammalian sweet and umami taste. Cell 2003; 115: 255-266

## 10 Anhang

### Ergebnisse der Tests auf Normalverteilung

Tabelle 10: Ergebnisse des Tests auf Normalverteilung (Rindsuppe)

|                     | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |     |             | Shapiro-Wilk |     |             |
|---------------------|---------------------------------|-----|-------------|--------------|-----|-------------|
|                     | Statistik                       | df  | Signifikanz | Statistik    | df  | Signifikanz |
| süß                 | ,207                            | 156 | ,000        | ,884         | 156 | ,000        |
| sauer               | ,149                            | 156 | ,000        | ,931         | 156 | ,000        |
| salzig              | ,110                            | 156 | ,000        | ,957         | 156 | ,000        |
| bitter              | ,200                            | 156 | ,000        | ,864         | 156 | ,000        |
| umami               | ,151                            | 156 | ,000        | ,959         | 156 | ,000        |
| Rindflavour         | ,117                            | 156 | ,000        | ,971         | 156 | ,002        |
| Suppengemüseflavour | ,155                            | 156 | ,000        | ,936         | 156 | ,000        |
| Mundbelag           | ,144                            | 156 | ,000        | ,924         | 156 | ,000        |
| adstringierend      | ,152                            | 156 | ,000        | ,930         | 156 | ,000        |

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Tabelle 11: Ergebnisse des Tests auf Normalverteilung (Kürbiscremesuppe)

|                | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |     |             | Shapiro-Wilk |     |             |
|----------------|---------------------------------|-----|-------------|--------------|-----|-------------|
|                | Statistik                       | df  | Signifikanz | Statistik    | df  | Signifikanz |
| süß            | ,139                            | 160 | ,000        | ,956         | 160 | ,000        |
| sauer          | ,146                            | 160 | ,000        | ,939         | 160 | ,000        |
| salzig         | ,108                            | 160 | ,000        | ,954         | 160 | ,000        |
| bitter         | ,165                            | 160 | ,000        | ,891         | 160 | ,000        |
| umami          | ,131                            | 160 | ,000        | ,944         | 160 | ,000        |
| Kürbisflavour  | ,131                            | 160 | ,000        | ,961         | 160 | ,000        |
| Mundbelag      | ,132                            | 160 | ,000        | ,964         | 160 | ,000        |
| adstringierend | ,164                            | 160 | ,000        | ,891         | 160 | ,000        |

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

*Tabelle 12: Ergebnisse des Tests auf Normalverteilung nach dem Schulungsstatus (Rindsuppe)*

| Schulungsstatus      |                | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |             | Shapiro-Wilk |    |             |
|----------------------|----------------|---------------------------------|----|-------------|--------------|----|-------------|
|                      |                | Statistik                       | df | Signifikanz | Statistik    | df | Signifikanz |
| süß                  | geschult       | ,197                            | 76 | ,000        | ,916         | 76 | ,000        |
|                      | nicht geschult | ,198                            | 80 | ,000        | ,869         | 80 | ,000        |
| sauer                | geschult       | ,137                            | 76 | ,001        | ,939         | 76 | ,001        |
|                      | nicht geschult | ,160                            | 80 | ,000        | ,923         | 80 | ,000        |
| salzig               | geschult       | ,142                            | 76 | ,001        | ,944         | 76 | ,002        |
|                      | nicht geschult | ,122                            | 80 | ,005        | ,956         | 80 | ,008        |
| bitter               | geschult       | ,205                            | 76 | ,000        | ,897         | 76 | ,000        |
|                      | nicht geschult | ,200                            | 80 | ,000        | ,840         | 80 | ,000        |
| umami                | geschult       | ,175                            | 76 | ,000        | ,947         | 76 | ,003        |
|                      | nicht geschult | ,128                            | 80 | ,003        | ,961         | 80 | ,014        |
| Rindflavour          | geschult       | ,136                            | 76 | ,001        | ,949         | 76 | ,004        |
|                      | nicht geschult | ,111                            | 80 | ,015        | ,964         | 80 | ,023        |
| Suppen-gemüseflavour | geschult       | ,188                            | 76 | ,000        | ,915         | 76 | ,000        |
|                      | nicht geschult | ,138                            | 80 | ,001        | ,926         | 80 | ,000        |
| Mundbelag            | geschult       | ,163                            | 76 | ,000        | ,938         | 76 | ,001        |
|                      | nicht geschult | ,174                            | 80 | ,000        | ,886         | 80 | ,000        |
| adstringierend       | geschult       | ,173                            | 76 | ,000        | ,923         | 76 | ,000        |
|                      | nicht geschult | ,160                            | 80 | ,000        | ,922         | 80 | ,000        |

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

*Tabelle 13: Ergebnisse des Tests auf Normalverteilung nach dem Schulungsstatus (Kürbiscremesuppe)*

| Schulungsstatus |                | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |             | Shapiro-Wilk |    |             |
|-----------------|----------------|---------------------------------|----|-------------|--------------|----|-------------|
|                 |                | Statistik                       | df | Signifikanz | Statistik    | df | Signifikanz |
| süß             | geschult       | ,180                            | 80 | ,000        | ,938         | 80 | ,001        |
|                 | nicht geschult | ,141                            | 80 | ,000        | ,931         | 80 | ,000        |
| sauer           | geschult       | ,163                            | 80 | ,000        | ,929         | 80 | ,000        |
|                 | nicht geschult | ,126                            | 80 | ,003        | ,950         | 80 | ,003        |
| salzig          | geschult       | ,122                            | 80 | ,005        | ,940         | 80 | ,001        |
|                 | nicht geschult | ,113                            | 80 | ,013        | ,942         | 80 | ,001        |
| bitter          | geschult       | ,178                            | 80 | ,000        | ,888         | 80 | ,000        |
|                 | nicht geschult | ,154                            | 80 | ,000        | ,892         | 80 | ,000        |
| umami           | geschult       | ,140                            | 80 | ,001        | ,936         | 80 | ,001        |
|                 | nicht geschult | ,168                            | 80 | ,000        | ,940         | 80 | ,001        |
| Kürbisflavour   | geschult       | ,156                            | 80 | ,000        | ,931         | 80 | ,000        |
|                 | nicht geschult | ,123                            | 80 | ,004        | ,942         | 80 | ,001        |
| Mundbelag       | geschult       | ,138                            | 80 | ,001        | ,950         | 80 | ,004        |
|                 | nicht geschult | ,145                            | 80 | ,000        | ,950         | 80 | ,003        |
| adstringierend  | geschult       | ,190                            | 80 | ,000        | ,898         | 80 | ,000        |
|                 | nicht geschult | ,188                            | 80 | ,000        | ,870         | 80 | ,000        |

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

## Ergebnisse multivariater Tests auf Mittelwertunterschiede

*Tabelle 14: Ergebnisse des multivariaten Tests auf Mittelwertunterschiede (Rindsuppe)*

| Attribut            | geschulte Personen |      |        | nicht geschulte Personen |      |        |
|---------------------|--------------------|------|--------|--------------------------|------|--------|
|                     | MW                 | sd   | p-Wert | MW                       | sd   | p-Wert |
| süß                 | 2,06               | 1,39 | 0,901  | 2,45                     | 2,43 | 0,000* |
| sauer               | 2,89               | 2,01 | 0,001* | 3,56                     | 2,65 | 0,038* |
| salzig              | 4,73               | 2,40 | 0,000* | 4,78                     | 2,76 | 0,000* |
| bitter              | 3,00               | 2,35 | 0,000* | 3,46                     | 3,48 | 0,000* |
| umami               | 3,98               | 2,37 | 0,246  | 3,80                     | 2,46 | 0,000* |
| Rindflavour         | 4,39               | 1,99 | 0,004* | 4,73                     | 2,62 | 0,000* |
| Suppengemüseflavour | 2,88               | 2,03 | 0,007* | 3,21                     | 2,48 | 0,007* |
| Mundbelag           | 2,86               | 1,69 | 0,002* | 2,81                     | 2,70 | 0,693  |
| adstringierend      | 3,93               | 2,69 | 0,073  | 4,09                     | 2,96 | 0,000* |

MW = Mittelwert, sd = Standardabweichung, p-Wert = Signifikanzwert, \* = signifikant

*Tabelle 15: Ergebnisse des multivariaten Tests auf Mittelwertunterschiede (Kürbiscremesuppe)*

| Attribut       | geschulte Personen |      |        | nicht geschulte Personen |      |        |
|----------------|--------------------|------|--------|--------------------------|------|--------|
|                | MW                 | sd   | p-Wert | MW                       | sd   | p-Wert |
| süß            | 4,50               | 2,17 | 0,000* | 4,24                     | 3,13 | 0,000* |
| sauer          | 3,34               | 2,38 | 0,713  | 4,36                     | 2,79 | 0,393  |
| salzig         | 4,60               | 2,44 | 0,341  | 4,73                     | 3,06 | 0,000* |
| bitter         | 3,04               | 2,82 | 0,000* | 4,40                     | 3,57 | 0,000* |
| umami          | 3,35               | 2,49 | 0,357  | 3,51                     | 2,53 | 0,002* |
| Kürbisflavour  | 5,48               | 2,07 | 0,001* | 5,53                     | 3,05 | 0,000* |
| Mundbelag      | 4,81               | 2,22 | 0,239  | 4,05                     | 2,64 | 0,867  |
| adstringierend | 3,28               | 2,73 | 0,000* | 4,08                     | 3,64 | 0,000* |

MW = Mittelwert, sd = Standardabweichung, p-Wert = Signifikanzwert, \* = signifikant

*Tabelle 16: Ergebnisse des multivariaten Tests auf Mittelwertunterschiede im Vergleich geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen (Rindsuppe)*

| Attribut            | Probe A |      |        | Probe B |      |        | Probe C |      |        | Probe D |      |        |
|---------------------|---------|------|--------|---------|------|--------|---------|------|--------|---------|------|--------|
|                     | MW      | sd   | p-Wert | MW      | sd   | p-Wert | MW      | sd   | p-Wert | MW      | sd   | p-Wert |
| süß                 | 3,10    | 2,25 | 0,006* | 2,98    | 2,02 | 0,003* | 1,53    | 1,38 | 0,044* | 1,43    | 1,58 | 0,022* |
| sauer               | 4,05    | 2,31 | 0,279  | 3,95    | 2,18 | 0,569  | 3,10    | 2,44 | 0,533  | 1,80    | 1,86 | 0,218  |
| salzig              | 6,30    | 2,21 | 0,044* | 6,35    | 2,08 | 0,766  | 3,53    | 1,78 | 0,131  | 2,83    | 2,06 | 0,333  |
| bitter              | 1,28    | 1,28 | 0,063  | 1,53    | 1,38 | 0,085  | 3,80    | 2,54 | 0,109  | 6,33    | 2,97 | 0,001* |
| umami               | 4,60    | 2,32 | 0,281  | 4,63    | 2,35 | 0,389  | 3,25    | 2,12 | 0,735  | 3,08    | 2,46 | 0,154  |
| Rindflavour         | 5,63    | 2,13 | 0,019* | 5,30    | 1,70 | 0,583  | 4,68    | 2,13 | 0,913  | 2,63    | 2,13 | 0,280  |
| Suppengemüseflavour | 3,58    | 2,46 | 0,752  | 4,13    | 2,21 | 0,359  | 2,73    | 1,85 | 0,893  | 1,75    | 1,82 | 0,706  |
| Mundbelag           | 2,18    | 1,80 | 0,931  | 2,75    | 1,92 | 0,254  | 2,89    | 2,52 | 0,910  | 3,55    | 2,60 | 0,263  |
| adstringierend      | 3,05    | 2,41 | 0,438  | 3,25    | 2,05 | 0,124  | 3,83    | 2,94 | 0,142  | 5,90    | 2,92 | 0,149  |

MW = Mittelwert, sd = Standardabweichung, p-Wert = Signifikanzwert, \* = signifikant

*Tabelle 17: Ergebnisse des multivariaten Tests auf Mittelwertunterschiede im Vergleich geschulte vs. nicht geschulte Prüfpersonen (Kürbiscremesuppe)*

| Attribut       | Probe A |      |        | Probe B |      |        | Probe C |      |        | Probe D |      |        |
|----------------|---------|------|--------|---------|------|--------|---------|------|--------|---------|------|--------|
|                | MW      | sd   | p-Wert | MW      | sd   | p-Wert | MW      | sd   | p-Wert | MW      | sd   | p-Wert |
| süß            | 6,15    | 2,52 | 0,537  | 5,75    | 2,20 | 0,322  | 3,23    | 1,75 | 0,125  | 2,35    | 2,11 | 0,034* |
| sauer          | 3,68    | 2,79 | 0,867  | 3,88    | 2,50 | 0,664  | 3,73    | 2,45 | 0,060  | 4,13    | 2,87 | 0,016* |
| salzig         | 5,50    | 2,86 | 0,274  | 5,60    | 2,20 | 0,116  | 4,30    | 2,43 | 0,522  | 3,25    | 2,88 | 0,232  |
| bitter         | 1,25    | 1,74 | 0,858  | 1,83    | 1,60 | 0,381  | 4,50    | 2,51 | 0,030* | 7,30    | 2,88 | 0,000* |
| umami          | 4,15    | 2,49 | 0,532  | 4,23    | 2,54 | 0,241  | 2,75    | 2,00 | 0,273  | 2,60    | 2,57 | 0,904  |
| Kürbis-flavour | 6,38    | 2,02 | 0,101  | 7,13    | 1,98 | 0,007* | 5,30    | 2,41 | 0,193  | 3,20    | 2,19 | 0,028* |
| Mund-belag     | 3,98    | 2,38 | 0,744  | 4,68    | 2,14 | 0,344  | 4,45    | 2,54 | 0,625  | 4,63    | 2,76 | 0,043* |
| adstringierend | 1,70    | 2,31 | 0,893  | 2,10    | 1,93 | 0,748  | 4,13    | 2,70 | 0,454  | 6,78    | 3,12 | 0,003* |

MW = Mittelwert, sd = Standardabweichung, p-Wert = Signifikanzwert, \* = signifikant

### Ergebnisse des T-Tests bei unabhängigen Stichproben

*Tabelle 18: Ergebnisse des T-Tests bei unabhängigen Stichproben nach den Proben und Modellsuppen*

| Modell-suppe      | Probe   | Allgemeine Beurteilung |      |                              |      |        |
|-------------------|---------|------------------------|------|------------------------------|------|--------|
|                   |         | geschulte Prüfpersonen |      | nicht geschulte Prüfpersonen |      | p-Wert |
|                   |         | MW                     | sd   | MW                           | sd   |        |
| Rindsuppe         | Probe A | 4,90                   | 2,90 | 5,30                         | 2,18 | 0,625  |
|                   | Probe B | 5,15                   | 1,95 | 5,75                         | 1,65 | 0,301  |
|                   | Probe C | 4,55                   | 1,96 | 4,05                         | 3,07 | 0,543  |
|                   | Probe D | 2,20                   | 1,11 | 1,65                         | 1,69 | 0,232  |
| Kürbis-cremesuppe | Probe A | 6,00                   | 2,36 | 7,10                         | 2,10 | 0,128  |
|                   | Probe B | 5,78                   | 2,24 | 7,25                         | 1,92 | 0,031* |
|                   | Probe C | 4,75                   | 2,07 | 3,75                         | 2,71 | 0,198  |
|                   | Probe D | 3,10                   | 1,74 | 1,00                         | 1,30 | 0,000* |

MW = Mittelwert, sd = Standardabweichung, p-Wert = Signifikanzwert, \* = signifikant

## 11 Curriculum Vitae

**Sonja Greisinger, Bakk.rer.nat.**

### **Persönliche Informationen**

Geburtsdatum: 24. Juni 1986

Geburtsort: Amstetten

Staatsbürgerschaft: Österreich

### **Ausbildung**

- 2009-2012 Universität Wien  
Masterstudium Ernährungswissenschaften  
Ausbildungsschwerpunkt: Lebensmittelqualität und –sicherheit
- 2006-2009 Universität Wien  
Bakkalaureatsstudium Ernährungswissenschaften  
Thema der Bakkalaureatsarbeit: „Bedeutung der Fette und des Fettstoffwechsels im Ausdauersport“
- 2005-2006 Universität Wien  
Lehramtsstudium Englisch und Geographie
- 2000-2005 Handelsakademie Ybbs an der Donau
- 1996-2000 Bundesgymnasium Wieselburg
- 1992-1996 Volksschule Ybbs an der Donau

### **Berufliche Tätigkeiten**

- seit 08/2011 **AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Wien**  
Initiative „Unser Schulbuffet“  
Assistenz der Projektleitung
- 07/2010 – 08/2011 **AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Wien**  
Projektmitarbeit (Richtig essen von Anfang an!)
- 04/2010-05/2010 **Praktikum Berglandmilch regGmbH, Aschbach-Markt**  
Mikrobiologisches Labor
- 11/2009-12/2009 **Praktikum AGES – Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Wien**  
Projektmitarbeit (Richtig essen von Anfang an!)
- 08/2009 **Praktikum AGRANA Zuckerforschung, Tulln**  
Literaturrecherche