



universität  
wien

# Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

## **Der Einsatz und die Effektivität von „palate cleansers“ bei der sensorischen Beurteilung von Lebensmitteln**

Angestrebter akademischer Grad

**Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)**

Verfasserin: Marion Flegar  
Matrikelnummer: 0305168  
Studienrichtung: Ernährungswissenschaften, A 474

Wien, am 27.09.2009

**INHALTSVERZEICHNIS**

|                                                                          |            |
|--------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>Inhaltsverzeichnis .....</b>                                          | <b>II</b>  |
| <b>Verzeichnis der Abbildungen .....</b>                                 | <b>V</b>   |
| <b>Verzeichnis der Tabellen .....</b>                                    | <b>VI</b>  |
| <b>Verzeichnis der Abkürzungserklärungen .....</b>                       | <b>VII</b> |
| <br>                                                                     |            |
| <b>Einleitung .....</b>                                                  | <b>1</b>   |
| <br>                                                                     |            |
| <b>1 Grundlagen der Lebensmittelsensorik .....</b>                       | <b>3</b>   |
| 1.1 Was ist Sensorik? .....                                              | 3          |
| 1.2 Anwendungsgebiete der Lebensmittelsensorik .....                     | 4          |
| 1.3 Sensorische Prüfmethoden .....                                       | 6          |
| 1.3.1 Analytische Testmethoden .....                                     | 6          |
| 1.3.1.1 Unterschiedsprüfungen .....                                      | 7          |
| 1.3.1.1.1 Triangeltest .....                                             | 7          |
| 1.3.1.1.2 Paarweise Vergleichsprüfung .....                              | 8          |
| 1.3.1.1.3 Duo- Trio- Prüfung .....                                       | 10         |
| 1.3.1.1.3.1 Constant Reference Mode .....                                | 11         |
| 1.3.1.1.3.2 Balanced Reference Mode .....                                | 11         |
| 1.3.1.1.4 Rangordnungsprüfung .....                                      | 12         |
| 1.3.1.2 Deskriptive Prüfungen .....                                      | 12         |
| 1.3.1.2.1 Einfach beschreibende Prüfung .....                            | 13         |
| 1.3.1.2.2 QDA (Qualitative deskriptive Analyse) .....                    | 13         |
| 1.3.2 Hedonische Testmethoden .....                                      | 14         |
| 1.3.2.1 Präferenzprüfungen .....                                         | 15         |
| 1.3.2.1.1 Paarweise Vergleichsprüfung nach Präferenz ....                | 15         |
| 1.3.2.1.2 Rangordnungstest nach Präferenz .....                          | 15         |
| 1.3.2.2 Akzeptanzprüfungen .....                                         | 16         |
| 1.3.3 Zeit- Intensitäts- Messungen .....                                 | 16         |
| 1.3.3.1 Training und Durchführung .....                                  | 16         |
| 1.3.3.2 Faktoren, welche die temporale Wahrnehmung<br>beeinflussen ..... | 18         |
| 1.3.3.3 Datenanalyse .....                                               | 18         |

|             |                                                                |           |
|-------------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.3.3.3.1   | Analyse der Rohdaten .....                                     | 19        |
| 1.3.3.3.1.1 | Vorbehandlung der Daten .....                                  | 19        |
| 1.3.3.3.1.2 | Zum Zusammenfassen der<br>Information: der Produktaspekt ..... | 19        |
| 1.3.3.3.1.3 | Überwachung der Panel<br>Performance .....                     | 23        |
| 1.3.3.3.1.4 | Modellieren von TI- Kurven .....                               | 24        |
| 1.3.3.3.2   | Extrahierte Parameter .....                                    | 26        |
| 1.3.3.3.2.1 | Der Produktaspekt .....                                        | 26        |
| 1.3.3.3.2.2 | Konsistenz .....                                               | 27        |
| 1.3.3.3.2.3 | Produktdiscrimination .....                                    | 27        |
| <b>2</b>    | <b>Sinneswahrnehmung .....</b>                                 | <b>28</b> |
| 2.1         | Die Zunge (anat. <i>Lingua</i> ) .....                         | 28        |
| 2.1.1       | Tast- und Geschmackspapillen .....                             | 29        |
| 2.1.1.1     | Papillae filiformes .....                                      | 29        |
| 2.1.1.2     | Papillae fungiformes .....                                     | 29        |
| 2.1.1.3     | Papillae foliatae .....                                        | 30        |
| 2.1.1.4     | Papillae vallatae .....                                        | 30        |
| 2.1.1.4.1   | Von Ebner- Spüldrüsen<br>(lat. Glandulae gustatoriae) .....    | 30        |
| 2.1.2       | Geschmacksknospen .....                                        | 30        |
| 2.1.2.1     | Innervierung .....                                             | 31        |
| 2.1.3       | Geschmacksrezeptoren .....                                     | 32        |
| 2.2         | Die Nase (lat. <i>Nasus</i> ) .....                            | 33        |
| 2.2.1       | Die Riechschleimhaut .....                                     | 36        |
| <b>3</b>    | <b>Psychophysik .....</b>                                      | <b>38</b> |
| 3.1         | Webersches Gesetz .....                                        | 39        |
| 3.2         | Fechnersches Gesetz .....                                      | 40        |

|          |                                                                      |            |
|----------|----------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4</b> | <b>„Palate cleansers“ .....</b>                                      | <b>41</b>  |
| 4.1      | Was sind „palate cleansers“? .....                                   | 41         |
| 4.2      | Welche „palate cleansers“ werden eingesetzt? .....                   | 42         |
| 4.3      | Wie werden „palate cleansers“ eingesetzt? .....                      | 45         |
| 4.4      | Studienbeispiele zur Anwendung<br>von „palate cleansers“ .....       | 47         |
| 4.4.1    | Studienbeispiel 1 .....                                              | 47         |
| 4.4.2    | Studienbeispiel 2 .....                                              | 51         |
| 4.4.3    | Studienbeispiel 3 .....                                              | 57         |
| 4.4.4    | Studienbeispiel 4 .....                                              | 60         |
| 4.4.5    | Studienbeispiel 5 .....                                              | 70         |
| 4.4.6    | Studienbeispiel 6 .....                                              | 76         |
| 4.4.7    | Studienbeispiel 7 .....                                              | 83         |
| 4.5      | Statistik .....                                                      | 89         |
| 4.5.1    | Lateinisches Quadrat .....                                           | 89         |
| 4.5.1.1  | Ausbalancieren .....                                                 | 90         |
| 4.5.2    | Varianzanalyse .....                                                 | 96         |
| 4.5.2.1  | Einfaktorielle Varianzanalyse .....                                  | 99         |
| 4.5.3    | Hauptkomponentenanalyse (Principal Component<br>Analysis, PCA) ..... | 100        |
| <b>5</b> | <b>Schlussbetrachtung .....</b>                                      | <b>101</b> |
| <b>6</b> | <b>Zusammenfassung .....</b>                                         | <b>107</b> |
| <b>7</b> | <b>Summary .....</b>                                                 | <b>109</b> |
| <b>8</b> | <b>Literaturverzeichnis .....</b>                                    | <b>111</b> |
|          | Curriculum Vitae .....                                               | 116        |

**Verzeichnis der Abbildungen**

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 1: Durchschnittslevel $\bar{I}'$ .....                                                       | 20  |
| Abbildung 2: Geometrisches Mittel .....                                                                | 20  |
| Abbildung 3: Formel für $I'$ .....                                                                     | 20  |
| Abbildung 4: Transformierte Intensitätswerte .....                                                     | 21  |
| Abbildung 5: Die Zunge .....                                                                           | 28  |
| Abbildung 6: Geschmacksknospe .....                                                                    | 31  |
| Abbildung 7: GPC - Rezeptor .....                                                                      | 33  |
| Abbildung 8: Die Nase .....                                                                            | 34  |
| Abbildung 9: Riechschleimhaut ( <i>Regio olfactoria</i> ).....                                         | 37  |
| Abbildung 10: Webersches Gesetz .....                                                                  | 39  |
| Abbildung 11: Fechnersches Gesetz .....                                                                | 40  |
| Abbildung 12: Fechnersches Gesetz integrierte Gleichung .....                                          | 40  |
| Abbildung 13: Beziehung zwischen dem Lateinischen Quadrat<br>und einem vollständigen Versuchsplan..... | 90  |
| Abbildung 14: Kombination der C- Stufen mit Faktoren A und B .....                                     | 91  |
| Abbildung 15: Kombination des Faktors C mit drei A×B- Kombinationen .....                              | 92  |
| Abbildung 16: Balancierter Satz Lateinischer Quadrate .....                                            | 92  |
| Abbildung 17: Formel für $QS_{\text{Zellen}}$ .....                                                    | 93  |
| Abbildung 18: Formel für $QS_A$ .....                                                                  | 94  |
| Abbildung 19: Formel $QS_A$ aufgelöst .....                                                            | 94  |
| Abbildung 20: Formel für $QS_B$ .....                                                                  | 94  |
| Abbildung 21: Formel für $QS_C$ .....                                                                  | 95  |
| Abbildung 22: Gesamtvarianz .....                                                                      | 99  |
| Abbildung 23: Kurzschreibweise.....                                                                    | 100 |

**Verzeichnis der Tabellen**

|                                                                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 1: Anwendungsgebiete der sensorischen Analyse .....                                                                                                                   | 5   |
| Tabelle 2: Webersche Konstanten für ausgewählte Reizdimensionen .....                                                                                                         | 39  |
| Tabelle 3: Reinigungsagenzien .....                                                                                                                                           | 43  |
| Tabelle 4: Verwendete „palate cleansers“ .....                                                                                                                                | 44  |
| Tabelle 5: Versuchsaufbau .....                                                                                                                                               | 54  |
| Tabelle 6: Testprozedur, beim Vergleichen der Effektivität<br>von sechs Spülungen bei der Entfernung von Resten<br>von bitterer und adstringierender Empfindung im Mund ..... | 64  |
| Tabelle 7: Bittere und adstringierende Stimuli, die für den<br>2- Alternative- Forced Choice Test verwendet wurden.....                                                       | 66  |
| Tabelle 8: Testprozedur beim Vergleich von 0.55%<br>CMC und 0.3% Xanthan mit 5% Maiskeimöl .....                                                                              | 67  |
| Tabelle 9: Mittelwerte der Intensitätsantworten .....                                                                                                                         | 68  |
| Tabelle 10: Test Design – General Procedure .....                                                                                                                             | 72  |
| Tabelle 11: Unterschiede zwischen den „cleansing agents“.....                                                                                                                 | 74  |
| Tabelle 12: Konzentrationen der Spülungsagenzien,<br>die in den drei Experimenten <sup>a</sup> verwendet wurden,<br>und die Viskosität der Spülungslösungen .....             | 77  |
| Tabelle 13: Konzentration der Spülsubstanzen in den<br>drei Experimenten und die Viskosität der<br>Spülungslösungen.....                                                      | 80  |
| Tabelle 14: Durchschnittliche Intensitätsraten bei 20 Sekunden .....                                                                                                          | 83  |
| Tabelle 15: Testdurchführung .....                                                                                                                                            | 85  |
| Tabelle 16: Durchschnittliche Differenzen in der Intensität des Brennens.....                                                                                                 | 87  |
| Tabelle 17: Allgemeines Datenschema für ein Lateinisches Quadrat .....                                                                                                        | 90  |
| Tabelle 18: Beispiel für ein Lateinisches Quadrat .....                                                                                                                       | 93  |
| Tabelle 19: Typen der Varianzanalyse .....                                                                                                                                    | 97  |
| Tabelle 20: Geeignete „palate cleansers“ .....                                                                                                                                | 106 |

**Verzeichnis der Abkürzungserklärungen**

|               |   |                                                                      |
|---------------|---|----------------------------------------------------------------------|
| Abb.          | = | Abbildung                                                            |
| ad- lib       | = | ad liberation, nach eigenem Ermessen                                 |
| 2- AFC        | = | Two Alternative Forced Choice Test                                   |
| Anat.         | = | Anatomisch                                                           |
| ANOVA         | = | Analysis of variance, Varianzanalyse                                 |
| AUC           | = | Area under the curve                                                 |
|               |   |                                                                      |
| cAMP          | = | zyklisches Adenosinmonophosphat                                      |
| CBMC          | = | Carboxymethylcellulose                                               |
| cm            | = | Zentimeter                                                           |
| CMC           | = | Carboxymethylcellulose                                               |
|               |   |                                                                      |
| DAG           | = | Diacylglycerin                                                       |
| DIN           | = | Deutsches Institut für Normung                                       |
|               |   |                                                                      |
| EMU           | = | eben merklicher Unterschied                                          |
| et al.        | = | et alii; und die anderen                                             |
| etc           | = | et cetera, und so weiter                                             |
|               |   |                                                                      |
| g             | = | Gramm                                                                |
| GDP           | = | Guanosindiphosphat                                                   |
| GPA           | = | Generalised Procrustes Analysis, Verallgemeinerte prokrustes Analyse |
| GLM           | = | General linear model                                                 |
| GPC- Rezeptor | = | G- protein- coupled receptor, G- Protein gekoppelter Rezeptor        |
| G- Protein    | = | Guanynucleotidbindendes Protein                                      |
| GTP           | = | Guanosintriphosphat                                                  |
|               |   |                                                                      |
| Inch          | = | Zoll, 2.54 cm                                                        |

|                  |   |                                           |
|------------------|---|-------------------------------------------|
| ISO              | = | International Standard Organization       |
| IP <sub>3</sub>  | = | Inositol- 1,4,5- Trisphosphat             |
| Lat.             | = | Lateinisch                                |
| LSD              | = | Least significant difference              |
| mg               | = | Milligramm                                |
| mL               | = | Milliliter                                |
| MM               | = | Molare Masse                              |
| NPCA             | = | Non centered principal component analysis |
| PC               | = | Principal Curve                           |
| PCA              | = | Principal Component Analysis              |
| PIP <sub>2</sub> | = | Phosphatidylinositol- 4,5- Bisphosphat    |
| PKA              | = | Proteinkinase A                           |
| PLC              | = | Phospholipase C                           |
| QDA              | = | Qualitative Deskriptive Analyse           |
| QS               | = | Quadratsumme                              |
| sec              | = | Sekunde                                   |
| Tab.             | = | Tabelle                                   |
| TI- Aalyse       | = | Zeit- Intensitätsanalyse                  |
| TM7- Rezeptor    | = | Siebenschleifenrezeptor                   |
| u.a.             | = | unter anderem                             |
| z.B.             | = | zum Beispiel                              |

## **Einleitung**

Bei sensorischen Untersuchungen handelt es sich um wissenschaftliche Analysen, die den Zusammenhang zwischen Produkten und deren Wahrnehmung und Bewertung mit den menschlichen Sinnen darstellen [DERNDORFER, 2006].

Die sensorische Analyse gewinnt stetig an Bedeutung. Sie spielt eine große Rolle bei der Entwicklung neuer Produkte, wird aber auch bei der Weiterentwicklung dieser eingesetzt, welche dann mit verbesserten Eigenschaften neu vermarktet werden können [DERNDORFER, 2006]. Oftmals werden Produkteigenschaften auch modifiziert und an die Qualitätsanforderungen der Kunden von heute angepasst. Mit Hilfe der sensorischen Analyse ist es möglich, den Erfolg oder Misserfolg des Produktes auf dem Markt bereits im Voraus zu kalkulieren, da der richtige Einsatz und eine gelungene Kombination von Zutaten und Zusatzstoffen [BUSCH- STOCKFISCH, 2006] von enormer Wichtigkeit sind, weil niemand ein Produkt kauft, das nicht schmeckt [DERNDORFER, 2006]. Je nach Fragestellung und angewandter Methodik kann das Produkt auf Qualität und/oder Präferenz bzw. Akzeptanz getestet werden.

Daraus ergibt sich eine grobe Einteilung der sensorischen Prüfmethode in hedonische und analytische Untersuchungen. Während im Falle einer hedonischen Prüfung durchaus ungeschulte Prüfpersonen teilnehmen können, werden bei analytischen Methoden ausschließlich geschulte Panelisten eingesetzt. Das garantiert unter anderem eine objektive analytische Bewertung der Proben.

Aber gerade wenn mehrere Proben getestet werden sollen, haben Prüfpersonen oft Probleme richtig und effizient zu testen, was auf unterschiedliche Geschmacksintensitäten und den Einfluss der zuvor bearbeiteten auf die nachfolgende Probe zurückzuführen ist. Dadurch gibt es die Möglichkeit „palate cleansers“ (oder auch „cleansing agents“ genannt) als Neutralisationsmittel einzusetzen. Sie sollen den Geschmack der vorangegangenen Probe neutralisieren, um „carry-over-“ Effekte zu vermeiden. Hierbei weisen verschiedene „palate cleansers“ eine unterschiedliche Effektivität in Bezug auf verschiedene Produkte bzw. Produktgruppen auf.

Welche Art von „palate cleansers“ am besten für das jeweils zu untersuchende Produkt geeignet ist und somit die höchste Effektivität für eine spezifische Produktgruppe besitzt, wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit diskutiert.

# **1. Grundlagen der Lebensmittelsensorik**

## **1.1. Was ist Sensorik?**

Grundsätzlich bedeutet „sensorisch“ nichts anderes als „auf die Sinne bezogen“ [HÄCKER und STAPF, 2004]. Zieht man nun die Verbindung von der denotativen (Denotation = Bedeutung eines Wortes; Grundbedeutung [WAHRIG-BURFEIND, 2004]) Bedeutung des Adjektivs auf die Sensorik als eine Fachrichtung in der Wissenschaft, so handelt es sich laut DERNDORFER [2006] bei sensorischen Analysen um wissenschaftliche Untersuchungen, die den Zusammenhang zwischen Produkten (Zutaten, Inhaltsstoffen) und deren Wahrnehmung und Bewertung mit den menschlichen Sinnen darstellen.

Schon früh erkannte man, dass sich die menschlichen Sinnesorgane dazu eignen, die mit ihnen erfassbaren Größen sowohl zu messen als auch zu quantifizieren und zu interpretieren [SOLMS, 1977], und sie somit als Messinstrumente zur Ermittlung der Qualität beziehungsweise des „Zustands“ eines Lebensmittels einsetzbar sind [FRICKER, 1984]. Die Prüfung der bereits angesprochenen, sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften eines Objekts erfolgt bei der sensorischen Analyse unabhängig von seiner pragmatischen, semiotischen oder biologischen Funktionen [BURDACH, 1988]. Eingesetzt werden hierbei der Geruchs-, Geschmacks-, Gesichts-, Gehör-, Temperatur-, Schmerz-, kinästhetischer und mechanischer Hautsinn [NEUMANN und MOLNÁR, 1991].

Zusammenfassend kann man sagen dass die Sensorik als Instrumentalisierung der menschlichen Sinne darstellbar ist, die mit Hilfe der, aufgrund von anatomischen sowie physiologischen Gegebenheiten möglichen Wahrnehmung versucht, physikalische als auch chemische Reize in quantifizierter und interpretierter Form darzustellen.

Aufgrund dessen, bietet das Wissen auf dem Gebiet der Sensorik und der sensorischen Analyse viele wichtige Aspekte, die für wissenschaftliche als auch wirtschaftliche Gebiete genutzt werden können.

## **1.2. Anwendungsgebiete der Lebensmittelsensorik**

Grundsätzlich sind sensorische Parameter entscheidende Faktoren bezüglich der Tatsache, ob ein Produkt von den Verbrauchern akzeptiert wird oder nicht, und somit über dessen Erfolg oder Niederlage auf dem Markt. Da Genuss und Geschmack Teil eines Ganzen sind, welches auch Essen und Trinken als Basis der Erhaltung des Lebens beinhaltet, ist der richtige Einsatz und die richtige Kombination von Zutaten und Zusatzstoffen von enormer Wichtigkeit, weil niemand ein Produkt kauft, das schlecht schmeckt oder riecht [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Die universellen Informationen, die man in der Sensorik, durch dementsprechende sensorische Analysen, gewinnen kann, finden daher in sehr unterschiedlichen Varianten Einsatz.

Mit ihrer Hilfe wird sowohl Produktentwicklung als auch Marktforschung betrieben. Aber auch nationale und internationale Qualitätsvergleiche und die amtliche Lebensmittelüberwachung sind Anwendungsgebiete [NEUMANN und MOLNÁR, 1991]. Die sensorische Analyse wird aber nicht nur bei allen Lebensmitteln, deren Zutaten und Zusatzstoffen eingesetzt, sondern auch bei Konsumartikeln wie Kosmetika, Tabakwaren, Reinigungsmitteln, Verpackungen und Umweltfragestellungen [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Weiters findet die sensorische Analyse, wie in Tabelle 1 beschrieben, unter anderem bei vielerlei Optimierungen Einsatz. Sowohl die Zutatenverbesserung als auch Produkt- und Prozessoptimierung zählen dazu. Ebenso die Kontrolle der Qualität und deren Verbesserung bei bereits existierenden Produkten sind, neben der Wareneingangskontrolle und der Kostenoptimierung, Anwendungsgebiete der sensorischen Analyse. Es kann ebenfalls sowohl der Einfluss des Verpackungsmaterials auf das Produkt untersucht, als auch dessen Mindesthaltbarkeit ermittelt werden. Aber auch Akzeptanz und Präferenz von Produkten sind wichtige Fragestellungen [BUSCH-STOCKFISCH, 2006; DERNDORFER, 2006].

**Tabelle 1. Anwendungsgebiete der sensorischen Analyse**

| <b>Anwendungsgebiete der sensorischen Analyse</b>      |
|--------------------------------------------------------|
| • Produktoptimierung                                   |
| • Kostenreduzierung                                    |
| • Zutatenverbesserung                                  |
| • Prozessoptimierung                                   |
| • Wareneingangskontrolle                               |
| • Qualitätskontrolle                                   |
| • Qualitätsverbesserung bereits existierender Produkte |
| • Auswahl neuer Rohstofflieferanten                    |
| • Einfluss des Verpackungsmaterials auf das Produkt    |
| • Ermittlung der Mindesthaltbarkeit                    |

(Quellen: BUSCH-STOCKFISCH, 2006; DERNDORFER, 2006)

Die sensorischen Analysen gewinnen auch aufgrund der verkürzten Produktentwicklungszeiten an Bedeutung. Ergebnisse aus sensorischen Verbraucherbefragungen, die von hervorragend ausgebildeten Prüfern ermittelt werden, werden für Marketing und Produktentwickler übersetzt, wodurch gewährleistet wird, dass Verbrauchermeinung direkt in den Entwicklungsprozess mit einfließt und in Entwicklungen oder Veränderungen des Produktes resultiert [BUSCH-STOCKFISCH, 2006]. Außerdem können Konsumenten aufgrund ihrer Präferenzen in Gruppen segmentiert werden. Das erlaubt den Unternehmen eine strategische Planung und die Optimierung des Produktportfolios [DERNDORFER, 2006].

Obwohl, oder gerade weil der Mensch anders detektiert als chemische oder physikalische Testmethoden, ist er in der sensorischen Analyse das Messinstrument.

Bis dato war es nicht möglich den Menschen, der aufgrund seiner mindestens durchschnittlichen sensorischen Fähigkeiten ausgewählt wurde, den man ausgebildet und vertraut gemacht hat mit den üblichen oder speziellen sensorischen Testverfahren, durch instrumentelle Messmethoden zu ersetzen. Zudem ist es wenig wahrscheinlich, dass das in Zukunft möglich sein wird [BUSCH-STOCKFISCH, 2006]. Die Tatsache dass Prüfpersonen unter anderem den Gesamteindruck zum Beispiel bezüglich des

Aromas eines zu testenden Produktes erfassen und darstellen können, ist von unschätzbarem Wert. Auch das Mundgefühl und andere Geschmacksempfindungen sind durch den Menschen als Messinstrument detektierbar. Zwar sind Menschen oft durch Vorurteile und persönliche Vorlieben beeinflusst, aber gerade diese Tatsache liefert Hinweise auf die Akzeptanz eines Produktes. Und Informationen über Ablehnung oder Annahme können sehr gute Dienste leisten bezogen auf die Vorhersage von Erfolg und Misserfolg eines Produktes auf dem Markt. Aber auch wenn Rezepturen verändert oder an heutige Anforderungen angepasst werden, kann durch den Einsatz von humanen Ressourcen festgestellt werden, wie diese Veränderungen von der Bevölkerung angenommen werden [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Wie ersichtlich wird, gibt es ein sehr weitläufiges Spektrum an Einsatzgebieten der Sensorik mit ihren Analysemethoden, die mit ihrem Nutzen aber nicht mehr wegzudenken ist. Die jeweilig eingesetzte Messmethode hängt von der Fragestellung ab, die man bearbeiten möchte. Darum ist es wichtig einerseits zu wissen, welche Methoden es gibt und andererseits, was noch elementarer ist, was man überhaupt messen will, sprich welche Intention einer Messung zu Grunde liegt.

### **1.3. Sensorische Prüfmethoden**

Sensorische Prüfmethoden werden aufgrund ihrer Zielsetzung und Fragestellung unterschieden. Auf diesem Fundament aufbauend erfolgt dies und reüssiert in der Unterteilung in analytische und hedonische Verfahren. Werden Prüfungen dieser beiden Gruppen in Kombination angewendet, so ergänzen sie sich. Folglich wird das Wissen über ein Produkt vervollkommen und dementsprechend abgerundet [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

#### **1.3.1. Analytische Testmethoden**

Hierbei werden Produktproben objektiv untersucht, was bedeutet, dass eigene Meinungen und persönliche Einflüsse weitestgehend ausgeschlossen werden [BUSCH-STOCKFISCH, 2006]. Um dies zu gewährleisten, werden bei analytischen Prüfungen

Personen eingesetzt, die bestimmten Anforderungen entsprechen müssen. Ausgewählt werden sie aufgrund ihrer sensorischen Fähigkeiten, welche im Falle deskriptiver Tests zusätzlich trainiert werden [DERNDORFER, 2006].

Weiters müssen gewisse Kriterien, wie zum Beispiel das Nichtrauchen vor und während der Trainings- und Testphasen oder das Nichtverwenden stark riechender Körperpflegemittel und vieles mehr, eingehalten werden [DERNDORFER, 2006].

Analytische Prüfungen sind in Unterschiedsprüfungen und deskriptive Prüfungen zu unterteilen [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

#### 1.3.1.1. Unterschiedsprüfungen

Unterschiedsprüfungen werden unter anderem auch Diskriminierungsprüfungen genannt, und zählen als solches zu den grundlegendsten Prüfungen in der Sensorik. Wendet man die richtige Methode, Fragestellung und Statistik an, so erhält man sehr genaue Ergebnisse für relativ wenig Geld, Zeit und Schulungsaufwand.

Bei Unterschiedsprüfungen werden zwei oder mehrere Produkte miteinander verglichen. Aufgrund ihrer Eignung auch sehr kleine Unterschiede zu erkennen, sind sie zum Teil sehr genau. Wichtig ist, dass sich die Proben nur in dem zu testenden Merkmal unterscheiden [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Ein Beispiel hierfür wäre ein Erdbeerjoghurt, bei welchem der Lieferant für die Fruchtzubereitung gewechselt wurde. Die Unterschiedsprüfung würde nun herangezogen werden, um zu testen, ob das resultierende Produkt anders schmeckt, als das ursprüngliche Joghurt [DERNDORFER, 2006].

##### 1.3.1.1.1. Triangeltest

Beim Triangeltest, oder auch Dreiecksprüfung genannt, werden den Prüfpersonen drei Proben vorgelegt. Jeweils zwei davon sind identisch. Die Probanden sollen die Fragestellung „welche ist die abweichende Probe?“ beantworten.

Anwendung findet diese Prüfmethode bei Kontrollen von Produktanpassungen oder Untersuchungen von Produktunterschieden, die generell und nicht bekannt sind. Außerdem wird der Triangeltest bei der Auswahl von Prüfpersonen, sowie zur Überprüfung deren Training, eingesetzt.

Wichtig ist, dass die Prüfer, aufgrund der Darreichungsform oder von Farbunterschieden, keine Rückschlüsse auf die Proben ziehen können. Deswegen müssen diese in gleiche Gefäße gefüllt und eventuell soll mit Farbfiltren gearbeitet werden. Bei Flüssigkeiten können diesbezüglich schwarze Probengefäße hilfreich sein. Ebenso sollten die Proben der Prüfperson gleichzeitig und in gleicher räumlicher Verteilung angeboten werden, um wiederum das Raten zu verhindern.

Grundsätzlich ist bei dieser Testmethode das oftmalige Verkosten der Proben erlaubt. Allerdings sollte man bedenken, dass dies die Genauigkeit der Ergebnisse nicht zwangsläufig positiv beeinflusst [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

#### 1.3.1.1.2. Paarweise Vergleichsprüfung

Die Paarweise Vergleichsprüfung wird auch 2- AFC Test (*Alternative Forced Choice Test*) oder gerichtete Unterschiedsprüfung (*Directional Difference Test*) genannt. Da es sich um eine attributbezogene Unterschiedsprüfung handelt, ist es möglich, einen spezifischen Unterschied in einem Produkt zu untersuchen. Sie zählt ebenso zu den Zwangsauswahlprüfungen, da sich die Prüfer zwischen zwei Alternativen entscheiden müssen [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Anwendung findet die Methode grundsätzlich bei kleinen Unterschieden. Es ist möglich zu differenzieren, ob zwischen zwei Proben ein wahrnehmbarer Unterschied besteht oder nicht. Daraus ergibt sich die Möglichkeit der Kontrolle von Änderungen in Rezeptur, Herstellungsverfahren, Verpackung oder Lagerung (z.B. aus Kostengründen) in Bezug auf deren sensorische Wahrnehmbarkeit im Endprodukt.

Bei der Paarweisen Vergleichsprüfung werden zwei Proben miteinander verglichen. Diese unterscheiden sich in einem oder in mehreren Attributen voneinander, wobei der Test zur Untersuchung von einem der effizientere und aussagekräftigere ist.

Bei dieser Testmethode lautet die Fragestellung z.B. „Welche Probe ist schwächer, intensiver, etc...“, woran man aber unmöglich erkennen kann, ob es eine einseitige oder zweiseitige, eine Prüfung auf Unterschied oder Ähnlichkeit ist. Das soll die Prüfperson aber auch gar nicht wissen, damit sie sich keine Gedanken darüber macht und eventuell das Ergebnis dadurch beeinflusst würde. Die Prüfanleitung muss so formuliert sein, dass die Prüfer die Aufgabenstellung verstehen. Es kann als Hilfestellung auch eine Einschmeckprobe erfolgen.

Die zu testenden Proben können sowohl nacheinander als auch gleichzeitig serviert werden. Geschieht dies zur selben Zeit, so müssen sie in gleicher Weise und in gleichen Gefäßen gereicht werden. Betrifft die Fragestellung nicht die Farbe, so müssen Farbunterschiede oder andere Lichteinflüsse maskiert werden. Die Aufstellung der Proben erfolgt [BUSCH-STOCKFISCH, 2006]:

|   |   |
|---|---|
| A | B |
| B | A |

Die Probenreihen werden von links nach rechts verkostet, wobei Rückkosten erlaubt ist. Dies ist allerdings davon abhängig, ob die Intensität der Proben es gestattet. Sollte es von Bedeutung sein, wie das Prüfmaterial verkostet wird (z.B. ob die Probe abgeschluckt werden soll, oder nicht), erfordert das konkrete Anweisungen und Vorschriften. Ist das nicht der Fall, so können die Prüfer, mit dem Hinweis dass sie mit allen Proben einer Verkostungsreihe gleich verfahren, nach eigenen Vorstellungen verkosten [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Wie bereits erwähnt gibt es die Möglichkeit auf Unterschied oder auf Ähnlichkeit zu testen.

- Prüfung auf Unterschied

Hierbei wird das  $\alpha$ - Risiko geprüft, das heißt, ob zwischen zwei Proben ein signifikant wahrnehmbarer Unterschied existiert. Findet eine ausreichend große Anzahl an Prüfpersonen einen Unterschied heraus, so ist das Ergebnis signifikant. Trifft dies nicht zu, so ist das Ergebnis nicht signifikant, unter der Prämisse, dass dieser Fall keine Rückschlüsse darauf erlaubt, dass sich die Proben ähnlich sind.

Einseitig ist der Test dann, wenn der Prüfungsleiter weiß welche Probe in dem zu testenden Merkmal intensiver bzw. schwächer ausgeprägt ist. Es ist also möglich, dass man eine Hypothese erstellt. Ein Beispiel wäre, dass Produkt A intensiver ist als B. Folglich würde die Hypothese lauten:  $H_A: P > 0,5$ .

Bei der zweiseitigen paarweisen Vergleichsprüfung weiß der Leiter nicht, welcher Unterschied zwischen zwei Proben existiert bzw. es gibt auch keine Vermutung. Im ersten Schritt muss also davon ausgegangen werden, dass die beiden Proben gleich in

der Intensität des zu testenden Attributs sind. Daraus ergibt sich  $H_0: P_A = P_B = 0,5$  [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

- Prüfung auf Ähnlichkeit

Hierbei wird das  $\beta$ - Risiko geprüft, was bedeutet, dass gefragt wird, ob zwischen zwei Proben eine signifikant wahrnehmbare Ähnlichkeit existiert. Signifikant ist das Ergebnis dann, wenn eine bestimmte Anzahl an Personen, die einen Unterschied erkennen, überschritten wird. Bei der Prüfung auf Ähnlichkeit wird neben dem Risiko  $\beta$  auch noch ein Wert  $p_d$  festgelegt. „Dieser Wert  $p_d$  ist eine statistische Größe, mit der man festlegt, wie groß die Anzahl an Tests sein kann, bei denen ein Unterschied zwischen Produkten festgestellt wird“ [BUSCH-STOCKFISCH, Abschnitt II, Kap. 4.3, 2006]. Wird ein Wert von 10 bzw. 20% erhalten, so spricht man von einer geringen Anzahl von Unterscheidern. Eine hohe Anzahl derer existiert dann, wenn der  $p_d$ - Wert bei 40 bzw. 50% liegt.

Auch hier gilt für den einseitigen Test dasselbe wie bei der Prüfung auf Unterschied ebenso wie für die zweiseitige Fragestellung [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

#### 1.3.1.1.3. Duo- Trio- Prüfung

Bei der Duo- Trio- Prüfung werden der Testperson drei Proben vorgelegt, wobei eine davon die gekennzeichnete Kontrollprobe (K) ist. Diese ist mit einer der beiden anderen (A, B) identisch. Die an die Prüfer gestellte Frage ist entweder, welche Probe mit K identisch, oder welche die abweichende in jedem Paar ist [DERNDORFER, 2006].

Die Kontrollprobe wird als erstes, und anschließend eine der beiden Proben, im ersten Verkostungszyklus z.B. A, verkostet. Im zweiten Durchlauf wird K mit der anderen verglichen [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Mit der Duo- Trio- Prüfung werden keine spezifischen, sondern nur allgemeine Unterschiede ohne Attribute festgestellt. Ihre Anwendungsgebiete sind unter anderem die Qualitätskontrolle, nicht definierbare oder nicht bekannte Unterschiede, bei Änderungen von Zutaten oder anderen Teilschritten des Produktionsprozesses und das Untersuchen von Verpackungseinflüssen. Außerdem kann sie auch zur Auswahl und zum Training von Prüfern eingesetzt werden. Die Wahrscheinlichkeit, dass die richtige Probe erraten wird liegt bei  $\frac{1}{2}$  [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Das Darreichen der Proben erfolgt auf zwei verschiedene Arten:

#### 1.3.1.1.3.1. Constant reference mode

In diesem Fall wird immer dieselbe Kontrollprobe verwendet. Sie wird mit sich selbst und der abweichenden Probe verglichen. Die Aufgabenstellung an die Prüfer ist es, herauszufinden, welche der Proben mit der Kontrolle identisch ist. Sinn macht diese Technik, wenn die Kontrolle sehr gut bekannt ist, beispielsweise in der Qualitätssicherung, wenn mit einem Standard verglichen werden soll.

Die Möglichkeiten, wie die Proben aufgestellt werden können, lauten wie folgt:

|       |   |   |
|-------|---|---|
| $R_A$ | A | B |
| $R_A$ | B | A |

Die Referenz- bzw. Kontrollprobe wird immer an erster Stelle serviert. Danach folgen im *Constant reference mode* abwechselnd die Proben A und B. Wichtig ist, dass die Prüfanordnungen pro Session gleich häufig vorkommen. Die Zuteilung zu den Prüfern erfolgt zufällig. Gegeben der Fall, dass eine ungerade Anzahl an Prüfpersonen zur Verfügung steht, wird der letzten Person eine zufällig ausgewählte Anordnung zugeteilt [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

#### 1.3.1.1.3.2. Balanced reference mode

Die Kontrollprobe wechselt in diesem Fall zwischen A und B [DERNDORFER, 2006]. Auch bei diesem Prüfmodus wird die Kontrolle mit den Prüfproben verglichen und es soll herausgefunden werden, welche Prüfprobe der Kontrolle entspricht. Den *Balanced reference mode* setzt man vermehrt ein, wenn die Prüfpersonen nicht so gut ausgebildet, oder die Proben nicht gut bekannt sind. Man kann daraus schließen, dass diese Technik gerne bei der Prüferschulung eingesetzt wird.

Die Proben triaden können wie folgendermaßen angeboten werden:

|                      |          |          |
|----------------------|----------|----------|
| <b>R<sub>A</sub></b> | <b>A</b> | <b>B</b> |
| <b>R<sub>A</sub></b> | <b>B</b> | <b>A</b> |
| <b>R<sub>B</sub></b> | <b>A</b> | <b>B</b> |
| <b>R<sub>B</sub></b> | <b>B</b> | <b>A</b> |

Die Probenkombinationen müssen gleich häufig pro Session dargereicht werden. Bei der Verteilung auf die Prüfer gilt das Zufallsprinzip, wobei angemerkt werden muss, dass eine Prüferzahl, die durch vier teilbar ist, günstig wäre. Ist dies nicht der Fall, so werden überzählige Probenanordnungen nach dem Zufallsprinzip verteilt [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

#### 1.3.1.1.4. Rangordnungsprüfung

Im Falle einer Rangordnungsprüfung werden die Proben nach ihren Eigenschaften gereiht. Dies kann bezüglich der Intensität von Eigenschaften (z.B. Süßigkeit) oder der Qualität von Produkten geschehen. Wird nach Beliebtheit gereiht, so zählt die Prüfung zu den hedonischen Methoden [DERNDORFER, 2006].

#### 1.3.1.2. Deskriptive Prüfungen

Deskriptive Verfahren haben zum Ziel, Produkteigenschaften zu identifizieren und diese anschließend zu quantifizieren. Sie dienen dazu, alle von Konsumenten wahrgenommenen Empfindungen beschreibbar zu machen. Da es sich um vollkommen wertfreie Produktprofile handelt, kann erst eine Verknüpfung dieser Profildaten mit Akzeptanzdaten Aufschluss darüber geben, welche Produkte eine hohe Akzeptanz erreichen und welche sensorischen Eigenschaften dafür verantwortlich sind. Ferner ist es auch möglich Daten aus den Produktprofilen mit chemisch- physikalischen Werten zu korrelieren.

In den hier zum Einsatz kommenden deskriptiven Panels werden gerne Konsumenten, die dem Produkt gegenüber unbefangen sind, es also konsumieren ohne über dessen Eigenschaften und warum es ihnen schmeckt reflektieren, eingesetzt. Die Teilnehmer werden aufgrund verschiedener Auswahlkriterien rekrutiert und speziell für die jeweilige Aufgabenstellung geschult [RUMMEL, 2006].

#### 1.3.1.2.1. Einfach beschreibende Prüfung

Bei der einfach beschreibenden Prüfung werden die verschlüsselten Proben von den Prüfpersonen für die Merkmale Farbe, Form, Geruch, Geschmack und Textur (Konsistenz und Gefüge) beschrieben. Die Proben können von den Prüfern einzeln oder gemeinsam, mit frei gewählten oder mit aus einer vorgegebenen Liste entnommenen Begriffen, beschrieben werden. In dem von der DIN- Norm 10964 vorgestellten Prüfformular gibt es keinerlei Einteilung in positive und negative Eigenschaften, was in der Praxis aber häufig anders vorgenommen wird.

Für dieses Prüfverfahren sollten Prüfpersonen ausgewählt werden, welche die Fähigkeit haben, ihre sensorischen Wahrnehmungen beschreiben zu können. Zudem kann die einfach beschreibende Prüfung prinzipiell auch als erste Schulungsphase für die Erarbeitung einer Beschreibungsliste für deskriptive Analysen eingesetzt werden [RUMMEL, 2006].

#### 1.3.1.2.2. QDA (Qualitative deskriptive Analyse)

Bei der Qualitativen deskriptiven Analyse (QDA) werden trainierte Konsumenten eingesetzt. Diese werden anhand der tatsächlichen Produkte trainiert, und es finden zusätzlich Testwiederholungen statt, um die Ergebnisse abzusichern.

Es werden an die QDA- Methode einige Voraussetzungen gestellt. Unter anderem sollen alle sensorischen, vom menschlichen System wahrnehmbaren Eindrücke (z.B. Geruch, Textur, etc.) trotz möglicher Interaktionen zwischen den einzelnen sensorischen Dimensionen, erfasst werden. Die einzelnen beschreibenden Attribute werden nicht nur isoliert betrachtet, da deren Zusammenhänge rechnerisch ermittelt werden.

Zudem werden immer mehr Produkte zusammen getestet, da das menschliche Wahrnehmungssystem nicht gut für absolute, aber gut für relative Intensitätseinschätzungen geeignet ist.

Es sollte bei einer QDA nur eine begrenzte Anzahl (10-12) an Prüfpersonen eingesetzt werden. Diese müssen zeitlich verfügbar sein und die Grundvoraussetzung erfüllen, in der Produktkategorie der zu testenden Produkte Unterschiede zwischen den Proben zu erkennen. Hierfür werden zumeist Unterschiedstests durchgeführt.

Die Panelsprache soll sich infolge eines gruppendynamischen Prozesses frei vom Einfluss des Panelleiters entwickeln, wobei dieser die Diskussion in der Gruppe leiten soll.

Die wahrgenommenen Intensitäten werden auf einer stufenlosen Linienskala von 6 Inch (Englisches Längenmaß; Zoll; 2.54 cm) Länge eingetragen, die nur durch zwei verbale Ankerpunkte unterteilt wird. Diese Skala wird danach in Zahlenwerte umgewandelt. Die Ergebnisse sind somit quantifizierbar.

Eine Überprüfung des Panels und die Auswertung der Profile erfolgt meistens mittels Varianzanalyse. Produktprofile sind die resultierenden Ergebnisse, die grafisch als „spider- webs“ dargestellt werden.

Aufgrund der Arbeit mit einer stufenlosen Linienskala muss das vorhandene Datenerfassungssystem ein schnelles und fehlerfreies Übertragen der Daten ermöglichen [RUMMEL, 2006].

### **1.3.2. Hedonische Testmethoden**

Bei hedonischen Testmethoden handelt es sich um Prüfverfahren, bei denen die subjektive Wahrnehmung von Produkten getestet wird [DERNDORFER, 2006]. Hierbei stehen die Prüfpersonen mit ihren Vorlieben und Bedürfnissen im Vordergrund. Gemessen wird daher die Einstellung des Verbrauchers zum Produkt. Aufgrund des Einsatzes ungeschulter Prüfpersonen, können die Eigenschaften der vorgelegten Proben nicht quantifiziert oder charakterisiert werden, da diese dazu nicht oder nur begrenzt in der Lage sind. Daher muss die Anzahl der Testpersonen deutlich höher sein als bei analytischen Prüfungen. Außerdem steigt die statistische Aussagekraft des Tests an, je höher die teilnehmende Personenzahl ist [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Die Auswahl der Probanden wird je nach Untersuchungsziel vorgenommen. Dies kann nach Alter, Geschlecht, Beruf und anderen soziologischen Kriterien erfolgen [BUSCH-STOCKFISCH, 2006]. Da die Messung solcher affektiven Reaktionen oft in der Produkt- und Marktforschung eingesetzt wird, sollten in der Regel diejenigen Prüfpersonen herangezogen werden, deren hedonische Bewertung prognostiziert werden soll [BURDACH, 1988].

### 1.3.2.1. Präferenzprüfungen

Mit Hilfe dieser Prüfungen wird getestet, welches Produkt vom Konsumenten bevorzugt wird [BUSCH-STOCKFISCH, 2006]. Methoden die mit modifizierter Fragestellung eingesetzt werden, sind wie folgt:

#### 1.3.2.1.1. Paarweise Vergleichsprüfung nach Präferenz

Dem Probanden werden zwei Proben vorgelegt, aus denen die präferierte ausgewählt werden soll [DERNDORFER, 2006]. Die verwendete Fragestellung lautet häufig: „Welche Probe bevorzugen Sie?“.

Es gibt aber auch die Möglichkeit eines multiplen Paarvergleiches, wobei alle möglichen Probenpaare auf Präferenz getestet werden. Allerdings steigt der Testaufwand überproportional mit der Anzahl der Proben an [DERNDORFER, 2006].

Wenn die Präferenztests affektiv mit Verbrauchern durchgeführt werden, sollte die Anzahl der teilnehmenden Prüfer mindestens 60 sein, wobei größere Zahlen von 80 bis 120 die Trennschärfe des Tests verbessern [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

#### 1.3.2.1.2. Rangordnungstest nach Präferenz

In der Rangordnung nach Präferenz werden mehr als zwei Proben miteinander verglichen. Die Testpersonen sollen die Proben nach Bevorzugung oder Beliebtheit reihen [DERNDORFER, 2006].

Daher können hier ungeschulte Prüfpersonen eingesetzt werden. Wichtig ist, dass der Test ausschließlich von Personen gleicher Qualifikation durchgeführt wird, und dass alle Teilnehmer die Fragestellung in gleicher Weise verstehen [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Um ein aussagekräftiges Ergebnis zu erhalten braucht man eine bestimmte Anzahl an Prüfern. Den nach BUSCH-STOCKFISCH [2006] zitierten nun erwähnten Quellen zufolge, benötigt man laut DIN 10963 mindestens 30 ungeschulte Teilnehmer während die ISO 8587 15 bis 30, und Meilgaard et al. (1999) mindestens 16 ungeschulte Prüfer vorschlagen.

### 1.3.2.2. Akzeptanzprüfungen

Akzeptanz bedeutet im Fall der sensorischen Analyse, wie sehr ein Produkt vom Kunden akzeptiert wird. Man kann auch sagen, dass der Grad des Gefallens eines Produktes ermittelt wird [BUSCH-STOCKFISCH, 2006]. Bei Akzeptanzprüfungen wird hauptsächlich nur ein Produkt pro Konsument getestet (Ein-Produkttest).

Oftmals wird diese Art der hedonischen Testung zur Messung eines Gesamturteils („overall acceptance“) herangezogen. Ebenso stehen aber auch Prüfungen in Bezug auf separate Akzeptanzen im Vordergrund [DERNDORFER, 2006].

### 1.3.3. Zeit- Intensitäts- Messungen

Ähnlich zur klassischen sensorischen Evaluation brauchen TI- Messungen (Zeit-Intensitäts- Messungen) Auswahl und Training der Prüfpersonen. Im zweiten Schritt werden die resultierenden, rohen Kurven analysiert. Auch wenn intensiv trainiert wird, gibt es Unterschiede zwischen den erhaltenen Kurven der verschiedenen Prüfpersonen. Sie können sich bezüglich der Attribute und anderer Faktoren, welche die Prüfer beeinflussen können, unterscheiden [FRADIN, 1999].

#### 1.3.3.1. Training und Durchführung

TI- Evaluierung ist ein spezieller Typ der deskriptiven Analyse. Deshalb empfiehlt es sich, dass Prüfpersonen eingesetzt werden, die zuvor bereits deskriptives Training hatten, weil sie auf beiden Gebieten, Erkennen und Skalieren der Intensitäten der Attribute, kompetent sind. Das Ziel der TI- Selektion ist es, Prüfer zu identifizieren, welche spezielle Fertigkeiten haben. Tatsächlich werden für eine TI- Messung mehr Fähigkeiten benötigt, als für statische sensorische Evaluierungen. Ähnlich dem *Profiling assessment* (Auswahlbewertung) müssen sich die Prüfer kontinuierlich auf ein einziges sensorisches Attribut konzentrieren, um innerhalb einer simplen oder komplexen Probe akkurat zu identifizieren und zu quantifizieren und um dies konstant durchzuführen. Überdies wird von ihnen erwartet, sorgfältig die auftretenden Veränderungen der sensorischen Sensation aufzeichnen und alle Tests mit passenden motorischen Fertigkeiten durchführen zu können: z.B. die Fähigkeit zu kauen, während der Benutzung der Computermouse um die wahrgenommene Intensität anzuzeigen.

Das Hauptziel des Trainings ist, die temporale Natur sensorischer Eigenschaften, unter Verwendung von Produkten und Beispielen mit verschiedenen zeitlichen Profilen (Klang, Licht, Geruch, Geschmack), zu erklären und zu demonstrieren. Darüber hinaus können auch Referenzen während des Trainings verwendet werden, um ein Attribut bei einer vorgegebenen Intensität zu zeigen. Dieser Schritt ist allerdings kritisch, weil TI-Analysen die Intensitäten dieser Attribute ohne Unterbrechung aufzeichnen. Abschließend werden die Prüfer mit dem Testequipment und den Abläufen bekannt gemacht.

Bezüglich des Designs muss zuerst festgelegt werden, über welchen Zeitraum hinweg Daten gesammelt werden sollen. Dann muss die Anzahl der Probenpunkte und das Zeitintervall zwischen diesen korrekt festgesetzt werden, um sicherzustellen, dass kritische Veränderungen des Produktes abgedeckt werden. Diese Punkte müssen die Probencharakteristiken (Form, Größe) in Betracht ziehen. Zuletzt wird die Probenpräsentation, Bezug nehmend der Empfehlungen und Regeln sensorischer Evaluierungen, randomisiert, fixiert oder balanciert um „bias“ (Fehler) bezüglich der Ordnung der Proben zu minimieren.

Zusätzlich zum vorangegangenen Punkt kann eine Konditionierungsprobe verwendet werden, um die Prüfpersonen auf die gleiche Sensation zu kalibrieren und um den „bias“ der ersten Position oder Kontexteffekte zu kontrollieren. Abschließend ist es notwendig zu spezifizieren, ob die Prüfer spülen müssen, und/oder die Standards zwischen den Proben wieder zu schmecken.

Was die Evaluierungsdurchläufe betrifft, so beginnen diese sobald der Stimulus den Prüfern zugeführt (aufgetragen, geschmeckt oder gerochen) wird, und wird beendet wenn das Zeitlimit oder Auslöschung der Sensation erreicht ist. Außerdem müssen bei standardisierten Evaluierungen Prozeduren, wie die Stärke und die Frequenz des Kauens spezifiziert und in das Training und den Testdurchlauf integriert werden [FRADIN, 1999].

### 1.3.3.2. Faktoren, welche die temporale Wahrnehmung beeinflussen

Verschiedene Sorten von Faktoren können die temporäre Wahrnehmung eines sensorischen Attributs beeinflussen: manche stehen in Relation zu den Produkten oder den Attributen selber, andere sind mit den Instruktionen während der Bewertung und den Prüfern verbunden [FRADIN, 1999].

Zu den Produkt- und Attributfaktoren zählten, wie bei NOBLE et al. [1991] am Beispiel von Süßungsmitteln behandelt, sowohl die Identität und die Konzentration des süßenden Mittels, als auch dessen Viskosität, Temperatur, die Komplexität des Systems und die Methode der Evaluierung (z.B. Abschlucken vs. Ausspucken wie bei OTT und PALMER, 1990), welche alle zur Wahrnehmung des Süßgeschmacks beitrugen. So widmete sich auch die Arbeit von PORTMANN et al. [1992] dem Effekt von Konzentration, Temperatur und Viskosität auf Intensitäts-/ Zeitcharakteristiken der Süßantwort für D-Glucose, D-Fructose und Sucrose in Wasser. Wie bei GODARD und SAUVAGEOT [1993] gezeigt wurde, beeinflusst auch die Natur der Instruktion die Antwort der Prüfpersonen. Wenn den Prüfern Zusatzinformationen gegeben wurden, erreichten diese die Maximalintensität früher und kamen schneller zu einer Intensität von Null zurück.

Auch individuelle Variationen stellen einen wichtigen Einflussfaktor auf die TI-Information dar [FRADIN, 1999]. So gibt es durchaus Unterschiede in der Form der individuellen Kurven, die oftmals ignoriert wurden [MACFIE und LIU, 1992].

### 1.3.3.3. Datenanalyse

Wie für die traditionelleren sensorischen Methoden sind die Ziele der Datenanalyse, die Produkte zu vergleichen und die Durchführung des Panels während des Trainings und der Bewertung zu überwachen. Nichts desto trotz ist die TI- Methode keine klassische sensorische Analyse und deswegen sind da zwei Aspekte in den Zeit- Intensitäts- Daten, auf die normalerweise nicht getroffen wird. Zum einen bestehen die TI- Daten aus einer Sammlung von Intensitäten zu jedem vorgegebenen Zeitpunkt. Diese Werte können entweder direkt (Rohdaten, z.B. Kurven) mit speziellen statistischen Methoden bearbeitet werden, oder mit Hilfe der Daten, die vor der statistischen Analyse aus den Kurven erhalten wurden (extrahierte Parameter). Zum anderen, müssen wegen der idiosynkratischen Prüferantworten Diskussionen geführt werden, die den Weg betreffen,

wie die TI- Informationen von allen Prüfpersonen zusammengefasst werden und wie die Prüfer Performance kontrolliert wird [FRADIN, 1999].

#### 1.3.3.3.1. Analyse der Rohdaten

##### 1.3.3.3.1.1. Vorbehandlung der Daten

Die visuelle Untersuchung der individuellen Kurven wird als vorhergehender Schritt für die meisten Analysen empfohlen. Die Ziele sind die Identifizierung und die Korrektur der verschiedenen Situationen laut ASTM [1997], bei FRADIN [1999] zitiert, wie folgt:

- a) Nicht zugehörige Peaks der Kurve, welche der Variation der Evaluierungstechniken der Prüfer zuzuschreiben sind, können gelöscht werden.
- b) Irreguläre Trends, unruhige Schwankungen können geglättet werden.
- c) Abhängig von den Zielen der Studie, können auch nur Teile der Kurve von Interesse sein [FRADIN, 1999].

Wenn die Kurven bereit für die Analyse sind, ergibt sich das Problem des Wählens der Methoden, um die Information zu summieren und die Panel Performance zu überwachen [FRADIN, 1999].

##### 1.3.3.3.1.2. Zum Zusammenfassen der Information: der Produktaspekt

- a) „Averaged“ TI- Kurve (Durchschnittliche TI- Kurve)

SCHMITT et al. [1984] errechneten einen Mittelwert aus den individuellen Kurven der Prüfpersonen indem eine repräsentative Durchschnittskurve erstellt wurde. Der Hauptnachteil dieser Methode ist, dass eine Durchschnitts- TI- Kurve nicht repräsentativ für die meisten individuellen Kurven ist [DIJKSTERHUIS und EILERS, 1997].

- b) „Averaging“ der Zeitrichtung und Normalisierung der Intensitätsrichtung

Die individuellen Kurven wurden in die I (I') Richtung normalisiert, bis die Maximalintensitäten aller individuellen Kurven (I'max) einem fixierten Level glichen.

Das Durchschnittslevel ( $\bar{I}'$ ) wurde errechnet, indem das geometrische Mittel aller  $I'_{i \max}$ -Werte verwendet wurden (Abb. 1).

$$\bar{I}'_{\max} = \exp \left\{ \left( \sum_{i=1}^N \ln I'_{i \max} \right) / N \right\}$$

**Abb. 1 Durchschnittslevel  $\bar{I}'$**

(Quelle: OVERBOSH et al., 1986)

Die Zeit der Maximalintensität für jede Kurve ( $t_{i \max}$ ) wurde festgelegt und das geometrische Mittel in die Richtung der halben Kurven vor  $t_{i \max}$  und der halben Kurven nach  $t_{i \max}$  ermittelt, bezogen auf die generelle Gleichung (Abb. 2):

$$\bar{t} = \exp \left\{ \left( \sum_{i=1}^N \ln t_i \right) / N \right\}$$

**Abb. 2 Geometrisches Mittel**

(Quelle: OVERBOSH et al., 1986)

Diese Prozedur eliminierte effektiv artifizielles Verbreitern der Peaks [OVERBOSH et al., 1986].

c) Normalisierung in die Zeit- und in die Intensitätsrichtung

LIU und MACFIE [1990] schlugen die folgende Methode vor. Zuerst wurden die Durchschnittswerte  $I_{\max}$ ,  $t_{\text{start}}$ ,  $t_{\max}$ ,  $t_{\text{dec}}$  und  $t_{\text{end}}$  aller individuellen Ergebnisse errechnet. Die durchschnittlichen Werte konnten geometrische oder arithmetrische Mittel sein. Zweitens wurden alle Kurven in die  $I$ -Richtung normalisiert, um dasselbe Level der Maximalintensität  $I_{\max}$  zu erhalten. Die Werte für  $I$  für jede Kurve  $i$  wurden wie folgt transformiert (Abb. 3).

$$I' = \frac{I_{\max}}{I_{\max i}} * I$$

**Abb. 3 Formel für  $I'$**

(Quelle: LIU und MACFIE, 1990)

Dann wurden die Kurven in die  $t$ - Richtung normalisiert um dieselben  $t_{\text{start}}$ ,  $t_{\text{max}}$ ,  $t_{\text{dec}}$  und  $t_{\text{end}}$  zu erhalten. Die Zeitwerte wurden, wie folgend gezeigt, transformiert (Abb. 4).

$$t' = \begin{cases} \frac{(t_{\text{max}} - t_{\text{start}})}{(t_{\text{max}_i} - t_{\text{start}_i})} (t - t_{\text{start}_i}) + t_{\text{start}} & \text{wenn } t_{\text{start}_i} \leq t \leq t_{\text{max}_i} \\ \frac{(t_{\text{end}} - t_{\text{dec}})}{(t_{\text{end}_i} - t_{\text{dec}_i})} (t - t_{\text{dec}_i}) + t_{\text{dec}} & \text{wenn } t_{\text{dec}_i} \leq t \leq t_{\text{end}_i} \end{cases}$$

$t_{\text{start}_i}$  ..... repräsentiert die Anfangszeit der Kurve  $i$   
 $t_{\text{dec}_i}$  ..... ist die Zeit des Plateau- Endes der Kurve  $i$   
 $t_{\text{max}_i}$  ..... ist die Zeit der Kurve  $i$  um die Maximalintensität zu erreichen  
 $t_{\text{end}_i}$  ..... ist die Zeit bis zum Ende der Kurve  $i$

**Abb. 4 Transformierte Intensitätswerte**

(Quelle: LIU und MACFIE, 1990)

Um von den Werten von  $I$  einen Durchschnitt zu errechnen, wurden die auf- und absteigenden Phasen jeder Kurve beide in  $R$  gleiche Zeitintervalle geteilt. Nach dieser Normalisierung veränderten sich die Formen der individuellen Kurven nicht und die Hauptparameter waren Durchschnitte aller korrespondierenden individuellen Ergebnisse. Diese Kurve behielt die Charakteristiken der originalen Kurven.

- d) Eine zentrierte oder standardisierte Principal Component Analysis (PCA) von TI- Kurven

VAN BUUREN [1991, 1992] schlug, wie er bei DIJKSTERHUIS [1997] zitiert wird, eine Principal Component Analysis (PCA) eine Matrix  $\mathbf{Xi}$  vor, welche die TI- Kurven als „columns“ (Spalten) enthält. Es wurde eine „singular value decomposition“ (Einzelwert- Dekomposition) der Matrix durchgeführt, nachdem diese spaltenzentriert worden ist. Die erste „principal“ Komponente (hier Kurve genannt) ist ein gewichteter Durchschnitt der individuellen Kurven, welcher das meiste der totalen Variation erklärt. Die zweite PC („principal curve“) enthält zwei weitere Quellen der Variation, und die dritte scheint aus nichts anderem als Störung zu bestehen [VAN BUUREN, 1992]. Es gibt auch die Möglichkeit einer standardisierten PCA, wobei zusätzlich zum Zentrieren die Daten auch normalisiert werden. Die TI- Kurven wurden durch ihre

Standardabweichung dividiert und hatten folglich die Varianz von 1 [DIJKSTERHUIS, 1997].

Da die beiden Methoden nur bei zentrierten Spalten funktionieren, gehen manche Informationen gänzlich verloren. Eine alternative Methode kann die Nicht zentrierte PCA sein [FRADIN, 1999].

e) Eine nicht- zentrierte Principal Component Analysis (NPCA) von TI- Kurven  
Eine alternative Methode, um die Matrizes der TI- Kurven zu analysieren, ist die „non centered“(nicht zentrierte) PCA. Wie der Name schon sagt wird die Matrix  $\mathbf{Xi}$  analysiert, ohne zuvor in Abweichung vom Mittel gebracht zu werden. Die Zerlegung ist dieselbe, aber  $\mathbf{Xi}$  ist in diesem Fall eine unzentrierte, *rohe* Matrix. Auch hierbei wird ein neues Set an Kurven gefunden, welche als „noncentered principal curves“ (NPTIC's; nicht zentrierte „principal“ Kurven) bezeichnet wurden [DIJKSTERHUIS, 1993].

#### f) Weitere Vorschläge

Andere, noch nicht veröffentlichte Methoden sind:

- Bei FLIPSE [1992], der von DIJKSTERHUIS [1993] zitiert wurde, ist eine alternative Methode beschrieben worden, bei der eine PCA an einer reihenzentrierten Matrix  $\mathbf{Xi}^*$  durchgeführt wurde. Die reinen Mittelwerte waren die Durchschnittskurven  $\bar{\mathbf{x}}_i$ . Die Repräsentation der neuen Kurven  $^{**}\mathbf{P}\Phi^{***}$  war ein Ergebnis der Analyse, die sogenannten „component scores“. Einen weiteren Output stellten die „loadings“ (Gewichtungen) in  $\mathbf{Q}$  dar, wobei jedes Subjekt  $k$  eine Gewichtung an der PC hatte. Das grafische Auftragen dieser Gewichtungen legte Unterschiede zwischen den Prüfern frei und konnte gegebenenfalls interessante Information über beispielsweise Panelhomogenität und Ausreißer liefern.

---

\*  $i \dots (i = 1, \dots, N)$  steht für ein Produkt; bei DIJKSTERHUIS [1993] für ein Getränk.

\*\*  $\mathbf{P}$  und  $\mathbf{Q}$  sind orthogonale Matrizes

\*\*\*  $\Phi$  ist eine diagonale Matrix mit einzelnen Werten

- Eine andere Möglichkeit besteht darin, eine PCA (die Art der Zentrierung spielt keine Rolle) an den Matrizes  $\mathbf{Xk}^*$  durchzuführen, anstatt an  $\mathbf{Xi}$ . Diese enthalten die Kurven eines Prüfers für die verschiedenen Produkte (hier Getränke). In diesem Fall beinhaltet  $\mathbf{P\Phi}$  die PCs für einen Prüfer, die sogenannte Signatur, und  $^{**}\mathbf{Q}$  umfasst folglich die Gewichtungen der Produkte an diesen PCs [DIJKSTERHUIS, 1993].

Es wurden viele Methoden vorgeschlagen, um die Kurveninformationen zu summieren und um eine sinnvolle Durchschnittskurve zu erhalten. Die Produkteigenschaften über einen Zeitraum können aber nicht verglichen werden, wenn das Panel nicht trainiert und effizient ist. Aus diesem Grund muss die Panel Performance (Leistung des Panels) kontrolliert werden. Es werden nun einige Methoden vorgeschlagen, um die Leistung anhand der Rohdaten zu überwachen [FRADIN, 1999].

#### 1.3.3.3.1.3. Überwachung der Panel Performance

Um eine gute Bewertung der Produkte zu erhalten, muss ein Panel selektiert und trainiert werden. Die Hauptqualitäten eines Panels sind die Produktdiskrimination und die reproduzierbare Bewertung. Das ist der Grund, warum die Methoden so aufgebaut sein müssen, diese beiden Fähigkeiten zu bewerten [FRADIN, 1999].

##### a) Curve Loadings

VAN BUUREN [1992] führte eine unkomplizierte Methode durch, indem er ein „scattergram“ (Streudiagramm) von Sets der Loadings (Gewichtungen), welche zu verschiedenen Komponenten korrespondierten, machte. In seiner Studie ergaben sich für das Streudiagramm 48 Datenpunkte, welche mit einer beobachteten Kurve in Verbindung standen. Diese Punkte wurden mit Subjekt- Produkt- Codes beschriftet und in einem diagonalen Band, welches von der oberen linken zur unteren rechten Ecke reichte, lokalisiert. Die Kurvengewichtungen haben gemessen, wie sich die Kurven voneinander unterschieden. Sie konnten als ein weiteres Set an Statistiken, welche die

---

\* k ... steht für ein Subjekt bzw. einen Prüfer

Menge an interrater\* Übereinstimmung anzeigten, angesehen werden. Außerdem war es vorstellbar, dass die Gewichtung als Screening- Vorrichtung funktionieren, um Wahrnehmungsdefizite zu detektieren.

#### b) Isotropische Skalierung

Isotropisches Skalieren ist das Schrumpfen oder Dehnen der gesamten Kurve in gleicher Menge in alle Richtungen des Raumes. Das Dehnen wird durch das Multiplizieren der ganzen Kurve mit einem Skalierungsfaktor  $\rho > 1$  erreicht, Schrumpfen durch  $0 < \rho < 1$ . Die isotropischen Skalierungsfaktoren wurden für jede Kurve berechnet. Diese Faktoren konnten tabellarisch aufgelistet und geprüft werden. Wenn eine große Zahl an Skalierungsfaktoren berechnet wurde, war es schwierig diese in einer Tabelle zu studieren. In solchen Fällen konnten sie in einem Plot (Grafik) repräsentiert werden. In diesem Plot wurde eine eventuell vorhandene Struktur der Skalierungsfaktoren für die verschiedenen TI- Kurven sichtbar. Es war auch möglich einen Plot zu machen, in dem die Gruppenhomogenität der Prüfer untersucht werden konnte [DIJKSTERHUIS, 1997].

#### c) Replikation

Wenn wiederholte Information über einige Produkte in den Daten vorhanden ist, gibt die grafische Darstellung der Objektscores der PCA Information über die Beschaffenheit der Bewertungen der Replikate bezüglich jedes Attributs separat. Überdies kann eine Verallgemeinerte Prokrustes Analyse\*\* (GPA) durchgeführt werden [DIJKSTERHUIS, 1997].

#### 1.3.3.3.1.4. Modellieren von TI- Kurven

Einige Modelle sind bereits vorgeschlagen worden, um Kurven anzupassen. Es gibt auch die Möglichkeit TI- Kurven unter Verwendung von Prototypen- Kurven zu modellieren [FRADIN, 1999]. Die Prototypen- Kurven- Annäherung bei

---

\* Interrater Reliabilität: „An einem bestimmten Objekt wird durch zwei unterschiedliche Messinstrumente dieselbe Messung vorgenommen. Die Ergebnisse sollten gleich sein. Bsp: Ein Proband wird von 2 unterschiedlichen Interviewern befragt.“ [<http://de.wikipedia.org/wiki/Interrater-Reliabilit%C3%A4t>, 03.08.2009]

\*\* „Dabei werden die Daten zentriert, rotiert und skaliert, dann werden Biplots erstellt um die Ähnlichkeit der Produkte räumlich (in zwei Dimensionen) zu visualisieren.“ [DERNDORFER, 2006]

DIJKSTERHUIS und EILERS [1997] bestand aus: einer flachen Prototypen- Kurve  $f(t)$ , Intensitäts- Skalierungs- Faktoren  $a_j$ , und Zeit- Skalen- Faktoren  $b_j$  (wobei für jeden Prüfer  $j = 1, \dots, J$  Skalierungsfaktoren in die Intensitäts- und in die Zeitrichtung benötigt wurden). Das mathematische Problem bestand darin,  $f$ ,  $a_j$  und  $b_j$  zu schätzen. Die flache, zugrunde liegende Funktion  $f$  war aus B- Splines\* aufgebaut. Das geplante Prototypen- Kurven- Modell ergab repräsentative prototype TI- Kurven, und sowie es hier vorgeschlagen wurde, schien es eine erfolgreiche Untersuchungslinie in der Aggregation individueller TI- Kurven anzuzeigen. Es war flexibel genug um das Einstellen auf sich ergebende spezifische Probleme zu erlauben. Einige dieser Probleme waren das Auftreten von negativen Teilen der Prototypen- Kurve und die erwarteten Schwierigkeiten beim Inkludieren des Endstücks der Kurve. Trotzdem wurde eine gute Passform mit dem geplanten Prototypen- Kurven- Modell erreicht. Die erhaltenen Kurven zeigten eine gute Passform, welche generell besser war als mit „averaging-“ und PCA- Methoden.

In einer anderen Studie von EILERS und DIJKSTERHUIS [2004] wurde ein parametrisches Modell für TI- Kurven präsentiert. Die ansteigenden und abfallenden Kurven wurden durch logistische Kurven beschrieben. Der Logarithmus von deren Produktmodellen formte die sensorische Antwort. Das entscheidende Charakteristikum des Modells war seine Fähigkeit die langen, geraden Enden, die oft in TI- Daten gesehen werden, anzupassen, genauso wie die Plateaus der willkürlichen Länge. Die Parameter des Modells hatten eine unkomplizierte Korrespondenz zur Form der Kurve. Diese Methode hatte fünf Parameter, welche direkt mit der Form der Kurve zusammenhingen: ansteigende und abfallende Neigung ( $\alpha_1$  und  $\alpha_2$ ), Beginn und Ende des Plateaus ( $t_1$  und  $t_2$ ) und die Höhe des Plateaus ( $c$ ). Bei Daten, die sich gut verhielten zeigte es eine gute Passform, aber es war nicht möglich, komplizierte Kurven (mit multiplen Plateaus oder zwei- Phasen- Neigungen), welche häufig beobachtet wurden, anzunähern.

Der Vorteil der Kurvenanpassung ist die Summierung der Information, indem ein Modell aufgesetzt wird, welches von Parametern abhängt. Diese Parameter reflektieren

---

\* „durch Kontrollpunkte bestimmte, mit minimaler Krümmung verlaufende Kurve, die mathematisch beschreibbar ist“ [WAHRIG, 2004].

die Hauptmerkmale der Kurve. Zusätzlich sind solche Methoden sehr interessant für die Produktentwicklung um Produkteigenschaften zu verbessern [FRADIN, 1999].

#### 1.3.3.3.2. Extrahierte Parameter

Ein anderer Aspekt der TI- Datenanalyse sind die extrahierten Parameter. Mit diesen Parametern können sowohl Produktaspekte als auch Panel Performance analysiert werden [FRADIN, 1999]. Die extrahierten Parameter, welche bei BUTLER et al. [1996] waren: INIT (anfängliche Intensität), IMIN (Minimalintensität), IMEAN (durchschnittliche Intensität aller Punkte der Kurve), IMAX (Maximalintensität), ITERM (terminale Intensität), TMAX (Zeit beim Maximum), TMIN (Zeit beim Minimum), DUR (Dauer), Rang der Intensität und das Gefälle vom initialen Biss bis zur Termination.

Typische sensorische Datenmatrizen werden erhalten, an denen klassische Methoden durchgeführt werden können [FRADIN, 1999].

##### 1.3.3.3.2.1. Der Produktaspekt

Um die Produkte zu analysieren werden normalerweise zwei statistische Analysen verwendet: PCA (Principal Component Analysis) und ANOVA (Analysis of Variance, Varianzanalyse) [FRADIN, 1999]. Bei CLIFF und NOBLE [1990] wurde eine PCA, unter Verwendung jener TI- Parameter, welche sich über die Proben signifikant unterschieden, durchgeführt, um die Gesamt- TI- Antworten für Süße und Fruchtgeschmack zu summieren. STAMPANONI und NOBLE [1991] unterzogen die Mittelwerte der vier Parameter für die drei sensorischen Attribute jeder Probe (hier: jedes Käses) analog einer PCA, um ein Gesamtbild der Beziehungen der Attribute und Proben darzustellen.

Wie bereits erwähnt, ist es eine andere Alternative, eine ANOVA einzusetzen. Bei STAMPANONI und NOBLE [1991] wurden Varianzanalysen, nach dem „fixed model“, für jeden sensorischen Prüfer, wobei Haupteffekte, Proben, Prüfer und Replikationen und alle Interaktionen inkludiert wurden, durchgeführt. Der

---

\* „Fixed-effects“ Modelle setzen voraus, dass die Daten von normalen Populationen stammen, welche sich, wenn überhaupt, nur in ihren Mittelwerten unterscheiden [http://en.wikipedia.org/wiki/Analysis\_of\_variance, 15.09.2009]

Hauptprobeneffekt für jeden TI- Parameter für jedes Attribut wurde gegen die Prüfer-Proben- Interaktion getestet, immer wenn diese signifikant war. Beide Modelle ergaben dieselben Schlussfolgerungen. Fisher's LSD\* (least significant difference) wurde dann an den Mittelwerten angewandt.

Von ZIMOCH und FINDLAY [1998] wurde aber eine GPA (Verallgemeinerte Prokrustes Analyse) an den Parametern durchgeführt. Zusätzlich schlug man Permutationstests vor, um die Validität des Übereinstimmungsbereichs zu bewerten.

Diese drei unterschiedlichen Methoden werden verwendet, um die Produkte und deren Eigenschaften zu analysieren. Sie können auch eingesetzt werden, um die Panel Performance, zusätzlich zu den anderen statistischen Methoden, zu überwachen [FRADIN, 1999].

#### 1.3.3.3.2.2. Konsistenz

Wie bereits zuvor erwähnt, können ANOVA, PCA und GPA eingesetzt werden, um die Konsistenz der Prüfer zu überwachen. Eine ANOVA (mit Proben, reproduziert Haupteffekte und deren Interaktion) für jeden Prüfer gibt eine Indikation der Subjektreproduzierbarkeit. Eine PCA und GPA mit den Replikaten sind ebenso eine Möglichkeit die Konsistenz zu visualisieren [FRADIN, 1999].

#### 1.3.3.3.2.3. Produktdiskrimination

ANOVA und GPA scheinen die besten Methoden zu sein, um die Produktdiskrimination der Prüfer zu kontrollieren und zu visualisieren [FRADIN, 1999]. Um Gruppierungen individueller Wahrnehmungsmuster zu erforschen, wurde Eine Clusteranalyse vervollständigt an TI- Parametern unter Verwendung der WARDS Minimum Varianz Clustering\*\* Methode eingesetzt [DUIZER et al., 1993].

---

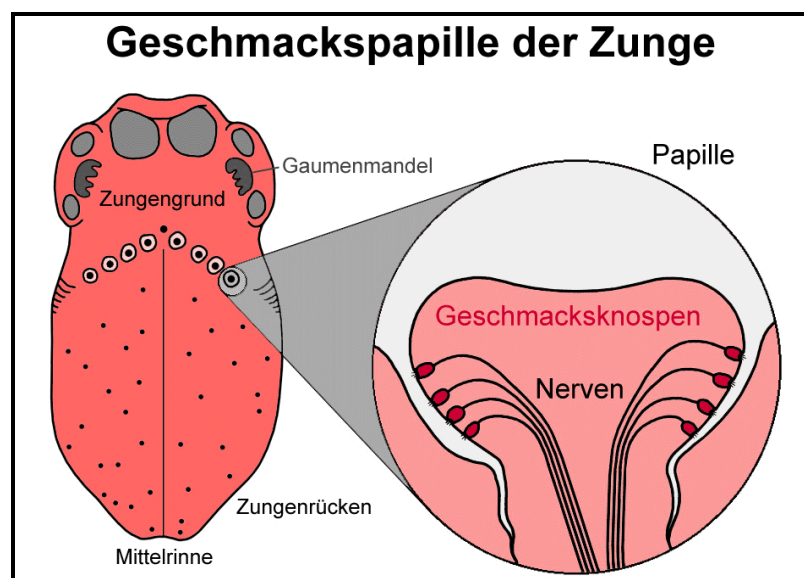
\* „Geringste signifikante Differenz. Der Test basiert auf einzelnen t-Tests zwischen den Gruppenmittelwerten und ist relativ anfällig für fehlerhafte Interpretationen.“ [BROSIUS, 1998]

\*\* Eine Clusteranalyse ist die Festsetzung eines Sets an Beobachtungen in Subsets (sogenannte Cluster), sodass Beobachtungen im selben Cluster sich in irgendeiner Charakteristik ähnlich sind [http://en.wikipedia.org/wiki/Cluster\_analysis, 15.09.2009]

## 2. Sinneswahrnehmung

### 2.1. Die Zunge (anat. *Lingua*)

Die Zunge (Abb. 5) ist ein muskuläres Transportorgan, das von Schleimhaut überzogen ist. Sie hilft beim Kauen und Saugen und spielt eine wichtige Rolle in der Sprachbildung. Außerdem trägt sie Sinnesorgane für die Geschmacks- und Tastempfindung [FALLER und SCHÜNKE, 2008].



**Abb. 5 Die Zunge**

(Quelle: <http://www.digitalefolien.de/biologie/mensch/sinne/zunge2.gif>)

Die *Lingua* ist in die frei bewegliche Zungenspitze (*Apex linguae*), den Zungenkörper (*Corpus linguae*) und in den vom *Sulcus terminalis* bis zur *Epiglottis* reichenden Zungengrund (*Radix linguae*) gegliedert [PSCHYREMBEL, 2007].

Die Hauptmasse der *Lingua* stellt die innere und äußere Zungenmuskulatur dar.

Zu den inneren Zungenmuskeln zählen:

- *Musculi longitudinales superior et inferior linguae*: Dienen der Verkürzung der Zunge.
- *Musculus transversus linguae*: Ist für die Verschmälerung und das Herausstrecken der Zunge verantwortlich.

- *Musculus verticalis linguae*: Sein Aufgabenbereich ist das Herausstrecken der Zunge.

Zu den äußeren Zungenmuskeln zählen:

- *Musculus genioglossus*: Dieser Muskel zieht die Zunge nach unten und nach vorne.
- *Musculus hypoglossus*: Dient dem Ziehen der Zunge nach hinten unten.
- *Musculus styloglossus*: Er zieht die Zunge nach hinten und oben.
- *Musculus chondroglossus*: Zieht die Zunge nach hinten und unten [PSCHYREMBEL, 2007].

Am Zungenrücken ist die Schleimhaut unverschiebbar mit der Zungenmuskulatur verbunden. Unterteilt wird die Fläche durch den V-förmigen *Sulcus terminalis*. Die Zungenpapillen liegen ventral des *Sulcus* [LÜLLMANN-RAUCH, 2003].

### **2.1.1. Tast- und Geschmackspapillen**

Papillen sind makroskopisch sichtbare Erhebungen der Schleimhaut, bestehend aus einem zur *Lamina propria* gehörigen, prominenten Bindegewebssockel und einem Epithelüberzug. Unterschieden werden sie entsprechend ihrer Form und Funktion [LÜLLMANN-RAUCH, 2003].

#### **2.1.1.1. Papillae filiformes**

Die *papillae filiformes* sind fadenförmige Papillen. Sie kommen überall auf dem präsulkalen Teil des Zungenrückens vor. Ihre Aufgabe ist der Tastsinn. Das Epithel endet mit mehreren rachenwärts ausgerichteten, verhornten Spitzen [LÜLLMANN-RAUCH, 2003].

#### **2.1.1.2. Papillae fungiformes**

Diese Papillen sind pilzartig geformt und kommen an Zungenspitze und Zungenrücken vor. Das meist verhornte, auf der Papillenkuppe liegende Epithel ist Träger von Geschmacksknospen. Im darunter liegenden Bindegewebssockel sind Thermo- und Mechanorezeptoren enthalten [LÜLLMANN-RAUCH, 2003].

#### 2.1.1.3. Papillae foliatae

Die blattförmigen Papillen befinden sich vorwiegend am hinteren Seitenrand der Zunge. Auch diese Art von Papillen enthält Geschmacksknospen [LÜLLMANN-RAUCH, 2003].

#### 2.1.1.4. Papillae vallatae

Wallpapillen haben einen Durchmesser von ca. 2 mm und sind warzenförmige Gebilde. Sie werden ringförmig von einem Wall und einem Graben umgeben. Vorwiegend im seitlichen Papillenepithel liegen zahlreiche Geschmacksknospen [LÜLLMANN-RAUCH, 2003].

##### 2.1.1.4.1. Von Ebner- Spüldrüsen (lat. *Glandulae gustatoriae*)

Die von Ebner- Spüldrüsen liegen zwischen den Papillen, sind aber vor allem mit den *Papillae vallatae* verbunden. Dem dünnflüssigen Sekret, das sie produzieren, wird eine Spülfunktion zugeschrieben. Dieses Sekret enthält ein spezielles Protein, das mit den Odorant- Bindungs- Proteinen des Riechschleims verwandt ist und wahrscheinlich ähnliche Funktion hat [LÜLLMANN-RAUCH, 2003].

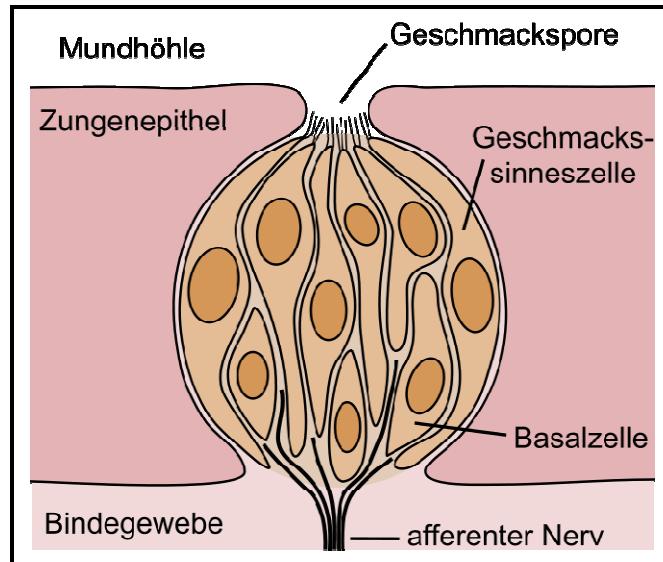
Man vermutet, dass Geschmacksstoffe an dieses spezifische Protein binden müssen, um die Geschmacksrezeptoren zu erregen. Die Spüldrüsen entfernen mit Hilfe ihres Sekretes die alten Geschmacksstoffe von den Rezeptoren, damit diese wieder neu erregt werden können [FALLER und SCHÜNKE, 2008].

### 2.1.2. Geschmacksknospen

Die Geschmacksknospen (Abb. 6) werden als das eigentliche Geschmacksorgan verstanden. Diese Zellgebilde sind in die Papillen eingelagert [FRICKER, 1984].

Sie liegen im mehrschichtig unverhornten Plattenepithel. Aufgebaut sind die Geschmacksknospen aus ca. 50 spindelförmigen Zellen, welche die ganze Knospe durchspannen. Außerdem enthalten sie einige Stammzellen an der Basis. In Bezug auf die Zelltypen werden unterschiedlich Aussagen gemacht. Es werden zwar Zelltypen beschrieben, aber es kann weder eine Zuordnung zu den Geschmacksqualitäten gemacht

werden, noch herrscht Einigkeit über die Art der beschriebenen Zellen [LÜLLMANN-RAUCH, 2003].



**Abb. 6 Geschmacksknospe**

(Quelle:<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b9/Geschmacksknospe.svg/708px-Geschmacksknospe.svg.png>)

An der Epitheloberfläche besitzen die Knospen eine grubchenförmige Einsenkung, an der sich die Zellen mit ihren Spitzen treffen, und welche als Geschmacksporus bezeichnet wird. Der Porus ist mit einer Schleimsubstanz gefüllt. Die Sinneszellen ragen in diesen Porus mit ihren Microvilli, oder auch „Geschmacksstiftchen“ genannt, hinein [FALLER und SCHÜNKE, 2008]. Nach LÜLLMANN-RAUCH [2003] dienen die Plasmamembranen der Microvilli als Rezeptoroberfläche für Geschmacksstoffe. Da die Sinneszellen nur eine kurze Lebensdauer von ca. 8-12 Tagen haben, regenerieren sich aus den Stammzellen an der Basis immer wieder neue Sinneszellen nach [FALLER und SCHÜNKE, 2008].

#### 2.1.2.1. Innervierung

Es treten mehrere Nervenfasern basal in die Geschmacksknospe ein, verzweigen sich und bilden mit verschiedenen Zellen Synapsen [LÜLLMANN-RAUCH, 2003].

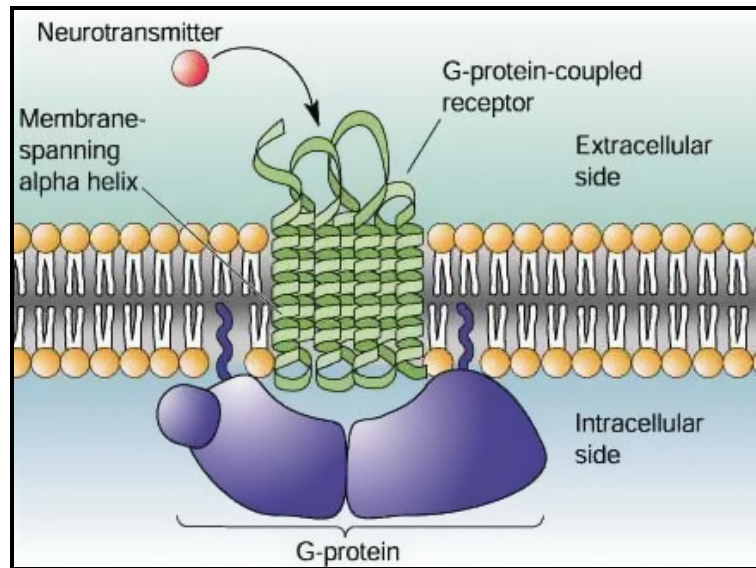
Die Innervierung der Geschmacksknospen erfolgt über afferente Fasern des Hirnnervs. Für die vorderen zwei Drittel der Zunge sind die sensorischen Neuronen des *Nervus facialis*, dem VII. Hirnnerv, verantwortlich (*Chorda tympani* des *Nervus facialis*). Das hintere Drittel wird von den Neuronen des *Nervus glossopharyngeus* (IX. Hirnnerv) [FALLER und SCHÜNKE, 2008] und des *Nervus vagus* (X. Hirnnerv) innerviert [BURDACH, 1988].

Laut BURDACH [1988] vereinigen sich die Geschmacksfasern des VII., IX. und X. Hirnnervs in beiden Hemisphären und ziehen, mit mechano- und thermosensiblen Fasern, zum *Nucleus tractus solitarii* im verlängerten Mark. Hier werden die Sensorerregungen der Hirnnerven umgeschaltet und erreichen mit hoher Konvergenz via *Thalamus* [SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2003] die unspezifischen kortikalen Geschmacksfelder des *Gyrus postcentralis* [BURDACH, 1988]. Sie gelangen weiter via *Pons* zum *Hypothalamus* und dem limbischen System [SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2003]. Daraus ergibt sich, dass gustatorische Signale in Hirngebieten, die auch mit anderen Funktionen befasst sind, abgebildet werden [BURDACH, 1988].

### **2.1.3. Geschmacksrezeptoren**

Bei den Geschmacksrezeptoren sind die GPC- Rezeptoren (G- protein coupled receptors, Abb. 7), oder TM7- Rezeptoren wie sie auch genannt werden, vertreten. Diese sind mit sieben Transmembrandomänen in der Plasmamembran verankert und besitzen eine Kopplungsstelle für G- Proteine (Guanylnucleotid- bindende Proteine).

Jene G- Proteine, die mit den GPC- Rezeptoren assoziieren können, sind heterotrimer. Sie bestehen aus einer  $\alpha$ -, einer  $\beta$ -, und einer  $\gamma$ - Untereinheit (im Falle der gustatorischen Wahrnehmung ist die  $\alpha$ - Untereinheit des G- Proteins das  $\alpha$ - Gustducin). Bindet ein Ligand an den Rezeptor, führt dies zum Austausch von Guanosindiphosphat (GDP) durch zytosolisches Guanosintriphosphat (GTP) in der  $\alpha$ - Untereinheit, sowie zu einer Abspaltung des  $\beta\gamma$ - Komplexes. Dann wird, im Falle der Geschmacksrezeptoren, die Phospholipase C-  $\beta$  (PLC-  $\beta$ ) aktiviert. Diese Phospholipase spaltet Phosphatidylinositol- 4,5- Bisphosphat (PIP<sub>2</sub>) zu Inositol- 1,4,5- Trisphosphat (IP<sub>3</sub>) und Diacylglycerin (DAG).



**Abb. 7 GPC - Rezeptor**

(Quelle: <http://www.csuci.edu/alzheimer/images/gprotein.jpg>)

Es kann auch ein weiterer Weg über die Adenylylcyclase eingeschlagen werden, dem aber in Bezug auf die gustatorische Wahrnehmung eine eher untergeordnete Rolle zukommt.

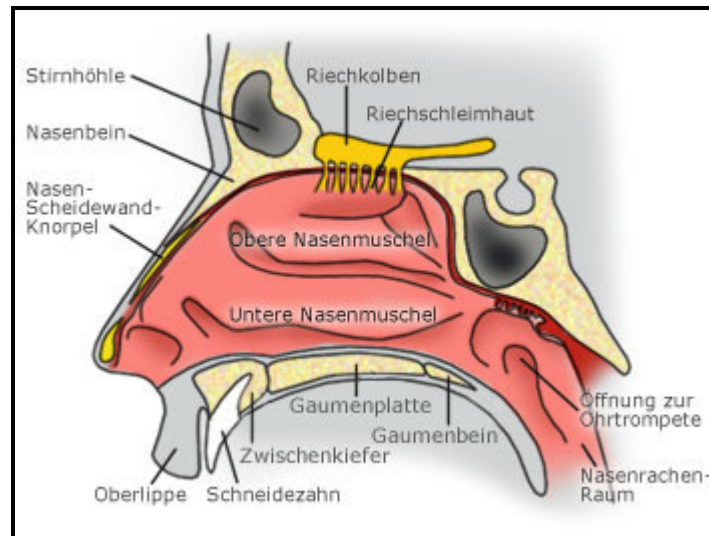
Die GPC- Rezeptoren sind wichtig für die Wahrnehmung der Geschmacksqualitäten bitter, süß und umami, denn diese werden durch GPC- Rezeptor vermittelt. Der Vollständigkeit wegen soll kurz erwähnt werden, dass es sich beim sauren und salzigen Geschmack nicht um GPC- Rezeptor übermittelte Signaltransduktionswege handelt, da diese Signale durch Ionen transduziert werden.

Der salzige Geschmack wird durch Kationen ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  u.a.) verursacht, wobei auch anwesende Anionen eine Rolle spielen. Natriumionen beispielsweise treten über Natriumkanäle in die Sensorzelle ein und depolarisieren diese.

Bei der sauren Geschmacksqualität werden durch  $\text{H}^+$ - Ionen Kaliumkanäle geschlossen, was ebenfalls depolarisierend wirkt [SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2003].

## **2.2. Die Nase (lat. *Nasus*)**

Zu den oberen Luftwegen der luftleitenden Atmungsorgane zählt man Nasen- Mund- und Nasennebenhöhlen sowie Rachen und Kehlkopf, während die unteren Luftwege aus Luftröhre, und Bronchialbaum bestehen [FALLER und SCHÜNKE, 2008].



**Abb. 8 Die Nase**

(Quelle: <http://www.qualimedic.de/bilder/allergie/nase.jpg>)

Die *Cavitates nasi* (Nasenhöhlen) werden durch das *Septum nasi* (Nasenseptum), eine teils knöcherne und teils knorpelige Nasenscheidewand, getrennt. Eine starke Vergrößerung der Oberflächen der Nasenhöhlen wird durch eine obere, mittlere und untere Nasenmuschel erreicht. Die *Conchae nasales* sind schleimhautüberzogene Knochen, von denen jeweils ein Nasengang begrenzt wird [FALLER und SCHÜNKE, 2008]. Es existieren somit drei Nasenmuscheln (Abb. 8), welche drei Gänge (*Meatus*) bilden [PSCHYREMBEL, 2007]. Der harte und weiche Gaumen bildet den Boden. Nach außen öffnen sich die Nasenhöhlen mit den Nasenlöchern, wobei in jedem Nasenloch ein Kranz kurzer Haare steht, deren Aufgabe es ist, gegen Fremdkörper zu schützen. Den Übergang zum Rachen bilden die *Choanen* (innere Nasenlöcher) [FALLER und SCHÜNKE, 2008].

Aufgrund der Epithelausstattung der Nasenhöhle ist es möglich, drei Gebiete zu unterscheiden [LÜLLMANN- RAUCH, 2003].

- *Regio cutanea*

Diese Region wird mit Epidermis ausgekleidet und entspricht weitgehend dem Nasenvorhof. Sie ist reich an Haaren (Vibrissen) und Talgdrüsen. Zudem kann sie apokrine Schweißdrüsen enthalten [LÜLLMANN- RAUCH, 2003].

- *Regio olfactoria*

Die etwa 6 cm<sup>2</sup> große Zone liegt in der obersten Etage der Nasenhöhle und ist mit Riechepithel ausgekleidet [LÜLLMANN- RAUCH, 2003].

- *Regio respiratoria*

Dieses Gebiet umfasst den größten Teil der Nasenhöhle, die aus *Septum*, Seitenwänden und Nasenmuscheln besteht. Die *Regio respiratoria* besitzt respiratorisches Epithel, das größere Nester von Becherzellen enthält, und *Glandulae nasales* (seromuköse Drüsen). Unter dem Epithel liegt ein Kapillarnetz. Aus diesem fließt das Blut in weitlumige Venengeflechte der Mukosa ab. An der mittleren und unteren Nasenmuschel sind diese zu *Corpora cavernosa nasi* (Schwellkörper) ausgebildet. Die Blutfüllung der Schwellkörper, und damit die Dicke der Schleimhaut, kann mit muskelstarken Drosselvenen, für deren Steuerung das vegetative Nervensystem verantwortlich ist, reguliert werden, was Einfluss auf die Durchgängigkeit der Nasenhöhle für den Luftstrom hat [LÜLLMANN- RAUCH, 2003].

Zu den Nasennebenhöhlen (*Sinus pronasales*) werden die Stirnhöhle (*Sinus frontalis*), die Kieferhöhlen (*Sinus maxillares*), die Siebhöhlen (*Sinus ethmoidales*) mit den Siebzeilen und die Keilhöhlen (*Sinus sphenoidales*) gezählt [FALLER und SCHÜNKE, 2008]. Diese werden von respiratorischem Epithel ausgekleidet. Es ist allerdings weniger hoch und weniger reich an Becherzellen, als das der Nasenschleimhaut. Die mukösen Drüsen sind ebenfalls spärlich und die *Lamina propria* ist dünn [LÜLLMANN- RAUCH, 2003]. Die wesentliche Aufgabe der Nasennebenhöhlen ist die Vorwärmung der Luft und die Klangbildung (Resonanzraum) der Stimme. Alle Nasennebenhöhlen stehen mit dem Hauptraum der Nasenhöhle in Verbindung und, mit Ausnahme der Keilhöhle, münden sie alle in den jeweiligen oberen und mittleren Nasengang unterhalb der Nasenmuscheln [FALLER und SCHÜNKE, 2008].

### **2.2.1. Die Riechschleimhaut**

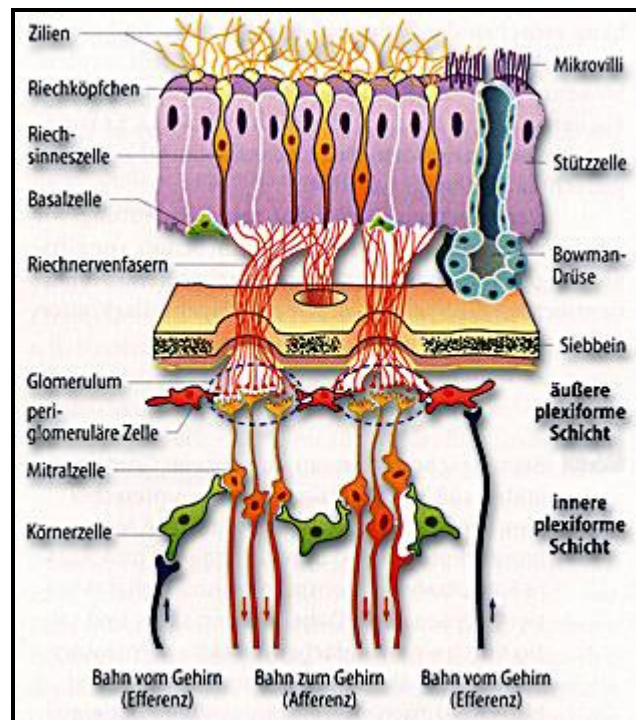
Beim pronasalen Riechen gelangen die Duftstoffe mit der Atemluft zur *Regio olfactoria* (Abb. 9), in deren Schleimschicht sie gelöst werden. Dort interagieren sie mit den Sensorproteinen der Zilienmembran, die an Guanylnucleotid- bindende Proteine (G-Proteine) gekoppelt sind. Diese erhöhen die Kationenleitfähigkeit der Sensormembran, sodass  $\text{Na}^+$  und  $\text{Ca}^{2+}$  einströmen können und die Membran depolarisieren. Der Signaltransduktionsweg führt, im Gegensatz zum Geschmackssinn, über die Adenylzyklase, welche an der Membranninnenseite aktiviert wird. Daraufhin steigt die Konzentration des zyklischen Adenosinmonophosphats (cAMP), welches eine Proteinkinase vom Typ A (PKA) aktiviert. Mit der Hilfe der PKA werden Proteine phosphoryliert, wobei die spezifische Zellantwort von der Art des phosphorylierten Proteins abhängig ist, was wiederum von den in der Zielzelle vorhandenen Proteinkinasen abhängig ist [SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2003].

Während Speisen verzehrt werden, steigen Geruchsmoleküle von der Mundhöhle zur Riechschleimhaut. Dies ist durch eine direkte Verbindung zwischen Mund – und Nasenhöhle möglich. Gerüche werden also nicht nur pronasal, sondern auch retronasal über die Rachenpassage wahrgenommen [DERNDORFER, 2006].

Die *Regio olfactoria* ist ein ca.  $6 \text{ cm}^2$  großes Areal [LÜLLMANN- RAUCH, 2003]. Sie sitzt im Bereich der oberen Nasenmuscheln und auf beiden Seiten des oberen Nasenseptums. Die Riechschleimhaut enthält unter anderem Basalzellen, Stützzellen und Sinneszellen. Erkennbar ist sie an ihrem deutlich höheren Epithel [FALLER und SCHÜNKE, 2008].

Unterhalb der *Regio olfactoria* befinden sich sogenannte Spüldrüsen. Ihr Sekret löst einerseits Riechstoffe und andererseits entfernt es sie wieder.

Die Sinneszellen stellen bipolare Nervenzellen (*Fila olfactoria*) dar. Der Dendrit trägt eine kleine Verdickung, die als Riechkolben bezeichnet wird, und trägt zahlreiche Riechhärchen. Auf diesen Härchen wiederum sitzen die Geruchsrezeptoren. Ihre Axone laufen durch die *Lamina cribrosa* des Siebbeins im Bereich der vorderen Schädelgrube, und bilden das 1. Neuron der Riechbahn. Dieses endet an den Nervenzellen des *Bulbus olfactoris*. Der *Nervus olfactoris* folgt dem *Lobus frontalis* und teilt sich in zwei Stränge auf: die *Stria olfactoria medialis* und die *Stria olfactoria lateralis*.



**Abb. 9 Riechschleimhaut (*Regio olfactoria*)**

(Quelle:[http://www.sinnesphysiologie.de/proto00/ws99\\_00/Riechen/images/r1riechschleimhaut.jpg](http://www.sinnesphysiologie.de/proto00/ws99_00/Riechen/images/r1riechschleimhaut.jpg))

Die Fasern letzterer führen großteils zur *Amygdala*, wie eine Umschaltung auf das 3. Neuron der Riechbahn stattfindet. Anschließend gelangen die Axone zum *Gyrus parahippocampalis*. Dieser stellt das sogenannte Riechhirn dar, wo die entsprechenden Sinneseindrücke entstehen.

Die *Stria olfactoria medialis* enden hauptsächlich in der *Area septalis*, von wo Verbindungen zur kontralateralen Hemisphäre sowie zum limbischen System bestehen. Außerdem sind auch Verbindungen zum *Thalamus* und *Hypothalamus* bekannt [FALLER und SCHÜNKE, 2008].

Auf der eben beschriebenen Basisanatomie des Riechsystems basiert ein komplexer Prozess des Reizverarbeitens (Stimulus und Response), welcher sich nicht nur auf die Ebene des Riechens bezieht. Es ist also eine Kenntnis der physiologischen Grundlagen erforderlich, um aufbauend den weiteren menschlichen Wahrnehmungs- und Empfindungsprozess verstehen zu können.

### 3. Psychophysik

Die Psychophysik ist „... die Wissenschaft von den Beziehungen zwischen physischen Reizen und den ihnen entsprechenden Erlebnissen“ [HÄCKER und STAPF, 2004]. Als ihr ältestes Problem gilt die Bestimmung von Reiz- und Unterschiedsschwellen für die verschiedenen Sinnesempfindungen [HÄCKER und STAPF, 2004].

Trotz den Problemen, die sich aus der individuellen Reizverarbeitung und Reizwahrnehmung von Individuen, die interindividuell als auch intraindividuell unterschiedlich ausfallen kann, ergeben, ist es gelungen vier verschiedene Arten von Schwellen zu unterscheiden.

- Als Reizschwelle wird als jene untere Grenze definiert, ab welcher ein Sinnesorgan Reize empfinden kann. Sie kennzeichnet sozusagen die Minimalempfindung, da darunter keine Wahrnehmung stattfindet [HÄCKER und STAPF, 2004].
- Die Erkennungsschwelle ist jene minimale Reizintensität, die eine Empfindung hervorruft, die bereits qualitativ (z.B. süß) erkennbar ist [DERNDORFER, 2006].
- Die Unterschiedsschwelle stellt denjenigen Zuwachs dar, „... den ein Reiz erfahren muss, damit er gegenüber einem Ausgangsreiz als eben größer bzw. kleiner (stärker bzw. schwächer) beurteilt werden kann“ [HÄCKER und STAPF, 2004]. Operational wird sie als jener Punkt, „... an dem die Reize in der Hälfte der Fälle als unterschiedlich beurteilt wurden“ [ZIMBARDO und GERRIG, 2004] definiert. Den Unterschiedswert, den man an dieser Stelle messen kann, wird als „eben merklicher Unterschied“ (= EMU) bezeichnet [ZIMBARDO und GERRIG, 2004].
- Als Sättigungsschwelle wird die Schwelle der maximalen Empfindung bezeichnet, wo die Empfindung auch durch Reizverstärkung nicht mehr erhöht werden kann [DERNDORFER, 2006].

### 3.1. Webersches Gesetz

E. H. Weber beschreibt 1834 jene grundlegende Gesetzmäßigkeit der Wahrnehmungspsychologie bei welcher, der „...Reizzuwachs, der eine eben merkliche Verstärkung der Empfindung bewirkt...“ in einem konstanten Verhältnis zu dem schon vorhandenen Reizbetrag steht (Abb. 10) [HÄCKER und STAPF, 2004].

|                          |                                                                                          |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| $k = \frac{\Delta R}{R}$ | k ... Konstante                                                                          |
|                          | R ... Größe des Ausgangsreizes                                                           |
|                          | $\Delta R$ ... Reizunterschied welcher die Veränderung der Empfindungsintensität bewirkt |

**Abb. 10 Webersches Gesetz**

(Quelle: <http://upload.wikimedia.org/math/1/3/3/133b0c148d3c1bed55ec9ab5deebc42f.png>)

Das Webersche Gesetz sagt somit aus, dass die relative Unterschiedsschwelle innerhalb desselben Sinnesgebietes konstant ist. Einige solcher Konstanten sind in der folgenden Tabelle 2 aufgelistet.

**Tabelle 2. Webersche Konstanten für ausgewählte Reizdimensionen**

| <b>Webersche Konstanten für ausgewählte Reizdimensionen</b> |                                |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Reizdimension</b>                                        | <b>Webersche Konstante (k)</b> |
|                                                             |                                |
| <b>Schallfrequenz</b>                                       | <b>0,003</b>                   |
| <b>Lichtintensität</b>                                      | <b>0,01</b>                    |
| <b>Geruchskonzentration</b>                                 | <b>0,07</b>                    |
| <b>Druckintensität</b>                                      | <b>0,14</b>                    |
| <b>Schallintensität</b>                                     | <b>0,15</b>                    |
| <b>Geschmackskonzentration</b>                              | <b>0,20</b>                    |

(Quelle: ZIMBARDO und GERRIG, 2004)



Mit Hilfe dieser Formel ist es möglich für jede Reizgröße die ihr entsprechende Empfindungsstärke zu berechnen. Auch dieses Gesetz trifft bei extrem kleinen bzw. extrem großen Reizstärken nicht zu [HÄCKER und STAPF, 2004].

## **4. „Palate cleansers“**

### **4.1. Was sind „palate cleansers“?**

„Palate cleansers“ kommen im Allgemeinen zum Einsatz um den Mund vor und zwischen zwei Proben von Geschmäckern zu reinigen. Ihre Zweckbestimmung ist es, remanente Substanzen in der oralen Umgebung zu minimieren, die ansonsten mit der Evaluation eines anderen Produktes interferieren würden [JOHNSON und VICKERS, 2004]. Sie werden auch eingesetzt um ein beständiges orales Milieu herzustellen [VICKERS et al., 2008].

Es wird davon ausgegangen, dass „palate cleansers“ akkuratere Beurteilungen ermöglichen, und dass sie die Fähigkeit der Prüfpersonen erhöhen, auch kleine Unterschiede zwischen Produkten zu erkennen [VICKERS et al., 2008].

Den Prüfpersonen werden die „palate cleansers“ mit den zu testenden Produkten serviert. Oft steht es den Panelisten frei, wie und ob sie die dargebotenen „palate cleansers“ einsetzen. Ist dies der Fall, so wird in der Literatur oft von „ad-lib“ [JOHNSON und VICKERS, 2004] gesprochen, was übersetzt „improvisiert“ bedeutet, verwendet.

Manche „palate cleansers“ minimieren „carry- over-“ Effekte indem sie Komplexe bilden. So reduziert das in der Dattelpflaume gefundene Pektin den wahrgenommenen adstringierenden Geschmack, da es einen Pektin- Tannin- Komplex bildet [TAIRA et al., 1997]. Auch Carboxymethylcellulose formt Komplexe mit Tannin, wobei es aufgrund dessen, die Bindung von Tannin zu den Proteinen des Speichels reduziert [LUCK et al., 1994].

JOHNSON und VICKERS [2004] sagen, dass ein guter „palate cleanser“ die Möglichkeit zur Diskrimination zwischen Produkten erhöhen, die Adaptierung und Interaktionseffekte jedoch minimieren soll.

Es sind keine breit akzeptierten Standardverfahren für die Verwendung von „palate

cleansers“ bekannt und spezifische Instruktionen bezüglich ihrer Anwendung (z.B.: Verweildauer des „palate cleanser“ im Mund) rar [VICKERS et al., 2008].

Aber auch „palate cleansers“ besitzen einen Geschmack, der im Umkehrschluss Adaption und „carry- over-“ Effekte fördern kann. Außerdem hinterlassen die meisten „palate cleansers“, inklusive Wasser, Rückstände im Mund, welche darauffolgende sensorische Beurteilungen beeinflussen können [VICKERS et al., 2008].

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Darreichungsform, Temperatur, Verweildauer des „palate cleansers“ im Mund und Häufigkeiten der Darreichung variiert und modifiziert werden können, es aber keine allgemein anerkannten Standardverfahren dafür gibt.

#### **4.2. Welche „palate cleansers“ werden eingesetzt?**

In der Literatur werden häufig „palate cleansers“ wie „... Wasser, verdünnter schwarzer Tee und/oder Weißbrot ...“ [FLIEDNER und WILHELM, 1989] genannt.

Außerdem findet man bei JELLINEK [1981] bezüglich der Prüfung von Süßwaren Apfelessig mit Honig, als „palate cleanser“ angeführt. Es wird oft darauf verwiesen Wasser oder verdünnten Tee auf 40°C zu temperieren. Unter anderem soll darauf geachtet werden, dass der „palate cleanser“ nicht kälter als die Probe ist. Bei Versuchen mit Fischöl werden Apfelsaft und warmes Wasser in Kombination, oder Mineralwasser verwendet [JELLINEK, 1981].

Weitere Vorschläge für „palate cleansers“ findet man bei MATZIK und KETTERN [1983]. Hierbei werden zehn Kategorien an „cleansing agents“ (Reinigungsagenden) gebildet, denen die Einsatzgebiete zugeordnet werden. So wird hauptsächlich weißes Brot bei sehr vielen Produkten- bzw. Produktgruppen, wie Süß- und Konditoreiwaren, Bier, Milchprodukten, Fleisch und vielem mehr eingesetzt. Kohlensäurehaltiges Wasser findet bei alkoholischen Getränken, Fleisch und Backwaren Einsatz. Für Milchprodukte werden laut MATZIK und KETTERN [1983] leicht saure oder salzige Lösungen, die auch erhitzt werden können, angewendet. Milch, Buttermilch und Käse werden für Süß- und Konditoreiwaren als auch für alkoholische Getränke eingesetzt. Als „palate cleanser“ für fetthaltige Lebensmittel werden alkoholische Getränke empfohlen. Walnüsse finden bei Bier, und purer Kaffee für alkoholische sowie alkoholfreie

Getränke Anwendung. Ungesüßter Tee und Leitungswasser, welches auch erhitzt werden kann, werden unter anderem für Fleisch und Backwaren angewendet, während Zwieback, knuspriges Brot und Cracker bei Suppen, alkoholfreien Getränken und Süß- und Konditoreiwaren serviert werden (Tabelle 3) [MATZIK und KETTERN, 1983].

**Tabelle 3. Reinigungsagenzien**

| <b>Brot / Gebäck</b>                  | <b>Wasser / Lösungen</b>                                                   | <b>Getränke / Lösungen</b>                                          | <b>Milch / -produkte, Sonstiges</b> |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Weißbrot                              | Wasser, Leitungswasser, auch erwärmt                                       | Schwarzer Tee, schwach bis stark, aromaarm bis aromastark, ungesüßt | Milch                               |
| Weißbrot geschmacksneutral bzw. – arm | Wasser neutral, bzw. geschmacksfrei                                        | Bohnenkaffee                                                        | Buttermilch                         |
| Weißbrot altbacken                    | Wasser, bitterstoff- und salzfrei, kohlendioxidhaltig                      | Hagebuttentee                                                       | Käse                                |
| Brötchen, Semmeln, Wasserwecken       | Tafelwasser (mineralarmes Wasser, Mineralwasser mit und ohne Kohlendioxid) | Fruchtsaft                                                          | Weichkaramellen, Fruchtbonbons      |
| Zwieback                              | Schwach saure bzw. salzige wässrige Lösungen, auch erwärmt                 | Cola- Limonade                                                      |                                     |
| Kracker                               |                                                                            | Bier                                                                |                                     |
| Knäckebrot                            |                                                                            | Verdünnter Alkohol                                                  |                                     |
| Brot                                  |                                                                            | Verdünnter Apfelessig mit Honig                                     |                                     |
| Schwarzbrot (ohne Sauerteig)          |                                                                            |                                                                     |                                     |

(Quelle: MATZIK und KETTERN, 1983)

In einer Studie der Züricher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, wurden weitere „palate cleansers“ getestet. Es wurden aus verschiedenen Produktgruppen (Schokolade, Fleisch, Bouillon, Alkoholische Getränke, Milchprodukte, Scharfe

Speisen, Kaffee/Tee) einzelne Produkte ausgewählt um bestimmte „palate cleansers“ zu prüfen. In der Gruppe der Schokoladen, in der sowohl dunkle als auch Milkschokolade zur Prüfung herangezogen wurden, servierte man als „palate cleanser“ Früchtetee bei unterschiedlichen Temperaturen (30°C und 65°C). Bei rohem Schinken und Würstchen wurden den Prüfpersonen Früchtetee (35°C) und Brot vorgelegt. Während der Testung von Rinderbouillon wurde der Mund mit Früchtetee (65°C), Brot und Karotte als „palate cleansers“, gereinigt. In der Gruppe der alkoholischen Getränke wurden roter Wein und Bier serviert, wobei Cracker und Brot bei beiden, Karotte aber nur bei Bier, und nur bei Wein eine Pektinlösung, dargereicht wurde. Für die Testung des Schweizer Emmentalers wurden als „palate cleansers“ schwarzer Tee (nach zwei verschiedenen Rezepten zubereitet), Apfel und Birne verwendet. Für Ajvar, als Repräsentant für scharfe Speisen, wurden Cracker, Brot und Streichkäse eingesetzt. Und als „palate cleansers“ für schwarzen Tee und Espresso wurden Cracker und Streichkäse bei beiden, und Früchtetee (60°C) nur bei Kaffee, angeboten (Tabelle 4) [BÄNZIGER et al., 2008].

**Tabelle 4. Verwendete „palate cleansers“**

| Produkt Gruppe        | Produkt              | Reinigungs-Agens 1       | Reinigungs-Agens 2       | Reinigungs-Agens 3               | Reinigungs-Agens 4           |
|-----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Schokolade            | Milch-Schokolade     | Früchtetee 30°C          | Früchtetee 65°C          |                                  |                              |
|                       | Dunkle Schokolade    |                          |                          |                                  |                              |
| Fleisch               | Roher Schinken       | Früchtetee 30°C          | Brot                     |                                  |                              |
|                       | Würstchen            |                          |                          |                                  |                              |
| Bouillon              | Rind                 | Früchtetee 65°C          | Brot                     | Karotte                          |                              |
| Alkoholische Getränke | Roter Wein           | Cracker                  | Brot                     | Karotte (nur bei Bier)           | Pektin Lösung (nur bei Wein) |
|                       | Bier                 |                          |                          |                                  |                              |
| Milch-Produkte        | Schweizer Emmentaler | Schwarzer Tee (Rezept 1) | Schwarzer Tee (Rezept 2) | Apfel                            | Birne                        |
| Scharfe Speisen       | Ajvar                | Cracker                  | Brot                     | Streichkäse                      |                              |
| Kaffee/Tee            | Schwarzer Tee        | Cracker                  | Streichkäse              | Früchtetee 60°C (nur bei Kaffee) |                              |
|                       | Espresso             |                          |                          |                                  |                              |

(Quelle: BÄNZIGER et al., 2008)

### **4.3. Wie werden „palate cleansers“ eingesetzt?**

Zumeist werden „palate cleansers“ während sensorischen Tests verwendet, um remanente Substanzen zu entfernen, oder ein Grundmilieu im Mund wiederherzustellen [VICKERS et al., 2008]. Aber es gibt auch die Möglichkeit, dass die Prüfpersonen genaue Anweisungen zu deren Anwendung erhalten. Das Einsetzen eines „palate cleanser“ bereits vor dem ersten Test, minimiert, aufgrund der von ihm hergestellten oralen Umgebung, die Effekte, welche übrig gebliebene Rückstände durch Beeinflussung der Wahrnehmung, haben könnten [JOHNSON und VICKERS, 2004].

In einer Studie von BRANNAN et al. [2001] wurde jede Spülung zwischen identischen Lösungen innerhalb einer Modalität, unter Verwendung der „sip- and- spit-“ Methode (die zu prüfende Substanz wird in den Mund genommen, darin herumbewegt und anschließend ausgespuckt), eingesetzt. Dies erforderte von den Prüfpersonen die ganze Probe in den Mund zu nehmen, diese im Mund herumzubewegen und sie dann auszuspucken. Diese Methode ist, laut vorangegangenen Tests, praktischer wenn Modellstimuli und komplexe Lebensmittelsysteme getestet werden, als den Gaumen mit der Lösung zu betupfen.

Bei MATZIK und KETTERN [1983] wurde die zu verkostende Lebensmittelprobe (handelsüblicher Deutscher Edamer- Käse mit 40% Fett in der Trockenmasse) abgeschluckt und unmittelbar danach mit insgesamt 60 cm<sup>3</sup> oder 6 g des bereitgestellten Zwischenkost- oder Neutralisationsmittels zweimalig ausgespült bzw. neutralisiert.

In einer weiteren Studie, wo es sich um die Effektivität gängiger Lebensmittel bezüglich der Reduktion von Brennen von Capsaicin handelte, wurden sowohl die Tabasco™ Saucen- Proben als auch die Lebensmittelproben ausgespuckt [HUTCHINSON et al., 1990].

Bei ALLISON et al. [1999] wurden entweder die Intervalle zwischen den Stimuli variiert mit oder ohne spülen bzw. reinigen. Wenn gereinigt wurde, veränderte sich die restliche Testprozedur nicht, außer, dass die Prüfer zwischen jeder Bewertung für jede Probe Cracker aßen und gereinigtes Wasser tranken.

Bei ROSS et al. [2007] wurde zu allererst mit deionisiertem Wasser vorneutralisiert. Anschließend mussten die Prüfpersonen den „palate cleanser“ für 25 Sekunden

auftragen und ihn ausspucken, wenn es ein flüssiger „palate cleanser“ war, und danach mit Wasser spülen. Daraufhin wurde mit dem restlichen Testdurchlauf fortgefahren.

In einer Studie von VICKERS et al. [2008] wurden die Panelisten lediglich instruiert den „palate cleanser“ vor jeder Getränkeprobe, inklusive der ersten Probe, einzusetzen. Es wurden keine Anweisungen bezüglich der Menge an konsumiertem „cleansing agent“ oder die Zeitspanne, über die der „palate cleanser“ verwendet werden sollte, gegeben.

Bei JOHNSON und VICKERS [2004] musste der „palate cleanser“ vor jeder Frischkäseprobe eingesetzt werden. Ansonsten konnten die Prüfer den „palate cleanser“ „ad-lib“ verwenden, was bedeutet, dass dieser nach dem Ermessen der Prüfpersonen angewendet wurde. Die Prüfpersonen legten die Häufigkeit fest, mit der sie den „palate cleanser“ einsetzten um den Mund zu reinigen. Auf Nachfrage konnte man auch mehr „palate cleanser“ bekommen. Allerdings wurden weder Frischkäseproben noch Wasser oder andere Produkte während der Evaluierung geschluckt.

Mit der Effektivität verschiedener Substanzen, die zum Spülen des Mundes verwendet werden können, hinsichtlich der Reduktion bzw. der Prävention eines „build-up“-Effektes von adstringierendem Geschmack haben sich COLONNA et al. [2004] beschäftigt. Unter Verwendung eines „sip- and spit“-Protokolls wurde die Intensität eines adstringierenden Rotweins beurteilt. Die servierten Probenpaare bestanden aus 10 mL eines Probenweines (*Indigo Hills Merlot*) und 10 mL einer Substanz (Gelatine, Ovalbumin, Polyvinylpyrrolidon, Pektin, Polycose, Carboxymethylcellulose, deionisiertes Wasser) um den Mund zu spülen oder zwei Crackers. Der Wein wurde in den Mund genommen, nach 10 Sekunden ausgespuckt, woraufhin die codierte Spüllösung in den Mund genommen wurde. Auch der „palate cleanser“ wurde nach 10 Sekunden wieder ausgespuckt. Zwischen jedem Probenpaar wurde zwei Mal für 20 Sekunden mit deionisiertem Wasser gespült.

Je nachdem, welche Ziele die Studie verfolgt und welche „cleansing agents“ getestet werden, werden diese abgeschluckt oder ausgespuckt. Zusätzlich zum Einsatz der „palate cleansers“ können auch die Zeitintervalle zwischen den Stimuli variiert werden [ALLISON et al., 1999]. Es gibt aber auch die Möglichkeit die „palate cleansers“ in einem „ad-lib“-Verfahren, wie bei JOHNSON und VICKERS [2004] einzusetzen, bei dem die Prüfer selbst entscheiden, wie viel des „cleansing agents“ sie verwenden. Aber

grundsätzlich richtet sich die angewendete Technik nach der Fragestellung der Studie und der Beschaffenheit der „palate cleansers“, da manche chemische Substanzen nicht abgeschluckt werden können.

#### **4.4. Studienbeispiele zur Anwendung von „palate cleansers“**

##### **4.4.1. Studienbeispiel 1**

In der Studie von JOHNSON und VICKERS [2004] wurden sieben „palate cleansing“-Strategien in Bezug auf ihre Effektivität bei der Evaluierung des Bittergeschmacks von Koffein in Frischkäse verglichen. Die eingesetzten „palate cleansers“ waren Wasser, Mineralwasser, Karotten, Cracker und purer Frischkäse. Außerdem wurden sechsmaliges Ausspülen des Mundes und kein Spülen vor der Evaluierung getestet.

##### **Teilnehmer**

20 Panelisten im Alter von 18-65 Jahren wurden an der Universität von Minnesota am St. Paul Campus ausgewählt. Vier der 20 Teilnehmer waren männlichen und 16 weiblichen Geschlechts. Selektiert wurden diese aus einem größeren Pool potentieller Prüfer, aufgrund ihrer Fähigkeit drei Lösungen bitteren Geschmacks nach steigender Bitterkeit richtig zu reihen. Die Prüfpersonen unterzeichneten Zustimmungserklärungen vor dem Beginn der Studie und wurden für ihre Teilnahme bezahlt. Alle 20 Panelisten schlossen alle Probendurchläufe ab.

##### **Material**

Kraft Philadelphia® Originaler Frischkäse einer einzigen Produktionsserie wurde mit Koffein vermengt. Hergestellt wurden fünf verschiedene Mischungen, die aufgrund eines unterschiedlichen prozentuellen Anteils an Koffein eine andere wahrnehmbare Intensität an Bitterkeit zeigten (0.0, 0.03, 0.055, 0.07, und 0.09% Koffein).

Es wurden Chargen der Frischkäse- Koffein- Mischung in Portionen von je 300 g produziert. Um das Mischen von Käse und Koffein zu erleichtern, war es erlaubt den Käse, 30 Minuten vor dem Vermengen, auf Umgebungstemperatur zu bringen. Als nächstes wurde eine 15 ml Koffein/Wasser- Stocklösung mit einem Spatel zum

Friskäse hinzugefügt und mit einem Handmixer für ungefähr 15 Sekunden vermischt. Frische Chargen für Proben wurden an den Tagen vor dem ersten, achten und fünfzehnten Tag der Studie hergestellt. Portionen von 4 g ( $\pm 0.1$  g) jedes Käses wurden in klare 2- Unzen (1 oz = 28.35 g) Plastikbehälter mit Deckel gefüllt. Alle Behälter wurden mit 3- stelligen Codes versehen und für 1-6 Tage gekühlt. Diese wurden 30 Minuten bis zu einer Stunde vor dem Servieren aus dem Kühlschrank genommen und auf Raumtemperatur gebracht. Die Panelisten evaluierten die Proben zwischen ein und drei Tagen nach deren Zubereitung. Alle Testungen waren innerhalb von 17 Tagen abgeschlossen.

### **„Palate cleansers“**

Alle „palate cleansers“ wurden bei Zimmertemperatur serviert. Diejenigen Produkte, die als „palate cleansers“ verwendet wurden, waren in ihrer Textur solide, und in mundgerechte Stücke geschnitten. Die sieben unterschiedlichen „palate- cleansing“ Strategien, die in dieser Studie untersucht werden sollten, werden nun folgend detailliert beschrieben:

1. Canada Dry® Original Sodium Free Sparkling Water: Das Wasser wurde bei Umgebungstemperatur in ungeöffneten 355 ml Aluminium- Behältern serviert. Die Prüfer konnten das Wasser in einen verfügbaren Einwegbecher gießen.
2. Short-cuts® Baby Cut Carrots: Fünfzehn Karottenstücke, die einen halben Inch (1 Inch = 2.54 cm) groß waren, wurden in kleinen Plastikbehältern mit Deckel präsentiert.
3. Nabisco® Unsalted Tops Saltine Crackers: Es wurden fünf dieser Cracker, von denen jeder in vier mundgerechte Stücke geschnitten worden war, in kleinen Plastikbehältern mit Deckeln serviert.
4. Kraft Philadelphia® Original Cream Cheese: Zehn einen halben Inch (1 Inch = 2.54 cm) große Würfel des Friskäses wurden den Prüfern in kleinen Behältern aus Plastik mit Deckel vorgelegt.
5. Gefiltertes Wasser (Aqua Pure® Home Water Filter): Ein kleiner Krug mit gefiltertem Wasser wurde serviert. Die Prüfer konnten das Wasser in einen verfügbaren Einwegbecher gießen.

6. Sechsmaliges Spülen des Mundes mit Wasser: Vor jeder Evaluation jeder einzelnen Probe. Das Wasser wurde den Prüfern, wie in No. 5 beschrieben, vorgelegt.
7. Kein „palate cleanser“: Vor der Evaluierung der Proben wurde nichts zur Neutralisation eingesetzt.

### **Evaluierung**

Vor dem Beginn der Studie wurden die Teilnehmer darüber informiert, dass sie die Intensität des bitteren Geschmacks in Frischkäseproben beurteilen werden. Sie erhielten keinerlei Training in Bezug auf das Produkt oder das zu testende Attribut. Stattdessen gab man ihnen detaillierte schriftliche und verbale Anweisungen vor jeder Session. Die Instruktionen für die unterschiedlichen Probendurchläufe waren, bis auf jene, die in Zusammenhang mit dem bestimmten zu testenden „palate cleanser“ des Durchganges standen, identisch.

Weder Frischkäseproben noch Wasser oder andere Produkte während der Evaluierung wurden geschluckt. Jeder Person standen eine oder mehr undurchsichtige Plastikbecher mit gut haltenden Deckeln zur Verfügung, um die ausgespuckten Proben und „cleansing agents“ aufzubewahren. Wenn es möglich war, wurden die Teilnehmer durch eine freie Prüfkabine voneinander getrennt, um ungestörtes Testen zu fördern.

Wenn die Prüfer in den Prüfkabinen Platz genommen hatten, erhielt jeder ein Tablett, mit dem Evaluierungsbogen, den fünf Frischkäseproben und einem Behälter mit dem „palate cleanser“. Mit der Ausnahme des Durchlaufes, bei dem kein „palate cleanser“ eingesetzt wurde, instruierte man die Prüfer, dass sie vor jeder Frischkäseprobe den „palate cleanser“ „ad- lib“ verwenden sollen. Auf Nachfrage konnten die Prüfpersonen mehr „palate cleanser“ bekommen.

Während den Evaluierungen, bei denen Karotten, Cracker oder purer Frischkäse als „palate cleansers“ eingesetzt wurden, durften die Panelisten zusätzlich mit Wasser spülen, um diese „palate cleansers“ so einzusetzen wie dies normalerweise geschieht. Es wurde keinerlei Literatur gefunden, in der Strategien für die Verwendung von „palate cleansers“ beschrieben wurden (z.B. Zeitspanne, die der „cleanser“ im Mund behalten werden muss, Anzahl der Anwendungen zwischen Proben, Menge an restlichem „palate

cleanser“, die im Mund verbleiben darf, Zeit, welche zwischen dem Einsatz des „palate cleanser“ und der zu evaluierenden Probe vergehen muss, etc.), außer für Wasser, auf die man spezifischere Instruktionen hätte aufbauen können.

Die Prüfpersonen nahmen die gesamte 4 g- Portion von Frischkäse in den Mund, bewegten sie darin herum, spuckten die Probe aus und beurteilten die wahrgenommene Intensität des Bittergeschmacks auf einer unstrukturierten Linienskala (150 mm). Die Skala war mit „kein bitterer Geschmack“ auf der einen und mit „extrem starker bitterer Geschmack“ auf der anderen Seite beschriftet. Eine Bemerkung vor jeder Skala erinnerte die Prüfer daran, den Mund mit dem zugeteilten „palate cleanser“ zu reinigen, bevor sie mit der Beurteilung fortfahren. Zusätzlich wies die Instruktion die Teilnehmer darauf hin, dass sich der bittere Geschmack oft erst langsam entwickelt und im hinteren Bereich der Zunge bemerkbar ist.

### **Experimentdesign und statistische Analyse**

Die Prüfer mussten sieben Durchläufe durchführen, für jeden „palate cleanser“ einen. In allen sieben Durchgängen wurden die fünf Frischkäseproben evaluiert. Die Probenaufstellung erfolgte im Design des Lateinischen Quadrates (siehe Kapitel 4.5.1.). Für jeden „palate cleanser“ erstellte man vier 5x5 Lateinische Quadrate, um die Servierordnung der Frischkäseproben für die 20 Prüfer festzulegen.

Der bittere Geschmack wurde als die Distanz, der von den Prüfern gesetzten Markierungen (in mm), von der „kein bitterer Geschmack“- Seite der Skala gemessen. Um die Effekte der Koffeinkonzentration, des „palate cleanser“, der Art der Probenpräsentation, des Testdurchlaufes und deren Interaktionen zu ermitteln, wurden ANOVAs eingesetzt. Weiters wurde das SAS®- Verfahren Proc Mixed für gemischte Modelle verwendet. Es wurden mehrere potentielle ANOVA Modelle evaluiert. Ausgewählt wurde jenes, das am hilfreichsten war für die Beschreibung der Änderung der Intensität des wahrgenommenen bitteren Geschmacks verteilt über die verschiedenen Frischkäseproben.

Die „Mixed Procedure“ erlaubte Fehler aufgrund von unveränderlichen Effekten (z.B.: „palate cleanser“) und randomisierten Effekten (z.B.: Panelist) zu unterscheiden. Die Interaktion zwischen *Geschmacksposition* und „palate cleanser“ wurde verwendet um

anzuzeigen, dass die Effekte der *Geschmacksposition* sich signifikant über alle sieben „palate cleansers“ unterschieden. Eine signifikante Interaktion hätte die Präsenz jeder Adaption oder Carry-over Effekts, die unter den „palate cleanser“ differierten, angezeigt. Die Interaktion zwischen „palate cleanser“ und *Konzentration* wurde verwendet, um festzustellen, ob sich die „palate cleansers“ in ihrer Fähigkeit die Diskriminierung zu erhöhen, unterschieden.

## **Ergebnisse**

Die „palate cleansing-“ Strategien unterschieden sich nicht voneinander in ihrer Effektivität die Diskriminierung innerhalb der Proben zu erhöhen (kein signifikanter palate cleanser  $\times$  Koffeinkonzentrations- Effekt), oder Adaption oder „build-up“ zu minimieren (kein signifikanter Geschmacksposition  $\times$  palate cleanser- Effekt).

Wie erwartet stieg der wahrgenommene bittere Geschmack mit zunehmender Koffeinkonzentration. Mineralwasser verminderte die Bitterkeit im Vergleich zu allen anderen Strategien ( $F_{\text{palate cleanser}} = 5.93$ ,  $P < 0.0001$ ). Es wurde „build-up“, ein Anstieg der Bitterkeit, über den Kurs eines Testdurchlaufes beobachtet ( $F_{\text{taste position}} = 7.72$ ,  $P < 0.0001$ ).

### **4.4.2. Studienbeispiel 2**

In der Studie von ROSS et al. [2007] wurden vier „palate cleansers“ (deionisiertes Wasser, Pektin, Carboxymethylcellulose und Cracker) in Bezug auf ihre Effektivität bei der Reduzierung des „carry-over-“ Effektes von adstringierendem Mundgefühl bei rotem Wein getestet.

## **Teilnehmer**

An der Studie nahmen 18 Prüfpersonen, davon 11 Männer und 7 Frauen, im Alter von 21-60 Jahren teil. Diese wurden von der Washington State University ausgewählt und konsumierten mindestens ein Mal pro Woche roten Wein. Alle Teilnehmer mussten eine Einverständniserklärung unterschreiben. Die Panelisten wurden mit einem Fragebogen, der sie bezüglich bekannter Anosmien und anderer Einflüsse, die ihre Teilnahme an der Studie hätten beeinträchtigen können, gescreent. Es wurde nur eine

geringe Menge an Information in Bezug auf die Natur der Studie an die Prüfer gegeben, um potentielle Fehlerquellen zu minimieren.

### **Material**

Man benötigte Pektin, Carboxymethylcellulose (CBMC), Aluminiumsulfat und Chininsulfat. Außerdem wurden Zitronensäure, Alaun und ungesalzene Soda Cracker verwendet. Das deionisierte Wasser, welches in dieser Studie Anwendung fand, wurde über ein „Milli-Q Reagent Water System“ gefiltert. Alle Lösungen wurden bei Raumtemperatur serviert. Pektin CBMC, deionisiertes Wasser und Cracker wurden als „palate cleansers“ und Aluminiumsulfat, Chininsulfat, Zitronensäure und Alaun im sensorischen Prüfertraining als Referenzstandards eingesetzt.

Der Basiswein, welchen man zur Herstellung der Standardreferenz heranzog, war *Franzia Chillable Red*. Während des Trainings wurden die Weine *2000 Linvingston Cellars Red Rose* und *2002 Washington State Cabernet Sauvignon* als Standardreferenz eingesetzt, um niedriges und hohes adstringierendes Mundgefühl zu definieren. Der Wein, der für die eigentliche Evaluation verwendet wurde, war *2002 Washington State Cabernet Sauvignon*.

### **Sensorisches Training der Prüfpersonen**

Über eine Zeitspanne von zwei Wochen wurden vier Trainingsdurchläufe zu je einer Stunde abgehalten. Für den ersten Durchgang wurden Standardreferenzen für Bitterkeit (0.05 g/L Chininsulfat) und sauren Geschmack (2 g/L Zitronensäure) unter Verwendung des Weines *Franzia Chillable Red* hergestellt, mit deren Hilfe den Prüfpersonen diese Geschmacksrichtungen näher gebracht wurden. Zusätzlich erstellte man Standards für Ethanol (6.4% v/v) und für adstringierendes Mundgefühl (1 g/L Tannin) um die Panelisten an diese zu gewöhnen. Die Unterscheidung zwischen Bitterkeit und adstringierendem Mundgefühl wurde gemacht, indem „adstringierend“ als das taktile Ereignis definiert wurde, welches ein Mundgefühl von Trockenheit, Rauheit oder Zusammenziehen der Mundschleimhaut hervorruft. Der bittere Geschmack wurde als eine Geschmacksrichtung beschrieben, die nicht nur, aber am intensivsten, in der hinteren Zungenregion wahrgenommen wird.

In den folgenden Trainingseinheiten wurden die Prüfpersonen darauf geschult das astringierende Mundgefühl zu erkennen. Alaun- Standards in rotem Wein (5, 10 und 15 g Alaun/L Wein) und Rotweine mit unterschiedlicher adstringierender Wirkung wurden hierfür verwendet. Während diesen Trainings setzte man eine 15-cm Linienskala, die mit den Termini „niedriges adstringierendes Mundgefühl“ (bei 1 cm der Linie), „moderates adstringierendes Mundgefühl“ und „starkes adstringierendes Mundgefühl“ (bei 14 cm der Linie) beschriftet war.

Der letzte Trainingsdurchlauf bestand aus einer Einarbeitung mit dem Computerprogramm (Compusense 5.0, Compusense, Guelph, ON) und dem sensorischen Labor, das während der Datensammlung benutzt wurde. Dieser Durchgang wurde unter Versuchsbedingungen und unter Verwendung desselben Ablaufs wie bei der eigentlichen Evaluierung geleitet.

Alle Trainings wurden bei rotem Licht durchgeführt. Die Daten wurden mit Zeit-Intensitäts- Kurven Datenpunkten, die in 1- Sekunden Intervallen und Anwendung der Compusense Software, gesammelt.

### **Datenerhebung**

Für die Erhebung der „palate cleansers“ wurde ein komplett randomisiertes, balanciertes Blockdesign verwendet mit Wiederholung. Die „palate cleansers“ wurden mit einem dreistelligen Code versehen und jeder Prüfperson in zufälliger Anordnung serviert. Aufgrund des hohen carry- over Effektes des adstringierenden Mundgefühls der Rotweinproben wurden nur zwei „palate cleansers“ pro Durchgang evaluiert. Die Prüfer wussten nicht, dass die Weinproben, die jeden „palate cleanser“ begleiteten, identisch waren. Der Wein (70 mL) wurde bei Raumtemperatur und in Weingläsern, die von der Internationalen Organisation für Normung anerkannt waren, serviert. Jede Weinprobe wurde von einem der vier „palate cleansers“ begleitet: deionisiertes Wasser, Cracker, Pektin, Carboxymethylcellulose.

Den Prüfern wurden ein Weinglas (mit 70 mL Wein) und zwei Portionen „palate cleansers“ (eine Portion wurde definiert als entweder 10 mL eines flüssigen „palate cleanser“ oder einem Cracker) serviert. Der Testablauf wird in Tabelle 5 umrissen.

Zu Beginn der Evaluierung mussten die Prüfer ihren Mund mit deionisiertem Wasser ausspülen. Wasser wurde in das Protokoll mit einbezogen, da die vorhergegangene

Recherche ergeben hatte, dass nach dem Einsatz von Pektin oder Cracker zwischen Weinproben Wasser folgen muss, um die Effekte der aufgetragenen „palate cleansers“ zu minimieren. Dann wurden die Prüfpersonen instruiert, den zu testenden „palate cleanser“ für 25 Sekunden in den Mund zu nehmen, auszuspucken (flüssiger „palate cleanser“), mit Wasser für 25 Sekunden zu spülen, 40 Sekunden zu warten und anschließend die Evaluierung zu starten. Zum Zeitpunkt 0 mussten die Panelisten eine Weinprobe (~ 10 mL) in den Mund nehmen und sofort damit beginnen, die Intensität des adstringierenden Mundgefühls aufzuzeichnen. Die Panelisten spuckten den Wein nach exakt 10 Sekunden aus und fuhren mit der Aufzeichnung des wahrgenommenen adstringierenden Stimulus ohne Unterbrechung bis zu 40 Sekunden fort. Dieser Prozess wurde als Aufnahme 1 protokolliert.

Die Prüfer wurden instruiert noch einen Schluck derselben Weinprobe zu nehmen und den eben ausgeführten Ablauf für zwei weitere erfolgreiche Aufnahmen zu wiederholen (Aufnahme 2 und Aufnahme 3). Nach der Bewertung des dritten Schluckes Wein für 40 Sekunden, mussten die Prüfpersonen den „palate cleanser“ für 25 Sekunden aufrufen, ausspucken (flüssiger „palate cleanser“), mit Wasser für 25 Sekunden spülen, dann ausspucken und für zusätzliche 40 Sekunden pausieren. Die Weinaufnahmen wurden dann vom selben Weinglas fortgesetzt, wie die vorhergegangenen, und derselbe Testablauf für Aufnahme 4, 5 und 6 wiederholt. Nach der letzten Weinaufnahme wurde die Bewertung abgeschlossen und eine Pause von zwei Minuten eingelegt. Danach wurde der gesamte Ablauf für den zweiten „palate cleanser“ wiederholt.

**Tabelle 5. Versuchsaufbau**

| <b>Test Design, welches beim Vergleich der Effektivität von "palate cleansers" (deionisiertes Wasser, Cracker, Carboxymethylcellulose und Pektin) während wiederholten Prüfungen von rotem Wein, verwendet wurde.</b> |                        |                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------|
| <b>Zeit total (s)</b>                                                                                                                                                                                                 | <b>Verzögerung (s)</b> | <b>Instruktionen</b>                                |
|                                                                                                                                                                                                                       |                        | <b>Vorreinigung</b>                                 |
|                                                                                                                                                                                                                       | 0                      | Auftragen von deionisiertem Wasser zur Vorreinigung |
| <b>Erstes Auftragen des "palate cleanser"</b>                                                                                                                                                                         |                        |                                                     |

\* s = Sekunden

|                                                |      |                                                                                                               |
|------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25*                                            | 25** | Wasser ausspucken. Auftragen des zu testenden "palate cleansers"                                              |
| 50***                                          | 25   | "palate cleanser" ausspucken. Auftragen von Wasser als "palate cleanser"                                      |
| 75                                             | 25   | Wasser ausspucken. Pause für 40 sec.                                                                          |
| 115                                            | 40   | Starten der Weinprüfung                                                                                       |
| <b>Weinaufnahme 1</b>                          |      |                                                                                                               |
| 115                                            |      | Einen Schluck Rotwein (~10 ml) nehmen und sofortiges Notieren des wahrgenommenen adstringierenden Geschmacks. |
| 125                                            | 10   | Wein ausspucken. Fortfahren der Notierung des wahrgenommenen adstringierenden Geschmacks.                     |
| 155                                            | 30   | Das Notieren stoppen.                                                                                         |
| <b>Weinaufnahme 2</b>                          |      |                                                                                                               |
| 155                                            |      | Einen Schluck Rotwein (~10 ml) nehmen und sofortiges Notieren des wahrgenommenen adstringierenden Geschmacks. |
| 165                                            | 10   | Wein ausspucken. Fortfahren der Notierung des wahrgenommenen adstringierenden Geschmacks.                     |
| 195                                            | 30   | Das Notieren stoppen.                                                                                         |
| <b>Weinaufnahme 3</b>                          |      |                                                                                                               |
| 195                                            |      | Einen Schluck Rotwein (~10 ml) nehmen und sofortiges Notieren des wahrgenommenen adstringierenden Geschmacks. |
| 205                                            | 10   | Wein ausspucken. Fortfahren der Notierung des wahrgenommenen adstringierenden Geschmacks.                     |
| 235                                            | 30   | Das Notieren stoppen.                                                                                         |
| <b>Zweites Auftragen des "palate cleanser"</b> |      |                                                                                                               |
| 235                                            |      | Auftragen des zu testenden "palate cleanser".                                                                 |
| 260                                            | 25   | "palate cleanser" ausspucken. Auftragen von Wasser als "palate cleanser"                                      |
| 285                                            | 25   | Wasser ausspucken. Pause für 40 sec.                                                                          |
| 325                                            | 40   | Resümieren der Weinaufnahmen.                                                                                 |
| <b>Weinaufnahme 4</b>                          |      |                                                                                                               |
| 325                                            |      | Einen Schluck Rotwein (~10 ml)                                                                                |

\* Zu diesem Zeitpunkt wurde der zu testende „palate cleanser“ aufgetragen.

\*\* Der zu testende „palate cleanser“ wurde für 25 Sekunden im Mund behalten.

\*\*\* Nachdem der „palate cleanser“ im Mund behalten wurde, folgte zu diesem Zeitpunkt (50 Sekunden) das Ausspucken von diesem und das Auftragen von Wasser.

|                       |    |                                                                                                                           |
|-----------------------|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                       |    | nehmen<br>und sofortiges Notieren des<br>wahrgenommenen adstringierenden<br>Geschmacks.                                   |
| 335                   | 10 | Wein ausspucken. Fortfahren der<br>Notierung des wahrgenommenen<br>adstringierenden Geschmacks.                           |
| 365                   | 30 | Das Notieren stoppen.                                                                                                     |
| <b>Weinaufnahme 5</b> |    |                                                                                                                           |
| 365                   |    | Einen Schluck Rotwein (~10 ml)<br>nehmen<br>und sofortiges Notieren des<br>wahrgenommenen adstringierenden<br>Geschmacks. |
| 375                   | 10 | Wein ausspucken. Fortfahren der<br>Notierung des wahrgenommenen<br>adstringierenden Geschmacks.                           |
| 405                   | 30 | Das Notieren stoppen.                                                                                                     |
| <b>Weinaufnahme 6</b> |    |                                                                                                                           |
| 405                   |    | Einen Schluck Rotwein (~10 ml)<br>nehmen<br>und sofortiges Notieren des<br>wahrgenommenen adstringierenden<br>Geschmacks. |
| 415                   | 10 | Wein ausspucken. Fortfahren der<br>Notierung des wahrgenommenen<br>adstringierenden Geschmacks.                           |
| 445                   | 30 | Das Notieren stoppen.                                                                                                     |

(Quelle: ROSS et al., 2007)

### Datenanalyse

Numerische Daten wurden von den Zeit- Intensitäts- Kurven abgelesen. Diese inkludierten  $T_{\max}$  (Zeit bei maximaler Intensität),  $I_{\max}$  (Maximale Intensität), Dauer, AUC (Fläche unter der Kurve),  $\text{Inc}_{\text{angle}}$  (Anstiegswinkel),  $\text{Inc}_{\text{area}}$  (Anstiegsfläche),  $\text{Dec}_{\text{angle}}$  (Abfallwinkel),  $\text{Dec}_{\text{area}}$  (Abfallfläche), anfängliche Verzögerung und anfängliche Intensität. Eine Varianzanalyse (ANOVA, PROC GLM = General Linear Model) wurde durchgeführt, um festzustellen welche der Experimentvariablen (Aufnahme, Wiederholung, „palate cleanser“ Behandlung und Panelist) und Wechselwirkungen signifikante Quellen für Variabilität ( $P < 0.05$ ) waren. Es wurden multiple Vergleiche unter Verwendung von Fisher's geringstem signifikantem Unterschiedstest gemacht. Im Anschluss an die ANOVA, wurden die Daten mit der Mittelwertbildung nach Liu und McFie [1990] (siehe Kapitel 1.3.3.3.1.2.) analysiert. In dieser Methode wurden die Kurven auf den Intensitäts- und Zeitachsen skaliert unter

Verwendung von Zeit- Intensitäts- Orientierungspunkten. Die Daten wurden auch mit der Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis, PCA) analysiert. Die ANOVAs wurden unter Verwendung des Statistical Analysis System für Windows 9.1 (SAS, Cary, NC) durchgeführt und die Hauptkomponentenanalyse unter Verwendung von XLSTAT (Addinsoft, Paris, Frankreich).

### **Ergebnisse**

In der oben beschriebenen Studie waren Cracker am effektivsten bei der Reduzierung des „carry- over-“ Effektes bezüglich des adstringierenden Mundgefühls, im Vergleich zu den anderen drei „palate cleansers“. Pektin und Carboxymethylcellulose waren in ihrer Effektivität sehr ähnlich, aber keiner der beiden war so effektiv wie der Cracker als „palate cleanser“.

#### **4.4.3. Studienbeispiel 3**

In einer Studie von VICKERS et al. [2008] wurden vier „palate cleansing-“ Strategien (Cracker, Karotten, Wasser, nichts) bezüglich ihrer Effektivität bei der Evaluierung des sauren Geschmacks eines Getränks mit Fruchtgeschmack verglichen. 40 Prüfpersonen bewerteten die Säureintensität von fünf Proben eines Orangetränks, die sich in ihrem Gehalt an Zitronensäure unterschieden. Jeder von ihnen nahm an vier Durchläufen teil, einer für jeden „palate cleanser“. Wie erwartet stieg der saure Geschmack mit steigendem Zitronensäuregehalt an. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den „palate cleansers“ in Bezug auf die Diskriminierung zwischen den Säure- Levels. Während den Durchläufen nahm der saure Geschmack mit keiner der „palate cleansing“ Strategien zu („build- up“) oder ab (Adaptation). Die Verwendung von Karotten und Wasser erbrachte ähnliche Diskriminierung wie die der Cracker, allerdings wurde der saure Geschmack nach der Verwendung von Karotten oder Wasser als „palate cleanser“ höher eingeschätzt, als wenn Cracker eingesetzt wurden.

### **Teilnehmer**

Es wurden 40 Prüfpersonen im Alter von 18-65 Jahren (davon 38 Frauen und 2 Männer) der Universität von Minnesota am St. Pauls Kampus via E- Mail ausgewählt. Nur

diejenigen, die vier Durchläufe (einer pro Woche) mitmachen konnten, nahmen teil. Alle Teilnehmer unterzeichneten Einverständniserklärungen und wurden bezahlt. Das institutionelle Review Board der Universität von Minnesota stimmte dieser Studie zu.

### **Probenvorbereitung**

Es wurde Orangen „Kool- Aid“ (Kraft Foods, Glenwood, IL), mit Zucker laut Packungsanweisung zubereitet und fünf verschiedene Mengen an Zitronensäure (anhydriert,  $C_6H_8O_7$ , Fisher Scientific, Hanover Park, IL) (0.011, 0.014, 0.017, 0.021, 0.024 M) zugegeben. Während den informellen Vortests waren die Unterschiede des sauren Geschmacks schwierig, aber nicht unmöglich zu identifizieren. Die Getränke wurden dann für 24 Stunden gekühlt. Am Tag des Tests war es erlaubt die Getränke auf Raumtemperatur zu erwärmen. Die Prüfpersonen erhielten 10 mL Aliquote in 30 mL Plastikbechern, die mit 3- stelligen Zahlen codiert waren.

Es wurden vier „palate cleansing-“ Strategien eingesetzt. Alle „palate cleansers“ wurden bei Raumtemperatur serviert. In den Durchläufen mit Karotten und Crackern wurden den Prüfern jeweils fünf Stück davon dargeboten.

1. Karotten: Green Giant Fresh Baby Cut Karotten (Green Giant Fresh, Minneapolis, MN)
2. Cracker: Nabisco ungesalzene Tops Premium Saltine Cracker (Kraft Foods)
3. Wasser
4. Nichts

Die Prüfpersonen wurden instruiert, die „palate cleansers“ vor jeder Getränkeprobe, inklusive der ersten, zu verwenden. Sie erhielten keinerlei Anweisungen bezüglich der Menge oder dem Zeitraum in dem die „palate cleansers“ verwendet werden sollten. In den Durchgängen mit Karotten und Crackern wurde zusätzlich Wasser angeboten, die Prüfer erhielten aber keine spezifischen Anweisungen es auch zu benutzen.

### **Durchführung**

Die Teilnehmer nahmen an vier Durchläufen (einer für jeden „palate cleanser“) über

eine Periode von fünf Wochen teil, wobei dazwischen Abstände von je einer Woche eingehalten wurden. Die Prüfer platzierten die gesamten 10 mL des Getränks im Mund und bewerteten den sauren Geschmack auf einer 150 mm Linienskala, welche von „kein saurer Geschmack“ bis „extrem saurer Geschmack“ reichte, unter Verwendung der SIMS 2000- Software (Sensory Computer System, Morristown, NJ). Die Teilnehmer wurden daran erinnert, den dargereichten „palate cleanser“ nach jeder Probe zu verwenden, ausgenommen wenn keiner angeboten wurde.

Die Reihenfolge der „palate cleansers“ und die der Getränkeproben wurden, aufgrund von Ordnungs- und „carry- over-“ Effekten, unter Verwendung von zwei verschiedenen lateinischen Quadraten (siehe Kapitel 4.5.1.) festgelegt.

### **Datenanalyse**

Um festzustellen ob die Intensität des sauren Geschmacks durch die „palate cleansers“ beeinflusst wurde und ob die „palate cleansers“ die Fähigkeit zwischen den verschiedenen Zitronensäurelevels zu unterscheiden verändert haben und ob die „palate cleansers“ irgendeinen Einfluss auf die Tendenz des sauren Geschmacks, während den Sessions zu verschwinden oder sich zu verstärken, hatten, wurde eine Varianzanalyse gemacht (SAS PROC Mixed, SAS Institute, Cary, NC). Der saure Geschmack war die abhängige Variable. „Palate cleansers“, Zitronensäurelevel, Geschmacksposition und deren Interaktion waren Prädiktoren. Die Prüfperson war der Zufallsprädiktor.

Die Interaktion von „palate cleansers“ und Zitronensäurekonzentration wurde verwendet um festzustellen, ob die verschiedenen „palate cleansers“ sich in ihrer Fähigkeit die Diskrimination zu steigern, unterschieden. Die Interaktion von Geschmacksposition und „palate cleanser“ setzte man ein um anzuzeigen, ob die Effekte der Geschmacksposition, verteilt über die vier „palate cleansers“, signifikant differierten. Eine signifikante Position bei der „palate cleanser-“ Interaktion könnte Adaption oder „build- up“ anzeigen, welche sich über die vier „palate cleansers“ unterschieden.

### **Ergebnisse**

Der saure Geschmack stieg mit steigender Zitronensäurekonzentration bei allen „palate cleansers“ an. Der Cracker unterdrückte diesen verglichen mit Karotten oder Wasser. Es

wurde keine signifikante Interaktion eines „palate cleansers“ mit einer Säurekonzentration beobachtet, was darauf hindeutet, dass sich diese „palate cleansers“ nicht in ihrer Effektivität, bezüglich des Erlaubens einer höheren Diskriminierung zwischen den Proben, unterscheiden.

Obwohl die Interaktion zwischen Geschmacksposition und Zitronensäurekonzentration signifikant war, konnte kein konsistenter „build- up-“ Effekt des sauren Geschmacks über den Durchlauf beobachtet werden und keine generelle Verminderung des sauren Geschmacks unabhängig vom verwendeten „palate cleanser“.

Es wurde jede Konzentration von Säure in Kool- Aid mit 10% des Gewichts von Crackern oder Karotten durchmischt, um den potentiellen Einfluss von zurückbleibendem „palate cleanser“ auf darauffolgend geschmeckte Kool- Aid Limonade ungefähr darzustellen.

Der pH- Wert des Kool- Aid mit der Zitronensäure alleine rangierte bei 2.33-2.48 und einer titrierbaren Säure von 0.35 (% Zitronensäure) - 0.58. Wenn Karotten zugesetzt wurden, stieg der pH- Wert leicht an (2.49-2.67) was aber wenig Effekt auf die titrierbare Säure (0.34-0.58) hatte. Wurden Cracker zugegeben stieg der pH- Wert auf 2.79-3.04 und die titrierbare Säure sank auf 0.31-0.55.

### **Schlussfolgerung**

Die Prüfpersonen beurteilten den sauren Geschmack nach der Anwendung von Wasser und Karotten höher, als nach dem Gebrauch von Crackern. Sie diskriminierten zwischen den Proben gleich, unabhängig vom „palate cleanser“. Es wurden keine Adaptations- oder „build- up-“ Effekte bei keinem der „palate cleansers“ beobachtet.

#### **4.4.4. Studienbeispiel 4**

In einer zweigeteilten Studie von BRANNAN et al. [2001] wurde die Effektivität von Spülungen auf Gummi- Basis mit oder ohne Öl bezüglich der Linderung von Rückständen eines bitteren (0.8 g/L Koffein- Lösung) und eines adstringierenden (1 g/L Alaun- Lösung) Stimulus in mehrfacher Beantwortung unter Verwendung der „sip- and- spit-“ Methode, bestimmt.

In Experiment 1 wurde das Spülen mit deionisiertem Wasser mit Spülen mit 0.3% Xanthan in Wasser alleine oder mit 5% Maiskeimöl und mit 0.55% Carboxymethylcellulose (CMC) in Wasser allein oder mit 5% oder 10% Maiskeimöl verglichen. Die 0.3% Xanthan- und 5% Maiskeimöl- Mischung resultierte im höchsten Stimulus- Intensitäts- Unterschied vor und nach dem Spülen, wohingegen 0.55% CMC einen Wert von nahezu Null bezüglich des Resteffekts hatte.

Ergebnisse eines 2 AFC- Tests (Two- Alternative- Forced- Choice- Test), welcher in Experiment 2 eingesetzt wurde, wiesen darauf hin, dass beide gleich effektiv für das Reduzieren von bitteren Rückständen waren, aber die 0.55% CMC- Spülung resultierte im niedrigsten ( $p=0.007$ ) Resteffekt für adstringierendes Mundgefühl, weswegen sie als eine effektive Interstimulus- Spülung für die Bewertung von beidem, bitterem und adstringierendem Stimulus, in Modelllösungen galt.

## **Materialien und Methoden**

Eine zweiteilige Studie wurde designed, um die Effektivität der alternativen Interstimulus- Prozeduren für die Linderung des Restgeschmacks oder der Restirritation von bitterem Geschmack und adstringierendem Mundgefühl zu evaluieren. Für beide Teile der Studie wurde ein wiederholtes 12x12 Lateinisches Quadrat- Design mit 24 Prüfpersonen verwendet, um die Messung der Intensitätsbewertungen (Experiment 1) oder „forced- choice-“ Vergleiche (Experiment 2) durchzuführen. Alle Interstimulus- Spülungen wurden separat auf bitteren Geschmack und adstringierendes Mundgefühl gemessen. Eine Messung der Viskosität der Spülungen wurde ebenfalls durchgeführt.

## **Experiment 1**

Die Prüfpersonen, welche für die Teilnahme an der Studie bezahlt wurden, inkludierten 5 Männer und 19 Frauen zwischen 19-33 Jahren. Alle waren Studenten der Kansas State University, Manhattan, KS. Die Prüfer wurden aufgrund ihrer Fähigkeit die sensorischen Charakteristiken richtig zu identifizieren und die Intensitäten verschiedener chemischer Lösungen als niedrig, medium und hoch zu klassifizieren, ausgewählt.

Für das Screening wurden zwölf Lösungen mit verschiedenen Geschmackssensationen und adstringierenden Charakteristiken verwendet. Als adstringierende Materialien

verwendete man 0.5 und 1 g/L Aluminiumkaliumsulfat Dodecahydrat oder Alaun,  $\text{Alk}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ , MM (= Molare Masse) 474.39 (Aldrich Chem. Co., Milwaukee, WI) und 1 g/L Gallusgerbsäure MM 1701.19 (Sigma Chem. Co., St. Louis, MO), und als bittere Materialien 0.30 und 0.60 g/L Koffein, anhydriert, MM 194.2 (Sigma Chem. Co., St. Louis, MO) und 0.017 und 0.34 g/L 6-n-Propyl-2-Thiouracil oder 2-Thio-4-Hydroxy-6-n-Propyl-Pyrimidin oder PROP, MM 170.2 (Sigma Chem. Co., St. Louis, MO). Für den salzigen Geschmack wurde 1 g/L Natriumchlorid, MM 58.44 (Fisher Scientific, Fair Lawn, NJ), und für den süßen Geschmack 20 g/L Saccharose, MM 342.30 (Fisher Scientific, Fair Lawn, NJ) und 0.2 g/L Saccharin- Tabletten (Ril- Sweet, Plough, Inc., Memphis, TN) eingesetzt. Die sauren Materialien, die verwendet wurden, waren 0.2 g/L Zitronensäure Monohydrat, MM 210.15 (Allied Chemical, Morristown, NJ) und 1 g/L Vanillinsäure oder 4-Hydroxy-3-Methoxy-Benzoesäure, MM 168.15 (Aldrich Chem. Co., Milwaukee, WI).

Alle Stimuli wurden in deionisiertem, aus einer Umkehrosmoseanlage stammendem, kohlenstoffgefiltertem Wasser (nach erfolgreichen Diskussionen als deionisiertes Wasser bezeichnet) gelöst. Die Lösungen wurden bei 21°C gehalten.

Es wurde ein eineinhalbstündiger Orientierungsdurchlauf durchgeführt, um die Prüfpersonen mit den bitteren und adstringierenden Substanzen und der Testprozedur vertraut zu machen. Lebensmittel wie Dattelpflaume, grüne Banane, Kaffee und Bittermelone (weit verbreitet in Asien) wurden mit Alaun und Koffein verwendet, um die bittere beziehungsweise adstringierende Geschmackssituation zu demonstrieren. Es wurde auch Tee, der sowohl bitter als auch adstringierend ist, eingesetzt.

Die Werte auf einer 15- cm Linienskala für 0.5 g/L (4), 1 g/L (8.5), und 1.5 g/L (13) Alaun, welches das adstringierende Mundgefühl repräsentierte, und 0.05 g/L (6), 0.8 g/L (9.5) und 1.5 g/L (13) Koffein, welches den bitteren Geschmack repräsentierte, wurden aus übereinstimmender Meinung abgeleitet. Die mittleren Intensitäten für beide wurden als Teststandards und Stimuli verwendet.

Fünf Spülungen wurden mit deionisiertem Wasser verglichen, um die bittere und adstringierende Empfindung der beiden Stimuli zu lindern: 0.3% Xanthan (Keltrol, Kelco, CA) in deionisiertem Wasser oder allein mit 5% Maiskeimöl und 0.55% Carboxymethylcellulose (CMC-7H3SF, Aqualon, Division of Hercules, Inc., Wilmington, DE) in deionisiertem Wasser allein oder mit 5% oder 10% Maiskeimöl.

Die Testprozedur, welche in Tabelle 6 abgebildet ist, wurde in jeder Modalität eingesetzt. Die Prüfpersonen wurden aufgefordert sich mit den Stimuli bekannt zu machen, dann folgten Praxis und die Testdurchläufe. Während den Praxisübungen wurden Attrappen- Sets mit deionisiertem Wasser verwendet.

In der richtigen Testsituation wurde jede Spülung zwischen identischen Lösungen innerhalb der Modalität, unter Verwendung der „sip- and- spit-“ Methode, eingesetzt. Die „sip- and- spit-“ Methode forderte von den Prüfpersonen, die ganze Probe in den Mund zu nehmen, die Lösung im Mund herumzubewegen und sie dann auszuspucken. 10 mL der identischen Lösung und das deionisierte Wasser, welches man in den Durchläufen verwendete, wurden in 20 mL Plastikbechern serviert. Der Versuchsleiter gab den Prüfern ein Zeichen, wann sie das Schmecken starten und stoppen sollten.

Jede Prüfperson evaluierte sechs Probensets pro Tag, insgesamt zwei Tage lang. Eine fünfminütige Pause wurde in jedem Durchlauf nach drei Probensets eingelegt. Während dieser war es den Prüfern erlaubt mit mehr deionisiertem Wasser zu spülen, Cracker zu essen und abermals zu spülen. Die Panelisten wurden angewiesen, die Geschmackscharakteristiken zweier identischer Lösungen jedes Sets zu identifizieren und die Intensität auf einer 15- cm Linienskala zu bewerten. Die Prüfer wurden vor dem Schmecken informiert, dass nur ein sensorisches Charakteristikum in einem Proben-set involviert sei, aber dass die Intensität anders oder gleich sein könne. Falsch identifizierte Sets wurden für die Datenanalyse eliminiert. Die Intensität der ersten Lösung wurde vor und nach dem Gebrauch einer codierten Spülung bewertet, wohingegen dies bei der zweiten Lösung nur nach dem Spülen geschah. Die Differenz zwischen den Intensitäten der ersten Lösung vor dem Spülen und der zweiten Lösung nach dem Spülen hat den Resteffekt zwischen identischen Lösungen innerhalb einer Modalität gemessen.

Eine Spülung wurde als höchst effektiv bezüglich der Stimulusintensität eingestuft, wenn die Differenz der Intensitäten vor und nach dem Spülen am größten war. Werte nahe Null für Resteffekte zeigten minimale Abweichung in den Intensitäten zwischen den ersten und zweiten Lösungen an, und wurden als optimal eingestuft.

Tabelle 6. Testprozedur

| <b>TESTPROZEDUR, BEIM VERGLEICHEN DER EFFEKTIVITÄT VON SECHS SPÜLUNGEN BEI DER ENTFERNUNG VON RESTEN VON BITTERER UND ADSTRINGIERENDER EMPFINDUNG IM MUND<sup>1</sup></b> |                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Machen Sie sich mit dem Lösungsset mit adstringierendem Mundgefühl (1 g/L Alaun) vertraut.                                                                             |                                                                                                                                                                                             |
| <b>Zeit (s<sup>*</sup>)</b>                                                                                                                                               | <b>Anleitung</b>                                                                                                                                                                            |
| 0-5                                                                                                                                                                       | Nehmen Sie das deionisierte Wasser in den Mund und bewegen Sie es darin herum. Spucken Sie es aus.                                                                                          |
| 15-20                                                                                                                                                                     | Nehmen Sie die adstringierende Lösung in den Mund und bewegen Sie sie darin herum. Spucken Sie sie aus.                                                                                     |
| 30-35                                                                                                                                                                     | Nehmen Sie das deionisierte Wasser in den Mund und bewegen Sie es darin herum. Spucken Sie es aus. Spülen Sie mit mehr Wasser <sup>2</sup> , essen Sie einen Cracker und spülen Sie wieder. |
| 2) Wiederholen Sie die ganze Prozedur mit dem Set mit der bitteren Lösung (0.8 g/L Koffein)                                                                               |                                                                                                                                                                                             |
| 3) Machen Sie sich mit der Prozedur für ein Praxis- Set vertraut; fahren Sie mit den zu testenden Proben mit folgender Prozedur fort:                                     |                                                                                                                                                                                             |
| Deionisiertes Wasser → Lösung 1 → Spülung → Zweite Präsentation der Lösung 1 → Deionisiertes Wasser                                                                       |                                                                                                                                                                                             |
| <b>Zeit (s)</b>                                                                                                                                                           | <b>Anleitung<sup>3</sup></b>                                                                                                                                                                |
| 0-5                                                                                                                                                                       | Nehmen Sie das deionisierte Wasser in den Mund und bewegen Sie es darin herum. Spucken Sie es aus.                                                                                          |
| 30-35                                                                                                                                                                     | Nehmen Sie Lösung 1 in den Mund und bewegen Sie sie darin herum. Spucken Sie sie aus. Identifizieren Sie und bewerten Sie die bittere oder adstringierende Intensität.                      |
| 60-65                                                                                                                                                                     | Nehmen Sie die codierte Spülung in den Mund und bewegen Sie sie darin herum. Spucken Sie sie aus. Bewerten Sie den Resteffekt von Lösung 1.                                                 |
| 130-135                                                                                                                                                                   | Nehmen Sie Lösung 2 in den Mund und bewegen Sie sie darin herum. Spucken Sie sie aus. Bewerten Sie die Intensität.                                                                          |
| 200-205                                                                                                                                                                   | Nehmen Sie das deionisierte Wasser in den Mund und bewegen Sie es darin herum. Spucken Sie es aus.                                                                                          |
| 230                                                                                                                                                                       | Starten Sie mit dem nächsten Probenset.                                                                                                                                                     |
| <sup>1</sup>                                                                                                                                                              | Alle Spülungslösungen inklusive deionisiertem Wasser in den Durchläufen waren 10 mL.                                                                                                        |
| <sup>2</sup>                                                                                                                                                              | Die Menge variierte aufgrund des Bedarfs der Prüfperson.                                                                                                                                    |
| <sup>3</sup>                                                                                                                                                              | Die Prüfpersonen wurden instruiert, die gesamte Menge von deionisiertem Wasser, Stimulus oder Spülung in den Mund zu nehmen.                                                                |

(Quelle: BRANNAN et al., 2001)

---

\* s = Sekunden

## **Viskosität**

Die Viskosität der Spüllösungen wurde unter Verwendung des „Rapid Viscoanalyser (RVA)“ (Newport Scientific Pty., Ltd., Warriewood NSW, Australia) gemessen. Das Instrument wurde eine Stunde vor Gebrauch auf Betriebstemperatur gebracht.

## **Experiment 2**

Basierend auf der Information aus dem ersten Experiment wurde die Effektivität zweier Spülungen getestet: eine Spülung hatte den höchsten Wert unter den effektiveren Spülungen, und die andere hatte einen Wert von nahezu Null bezüglich des Resteffekts. Eine einstündige Reorientierungssession wurde für 24 Prüfpersonen durchgeführt, um das bittere und adstringierende Charakteristikum wieder aufzufrischen und um sich mit dem „2- Alternative- Forced- Choice-“ Test (2- AFC) oder gepaartem Vergleichstest vertraut zu machen. Den Testern wurden Lebensmittelproben wie Kaffee und Dattelpflaume und die variierten Konzentrationen von Koffein und Alaun, wie sie in Experiment 1 verwendet wurden, gegeben. Sie wurden in das Konzept des 2- AFC mit Hilfe der Präsentation von Paaren mit niedrigen und hohen Konzentrationen an Koffein-, Alaun-, und Saccharose- Lösung eingeführt.

Ein Vortest wurde vervollständigt um hohe und niedrige Konzentrationen bitterer und adstringierender Stimuli, die es zu verwenden galt, zu determinieren. Die verschiedenen Konzentrationen für jeden Stimulus werden in Tabelle 7 veranschaulicht. Die Kombination der Konzentrationen, die sich ähnlich waren, sich aber deutlich unterschieden, wurde als Paar 1 für jeden Stimulus gewählt.

Jeder Prüfperson wurden 10- mL Proben von sechs Paaren an Lösungen, welche Kombinationen aus niedrigen (n) und hohen (h) Konzentrationen jedes Stimulus waren, gereicht. Zwei Präsentationssequenzen wurden festgelegt. Sequenz 1 und Sequenz 2 hatten folgende Kombination: nh, hn, nh bzw. hn, nh hn. Jede der Kombinationen einer Sequenz repräsentierte Ordnung 1, 2 und 3. Die 24 Prüfpersonen wurden in zwei Gruppen unterteilt, wobei jede Gruppe zwei Sessions absolvierte. Für jeden Durchlauf wurde eine Gruppe Sequenz 1 und die andere Sequenz 2 zugeteilt. Im zweiten Durchgang war die Ordnung umgekehrt. Die Präsentation jeder Reihenfolge war randomisiert für jede Prüfperson innerhalb der Gruppe.

**Tabelle 7. Bittere und adstringierende Stimuli**

| <b>BITTERE UND ADSTRINGIERENDE STIMULI, DIE FÜR DEN 2-ALTERNATIVE FORCED CHOICE TEST VERWENDET WURDEN</b> |                 |             |                                |             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------|--------------------------------|-------------|
| <b>Sensorische Charakteristik</b>                                                                         | <b>Stimulus</b> | <b>Paar</b> | <b>Level (g/L)<sup>1</sup></b> |             |
|                                                                                                           |                 |             | <b>Niedrig</b>                 | <b>Hoch</b> |
| Bitterer Geschmack                                                                                        | Koffein         | 1           | 0.5                            | 0.8         |
|                                                                                                           |                 | 2           | 0.6                            | 0.8         |
|                                                                                                           |                 | 3           | 0.8                            | 1.0         |
|                                                                                                           |                 |             |                                |             |
| Adstringierender Geschmack                                                                                | Alaun           | 1           | 0.8                            | 1.0         |
|                                                                                                           |                 | 2           | 0.5                            | 1.0         |
|                                                                                                           |                 | 3           | 1.0                            | 1.2         |
|                                                                                                           |                 |             |                                |             |

<sup>1</sup> Alle Chemikalien wurden in deionisiertem Wasser gelöst.

(Quelle: BRANNAN et al., 2001)

Die Testprozedur ist in Tabelle 8 veranschaulicht. Adstringierende Lösungen wurden am ersten Tag und bittere am nächsten evaluiert. Den Panelisten wurde gesagt, welchen Stimulus sie schmecken. Sie starteten mit dem Spülen mit deionisiertem Wasser, nahmen einen Bissen Cracker und spülten wieder mit Wasser. Wie in Experiment 1 warteten die Prüfer auf ein Zeichen des Experimentleiters, das ihnen zeigte, wann sie starten und stoppen sollten. Sie starteten mit Paar 1, indem sie die Lösung auf der linken Seite zuerst schmeckten, anschließend mit der codierten Spülung spülten und dann die Lösung auf der rechten Seite prüften. Sie wurden gebeten zu spezifizieren welche Probe adstringierender oder bitterer, je nach Charakteristik die es zu evaluieren galt, war. Dann spülten sie wieder mit der codierten Spülung und wurden angewiesen auf das Signal zu warten, um mit dem nächsten Paar fortfahren zu können. Nach der Evaluierung von Paar 3 wurde eine fünfminütige Pause eingelegt, während dessen es den Panelisten erlaubt war, mit mehr deionisiertem Wasser zu spülen, Cracker zu essen und wieder zu spülen.

Ohne eine Pause war der Resteffekt der zweiten Spülung in Paar 3 auf den ersten Stimulus von Paar 4 möglich. Dem Design folgend wurden die Paare 1-3 mit einer Spülung, aber Paare 4-6 mit einer anderen Spülung evaluiert.

**Tabelle 8. Testprozedur beim Vergleich von 0.55% CMC und 0.3% Xanthan mit 5% Maiskeimöl**

| <b>TESTPROZEDUR, BEI DEM VERGLEICH DER EFFEKTE VON 0.55% CMC UND 0.3% XANTHAN MIT 5% MAISKEIMÖL BEZÜGLICH DER ENTFERNUNG VON BITTEREN UND ADSTRINGIERENDEN RESTEN IM MUND<sup>1</sup></b> |                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Zeit (s<sup>*</sup>)</b>                                                                                                                                                               | <b>Anleitung<sup>2</sup></b>                                                                                                                                                        |
| 0-5                                                                                                                                                                                       | Nehmen Sie die erste codierte Lösung in den Mund und bewegen Sie sie darin herum. Spucken Sie sie aus.                                                                              |
| 30-35                                                                                                                                                                                     | Nehmen Sie die codierte Spülung in den Mund und bewegen Sie sie darin herum. Spucken Sie sie aus.                                                                                   |
| 60-65                                                                                                                                                                                     | Nehmen Sie die zweite codierte Lösung in den Mund und bewegen Sie sie darin herum. Spucken Sie sie aus.                                                                             |
| 90-95                                                                                                                                                                                     | Wählen sie, welche mehr (Charakteristik) ist. Nehmen Sie die Spülung in den Mund und bewegen Sie sie darin herum. Spucken Sie sie aus. Machen Sie sich für das nächste Paar bereit. |
| 120                                                                                                                                                                                       | Starten Sie mit dem nächsten Paar.                                                                                                                                                  |
| <sup>1</sup> Alle Mengen im Durchlauf waren 10 mL. Die Prüfpersonen wurden instruiert, die ganze Menge an deionisiertem Wasser, Stimulus oder Spülung in den Mund zu nehmen.              |                                                                                                                                                                                     |
| <sup>2</sup> Lösung 1 und 2 waren dieselben Qualitäten aber in unterschiedlicher Konzentration.                                                                                           |                                                                                                                                                                                     |

(Quelle: BRANNAN et al., 2001)

### Datenanalyse

Die Varianzanalyse der Ergebnisse wurde unter Verwendung der „general linear model“<sup>\*\*</sup>- Prozedur der SAS Statistical Software Version 6.12 (SAS Institute, 1989, 1997) gemacht.

In Experiment 1 bestand das Modell aus den Haupteffekten (Prüfpersonen, Tag, Spülung und Stimulus) dem Interaktionseffekt von Spülung und Stimulus, und dem „nested“ Effekt (Ordnung innerhalb des Tages). Die Mittelwerte wurden unter Verwendung des Fisher's LSD Test (Fisher's Least Significant Difference Test; siehe S. 58) verglichen.

In Experiment 2 wurden nur die Präsentationsordnungen 2 und 3 für die Analyse ausgewählt, weil der erste Rang als Aufwärmprobe serviert wurde. Die Antworten

<sup>\*</sup> s = Sekunden

<sup>\*\*</sup> „Das allgemeine lineare Modell integriert die wichtigsten Verfahren der Elementarstatistik, varianzanalytische Verfahren sowie die multiple Korrelations- und Regressionsrechnung.“ [BORTZ, 2004]

wurden in eine binäre Form konvertiert, wobei richtigen Antworten ein Wert von 1 und falschen der Wert 0 zugeteilt wurde. Die durchschnittliche Antwort für jeden Prüfer über die zwei Ränge wurde errechnet.

### Ergebnisse

Die Durchschnittswerte der Intensitätsantworten für die Bitterkeit von Koffein und das adstringierende Mundgefühl für Alaun für die verschiedenen Spülungen, die in Experiment 1 verwendet wurden, werden in Tabelle 9 gezeigt.

**Tabelle 9. Mittelwerte der Intensitätsantworten**

| <b>Mittelwerte der Intensitätsantworten für den bitteren Geschmack von Koffein und das adstringierende Mundgefühl von Alaun<sup>1,2</sup></b> |                             |                       |                        |                       |                      |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Spülung</b>                                                                                                                                | <b>Intensitätsbewertung</b> |                       |                        |                       |                      |                       |
|                                                                                                                                               | <b>Vor dem Spülen</b>       |                       | <b>Nach dem Spülen</b> |                       |                      |                       |
|                                                                                                                                               | <b>Erste Lösung</b>         |                       | <b>Erste Lösung</b>    |                       | <b>Zweite Lösung</b> |                       |
|                                                                                                                                               | <b>Bitter</b>               | <b>Adstringierend</b> | <b>Bitter</b>          | <b>Adstringierend</b> | <b>Bitter</b>        | <b>Adstringierend</b> |
| 0.3% Xanthan-Dispersion                                                                                                                       | 8.7                         | 10.6                  | 3.9                    | 1.6                   | 9.6                  | 9.1                   |
| 5% Maiskeimöl in 0.3% Xanthan-Dispersion                                                                                                      | 8.8                         | 11.0                  | 3.0                    | 1.6                   | 8.7                  | 10.1                  |
| Deionisiertes Wasser                                                                                                                          | 8.4                         | 10.6                  | 3.6                    | 3.8                   | 9.3                  | 11.2                  |
| 0.55% CMC-Dispersion                                                                                                                          | 8.4                         | 9.9                   | 2.2                    | 1.8                   | 9.6                  | 8.7                   |
| 5% Maiskeimöl in 0.55% CMC-Dispersion                                                                                                         | 8.2                         | 10.7                  | 2.8                    | 1.4                   | 8.9                  | 9.5                   |
| 10% Maiskeimöl in 0.55% CMC-Dispersion                                                                                                        | 8.8                         | 10.1                  | 2.6                    | 2.1                   | 9.6                  | 9.1                   |
| <sup>1</sup> Alle Stimuli waren in, durch reverse Osmose erhaltenem, deionisiertem Wasser aufgelöst.                                          |                             |                       |                        |                       |                      |                       |
| <sup>2</sup> Die Scores basierten auf einer 15 cm- Linienskala, wobei 0 mit „nichts“ und 15 mit „stark“ korrespondierte.                      |                             |                       |                        |                       |                      |                       |

(Quelle: BRANNAN et al., 2001)

Die Intensitätsbewertungen vor der Spülung zeigten einen signifikanten Stimuluseffekt ( $p < 0.001$ ). Der Durchschnitt des Haupteffekts des bitteren Geschmacks war 8.54, wobei der für das adstringierende Mundgefühl bei 10.50 lag. Die durchschnittliche

Bewertung der Prüfer für den adstringierenden Stimulus war niedriger als der Score, den sie während der Orientierung bestimmten, aber sie wiesen denselben Durchschnittsscore für Bitterkeit zu. Die Intensität für die erste Lösung nach dem Spülen zeigte signifikante Spülungs- ( $p = 0.0042$ ) und Stimulus- ( $p = 0.0008$ ) Effekte. Die 0.55% CMC- Lösung resultierte in den geringsten kombinierten Intensitätsbewertungen für beide Stimuli, wobei deionisiertes Wasser die höchsten ergab. Bitterer Geschmack (Mittelwert 3.01) wurde generell nach dem Spülen höher eingestuft als die adstringierende Empfindung (Mittelwert 2.06). Differenzen in den Intensitäten der zweiten Lösung, welche nach dem Spülen gemessen wurden, etablierten eine Spülungs- Stimulus- Interaktion ( $p = 0.0202$ ). Bei näherer Betrachtung tauchten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Spülungen für bitteren Geschmack ( $p > 0.05$ ) auf, aber beim adstringierenden Mundgefühl resultierte deionisiertes Wasser in einer signifikant höheren Bewertung als 0.55% CMC.

Die Haupteffekte des Stimulus ( $p = 0.0001$ ) und der Spülung ( $p = 0.0385$ ) waren, für den Residualeffekt zwischen identischen Lösungen innerhalb einer sensorischen Charakteristik, statistisch signifikant. Der Haupteffekt des Stimulus ( $p = 0.0001$ ) war signifikant für die Stimulus- Intensitäts- Reduktion. Stimulus und Spülung waren für beide nicht statistisch signifikant; dafür wurden zusammengefasste Daten für jede Spülung oder jeden Stimulus berücksichtigt.

Alle fünf Spülungen waren effektiver als Wasser, was das Ausmaß der Reduktion anging. Der Residualeffekt für die zusammengefassten Daten war nicht statistisch signifikant und war für alle gering. Die gesteigerte Effektivität dieser fünf Spülungen könnte durch die Viskosität, die durch das Öl und die Gummis beigetragen wurde, begründet sein.

Basierend auf den Informationen aus Experiment 1, wurde beschlossen die Effektivität zweier Spülungen weiter zu testen: 5% Öl in 0.3% Xanthan, welches die höchste Reduktion der Stimulusintensitätswerte der effektiveren Spülungen hatte, und 0.55% CMC, welches einen Wert von nahezu Null für den Residualeffekt aufwies. Die Verwendung der 0.55% CMC (0.78) anstatt von Öl und Xanthan (0.52) lieferte eine generell höhere Chance einer korrekten Antwort, egal ob die erste Lösung eines Probenpaares mehr oder weniger adstringierend als die zweite (wie von einem Mittelwert näher 0 gezeigt) war. 0.55% CMC war eine bessere Wahl um adstringierende

Reste zu lindern, ohne die Intensitätswahrnehmung des adstringierenden Stimulus oder darauf folgender Lösungen einer Serie zu ändern.

Die Chancen einer korrekten Identifikation (0.80) einer bitteren Stimuluskonzentration waren nicht signifikant unterschiedlich ( $p > 0.05$ ) für die Spülungen, was anzeigte, dass die Spülungen keinen Effekt auf die Vergleiche des bitteren Geschmacks hatten.

Zusammenfassend kann man sagen, dass deionisiertes Wasser die bitteren oder adstringierenden Residuen im Mund nicht effektiver als andere Spülungen in einer Serie von Bewertungen entfernte. Die höhere Viskosität steigerte wahrscheinlich die Effektivität der Spülungen mit Gummis und/oder Öl im Vergleich mit Wasser. Die Unterschiede für den bitteren und adstringierenden Geschmack in beidem, der Reduktion des Ausmaßes und des Resteffekts, zeigten an, dass verschiedene Mechanismen in deren Wahrnehmung beteiligt sein könnten. Beide, die 5% Maiskeimöl in 0.3% Xanthan- Lösung und 0.55% CMC waren gleich effektiv in der Reduzierung von bitteren Resten, aber CMC resultierte in einem geringeren Residualeffekt für adstringierenden Geschmack. Daher wurde 0.55% CMC- Lösung als eine effektive Interstimulus- Spülung für die Bewertung von adstringierendem und bitterem Geschmack in Modelllösungen angesehen.

#### **4.4.5. Studienbeispiel 5**

Diese Studie von BÄNZIGER et al. [2008] wurde auf der “European Conference on Sensory and Consumer Research – A sense of innovation September 2008” unter dem Titel „A closer look to palate cleansing and swallowing/expectoration” (Ein genauer Blick auf „palate cleansing“ und schlucken/spucken) präsentiert. Ziel war es, angemessene „palate cleansers“ für verschiedene Produktgruppen zu finden und den Einfluss verschiedener Testtechniken zu überprüfen. Außerdem sollten zusätzlich Empfehlungen entwickelt werden.

#### **Material**

Zu den getesteten Produktgruppen zählten Schokolade (sowohl Milch- als auch dunkle Schokolade), Fleisch (gepökelter Schinken, geräucherte Wurst), Bouillon (vom Rind), Getränke (Bier: Pils, Rotwein), Milchprodukte (Schweizer Emmentaler), Kaffee und

Tee (Schwarzer Tee, Espresso) und scharfe Speisen (Ajvar). Als „palate cleansers“ wurden Apfel, Birne, Karotte, Kraft Philadelphia® Frischkäse, Jacobs Cream Crackers, Twinings Classics Prince of Wales- Tee und Tea Time The Original- Tee getestet. Der Tee wurde nach zwei verschiedenen Rezepten zubereitet.

### **Teilnehmer**

Die 24 Prüfpersonen (17 Frauen und 7 Männer) im Alter von 21-62 Jahren mussten, in Bezug auf die Handhabung der Methoden (Time- Intensity- Scaling) und bezüglich des verfügbaren technischen Equipments, gut trainiert sein. Die Teilnehmer erhielten zusätzliche Anleitungen spezielle Fragen des Projektes betreffend.

### **Datenerhebung und Analyse**

Die Erhebung der Daten erfolgte mittels „Time- Intensity- Scaling“ (Zeitintensitätsskala) unter Verwendung der Fizz/Biosystemes- Software. Es wurden PC- Stationen mit Tastatur und Maus eingesetzt, wo die Prüfpersonen die Intensitäten auf einer Linienskala, die mit „keine Intensität detektierbar“ und „hohe Intensität“ beschriftet war, bewerteten. Das Prinzip ist die Evaluierung von sensorischen Attributen über einen Zeitraum. Für die Analyse der Daten wurden relevante Parameter von den individuellen Kurven extrahiert, grafisch repräsentiert und die daraus resultierenden Ergebnisse angezeigt. Die Parameter waren „Startzeit“ (TStart), Wahrnehmungsintensität am Beginn (IStart), Zeitraum (DurT), Maximale Wahrnehmungsintensität (IMax), Endzeit (TEnd), Wahrnehmungsintensität am Ende (IEnd). Außerdem wurden die Durchschnittskurven von dem Produkt berechnet.

Zur statistischen Auswertung wurde eine ANOVA (Varianzanalyse) durchgeführt (Siehe S. 88). Außerdem wurde der Fisher's LSD\* (Fisher's Least Significant Difference test, ein post-hoc Test), ein multipler Vergleich um signifikante Unterschiede zwischen Proben zu detektieren, eingesetzt.

---

\* „Geringste signifikante Differenz. Der Test basiert auf einzelnen t-Tests zwischen den Gruppenmittelwerten und ist relativ anfällig für fehlerhafte Interpretationen.“ [BROSIUS, 1998]

### Test- Design

Bei der Testprozedur (Tabelle 10) wurde zuerst mit Wasser (30 sec) vorneutralisiert, woraufhin eine Pause von 60 Sekunden gemacht wurde. Dann wurden die Proben (10-20 sec) getestet. Diese wurde geschluckt und anschließend mit Wasser neutralisiert. In der Zeitspanne von der Probentestung bis zur Neutralisation mit Wasser fand die Zeit-Intensitäts- Messung statt. Es folgten Vorneutralisation mit Wasser (30 sec), eine Pause (60 sec), eine weitere Probentestung (10-20 sec) mit Schlucken und das Neutralisieren mit dem „cleansing agent“ 1 (10-30 sec). Die Zeitintensitätsmessung fand wiederum in der Zeit der Probentestung bis hin zur abschließenden Neutralisation mit dem „cleansing agent“ 1 statt. Da sowohl das Abschlucken als auch das Ausspucken der Proben getestet wurde, wurde dies, je nach zu testender Modalität, im Test- Design berücksichtigt.

**Tabelle 10. Test Design – General Procedure**

| <b>Test Design – General Procedure</b>   |        |                                             |
|------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|
| Vorneutralisation mit Wasser             | 30"    | } <b>Zeit-<br/>Intensitäts-<br/>Messung</b> |
| Pause                                    | 60"    |                                             |
| Probentestung                            | 10-20" |                                             |
| Schlucken                                |        |                                             |
| Neutralisation mit Wasser                | 10-30" |                                             |
| Vorneutralisation mit Wasser             | 30"    | } <b>Zeit-<br/>Intensitäts-<br/>Messung</b> |
| Pause                                    | 60"    |                                             |
| Probentestung                            | 10-20" |                                             |
| Schlucken                                |        |                                             |
| Neutralisation mit „cleansing agent“ (1) | 10-30" |                                             |

(Quelle: BÄNZIGER et al., 2008)

### Ergebnisse

Die Rinderbouillon wurde aufgrund ihres salzigen Geschmacks eingesetzt. Es gibt hierbei signifikante Unterschiede zwischen den „cleansing agents“ bezüglich des Abschluckens und Ausspuckens dieser (Tabelle 11). Im Falle der Rinderbouillon war abgeschluckter Früchtetee besser als Brot. Wasser, Karotten und Brot unterschieden sich aber nicht.

Bei gepökeltem Schinken, der bezüglich der Gesamtintensität verwendet wurde, gab es zwischen den Operationalisierungen (Abschlucken, Ausspucken) Differenzen. Wenn

der „palate cleanser“ abgeschluckt wurde, war Brot besser als Früchtetee und dieser war wiederum besser als Wasser. Wurden die „cleansing agents“ ausgespuckt, so waren Brot und Früchtetee besser als Wasser.

Im Falle der Anwendung der „palate cleansers“ bei geräucherten Würstchen (Appenzeller Schübli), gab es bei abgeschluckten „cleansing agents“ keine signifikanten Unterschiede. Wurden sie ausgespuckt, so existierten diese, und Brot und Früchtetee waren besser als Wasser.

Bei der Gesamtintensität von Schweizer Käse (Emmentaler) gab es sowohl beim Abschlucken als auch beim Ausspucken der zu testenden „palate cleansers“ signifikante Unterschiede. Apfel und Birne eigneten sich besser als Tee 1, und Tee 2 war besser als Wasser.

Bei Milkschokolade, die aufgrund des süßen Geschmacks gewählt wurde, gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den „cleansing agents“, weder beim Abschlucken noch beim Ausspucken. Selbiges galt für dunkle Schokolade, die wegen des bitteren Geschmacks getestet wurde. Auch bei der Prüfung des bitteren Geschmacks in Bier gab es keine signifikanten Unterschiede bei den „cleansing agents“, und für den adstringierenden Geschmack in Rotwein wurden ebenfalls keine gefunden.

Bezüglich des scharfen Geschmacks von Ajvar konnten sowohl beim Abschlucken als auch beim Ausspucken signifikante Unterschiede gefunden werden. Frischkäse erwies sich als besser als Cracker, Wasser und Brot.

Hinsichtlich des bitteren Geschmacks in Kaffee waren Frischkäse und Cracker besser als Früchtetee und Wasser, wenn die Proben abgeschluckt wurden. Wurden diese ausgespuckt, so war Frischkäse besser als Früchtetee und Wasser, und Cracker waren besser als Wasser.

Bei schwarzem Tee mit seinem adstringierenden Geschmack war Frischkäse besser als Wasser (beim Abschlucken und beim Ausspucken).

Tabelle 11. Unterschiede zwischen den „cleansing agents“\*

| Produkt                                  | Referenz | Schlucken | Ausspucken | Cleansing Agent 1   | Schlucken | Ausspucken |
|------------------------------------------|----------|-----------|------------|---------------------|-----------|------------|
| Milch-schokolade<br>dunkle<br>Schokolade | Wasser   | 115.633   | 118.800    | Früchtetee<br>30 °C | 121.933   | 123.300    |
|                                          | Wasser   | 270.567   | 268.267    | Früchtetee<br>30 °C | 256.733   | 257.000    |
| Rohschinken                              | Wasser   | 107.875   | 112.875    | Früchtetee<br>30 °C | 94.208    | 93.958     |
| Würstchen                                | Wasser   | 153.000   | 165.792    | Früchtetee<br>30 °C | 134.583   | 141.042    |
| Bouillon                                 | Wasser   | 56.800    | 55.333     | Früchtetee<br>65 °C | 52.000    | 53.900     |
| Bier                                     | Wasser   | /         | 86.250     | Cracker             | /         | 83.417     |
| Rotwein                                  | Wasser   | /         | 88.042     | Cracker             | /         | 82.875     |
| Schweizer Käse                           | Wasser   | 100.069   | 98.966     | Schwarzer Tee 1     | 88.448    | 83.828     |
| Ajvar                                    | Wasser   | 118.379   | 116.207    | Cracker             | 110.655   | 109.276    |
| Kaffee                                   | Wasser   | 97.318    | 99.273     | Cracker             | 80.636    | 81.000     |
| Schwarzer Tee                            | Wasser   | 82.955    | 83.409     | Cracker             | 78.545    | 75.455     |

| Produkt                                  | Cleansing Agent 2   | Schlucken | Ausspucken | Cleansing Agent 3 | Schlucken | Ausspucken |
|------------------------------------------|---------------------|-----------|------------|-------------------|-----------|------------|
| Milch-schokolade<br>dunkle<br>Schokolade | Früchtetee<br>65 °C | 119.300   | 127.967    |                   |           |            |
|                                          | Früchtetee<br>65 °C | 257.133   | 257.100    |                   |           |            |
| Rohschinken                              | Brot                | 81.750    | 92.833     |                   |           |            |
| Würstchen                                | Brot                | 134.833   | 135.708    |                   |           |            |
| Bouillon                                 | Brot                | 62.800    | 62.033     | Karotte           | 56.800    | 60.633     |
| Bier                                     | Brot                | /         | 83.542     | Karotte           | /         | 83.417     |

\* Die Zahlenwerte entsprechen der Mean (TEnd) = Durchschnittliche Endzeit

|                       |                        |         |         |                         |               |
|-----------------------|------------------------|---------|---------|-------------------------|---------------|
| <b>Rotwein</b>        | <b>Brot</b>            | /       | 82.250  |                         |               |
| <b>Schweizer Käse</b> | <b>Schwarzer Tee 2</b> | 84.172  | 86.172  | <b>Apfel</b>            | 66.448 66.034 |
| <b>Ajvar</b>          | <b>Brot</b>            | 115.621 | 119.586 | <b>Friskkäse</b>        | 96.172 93.276 |
| <b>Kaffee</b>         | <b>Friskkäse</b>       | 72.591  | 72.364  | <b>Früchtetee 60 °C</b> | 93.045 87.273 |
| <b>Schwarzer Tee</b>  | <b>Friskkäse</b>       | 69.045  | 67.318  |                         |               |

| <b>Produkt</b>                            | <b>Cleansing Agent 4</b> | <b>Schlucken</b> | <b>Ausspucken</b> |
|-------------------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
| <b>Milch-schokolade dunkle Schokolade</b> |                          |                  |                   |
| <b>Rohschinken</b>                        |                          |                  |                   |
| <b>Würstchen</b>                          |                          |                  |                   |
| <b>Bouillon</b>                           |                          |                  |                   |
| <b>Bier</b>                               |                          |                  |                   |
| <b>Rotwein</b>                            | <b>Pektinlösung</b>      | /                | 83.417            |
| <b>Schweizer Käse</b>                     | <b>Birne</b>             | 62.103           | 67.828            |
| <b>Ajvar</b>                              |                          |                  |                   |
| <b>Kaffee</b>                             |                          |                  |                   |
| <b>Schwarzer Tee</b>                      |                          |                  |                   |

(Quelle: BÄNZIGER et al., 2008)

#### 4.4.6. Studienbeispiel 6

In einer Studie von COLONNA et al. [2004] wurden Verfahren zur Reduktion von „carry- over-“ Effekten von adstringierendem Mundgefühl in der Evaluierung von Rotwein verglichen. Die Intensität der adstringierenden Empfindung von Rotwein steigt an, wenn ein einzelner Wein immer wieder oder während der Evaluierung mehrerer Rotweine in einem Durchlauf in kleinen Schlückchen getrunken wird. Die Effektivität verschiedener Spülungen bezüglich der Reduzierung oder Prävention von „build- up“ des adstringierenden Mundgefühls wurde unter Verwendung der „time- intensity-“ Methode evaluiert. Trainierte Testpersonen evaluierten kontinuierlich die Intensität eines adstringierenden Rotweins mit Hilfe des „sip- and- spit-“ Protokolls. Zehn Sekunden nachdem der Wein in den Mund genommen wurde, wurde er wieder ausgespuckt. Weitere zehn Sekunden später, wurde eine Spülung in den Mund genommen, welche wiederum nach zehn Sekunden ausgespuckt wurde. Die Prüfer bewerteten den adstringierenden Stimulus bis er nicht mehr wahrgenommen wurde. Zwischen den Wein- Spülungs- Kombinationen spülten die Teilnehmer zwei Mal für 20 Sekunden mit deionisiertem Wasser.

Die Intensitätsbewertungen bei der Maximalintensität und in 5 Sekunden- Intervallen wurden von den TI- Kurven extrahiert und einer Varianzanalyse unterworfen. Pektin (1 g/L) reduzierte das adstringierende Mundgefühl effektiver als Wasser, Polyvinylpyrrolidon (PVP) (4 g/L), Gelatine (6 g/L) oder Ovalbumin (4 g/L) (Experiment 1). Niedrige (1 g/L) und hohe (5 g/L) Pektinkonzentrationen und hohe (1 g/L) Konzentrationen an Carboxymethylcellulose verringerten den adstringierenden Stimulus signifikant besser als die Spülungen von Polycose (5 und 40 g/L), Carboxymethylcellulose (CMC) (0.01 g/L) oder Wasser (Experiment 2).

In einem dritten Experiment erwiesen sich Cracker als mehr effektiv bei der Reduzierung der adstringierenden Empfindung als Wasser, obwohl die Pektin- (5 g/L) Spülung Cracker und Wasser überlegen war.

Für die Effektivität des Interstimulus- Spülungs- Protokolls, war es wichtig, dass die Rückstände jeder Spülung mit extensiven Wasserspülungen entfernt wurden, bevor man den nächsten Wein schmeckte.

## Materialien und Methoden

In Tabelle 12 wird die Komposition der Agenzien, die für das Interstimulusprotokoll jedes Experiments genutzt wurde, gezeigt.

**Tabelle 12. Konzentrationen der Spülungsagenzien, die in den drei Experimenten<sup>a</sup> verwendet wurden, und die Viskosität der Spülungslösungen**

| Spülung              | g/L             | Experiment |   |   | Viskosität (cp) |
|----------------------|-----------------|------------|---|---|-----------------|
|                      |                 | 1          | 2 | 3 |                 |
| Gelatine             | 6.00            | X          |   |   | 1.22            |
| Ovalbumin            | 4.00            | X          |   |   | 0.85            |
| PVP                  | 4.00            | X          |   |   | 0.87            |
| Pektin niedrig       | 1.00            | X          | X |   | 1.41            |
| Pektin hoch          | 5.00            |            | X | X | 4.02            |
| Polycose niedrig     | 5.00            |            | X |   | 1.16            |
| Polycose hoch        | 40.00           |            | X |   | 0.93            |
| CMC niedrig          | 0.01            |            | X |   | 1.44            |
| CMC hoch             | 1.00            |            | X |   | 4.02            |
| Cracker              | na <sup>b</sup> |            |   | X | na <sup>b</sup> |
| Deionisiertes Wasser | na <sup>b</sup> | X          | X | X | 1.00            |

<sup>a</sup> X zeigt an welche Spülungen in jedem Experiment verwendet wurden

<sup>b</sup> keine Angabe möglich

(Quelle: COLONNA et al., 2004)

Gelatine (Typ B: Rinderhaut), Ovalbumin (aus Eiern), Zitruspektin und Carboxymethylcellulose (CMC) (mittlerer Viskositätsgrad) wurden von Sigma Chemical Co. (St. Louis, MO) erhalten. Polyvinylpyrrolidon (PVP) von GAF Corporation (New York, NY), Polycose von Ross Laboratoires (Columbus, OH) und ungesalzene „Oyster-“ Cracker von Safeway (Pleasanton, CA) und deionisiertes Wasser wurden ebenfalls als Interstimulus- Behandlung eingesetzt.

Spülungslösungen wurden täglich in deionisiertem Wasser präpariert. Ovalbumin, Polycose, CMC und PVP wurden langsam hinzugefügt und kontinuierlich bis zum Auflösen umgerührt. Die Gelatine wurde in einem 40°C Wasserbad für 20 Minuten gewärmt bis sie aufgelöst war. Alle Lösungen wurden bei Raumtemperatur serviert.

Der Wein, der für die Evaluierung des adstringierenden Mundgefühls verwendet wurde (z.B. der Experimentwein) war ein 1998 Central Coast Indigo Hills Merlot (E.&J. Gallo, Modesto, CA). Die Weine, die als Referenzstandards für „schwache“ und „sehr starke“ adstringierende Empfindung verwendet wurden, waren ein 2000 Livingston

Cellars Cabernet Sauvignon (E.&J. Gallo) und ein 1996 Gallo Sonoma (Stefani Vineyard) Cabernet Sauvignon (E.&J. Gallo).

### **Teilnehmer**

An Experiment 1 nahmen 20 Personen (7 Männer und 13 Frauen), an Experiment 2 19 Prüfer (7 Männer und 12 Frauen) und an Experiment 3 16 Prüfpersonen (7 Männer und 9 Frauen) alle im Alter zwischen 21-35 Jahren, teil. Ausgewählt wurde aufgrund ihres Interesses und Verfügbarkeit. Alle waren Studenten der Universität von Kalifornien und Davis und Konsumenten von Rotwein.

### **Training**

In der ersten Session wurden saurer und bitterer Geschmack mit Referenzstandards (Zitronensäure (4 g/L; Fisher Scientific, Fair Lawn, NJ) und Chininsulfat (0.05 g/L; Sigma Chemical Co., St. Louis, MO)) gezeigt. Tannin (2.5 g/L, Mallinchröd, Paris, KY) und Aluminiumsulfat (Alaun) (0.8 g/L; Fisher Scientific) wurden als physische Standards für adstringierendes Mundgefühl, welches verbal als die entstehende Reibung, wenn die Zunge über den Gaumen oder lateral über die Unterlippe bewegt wird, definiert wurde, verwendet.

In fünf aufeinander folgenden Sessions wurden die Prüfer trainiert, die Intensität des adstringierenden Stimulus auf einer beschrifteten Größenordnungsskala zu bewerten, die mit den Termini „kaum definierbar“ und „am stärksten vorstellbar“ beschriftet war. Das adstringierende Mundgefühl von codierten Rotweinen (der Experimentrotwein und die „schwach-“ und „sehr stark-“ Referenzen wie oben beschrieben) wurde kontinuierlich bewertet, unter Verwendung des Protokolls für formelle Versuche, welches weiter unten beschrieben wird. Alle Daten wurden unter Verwendung der FIZZ (Biosystemes, Couternon, France) computerisierte Software gesammelt.

### **Formelle Evaluation**

Vor jeder Session evaluierten die Prüfer die Rotweinstandards für „schwache“ und „sehr starke“ adstringierende Empfindung, um die Skala an den Enden zu beschriften und als Aufwärmproben. Nach zweimaligem Spülen mit deionisiertem Wasser für 20 Sekunden erhielten die Prüfer erfolgreich fünf, sieben und drei Probenpaare in

Experiment 1, 2 und 3. Jedes Paar bestand aus 10 mL Experimentwein (Indigo Hills Merlot) und 10 mL einer Spülung oder 2 Cracker. Weine und Spülungen wurden in codierten Plastikbechern mit 30 mL Kapazität serviert. Die Prüfer nahmen den Wein in den Mund, initiierten die FIZZ- Software und begannen den adstringierenden Stimulus zu bewerten. Auf Aufforderung des Computers wurde der Wein nach zehn Sekunden ausgespuckt, die codierte Spülung wurde zehn Sekunden danach in den Mund genommen und dann wiederum nach zehn Sekunden ausgespuckt. Die Prüfer bewerteten das adstringierende Mundgefühl kontinuierlich vom Zeitpunkt des in den Mund Nehmens (zum Zeitpunkt 0) bis 45 Sekunden (Experiment 1) oder 60 Sekunden (Experiment 2 und 3) oder bis die Empfindungssensation aufhörte. Zwischen jedem Wein- und Spülungspaar spülten die Prüfpersonen für 20 Sekunden zwei Mal mit deionisiertem Wasser.

Innerhalb jeder Session wurden die Wein- Spülungspaare in randomisierter Ordnung balanciert für erstrangigen „carry- over“. Alle Wein- Spülungspaare wurden in dreifacher Ausführung bei einer Raumtemperatur von  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  evaluiert.

### **Viskositätsmessungen**

Die Viskosität der flüssigen Spülungen wurde dreifach unter Verwendung eines Cannon- Fenske Capillary Viscometer (Model 100, Kimax), bei  $30^{\circ}\text{C}$  in einem Wasserbad gehalten, gemessen. Die Viskositäten der Spülungen werden in Tabelle 13 gezeigt.

### **Datenanalyse**

Zeit- Intensitäts- Parameter inklusive Maximale Intensität (Max) und die Intensität in 5s- Intervallen wurden von den individuellen Kurven mit Hilfe eines Basis- Programms (K.E. Scott, 1998, pers. comm.) extrahiert.

Zusätzlich wurde, aufgrund der Differenzen in den Formen der TI- Kurven unter den Individuen, noch ein zusätzlicher Parameter extrahiert, um die Effektivität der Spülungen zu vergleichen.

Bei 5s- Intervallen wurde der Anteil der maximalen Intensität des adstringierenden Stimulus („fraction of max“) von den rohen TI- Kurven für jedes Subjekt für jede Replikation berechnet (z.B. „fraction of max“ bei 30s = Intensität bei 30s /

Maximalintensität). Um die signifikanten Unterschiede in der adstringierenden Empfindung unter den Spülungen zu testen, wurden alle TI- Paare mit dem gemischten Modell der ANOVA (= analysis of variance) analysiert, in welcher die Prüfer als „random-“ Effekt behandelt wurden. Alle Analysen wurden unter Verwendung von Statistical Analysis System für Windows Version 6.12 (SAS, Cary, NC) erstellt.

**Tabelle 13. Konzentration der Spülsubstanzen in den drei Experimenten<sup>a</sup> und die Viskosität der Spünlösungen**

| Spülung                                                                        | g/L             | Experiment |   |   | Viskosität (cp) |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------|---|---|-----------------|
|                                                                                |                 | 1          | 2 | 3 |                 |
| Gelatine                                                                       | 6.00            | ×          |   |   | 1.22            |
| Ovalbumin                                                                      | 4.00            | ×          |   |   | 0.85            |
| PVP                                                                            | 4.00            | ×          |   |   | 0.87            |
| Pektin niedrig                                                                 | 1.00            | ×          | × |   | 1.41            |
| Pektin hoch                                                                    | 5.00            |            | × | × | 4.02            |
| Polycose niedrig                                                               | 5.00            |            | × |   | 1.16            |
| Polycose hoch                                                                  | 40.00           |            | × |   | 0.93            |
| CMC niedrig                                                                    | 0.01            |            | × |   | 1.44            |
| CMC hoch                                                                       | 1.00            |            | × |   | 4.02            |
| Cracker                                                                        | na <sup>b</sup> |            |   | × | na <sup>b</sup> |
| Deionisiertes Wasser                                                           | na <sup>b</sup> | ×          | × | × | 1.00            |
| <sup>a</sup> × zeigt an, welche Spülungen in jedem Experiment verwendet wurden |                 |            |   |   |                 |
| <sup>b</sup> nicht passend                                                     |                 |            |   |   |                 |

(Quelle: COLONNA et al., 2004)

Um festzulegen, ob sich die Ordnung der Präsentation innerhalb einer Session auf die Intensität des adstringierenden Mundgefühls auswirkte, wurden die Werte für maximale Intensität des adstringierenden Gefühls im Mund bezüglich der Position, unabhängig von der Probenidentität unter Verwendung einer „mixed model“ ANOVA, untersucht.

## Ergebnisse

Wie üblicherweise bei TI- Evaluierungen beobachtet, hatten die Prüfer sehr unterschiedlich geformte Kurven. Obwohl die Durchschnittszeit des Panels bezogen auf die maximale Intensität  $20 \pm 0.1$ s für jede Wein- Spülung war, variierten die Rohwerte für Zeit- zu Maximaler Intensität der Teilnehmer von 10-40 Sekunden für jedes Experiment. Trotzdem waren die durchschnittlichen Intensitäten für jede Spülung zu

einer gegebenen Zeit höchst signifikant korreliert mit der „fraction of maximal intensity values“ zur gleichen Zeit in allen drei Experimenten (Experiment 1:  $r = 0.93-0.96$ ,  $p < 0.025$ ,  $df = 3$ ; Experiment 2:  $r = 0.92-0.98$ ,  $p < 0.001$ ,  $df = 5$ ; Experiment 3:  $r = 0.99-1.00$ ,  $p < 0.025$ ,  $df = 1$ ). Dafür werden nur die Werte für „Fraction of Max“ präsentiert und diskutiert.

### **Experiment 1**

Die Spülungen variierten signifikant in ihrer Effektivität in der Linderung des adstringierenden Stimulus. Signifikante Differenzen in „Fraction of Max“ unter den Spülungen wurden bei 30, 35, 40 und 45 Sekunden ( $F_{4,76} = 2.68-4.56$ ,  $p < 0.04-0.002$ ) beobachtet. Die Pektinspülungen ergaben eine niedrigere „Fraction of Max“-Intensität. Bei 35 Sekunden war Pektin signifikant niedriger als alle anderen Spülungen außer Wasser; bei 40 Sekunden war es signifikant effektiver als alle anderen Spülungen außer PVP, wobei bei 45 Sekunden Pektin die adstringierende Empfindung nur besser als Ovalbumin reduziert hat. Ovalbumin hatte das höchste bleibende adstringierende Mundgefühl, obwohl es zu jedem Zeitpunkt nur signifikant höher war als Pektin. Wegen seiner hohen Affinität für Tannin, hat man Gelatine als sehr effektiv in der Reduzierung des adstringierenden Gefühls eingeschätzt. Wie auch immer, war es nicht signifikant anders als Wasser oder PVP von 30-45 Sekunden nachdem der Wein in den Mund genommen worden war.

### **Experiment 2**

Die Pektinlösungen mit den hohen und niedrigen Konzentrationen und die Spülung mit der hohen Konzentration an CMC reduzierten die adstringierende Empfindung gleich effektiv und mehr effizient als die anderen vier Spülungen. Von 35-60 Sekunden reduzierten die hohe und niedrige Pektin- und die hohe CMC-Spülung den adstringierenden Stimulus auf signifikant niedrigere Levels als die niedrige CMC, hohe und niedrige Polycose und Wasser ( $F_{6,108} = 5.27-12.25$ ,  $p < 0.001$ ).

### Experiment 3

Die Pektinlösung reduzierte die Intensität des adstringierenden Gefühls im Mund auf signifikant niedrigere Levels als die anderen Spülungen von dem Zeitpunkt an, an dem die Spülung ausgespuckt wurde ( $F_{2,58} = 9.51-33.91$ ,  $p < 0.001$ ).

Nach 45 Sekunden waren Cracker effektiver als Wasser bezüglich der Reduzierung des adstringierenden Stimulus von Rotwein.

### Präsentationsordnung

Für jedes Experiment, wenn die Ergebnisse bezüglich der Position in der Präsentationsreihenfolge des Durchlaufs geprüft wurden (durchschnittlich über alle Spülungen), war da ein kleiner aber höchst signifikanter „carry-over“-Effekt ( $p < 0.001$ ).

Wie in Tabelle 14 gezeigt, stieg die Intensität des adstringierenden Mundgefühls bei 20 Sekunden (direkt bevor die Spülung in den Mund genommen worden war), trotz extensivem Spülen mit experimentellen Lösungen und zwei 20 Sekunden- Spülungen mit Wasser zwischen den Schlucken Rotwein, mit der Präsentationsreihenfolge an. In allen Fällen wurde die erste Probe signifikant niedriger eingeschätzt als der Rest ( $p < 0.05$ ). In Experiment 1 unterschieden sich die Intensitäten bei 20 Sekunden der vierten und fünften Probe, und in Experiment 2 die Intensitäten bei 20 Sekunden der fünften, sechsten und siebten Probe nicht signifikant, obwohl sie signifikant höher als die Probe in erster und zweiter Position ( $p < 0.05$ ) waren. Im Kontrast, in Experiment 3 bei 20 Sekunden war die adstringierende Empfindung der ersten Probe signifikant niedriger als die zweite und dritte Position, welche sich nicht signifikant unterschieden ( $p < 0.05$ ).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die durchschnittlichen Intensitätsraten bei 20 Sekunden von der Position in der Präsentationsreihenfolge (errechneter Durchschnitt für alle Proben) für die Experimente 1 ( $n = 20 \text{ Prüfer} \times 3 \text{ Replikate}$ ), 2 ( $n = 19 \text{ Prüfer} \times 3 \text{ Replikate}$ ) und 3 ( $n = 16 \times 3 \text{ Replikate}$ ), mit den am wenigsten signifikanten Differenzen = 0.398, 0.432 und 0.362 ( $P = 0.05$ ) dargestellt werden. Innerhalb jedes Experiments differierten die Positionen mit verschiedenen Buchstaben signifikant ( $P < 0.05$ ).

**Tabelle 14. Durchschnittliche Intensitätsraten bei 20 Sekunden**

| Position | Experiment 1 | Position | Experiment 2 | Position | Experiment 3 |
|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| 1        | 2.92 a*      | 1        | 3.50 a       | 1        | 4.25 a       |
| 2        | 3.47 b       | 2        | 3.97 b       | 2        | 4.70 b       |
| 3        | 3.96 c       | 3        | 4.41 c       | 3        | 4.99 b       |
| 4        | 4.39 d       | 4        | 4.79 cd      |          |              |
| 5        | 4.39 d       | 5        | 5.15 de      |          |              |
|          |              | 6        | 4.93 cd      |          |              |
|          |              | 7        | 5.45 de      |          |              |

(Quelle: COLONNA et al., 2004)

#### **4.4.7. Studienbeispiel 7**

HUTCHINSON et al. [1990] untersuchten in einer Studie die Effektivität von allgemein bekannten Lebensmitteln für die Reduktion des Brennens von Capsaicin. Die Schärfe wurde mit einer 1%igen Lösung von Tabasco™ Sauce in Quellwasser induziert. Vier Lebensmittel (Reis, Wasser, Butter und Ananassaft, auf 35°C erwärmt) wurden verwendet, um die scharfe Empfindung zu reduzieren. Als Kontrolle setzte man eine Behandlung mit keinem Lebensmittel ein. Die Prüfer zeichneten die Intensität des Brennens, indem sie Strichmarkierungen auf einer Linienskala zu vorgegebenen Zeitintervallen während des ganzen Tests machten, auf. Das Brennen reduzierte sich signifikant während die Lebensmittel im Mund behalten wurden, stieg aber nach dem Ausspucken wieder an. Das verminderte Brennen könnte der Präsenz von Essen im Mund zuzuschreiben sein.

#### **Teilnehmer**

Die 14 Teilnehmer in diesem Experiment waren Studenten der Universität von Minnesota, welche man aufgrund ihrer Verfügbarkeit und ihrer Bereitschaft teilzunehmen auswählte. Bier und Limonade wurden als Motivation eingesetzt.

#### **Stimuli**

Eine 1%ige Tabasco™ Sauce- Lösung in Quellwasser wurde verwendet um ein Brennen zu induzieren. Die Konzentration wählte man aus, weil vorausgegangene Tests

---

\* Die Positionen mit unterschiedlichen Buchstaben differierten signifikant.

gezeigt haben, dass diese ein moderates Brennen auslöst. Nachdem das Brennen induziert worden war, wurde den Prüfern entweder nichts (kein Lebensmittel) oder eines der folgenden vier Lebensmittel gegeben: 5 mL Süßrahmbutter (Byerly's); 5 mL ungesüßter Ananassaft aus der Dose (Dole); 6 g Mittelkornreis (Flavorite), hergestellt unter Verwendung eines 2:1 Verhältnis von Wasser zu Reis und so lange gekocht bis das Wasser absorbiert worden war; und 5 mL Quellwasser (Glenwood Inglewood).

### **Durchführung**

Die Proben wurden den Prüfern in 1- Unzen- Plastikbechern (1 oz = 28.35 g) präsentiert. Diese waren mit Plastikdeckeln bedeckt und auf 35°C, in einem temperaturkontrollierten Gärschrank, vor dem Testen gehalten. Diese Temperatur wurde gewählt, weil sie nahe der Temperatur im Mund ist. Es sollte Veränderungen in der Intensität des Brennens, welche aufgrund von Kühlung entstehen könnten, verhindern.

Für jeden Test wurden den Testpersonen zu selben Zeit zwei Proben der Tabasco™ Sauce und zwei gleiche Lebensmittelproben gegeben.

Die folgende Prozedur ist in Tabelle 15 illustriert. Der erste Teil des Tests bestand aus einer „Tabasco™-“ Prozedur. Die Teilnehmer nahmen eine der Tabasco™ Saucen-Proben in ihrem Mund. Nach 15 Sekunden zeichneten sie die wahrgenommene Intensität des Brennens auf, indem sie Strichmarkierungen auf einer 10.3 cm Linienskala, welche mit „Brennen“ am einen und „kein Brennen“ am anderen Ende beschriftet war, platzierten. Dann spuckten die Testpersonen die Tabasco™- Probe aus, hielten ihre Münder für weitere 30 Sekunden geschlossen und markierten die Intensität des Brennens auf der nächsten Skala. Dieser Ablauf wurde mit der zweiten Tabasco™ Saucen- Probe wiederholt. Für jeden Test wurde die vierte aufgezeichnete Bewertung für die Tabasco™ Saucen- Prozedur als „etabliertes Brennen“ angenommen.

Der zweite Teil des Tests bestand aus einer „Lebensmittelprozedur“. Die Prüfer nahmen eine Lebensmittelprobe in den Mund und behielten diese für 15 Sekunden dort (für Behandlungen mit keinem Lebensmittel wurde nichts in den Mund genommen, aber die Testpersonen warteten 15 Sekunden mit geschlossenem Mund). Dann zeichneten die Prüfpersonen die Intensität des Brennens auf einer Skala für Brennen auf und spuckten das Lebensmittel aus. Die Prüfer hielten ihren Mund für weitere 30 Sekunden

geschlossen, nach welchen sie die Intensität des Brennens auf der nächsten Skala aufrufen. Diese „Lebensmittelprozedur“ wurde mit einer zweiten Probe desselben Lebensmittels wiederholt.

**Tabelle 15. Testdurchführung**

|                             | <b>Totale Zeit<br/>verstrichen (sec)</b> | <b>Was getan wird</b>                                                    | <b>Bewertung*</b> |
|-----------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Tabasco®-Lösung</b>      | 000                                      | Platzieren Sie die Tabasco™- Lösung im Mund                              |                   |
|                             | 015                                      | Bewerten Sie das Brennen und spucken Sie aus                             |                   |
|                             | 045                                      | Bewerten Sie das Brennen und platzieren Sie die Tabasco™- Lösung im Mund |                   |
|                             | 060                                      | Bewerten Sie das Brennen und Spucken Sie aus                             |                   |
|                             | 090                                      | Bewerten Sie das Brennen und                                             | (B)               |
| <b>Lebensmittelprozedur</b> |                                          | platzieren Sie das Lebensmittel im Mund                                  |                   |
|                             | 105                                      | Bewerten Sie das Brennen und spucken Sie aus                             | (D1)              |
|                             | 135                                      | Bewerten Sie das Brennen und platzieren Sie das Lebensmittel im Mund     | (A1)              |
|                             | 150                                      | Bewerten Sie das Brennen und Spucken Sie aus                             | (D2)              |
|                             | 180                                      | Bewerten Sie das Brennen                                                 | (A2)              |

(Quelle: HUTCHINSON et al., 1990)

\* B = etabliertes Brennen; D1 = während der ersten Lebensmittelprobe; A1 = nach der ersten Lebensmittelprobe; D2 = während der zweiten Lebensmittelprobe; A2 = nach der zweiten Lebensmittelprobe

Jede Wahrnehmungslinie war auf einem separaten Blatt Papier, um Vergleiche mit vorangegangenen Beurteilungen zu verhindern. Ein Test bestand aus einer „Tabasco™“- und aus einer „Lebensmittelprozedur“. Am Ende des Tests hatten die Testpersonen acht Mal die wahrgenommene Intensität des Brennens aufgezeichnet.

Vor dem aktuellen Test gab man den Testpersonen einen Praxis- Test, um sie mit den verwendeten Methoden bekannt zu machen. Hierbei wurde Wasser als Lebensmittel eingesetzt und es wurde demselben Ablauf gefolgt, wie im richtigen Test. Die ganze Prozedur für einen Test wurde von jeder Testperson ganze sechs Mal durchgeführt. Ein Mal für den Praxisdurchlauf, ein Mal für jede der vier Lebensmittelbehandlungen, und ein Mal für den Durchlauf mit keinem Lebensmittel. Die Reihenfolge der Behandlungen war randomisiert.

Die Testpersonen führten die Tests/Zeitvorgaben vollkommen selbständig durch. Ihnen wurden zwei Timer gegeben, einer für die 15 Sekunden- Intervalle und einer für die 30 Sekunden- Intervalle. Ein Versuchsleiter beobachtete eine Testperson die ganze Praxis-Session hindurch, um sicherzugehen, dass Arbeitsrichtung und die Verwendung der Timer komplett verstanden wurden.

### **Analyse**

Die Intensität des Brennens wurde in Zentimetern vom „kein Brennen“- Ende der Skala gemessen. Im folgenden Text bezieht sich „während“ auf die Intensität des Brennens während die Lebensmittelprobe im Mund war. „Danach“ verweist auf die Intensität des Brennens 30 Sekunden nachdem die Lebensmittelprobe ausgespuckt worden war. Um die Effektivität jeder Behandlung feststellen zu können, wurden die Differenzen zwischen folgendem gemessen: (1) etabliertes Brennen (B) und während der ersten Lebensmittelprobe (D1), (2) etabliertes Brennen (B) und während der zweiten Lebensmittelprobe (D2), (3) etabliertes Brennen (B) und dem Mittelwert von D1 und D2, (4) B und nach der ersten Lebensmittelprobe (A1), (5) B und nach der zweiten Lebensmittelprobe (A2), (6) B und die Mittelwerte von A1 und A2. Die Mittelwerte dieser Differenzen werden in Tabelle 16 gezeigt. Eine zweifaktorielle ANOVA (Teilnehmer und Behandlungen) wurde mit jeder der sechs Messungen ausgeführt, unter Verwendung des MINITAB Statistikpaketes. Wurden bei F- Tests signifikante

Ergebnisse erhalten ( $F(4,52) > 2.75$ ,  $p < 0.5$ ) wurden Student- Newman- Keuls- (SNK)\* Tests durchgeführt.

**Tabelle 16. Durchschnittliche Differenzen in der Intensität des Brennens**

| <b>Differenzen *</b>                                                                                                                                                                                                            |                    |                    |                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------------------------|
| <b>Lebensmittel</b>                                                                                                                                                                                                             | <b>B – D1</b>      | <b>B – D2</b>      | <b>B – (D1+D2) / 2</b> |
| Kein Lebensmittel                                                                                                                                                                                                               | 0.2 <sup>A</sup>   | 1.0 <sup>A</sup>   | 0.16 <sup>A</sup>      |
| Wasser                                                                                                                                                                                                                          | 1.2 <sup>A,B</sup> | 1.9 <sup>A,B</sup> | 1.55 <sup>B</sup>      |
| Ananassaft                                                                                                                                                                                                                      | 1.5 <sup>B</sup>   | 2.1 <sup>A,B</sup> | 1.79 <sup>B</sup>      |
| Reis                                                                                                                                                                                                                            | 1.7 <sup>B</sup>   | 2.8 <sup>B</sup>   | 2.23 <sup>B</sup>      |
| Butter                                                                                                                                                                                                                          | 2.2 <sup>B</sup>   | 3.0 <sup>B</sup>   | 2.67 <sup>B</sup>      |
| F                                                                                                                                                                                                                               | 4.49               | 5.38               | 6.00                   |
| P                                                                                                                                                                                                                               | 0.003              | 0.001              | 0.000                  |
| <b>Lebensmittel</b>                                                                                                                                                                                                             | <b>B – A1</b>      | <b>B – A2</b>      | <b>B – (A1+A2) / 2</b> |
| Kein Lebensmittel                                                                                                                                                                                                               | 0.6                | 1.6                | 1.15                   |
| Wasser                                                                                                                                                                                                                          | 0.7                | 1.2                | 0.96                   |
| Ananassaft                                                                                                                                                                                                                      | 0.8                | 1.4                | 1.10                   |
| Reis                                                                                                                                                                                                                            | 2.0                | 0.8                | 1.43                   |
| Butter                                                                                                                                                                                                                          | 1.4                | 2.9                | 1.99                   |
| F                                                                                                                                                                                                                               | 0.63               | 2.23               | 1.25                   |
| P                                                                                                                                                                                                                               | 0.644              | 0.078              | 0.299                  |
| Anmerkung: Die Behandlungen innerhalb einer Spalte, welche von demselben Buchstaben begleitet werden, sind nicht signifikant unterschiedlich ( $<0.05$ ). Größere Zahlen zeigen größere Abnahme der Intensität des Brennens an. |                    |                    |                        |
| *B = etabliertes Brennen<br>A1 = nach der ersten Probe<br>A2 = nach der zweiten Probe<br>D1 = Während der ersten Probe<br>D2 = Während der zweiten Probe                                                                        |                    |                    |                        |

(Quelle: HUTCHINSON et al., 1990)

## Ergebnisse und Diskussion

Butter, Reis, Ananassaft und Wasser waren alle effektiv in der Reduzierung des Brennens während sie im Mund gehalten wurden. Nachdem die Produkte ausgespuckt worden waren, kehrte das Brennen zurück. Die signifikanten, das Brennen

\* „Student- Newman- Keuls. Auf der Basis der Student-Verteilung werden paarweise Vergleiche zwischen den Gruppen durchgeführt.“ [BROSIUS, 1998]

reduzierenden Effekte der Lebensmittel, verschwanden 30 Sekunden nachdem sie ausgespuckt worden waren. Die durchschnittlichen Differenzen in der Intensität des Brennens werden in Tabelle 16 gezeigt.

Die Hypothese, dass taktile Sensationen vom ersten Moment an, wo z.B. eine Lösung im Mund ist, Brennen reduzieren könnten, wird durch die Ergebnisse des vorliegenden Experiments unterstützt, welches eine signifikante Reduktion des Brennens zeigt, wenn das Lebensmittel im Mund war, aber eine Erholung des Brennens, wenn das Lebensmittel ausgespuckt wurde.

Eine andere nicht so wahrscheinliche, aber mögliche Erklärung für das Sinken des Brennens, welches vom Lebensmittel produziert wird, könnte sein, dass die Temperatur im Mund durch die Lebensmittel erniedrigt worden ist. In der vorliegenden Studie wurden die Proben auf 35°C (nahe der oralen Temperatur) gehalten um zu verhindern, dass das Brennen durch Kühlung des Mundes verringert wird. Es ist möglich, dass die Lebensmittel vom Herausnehmen aus der Warmhaltekommer bis zu dem Zeitpunkt, an dem sie von den Testpersonen in den Mund genommen wurden, abgekühlt sind. Die Proben standen für allerhöchstens 1.5-2 min dort, während die Prüfer das Brennen im Mund induzierten, welche ihnen leicht abzukühlen erlaubten. Diese niedrigere Temperatur könnte leicht zu der Reduktion der Schärfewahrnehmung beigetragen haben.

Es wurde erwartet, dass Butter am effektivsten für die Reduktion des Brennens ist, da Capsaicin fettlöslich ist und Butter somit ein effizientes Spülmittel gewesen wäre. Generell war das so, obwohl die Differenzen statistisch nicht signifikant waren. Wenn man die Hypothese, dass stärkere taktile Sensationen größere Reduktion der Schärfe hervorbringen, extrapoliert, würde die Effektivität von Reis bei der Reduktion des Brennens erklärt sein. Obwohl Wasser oftmals unterstellt wird uneffektiv für die Reduzierung der Schärfe/Brennens von Capsaicin zu sein, so suggerieren die Ergebnisse der vorliegenden Studie, dass es nichts desto trotz ein wenig effektiv ist.

### **Schlussfolgerung**

Wenn man irgendeines der vier Produkte im Mund behält, so reduziert dies das Brennen von Capsaicin. In allen Fällen kam es allerdings wieder, wenn das Lebensmittel ausgespuckt wurde. Obwohl keine signifikanten Unterschiede in dem Ausmaß in dem

das Brennen vermindert wurde, beobachtet werden konnten, tendierten Butter und Reis am meisten dazu das Brennen zu unterdrücken. Ihre Effektivität könnte der Affinität von Capsaicin für Fett in der Butter und der stärkeren taktilen Sensation, welche durch Reis hervorgerufen wird, zuzuschreiben sein. Wenn jemand zu viel Chilipfeffer gegessen hat und verzweifelt versucht die Schärfe von Capsaicin zu entfernen, ist die beste Strategie etwas im Mund zu behalten – bevorzugter Weise etwas Kühles und Raues.

## **4.5. Statistik**

Hier werden statistische Methoden beschrieben, welche in den oben genannten Studienbeispielen vorkommen.

### **4.5.1. Lateinisches Quadrat**

Die Lateinischen Quadrate sind eine besondere Variante unvollständiger Versuchspläne. Hierbei werden weniger Versuchspersonen benötigt als bei vergleichbaren vollständigen Versuchsplänen. Bei Lateinischen Quadraten sind allerdings Interaktionen nicht prüfbar und ihre Anwendung ist dadurch stark eingeschränkt, dass, im Fall nicht zu vernachlässigender Interaktionen, die Haupteffekte nicht eindeutig interpretierbar sind. Aus diesem Grund können sie nur dann eingesetzt werden, wenn man theoretisch rechtfertigen kann oder aufgrund von Voruntersuchungen weiß, dass Interaktionen unwahrscheinlich sind. Sind Interaktionen zu vernachlässigen, so können im Lateinischen Quadrat drei Haupteffekte überprüft werden. Die Bezeichnung „Quadrat“ deutet darauf hin, dass die drei Faktoren die gleiche Anzahl an Faktorstufen aufweisen müssen. Diese werden für alle Faktoren mit  $p$  bezeichnet. Faktoren mit zufälligen Effekten sind für alle quadratischen Anordnungen nicht zulässig. In Tabelle 17 wird ein allgemeines Datenschema für ein Lateinisches Quadrat mit  $p=3$  gezeigt [BORTZ, 2004].

Es ist ersichtlich, dass den Faktorstufenvariationen  $a_1b_1c_1$  zugewiesen wird,  $a_2b_1c_2$  et cetera. Somit erfolgt die Anordnung der C- Stufen in Tabelle 17 folgendermaßen, dass jede C- Stufe in jeder Zeile und jeder Spalte genau ein Mal vorkommt. Für ein Lateinisches Quadrat mit  $p=3$  lassen sich insgesamt 12 verschiedene Anordnungen finden, bei denen diese Bedingung erfüllt ist. Allerdings existiert nur eine Anordnung,

die als Standardform bezeichnet wird. Die Standardform eines Lateinischen Quadrates ist jene Anordnung, bei der die Stufen des Faktors C in der ersten Zeile und der ersten Spalte in natürlicher Abfolge (c1, c2, c3) auftreten. Für  $p=4$  existieren bereits vier Standardformen [BORTZ, 2004].

**Tabelle 17. Allgemeines Datenschema für ein Lateinisches Quadrat**

|    | a1 | a2 | a3 |
|----|----|----|----|
|    |    |    |    |
| b1 | c1 | c2 | c3 |
| b2 | c2 | c3 | c1 |
| b3 | c3 | c1 | c2 |

(Quelle: BORTZ, 2004)

#### 4.5.1.1. Ausbalancieren

In Abb. 13 wird die Beziehung zwischen einem Lateinischen Quadrat und einem vollständigen Versuchsplan dargestellt.

| a1       |          |          | a2       |          |          | a3       |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| b1       | b2       | b3       | b1       | b2       | b3       | b1       | b2       | b3       |
| c1 c2 c3 | c1 c2 c3 | c1 c2 c3 | c1 c2 c3 | c1 c2 c3 | c1 c2 c3 | c1 c2 c3 | c1 c2 c3 | c1 c2 c3 |
| ↑        | ↑        | ↑        | ↑        | ↑        | ↑        | ↑        | ↑        | ↑        |
| 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        |

**Abb. 13 Beziehung zwischen dem Lateinischen Quadrat und einem vollständigen Versuchsplan**

(Quelle: BORTZ, 2004)

Der vollständige Versuchsplan enthält insgesamt 27 Faktorstufenkombinationen, wohingegen im Lateinischen Quadrat nur neun zu finden sind (die Pfeile in der Abbildung zeigen auf jene neun Faktorstufenkombinationen, die im Lateinischen Quadrat realisiert sind). Somit entspricht dies bei  $p=3$  einem Drittel des vollständigen Versuchsplans und benötigt folglich auch nur ein Drittel der Versuchspersonen.

Infolgedessen kann gesagt werden, dass sich allgemein der Versuchspersonenaufwand eines Lateinischen Quadrats von dem eines vollständigen Versuchsplans um den Faktor  $1/p$  unterscheidet. In der folgenden Abb. 14 werden die Kombinationen der drei C-Stufen mit den Stufen der Faktoren A und B gezeigt, die sich aus der Anordnung der C-Stufen im Lateinischen Quadrat mit  $p=3$  ergeben (Zahl in der Klammer entspricht der Pfeilnummer in Abb. 13) [BORTZ, 2004].

|         |            |            |           |
|---------|------------|------------|-----------|
| $c_1$ : | $a_1$ (1); | $a_2$ (6); | $a_3$ (8) |
|         | $b_1$ (1); | $b_2$ (8); | $b_3$ (6) |
| $c_2$ : | $a_1$ (2); | $a_2$ (4); | $a_3$ (9) |
|         | $b_1$ (4); | $b_2$ (2); | $b_3$ (9) |
| $c_3$ : | $a_1$ (3)  | $a_2$ (5)  | $a_3$ (7) |
|         | $b_1$ (7)  | $b_2$ (5)  | $b_3$ (3) |

**Abb. 14 Kombination der C- Stufen mit Faktoren A und B**

(Quelle: BORTZ, 2004)

Daraus wird ersichtlich, dass jede Stufe des Faktors C sowohl mit jeder Stufe des Faktors A als auch B genau ein Mal kombiniert ist. Das bedeutet, dass das Lateinische Quadrat in Bezug auf den Haupteffekt vollständig ausbalanciert ist [BORTZ, 2004].

Nun wird überprüft, mit welchen A×B- Kombinationen die drei c- Stufen kombiniert sind. Wie in Abb. 15 gezeigt, ist jede Stufe des Faktors C mit nur drei A×B- Kombinationen kombiniert, obwohl insgesamt neun vorliegen. Aufgrund der Tatsache, dass jede c- Stufe mit anderen A×B- Kombinationen gemeinsam auftritt, kann man sagen, dass das lateinische Quadrat bezüglich der Haupteffekte vollständig und in Bezug auf die Interaktionen 1. Ordnung nur teilweise ausbalanciert ist [BORTZ, 2004].

|                  |                                    |                                    |                                   |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| c <sub>1</sub> : | a <sub>1</sub> b <sub>1</sub> (1); | a <sub>2</sub> b <sub>3</sub> (6); | a <sub>3</sub> b <sub>2</sub> (8) |
| c <sub>2</sub> : | a <sub>1</sub> b <sub>2</sub> (2); | a <sub>2</sub> b <sub>1</sub> (4); | a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> (9) |
| c <sub>3</sub> : | a <sub>1</sub> b <sub>3</sub> (3); | a <sub>2</sub> b <sub>2</sub> (5); | a <sub>3</sub> b <sub>3</sub> (7) |

**Abb. 15 Kombination des Faktors C mit drei A×B- Kombinationen**

(Quelle: BORTZ, 2004)

Werden die Pfeile in Abb. 13 um eine Position nach rechts (falls ein Pfeil bereits auf c<sub>3</sub> zeigt wird er auf c<sub>1</sub> gerückt) verschoben, so ergibt sich wiederum ein Lateinisches Quadrat. Rückt man den Pfeil nochmals um eine Position nach rechts, ergibt auch diese Kombination ein Lateinisches Quadrat. Daraus wird geschlussfolgert, dass ein vollständiger 3×3×3- Plan (bzw. ein vollständiger p×p×p- Plan in p balancierte Lateinische Quadrate) in drei Lateinische Quadrate zerlegt werden kann. Da bei Vergleich der Quadrate aus Abb. 16 festgestellt werden kann, dass jede c- Stufe an jeder a<sub>i</sub>b<sub>j</sub>- Position ein Mal aufscheint, werden Lateinische Quadrate, die diese Bedingung erfüllen, als balancierter Satz Lateinischer Quadrate bezeichnet [BORTZ, 2004].

|                      | a <sub>1</sub> | a <sub>2</sub> | a <sub>3</sub> |                      | a <sub>1</sub> | a <sub>2</sub> | a <sub>3</sub> |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>b<sub>1</sub></b> | c <sub>2</sub> | c <sub>3</sub> | c <sub>1</sub> | <b>b<sub>1</sub></b> | c <sub>3</sub> | c <sub>1</sub> | c <sub>2</sub> |
| <b>b<sub>2</sub></b> | c <sub>3</sub> | c <sub>1</sub> | c <sub>2</sub> | <b>b<sub>2</sub></b> | c <sub>1</sub> | c <sub>2</sub> | c <sub>3</sub> |
| <b>b<sub>3</sub></b> | c <sub>1</sub> | c <sub>2</sub> | c <sub>3</sub> | <b>b<sub>3</sub></b> | c <sub>2</sub> | c <sub>3</sub> | c <sub>1</sub> |

**Abb. 16 Balancierter Satz Lateinischer Quadrate**

(Quelle: BORTZ, 2004)

Den  $p^2$  Faktorstufenkombinationen werden Zufallsstichproben mit dem Umfang n zugewiesen. Die Fehlervarianz bedingen Unterschiede zwischen den n einer Faktorstufenkombination zugewiesenen Versuchspersonen, welche auf Störvariablen zurückzuführen sind. Die Fehlervarianz hat somit  $p^2 \cdot (n - 1)$  Freiheitsgrade\*. Die

\* „Höchstzahl der frei und unabhängig voneinander variablen Größen eines Systems, das aus veränderlichen Größen besteht“ [HÄCKER und STAPF, 2004].

Freiheitsgrade der Quadratsumme\*\* der  $p^2$ - Zellenmittelwerte werden mit  $p^2 - 1$  errechnet. Aufgrund der Tatsache, dass jeder Faktor  $p$  Stufen hat, ergibt das für drei Faktoren  $3 \cdot (p - 1)$  Freiheitsgrade. Es verbleiben damit von den Freiheitsgraden der Zellquadratsumme:  $(p^2 - 1) - 3 \cdot (p - 1) = p^2 - 3 \cdot p + 2 = (p - 1) \cdot (p - 2)$ . Für die Unterschiedlichkeit der Zellen (für  $p = 3$ ) ergeben sich  $9 - 1$  Freiheitsgrade. Auf die drei Haupteffekte beziehen sich  $6 [3 \cdot (3 - 1)]$  Freiheitsgrade. Zwei Freiheitsgrade verbleiben für eine Residualvariation, welche verschiedene Interaktionseffekte enthält. Tabelle 18 veranschaulicht ein Beispiel für ein Lateinisches Quadrat, welches für nachfolgende Formeln herangezogen wird [BORTZ, 2004].

**Tabelle 18. Beispiel für ein Lateinisches Quadrat**

|                      | <b>a<sub>1</sub></b> | <b>a<sub>2</sub></b> | <b>a<sub>3</sub></b> | <b>B<sub>j</sub></b> |
|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| <b>b<sub>1</sub></b> | 12                   | 8                    | 14                   | 34                   |
| <b>b<sub>2</sub></b> | 10                   | 11                   | 15                   | 36                   |
| <b>b<sub>3</sub></b> | 12                   | 8                    | 9                    | 29                   |
| <b>A<sub>i</sub></b> | 34                   | 27                   | 38                   | 99                   |

(Quelle: BORTZ, 2004)

Um die  $QS_{\text{Zellen}}$  zu berechnen findet folgende Formel (Abb. 17) Anwendung:

|                                                                        |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| $QS_{\text{Zellen}} = n \cdot \sum (\overline{ABC_{ijk}} - \bar{G})^2$ | $QS_{\text{Zellen}}$ ..... Quadratsumme Faktor Zellen |
|                                                                        | $n$ ..... Stichprobenumfang                           |
|                                                                        | $p$ ..... Faktorstufen der Faktoren                   |
|                                                                        | $\bar{G}$ ..... Mittelwert gesamt                     |

**Abb. 17 Formel für  $QS_{\text{Zellen}}$**

(Quelle: BORTZ, 2004)

Da in diesem Fall die Summation nicht über alle  $ijk$ - Kombinationen verläuft, wird ein Summenzeichen ohne Index eingesetzt. Damit soll angedeutet werden, dass nur über die

\*\* „die Summe der quadrierten Abweichungen der Maßzahlen von ihrem Mittelwert. Sie bildet den Zähler in der Formel zur Berechnung der Varianz...“ [HÄCKER und STAPF, 2004].

neun vorhandenen, quadrierten Mittelwertdifferenzen summiert wird.  $\bar{G}$  trägt hier den Wert 11 (weil  $99 : 9 = 11$ ). Nach der Ermittlung der Mittelwerte der Stufen des Faktors A ( $\bar{A}_1 = 11,3$ ;  $\bar{A}_2 = 9$ ;  $\bar{A}_3 = 12,7$ ) kann die  $QS_A$  wie folgt errechnet werden (Abb. 18) [BORTZ, 2004]:

|                                                         |                 |                           |
|---------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------|
| $QS_A = n \cdot p \cdot \sum_i (\bar{A}_i - \bar{G})^2$ | $QS_A$ .....    | Quadratsumme Faktor A     |
|                                                         | $n$ .....       | Stichprobenumfang         |
|                                                         | $p$ .....       | Faktorstufen der Faktoren |
|                                                         | $\bar{G}$ ..... | Mittelwert gesamt         |

**Abb. 18 Formel für  $QS_A$**

(Quelle: BORTZ, 2004)

Nimmt man für  $n$  beispielsweise die Zahl 5 an, so erfolgt die Auflösung der Formel folgendermaßen (Abb. 19) [BORTZ, 2004]:

|                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $QS_A = 5 \cdot 3 \cdot [(11,3 - 11)^2 + (9 - 11)^2 + (12,7 - 11)^2]$ $= 15 \cdot 6,98 = 104,70$ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Abb. 19 Formel  $QS_A$  aufgelöst**

Die Errechnung von  $QS_B$  (Mittelwerte:  $\bar{B}_1 = 11,3$ ;  $\bar{B}_2 = 12$ ;  $\bar{B}_3 = 9,7$ ) erfolgt analog mit der Formel (Abb. 20) [BORTZ, 2004]:

|                                                         |                 |                           |
|---------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------|
| $QS_B = n \cdot p \cdot \sum_j (\bar{B}_j - \bar{G})^2$ | $QS_B$ .....    | Quadratsumme Faktor A     |
|                                                         | $n$ .....       | Stichprobenumfang         |
|                                                         | $p$ .....       | Faktorstufen der Faktoren |
|                                                         | $\bar{G}$ ..... | Mittelwert gesamt         |

**Abb. 20 Formel für  $QS_B$**

(Quelle: BORTZ, 2004)

Für die Berechnung der Mittelwerte des Faktors C wird die Verteilung der c- Stufen in Tabelle 17 herangezogen. Die sich daraus ergebenden Werte ( $\bar{C}_1 = 11,7$ ;  $\bar{C}_2 = 9$ ;  $\bar{C}_3 = 9,7$ ) werden in die Formel in Abb. 21 eingesetzt [BORTZ, 2004].

|                                                         |                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $QS_C = n \cdot p \cdot \sum_k (\bar{C}_k - \bar{G})^2$ | <p><math>QS_C</math> ..... Quadratsumme Faktor A</p> <p><math>n</math> ..... Stichprobenumfang</p> <p><math>p</math> ..... Faktorstufen der Faktoren</p> <p><math>\bar{G}</math> ..... Mittelwert gesamt</p> |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Abb. 21 Formel für  $QS_C$**

(Quelle: BORTZ, 2004)

Werden nun die Quadratsummen der Haupteffekte ( $QS_A = 104,70$ ,  $QS_B = 41,70$ ;  $QS_C = 92,70$ ) von der der Zellen ( $QS_{Zellen} = 250$ ) subtrahiert, so verbleibt eine Residualquadratsumme ( $QS_{Res}$ ) von 10,90, die mit zwei Freiheitsgraden versehen ist. Betrachtet man drei Spaltenmittelwerte von Tabelle 17 eingehender, so werden diese außer von Stufe  $a_1$  auch noch von Stufen des Faktors B und C beeinflusst. Dasselbe ist für Werte unter  $a_2$  und  $a_3$  gültig. Haben die Faktoren B und C nun eine Wirkung, so kann diese, aufgrund der Konstanz der Wirkung für alle Stufen des Faktors A, weder auf Faktor B noch C zurückgeführt werden. Da sich unter  $a_1$  außerdem andere B×C-Kombinationen befinden als unter  $a_2$  oder  $a_3$ , wird die Unterschiedlichkeit zwischen den Stufen des Faktors A auch nicht ausschließlich durch die Wirkung des Faktors A bestimmt. Daraus folgt, dass Haupteffekt A nur dann eindeutig interpretierbar ist, wenn die entsprechenden B×C- Interaktionskomponenten vernachlässigt werden können, was auch für die übrigen Haupteffekte gilt. Da die  $QS_A$  von der  $QS_{Zellen}$  abgezogen wird, wird diese um den reinen Haupteffekt A und um die Unterschiedlichkeit, die sich zwischen den Durchschnitten aus  $(b_1c_1 + b_2c_2 + b_3c_3)$ ,  $(b_1c_2 + b_2c_3 + b_3c_1)$  und  $(b_1c_3 + b_2c_1 + b_3c_2)$  ergibt, vermindert. Nicht erfasst werden durch die  $QS_A$  diejenigen Unterschiede, die zwischen den Kombinationen innerhalb der Klammern existieren, und gehören folglich zur  $QS_{Res}$ , in der somit alle diejenigen Interaktionskomponenten, welche die Haupteffekte nicht erfassen, enthalten sind.

Um eine eindeutige Interpretation der Haupteffekte erhalten zu können, ist das Wissen um die zu vernachlässigende Interaktionen von großer Bedeutung. Da aber auch die Varianzanalyse über das Lateinische Quadrat keine direkten Informationen liefert, bietet lediglich die  $QS_{Res}$  einen Anhaltspunkt dafür, ob mit Interaktionen gerechnet werden muss. Je größer die  $QS_{Res}$ , desto wahrscheinlicher ist die Existenz von Interaktionen, was zur Folge hat, dass die Haupteffekte nicht interpretierbar sind. Obwohl das Vorhandensein von Interaktionen umso unwahrscheinlicher ist, je kleiner die  $QS_{Res}$  ist, so bietet auch eine  $QS_{Res}$  von Null noch keine hinreichende Gewähr für die Freiheit der Haupteffekte von Interaktionen, da die  $QS_{Res}$  gerade diejenigen Kombinationsvergleiche enthält, welche die Haupteffekte nicht beeinflussen. Eine eindeutige Interpretation der Haupteffekte ist also erst dann möglich, wenn aufgrund von Voruntersuchungen oder theoretischen Überlegungen plausibel gemacht werden kann, dass zwischen den geprüften Faktoren keine Interaktion besteht [BORTZ, 2004].

#### **4.5.2. Varianzanalyse**

Die Varianzanalyse ist ein Verfahren, welches die Wirkung einer oder mehrerer unabhängiger Variablen auf eine (oder mehrere) abhängige Variable(n) untersucht. Voraussetzung ist für die unabhängige Variable dabei lediglich Nominalskalierung, während für die abhängige metrisches Skalenniveau verlangt wird. Ihre besondere Bedeutung liegt in der Auswertung von Experimenten, da sie hierfür das wichtigste Analyseverfahren ist [BACKHAUS et al., 2006]. Sozusagen wird unter dem Begriff der Varianzanalyse eine Gruppe statistischer Signifikanztests zur Prüfung von Mittelwertunterschieden einer abhängigen Variablen zusammengefasst, die auf der Wirkung einer mehrklassigen unabhängigen Variablen (einfache Varianzanalyse) oder auf der kombinierten Wirkung mehrerer unabhängiger Variablen (komplexe Varianzanalyse) beruhen [HÄCKER und STAPF, 2004].

Die unabhängigen Variablen werden als Faktoren bezeichnet, deren Ausprägungen wiederum als Faktorstufen. Je nach der Zahl der Faktoren ist eine Differenzierung in die verschiedenen Typen der Varianzanalyse möglich. Wie in Tabelle 19 gezeigt entspricht hierbei die Gegebenheit einer unabhängigen und einer abhängigen der einfaktoriellen Varianzanalyse. Dementsprechend ist bei zwei unabhängigen Variablen (und einer abhängigen) von einer zweifaktoriellen Varianzanalyse die Rede. Ist mehr als eine

abhängige Variable gegeben, so wird dies als mehrdimensionale Varianzanalyse bezeichnet [BACKHAUS et al., 2006].

**Tabelle 19. Typen der Varianzanalyse**

| <b>Zahl der abhängigen Variablen</b> | <b>Zahl der unabhängigen Variablen</b> | <b>Bezeichnung des Verfahrens</b> |
|--------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------|
| 1                                    | 1                                      | Einfaktorielle Varianzanalyse     |
| 1                                    | 2                                      | Zweifaktorielle Varianzanalyse    |
| 1                                    | 3                                      | Dreifaktorielle Varianzanalyse    |
|                                      | usw.                                   |                                   |
| mindestens 2                         | eine oder mehrere                      | Mehrdimensionale Varianzanalyse   |

(Quelle: BACKHAUS et al., 2006)

Anhand dieser Methode besteht also die Möglichkeit, Unterschiede in den Erwartungswerten einer normalverteilten Zufallsvariable in mehreren Gruppen zu beurteilen. Mit dem hierzu bereitgestellten statistischen Test kann eine Entscheidung darüber gefällt werden, ob die beobachteten Unterschiede in den Mittelwerten der einzelnen Gruppen ausreichend groß sind, um davon auf Unterschiede in den dazugehörigen Grundgesamtheiten schließen zu können. Letztendlich wird anhand der Prüfgröße getestet, ob die Variabilität zwischen den Gruppen größer ist als innerhalb dieser. Sollte diese Bedingung erfüllt sein, so würde ein Indiz dafür vorliegen, dass Unterschiede zwischen den Gruppen bestehen [FAHRMEIR et al., 2007].

Dieses Verfahren hat eine Zerlegung der Variation (sogenannte Streuungszerlegung) der abhängigen Variablen in verschiedene Varianzkomponenten, die auf bestimmte Ursachen (Variation je einer unabhängigen Variablen allein, Kombination der Klassen mehrerer unabhängiger Variablen oder Messfehler) zurückgeführt werden können [HÄCKER und STAPF, 2004].

Das bedeutet (am Beispiel einer einfachen Varianzanalyse), wenn eine aus verschiedenen Gruppen (Stichproben) zusammengesetzte Datenmenge vorliegt, kann die Varianz der ihr zugrunde liegenden Population einerseits aus der Varianz der einzelnen Gruppen („Varianz innerhalb“) und andererseits aus der Varianz der

Gruppenmittelwerte und ihrem gemeinsamen Mittelwert („Varianz zwischen“) geschätzt werden [HÄCKER und STAPF, 2004].

Eine verlässlichere Schätzung der Populationsvarianz stellt die erste der beiden Schätzungen dar, da sie auf einer größeren Zahl von Daten beruht und von den zwischen den Gruppen möglicherweise bestehenden Mittelwertsunterschieden unbeeinflusst ist. Zum gleichen Resultat sollten die beiden Schätzungen der Populationsvarianz nur dann führen, wenn die verschiedenen Gruppen einer gemeinsamen Population entstammen und sich daher in ihren Mittelwerten nicht voneinander unterscheiden. Liegt jedoch ein Unterschied der Gruppen in ihren Mittelwerten vor, wird jede Varianzschätzung, die auf der Variation der Gruppenmittelwerte beruht („Varianz zwischen“), größer ausfallen als die aufgrund der Varianzen der einzelnen Gruppen („Varianz innerhalb“). Rechnerisch werden die Varianzschätzungen durch eine Zerlegung der *Quadratsumme Total* (quadrierte Abweichungen aller Einzelmessungen vom gemeinsamen Mittelwert) in zwei Komponenten gewonnen: in die *Quadratsumme innerhalb* (mittlere Summe der quadrierten Abweichungen der Einzelmessungen vom jeweiligen Gruppenmittelwert) und in die *Quadratsumme zwischen* (Summe der quadrierten Abweichungen der Gruppenmittelwerte von ihrem gemeinsamen Mittelwert).

Durch Division der einzelnen Quadratsummen durch die ihnen zugehörigen Freiheitsgrade, werden die Varianzen erhalten. Mit dem F- Test wird geprüft, ob die Schätzung der *Varianz zwischen* signifikant größer ist, als die der *Varianz innerhalb*. Die Bestimmung von F erfolgt nach der Formel [HÄCKER und STAPF, 2004]:

$$F = \text{Varianz zwischen} / \text{Varianz innerhalb}$$

Im Falle der Signifikanz des errechneten F- Werts, sind zur Feststellung, welche der Gruppenmittelwerte voneinander verschieden sind, nachträglich paarweise Mittelwertsvergleiche durchzuführen, wofür einige Verfahren entwickelt wurden. Die Anwendung des Verfahrens setzt neben Intervallvariablen und Normalverteilung der Population auch Homogenität der einzelnen Gruppenvarianzen voraus. Es ist zwar gegenüber Abweichungen von der Normalität robust, aber relativ sensibel in Bezug auf Verletzung der Homogenität [HÄCKER und STAPF, 2004].

#### 4.5.2.1. Einfaktorielle Varianzanalyse

Die einfaktorielle Varianzanalyse wird zum Vergleich von mehr als zwei unabhängigen Stichproben hinsichtlich ihrer Mittelwerte eingesetzt. Voraussetzungen sind, dass die Werte der Stichproben normalverteilt sein müssen und die Varianzhomogenität über die Stichproben hinweg.

Wenn  $k$  die Anzahl der Stichproben ist,  $n$  die Gesamtzahl der Werte und  $x_{ij}$  der  $j$ -te Wert in der  $i$ -ten Stichprobe, so kann die Gesamtvarianz in folgender Formel dargestellt werden (Abb. 22):

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x})^2$ | <p><math>\bar{x}</math> = Mittelwert über alle Werte</p> <p><math>n_i</math> = Umfang der <math>i</math>-ten Stichprobe</p> <p><math>k</math> = die Anzahl der Stichproben</p> <p><math>n</math> = die Gesamtzahl der Werte</p> <p><math>x_{ij}</math> = der <math>j</math>-te Wert in der <math>i</math>-ten Stichprobe</p> |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Abb. 22 Gesamtvarianz**

(Quelle: ZÖFEL, 2002)

Im Prinzip wird bei der Varianzanalyse die Gesamtvarianz in eine Varianz *innerhalb* und eine Varianz *zwischen* zerlegt. Für die Summe der Abweichungsquadrate (SAQ) gilt die im Folgenden dargestellte Beziehung, wobei die Summe auf der linken Seite der Gleichung die Aufsummierung der Abweichungen aller Werte vom Gesamtmittel ist. Daraus ergibt sich die Bezeichnung SAQ (gesamt).

Überführt man die in Abb. 22 gezeigte Formel in die „Kurzschreibweise“ (Abb. 23), so erkennt man, dass das erste Glied auf der rechten Seite für die Abweichungen der Werte vom jeweiligen Gruppenmittel [SAQ (innerhalb)] steht, und das zweite die Variabilität, die sich aus den Abweichungen der Gruppenmittel vom Gesamtmittel ergibt [SAQ (zwischen)], darstellt.

Die oben beschriebenen Summen der Abweichungsquadrate werden durch die zu ihnen gehörenden Freiheitsgrade geteilt, woraus sich die mittleren Quadrate (MQ) ergeben.

$$SAQ (gesamt) = SAQ (innerhalb) + SAQ (zwischen)$$

**Abb. 23 Kurzschreibweise**

(Quelle: ZÖFEL, 2002)

Wenn keine signifikanten Unterschiede vorliegen, werden sich MQ (innerhalb) und MQ (zwischen) nur zufällig voneinander unterscheiden, was zu einer entsprechenden Prüfgröße, die einer F- Verteilung folgt, führt. Ob man einen signifikanten Wert erhalten hat oder nicht, kann aus der F- Tabelle abgelesen werden [ZÖFEL, 2002].

#### **4.5.3. Hauptkomponentenanalyse (Principal Component Analysis, PCA)**

Die Hauptkomponentenanalyse dient der Reduktion von vielen Attributen auf wenige Variablen, die sogenannten Hauptkomponenten, welche lineare Kombinationen von Attributen sind. Diejenige Dimension, welche die größtmögliche Variation zwischen sämtlichen Produkten erklärt, wird erste Hauptkomponente genannt.

Eine „PCA map“ (PCA = Principal Component Analysis) ist eine grafische Darstellung auf Basis der ersten beiden Hauptkomponenten, welche zur Visualisierung der relativen Produktunterschiede erstellt wird. Die erste „principal component“ wird auf der x- Achse aufgetragen, die zweite auf der y- Achse. Unterschiede, die entlang der x- Achse aufgetragen werden, haben dementsprechend mehr Gewicht. Auf diese Weise kann mit Hilfe von zwei Dimensionen ein großer Anteil der Information abgebildet werden. Je weiter zwei Produkte beieinander liegen, desto ähnlicher sind sie sich und umgekehrt, wobei erwähnt werden soll, dass es sich um relative Unterschiede handelt.

Die Attribute können als Vektoren verstanden werden, wobei eine positive Korrelation vorliegt, wenn sie in die gleiche/ ähnliche Richtung zeigen. Negativ korreliert sind die Attribute, wenn die Vektoren in entgegengesetzte Richtung weisen. Liegen sie in einem rechten Winkel zueinander vor, so sind die entsprechenden Attribute unkorreliert. Auch die Länge der Vektoren spielt eine Rolle: kurze tragen weniger, lange mehr zur Produktdifferenzierung bei.

Aber auch die dritte Hauptkomponente kann betrachtet werden, wodurch sich der Prozentsatz der dargestellten Information erhöht. Grundsätzlich gilt, dass jede Dimension, die mehr als 10% erklärt, relevant ist [DERNDORFER, 2006].

## 5. Schlussbetrachtung

In der Sensorik werden die menschlichen Sinne instrumentalisiert und dazu eingesetzt, die mit ihnen erfassbaren Größen zu quantifizieren und zu interpretieren [SOLMS, 1977]. Da mit Hilfe der sensorischen Methoden nicht nur nach deskriptiven Eigenschaften geforscht werden kann, sondern es auch möglich ist Gesamteindrücke, Beliebtheit und Präferenzen zu ermitteln, hat der Mensch technischem Equipment gegenüber deutliche Vorteile.

Aus diesem Grund findet die sensorische Analyse u.a. in der Produktentwicklung, Marktforschung [NEUMANN und MOLNÁR, 1991] und Optimierungsprozessen Anwendung. Nicht nur in der Lebensmittelindustrie sondern auch bei Tabakwaren, Kosmetika und Reinigungsmitteln, nur um ein paar Beispiele zu nennen [BUSCH-STOCKFISCH, 2006]. Es werden hierbei Geruchs-, Geschmacks-, Gesichts-, Gehör-, Temperatur-, Schmerz-, kinästhetischer und mechanischer Hautsinn eingesetzt [NEUMANN und MOLNÁR, 1991].

Da bei Lebensmittelprüfungen dem Geschmacks- und dem Geruchssinn besondere Bedeutung zukommt, wird den zuzuordnenden Organen besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Die Zunge, welches ein mit muskuläres Transportorgan ist, ist Träger der Sinnesorgane für Geschmacks- und Tastempfindung [FALLER und SCHÜNKE, 2008]. Mit ihr können die Qualitäten süß, bitter, sauer, salzig und umami wahrgenommen werden. Die zur Nase gehörende Riechschleimhaut (*Regio olfactoria*) ist für die Wahrnehmung von Gerüchen verantwortlich. In ihrer Schleimschicht werden Duftstoffe gelöst und es wird, über weitere Mechanismen, ein Geruchseindruck ausgelöst [SILBERNAGL und DESPOPOULOS, 2003]. Dies geschieht sowohl pro-, als auch retronasal, beispielsweise während des Essens, wo Geruchsmoleküle, durch die direkte Verbindung zwischen Mund- und Nasenhöhle, zur Riechschleimhaut gelangen [DERNDORFER, 2006]. Das macht die Nase zu einem wichtigen Bestandteil in der geschmacklichen Gesamtwahrnehmung von Lebensmitteln.

Aber auch die Beziehung zwischen physischen Reizen und den ihnen entsprechenden Erlebnissen ist von Bedeutung [HÄCKER und STAPF, 2004]. In dieser Wissenschaft wurden Schwellen (Reiz-, Erkennungs-, Unterschieds-, und Sättigungsschwelle) definiert und Konstanten für Reizdimensionen, und Gesetzmäßigkeiten festgelegt, was für das Verständnis von Zusammenhängen wichtig ist.

„Palate cleansers“ werden in der sensorischen Analyse häufig eingesetzt, wenn viele Proben hintereinander verkostet werden sollen, um ein Grundmilieu im Mund herzustellen und um u.a. „carry- over-“ oder „build- up-“ Effekte zu vermeiden und Residuen verschiedener Geschmäcker wieder zu entfernen. In den bearbeiteten Studien wurden verschiedene „cleansing agents“ und deren Wirkung in unterschiedlichen Testsituationen analysiert.

Gearbeitet wurde in den meisten Fällen mit Zeit- Intensitäts- Skalen, (ausgenommen sind die Studien von JOHNSON und VICKERS [2004], VICKERS et al. [2008]) wobei der Einsatz der „palate cleansers“ zumeist detailliert erklärt und genauestens geregelt wurde. Beispielsweise wurde bei COLONNA et al. [2004] sehr genau festgelegt, wie viel Probe und wie viel „palate cleanser“ die Prüfpersonen vorgelegt bekamen. Zudem gab man den Prüfern exakte Anweisungen, was sie in der Testsituation zu tun hatten. Auch BRANNAN et al. [2001] machten konkrete Angaben zur Handhabung der Proben und der „palate cleansers“. Bei ROSS et al. [2007] wurde zwar genau beschrieben, in welchen Mengen Proben und „cleansing agents“ ausgeteilt wurden, aber es wurden zum Teil ungenaue Angaben gemacht, wie viel des „cleansers“ die Prüfer in den Mund nehmen sollten (z.B.: ein Schluck; ~ 10 mL). In der Studie von HUTCHINSON et al. [1990] wird zwar angegeben, wie viel „palate cleanser“ die Prüfer erhielten und dass die Proben in 1- Unzen (1 oz = 28.35 g) Plastikbechern präsentiert wurden, aber es wird nicht dezidiert gesagt, ob die Prüfer die ganze Probe in den Mund nahmen oder nicht. Bei BÄNZIGER et al. [2008] werden gar keine Angaben über Portionsgrößen von „palate cleansers“ oder Proben gemacht. Bei JOHNSON und VICKERS [2004] und VICKERS et al. [2008] wurde lediglich die Menge der dargereichten Proben und „cleansing agents“ erwähnt, die Prüfpersonen wurden auch über die Menge der in den Mund zu nehmenden Probe instruiert, die Menge und der Zeitraum des Gebrauches der „palate cleansers“ stand den Prüfern aber frei. Die Frage stellt sich hierbei nach der

Vergleichbarkeit der erhaltenen Daten, da beispielsweise auf Nachfrage mehr „palate cleansers“ bekommen werden konnte [JOHNSON und VICKERS, 2004]. So kann nicht mehr nachvollzogen werden, welche Testperson wie viel „cleansing agent“ benutzt hat. Man könnte eventuell auch überlegen, ob der Effekt des eingesetzten „palate cleanser“ auch mit der Menge korreliert in der er angewendet wird. Bei VICKERS et al. [2008] wurde in den Durchläufen mit Karotten und Crackern zusätzlich Wasser als „palate cleanser“ angeboten, wobei den Prüfern keine speziellen Anweisungen gegeben wurden, es auch zu benutzen. Dies könnte insofern Fragen aufwerfen, als manche Testpersonen das Wasser verwendet haben und manche nicht und man im Zweifelsfall keine Rückschlüsse ziehen kann, woher der entstandene Effekt herrührt. Im umgekehrten Fall könnten erwünschte Ergebnisse bezüglich der Effektivität von Karotten oder Crackern buchstäblich verwässert werden und nicht zu Tage treten.

Tatsächlich wurden in der Studie von JOHNSON und VICKERS [2004] keine signifikanten Unterschiede, in Bezug auf die Erhöhung der Diskriminierung zwischen den Proben oder der Minimierung von Adaptation oder „build- up“, zwischen den „palate cleansing-“ Strategien gefunden werden. Bei VICKERS et al. [2008] konnte beobachtet werden, dass der Cracker den sauren Geschmack verglichen mit Karotten und Wasser am besten unterdrücken konnte, da die Prüfer den sauren Geschmack nach der Anwendung von Karotten oder Wasser als „palate cleansers“ höher bewerteten als nach dem Gebrauch von Crackern. Die Fähigkeit zwischen den Proben zu diskriminieren blieb gleich und bei keinem der „cleansing agents“ wurden Adaptations- oder „build- up-“ Effekte gefunden. Zusätzlich wurden in oben genannter Studie pH-Wert und titrierbare Säure gemessen. Gab man Karotten zu, so stieg der pH- Wert, im Vergleich zu den Messungen des reinen Orangengetränkes, leicht an, was aber wenig Einfluss auf die titrierbare Säure hatte. Anders beim Zusatz von Crackern: der pH- Wert stieg stärker an, aber die titrierbare Säure sank auf niedrigere Levels ab, als beim puren Orangengetränk.

Cracker wurden auch in der Studie von ROSS et al. [2007] im Vergleich zu deionisiertem Wasser, Carboxymethylcellulose (CMC) und Pektin, als am effektivsten

in der Reduzierung des „carry- over-“ Effekts von adstringierendem Mundgefühl bei rotem Wein, erachtet.

Bei COLONNA et al. [2004] variierte die Effektivität der „palate cleansers“ hinsichtlich der Reduzierung des adstringierenden Mundgefühls signifikant im ersten Experiment, was unter anderem von dem Zeitpunkt der Messung abhing. Ähnlich verhielt es sich in Experiment 2. Hier war die Pektinlösung (ein Mal hoch und ein Mal niedrig konzentriert) und die hoch konzentrierte CMC- Lösung am effektivsten im Vergleich zu den anderen vier Spülungen. Im dritten Experiment konnte festgestellt werden, dass die Pektinlösung die Intensität des adstringierenden Stimulus auf signifikant niedrigere Levels reduzierte als die anderen Spülungen von dem Zeitpunkt an, an dem die Spülung ausgespuckt wurde. Nach 45 Sekunden waren Cracker effektiver als Wasser bezüglich der Reduzierung des adstringierenden Mundgefühls von Rotwein.

Bei BRANNAN et al. [2001] konnte das deionisierte Wasser die bitteren oder adstringierenden Residuen im Mund nicht effektiver als andere Spülungen in einer Serie von Bewertungen entfernen. Die höhere Viskosität der Spülungen mit Gummi und/oder Öl steigerte wahrscheinlich deren Effektivität. Die 5% Maiskeimöl in 0.3% Xanthan- Lösung und 0.55% CMC waren gleich effektiv in der Reduzierung von bitteren Resten, aber CMC resultierte in einem geringeren Residualeffekt für die adstringierende Empfindung. Daher wurde hier 0.55% CMC- Lösung als eine effektive Interstimulus- Spülung für die Bewertung von adstringierendem Mundgefühl und bitterem Geschmack in Modelllösungen angesehen.

In der Studie von HUTCHINSON et al. [1990] waren alle eingesetzten „palate cleansers“ effektiv in der Reduzierung des Brennens von Capsaicin so lange sie im Mund behalten wurden. Ihre Wirkung verschwand aber 30 Sekunden nachdem sie wieder ausgespuckt worden waren. Eigentlich wäre erwartet worden, dass Butter, aufgrund der Fettlöslichkeit von Capsaicin, am besten für dessen Linderung geeignet ist. Die Hypothese, dass taktile Sensationen so lange sich diese im Mund befinden, als wirksames Mittel erweisen, wurde in gewisser Hinsicht bestätigt, sodass die beste

Möglichkeit die von Capsaicin stammende Schärfe zu entfernen ist, etwas kühles, raues über einen Zeitraum im Mund zu behalten – in dieser Studie Reis und Butter.

Bei BÄNZIGER et al. [2008] erhält man eine Vielzahl an Informationen über die Anwendung von „palate cleansers“. Wenn Rinderbouillon, wegen des salzigen Geschmacks, getestet wurde, so war abgeschluckter Früchtetee am besten. Bei gepökelttem Schinken, der aufgrund seines intensiven Geschmacks gewählt wurde, waren abgeschlucktes oder ausgespucktes Brot und ausgespuckter Früchtetee am effektivsten. Hinsichtlich der geräucherten Würstchen waren ausgespucktes Brot und Früchtetee am besten. Bei Schweizer Käse waren Apfel und Birne, bei Ajvar Frischkäse und bei Kaffee (bitter) waren abgeschluckter Frischkäse und Cracker und ausgespuckter Frischkäse am geeignetsten. Im Fall von Tee mit seinem adstringierenden Geschmack war Frischkäse am besten. Wenn Milkschokolade (süß), dunkle Schokolade (bitter), Bier (bitter) und Rotwein (adstringierend) getestet wurden, waren keine signifikanten Unterschiede zwischen den „palate cleansers“ beobachtbar, weder beim Ausspucken noch beim Abschlucken.

Beim Zusammenfassen aller erhaltenen Informationen kann gesagt werden, dass sich der Cracker als „palate cleanser“ sowohl für die Reduzierung von unerwünschten Effekten bei saurem Geschmack und adstringierenden Sensationen eignet. Für die Minimierung der Adstringenz sind aber auch CMC (Carboxymethylcellulose), Pektin und Frischkäse durchaus qualifizierte „cleansing agents“. In Bezug auf die Reduktion von bitterem Geschmack bieten sich abgeschluckter Cracker oder Frischkäse (abgeschluckt und ausgespuckt) an. Bei scharfen Speisen sollten kühle und raue Dinge eingesetzt werden, wie Butter, Reis oder Frischkäse. Ist das Lebensmittel stark gesalzen, wie Rinderbouillon, so kann abgeschluckter Früchtetee helfen und bei intensiv schmeckenden Produkten Brot (abgeschluckt und ausgespuckt) und Früchtetee (ausgespuckt). Bei geräucherten Würstchen eignen sich ausgespucktes Brot und Früchtetee und bei Käse (Gesamtintensität) Apfel und Birne (Tabelle 20).

**Tabelle 20. Geeignete „palate cleansers“**

| <b>Zu reduzierende sensorische Sensation</b> | <b>Geeigneter „palate cleanser“</b> |
|----------------------------------------------|-------------------------------------|
|                                              |                                     |
| Adstringierend                               | Cracker, CMC, Pektin, Frischkäse    |
| Bitter                                       | Cracker, Frischkäse                 |
| Salzig                                       | Früchtetee                          |
| Scharf                                       | Reis, Butter, Frischkäse            |
| Intensiv schmeckend                          | Brot, Früchtetee                    |
| Geräuchert                                   | Brot, Früchtetee                    |
| Gesamtintensität                             | Apfel, Birne                        |

(Quelle: Eigene Erstellung)

## **6. Zusammenfassung**

Die menschlichen Sinnesorgane können nicht nur dazu eingesetzt werden, um zu testen, ob Lebensmittel genusstauglich sind, oder nicht. Sie können auch als Messinstrument in der sensorischen Analyse eingesetzt werden, um die mit ihnen erfassbaren Größen zu quantifizieren und zu interpretieren [SOLMS, 1977]. Diese ist auf vielen Gebieten, wie der Prozessoptimierung in der Lebensmittelindustrie, nur um ein Beispiel anzuführen, einsetzbar [BUSCH- STOCKFISCH, 2006]. Aber gerade, wenn viele Proben hintereinander verkostet werden müssen, können Adaptation, „carry- over-“ oder „build- up-“ Effekte auftreten. Aus diesem Grund finden zu deren Vorbeugung häufig „palate cleansers“ Anwendung.

In den in der vorliegenden Arbeit vorgestellten Studien werden verschiedene „palate cleansers“ für unterschiedliche Problemstellungen eingesetzt. Bei der Verwendung der „cleansing agents“ in einer Studie, in welcher der Bittergeschmack in präparierten Frischkäseproben untersucht wurde, konnte mit den eingesetzten „palate cleansers“ weder eine signifikante Minimierung von Adaptation oder „build- up“ erzielt werden, noch unterschieden sie sich bezüglich ihrer Effektivität, die Diskriminierung innerhalb der Proben zu erhöhen, voneinander [JOHNSON und VICKERS, 2004]. Eine andere Studie, die sich mit Bitterkeit und Adstringenz befasst hat, ergab, dass Wasser die Rückstände der Sensationen nicht effektiver als andere Spülungen in einer Serie von Bewertungen entfernte. Die eingesetzte 0.3% Xanthan- (mit 5% Maiskeimöl) Lösung war gleich effektiv wie die 0.55% CMC- Lösung bei der Reduzierung von bitterem Geschmack. Allerdings resultierte CMC in einem geringeren Residualeffekt für adstringierende Sensationen, weshalb es insgesamt als guter „palate cleanser“ für beide Geschmackssensationen der Modelllösungen eingestuft wurde [BRANNAN et al. 2001]. Bei einer anderen Studie waren Cracker am effektivsten bei der Reduktion des „carry- over-“ Effektes bezüglich der Adstringenz in Rotwein [ROSS et al., 2007]. In den Untersuchungen von COLONNA et al. [2004], die ebenfalls den „carry- over-“ Effekt von adstringierendem Mundgefühl bei der Evaluierung von Rotwein zum Thema hatten, wurden keine signifikanten Unterschiede in der Effektivität zwischen Gelatine, Wasser oder PVP gefunden. Bei Ovalbumin blieb die Adstringenz am längsten erhalten. Die Pektinlösungen (ein Mal hoch und ein Mal niedrig konzentriert) und die CMC-

Lösung, die hoch konzentriert war, reduzierten die getestete Sensation am effektivsten im Vergleich zu den anderen vier Spülungen. Weiters ergab sich, dass zum Zeitpunkt des Ausspuckens die Pektinlösung am effektivsten, aber Cracker effektiver als Wasser waren.

In der Untersuchung von saurem Geschmack unterdrückten, bei VICKERS et al. [2008], Cracker diesen am besten. Allerdings unterschieden sich die eingesetzten „palate cleansers“ nicht in ihrer Effektivität bezüglich einer Erhöhung der Diskriminierungsfähigkeit zwischen den Proben. Außerdem wurden weder „build- up“ noch Adaptation bei keinem der „cleansing agents“ bemerkt.

Die Schärfe von Capsaicin unterdrückten Butter und Reis am besten, wie HUTCHINSON et al. [1990] zeigten. Obwohl gesagt werden muss, dass alle verwendeten „palate cleansers“ das Brennen reduzierten, solange sie im Mund behalten wurden, war die Schärfe nach dem Ausspucken wieder zu spüren.

Eine weitere Untersuchung mit verschiedenen „palate cleansers“ für ausgewählte Produkte, die zusätzlich das Abschlucken und das Ausspucken der „cleansing agents“ analysierte, erwies, dass im Fall der Rinderbouillon abgeschluckter Früchtetee am effektivsten war. Bei gepökeltem Schinken waren ausgespuckter Tee und Brot besser als Wasser. Wurden die „cleansers“ abgeschluckt, war Brot besser als Früchtetee und dieser besser als Wasser. Was die geräucherten Würstchen betraf waren ausgespucktes Brot und Wasser besser als der Tee. Zwischen den abgeschluckten „palate cleansers“ gab es keine signifikanten Unterschiede. Wurde Schweizer Käse getestet, so waren Apfel und Birne besser als die erste Teezubereitung, und die zweite Teezubereitung war besser als Wasser. Weder bei den verschiedenen getesteten Schokoladen, noch bei Bier und Rotwein gab es signifikanten Unterschiede zwischen den „cleansing agents“. Im Fall von Ajvar erwies sich Frischkäse als besser als Cracker, Wasser und Brot. Für Kaffee eigneten sich abgeschluckter Frischkäse und Cracker besser als Früchtetee und Wasser. Wurde ausgespuckt so war Frischkäse besser als Früchtetee und Wasser, und Cracker waren besser als Wasser. Bei schwarzem Tee war Frischkäse immer besser als Wasser [BÄNZIGER et al., 2008].

## **7. Summary**

The human sense organs are not only used for checking if food is qualified for consumption or not. They can also be used as measure instruments in sensory analysis to quantify and interpret the dimensions ascertained [SOLMS, 1977]. The sensory analysis can be used in different sectors, for example for optimizing processes in the food industry. But when a lot of samples have to be tested, adaption, carry-over or build-up effects can appear. This is to be prevented by the palate cleansers.

In the investigations which are mentioned in the present work, different palate cleansers are used for various questions. In the study on bitterness of prepared cream cheese samples the palate cleansers which were used could not minimize adaption or build-up significantly. And they did not differ in their effectiveness to increase the discrimination among the samples [JOHNSON und VICKERS, 2004].

Further investigation dealing with bitterness and astringency found out that water was not more effective in removing the bitter or astringent residuals in one series of assessments. The 0.3% Xanthan gum solution with 5% corn oil was as effective as the 0.55% CMC solution in reducing bitter taste and astringency. CMC though resulted in a smaller residual effect for the astringent mouthfeel. Because of this the CMC solution could be recommended as a good palate cleanser for both sensations in model solutions [BRANNAN et al., 2001].

In red wine crackers were to be found the most effective cleansing strategy in reducing astringency [ROSS et al., 2007]. In the ingestion by COLONNA et al. [2004] there were no significant differences among the palate cleansers gelatine, water or PVP in the reduction of astringency in red wine. When ovalbumin was used astringency was lasting longest. The pectin (in high and low concentration) and the CMC solutions with the high concentration were reducing the tested sensations, the most effective in comparison to the other four rinses. Further the pectin solution was the most effective at the time when it was spat out. At 45 seconds the crackers were more effective than water.

For sourness crackers were the best strategy to suppress it. The used palate cleansers did not differ in the effectiveness of increasing discrimination among the samples. Additionally, neither build-up nor adaption were recognised for none of the cleansing agents [VICKERS et al., 2008].

For pungency of capsaicin butter and rice were the best to suppress it. Though all of the used palate cleansers reduced pungency as long as they were held in the mouth. When they were spat out, the burn reestablished [HUTCHINSON et al., 1990].

A further investigation on different palate cleansers for various products in which swallowing and expectoration of the cleansing agents was analysed showed that in the case of beef bouillon swallowed fruit tea is most effective. For cured ham expectorated fruit tea and bread were better than water. When the palate cleansers were swallowed, bread was better than fruit tea and the tea was better than water. In the case of smoked sausages expectorated bread and water were better than tea. There were no significant differences among the palate cleansers when the cleansing agents were swallowed. When Swiss cheese was tested apple and pear were better than the first preparation of tea and the second one was better than water. There were no significant differences among the cleansing agents neither at the different kinds of chocolate nor at beer or red wine. When ajvar was analysed cream cheese was better than crackers, water and bread. For coffee swallowed cream cheese and cracker were better than fruit tea and water. When the palate cleansers were spat out cream cheese was better than fruit tea and water and crackers were better than water. For black tea cream cheese was always better than water [BÄNZIGER et al., 2008].

## **8. Literaturverzeichnis**

ASTM (1997). Standard guide for the time-intensity evaluation of sensory attributes. Draft document.

ALLISON, A-M.A., CHAMBERS IV, E., MILLIKEN, G.A., CHAMBERS, D.H. Effects of interstimulus rinsing and time on measurements of capsaicin heat in tomato salsa. *Journal of Sensory Studies* (1999) 14, 401-414.

BACKHAUS, K., ERICHSON, B., PLINKE, W., WEIBER, R. *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (11. Auflage). Berlin, Heidelberg, New York: Springer (2006).

BÄNZIGER, C., BONGARTZ, A., BRUGGER, C., HÄFLIGER, P., TAKACS, T. A closer look to Palate Cleansing and Swallowing / Expectoration. Hamburg, Deutschland: Third European Conference on Sensory and Consumer Research (7th – 10th September 2008).

BORTZ, J. *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6. Auflage). Berlin: Springer Verlag (2004).

BRANNAN, G.D., SETSER, C.S., KEMP, K.E. Effectiveness of rinses in alleviating bitterness and astringency residuals in model solutions. *Journal of Sensory Studies* (2001) 16, 261-275.

BROSIUS, F. *Professionelle Statistik unter Windows* (1. Auflage). Bonn: mitp- Verlag GmbH (1998).

BURDACH, K.I. *Gustatorische, olfaktorische und trigeminale Wahrnehmung, Geschmack und Geruch*. Bern: Verlag Hans Huber (1988).

BUSCH- STOCKFISCH, M. *Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung*. (14. Ausgabe). Hamburg: B. Behrs Verlag (2006).

BUTLER, G., POSTE, L.M., MACKIE, D.A., JONES A. Time-intensity as a tool for the measurement of meat tenderness. *Food Quality and Preference* (1996) 7 (3/4), 193-204.

CLIFF, M., NOBLE, A.C. Time-Intensity Evaluation of Sweetness and Fruitiness and Their Interaction in Model Solution. *Journal of Food Science* (1990) 55 (2), 450-454.

COLONNA, A.E., ADAMS, D.O., NOBLE, A.C. Comparison of procedures for reducing astringency carry-over effects in evaluation of red wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research* (2004) 10, 26-31.

DERNDORFER, E. Lebensmittelsensorik. Wien: Facultas Verlags- und Buchhandels AG (2006).

DIJKSTERHUIS, G.B. Principal Component Analysis of Time-Intensity Bitterness Curves. *Journal of Sensory Studies* (1993) 8, 317-328.

DIJKSTERHUIS, G.B. Multivariate Data Analysis in Sensory and Consumer Science. Trumbull, Connecticut: Food&Nutrition Press, Inc. (1997).

DIJKSTERHUIS, G., EILERS, P. Modelling time-intensity curves using prototype curves. *Food Quality and Preference* (1997) 8 (2), 131-140.

DUIZER, L.M., BLOOM, K., FINDLAY, C.J. The effect of line orientation on the recording of time-intensity perception of sweetener solutions. *Food Quality and Preference* (1995) 6, 121-126.

DUIZER, L.M., GULLETT, E.A., FINDLAY, C.J. Time-Intensity Methodology for Beef Tenderness Perception. *Journal of Food Science* (1993) 58 (5), 943-947.

EILERS, P.H.C., DIJKSTERHUIS, G.B. A parametric model for time-intensity curves. *Food Quality and Preference* (2004) 15, 239-245.

FAHRMEIR, L., KÜNSTLER, R., PIGEOT, I. Statistik (6. Auflage). Berlin: Springer Verlag (2007).

FALLER, A., SCHÜNKE, M. Der Körper des Menschen. Einführung in Bau und Funktion (15. Auflage). Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag (2008).

FLIEDNER, I., WILHELMI, F. Grundlagen und Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik. Hamburg: B. Behrs Verlag GmbH & Co (1989).

FLIPSE, M. TI research (TI onderzoek, In Dutch). Internal report OP&P Utrecht/Agricultural University Wageningen (1992).

FRADIN, N. Time Intensity Data Analyses: Panel Performance and Product Characterisation. Review No. 17. Gloucestershire: Campden & Chorleywood Food Research Association Group (1999).

FRICKER, A. Lebensmittel mit allen Sinnen prüfen. Berlin: Springer Verlag (1984).

GODARD, C., SAUVAGEOT, F. The time-intensity method for sensory evaluation: effect of the nature of the instruction on assessors response. *Sciences des Aliments* (1993) 13, 345-352.

HÄCKER, H.O., STAPF, K-H. Dorsch Psychologisches Wörterbuch. (14. Auflage). Bern: Verlag Hans Huber (2004).

HUTCHINSON, S.E., TRANTOW, L.A., VICKERS, Z.M. The effectiveness of common foods for reduction of capsaicin burn. *Journal of Sensory Studies* (1990) 4, 157-164.

JELLINEK, G. Sensorische Lebensmittelprüfung. Lehrbuch für die Praxis. Pattensen: Verlag Doris & Peter Siegfried (1981).

JOHNSON, E.A., VICKERS, Z. The effectiveness of palate cleansing strategies for evaluating the bitterness of caffeine in cream cheese. *Food Quality and Preference* (2004) 15 (4), 311-316.

LIU, Y.-H., MACFIE, H.J.H. Methods for averaging time-intensity curves. *Chemical Senses* (1990) 15, 471-484.

LUCK, G., LIAO, H., MURRAY, N.J., GRIMMER, H.R., WARMINSKI, E.E., WILLIAMSON, M.P., LILLEY, T.H., HASLAM, E. Polyphenols, astringency, and proline-rich proteins. *Phytochemistry* (1994) 37, 357-371.

LÜLLMANN-RAUCH, R. Histologie. Verstehen – Lernen – Nachschlagen. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag (2003).

MACFIE, H.J.H., LIU, Y.H. Developments in the Analysis of Time-Intensity Curves. *Food Technology* (1992) 46 (11): 92-97.

MATZIK, B., KETTERN, E. (1983). Neutralisationsmittel für sensorische Prüfungen. Untersuchungen zur Wirksamkeit einiger Neutralisationsmittel. *Deutsche Lebensmittelrundschau* (1983) 79. Jahrg., 11, 376-382.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G.V., CARR, B.T.H. *Sensory Evaluation Techniques*. New York: CRC Press (1999).

NEUMANN, R., MOLNÁR, P. *Sensorische Lebensmitteluntersuchung*. 2. neubearbeitete Auflage. Leipzig: Fachbuchverlag (1991).

NOBLE, A.C., MATYSIAK, N.L., BONNANS, S. (1991). Factors Affecting the Time-Intensity Parameters of Sweetness. *Food Technology* 45 (11) 121-126.

OTT, D.B., PALMER, S.J. Ingestion and expectoration sampling methods of four tastes in model system using time-intensity evaluations. *Journal of Sensory Studies* (1990) 13, 53-70.

OVERBOSH, P., VAN DEN ENDEN, J.C., KEUR, B.M. An improved method for measuring perceived intensity/time relationships in human taste and smell. *Chemical Senses* (1986) 3, 331-337.

PORTMANN M.-O., SERGHAT, S., MATHLOUTHI, M. Study of some factors affecting intensity(time characteristics of sweetness. *Food Chemistry* (1992) 44, 83-92.

PSCHYREMBEL. Klinisches Wörterbuch (261. Auflage). Berlin, New York: Walter de Gruyter GmbH & Co. KG (2007).

ROSS, C.F., HINKEN, C., WELLER, K. (2006). Efficacy of palate cleansers for reduction of astringency carryover during repeated ingestions of red wine. *Journal of Sensory Studies* (2007) 22, 293-312.

RUMMEL, C. Einfach beschreibende Prüfung (Abschnitt III, Kap. 1), Bedeutung deskriptiver Verfahren (Abschnitt III, Kap. 2.1.1) und Konventionelle Profile (QDA<sup>®</sup>, Spectrum<sup>TM</sup>-Methode) (Abschnitt III, Kap. 2.2).

In: BUSCH-STOCKFISCH, M. Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Hamburg: B. Behr's Verlag (2006).

SCHMITT, D.J., THOMPSON, L.J., MALEK, D.M., MUNROE, J.H. (1984). An Improved Method for Evaluating Time-Intensity Data. *Journal of Food Science* (1984) 49, 539-542.

SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. Taschenatlas der Physiologie (6., korrigierte Auflage). Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag (2003).

SOLMS, J., Sensorische Erfassung und Beurteilung von Lebensmitteln – eine allgemeine Einführung.

In: BURKHALTER, G., DAEPP, H.U., HERRMANN, C., KLEINERT, J., MOLL H., MOSKOWITZ, H.R., SOLMS, J., VAISEY, M. Sensorische Erfassung und Beurteilung von Lebensmitteln. *Sensory Evaluation of Foods*. Zürich/Switzerland: Forster Verlag AG (1977).

STAMPANONI, C.R., NOBLE, A.C. The influence of fat, acid and salt on the temporal perception of firmness, saltiness, and sourness of cheese analogs. *Journal of Texture Studies* (1991) 22, 381-392.

TAIRA, S., ONO, M., MATSUMOTO, N. (1997). Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. *Postharvest Biology and Technology* (1997) 12, 265-271.

VAN BUUREN, S. Principal curves of Time-Intensity data. PRM 02-91, Leiden Psychological reports, psychometrics and research methodology. Department of psychology, Leiden University (1991).

VAN BUUREN, S. Analyzing Time-Intensity Responses in Sensory Evaluation. *Food Technology* (1992) 46 (11), 101-104.

VICKERS, Z., MORRIS, E.E., SAVARIA, M. Effectiveness of palate cleansers for evaluating sourness. *Journal of Sensory Studies* (2008) 23, 526-532.

WAHRIG-BURFEIND, R. Wahrig. Fremdwörterlexikon (7. Auflage). München: Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG (2004).

ZIMBARDO, P.G., GERRIG, R.J. Psychologie. (16. Auflage). München: Pearson Studium (2004).

ZIMOCH, J., FINDLAY, C.J. Effective Discrimination of Meat Tenderness Using Dual Attribute Time Intensity (1998) 63 (6), 940-944.

ZÖFEL, P. Statistik verstehen. Ein Begleitbuch zur computergestützten Anwendung. München/Germany: Addison-Wesley Verlag (2002).

<http://www.digitalefolien.de/biologie/mensch/sinne/zunge2.gif>, 17.09.2009

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b9/Geschmacksknospe.svg/708px-Geschmacksknospe.svg.png>, 17.09.2009

<http://www.csuci.edu/alzheimer/images/gprotein.jpg>, 17.09.2009

<http://www.qualimedic.de/bilder/allergie/nase.jpg>, 17.09.2009

[http://www.sinnesphysiologie.de/proto00/ws99\\_00/Riechen/images/r1riebschleimhaut.jpg](http://www.sinnesphysiologie.de/proto00/ws99_00/Riechen/images/r1riebschleimhaut.jpg), 17.09.2009

<http://upload.wikimedia.org/math/1/3/3/133b0c148d3c1bed55ec9ab5deebc42f.png>, 17.09.2009

[http://en.wikipedia.org/wiki/Cluster\\_analysis](http://en.wikipedia.org/wiki/Cluster_analysis), 15.09.2009

[http://en.wikipedia.org/wiki/Analysis\\_of\\_variance](http://en.wikipedia.org/wiki/Analysis_of_variance), 15.09.2009

## **CURRICULUM VITAE**

### **Curriculum Vitae Marion Flegar**

#### **Persönliche Daten**

Name: Marion Flegar

Adresse: Heipelweg 9, 8700 Leoben, Österreich

Telefon: +43 650 43 22 401

Email: marfle@gmx.net

Geburtsdatum: 04. März 1985, Leoben

Nationalität: Österreich

Vater: Anton Flegar

Mutter: Erika Flegar

#### **Werdegang**

1991-1995 Besuch der VS Leoben- Seegraben

1995-2003 Besuch des BG/BRG Leoben

seit 2003 Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien

seit 1992 Besuch der Musikschule Leoben

2003 Abschluss der Musikschule Leoben

#### **Berufserfahrung**

von 2002 bis 2009 diverse Feriapraktika bei AT&S

19.3.2007 – 22.06.2007 Praktikum in der Bäckerei Schwarz

05.02.2008 – 06.03.2008 Praktikum am Institut für  
Ernährungswissenschaften