



# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Einfluss von extrinsischen Faktoren auf die Geruchs-  
und Geschmackswahrnehmung

Verfasserin

Martina Stromberger

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studien-  
blatt:

A 474

Studienrichtung lt. Studien-  
blatt:

Diplomstudium Ernährungswissenschaften

Betreuerin / Betreuer:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak

# Danksagung

Bedanken möchte ich mich besonders bei Frau **Ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak** für die liebenswürdige, umfassende und gute Betreuung dieser Diplomarbeit.

Allen weiteren Lehrbeauftragten und Mitarbeitern des Institutes für Ernährungswissenschaften gilt mein Dank für die gute Ausbildung, die mir dort zu Teil wurde.

Mein größter Dank gilt:

Isabella Galli

Johann Galli

Otto & Paula Romanino

Christoph Galli & Andrea Fellner & Felix Fellner

Johannes Galli

**Christian Karl Stromberger & Florian Paul Stromberger**

Sie alle sind mir während meines Studiums mit Rat und Tat zur Seite gestanden.

# **Einfluss von extrinsischen Faktoren auf die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung**

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Die chemischen Sinne</b>	<b>3</b>
<b>3. Geschmackssinn</b>	<b>5</b>
3.1. Anatomie – Morphologie der Geschmackswahrnehmung	5
3.2. Geschmacksqualitäten	7
3.2.1. Salzig	7
3.2.2. Sauer	8
3.2.3. Süß	8
3.2.4. Bitter	9
3.2.5. Umami	10
3.2.6. Geschmacksqualitäten die noch zur Diskussion stehen: Fett, Kalzium, Metallisch	11
3.2.7. Geschmacksqualitäten und deren Areale auf der Zunge	12
<b>4. Geruchssinn</b>	<b>12</b>
4.1. Anatomie – Morphologie der Geruchswahrnehmung	13
4.2. Geruchsqualitäten	14
<b>5. Sonstige Sinne</b>	<b>15</b>
<b>6. Klassifikation von Geschmacks- und Geruchsstörungen</b>	<b>17</b>
6.1. Geruchsstörungen – Auswirkungen auf die Ernährung bzw. auf das Körpergewicht	19
6.2. Geschmacksstörungen – Auswirkungen auf die Ernährung bzw. auf das Körpergewicht	19
<b>7. Extrinsische Faktoren</b>	<b>20</b>
<b>7.1. Physiologische Faktoren</b>	<b>20</b>

<b>7.1.1. Genetik</b>	<b>20</b>
7.1.1.1. Lebensräume und Genetik	22
7.1.1.2. Genetisch determinierte Anosmien und Ageusien	24
7.1.1.2.1. PTC & PROP Schmecker und Nicht-Schmecker	24
<b>7.1.2. Alter</b>	<b>26</b>
7.1.2.1. Säuglinge und Kleinkinder	26
7.1.2.2. Kinder, Jugendliche und Erwachsene	28
7.1.2.3. Ältere Personen	29
<b>7.1.3. Geschlecht</b>	<b>32</b>
7.1.3.1. Weiblicher Zyklus	34
7.1.3.2. Schwangerschaft	34
<b>7.1.4. Gewicht/Körperbau</b>	<b>37</b>
<b>7.1.5. Diät</b>	<b>39</b>
7.1.5.1. Salzreduzierte Diät	39
7.1.5.2. Fettreduzierte Diät	39
<b>7.1.6. Genussmittel</b>	<b>40</b>
7.1.6.1. Alkohol	40
7.1.6.2. Tabak	41
<b>7.1.7. Krankheiten</b>	<b>42</b>
<b>7.1.7.1. Neoplasmen</b>	<b>42</b>
<b>7.1.7.2. Virale und bakterielle Infektionen</b>	<b>44</b>
<b>7.1.7.3. Endokrine, metabolische Hormonerkrankungen</b>	<b>46</b>
<b>7.1.7.4. Erkrankungen der Nase und Atemwege</b>	<b>49</b>
<b>7.1.7.5. Erkrankungen, die das Epithelgewebe             der Geschmacksorgane beeinflussen</b>	<b>51</b>
<b>7.1.7.6. Orale Erkrankungen</b>	<b>51</b>
<b>7.1.7.7. Ohrerkrankungen</b>	<b>52</b>
<b>7.1.7.8. Neurologische Erkrankungen</b>	<b>54</b>
7.1.7.8.1. Neurologische Erkrankungen, die den Geruchs- und Geschmackssinn beeinflussen	54
7.1.7.8.2. Neurologische Erkrankungen, die den Geruchs- sinn beeinflussen	58

<b>7.1.7.9. Psychologische Erkrankungen</b>	<b>60</b>
<b>7.1.7.10. Ernährungsbezogene Erkrankungen bzw. Stoffwechselerkrankungen</b>	<b>63</b>
7.1.7.10.1. Ausgelöst durch Intoleranz, Überempfindlichkeit bzw. Allergien	63
7.1.7.10.2. Weitere Ernährungsbedingte Erkrankungen	64
<b>7.1.7.11. Andere Erkrankungen</b>	<b>64</b>
<b>7.1.8. Mangelernährung / Folgen</b>	<b>65</b>
<b>7.1.9. Medizinische Eingriffe</b>	<b>67</b>
7.1.9.1. Medizinische Eingriffe, die den Geruchssinn beeinflussen	67
7.1.9.2. Medizinische Eingriffe, die den Geschmackssinn beeinflussen	68
<b>7.1.10. Medikamente</b>	<b>68</b>
<b>7.1.11. Sonstige physiologische Faktoren</b>	<b>70</b>
7.1.11.1. Spezifische-sensorische Sättigung	70
7.1.11.2. Geschmacksänderungen durch andere Nahrungsmittel	72
<b>7.2. Psychologische Faktoren</b>	<b>72</b>
7.2.1. Reizempfinden	73
7.2.2. Erworbenen Vorlieben bzw. Abneigungen	74
7.2.3. Erwartungshaltung	77
7.2.3.1. Einfluss von Farbe, Form und Viskosität auf die Erwartung	78
7.2.3.2. Trainingseffekt	81
<b>7.3. Psychosoziale Faktoren</b>	<b>81</b>
7.3.1. Erziehung	82
7.3.2. Kultur und soziales Umfeld	86
7.3.3. Einkommen und Ausbildung	91
<b>7.4. Umwelt Faktoren</b>	<b>93</b>
7.4.1. Ökologie	93

7.4.2. Umweltgifte	95
<b>8. Schlussbetrachtung</b>	<b>107</b>
<b>9. Zusammenfassung</b>	<b>110</b>
<b>10. Summery</b>	<b>111</b>
<b>11.Literaturverzeichnis</b>	<b>112</b>

## **Tabellenverzeichnis**

Tab. Nr. 1: Klassifikation von Geschmacks- und Geruchsstörungen	17
Tab. Nr. 2: Präferenzen von verschiedenen Körperbau-Typen	37
Tab. Nr. 3: Infektionen, die den Geschmackssinn beeinflussen	46
Tab. Nr. 4: Industrieprozesse und Stoffe, die daraus resultieren und den Geruchssinn beeinflussen	95
Tab. Nr. 5: Auswirkungen von industriell anfallenden Stoffen auf die Geruchsorgane von Tieren	103

## **1. Einleitung und Fragestellung**

Geruchs- und Geschmackswahrnehmung spielt eine zentrale Rolle im Leben jedes Einzelnen. Wir sind jeden Tag, jede Stunde und jede Sekunde, ob wach oder schlafend, mit diesen beiden Sinneseindrücken konfrontiert. So schmecken und riechen wir nicht nur verschiedenste Substanzen bzw. Dinge, wir haben auch einen Eigengeschmack bzw. einen Eigengeruch, auf den andere, aber auch wir selbst reagieren.

Keine weiteren Sinne sind so intensiv mit der emotionalen Ebene verbunden wie der Geschmacks- und Geruchssinn. Geruch und Geschmack lösen in erster Linie Gefühle aus, die positiv wie auch negativ gewertet werden können. Sie können Lust ebenso wie Abscheu erzeugen. Diese beiden Sinne werden auch im Sprachbereich genutzt, um Sympathie bzw. Ablehnung zu äußern: man kann eine bestimmte Person nicht riechen oder nicht schmecken. Jemand macht ein saures Gesicht, oder man hat die Nase voll von jemandem oder etwas.

Außerdem sind diese chemischen Sinne untrennbar mit der Lebensmittelauswahl und somit auch mit dem Ernährungsstatus, der Gesundheit und der menschlichen Evolution verbunden [MATTES, 2003].

Viele Faktoren können die Geschmacks- und Geruchswahrnehmung beeinflussen. Physiologische, psychische, aber vor allem auch soziale Faktoren machen es möglich, dass jeder Gerüche und Geschmäcker anders wahrnimmt. Da diese mit den geruchs- bzw. mit den geschmackswirksamen Substanzen im Lebensmittel selbst nicht in direktem Zusammenhang stehen, bezeichnet man diese Faktoren allgemein als extrinsische Faktoren [EERTMANS et al., 2001].



Welche von den extrinsischen Faktoren die Geschmacks- und Geruchswahrnehmung beeinflussen und vor allem auch wie, ist interessant für:

- die klinische Ernährung, da die Abstimmung von Lebensmitteln, vor allem aber die Abstimmung deren Geschmacks und Geruchs auf die individuelle Wahrnehmbarkeit von Kranken einen direkten Einfluss auf das Wohlbefinden und die Lebensqualität dieser Patienten hat. Die richtige Lebensmittelauswahl in Bezug auf Geschmack und Geruch kann als therapeutisches Mittel für die Gesundheit insbesondere für die psychische angesehen werden.
- die Gemeinschaftsverpflegung in Kindergärten, Schulen, Altersheimen und in Betrieben. Durch die schmackhafte, gesunde, abwechslungsreiche und altersgerechte Auswahl von Lebensmitteln in Bezug auf Geschmack und Geruch kann größere Zufriedenheit, erhöhtes Wohlbefinden und in weiterer Folge für Schulen und Betriebe auch eine positivere Arbeitsleistung initiiert werden.
- jeden Einzelnen, da das Wissen über die Beeinflussung der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung in direktem Zusammenhang mit einer positiveren, abwechslungsreicheren Lebensmittelauswahl und somit mit der Gesundheit steht, d.h. es kann ein neues Körperbewusstsein geschaffen werden.
- die Lebensmittelindustrie, die ihre Produkte besser auf bestimmte Zielgruppen abstimmen kann.

Aus diesem Grund war es auch interessant, im Rahmen der vorliegenden Arbeit diese Faktoren, die nicht unmittelbar mit den eigentlichen riech- und schmeckbaren Substanzen des Lebensmittels, sondern rein mit der individuell möglichen Geruchs- und Geschmackswahrnehmung und deren Beeinflussung zusammenhängen, näher zu beschreiben und zu diskutieren.

## 2. Die chemischen Sinne

Entwicklungsgeschichtlich gesehen gehören der Geschmacks- und Geruchssinn zu den ältesten Sinnen. Den kleinsten und somit auch den ersten Organismen der Erdgeschichte war es durch diese beiden chemischen Sinne möglich, sich zu orientieren, ohne dass sie sehen oder hören konnten. Sie waren dadurch befähigt, Reaktionen auf Substanzen zu zeigen, die sie in der Folge zu Nährstoffen leiteten, aber auch Gefahren signalisierten. Sie konnten durch diese Sinne auch Lockstoffe (Pheromone) wahrnehmen, die für die Wahl des Paarungspartners [KAUPP und MÜLLER, 2005] und somit für die sexuelle Fortpflanzung wichtig waren [FRUHSTORFER, 2001].

Es besteht auch heute noch die biologische Funktion der chemischen Sinne nicht nur darin, Informationen aus der Umwelt zu liefern [KAUPP und MÜLLER, 2005], sondern auch das soziale Verhalten mitzuprägen [FRUHSTORFER, 2001]. In der Tierwelt löst der Geruch von Raubtieren entweder Flucht - oder Aggressionsverhalten aus. In einer Population wird durch den Eigengeruch der jeweiligen Mitglieder Familiensinn, Revierverhalten und auch Sexualverhalten ausgelöst. Bei Vertebraten wird durch die Deutung von Pheromonen Inzucht vermieden. Deshalb wurde bei ihnen im Laufe der Evolution der Geruchs- und Geschmackssinn eng mit dem limbischen System, das für die Kontrolle von Gefühlen und somit unmittelbar auch für die Kontrolle des Verhaltens verantwortlich ist, verknüpft [KAUPP und MÜLLER, 2005]. Durch diese emotionale Komponente kommt es oft zu einer hohen Tiefen- bzw. Langzeitwirkung von bestimmten Geruchs- und Geschmackseindrücken. Diese Wahrnehmungen können so auch nach längerer Zeit mit bestimmten Erlebnissen verbunden werden. Nur durch einen bestimmten Geruch können Erinnerungen wieder hervorgerufen werden: z.B. Zuckerwatte - Kindheit, Volksfest [ZIMMER, 1995].

Generell sind die chemischen Sinne bei Wirbeltieren höher entwickelt als

beim Menschen [FRUHSTORFER, 2001]. Tiere werden deshalb als Makrosmaten bezeichnet und haben einen ausgesprochen guten Geruchssinn, der für sie auch überlebenswichtig ist. Im Gegensatz dazu wird der Mensch als Mikrosmat bezeichnet. Ein ausgezeichnete Geruchssinn ist für uns nicht mehr lebensnotwendig und hat sich dadurch im Laufe der Evolution zurückgebildet [GOLDSTEIN, 2002]. „Durch Verunreinigung der Luft mit Industrie- und Verkehrsabgasen, durch überwürzte Einheitskost und durch die hemmungslose Anwendung von Duftstoffen wird er noch zusätzlich abgestumpft [FRUHSTORFER, 2001].“

Gerade für die Nahrungsmittelauswahl ist der Geruchs- und Geschmackssinn, vor allem aber die damit verbundene emotionale Komponente von großer Bedeutung [KAUPP und MÜLLER, 2005]. Alleine durch das Erkennen und richtige Deuten der fünf Geschmacksqualitäten können grundsätzliche Informationen über die Nährstoffzusammensetzung eines Lebensmittels gewonnen werden [MATTES, 2003]. Der süße Geschmack wird mit Kohlehydraten, der salzige mit Elektrolyten, der umami Geschmack mit Proteinen (Proteine können allerdings auch einen salzigen bzw. süßen Geschmack auslösen), der saure mit Säuren und der bittere mit giftigen bzw. gefährlichen Stoffen in Verbindung gebracht [MATTES, 2003]. Nahrungsmittel, die physiologisch wertvoll sind, müssen auch wohlschmeckend sein, um als Lebensmittel erkannt zu werden. Dieser Wohlgeschmack wirkt nicht nur luststeigernd, sondern auch stimulierend auf die Nahrungsaufnahme [KAUPP und MÜLLER, 2005]. Physiologisch wertvolle Nahrungsmittelauswahl wird in vielen Fällen aber auch erlernt, bzw. muss erlernt werden, da es nach dem Genuss von z.B. vitaminreichen, aber nicht schmackhaften Lebensmitteln nicht unmittelbar zu einem Lustgewinn kommt, d.h. die positive Wirkung tritt nicht sofort ein [FRICKER, 1984]. Die Auswahl von bitteren Gemüsesorten, z.B. Kohlsprossen, die evolutionsbedingt mit der Assoziation giftig behaftet sind, muss zumeist erlernt werden [MATTES, 2003]. Generell kann der Mensch auch unangenehme, evolutionär als giftig angesehene Lebensmittel konsumieren, was nur möglich ist weil, im Gegensatz zum Tier, beim Men-

schen der Würge- und Brechreflex nicht mehr direkt an den Geschmack gekoppelt ist. D.h. es können auch schlecht schmeckende Lebensmittel zur Ernährung herangezogen werden, was einen Evolutionsvorteil darstellt [LOGUE, 1991].

### **3. Geschmackssinn**

Wie oben erwähnt ist die Aufgabe des Geschmackssinns, Lebensmittel bzw. Nahrung zu prüfen, d.h. den Organismus vor Schädlichem zu bewahren und die Aufnahme von Ansprechendem zu fördern. Außerdem wird mit der Geschmackswahrnehmung die Speichelsekretion stimuliert und somit der Verdauungsprozess eingeleitet. Des Weiteren ist die Geschmackswahrnehmung eng mit der Gefühlsebene verknüpft, weswegen sie auch stark mit dem Lustgewinn in Verbindung steht [GOLENHOFEN, 2000]. Der Geschmackssinn im engen Sinn betrifft nur die fünf Geschmackqualitäten süß, sauer, salzig, bitter und umami, weitere Qualitäten wie fruchtig oder cremig werden erst durch das Zusammenspiel mit dem Geruchssinn bzw. mit trigeminalen Eindrücken wahrgenommen [KNAUPP und MÜLLER, 2005].

#### **3.1. Anatomie – Morphologie der Geschmackswahrnehmung**

Das primäre Geschmacksorgan ist die Zunge. Auf ihrer Oberfläche findet man 7 bis 12 Wallpapillen (*Papillae vallatae*) an der Grenze zum Zungenrund, 15 bis 20 Blätterpapillen (*Papillae foliatae*) am hinteren Seitenrand der Zunge in hintereinanderliegenden Falten und 200 bis 400 Pilzpapillen (*Papillae fungiformes*) die auf der gesamten Oberfläche verteilt sind [HATT, 2005]. Fadenpapillen (*Papillae filiformes*) füllen die gesamte Restfläche der Zunge aus. Sie tragen nicht spezifisch zur Chemosensivität bei, dafür sind sie für die Aufnahme taktiler Reize zuständig [DRAGUHN, 2005].

Die Geschmacksknospen befinden sich in den Wänden und Gräben der Papillen. Ihre Zahl wird mit 2000 bis 4000 angegeben. In jeder Knospe sitzen 10 bis 50 Sinneszellen, diese formen einen Trichter der als Porus bezeichnet wird [HATT, 2005].

Geschmackssinneszellen sind modifizierte Epithelzellen, die feine dendritische Fortsätze (Mikrovilli) zur Oberflächenvergrößerung tragen. In den Mikrovilli liegen die Geschmacksrezeptoren (chem. Proteine), die für die Reizaufnahme verantwortlich sind. Sie haben keinen Nervenfortsatz, weswegen sie von zuführenden afferenten Fasern von Hirnnerven über chemische Synapsen versorgt werden [HATT, 2005].

Die Versorgung erfolgt bei Wall- und Blätterpapillen über den *Nervus glosso-pharyngeus* (IX. Hirnnerv), der *Nervus facialis* (VII. Hirnnerv) versorgt über die *Chorda tympani* die Pilzpapillen. Die seltenen Knospen außerhalb der Zunge, d.h. im Gaumen und Rachen, werden durch den *Nervus vagus* (X. Hirnnerv) und den *Nervus trigeminus* (V. Hirnnerv) versorgt [HATT, 2005].

Die Nervenfasern versorgen durch Verzweigungen nicht nur eine Sinneszelle, sondern viele, sodass auch viele Nervenfasern eine Sinneszelle erregen können [HATT, 2005]. Des Weiteren reagiert jede Faser meist auf alle Reizstoffe (süß, sauer...), allerdings mit großen Unterschieden in der Intensität [GOLENHOFEN, 2000]. Dieses Schema bleibt auch bei der wöchentlichen Zellerneuerung erhalten [HATT, 2005].

Alle Fasern enden über den *Tractus solitarius* im *Nucleus solitarius* der *Medulla oblongata*. Von dort aus vereinigt sich ein Teil der Fasern mit dem *Leniscus medialis* sowie mit Schmerz-, Temperatur- und Berührungssinn im *Nucleus ventralis posteromedialis* des ventralen *Thalamus*, von wo aus die Information zum *Gyrus postcentralis* geht. Ein weiterer Teil der Fasern projiziert die Informationen zum *Hypothalamus*, der *Amygdala* und der *Striata terminalis*, dabei wird der *Thalamus* umgangen. Die dort befindlichen Pro-

jektionsgebiete haben auch olfaktorische Eingänge. „Diese Verbindungen sind besonders wesentlich für die emotionale Komponente von Geschmacksempfindungen [HATT, 2005].“

Wichtig für die Geschmackswahrnehmung ist auch der Speichel, er enthält nicht nur Amylasen für die Vorverdauung von Kohlehydraten und ist wichtig für die Wundheilung, sondern er transportiert auch die Geschmacksstoffe an die Membran der Rezeptorzellen [BRADLEY und BEIDLER, 2003].

## **3.2. Geschmacksqualitäten**

### **3.2.1. Salzig**

Substanzen mit salzigem Geschmack sind kristalline, wasserlösliche Salze, die in Lösung zu Kationen und Anionen dissoziieren. Die Rezeptorproteine der Ionen für den salzigen Geschmack sind gleichzeitig auch Ionenkanäle. Steigt die Ionen-Konzentration im Mund an, depolarisiert die Geschmackszelle. Dies erfolgt durch das Einströmen der Ionen in die Ionenkanäle – die afferenten Nervenfasern werden erregt. Der Geschmackseindruck salzig wird ausgelöst [KAUPP und MÜLLER, 2005; HATT, 2005].

Kationen und Anionen der verschiedenen Salze schmecken nicht alle gleich salzig. Bei Kationen hat  $\text{NH}_4^+$  die größte Geschmacksintensität gefolgt von  $\text{K} > \text{Ca} > \text{Na} > \text{Li} > \text{Mg}$ . Mg hat die geringste Intensität. Bei Anionen findet man die größte Geschmacksintensität bei  $\text{SO}_4^- > \text{Cl}^- > \text{Br}^- > \text{I}^- > \text{HCO}_3^-$ , die geringste Intensität weist  $\text{NO}_3^-$  auf [HATT, 2005].

$\text{NaCl}$  hat einen rein salzigen Geschmack, allerdings gibt es auch Mischgeschmäcker: so schmecken Kaliumchlorid und Magnesiumchlorid salzig-bitter [FRUHSTORFER, 2001], Natriumbicarbonat salzig-süß, Magnesiumsul-

fat salzig-bitter. Kochsalz schmeckt in geringen Konzentrationen süß [HATT, 2005].

### 3.2.2. Sauer

Diese Geschmacksqualität wird ausgelöst durch Protonen ( $H^+$ -Ionen oder Wasserstoffionen), wobei die Intensität abhängig von der Ionenkonzentration ist. Aber auch das Anion beeinflusst die Wahrnehmung, so schmeckt Zitronensäure sauer und süß, Pikrinsäure bitter [FRUHSTORFER, 2001].

Wie bei salzig ist das Rezeptorprotein für sauer gleichzeitig auch ein Ionenkanal. Zwei Möglichkeiten für die Depolarisation der Geschmackszelle und somit auch für die Erregung der afferenten Fasern werden diskutiert:

- „Protonen kontrollieren die Aktivität von Ionenkanälen, die für Kaliumionen permeabel sind. Diese Permeabilität bewirkt unter Ruhebedingungen, dass Kalium aus der Zelle ausströmt, wodurch das negative Membranpotenzial entsteht. Wenn Protonen die Kanäle blockieren, wird der Kaliumausstrom gestoppt, und die Zelle depolarisiert [KAUPP und MÜLLER, 2005].“
- „Geschmackszellen, die auf Protonen reagieren, besitzen einen Typ von Ionenkanal, der im Herz vermutlich maßgeblich an der Erzeugung und der Regulation des Herzschlags beteiligt ist. Es ist ein Schrittmacherkanal (genauer gesagt ein hyperpolarisationsaktivierter, zyklisch-nukleotidgesteuerter Kanal oder HCN-Kanal). Wenn Protonen an diesen Kanal binden, wird er aktiviert. Dadurch fließen  $Na^+$ -Ionen in die Zelle ein, und die Zelle depolarisiert [KAUPP und MÜLLER, 2005].“

### 3.2.3. Süß

Die Wahrnehmung süß wird von einer Vielzahl verschiedenster chemischer

Moleküle ausgelöst. Die Gemeinsamkeit, die die meisten Substanzen süß schmecken lässt, sind zwei polare Substituenten [HATT, 2005].

Der süße Geschmack wird durch die A-H/B Theorie erklärt, die besagt, dass jedes süße Molekül eine A-H Gruppe hat, die Protonen abgibt und eine B Gruppe, die Protonen aufnimmt, diese beiden Gruppen müssen in einem Abstand von 0,25 – 0,4 nm liegen. Nun erfolgt eine Wechselwirkung mit den Rezeptoren auf den Geschmackspapillen, H-Brücken werden ausgebildet [GILBERTSON und MARGOLSKEE, 2003]. Dadurch kommt es zu einer Enzymkaskade, die  $K^+$  Ionenkanäle der Rezeptoren werden blockiert und die Zelle depolarisiert [HATT, 2005]. Das Ergebnis ist der süße Geschmack. Diese Theorie kann allerdings nicht erklären, warum organische Stoffe, die OH, NH oder CH Gruppen besitzen, d.h. nach der A-H/B Theorie süß schmecken müssten, dies nicht tun. Deshalb gibt es Ansätze, die davon ausgehen, dass die Rezeptoren für süß noch durch andere mögliche Bindungsstellen ergänzt werden. Diese könnten dann z.B. mit den OH-, NH-, und CH-Gruppen binden, wodurch die Zellen nicht depolarisieren und der Süßgeschmack nicht ausgelöst würde [GILBERTSON und MARGOLSKEE, 2003].

### 3.2.4. Bitter

Es gibt ca. 30 verschiedene Rezeptorproteine, die für den Bittergeschmack verantwortlich sind [HATT, 2005]. Sie sind im Erbgut in mehr als 20 Genen festgelegt [KAUPP und MÜLLER, 2005]. Diese Vielzahl an kodierenden Genen zeigt, wie wichtig das Erkennen des bitteren Geschmacks für die Menschen ist. Die Gruppe der bitter schmeckenden Substanzen ist sehr groß, d.h. es gibt keine Einheitlichkeiten in Struktur und Molekülgröße [GILBERTSON und MARGOLSKEE, 2003]. Wenn die Rezeptoren mit dem Bitterstoff in Berührung kommen, kommt es am Ende einer Enzymkaskade zu einem  $Ca^{++}$ -Anstieg, die Zelle depolarisiert und der Bittergeschmack wird ausgelöst [HATT, 2005].



### 3.2.5. Umami

Dieser Geschmack wird durch L-Aminosäuren ausgelöst wobei der Rezeptor eine hohe Spezifität für L-Glutamin- und L-Asparaginsäure und deren  $\text{Na}^+$ -Salze hat [LI et al., 2002; NELSON et al., 2002].

Für die Wahrnehmung des umami Geschmacks ist der Glutamatrezeptor mGluR4 mit den heterodimeren Rezeptoren T1R2 und T1R3 verantwortlich, wobei der T1R3 auch den süß Geschmack auslöst [ZHANG et al., 2008].

Durch Wechselwirkung mit L-Aminosäuren kommt es über die Phospholipase C2 zu einer Enzymkaskade, wodurch ein  $\text{Ca}^{++}$ -Anstieg in der Zelle injiziert wird und sie depolarisiert - der Geschmack umami wird ausgelöst [KAUPP und MÜLLER, 2005].

Glutamat, das als Leitsubstanz für die Auslösung des umami Geschmacks gesehen wird, kommt als natürlicher Stoff in vielen verschiedenen Lebensmitteln vor, wie z.B. in Fleisch oder Käse, wird aber auch als Geschmacksverstärker eingesetzt. Glutamat wird für den Menschen als gesundheitlich unbedenklich eingestuft [DÜRRSCHMID, 2008].

### 3.2.6. Geschmacksqualitäten die noch zur Diskussion stehen:

#### **Fett, Kalzium, Metallisch**

##### **Fett**

Bei Ratten konnte auf der Zunge ein Rezeptor (CD36) gefunden werden, der für den Geschmack Fett verantwortlich ist [KHAN und BESNARD 2009]. Anscheinend ist ein ähnlicher Rezeptor auch beim Menschen vorhanden [GALINDO et al., 2012].

Keast et al. [2010] konnten feststellen, dass Probanden verschiedene Fettsäuren in geschmackslosen Lösungen erkennen konnten. Außerdem konnte man bei Probanden, die auf die Lösungen sensibler reagierten, nachweisen, dass jene die geringere Fettsäurekonzentrationen erkennen konnten, generell weniger Fett zu sich nahmen und auch einen geringeren Body Mass In-

dex (BMI) zeigten. Eine weitere Studie mit Afroamerikanern zeigte, dass die Probanden, die Fettsäuren besser schmecken konnten, fettarme Salatdressings bevorzugten, wogegen jene, die Fettsäuren schlechter detektieren konnten, Dressings mit höherem Fettgehalt wählten [KELLER, 2012]. Daraus schloss man, dass Fett nicht nur durch die Textur erkannt werden kann, sondern auch wirklich Rezeptoren für Fettsäuren vorhanden sind [KEAST et al., 2010], und dass die Fähigkeit, Fett zu schmecken, auch in direktem Zusammenhang mit dem Körpergewicht steht [KELLER, 2012].

### **Kalzium**

Tordoff [1996] konnte schon früh bei humanen Geschmackstests zeigen, dass der Mensch kalziumhaltige Lösungen von Leitungswasser unterscheiden kann. Später fanden Tordoff et al. [2008] bei Mäusen Rezeptoren, die auf Calcium-Ionen reagierten. Diese Rezeptoren werden von zwei Genen exprimiert, welche auch im menschlichen Erbgut zu finden sind. In dieser Studie konnte allerdings nur eine Beteiligung dieser beiden Gene an Strukturen anderer Geschmacksrezeptoren und an Strukturen im Gehirn und dem Verdauungssystem nachgewiesen werden. Erst 2012 gelang es auch, den zugehörigen Bitter-Rezeptor als Bestätigung für die vorangegangenen Studien zu finden. Allerdings stellte man in Frage, ob Calcium wirklich eine eigene Geschmacksart darstellen sollte, da generell das System der Geschmacksqualitäten kritisch hinterfragt wurde [Tordoff et al., 2012].

### **Metallisch**

Der metallische Geschmack ist in vielen Lebensmitteln, wie z.B. in Milch- und Getreideprodukten sowie auch in Ölen als Fehl aroma bekannt. Diese Empfindung kommt oft auch durch Wechselwirkungen mit Verpackungsmaterialien, z.B. Alufolie, zustande. Generell gilt, dass der metallische Geschmackseindruck durch Endprodukte der Lipidoxidation ausgelöst wird [LAWLESS et al, 2005].

Auch individuelle physiologische Ursachen kommen für den metallischen Geschmack in Frage, wie z.B. Geschmacksfehlempfindungen während der

Schwangerschaft und beim Burning Mouth Syndrom. Außerdem kann der Eindruck auch durch Elektrostimulation entstehen [LAWLESS et al, 2005].

Ob der metallische Geschmack als weitere Geschmacksqualität anerkannt wird, steht noch zur Diskussion, allerdings wurde er schon in die DIN ISO 3972:2012-07, Sensorische Analyse – Methodologie – Bestimmung der Geschmacksempfindlichkeit - Leitfaden für Prüfpersonengruppen, aufgenommen [EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG, 2012].

### **3.2.7. Geschmacksqualitäten und deren Areale auf der Zunge**

„Bisher glaubte man, dass eine genaue Zuordnung bestimmter Areale auf der Zunge zu einer Geschmacksqualität möglich sei, z.B. sauer und salzig bevorzugt am Zungenrand, süß an der Spitze. Inzwischen weiß man, dass diese Zonenaufteilung auf einem Interpretationsfehler der Abbildung einer Veröffentlichung von Hänig aus dem Jahre 1901 beruht. Dort ist bereits gezeigt, dass nur geringe prozentuale Unterschiede in der Empfindlichkeit der einzelnen Qualitäten auf der Zungenoberfläche bestehen, mit Ausnahme des Bittergeschmackes, der bevorzugt am Zungenhintergrund lokalisiert ist. Damit ist jedoch nur eine Wahrscheinlichkeit, keine Ausschließlichkeit ausgedrückt; auch mit der Zungenspitze kann man bitter schmecken [HATT, 2005].“

## **4. Geruchssinn**

Der Geruchssinn spielt wie bereits erwähnt eine zentrale Rolle in unserem Leben. Des Weiteren ist er eng mit dem Geschmackssinn verbunden. Erst die Verbindung von Mund- und Rachenraum und Nasenhöhle ermöglicht uns, Lebensmittel nicht nur durch die Geschmacksqualitäten, was kaum möglich ist, zu unterscheiden. Durch diese Verbindung können Duftstoffe (Aromen), die in Lebensmitteln vorhanden sind, zum Riechepithel gelangen.

Dieses Zusammenspiel löst eigentlich erst die im allgemeinen Sprachgebrauch als Geschmack bezeichnete Empfindung aus, es wird möglich z.B. einen Apfel ohne visuelle Eindrücke von einer Birne zu unterscheiden. Beim normalen Atmen kommen vermutlich weniger als 10% der duftaktiven Substanzen an die Riechschleimhaut. Durch Schnüffeln kann diese Rate erheblich erhöht werden [KAUPP und MÜLLER, 2005].

#### **4.1. Anatomie-Morphologie der Geruchswahrnehmung**

Die Nase ist das primäre Geruchsorgan. „In jeder Nasenhöhle (*Cavum nase*) befinden sich drei übereinanderliegende, wulstartige Gebilde (*Conchen*) [HATT, 2005].“ Die beiden Nasenhöhlen werden von der Nasenscheidewand (*Septum nasi*) in zwei Hohlräume geteilt. Der obere Rachenraum (*Nasopharynx*) liegt über den *Conchen*. Die gesamte Nasenhöhle ist mit Schleimhaut ausgekleidet. Diese Schleimhaut unterteilt sich in die *Respiratoria regio* und in die *Regio olfactoria*. Die *Respiratoria regio* ist mit einer respiratorischen Schleimhaut, die ein Flimmerepithel ist, bedeckt. Sie erstreckt sich auf die beiden unteren *Conchen* und ist für die Lufterwärmung zuständig. Die *Regio olfactoria*, d.h. die Riechschleimhaut befindet sich auf den obersten *Conchen* und den oberen Teilen des *Septums*. “Sie wird durch die dünne Siebbeinplatte (*Lamina cribriformis*) vom Gehirn getrennt [KAUPP und MÜLLER, 2005].“

Auf der Riechschleimhaut befinden sich Geruchszellen, Stützzellen und Basalzellen. Die Basalzellen sind eine Vorstufe der Geruchszellen [KAUPP und MÜLLER, 2005], die laufend erneuert werden. Man schätzt ihre Lebensdauer auf ca. 60 Tage [GOLENHOFEN, 1997]. Sie sind bipolar, d.h. auf der einen Seite sitzt ein Dendrit, der bis an die Oberfläche des Epithels ragt. Dort befindet sich ein Riechknöpfchen, das mit 5-20 Zilien bedeckt ist. Diese Zilien bilden die Oberfläche des Epithels. Von den Bowman-Drüsen wird ein

Riechschleim produziert, der die gesamte Riechschleimhaut bedeckt.

In diesem Schleim sind Proteine enthalten, die an die Duftstoffe binden und den Transport zu den Zilien erleichtern. Am anderen Ende der Geruchszellen befinden sich Axone. Diese werden zu tausenden gebündelt und führen als *Fila olfactoria* im *Nervus olfactorius* (I. Hirnnerv, Riechnerv) durch die Sieb-  
beinplatte in den *Bulbus Olfactorius* [KAUPP und MÜLLER, 2005]. Dort werden die einzelnen Riechzellaxone verschaltet. Nach der Verschaltung ziehen sie durch den *Tractus olfactorius* zum *Bulbus olfactorius* der anderen Seite [HATT, 2005], zum *entorhinalen Kortex* und von dort zum *Hippocampus*, des-  
weiteren zum *piriformen Kortex* (wesentlicher Ort der Duftdiskriminierung), „zu den Kortexgebieten über der *Amygdala* und von dort zum *Hypothalamus* und zum *Tegmentum* (emotionale Komponente des Riechens) und zum *Tuberculum olfactorium*, von wo aus die Information zum *Nucleus medialis dorsalis* des *Thalamus* weitergeleitet wird, und von dort weiter zum *orbitofrontalen Kortex* [KAUPP und MÜLLER, 2005].“

Die Geruchssubstanzen erreichen mit der Atemluft die *Regio olfactoria*, dort werden sie von der Schleimschicht gelöst. Dadurch erreichen sie die Sensorproteine der Zilien. Die Rezeptoren (Ionenkanäle), die mit den duftspezifischen Proteinen in Wechselwirkung stehen und somit auch mit der spezifischen Struktur des Duftstoffes, haben durch die aktivierten Proteine eine erhöhte Kationenleitfähigkeit.  $\text{Na}^+$  und  $\text{Ca}^{++}$  können einströmen und die Zelle depolarisiert. Es kommt zur Reizweiterleitung ins Gehirn [SILBERNAGEL und DESPOPOULOS, 2001].

## 4.2. Geruchsqualitäten

Duftstoffe sind generell kleine, leicht flüchtige, meist lipophile, zu einem geringen Anteil aber auch wasserlösliche Substanzen [KAUPP und MÜLLER, 2005].

Es ist bis heute nicht gelungen, die Geruchsklassen mit physiologischen, biochemischen bzw. psychophysischen Ansätzen zufriedenstellend voneinander abzugrenzen. Allgemein gültig ist jedoch das Schema von Amoore, der die Gerüche in folgende Klassen unterteilt: blumig, ätherisch, moschusartig, kampferartig, schweißig, faulig und stechend [HATT, 2005].

Da Geruchsstoffe verschiedenste Strukturen aufweisen, ist nicht nur ein Rezeptor für einen Duft zuständig, sondern die Strukturen des Duftes binden an verschiedenen Rezeptoren. Die Axone leiten diese Signale in den *Bulbus olfactorius* und erst dort kommt es zur endgültigen Zusammensetzung, d.h. Verschaltung der Rezeptoren und somit zu dem Dufteindruck, der ins Gehirn weitergeleitet wird [KAUPP und MÜLLER, 2005].

Riechqualitäten müssen sich ablösen, um unterscheidbar zu sein. Kaum ein Mensch ist in der Lage, Mischgerüche auszuwerten. Mischgerüche werden als eine neue Geruchsqualität wahrgenommen [HASSE, 2005].

Generell werden nur ca. 20% aller Gerüche als hedonisch positiv gewertet, allerdings ist dies auch stark konzentrationsabhängig. So kann eine positive Wahrnehmung in Folge einer Konzentrationserhöhung des Duftstoffes als absolut negativ wahrgenommen werden – z.B. wenn ein an sich gutes Parfum zu hoch dosiert verwendet wird, empfindet man es nicht mehr als angenehm (d.h. positiv), sondern als aufdringlich (d.h. negativ) [BURDACH, 1987].

## 5. Sonstige Sinne

Weitere Sinne, die für die Geschmacks- und Geruchswahrnehmung wichtig sind, sind der Gesichtssinn, der Tastsinn und der Gehörsinn [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Der Gesichtssinn gehört zu den Fernsinnen, sein Hauptorgan ist das Auge, das über den Sehnerv mit dem Gehirn verbunden ist. Das Sehen ist die erste

Sinneswahrnehmung, die die hedonische Bewertung durch Beurteilung von Farbe und Form beeinflusst [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Der Hautsinn (das Getast) setzt sich aus

- Mechanozeption (Druck- und Berührungsempfindungen)
- Thermorezeption (Temperatursinn)
- und Nozizeption (Schmerzsinn oder trigeminale Wahrnehmung) zusammen [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Die Mechanozeption ermöglicht es, die Konsistenz eines Lebensmittels wahrzunehmen. Die haptischen Eindrücke (Druck- und Berührungsempfindungen) unterteilen sich

- in taktile Eindrücke, das sind Wahrnehmungen, die durch Berührung mit der Hand oder dem Mund wie z.B. glatt und rau erlebt werden
- und in kinästetische Eindrücke, das sind Empfindungen, die durch Hand- und Kaubewegung wie z.B. zäh und körnig zustande kommen [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Die Thermorezeption gibt Auskunft über die Temperatur der Nahrungsmittel [BUSCH-STOCKFISCH, 2006].

Die Nozizeption übermittelt den „Schmerz“, der sich in Brennen durch Schärfe und Alkohol sowie in Stechen durch Ammoniak äußert. Er entsteht, wenn die freien Faserenden des *Nervus trigeminus* (V. Hirnnerv) mit potenziell auslösenden Substanzen (z.B. Chili) in Kontakt kommen. Die Faserenden sind im Nasen-, wie auch im Mund- und Rachenraum vorhanden [KAUPP und MÜLLER, 2005].

Des Weiteren ist für die hedonische Bewertung der Gehörsinn von Bedeutung, da dieser zusätzliche Informationen über das Lebensmittel geben

kann. Auditive Eindrücke - z.B. die Knusprigkeit von Brot impliziert dessen Frische, können die Beurteilung positiv oder negativ beeinflussen [BURDACH, 1987].

Erst durch das Zusammenwirken aller bis jetzt genannten Sinne lässt sich eine vollständige Auskunft über die aufgenommene Nahrung bzw. über die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung, das Flavor, geben [BURDACH, 1987].

## **6. Klassifikation von Geschmacks- und Geruchsstörungen**

Normales Riechen wird als Normosmie, normales Geschmackempfinden als Normogeusie bezeichnet. Es gibt aber verschiedene Abweichungen, die in Tabelle 1 dargestellt sind.

Tabelle 1: Klassifikation von Geschmacks- und Geruchsstörungen  
[STRUTZ, 1997; WILMES, 1997; DRAGUHN, 2005; MATTES, 2003]

<b>Geschmacksinn</b>	<b>Geruchssinn</b>	<b>Auswirkung</b>
Ageusie	Anosmie	totaler Ausfall des Sinnes
Hypogeusie	Hyposmie	verminderte Empfindlichkeit
Hypergeusie	Hyperosmie	gesteigerte Empfindlichkeit
Parageusie	Parosmie	inadäquate Wahrnehmung
Phantogeusie	Phantosmie	Eindruck ohne vorliegenden Stimulus
Agneusie	Agnosmie	Identifizierung und verbale Klassifizierung nicht möglich
Dysgeusie	Dysosmie	abweichende Wahrnehmung



**Kakosmie** gehört zu den Parosmien. Hierbei werden bestimmte Duftstoffe als übelriechend wahrgenommen, obwohl sie diese Empfindung im Normalfall nicht auslösen [STRUTZ, 1997].

**Alliästhesie** ist ein Effekt, der eng mit dem Körperzustand in Verbindung steht. Je nach Körperzustand werden Substanzen als sinnvoll, nützlich, lustbringend oder als sinnlos, schädlich, unlustbringend erkannt bzw. empfunden (z.B. der ausgekühlte Körper verlangt nach einem warmen Getränk). Die Lust auf defizit ausgleichende Substanzen betrifft besonders den Geschmacks- und Gefühlssinn. Der Geschmack allein kann stoffwechselbezogene Vorgänge auslösen, z.B. kommt es nach dem Essen von scharfen Gerichten zu einer Erwärmung des Körpers [BURDACH, 1987].

**Adaption** bedeutet, dass ein Geruch, wenn er immer vorhanden ist nicht mehr wahrgenommen wird [DIACONU, 2005]. Dasselbe gilt auch für den Geschmack. Bei Stimulation durch eine immer gleichbleibende Lösung kommt es zu einer Abnahme der Sensibilität bzw. zu einem Anstieg der Absolutschwelle [BURDACH, 1987].

**Aversion** ist die Abneigung gegen bestimmte Gerüche und Geschmäcker. Sie kann genetisch bedingt, aber auch psychosozialen Ursprungs sein [LOGUE, 1995].

**Präferenz und Auswahl** – Präferenz unterscheidet sich von der Auswahl. Die Auswahl ist abhängig vom Angebot, wohingegen die Präferenz alleine von der persönlichen Einstellung geleitet wird, d.h. eine Person bevorzugt Birnen als Obst, allerdings isst sie Äpfel, da diese günstiger im Preis sind [LOGUE, 1995].

## **6.1. Geruchsstörungen – Auswirkungen auf die Ernährung bzw. auf das Körpergewicht**

**Anosmie:** 50% der Betroffenen geben an, anders mit Lebensmitteln umzugehen, 20-40% verwenden mehr Zucker und Gewürze. Betroffene die Diät halten müssen, haben Probleme, ihre Einnahme von Zucker (bei Diabetes) bzw. von Natrium (bei salz-sensitiver Hypertonie) zu kontrollieren. Viele lernen, sich auf andere Lebensmittelaspekte zu konzentrieren – Geschmack, Temperatur, Textur gewinnen an Bedeutung. Die Präferenzen sind bei Betroffenen einer Anosmie nur gering niedriger als bei Personen, die keine Anosmie haben. 14%, geben an ab ihrer Erkrankung mehr als 10% ihres Körpergewichts zugenommen zu haben, 6,5 % haben abgenommen [MATTES, 2003].

**Hyposmie:** 31-80% der Betroffenen geben an, anders mit Lebensmittel umzugehen, 20-50% haben ihre Essgewohnheiten und ihren Gebrauch von Gewürzen geändert. 10-20% zeigen weniger Appetit, ein sehr kleiner Teil weist mehr Appetit auf. 15% geben Gewichtsänderungen an, wobei rund 11% abgenommen haben [MATTES, 2003].

**Dysosmie:** 24% der Betroffenen haben weniger Appetit, 83% mögen Essen generell weniger, 60% änderten ihre Essgewohnheiten und den Gebrauch von Gewürzen [MATTES, 2003].

## **6.2. Geschmacksstörungen – Auswirkungen auf die Ernährung bzw. auf das Körpergewicht**

**Ageusie:** Betrifft sehr wenige Personen (<1% aller Personen mit Geruchs- oder Geschmacksstörungen leiden an Ageusie), deshalb sind keine konkreten weiteren Aussagen möglich [MATTES, 2003].

**Hypogeusie:** Betrifft auch nur sehr wenige Personen, einige klagen darüber, weniger Freude am Essen zu haben und über eine Abnahme des Appetits. Die Auswirkungen sind etwas größer, als bei einer Hyposmie oder einer Anosmie [MATTES, 2003].

**Dysgeusie:** 30% der Personen haben weniger Appetit, 70% weniger Freude am Essen, 60% änderten ihre Essgewohnheiten und 40% den Gebrauch von Gewürzen. Die Lebensmittel, die am meisten Wahrnehmungsstörungen auslösten, waren Fleisch, Früchte, Kaffee, Eier und kohlenensäurehaltige Getränke. Es konnte auch eine signifikante Abnahme des Obst- und Gemüsekonsums bei Betroffenen festgestellt werden [MATTES, 2003]

## **7. Extrinsische Faktoren**

Extrinsische Faktoren sind jene, die nicht mit den geruchs- bzw. mit den geschmackswirksamen Substanzen im Lebensmittel selbst in Zusammenhang stehen, sondern die durch situative Bedingungen eine Änderung der Wahrnehmung bewirken können. Diese sind physiologische Faktoren wie Genetik, Alter, Geschlecht, Gewicht/Körperbau, Diät, Genussmittel und Krankheiten, sowie psychologische, psychosoziale und Umweltfaktoren [EERTMANS et al., 2001].

### **7.1. Physiologische Faktoren**

Es gibt eine Vielzahl von physiologischen Faktoren, die die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung beeinflussen können.

#### **7.1.1. Genetik**

Ob man Substanzen riechen oder schmecken kann, wird durch den moleku-

laren Aufbau der Zellmembran und durch die Anatomie und deren diverse Abnormalitäten bestimmt. Diese sind genetisch determiniert. Kommt es nun zu einem Ausfall oder einer Abänderung eines bestimmten Gens, kann dies zu einer von der Norm abweichenden Wahrnehmung führen [VON CAMPENHAUSEN, 1993].

Generell bekannt ist, dass 20 % der Bevölkerung Superschmecker sind, d.h. sie schmecken besser als alle anderen Personen. Untersuchungen haben gezeigt, dass sie auch mehr Papillen haben. Allerdings sind auch 20% der Bevölkerung Schlechter-Schmecker [KORSMEYER, 1999].

Bei einem Experiment, im Zuge dessen Babys im Alter von 9 Monaten über einen Zeitraum von 6 bzw. 12 Monaten ihre Lebensmittel selbst auswählen mussten, d.h. sie hatten freien Zugang zu einer Vielzahl von pflanzlichen und tierischen Produkten, zeigte, dass die von ihnen gewählten und auch gegessenen Lebensmittel ideal für jegliche physische Entwicklung waren. Auch wurden während dieser Untersuchung von den Babys Präferenzen entwickelt, die sich von Zeit zu Zeit änderten. Dieses Experiment zeigt, dass auch von einer Lernerfahrung unabhängig eine gesunde und ausgewogene Nahrungsaufnahme stattfinden kann [PUDEL und WESTENHÖFER, 1998]. Da Kinder generell nur das essen, was ihnen auch schmeckt [FAITH, 2005], zeigt das oben genannte Experiment, dass der Geruchs- und Geschmackssinn genetisch darauf ausgelegt ist, für eine normale Ernährung und somit für einen gesunden Körper zu sorgen.

Bei einer Zwillingsstudie wurde festgestellt, dass eineiige Zwillinge sich hinsichtlich ihrer Geruchsempfindlichkeit von zweieiigen nicht unterscheiden. Wenn man bedenkt, dass zweieiige Zwillinge andere genetische Voraussetzungen haben als eineiige, ist dieses Ergebnis überraschend [LOGUE, 1995] und auch nicht sehr aussagekräftig, denn bei Langzeitstudien mit Zwillingen konnte beobachtet werden, dass sich eineiige Zwillingspaare

im Vergleich zu zweieiigen Zwillingenpaaren in ihren Geruchswahrnehmungsfähigkeiten ähnlicher sind [SEGAL und TOPOLSKI, 2003].

Ähnliche Ergebnisse erzielte man auch bei der Geschmackswahrnehmung von Zwillingen. Bei Präferenzuntersuchungen von Saccharose, Laktose und Natriumchlorid mit eineiigen und zweieiigen Zwillingen kam man zu dem Schluss, dass sich die Präferenz von den Zwillingspaaren kaum unterschied. Im Nachhinein wurde festgestellt, dass die Standardabweichung für alle Zwillingspaare sehr niedrig war. Da aber die Skalenbreite bei diesem Versuch zu eng gesetzt wurde und die Kandidaten weniger Antwortmöglichkeiten hatten, konnte dadurch auch eine geringere Standardabweichung zustande kommen. Des Weiteren ist zu bedenken, dass die einzelnen Zwillingspaare jeweils aus demselben Umfeld stammten, d.h. dass auch durchaus eine psychosoziale Komponente Einfluss gehabt haben könnte. Deswegen wird angenommen, dass sich die Geschmackswahrnehmung der eineiigen Zwillinge, gegenüber der, der zweieiigen Zwillinge sehr wohl unterscheidet [LOGUE, 1995].

Es zeigte sich aber, dass die Präferenzen von Mitgliedern einer Familie, die genetisch miteinander verwandt sind, ähnlicher sind als die von Mitgliedern einer Familie, die genetisch nicht verwandt sind (z.B. Adoptivkinder), jedoch sind diese Unterschiede nur gering [FAITH, 2005].

#### **7.1.1.1. Lebensräume und Genetik**

Verminderte oder gesteigerte Geruchs- und Geschmacksempfindlichkeiten wurden auch in Bezug auf verschiedene Lebensräume beobachtet. Es kommt zu einer evolutionsbedingten genetischen Determinierung bei jahrhundertelangen Adaptionsvorgängen an die vorhandene Umgebung [HLADIK, 1997].

Es wurde z.B. bei den Inuit, die eine Untergruppe der Eskimos auf Grönland sind, eine erhöhte Salzsensitivität festgestellt. Zurückzuführen ist das auf

die Tatsache, dass sie durch ihren sehr eiweißreichen Speiseplan eine erhöhte Thermogenese und somit auch einen erhöhten Wasserbedarf haben. Grönland ist fast ganz mit Eis bedeckt, dieses wird auch für die Trinkwasserversorgung genutzt. Es gibt zwei Sorten von Eis, das kontinentale und das vom Meer. An den Küsten, wo die Inuit wohnen und auch das Eis nutzen, können sich beide Eissorten vermischen. Um keine Vergiftung mit Natriumchlorid auszulösen, musste das Eis für die Trinkwasserversorgung rund 4000 Jahre lang sorgfältig ausgewählt werden. Aus diesen Gründen ist es den Inuit möglich, schon Konzentrationen von 8 mmol Natriumchlorid festzustellen. Dass die Frauen, die für die Trinkwasserversorgung zuständig sind und von klein auf auf diese Aufgabe vorbereitet werden, diesbezüglich empfindlicher sind als die Männer, wird teilweise auf das Training zurückgeführt. Die generelle Empfindlichkeit der gesamten Bevölkerungsgruppe ist aber durch Training alleine nicht zu erklären – auch die Gene müssen dafür mitverantwortlich sein. Dieselbe Empfindlichkeit wurde ebenfalls bei den Pygmäen festgestellt, auch sie ernähren sich sehr eiweißreich [HLADIK, 1997].

Für verschiedene Zuckerarten gibt es auch je nach Population unterschiedliche Erkennungsschwellen. Diese Schwellen sind wichtig für die optimale Energieversorgung. So wurde festgestellt, dass es in der afrikanischen Bevölkerung, je nachdem ob sie im Regenwald (Pygmäen) oder außerhalb davon wohnen, Unterschiede hinsichtlich der Zuckersensitivität gibt. Diejenigen, die außerhalb des Waldes leben, haben eine erniedrigte Erkennungsschwelle für Glucose und Sucrose (10 mmol), es ergab sich auch ein signifikanter Unterschied zwischen Frauen und Männern – Frauen haben eine höhere Sensitivität, allerdings wird dies wiederum als Trainingseffekt betrachtet, da die Frauen für die Ernährung zuständig sind [HLADIK, 1997].

### 7.1.1.2. Genetisch determinierte Anosmien und Ageusien

Es gibt genetisch bedingte Totalausfälle des Geruchs- und Geschmackssinns (Anosmie/Ageusie), d.h. bestimmte Substanzen können keine Wahrnehmungen mehr hervorrufen. Bekannt ist z.B. das Nichtriechen von:

- n-Butylmercaptan (Duftstoff des Stinktieres)
- Blütenduft der Freesien
- Blausäure
- Isobuttersäure und ähnliche Moleküle (Schweißgeruch)

und z.B. das Nichtschmecken von

- bitteren Stoffen (Phenylthiocarbamid (PTC) und 6-n-Propylthiouracil (PROP)) [VON CAMPENHAUSEN, 1993]

#### 7.1.1.2.1. PTC- & PROP-Schmecker und -Nichtschmecker

Das Schmecken bzw. Nichtschmecken von PTC & PROP ist eine der am Besten untersuchten genetischen Determinierungen. Die Anzahl der PTC-Schmecker oder -Nichtschmecker ist abhängig von der ethnischen Herkunft. Bei Nordeuropäern wird 1/3 als Nichtschmecker bezeichnet, in anderen ethnischen Gruppen ist diese Zahl weitaus geringer [LOGUE, 1991]. Für Asiaten wird ein Wert von 6-10% angegeben. Bei Afrikanern und amerikanischen Ureinwohnern ist ein noch geringerer Bevölkerungsanteil an Nichtschmeckern vorhanden [DREWNOWSKI, 2003].

Das Schmecken von PTC, das chemisch gesehen ähnlich der kropferzeugenden Substanz L-5-vinyl-2-thio-Oxazolidon ist und die Entwicklung von Strumen fördert, kann einen Evolutionsvorteil gegenüber Nichtschmeckern schaffen. Zusätzlich zeigten Forschungen, dass es in Industriestaaten, in de-

nen eine Jodanreicherung von Speisesalz stattfindet, auch weniger Nichtschmecker gibt, führt dies zu der Vermutung, dass die Jodversorgung im engen Zusammenhang mit der Fähigkeit PTC zu schmecken steht [TEPPER 2008].

Viele Lebensmittel, die giftig sind, schmecken bitter. Es kann angenommen werden, dass das Schmecken von bitteren Substanzen dem Schutz vor Vergiftungen bzw. Erkrankungen dient [TEPPER, 2008]. So haben Nichtschmecker von PTC & PROP ein erhöhtes Risiko an Reisekrankheit oder Übelkeit zu erkranken, da sie bitter nicht schmecken können und Erbrechen sozusagen ihr evolutionsbedingter Schutz vor krankheitsauslösenden Lebensmitteln ist [BENSON et al., 2012].

Tests mit PTC zeigten, dass für 28% der getesteten Personen diese Substanz geschmacklos ist, für 66% bitter und für 6 % löst diese Substanz eine andere Geschmackswahrnehmung aus. Der überwiegende Teil derer, die PTC schmecken können, ist auch empfindlicher auf Coffein und Saccharin. Bei dem früheren Einsatz von Saccharin in Erfrischungsgetränken lösten diese bei PTC-Schmeckern einen zwei- bis dreimal höheren Bittergeschmack aus als bei Nichtschmeckern [GOLDSTEIN, 2002].

Des Weiteren wurde versucht zu eruieren, ob das Schmecken von PTC mit dem Körpergewicht in Verbindung gebracht werden kann. Bis jetzt sind die Forschungsergebnisse allerdings sehr widersprüchlich [TEPPER, 2008; LUMENG, 2008].

Bei weiteren Experimenten mit PROP erkannte man, dass ein Drittel der Testpersonen diese Substanz nicht schmecken kann. Es wurde bei diesen Menschen eine höhere Empfindlichkeit für Coffein beschrieben, ebenso wie für Schweizer-Käse und Cheddar-Käse. Eine zusätzliche Untersuchung auf die Anzahl der Geschmacksknospen kam zu dem Ergebnis, dass bei PROP-Schmeckern eine höhere Dichte an Geschmacksknospen zu finden ist



[GOLDSTEIN, 2002]. Kinder, die PROP-Schmecker sind, mögen Käse weniger als Kinder die Nichtschmecker sind. Milch wird von Kindern, die PROP-Schmecker sind, mehr bevorzugt [BIRCH et al., 1997]. Des Weiteren zeigte sich, dass PROP-Schmecker eine erniedrigte Präferenz für Grapefruchtsaft, Grüntee und ausgewählte Sojaprodukte hatten [DREWNOWSKI et al., 2001].

### **7.1.2. Alter**

Die Geruchswahrnehmung ist bei Säuglingen über Jugendliche bis hin zum erwachsenen Menschen ähnlich, bei älteren Personen nimmt sie ab. Supergeruchswahrnehmer haben allerdings eine relativ größere Abnahme der Sensibilität mit dem Alter als Personen, die Gerüche innerhalb der Norm wahrnehmen. Die volle Geschmackswahrnehmung beginnt sich erst mit der Geburt zu entwickeln, die volle Ausprägung erfolgt erst bis zum Erwachsenenalter, danach nimmt sie wie die Geschmackswahrnehmung ab [CARDELLO, 1997].

#### **7.1.2.1. Säuglinge und Kleinkinder**

Die Geruchswahrnehmung spielt vor allem in der Phase nach der Geburt eine kommunikative Rolle. Die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung von Neugeborenen wird generell durch die Beobachtung von Gesichtsausdruck und Verhalten bewertet [FRÖHLICH, 1996]. Bereits Neugeborene können verschiedene Gerüche differenzieren. Innerhalb der ersten fünf Tage wird diese Sensitivität für generell positiv bewertete Gerüche (Erdbeere, Banane, Vanille) bzw. auch für negativ bewertete Gerüche (faule Eier, Fisch) noch ausgeprägter. Mit einer Woche können Säuglinge die Brust der eigenen Mutter von einer fremden unterscheiden. Mit zwei Wochen ist es einem Säugling möglich, fremde stillende und nicht stillende Frauen zu unterscheiden. Orientierungsreaktionen auf die Gerüche des Vaters oder der Mutter

findet man allerdings nur bei gestillten Babys [WILKENING und KRIST, 2002].

Bei Neugeborenen wurde auch ein Sucrose-Effekt beobachtet. D.h., bei der Gabe von zuckerhaltiger Lösung (Sucrose-Lösung 0,1 ml pro Sekunde) wurde ein sofortiger beruhigender Effekt festgestellt, allerdings musste das Volumen pro Sekunde bei zwei Wochen alten Säuglingen um das fünffache, bei vier Wochen alten auf das zehnfache erhöht werden, um denselben Effekt zu erreichen. Bei den zwölf Wochen alten Säuglingen konnte kein eigenständiger Effekt mehr beobachtet werden. Dies lässt darauf schließen, dass die Vorliebe für süße Lebensmittel angeboren ist [RAUH, 2002].

Nach der Geburt, können Säuglinge Wasser von Salzwasser nicht unterscheiden, dann verabscheuen sie bis ca. zum 4. Lebensmonat den salzigen Geschmack. Danach ziehen sie Salzwasser normalem Wasser vor. [WILKENING und KRIST, 2002]. Auch bevorzugten Säuglinge, die schon früh mit salzhaltigen Lebensmitteln gefüttert wurden, Salzwasser in einem früheren Lebensmonat, als jene die salzarme Kost verabreicht bekamen. Daraus lässt sich schließen, dass auch der Ernährung eine große Rolle in der Präferenzbildung zukommt [STEIN et al., 2012]. Mit 24 Monaten lehnen sie Speisen, die nicht im gewohnten Ausmaß salzig sind ab [WILKENING und KRIST, 2002]. Eine generelle Präferenzbildung für salzig ist vom 6. bis zum 24. Monat zu beobachten, was darauf zurückzuführen ist, dass sich die Rezeptoren für salzig in diesem Zeitraum voll ausgebildet haben (kann auch mit anderen Säugetieren verglichen werden), aber auch das bis zu diesem Zeitpunkt besser ausgebildete Nervensystem [GANCHROW und MENELLA, 2003]. Desto trotz Geschmackspräferenzen werden größtenteils erlernt [STEIN et al., 2012; TECHNOLOGIE-TRANSFER-ZENTRUM BREMERHAFEN, 2012].

Neophobie entwickelt sich zwischen dem 18. und 24. Lebensmonat. Kinder sind neophobischer als Erwachsene bzw. sinkt generell die Angst vor Neuem (z.B. Lebensmittel) mit dem Alter [BENTON, 2004].

„In den ersten Lebensjahren kennen wir so gut wie kein Ekelgefühl. Eine differenzierte Haltung zu Kot und Urin wird erst mit dem Reinlichkeitstraining erworben. Widerwärtige Gerüche werden auch erst mit ca. 3 Jahren als solche erlebt. Experimente zeigten, dass Kinder fast alles in den Mund nehmen: künstlicher Hundekot (62%), getrockneten Fisch (58%) sterilisierte Grashüpfer (31%) und Haare (8%). Ekel ist also erst mit dem Beginn des Schulkindalters entwickelt [GNIECH, 2002].“

### **7.1.2.2. Kinder, Jugendliche und Erwachsene**

Bei Schwellenwertuntersuchungen von Acht- bis Neunjährigen wurde festgestellt, dass die vorpubertären männlichen Probanden wesentlich erhöhte Schwellen im Vergleich zu den weiblichen Probanden, so wie auch im Vergleich zu männlichen und weiblichen Erwachsenen hatten. Für Sucrose wurde eine über doppelt so hohe Schwelle, für Natriumchlorid eine fast dreifach so hohe Schwelle, für Zitronensäure eine siebenmal so hohe Schwelle gegenüber Erwachsenen und eine rund dreifach so hohe Schwelle gegenüber den weiblichen Probanden festgestellt. Für Coffein wurde eine rund doppelt so hohe bzw. noch höhere Schwelle im Vergleich zu den weiblichen Probanden beobachtet. Durch diese verschiedenen Schwellen, die auch Präferenzen beeinflussen können [GANCHROW und MENELLA, 2003], sind auch die erhöhte Präferenz für süß und sauer von Kindern erklärt. Ca. ein Drittel der Kinder bevorzugen extrem Saures [LIEM und MENELLA, 2003]. Eine weitere Studie zeigte bei Neun- bis Fünfzehnjährigen erhöhte Präferenzen für Sucrose, Natriumchlorid und Lactose [GANCHROW und MENELLA, 2003], sowie eine erniedrigte Präferenz für Fett bei 6 -10 jährigen [MENELLA et al., 2012] im Vergleich zu Erwachsenen [GANCHROW und MENELLA, 2003; MENELLA et al., 2012]. In einer Langzeitstudie, die mit einer Gruppe von 11- bis 15-jährigen durchgeführt wurde, konnte die Präferenz in Bezug auf den Süßegrad anhand von verschiedenen Saccharose-Konzentrationen festgestellt werden. Eine Folgeuntersuchung nach zehn Jahren mit denselben Pro-

banden, die nun zwischen 19 und 25 Jahre alt waren, zeigte, dass die Präferenz für hohe Saccharose-Konzentrationen gesunken war. Als Ursache wurde allerdings auch die Angst vor dem Zunehmen angegeben, d.h. ein Lerneffekt könnte dafür verantwortlich sein [LOGUE, 1995]. Generell sind die Präferenz für Zucker und Fett hoch abhängig vom Alter, dem Geschlecht, der Bildung, dem elterlichen BMI und des Wohnorts (Stadt, ländlicher Bereich) [LANFER et al., 2012].

Für die olfaktorischen Schwellen wurden in sechs Studien keine Unterschiede zwischen Kindern und jungen Erwachsenen festgestellt. Die jüngste Untersuchung zeigte allerdings, dass junge Erwachsene (18-30 Jahre) in Schwellenwert-, Identifikations- und Memory-Tests gegenüber Kindern (4-11 Jahre) besser abschnitten. Dies kann auf die noch nicht ausgereifte Entwicklung zurückgeführt werden. Im Geruchstest mit 1-Butanol reagierten aber die Kinder dieser Studie sensitiver [LEHRNER et al., 1999].

Der große Unterschied zwischen Kindern und Erwachsenen hinsichtlich der olfaktorischen Wahrnehmung liegt darin begründet, dass Kinder Androstenone, welche z.B. in Sellerie, Schwein und Trüffeln enthalten sind, aversiver empfinden als Erwachsene. Außerdem riechen nur 50% der Erwachsenen diesen Stoff und er wird auch verschieden beschrieben (z.B. er riecht nach Urin, Blumen oder Moschus) [CARDELLO, 1997].

Die olfaktorisch höchste Präferenz- oder Aversionsneigung bzw. -ausbildung findet im 10. Lebensjahr statt [DIACONU, 2005]. Zwischen dem 19. und 25. Lebensjahr sinken die Präferenzen wieder [GANCHROW und MENELLA, 2003].

### **7.1.2.3. Ältere Personen**

Bis zum 55. Lebensjahr kommen kaum Geruchsdefizite vor, nur 5-6 % der

Allgemeinbevölkerung sind von Riechstörungen betroffen. Bei Personen ab etwa 55 Jahren kommt es bei ca. 25% zu einem herabgesetzten Riechvermögen, diese Tendenz steigt mit zunehmendem Alter [HUMMEL et al., 2007]. Zwischen dem 60. und 78. Lebensjahr konnten nur geringe Beeinträchtigungen der Geruchswahrnehmung beobachtet werden, danach muss man mit großen rechnen [LEHRNER et al., 1999]. Für die Altersgruppe der über 65-Jährigen wurde jedoch bei 50% der Probanden eine Geruchseinschränkung beobachtet [MURPHY et al., 2003]. Ähnliche Ergebnisse erzielte auch Neller [2010] bei Geruchstests mit Sniffin´Sticks. So hatten 8,16% der Personen zwischen 22 und 40 Jahren ein herabgesetztes Riechvermögen. Bei der Gruppe der 55-64-Jährigen waren 34,62% von Anosmie betroffen, dieser Prozentsatz stieg auf 42,42% bei Personen über 84 Jahren. In Bezug auf Hyposmie zeigte sich, dass die Gruppe der 75-84-Jährigen mit 54,55% am stärksten betroffen war.

Mit dem Alter sinkt die Anzahl der Rezeptorzellen in der Nase – die Anzahl der Zilien und der Mikrovilli [MENCO und MORRISON, 2003; HUMMEL et al., 2007], auch die Durchblutung und die Schleimsekretion ist reduziert [STEINBACH et al, 2008]. Die Dicke des olfaktorischen Epithelium [MACKAY-SIM, 2003], sowie das Volumen des *Bulbus olfactorius* wird kleiner [HUMMEL et al., 2007]. Bei Geruchssensibilitätsuntersuchungen wurde aber vor allem eine verminderte Sensibilität in Bezug auf den Gesundheitszustand, nicht auf das Alter selbst zurückgeführt [BURDACH, 1987]. Interessant in dieser Hinsicht ist, dass moderate Geruchseinbußen im Alter mit einem erhöhten Sterberisiko in Zusammenhang stehen [GOBINATH et al., 2012].

Die Frage, inwieweit das Alter selbst und/oder andere Einflüsse (z.B. Krankheiten) zusammenhängen und wie sich die Faktoren gegenseitig beeinflussen, ist noch nicht restlos geklärt [MENCO und MORRISON, 2003].

Bei älteren Menschen treten Dysosmien, Parosmien oder sogar Kakosmien auf. Bei letzteren werden Gerüche ohne einen objektivierbaren Reiz subjektiv als sehr quälend empfunden [PLATTIG, 1992].

Ältere Erwachsene neigen gegenüber jüngeren Erwachsenen (bis zum 30. Lebensjahr) mehr zu olfaktorischer Adaption [HULSHOFF et al., 2000]. Die olfaktorischen Einbußen sind im Alter generell höher als die gustatorischen [KANEDA et al., 2000]. Außerdem zeigt der Vergleich zwischen Frauen und Männern, dass die Gruppe der Frauen bessere Riechleistungen erbrachte [HUMMEL et al., 2007]. Bei Neller [2010] schnitten die Frauen nur in der Altersgruppe der 65-74-Jährigen signifikant besser ab.

Die Geschmackswahrnehmung ist dennoch messbar herabgesetzt. Ob bei älteren Menschen genetische Faktoren oder die Einwirkung von anderen Stoffen dafür verantwortlich sind, ist noch nicht ganz klar [LOGUE, 1995]. In mehreren Studien wurde zwar die Geschmackswahrnehmung bei älteren Personen untersucht, die Auswahlkriterien beinhalteten aber nur bedingt Krankheiten oder Medikamente. Es konnte eine generelle Abnahme der Geschmackswahrnehmung beobachtet werden, wobei bei einigen Studien die Abnahme verschiedener Grundgeschmacksarten einmal bestätigt bzw. dann wieder verworfen wurde. Eine Untersuchung, an der ausschließlich gesunde Personen im Alter von 60 bis 75 Jahren, die weder rauchten noch auf Diät waren oder Medikamente einnehmen mussten, teilnahmen, kam zu dem Ergebnis, dass auch bei ihnen die Wahrnehmung im Vergleich mit einer Kontrollgruppe (Alter zwischen 19 und 33 Jahren) herabgesetzt war. Dies traf vor allem auf die Grundgeschmacksarten salzig und umami zu. In geringerem Ausmaß waren die weiteren Grundgeschmacksarten beeinträchtigt [MOJET et al., 2001]. Neller [2010], bei der Krankheit und Medikamenteneinnahme kein Ausschlusskriterium für ihre Probanden darstellte, kam zu dem Ergebnis, dass bei den 55-84-Jährigen ca. 65-70% von Hypogeusie betroffen sind, dieser Prozentsatz stieg bei den über 84-Jährigen auf 84,85% bezüglich des Erkennens der 4 Grundgeschmacksarten. Ähnliche Ergebnisse wurden auch beim Erkennen von unter- bzw. überschwelligen Konzentrationen erzielt. Außerdem ergab sich ein hoch signifikanter Zusammenhang zwischen der Abnahme des Geruchs- und der Abnahme des Geschmackssinnes, je schlechter ein Proband riechen konnte, desto schlechter war auch die Ge-

schmackswahrnehmung. Zusätzlich sind für die herabgesetzte Geschmackswahrnehmung, gerade bei älteren Personen, defekte bzw. fehlende Zähne, sowie schlecht sitzende Zahnprothesen verantwortlich. Dadurch ist eine effektive Zerkleinerung und Einspeichelung der Nahrungsmittel nicht mehr möglich. Es werden somit weniger Aroma- und Geschmacksstoffe freigesetzt [STEINBACH et al, 2008].

Ab dem 50. Lebensjahr sinken die Erkennungsschwellen und Unterschiedsschwellen für süß, salzig und bitter stetig, sauer wurde als nicht betroffen beschrieben [BURDACH, 1987]. Bei einer Studie mit älteren Menschen und College-Studenten wurde jedoch festgestellt, dass die Akzeptanz für sauer und süß bei den Studenten größer war [CARDELLO, 1997]. Dies gilt auch für Erwachsene im Vergleich zu Kindern [TEMPLE et al., 2002]. Im höheren Alter treten Gewöhnungseffekte (Adaptionen) auf. Wenn die Geschmackswahrnehmung sinkt, ändern sich in Folge auch die Präferenzen [GNIECH, 2002]. Die Präferenzen sinken mit der Zeit, es wird weniger gegessen, wenn man älter wird [STEWART-KNOX et al., 2005]. Es wurde festgestellt, dass ältere Frauen mehr Fisch und Innereien essen, ältere Männer mehr Hülsenfrüchte, Kartoffeln und Leber [GNIECH, 2002]. Diese Veränderungen können mit sozialen und gesundheitlichen Faktoren, aber auch mit reduziertem Energiebedarf und sensorischen Einbußen zusammenhängen. Vor allem ab dem 60. Lebensjahr nimmt speziell bei Männern der Geschmackssinn ab [STEWART-KNOX et al., 2005].

### **7.1.3. Geschlecht**

Schwellenwertuntersuchen haben ergeben, dass Frauen im Vergleich zu Männern niedrigere Schwellen für Sucrose, um etwa ein Drittel niedrigere Schwellen für Natriumchlorid und eine um die Hälfte niedrigere Schwelle für Coffein hatten, bei Zitronensäure wurden keine Unterschiede festgestellt

[GANCHROW und MENELLA, 2003]. Des Weiteren reagierten Frauen auf Bitterstoffe (PTC) sensibler als Männer [DREWNOWSKI et al., 2001].

Bei Geruchsidentifikationstests schnitten Frauen besser ab als Männer. Die besseren Ergebnisse von Frauen bzw. Mädchen im Vergleich mit jungen Männern lassen den Schluss zu, dass die weiblichen Personen über eine höhere geistige Reife verfügen als junge Männer. Diese Ergebnisse variierten aber auch in Bezug auf das Alter Frauen bzw. Mädchen [LARSSON et al., 2004].

Geruchsidentifikationstests mit 45 bis 90-Jährigen wurde gezeigt, dass nur bei der Altersgruppe der 85 bis 90-Jährigen keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf das Geschlecht mehr zu erkennen sind, sonst schnitten die Frauen besser ab [LARSSON et al., 2004]. Auch bei Untersuchungen auf Geruchsschwellenwerte waren Frauen besser, allerdings wurde dies nicht in allen Studien beobachtet. Das positive Ergebnis wurde darauf zurückgeführt, dass bei Frauen mehr Superriecher vorhanden waren. Frauen hatten auch bei familiär oft gebrauchten Gerüchen bessere Memory- und Benennungsfähigkeiten, bei unbekanntem Gerüchen waren die Unterschiede kleiner [CHOUDHURY et al., 2003].

In Untersuchungen, bei denen die Reaktion auf Duftstoffe mittels Elektroenzephalogramm (EEG) untersucht wurden, zeigten Frauen mehr Reaktionen für  $H_2S$  und Vanillin als Männer. Daraus folgt, dass die Sensitivität für diese Substanzen bei Frauen höher ist [KOBAL, 2003].

In einer Untersuchung von Neugeborenen wurde festgestellt, dass Mädchen süß mehr bevorzugen als Jungen. Weitere Studien zeigten das Gegenteil, das Gleiche oder es konnten keine Unterschiede beobachtet werden, was auf unterschiedliche Methoden zurückzuführen ist. In Fragebogenuntersuchungen mit 14 bis 68-Jährigen wurde aber für weibliche Personen eine höhere Präferenz für süß beobachtet [LOGUE, 1995].



Bei Befragungen in Amerika und in Deutschland ergaben sich ähnliche Präferenzen in Bezug auf Lebensmittel. Frauen bevorzugten Gemüse, Kartoffel, Obst, Kuchen und Süßigkeiten. Männer hingegen bevorzugten Fleisch, Bier und stark gewürzte Gerichte. Keine Unterschiede gab es bei Milch, Kaffee und Tee [GNIECH, 2002].

### **7.1.3.1. Weiblicher Zyklus**

Bei Frauen wurde eine generell größere Duftsensibilität beobachtet. Ob dies in Zusammenhang mit der Hormonlage steht, wurde noch nicht einwandfrei bewiesen [BURDACH, 1987]. Für moschusartige Gerüche, bei denen eine Hyperosmie bis zu drei Zehnerpotenzen zu beobachten ist [PLATTIG, 1992] sowie auch für Zitral, m-Xylen und Furfural nimmt mit Beginn des Menstruationszyklus bis zur Ovulation die Sensibilität zu [BURDACH, 1987].

Bei neueren Überprüfungen der Stimulationsunterschiede während des Zyklus mittels Elektronenspinresonanz (ERP) wurden Unterschiede kurz vor dem Eisprung (größere Amplitude), während des Eisprungs (kürzere Reaktionszeit) und bei der Follikularphase (kürzere Abstände) erkannt [KOBAL, 2003].

Ab der Ovulation wird vermehrt Süßes gegessen, was mit der Bildung des Hormons Progesteron, welches den Energieumsatz beschleunigt, in Verbindung gebracht wird [GNIECH, 2002]. Vor und während der Ovulation werden weniger Kohlehydrate gegessen. Generell sinkt die Nahrungsaufnahme in der Follikularphase [CHAMBERS und BERNSTEIN, 2003].

### **7.1.3.2. Schwangeschaft**

Bei 50% aller Schwangeren kommt es vor allem im ersten Drittel zu Erbrechen. Dies kann allein durch Gerüche ausgelöst werden, weil die Sensibilität

der Geruchswahrnehmung steigt [SETZWEIN, 1997]. Während einer Schwangerschaft treten auch Dysosmien und Parosmien gehäuft auf [PLATTIG, 1992]. Die verschiedenen Essgelüste, die u.a. zu beobachten sind, werden mit der veränderten Hormonlage sowie mit psychischen Faktoren in Relation gebracht. Eine These besagt, dass das Erbrechen von geringen wahrnehmbaren Konzentrationen von schädlichen Stoffen ausgelöst wird und dem Schutz des Embryos dient, weil vor allem im ersten Drittel der Schwangerschaft der Aufbau der embryonalen Zellen besonders durch Umwelteinwirkungen gefährdet ist. Eine weitere These bringt die veränderte Psyche mit den Essgelüsten in Verbindung. Die Schwangere will schon in der frühen Phase der Schwangerschaft, in der es noch nicht für die Außenwelt erkennbar ist, zeigen, dass sie schwanger ist. Es können aber auch im Falle einer ungewollten Schwangerschaft von der Norm abweichende Gelüste entwickelt werden [GNIECH, 2002]. In Untersuchungen mit Schwangeren im Zeitraum von 1920 bis 1938 hatten noch zwei Drittel Schwangerschaftsgelüste, bei Schwangeren von 1960 bis 1974 erklärte sich nur noch ein Drittel davon betroffen. Bei einer oder mehreren Geburten vorher sanken die abweichenden Gelüste bei erneuter Schwangerschaft scheinbar. Die Abnahme der Gelüste von 1920 bis 1974 kann damit zusammenhängen, dass der Glaube, man könnte das Ungeborene durch die Nahrung positiv oder negativ beeinflussen, sich im Laufe der Zeit veränderte [SETZWEIN, 1997].

Während der Schwangerschaft werden hauptsächlich Nahrungsmittel bevorzugt, die als „natürlich“ gelten, also Rohes, Gegrilltes, Geräuchertes, aber kaum Gebackenes, oder Gesottenes. Man darf auch nicht außer acht lassen, dass bei Schwangeren auch ungewöhnlichste Gelüste eher akzeptiert werden als bei anderen. Man kann in dieser Zeit jeglicher Lust nachgeben, ohne anderen Rechenschaft ablegen zu müssen. Dies kann dazu führen, dass Gelüste, die schon immer bestanden haben und denen aus psychosozialen Gründen nicht nachgegeben wurde, jetzt ausgelebt werden [SETZWEIN, 1997].

Bei Befragungen von Schwangeren gaben 67,5% Geruchsstörungen in der 16. Schwangerschaftswoche an, dieser Prozentsatz sank auf 32,5% in der 34. Schwangerschaftswoche und auf 3% 12 Wochen nach der Geburt. Insgesamt waren 73,8% der Frauen von Geruchsstörungen betroffen. 26,2% litten unter Geschmacksstörungen in der 16. Schwangerschaftswoche. Ähnlich wie bei Geruchsstörungen sank der Prozentsatz mit dem Verlauf der Schwangerschaft [NORDIN et al., 2004].

In der 34. Schwangerschaftswoche gaben 13%, 12 Wochen nach der Geburt nur noch 3,4% der Frauen Geschmacksstörungen an. Insgesamt klagten 36,5% der Schwangeren über Geschmacksstörungen. Weitere Studien zeigten ähnliche Ergebnisse, mit Ausnahme von einer, in der Geschmacksstörungen bei 93% der Schwangeren beobachtet wurden. Als eine der möglichen Ursachen dieser Störungen zieht man den Schutz des Ungeborenen vor teratogenen Stoffen bzw. vor jenen Stoffen, die einen Abortus auslösen könnten, in Erwägung [NORDIN et al., 2004].

Schwangere sind empfindlicher auf bitteren Geschmack [DREWNOWSKI, 2003], vor allem im ersten Trimester [BROMLEY und DOTY, 2003]. So schmeckt Kaffee am Anfang einer Schwangerschaft bitterer. Dies wird durch die Tatsache untermauert, dass PTC-Schwellen im ersten Trimester der Schwangerschaft absinken. Der Schutz des Ungeborenen ist auch sehr wahrscheinlich. Bei Salz hingegen wurden erhöhte Präferenzen beobachtet, was auf den erhöhten Elektrolytbedarf (Mineralstoffbedarf) während einer Schwangerschaft zurückgeführt wird. Jedoch wurde bei schwangeren Teenagern eine erniedrigte Präferenz für Salziges während der Schwangerschaft aber nicht danach festgestellt [GANCHROW und MENELLA, 2003].

Da die Geruchswahrnehmung während einer Schwangerschaft verändert ist, werden bestimmte Gerüche intensiver als sonst wahrgenommen. Kochgerüche und Zigarettenrauch werden zu mehr als 50%, verdorbenes Essen und Parfüm zu mehr als 40%, Gewürze, Kaffee und Alkohol zu mehr als 30% in-

tensiver empfunden. Dies wurde für die 16. Schwangerschaftswoche festgestellt, später in der 34. Woche waren diese Ergebnisse um teilweise mehr als die Hälfte reduziert. Nach der Schwangerschaft kam es zu so gut wie keiner dieser Empfindungen mehr [NORDIN et al., 2004].

Der Verlauf der Schwangerschaft kann auch für das ungeborene Kind Auswirkungen haben. Es wurde beobachtet, dass jene Kinder, deren Mütter während der Schwangerschaft an Morgenübelkeit bzw. unter Schwangerschaftserbrechen litten, eine höhere Präferenz für salzig hatten. Diese Präferenz blieb im Gegensatz zu Personen deren leibliche Mutter unter keiner der vorher genannten Symptome litt auch im Erwachsenen Alter bestehen [GANCHROW und MENELLA, 2003].

#### 7.1.4. Gewicht/Körperbau

Verschiedenen Körperbautypen werden unterschiedliche Präferenzen zugeschrieben (Tabelle 2).

Tabelle 2: Präferenzen von verschiedenen Körperbau-Typen  
[GNIECH, 2002]

<b>Typ</b>	<b>Pykniker</b>	<b>Leptosom</b>	<b>Athlet</b>
<b>Körperbau</b>	breit, rund	lang, dünn	muskulös
<b>Präferenz</b>	Eiweiß, Fleisch	Fett	Kohlehydrate
<b>Geschmackpräferenz</b>	würzig	mild	

Bei Pyknikern und Leptosomen wurden unterschiedliche Geschmacksschwellen für süß und bitter festgestellt. Leptosomen haben auch oft ausgeprägte Geschmacksaversionen [GNIECH, 2002].

In Zwillingsstudien mit eineiigen und zweieiigen Zwillingspaaren wurde festgestellt, dass ein niedrigeres Gewicht sich negativ auf die Geruchssensibilität für Isobutyric-Säure auswirkt. Weitere Sensibilitätsänderungen konnten nicht festgestellt werden [SEGAL und TOPOLSKI, 2003].

Bei Übergewicht wurden keine Änderungen in Bezug auf Schwellenwerte festgestellt, allerdings war die hedonische Antwort auf süß höher ausgeprägt als bei Normalgewichtigen [MATTES, 2003]. Übergewichtige bevorzugten einen höheren Fett zu Zucker Ratio im Vergleich zu Normalgewichtigen [CARDELLO, 1997]. Dies bestätigte auch eine Zwillingsstudie mit monozygoten Zwillingspaaren, bei denen ein Zwilling normal- und einer übergewichtig war, die ergab, dass die Übergewichtigen eine erhöhte Präferenz für fette Nahrungsmittel zeigten, bei der Präferenz für süß gab es keine signifikanten Unterschiede [RISSANEN et al., 2002]. Außerdem zeigten Übergewichtige eine höhere Variabilität in Bezug auf Lebensmittel, ihre Präferenzen waren weiter gestreut [RAYNOR et al., 2004].

Eine Studie zeigte einen Zusammenhang zwischen PROP-Nichtschmeckern und Übergewicht, weitere Studien mit größerem Umfang konnten dieses Ergebnis allerdings nicht bestätigen [DREWNOWSKI et al., 2001].

### **Leptin**

Es wird diskutiert, ob das Hormon Leptin den Süßgeschmack beeinflusst. Leptin ist vor allem an der Regulation des Körpergewichts beteiligt. In der Ratte wurden Rezeptoren in den Geschmackszellen gefunden, die auf Leptin reagieren. Nach bisherigen Ergebnissen vermindert Leptin die Geschmackswahrnehmung für süß. Es könnte somit auch die Aufnahme von zu süßer und somit meist zu kalorienreicher Nahrung hemmen [KAUPP und MÜLLER, 2005].

### **7.1.5. Diät**

Diäten haben keinen Einfluss auf Geruchs- und Geschmacksschwellen sowie auf Identifikations- und Konzentrationsreihungsfähigkeiten. Nur der hedonische Eindruck wird verändert. Dieses Ergebnis beruht auf Gewöhnungseffekten bzw. auf Konditionierung [MATTES, 2003].

#### **7.1.5.1. Salzreduzierte Diät**

Nach acht bis zwölf Wochen salzarter Diät werden weniger gesalzene Speisen auch als schmackhaft empfunden [MATTES, 2003]. Beim Servieren von Speisen, deren Salz zum größten Teil entfernt wurde und Probanden die Möglichkeit geboten wird nachzusalzen, salzen sie bezogen auf die Salzmenge nach einer salzreduzierten Diät um 80% weniger nach. Teilweise kann dieses Ergebnis aber mit der oberflächlichen Salzung zusammenhängen, da dadurch das Salz schneller auf die Rezeptoren treffen kann [LOGUE, 1995].

#### **7.1.5.2. Fettreduzierte Diät**

Nach einer 12-wöchigen fettreduzierten Diät sank die Präferenz für Fett, allerdings zeigen weitere Studien keinen Zusammenhang zwischen Diät und Präferenz. Außerdem wurden auch keine Zusammenhänge zwischen Fettkonsum und Fettpräferenz (wie auch Süßpräferenz) gefunden. Trotzdem fanden Personen, die viel Fett aßen, den Geschmack positiver als andere Menschen. Dieses Ergebnis konnte aber in einer weiteren Studie nicht bestätigt werden [COOLING und BLUNDELL, 2001].

## **7.1.6. Genussmittel**

### **7.1.6.1. Alkohol**

Es wurde festgestellt, dass Säuglinge weniger Muttermilch trinken, wenn ihre Mütter vorher geringe Mengen an Alkohol zu sich genommen haben [SMITH, 2002]. Aus diesem Ergebnis kann man entnehmen, dass eine generelle Abneigung gegen Alkohol beim Menschen besteht. Durch psychosoziales Lernen und Gewöhnung kann dieser Effekt erst umgedreht werden.

Nach dem Genuss von Alkohol nimmt die Geruchssensibilität generell zu [BURDACH, 1987], allerdings wurde in Zwillingstudien bewiesen, dass derjenige Zwilling, der Alkohol trinkt, eine geringere Sensibilität aufweist [SEGAL und TOPOLSKI, 2003].

Chronischer Alkoholmissbrauch steht in Verbindung mit erhöhten Geruchsschwellen, eingeschränkter Geruchsidentifikationsfähigkeit und Erhöhung der Geschmacksschwellen, was auch nach einer Entgiftung bestehen bleiben kann [MATTES, 2003].

Die Sensitivität für PTC und PROP steht in Verbindung mit der Sensitivität für Ethanol. PROP-Nichtschmecker haben eine erniedrigte Sensitivität. Es gibt auch Beweise dafür, dass sich unter Kindern von Alkoholikern öfter PROP Nichtschmecker befinden als bei Nichtalkoholikern [MATTES, 2003].

Das nicht mögen von Alkohol ist die Hauptursache von Abstinenz. Bei Abstinenz von Alkohol über drei Wochen sank auch die Geschmacksschwelle für Ethanol. Nichtalkoholiker beschrieben zu 60%, dass bei der Geschmacksschwelle Ethanol ein bitterer Geschmack wahrgenommen wurde [MATTES, 2003].

Bei Alkoholikern wurde auch eine erniedrigte Zufuhr von Fett bemerkt, dies ist auf den hohen Energiegehalt von Alkohol zurückzuführen [MATTISSON et al., 2001].

### **7.1.6.2. Tabak**

Rauchen verändert die Geschmacks- und Geruchssensibilität negativ [BURDACH, 1987]. Allerdings traf dies bei einer Studie von Pavlidis et al. [2009] in Bezug auf die Geschmackswahrnehmung nur auf 79% der Raucher zu, bei 21% konnten keine Effekte festgestellt werden. Dennoch kam man zu dem Ergebnis, dass bei allen Rauchern die Geschmackspapillen abgeflacht waren, ihre Oberflächen verdickt und schlechter durchblutet sind. Dieser Effekt ist bei jenen Personen, die schon im Teenager alter zu rauchen begonnen haben, am ausgeprägtesten. Außerdem ist die Temperaturempfindung - im Mund - bei Rauchern gestört [YEKTA, 2012]. Wenn nicht mehr geraucht wird, können sich die Riechschleimhaut und die Geschmackspapillen vollkommen regenerieren und es gibt keine Effekte mehr [BURDACH, 1987], ob dies wirklich zutrifft ist noch nicht einwandfrei bewiesen [PAVLIDIS et al., 2009].

Zwillingsstudien zeigten, dass Rauchen und zusätzliche Alkoholbelastung die Sensitivität weiter sinken lassen [SEGAL und TOPOLSKI, 2003]. Des Weiteren verursacht Rauchen in Verbindung mit Cadmiumbelastung eine signifikant höhere Geruchseinschränkung als bei einer vergleichbaren nicht belasteten Kontrollgruppe [HASTINGS und MILLER, 2003].

Raucher bevorzugen vermehrt Alkohol, Fleisch, Fett und weniger Obst und Gemüse, Nichtraucher ziehen eher Süßigkeiten vor. Ob dies aber wirklich nur mit dem Rauchen zusammenhängt, ist nicht eindeutig geklärt [GNIECH, 2002]. Dennoch, wenn Raucher zu rauchen aufhören, nähern sie sich in ihrer Lebensmittelauswahl wieder jenen, die nie geraucht haben. Außerdem



scheint auch die Intensität des Rauchens Auswirkungen auf die Lebensmittelauswahl zu haben. Starke Raucher hatten die schlechtesten Gewohnheiten in Bezug auf Lebensmittel. Zurückgeführt wird dies auf die Annahme, dass Nikotin bzw. andere Rauchinhaltsstoffe die Geschmackspräferenzen ändern. Es deutet einiges darauf hin, dass Raucher weniger Süßes bevorzugen, was auf den geringeren Konsum von Obst hinweist. In Bezug auf das Geschlecht tranken starke Raucherinnen mehr alkoholhaltige Getränke als männliche starke Raucher. Generell trafen Frauen eine gesündere Lebensmittelauswahl. Im Vergleich von Nichtrauchenden beiderlei Geschlechts war dieses Ergebnis aber höher als im Vergleich von Rauchenden beiderlei Geschlechts [OSLER et al., 2002]. Dies ist auch in weiteren Studien bestätigt [MATTISSON et al., 2001].

### **7.1.7. Krankheiten**

Es kommt zu Geruchsminderung bzw. -abweichungen, wenn der Transport von geruchsaktiven Substanzen zum Riechepithel unterbrochen bzw. behindert wird, z.B. bei Schnupfen, Polypen oder stärkeren Verbiegungen der Nasenscheidewand [PLATTIG, 1992]. Beim Geschmackssinn kommt es zu Einschränkungen, wenn der Mund- bzw. Rachenraum erkrankt ist. Auch wenn die Reizübertragung zum Gehirn und deren Auswertung in irgendeiner Weise gestört oder unterbrochen ist, führt dies zu Sinnesabweichungen [BROMLEY und DOTY, 2003].

#### **7.1.7.1. Neoplasmen**

Als Neoplasmen werden Gewebe bezeichnet, die sich neu bilden und ausbreiten. Im Allgemeinen werden sie als gut- oder bösartige Tumore bezeichnet.

Generelle Aussagen über Auswirkungen auf Geschmacks- oder Geruchssinn können nicht gemacht werden. Jeder Betroffene, egal um welchen Krebs es sich handelt, reagiert anders – von keinen Auswirkungen bis hin zu schwerwiegenden Veränderungen ist alles möglich [BROMLEY und DOTY, 2003]. Kakosmien wurden als Hinweis auf Gehirntumore erkannt [STRUTZ, 1997].

Es gibt auch keine Hinweise auf generellen Appetitverlust oder Gewichtsänderungen [BROMLEY und DOTY, 2003]. Auswirkungen haben jedoch Krebstherapien wie z.B. Bestrahlung oder Chemotherapie [MATTES, 2003].

### **Neoplasmen, die den Geruchssinn beeinflussen**

**Neoplasmen-Intrakranial:** Gliom und andere Tumore im Frontallappen, nahe der Mittellinie lokalisierte kranial Tumore (Meningeom parasagittal, Tumore des *Corpus callosum*), olfaktorisches Plattenmeningeom der Kribiformes, Osteom, Chiasma-Tumore (Aneurismen, Craniopharyngiom), schleimabsondernde Tumore (Adenoma), Suprasellar cholesteatom, Suprasellar meningeom, Tumore des Temporallappen [MURPHY et al., 2003].

**Neoplasmen-Intranasal:** Neuro-olfaktorische Tumore (olfaktorisches Epitheliom, Neuroblastom, Neurozytom, Neuroepitheliom), andere benigne oder maligne Nasentumore (Adenocarcinom, Nasopharyngeal-Tumor) Tumore mit Ausdehnung, Neurofibrom, Paranasaltumore mit Ausdehnung, Schwannom [MURPHY et al., 2003].

**Neoplasmen-Extranasal und Extracranial:** Tumore der Brust, des Gastrointestinaltrakts, des Kehlkopfes, der Lunge, der Eierstöcke, der Hoden [MURPHY et al., 2003].

### **Neoplasmen, die den Geschmackssinn beeinflussen**

**Den VII. Hirnnerv (*Nervus facialis*) betreffen:** Glomus Tumor, Primärer

Ohrspeicheldrüsentumor, Schwannom, akustisches Neurom, Knochenkrebs – Metastasen [BROMLEY und DOTY, 2003].

**Den IX. (*Nervus glosso-pharyngeus*) und X. Hirnnerv (*Nervus vagus*) betreffen:** Glomus-Jugulare-Tumor, Neurofibrom, vom Gehirn ausgehende Metastasen [BROMLEY und DOTY, 2003].

**Orale Neoplasmen:** Kaposi-Sarkom, orale Melanome, Zungenkrebs, Gaumenkarzinom [BROMLEY und DOTY, 2003].

**Weitere Neoplasmen:** Tumore in Leber und Niere [BROMLEY und DOTY, 2003].

#### **Tumor der Nebennierenrinde**

„Salzhunger, spezifischer Salzhunger wurde bereits vor 60 Jahren bei einem Patienten beschrieben, dessen Nebennierenrinde durch einen Tumor zerstört worden war (was zu erhöhter Salzausscheidung über die Niere und damit zu Salz-mangel führte). Dabei sank seine Detektionsschwelle für Salz ab. Es wird diskutiert, ob bei Salz-mangel die Zahl der Natriumkanäle in den Geschmackszellen durch das Hormon Aldosteron hochreguliert wird (ähnlich wie in der Niere). Mehr Natriumkanäle würden zu einem stärkeren Natrium-einstrom und damit zu einem positiveren Rezeptorpotenzial führen [KAUPP und MÜLLER, 2005].“

### **7.1.7.2. Virale und bakterielle Infektionen**

#### **Infektionen, die den Geruchs- und Geschmackssinn beeinflussen**

##### **HIV/AIDS**

Bei HIV wird eine signifikant erniedrigte Anzahl von Neuronen im Frontalen Cortex beobachtet. Bei an AIDS Erkrankten wurde eine um 38% niedrigere

Anzahl an Neuronen im Frontal Cortex festgestellt. Dies kann in Verbindung mit Geruchseinbußen gebracht werden. Bei HIV-Infizierten wurden auch Atrophien im Gehirn beobachtet [LI et al., 2003]. 72% von HIV-Patienten klagten über chemosensorische Abnormalitäten. Die Auswirkungen sind desto größer, je weiter die Krankheit fortgeschritten ist. Die größten Einschränkungen wurden bei Patienten mit einem AIDS-Demenz-Komplex festgestellt. Der Geschmack im engeren Sinn ist kaum betroffen [MATTES, 2003], aber es wurden negative Einflüsse auf den VII. Hirnnerv beobachtet [BROMLEY und DOTY, 2003].

### **Fieber**

Im Fall von Fieber wurde eine generelle Präferenzhöhung für mineralhaltige, kühle Getränke beobachtet [GNIECH, 2002].

## **Infektionen, die den Geruchssinn beeinflussen**

### **Influenza**

Bei Influenza ist eine Anosmie bekannt, die sogar für mehrere Monate eine Geruchseinschränkung verursachen kann, obwohl alle anderen Symptome schon lange abgeklungen sind [PLATTIG, 1992].

Weitere Infektionen, die die Geruchswahrnehmung beeinträchtigen können, sind akute virale Rhinitis, bakterielle Rhinosinusitis, Bronchiektasis, Microfilarien, Pilze und Rickettsien [MURPHY et al., 2003].

## **Infektionen, die den Geschmackssinn beeinflussen**

Die wichtigsten Infektionen, die den Geschmackssinn beeinflussen können, sind in der Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3: Infektionen, die den Geschmackssinn beeinflussen;  
[modif. nach BROMLEY und DOTY, 2003]

<b>betroffener Hirnnerv</b>	<b>Infektion</b>
VII., IX. und X.	Guillain-Barré-Syndrom, Lepra
VII. und IX.	Botulismus, Herpes zoster, Otitis media
IX. und X.	Meningitis, pharyngeale, wiederkehrende parotide Abszesse
VII.	Bell's Palsy, Kawasaki-Erkrankung, Syphilis, Tuberkulose
X.	Cytomegalovirus, Polyomyelitis

Außerdem wird der Geschmackssinn durch Infektionen mit dem Cockschievirus, Gonorrhoe, Herpes-simplex-Virus und Myzetismus beeinflusst [BROMLEY und DOTY, 2003].

### **7.1.7.3. Endokrine, metabolische Hormonerkrankungen**

#### **Addison-Krankheit**

Bei der Addison-Krankheit handelt es sich um eine Erkrankung der Stoffwechselregulation im Elektrolythaushalt [MURPHY et al., 2003], ausgelöst durch verminderte oder fehlende Produktion aller Nebennierenhormone [PSCHYREMBEL, 1998]. Beobachtet wurde dies z.B. bei einem 2 ½ jährigen Jungen. Er wurde ins Krankenhaus eingeliefert, bekam dort die übliche Kost, er aß sehr wenig und musste sich immer wieder übergeben – schließlich starb er. Bei der Autopsie wurde die Addison-Krankheit festgestellt. Im Nachhinein stellte sich heraus, dass der Junge nur deshalb so lange überlebt hatte, weil er zu Hause löffelweise Salz aß. Dies lässt darauf schließen, dass

sich die Präferenz für Salz bei dieser Erkrankung erhöht [GNIECH, 2002]. Es wurden auch höhere Schwellenwerte für Salz (NaCl), Urea, Sucrose, KCl, HCl und NaHCO<sub>3</sub> beobachtet. Beim Geruchssinn wurden auch erniedrigte Schwellen festgestellt [MURPHY et al., 2003].

### **Diabetes mellitus**

Bei Diabetes mellitus haben über 60% der Betroffenen Geschmacks- und Geruchsprobleme [MATTES, 2003]. Diabetes mellitus geht mit Störungen in der Speichelsekretion einher. Es wird zu wenig Speichel produziert oder er ist zu zäh [BROMLEY und DOTY, 2003]. Die größte Auswirkung wurde bei Patienten mit einer Glucoseintoleranz festgestellt und betraf die Schwellenwerte für Glucose. Einflüsse auf die Nahrungsauswahl sind nicht geklärt, außer bei Frauen mit Schwangerschaftsdiabetes, bei denen eine erhöhte Präferenz für süß und ein höherer Konsum an süßen Lebensmitteln beobachtet wurde [MATTES, 2003].

Der Blutzuckerspiegel, der auch bei gesunden Menschen Schwankungen unterliegt, beeinflusst die Geschmackswahrnehmung. Bei einem niedrigen Blutzuckerspiegel wurden 30%ige Zuckerlösungen als angenehm empfunden, bei Probanden mit normalem Blutglucosespiegel wurde diese Zuckerlösung als zu süß beschrieben [BURDACH, 1987]. Es wurde auch Heißhunger auf Süßes festgestellt [GNIECH, 2002].

### **Hypothyroidismus**

Bei Hypothyroidismus zeigen einige Untersuchungen eine Geruchsbeeinträchtigung von bis zu 83%, andere fanden keine signifikanten Unterschiede. Allerdings sind generell nur wenige Studien vorhanden. In Tierversuchen mit Ratten konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen erkrankten und nicht erkrankten Tieren nachgewiesen werden. In diesen Experimenten wurde jedoch ein Präferenzunterschied in Bezug auf HCl, NaCl und Quinine festgestellt [Murphy et al., 2003]. Die Schwellenwerte für die Geschmacksqualitäten beim Menschen mit Hypothyroidismus sind auch be-

merkenswert herabgesetzt [BROMLEY und DOTY, 2003]. Bei 23,1% der Betroffenen wurde das Burning-mouth-Syndrom und Dysgeusie beobachtet. Bei Wiederherstellung des Hormonhaushaltes verschwinden alle Symptome wieder [MATTES, 2003].

### **Turner-Syndrom**

Beim Turner-Syndrom kommt es zu einer Anomalie im Bereich der Geschlechtschromosomen bei weiblichen Personen [PSCHYREMBEL, 1998]. Bei dieser Erkrankung wurden olfaktorische Defizite festgestellt. Bei Untersuchungen der leiblichen Mütter der Erkrankten, die aber selbst nicht an dieser Krankheit litten, wurden die gleichen Geschmacksdefizite beobachtet [Murphy et al., 2003].

### **Kallmann-Syndrom**

Beim Kallmann-Syndrom oder olfaktogenitalen Syndrom kommt es zu einer Unterentwicklung des Bulbus Olfactorius und zu einer Hoden- bzw. Ovarialhypoplasie durch Mutation. Es sind auch Veränderungen des olfaktorischen Epithels festzustellen [PITTELOUD, 2005]. Bei Zwillingsstudien mit eineiigen Zwillingspaaren, wobei nur ein Zwilling an dem Kallmann-Syndrom erkrankt war, haben ergeben, dass die erkrankten Zwillinge Anosmien zeigten, die gesunden Zwillinge waren hyposomisch [SEGAL und TOPOLSKI, 2003]. Andere Familienangehörige können auch von diesem Phänomen betroffen sein. Wenn die Krankheit erkannt wird und eine medikamentöse Therapie erfolgt, verändert sich die bereits verschlechterte Geruchswahrnehmung nicht mehr zum Positiven [Murphy et al., 2003].

Die Beeinträchtigung der Geschmackswahrnehmung tritt auch bei congenitaler adrenaler Hyperplasie, Cushing-Syndrom, Pseudohypoparathyroidismus, adrenokortikale Insuffizienz, Kretinismus, Panhypopituitarismus und Sjörgren-Syndrom auf [MURPHY et al., 2003; BROMLEY und DOTY, 2003].

Die Beeinträchtigung des Geruchs ist auch bei Fröhlich-Syndrom, Gigantismus und hypergonadotropischem Hypogonadismus zu beobachten [MURPHY et al., 2003].

#### **7.1.7.4. Erkrankungen der Nase und der Atemwege**

Generell sind diese Erkrankungen dadurch gekennzeichnet, dass die Luftwege, die zu den Sinneszellen führen, blockiert oder beeinträchtigt sind [MURPHY et al., 2003].

##### **Adenoide Hypertrophie**

Die Adenoide Hypertrophie (Vergrößerung der Rachenmandeln) kann bei Kindern die Luftzufuhr blockieren, obwohl die Luftwege eigentlich in Ordnung sind, kommt es zu einem zwischen 20 und 40% abfallenden Luftwiderstand. Dadurch werden Anosmien verursacht [MURPHY et al., 2003].

##### **Strukturelle Abnormalitäten (z.B. im Septum), schwache Alae nasi**

Es wurde festgestellt, je größer der Hohlraum direkt unter der *Lamina cribriformis* ist und je kleiner die weiteren Hohlräume sind, desto besser schnitten Probanden bei Geruchstests ab. Dies folgt aus einer besseren direkteren Zuleitung des Luftstroms auf eine größere Rezeptorfläche [FRYE, 2003].

##### **Rhinitis**

Rhinitis ist eine Nasenschleimhautentzündung. Diese kann auch als eine Folge von allergischen Reaktionen auftreten. 10 bis 15% der Bevölkerung sind von einer Allergien betroffen, die eine Rhinitis auslöst. Bei 2,3 bis 3,5% der Betroffenen kommt es dadurch zu Geruchseinbußen [COWART et al., 1997]. Personen im Alter von 35 bis 54 Jahren sind von diesen allergischen Reaktionen am meisten betroffen [LI et al., 2003].



### **Akute virale Rhinitis oder Rhinosinusitis**

Schon bei einer normalen Erkältung zeigt sich eine erhöhte Schleimsekretion sowie ein erniedrigtes Volumen der Nasenhöhle; es kommt zu Schwellenwerterhöhungen. Dies gilt für olfaktorische aber auch für trigeminale Reize [MURPHY et al., 2003].

### **Nasen- und Nebenhöhlenerkrankungen**

In den Untersuchungen des Monell-Jefferson Chemosensory Clinical Research Center (MJC) litten 30% der Patienten mit Nasen- und Nebenhöhlenerkrankungen unter Geruchseinschränkungen. 15,2 % hatten abweichende Qualitäts- und Phantomeindrücke, 11,3% davon hatten nur Phantomeindrücke und 6% nur Qualitätsverwechslungen [COWART et al., 1997].

### **Nasenoperationen (Rhinoplastie, Septoplastie)**

Nasenoperationen haben keinen Einfluss auf die Geruchswahrnehmung, zumindest solange die Luftwege nicht signifikant verengt werden. Bei der Behebung von einseitiger oder doppelseitiger Choanalatresie wurde festgestellt, dass auch nach der Behebung von einer doppelseitigen Choanalatresie permanente Geruchsdefizite bestehen bleiben. Dies wird dadurch erklärt, dass sich der Geruchssinn generell nur voll entwickeln kann, wenn auch schon im Kleinkindalter überhaupt die Möglichkeit einer Empfindung bestanden hat [MURPHY et al., 2003].

### **Obere Atemwegserkrankungen**

Zu diesen Erkrankungen zählen Erkältungen, Grippe und Pneumonia, die auch vermehrt z.B. bei HIV Patienten beobachtet werden. Viele der Betroffenen leiden unter Dysomie und Phantosomie. Die Geruchseinschränkungen werden oft manifest im mittleren oder fortgeschritteneren Alter, was mit der Abnahme von Basalzellen, Zilien, Rezeptoren und dem Ersatz von olfaktorischen Epithel durch respiratorisches Epithel verbunden ist [MURPHY et al., 2003].

Die Untersuchungen am MJC zeigten, dass 32,2 % der Patienten mit oberen Atemwegserkrankungen an Qualitätsverwechslungen, 8,9% unter Phantom-eindrücken und 15,8% unter beiden Beschwerden litten. Es waren aber nur 12,3% der Erkrankten mit Geruchseinschränkungen unter 40 Jahren, was auch auf eine Alterskomponente hinweist [COWART et al., 1997].

#### **7.1.7.5. Erkrankungen, die das Epithelgewebe des Geschmacksorgane beeinflussen**

Zu den Erkrankungen zählen: Behcet-Syndrom, Morbus Crohn, Lupus, Pemphigus vulgaris, Reiter-Syndrom, Sklerodermie, Granulomatosis Wegener, Nikotin-Stomatitis, Glossitis, Lichen ruber planus, Erythema multiforme, Diffuse oder multiple papillare Lesion, Acanthosis nigricans, papillare Hyperplasie [MURPHY et al., 2003].

#### **7.1.7.6. Orale Erkrankungen**

##### **Kauapparat**

Es können schon Geschmacksunterschiede auftreten, wenn man mit den Frontzähnen (Schneidezähnen) bzw. mit den Molarzähnen (Backenzähne) kaut. Vermutet wird, dass dies damit zusammenhängt, dass die Nahrung und die darin enthaltenen Geschmackssubstanzen anders auf der Zunge verteilt werden. Wenn durch Verlust der Zähne Kauen schlecht bzw. nicht mehr möglich ist, kommt es zu Geschmackseinbußen [SMITH, 2002].

Bei Erkrankungen des Zahnapparates durch Karies kann der Geschmack von Lebensmitteln ebenfalls negativ beeinflusst werden (fauliger Geschmack). Schlecht sitzende Brücken oder Zahnersatz können auch Entzündungen hervorrufen, die wiederum durch Abgabe von Exudat eine Dysgeusie

[BROMLEY und DOTY, 2003] aber auch eine Phantogeusie hervorrufen können [COWART et al., 1997].

### **Mund**

Bei Xerostomie (Mundtrockenheit), ist die Funktion der Speicheldrüsen, z.B. bei Mumps [COWART et al., 1997] und HIV [BROMLEY und DOTY, 2003] gestört. Diese Störung wird mit Phantogeusie in Verbindung gebracht. Es kann auch zu einem totalen Geschmacksverlust kommen. Bei Xerostomie und einem zusätzlichen Zahnersatz, bei Antibiotika- und Corticosteroid-Einnahme oder bei Spülungen mit Tetracyclinen werden auch Auswirkungen beobachtet, die sich in einer Ausbreitung von oralem Candidapilz äußern. Dieser verursacht einen schlechten Geschmack und ein brennendes Mundgefühl [COWART et al., 1997].

Gingivitis (Zahnfleischentzündung) kann einen bitteren oder faulen Geschmack auslösen. Hervorgerufen wird diese Erkrankung durch Stress, schlechte Mundhygiene und Rauchen [BROMLEY und DOTY, 2003].

Zu Geschmacksverlusten kann es auch durch Verlust bzw. Zerstörung von Geschmackspapillen durch Verbrennungen, durch Chemikalien, durch Medikamente (Aspirin), durch Tumore oder lokalen Traumata kommen. Beschrieben wurden in diesen Fällen Dysgeusien [BROMLEY und DOTY, 2003].

## **7.1.7.7. Ohrerkrankungen**

### **Bewegungskrankheiten**

Bewegungskrankheiten oder auch Reisekrankheit, bei Flügen, Schifffahrten oder Autofahrten sowie in der Raumfahrt verursachen neben Übelkeit und Schwindel auch eine erhöhte Geruchssensibilität [GNIECH, 2002].

## **Mittelohr**

Kommt es zu Erkrankungen im Mittelohr, kann auch die *Chorda tympani* betroffen sein. Geschmacksempfindungen können nur mehr an den hinteren Zungenpartien wahrgenommen werden [GOLENHOFEN, 1997]. „Geschmacksblindheit an einer Zungenhälfte ist meist nach Schädigung des *Nervus facialis* bzw. der *Chorda tympani* oder nach Entzündungen (z.B. Otitis media durch Streptokokken, *Pseudomonas aeruginosa*, Influenza [BROMLEY und DOTY, 2003]), Operationen oder Verletzungen im Bereich des Mittelohrs festzustellen [BURDACH, 1987].

## **7.1.7.8. Neurologische Erkrankungen**

### **7.1.7.8.1 . Neurologische Erkrankungen, die den Geruchs- und Geschmackssinn beeinflussen**

#### **Morbus Alzheimer (M. Alzheimer)**

M. Alzheimer ist die meist auftretende neurodegenerative Erkrankung beim Menschen, die die Hauptursache von Demenz beim alternden Menschen ist. Es wurden bei dieser Erkrankung Veränderungen in der olfaktorischen Mucosa, wie auch in allen Gehirnregionen festgestellt [SMUTZER et al., 2003], die auch Plaquebildungen und die Degeneration von Nervenzellen beinhalten. Speziell betroffen sind hierbei die *Amygdala* und der Temporalappen. Außerdem verringert sich das Volumen des *Bulbus olfactorius* schon im Anfangsstadium [THOMANN et al, 2009]. Es wurde auch eine verminderte Blutzirkulation im Gehirn festgestellt [LI et al., 2003]. Bei M. Alzheimer werden schon in den frühesten Stadien Geruchsverluste beobachtet (Anosmie) [KOBAL, 2003; EIBENSTEIN et al, 2005; THOMANN et al, 2009]. Der Verlust betrifft beide Nasenkammern, ist sehr robust und kann bei 85-90% der erkrankten Personen beobachtet werden. Defizite wurden bei Identifikations-, Schwellenwert-, Unterscheidungs- und Memorytests festgestellt [DOTY, 2003; RAHAYEL et al., 2012]. Begründet wird dies durch sinkende geruchs-

abhängige Aktivierung von zentralen Strukturen (z.B. subfrontaler Temporalappen). Betroffen ist meist nur der Geruchssinn, weniger der Geschmacksinn. Interessant ist, dass sich die meisten Patienten ihrer Geruchseinbußen nicht bewusst sind. Nur 6% antworteten auf die Frage: „Leiden Sie unter Geruchs- und/oder Geschmacksproblemen?“ mit „ja“. Allerdings schnitten beim University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT) 90% schlechter ab als vergleichbare gesunde Altersgruppen, wobei die Sinnhaftigkeit von diesen Tests bei fortgeschrittener M. Alzheimer-Erkrankung zu hinterfragen ist. Die Geruchstests werden auch zur Alzheimer-Differenzialdiagnose verwendet. In Bezug auf M. Alzheimer-Erkrankungen korrelieren die Geruchsabnormalitäten mit der Familiengeschichte. Frauen sind von diesen Geruchseinbußen weniger stark betroffen [DOTY, 2003].

### **Morbus Parkinson (M. Parkinson)**

M. Parkinson ist die zweithäufigste neurodegenerative Erkrankung beim Menschen. Parkinson wird auch bei vielen Patienten mit Morbus Alzheimer festgestellt. Bei dieser Erkrankung ist der Dopaminhaushalt gestört. Es wird zu wenig Dopamin produziert. Wie auch bei M. Alzheimer wurden Veränderungen im olfaktorischen Epithelium beobachtet. Es kommt zu Zellreduktionen im *Bulbus olfactorius* [SMUTZER et al., 2003]. Es wurden Geruchseinbußen in Bezug auf Identifikations-, Schwellenwert- und Diskriminationstests festgestellt. Dies trifft auf 90% aller Erkrankten zu. Allerdings konnten nur 13% der an einer Studie teilnehmenden Probanden die höchsten Konzentrationen an den gereichten Substanzen nicht detektieren. In einer weiteren Studie hatten 38,3% der Parkinson-Erkrankten UPSIT-Scores (University-of-Pennsylvania-Smell-Identification-Test-Scores), die auf eine Anosmie hindeuten. Außerdem fanden Parkinson-Patienten für die ihnen dargebotenen Gerüche keine der Auswahlmöglichkeiten zutreffend. Der Verlust war generell bilateral, konnte aber auch einseitig sein. Die Geruchsstörung ist mittels UPSIT nicht abgrenzbar von M. Alzheimer, d.h. M. Parkinson wie auch M. Alzheimer haben sehr ähnliche UPSIT-Ergebnisse [DOTY, 2003]. Dennoch kann ein Geruchstest zur Differentialdiagnose herangezogen werden

[HÄHNER et al., 2009]. Der Geruchsverlust steht nicht in Korrelation mit anderen Auswirkungen der Erkrankung wie z.B. Muskelzittern und/oder Gedächtnisverlust [DOTY, 2003], sowie weder mit dem Alter, der Dauer der Erkrankung, noch mit den verschiedenen Krankheitsformen [HUMMEL et al., 2001; HERTING et al., 2007, 2008; KIM et al., 2011].

Des Weiteren ist in allen Krankheitsformen von M. Parkinson ein Geruchsdefizit als frühe Indikation zu sehen. Medikamentöse Behandlungen mit L-Dopa, Dopamin Agonisten und/oder Anticholin haben keinen Einfluss auf die verschlechterte Geruchswahrnehmung [DOTY, 2003]. Bei olfaktorischen und trigeminalen Elektroenzephalogrammen (EEG) wurde eine verlängerte Reaktionszeit gemessen. Allerdings ist diese, wenn Medikamente gegen die Erkrankung eingenommen werden, auch vorhanden. Generell ist die Geruchsidentifikation in beiden Gruppen, jenen mit medikamentösen und jenen ohne medikamentösen Behandlung, in gleichem Maße herabgesetzt [KOBAL, 2003]. Die meisten Patienten sind sich ihrer Geruchsverluste nicht bewusst. Obwohl Geruchseinbußen schon in sehr frühem Stadium bzw. sogar schon vor Ausbruch der Erkrankung auftreten [BERENDSE et al., 2001; ROLHEISER et al., 2011]. Webster et al. [2008] kamen zum Ergebnis, dass eine Einschränkung der Geruchswahrnehmung schon mindestens 4 Jahre vor der klinischen Diagnose bemerkbar ist.

Bei Parkinson-Erkrankten werden Hyposmien festgestellt. Generell sind Frauen von Geschmacksdefiziten weniger stark betroffen als Männer [DOTY, 2003]. Die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung beeinflussen Depressionen (25 bis 30%), die durch die Krankheit selbst (Neurotransmittermangel) bzw. durch die emotionale Belastung verursacht werden, so wie Dentalprobleme [BARICHELLA et al., 2003].

### **Multiple Sklerose**

Zahlreiche Studien beschäftigen sich mit den Auswirkungen von Multipler Sklerose auf die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung. 15% der Betroffenen hatten Probleme, Gerüche zu identifizieren [KOBAL, 2003]. 33% hatten eine Hyposmie, bei 17% lag eine Dysgeusie vor [SCHMIDT et al., 2011].

Lutterotti et al. [2011] zeigten, dass schon in frühen Stadien der Erkrankung Geruchsdefizite feststellbar sind. Andere Studien fanden keine Unterschiede zu nicht Erkrankten, was auf die Dynamik der Erkrankung zurückzuführen ist [DOTY, 2003; SCHWANDNER, 2011]. Geruchs- und Geschmacksdefizite gingen mit Plaques im Subfrontal- und Subtemporallappen [DOTY, 2003; ZORZON et al., 2011] und einer Verringerung des *Bulbus olfactorius* einher [SCHMIDT et al. 2011]. Außerdem kam es zu Einbußen, wenn die olfaktorischen Neuronen demyeliert waren. Geruchsdefizite wie auch Geschmacksdefizite gehen mit dem Fortschreiten der Krankheit einher [DOTY, 2003].

### **Kopftrauma**

Bei Kopftrauma-Patienten wurde bei 10 bis 19 % bzw. bei 20 bis 30 % der Fälle, je nach Studie, Geschmacksstörungen festgestellt. Im Monell-Jefferson Chemosensory Clinical Research Center (MJC) waren 23,3% der Patienten von Qualitätsstörungen, 18,6% von Phantogeusie und 5,8% von beiden Beschwerden betroffen. Bei 16,3% wurde Dysosmie festgestellt [COWART et al., 1997]. Bei Untersuchungen andernorts hatten 2 bis 38% der Betroffenen unter Geruchsstörungen zu leiden. Bei prefrontalen Läsionen wurde vor allem ein Einfluss auf die Geschmacksdiskriminierung beobachtet. Verletzungen des Frontal- und Temporallappens zählen zu den betroffenen Regionen, die die meisten Geruchsdefizite auslösen. Allerdings korrelieren die Abnormalitäten nicht mit der Art der Verletzung, d.h. z.B. Anosmien sind nicht nur mit einer Art der Verletzung verbunden [LI et al., 2003]. Nur bei einem Abriss der *Fila olfactoria* kommt es sicher zu einem totalen Ausfall des Geruchssinns [PLATTIG, 1992]. Korrelationen mit der Schwere des Kopftraumas wurden nachgewiesen. So konnten bei einem leichten Trauma bei 13 % der Patienten eine totale Anosmie und bei 27% Schwierigkeiten in der Detektion und Identifikation festgestellt werden. Bei einem mittelschweren Trauma hatten 11% der Betroffenen eine Anosmie und 67% andere Schwierigkeiten, bei einem schweren Trauma waren 25% von einer Anosmie und 67% von anderen Geruchseinbußen betroffen. Des Weiteren wurde bei 25 bis 33% der Patienten eine Parosmie festgestellt [COSTANZO et al., 2003].

## **Schizophrenie**

Bezogen auf die Gesamtbevölkerung leidet 1% an Schizophrenie. Charakteristisch für diese Erkrankung sind Halluzinationen, Wahnvorstellungen, Konzentrations- und Gedächtnisstörungen. Die frontal-temporal-limbische Verschaltung ist verändert [SMUTZER et al., 2003]. Dies kann bilaterale aber auch rechts oder links sensorische Veränderungen hervorrufen. Die Lokalisation der Veränderungen kann auch Hinweise auf die Form der Krankheit geben [DOTY, 2003]. Des Weiteren wurde bei Schizophrenen ein um 20% verringertes Volumen des olfactorischen Bulbus festgestellt und Hinweise auf Abweichungen im olfactorischen Epithelium gefunden [SMUTZER et al., 2003]. Geruchsdefizite, erkannt mittels University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT), sind weniger ausgeprägt als bei Parkinson oder Alzheimer. Es wurde festgestellt, dass nur 23% der Patienten von einer Mikrosmie oder Anosmie betroffen sind. Dies kann nicht durch den erhöhten Zigarettenkonsum von an Schizophrenie-Erkrankten im Vergleich zu nicht Erkrankten in Zusammenhang gebracht werden. Die Auswirkungen auf den Geruchs- und Geschmackssinn sind auf neuropsychologische Faktoren zurückzuführen und korrelieren mit der Intensität der Symptome der Erkrankung. Die Geruchseinschränkungen sind abhängig von der Erkrankungsform (z.B. Defizit-Syndrom). Der Geruchsverlust steht im Zusammenhang mit Hypometabolismus oder eingeschränkter Aktivierung von zentralen Gehirnfunktionen, die mit dem Geruchssinn verbunden sind. Diese chemosensorischen Probleme betreffen auch Menschen, die eventuell, bezogen auf Familiengeschichte, erkranken könnten. Die Geruchseinschränkungen korrelieren auch mit der Dauer der Erkrankung und sie sind der einzige bisherige Hinweis darauf, wie lange die Erkrankung schon besteht [DOTY, 2003]. Bei Identifikationstests hatten Schizophrene signifikant schlechtere Ergebnisse im Vergleich zu gesunden Probanden. Des Weiteren konnte festgestellt werden, dass die bei den Tests erkannten Gerüche von den Erkrankten positiver beurteilt wurden als von der Kontrollgruppe [CUMMING et al., 2011]. Von Geruchsdefiziten sind Männer öfter als Frauen betroffen [LI et al., 2003]. Auch kann die Erkrankung Phantosmie auslösen



[STEVENSON et al., 2011]. Bei älteren Schizophrenen wurde ein doppelt so hoher Einfluss der Erkrankung auf die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung erkannt. Bei der Medikation mit Psychopharmaka wurden sowohl Verbesserungen als auch Verschlechterungen festgestellt. Allerdings wurde bei einer rechtsseitigen Anomalie nach achtwöchiger Medikation beobachtet, dass sich die Anomalie auf beide Seiten ausgebreitet hatte [DOTY, 2003]. Die Geschmackswahrnehmung kann auch betroffen sein, was sich in Halluzinationen äußert [BROMLEY und DOTY, 2003].

In einer Studie mit eineiigen Zwillingspaaren wurden gesunde Zwillingspaare Paaren gegenübergestellt, bei denen nur ein Zwilling an Schizophrenie erkrankt war. Mittels eines University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT) wurde festgestellt, dass die gesunden Zwillingspaare eine höhere Identifikationsrate als die erkrankten Zwillingspaare aufwiesen. Allerdings stellte sich heraus, dass bei den Paaren mit einem erkrankten Zwilling beide eine herabgesetzte Identifikationsrate hatten [SEGAL und TOPOLSKI, 2003].

#### **7.1.7.8.2 Neurologische Erkrankungen, die den Geruchssinn beeinflussen**

##### **Amyotrophische Lateralsklerose**

Amyotrophische Lateralsklerose ist eine schwere, nicht heilbare Erkrankung des Nervensystems. Dabei kommt es zu Muskelschwund bzw. zu spastischen Lähmungen. Amyotrophische Lateralsklerose beginnt meist mit Sprech- und Schluckstörungen [ÖSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FÜR NEUROLOGY, 2012]. Die Erkrankung weist in Bezug auf Geruchsabweichung Parallelitäten mit Morbus Parkinson und Morbus Alzheimer auf, ist aber der Schizophrenie am ähnlichsten. 11% der Patienten hatten eine totale oder nahezu totale Anosmie (erfasst mittels University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT)), die Hälfte der Erkrankten zeigte Normalwerte, jedoch im Vergleich

mit der gesunden Kontrollgruppe schnitten 75,7% der Kranken schlechter ab. Allerdings kam man zu dem Ergebnis, dass diese Erkrankung nur milde Auswirkungen auf den Geruchssinn hat [DOTY, 2003].

### **Down-Syndrom**

Down-Syndrom (Trisomie 21) ist eine der häufigsten Formen (17%) von mentaler Unterentwicklung bei geistig eingeschränkten Personen überhaupt. Erwachsene Personen mit Down-Syndrom haben Schwierigkeiten mit dem Riechen, was sich in allen Testformen (Schwellenwert, Identifikation, Memory, und EEG) nachweisen lässt. Die Verluste der Geruchswahrnehmung sind mit Alzheimer vergleichbar. Bei Down-Syndrom kommt es schon vor dem 19. Lebensjahr zu amyloiden Ablagerungen im kortikalen Gehirn, was als Ursache für die Schwierigkeiten in der Geruchswahrnehmung betrachtet wird [DOTY, 2003].

### **Chorea Huntington**

Chorea Huntington wird autosomal-dominant vererbt. Dabei kommt es meist zwischen dem 30. und dem 50. Lebensjahr zu einer progressiven Demenz [PSCHYREMBEL, 1998]. Bei Chorea Huntington wurden Schwellenwerterhöhungen bei der Geruchswahrnehmung festgestellt, generell war der University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT) Score erniedrigt und Erkrankte hatten Schwierigkeiten, sich an Gerüche zu erinnern. Dies wurde aber nur bei Personen beobachtet, die schon mindestens seit vier Jahren an der Krankheit litten und nicht bei jenen, die nur die Genmutation aufwiesen. Die Studie von Larrison et al. [2012] kam allerdings zum Ergebnis, dass auch bei gesunden Genträgern schon Geruchseinbußen festzustellen sind. Geruchsdefizite sind generell eine der ersten Symptome dieser Erkrankung [DOTY, 2003].

### **Migräne**

Im Vorfeld der Migräne sind verschiedene Essgelüste zu beobachten. Bei

einem Anfall kommt es zu Kopfschmerzen, Lichtempfindlichkeit, Übelkeit und auch zu Geruchssensibilität [GNICH, 2002].

### **Temporallappen-Epilepsie**

Bei Temporallappen-Epilepsie wurden geringe Defizite bei der Identifikation und bei Kurz- und Langzeit-Memorytests nachgewiesen. Patienten mit rechtsseitiger Temporallappen-Epilepsie zeigten sinkende Fähigkeiten bei Memorytests, was nicht auf linksseitige Temporallappen-Epilepsie und nicht auf durch Temporalelappen initiierte Epilepsie zutraf. Bei einem University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT) wurde beobachtet, dass keine Schwellenunterschiede gegenüber einer gesunden Gruppe bestanden, allerdings hatten Betroffene mit rechtsseitiger Temporallappen-Epilepsie schlechtere UPSIT Ergebnisse. Dies bestärkt die Hypothese, dass die rechte Hemisphäre des Gehirns eine spezielle (wichtigere?) Rolle für die Geruchswahrnehmung spielt [DOTY, 2003].

### **Weitere neurologische Erkrankungen**

Zu den weiteren neurologischen Erkrankungen, die den Geruchssinn beeinträchtigen, gehören: Supranucleare Palsie, Multiple System-Atrophie, Anoxie (kleine multiple cerebrovaskuläre Unfälle, ischämische Attacken), cerebrale Abszesse in der frontal oder ethmoidal Region, familiäre Dysautonomie, Hydrocephalus, Korsakoff-Psychose, Myesthenia Gravis, Paget-Syndrom, Refsum-Syndrom, Restless legs Syndrom [MURPHY et al, 2003].

## **7.1.7.9. Psychologische Erkrankungen**

### **Bulimie/Anorexie**

Bei der Bulimie werden beim Erbrechen die Geschmackspapillen durch die Magensäure verätzt, die Geschmackswahrnehmung nimmt ab [BROMLEY und DOTY, 2003]. Psychologen meinen, dass bei Anorexie schon im Vorfeld,

d.h. in früher Kindheit ungewöhnliche Nahrungsvorlieben und Aversionen vorliegen [FEHRMANN, 2002]. Erkrankte bevorzugen gegenüber Gesunden ein höheres Zucker zu Fett Ratio [CARDELLO, 1997]. Des Weiteren ist der Geruchssinn negativ betroffen [MURPHY et al., 2003]. Die Defizite in der Geruchs- und Geschmackswahrnehmung werden generell auch durch die laufende Mangelernährung ausgelöst.

### **Depressionen**

Depressionen werden in Österreich und auch in anderen Industriestaaten der „1. Welt“ schon als Volkskrankheit bezeichnet. Sie betreffen alle Altersgruppen und viele weitere Erkrankungen werden damit assoziiert, z.B. Herzkrankungen, Immundefekte und vieles mehr. Es kann dabei auch zu Veränderungen in der Geschmacks- und Geruchswahrnehmung kommen.

Depressive Patienten klagen hauptsächlich über Geschmacksveränderungen bzw. über ein vermindertes Geschmacksempfinden [STEINER et al., 1997]. Die veränderte Geruchswahrnehmung bei Depressionen wird auf funktionale Abweichungen in limbischen Strukturen und nicht auf krankhafte Veränderungen der olfaktorischen Mucosa zurückgeführt. In einer Studie, in der depressive Patienten nach Einweisung in eine Klinik olfaktorisch auf die Geruchssubstanzen Eugenol (Gewürznelke) und Phenylethylamin (PEA; Rose) untersucht wurden, konnte eine deutlich verminderte Sensitivität gegen die beiden Stoffe nachgewiesen werden, die auch mit dem Schweregrad der Erkrankung korrelierte. Nach erfolgreicher psychologischer Behandlung wurde auch eine wesentliche Verbesserung der Sensitivität festgestellt. Eine gesunde Kontrollgruppe zeigte keine Änderung der Sensitivität gegen eine der beiden Substanzen. Eine weitere Studie, die auch den größten Stichprobenumfang hatte, ergab, dass depressive Patienten generell erhöhte Schwellenwerte aufwiesen [PAUSE, 2004].

Weitere Untersuchungen berichteten von abweichenden Ergebnissen, was vor allem auf die untersuchten Geruchssubstanzen zurückzuführen ist. Euge-

nol und PEA sprechen ausschließlich den olfaktorischen Hirnnerv an, wobei bei Studien mit nicht gefundenen Sensitivitätsänderungen Substanzen (Isoamyl-Acetat, Geruchsmischungen) verwendet wurden, die den I. Hirnnerv (*Nervus olfactorius*) wie auch den V. Hirnnerv (*Nervus trigeminus*) zur Reizweiterleitung brauchen. Depressive Personen zeigen nur Wahrnehmungsstörungen bei olfaktorischen, nicht jedoch bei trigeminalen Reizen. „Bei olfaktorisch trigeminalen Geruchsgemischen konnte ein Effekt nur tendenziell bestätigt werden [PAUSE, 2004].“ Für Sucrose wurden erhöhte Schwellen festgestellt [BROMLEY und DOTY, 2003].

Bei der Bewertung von überschwelligem Geruchspräsentationen konnten keine Veränderungen gefunden werden, weder bei einer Intensitätsreihe, der Identifikationsleistung noch bei der persönlichen Bewertung (angenehm, nicht angenehm), außer dass ein Zitrus-Duft (Zitral) gegenüber einer Kontrollgruppe als angenehmer empfunden wurde, was auf die antidepressive Wirkung von Zitrusgerüchen zurückzuführen ist [PAUSE, 2004].

Zusammenfassend deuten alle oben genannten Studien darauf hin, dass depressive Patienten eine verminderte sensorische und olfaktorische Endkodierungsleistung haben [PAUSE, 2004].

### **Adrenalin**

Stress führt zu einem dauererhöhten Adrenalin Spiegel. Bei erhöhter Adrenalin Konzentration im Blut wurden auch erhöhte Geruchs- und Geschmackssensibilität und somit erniedrigte Schwellen festgestellt [BURDACH, 1987].

### **Weitere Erkrankungen**

Zu den weiteren psychologischen Erkrankungen, die die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung beeinflussen, gehören: das Aufmerksamkeits-Defizit-Syndrom, Hysterie, olfaktorisches Referenz-Syndrom, Schizotypie; saisonal

ausgelöste psychische Erkrankungen beeinträchtigen den Geruchssinn [MURPHY et al., 2003].

### **7.1.7.10. Ernährungsbezogene Erkrankungen bzw. Stoffwechselerkrankungen**

#### **7.1.7.10.1. Ausgelöst durch Intoleranz, Überempfindlichkeit bzw. Allergien**

Speisenabneigungen können durch eine Allergie oder Stoffwechselerkrankung ausgelöst werden. Bei Allergien wurde eine Aversion gegen den allergieauslösenden Stoff beobachtet [GNIECH, 2002].

#### **Laktoseintoleranz**

In Nordeuropa sind 90% der Bevölkerung laktosetolerant, in afrikanischen Stämmen allerdings sind bis zu 80% laktoseintolerant. Bei laktoseintoleranteren ethnischen Gruppen wird Milch hauptsächlich in Form von Joghurt und Käse konsumiert. Die Fähigkeit, Laktase zu synthetisieren, wird von einem dominanten Gen weitergegeben. Wenn man bei einer Laktoseintoleranz keine Milch mehr trinkt deutet das nicht unbedingt darauf hin, dass man sie nicht präferiert. Das Nichttrinken kann auch auf einen Lerneffekt zurückgeführt werden – jedes Mal, wenn ich Milch trinke, wird mir übel, deshalb lasse ich es [LOGUE, 1995].

#### **Fruktoseintoleranz**

Bei der Fruktoseintoleranz lernen Personen mit einem Fructasemangel, mit der Zeit fruktosehaltige Lebensmittel nicht mehr zu präferieren. Allerdings bleibt die Frage, ob sie sie nicht mehr präferieren, oder nicht mehr mögen [LOGUE, 1995].

### **Jodüberempfindlichkeit**

Menschen mit einer Jodüberempfindlichkeit mögen vielleicht Schellfisch, werden aber danach krank, deshalb lernen sie den Geschmack nicht zu mögen [KORSMEYER, 1999].

#### **7.1.7.10.2. Weitere ernährungsbedingte Erkrankungen**

Zu den weiteren ernährungsbedingten Erkrankungen, die den Geruchssinn beeinflussen, gehören: Abetalipoproteinämie, chronischer Alkoholismus, chronische Erkrankungen der Niere, Leberzirrhose [MATTES, 2003], Gicht, totale parenterale Ernährung und die Morbus Whipple [MURPHY et al., 2003]. Die gastroesophageale Refluxerkrankung beeinflusst den Geschmackssinn. Es kann über die Speiseröhre Magensäure mit den Rezeptorzellen in Kontakt kommen, dies bewirkt einen sauren Geschmackseindruck [BROMLEY und DOTY, 2003].

### **Leber- und Gallenleiden**

Bei Leber- und Gallenleiden wird teilweise eine Abneigung gegen Fett und stark gewürzte Speisen beobachtet [GNIECH, 2002]. Bei Leberzirrhose und Hepatitis wurden erniedrigte Schwellen bei Geruch und Geschmack festgestellt [MATTES, 2003].

#### **7.1.7.11. Andere Erkrankungen**

Bei Niereninsuffizienz wurde eine Verminderung der Geschmackswahrnehmung festgestellt. Nach der Dialyse konnte aber eine kurzfristige Verbesserung nachgewiesen werden [BURDACH, 1987].

## 7.1.8. Mangelernährung/Folgen

### Mineralstoff- und Vitaminmängel

„Der Appetit auf Salziges hängt – zumindest in einem gewissen Ausmaß – vom biologischen Bedarf ab, unabhängig von Lernprozessen. Als Folge eines Natrium-Entzugs steigt die Salzpräferenz an [LOGUE, 1995].“ Bei Tieren wurde beobachtet, dass ein Natriummangel einen sofortigen Heißhunger auf Kochsalz auslöst [PINEL, 2001]. „Dabei sinkt ihre Detektionsschwelle für Salz ab. Es wird diskutiert, ob bei Salz-mangel die Zahl der Natriumkanäle in den Geschmackszellen durch das Hormon Aldosteron hochreguliert wird (ähnlich wie in der Niere). Mehr Natriumkanäle würden zu einem stärkeren Natriumeinstrom und damit zu einem positiveren Rezeptorpotenzial führen [KAUPP und MÜLLER, 2005].“ Die Freisetzung von Angiotensin könnte auch bei diesem Prozess mitwirken. Bei Untersuchungen der Auswirkung von Natriumentzug setzte man Ratten einem Natriumentzug aus, der eine Präferenz für Natrium induzierte. Nach der Messung der Reaktion an verschiedenen Fasern der *Chorda tympani* auf unterschiedliche Natriumkonzentrationen, stellte man fest, dass sich zwar die niedrigste Natriumkonzentration, auf die eine Reaktion im Nerv erfolgte, nicht änderte, dass aber die Reaktion selbst bei Natriumentzug niedriger war. Anders gesagt, nach einer Mangelsituation ist eine höhere Konzentration an Salz erforderlich, um eine ebenso starke Reaktion des Nervs wie vorher zu bewirken [LOGUE, 1995].

Ein Tier, dem ein anderes Mineral oder Vitamin fehlt, muss erst lernen, in welchem Lebensmittel diese Substanz enthalten ist, indem es einen positiven Effekt erlebt. Meist sind Minerale und Vitamine geschmacklos. Ratten, denen man eine Thiaminmangelkost anbot, entwickelten eine Aversion gegen diese Nahrung. Wenn man zusätzlich zwei neue Varianten auf den Speiseplan brachte, eine mit Thiamin und eine ohne, bevorzugten die Ratten jene mit Thiamin. Wurden den Ratten allerdings 10 neue Varianten angeboten, wobei wieder nur eine Thiamin enthielt, bevorzugten nur wenige Tiere die



thiaminreiche. Mit dem zweiten Test könnte auch erklärt werden, warum der Mensch nicht die gesunde Nahrung der weniger gesunden vorzieht, da auch bei uns die Auswahl, vor allem die Auswahl an industriell verfälschten Lebensmitteln sehr groß ist [PINEL, 2001].

In Bezug auf anderen Mineral- und Vitaminmängeln beim Menschen wurden auch ähnliche Ergebnisse erzielt. Es wurde z.B. festgestellt, dass pervertierten Appetiten z.B. auf Erde, Papier, Kreide und/oder Salz ein Mangel zu Grunde liegen kann [GNIECH, 2002].

Zink ist unter anderem für Wachstum und Entwicklung, Protein und DNA-Synthese, neurosensorische Funktionen und Immunabwehr mitverantwortlich [MEUNIER et al., 2005a] und es ist generell wichtig für Gehirnfunktionen. Es wurde bewiesen, dass Serum-Zink-Konzentrationen mit kognitiven Fähigkeiten bei älteren Personen [MEUNIER et al., 2005b] und Kindern [SIMPSON et al., 2005] in Zusammenhang gebracht werden können. Niedrige Zinkkonzentrationen wurden auch als mögliche Ursache von Appetitverlust und Anorexie identifiziert, da Zink das Neuropeptid Y hemmen kann [MEUNIER et al., 2005b]. Zink spielt auch eine wichtige Rolle für die Geschmackswahrnehmung, weil es im Speichel und in den Speicheldrüsen enthalten ist. In der Studie „Zinc and taste acuity“ wurden die Zusammenhänge zwischen Serum- und Erythrozyten-Zinkstatus auf die Empfindungsausmaße der Grundgeschmacksarten (süß, sauer, bitter und salzig), bei 55 bis 90-jährigen gesunden Europäern untersucht und man kam zu dem Schluss, dass ein hoher Serum-Zink-Level größere Sensitivität für sauer auslöst. Ein hoher Erythrozyten-Zink-Level wurde mit größerer Empfindlichkeit für salzig in Zusammenhang gebracht, allerdings nur bei Personen über 70 Jahren. Normalerweise beeinflusst der Zinkstatus, wenn er im adäquaten Bereich liegt, nicht die Geschmackswahrnehmung. Die Studie zeigte jedoch, wie oben beschrieben, Unterschiede hinsichtlich verringerter Zinkkonzentrationen im Blut, auch wenn diese noch innerhalb der Norm lagen. Die Beeinflussung erfolgt generell nur für sauer und salzig, bitter, süß und umami sind davon nicht betroffen [STEWART-KNOX et al., 2005].

Geruchs- und Geschmacksänderungen wurden auch bei einem Mangel an Kupfer und Vitamin B12, nur Geruchsänderungen bei Vitamin A- und Vitamin B6-Mangel und nur Geschmacksveränderungen bei einem Mangel an Vitamin C und Vitamin B3 festgestellt [MURPHY et al., 2003; BROMLEY und DOTY, 2003].

### **Protein-Kalorien Malnutrition**

Unter- und normal ernährte zwei bis vier monatige Säuglinge wurden auf ihre Suppenpräferenz getestet. Es wurden zwei Suppen angeboten, die eine Suppe enthielt Monosodiumglutamat, die andere enthielt zusätzlich ein Casein-Hydrolysat. Beide Suppenvarianten waren im Bezug auf den Geschmack gleichwertig. Die Suppe mit Casein wurde von den unterernährten Kindern bevorzugt. Dies konnte auf den schlechten Ernährungszustand dieser Kinder zurückgeführt werden [MENELLA und BEAUCHAMP, 1997]. In allen Altersgruppen wurden Geruchseinschränkungen bei Malnutrition festgestellt [MURPHY et al., 2003].

## **7.1.9. Medizinische Eingriffe**

### **7.1.9.1. Medizinische Eingriffe, die den Geruchssinn beeinflussen**

Der Geruchssinn ist beeinträchtigt bei: Adrenalektomie, Anästhesie, anterior Kraniotomie, Arteriographie, Chemotherapie, Frontallappen-Resektion, Gastrektomie, Hämodialyse, Hypophysektomie, Influenza-Schutzimpfung, Laryngektomie, Oophorektomie, paranasal sinus Exenteration, Bestrahlungstherapie, Rhinoplastie, Temporallappen-Resektion, Thyroidektomie [MURPHY et al., 2003].

### **7.1.9.2. Medizinische Eingriffe, die den Geschmackssinn beeinflussen**

Durch Lokalanästhesie bei Zahnbehandlungen kann es zu Geschmackseinbußen kommen, da die Nerven gelähmt werden. Es kommt in 40% der Fälle zu Phantomgeschmack [BROMLEY und DOTY, 2003].

Krebstherapien wie z.B. Bestrahlung [MATTESS, 2003] bzw. Chemotherapie [BROMLEY und DOTY, 2003] können Hypogeusie und/oder Dysgeusie indizieren. Salzige und bittere Geschmackseindrücke sind am meisten betroffen [MATTESS, 2003]. Bei der Bestrahlung des Rachens wurde ein Anstieg der Erkennungsschwellen für süß, sauer und bitter beobachtet [BURDACH, 1987]. Chemotherapie beeinflusst die Erneuerung der Geschmackspapillen, dadurch kann es in manchen Fällen sogar zu Ageusien kommen [BROMLEY und DOTY, 2003].

#### **Weitere Eingriffe**

Auch Bluttransfusionen, Bronchoskopie, Laryngoskopie und Tonsillektomie haben Einfluss auf den Geschmackssinn [BROMLEY und DOTY, 2003].

### **7.1.10. Medikamente**

Steroide, Aminosäuren (Cystein, Histidin), Analgesika (Antipyrin), Lokalanästhetika (Kokain HCl, Prokain HCl, Tetrakain HCl), Antikrebssubstanzen (z.B. Methotrexat), Antihistamine (z.B. Chlorpheniramin Malat), Antimikrobiotika (Griseofulvin, Linkomycin, Macrolid, Neomycin, Penicillin, Streptomycin, Tetracyclin, Tyrothricin), Antirheumatika (Silber, Goldsalze, D-Penicillamin), antithyroide Medikamente (Methimazol, Propylthiouracil, Thiouracil), antivirale Medikamente, cardiovasculare/hypertensive Medikamente, Medikamente gegen gastrale Störungen (Cimetidin), Medikamente gegen Hyperlipoproteinämie (Artovastatin-Calcium, Cholestyramin,

Clofibrat), salzhaltige Nasentropfen bzw. Sprays mit Acetylcholin, Acetyl-, Beta-methylcholin, Menthol, Strychnin, Zink-Sulfat; lokale Vasokonstriktoren, Opiate (Codein, Hydromophon HCl, Morphin), Psychopharmaka (LSD, Psilocybin), Sympathomimetika (Amphetamin Sulfat, Fenbutrazat HCl, Phenmetrazin-theoclat) beeinflussen den Geruchssinn [MURPHY et al., 2003].

Antibiotika, Antipilzmedikamente, Antidepressiva, Antihistamine, Antihypertensiva und Cardia-Medikamentet, Antientzündungsmedikamente, Antineoplastika, Antiparkinson-Medikamente, Antispsychotika, antithyroide Medikamente, Libidsenker und Muskelentspanner beeinflussen den Geschmackssinn [BROMLEY und DOTY, 2003].

Zu den Medikamenten, die speziell Xerostomie auslösen können gehören: Antihistamine, Anticholinergika, Antihypertensiva, Anorexika, Diuretika, Antidepressiva, Antipsychotika, Analgesika, Antiparkinson Medikation, Psychotherapeutika, Medikamente gegen Erkältungen, Entzündungshemmer [BRADLEY und BEIDLER, 2003].

### **Drogen / Marijuana**

Es wurden keine Unterschiede hinsichtlich der Intensität oder der hedonischen Bewertung von Lebensmitteln nach dem Drogenmissbrauch festgestellt. Von Konsumenten beschriebene Wahrnehmungsänderungen werden auf die Beeinflussung des Gedächtnisses und der kognitiven Prozesse zurückgeführt, nicht auf Einflüsse, die das sensorische System betreffen [MATTES et al., 1994]. Jedoch gibt es verschiedene Ansätze, die davon ausgehen, dass Cannabis den Appetit beeinträchtigen kann. Cannabinoide können den Genuss von wohlschmeckendem Essen erhöhen, weil sie auf das limbische System wirken. Sie verändern den Energiehaushalt [OSEI-HYIAMAN et al., 2006], weswegen sie auch in manchen Staaten zur Gewichtsstabilisierung von Krebs- und Aidskranken sowie von Parkinsonkranken eingesetzt werden [COTA et al., 2003].

## **7.1.11. Sonstige physiologische Faktoren**

### **7.1.11.1. Spezifisch-sensorische Sättigung**

Einige Studien zeigen einen Zusammenhang zwischen Appetit und Geruchs- und Geschmacksschwellen bzw. zwischen Sättigung und Geschmacksschwellen. Andere konnten dies nicht bestätigen [MATTES, 2003], jedoch wurde eindeutig ein Zusammenhang hinsichtlich der hedonischen Bewertung festgestellt.

„Hunger ist der beste Koch, Hunger ist der Speise Würze.“ Bereits mit dem ersten Bissen beginnt eine Empfindungsänderung, das körperliche Bedürfnis, das den Appetit ausgelöst hat, wird gestillt. Der Appetit und der Genusswert stagnieren. „Sattheit führt zu einem Ekelgefühl gegen noch mehr Nahrung und bezieht sich, neben der Menge, besonders auf zu fette und zu süße Speisen [GNIECH, 2002].“ Es kann deshalb vorkommen, dass eine Speise am Beginn phantastisch schmeckt, aber am Ende des Essens diesen Eindruck bei Weitem nicht mehr erweckt. Dieses Phänomen wird auch als Alloästhesie bezeichnet, d.h. eine positive Reaktion auf einen Geschmacksstoff schlägt während des Essens in eine negative um. Des Weiteren wurde anhand von Zuckerlösungen, die in einer ersten Beurteilung als angenehm bezeichnet wurden, beobachtet, dass Probanden, die diese Lösungen schmeckten und wieder ausspuckten, sie als weit angenehmer beschrieben als jene, die bei jedem Durchgang die Lösungen auch getrunken hatten. Bei der trinkenden Gruppe wurde die Zuckerlösung mit der Zeit als unangenehm empfunden, schlussendlich weigerten die Prüfpersonen sich, noch mehr zu probieren. Somit hat Alloästhesie auch mit dem Grad der Sättigung zu tun. Trifft das Nahrungsmittel im Magen ein kommt es schneller zu einer Abnahme des positiven Effekts [GOLDSTEIN, 2002]. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass ein abwechslungsreiches Nahrungsangebot zu einem erhöhten Konsum führt, wogegen das Angebot von nur einer Speise eine

schnellere Befriedigung des Appetits bzw. des Geschmackserlebnisses hervorruft. Bei zwei Probandengruppen gab man der ersten eine Vielzahl von Speisen, der zweiten nur ein Menü, die erstere aß mengenmäßig um 44% mehr, kalorienmäßig um 60% mehr. Die Geschmackspräferenz nimmt infolge sensorischer und kognitiver Sättigung ab [GNIECH, 2002]. Bei einer vollständigen parenteralen Ernährung kommt es nie zu einem totalen Sättigungsgefühl. Die Interaktion mit Geschmacks- und Geruchssinn fehlt, d.h. es kann nie zu einer spezifisch-sensorische Sättigung kommen [MATTES, 2003]. Der Wert der Sättigung hat Einfluss auf die hedonische Auskunft in Bezug auf das Lebensmittel. Probanden gaben bei Zuckerkonsum, vor und nach einer sättigenden Speise andere hedonische Werte an. Dies traf nur auf Personen zu, die süß generell nicht mochten. Die Unterschiede waren bei Frauen größer als bei Männern [MATTES, 2003].

Oben beschriebene Effekte sind eher kurzfristig, es gibt aber auch langfristige spezifisch-sensorische Sättigung. Hierbei wird nicht die Nahrungsauswahl innerhalb einer Mahlzeit beeinflusst, sondern die Auswahl von Mahlzeit zu Mahlzeit. Besteht die letzte Mahlzeit aus Schokolade, wird bei der nächsten eher Gemüse bevorzugt. Dieses Phänomen ist wichtig für eine abwechslungsreiche Kost, um Fehlernährung zu vermeiden. Einige Nahrungsmittel wie z.B. Reis, Brot, Kartoffel und/oder Süßigkeiten haben allerdings kaum eine spezifisch-sensorische Sättigung, sie können öfter gegessen werden, ohne dass es zu Geschmackseinbußen kommt [PINEL, 2001].

Die spezifisch-sensorische Sättigung der Geruchswahrnehmung ruft einen ähnlichen Effekt hervor. Probanden bewerteten Speisen anhand des Geruchs, nach der Beurteilung durften sie sich an einer Speise satt essen und schließlich erfolgte eine neuerliche Bewertung des Geruchs. Die Speise von der sie gegessen hatten, wurde eindeutig als nicht mehr so positiv empfunden. Der Geruch der anderen Speisen wurde aber gleich wie vor dem Sattessen bewertet. Die spezifisch-sensorische Sättigung der Geruchswahrneh-

mung tritt auch auf, wenn die Speisen nur gekaut werden. Schlucken ist für diesen Effekt nicht notwendig [GOLDSTEIN, 2002].

Die spezifisch-sensorische Sättigung kann durch Ansehen oder Vorkosten hinausgezögert werden, d.h. man isst über den Hunger [SØRENSEN et al., 2003].

Bei Hunger werden Gerüche von gebratenem Fleisch und Gemüse als sehr positiv empfunden, hingegen werden diese Gerüche bei Sättigung als negativ, d.h. als aversiv wahrgenommen. Bei Sättigung oder Hunger wurden jedoch keine Schwellenwertsänderungen festgestellt, allerdings Unterschiede in der hedonischen Bewertung [BURDACH, 1987].

#### **7.1.11.2. Geschmacksänderungen durch andere Nahrungsmittel**

Es gibt Substanzen, die, wenn sie verzehrt werden, bei dem nachfolgend gegessenen Lebensmittel eine veränderte Geschmackswahrnehmung hervorrufen. Man kann z.B. nach dem Genuss von einer indischen Pflanze, die Gymnemasäure enthält, nicht mehr süß schmecken, weil die Rezeptoren für süß blockiert werden [LOGUE, 1991]. Je mehr von der Frucht gegessen wird, d.h. je größer die Gymnemasäurekonzentration im Mund war, desto höher ist auch die imaginäre Süßempfindung [BURDACH, 1987]. Einen ähnlichen Effekt erzielt man mit der westafrikanischen Mirakelfrucht (Mirakulin), nach deren Genuss saure Stoffe süß schmecken [LOGUE, 1991].

### **7.2. Psychologische Faktoren**

Die Psyche, d.h. die Seele hat großen Einfluss auf die Wahrnehmung. Krankheiten, die die Psyche betreffen, können messbare Auswirkungen auf die

Geruchs- und Geschmackswahrnehmung haben. Ohne relevante Erkrankungen kann es aber auch durch die von Geburt an gegebene Individualität bzw. durch individuell erlebte Ereignisse jedes einzelnen Menschen zu unterschiedlichen Empfindungen kommen; diese stehen jedoch nur mit der hedonischen Bewertung in Zusammenhang.

### **7.2.1. Reizempfinden**

Es gibt Menschen die für ihr Wohlbefinden stärkere Reize benötigen als andere. Diese kann man auch als Sensationslustsucher bezeichnen. Sie bevorzugen stark gewürzte, besonders saure, harte und knusprige Speisen und auch eher Lebensmittel die als gesundheitsschädlich gelten. Eine deutsche Studie fand heraus, dass bei lustvoller Laune herzhaftere, knackige, saftige Gerichte gewählt werden, bei gedrückter Stimmung eher musiges, cremiges, mildes Essen. Sensationslustsucher lieben oral aktive Lebensmittel (knackiges Gemüse, Fleisch, Chips), die anderen bevorzugen Quark, Honig und/oder Kuchen. Um Speisen zu verarbeiten, braucht man Energie, diese wird aus den physischen und psychischen Anlagen der Person gezogen. Hat diese Person viel Energie, will sie diese Kraft auch durch ihre Nahrungsauswahl ausleben. Anregung geben Konsistenz und Farbe, aber vor allem auch Geschmack, der ein so genanntes Thrillerlebnis auslösen kann. Personen, die nicht über viel innere Kraft verfügen, wollen auch beim Verdauen bzw. Essen so wenig Energie wie möglich aufwenden [GNIECH, 2002]. Bei Kindern, die auf ihre Präferenz für Saures getestet wurden, stellte sich heraus, dass jene, die stark saure Konzentrationen bevorzugten, auch eher Neues ausprobierten, was auch in einer weiteren Studie beschrieben wurde. Diese Kinder waren auch weniger scheu und präferierten grellere Farben - was mit einer extrovertierten Persönlichkeit in Verbindung gebracht wurde - als jene, die niedrigere saure Konzentrationen bevorzugten. Der Speichel- und die Cortisol-Konzentrationen der untersuchten Kinder zeigten aber keine signifikanten Unterschiede. Allerdings wurden aufgrund dieser Ergebnisse



auch Hypothesen aufgestellt, die die Probennahmen bzw. den generellen Einfluss des Speichels auf die Wahrnehmung in Frage stellten [LIEM et al., 2004]. Bei Erwachsenen mit hoher Speichelrate und hohem pH-Wert im Mund wurden im Gegensatz zu Erwachsenen mit niedriger Speichelrate und niederem pH-Wert im Mund, saure Substanzen als saurer bewertet. Bei Kindern, die extrem Saures bevorzugen, wurde beobachtet, dass sie weniger neophobisch in Bezug auf Lebensmittel waren und auch eine größere Auswahl von Früchten aßen [LIEM und MENELLA, 2003].

“Neophilie (die Lust am Neuen) und Neophobie (die Furcht vor dem Unbekannten) gehen eine paradoxe Verbindung ein: Neben dem Interesse am Neuen und dem Hang zur Abwechslung haben Menschen auch die Angst vor der Innovation gelernt und somit oft eine konservative Einstellung gestützt, nach dem Motto: Was der Bauer nicht kennt, das isst er nicht [TANNER, 2001].“ Erwachsene, die eine große Diversität in der Nahrungsaufnahme zeigten, bewiesen – im Gegensatz zu neophobischen Erwachsenen - auch eine höhere Präferenz für sauer [LIEM und MENELLA, 2003].

### **7.2.2. Erworbene Vorlieben/Abneigungen**

Das wichtigste Phänomen hierbei ist das Sauce-Béarnaise-Phänomen. Dieses geht auf den amerikanischen Psychologen Martin Seligman zurück. Nach einem Essen bei dem es Sauce Béarnaise gab, wurde ihm übel. Obwohl sich im Nachhinein herausstellte, dass die Übelkeit von einer Darmgrippe ausgelöst wurde, entwickelte er trotzdem eine Aversion gegen die Sauce. Für diesen Effekt schuf Seligman (1970) den Begriff der „angeborenen Reaktionsbereitschaft“. Ungewöhnlich ist dieser Lernprozess deshalb, weil es sich um eine einmalige, nicht wiederholte Koppelung von Reiz (Sauce) und Reaktion (Übelkeit) handelt und kein direkter zeitlicher Zusammenhang zwischen dem Auslöser (Sauce) und der Reaktion (Krankheit) besteht, d.h. die tatsächliche Ursache der Krankheit ist nicht auf die zuvor genossene Speise zurück-

zuführen. Diese Aversion ist ein evolutionsgeschichtlicher Schild des Körpers gegen potentielle Krankmacher. Eine einzige Koppelung von Geschmack und Erbrechen reicht für einen lebenslänglichen Widerwillen gegen eine Speise. Das ist durch folgende Sequenz beschreibbar:

1. Es wird etwas konsumiert, das durch Gift, Bakterien oder Röntgenstrahlen verseucht sein kann.
2. Daraus erfolgt eine körperliche Abstoßreaktion, d.h. krankhafte Übelkeit mit Erbrechen tritt auf.
3. Der Geschmack und Geruch des Gegessenen wird aversiv erlebt und die Speise wird zukünftig gemieden, sogar dann, wenn nachträglich bekannt wird, dass die angenommene Ursache-Wirkungs-Kette der Grundlage entbehrt, ist die Geschmacksaversion stabil.
4. Der Ort und andere benachbarte Reize sind nicht so stark negativ belastet wie das Essen selbst.
5. Dabei sind neutrale Speisen (wie Kartoffel, Nudeln, Reis und Brot) nicht betroffen, sondern eher die potentiell stärker gefährlichen und geschmacklich hervortretenden wie Saucen, Fisch und/oder Alkohol [GNIECH, 2002].

Dieses Phänomen wird auch bei der Chemo- und Radiotherapie bei Tumorerkrankungen beobachtet, ebenso bei der Alkoholismustherapie, die sich Brechreiz auslösenden Substanzen in Verbindung mit Alkohol zunutze macht [GNIECH, 2002]. Dadurch sollte Alkohol einen negativen Aspekt bekommen und dem Alkoholabhängigen die Abstinenz erleichtert werden. Die Erfolge sind aber mäßig, heute wird dieses Verfahren nicht mehr angewandt [BURDACH, 1987]. Werden verschiedene Geschmäcker (z.B. Apfelstrudel mit Vanillesauce) gekoppelt, wobei das eine Lebensmittel bzw. der eine Teil des Gerichtes eine Erkrankung auslöst, das andere jedoch nicht, wird gegen beide eine Aversion ausgebildet. Dies ist auch für Präferenzen gültig. Personen die empfindlich auf den bitteren Geschmack von Kaffee sind, können wenn sie ihn zuerst mit Milch und Zucker verfeinert genießen und sich somit

an die Bitterkeit des Kaffees gewöhnen, ihn später auch schwarz trinken, obwohl er immer gleich bitter ist [LOGUE, 1995].

Bei der Befragung von 6 bis 60 jährigen zeigte sich, dass die meisten Aversionen sich zwischen dem 6. und 12. Lebensjahr ausgebildet haben. Geschmackspräferenzen sind größtenteils auf Lernerfahrung zurückzuführen, wobei eine Spontanpräferenz von süß berücksichtigt werden muss. Die Süßpräferenz erniedrigt sich im Laufe des Lebens – gemeint ist damit die Akzeptanzschwelle [PUDEL und WESTENHÖFER, 1998]. Nahrungsmittelaversionen gegen Unangenehmes, z.B. warme Milch, können genetische Ursachen haben, können durch Kontakt mit anderen Menschen erlernt werden, z.B. Urin ist ekelerregend, können sich auf Ungeeignetes beziehen, z.B. Baumrinde und können sich durch Erfahrungen anderen Menschen als positiv erweisen, z.B. Gefährliches wie giftige Pilze [LOGUE, 1995]. Aversionen bleiben meist ein Leben lang erhalten und sind meist lösungsresistent [BURDACH, 1987].

„Schlechter Geschmack als sensorische Qualität, die auch Geruch oder Konsistenz mit einschließen kann, beinhaltet eine milde Form der Nahrungsabneigung: z.B. Ablehnungen des bitteren Geschmacks von kaltem Kaffee, der z.B. in den USA meist gesüßt und mit Milch konsumiert wird; Ekel vor Käse oder geronnenen Milchprodukten, besonders in China, und Widerwillen vor rohem Fisch in Europa. Dies betrifft auch die Ablehnung von kochend heißen Speisen oder zu scharfen Gerichten [GNIECH, 2002].“ Bei Vegetariern gibt es zwei Gründe, eine fleischlose Diät zu halten: gesundheitliche und moralische Gründe. Wenn moralische Gründe im Vordergrund stehen ist der Ekeleffekt größer. Das zeigt, wie weit Emotionalität und Abneigung miteinander in Verbindung stehen [ROZIN et al., 1997].

Bei der Nahrungsaufnahme ist auch die Stimmung bzw. Umgebung sehr wichtig. Die Präferenz für Nahrungsmittel, die in einer angespannten Atmosphäre verspeist werden, sinkt, in entspannter Atmosphäre werden diese als

positiver bewertet [BENTON, 2004]. In Westdeutschland geben z.B. nur etwa 10% der Personen an, dass ihnen beim Essen der Geschmack den meisten Genuss bereitet. Am wichtigsten ist ihnen das Ambiente. Diese Befragung zeigt die Wichtigkeit von Umgebungsfaktoren [PUDEL und WESTENHÖFER, 1998].

Wenn eine Speise generell als negativ bewertet wird, sinkt die Aversion mit jedem Genuss der Speise [BELL und MEISELMAN, 1995].

### **7.2.3. Erwartungshaltung**

Die Erwartungshaltung hat auch Einfluss auf die Geschmackswahrnehmung, so empfanden Probanden, die einen süßen Geschmack erwarteten, aber eine bittere Substanz erhielten, den bitteren als unangenehmer, als wenn sie auf den bitteren Geschmack vorbereitet wurden. Zusätzlich wurde der bittere Geschmack von ihnen auch als intensiver beschrieben, als wenn sie bitter erwarteten. Diese Ergebnisse trafen auch zu, wenn die Probanden auf einen bitteren Geschmack vorbereitet waren, aber eine süße Substanz verabreicht wurde. Bei der hedonischen Bewertung wurde allerdings der süße Geschmack weniger süß, d.h. weniger intensiv eingestuft, als wenn die Probanden süß erwarteten [RAATS et al., 1995]. Zu ähnlichen Ergebnissen kam es bei Weinverkostungen. So wurde Wein, der vor der Degustation als qualitativ hochwertig beschrieben wurde besser bewertet, als jener, der vor der Verkostung als mittelmäßig dargestellt wurde, obwohl es sich immer um den selben Wein handelte [SIEGRIST und COUSIN, 2009]. Diese Ergebnisse sind unter anderem wichtig für die Werbung. Beim Konsumenten sollten keine falschen Erwartungen geweckt werden, da die Gefahr der Ablehnung durch den in der Geschmackserwartung enttäuschten Konsumenten steigt, als bei niedrigeren Erwartungen. In einem Versuch, bei dem Kaffee, der als nicht bitter deklariert, eingesetzt wurde, aber zum Aufbrühen 50% mehr Kaffeepulver als auf der Packung angegeben eingesetzt wurde (der Kaffee war also stärker), bewerteten Probanden, die wussten, dass der Kaffee als nicht

bitter beschrieben wurde, ihn auch als weniger bitter als Probanden denen diese Information vorenthalten wurde. Auch wenn man falsche Angaben zu der Temperatur machte, wurde das Produkt als geschmacklich negativer eingestuft als bei jenen Personen, denen man keine Informationen zu der Temperatur gab [RAATS et al., 1995].

Wenn Lebensmittel als etwas erkannt werden und dann nicht so schmecken wie erwartet, kommt man in einen Zwiespalt. Wenn Lebensmittel andersartig - dubios – aussehen, schmeckt man diese auch anders, z.B. bei Eintopfgerichten [KORSMEYER, 1999].

### **7.2.3.1 Einfluss von Temperatur, Farbe, Form und Viskosität auf die Erwartung**

Temperatur, Farbe, Form und Viskosität zählen zu den intrinsischen Faktoren. Dennoch lassen sie sich z.B. durch Licht verändern, ohne dass der Geschmack oder Geruch des Lebensmittels im engen Sinn beeinflusst wird. Da Erwartungen einen wichtigen psychologischen Faktor darstellen, werden in diesem Zusammenhang, die Auswirkungen der oben erwähnten Parameter beschrieben.

#### **Temperatur**

Man schmeckt am besten zwischen 30 und 35 Grad, Abweichungen von 5 Grad nach oben oder unten liefern auch noch befriedigende Ergebnisse. Bei Temperaturen von über 50 oder unter 0 Grad geht die geschmackliche Sensibilität verloren. Bestes Schmecken von süß wird bei 35-50 Grad, von salzig bei 18-35 Grad und von bitter bei 10 Grad Celsius beobachtet, für sauer gibt es keine Angaben [BURDACH, 1987].

Aber auch wenn die gewählte Temperatur der Speise für die Wahrnehmung optimal ist, kann diese hedonisch negativ bewertet werden. Wenn die Erwartung - z.B. Suppen sind immer heiß - durch eine kalte Gemüsesuppe ge-

stört wird, kann dies im ersten Moment auch anhaltend negativ sein [GNIECH, 2002].

Je nach Außentemperatur werden Nahrungsmittel als schmackhaft - z.B. heißer Kakao im Winter - oder als weniger schmackhaft – z.B. heißer Kakao im Sommer - empfunden. Nach der thermostatischen Theorie, werden Wärmeenergieverlusten des Organismus als Regulator des Essverhaltens in Zusammenhang gebracht. Bei Kälte wird kalorienreicher, bei Hitze mineralstoffhaltiger bzw. würziger und saftiger gegessen (gilt auch bei Fieber), d.h. die Präferenz von Speisen hängt stark mit der Außen- bzw. Körpertemperatur zusammen [GNIECH, 2002].

### **Farbe, Form und Viskosität**

Jedes Lebensmittel hat nicht nur einen speziellen Geschmack und Geruch, es hat auch seine eigene Konsistenz und sein eigenes Aussehen. Durch das Aussehen wird eine gewisse Erwartungshaltung indiziert. Allein durch die Farbe gibt es Geschmacksassoziationen, wenngleich das Lebensmittel noch nicht probiert wurde [GNIECH, 2002]. Sicherlich ist jedem schon einmal nur durch den farblichen Anblick eines Lebensmittels das Wasser im Mund zusammengelaufen [FRICKER, 1984]. So werden die Farben gelb, grün und braun sowohl als positiv (schmackhaft) wie auch als negativ (giftig, verdorben) bewertet. Rot und rosa werden zum überwiegenden Teil als süß eingestuft [GNIECH, 2002]. So kann blaugefärbte Suppe oder grüne Milch, wenngleich die Farbe keinen Einfluss auf den Geschmack hat, den Appetit verderben. Hingegen wirkt nitritgerötetes Fleisch appetitanregend [FRÖHLICH, 1996]. Diese Geschmacksassoziationen sind vor allem auf einen Lerneffekt zurückzuführen [ROLLS, 1997].

Eine Studie mit Gummibärchen ergab, dass die gelben und orangen Gummibärchen zu 95% mit Zitrusgeschmack in Verbindung gebracht wurden. Bei den grünen, roten und weißen Gummibärchen gab es verschiedenste Geschmacksassoziationen. Interessant ist aber, dass 89% der Testpersonen

eine Präferenz für eine bestimmte Farbe angaben. Allerdings nannten sie als Erklärung nicht den Geschmack, die sie damit in Verbindung brachten. Des Weiteren konnten sie bei einem Geschmackstest, in dem die Farben nicht erkennbar waren, die verschiedenen Gummibärchen nicht mehr eindeutig zuordnen, d.h. auch ihre Präferenz nicht mehr angeben [GNIECH, 2002].

Verschiedenste weitere Versuche zeigten, dass die Farbe nicht nur großen Einfluss auf die Geschmackserkennung, sondern auch auf den Geschmackseindruck hatte. So wurde Orangenaroma zu 80% erkannt, wenn es sich zusätzlich um ein orange gefärbtes Getränk handelte. War das Getränk farblos, konnten nur noch 30% der Probanden das Getränk zuordnen. Bei Kirschsäften wurde das dunkler rot gefärbte Getränk als süßer eingestuft, obwohl beide die gleiche Menge an süß gebenden Substanzen enthielten [GNIECH, 2002]. Dasselbe Ergebnis erzielte man auch mit Erdbeersaft [CARDELLO, 1997].

Bei der Geruchswahrnehmung kam es zu ähnlichen Ergebnissen. Es wurden ungefärbte bzw. falsch eingefärbte Lebensmittel wie Margarine, Gelatine, Speck, Orangensaft und Käse unterschiedlich bewertet. Die richtig gefärbten Lebensmittel wurden als intensiver eingestuft, z.B. Margarine um ca. 50%, Orangensaft um ca. 30%. Es wurde gefolgert, dass die Farbgebung generell die Erkennung von Lebensmitteln beeinflusst [CARDELLO, 1997].

Interessant ist, dass in Speisesälen bei Licht in warmen Farben (Spektrum Gelb, Orange, Rot) der Verzehr gesteigert war, wo hingegen bei Licht in kalten Farben (Spektrum Blau, Grün) weniger gegessen wurde. Somit konnte festgestellt werden, dass bei warmem Licht der Appetit angeregt wurde, die Speise schmeckte besser [GNIECH, 2002].

Die Viskosität beeinflusst auch die Geruchs- und Geschmackswahrnehmung. Es geht eine fallende Viskosität auch mit einer fallenden Geruchs- und Geschmackswahrnehmung einher [CARDELLO, 1997].

### **7.2.3.2. Trainingseffekt**

Bei der Gabe von Zitronensäure, Kochsalz, Coffein und Saccharose, die in mehreren Durchgängen in sinkender Konzentration angeboten wurden, sank die Erkennungsschwelle um mehr als eine Zehnerpotenz im Vergleich zum ersten Durchgang. Die Teilnehmer dieses Versuchs hatten die Möglichkeit, sich vorzubereiten, sie wussten, was sie zu erwarten hatten bzw. auf was sie achten mussten. Wahrscheinlich war erst dadurch dieses Ergebnis möglich [BURDACH, 1987].

## **7.3. Psychosoziale Faktoren**

Soziale aber auch ökologische Faktoren beeinflussen die Geschmacks- und Geruchswahrnehmung. Dies äußert sich weder bei Intensitäts-, Identifikations- noch bei Schwellenwerttests, sondern alleine in der individuellen Präferenz bzw. in der individuellen Abneigung.

„Die Geschmacksempfindung ist das Resultat von mechanischen und chemischen Prozessen, genauer besteht sie in einer Zusammensetzung von Tastempfindungen, von eigentlichen Geschmacksempfindungen und von Geruch. Abgesehen davon wird hier gleichermaßen vom Geruch als Vorgegeschmack und von der visuellen Gestaltung der Speisen gesprochen; beide üben natürlich einen beträchtlichen Einfluss auf den Appetit aus, indem sie die Nahrungsqualität prüfen und den Geschmackssinn auch sonst ästhetisch ansprechen. Der Nahrungsgeschmack in unserem Mund liefert einen der stärksten Beweise für die Wirklichkeit der Außenwelt. Durch Beißen und Kauen erkennen wir die Wirklichkeit und machen so unsere Erfahrung mit der Welt. Der Essgenuss unterscheidet sich vom tierischen Essvergnügen durch die Reglementierung der Mähler und durch die Freude der Gast-



freundschaft - als Freude, die eigene Lust mit anderen zu teilen. Der Tisch verkörpert Sozialstrukturen und Wertsystem [DIACONU, 2005].“

### **Esstypen**

Generell kann man verschiedene Esstypen unterscheiden, je nach Typ hat der Geschmack oder auch der Geruch einen unterschiedlichen Stellenwert. Bei dem Genussmenschen, dem Gourmet, steht der Geschmack im Vordergrund, außerdem wird bei ihm ein vermehrter Alkoholgenuss beobachtet. Der Genussmensch-Fast-Food-Liebhaber isst in erster Linie um den Hunger zu stillen und ist nicht besonders an Geschmack interessiert. Der Gesundheitsapostel ist Vegetarier, Naturköstler oder generell einfach diätbewusst. Die Entwicklung zu den verschiedenen Esstypen wird durch alle psychosozialen Faktoren beeinflusst [GNIECH, 2002].

#### **7.3.1. Erziehung**

Geschmackspräferenzen von Kindern sind oft nur abhängig vom Geschmack [COOLING und BLUNDELL, 2001], d.h. Kinder essen generell das, was ihnen schmeckt [FAITH, 2005]. Im Gegensatz dazu werden Präferenzen von Erwachsenen von Gewohnheiten, Kultur, Einkommen und Einstellung zur Ernährung geprägt [COOLING und BLUNDELL, 2001]. Mit der Zeit lernen Tiere wie auch Menschen vor allem von ihrem sozialen Umfeld, was essbar ist bzw. was positive Auswirkungen auf sie hat. Ratten lernen z.B. von der Geschmacksrichtung der Muttermilch und vom Atem ihrer Artgenossen, welche Geschmacksrichtung zu bevorzugen ist. Bei Ratten stellte man außerdem fest, dass Ratten im Familienverband gegenüber isolierten Ratten in größerem Umfang lernen, gesunde Nahrung zu sich zu nehmen [PINEL, 2001].

Geschmacks- bzw. Geruchsbildung findet schon im Mutterleib statt. Fruchtwasser kann Geruchsstoffe an den Fötus weitergeben und symbolisiert somit die Ernährung der Mutter [CHAMBERS und BERNSTEIN, 2003]. Es wurde

festgestellt, dass Mütter, die während der Schwangerschaft viel Karottensaft trinken, diese Präferenz auf das ungeborene Kind weitergegeben haben. Die Kinder dieser Mütter aßen mehr Cerealien, die mit Karotten versetzt waren, und zeigten auch größere Freude an dieser Speise, als wenn sie nur mit Cerealien gefüttert wurden, im Gegensatz zu jenen Kindern, deren Mütter während der Schwangerschaft nur Wasser tranken. Beobachtet wurde auch, dass Kinder, die gestillt wurden, eher Neues aßen als Kinder, die mit Muttermilchersatz gefüttert wurden. Zurückzuführen ist dies auf die Geruchs- bzw. Geschmacksstoffe, die in der Muttermilch vorhanden sind [GANCHROW und MENELLA, 2003]. Ähnliche Ergebnisse erzielte man im Vergleich von Frauen, die während der Schwangerschaft mit Anis versetzte Lebensmittel aßen, und einer Gruppe, die dies nicht tat. Bereits am Tag der Geburt reagierten die Babys, deren Mütter Anis verzehrt hatten, auf den Geruch von Anis positiv, bzw. bei einer negativen Reaktion dauerte diese kürzer als bei jenen Babys, deren Mütter kein Anis gegessen hatten. Signifikante Resultate wurden auch bei einer oralen Gabe gemessen. In Tierstudien wurde nachgewiesen, dass dieser positive Eindruck, der schon im Mutterleib weitergegeben wurde, bis ins Erwachsenenalter anhält. Humanstudien bis ins Erwachsenenalter fehlen aber noch [SCHAAL et al., 2000]. Für Kinder bis zur Einschulung wurde festgestellt, dass jene, die nicht oder nur kurz gestillt wurden, andere Geschmackspräferenzen entwickeln konnten als gestillte Kinder. Welchen Einfluss auch andere Faktoren hatten, wurde nicht aufgezeigt [BELTON, 2003].

Soziales Lernen findet schon bei Säuglingen statt. Unbewusst können Präferenzen oder Abneigungen weitergegeben werden. In einem Gefängnis mit Müttern und Kleinkindern konnte beobachtet werden, dass die Hälfte der Kinder Tomaten bzw. Orangensaft ablehnten, allerdings hing das von der Person ab, die sie fütterte. Die Befragung der fütternden Personen kam zu dem Resultat, dass auch sie Tomatensaft und/oder Orangensaft ablehnten. Kinder können bereits 36 Stunden nach der Geburt Gesichtsausdrücke imitieren und anscheinend auch lesen [LOGUE, 1995].

Ein von außen veranlasster Konsum (Kinder werden mit einem bestimmten Lebensmittel gefüttert) bewirkt eine mehr oder weniger starke Präferenz für dieses Lebensmittel. Dieses Phänomen kann man auch als „mere exposure effect“ bzw. als „liking by tasting“ bezeichnen. Die von Kindern nicht akzeptierten Geschmacksqualitäten wie z.B. von Hummer oder Kaviar werden aber erst durch Beobachtung (der Eltern) erlernt. Durch Erlernen des Bedürfnisses nach sozialer Anerkennung kann dies aber wieder revidiert werden [PUDEL und WESTENHÖFER, 1998]. Die frühe Kindheit hat den größten Einfluss auf die Präferenzbildung und auf die weiteren Ernährungsgewohnheiten. Daraus folgt, dass neue Präferenzen leichter von kleinen Kindern erlernt werden können als von älteren Personen bzw. von Erwachsenen. Man kann von der Vielfalt der Lebensmittel, die im Vorschulalter konsumiert werden, auch auf die weitere Lebensmittelauswahl in den späteren Jahren schließen, d.h. je größer die Lebensmittelvielfalt bei kleinen Kindern ist, desto abwechslungsreicher ist auch später der Speiseplan [LUMENG et al., 2005]. D.h. je öfter ein Kind mit einem Geschmack im familiären Umfeld in Berührung kommt, desto öfter wird dieser Geschmack auch akzeptiert bzw. präferiert [LUMENG et al., 2005]. Lebensmittel, die öfter gekostet werden, sind folglich immer weniger negativ bewertet – z.B. Kinder, die unbekanntes Gemüse zuerst ablehnen, lernen mit der Zeit, d.h. mit wiederholtem Genuss dieses Gemüses, es doch als positiv wahrzunehmen [WARDLE et al., 2003]. Wie man Geschmack wahrnimmt, ist stark abhängig von den Essgewohnheiten, die schon in der Kindheit vermittelt werden [KORSMEYER, 1999]. Kinder akzeptieren neue Lebensmittel auch eher, wenn sie mit schon bekannten kombiniert werden (z.B. mit Ketchup) [BENTON, 2004].

Die Ausbildung von Präferenzen bzw. Ablehnungen lässt sich in Bezug auf Erziehung und Beobachtung nicht in derselben Intensität nachweisen. Es gibt nur eine Wahrscheinlichkeit von 10%, dass Kinder von Müttern, die Äpfel mögen, dies auch tun. Im Gegensatz dazu lehnen aber 60% der Kinder, die Mütter haben, die keine Äpfel essen, diese auch ab, d.h. Präferenzen werden weniger stark als Aversionen weitergegeben. Ausnahme sind Sü-

Bigkeiten, wo die Übereinstimmung in der Ablehnung geringer, die der Präferenz höher ist [PUDEL und WESTENHÖFER, 1998].

In Versuchen mit Säuglingen im Alter von 6 Monaten kam es zu einer unterschiedlichen Süßpräferenz, je nachdem ob sie vorher regelmäßig mit Zuckerwasser gefüttert wurden oder nicht. Jene, die Zuckerwasser schon vorher erhielten, bevorzugten später Zuckerwasser eher als andere [LOGUE, 1995]. Dies ließ sich auch eineinhalb Jahre später noch feststellen [GANCHROW und MENELLA, 2003].

Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass die Vorliebe für den salzigen Geschmack im Schulalter durch das Ernährungsverhalten in den ersten Lebensmonaten geprägt wird [WILKENING und KRIST, 2002]. Personen, die schon sehr früh (frühe Kindheit) mit mehr Salz als gewöhnlich in Berührung kommen, entwickeln gegenüber jenen, bei denen Salz sparsam eingesetzt wurde für ihr ganzes Leben eine vermehrte Präferenz für Salz [MATTES, 2003].

Die Kinder von Müttern, die sich selbst als heikle Esser in ihrer Jugend beschrieben, waren heiklere Esser als die Kinder von Müttern, die sich als nicht heikle Esser beschrieben. Hier kam es wahrscheinlich unbewusst zur Prägung bzw. Konditionierung der Kinder. Generell wird die Lebensmittelauswahl von Kindern am stärksten von der Mutter beeinflusst [LIEM und MENELLA, 2003].

Der elterliche Gewichtstatus kann auch das Essverhalten von Kindern beeinflussen. Kinder mit übergewichtigen Eltern zeigen höhere Präferenz für fettes Essen und eine geringere Präferenz für Gemüse. Auch diese Beobachtung kann zurückgeführt werden auf unbewusste Prägung des Essverhaltens von Kindern durch ihre Eltern [FRANCIS und BIRCH, 2005].

Für die Erziehung gilt, dass Verhalten, das in der Kindheit erlernt wird, meist auch im Erwachsenenalter bestehen bleibt. Jedoch haben viele Studien gezeigt, dass außer der Familie auch Freunde (soziales Umfeld) das Essverhalten stark beeinflussen können [MESSINA et al., 2004].

### **7.3.2. Kultur und soziales Umfeld**

„Doch auch im alltäglichen Essen und Trinken treten immer wieder Momente ein, in denen das erwartete 'Ja' einem abrupten 'Nein' weicht. Der Geschmackssinn kann deshalb als Ja-oder-Nein-Sinn charakterisiert werden. Ein solcher binärer Entscheidungsmechanismus ist deshalb nötig, weil Menschen in der Wahl ihrer Nahrung nicht instinktgebunden sind. Die Demarkationslinie zwischen dem Essbaren und dem Nichtessbaren muss immer wieder neu kulturell abgesteckt werden. So sieht sich der *Homo sapiens* mit einem omnivoren doublebind (oder einem Alles-(Fr)esser-Dilemma) konfrontiert: Gerade weil er in seiner Nahrungswahl frei ist und alles Mögliche essen kann, muss er bei der Auswahl der Nahrung eine große Vorsicht obwalten lassen [GNIECH, 2002].“

Das Erlernen von Geschmackspräferenzen bei Kindern kommt durch soziales Lernen, aber auch durch den Kaloriengehalt der Speise zustande, ein hoher Kaloriengehalt gibt eine höher positive Resonanz vom Körper. Bei Lightprodukten wurde beobachtet, dass Kinder eine Präferenz für diese schwerer erlernen, als für Produkte die einen normalen Kaloriengehalt haben. Für beide Produkte wurden die gleichen sozialen Strategien angewandt, um eine Präferenz zu induzieren [JANSEN und TENNEY, 2001]. Bei neuen Joghurtsorten, die Kindern angeboten wurden, wurden jene mit höherem Fettgehalt gegenüber jenen mit weniger Fett vermehrt bevorzugt. Gleiche Ergebnisse wurden auch mit süßen Produkten erzielt. Zurückgeführt wird dies auf die Tatsache, dass es in der menschlichen Entwicklung schwierig und vor allem aber wichtig für das Überleben war, genug Energie aufzu-

nehmen. Dies begründet auch die Tatsache, dass oft Lebensmittel präferiert werden, die Sattmachen [BENTON, 2004].

Was wir als Menschen als Lebensmitteln ansehen und was nicht, ist nicht nur mit der tatsächlichen Essbarkeit verbunden. Es wird nicht alles gegessen was essbar ist, sondern nur das, was mit der sozialen Kodierung, die mit den obersten Vorstellungen bzw. Regeln der Kultur, in der man lebt, übereinstimmt [SETZWEIN, 1997]. Eine bestimmte Präferenz für Nahrungsmittel bzw. für einen bestimmten Geschmack kann wichtig für das Überleben einer Kultur sein [GANCHROW und MENELLA, 2003]. Das Unbedeutende wie die Abfolge der verschiedenen Mahlzeiten oder was gereicht wird ist sehr gut konditioniert: zum Frühstück Brot, zu Ostern Eier, in China und Japan Reis und Fisch zum Frühstück, in China außerdem noch Nudelsuppe, in Mittelamerika Bohnenmus [FEHRMANN, 2002]. Es ist für uns kaum vorstellbar Schweinsbraten zum Frühstück oder die Suppe zum Dessert zu essen, weil dies mit unserer Kultur nicht konform geht [PUDEL und WESTENHÖFER, 1998].

In jeder Kultur gibt es Tabus - innere Verbote, Verbote und Meidungen. Es ist vom Strafrecht her nicht verboten Zootiere zu essen, oder Schoßtiere zu verzehren, Kanibalismus auszuüben, es ist ein gesellschaftliches Tabu. Verboten ist es aber z.B., Kadaver in Umlauf zu bringen. Bei Tabus liegen so wie bei Meidungen psychische Sanktionen, ausgelöst durch eine Religion etwa, vor, diese werden in einer Gruppe anerkannt. Verbote und Meidungen können sich über einen längeren Zeitraum zu Tabus entwickeln, auch wenn die Gründe für die Ablehnung schon in Vergessenheit geraten sind. Nahrungsmittelablehnungen sind die Grundlage für soziale Integration [SETZWEIN, 1997].

Kollektive Speisenabneigungen sind häufig von traditionellen Verzehrtabus injiziert. Hindus essen kein Rind, Moslems und Juden kein Schwein. Verzehrtabus hatten in früheren Zeiten meist durchaus Sinn; sie werden heute noch

weiter praktiziert, um eine Gruppenzugehörigkeit zu definieren [GNIECH, 2002].

In einer Studie über iranische Immigranten in England erzählte eine Frau, dass sie das Essen ihrer Mutter nicht mehr möge, ihr Geschmack hätte sich verändert. Bei weiteren Fragen erklärte sie, dass sie es sich nicht mehr vorstellen könne zurückzugehen. England sei ihre Heimat geworden [HARBOTTLE, 1997].

Genetische Einflüsse, die einen Großteil einer Population betreffen, können auch Meidungen auslösen, z.B. viele Menschen können nach der Kindheit keine Lactose mehr abbauen, dies trifft vor allem auf asiatische Länder zu. Mit der Zeit zog dies auch in die Esskultur ein. Milch wird nicht verwendet und auch nicht gemocht [KORSMEYER, 1999].

Wie das Essen benannt wird bzw. mit welchem Umfeld man es in Verbindung bringt, hat auch Einfluss auf die Empfindung, z.B. löste Essen, das eigentlich für das Militär bestimmt war, bei Zivilisten, die über diese Tatsache informiert waren, negativere Qualitätsaussagen aus. Wenn die Information ausblieb, kam es nicht zu dieser Bewertung [BELL und MEISELMAN, 1995].

Die Gewohnheit bzw. die eigene Kultur ist sehr wichtig, sie geht sogar mit in den Urlaub. Es gibt mittlerweile in jedem Urlaubsort auf der ganzen Welt, der von Deutschen und Österreichern stark frequentiert wird, Wiener Schnitzel [FEHRMANN, 2002].

Die Hoch- oder Geringschätzung sinnlicher Wahrnehmung war und ist einer kulturellen Dynamik unterworfen. Es kann beobachtet werden, dass gerade in der heutigen Erlebnis- und Spaßgesellschaft der extravagante kulinarische Geschmack zu einer vermeintlich hohen Kultur stilisiert wird [HASSE, 2005]. Ekel oder Abneigung gegen bestimmte Stoffe sind sozusagen der Mode unterworfen z.B. war das Rauchen in Amerika früher in, wenige fanden

den Geruch störend, heute löst er überwiegend Ekel aus [ROZIN et al., 1997]. Diese dynamische Entwicklung lässt sich auch auf gesundes Essen anwenden. Bei einer Befragung 1980 wurde festgestellt, dass ein überwiegender Teil der Befragten der Annahme war, dass gesundes Essen nicht schmeckt. Bei einer Wiederholung 1990 waren nur mehr 13,7% dieser Meinung [PUDEL und WESTENHÖFER, 1998]. Jede Kultur entwickelt sich weiter, was heute „in“ ist, kann morgen schon wieder uninteressant sein – und umgekehrt.

Es findet auch innerhalb einer kleinen sozialen Gruppe „Erziehung“ statt. So kann man z.B. bei Kindern beobachten, dass sie noch einen natürlichen Gesichtsausdruck besitzen – d.h. sie verziehen spontan das Gesicht wenn etwas nicht schmeckt. Bei Untersuchungen in Kindergruppen wurde beobachtet, dass Kinder den abweisenden Gesichtsausdruck anderer Kinder, die von einem Lebensmittel aßen, dass ihnen nicht schmeckte, nachahmten. Die Kinder, die nicht gekostet hatten, waren später trotz besten Zuredens nicht mehr bereit, auch nur von dem Lebensmittel zu kosten [SCHIEFENHÖVEL, 1997]. Ein weiteres Beispiel für den Einfluss der sozialen Umgebung gibt der folgende Versuch: Kindern wurden zwei Sorten Gemüse angeboten. Drei Kinder bevorzugten die erste Sorte, eines die zweite Sorte. Nachdem die Kinder zusammengebracht wurden, bevorzugte auch das einzelne Kind immer mehr die eine von den zwei Sorten. Dieses Phänomen wurde auch beobachtet, wenn Mütter, Väter oder z.B. ein freundliche Besucher die erste Sorte bevorzugten [LOGUE, 1995]. Generell sind Kinder überhaupt nur schwer dazu zu bewegen neue Lebensmittel in ihre Ernährung aufzunehmen, was auf einen Schutzmechanismus zurückzuführen ist. Der abweisende Gesichtsausdruck ist auch bei Erwachsenen zu beobachten, allerdings nicht mehr nur das Essen betreffend, sondern auch z.B. anderen Kulturen oder ethnischen Gruppen gegenüber [SCHIEFENHÖVEL, 1997].

Die Ergebnisse einer amerikanischen Studie zeigen, dass sich Essgewohnheiten signifikant beim Wechsel von der primary zur secondary School



verändern, wohl um sich von den Eltern abzugrenzen bzw. eine Zugehörigkeit zu einer Gruppe zu demonstrieren. Hierzu kommt die Tendenz, Essgewohnheiten von Idolen nachzuahmen [McKINLEY et al., 2005].

Erwachsene unterwerfen sich hinsichtlich ihrer Lebensmittelauswahl auch sozialen Zwängen. „Essen ist genauso wie Kleidung und Auto ein Statussymbol. Bei einigen Lebensmitteln genießen wir beim Verzehr mehr die soziale Anerkennung als den Geschmack [FEHRMANN, 2002].“

Generell nimmt auch Fernsehen Einfluss auf Nahrungsmittelpräferenzen. Wenn man bedenkt, dass Kinder in Industriestaaten teilweise mehr als drei Stunden vor dem Fernseher verbringen und dieser oft einen höheren Stellenwert als Freunde hat, kann man den möglichen Einfluss nur erahnen. Kinder, die speziell gemachte Videos, die z.B. Obst als positiv anpreisen, wiederholt ansehen, bekommen zu Obst eine positivere Einstellung, jedoch wird der Obstkonsum selbst nur dann erhöht, wenn man ihnen die Möglichkeit bietet, Obst auch regelmäßig zu kosten, d.h. sich an den Geschmack weiter zu gewöhnen [HORNE et al., 2005]. Auch Werbung hat einen großen Einfluss auf Kinder. Amerikanische Kinder sehen bis zu 22000 Werbespots im Jahr. Die Präferenz für nährstoffärmere Lebensmittel wird dadurch höher, bei Werbung für „gute“ Lebensmittel wurde kein Einfluss auf die Präferenz beobachtet – vielleicht sind diese Spots auch nur schlechter gemacht [LOGUE, 1995]. Bei Kindern hat der Zusatz „gesund“ oder „biologisch“ bei einem Lebensmittel oft einen negativen Aspekt [McKINLEY et al., 2005].

Geschmackspräferenzen und Nahrungsauswahl einer Population werden moduliert von psychologischen Variablen wie Gewohnheit und Verhalten, von sozialen und ökonomischen Faktoren wie Bildung und Einkommen [COOLING und BLUNDELL, 2001].

### 7.3.3. Einkommen und Ausbildung

In dem philosophischen Klassiker von Bourdieu „Die feinen Unterschiede. Kritik der gesellschaftlichen Urteilskraft.“ aus dem Jahre 1987, wurden unter anderem die Zusammenhänge zwischen Gesellschaft und Geschmack behandelt. „Geschmack, so Bourdieus zentrale Aussage, ist nie etwas Individuelles, und schon gar kein persönlicher Verdienst, sondern muß immer als etwas Gesellschaftliches betrachtet werden.“ In seinem Buch „Ökonomisches Kapital, kulturelles Kapital, soziales Kapital“ von 1992 schreibt er weiter: „Die Champagner-Trinker stehen den Whisky-Trinkern gegenüber, auch, freilich auf andere Weise, den Rotwein-Trinkern; bei den Champagner-Trinkern ist nun die Chance größer als bei den Whisky-Trinkern – ganz zu schweigen von den Rotwein-Trinkern, im Besitz alter Möbel zu sein, Golf zu spielen, zu reiten, Boulevard-Theater zu besuchen usw. [TREIBEL, 2000].“ So wird dem Genussmenschen, dem Gourmet, ein vermehrtes Interesse für Kultur und ein höheres Einkommen nachgesagt [GNIECH, 2002].

„Mit steigendem sozialem Status sind vermehrt Präferenzen für Fisch, Wild, fremde Küche, exotische Gerichte wie Weinbergschnecken, Wachteln und Froschschenkel zu beobachten [GNIECH, 2002].“ Dies geht vor allem mit einer erhöhten Mobilität einher, bei Reisen in fremde Länder wird auch eher Neues ausprobiert [GNIECH, 2002].

Bei Untersuchungen zu Essensvorlieben von verschiedenen gesellschaftlichen Klassen fand man folgende Unterscheidungen:

- Neureiche: die Speisen werden immer schwerer und kalorienreicher
- Arbeiterklasse: schwere, fette, grobe Gerichte (Eintöpfe)
- Freiberufler, Führungskräfte: leichte, feine, raffinierte Gerichte
- Lehrkräfte, Professoren: eher asketisch, kulinarisch exotisch [GNIECH, 2002].

Eine Studie in Andalusien ergab, dass die Präferenzen vom Wohnort, d.h. direkt am Meer wird mehr Fisch, im Landesinneren mehr Fleisch gegessen, hauptsächlich aber vom sozialen Status abhängig ist. Reiche, die sehr von ihrer Weltoffenheit beeinflusst sind, d.h. durch Reisen, kennenlernen anderer Kulturen, genießen mehr internationale Gerichte. Neureiche essen mehr Speck und Schellfisch, was in Andalusien als Symbol für einen sozial hohen Status angesehen wird. Arme verzehren genau das, was sie schon immer aßen, z.B. Fischer essen Fisch, Bauern Fleisch. „Auch die Saison beeinflusste den Geschmack, so wurden im Sommer eher leichtere kalte Gerichte gegessen. Allerdings ersetzen diese erst in den letzten Jahren die Traditionellen [GONZÁLEZ, 1997]“, nicht aber bei der gesamten Bevölkerung. Beim Alkoholkonsum fiel auf, dass Frauen weniger scharfe Getränke bevorzugten, dies wurde auf die Stellung der Frau in der Gesellschaft zurückgeführt bzw. mit der fehlenden Akzeptanz der Familie in Verbindung gebracht [GONZÁLEZ, 1997].

Beim Vergleich des Einkommens wurde festgestellt, dass Mütter der oberen Mittelschicht gegenüber Müttern der Unterschicht strengere Regeln hatten, was die Gesundheit des Essens betrifft [BELTON, 2003].

Es ist auch nicht von der Hand zu weisen, dass Menschen in weniger privilegierten sozialen Klassen und jene, die weniger Bildung erhalten haben, durch Nichtwissen, bzw. durch eingeschränkte finanzielle Möglichkeiten gefährdeter sind, Nährstoffmängel zu erleiden, als andere Personen. Diese Mängel können Änderungen in der Wahrnehmung hervorrufen [STEWART-KNOX et al., 2005].

Wissen über Nahrungsmittel, das in der Regel durch schulische Bildung erworben bzw. vergrößert wird, beeinflusst die Lebensmittelpräferenz und -auswahl, außerdem wird beim Essen auf die Qualität der Fette geachtet, auf die verzehrte Fettmenge hat Bildung aber keinen Einfluss. Für die meisten Menschen ist Geschmack wichtiger als Gesundheit, jedoch lassen sich un-

terschiede in der Einstellung zu Lebensmitteln feststellen, z.B. bei Menschen mit einer Familienkrankheitsgeschichte von Diabetes gegenüber jenen mit einer Familiengeschichte von Herzerkrankungen. Die Beeinflussung könnte durch die Assoziation von Essen mit Gesundheit erfolgen. Diese Assoziation ist bei Menschen die höhere Bildung in Bezug auf Nahrungsmittel haben, ausgeprägter. Allerdings wurde in der Studie „Impact of nutrition knowledge on food“ nur ein Zusammenhang zwischen Bildung und Gesundheitsassoziationen, nicht jedoch ein Zusammenhang in Bezug auf die Beurteilung von Flavor und positiven gesundheitlichen Effekten beobachtet [CRITES und AIKMAN, 2005].

Je höher die Bildung ist, desto besser schnitten die Personen bei Identifikationstests ab. Dies wurde bei einer Altersgruppe von 45 bis 90-Jährigen festgestellt. Bildung wirkt sich anscheinend ein Leben lang auf die Identifikationsfähigkeit aus [LARSSON et al., 2004].

In Industriestaaten stillen Frauen weniger. Die Anzahl der gestillten Kinder sinkt, je jünger die Mütter sind und je schlechter ihre Bildung ist. Generell werden Kinder von Eltern mit höherer Bildung länger gestillt und man beginnt auch später zuzufüttern. Das Geschlecht des Säuglings spielt ebenfalls eine Rolle, Mädchen werden signifikant länger gestillt als Jungen. Des Weiteren werden mit steigendem Geburtsalter der Mütter die Kinder länger gestillt [ERKKOLA et al., 2005].

## **7.4. Umweltfaktoren**

### **7.4.1. Ökologie**

Eine bestimmte Präferenz für Nahrungsmittel bzw. für einen bestimmten Geschmack kann wichtig für das kulturspezifische wie auch für das individuelle

Überleben sein [GANCHROW und MENELLA, 2003]. Wilde Kinder, d.h. Kinder, die ohne Erwachsene oder andere Gesellschaft in der Wildnis aufgewachsen sind, entwickelten je nach Nahrungsangebot ihre Präferenzen. Alle hatten einen sehr guten Geruchssinn, sie konnten z.B. Menschen anhand des Geruches unterscheiden und Spuren von ihnen sogar nach deren Tod noch erkennen [DIACONU, 2005].

Der Geschmack dient vor allem der Motivation zum Essen. So gab es in Krisenzeiten eine Fülle an Rezepten für leicht erhältliche Nahrungsmittel wie Kartoffel. Dieser Geschmack wird auch als Notwendigkeitsgeschmack im Gegensatz zum Luxusgeschmack (Kaviar) bezeichnet. Diese positive Geschmacksassoziation wurde durch ein Kontinuitätstraining von Generation zu Generation weitergegeben. Es war wichtig für das Überleben, trotz Knappheit hatte man die Möglichkeit, „auf seinen Geschmack“ zu kommen [PUDEL und WESTENHÖFER, 1998].

Erst durch die Lebensmittelsicherheit wurden vermehrt Präferenzen ausgebildet [MATTES, 2003]. Das Ernährungsverhalten ändert sich je nach Überfluss bzw. Mangelsituation. Heute ist fast jedes Lebensmittel erreichbar, es kommt auch bei Luxusgütern zu einer sensorisch spezifischen Sättigung. Der Wert eines Lebensmittels wird auch nicht mehr so hoch eingeschätzt [PUDEL und WESTENHÖFER, 1998].

So ist, je höher die Wirtschaft in einem Land entwickelt ist, desto höher auch der Zuckerkonsum. Trotzdem kann man dies nicht unbedingt mit einer Präferenz in Verbindung setzen, da auch der niedrige Preis eine Rolle spielen könnte. Hätte der Preis keine Relevanz, wäre auch der Konsum nicht gestiegen [LOGUE, 1995].

Bezogen auf den Zuckerkonsum ist auch die kulturdynamische Entwicklung wichtig. Zucker war früher Medizin und meist nur für die Adligen erreichbar, mit dem Fall der Aristokratie, wurde der Zucker immer mehr zu einem Allgemeingut, und heute wird soviel Zucker gegessen wie noch nie [MURCOTT, 2003].

Überleben in einem ökologischen Raum kann auch gewährleistet werden,

indem sich eine Population in eine Nische stellt. Die Maassai trinken Blut. Sie haben gelernt, diesen Geschmack zu mögen und dadurch zu überleben. Auf den Trobriand Islands (Borneo) z.B. gibt es Unterschiede in der Geschmackspräferenz für Haifisch. Haifisch hat kein herkömmliches Renalsystem, weshalb er leicht nach Urin schmeckt. Es wurden zwei kleine benachbarte Inseln verglichen, die ein sehr fischreiches Meer umgibt, d.h. beide hätten die Möglichkeit, alles zu fangen bzw. zu essen. Allerdings entwickelte sich auf einer Insel eine Haifischpräferenz, auf der anderen wird dieser jedoch verabscheut – man isst lieber andere Meeresbewohner. Durch diese unterschiedlichen Präferenzen wird das Meer geschont, d.h. der biokulturelle Mechanismus für Präferenzen und Aversionen könnte auch von der gegebenen ökologischen Umwelt abhängig sein [SCHIEFENHÖFEL, 1997].

#### 7.4.2. Umweltgifte

Es gibt Industrieprozesse und Stoffe, die daraus resultieren, die den Geruchssinn beeinflussen können. Dazu gehören: metallurgische Prozesse, Fertigungsprozesse, metallische Verbindungen, nichtmetallische anorganische Verbindungen, organische Verbindungen und Staub (Tabelle 4) [HASTINGS und MILLER, 2003].

Tabelle 4: Industrieprozesse und Stoffe, die daraus resultieren und den Geruchssinn beeinflussen [modif. nach HASTINGS und MILLER, 2003]

<p><b>Metallurgische Prozesse</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromiumplatin-Blei-Verschmelzung</li> <li>• Magnetproduktion</li> <li>• Quecksilberproduktion</li> <li>• Nickel-Plattierung</li> <li>• Nickel-Veredelung</li> <li>• Silber-Plattierung</li> </ul>
---------------------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stahlproduktion</li> <li>• Zinkproduktion</li> <li>• Aluminiumdämpfe</li> <li>• Kupferdämpfe</li> <li>• Mangandämpfe</li> <li>• Zinndämpfe</li> <li>• Arsen</li> </ul>
<b>Fertigungsprozesse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Säuren</li> <li>• Asphalt</li> <li>• Duftstoffe</li> <li>• Bleifarben</li> <li>• Paprika</li> <li>• Teerdämpfe</li> <li>• Gummi-Vulkanisation</li> <li>• Parfums</li> <li>• Gewürze</li> <li>• Tabak</li> <li>• Lacke</li> <li>• Schmutzwasser</li> <li>• Gerben</li> </ul>
<b>Metallische Verbindungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cadmium-Verbindungen</li> <li>• Cadmiumoxide</li> <li>• Dichromate</li> <li>• Nickelhydroxide</li> <li>• Zinkchromate</li> <li>• Alum</li> <li>• Arsenverbindungen</li> <li>• Chromsäure</li> <li>• Silbernitrate</li> <li>• Kupferarsen</li> </ul>

<b>Nichtmetallische anorganische Verbindungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ammonium</li><li>• Carbondisulfide</li><li>• Carbonmonoxide</li><li>• Chlorine</li><li>• Hydrazine</li><li>• Nitrogendioxide</li><li>• Sulfurdioxide</li><li>• Fluoride</li><li>• Sulfursäuren</li><li>• Bromine</li><li>• Rauchgase</li><li>• Hydrogenchloride</li><li>• Hydrogenfluoride</li><li>• Nitrosäuren</li><li>• Phosgene</li><li>• Seleniumdioxide</li><li>• Faulschlammgas</li><li>• Ozon</li></ul>
<b>Organische Verbindungen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Acetaldehyde</li><li>• Acetophenone</li><li>• Acrylsäuren</li><li>• Benzene</li><li>• Benzine</li><li>• Butylacetate</li><li>• Chloromethane</li><li>• Ethylacetate</li><li>• Menthol</li><li>• Pentachlorophenol</li><li>• Trichloroethylene</li><li>• Acetonitrile</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Benzoessäuren</li> <li>• Benzaldehyde</li> <li>• Chloroform</li> <li>• Dimethylsulfate</li> <li>• Furfural</li> <li>• Formaldehyd</li> <li>• Trichloroethane</li> <li>• m-Xylene</li> </ul>
<b>Staub</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zement</li> <li>• Chemikalien</li> <li>• Harthölzer</li> <li>• Leim</li> <li>• Druck</li> <li>• Baumwolle</li> <li>• Cyanide</li> <li>• Flachs</li> <li>• Mehl</li> <li>• Kaliumcarbonat</li> <li>• Silicondioxide</li> </ul>

Weitere Stoffe aus der Industrie, ohne Zuordnung, die die Geruchswahrnehmung beeinflussen können, sind [MURPHY et al., 2003; HASTINGS und MILLER, 2003]:

Benzol	Blei	Cresol
Eisencarboxyl	Ethylacetate	Ethylacrylat
Hydrazine	Hydroselenide	Hydrosulfide
Kalk	Kohle	Koks
Lösungsmittel für Farben	Mangan	Methylacrylate
Nitro Dämpfe	Papier	Pfeffer
Phosphoroxchloride	Quecksilber	Silicondioxide

## Metallische Verbindungen

### Cadmium

In einer der ersten Cadmium-Geruchsstudien wurde festgestellt, dass 37% der Arbeiter einer Alkalibatterie-Fabrik signifikant schlechtere Ergebnisse in Geruchstests erzielten, als eine Vergleichsgruppe, die nicht dort arbeitete. 27% dieser Arbeiter hatten für Phenol eine 200-fach höhere Wahrnehmungsschwelle, jedoch war sich nur ca. die Hälfte dieser Arbeiter einer Geruchseinschränkung bewusst. Diese Abnormalität entwickelt sich nur sehr langsam und wird deshalb erst sehr spät bemerkt. In einer weiteren Studie (1965) wurde beobachtet, dass nach 10 bis 29 Jahren 60%, nach mehr als 30 Jahren 90% von Arbeitern die regelmäßig mit Cadmium in Kontakt kamen, Geruchsdefizite aufwiesen. Diese Arbeiter waren einer hohen Luftcadmiumkonzentration von 0,6 bis 236 mg/m<sup>3</sup> ausgesetzt, die aufgrund schlechter Betriebshygiene zustande gekommen ist. 1985 wurde anhand einer Befragung von Arbeitern, die einer Cadmiumkonzentration von 0,004 bis 0,187 mg/m<sup>3</sup> (früher von 0,21 bis 0,95 mg/m<sup>3</sup>) ausgesetzt waren, herausgefunden, dass 28% der Testpersonen eine Anosmie aufwiesen. Eine andere Studie (1992), die Arbeiter, die 13 Jahre mit Cadmiumkonzentrationen in der Luft von 0,3 mg/m<sup>3</sup> belastet wurden, erfasst, zeigte, dass jene Arbeiter mit der höchsten Cadmiumkonzentration im Körper eine moderate Hyposmie, aber keine Anosmie hatten. Diese Hyposmie bezog sich auf die Schwellenwerte, nicht jedoch auf die Unterscheidung von Gerüchen. Dies wurde darauf zurückgeführt, dass nur die peripheren Geruchsrezeptoren, nicht jedoch das zentrale System betroffen war. In einer polnischen Nickel-Cadmium-Batterie-Fabrik wurden die Arbeiter untersucht, dabei konnte festgestellt werden, dass 45,2% der Arbeiter eine Anosmie oder eine Hyposmie zeigten. In der Kontrollgruppe, die so ausgewählt wurde, dass Alter und Raucherverhalten sich glichen, traf dies aber nur auf 4,6% der Personen zu. Es wurde dabei beobachtet, dass der Zigarettenkonsum (Zigarettenrauch enthält auch Cadmium) in Verbindung mit der zusätzlichen Cadmiumbelastung diese Abnorma-

litäten mit einer größeren Häufigkeit auftreten lässt [HASTINGS und MILLER, 2003].

### **Chrom**

Chrom wird oft verwendet für qualitativ hochwertige Stahllegierungen. Arbeiter, die die letzten sieben Jahre in einer solchen Produktion gearbeitet hatten, zeigten zu 51,4% perforierte nasale Septen. 54,5% hatten erhöhte Schwellenwerte für Phenyl, Ethanol, Cyclopentenolone, Isovalerisäure, r-Undecalactone und Skatole, zwei von den 33 Personen litten an Anosmie. Während man die perforierten Septen nicht unmittelbar mit dem Funktionsverlust in Verbindung brachte, zeigte sich, dass die Länge der Einwirkung von Chrom den größten Einfluss auf die gefundenen Geruchseinschränkungen hatte [HASTINGS und MILLER, 2003].

### **Quecksilber**

Quecksilber kann so wie Cadmium und Chrom Geruchsdefizite indizieren. Bei Quecksilberbelastungen (Minamata-Krankheit) wurden erhöhte Schwellen für Phenylethylalkohol festgestellt. Außerdem traten Schwierigkeiten bei der Identifikation von Gerüchen auf. Es wurden wenige *Glios* und neuronale Degenerationen im *Bulbus olfactorius* beschrieben [HASTINGS und MILLER, 2003].

### **Blei**

Organisches und anorganisches Blei können das Zentralnervensystem beeinträchtigen und bis zu einer Encephalopathie führen. Arbeiter einer Fabrik, die mit Tetraethylblei in Berührung kamen, zeigten beim University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT) keine signifikanten Unterschiede zu einer nicht beeinflussten Kontrollgruppe. Ein weiterer Test mit UPSIT bewies allerdings, dass Arbeiter, die seit 11 bis 17 Jahren dort beschäftigt waren, doch von der Norm abweichende UPSIT-Scores erzielten [HASTINGS und MILLER, 2003].

**Aluminium**

Arbeiter einer Aluminiumgewinnung wiesen 2-mal so häufig Geruchseinbußen wie Kontrollgruppen auf [HASTINGS und MILLER, 2003].

**Mangan**

Bei Manganbelastungen von 0,014 bis 11,48 mg/m<sup>3</sup> wurde für n-Butanol eine herabgesetzte Schwelle festgestellt. Weitere Studien fanden keine Auswirkungen von Mangan auf die Geruchswahrnehmung [HASTINGS und MILLER, 2003].

**Nichtmetallische Verbindungen****SO<sub>2</sub> und/oder Ammoniumgase**

Arbeiter, die SO<sub>2</sub> und/oder Ammoniumgasen ausgesetzt wurden sagten zu 25% aus, dass sie Geruchsdefizite hätten. Allerdings wurden bei einem Test mit dem Olfaktometer nur Einschränkungen bei der untersuchten Gruppe gefunden, die mit Ammoniumgas in Berührung kam. Die Konzentrationen waren unbekannt [HASTINGS und MILLER, 2003].

**Ozon**

Bei Ozoneinwirkung auf eine Gruppe (0,4 ppb, 4 Std./d, 4 Tage lang) wurden erhöhte Schwellenwerte für Butylalkohol nachgewiesen. Nach der 4-tägigen Behandlung war der Ursprungszustand wiederhergestellt [HASTINGS und MILLER, 2003].

**Organische Verbindungen****Acrylsäuren, verschiedene Acrylate und Methacrylate in der Luft**

In einer Querschnittstudie, in der 731 Arbeiter untersucht wurden, die mit Acrylsäuren, verschiedener Acrylaten und Methacrylaten unter der tolerablen Höchstgrenze in Kontakt kamen, wurde festgestellt, dass die Fähigkeit, Gerüche wahrzunehmen, nicht eingeschränkt war. In einer Fall-

Kontrollstudie allerdings wurde beobachtet, dass mit vermehrter Aussetzung Geruchsdefizite auftreten. Außerdem hatten Arbeiter die nicht rauchten ein höheres Risiko für diese Defizite. Dieses Faktum ist der Cadmiumbelastung entgegengesetzt und wird dadurch begründet, dass Rauchen die Nasen-Mucosa metabolisch beeinflusst, dies könnte vor dem toxischen Effekt der oben genannten Stoffe schützen [HASTINGS und MILLER, 2003].

### **Formaldehyd**

Formaldehyd wird hauptsächlich über die Nase absorbiert. Bei Arbeitern, die geringen Konzentrationen ausgesetzt waren, wurden leichte aber doch signifikant erhöhte Schwellen festgestellt. Bei höheren Konzentrationen wurden bei 68% der Personen, die mit Formaldehyd in Kontakt kamen, Geruchseinbußen beobachtet. Im Vergleich dazu, wurde dies in der Kontrollgruppe nur bei 9% festgestellt [HASTINGS und MILLER, 2003].

### **Tierstudien zu Umweltgiften**

In verschiedenen Studien mit Tieren wurden die Auswirkungen von industriell anfallenden Stoffen auf die Geruchsorgane beschrieben (Tabelle 5). Inwieweit diese für den Menschen reproduzierbar sind und welche direkten Auswirkungen diese haben, ist nicht geklärt [HASTINGS und MILLER, 2003]. Es wurde festgestellt, dass:

- Styrene beträchtliche Schäden in den Geruchsepithelien verursachen. Bei Menschen jedoch, die mindestens vier Jahre einer jährlichen Belastung von 154,1 ppm an Styrenen ausgesetzt waren, wurde eine Beeinträchtigung bei Identifikations- und Schwellenwerttests mit Styrenen nachgewiesen. Dies könnte aber auf einer Adaption beruhen. Bei den Tests mit Phenylethylalkohol zeigten sich keine Auswirkungen. Da aber Mäuse und Ratten Nasenatmer sind und deshalb höhere Konzentrationen von Styrenen sich im Nasenepithel dieser Tiere ansammeln können, ist dieses Ergebnis pausibel. Außerdem kann die

Fähigkeit zur Metabolisation von Styrenen von Art zu Art verschieden sein [HASTINGS und MILLER, 2003].

- sich bei Methylbromid, das als Ausräucherungsmittel (Desinfektion) und als Kühlmittel verwendet wird, im Tierversuch Degenerationen der Atemorgane zeigten. Bei der Überprüfung von 123 Arbeitern, die mit Methylbromid oder mit Sulfurylfluoride (Desinfektionsmittel) in Kontakt gekommen sind, wurde anhand von University of Pennsylvania Smell Identification Test (UPSIT) festgestellt, dass Methylbromid keine Auswirkungen auf die Geruchswahrnehmung hat. Bei der Belastung mit hohen Konzentrationen an Sulfuryl fluoriden wurde eine leichte Hyposmie nachgewiesen. Auch dieses Ergebnis wurde mit einer anderen Metabolismus in Verbindung gebracht [HASTINGS und MILLER, 2003].

Tabelle 5: Auswirkungen von industriell anfallenden Stoffen auf die Geruchsorgane von Tieren [modif. nach HASTINGS und MILLER, 2003]

<b>Stoff</b>	<b>Auswirkung</b>
Acetaldehyde	Degeneration, Metaplasie, Verlust von Bowmandrüsen und Nervenbündeln, Adenomas, schuppige Karzinome
Acrolein	Hypertrophie, Hyperplasie, Erosion, Ulceration, Nekrose
Acrylsäure	Degeneration, Ersatz mit respiratorischem Epithel, Entzündungen, Hyperplasie von Bowmandrüsen
Benomyl	Degeneration
Bromobenzene	Degeneration vom olfaktorischen Epithel und Bowmandrüsen
Cadmium	kleine Veränderungen
Chlorgase	Degeneration, septale Perforation, intrazelluläre Ablagerung von eosiphilem Mate-

	rial, Schleimzellenhypertrophie
Chloroform	Degeneration von Bowmandrüsen, Zellwucherungen im Perosteum und im Knochen
Chloropicrin	Hypertrophie, Hyperplasie, Geschwürbildung, Nekrose, Entzündungen
Coumarin	Nekrose, Zellverluste, Basalzellenmetaplasie in der olfaktorischen Mucosa
Chlorthiamid	Degeneration olfaktorischem Epithel Bowmandrüsen, Ersatz mit respiratorischem Epithel, Fibrose in der Lamina propria
Zweiwertige Ester	Degeneration, Zellwucherung
1,2-Dibromo-3Chloropropane	Degeneration, Metaplasie, Hyperplasie
1,2-Dibromoethane	Degeneration, Metaplasie, Hyperplasie
Dichlobenil	Degeneration vom olfaktorischem Epithel und den Bowmandrüsen
1,3-Dichloropropene	Degeneration und oder Metaplasie
Dimethylamine	Degeneration, Verlust von Nervenbündeln, Hypertrophie von Bowmandrüsen
1,4-Dithiane	Anisotrophische Kristalle in Zellen
Epichlorohydrin	Geschwürbildung, Nekrose
Ferrocene	Eisen-Akkumulation, Nekrose, Metaplasie
Formaldehyde	sinkende Anzahl von bipolaren Zellen, zunehmende Anzahl von Basalzellen, Degeneration von Nervenbündeln, sinkende Unterscheidungsfähigkeit von Gerüchen
Furfural	Desorientierung von Sensorzellen, Degeneration von Bowmandrüsen, Veränderungen der Strukturen in der Lamina Propria
Furfural Alkohol	schuppige und respiratorische Metaplasie im olfaktorischen Epithel, Entzündungen, hyaline Tröpfchen, schuppige Metaplasie

Hexamethylene Diisocyanate	Degeneration, Schleimzellenhyperplasie
$\beta,\beta'$ -Iminodipropionitrile	Degeneration von Axonbündeln, Zunahme von glial fibrillary acidic proteins
Methyl Bromide	Degeneration, sinkende Carnosine, Verhaltensdefizite
3-Methylfuran	Degeneration
3-Methylindole	Degeneration, fibröse Adhesion,
Methylisocyanate	Degeneration des respiratorischen und olfaktorischen Epithels
Napthalene	Cytotoxizität, Nekrose
Nickelsub sulfide	Atrophie
Nickelsulfate	Atrophie, Degeneration, Abnahme in carnosine consicutive
N-Nitrosodimethylamine	Degeneration vom olfaktorischem Epithel und von der Bowmandrüsen
N-Nitrosopyrrolidine	Degeneration vom olfaktorischem Epithel und von der Bowmandrüsen
Propylene glycol monomethyl ether acetate	schwache Degeneration des olfaktorischen Epithels
Propylene oxide	Degeneration vom olfaktorischem Epithel
Pyridine	Degeneration vom olfaktorischem Epithel
RP 73401	Degeneration vom olfaktorischem Epithel und von der Bowmandrüse
Sulfur Dioxide	Nekrose, Edema, Destruktion, Hyperplasie, Hypertrophie
Sulfuryl Fluoride	Entzündungen
Tetramethoxysilane	Geschwürbildung, Nekrose, Entzündungen
2,4-Toluene diisocyanate	Geschwürbildung, Nekrose, Entzündungen, Degeneration
3-Trifluoromethylpyridine	Degeneration, reduzierte Bowmandrüsen Aktivität



## Luftverschmutzung

Im speziellen ist zu dem Themengebiet der Umweltgifte, die Luftverschmutzung zu erwähnen. Sie ist vor allem in Ballungsgebieten (Städten) um ein vielfaches erhöht und nimmt stetig zu [HUDSON et al., 2006].

In Bezug auf die Luftverschmutzung wurden - bei verschiedenste Tierstudien - negative Effekte auf die olfaktorische Mukosa nachgewiesen. Eine Studie, in der Personen von Mexico City und vom Großraum Tlaxcala (Mexiko), d.h. der städtische und der ländliche Raum von Mexiko, auf Unterschiede in der generellen Wahrnehmungsfähigkeit von olfaktorisch wirksamen Substanzen untersucht wurden, zeigte signifikante Unterschiede:

- Personen von Tlaxcala (TLX) erkannten die Testsubstanzen in einer niedrigeren Konzentration gegenüber denen in Mexico City (MEX).
- TLX konnten Substanzen besser unterscheiden als MEX.
- Mit zunehmendem Alter schnitten beide Gruppen schlechter ab, allerdings wurde auch wieder eine Annäherung der beiden Gruppen in Bezug auf die erkannten Konzentrationen festgestellt. Zurückgeführt wurde dies auf die erst in den letzten 3 Jahrzehnten zugenommene Luftverschmutzung in Mexico City [HUDSON et al., 2006].

Die Teilnehmer dieser Studie waren gesund, hatten ähnlichen Bildungsstandart und einen ähnlichen sozialen Hintergrund. Sie waren zwischen 20 und 63 Jahre alt. Ihr ganzes Leben verbrachten sie, je nach Gruppe, in Mexico City bzw. in Tlaxcala [HUDSON et al., 2006].

## 8. Schlußbetrachtung

Extrinsische Faktoren sind jene, die nicht mit den geruchs- bzw. mit den geschmackswirksamen Substanzen im Lebensmittel selbst in Zusammenhang stehen, sondern die durch situative Bedingungen eine Änderung der Wahrnehmung bewirken können. Diese sind:

- Physiologische Faktoren wie Genetik, Alter, Geschlecht, Gewicht/Körperbau, Diät, Genussmittel, Krankheiten, Mangelernährung, medizinische Eingriffe, Medikamente, speisenspezifische Sättigung, Geschmacksänderungen durch andere Nahrungsmittel
- Psychologische Faktoren wie Reizempfinden, erworbene Vorlieben bzw. Abneigungen, Erwartungshaltung
- Psychosoziale Faktoren wie Erziehung, soziales Umfeld und Kultur
- Umweltfaktoren wie Ökologie, Umweltgifte

Aus der vorliegenden Arbeit geht hervor, dass ein Teil der möglichen Geruchs- und Geschmacksempfindung absolut genetisch kodiert ist, d.h. physiologisch bedingt ist. In den meisten Fällen kommt es zu geringen Abweichungen in der Wahrnehmung, lediglich wenn das Erbgut für einen Rezeptor überhaupt nicht vorhanden ist, erfolgt ein Totalausfall wie z.B. bei Blausäure oder Propylthiouracil.

Die Geruchswahrnehmung wird erst im hohen Alter beeinträchtigt, was mit altersbedingten Erkrankungen, aber auch mit dem Alter selbst zusammenhängt. Bei allen anderen Altersgruppen ist die Geruchswahrnehmung ähnlich.

Die volle Ausprägung der Geschmackswahrnehmung erfolgt bis zum Erwachsenenalter, danach nimmt sie wie die Geruchswahrnehmung ab.

Hinsichtlich des Geschlechts gibt es Hinweise, dass Frauen eine bessere Geruchs- und Geschmackswahrnehmung als Männer haben. Bei Frauen gibt es, bezogen auf die Schwellenwerte, Wahrnehmungsänderungen während der Zyklusphasen. Die Zyklusphasen beeinflussen vor allem auch die hedonische Beurteilung. Eine Schwangerschaft kann, muss aber nicht Abneigungen oder Präferenzen auslösen. Für Bitterstoffe wurden bei Schwangeren herabgesetzte Schwellen gemessen.

Übergewicht und Körperbau sowie Diäten beeinflussen überwiegend nur die hedonische Beurteilung.

Alkoholkonsum und Rauchen verändern die Geschmacks- und Geruchssensibilität negativ. Rauchen unterbindet vor allem eine gesunde Nahrungsmittelauswahl. Bei Abstinenz normalisieren sich die Wahrnehmung und die hedonische Bewertung wieder, wobei bei Alkoholikern auch nach der Entgiftung Störungen zurückbleiben können.

Bei Erkrankungen, Einnahme von Medikamenten und medizinischen Eingriffen kommt es zu Verminderung der bzw. Abweichungen in der Geruchswahrnehmung, wenn der Transport von geruchsaktiven Substanzen zum Riechepithel unterbrochen bzw. behindert ist. Im Hinblick auf den Geschmackssinn kommt es zu Einschränkungen, wenn der Mund- bzw. Rachenraum betroffen ist. Bei beiden Sinnen kommt es auch zu Wahrnehmungsabweichungen, wenn die Reizübertragung zum Gehirn und deren Auswertung in irgendeiner Weise gestört oder unterbrochen ist. Die Auswirkungen auf Geruchs- und Geschmackssinn korrelieren mit der Schwere der Erkrankung, der medizinischen Eingriffe und der verschiedenen Medikamente bzw. mit ihrem Wirkungsort. Sekundär kann es durch die inadäquate Wahrnehmung auch zu einer abweichenden hedonischen Bewertung kommen. Viele Betroffene sind sich der Veränderung der beiden Sinne nicht bewusst. Hier ist speziell interessant, dass alle Zivilisationskrankheiten (Diabetes,

Bluthochdruck, Hyperlipidemie, Karies, Depressionen) selbst oder ihre Therapie mit Wahrnehmungsstörungen einhergehen können.

Die spezifisch-sensorische Sättigung hat nur Einfluss auf die hedonische Beurteilung.

Mangelernährung sowie Umweltgifte können sich auf den Geruchs- und Geschmackssinn negativ auswirken.

Es gibt Stoffe (Gymnemasäure, Mirakulin), die vorher genossen, den folgenden Geschmackseindruck z.B. von sauer in süß umwandeln oder Geschmacksqualitäten vollkommen unterdrücken können.

Psychologische und psychosoziale Faktoren sowie Ökologie haben, ohne dass sie die individuell mögliche Wahrnehmung verändern, dennoch die größte Auswirkung auf Präferenzen, Abneigungen und somit auf das gesamte Ernährungsverhalten.

## 9. Zusammenfassung

Unter extrinsischen Faktoren sind Umstände zu verstehen, die nicht mit dem ursprünglichen Lebensmittel selbst zusammenhängen, wie z.B. Produkteigenschaften, sondern die durch situative Bedingungen eine Änderung der Wahrnehmung bewirken können.

Die vorliegende Arbeit gibt eine Übersicht über extrinsische Faktoren, die die Geschmacks- und Geruchswahrnehmung beeinflussen. Dies sind physiologische Faktoren (z.B. Genetik, Alter, Geschlecht, Gewicht/Körperbau, Diät, Genussmittel, Krankheiten, Ernährung, medizinische Eingriffe, Medikamente), psychologische Faktoren (z.B. Reizempfinden, erworbene Vorlieben bzw. Abneigungen), psychosoziale Faktoren (z.B. Erziehung, Kultur) und Umweltfaktoren (ökologische Faktoren, Umweltgifte).

Fast alle physiologischen Faktoren, wie auch Umweltgifte von den Umweltfaktoren beeinträchtigen in erster Linie die Intensität der Geschmacks- und Geruchswahrnehmung, da sie Einfluss auf die Funktionsfähigkeit des Körpers nehmen. Erst sekundär sind sie in der Lage, die hedonische Bewertung zu verändern.

Hingegen beeinflussen psychologische, psychosoziale und ökologische Faktoren aus der Gruppe der Umweltfaktoren, sowie Diäten, Allergien, Intoleranz bzw. Überempfindlichkeiten und spezifische-sensorische Sättigung von den physiologischen Faktoren nur die individuell mögliche Wahrnehmung, die durch eine positive oder negative hedonische Bewertung messbar ist.

Des Weiteren wurde in der vorliegenden Arbeit dargestellt, wie und warum sich menschliche Präferenzen und Aversionen entwickeln, die hauptsächlich durch psychosoziale Faktoren, wie z.B. Erziehung, aber auch durch physiologische Faktoren, wie z.B. Erkrankungen geprägt werden.

## 10. Summary

Extrinsic factors are circumstances, which are not connected with the original food, e.g. product properties, but can cause a change of perception depending from the situative conditions.

The present work gives an overview of extrinsic factors, which affect the taste and smell perception. These are physiological factors (e.g. genetics, age, sex, diet, diseases, nutrition, medicines), psychological factors (e.g. stimulus perception, acquired preferences and/or dislikes), psychosocial factors (e.g. education, culture) and environmental factors (ecological factors, environmental poisons).

Nearly all physiological factors, as well as environmental poisons of the environmental factors, impair directly the intensity of the taste and smell perception, because of the influence on body function. They are only indirectly able to change the hedonic evaluation.

However, psychological, psychosocial and ecological factors from the group of the environmental factors, as well as diet, allergies, intolerance and/or hypersensitivenesses and specific sensory satiety of the physiological factors, affect the individually possible perception, which is measurable by a positive or negative hedonic evaluation.

Further the present work shows, to what extent human preferences and aversions develop, which are mainly shaped by psychosocial factors, e.g. education, but also by physiological factors, e.g. illnesses.

## 11. Literaturverzeichnis

1. BARICHELLA M., MARCZEWSKA A., VARIO A., CANESI M., PEZZOLI G.: Is underweightness still a major problem in Parkinson's disease patients? *European Journal of Clinical Nutrition* 2003; 57: 543-547.
2. BELL R., MEISELMAN H.: The role of eating environments in determining food choice. In: *Food Choice and the Consumer* (Marshall D., Hrsg). Blackie Academic & Professional (An Imprint of Chapman & Hall), London, 1995; 295.
3. BELTON T.: Exploring Attitudes to Eating Fruit and Vegetables. In: *Food, Science and Society* (Belton P., Belton T., Hrsg). Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2003; 107.
4. BENSON P. W., HOOKER J. B., KOCH K. L., WEINBERG R. B.: Bitter taster status predicts susceptibility tovection-induced motion sickness and nausea. *Journal of Neurogastroenterology & Motility* 2012, 24(2): 134-186.
5. BENTON D.: Role of parents in the determination of the food preferences of children and the development of obesity. *International Journal of Obesity* 2004; 28: 858-869.
6. BERENDSE H. W., BOOIJ J., FRANCOT C. M., BERGMANS P. L., HIJMAN R., STOOFF J. C., WOLTERS E. C.: Subclinical dopaminergic dysfunction in asymptomatic Parkinsons disease patients, relatives with decreased sense of smell. *Annals of Neurology* 2001, 50: 34-41.
7. BIRCH L.L., ORLET FISCHER J., GRIMM-THOMAS K.: The development of children's eating habits. In: *Food Choice, Acceptance and Con-*

- sumption (Meiselman H.L., MacFie H.J.H., Hrsg). Blackie Academic & Professional (An Imprint of Chapman & Hall), London, 1997; 177.
8. BRADLEY R.M., BEIDLER H.M.: Saliva: Its Role in Taste Funktion. In: Handbook of Olfaction and Gustation (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 639-649.
  9. BROMLEY S.M., DOTY R.L.: Clinical Disorders Affecting Taste: Evaluation and Management. In: Handbook of Olfaction and Gustation (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 935-956.
  10. BURDACH J.K.: Geschmack und Geruch. Verlag Hans Huber, Bern, 1987; 24, 38-43, 58, 72, 76, 78, 82, 83, 121, 127, 128.
  11. BUSCH STOCKFISCH M.: Kapitel I – Grundlagen: Physiologische und psychologische Grundlagen der Sensorik. In: Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung (Busch Stockfisch M., Hrsg). Behr's Verlag GmbH & Co. KG, Hamburg, 2006; 5, 10, 11.
  12. CARDELLO V.A.: The role of the human sense in food acceptance. In: Food Choice, Acceptance and Consumption (Meiselman H.L., MacFie H.J.H., Hrsg). Blackie Academic & Professional (An Imprint of Chapman & Hall), London, 1997; 14-16, 24, 29, 38, 39, 50, 51.
  13. CHAMBERS C.C., BERNSTEIN I.L.: Conditioned Taste Aversions. In: Handbook of Olfaction and Gustation (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 908, 919.
  14. CHOUDHURY E.S., MOBERG P., DOTY R.L.: Influence of Age and Sex on a Microencapsulated Odor Memory Test. Chemical Senses 2003; 28: 799-805.



15. CONSTANZO R.M., DINARDO L.J., REITER E.R.: Head Injury and Olfaction. In: Handbook of Olfaction and Gustation (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 629-630.
16. COOLING J., BLUNDELL J.E.: High-fat and low-fat phenotypes: habitual eating of high- and low-fat foods not related to taste preference for fat. European Journal of Clinical Nutrition 2001; 55: 1016-1021.
17. COTA D., MARSICANO G., LUTZ B., VICENNATI V., STALLA G.K., PASQUALI R., PAGOTTO U.: Endogenous cannabinoid system as a modulator of food intake. International Journal of Obesity 2003; 27: 289-301.
18. COWART J.B., YOUNG I.M., FELDMAN S.R., LOWRY D.L.: Clinical Disorders of Smell and Taste. In: Tasting and Smelling (Beauchamp K.G., Bartoshuk L., Hrsg). Academic Press, San Diego, 1997; 176, 180-183, 190.
19. CUMMING A.G., MATTHEWS N.L., PARK S.: Olfactory identification and preference in bipolar disorder and schizophrenia. European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience 2011; 261(4): 251-259
20. CRITES JR. S.L., AIKMAN S.N.: Impact of nutrition knowledge on food evaluations. European Journal of Clinical Nutrition 2005; 59: 1191-1200.
21. DIACONU M.: Tasten-Riechen-Schmecken. Verlag Königshausen & Neumann, Würzburg, 2005; 244, 245, 322, 334, 344, 345.
22. DOTY L.R.: Odor Perception in Neurodegenerative Diseases. In: Handbook of Olfaction and Gustation (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 479-494.

23. DRAGUHN A.: Physiologie, Geschmack und Geruch (Klinke R., Pape H., Silbernagel S., Hrsg). Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2005; 716.
24. DREWNOWSKI A., KRISTAL A., COHEN J.: Genetic Taste Responses to 6-n-Propylthiouracil Among Adults: a Screening Tool for Epidemiological Studies. *Chemical Senses* 2001; 26: 483-489.
25. DREWNOWSKI A.: Genetics of Human Taste Perception. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 855.
26. DÜRRSCHMID K.: Sinnesleistungen verstehen. In: *Geschmackswelten – Grundlagen der Lebensmittelsensorik* (Hildebrandt G. Hrsg.). DLG Verlag, Frankfurt, 2008.
27. EERTMANS A., BAEYENS F., VAN DEN BERGH O.: Food likes and their relative importance in human eating behavior: review and preliminary suggestions for health promotion. *Health Education Research* 2001; 16(4): 443-456.
28. EIBENSTEIN A., FIORETTI A.B., SIMASKOU M.N., SUCAPANE P., MEARELLI S., MINA C., AMABILE C., FUSETTI M.: Olfactory screening test in mild cognitive impairment. *Neurology Science* 2005; 26(3): 156-160.
29. ERKKOLA M., PIGG H-M., VIRTA-AUTIO P., HEKKALA A., HYPPÖNEN E., KNIP M., VIRTANEN S.M.: Infant feeding patterns in the Finish type I diabetes prediction and prevention nutrition study cohort. *European Journal of Clinical Nutrition* 2005; 59: 107-113.
30. EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG. Sensorische Analyse – Methodologie – Bestimmung der Geschmacksempfindlichkeit, 2012. In-

ternet: <http://www.beuth.de/de/norm-entwurf/din-iso-3972/154596374> (Stand: 15.07.2012)

31. FAITH M.S.: Development and modification of child food preferences and eating patterns: behaviour genetics strategies. *International Journal of Obesity* 2005; 29: 549-556.
32. FEHRMANN S.: Die Psyche isst mit – wie sich Ernährung und Psyche beeinflussen. Foitzick Verlag, München, 2002; 27, 29, 57.
33. FRANCIS L.A., BIRCH L.L.: Maternal weight status modulates the effects of restriction on daughters eating and weight. *International Journal of Obesity* 2005; 29: 942-949.
34. FRICKER A.: Lebensmittel-mit allen Sinnen prüfen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1984; V: 47.
35. FRÖHLICH A.D.: Behinderte Wahrnehmung. In: Wahrnehmungsstörungen und Wahrnehmungsförderung (Fröhlich A.D., Hrsg). Universitätsverlag C. Winter Heidelberg GmbH – Programm „Edition Schindele“, Heidelberg, 1996; 43, 49.
36. FRUHSTORFER H.: Chemische Sinne. In: *Lehrbuch der Physiologie* (Klinke R., Silbernagel S., Hrsg). Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2001; 634-636.
37. FRYE E.R.: Nasal Patency and the Aerodynamics of Nasal Airflow: Measurement by Rhinomanometry and Acoustic Rhinometry, and the Influence of Pharmacological Agents. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 846-852.

38. GALINDO M. M., VOIGT N., STEIN J., VAN LENGERICH J., RAGUSE J. D., HOFMANN T., MEYERHOFER W., BEHRENS M.: G protein-coupled receptors in human fat taste perception. *Chemical Senses* 2012; 37: 123–139.
39. GANCHROW J.R., MENELLA J.A.: The Ontogeny of Human Flavor Perception. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 823-841.
40. GILBERTSON A.T., MARGOLSKEE F.R.: Molecular Physiology of Gustatory Transduction. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 708-712.
41. GNIECH G.: *Essen und Psyche*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2002; 12, 18, 25, 26, 29-32, 37-42, 57-62, 78-82, 87-97, 227-232.
42. GOBINATH B., CAROLYN M. S., KIFLEY A., MITCHELL P.: The Association Between Olfactory Impairment and Total Mortality in Older Adults. *Journal of Gerontology*. 2012, 67(2):204-209.
43. GOLDSTEIN B.: Geruchs- und Geschmackswahrnehmung. In: *Wahrnehmungspsychologie* (Ritter M., Hrsg). Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg, Berlin, 2002; 571, 591, 592, 599, 600.
44. GOLENHOFEN K.: Geschmack und Geruch. In: *Physiologie*. Urban & Schwarzenberg, München, 1997; 493-494.
45. GOLENHOFEN K.: *Physiologie heute*. Urban und Fischer Verlag, München – Jena, 2000; 491-492.

46. HARBOTTLE L.: Taste and Embodiment: The Food Preferences of Iranians in Britain. In: Food Preferences and Taste (Macbeth H., Hrsg). Berghahn Books, Oxford, 1997; 180.
47. HASSE J.: Die Perspektiven des Erlebens. In: Fundstücken der Sinne (Gesellschaft für Neue Phänomenologie, Hrsg). Verlag Karl Alber Freiburg - München, Freiburg, München, 2005; 91, 94, 95.
48. HASTINGS L., MILLER L.M.: Influence of Environmental Toxicants on Olfactory Funktion. In: Handbook of Olfaction and Gustation (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 575-585.
49. HATT H.: Geschmack und Geruch. In: Physiologie des Menschen (Schmidt R. F., Lang F., Thews G., Hrsg). Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2005; 409-422.
50. HERTING B., BIETENBECK S., SCHOLZ K., HÄHNER A., HUMMEL T., REICHMANN H.: Riechstörungen bei Morbus Parkinson. Nervenarzt 2008; 79: 175-184.
51. HERTING B., SCHULZE S., REICHMANN H., HÄHNER A., HUMMEL T.: A longitudinal study of olfactory function in patients with Idiopathic Parkinson's disease. Journal of Neurology 2007; 255(3): 367-370.
52. HLADIK D.M.: Primate Models for Taste and Food Preferences. In: Food Preferences and Taste (Macbeth H., Hrsg). Berghahn Books, Oxford, 1997; 16-18, 22.
53. HORNE P.J., TAPPER K., LOWE C.F., HARDMAN C.A., JACKSON M.C., WOOLNER J.: Increasing children's fruit and vegetable consumption: a peer-modelling and rewards-based intervention. European Journal of Clinical Nutrition 2004; 58: 1649-1660.

54. HUDSON R., ARRIOLA A., MARTÍNEZ-GÓMEZ M., DISTEL H.: Effect on Air Pollution on Olfactory Function in Residents of Mexico City. *Chemical Senses* 2006; 31: 79-85.
55. HULSHOFF POL H.E., HIJMAN R., BAARÉ W.F.C., VAN EEKELEN S., VAN REE J.M.: Odor Discrimination and Task Duration in Young and Older Adults. *Chemical Senses* 2000; 25: 461-464.
56. HUMMEL T., KOBAL G., GUDIZOL H., MACKAY-SIM A.: Normative data for the "Sniffin' Sticks" including tests of odor identification, odor discrimination, and olfactory thresholds: an upgrade based on a group of more than 3,000 subjects. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* 2007; 264(3): 237-243.
57. HUMMEL T., KONNERTH C.G., ROSENHEIM K., KOBAL G.: Screening of olfactory function with a four-minute odor identification test: reliability, normative data, and investigations in patients with olfactory loss. *Annals of Otology, Rhinology and Laryngology* 2001; 110: 976-981.
58. JANSEN A., TENNEY N.: Seeing mum drinking a "light" product: is sozial learning a stronger determinant of taste preference acquisition than caloric conditioning? *European Journal of Clinical Nutrition* 2001; 55: 418-422.
59. KANEDA H., MAESHIMA K., GOTO N., KOBAYAKAWA T., AYABE-KANAMURA S., SAITO S.: Decline in Taste and Odor Discrimination Abilities with Age, and Relationship between Gustation and Olfaction. *Chemical Senses* 2000; 25: 331-337.
60. KAUPP U. B., MÜLLER F.: Sensorisches System. In: *Physiologie* (Deetjen P., Speckmann E., Hescheler J., Hrsg). Urban & Fischer, München, 2005; 169-185.

61. KEAST S.J., STEWART E. J., FEINLE-BISSET C., GODING M., DELAHUNTY C., CLIFTON P. M.: Oral sensitivity to fatty acids, food consumption and BMI in human subjects. *British Journal of Nutrition* 2010, 104: 145–152.
62. KELLER L. K.: Genetic Influences on Oral Fat Perception and Preference. *Journal of Food Science* 2012, 77: 143–147.
63. KHAN N. A., BESNARD P.: Oro-sensory perception of dietary lipids: New insights into the fat taste transduction. *Biochemica et Biophysica* 2009, 1791: 149-155.
64. KIM H. J., JEON B. S., LEE J. Y., CHO Y. J., HONG K. S., CHO J. Y.: Taste function in patients with Parkinson disease. *Journal of Neurology* 2011, 258(6): 1076-1079.
65. KOBAL G.: Electrophysiological Measurement of Olfactory Function. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 236-239.
66. KORSMEYER C.: *Making Sense of Taste*. Cornell University Press, London, 1999; 87, 88, 91-93, 100.
67. LANFER A., KNOF K., BARBA G., VEIDEBAUM T., PAPOUTSOU S., DE HENAUW S., SOOS T., MORENO L. A., AHRENS W., LISSNER L.: Taste preferences in association with dietary habits and weight status in European children: results from the IDEFICS study. *International Journal of Obesity* 2012, 36: 27–34.
68. LARRSON M., LUNDIN A., ROBIN WAHLIN T.B.: Olfactory functions in asymptomatic carriers of the Huntington disease mutation. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 2006, 28(8): 1373–1380.

69. LARSSON M., NILSSON L-G., OLOFSSON J.K., NORDIN S.: Demographic and Cognitive Predictors of Cued Odor Identification: Evidence from a Population-based Study. *Chemical Senses* 2004; 29: 547-554.
70. LAWLESS H.L., STEVENS D. A., CHAPMANN K.W., KURTZ A. Metallic taste from electrical and chemical stimulation. *Chemical Senses* 2005, 30: 185-194.
71. LEHRNER J.P., GLÜCK J., LASKA M.: Odor Identification, Consistency of Label Use, Olfactory Threshold and their Relationships to Odor Memory over the Human Lifespan. *Chemical Senses* 1999; 24: 337-346.
72. LI X., STASZEWSKI L., HONG X., DURICK K., ZOLLER M., ADLER E.: Human receptors for sweet and umami taste. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2002; 99(7); 4692-4696.
73. LI C., DOTY L.R., KENNEDY D.W., YOUSEM M.D.: Evaluation of Olfactory Deficits by Structural Medical Imaging. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 593-610.
74. LIEM D.G., MENNELLA J.A.: Heightened Sour Preferences During Childhood. *Chemical Senses* 2003; 28: 173-180.
75. LIEM D.G., WESTERBEEK A., WOLTERINK S., KOK F.J., DE GRAAF C.: Sour Taste Preferences of Children Relate to Preference for Novel and Intense Stimuli. *Chemical Senses* 2004; 29: 713-720.
76. LOGUE A.W.: Die Auswahl der Nahrungsmittel. In: *Die psychologie des Essens und Trinkens*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford, 1995; 100, 110, 111, 117-119, 124, 130-135, 139-152, 157, 174, 180-184, 186, 187.



77. LUMENG J.C., CARDINAL T.M., SITTO J.R., SRIMTAHI K.: Ability to taste 6-n-Propylthiouracil and BMI in low- income preschool-aged children. *Behavior and Psychology* 2008, 16: 1522-1528.
78. LUMENG J.C., ZUCKERMANN M.D., CARDINAL T., KACIROTI N.: The Association between Flavor Labeling and Flavor Recall Ability in Children. *Chemical Senses* 2005; 30: 565-574.
79. LUTTEROTTI A., VEDOVELLO M., REINDL M., EHLING R., DIPAULI F., KUENZL B., GNEISSL C., DEISENHAMMERL F., BERGERL T.: Olfactory threshold is impaired in early, active multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis* 2011; 17(8): 964-969.
80. MACKAY-SIM A.: Neurogenesis in the Adult Olfactory Neuroepithelium. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 98.
81. MATTES R.D., SHAW M.L., ENGELMAN K.: Effects of cannabinoids (marijuana) on taste intensity and hedonic ratings and salivary flow of adults. *Chemical Senses* 1994; 19: 125-140.
82. MATTES R.D.: Nutrition Implications of Taste and Smell. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 881-886, 889-893.
83. MATTISSON I., WIRFÄLT E., GULLBERG B., BERGLUND G.: Fat intake is more strongly associated with lifestyle factors than with socio-economic characteristics, regardless of energy adjustment approach. *European Journal of Clinical Nutrition* 2001; 55: 452-461.
84. MCKINLEY M.C., LOWIS C., ROBSON P.J., WALLACE J.M.W., MORRISSEY M., MORAN A., LIVINGSTONE M.B.E.: It's goog to talk:

- children's views on food and nutrition. *European Journal of Clinical Nutrition* 2005; 59: 542-551.
85. MENCIO PH. M.B., MORRISON E.E.: Morphology of the Mammalian Olfactory Epithelium: Form, Fine Structure, Function, and Pathology. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 36.
  86. MENELLA J. A., FINKBEINER S., REED D.R.: The proof is in the pudding: children prefer lower fat but higher sugar than do mothers. *International Journal of Obesity*. London 2012. Internet: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22546773> (Stand 08.07.2012)
  87. MENNELLA A.J., BEAUCHAMP K.G.: The Ontogeny of Human Flavor Perception. In: *Tasting and Smelling* (Beauchamp K.G., Bartoshuk L., Hrsg). Academic Press, San Diego, 1997; 205.
  88. MESSINA F., SABA A., VOLLONO C., LECLERCQ C., PICCINELLI R.: Beliefs and attitudes towards the consumption of sugar-free products in a sample of Italian adolescents. *European Journal of Clinical Nutrition* 2004; 58: 420-428.
  89. MEUNIER N., FEILLET-COURDRAY C., RAMBEAU M., ANDRIOLLO-SANCHEZ M., BRANDOLINI-BUNLON M., COULTER S.J., CASHMAN K.D., MAZUR A., COUDRAY C.: Impact of micronutrient dietary intake and status on intestinal zinc absorption in late middle-aged men: the ZENITH study. *European Journal of Clinical Nutrition* 2005a; 59(2): 48-52.
  90. MEUNIER N., O'CONNOR J.M., MAIANI G., CASHMAN K.D., SECKER D.L., FERRY M., ROUSSEL A.M., COUDRAY C.: Importance of zinc in the

- elderly: the ZENITH study. *European Journal of Clinical Nutrition* 2005b; 59(2): 1-4.
91. MOJET J., CHRIST-HAZELHOF E., HEIDEMA J.: Taste Perception with Age: Generic or Specific Losses in Threshold Sensitivity to the Five Basic Tastes? *Chemical Senses* 2001; 26: 845-860.
  92. MURCOTT A.: Food and Culture. In: *Food, Science and Society* (Belton P., Belton T., Hrsg). Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2003; 33.
  93. MURPHY C., DOTY L.R., DUNCAN J.H.: Clinical Disorders of Olfaction. In: *Handbook of Olfaction and Gustation* (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 461-473.
  94. NELLER D.: Veränderung der gustatorischen und olfaktorischen Wahrnehmungsfähigkeit im Alter. Diplomarbeit Universität Wien 2010; 57-86.
  95. NELSON G., CHANDRASHEKAR J., HOON M.A., FENG L., ZHAO G., RYBA N.J.P., ZUKER C.S.: An amino-acid taste receptor. *Nature* 2002; 416; 199-202.
  96. NORDIN S., BROMAN D.A., OLOFSSON J. K., WULFF M.A.: Longitudinal Descriptive Study of Self-reported Abnormal Smell and Taste Perception in Pregnant Women. *Chemical Senses* 2004; 29: 391-402.
  97. OSEI -HYIAMAN D., HARVEY-WHITE J., BÁTKAI S., KUNOS G.: The role of the endocannabinoid system in the control of energy homeostasis. *International Journal of Obesity* 2006; 30: S33-S38.
  98. OSLER M., TJØNNELAND A., SUNTUM M., THOMSEN B.L., STRIPP C., GRØNBÆK M., OVERVAD K.: Does the association between smoking

- status and selected healthy foods depend on gender? A population-based study of 54 417 middle-aged Danes. *European Journal of Clinical Nutrition* 2002; 56: 57-63.
99. Österreichische Gesellschaft für Neurologie. Amyotrophe Lateralsklerose. Internet: [www.oegn.at/patientenweb/index.php?page=Amyotrophe-Lateralsklerose](http://www.oegn.at/patientenweb/index.php?page=Amyotrophe-Lateralsklerose) (Stand: 11.7.2012)
100. PAUSE B.M.: Über den Zusammenhang von Geruch und Emotionen und deren Bedeutung für klinisch-psychologische Störungen des Affektes. Geruchliche und emotionale Wahrnehmung bei Patienten mit Major Depressionen. Pabst Science Publishers, Lengerich, 2004; 140-146, 151.
101. PAVLIDIS P., NIKOLAIDIS V., ANOGEIANAKI A., KOUTSONIKOLAS D., KEKES G., ANOGLIANAKIS G.: Evaluation of young smokers and non-smokers with Electrogustometry and Contact Endoscopy. *BMC Ear, Nose and Throat Disorders* 2009, 9:9 Internet: <http://rd.springer.com/article/10.1186/1472-6815-9-9> (Stand 08.07.2012)
102. PINEL J.P.J.: Die Biopsychologie des Essens und Trinkens. In: *Biopsychologie* (Boucsein W., Hrsg). Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heilberg, Berlin, 2001; 268, 271.
103. PITTELOUD N.: Reversible Kallmann Syndrome, Delayed Puberty, and Isolated Anosmia Occurring in a Single Family with a Mutation in the Fibroblast Growth Factor Receptor 1 Gene. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism* 2005; 90: 1317–1322.
104. PLATTIG K.-H.: Gustatorischen und Olfaktorischen System. In: *Physiologie* (Deetjen P., Speckmann E.-J., Hrsg). Urban & Schwarzenberg, München, 1992; 131, 136.

105. PSCHYREMBEL: Klinisches Wörterbuch, 258. Auflage bearbeitet von der Wörterbuch-Redaktion des Verlages unter der Leitung von Helmut Hildebrandt. Walter de Gruyter, Berlin, New York, 1998; 16, 277, 1623.
106. PUDEL V., WESTENHÖFER J.: Ernährungsphysiologie. Hogrefe – Verlag für Psychologie, Göttingen, 1998; 33, 38, 40-42, 45, 59, 60.
107. RAATS M., DAILLANT-SPINNLER B., DELIZA R., McFIE H.: Are sensory properties relevant to consumer food choice? In: Food Choice and the Consumer (Marshall D., Hrsg). Blackie Academic & Professional (An Imprint of Chapman & Hall), Glasgow, 1995; 245-249.
108. RAHAYEL S., FRASNELLI J., JOUBERT S.: The effect of Alzheimer's disease and Parkinson's disease on olfaction: A meta-analysis. Behavioural Brain Research 2012, 231(1): 60–74.
109. RAHAYEL S., FRASNELLI J., JOUBERT S.: The effect of Alzheimer's disease and Parkinson's disease on olfaction: A meta-analysis. Behavioural Brain Research 2012, 231(1): 60–74.
110. RAUH H.: Vorgeburtliche Entwicklung und Frühe Kindheit. In: Entwicklungspsychologie (Oerter R., Montada L., Hrsg). Beltz Verlag, Weinheim, 2002; 158.
111. RAYNOR H.A., JEFFERY R.W., TATE D.F., WING R.R.: Relationship between changes in food group variety, dietary intake, and weight during obesity treatment. International Journal of Obesity 2004; 28: 813-820.
112. RISSANEN A., HAKALA P., LISSNER L., MATTLAR C-E., KOSKENVUO M. RÖNNEMAA T.: Acquired preference especially for dietary fat and

- obesity: a study of weight-discordant monozygotic twin pairs. *International Journal of Obesity* 2002; 26: 973-977.
113. ROLHEISER T. M., FULTON H. G., GOOD K. P., FISK J. D., McKELVEY J. R., SCHERFLER C., KHAN N. M., LESLIE R. A., ROBERTSON H. A.: Diffusion tensor imaging and olfactory identification testing in early-stage Parkinson's disease. *Journal of Neurology* 2011, 258(7): 1254-1260.
114. ROLLS E.T.: Neural Processing Underlying Food Selektion. In: *Food Preferences and taste* (Macbeth H., Hrsg). Berghahn Books, Oxford, 1997; 43.
115. ROZIN P., HAIDT J., McCAULEY C., IMADA S.: Disgust: The Cultural Evolution of a Food-based Emotion. In: *Food Preferences and Taste* (Macbeth H., Hrsg). Berghahn Books, Oxford, 1997; 72.
116. SCHAAL B., MARLIER L., SOUSSIGNAN R.: Human Foetuses Learn Odours from their Pregnant Mother's Diet. *Chemical Senses* 2000; 25: 729-737.
117. SCHIEFENHÖVEL W.: Good taste and Bad Taste: Preferences and Aversions as Biological Principles. In: *Food Preferences and Taste* (Macbeth H., Hrsg). Berghahn Books, Oxford, 1997; 62-64.
118. SCHMIDT F.A., FLEINER F., HARMS L., BOHNER G., ERB K., LÜDEMANN L., DAHLSLETT B., GÖKTAS Ö.: Pathologische Veränderungen der Chemosensorik mittels Kernspintomografie bei Multipler Sklerose - eine MRT-Studie. *RöFo. Fortschritte auf dem Gebiet der Röntgenstrahlen und der bildgebenden Verfahren* 2011; 183(6): 531-535.

119. SCHWANDNER K.: Störungen des Geruchs und Geschmacks bei ALS-Patienten. Dissertation Friedrich-Alexander Universität, Erlangen-Nürnberg 2011. Internet: <http://www.opus.ub.uni-erlangen.de/opus/volltexte/2011/2903/> (Stand: 25.8.2012)
120. SEGAL L.N., TOPOLSKI D.T.: Genetics of Olfactory Perception. In: Handbook of Olfaction and Gustation (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 331-333.
121. SETZWEIN M.: Soziologie des Essens. Leske + Budrich, Opladen, 1997; 11, 47, 48, 75, 76, 79, 130-133.
122. SIEGRIST M., COUSIN M. E.: Expectations influence sensory experience in a wine tasting. *Appetite* 2009; 52: 762-765.
123. SILBERNAGEL S., DESPOPOULOS A.: Geruchssinn. In: Taschenatlas der Physiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2001; 340, 341.
124. SIMPSON E.E.A., MAYLOR E.A., RAE G., MEUNIER N., ANDRIOLLO-SANCHEZ M., CATASTA G., McCONVILLE C., FERRY M., POLITO A., STEWART-KNOX B.J., SECKER D.L., COUDRAY C.: Cognitive function in healthy older European adults: the ZENITH study. *European Journal of Clinical Nutrition* 2005; 59(2): 26-30.
125. SMITH L.J.: The Psychology of Food and Eating. PALGRAVE, New York, 2002; 3, 56.
126. SMUTZER S.G., DOTY L.R., ARNOLD E.S., TROJANOWSKI Q.J.: Olfactory System Neuropathology in Alzheimer's Disease, Parkinson's Disease, and Schizophrenia. In: Handbook of Olfaction and Gustation (Doty L.R., Hrsg). Marcel Dekker, New York, 2003; 503-518.

127. SØRENSEN L.B., MØLLER P., FLINT A., MARTENS M., RABEN A.: Effect of sensory perception of foods on appetite and food intake: a review of studies on humans. *International Journal of Obesity* 2003; 27: 1152-1166.
128. STEIN L. J., COWART B. J., BEAUCHAMP G. K.: The development of salty taste acceptance is related to dietary experience in human infants: a prospective study *American Journal of Clinical Nutrition* 2012; 95: 123-129.
129. STEINBACH S., HUNDT W., ZAHNERT T.: Der Riechsinn im alltäglichen Leben. *Zeitschrift für Allgemeinmedizin* 2008; 84: 348-362.
130. STEVENSON J LANGDON R McGUIRE J.: Olfactory hallucinations in schizophrenia and schizoaffective disorder: A phenomenological survey. *Psychiatry Research* 2011; 185(3): 321-327.
131. STEWART-KNOX B.J., SIMPSON E.E.A., PARR H., RAE G., POLITO A., INTORRE F., MEUNIER N., ANDRIOLLO-SANCHEZ M., O'CONNOR J.M., COUDRAY C., STRAIN J.J.: Zinc status and taste acuity in older Europeans: the ZENITH study. *European Journal of Clinical Nutrition* 2005; 59(2): 31-36.
132. STRUTZ J.: Nase. In: *Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde* (Zenner P. H., Hrsg). Chapman & Hall GmbH, Weinheim, 1997; 175.
133. TANNER J.: Die Ambivalenz der Nahrung: Gift und Genuss aus der Sicht der Kultur- und der Naturwissenschaften. In: *Essen und Lebensqualität* (Neumann G., Wierlacher A., Wild R., Hrsg). Campus Verlag, Frankfurt/Main, 2001; 179, 180.



134. Technologie-Transfer-Zentrum Bremerhaven: Geschmack will gelernt sein. Internet: [http://www.ttz-bremerhaven.de/de/presse/presse\\_mitteilungen/430-geschmack-will-gelernt-sein](http://www.ttz-bremerhaven.de/de/presse/presse_mitteilungen/430-geschmack-will-gelernt-sein) (Stand 08.07.2012)
135. TEMPLE E.C., LAING D.G., HUTCHINSON I., JINKS A.L.: Temporal Perception of Sweetness by Adults and Children Using Computerized Time-Intensity Measures. *Chemical Senses* 2002; 27: 729-737.
136. TEPPER B. J.: Nutritional implications of genetic taste variation: the role of PROP sensitivity and other taste phenotypes. *Annual Review* 2008; 28: 367-388.
137. THOMANN P.A., DOS SANTOS V., TORO P., SCHÖNKNECHT P., ESSIG M., SSCHRÖDER J.: Reduced olfactory bulb and tract volume in early Alzheimer's disease – a MRI study. *Neurobiology Aging* 2009; 30(5): 838–841.
138. TORDOFF G. M., ALARCON K. L., VALMEKI S., JIANG P.: T1R3: A human calcium taste receptor. *SCIENTIFIC REPORTS* 2012. Internet: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3390595/> (Stand: 05.07.2012)
139. TORDOFF M. G., SHAO H., ALARCON L. K., MARGOLSKEE R. F., MOSINGER B., BACHMANOV A. A., REED D.R., MCCAUGHEY S.: Involvement of T1R3 in calcium-magnesium taste. *Physiological Genomics* 2008; 34(3): 338-348.
140. TORDOFF M.G. Some Basic Psychophysics of Calcium Salt Solutions. *Chemical Senses* 1996; 21: 417-424.

141. TREIBEL A.: Kultur, Ökonomie, Politik und der Habitus der Menschen. In: Einführung in soziologische Theorien der Gegenwart (Korte H., Schäfers B., Hrsg). Leske + Budrich, Opladen, 2000; 217-226.
142. VON CAMPENHAUSEN C.: Die Sinne des Menschen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1993; 47.
143. WARDLE J., HERRERA M-L., COOKE L., GIBSON E.L.: Modifying children's food preferences: the effects of exposure and reward on acceptance of an unfamiliar vegetable. *European Journal of Clinical Nutrition* 2003; 57: 341-348.
144. WEBSTER ROSS G., PETROVITCH H., ABBOTT R., TANNER C.M., POPPER J., MASAKI K, LAUNER L., WHITE L.R.: Association of olfactory dysfunction with risk for future Parkinson's disease. *Annual Neurology* 2008; 63: 167–173.
145. WILKENING F., KRIST H.: Entwicklung der Wahrnehmung und Psychomotorik. In: Entwicklungspsychologie (Oerter R., Montada L., Hrsg). Beltz Verlag, Weinheim, 2002; 397.
146. WILMES E.: Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Lippen und Mundhöhle (Zenner P.H., Hrsg). Chapman & Hall GmbH, Weinheim, 1997; 239.
147. YEKTA S. S., LÜCKHOFF A., RISTIC D., LAMPERT F., ELLRICH J.: Impaired somatosensation in tongue mucosa of smokers. *Clinical Oral Investigations* 2012, 16(1): 39-44.
148. ZIMMER R.: Handbuch der Sinneswahrnehmung. Verlag Herder Freiburg, Freiburg, 1995; 144.

149. ZHANG F., KLEBANSKY B., FINE R.M., XU H., PRONON A., LIU H., TACHDJIAN C., LI X.: Molecular mechanism for the umami taste synergism. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2008; 105(52); 20930-20934.
  
150. ZORZON M., UKMAR M., BRAGADIN L.M., ZANIER F., ANTONELLO R.M., CAZZATO G., ZIVADINOV R.: Olfactory dysfunction and extent of white matter abnormalities in multiple sclerosis: a clinical and MR study. *Multiple Sclerosis* 2012; 18:616-621.

# Lebenslauf

## Persönliche Daten

Name: Martina Stromberger  
Geburtsname: Martina Galli  
Geburtsdatum: 21. April 1978  
Geburtsort: Klagenfurt  
Familienstand: verheiratet, 1 Kind (Florian Paul, 16.09.2010)  
Staatsbürgerschaft: Österreich  
Religion: evangelisch AB

## Bildungsgang

1984-1988 Volksschule in St. Veit/Glan  
1988-1992 Hauptschule in St. Veit/Glan  
1992-1994 Höhere Bundeslehranstalt für wirtschaftliche Berufe in St. Veit/Glan  
1994-1999 Höhere Bundeslehranstalt für wirtschaftliche Berufe mit Schwerpunkt Fremdsprachen in St. Veit/Glan  
ab 1999 Studium der Biologie an der Hauptuniversität in Wien  
ab 2000 Studium der Ernährungswissenschaften an der Hauptuniversität in Wien

## Praktika/Ferienjobs bzw. Sonstiges

1994 und 1995 jeweils 1 Monat in der Familienpension Berghof in St. Salvator  
1996 3 Monate im Hotel Berghof am Maltschacher See  
1999, 2000 und 2001 insgesamt 5,5 Monate in der Hotel-Pension „Seidl“ in Rosegg

2003	1 Monat in der Lebensmitteluntersuchungsanstalt in Klagenfurt
2004	2,5 Monate bei Pago Fruchtsäfte GesmbH in Klagenfurt
2005	2 Monate bei Erste Wiener Walzmühle VONWILLER GesmbH in Schwechat
2007	1 Monat im Deutsch Ordens Spital in Friesach
2007-2010	Konditorei – Teebäckerei Franz Klusac GesmbH in Wien
Seit 2011	Rechtsanwaltskanzlei Dr. Karlheinz de Cillia in Klagenfurt

### **Auslandsaufenthalte mit Sprachkursen**

Englisch: 1 Woche London  
Französisch: 1 Monat Paris  
Italienisch: 2 Wochen Viareggio

### **Sonstige Ausbildung**

Nordic-Walking Trainerausbildung (USI 2006)  
Zertifizierte Kräuterpädagogin (LFI 2010)  
Diplomierter Bewegungs- und Wellnesscoach (WIFI 2010)

Brückl, 28. August 2012