

Aus dem Institut für Experimentelle Pädiatrische Endokrinologie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Einfluss von Geschmacksempfinden und
Nahrungspräferenzen
auf die
kindliche Gewichtsentwicklung**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Johanna Overberg

aus Tübingen

Gutachter/in: 1. Prof. Dr. med. H. Krude
 2. Prof. Dr. M. Kersting
 3. Prof. Dr. J. Köhrle

Datum der Promotion: 23.06.2013

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	III
1. EINLEITUNG	1
1.1. Adipositas bei Kindern und Jugendlichen	1
1.1.1. Prävalenz und Definition.....	1
1.1.2. Ätiologie.....	2
1.1.3. Folgen.....	4
1.2. Physiologie des Geschmackssinns	6
1.2.1. Funktion des Geschmacksorgans.....	6
1.2.2. Aufbau des Geschmacksorgans.....	7
1.2.3. Reizübermittlung.....	8
1.2.4. Interaktion mit anderen Sinneswahrnehmungen.....	9
1.2.5. Zentrale Verarbeitung der Geschmacksreize.....	10
1.3. Einflussfaktoren auf die Geschmackswahrnehmung	11
1.4. Einflüsse der Geschmackswahrnehmung auf die Gewichtsentwicklung	12
1.5. Einflussfaktoren auf die Essenspräferenz	15
1.6. Fragestellung	17
2. ANGEWANDTE METHODEN	19
2.1. Beschreibung der Stichprobe	19
2.2. Ablauf der Studie	20
2.2.1. Anamnese und Anthropometrie.....	20
2.2.2. Geschmacksprüfung.....	21
2.2.3. Erhebung der Nahrungspräferenzen.....	24
2.3. Statistik	26
3. ERGEBNISSE	28
3.1. Allgemeine Charakterisierung der Stichprobe	28
3.1.1. Alter, Geschlecht und ethnische Zugehörigkeit der Probanden.....	28
3.1.2. Körpermaße der Probanden und ihrer Eltern.....	29
3.2. Ergebnisse der Geschmackstestung	30
3.2.1. Wahrnehmung aller Geschmacksqualitäten.....	30
3.2.2. Wahrnehmung der einzelnen Geschmacksqualitäten.....	31
3.2.3. PROP- „Taster“ Status.....	32
3.2.4. Einfluss der Faktoren Geschlecht, Alter und ethnische Zugehörigkeit auf die Geschmackswahrnehmung.....	33
3.2.5. Multiple lineare Regressionsanalyse.....	37
3.2.6. Intensitätsschätzung für die Geschmacksqualität „süß“.....	38

Inhaltsverzeichnis

3.3. Ergebnisse der Nahrungspräferenzbefragung.....	39
3.3.1. Beliebtheit der einzelnen Items und der Nahrungsmittelgruppen	39
3.3.2. Nahrungspräferenzen und Gewichtsstatus	43
3.3.3. Geschlechtsunterschiede in den Nahrungspräferenzen	44
3.3.4. Altersunterschiede in den Nahrungspräferenzen.....	44
3.3.5. Nahrungspräferenzen und ethnische Zugehörigkeit	45
3.3.6. Beliebtheit der Getränke.....	46
4. DISKUSSION	51
4.1. Diskussion des Probandenkollektivs.....	52
4.2. Diskussion der Methoden	53
4.2.1. Bestimmung der Körperfettmasse	53
4.2.2. Geschmackstestung	54
4.2.3. Nahrungspräferenzenerhebung	55
4.3. Diskussion der Ergebnisse	57
4.3.1. Geschmackswahrnehmung.....	57
4.3.2. Nahrungspräferenzen	66
4.4. Abschließende Bemerkungen und Ausblick	72
5. ZUSAMMENFASSUNG	74
6. LITERATURVERZEICHNIS	76
7. ANHANG.....	87
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	88
TABELLENVERZEICHNIS	89
ERKLÄRUNG.....	90
LEBENS LAUF	91
PUBLIKATIONEN	92
DANKSAGUNG	93
ERHEBUNGSBÖGEN	94

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AGA	Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter
ATP	Adenosintriphosphat
BMI	Body Mass Index
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CCK	Cholecystokinin
cm	Zentimeter
ECOG	European Childhood Obesity Group
et al.	et alii (und andere)
Fa.	Firma
GLP-1	Glukagon-like Peptide 1
G-Protein	Guaninnucleotid-bindendes Protein
IOTF	International Obesity Task Force
kcal	Kilokalorie
kg	Kilogramm
KiGGS	Kinder- und Jugendgesundheitsurvey
Konz.	Konzentration
M	Mittelwert
MD	Median
n	Stichprobengröße
NASH	Nicht-alkoholische Steatohepatitis
NTS	Nucleus tractus solitarius
POMC	Proopiomelanocortin
PROP	6-n-Propylthiouracil
PTC	Phenylthiocarbamid
PYY	Protein YY
s.	siehe
SD	Standardabweichung
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences

Abkürzungsverzeichnis

SPZ	Sozialpädiatrisches Zentrum
Tab.	Tabelle
TRP	Transient-Receptor-Potential
VIP	vasoaktives intestinales Peptid
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WHR	Waist-to-Hip-Ratio
z.B.	zum Beispiel

1. Einleitung

1.1. Adipositas bei Kindern und Jugendlichen

Bis vor einigen Jahrzehnten galt ein dickes Kind als ein gesundes Kind, das bessere Chancen hatte, Hungerperioden und schwere Infektionskrankheiten zu überstehen. Unter historischen und evolutionären Gesichtspunkten waren Menschen genetisch im Vorteil, die besonders effektiv Energie speichern konnten, um diese in Zeiten der Nahrungsknappheit zu mobilisieren. In der heutigen Zeit, die geprägt ist durch ein unbegrenztes Nahrungsangebot und durch Bewegungarmut, ist ein solch „sparsamer“ Genotyp hingegen von Nachteil und wird zum Risikofaktor für Übergewicht und Adipositas [1].

Adipositas im Kindes- und Jugendalter wird von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) inzwischen als „Besorgnis erregende Epidemie“ bezeichnet und als eine der größten gesundheitlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts betrachtet.

1.1.1. Prävalenz und Definition

In den letzten Jahrzehnten hat die Anzahl übergewichtiger und adipöser Menschen in allen Industrienationen der Welt stetig zugenommen [2]. In vielen europäischen Ländern hat sich die Prävalenz seit den 1980er Jahren verdreifacht. Insbesondere unter Kindern und Jugendlichen ist ein rasanter Anstieg zu verzeichnen [3]. Auch in Entwicklungsländern wird Übergewicht bereits im Kindes- und Jugendalter immer häufiger und stellt eine gesundheitspolitische Herausforderung dar [4-6].

Für Deutschland liegen seit 2006 erstmals repräsentative Daten zur Adipositas bei 3- bis 17-jährigen Kindern und Jugendlichen vor. Diese wurden im Rahmen der „Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland“ (KiGGS) 2003-2006 vom Robert-Koch-Institut erhoben. Auch anhand dieser Daten wird ein Anstieg der Prävalenz deutlich: 15%, d.h. jedes 6.-7. Kind bzw. Jugendlicher ist in Deutschland übergewichtig. Eine Adipositas liegt bei 6,3% vor. Die Prävalenz von Übergewicht ist somit im Vergleich zu den Referenzdaten der Jahre 1985-1999 um 50% angestiegen, die Häufigkeit von Adipositas hat sich im Vergleich sogar verdoppelt [7].

Übergewicht bzw. Adipositas liegt vor, wenn der Körperfettanteil an der Gesamtkörpermasse pathologisch erhöht ist. Da der Fettanteil des Körpers nur mit aufwändigen Messungen bestimmt werden kann, hat sich die Verwendung der einfach messbaren Parameter Körpergröße und Körpergewicht und des daraus zu ermittelnden Body Mass Index [BMI = Körpergewicht/Körpergröße² (kg/m²)] weltweit zur Abschätzung des Körperfettanteils etabliert. Es konnte gezeigt werden, dass der BMI mit dem Körperfettanteil zu 95% korreliert und so das beste indirekte Maß für die Körperfettmasse darstellt [8].

Die WHO empfiehlt für Erwachsene feste Grenzwerte für Übergewicht und Adipositas. So spricht man ab einem BMI von 25 kg/m² bei Erwachsenen von Übergewicht und ab einem BMI von 30 kg/m² von Adipositas [9]. Auch für Kinder und Jugendliche wird von der Childhood Group der International Obesity Task Force (IOTF), der European Childhood Obesity Group (ECOG) sowie der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA) die Anwendung des BMI zur Definition von Übergewicht und Adipositas empfohlen. Da bei Kindern und Jugendlichen jedoch der BMI von alters- und geschlechtsabhängigen physiologischen Veränderungen der Körpermasse stark beeinflusst wird, sollte bei ihnen die Bestimmung von Übergewicht und Adipositas anhand geschlechtsspezifischer Altersperzentilen für den BMI erfolgen. Bei Überschreitung der 90. Perzentile spricht man von Übergewicht, der 97. Perzentile von Adipositas und der 99,5. Perzentile von extremer Adipositas [10].

1.1.2. Ätiologie

Adipositas ist eine multifaktoriell determinierte Erkrankung, bei deren Entstehung sowohl Verhaltens- und Umweltfaktoren als auch eine genetische Veranlagung von Bedeutung sind. Es wird angenommen, dass sich auf dem Boden einer genetischen Prädisposition für Übergewicht durch begünstigende Verhaltensweisen und Umweltfaktoren eine Adipositas manifestiert [1].

Der deutliche Anstieg der Prävalenz in den letzten Jahrzehnten in genetisch stabilen Populationen und besonders in Ländern mit „westlichem Lebensstil“ (hochkalorische Ernährung, Nahrungsmittelüberangebot, Bewegungsmangel) unterstreicht den Einfluss der Umweltfaktoren [11].

Adipositas ist die Folge einer positiven Energiebilanz, d.h. die Energiezufuhr durch die Nahrung ist größer als der Energieverbrauch. Die Energiebilanz wird im Wesentlichen durch das Ernährungs- und Bewegungsverhalten bestimmt [11].

Die täglich mit dem Essen aufgenommene Kalorienmenge ist in den vergangenen 30 Jahren stetig angestiegen [1], ebenso hat sich die Zusammensetzung unserer Nahrung verändert: Fett- und Energiegehalt der Nahrung haben zugenommen, Ballaststoffmengen abgenommen. Fettreiche und ballaststoffarme Nahrung führt zum einen dazu, dass es erst später zum Eintreten eines Sättigungsgefühls kommt, zum anderen trägt eine zu hohe Fettaufnahme unabhängig von der Gesamtenergieaufnahme zur Entstehung von Übergewicht und Adipositas bei [11,12].

Ein weiterer begünstigender Faktor ist die zunehmende Verbreitung von Fastfood, welches schnell verfügbare und hochkalorische Nahrung bietet. Durch schnelles, hastiges Essen werden Sättigungsgefühle, die immer erst mit zeitlicher Verzögerung eintreten, nicht rechtzeitig registriert [13]. Vor allem bei Kindern und Jugendlichen erfreuen sich zudem sogenannte „Softdrinks“ großer Beliebtheit. Diese weisen einen hohen Zucker- und Energiegehalt auf. Ludwig et al. konnten zeigen, dass trotz zusätzlicher Energiezufuhr aus diesen flüssigen Lebensmitteln die Energiemengen durch Aufnahme fester Nahrung unverändert gleich bleiben. Somit führt der Konsum von „Softdrinks“ zu einer zusätzlichen täglichen Energieaufnahme und einem signifikanten Anstieg des Körpergewichts [14].

Wie auch im Erwachsenenalter spielt bei Kindern und Jugendlichen der Trend zu einem passiven und sitzenden Lebensstil eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von Übergewicht und Adipositas [15]. Kinder und Jugendliche verbringen zunehmend ihre Freizeit mit Fernsehen und Computerspielen zu Ungunsten von sportlichen Aktivitäten. Ein direkter Zusammenhang zwischen der Dauer des Fernsehkonsums und dem Ausmaß der Adipositas konnte bei Kindern nachgewiesen werden [11].

Auch bei Adipositas ist wie bei vielen anderen Erkrankungen ein niedriger sozialer Status mit einem erhöhten Erkrankungsrisiko assoziiert. Kinder, die in Familien mit geringem Einkommen und niedrigem Bildungsniveau aufwachsen, verbringen überdurchschnittlich viel Zeit vor dem Fernseher, essen weniger gesunde Nahrungsmittel wie frisches Obst und Gemüse, dafür häufiger Konserven und Fertiggerichte mit relativ hohem versteckten Fettgehalt [13].

Die Bedeutung genetischer Faktoren wurde in Familien-, Adoptiv- und Zwillingsstudien belegt. So wiesen eineiige Zwillinge eine fast vollständige Übereinstimmung in BMI, Hautfaldendicke und Fettverteilungsmuster auf. Adoptivkinder ähneln hinsichtlich des Körpergewichts mehr ihren leiblichen Eltern als ihren Adoptiveltern, die gleichen Umweltfaktoren ausgesetzt sind, was ebenfalls die hereditäre Komponente unterstreicht [16]. Auf den Erkenntnissen von Familien-, Adoptiv- und Zwillingsstudien basierend wird der genetische Anteil der BMI-Varianz mit 40 % bis 60 % angegeben [1].

Die genetische Veranlagung wird meist im Rahmen einer polygenen Vererbung weitergegeben. Hierbei wirken mehrere Genvarianten zusammen, die bei bestimmten Lebensbedingungen zur Ausprägung des Phänotyps führen („multifaktorielle Vererbung“). Sehr viel seltener kommen monogene Formen der Vererbung durch Mutationen in bestimmten Genen vor [1]. Von besonderer Relevanz ist hierbei eine genetische Mutation des Hormons Leptin, welches eine entscheidende Rolle in der Gewichts- und Appetitregulation innehat, sowie des Leptinrezeptors Proopiomelanocortin (POMC) [17,18].

Ferner existieren seltene syndromale Formen der Adipositas. Dabei kann die Adipositas obligat oder fakultativ mit dem entsprechenden Syndrom in Erscheinung treten. Beispiele hierfür sind das Prader-Willi-Syndrom, das Bardet-Biedl-Syndrom, das Cohen-Syndrom oder das Alström-Syndrom [13].

1.1.3. Folgen

Die klinische und gesundheitspolitische Relevanz von Übergewicht und Adipositas wurde in der Vergangenheit oftmals unterschätzt. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass Morbidität und Mortalität unter adipösen Personen deutlich erhöht sind [11,19]. Ein pathologisch erhöhter Körperfettanteil führt zur übermäßigen Beanspruchung verschiedener Organsysteme, etwa des Herz- Kreislauf-Systems, des respiratorischen Systems oder des Bewegungsapparates [20]. Es ist davon auszugehen, dass bei der Hälfte aller betroffenen Kinder und Jugendlichen mindestens eine Folgeerkrankung vorliegt. Die in dieser Altersgruppe häufigsten Begleiterkrankungen sind arterieller Hypertonus, Fettstoffwechselstörungen, Hyperinsulinämie und Insulinresistenz [21]. Diese können zur Entwicklung eines metabolischen Syndroms führen. Weitere Folgen bei Kindern und Jugendlichen sind Störungen des endokrinen Systems (Diabetes mellitus, Pubertas praecox, Polyzystisches Ovarsyndrom), des respiratorischen Systems (Schlafapnoesyndrom), eine

Nicht-alkoholische Steatohepatitis (NASH) oder Hyperurikämie (Gicht). Auch orthopädische Erkrankungen wie Gelenkfehlstellungen oder Abgleiten des Femurkopfes (Epiphyseolysis capitis femoris) manifestieren sich bei adipösen Kindern und Jugendlichen häufiger [21].

Neben diesen somatischen Komplikationen der Adipositas dürfen auch die psychischen und sozialen Auswirkungen nicht außer Acht gelassen werden. Adipöse Kinder und Jugendliche weisen häufig psychische Komorbiditäten wie Depressionen, Angststörungen oder Somatisierungsstörungen auf [22,23]. Zunehmend werden übergewichtige Personen in unserer Gesellschaft stigmatisiert, sie leiden unter Vorurteilen, etwa, dass sie weniger intelligent, sympathisch oder fleißig seien. Daraus resultiert häufig ein geringes Selbstwertgefühl, eine Ausgrenzung durch Gleichaltrige oder die soziale Isolation, was wiederum eine gesunde psychische Entwicklung gefährdet [11,24].

Bei übergewichtigen Kindern und Jugendlichen besteht ein hohes Risiko, dass die Erkrankung bis ins Erwachsenenalter persistiert und dass sie an den oben erwähnten, damit assoziierten chronischen Erkrankungen leiden oder sogar verfrüht daran versterben. Die WHO macht Adipositas-bedingte Krankheiten für jährlich mehr als eine Million Todesfälle weltweit verantwortlich. Die *Framingham Heart Study* zeigte, dass die Lebenserwartung 40-jähriger adipöser Frauen verglichen mit normalgewichtigen Frauen um 7,1 Jahre reduziert ist, bei gleichaltrigen Männern sind es 5,8 Jahre [19]. Die erhöhte Mortalität wird in erster Linie den Komplikationen chronischer Herz-Kreislauf-Erkrankungen wie Herzinfarkt und Schlaganfall zugeschrieben [25].

Des Weiteren gehen sowohl bei Kindern und Jugendlichen als auch bei Erwachsenen Übergewicht und Adipositas mit einer signifikant reduzierten Lebensqualität einher [26,27].

Auch unter ökonomischen Gesichtspunkten sind Übergewicht und Adipositas von hoher Relevanz. Gewichtsstörungen sind für 2-9% der Gesamtkosten westlicher Gesundheitssysteme verantwortlich, die Tendenz ist steigend [28,29].

Sollte es nicht zu einem Umdenken hinsichtlich Ernährungs- und Bewegungsverhalten kommen, prognostiziert die WHO bis zum Jahr 2020 durchschnittliche BMI-Werte von 30 und nimmt an, dass chronische Erkrankungen für mehr als 75% aller Todesfälle in den Industrienationen verantwortlich sein werden [30].

1.2. Physiologie des Geschmackssinns

1.2.1. Funktion des Geschmacksorgans

Der Geschmackssinn garantiert die letzte Prüfung der zugeführten Nahrung, bevor diese über die Mundhöhle und den Magen-Darm-Trakt resorbiert wird. Er hat somit eine wichtige Warn- und Schutzfunktion vor schädlichen oder toxischen Substanzen inne. Außerdem dient er der Erkennung kalorienhaltiger Nahrungsmittel [31,32]. Ferner werden durch die Geschmackswahrnehmung reflektorische Vorgänge im oberen Gastrointestinaltrakt wie Speichel- und Magensaftsekretion und der Würgereflex gesteuert. Nicht zuletzt wird auch der Genuss der Nahrung durch den Geschmackssinn vermittelt.

Beim Menschen sind fünf verschiedene Geschmacksqualitäten bekannt: „süß“, „sauer“, „salzig“, „bitter“ und „umami“ (japanisch für „wohlschmeckend“), ein durch Glutamat auslösbarer Geschmack [33,34].

Präferenzen für und Abneigungen gegen verschiedene Geschmacksrichtungen stellen im evolutionären Kontext wichtige biologische Mechanismen dar: So wird Süßes schon von Geburt an als angenehm empfunden und deutet auf schnell verfügbare Kalorien durch Kohlenhydrate hin [35]. Die Geschmacksqualität „umami“ verspricht durch die Wahrnehmung der Aminosäuren Glutamat und Aspartat proteinreiche Nahrung und wird ebenfalls positiv bewertet [36]. Viele toxische Pflanzenbestandteile oder verdorbene Nahrungsmittel schmecken bitter. Die Geschmacksqualität „bitter“ löst eine Abwehrreaktion bis hin zu Würgereflexen aus und hat somit eine Schutzfunktion inne [31,33]. Auch saurer Geschmack wird in hohen Konzentrationen als unangenehm wahrgenommen, das wird als Schutzmechanismus vor unreifen Früchten und verdorbenen Speisen interpretiert [37]. Salziges wird in niedrigen Konzentrationen als angenehm empfunden, dies dient der Regulation des Wasser- und Mineralienhaushaltes. Bei Salzangel kann sich ein sogenannter „Salzhunger“ ausbilden, dann werden auch hohe Salzkonzentrationen positiv bewertet [33].

Bei Nagetieren konnte ein spezifischer Rezeptor für langkettige Fettsäuren (CD36) auf den Geschmackszellen gefunden werden, der für die bevorzugte Aufnahme von Fett verantwortlich ist [38]. CD36-Knock-out-Mäuse verlieren die Vorliebe für fetthaltiges Futter [39]. Ob eine solche sechste Geschmacksqualität auch beim Menschen vorhanden ist, ist Gegenstand aktueller Forschung [40-43]. Solch ein Mechanismus wäre unter evolutionären Gesichtspunkten sinnvoll, in unserer heutigen Überflussgesellschaft aber eher von Nachteil.

1.2.2. Aufbau des Geschmacksorgans

Geschmacksmoleküle treten in der Mundhöhle mit spezialisierten Epithelzellen in Kontakt [44]. Diese Sinneszellen befinden sich beim Menschen in erster Linie auf der Zunge, aber auch in der Schleimhaut von Wangen, Gaumen, Pharynx und im oberen Ösophagus. Etwa 50-150 dieser Sinneszellen formieren in einer zwiebelartigen Anordnung eine sogenannte Geschmacksknospe [31,33,45].

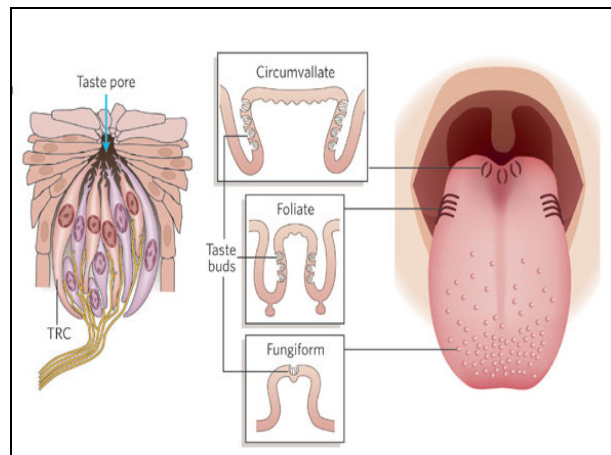


Abbildung 1: Sinneszelle (taste receptor cell (TRC)), Geschmackspore (taste pore) und Geschmacksknospen (taste buds). Abbildung modifiziert nach Chandrashekar et al., 2006 [36]

Die Sinneszellen besitzen eine polare Ausrichtung: an ihrer apikalen Membran bilden sie Mikrovilli aus und ragen mit einer vergrößerten Oberfläche in den Porus gustatorius, die Geschmackspore der Geschmacksknospe, hinein. Dort treten sie mit den Geschmacksstoffen in Kontakt [31,46].

Geschmacksknospen sind auf der Zunge eingebettet in spezielle Oberflächenstrukturen, die sogenannten Geschmackspapillen, von denen vier verschiedene Arten unterschieden werden [33,35]:

1. die mit 200-400 Papillen am häufigsten vorkommenden *Pilzpapillen* (Papillae fungiformes), die vorwiegend auf den vorderen zwei Dritteln der Zunge lokalisiert sind,
2. die im hinteren Bereich der Zunge liegenden etwa 10 *Wallpapillen* (Papillae vallatae),
3. die am hinteren seitlichen Zungenrand gelegenen 15-20 *Blattpapillen* (Papillae foliatae) und
4. *Fadenpapillen* (Papillae filiformes), die auf dem gesamten Zungenrücken vorkommen, jedoch nur mechanische Reize aufnehmen und nicht zur spezifischen Geschmackswahrnehmung beitragen.

Die weit verbreitete topografische Karte der Geschmackswahrnehmung (Zungenspitze: „süß“; Zungenrund: „bitter“; Zungenränder: „salzig“ und „sauer“) gilt als überholt, vielmehr können alle Geschmacksqualitäten überall auf der Zunge wahrgenommen werden [33].

1.2.3. Reizübermittlung

Die molekularen Transduktionsmechanismen der Geschmackswahrnehmung sind Gegenstand aktueller Forschung und noch nicht vollständig geklärt.

Bindet ein Geschmacksstoff an spezifische Rezeptormoleküle in der Mikrovillimembran der Sinneszelle, wird die gustatorische Reizübermittlung ausgelöst. Es kommt zur Depolarisation der Zellmembran, zur Erhöhung des intrazellulären Kalziumspiegels und in der Folge zur Ausschüttung von Transmittern. Serotonin und ATP wird dabei große Bedeutung zugesprochen. Auch andere Transmitter wie Azetylcholin oder Glutamat scheinen eine Rolle zu spielen [37,47]. Daraufhin wird die nachgeschaltete afferente Nervenfasern erregt und bildet Aktionspotentiale aus [32,36].

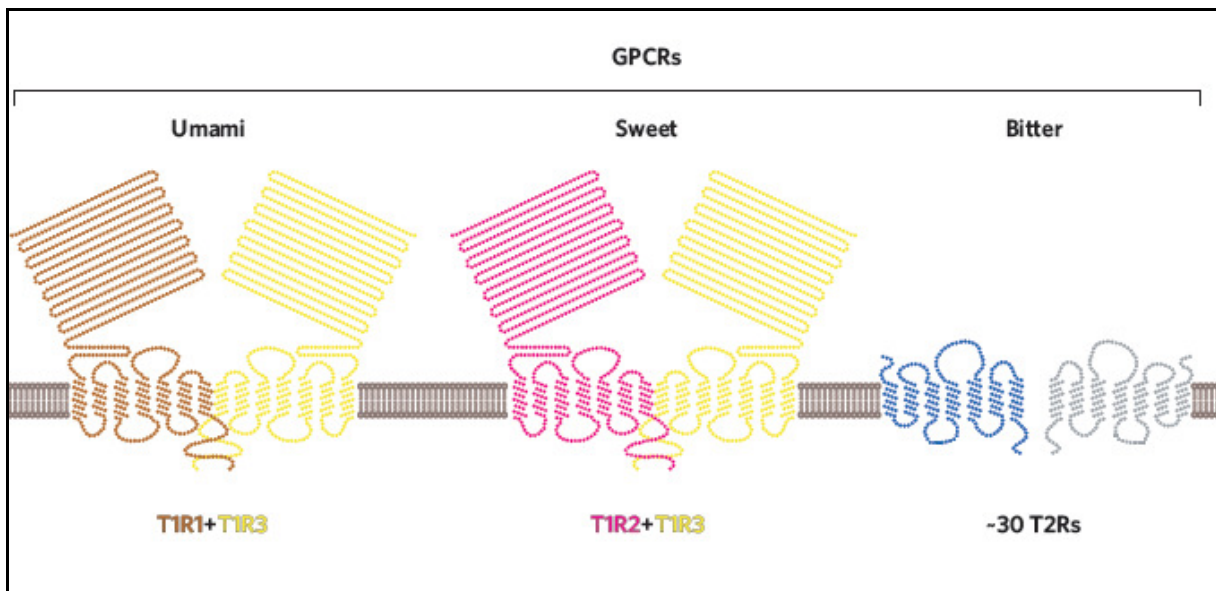


Abbildung 2: Schematische Darstellung von Geschmacksrezeptoren. Bei den Geschmacksqualitäten „umami“, „süß“ und „bitter“ handelt es sich um G-Protein-gekoppelte Rezeptoren (G-protein-coupled receptors (GPCRs)). Abbildung modifiziert nach Chandrashekar et al., 2006 [36]

Der Reizübermittlung der verschiedenen Geschmacksrichtungen liegen unterschiedliche Mechanismen zu Grunde [32,33]. Für die Geschmacksqualitäten „salzig“ und „sauer“ erfolgt diese ionotrop. Es kommt zu einem direkten Einstrom von Natriumionen bzw. Protonen durch spezialisierte Membranproteine [36]. Diese konnten teilweise bei Nagetieren identifiziert werden, beim Menschen wird ihre genaue Struktur jedoch noch kontrovers diskutiert [32,36,48].

Die Transduktion für die Geschmacksqualitäten „süß“, „bitter“ und „umami“ erfolgt hingegen metabotrop durch G-Protein-gekoppelte Rezeptoren. Süße Metaboliten binden an sogenannte T1-Rezeptoren. Von diesen Proteinen sind bisher 3 Unterarten bekannt: die Isoformen T1R1, T1R2 und T1R3. Es wird vermutet, dass diese Rezeptoren Dimere ausbilden. Die Erkennung von süßen Metaboliten wird hauptsächlich durch die Kombination aus T1R2 und T1R3 vermittelt. Das in der Sinneszelle aktivierte G-Protein bewirkt dann den intrazellulären Einstrom von Kalzium und dadurch die Freisetzung der Transmitter [34,36]. Die Wahrnehmung der Qualität „umami“ wird ebenfalls durch G-Protein-gekoppelte Proteine der T1-Rezeptor-Familie übertragen. Die Spezifität für „umami“ beruht auf der Kombination der Isoformen T1R1 und T1R3 [36] [49].

Der Bittergeschmack wird durch Rezeptoren der sogenannten T2R-Familie vermittelt. Hierbei handelt es sich um eine Gruppe von ca. 25-30 G-Protein-gekoppelten Proteinen [31,36]. Diese große Anzahl verschiedener Rezeptoren scheint der Vielzahl potentiell toxischer Substanzen Rechnung zu tragen.

1.2.4. Interaktion mit anderen Sinneswahrnehmungen

Bei der Beurteilung eines Nahrungsmittels spielen auch die äußere Erscheinung, vermittelt durch das visuelle System, sowie der Geruch, verarbeitet durch das olfaktorische System, eine bedeutende Rolle. Da das gustatorische System lediglich die oben beschriebenen fünf Geschmacksqualitäten differenzieren kann, wird die Wahrnehmung von Aromen und feinen Geschmacksnuancen erst durch das Zusammenspiel von Schmecken und retronasalem Riechen (Reizung des Riechepithels über den Oropharynx) ermöglicht. Auch die zentralnervöse Verschaltung und neuronale Repräsentation des gustatorischen und des olfaktorischen Systems weisen zahlreiche Gemeinsamkeiten auf [50].

Des Weiteren wird die Geschmackswahrnehmung durch thermische und taktile Perzeption beeinflusst: neben den Geschmacksrezeptorzellen finden sich auf der Zunge Thermo- und Mechanorezeptoren, die um die Geschmacksknospen herum angeordnet sind. Sie werden in erster Linie vom Nervus trigeminus, aber auch vom Nervus glossopharyngeus und Nervus vagus innerviert und übermitteln Informationen über Temperatur und Konsistenz der Nahrung [35,50]. Auch chemische Eigenschaften können durch diese somatosensorischen Fasern wahrgenommen werden. So entsteht die Empfindung „scharf“ beispielsweise durch Detektion des in der Chilischote vorkommenden Capsaicins mittels thermosensitiver zellulärer

Ionenkanäle, sogenannte Transient-Receptor-Potential-Rezeptoren (TRP-Kanäle) [35]. Andere Thermorezeptoren werden durch Menthol aktiviert und vermitteln ein Kälteempfinden [50]. Ferner werden auch Schwankungen des pH-Wertes über trigeminale Afferenzen vermittelt und lösen etwa bei niedrigem pH-Wert ein Kribbeln oder Brennen auf der Zunge aus [50].

1.2.5. Zentrale Verarbeitung der Geschmacksreize

Über die afferenten Fasern der Hirnnerven VII, IX und X wird die Geschmacksinformation weitergeleitet: Der Nervus facialis (VII) versorgt über die Chorda tympani die Pilzpapillen der vorderen zwei Drittel der Zunge, sowie über den Nervus petrosus major die Papillen am Gaumen. Die am Zungengrund gelegenen Papillen werden von Fasern des Nervus glossopharyngeus (IX) versorgt, der hintere Gaumen sowie der Pharynx vom Nervus vagus (X) [33,50,51]

Die Wahrnehmung taktiler Reize und der Temperatur wird hingegen wie oben beschrieben in erster Linie über den Nervus trigeminus fortgeleitet.

Die Geschmacksnerven ziehen über den Tractus solitarius zum Nucleus tractus solitarius (NTS) in der Medulla oblongata. Hier werden vegetative Funktionen, die mit der Nahrungsaufnahme assoziiert sind (Zungenbewegung, Speichelfluss und Schluckreflex) sowie der Brechreiz reflektorisch verschaltet [50]. Vom NTS erfolgt die Weiterleitung einerseits über den Thalamus (hier v.a. den Nucleus ventralis posterior) zum Neokortex, andererseits zu Kerngebieten des limbischen Systems.

Das primäre Projektionsfeld der Geschmacksbahn befindet sich im Gyrus postcentralis, dem Operculum und der Inselregion. Höhere Geschmacksareale sind im orbitofrontalen Kortex lokalisiert, hier findet die bewusste Wahrnehmung statt, und die Geschmackswahrnehmung wird mit olfaktorischen und visuellen Informationen gekoppelt [50].

In den Kerngebieten des limbischen Systems, in der Amygdala und dem Hypothalamus, werden Geschmackswahrnehmungen emotional bewertet [32].

1.3. Einflussfaktoren auf die Geschmackswahrnehmung

Verschiedenen Faktoren wird eine Beeinflussung der Geschmackswahrnehmung zugeschrieben. Diese sollen im Folgenden erläutert werden.

Eine Veränderung des Geschmacksempfindens im Laufe des Lebens wird beobachtet [35]. So weisen Kinder im Vergleich zu Erwachsenen höhere Süßpräferenzen auf, und die Ablehnung gegenüber bitteren Geschmacksrichtungen ist ausgeprägter [52]. Bis zum Erwachsenenalter nimmt die Fähigkeit zu, Geschmacksqualitäten zu identifizieren, im Alter wird die Sensitivität aufgrund von Degenerationsprozessen wieder geringer [35]. Auch das Geschlecht spielt eine Rolle, so wird bei Frauen ein differenzierteres Geschmacksempfinden beobachtet [53]. Besonders sensibel für Bitterstoffe sind Frauen im gebärfähigen Alter und Schwangere im ersten Trimenon. Dies wird als Schutzmechanismus vor potentiell toxischen und teratogenen Substanzen interpretiert [54,55].

Die Vorliebe für Süßes und die Ablehnung bitteren Geschmacks bestehen von Geburt an und sind nicht erlernt [32,56]. Kulturelle Einflüsse und Lernprozesse spielen bei Bewertung und Erkennung von Geschmackseindrücken jedoch eine große Rolle. So werden Bitterstoffe von den meisten Menschen in geringen Konzentrationen durchaus akzeptiert und häufig sogar als angenehm empfunden. Beispiele hierfür sind die Genuss- und Rauschmittel Kaffee und Alkohol [33].

Des Weiteren konnte eine Modulation der Geschmackswahrnehmung durch hormonelle Prozesse nachgewiesen werden. Ein lokaler Transduktionsmechanismus auf der Ebene der Geschmacksknospen durch Hormone, die ebenfalls am Glukose- und Energiehaushalt und an der Appetitregulation beteiligt sind, etwa Leptin, Cholecystokinin oder Glukagon-like-Peptide-1, wurde in aktuellen Forschungsarbeiten beschrieben [57,58].

Genetische Varianten der Geschmackswahrnehmung sind ein weiterer Faktor, der die Wahrnehmung und Beurteilung von Geschmack beeinflusst. Polymorphismen der Gene, die für die Geschmackszellen kodieren, werden für interindividuelle Unterschiede in der Geschmackswahrnehmung verantwortlich gemacht [33,59]. Die in dieser Hinsicht am besten untersuchte Geschmacksqualität ist „bitter“.

1931 entdeckte Fox, dass die chemische Substanz Phenylthiocarbamid (PTC) für manche Menschen stark bitter schmeckt, andere diese Substanz hingegen als geschmacksneutral wahrnehmen [60]. Ergänzende Untersuchungen zeigten, dass PTC ebenso wie die chemisch verwandte Substanz 6-n-Propylthiouracil (PROP) von etwa 70% der Menschen als bitter

wahrgenommen wird, die übrigen 30% jedoch keine Geschmacksempfindung beschreiben [61]. In den vergangenen Jahrzehnten wurden zahlreiche Untersuchungen zur Genetik und zu möglichen Auswirkungen dieser Entdeckung auf das menschliche Essverhalten durchgeführt: Testpersonen werden in der Literatur aufgrund ihrer Fähigkeit, diese Bittersubstanzen zu schmecken, in sogenannte „Taster“ und „Nontaster“ eingeteilt. Bei ca. 25% der „Taster“ wird eine ausgesprochen intensive Wahrnehmung der Substanzen PTC und PROP beobachtet. Diese werden als „Supertaster“ bezeichnet [53,62]. „Taster“ und besonders „Supertaster“ weisen eine höhere Dichte an Pilzpapillen auf der Zunge auf und nehmen neben den synthetischen Bitterstoffen PTC und PROP auch natürliche Bittersubstanzen sowie andere Geschmacksqualitäten und den Geschmack von Fett intensiver und in geringeren Konzentrationen wahr [59].

Der Mensch besitzt etwa 25 unterschiedliche Gene für Bitterrezeptoren. Das Gen TAS2R38 kodiert für den Rezeptor, welchem die Wahrnehmung von PTC und PROP zugeschrieben wird [63]. In den letzten Jahren konnten noch weitere Polymorphismen der T2R-Rezeptoren, die für die Bitterwahrnehmung verantwortlich sind, nachgewiesen werden [59].

Auch die Wahrnehmung der Geschmacksqualitäten „süß“, „salzig“ und „umami“ unterliegt genetischen Einflüssen [59]. Jedoch werden hier multifaktorielle, polygenetische Ursachen für die Unterschiede in der Geschmackswahrnehmung angenommen [64,65].

Ferner gehen verschiedene Erkrankungen mit einer Beeinträchtigung des Geschmackssinns einher. So wurde bei Patienten¹ mit Morbus Parkinson, Zustand nach Apoplex, chronisch entzündlichen Mittelohrprozessen, Diabetes mellitus sowie Leber- und Nierenerkrankungen eine Reduktion der Geschmackswahrnehmung beobachtet [66].

1.4. Einflüsse der Geschmackswahrnehmung auf die Gewichtsentwicklung

Ein möglicher Zusammenhang zwischen der Geschmackswahrnehmung und dem Gewichtsstatus wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Besonderes Augenmerk liegt in diesen Untersuchungen auf den Geschmacksqualitäten „bitter“ und „süß“. Über Zusammenhänge zwischen den Geschmacksqualitäten „salzig“, „umami“ und „sauer“ und

¹ Wenn weibliche und männliche Personen gleichermaßen gemeint sind, wird im Folgenden aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet.

BMI-Werten gibt es hingegen bisher nur geringe Erkenntnisse [67]. Im Folgenden soll der Stand der Forschung diesbezüglich aufgezeigt werden.

Ein Großteil der Untersuchungen zu Geschmack und Gewicht bezieht sich auf die Fähigkeit, den Bitterstoff PROP zu schmecken. Diese Studien beruhen auf der Annahme, dass PROP-„Taster“ und -„Supertaster“ aufgrund ihrer ausgeprägten Wahrnehmung besonders für Bitterstoffe, aber auch für alle anderen Geschmacksqualitäten, weniger geschmacksintensive und fettreiche Speisen bevorzugen. Somit wird der PROP-„Taster“ Status als genetischer Marker für Essenspräferenzen und langfristig für die Entwicklung des Körpergewichts diskutiert. Die Ergebnisse sind uneinheitlich und zum Teil widersprüchlich:

Goldstein et al. sowie Tepper und Ullrich untersuchten, inwiefern ein Zusammenhang zwischen einer Sensitivität für PROP und den BMI-Werten bei Frauen besteht. Beide Studien konnten zeigen, dass „Nontaster“ einen signifikant höheren BMI, höhere Körperfettwerte und dickere Hautfalten aufwiesen als Frauen, die als „Taster“ klassifiziert waren. Während „Nontaster“ in der Studie von Goldstein et al. BMI-Werte von durchschnittlich 30 kg/m² aufwiesen, lagen die „Supertaster“ im Normalbereich (23,5 kg/m²) [68,69]. Andere Studien hingegen konnten diesen Zusammenhang bei Erwachsenen nicht nachweisen [70,71].

Keller und Tepper überprüften in mehreren Studien eine mögliche Assoziation zwischen der Wahrnehmung des Bitterstoffes PROP und dem Gewicht bei Kindern. Während bei den getesteten Jungen die „Nontaster“ ebenfalls signifikant höhere BMI-Werte aufweisen als die „Taster“, konnte dieser Zusammenhang bei den untersuchten Mädchen nicht nachgewiesen werden [72,73].

Eine weitere Studie mit gleicher Fragestellung zeigte zwar eine signifikant höhere Energiezufuhr bei Kindern, die als „Nontaster“ klassifiziert waren (+239 kcal pro Tag), konnte jedoch keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf die BMI-Werte aufzeigen [74].

Auch die Erkenntnisse hinsichtlich der Wahrnehmung der Qualität „süß“ sind uneinheitlich. Bartoshuk et al. sowie Sartor et al. zeigten, dass adipöse Testpersonen Süßstoffe weniger intensiv wahrnahmen und gleichzeitig höhere Präferenzen für süße Speisen aufwiesen [75,76]. Ältere Arbeiten konnten keinen Zusammenhang zwischen Süßwahrnehmung und Gewicht nachweisen [77,78]. Simchen et al. testeten die Geschmackswahrnehmung von übergewichtigen erwachsenen Testpersonen im Vergleich zu normalgewichtigen Probanden. Während für die Geschmacksqualitäten „bitter“ und „sauer“ eine signifikante Reduktion des Schmeckvermögens bei übergewichtigen Personen nachgewiesen wurde, traf das für die Qualitäten „süß“ und „salzig“ nicht zu [79].

Über den Zusammenhang zwischen den herzhaften Geschmacksqualitäten „salzig“ und „umami“ und dem Gewichtsstatus ist kaum Literatur vorhanden. Eine Untersuchung von Keskitalo et al. konnte eine erhöhte Präferenz für salzige Speisen bei übergewichtigen Personen zeigen [80]. Eine 2010 publizierte Studie belegt, dass die Erkennungsschwelle für „umami“ bei adipösen Frauen signifikant erhöht ist und die Probandinnen höhere Konzentrationen von „umami“ präferieren [81]. Für Kinder liegen diesbezüglich keine Daten vor. Eine Arbeit von Maffei et al. belegt, dass adipöse Kinder signifikant mehr herz hafte Snacks als normalgewichtige Kinder essen. Ein kausaler Zusammenhang zwischen erhöhten Wahrnehmungsschwellen und der Entstehung von Übergewicht wird hierbei vermutet [82]. Die Untersuchung von Pasquet et al. aus dem Jahr 2007 ist eine der wenigen Arbeiten, die eine Gruppe adipöser Kinder einer normalgewichtigen Kontrollgruppe gegenüberstellten und diese bezüglich ihrer Geschmackswahrnehmung verglichen. In dieser Studie konnten signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen nachgewiesen werden, es zeigte sich jedoch ein gegenteiliger Zusammenhang: die Wahrnehmungsschwellen für die Geschmacksqualitäten „süß“ und „salzig“ waren bei den adipösen Probanden niedriger, sie wiesen also ein differenzierteres Geschmacksempfinden auf [83].

Verschiedene Faktoren können als Ursache für diese inkonsistente Datenlage in Betracht gezogen werden. So unterscheiden sich die Methoden, die zur Überprüfung der Geschmackswahrnehmung angewandt wurden, erheblich. Dadurch wird die Vergleichbarkeit der einzelnen Arbeiten deutlich eingeschränkt. Es wurden teilweise Erkennungsschwellen getestet, teilweise wurden Präferenzen oder eine Kombination beider Methoden verwendet. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass bei erwachsenen Probanden andere Faktoren bedeutsame Auswirkungen auf den BMI haben. So werden beispielsweise bestimmte Nahrungsmittel mit dem Ziel, das eigene Gewicht zu kontrollieren, gemieden. Durch die Geschmackswahrnehmung bedingte Effekte können durch solche Einflüsse überlagert werden.

Die Tatsache, dass die Ergebnisse zwischen männlichen und weiblichen Probanden häufig differieren, deutet darauf hin, dass besonders bei Frauen diese Faktoren eine Rolle spielen [69]. Ferner basieren die meisten Studien hinsichtlich des Gewichtsstatus auf einer relativ homogenen Stichprobe, in der nach der Erhebung der Geschmackssensitivität nach Zusammenhängen zwischen Geschmackstatus und BMI-Werten gesucht wurde. Hierbei sind

die Differenzen der BMI-Werte möglicherweise zu gering, um Unterschiede in der Geschmackswahrnehmung abbilden zu können [74].

1.5. Einflussfaktoren auf die Essenspräferenz

Das Ernährungsverhalten von Kindern und Jugendlichen wird entscheidend durch ihre Essenspräferenzen beeinflusst [84]. Umfragen unter Kindern und Jugendlichen hinsichtlich ihrer Essensvorlieben zeichnen ein klares Bild: So nehmen fettige und zuckerhaltige Speisen die ersten Plätze ein, Obst schneidet relativ gut ab, Gemüse hingegen erfreut sich keiner großen Beliebtheit [85,86].

Die Entwicklung von Essenspräferenzen wird hauptsächlich durch drei Faktoren beeinflusst: durch angeborene Verhaltensweisen, durch eine genetische Prädisposition sowie durch Umweltfaktoren [87].

„Was der Bauer nicht kennt, das isst er nicht“ heißt es in einer Redensart. Wissenschaftlich wird das Meiden neuer und unbekannter Nahrungsmittel als Neophobie bezeichnet [88]. Neophobische Verhaltensweisen gegenüber Nahrungsmitteln zeigen alle Säugetiere einschließlich des Menschen. Die Zurückhaltung vor Unbekanntem stellt einen Schutzmechanismus dar: das Verspeisen unbekannter Lebensmittel birgt Gefahren, da die Erfahrung fehlt, ob diese giftig oder unverträglich sind. Andererseits kann dieses Verhalten aber auf lange Sicht zu einseitiger Ernährung und dadurch zu unzureichender Versorgung mit notwendigen Nährstoffen führen [87].

Daher ist es von Bedeutung, dass Kinder lernen, unbekannte Nahrungsmittel zu probieren und dadurch Präferenzen entwickeln. Dies gilt besonders für Nahrungsmittel, die nicht von Beginn an aufgrund ihres süßen Geschmacks präferiert werden. Dieser Lernprozess wird beeinflusst durch das Alter des Kindes und in entscheidendem Maße durch das Umfeld, in dem das Kind aufwächst [89]. Durch wiederholtes Probieren anfangs unbekannter Speisen kann die Neophobie reduziert werden und das im Laufe der Entwicklung größer werdende Repertoire an bekannten und positiv bewerteten Speisen ergänzt werden [90]. Dies stellt eine Voraussetzung für eine ausgewogene gesunde Ernährung dar [88,91].

Dieser Lernprozess setzt, wie verschiedene Studien zeigen konnten, bereits sehr früh in der Entwicklung ein: so werden schon im Uterus über das Fruchtwasser und nach der Geburt über

die Muttermilch Geschmacksstoffe abhängig vom Ernährungsverhalten der Mutter übermittelt [92-94].

Die Ausprägung der Neophobie variiert stark im Laufe der Entwicklung. Während Kleinkinder, die gerade beginnen, feste Nahrung zu sich zu nehmen, einen relativ geringen Grad an Ablehnung gegenüber Unbekanntem aufweisen, nimmt dieses Verhalten zwischen dem 3. und 6. Lebensjahr deutlich zu. Anschließend reduziert es sich wieder bis ins Erwachsenenalter [89,95].

Eine hohe Akzeptanz unterschiedlicher Nahrungsmittel korreliert mit einem vielfältigen und abwechslungsreichen Nahrungsangebot schon in früher Kindheit, wenn Kinder gegenüber neuen Speisen noch aufgeschlossener sind [84,88,96]. Dies gilt insbesondere für Obst und Gemüse, deren Geschmack häufig erst nach wiederholtem Probieren als vertraut und angenehm empfunden und so initial von Kindern oft abgelehnt wird. Cooke et al. zeigten dementsprechend, dass zwei- bis sechsjährige Kinder häufiger und mehr Obst und Gemüse essen, wenn es ihnen schon von klein auf angeboten wurde [97].

Ein Zusammenhang zwischen der Akzeptanz von Nahrungsmitteln und genetischen Varianten der Geschmackswahrnehmung wurde durch zahlreiche Studien belegt. Der „Taster“ Status, also die Fähigkeit, die Bitterstoffe PROP und PTC zu schmecken, wurde in einigen dieser Studien als genetischer Marker verwandt [98]. So weisen „Taster“ und besonders „Supertaster“ geringere Präferenzen etwa für bittere Gemüsesorten, Grapefruit, Chili, Knoblauch, geschmacksintensive Käsesorten oder Alkohol auf [99-101]. Studien bei Kindern zeigen ebenfalls niedrigere Präferenzwerte für bittere Gemüsearten wie Spinat [102] oder Brokkoli [103,104], Grapefruitsaft und Käse [101,103], wenn sie als „Taster“ klassifiziert wurden.

Des Weiteren werden Essenspräferenzen durch familiäre und soziale Faktoren geprägt. In den ersten Lebensjahren ist die Essenswahl vom Nahrungsangebot in der Familie abhängig. Dieses wird beeinflusst vom finanziellen und sozialen Status sowie dem Bildungsstand der Eltern [87].

Eine entscheidende Rolle bei der Präferenzentwicklung spielt das Nachahmen von beobachtetem Essverhalten. Besondere Bedeutung kommt hierbei der Vorbildfunktion der Eltern zu [87]. Zudem bieten Eltern, die selbst einen hohen Grad an Neophobie aufweisen,

ihren Kindern weniger neue und unbekannte Lebensmittel an und ernähren diese und sich selbst weniger abwechslungsreich [105].

Nicht zuletzt beeinflussen geographische Herkunft, kulturelle Umgebung und ethnische Zugehörigkeit das Nahrungsangebot von Kindern und somit auch die Entwicklung ihrer Essenspräferenzen [87].

1.6. Fragestellung

Dieser Arbeit liegt die Absicht zugrunde, die Zusammenhänge zwischen Gewichtsstatus, Geschmacksempfinden und Essenspräferenzen bei Kindern und Jugendlichen zu analysieren. Hierfür wurden 100 adipöse und 100 normalgewichtige Kinder und Jugendliche hinsichtlich ihres Geschmacksempfindens und ihrer Essenspräferenzen verglichen.

In der Literatur zu diesem Thema gibt es Hinweise auf eine Korrelation zwischen der Geschmackswahrnehmung und dem Körpergewicht. Die Studienlage ist, wie oben dargestellt, jedoch nicht eindeutig und zum Teil widersprüchlich.

Bisher durchgeführte Untersuchungen konzentrieren sich in erster Linie auf die Geschmacksqualität „bitter“ und den mit unterschiedlicher Bitterwahrnehmung assoziierten Polymorphismus im TAS2R38-Gen. Zu Zusammenhängen zwischen den Geschmacksqualitäten „sauer“, „salzig“ und „umami“ und der Gewichtsentwicklung liegen dagegen wenige Erkenntnisse vor. Besonders für das Kindes- und Jugendalter ist die Datenlage diesbezüglich unzureichend.

Diese Arbeit vergleicht eine Gruppe adipöser Kinder und Jugendlicher mit einer normalgewichtigen Kontrollgruppe. Dadurch unterscheidet sich der Ansatz von dem der meisten vorhandenen Studien. Diese untersuchten relativ homogene Probandengruppen in Bezug auf ihr Geschmacksempfinden und überprüften anschließend eine Korrelation mit dem Gewichtsstatus. Des Weiteren umfasste die Geschmacksprüfung dieser Arbeit die Überprüfung der Sensitivität für alle fünf beim Menschen bekannten Geschmacksqualitäten und die Bittersubstanz PROP, um einen kompletten Geschmacksstatus zu ermitteln.

Neben der Geschmacksprüfung wurden die Nahrungspräferenzen der Probanden beider Studiengruppen mittels einer Befragung erhoben und analysiert.

Folgende Fragen sollen dabei untersucht werden:

- Kann eine Korrelation zwischen dem Gewichtsstatus und der Geschmacksempfindung nachgewiesen werden?
- Können die Probanden aufgrund ihrer Geschmackswahrnehmung als „Taster“ oder „Nontaster“ klassifiziert werden?
- Haben die Faktoren Alter, Geschlecht und ethnische Zugehörigkeit Einfluss auf die Geschmackswahrnehmung?
- Unterscheiden sich adipöse und normalgewichtige Kinder und Jugendliche in ihren Essenspräferenzen?
- Haben die Faktoren Geschlecht, Alter und ethnische Zugehörigkeit Einfluss auf die Essenspräferenzen?

2. Angewandte Methoden

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 100 adipöse sowie 100 normalgewichtige Kinder und Jugendliche im Alter von 6-18 Jahren anhand einer Querschnittsstudie hinsichtlich ihres Geschmacksempfindens und ihrer Nahrungspräferenzen untersucht.

Die Untersuchungen wurden im Sozialpädiatrischen Zentrum (SPZ), Campus Virchow Klinikum der Charité, Berlin im Zeitraum zwischen April und August 2008 durchgeführt.

Vor Beginn der Studie wurde die Zustimmung der zuständigen Ethikkommission (EA2/037/10). eingeholt.

2.1. Beschreibung der Stichprobe

Die adipösen Kinder und Jugendlichen waren Patienten in der Adipositas-Sprechstunde des Sozialpädiatrischen Zentrums (SPZ), die dort aufgrund ihrer Adipositas betreut wurden.

Die Kinder und Jugendlichen der Kontrollgruppe wurden in den Sprechstunden der Poliklinik sowie auf den allgemeinpädiatrischen und kinderchirurgischen Stationen am Campus Virchow Klinikum rekrutiert.

Studien- und Kontrollgruppe waren hinsichtlich Alter, Geschlecht und ethnischer Zugehörigkeit vergleichbar.

Einschlusskriterien:

- BMI über der 97. Perzentile (Gruppe Adipositas), bzw. zwischen 10. und 90. Perzentile (Kontrollgruppe). Bestimmung der Perzentilen nach Kromeyer-Hauschild [106]
- Alter 6-18 Jahre
- altersentsprechende Entwicklung
- Einwilligung nach mündlicher und schriftlicher Aufklärung (gemeinsam mit einem Erziehungsberechtigten)

Ausschlusskriterien:

- akute oder chronische Erkrankungen, die das Geruchs- und Geschmacksempfinden beeinflussen (z.B. Infekte der oberen Luftwege, Läsionen der Hirnnerven VII, IX, X, z.B. nach Trauma oder Mittelohroperation)

- akute oder chronische Erkrankungen, die die Gewichtsentwicklung beeinflussen (z.B. Hyper-/ Hypothyreose, Morbus Cushing)
- Medikamenteneinnahme, die die Gewichtsentwicklung beeinflusst (z.B. Behandlung mit Corticosteroiden)

2.2. Ablauf der Studie

Die Probanden wurden im Rahmen der Sprechstunden, während der Wartezeiten oder auf den Stationen angesprochen und auf eine mögliche Teilnahme an der Studie hingewiesen.

Informationsblätter jeweils für Eltern, Kinder und Jugendliche informierten über Ziele und Ablauf der Untersuchung. Von den Erziehungsberechtigten sowie den Kindern und Jugendlichen wurde im Vorfeld der Untersuchung eine Einverständniserklärung unterschrieben.

Bestandteile der Untersuchung waren eine Anamnese, anthropometrische Messungen sowie eine Geschmacksprüfung und eine Erhebung der Nahrungspräferenzen.

Im Folgenden werden die einzelnen Untersuchungsteile detailliert beschrieben.

2.2.1. Anamnese und Anthropometrie

Zu Beginn wurde bei allen teilnehmenden Kindern und Jugendlichen eine Eigen- und Familienanamnese durchgeführt. Besondere Beachtung fanden hierbei die Entwicklung des Körpergewichts, eventuelle Vorerkrankungen und eine Medikamentenanamnese. Des Weiteren wurden Körpergewicht und -größe beider Elternteile erfasst.

Die ethnische Zugehörigkeit der Probanden wurde über die Erhebung der Herkunftsländer von Mutter und Vater sowie die zu Hause gesprochene Sprache ermittelt. Dies erfolgte in Anlehnung an die von einer Expertengruppe erarbeiteten Empfehlungen zur Erfassung des Migrationsstatus in epidemiologischen Studien [107,108]. Mittels dieser Informationen wurden die Probanden hinsichtlich ihrer ethnischen Zugehörigkeit den Gruppen „deutsch“, „türkisch“ und „andere“ zugeteilt. Da die türkischstämmigen Probanden unter den Teilnehmern mit Migrationshintergrund zahlenmäßig die größte Gruppe darstellten, wurden diese gesondert aufgeführt.

Um den Gewichtsstatus der Probanden zu erheben, wurden Körpergröße und -gewicht sowie Taillen- und Hüftumfang bestimmt. Die Körpergröße wurde mit Hilfe eines Stadiometers (Fa. Keller) auf 0,1 cm genau ermittelt, das Körpergewicht mittels einer elektrischen Waage (Fa. Soehnle) auf 0,1 kg genau gemessen. Taillen- und Hüftumfang wurden mit einem Maßband auf 0,5 cm genau bestimmt. Für die Messungen trugen die Probanden leichte Kleidung und keine Schuhe.

Aus den gewonnenen Daten wurden anschließend der Body-Mass-Index (BMI) und die Waist-to-Hip-Ratio (WHR) berechnet.

Der BMI wird durch Bildung des Quotienten aus Körpergewicht zur Körperlänge zum Quadrat (kg/m^2) berechnet. Da der BMI im Kindes- und Jugendalter aufgrund von physiologischen Änderungen der prozentualen Körperfettmasse von ausgeprägten alters- und geschlechtsspezifischen Besonderheiten beeinflusst wird, wurden zur Beurteilung der individuellen BMI-Werte die alters- und geschlechtsspezifischen Perzentilen nach Kromeyer-Hauschild herangezogen [106].

Die Waist-to-Hip-Ratio (WHR) wird durch den Quotienten aus Taillen- zu Hüftumfang ermittelt. Hierbei wird der Taillenumfang in Höhe des Bauchnabels bestimmt, der Hüftumfang an der umfangreichsten Stelle der Hüfte gemessen. Die WHR gibt Aufschluss über das Fettverteilungsmuster.

2.2.2. Geschmacksprüfung

2.2.2.1. Testmethode

Die Geschmacksprüfung wurde anhand eines sogenannten Ganzmundtests durchgeführt. Hierbei handelt es sich um eine Testmethode, die nicht einzelne gustatorische Zungenareale gezielt untersucht, sondern die Fähigkeit überprüft, einen in der gesamten Mundhöhle präsentierten Geschmack zu identifizieren.

Es wurden sogenannte „taste-strips“ verwendet. Dies sind ca. 8cm lange Teststreifen aus Filterpapier, die mit verschiedenen Geschmacksstoffen imprägniert wurden [109]. Die Imprägnierung der Teststreifen erfolgt durch Benetzung einer Fläche des Streifens von ca. 2cm^2 mit der jeweiligen Geschmacksstofflösung. Hergestellt und für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellt wurden die Teststreifen vom Arbeitsbereich „Riechen und

Schmecken“ der Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde der Universität Dresden (Leitung Prof. Dr. med. Thomas Hummel).

Die Teststreifen-Methode zeichnet sich dadurch aus, dass sie insbesondere im Einsatz bei Kindern und Jugendlichen gut zu handhaben ist.

Für die vorliegende Studie wurden Teststreifen für sechs verschiedene Geschmacksstoffe in jeweils vier unterschiedlich hohen Konzentrationen hergestellt. Es wurden schwelennahe und überschwellige Konzentrationen gewählt. Dabei sollte die niedrigste Konzentration eines jeden Geschmacksstoffes etwa von der Hälfte aller Probanden wahrgenommen werden, die höchste von nahezu 100% [109].

Tabelle 1 fasst die verwendeten Substanzen sowie die unterschiedlichen Konzentrationen, mit denen die verwendeten Teststreifen imprägniert wurden, zusammen.

Tabelle 1: Verwendete Geschmacksstoffe und Konzentrationen

Geschmacksqualität	Geschmacksstoff	Einheit	Konz. 1	Konz. 2	Konz. 3	Konz. 4
„Süß“	Saccharose	g/ml	0,4	0,2	0,1	0,05
„Sauer“	Zitronensäure	g/ml	0,3	0,165	0,09	0,05
„Salzig“	Natriumchlorid	g/ml	0,25	0,1	0,04	0,016
„Umami“	Natriumglutamat	g/ml	0,25	0,1	0,04	0,016
„Bitter“	Chininhydrochlorid	g/ml	0,006	0,0024	0,0009	0,0004
PROP	Propylthiouracil	µmol/l	560	180	56	18

Neben dem Bitterstoff Chininhydrochlorid kam zusätzlich die synthetische Bittersubstanz 6-n-Propylthiourazil (PROP) zur Anwendung, um eine Klassifizierung als „Taster“ oder „Non-Taster“ aufgrund der Sensibilität für diese Substanz vornehmen zu können (siehe hierzu Einleitung Kapitel 1.3).

2.2.2.2. Ablauf der Geschmacksprüfung

Die Probanden wurden gebeten, eine Stunde vor der Untersuchung nicht zu essen, nur Wasser zu trinken und keinen Kaugummi zu kauen.

Vor Beginn der Geschmacksprüfung wurde das Verfahren erklärt. Die möglichen Antwortoptionen („süß“, „sauer“, „salzig“, „umami“ („herzhaft“/ „fleischig“), „bitter“ oder „geschmacklos“) wurden genannt sowie anhand einer Schautafel schriftlich vorgelegt.

In ansteigender Konzentration und randomisierter Ordnung (siehe Tabelle 2) wurden die 26 Teststreifen (sechs Geschmacksstoffe in jeweils vier unterschiedlichen Konzentrationen sowie zwei unimprägnierte Streifen als Negativkontrolle) den Probanden angeboten.

Tabelle 2: Randomisierung der Teststreifen

Teststreifen	Substanz	Teststreifen	Substanz
Nr.1	Sauer 4	Nr.14	Umami 2
Nr.2	Umami 4	Nr.15	PROP 2
Nr.3	Salzig 4	Nr.16	Salzig 2
Nr.4	PROP 4	Nr.17	Süß 2
Nr.5	Süß 4	Nr.18	blanko
Nr.6	Bitter 4	Nr.19	Bitter 2
Nr.7	Umami 3	Nr.20	Sauer 2
Nr.8	Sauer 3	Nr.21	Salzig 1
Nr.9	blanko	Nr.22	Bitter 1
Nr.10	PROP 3	Nr.23	Süß 1
Nr.11	Salzig 3	Nr.24	Umami 1
Nr.12	Bitter 3	Nr.25	PROP 1
Nr.13	Süß 3	Nr.26	Sauer 1

Die Zahlen hinter den Geschmacksqualitäten beziehen sich auf die jeweiligen Konzentrationen, siehe hierzu Tabelle 1.

Das imprägnierte Ende des Teststreifens wurde von den Probanden auf die Zunge gelegt und der Mund geschlossen. Einige Sekunden wurde an dem Teststreifen gelutscht bis dieser befeuchtet war und die Geschmackssubstanz freigegeben wurde.

Daraufhin wurde die wahrgenommene Geschmackqualität erfragt und auf einem dafür vorgesehenen Bogen (siehe Anhang) vermerkt.

Zwischen den einzelnen Teststreifen spülten die Probanden ihren Mund mit Leitungswasser.

Im Anschluss erfolgte eine Intensitätsschätzung für die Geschmackssqualität „süß“. Hierbei erhielten die Probanden fünf weitere Teststreifen, die sie hinsichtlich ihrer Geschmacksintensität bewerten sollten. Dabei handelte es sich um die schon zuvor

verwendeten vier unterschiedlichen Konzentrationen der Geschmacksqualität „süß“ sowie einen Blanko-Streifen in randomisierter Ordnung (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3: Randomisierung der Teststreifen für die Intensitätsschätzung

Teststreifen	Substanz
Nr.1	Süß 3
Nr.2	Süß 1
Nr.3	Süß 2
Nr.4	blanko
Nr.5	Süß 4

Die Zahlen hinter den Geschmacksqualitäten beziehen sich auf die jeweiligen Konzentrationen, siehe hierzu Tabelle 1.

Vor jedem Teststreifen erfolgte erneut ein Ausspülen des Mundes mit Leitungswasser.

Wie in den Untersuchungen von Anliker et al. wurde die Bewertung der Geschmacksintensität anhand einer 5-stufigen Punkteskala vorgenommen. Hierbei bedeutete die Stufe 1 „kein Geschmack“ und die Stufe 5 „das intensivste vorstellbare süß“ [101].

Es erfolgte eine Erklärung der Skala durch den Untersucher vor Beginn der Testung sowie eine Überprüfung des Verständnisses anhand eines Beispiels.

Nach jedem Teststreifen bewerteten die Probanden die Intensität, indem sie auf die Skala zeigten oder die ausgewählte Zahl dem Untersucher nannten.

2.2.3. Erhebung der Nahrungspräferenzen

Die Nahrungspräferenzen der Probanden wurden durch die Ermittlung ihrer Vorlieben für 94 Speisen und Getränke erhoben.

Um die Befragung kindgerecht und nicht sprachgebunden zu gestalten, wurden kleine Kärtchen mit Fotografien der verschiedenen Speisen und Getränke verwendet. Diese wurden ausgehend von den Items der Ernährungspyramide des aid-Infodienstes [110] entwickelt. Hierbei handelt es sich um ein in der Ernährungsberatung gängiges Lehrmaterial.

Die 74 vorhandenen Items wurden um 20 weitere aus den Sparten *Fastfood*, *Gemüse*, und *Süßigkeiten* ergänzt. Aufnahme fanden nur Items, von denen anzunehmen war, dass sie den meisten Kindern und Jugendlichen bekannt sein würden.

Bei den Items handelt es sich entweder um einzelne Nahrungsmittel (z.B. Karotten oder Reis), um ganze Gerichte (z.B. Pizza oder Döner) oder „zusammengesetzte“ Produkte (z.B. Marmelade, Pudding).

Die Nahrungsmittel-Kärtchen sollten von den Probanden einer 5-stufigen Gesichtsskala nach ihrer Beliebtheit zugeordnet werden. Die Gesichtsausdrücke waren durch verbal formulierte Präferenzgrade ergänzt.

Die für die vorliegende Studie verwandte und in Abbildung 3 dargestellte Skala wurde von Diehl entwickelt [86].



Abbildung 3: Gesichtsskala nach J.M. Diehl [86]

Für die einzelnen Stufen der Skala standen Gefäße bereit, in welche die Probanden die Kärtchen hineinsortieren sollten. Ein weiteres mit Fragezeichen gekennzeichnetes Gefäß stand für dem Probanden nicht bekannte Items zur Verfügung.

Konnte ein abgebildetes Nahrungsmittel nicht eindeutig erkannt werden, bestand die Möglichkeit, beim Untersucher die Bedeutung der Abbildung zu erfragen.

Für die statistische Auswertung wurden die Stufen der Skala folgenden Zahlenwerten zugeordnet: auf keinen Fall (-2), ungern (-1), weder gern noch ungern (0), gern (+1), ganz besonders gern (+2). Auf einem dafür vorgesehenen Bogen (siehe Anhang) wurden nach Beendigung der Befragung die zugeordneten Kärtchen vom Untersucher entsprechend vermerkt.

2.3. Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistikprogramms „Statistical Package for the Social Sciences“ (SPSS) Version 14.0 [111].

Zur Charakterisierung der Stichprobe wurden die Daten der Probanden hinsichtlich Alters- und Geschlechtsverteilung sowie ethnischer Zugehörigkeit analysiert. Des Weiteren wurden die Körpermaße der Probanden und ihrer Eltern ausgewertet.

Zur Analyse der Daten der Geschmacksprüfung wurde durch Summation aller richtig erkannten Geschmacksqualitäten ein sogenannter *Summenscore gesamt* bestimmt. Für die einzelnen Geschmacksqualitäten wurden ebenfalls *Summenscores* ermittelt.

Die Gruppe Adipositas und die Kontrollgruppe wurden hinsichtlich ihrer Ergebnisse beim *Summenscore gesamt* sowie bei den *Summenscores* der einzelnen Geschmacksqualitäten verglichen.

Des Weiteren wurde der Einfluss der Faktoren Geschlecht, Alter und Ethnizität auf die Ergebnisse des *Summenscore gesamt* analysiert.

Mittelwert und Standardabweichung ($MW \pm SD$) diente als Maß bei kontinuierlichen, normalverteilten Variablen bzw. Median und erstes und drittes Quartil (MD (1.;3.Quartil)) bei kontinuierlichen, nicht normalverteilten oder ordinal skalierten Daten. Häufigkeiten wurden in Prozenten (%) angegeben.

Die Überprüfung der Variablen auf Normalverteilung erfolgte mit Hilfe des Shapiro-Wilk-Tests.

Mittelwertsvergleiche von normalverteilten Variablen erfolgten anhand des t-Tests für unabhängige Stichproben. Zum Vergleich von stetigen, rangskalierten Variablen oder bei Verteilungsschiefe wurde der U-Test nach Mann und Whitney verwendet, bei mehr als zwei unabhängigen Stichproben der H-Test nach Kruskal und Wallis. Beim Vergleich von kategorialen Variablen kam der Chi-Quadrat-Test (χ^2 -Test) zur Anwendung.

Bei p-Werten $>0,001$ wurde der exakte Wert angegeben, bei $p < 0,001$ wurde dies vermerkt.

Testunterschiede mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ wurden als statistisch signifikant gewertet.

Im Anschluss wurde eine multiple lineare Regressionsanalyse durchgeführt. Hierbei stellte der *Summenscore gesamt* die abhängige Variable, die Einflussfaktoren Testgruppe, Geschlecht, Alter und ethnische Zugehörigkeit die unabhängigen Variablen dar.

Zur Auswertung der Nahrungspräferenzen wurden die untersuchten Items anhand ihrer ernährungsphysiologischen Eigenschaften in Nahrungsmittelgruppen zusammengefasst.

Die Beliebtheit der Nahrungsmittelgruppen in Abhängigkeit von den Einflussgrößen Testgruppe, Geschlecht, Alter und Ethnizität wurde mittels nicht-parametrischer Testverfahren verglichen. Hierbei wurde der U-Test nach Mann und Whitney bei zwei, der H-Test nach Kruskal und Wallis bei mehr als zwei Gruppen verwendet.

3. Ergebnisse

3.1. Allgemeine Charakterisierung der Stichprobe

3.1.1. Alter, Geschlecht und ethnische Zugehörigkeit der Probanden

Die im Rahmen dieser Studie untersuchte Stichprobe setzte sich aus 193 Probanden einer multinationalen Population zusammen. Die Zuteilung zur Studien- oder Kontrollgruppe erfolgte aufgrund der alters- und geschlechtsspezifischen Perzentilen des BMI nach Kromeyer-Hauschild [106]. Anhand dieser Kriterien wurden 99 Probanden der Gruppe Adipositas zugeordnet, die Kontrollgruppe wies 94 Probanden auf.

Der Einschluss in die Gruppe Adipositas erfolgte bei vier Probanden trotz eines BMI-Wertes zwischen der 90. und 97. Perzentile aufgrund ihres abdominellen Übergewichts. Vier Probanden wurden dagegen bei muskulärem Habitus und BMI-Wert über der 90. Perzentile der Kontrollgruppe zugewiesen.

Sieben Probanden wurden aus der Auswertung ausgeschlossen, da sie die Einschlusskriterien bezüglich des BMI-Wertes nicht erfüllten.

Im Median waren die Probanden bei der Untersuchung 12,7 Jahre alt (10,4; 14,8), wobei das jüngste getestete Kind 6,1 Jahre und das älteste 18,0 Jahre alt war.

Insgesamt waren 44% (n=85) der Probanden männlichen und 56% (n=108) weiblichen Geschlechts.

Hinsichtlich ihrer ethnischen Zugehörigkeit wurden 65% der Teilnehmer der Gruppe „deutsch“ zugeordnet. Die mit Abstand größte Gruppe an Probanden anderer Ethnizität waren türkischstämmige Kinder und Jugendliche mit einem Anteil von 19%, weshalb sie als eigene Gruppe berücksichtigt wurden. Die restlichen 16% der Teilnehmer wiesen unterschiedlichste ethnische Zugehörigkeiten auf und wurden somit unter „andere“ subsumiert.

Hinsichtlich ihres medianen Alters wiesen die Gruppe Adipositas (13,1) und die Kontrollgruppe (12,2) eine homogene Zusammensetzung auf. Während in der Gruppe Adipositas die Geschlechter beinahe ausgeglichen waren (männlich 48%, weiblich 52%), waren in der Kontrollgruppe mehr Mädchen (60%) als Jungen (40%) vertreten.

In die Gruppe Adipositas wurden etwas weniger deutsche und etwas mehr türkischstämmige Probanden als in die Kontrollgruppe eingeschlossen. Alle Unterschiede zwischen den Testgruppen erwiesen sich als statistisch nicht signifikant (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Alter, Geschlecht und ethnische Zugehörigkeit der Studiengruppen

	Adipositas (n=99)	Kontrolle (n=94)	p-Wert
Alter (Jahre) †	13,1 [10,6; 14,6]	12,2 [9,7; 14,8]	0,573*
Altersspanne	6,2 - 17,7	6,1 - 18,0	
Geschlecht			0,202**
<i>Männlich</i>	48%	40%	
<i>Weiblich</i>	52%	60%	
Ethnische Zugehörigkeit			0,053**
<i>Deutsch</i>	57%	73%	
<i>Türkisch</i>	25%	13%	
<i>Andere</i>	18%	14%	

†Angaben als Median [1.; 3. Quartil]; * Mann-Whitney-U-Test; ** χ^2 -Test.

3.1.2. Körpermaße der Probanden und ihrer Eltern

Die adipösen Kinder und Jugendlichen wiesen einen mittleren Body Mass Index (BMI) von $29,9 \pm 4,9$ auf. In der Kontrollgruppe lag der mittlere BMI-Wert bei $18,2 \pm 2,4$. Dieser Unterschied erwies sich als signifikant ($p < 0,001$). Auch hinsichtlich der Waist-to-Hip-Ratio (WHR) zeigte sich zwischen den Studiengruppen eine signifikante Differenz.

Die Eltern der adipösen Probanden unterschieden sich von den Eltern der Kontrollprobanden ebenfalls signifikant hinsichtlich ihrer BMI-Werte. Siehe hierzu Tabelle 5.

Tabelle 5: BMI-Werte der Probanden und ihrer Eltern nach Studiengruppen

	Adipositas (n=99)	Kontrolle (n=94)	p-Wert
BMI (kg/m²) †	$29,9 \pm 4,9$	$18,2 \pm 2,4$	<0,001*
Spannweite	19,7 - 42,2	13,7 - 24,6	
WHR (Hüft-/Taillenumfang) †	$0,93 \pm 0,08$	$0,83 \pm 0,07$	<0,001*
BMI (kg/m²) der Mutter ‡	27,1 [23,5; 32,0]	23,8 [21,7; 25,4]	<0,001**
Spannweite	19,5 – 45,8	18,6 – 35,4	
BMI (kg/m²) des Vaters ‡	28,0 [25,2; 31,5]	25,3 [22,9; 26,9]	<0,001**
Spannweite	22,1 – 42,0	20,6 – 34,7	

† Angaben als Mittelwerte \pm Standardabweichung; ‡ Angaben als Median [1.; 3. Quartil]; * t-Test; ** Mann-Whitney-U-Test.

3.2. Ergebnisse der Geschmackstestung

3.2.1. Wahrnehmung aller Geschmacksqualitäten

Zur Überprüfung ihrer Geschmackswahrnehmung wurden den Probanden mit Geschmacksstoffen imprägnierte Teststreifen in randomisierter Reihenfolge präsentiert. Für jede richtig erkannte Geschmacksqualität wurde ein Punkt vergeben. Die Summe aller für die fünf Geschmacksqualitäten „süß“, „sauer“, „salzig“, „umami“ und „bitter“ erzielten Punkte ergab den *Summenscore gesamt*.

Die Ergebnisse der mit dem Bitterstoff PROP imprägnierten Teststreifen sowie der als Negativkontrolle fungierenden Blankostreifen wurden im *Summenscore gesamt* nicht berücksichtigt.

Dadurch konnten bei fünf Geschmacksqualitäten und vier unterschiedlichen Konzentrationen mögliche Punktwerte zwischen 0 und 20 erreicht werden.

Der höchste erzielte Punktwert lag bei 19, der niedrigste bei 2 Punkten. Die Geschmacksqualitäten „süß“ und „salzig“ konnten am häufigsten richtig erkannt werden. Verwechslungen traten zwischen den Qualitäten „salzig“ und „sauer“ sowie „salzig“ und „umami“ auf.

Es konnte gezeigt werden, dass die Gruppe Adipositas weniger Geschmacksqualitäten richtig erkannte, was sich in einem niedrigeren Punktwert des *Summenscore gesamt* widerspiegelt.

Die Gruppe der adipösen Probanden erreichte im Median einen Punktwert von 12,0 (11,0; 15,0), die Kontrollgruppe einen medianen Punktwert von 15,0 (12,75; 17,0).

Der Unterschied erwies sich nach Anwendung des U-Tests nach Mann und Whitney als signifikant ($p < 0,001$). Siehe Abbildung 4 .

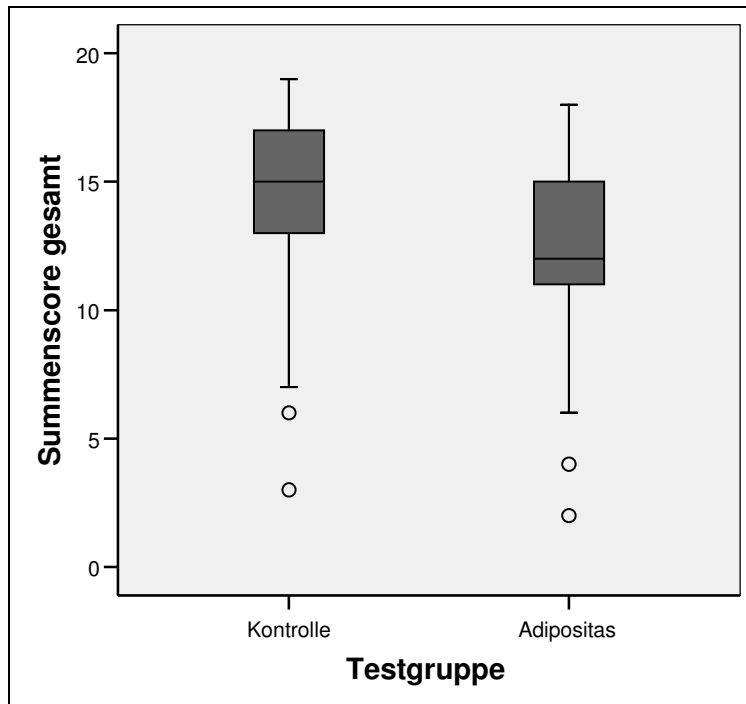


Abbildung 4: Punktwerte des *Summenscore gesamt* in Abhängigkeit der Testgruppe

3.2.2. Wahrnehmung der einzelnen Geschmacksqualitäten

Um die Studien- und die Kontrollgruppe hinsichtlich ihrer Sensitivität für die verschiedenen Geschmacksqualitäten zu vergleichen, wurde für jede einzelne getestete Geschmacksqualität ebenfalls ein *Summenscore* ermittelt.

Hierbei ergeben sich bei vier Teststreifen pro Geschmacksqualität jeweils mögliche Punktwerte von 0 bis 4.

Bei drei der sechs getesteten Geschmacksstoffe konnte beobachtet werden, dass die Probanden der Gruppe Adipositas diese weniger gut wahrnehmen konnten, was sich in niedrigeren Punktwerten des jeweiligen *Summenscore* zeigt. Hierbei handelte es sich um die Geschmacksqualitäten „salzig“, „umami“ und „bitter“. Die Unterschiede erwiesen sich nach Anwendung des U-Tests nach Mann und Whitney als signifikant.

Für die Geschmacksqualitäten „süß“ und „sauer“ sowie die synthetische Bittersubstanz PROP ergab sich keine signifikante Differenz.

Tabelle 6 fasst die Ergebnisse sowie die errechneten Signifikanzniveaus für die einzelnen Geschmacksqualitäten zusammen.

Tabelle 6: *Summenscores* der einzelnen Geschmacksqualitäten unterteilt nach Studiengruppen

	M ± SD	MD [1.; 3. Quartil]	p-Wert*
Summenscore „süß“			
Kontrolle (n=94)	3,7 ± 0,6	4 [4;4]	0,834
Adipositas (n=99)	3,7 ± 0,7	4 [4;4]	
Summenscore „sauer“			
Kontrolle (n=94)	1,9 ± 0,8	2 [2;2]	0,457
Adipositas (n=99)	1,9 ± 0,9	2 [1;3]	
Summenscore „salzig“			
Kontrolle (n=94)	3,2 ± 1,0	4 [3;4]	0,002
Adipositas (n=99)	2,8 ± 1,0	3 [2;4]	
Summenscore „umami“			
Kontrolle (n=94)	2,3 ± 1,3	3 [1;3]	<0,001
Adipositas (n=99)	1,6 ± 1,3	2 [1;2]	
Summenscore „bitter“			
Kontrolle (n=94)	3,0 ± 1,2	3 [2;4]	0,018
Adipositas (n=99)	2,6 ± 1,4	3 [2;4]	
Summenscore PROP			
Kontrolle (n=94)	0,4 ± 0,7	0 [0;1]	0,308
Adipositas (n=99)	0,3 ± 0,6	0 [0;0]	

*Mann-Whitney-U-Test; Signifikante Differenzen sind durch dicke Schrift hervorgehoben.

3.2.3. PROP- „Taster“ Status

Mit dem Ziel, eine Einteilung der Probanden in „Taster“ und „Non-Taster“ aufgrund ihrer Wahrnehmung des synthetischen Bitterstoffs PROP vorzunehmen (siehe hierzu auch Einleitung Kapitel 1.3.), wurde diese Substanz in die Geschmackstestung integriert.

In beiden Testgruppen wurde die Substanz PROP nur von einzelnen Probanden wahrgenommen (siehe Tabelle 6). Auffällig war, dass die niedrigen Konzentrationen häufiger wahrgenommen wurden als die hohen Konzentrationen. Keiner der 193 Probanden stufte alle vier PROP- Teststreifen als bitter ein.

Eine Einteilung der Probanden in „Taster“ und „Non-Taster“ aufgrund ihrer Sensibilität für die Bittersubstanz PROP war somit nicht möglich.

3.2.4. Einfluss der Faktoren Geschlecht, Alter und ethnische Zugehörigkeit auf die Geschmackswahrnehmung

3.2.4.1. Einflussfaktor Geschlecht

Im Folgenden wurde der Einfluss des Faktors Geschlecht auf die Sensitivität in der Geschmackswahrnehmung untersucht.

Hierbei zeigte sich, dass in beiden Testgruppen die weiblichen im Vergleich zu den männlichen Probanden mehr Geschmacksproben korrekt benennen konnten und somit höhere Punktwerte beim *Summenscore gesamt* erzielten. In der Kontrollgruppe war dieser Effekt deutlicher ausgeprägt.

Die Unterschiede zwischen den weiblichen und den männlichen Probanden erwiesen sich nach Anwendung des U-Tests nach Mann und Whitney in beiden Testgruppen als nicht signifikant. Siehe Tabelle 7 und Abbildung 5. Der sehr kleine p-Wert bei der Kontrollgruppe deutet jedoch darauf hin, dass der Faktor Geschlecht einen Einfluss auf das Geschmacksempfinden ausübt.

Tabelle 7: *Summenscore gesamt* in Abhängigkeit von Testgruppe und Geschlecht

	M ± SD	MD [1.; 3. Quartil]	p-Wert*
Kontrolle			
Männlich (n=37)	13,4 ± 3,3	14 [11;16]	0,070
Weiblich (n=57)	14,6 ± 2,7	15 [13;17]	
Adipositas			
Männlich (n=48)	12,5 ± 2,9	12 [11;14]	0,410
Weiblich (n=51)	12,7 ± 3,2	13 [11;16]	

* Mann-Whitney-U-Test

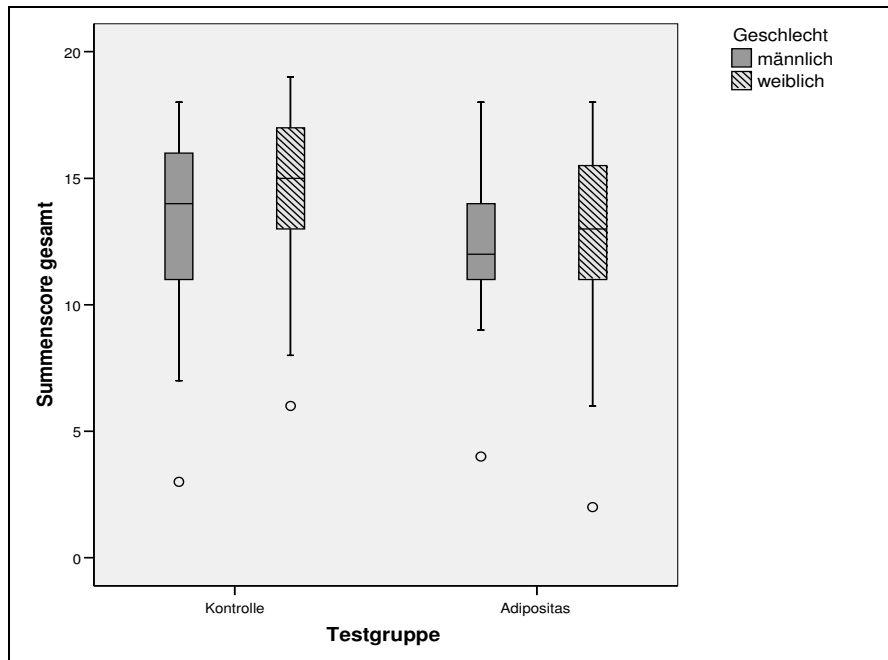


Abbildung 5: Summenscore gesamt in Abhängigkeit von Testgruppe und Geschlecht

3.2.4.2. Einflussfaktor Alter

Zur Untersuchung des Einflussfaktors Alter auf die Fähigkeit, Geschmacksqualitäten zu differenzieren, wurden die Teilnehmer in folgende drei Altersgruppen eingeteilt: Gruppe 1: 6-9 Jahre, Gruppe 2: 10-13 Jahre und Gruppe 3: 14-18 Jahre.

Die Altersgruppen wurden anschließend hinsichtlich ihrer Punktwerte beim *Summenscore gesamt* verglichen. Auch hier erfolgte der Vergleich getrennt nach Adipositas- und Kontrollgruppe.

Tabelle 8 und Abbildung 6 zeigen, dass in allen Altersgruppen die Kontrollgruppe höhere Punktwerte als die Gruppe Adipositas erzielte. Diese Differenzen wurden mit zunehmendem Alter deutlicher.

Des Weiteren wird ersichtlich, dass die Probanden der Kontrollgruppe mit zunehmendem Alter signifikant besser die Geschmacksqualitäten differenzieren konnten ($p=0,003$). In der Gruppe Adipositas hingegen konnte eine solche signifikante Zunahme der Geschmacksdifferenzierung mit ansteigendem Lebensalter nicht beobachtet werden.

Tabelle 8: *Summenscore gesamt* in Abhängigkeit von Testgruppe und Alter

	M ± SD	MD [1.; 3. Quartil]	p-Wert*
Kontrolle			
6-9 Jahre (n=26)	12,4 ± 0,7	12,5 [10,75;15]	0,003
10-13 Jahre (n=33)	14,9 ± 0,5	15 [14;17]	
14-18 Jahre (n=35)	14,7 ± 0,4	15 [13;17]	
Adipositas			
6-9 Jahre (n=21)	12,2 ± 0,6	12 [10;14,5]	0,573
10-13 Jahre (n=43)	12,6 ± 0,5	13 [10;15]	
14-18 Jahre (n=35)	12,9 ± 0,5	13 [11;14]	

* Kruskal-Wallis-Test. Signifikante Werte sind durch dicke Schrift hervorgehoben.

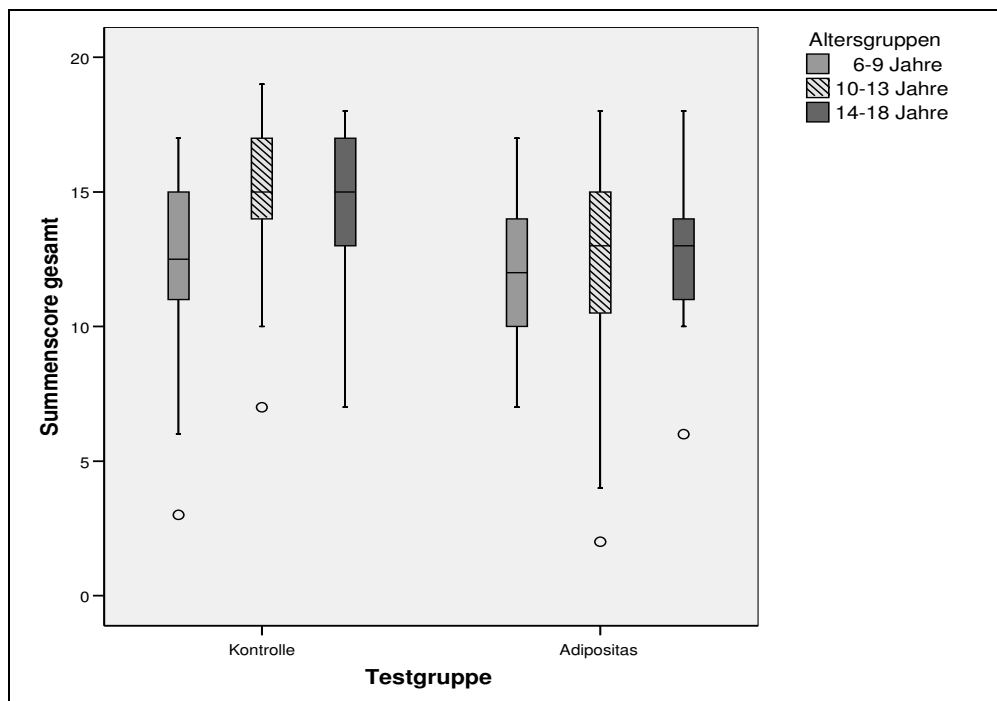


Abbildung 6: *Summenscore gesamt* in Abhängigkeit von Testgruppe und Alter

3.2.4.3. Einflussfaktor Ethnische Zugehörigkeit

Um den Einfluss der ethnischen Zugehörigkeit auf die Geschmackswahrnehmung zu untersuchen, wurden die Probanden diesbezüglich in drei Gruppen eingeteilt: „deutsch“, „türkisch“ und „andere“.

Ergebnisse

Diese drei Gruppen wurden hinsichtlich ihrer Fähigkeit, die Geschmacksqualitäten zu erkennen, miteinander verglichen. Der Vergleich erfolgte hier ebenfalls getrennt nach Adipositas- und Kontrollgruppe. Siehe Tabelle 9 und Abbildung 7.

Das Signifikanzniveau wurde mittels des Kruskal-Wallis-Tests ermittelt. Sowohl in der Gruppe Adipositas als auch in der Kontrollgruppe erwiesen sich die Unterschiede als nicht signifikant.

Tabelle 9: *Summenscore gesamt* in Abhängigkeit von Testgruppe und ethnischer Zugehörigkeit

	M ± SD	MD [1.; 3. Quartil]	p-Wert*
Kontrolle			
Deutsch (n=67)	14,1 ± 2,9	15 [12;17]	0,063
Türkisch (n=12)	12,5 ± 4,1	14 [10,25;14,75]	
Andere (n=13)	15,6 ± 1,2	16 [14,5;17]	
Adipositas			
Deutsch (n=54)	12,7 ± 2,8	12,5 [11;15]	0,513
Türkisch (n=24)	13,2 ± 3,4	13 [12;16]	
Andere (n=17)	12,3 ± 3,3	13 [10,5;14,5]	

* Kruskal-Wallis-Test

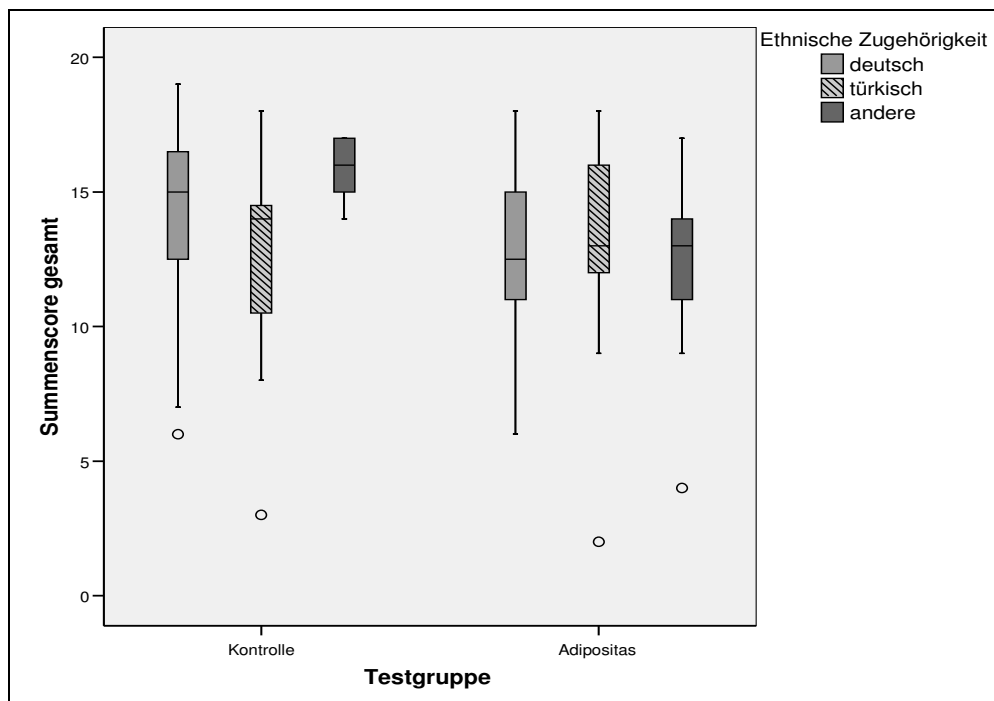


Abbildung 7: *Summenscore gesamt* in Abhängigkeit von Testgruppe und ethnischer Zugehörigkeit

3.2.5. Multiple lineare Regressionsanalyse

Um die Stärke des Zusammenhangs zwischen dem Punktwert des *Summenscore gesamt* und verschiedener Einflussfaktoren zu bestimmen, wurde eine multiple lineare Regressionsanalyse durchgeführt.

Abhängige Variable war hierbei der *Summenscore gesamt*, die Faktoren Testgruppe, Geschlecht, Alter und ethnische Zugehörigkeit wurden als unabhängige Variablen in die Analyse einbezogen.

Tabelle 10: Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Faktoren Testgruppe, Geschlecht, Alter und ethnische Zugehörigkeit. Zielgröße = *Summenscore gesamt*. ($R^2 = 0.12$)

	Regressions- koeffizient	95%-Konfidenz- intervall	p-Wert
Einflussfaktoren			
Testgruppe (Referenz: Kontrolle)			
<i>Adipositas</i>	-1,51	-2,37 – -0,65	0,001
Geschlecht (Referenz: männlich)			
<i>weiblich</i>	0,92	0,06 – 1,78	0,036
Alter			
<i>Steigerung + 1 Lebensjahr</i>	0,22	0,07 – 0,36	0,004
Ethn. Zugehörigkeit (Referenz: deutsch)			
<i>türkisch</i>	-0,07	-1,19 – 1,06	0,908
<i>andere</i>	0,60	-0,59 – 1,79	0,322

Bei der Analyse der oben genannten Einflussfaktoren auf den Punktwert des *Summenscore gesamt* zeigt sich, dass die Faktoren Testgruppe, Geschlecht und Alter einen signifikanten Einfluss ausüben:

Probanden der Gruppe Adipositas wiesen im Vergleich zur Kontrollgruppe durchschnittlich um 1,5 Punkte niedrigere Werte beim *Summenscore gesamt* auf.

Weibliche Probanden erzielten verglichen mit männlichen Probanden im Durchschnitt einen um 0,92 Punkte höheren *Summenscore gesamt*.

Mit ansteigendem Lebensalter trat ebenfalls eine Zunahme der Punktwerte auf.

Der Einfluss bezüglich der ethnischen Zugehörigkeit hingegen erwies sich als nicht signifikant.

3.2.6. Intensitätsschätzung für die Geschmacksqualität „süß“

Bei der Intensitätsschätzung bewerteten die Probanden die vier unterschiedlichen Konzentrationen der Geschmacksqualität „süß“ sowie einen Blankostreifen hinsichtlich ihrer Intensität. Dies erfolgte auf einer Skala mit Punktwerten von 1 bis 5. Die Reihenfolge war randomisiert.

Sechs Probanden der Gruppe Adipositas sowie 19 Probanden der Kontrollgruppe nahmen aufgrund nicht verfügbarer Teststreifen zum Untersuchungszeitpunkt nicht an der Intensitätsprüfung teil.

Sowohl in der Gruppe Adipositas als auch in der Kontrollgruppe stuften die Probanden höhere Konzentrationen als intensiver ein und vergaben dementsprechend höhere Punktwerte. Die einzelnen Süß-Stufen wurden alle im Mittel von der Kontrollgruppe in ihrer Intensität höher bewertet als dies bei der Gruppe Adipositas der Fall war (s. Tabelle 11).

Die Unterschiede in der Intensitätsschätzung erwiesen sich zwischen den beiden Testgruppen nach Anwendung des U-Tests nach Mann und Whitney für die Süß-Stufen 1 bis 3 als signifikant.

Tabelle 11: Intensitätsschätzung der Geschmacksqualität „süß“

	M ± SD	MD [1.; 3. Quartil]	p-Wert*
Blanko			
Kontrolle (n=75)	1,1 ± 0,4	1 [1;1]	0,625
Adipositas (n=93)	1,1 ± 0,4	1 [1;1]	
Stufe 1			
Kontrolle (n=75)	1,8 ± 0,9	2 [1;2]	0,002
Adipositas (n=93)	1,4 ± 0,8	1 [1;2]	
Stufe 2			
Kontrolle (n=75)	2,2 ± 0,9	2 [2;3]	0,007
Adipositas (n=93)	2,0 ± 0,8	2 [1;2]	
Stufe 3			
Kontrolle (n=75)	2,7 ± 1,0	3 [2;3]	<0,001
Adipositas (n=93)	2,0 ± 0,9	2 [1;3]	
Stufe 4			
Kontrolle (n=75)	4,4 ± 0,7	4,5 [4;5]	0,132
Adipositas (n=93)	4,2 ± 0,8	4 [4;5]	

Mittelwerte (M) und Standardabweichungen (SD); Mediane (MD) [1.; 3. Quartil] der einzelnen Süß-Stufen sowie Signifikanzniveaus. Signifikante Werte sind durch dicke Schrift hervorgehoben. * Mann-Whitney-U-Test.

3.3. Ergebnisse der Nahrungspräferenzbefragung

3.3.1. Beliebtheit der einzelnen Items und der Nahrungsmittelgruppen

Um die Nahrungspräferenzen der in dieser Studie untersuchten Kinder und Jugendlichen zu erheben, wurden ihre Vorlieben für 94 Speisen und Getränke erfragt. Dies erfolgte anhand einer fünfstufigen Gesichtsskala, den Stufen der Skala wurden Punktwerte von -2 bis +2 zugewiesen.

Tabelle 12 zeigt Mittelwerte und Standardabweichungen aller untersuchten 94 Speisen und Getränke. Diese werden für die Gruppe Adipositas (n=99) sowie die Kontrollgruppe (n=94) angeführt.

Zur weiteren Analyse wurden die 94 untersuchten Items in 11 Nahrungsmittelgruppen eingeteilt. Die Einteilung erfolgte ausgehend von konventionell gebräuchlichen Kategorien unter Berücksichtigung von ernährungsphysiologischen Kriterien [86]. Welchen Nahrungsmittelgruppen die einzelnen Items zugeordnet wurden, ist ebenfalls Tabelle 12 zu entnehmen.

Die meisten Speisen und Getränke waren über 95% der Teilnehmer bekannt. Lediglich sechs Items wurden von mehr als 10% aller Probanden als unbekannt eingestuft. Hierbei handelte es sich um die Items *Currywurst* (10,4%) und *Feldsalat* (12,4%) sowie die Getränke *Tomatensaft* (11,9%), *Karottensaft* (11,4%), *Buttermilch* (14,0%) und *Kaffee* (10,9%).

Um hervorzuheben, welche Items sich besonderer Beliebtheit erfreuten, wurden in Tabelle 13 die 15 beliebtesten Lebensmittel für die Gesamtgruppe sowie die Gruppen Adipositas und die Kontrollgruppe mit ihren jeweiligen Mittelwerten aufgelistet. Hierbei zeigte sich, dass einige Obstsorten in allen drei Gruppen auf den ersten Plätzen zu finden waren. Ebenso erfreuten sich die Items *Pizza*, *Spaghetti* und *Eis* hoher Beliebtheit.

Insgesamt wiesen die getesteten Kinder und Jugendlichen für fast alle untersuchten Obstsorten eine ausgeprägte Präferenz auf ($M > 1,0$), lediglich die Obstsorten *Grapefruit*, *Johannisbeeren* und *Pflaumen* schnitten in der Präferenzbewertung schlechter ab.

Unter den untersuchten Gemüsesorten erwiesen sich die Items *Gurke*, *Mais*, *Paprika*, *gemischter Salat*, *Tomate*, *Karotte* und *Spinat* als relativ beliebt ($M > 0,5$).

Ergebnisse

Tabelle 12: Beliebtheit der einzelnen Items nach Studiengruppe

	Adipositas	Kontrolle		Adipositas	Kontrolle		Adipositas	Kontrolle
	M ± SD	M ± SD		M ± SD	M ± SD		M ± SD	M ± SD
1. Fleisch und Wurst			Karotten	0,7 ± 1,2	0,9 ± 1,0	Gummibärchen	0,8 ± 1,1	1,0 ± 1,1
Hähnchen	0,9 ± 1,3	1,0 ± 1,2	Radieschen	-0,3 ± 1,5	0,2 ± 1,5	Eis	1,4 ± 0,9	1,5 ± 0,7
Würstchen	0,6 ± 1,2	0,7 ± 1,2	Paprika	0,9 ± 1,2	0,9 ± 1,1	Müsliriegel	0,6 ± 1,0	0,8 ± 1,2
Frikadelle	0,6 ± 1,2	0,9 ± 1,2	gem. Salat	0,8 ± 1,3	1,0 ± 1,2	Schokoaustrich	0,7 ± 1,1	1,1 ± 1,1
Fleischspieß	0,7 ± 1,3	0,5 ± 1,3	Feldsalat	0,4 ± 1,3	0,7 ± 1,3	Rosinenschnecke	0,0 ± 1,2	0,3 ± 1,4
Aufschnitt	0,4 ± 1,3	0,5 ± 1,4	Spinat	0,7 ± 1,4	0,4 ± 1,5	Kekse	0,5 ± 1,1	0,6 ± 1,2
Schnitzel	1,0 ± 1,2	1,1 ± 1,1	Broccoli	0,4 ± 1,4	0,3 ± 1,5	Bonbons	0,4 ± 1,1	0,8 ± 1,1
Currywurst	0,3 ± 1,4	0,4 ± 1,5	7. Obst			Popcorn	0,5 ± 1,2	1,0 ± 1,0
Braten	0,1 ± 1,4	0,2 ± 1,4	Erdbeeren	1,7 ± 0,6	1,7 ± 0,6	Marmelade	0,7 ± 1,1	0,6 ± 1,2
2. Fisch			Kirschen	1,4 ± 1,1	1,5 ± 0,7	Honig	0,0 ± 1,3	0,5 ± 1,4
Fisch	0,1 ± 1,5	0,0 ± 1,6	Pflaumen	0,7 ± 1,4	0,7 ± 1,3	Pudding	0,8 ± 1,1	0,8 ± 1,2
Fischstäbchen	0,9 ± 1,1	0,9 ± 1,2	Johannisbeeren	0,6 ± 1,3	0,8 ± 1,2	Cornflakes	0,8 ± 1,1	0,9 ± 1,2
3. Nudeln, Reis, Kartoffeln			Melone	1,7 ± 0,6	1,5 ± 0,9	Torte	0,6 ± 1,3	1,0 ± 1,2
Spaghetti	1,6 ± 0,8	1,4 ± 0,8	Äpfel	1,6 ± 0,7	1,5 ± 0,8	11. Fastfood		
Reis	1,3 ± 0,8	1,0 ± 1,0	Birnen	1,1 ± 1,1	1,1 ± 1,1	Pommes frites	1,0 ± 1,1	1,2 ± 1,0
Kartoffeln	0,9 ± 1,1	0,9 ± 1,1	Trauben	1,4 ± 0,9	1,3 ± 0,9	Pizza	1,2 ± 1,1	1,5 ± 0,7
Kartoffelpuffer	0,5 ± 1,3	0,8 ± 1,2	Kiwi	1,2 ± 1,1	1,3 ± 1,0	Hamburger	0,5 ± 1,3	0,6 ± 1,4
Bratkartoffeln	0,8 ± 1,1	1,1 ± 1,2	Bananen	1,2 ± 1,1	0,8 ± 1,2	Döner	0,8 ± 1,3	0,9 ± 1,4
4. Brot und Müsli			Orangen	1,3 ± 1,0	1,0 ± 1,2	12. Getränke		
Brötchen	1,3 ± 0,8	1,2 ± 0,9	Grapefruit	0,4 ± 1,4	0,3 ± 1,4	Leitungswasser	0,8 ± 1,3	0,6 ± 1,3
Graubrot	1,1 ± 1,0	1,0 ± 1,0	8. Milchprodukte			Mineralwasser	1,1 ± 1,2	0,8 ± 1,3
Schrippe	1,2 ± 0,9	1,3 ± 0,7	Joghurt	1,1 ± 1,0	1,3 ± 1,0	Tee	1,0 ± 1,1	0,9 ± 1,1
Helles Brot	1,0 ± 1,0	1,0 ± 1,0	Quark	0,4 ± 1,2	0,4 ± 1,3	Orangensaft	1,0 ± 1,1	1,2 ± 1,0
Brezel	0,8 ± 1,2	1,3 ± 0,9	Fruchtjoghurt	0,6 ± 1,1	0,8 ± 1,1	Apfelsaft	0,8 ± 1,1	1,1 ± 1,0
Süßes Brötchen	0,3 ± 1,4	0,3 ± 1,5	Schnittkäse	0,8 ± 1,3	0,6 ± 1,4	Tomatensaft	-0,9 ± 1,5	-0,8 ± 1,4
Müsli	0,5 ± 1,4	0,4 ± 1,3	Frischkäse	0,7 ± 1,1	0,6 ± 1,2	Kartottensaft	-0,6 ± 1,5	-0,8 ± 1,3
5. Eier			Butter	-0,2 ± 1,2	0,2 ± 1,3	Saft-Schorle	0,8 ± 1,2	1,2 ± 1,0
gek. Ei	0,6 ± 1,3	1,0 ± 1,1	Margarine	0,3 ± 1,2	0,2 ± 1,3	Milch	0,9 ± 1,1	0,8 ± 1,4
Spiegelei	0,5 ± 1,4	1,1 ± 1,1	9. Knabberien			Kakao	0,7 ± 1,2	0,8 ± 1,1
6. Gemüse			Kartoffelchips	0,7 ± 1,2	1,1 ± 1,1	Buttermilch	-0,4 ± 1,5	0,2 ± 1,4
Blumenkohl	0,2 ± 1,5	0,2 ± 1,5	Erdnussflips	0,1 ± 1,3	0,6 ± 1,3	Cola	0,5 ± 1,3	1,1 ± 1,2
Erbsen	0,4 ± 1,3	0,3 ± 1,3	Salzgebäck	0,5 ± 1,1	0,9 ± 1,0	Limonade	0,6 ± 1,1	1,1 ± 1,2
Tomaten	0,8 ± 1,4	0,7 ± 1,4	10. Süßigkeiten und süße Speisen			Eistee	0,6 ± 1,3	1,1 ± 1,1
Mais	1,1 ± 1,2	1,2 ± 1,0	Milchschnitte	0,5 ± 1,3	0,9 ± 1,3	Kaffee	-1,0 ± 1,3	-0,8 ± 1,5
Gurke	1,3 ± 0,9	1,3 ± 0,8	Schokolade	1,0 ± 1,1	1,3 ± 0,9	Schwarzer Tee	0,4 ± 1,4	0,6 ± 1,3
Kohlrabi	0,0 ± 1,5	0,3 ± 1,4						

Die einzelnen Items werden jeweils unter der ihr zugeordneten Nahrungsmittelgruppe subsumiert. Angaben als Mittelwert (M) ± Standardabweichung (SD).

Die zehn am wenigsten präferierten Nahrungsmittel waren in der Gesamtgruppe die Items *Radieschen* (M=-0,1), *Butter* (M=0,0), *Fisch* (M=0,1), *Rosinenschnecke* (M=0,1), *Kohlrabi* (M=0,2), *Braten* (M=0,2), *Blumenkohl* (M=0,2), *Honig* (M=0,3), *Margarine* (M=0,3) und *süßes Brötchen* (M=0,3).

Tabelle 13: Die 15 beliebtesten Items; angeführt für die Gesamtgruppe sowie unterteilt nach Gruppe Adipositas und Kontrollgruppe

Gesamtgruppe (n=193)		Adipositas (n=99)		Kontrolle (n=94)	
Item	Mittelwert	Item	Mittelwert	Item	Mittelwert
1. Erdbeeren	1,7	1. Erdbeeren	1,7	1. Erdbeeren	1,7
2. Melone	1,6	2. Melone	1,7	2. Melone	1,5
3. Äpfel	1,5	3. Äpfel	1,6	3. Kirschen	1,5
4. Spaghetti	1,5	4. Spaghetti	1,6	4. Eis	1,5
5. Kirschen	1,4	5. Trauben	1,4	5. Pizza	1,5
6. Eis	1,4	6. Kirschen	1,4	6. Äpfel	1,5
7. Trauben	1,4	7. Eis	1,4	7. Spaghetti	1,4
8. Pizza	1,4	8. Orangen	1,3	8. Schrippe	1,3
9. Gurke	1,3	9. Reis	1,3	9. Schokolade	1,3
10. Schrippe	1,2	10. Brötchen	1,3	10. Gurke	1,3
11. Kiwi	1,2	11. Gurke	1,3	11. Kiwi	1,3
12. Brötchen	1,2	12. Pizza	1,2	12. Brezel	1,3
13. Reis	1,2	13. Bananen	1,2	13. Trauben	1,3
14. Joghurt	1,2	14. Kiwi	1,2	14. Joghurt	1,3
15. Schokolade	1,2	15. Schrippe	1,2	15. Pommes frites	1,2

Bei Betrachtung der Nahrungsmittelgruppen zeigt sich, dass sich in der Gesamtgruppe (n=193) die Nahrungsmittelgruppen *Obst* (M=1,2±0,5), *Kartoffel-/Nudel-/Reisgerichte* (M=1,0±0,6) sowie *Fastfood-Gerichte* (M=1,0±0,9) der höchsten Beliebtheit erfreuen. Am unbeliebtesten erwiesen sich die Gruppen *Fisch* (M=0,5±1,1), *Milchprodukte* (M=0,5±0,6) und *Gemüse* (M=0,6±0,7). Siehe Abbildung 8.

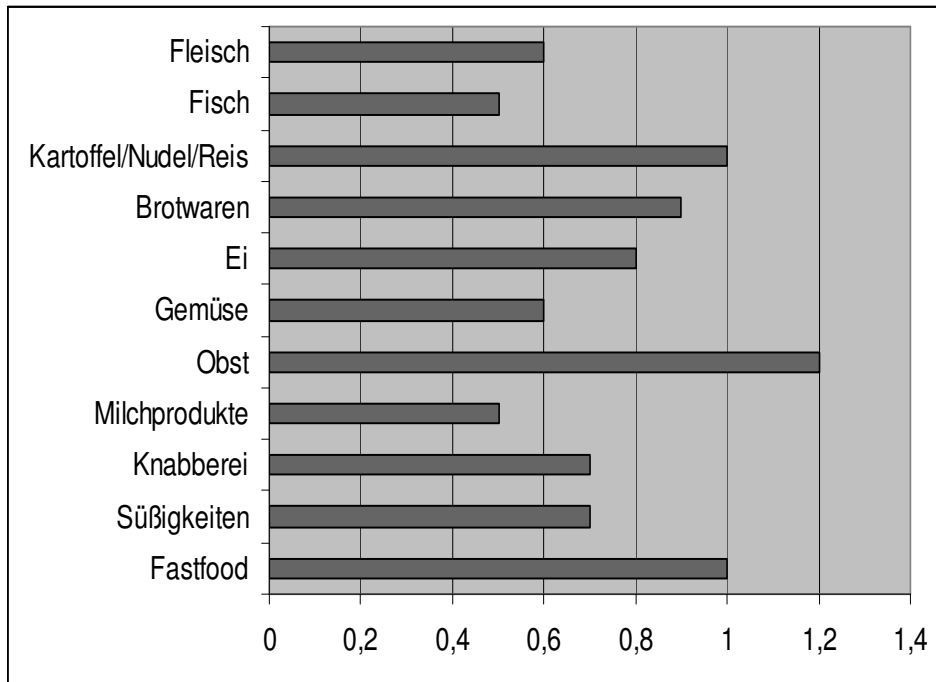


Abbildung 8: Durchschnittliche Beleibtheit der einzelnen Nahrungsmittelgruppen aufgetragen für Gesamtgruppe (n=193). Skala zeigt angegebene Mittelwerte an.

In den folgenden Kapiteln soll der Einfluss der Faktoren Gewichtsstatus, Geschlecht, Alter sowie ethnische Zugehörigkeit auf die Präferenzen für die einzelnen Items ebenso wie auf die verschiedenen Nahrungsmittelgruppen analysiert werden. Im Anschluss werden die Präferenzbewertungen der Getränke in Kapitel 3.3.6 gesondert betrachtet.

3.3.2. Nahrungspräferenzen und Gewichtsstatus

Die Probanden aus Studien- und Kontrollgruppe wurden hinsichtlich ihrer Nahrungspräferenzen verglichen. Hierbei wird deutlich, dass sowohl bei den einzelnen Items als auch bei den Nahrungsmittelgruppen die Kontrollgruppe (n=94) im Durchschnitt höhere Präferenzwerte als die Gruppe Adipositas (n=99) angab. Lediglich für *Fisch* und *Obst* wies die Gruppe Adipositas etwas höhere Werte auf.

Das Signifikanzniveau für die Nahrungsmittelgruppen wurde mittels des U-Tests nach Mann und Whitney bestimmt. Hierbei ergaben sich signifikante Unterschiede für die Nahrungsmittelgruppen *Ei* (p=0,009), *Knabbererei* (p=0,001), und *Süßigkeiten* und *Süßspeisen* (p=0,018). Die höheren Präferenzen gaben jeweils die Probanden der Kontrollgruppe an.

Für die Nahrungsmittelgruppen *Obst*, *Gemüse*, *Kartoffel-/Nudel-/Reisgerichte*, *Fisch*, *Fleisch*, *Brotwaren*, *Milchprodukte* und *Fastfood* erwiesen sich die Differenzen zwischen den beiden Gruppen als nicht signifikant.

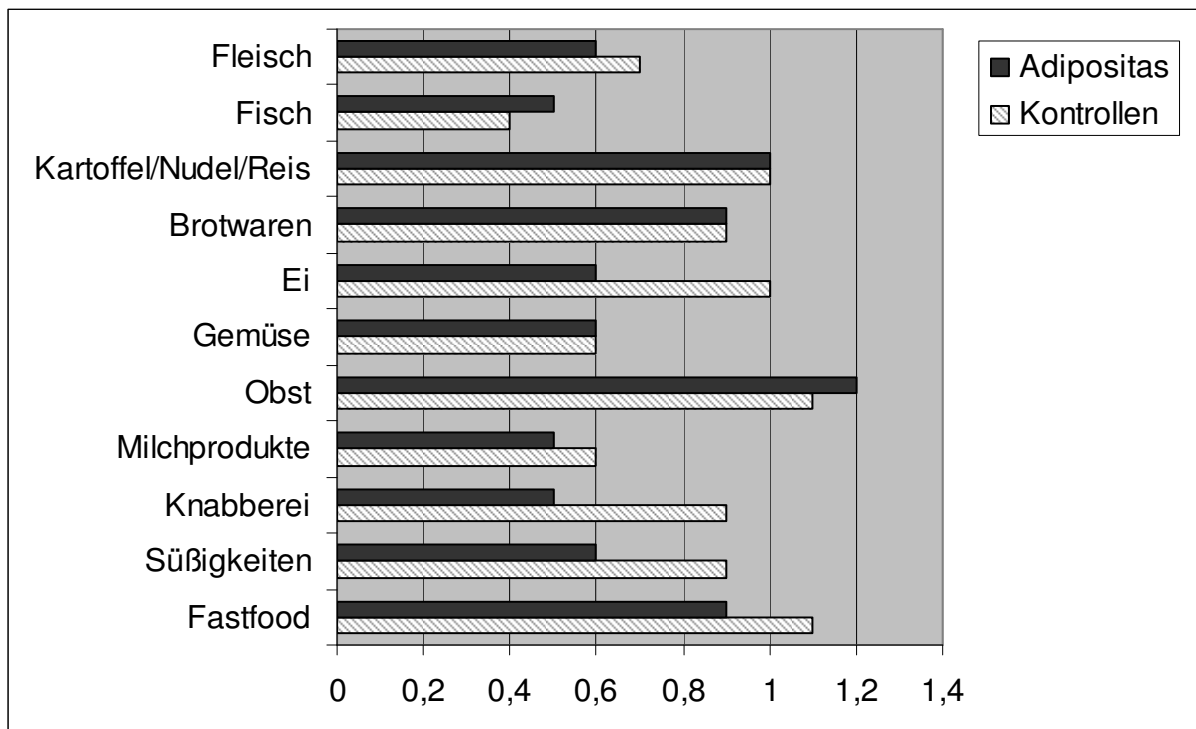


Abbildung 9: Durchschnittliche Beliebtheit der Nahrungsmittelgruppen in Abhängigkeit vom Gewichtsstatus. Skala zeigt angegebene Mittelwerte an.

3.3.3. Geschlechtsunterschiede in den Nahrungspräferenzen

Um den Einfluss des Faktors Geschlecht auf die Nahrungspräferenzen zu analysieren, wurden die Präferenzwertungen der männlichen (n=85) und weiblichen (n=108) Probanden verglichen. Nach Anwendung des U-Tests nach Mann und Whitney wiesen die Jungen signifikant höhere Beliebtheitsgrade für die Gruppen *Fleisch* ($p=0,020$) sowie *Fastfood* ($p<0,001$) auf. Die Mädchen zeigten eine etwas stärkere, jedoch nicht signifikante Präferenz für *Obst* und *Gemüse*.

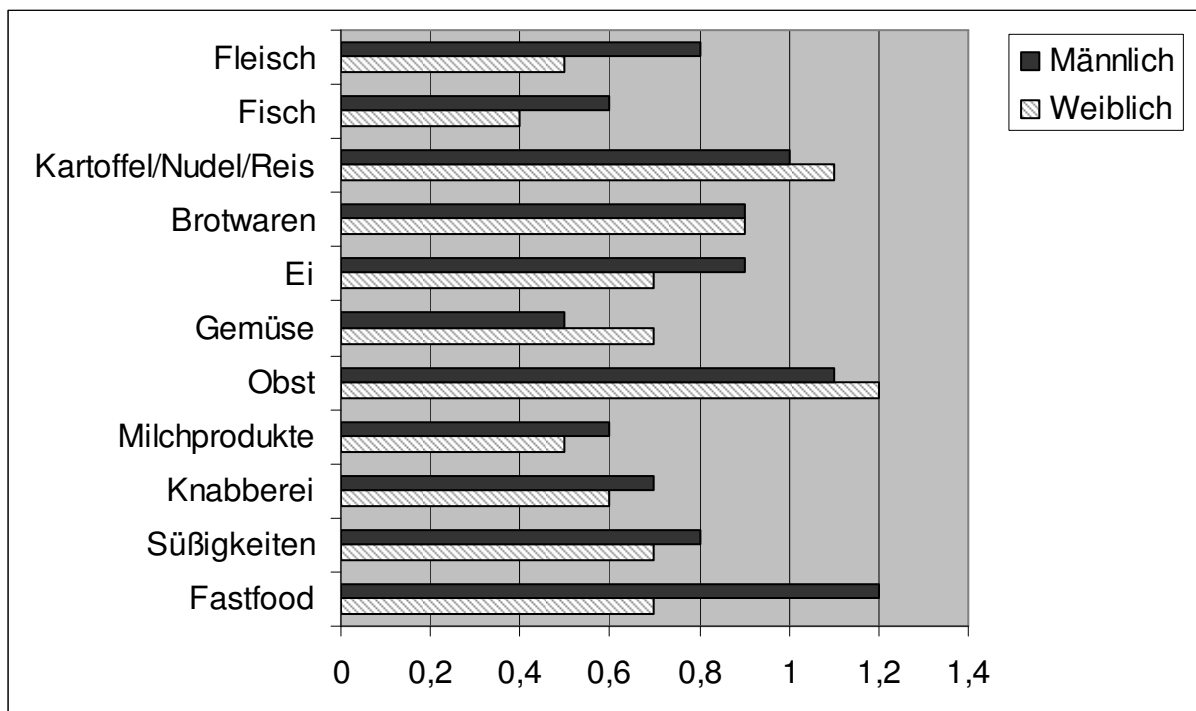


Abbildung 10: Durchschnittliche Beliebtheit der Nahrungsmittelgruppen in Abhängigkeit vom Geschlecht. Skala zeigt angegebene Mittelwerte an.

3.3.4. Altersunterschiede in den Nahrungspräferenzen

Um Nahrungspräferenzen bezogen auf das Alter der Kinder und Jugendlichen zu beurteilen, wurden die Probanden in die folgenden drei Altersgruppen eingeteilt: 6-9-jährige (n=47), 10-13-jährige (n=76) und 14-18-jährige (n=70) Probanden.

In allen 11 Nahrungsmittelgruppen nimmt die mittlere Beliebtheit mit zunehmendem Alter ab, bleibt jedoch für alle Nahrungsmittelgruppen im positiven Präferenzbereich.

Die Unterschiede zwischen den Altersgruppen wurden mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests auf ihre Signifikanz hin überprüft.

Signifikante Unterschiede ergaben sich für die Nahrungsmittelgruppen *Fleisch* ($p=0,036$), *Kartoffel-/Nudel-/Reisgerichte* ($p=0,046$), *Brotwaren* ($p=0,001$), *Ei* ($p<0,001$), *Obst* ($p=0,028$), *Milchprodukte* ($p=0,001$), *Knabberei* ($p<0,001$), *Süßigkeiten* ($p<0,001$) und *Fastfood* ($p<0,001$). Siehe Abbildung 11.

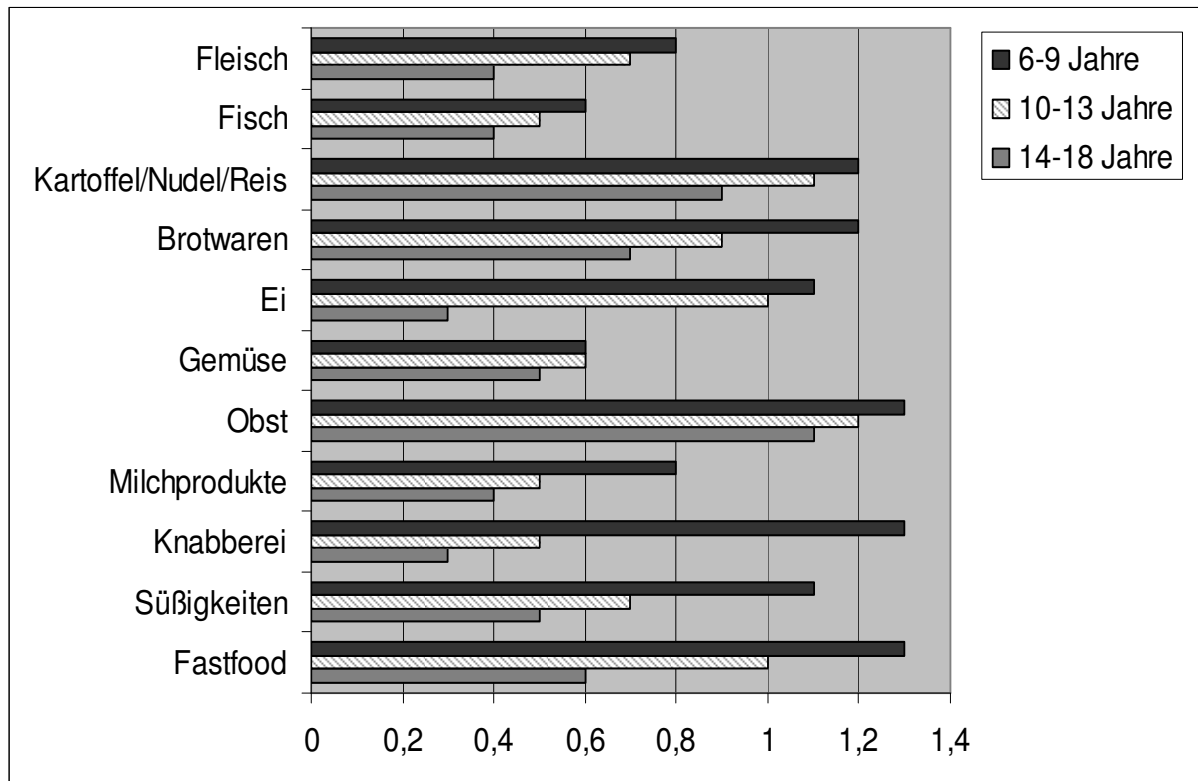


Abbildung 11: Durchschnittliche Beliebtheit der Nahrungsmittelgruppen in Abhängigkeit vom Alter. Skala zeigt angegebene Mittelwerte an.

3.3.5. Nahrungspräferenzen und ethnische Zugehörigkeit

Um den Einfluss der ethnischen Zugehörigkeit auf die Nahrungspräferenzen zu ermitteln, wurden die Gruppen „deutsch“ ($n=121$), „türkisch“ ($n=36$) und „andere“ ($n=30$) miteinander verglichen. Signifikante Differenzen ergaben sich nach Anwendung des Kruskal-Wallis-Tests lediglich für die Nahrungsmittelgruppe *Fleisch* ($p=0,008$). Hierbei gaben die Probanden der Gruppe „türkisch“ die niedrigsten Präferenzwerte an, die der Gruppe „andere“ die höchsten.

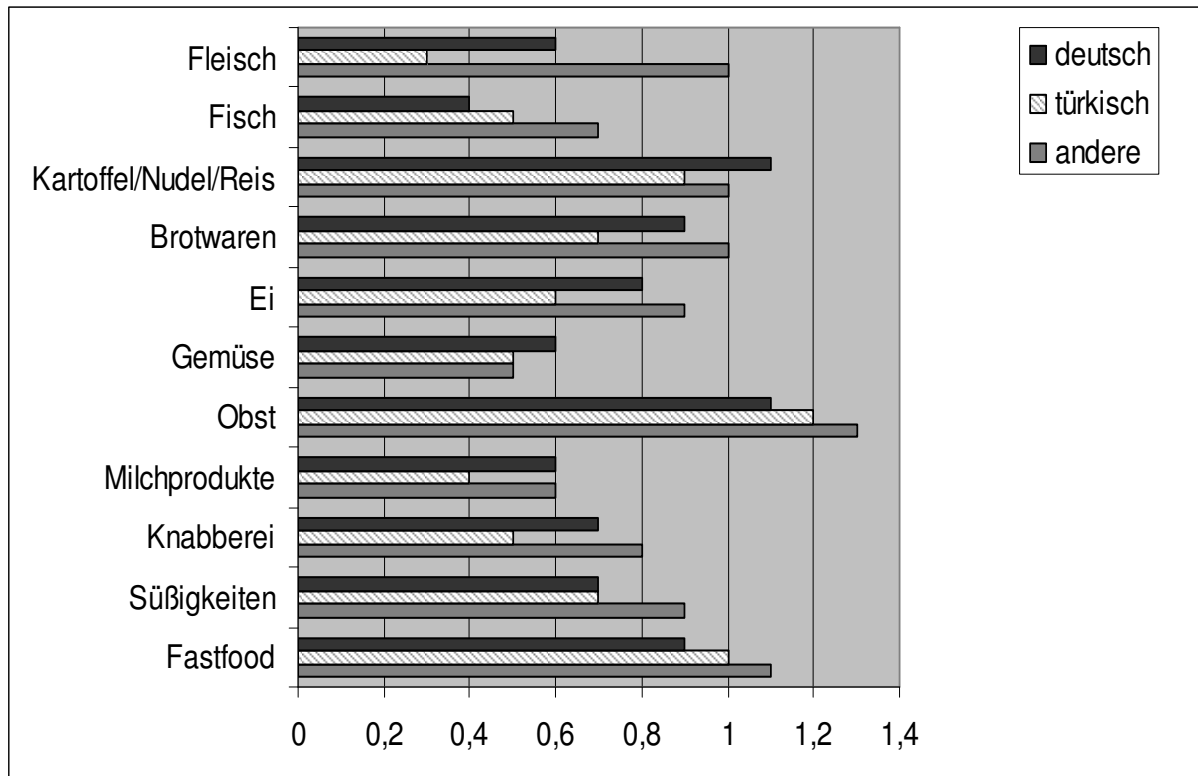


Abbildung 12: Durchschnittliche Beliebtheit der Nahrungsmittelgruppen in Abhängigkeit von der ethnischen Zugehörigkeit. Skala zeigt angegebene Mittelwerte an.

3.3.6. Beliebtheit der Getränke

Da der Konsum kalorienhaltiger Getränke, insbesondere von sogenannten „Softdrinks“, als wichtiger Faktor in der Ätiologie der Adipositas gilt, wurde den Getränkevorlieben in der Analyse der Präferenzdaten besondere Aufmerksamkeit zuteil.

In der Gesamtgruppe (n=193) war der Orangensaft mit einem mittleren Wert von 1,1 ($\pm 1,1$) das beliebteste Getränk, gefolgt von Saftschorle (1,0 $\pm 1,1$) und Apfelsaft (0,9 $\pm 1,1$).

Ausgesprochen unbeliebt waren Karottensaft (-0,7 $\pm 1,4$) und Tomatensaft (-0,8 $\pm 1,4$) sowie Kaffee (-0,9 $\pm 1,4$). Siehe Abbildung 13.

Zur weiteren Analyse der Daten wurden vier Getränke-Gruppen gebildet. Die Items *Leitungswasser*, *Mineralwasser* und *Tee* wurden in der Gruppe *zuckerfreie Getränke* zusammengefasst. *Apfelsaft*, *Orangensaft* und *Saft-Schorle* wurden in der Kategorie *Säfte* berücksichtigt. Die Kategorie *milchhaltige Getränke* bestand aus den Items *Milch*, *Kakao* und

Buttermilch. Des Weiteren wurden die Items *Cola*, *Limonade* und *Eistee* als *Softdrinks* subsumiert.

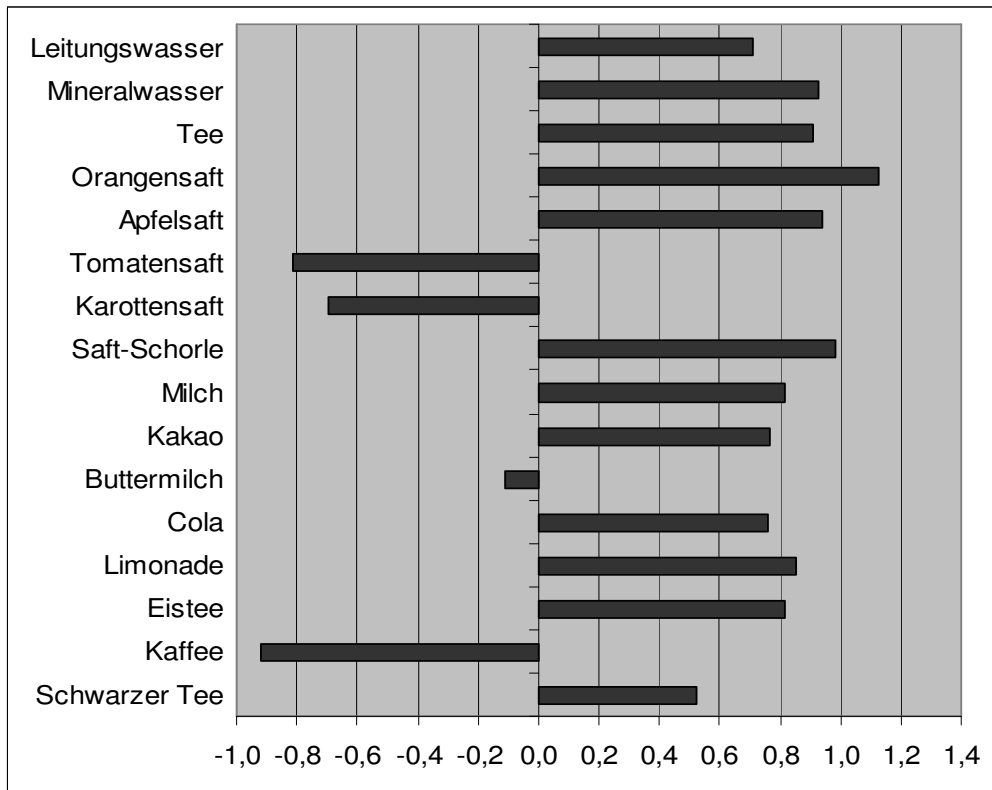


Abbildung 13: Durchschnittliche Beliebtheit der einzelnen Getränke bezogen auf die Gesamtgruppe (n=193). Skala zeigt angegebene Mittelwerte an.

Die Items *Karottensaft* und *Tomatensaft* fanden aufgrund ihrer ausgeprägten Unbeliebtheit und der hohen Rate an Unbekanntheit keine Berücksichtigung. Die Getränke *Kaffee* und *schwarzer Tee* wurden ebenfalls aus der weiteren Analyse ausgeschlossen, da es sich um keine von Kindern regelmäßig konsumierten Getränke handelt.

Im Folgenden sollen diese vier Gruppen hinsichtlich ihrer Beliebtheit in Abhängigkeit von den Faktoren Gewichtsstatus, Geschlecht, Alter und ethnische Herkunft analysiert werden.

3.3.6.1. Einflussfaktor Gewichtsstatus

Die Gruppe Adipositas wurde mit der Kontrollgruppe in Bezug auf ihre Getränkepräferenzen verglichen. Hierbei zeigten sich signifikant höhere Präferenzen der Kontrollgruppe für die

Getränkegruppen *Säfte* ($p=0,005$), *milchhaltige Getränke* ($p=0,033$) und *Softdrinks* ($p<0,001$). *Zuckerfreie Getränke* wurden von den adipösen Kindern und Jugendlichen präferiert, der Unterschied erwies sich jedoch als nicht signifikant. Signifikanzniveaus wurden ermittelt mit Hilfe des U-Tests nach Mann und Whitney.

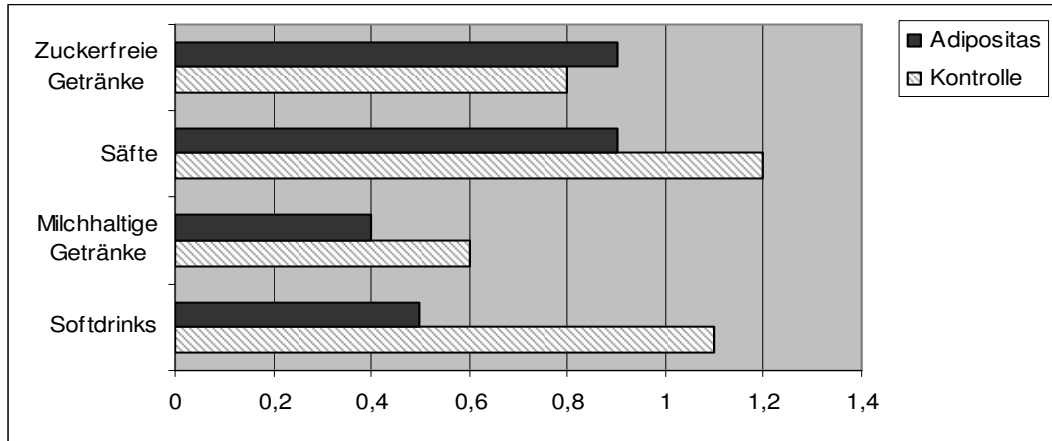


Abbildung 14: Durchschnittliche Beliebtheit der Getränkegruppen in Abhängigkeit vom Gewichtsstatus. Skala zeigt angegebene Mittelwerte an.

3.3.6.2. Einflussfaktor Geschlecht

Im Folgenden wurde der Einfluss des Faktors Geschlecht auf die Getränkepräferenzen analysiert. Hierbei wiesen die Jungen signifikant höhere Präferenzwerte für die Getränke aus der Kategorie *Softdrinks* auf als dies bei den Mädchen der Fall war ($p=0,019$). Die Mädchen gaben höhere, jedoch nicht signifikante Präferenzen für *zuckerfreie Getränke* an.

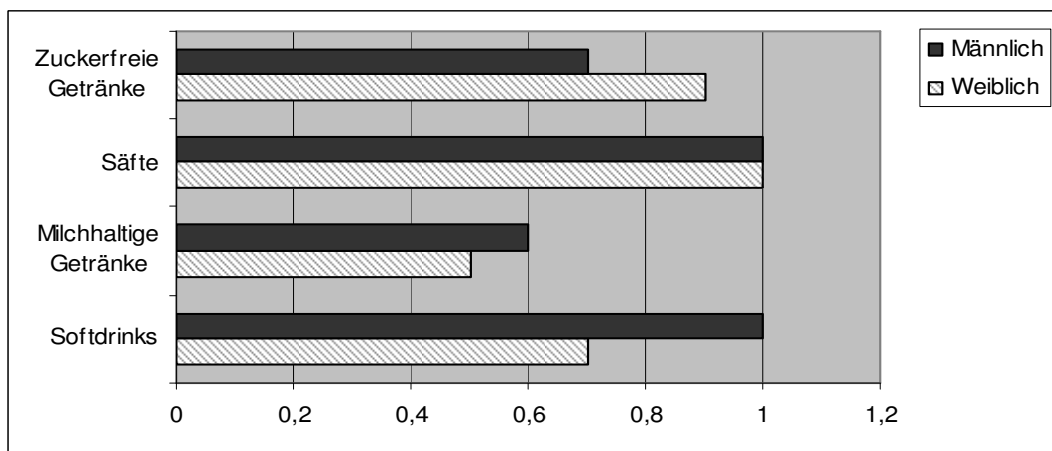


Abbildung 15: Durchschnittliche Beliebtheit der Getränkegruppen in Abhängigkeit vom Geschlecht. Skala zeigt angegebene Mittelwerte an.

3.3.6.3. Einflussfaktor Alter

Die Probanden wurden hinsichtlich ihres Alters in drei Gruppen eingeteilt. Diese wurden in Bezug auf ihre Getränkepräferenzen verglichen. Wie auch bei der Analyse der Speisen zu beobachten war, nahmen die mittleren angegebenen Präferenzen mit dem Alter ab. Um die Ergebnisse auf ihre Signifikanz hin zu überprüfen wurde der Kruskal-Wallis-Test angewandt. Statistisch signifikante Reduktionen fanden sich bei der Kategorie *Milchprodukte* ($p < 0,001$) sowie der Kategorie *Softdrinks* ($p < 0,001$).

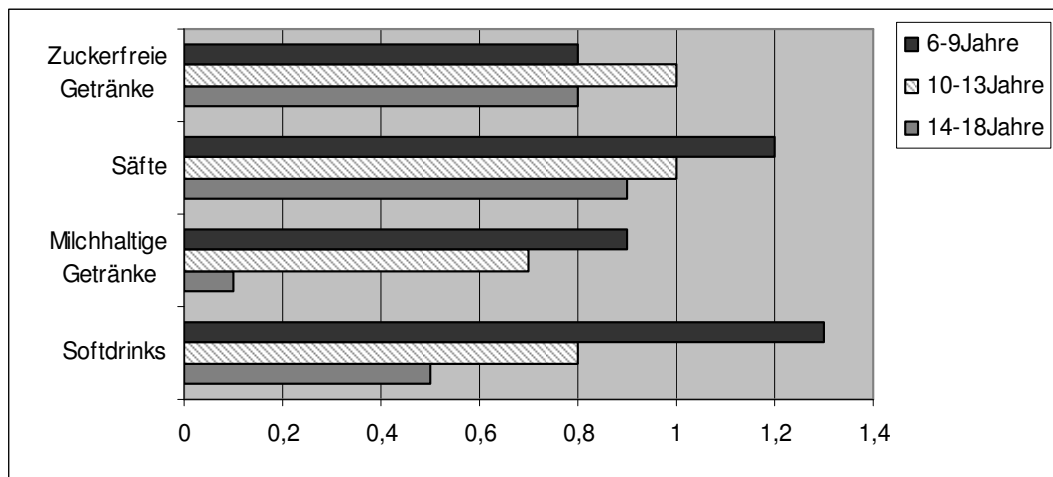


Abbildung 16: Durchschnittliche Beliebtheit der Getränkegruppen in Abhängigkeit vom Alter. Skala zeigt angegebene Mittelwerte an.

3.3.6.4. Einflussfaktor Ethnische Zugehörigkeit

Die Probanden wurden aufgrund ihrer ethnischen Zugehörigkeit in die drei Gruppen „deutsch“, „türkisch“ und „andere“ eingeteilt und die Gruppen hinsichtlich der Getränkevorlieben verglichen. Es konnte gezeigt werden, dass die deutschen Kinder und Jugendlichen signifikant geringere Präferenzen für *zuckerfreie Getränke* ($p = 0,040$) im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen angaben.

Ergebnisse

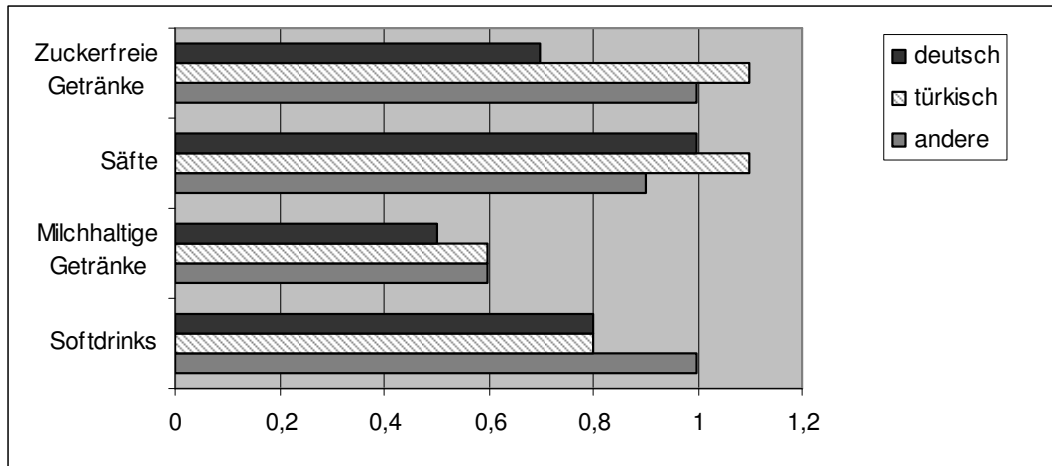


Abbildung 17: Durchschnittliche Beliebtheit der Getränkegruppen in Abhängigkeit von der ethnischen Zugehörigkeit. Skala zeigt angegebene Mittelwerte an.

4. Diskussion

In der ätiologischen Adipositasforschung wird neben genetischen Faktoren den Umwelteinflüssen eine große Bedeutung beigemessen. Hierbei spielt wiederum die Ernährung eine wichtige Rolle [11]. Dies betrifft in besonderem Maße das Kindes- und Jugendalter, da die Phase des Heranwachsens als entscheidend für die spätere Entwicklung einer Adipositas und der assoziierten Folgeerkrankungen gilt [112].

Die Ernährung ist ein komplexer Vorgang, bei dem biologische, chemische, psychologische und soziale Faktoren zusammenwirken. Auch der Geschmackssinn nimmt hierbei eine zentrale Position ein, indem Nahrungsmittel auf ihre Verträglichkeit hin überprüft, Nährstoffe identifiziert und der Schutz vor toxischen Substanzen sichergestellt werden. Seine Funktion trägt somit entscheidend zu einer adäquaten Ernährung bei.

Das Erkennen von Geschmacksreizen wird durch genetische, hormonelle und soziokulturelle Faktoren beeinflusst, wobei die genauen Wirkmechanismen bislang noch nicht ausreichend verstanden werden.

Ob adipöse und normalgewichtige Personen hinsichtlich ihrer Geschmackswahrnehmung Unterschiede aufweisen, ist wissenschaftlich umstritten [67].

Nahrungspräferenzen spielen bei der Nahrungsmittelauswahl, insbesondere im Kindes- und Jugendalter, eine bedeutende Rolle [86]. Die Datenlage diesbezüglich ist bisher jedoch unzureichend. Fundierte Erkenntnisse darüber versprechen einen Beitrag zum Verständnis und zur Prävention von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter zu leisten.

Zentrales Anliegen dieser Arbeit war daher, adipöse und normalgewichtige Kinder und Jugendliche hinsichtlich ihres Geschmacksempfindens und ihrer Nahrungspräferenzen zu vergleichen.

Um die Ergebnisse dieser Studie angemessen bewerten und diskutieren zu können, werden zunächst ihre methodischen Grundlagen kritisch betrachtet. Anschließend werden die Ergebnisse diskutiert und mit anderen Arbeiten in Beziehung gesetzt. Den Abschluss bildet ein Ausblick auf die klinischen Konsequenzen der gewonnenen Erkenntnisse.

4.1. Diskussion des Probandenkollektivs

Bei den Studienteilnehmern der Gruppe Adipositas handelte es sich um Kinder und Jugendliche, die im interdisziplinären sozialpädiatrischen Zentrum (SPZ) der Charité aufgrund ihres Übergewichts betreut wurden. Die Kinder und Jugendlichen wiesen teilweise eine sehr ausgeprägte Adipositas mit erhöhten metabolischen Risikofaktoren auf. Bei einigen Patienten lagen bereits Folgeerkrankungen einer Adipositas wie ein Hypertonus, eine Hyperinsulinämie oder ein manifester Diabetes mellitus Typ 2 vor.

Die Kinder und Jugendlichen der Kontrollgruppe wurden in den Sprechstunden des SPZ und der Ambulanz der Kinderchirurgie sowie auf den allgemeinpädiatrischen und kinderchirurgischen Stationen angesprochen und rekrutiert. Kinder und Jugendliche mit schwerwiegenden chronischen Erkrankungen oder Gesundheitsstörungen, die Einfluss auf das Geschmacksempfinden und die Gewichtsentwicklung haben können, wurden von einer Teilnahme ausgeschlossen.

Hinsichtlich der Altersverteilung waren die beiden Studiengruppen vergleichbar. Die Geschlechtsverteilung stellte sich als nicht ganz ausgewogen dar: in beiden Gruppen waren etwas mehr Mädchen als Jungen vertreten, in der Kontrollgruppe war dieses Ungleichgewicht ausgeprägter. Die Zusammensetzung hinsichtlich der ethnischen Herkunft entspricht in etwa den Häufigkeiten in der Berliner Bevölkerung [113]. Der deutlich höhere Anteil türkischstämmiger Kinder und Jugendlicher in der Gruppe Adipositas im Vergleich zur Kontrollgruppe (24% versus 13%) beruht auf der Tatsache, dass in Berlin türkischstämmige verglichen mit deutschstämmigen Kindern und Jugendlichen annähernd doppelt so häufig unter einer Adipositas leiden [114].

Die Zusammensetzung des Probandenkollektivs, bestehend aus der gleichen Anzahl adipöser wie normalgewichtiger Kinder und Jugendlicher, ist als Stärke dieser Stichprobe zu werten. Dies ist in vielen vergleichbaren Studien, die Probanden häufig in Schulklassen rekrutieren, nicht der Fall.

4.2. Diskussion der Methoden

4.2.1. Bestimmung der Körperfettmasse

Zur Ermittlung des Ausmaßes einer Adipositas existieren unterschiedliche Methoden. Viele von ihnen sind technisch aufwendig, teuer und im klinischen Alltag schlecht praktikabel [10]. In den letzten Jahren hat sich in der klinischen Routine daher die Verwendung der einfachen Parameter Körpergröße und Körpergewicht zur Abschätzung einer Adipositas durchgesetzt. Aus diesen beiden Parametern lässt sich der sogenannte Body Mass Index (BMI = Körpergewicht in kg/Körpergröße in m²) errechnen, der zur Einschätzung von Übergewicht und Adipositas verwendet wird. Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass der BMI ein geeignetes Schätz-Maß für die Gesamtkörperfettmasse darstellt und am ehesten die Anforderungen sowohl bei klinischen Routine- und Verlaufsuntersuchungen als auch bei wissenschaftlichen Studien erfüllt [115,116].

Daher empfehlen sowohl die Childhood Group der „International Task Force“, die „European Childhood Obesity Group“ als auch die „Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter“ die Anwendung des BMI zur Definition und Einschätzung von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter [117-119].

Die in der Kinderheilkunde gebräuchliche Beschreibung des BMI mit Hilfe von geschlechts- und altersabhängigen Perzentilen berücksichtigt die physiologischen Veränderungen der Körperfettmasse im Kindes- und Jugendalter.

In der vorliegenden Arbeit wurden die von der „Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter“ empfohlenen Perzentilen von Kromeyer-Hauschild [106] verwendet. Diese orientieren sich an neueren Daten aus 17 unterschiedlichen Untersuchungen, die in verschiedenen Regionen Deutschlands durchgeführt wurden [10]. Bezogen auf Alter und Geschlecht wird ab einem Überschreiten der 90. Perzentile von Übergewicht, ab einem Überschreiten der 97. Perzentile von Adipositas gesprochen. Diese Perzentilen entsprechen den cut-off-points für Erwachsene, ab deren Überschreitung es zu relevanten gesundheitlichen Einschränkungen, bzw. einem erhöhten Mortalitätsrisiko kommt [8,120].

4.2.2. Geschmackstestung

Zur Prüfung der Geschmackswahrnehmung stehen unterschiedliche Testmethoden zur Verfügung. Gängige Verfahren sind die Drei-Tropfen-Methode, die Teststreifen-Methode, Geschmackstabletten sowie die Elektrogustometrie.

In dieser Studie kam die Teststreifen-Methode mit schwellennahen und überschwelligem Konzentrationen im Rahmen eines Ganz-Mund-Tests zum Einsatz. Die Teststreifen-Methode zeichnet sich im Vergleich zu anderen Schmeckprüfungen durch ihre einfache Handhabbarkeit aus [109]. Daher eignet sie sich sehr gut für den klinischen Gebrauch insbesondere im Einsatz bei Kindern und Jugendlichen. Das Testverfahren zeigt eine hohe Reliabilität und wurde inzwischen in mehreren klinischen Studien erfolgreich eingesetzt [121].

Das Verfahren wurde von den getesteten Kindern und Jugendlichen schnell verstanden und gut akzeptiert. Trotz der großen Anzahl an Teststreifen (26 Stück) traten nur vereinzelt Ermüdungserscheinungen oder eine Abnahme der Motivation auf. Die randomisierte Anordnung der Teststreifen bei ansteigender Intensität hatte zur Folge, dass das Erkennen der Geschmacksqualitäten gegen Ende der Prüfung immer leichter fiel und die Teilnehmer dadurch motiviert wurden.

Verwechslungen traten zwischen den Geschmacksqualitäten „salzig“ und „sauer“ sowie „salzig“ und „umami“ auf. Dieses Phänomen wurde auch in anderen Untersuchungen beobachtet [81,109,122]. Die Schwierigkeit, „salzig“ und „sauer“ zu unterscheiden, wird darauf zurückgeführt, dass beide Geschmacksqualitäten das Gefühl einer Irritation auf der Zunge auslösen und zudem häufig in Kombination vorkommen z.B. in Salatdressings [109,122].

Die richtig erkannten Teststreifen der Geschmacksqualitäten „süß“, „sauer“, „salzig“, „umami“ und „bitter“ wurden zum *Summenscore gesamt* zusammengefasst. Für die einzelnen Geschmacksqualitäten wurden ebenfalls *Summenscores* gebildet. Ein Nachteil dieser *Summenscores* besteht darin, dass Verwechslungen und Nichterkennen einer Geschmacksqualität nicht unterschieden werden.

4.2.3. Nahrungspräferenzenerhebung

In der Ernährungsforschung kommen meist Erhebungen der Verzehrshäufigkeiten zum Einsatz, Präferenzbefragungen werden dagegen selten angewandt [86]. Um dem Forschungsgegenstand der vorliegenden Arbeit gerecht zu werden, wurde im Rahmen dieser Studie eine Präferenzbefragung durchgeführt.

Im deutschsprachigen Raum liegen bisher kaum Daten zu Nahrungspräferenzen bei Kindern und Jugendlichen vor [86]. Im englischsprachigen Raum ist die Datenlage etwas besser [85,123].

In verschiedenen Studien konnte gezeigt werden, dass zwischen angegebenen Nahrungspräferenzen und dem tatsächlichen Verzehr von Speisen besonders bei Kindern eine hohe Korrelation vorliegt [86,124,125]. Dies trifft insbesondere für Items mit niedrigem Präferenzvotum, also für nicht oder wenig bevorzugte Speisen oder Getränke zu. Für solche Nahrungsmittel weisen insbesondere Kinder und Jugendliche eine Konsumbarriere auf. Diese zu überwinden ist, selbst mit ausgiebiger Ernährungsberatung, kaum zu erreichen [86].

Daher spielen Kenntnisse über die Nahrungspräferenzen von Kindern und Jugendlichen in der Ernährungsberatung eine große Rolle. Mithilfe dieses Wissens kann besser abgeschätzt werden, bei welchen Nahrungsmitteln Aufforderungen zur Konsumveränderung erfolgversprechend sind. So können nicht nur gesunde, sondern auch auf Vorlieben abgestimmte und somit erfolgreiche Ernährungspläne entwickelt werden [123].

Zur Erhebung von Nahrungspräferenzen werden überwiegend mehrstufige Ratingskalen verwendet [86,126]. Diese Antwortformate sind jedoch zur Anwendung insbesondere bei jüngeren Kindern ungeeignet, da sie einerseits zu viele und andererseits nur verbal beschriebene Stufen aufweisen. Deshalb wird bei Kindern meist eine „Facial Hedonic Scale“ mit drei oder fünf Stufen verwendet, bei der die verbal formulierten Präferenzgrade noch durch entsprechende Gesichtsausdrücke verdeutlicht sind [85,123,127]. Eine solche Skala mit verbalem sowie nonverbalem Teil wurde in der vorliegenden Arbeit angewandt.

Des Weiteren kamen statt eines Fragebogens kleine Kärtchen mit Fotografien der einzelnen Speisen und Getränke zum Einsatz. Dies erfolgte einerseits, um die Befragung kindgerecht zu gestalten, andererseits, um eine mögliche Beeinträchtigung der Ergebnisse durch ungenügendes Sprachverständnis zu vermeiden.

Die Auswahl der Items orientierte sich an den Items der Ernährungspyramide des aid-Informationsdienstes [110]. Die vorhandenen 74 Kärtchen wurden um 20 zusätzliche Items aus den Nahrungsmittelgruppen *Fastfood*, *Gemüse* und *Süßigkeiten* ergänzt.

Ein Schwachpunkt der Items besteht darin, dass sich die Auswahl an in Deutschland typischen Speisen und Gerichten orientiert. Daher kann nicht ausgeschlossen werden, dass Speisen und Getränke, die in der Ernährung von Probanden anderer ethnischer Herkunft eine große Rolle spielen, nicht berücksichtigt wurden.

Bei den Fleischgerichten war nicht ersichtlich, ob diese Schweinefleisch enthielten. Es ist denkbar, dass muslimische Probanden, die aus religiösen Gründen in der Regel kein Schweinefleisch verzehren, aufgrund dieser Tatsache die Fleischgerichte niedriger bewerteten oder ablehnten.

Eine weitere Einschränkung ergibt sich daraus, dass nicht berücksichtigt werden konnte, wie die dargestellten Nahrungsmittel zubereitet waren. So besteht die Möglichkeit, dass beispielsweise verschiedene Gemüsesorten in gekochter und in roher Form unterschiedlich präferiert werden.

In der vorliegenden Arbeit wurden, anders als in fast allen vorhandenen Präferenzbefragungen, auch Getränke in die Untersuchung mit aufgenommen. Dies erfolgte deshalb, weil der Konsum von energiehaltigen Getränken eine bedeutsame Rolle in der Genese der Adipositas spielt [14].

4.3. Diskussion der Ergebnisse

4.3.1. Geschmackswahrnehmung

4.3.1.1. Unterschiede in der Geschmackswahrnehmung adipöser versus normalgewichtiger Kinder und Jugendlicher

Bereits in früheren Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass das Geschmacksempfinden übergewichtiger und normalgewichtiger Personen differiert [67-69,73,81]. In diesen Studien wurde eine reduzierte Geschmackswahrnehmung bei erhöhten BMI-Werten beobachtet.

Andere Arbeiten hingegen konnten keinen Zusammenhang zwischen Geschmackswahrnehmung und Gewichtsstatus nachweisen [70,71,128].

Die Autoren dieser Arbeiten wählten den PROP- „Taster“ Status als Maßstab für die Geschmackswahrnehmung und untersuchten, ob PROP- „Taster“ und -„Nontaster“ sich hinsichtlich ihrer BMI-Werte unterscheiden. Als Ursache für diese wenig konsistente Datenlage werden die unterschiedlichen methodischen Vorgehensweisen der einzelnen Studien in Betracht gezogen (siehe hierzu Kapitel 1.4.).

In der vorliegenden Arbeit zeigte sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe Adipositas und der Kontrollgruppe hinsichtlich ihrer Geschmackswahrnehmung bezogen auf die Gesamtheit der getesteten Geschmacksqualitäten (*Summenscore gesamt*). Bei Betrachtung der einzelnen Geschmacksrichtungen konnte eine signifikante Differenz für die Qualitäten „salzig“, „umami“ und „bitter“ beobachtet werden. In allen Fällen wiesen die Probanden der Gruppe Adipositas im Vergleich zur Kontrollgruppe eine schlechtere Sensitivität für die untersuchten Geschmacksqualitäten auf. Dies spiegelte sich in signifikant niedrigeren Werten des *Summenscores* wider.

Eine Einteilung in „Taster“ und „Nontaster“ aufgrund der Sensitivität für den Bitterstoff PROP gelang in dieser Arbeit nicht (siehe dazu Kapitel 4.3.1.3.).

Des Weiteren bewerteten die Probanden der Gruppe Adipositas die Intensität der getesteten Süß-Konzentrationen geringer als die der Kontrollgruppe. Bei drei der vier Intensitätsstufen erwies sich dieser Unterschied als signifikant.

Die Ursachen für die Unterschiede in der Geschmackssensitivität bei Adipositas sind bislang erst in Ansätzen erforscht und Gegenstand aktueller Studien. Erkenntnisse über genetische, lernpsychologische sowie hormonelle Ursachen weisen auf eine multifaktorielle Kausalität hin.

Diese verschiedenen Erklärungsansätze sollen im Folgenden dargestellt und anschließend die Daten der vorliegenden Arbeit diesbezüglich eingeordnet und diskutiert werden.

Die Identifikation von Geschmacksrezeptor-Genen lieferte wichtige Erkenntnisse über die Physiologie des Schmeckens sowie über Einflussfaktoren auf die Geschmackswahrnehmung: Polymorphismen dieser Gene werden für interindividuelle Unterschiede in der gustatorischen Wahrnehmung verantwortlich gemacht [33,59]. Am besten ist dies bisher für Unterschiede in der Bitterwahrnehmung untersucht. Ein Polymorphismus des Genes TAS2R38 spielt hierbei eine wichtige Rolle. Weitere Polymorphismen wurden beschrieben, die ebenfalls die Bitterwahrnehmung beeinflussen [59].

Die Wahrnehmung der Geschmacksqualitäten „süß“, „salzig“ und „umami“ unterliegt ebenfalls genetischen Einflüssen [59]. Hierbei werden polygenetische Ursachen für die Unterschiede angenommen [64,65].

Einige Autoren führen eine verminderte Geschmacksperezeption adipöser Personen auf diese beschriebenen genetischen Varianten zurück. Hierfür wurde in der Regel ein Polymorphismus des Genes TAS2R38 und die damit assoziierte Sensitivität für die Bittersubstanz PROP untersucht [67-69,73,81].

Die sogenannten PROP- „Taster“ weisen neben ihrer ausgeprägten Bitter-Sensitivität auch für die anderen Geschmacksqualitäten erniedrigte Erkennungsschwellen auf. Dies wird auf die bei „Tastern“ nachgewiesene erhöhte Anzahl an Geschmackspapillen zurückgeführt [129].

Aufgrund dieser Tatsachen wird angenommen, dass Personen mit einer genetisch bedingten hohen Sensitivität für PROP, also sogenannte „Taster“ oder „Supertaster“, bittere Speisen, intensive Geschmäcker und sehr fetthaltige Gerichte meiden und aufgrund ihrer Nahrungsvorlieben weniger gefährdet sind, eine Adipositas zu entwickeln [73].

Jedoch beobachteten Mennella et al. in einer Studie mit Kindern und ihren Müttern, dass bei gleichem Genotyp die Geschmackswahrnehmung zwischen Mutter und Kind variiert. Die Mütter wiesen im Gegensatz zu ihren Kindern keine Korrelation zwischen PROP- „Taster“

Status und Süß-Präferenz auf. Dies wird auf den mit zunehmendem Alter größer werdenden Einfluss von Erfahrungen und kulturellen Prägungen zurückgeführt [52].

Weitere Studien zeigen ebenfalls, dass Alter und soziokulturelle Einflüsse das Geschmacksempfinden beeinflussen [33,35,130]. Obwohl der Geschmackssinn ca. ab dem 5. Lebensjahr aus physiologischer Sicht voll differenziert ist [131], verändert sich das Geschmacksempfinden bis ins Erwachsenenalter: mit zunehmendem Alter und größer werdender Erfahrung werden niedrigere Erkennungsschwellen beobachtet und können einzelne Geschmacksrichtungen immer besser voneinander unterschieden werden. Dabei ist es von Bedeutung, dass Kindern schon frühzeitig viele unterschiedliche Nahrungsmittel angeboten werden und sie so das Differenzieren verschiedener Geschmacksnuancen trainieren [88]. Diese Beobachtungen weisen darauf hin, dass bei der Geschmackserkennung der Lerneffekt eine wichtige Rolle spielt.

Eine hormonelle Beeinflussung des Hunger- und Sättigungsgefühls sowie der Gewichtsregulation sind seit längerem bekannt. So konnte gezeigt werden, dass die Hormone Insulin und Leptin über ihre Wirkung im Hypothalamus Appetit und Essensaufnahme regulieren [132].

In neueren Untersuchungen konnte auch eine unmittelbare Beeinflussung des Geschmacksempfindens durch verschiedene Hormone beobachtet werden.

Kawai et al. untersuchten den peripheren Einfluss von Leptin auf das Geschmacksorgan im Tiermodell und konnten Leptinrezeptoren auf den Geschmacksknospen nachweisen. Mäuse mit Defekt dieser Leptinrezeptoren zeigten erhöhte neuronale Antworten und erhöhte Präferenzen für die Geschmacksqualität „süß“. In gesunden Versuchstieren zeigten erhöhte Leptinspiegel eine Reduktion der neuronalen Antwort auf Süß-Reize und somit eine verminderte Wahrnehmung der Geschmacksqualität „süß“ [133].

Eine aktuelle Studie von Umabiki et al. konnte eine signifikante Korrelation zwischen Leptinspiegel und Geschmackssensitivität auch beim Menschen zeigen. So wiesen adipöse Frauen im Laufe einer Gewichtsreduktion parallel zur Reduktion der Leptinspiegel auch eine signifikante Reduktion der Erkennungsschwelle für die Geschmacksqualität „süß“ auf. Für die anderen Geschmacksqualitäten konnte dieser Zusammenhang jedoch nicht beobachtet werden [134].

Weitere Erkenntnisse zur hormonellen Beeinflussung der Geschmackswahrnehmung kommen aus dem Bereich der Adipositaschirurgie, die im Erwachsenenalter bei Vorliegen einer Adipositas permagna eine therapeutische Option darstellt. Verschiedene Autoren beschrieben in der Vergangenheit eine Veränderung der Essenspräferenzen nach solch einer Operation, die initial auf eine schlechtere Verträglichkeit von kalorienreichen und fetthaltigen Speisen zurückgeführt wurde [135]. Neuere Erkenntnisse weisen jedoch darauf hin, dass diese Veränderungen in den Nahrungsvorlieben auch durch eine unmittelbare Beeinflussung der Geschmackswahrnehmung verursacht sein könnten. So konnte bei Patienten, die sich einer Magen-Bypass-Operation unterzogen hatten, eine erniedrigte Erkennungsschwelle für einzelne [136,137] oder alle getesteten Geschmacksqualitäten [137] nachgewiesen werden. Hinter diesem Phänomen werden verschiedene metabolische Mechanismen vermutet.

Die Patienten wiesen postoperativ erhöhte Spiegel der Verdauungshormone Glukagon-like Peptide 1 (GLP-1) und Protein YY (PYY) auf [138]. Hierbei handelt es sich um Peptidhormone, die in den neuroendokrinen L-Zellen der Darmmukosa gebildet werden und denen unter anderem ein Appetit-regulierender Effekt zugeschrieben wird [139]. Eine Aktivität beider Hormone wurde kürzlich in Hirnarealen der Insula sowie des orbitofrontalen Kortex nachgewiesen. Diese kortikalen Strukturen spielen auch in der Verarbeitung der Geschmackswahrnehmung eine entscheidende Rolle [140,141]. Des Weiteren konnten GLP-1 und GLP-1-Rezeptoren im Tiermodell direkt in den Zellen der Geschmacksknospen nachgewiesen werden [57,58]. Auch Protein YY wurde im Speichel sowohl von Mäusen als auch von Menschen gefunden [142]. Die Autoren dieser Studie konnten zeigen, dass über einen längeren Zeitraum erhöhte Konzentrationen von Protein YY im Speichel der Versuchstiere eine signifikante Reduktion der Nahrungsaufnahme und somit auch des BMI nach sich zogen.

Martin et al. untersuchten den Zusammenhang zwischen parakriner Wirkung des Hormons GLP-1 und der Geschmackssensitivität bei Mäusen. So wiesen Versuchstiere mit defektem GLP-1 Rezeptor im Vergleich zu Tieren vom Wildtyp eine drastische Reduktion der Wahrnehmung der Geschmacksqualität „süß“ auf. Die Wahrnehmung der Geschmacksqualität „umami“ war hingegen bei den Knockout- Tieren verstärkt. Für die anderen Geschmacksqualitäten konnten keine Differenzen zwischen den beiden Versuchstiergruppen beobachtet werden [57]. Shin et al. zeigten bei GLP-1-Knockout-Mäusen ebenfalls eine signifikante Reduktion der Sensitivität für die Geschmacksqualität „süß“ sowie einen Trend zur Hypersensitivität für die anderen Geschmacksqualitäten [58].

Neben GLP-1 werden weitere Hormone und Hormonrezeptoren in den Geschmacksknospen exprimiert. Die Neuropeptide Cholecystokin (CCK), vasoaktives intestinales Peptid (VIP) und Neuropeptid Y werden in den Geschmackszellen gebildet und wirken dort als lokale Transmitter und Modulatoren [143,144]. Mögliche Einflüsse dieser Neuropeptide auf die Geschmackswahrnehmung sind bisher jedoch nicht erforscht.

Des Weiteren konnte eine Beeinflussung des Geschmacksempfindens durch die Neurotransmitter Serotonin und Noradrenalin gezeigt werden. Heath et al. wiesen nach Verabreichung von Serotonin- und Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmern an gesunde Personen signifikante Differenzen in der Geschmackswahrnehmung nach. So konnten bei den Probanden nach Gabe von Serotonin-Wiederaufnahmehemmern signifikant erniedrigte Erkennungsschwellen für die Geschmacksqualitäten „süß“ und „bitter“ beobachtet werden. Die Verabreichung der Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer bewirkte eine Reduktion der Wahrnehmungsschwellen für die Geschmacksqualitäten „bitter“ und „sauer“ [145].

Auch die Adipositas-assoziierten Stoffwechselstörungen Hyperinsulinämie und Diabetes mellitus Typ 2 können mit einem beeinträchtigten Geschmacksempfinden einhergehen. So konnte eine geringere Sensitivität besonders für die Geschmacksqualität „süß“ bei an Diabetes mellitus erkrankten Personen beobachtet werden, die nach erfolgreicher diabetischer Einstellung teilweise reversibel war [109,146].

Zusammenfassend legen diese Erkenntnisse der letzten Jahre eine Modulation der Geschmackswahrnehmung durch endokrine und parakrine Prozesse nahe, die das Geschmacksorgan als ein plastischeres Sinnesorgan erscheinen lassen als dies bislang vermutet wurde. So scheint die hormonelle Modulation der Geschmackszellen eine wichtige Rolle in der peripheren Regulation der Nahrungsaufnahme und des metabolischen Gleichgewichts zu spielen [58]. Wie diese Regulationsmechanismen im Einzelnen aufeinander abgestimmt sind und beeinflusst werden, ist bislang nicht ausreichend erforscht.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie unterstützen die These, dass sich das Geschmacksempfinden adipöser und normalgewichtiger Kinder und Jugendlicher unterscheidet. Die vorliegenden Daten erlauben jedoch keine Rückschlüsse auf die Kausalität. Die in der Literatur diskutierten und oben beschriebenen Erklärungsansätze sind als Ursachen

für die in dieser Arbeit festgestellten Differenzen möglich. Weitere Untersuchungen sind anzustreben, um die Ursache-Wirkungs-Beziehung zu klären.

In vorangegangenen Studien wurden bei adipösen Probanden häufiger genetischer Varianten, die mit einem verminderten Geschmacksempfinden einhergehen, beschrieben. Ein solcher Genotyp gilt als Risikofaktor für die Entwicklung einer Adipositas. So ist auch in dieser Stichprobe als Ursache für die verminderte Geschmackssensitivität der adipösen Probanden ein vermehrtes Vorkommen solcher Genotypen denkbar. Eine Einteilung in PROP- „Taster“ und „Nontaster“ gelang hier jedoch nicht (siehe hierzu Kapitel 4.3.1.3.). Eine genetische Klassifizierung diesbezüglich ist für eine Folgeuntersuchung wünschenswert.

Die Tatsache, dass die Probanden der Gruppe Adipositas einer Hochrisikogruppe für Stoffwechselstörungen wie Hyperinsulinämie und Diabetes mellitus Typ 2 entstammen und signifikant schlechter die dargebotenen Geschmacksqualitäten differenzieren konnten, unterstützt die These, dass das Geschmacksempfinden wie oben dargestellt durch hormonelle Prozesse beeinflusst wird. Die Geschmackswahrnehmung der adipösen Probanden könnte somit etwa durch erhöhte Leptinspiegel oder verminderte Konzentrationen an GLP-1 analog der oben dargestellten Wirkmechanismen beeinträchtigt sein. Auch hierfür ist eine weiterführende Forschungsarbeit anzustreben. So könnte eine Korrelation zwischen Geschmackssensitivität und Hormonspiegeln von z.B. Leptin oder GLP-1 überprüft werden.

Des Weiteren wird eine Beeinträchtigung der Geschmackswahrnehmung aufgrund einseitiger Ernährung und somit unzureichender Konfrontation mit verschiedenen Geschmacksreizen diskutiert. Kinder benötigen eine ausreichende Anzahl an Vergleichswerten zur Einordnung von Geschmacksqualitäten und zur Differenzierung ihres Geschmackssinns. Ebenso ist es zur Überwindung des neophobischen Verhaltens gegenüber unbekanntem Speisen von Bedeutung, dass Kinder schon von ihrer frühen Kindheit an immer wieder mit neuen Geschmackserlebnissen konfrontiert werden [88].

Ein häufiger Konsum von Fastfood und Fertiggerichten, die meistens sehr salzig und mit Geschmacksverstärkern angereichert sind, steht ebenfalls im Verdacht, das Geschmacksempfinden zu beeinträchtigen [147].

Erfahrungen aus der Ernährungsberatung adipöser Kinder und Jugendlicher zeigen, dass diese sich häufiger einseitig ernähren und vermehrt Fertigprodukte verzehren [148]. Dieses Ernährungsverhalten könnte somit auch Auswirkungen auf das Geschmacksempfinden haben.

Die genauen Zusammenhänge zwischen Gewichtsentwicklung und Geschmacksstatus sind bisher unzureichend verstanden. Ein Zusammenwirken der verschiedenen diskutierten Faktoren erscheint plausibel.

Bezüglich der einzelnen getesteten Geschmacksrichtungen zeigten die adipösen Probanden dieser Stichprobe eine signifikant geringere Sensitivität für die Geschmacksqualitäten „salzig“, „umami“ und „bitter“. Die herzhaften Geschmacksqualitäten „salzig“ und „umami“ wurden in den bisherigen Untersuchungen stets vernachlässigt, so dass kaum Vergleichsdaten vorliegen. Eine aktuelle Arbeit von Pepino et al. belegt bei adipösen Frauen ebenfalls eine reduzierte Sensitivität für „umami“ [81]. Für das Kindes- und Jugendalter fehlen bislang diesbezügliche Erkenntnisse. Hinsichtlich der Geschmacksqualität „salzig“ zeigten Pasquet et al. im Gegensatz zu den vorliegenden Daten eine erhöhte Geschmackssensitivität bei adipösen Kindern und Jugendlichen [83]. Eine andere Arbeit, die eine höhere Präferenz für salzige Speisen bei adipösen Probanden zeigt, leitet daraus die Vermutung ab, dass die Geschmackswahrnehmung adipöser und normalgewichtiger Personen differiert. Verlässliche Vergleichsdaten hierzu fehlen jedoch weitgehend [67].

Der Zusammenhang zwischen der Wahrnehmung der Geschmacksqualität „bitter“ und dem Körpergewicht wurde bislang lediglich anhand der künstlichen Bittersubstanz PROP untersucht. Vergleichsdaten für die natürliche Bittersubstanz Chininhydrochlorid sind nicht verfügbar [67].

Bei der Intensitätsschätzung bewerteten die Probanden die vier unterschiedlichen Konzentrationen der Geschmacksqualität „süß“ hinsichtlich ihrer Intensität auf einer Skala mit Punktwerten von 0 bis 5. Alle Süß-Stufen wurden von den Probanden der Gruppe Adipositas geringer eingestuft, bei drei der vier Konzentrationen erwies sich der Unterschied als signifikant. Die Daten decken sich mit denen anderer Autoren, die ebenfalls eine geringere Intensitätseinschätzung adipöser Probanden beschreiben [75,101]. Diese Ergebnisse unterstützen ebenfalls die These, dass die Geschmackswahrnehmung adipöser und normalgewichtiger Personen differiert und Adipöse höhere Konzentrationen an Süßstoffen benötigen, um eine Speise als angenehm einzustufen. Dies wirkt sich wiederum auf den Konsum süßer Lebensmittel aus.

4.3.1.2. Einfluss der Faktoren Geschlecht, Alter und ethnische Zugehörigkeit auf die Geschmackswahrnehmung

Die Daten der vorliegenden Arbeit bezüglich Geschmackswahrnehmung und Geschlecht zeigen, dass die Mädchen den Jungen in der Erkennung von Geschmacksqualitäten überlegen sind, und decken sich mit den Erfahrungen anderer Autoren [35,53,121]: weibliche Probanden wiesen hier ebenfalls eine differenziertere Geschmackswahrnehmung auf. Frauen werden häufiger als sogenannte „Supertaster“ klassifiziert, verfügen über eine höhere Anzahl an Geschmackspapillen, und ihre Geschmackssensitivität wird hormonell, etwa durch den Menstruationszyklus, beeinflusst. Besonders sensibel für Bittersubstanzen sind Frauen im gebärfähigen Alter und Schwangere. Dies gilt als Schutzmechanismus vor toxischen und teratogenen Substanzen [35].

In der Literatur wird eine Zunahme der Fähigkeit, Geschmacksqualitäten zu differenzieren, bis zum Erwachsenenalter beschrieben [149]. Diese Effekte sind vor allem auf Lernprozesse zurückzuführen [35]. In den Daten der vorliegenden Arbeit weist die Kontrollgruppe einen signifikanten Anstieg der Geschmackssensitivität mit zunehmendem Alter auf. Die adipösen Kinder und Jugendlichen zeigen diese bei gesunden Kindern beobachtbare Differenzierung der Geschmackswahrnehmung mit zunehmendem Lebensalter nicht. Der Unterschied zwischen den beiden Studiengruppen hinsichtlich der Fähigkeit, Geschmacksqualitäten zu erkennen, wird mit zunehmendem Alter größer. Eine Beeinträchtigung der Geschmacksentwicklung bei Adipositas durch die in Kapitel 5.3.1.1. beschriebenen Faktoren ist hierbei denkbar und würde die Erklärungsansätze der hormonellen sowie der lernpsychologischen Beeinflussung unterstützen.

Ein Einfluss des Faktors ethnische Zugehörigkeit auf die Geschmackswahrnehmung konnte in der vorliegenden Arbeit nicht nachgewiesen werden. Die Datenlage diesbezüglich ist spärlich, zwei Untersuchungen von Mennella et al. konnten ebenfalls keinen Zusammenhang erkennen [52,130]. Eine Beeinflussung der Geschmackssensitivität durch eine kulturell bedingt unterschiedliche Ernährung ist denkbar, hat aber den Ergebnissen zufolge zumindest bei in Deutschland lebenden Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund keinen messbaren Einfluss.

4.3.1.3. PROP- „Taster“ Status

Eine Einteilung der Probanden in „Taster“ und „Nontaster“ aufgrund ihrer Fähigkeit, die Bittersubstanz Propylthiouracil (PROP) zu schmecken, gelang in dieser Arbeit nicht. Die mit PROP imprägnierten Teststreifen wurden nur in Einzelfällen als bitter wahrgenommen. Erstaunlich war, dass die Teststreifen mit niedrigen Konzentrationen häufiger richtig erkannt wurden als Streifen höherer Konzentrationen.

Die für die Teststreifen der vorliegenden Untersuchung gewählten Konzentrationen der Substanz PROP (18, 56, 180, 560 $\mu\text{mol/l}$) orientierten sich an Referenzarbeiten, die mit denselben oder ähnlichen Konzentrationen durchgeführt wurden [52,69,101]. Im Rahmen dieser Untersuchungen konnten Kinder und Jugendliche hinsichtlich ihres „Taster“-Status als „Taster“ oder „Nontaster“ klassifiziert werden.

Eine Verwechslung der Geschmacksstreifen während der Herstellung oder der Durchführung der Untersuchungen konnte weitestgehend ausgeschlossen werden.

Eine Integration der PROP- Testung in eine Geschmacksprüfung zu allen Geschmacksqualitäten in randomisierter und aufsteigender Reihenfolge, wie dies in der vorliegenden Arbeit durchgeführt wurde, ist bislang in der Literatur nicht beschrieben. Es ist denkbar, dass die gewählten Konzentrationen sich für diese Art der Untersuchung nicht eignen, da die Intensität der PROP- Streifen möglicherweise auch von „Tastern“ als deutlich geringer wahrgenommen wird als die Intensität anderer Geschmacksqualitäten. Dies könnte dazu führen, dass die Bitterperzeption der PROP- Teststreifen, verglichen mit der Wahrnehmung der anderen Geschmacksqualitäten besonders bei den hohen Konzentrationen, so gering ausfällt, dass sie im Vergleich als geschmacklos eingestuft wird. Damit ließe sich auch der erstaunliche Effekt erklären, dass die hohen Konzentrationen seltener erkannt wurden.

Weshalb eine PROP- Klassifikation in der vorliegenden Arbeit nicht gelang, konnte letztendlich nicht abschließend geklärt werden. Für eine Folgestudie ist eine Untersuchung mittels der PROP- Teststreifen bei geändertem Testaufbau wünschenswert.

4.3.2. Nahrungspräferenzen

Die Nahrungspräferenzen der Studienteilnehmer wurden erfasst, indem diese 94 verschiedene Speisen und Getränke hinsichtlich ihrer Vorlieben einer fünf-stufigen Skala zuordneten.

Die Beliebtheit der einzelnen Items und Nahrungsmittelgruppen sowie die Besonderheiten hinsichtlich der Faktoren Gewichtsstatus, Geschlecht und Alter sowie ethnische Zugehörigkeit sollen im Folgenden diskutiert und mit der vorhandenen Literatur in Beziehung gesetzt werden.

4.3.2.1. Beliebtheit der einzelnen Items und der Nahrungsmittelgruppen

Bei Betrachtung der Nahrungsmittel mit den höchsten Präferenzwerten wird ersichtlich, dass sich sowohl als gesund eingestufte als auch aus ernährungsphysiologischer Sicht problematische Items bei den getesteten Kindern und Jugendlichen hoher Beliebtheit erfreuen. Bemerkenswert ist, dass sowohl in der Gruppe Adipositas als auch in der Kontrollgruppe die ersten drei Plätze von Obstsorten eingenommen wurden. Erst danach, aber ebenfalls unter den beliebtesten Speisen, befinden sich die Items Eis, Spaghetti, Schokolade, Pizza und Pommes frites.

Im Vergleich der Nahrungsmittelgruppen schnitten neben der Gruppe *Obst* an erster Stelle auch die Gruppen *Kartoffel-/Nudel-/Reisgerichte* und *Fastfood-Gerichte* gut ab. Am unbeliebtesten waren die Gruppen *Fisch*, *Milchprodukte* und *Gemüse*.

Jedoch wiesen die meisten Gemüsesorten dennoch Präferenzwertungen im positiven Bereich auf. Auch die verbreitete Ansicht, dass Kinder keinen Spinat mögen, bestätigt sich, wie auch in anderen Studien [86], in dieser Stichprobe nicht.

Die Ergebnisse dieser Stichprobe decken sich hinsichtlich der Beliebtheitsgrade größtenteils mit den Ergebnissen anderer Autoren [86,150,151]. Hier schnitten ebenfalls diverse Obstsorten neben Fastfood-Gerichten und Süßigkeiten besonders gut ab.

Häufig wird ein zu geringer Obst- und Gemüsekonsum von Kindern und Jugendlichen beklagt [152,153]. Zumindest der fehlende Obstkonsum liegt nach den Ergebnissen dieser und zahlreicher anderer Untersuchungen nicht an der fehlenden Bereitschaft der Kinder und Jugendlichen, dieses zu verzehren. Vielmehr scheint ein zu geringes Angebot in einigen Haushalten und in Kindergärten und Schulkantinen hierfür verantwortlich zu sein.

4.3.2.2. Einflussfaktor Gewichtsstatus

Da die Ernährung als wichtiger Faktor der Genese der Adipositas gilt, liegt die Annahme nahe, adipöse und normalgewichtige Personen würden sich hinsichtlich ihrer Ernährungsgewohnheiten und Präferenzmuster unterscheiden. Eine vermehrte Vorliebe adipöser Personen für „ungesunde“, fett- und zuckerhaltige Nahrungsmittel wird daher häufig angenommen. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen jedoch ein gegenteiliges Bild:

Die Probanden der Gruppe Adipositas gaben lediglich für einige Obstsorten und das Item *Mineralwasser*, verglichen mit der Kontrollgruppe, deutlich höhere Präferenzwerte an. Deutlich geringere Präferenzen zeigten die adipösen Kinder und Jugendlichen insbesondere für Items aus den Sparten *Süßigkeiten*, *Knabbereien* und *zuckerhaltige Getränke*. Hierbei handelte es sich um „ungesunde“ Nahrungsmittel mit hohem Fett- und/ oder Zuckergehalt.

Beim Vergleich der Nahrungsmittelgruppen waren die Präferenzwerte der adipösen Probanden für die Gruppen *Ei*, *Knabberei* und *Süßigkeiten* signifikant geringer.

Die Tatsache, dass kein „ungesundes“ Präferenzmuster vorliegt, durch welches sich adipöse Kinder und Jugendliche von normalgewichtigen Gleichaltrigen unterscheiden, deckt sich mit den Daten vorangegangener Studien [86,151,154]. Auch das Phänomen, dass ausgerechnet für fett- und zuckerreiche Items von den adipösen Probanden niedrigere Präferenzwerte angegeben werden, wird in diesen Arbeiten beschrieben.

Welche Erklärungsansätze gibt es für dieses Phänomen? Zum einen konnte gezeigt werden, dass adipöse Personen der Nahrungsaufnahme insgesamt eine größere Bedeutung als Normalgewichtige beimessen, dabei jedoch ausgeprägte Vorlieben für ungesunde Nahrungsmittel keine entscheidende Rolle spielen [154,155]. Wissenschaftliche Daten belegen ebenfalls, dass adipöse Kinder und Jugendliche mehr auf sensorische Reize, wie etwa Essensgerüche oder Bilder von Nahrungsmitteln, reagieren [156]. Des Weiteren verzehren sie verglichen mit normalgewichtigen Kindern und Jugendlichen häufiger Zwischenmahlzeiten und essen eher in Abwesenheit von Hungergefühlen [157]. Adipöse Kinder weisen, anders als schlanke Gleichaltrige, im Laufe einer Mahlzeit keine Reduktion der Essgeschwindigkeit auf, was die Aufnahme größerer Nahrungsmengen zur Folge hat [158]. Nicht zuletzt nimmt bei adipösen Personen Essen häufiger die Rolle einer Kompensation anderer Bedürfnisse ein.

All diese Faktoren führen zwar zu einer vermehrten Nährstoffzufuhr, sind jedoch nicht mit spezifischen Nahrungspräferenzen assoziiert.

Adipöse Kinder und Jugendliche weisen häufig ein geringeres Selbstwertgefühl auf, werden mit sozialer Stigmatisierung konfrontiert und leiden aufgrund ihres Körpergewichts unter Schuldgefühlen [11]. Diese Faktoren führen dazu, dass sie im Vergleich zu normalgewichtigen Gleichaltrigen weniger unbefangene Präferenzbewertungen besonders für „ungesunde“ Nahrungsmittel abgeben. Somit wird eine stärkere Beeinflussung ihrer Präferenzbewertungen durch Effekte der sozialen Erwünschtheit beobachtet [151,154].

Ein ähnliches Phänomen kann bei der Erhebung von Ernährungsgewohnheiten beobachtet werden: je übergewichtiger ein Kind, desto häufiger werden verzehrte Speisen bei der Erhebung nicht erwähnt. Dieser Effekt wird als „übergewichtsassoziiertes Underreporting“ bezeichnet [159].

Ferner muss berücksichtigt werden, dass alle adipösen Probanden der vorliegenden Stichprobe Patienten der Adipositas-Sprechstunde waren und somit bereits Erfahrungen mit Ernährungsberatung und teilweise auch mit den in dieser Erhebung verwendeten Lehrmitteln des aid-Informationsdienstes aufwiesen. Daher ist davon auszugehen, dass ihr Wissen bezüglich Nährstoff- und Energiegehalt verschiedener Nahrungsmittel, verglichen mit den Probanden der Kontrollgruppe, ausgeprägter war. Es ist nicht auszuschließen, dass dieses Mehr an Wissen über gesunde Ernährung ihre Präferenzbewertungen auch in Zusammenhang mit den oben beschriebenen psychischen Effekten beeinflusst hat.

4.3.2.3. Einflussfaktor Geschlecht

Das Präferenzmuster der Jungen und Mädchen differiert in der vorliegenden Studie deutlich. Während Jungen eine signifikant höhere Beliebtheit der Nahrungsmittelgruppen *Fleisch* und *Fastfood* sowie zahlreicher einzelner Items dieser Gruppen angaben, wiesen die Mädchen höhere Präferenzen für zahlreiche Obst- und Gemüsesorten auf.

Die in dieser Stichprobe festgestellten Geschlechtsunterschiede in den Nahrungspräferenzen bestätigen in weiten Teilen die Ergebnisse anderer Untersuchungen: der Faktor Geschlecht hat sich sowohl in Präferenzstudien als auch in der Erhebung des Speisen- und Getränkekonsums fast durchgehend als gewichtige Determinante des Ernährungsverhaltens herausgestellt. Dies gilt in gleichem Masse für Kinder, Jugendliche und Erwachsene [85,86,123].

Mehrfach wurde dabei bestätigt, dass Mädchen und Frauen stärker ausgeprägte Vorlieben für Obst und Gemüse aufweisen und sich insgesamt etwas gesünder ernähren. Jungen und Männer hingegen präferieren Fleisch- und Fastfoodgerichte. Der Anteil an Personen, die sich aus unterschiedlichen Gründen fleischlos ernähren, ist unter Frauen und Mädchen höher.

Als Ursachen für diese wiederholt beobachteten Unterschiede werden ein fundierteres Wissen von Frauen über gesunde Ernährung und ein dafür höheres Bewusstsein beschrieben. Zudem weisen Frauen und Mädchen ein größeres Bedürfnis auf, ihr Gewicht zu kontrollieren [160].

4.3.2.4. Einflussfaktor Alter

Die Beliebtheit der einzelnen Items sowie der Nahrungsmittelgruppen nahm in der vorliegenden Arbeit mit zunehmendem Alter ab. Dieser Effekt zeigte sich besonders deutlich für die Nahrungsmittelgruppen *Milchprodukte*, *Knabbererei*, *Süßigkeiten*, *Ei* sowie *Fastfood*. Jedoch blieben die jeweiligen Präferenzwerte trotz dieser Abnahmen alle im positiven Wertebereich, also zwischen 0 (weder gern noch ungerne) und 2 (ganz besonders gern).

Die Datenlage bezüglich des Einflussfaktors Alter auf die Essenspräferenzen ist uneinheitlich. Einige Arbeiten beschreiben ein stabiles Präferenzmuster, welches sich im Laufe der Entwicklung kaum verändert [86,161]. Andere Autoren hingegen zeigen eine Verschlechterung der Ernährungsqualität mit zunehmendem Alter [162]. Diese Veränderungen betreffen in erster Linie die Nahrungsmittelgruppen Obst und Gemüse, die Einschränkung der Akzeptanz entwickelt sich während der Pubertät.

In der hier untersuchten Stichprobe waren die Präferenzwerte für Obst und Gemüse hingegen über alle Altersgruppen hinweg weitestgehend stabil. Die in anderen Arbeiten beschriebene Tendenz hin zu einem ungesünderen Präferenzmuster mit Eintritt in die Pubertät konnte in der vorliegenden Arbeit nicht beobachtet werden.

Die Reduktion der Präferenzwerte in den oben beschriebenen Nahrungskategorien mit zunehmendem Alter war zwar signifikant, jedoch bewegten sich die Werte durchgehend im positiven Präferenzbereich, sie wurden also noch immer als gemocht eingestuft. In keinem Bereich wechselten die Werte in den negativen Bereich, also von Präferenz zu Ablehnung.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass mit ansteigendem Alter die Fähigkeit zunimmt, differenziertere Abstufungen zwischen unterschiedlich präferierten Items vorzunehmen. Des Weiteren nimmt mit ansteigendem Alter das Wissen um gesunde Ernährung zu und, ähnlich

den Ergebnissen hinsichtlich des Faktors Gewichtsstatus, nimmt wohl auch das Phänomen der sozialen Erwünschtheit zu.

Die uneinheitliche Datenlage bezüglich des Einflussfaktors Alter resultiert möglicherweise aus den sehr unterschiedlichen Altersgruppen und Altersspannen, die in den bisher durchgeführten Studien untersucht wurden [85].

4.3.2.5. Einflussfaktor ethnische Zugehörigkeit

Die Kinder und Jugendlichen türkischer Herkunft gaben in dieser Stichprobe signifikant geringere Präferenzen für die Nahrungsmittelgruppe *Fleisch* an, nicht signifikant geringere Präferenzen für die Gruppen *Gemüse* und *Milchprodukte*. Die Gruppe *Obst* hingegen bewerteten sie etwas höher.

Nahrungspräferenzen von Kindern werden schon während der Schwangerschaft und der Stillperiode durch das mütterliche Ernährungsverhalten geprägt [93,94]. Verschiedene Untersuchungen konnten so schon im Kleinkindalter ethnische und kulturelle Differenzen in den Nahrungspräferenzen ausmachen [163]. Hinsichtlich der Nahrungspräferenzen von Kindern und Jugendlichen mit Migrationshintergrund in westlichen Industrienationen ist die Datenlage jedoch schlecht.

Eine Studie, die eine große Population in Deutschland lebender Kinder und Jugendlicher in Bezug auf ihr Essverhalten untersuchte, zeigte ebenfalls einen signifikant geringeren Fleischkonsum türkischstämmiger Kinder und Jugendlicher verglichen mit deutschstämmigen Gleichaltrigen [164]. Diese Autoren beschreiben ferner einen signifikant höheren Konsum an Pommes frites, diversen Snacks und Softdrinks bei den türkischen Probanden. Vergleichbare Ergebnisse zeigt eine Studie aus den Niederlanden, die das Essverhalten Erwachsener hinsichtlich ihres Migrationshintergrundes untersuchte [165].

Diese Ergebnisse - ebenso wie die Tatsache, dass Adipositas in Migrantenfamilien häufiger auftritt - müssen jedoch vor dem Hintergrund betrachtet werden, dass Migranten häufiger einen niedrigeren sozioökonomischen Status innehaben, was an sich schon ein Risikofaktor für Adipositas sowie für ungesündere Ernährung darstellt.

Die signifikant niedrigeren Präferenzwertungen der türkischstämmigen Probanden in der Kategorie *Fleisch* sind möglicherweise der Tatsache geschuldet, dass auf den Abbildungen nicht erkenntlich war, um welche Fleischsorte es sich hierbei handelte und somit nicht auszuschließen war, dass die Speisen Schweinefleisch enthielten.

Ferner muss beachtet werden, dass die hier verwendeten Items auf einer mitteleuropäisch geprägten Ernährung basieren und Angehörige anderer Ethnien ihre Ernährungsgewohnheiten dadurch eventuell nicht ausreichend repräsentiert sahen.

4.3.2.6. Getränkepräferenzen

Die in der Literatur beschriebenen Erhebungen der Nahrungspräferenzen berücksichtigen kaum Getränkepräferenzen. Die umfangreiche Präferenzbefragung 10-14jähriger Mädchen und Jungen in Deutschland von Diehl stellt hierbei eine Ausnahme dar [86]. Neben den Präferenzen für Speisen wurden in dieser Arbeit auch die Vorlieben für 14 Items aus der Sparte Getränke erhoben. Die Items Apfel- und Orangensaft erzielten hierbei die höchsten Präferenzwerte, gefolgt von den sogenannten Softdrinks Cola und Limonade. Dieses Präferenzmuster zeigt sich auch im Rahmen der vorliegenden Arbeit.

Die in der Arbeit von Diehl beobachtete signifikant höhere Vorliebe der männlichen Probanden für Softdrinks bestätigt sich ebenfalls in dieser Studie [86].

Wie bei den Präferenzwertungen bezüglich der Speisen wiesen bei den Getränken die Probanden der Kontrollgruppe durchschnittlich höhere Werte auf. Bei den aus ernährungswissenschaftlicher Sicht als problematisch eingestuften *Softdrinks* war dieser Effekt besonders ausgeprägt. Auch diese Ergebnisse legen die Vermutung nahe, dass die Wertungen der adipösen Kinder und Jugendlichen stärker durch ihre Schulung und durch das Phänomen der sozialen Erwünschtheit beeinflusst wurden.

Die Ergebnisse hinsichtlich des Einflussfaktors Alter zeigen ebenfalls eine Reduktion der Präferenzwerte mit zunehmendem Alter, jedoch analog zu den festen Nahrungsmitteln bleiben die Werte weiterhin im positiven Präferenzbereich. Eine signifikante Reduktion lässt sich für die Sparten *milchhaltige Getränke* sowie *Softdrinks* feststellen. Bei letzteren lässt sich auch mit zunehmendem Alter eine verstärkte Verzerrung durch das Phänomen der sozialen Erwünschtheit vermuten.

4.4. Abschließende Bemerkungen und Ausblick

Die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter wie auch unter Erwachsenen ist in einem kontinuierlichen Anstieg begriffen [2,3]. Die daraus resultierenden medizinischen und gesundheitsökonomischen Folgen sind gravierend [11,19]. Darin gründet das Bestreben, die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Ernährungsverhalten, Geschmackswahrnehmung und Gewichtsentwicklung zu vermehren. In diese Bemühungen reiht sich auch die vorliegende Arbeit ein.

Die Ergebnisse dieser Studie stützen die These, dass sich die Geschmackswahrnehmung adipöser und normalgewichtiger Kinder und Jugendlicher unterscheidet. Da Querschnittsstudien aufgrund ihres Designs kaum Rückschlüsse auf die kausalen Zusammenhänge erlauben, sind hierfür Folgestudien mit longitudinalem Design anzustreben. Aktuelle Untersuchungen konnten zeigen, dass das Geschmacksempfinden durch endokrine und parakrine Prozesse moduliert wird und eine weitaus größere Plastizität besitzt als dies bislang vermutet wurde [58]. Die hormonelle Modulation der Geschmackszellen und ihr Einfluss auf die Regelkreise von Essverhalten und Energiestoffwechsel und somit auf die Gewichtsentwicklung werden bislang erst in Ansätzen verstanden. Weiterführende Studien, die Untersuchungen des Hormonstatus integrieren, sind daher wünschenswert.

Des Weiteren wäre eine Untersuchung des Geschmacksempfindens von Kindern mit metabolischen Folgeerkrankungen einer Adipositas im Vergleich zu gesunden Kindern von Interesse.

Auch die Datenlage bezüglich der lernpsychologischen Beeinflussung des Geschmacksempfindens ist unzureichend. Weitergehende Untersuchungen hierzu können möglicherweise Erkenntnisse liefern, die wichtige Ansatzpunkte in der Adipositas- Prävention darstellen können.

Eine genetische Untersuchung, basierend auf der Fähigkeit die Bittersubstanz PROP zu schmecken, wäre ebenfalls anzustreben. Hierfür sollte, anders als in der vorliegenden Studie, ein Design gewählt werden, welches die Sensitivität für PROP, gesondert von den anderen Geschmacksqualitäten, prüft.

Die Aussagekraft von Präferenzbefragungen, wie auch von der Erhebung von Verzehrshäufigkeiten, wird durch den Effekt der sozialen Erwünschtheit beeinträchtigt [151,154,159]. Dieses Phänomen konnte auch in der vorliegenden Arbeit deutlich beobachtet

werden. Eine objektive Erfassung der Ernährungsgewohnheiten oder -vorlieben im Rahmen von Befragungen ist aufgrund dieser Antworttendenz kaum zu realisieren. Möglicherweise können durch Erhebungen, die sich der direkten Konfrontation mit Nahrungsproben bedienen, validere Erkenntnisse gewonnen werden.

Der Anstieg der Prävalenz von Adipositas und Übergewicht in den vergangenen Jahren beruht in erster Linie auf Umweltfaktoren und der Etablierung eines bewegungsarmen und durch hochkalorische Ernährung geprägten Lebensstils [11]. Um diesen Trend aufzuhalten, ist neben einer intensiven Forschung zu biologisch-medizinischen Ursachen ebenso eine Fokussierung gesellschaftlicher und politischer Maßnahmen von entscheidender Bedeutung: die Förderung gesünderer Ernährung sowohl in Familien als auch in Kindergärten und Schulen, ein Verbot für an Kinder gerichtete Werbung oder der Ausbau von städtischen Spielplätzen und Fahrradwegen sollen als einige Beispiele hierfür genannt werden [11].

5. Zusammenfassung

Der Ernährung wird neben anderen Umwelteinflüssen und genetischen Faktoren in der Ätiologie der Adipositas eine große Bedeutung beigemessen. Dies betrifft in besonderem Maße das Kindes- und Jugendalter, da die Phase des Heranwachsens als entscheidend für die spätere Entwicklung einer Adipositas und assoziierter Folgeerkrankungen gilt.

Zu einer adäquaten Ernährung trägt die Geschmackswahrnehmung entscheidend bei, indem Nahrungsmittel auf ihre Verträglichkeit hin überprüft, Nährstoffe identifiziert und der Schutz vor toxischen Substanzen sichergestellt werden.

Des Weiteren stellen Essenspräferenzen, insbesondere im Kindes- und Jugendalter, ein zentrales Kriterium für die Nahrungsmittelwahl dar.

Ob sich adipöse und normalgewichtige Personen in ihrer Geschmackswahrnehmung und ihren Nahrungspräferenzen unterscheiden, ist wissenschaftlich umstritten und nicht abschließend geklärt. Besonders für das Kindes- und Jugendalter ist die Datenlage diesbezüglich unzureichend.

Ziel dieser Arbeit war es, im Rahmen einer Querschnittsstudie 100 adipöse sowie 100 normalgewichtige Kinder und Jugendliche im Alter von 6-18 Jahren hinsichtlich ihrer Geschmackswahrnehmung und ihrer Nahrungspräferenzen zu untersuchen. Außerdem wurde der Einfluss der Faktoren Geschlecht, Alter und ethnische Zugehörigkeit auf diese überprüft. Mittels imprägnierter Filterpapierstreifen wurde die Geschmackswahrnehmung für die fünf Geschmacksqualitäten „süß“, „sauer“, „salzig“, „umami“ und „bitter“ sowie die synthetische Bittersubstanz Propylthiouracil (PROP) getestet. Für die Gesamtheit der Geschmacksqualitäten sowie für die einzelnen Geschmacksrichtungen wurde aus der Anzahl richtig erkannter Geschmacksrichtungen ein Summenscore gebildet. Des Weiteren bewerteten die Probanden die Intensität unterschiedlicher Süß-Konzentrationen auf einer 5-stufigen Punkteskala. Zur Erhebung der Nahrungspräferenzen bewerteten die Probanden 94 Nahrungsmittel hinsichtlich ihrer Präferenz auf einer 5-stufigen Gesichtsskala.

Es konnte gezeigt werden, dass die Gruppe der adipösen Kinder und Jugendlichen, verglichen mit der Kontrollgruppe, die dargebotenen Geschmacksreize in ihrer Gesamtheit signifikant schlechter identifizieren konnte ($p < 0,001$). Hinsichtlich der einzelnen Geschmacksqualitäten wurde in der Gruppe Adipositas eine signifikant geringere Wahrnehmung der

Geschmacksqualitäten „salzig“, „umami“ und „bitter“ beobachtet. Des Weiteren haben sich die Faktoren Alter und Geschlecht als gewichtige Determinanten herausgestellt: mit zunehmendem Alter und bei weiblichem Geschlecht konnte eine differenziertere Geschmackswahrnehmung beobachtet werden. Die adipösen Probanden bewerteten die unterschiedlichen Süß-Konzentrationen hinsichtlich ihrer Intensität signifikant geringer.

Zur Auswertung der Nahrungspräferenzen wurden die einzelnen Items zu Nahrungsmittel- und Getränkegruppen zusammengefasst. Hierbei wiesen die Nahrungsmittelgruppen *Obst*, *Kartoffel-/Nudel-/Reisgerichte* und *Fastfood* die höchsten Präferenzwertungen auf. Die adipösen Kinder und Jugendlichen gaben insgesamt niedrigere Präferenzwertungen ab, dieser Effekt zeigte sich insbesondere bei ungesunden Nahrungsmitteln mit hohem Fett- und/oder Zuckergehalt. Als Ursache für dieses auch von anderen Autoren bei adipösen Kindern und Jugendlichen beobachtete Phänomen wird eine stärkere Beeinflussung der Präferenzwertungen durch Effekte der sozialen Erwünschtheit angenommen. Hinsichtlich des Geschlechts zeigten sich ebenfalls unterschiedliche Präferenzmuster: so bewerteten die Jungen *Fleisch* und *Fastfood* sowie *Softdrinks* signifikant höher, die Mädchen zeigten größere Vorlieben für *Obst* und *Gemüse*. Mit zunehmendem Alter wiesen die Probanden signifikant niedrigere Präferenzwertungen auf. Die ethnische Zugehörigkeit erwies sich lediglich für die Nahrungsmittelgruppe *Fleisch* als bedeutende Determinante.

Die These, dass sich adipöse Kinder und Jugendliche hinsichtlich ihrer Geschmackswahrnehmung von normalgewichtigen Gleichaltrigen unterscheiden, konnte in dieser Arbeit bestätigt werden. Die vorliegenden Daten erlauben keine Rückschlüsse auf die Kausalität. Aktuelle Studien zur Modulation der Geschmackswahrnehmung deuten darauf hin, dass es sich beim Geschmackssinn um ein plastischeres Sinnesorgan handelt als dies bislang angenommen wurde. So mehren sich die Hinweise, dass neben den gut erforschten genetischen Einflussfaktoren auch hormonelle sowie lernpsychologische Einflüsse eine bedeutsame Rolle spielen.

Die Zusammenhänge zwischen Geschmackswahrnehmung, Ernährungsverhalten und Adipositasrisiko sind bislang noch unzureichend verstanden. Weitere Studien hierzu sind anzustreben, um neue Strategien zur Adipositas-Prävention im Kindes- und Jugendalter zu entwickeln.

6. Literaturverzeichnis

- [1] Qi L, Cho YA. Gene-environment interaction and obesity. *Nutr Rev* 2008;66 (12):684-94.
- [2] Ogden CL, Yanovski SZ, Carroll MD, et al. The epidemiology of obesity. *Gastroenterology* 2007;132 (6):2087-102.
- [3] Lobstein T, Frelut ML. Prevalence of overweight among children in Europe. *Obes Rev* 2003;4 (4):195-200.
- [4] Poskitt EM. Countries in transition: underweight to obesity non-stop? *Ann Trop Paediatr* 2009;29 (1):1-11.
- [5] Pena M, Bacallao J. Malnutrition and poverty. *Annu Rev Nutr* 2002;22:241-53.
- [6] de Onis M, Blossner M. Prevalence and trends of overweight among preschool children in developing countries. *Am J Clin Nutr* 2000;72 (4):1032-9.
- [7] Kurth BM, Schaffrath Rosario A. [The prevalence of overweight and obese children and adolescents living in Germany. Results of the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007;50 (5-6):736-43.
- [8] Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, et al. Inter-relationships among childhood BMI, childhood height, and adult obesity: the Bogalusa Heart Study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2004;28 (1):10-6.
- [9] World Health Organization, Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health - Obesity and overweight, <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/obesity/en/> (Stand 09.08.2010).
- [10] Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter, Leitlinien <http://www.a-g-a.de/Leitlinien3.pdf>, (Stand 09.10.2012).
- [11] Ebbeling CB, Pawlak DB, Ludwig DS. Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002;360 (9331):473-82.
- [12] Rolls BJ. The role of energy density in the overconsumption of fat. *J Nutr* 2000;130 (2S Suppl):268S-71S.
- [13] Speiser PW, Rudolf MC, Anhalt H, et al. Childhood obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 2005;90 (3):1871-87.
- [14] Ludwig DS, Peterson KE, Gortmaker SL. Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: a prospective, observational analysis. *Lancet* 2001;357 (9255):505-8.

- [15] Trost SG, Kerr LM, Ward DS, et al. Physical activity and determinants of physical activity in obese and non-obese children. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25 (6):822-9.
- [16] Maes HH, Neale MC, Eaves LJ. Genetic and environmental factors in relative body weight and human adiposity. *Behav Genet* 1997;27 (4):325-51.
- [17] Farooqi IS, Matarese G, Lord GM, et al. Beneficial effects of leptin on obesity, T cell hyporesponsiveness, and neuroendocrine/metabolic dysfunction of human congenital leptin deficiency. *J Clin Invest* 2002;110 (8):1093-103.
- [18] Krude H, Biebermann H, Schnabel D, et al. Obesity due to proopiomelanocortin deficiency: three new cases and treatment trials with thyroid hormone and ACTH4-10. *J Clin Endocrinol Metab* 2003;88 (10):4633-40.
- [19] Peeters A, Barendregt JJ, Willekens F, et al. Obesity in adulthood and its consequences for life expectancy: a life-table analysis. *Ann Intern Med* 2003;138 (1):24-32.
- [20] Lee YS. Consequences of childhood obesity. *Ann Acad Med Singapore* 2009;38 (1):75-7.
- [21] Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter, 2011 http://www.aga.adipositas-gesellschaft.de/fileadmin/PDF/Leitlinien/AGA_S2_Leitlinie.pdf (Stand 08.10.2012).
- [22] Cornette R. The emotional impact of obesity on children. *Worldviews Evid Based Nurs* 2008;5 (3):136-41.
- [23] Britz B, Siegfried W, Ziegler A, et al. Rates of psychiatric disorders in a clinical study group of adolescents with extreme obesity and in obese adolescents ascertained via a population based study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24 (12):1707-14.
- [24] Strauss RS. Childhood obesity and self-esteem. *Pediatrics* 2000;105 (1):e15.
- [25] McGee DL. Body mass index and mortality: a meta-analysis based on person-level data from twenty-six observational studies. *Ann Epidemiol* 2005;15 (2):87-97.
- [26] Bau AM, Sannemann J, Ernert A, et al. Association between Health-Related Quality of Life and Selected Indicators for 10- to 15-Year-Old Girls in Berlin. *Gesundheitswesen* 2010.
- [27] Renzaho A, Wooden M, Houg B. Associations between body mass index and health-related quality of life among Australian adults. *Qual Life Res* 2010.
- [28] World Health Organization, Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/pa/en>, (Stand 09.08.2010).
- [29] Robert Koch Institut, Übergewicht und Adipositas. Themenheft 16. RKI Berlin. Berlin, 2003

- http://edoc.rki.de/documents/rki_fv/reUzuR53Jx9JI/PDF/26TzxAg9BtuM_57.pdf,
(Stand 09.08.2010).
- [30] Bessesen DH. Update on obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 2008;93 (6):2027-34.
- [31] Behrens M, Meyerhof W. Bitter taste receptors and human bitter taste perception. *Cell Mol Life Sci* 2006;63 (13):1501-9.
- [32] Breslin PA, Huang L. Human taste: peripheral anatomy, taste transduction, and coding. *Adv Otorhinolaryngol* 2006;63:152-90.
- [33] Reed DR, Tanaka T, McDaniel AH. Diverse tastes: Genetics of sweet and bitter perception. *Physiol Behav* 2006;88 (3):215-26.
- [34] Bachmanov AA, Beauchamp GK. Taste receptor genes. *Annu Rev Nutr* 2007;27:389-414.
- [35] Duffy VB. Variation in oral sensation: implications for diet and health. *Curr Opin Gastroenterol* 2007;23 (2):171-7.
- [36] Chandrashekar J, Hoon MA, Ryba NJ, et al. The receptors and cells for mammalian taste. *Nature* 2006;444 (7117):288-94.
- [37] Lindemann B. Receptors and transduction in taste. *Nature* 2001;413 (6852):219-25.
- [38] Dramane G, Abdoul-Azize S, Hichami A, et al. STIM1 regulates calcium signaling in taste bud cells and preference for fat in mice. *J Clin Invest* 2012.
- [39] Laugerette F, Passilly-Degrace P, Patris B, et al. CD36 involvement in orosensory detection of dietary lipids, spontaneous fat preference, and digestive secretions. *J Clin Invest* 2005;115 (11):3177-84.
- [40] Laugerette F, Gaillard D, Passilly-Degrace P, et al. Do we taste fat? *Biochimie* 2007;89 (2):265-9.
- [41] Gaillard D, Laugerette F, Darcel N, et al. The gustatory pathway is involved in CD36-mediated orosensory perception of long-chain fatty acids in the mouse. *Faseb J* 2008;22 (5):1458-68.
- [42] Mattes RD. Is there a fatty acid taste? *Annu Rev Nutr* 2009;29:305-27.
- [43] Pepino MY, Love-Gregory L, Klein S, et al. The fatty acid translocase gene CD36 and lingual lipase influence oral sensitivity to fat in obese subjects. *J Lipid Res* 2012;53 (3):561-6.
- [44] Gilbertson TA, Kinnamon SC. Making sense of chemicals. *Chem Biol* 1996;3 (4):233-7.
- [45] Northcutt RG. Taste buds: development and evolution. *Brain Behav Evol* 2004;64 (3):198-206.

- [46] Jahnke K, Baur P. Freeze-fracture study of taste bud pores in the foliate papillae of the rabbit. *Cell Tissue Res* 1979;200 (2):245-56.
- [47] Tomchik SM, Berg S, Kim JW, et al. Breadth of tuning and taste coding in mammalian taste buds. *J Neurosci* 2007;27 (40):10840-8.
- [48] Chandrashekar J, Kuhn C, Oka Y, et al. The cells and peripheral representation of sodium taste in mice. *Nature* 2010;464 (7286):297-301.
- [49] Zhao GQ, Zhang Y, Hoon MA, et al. The receptors for mammalian sweet and umami taste. *Cell* 2003;115 (3):255-66.
- [50] Simon SA, de Araujo IE, Gutierrez R, et al. The neural mechanisms of gustation: a distributed processing code. *Nat Rev Neurosci* 2006;7 (11):890-901.
- [51] Lemon CH, Katz DB. The neural processing of taste. *BMC Neurosci* 2007;8 Suppl 3:S5.
- [52] Mennella JA, Pepino MY, Reed DR. Genetic and environmental determinants of bitter perception and sweet preferences. *Pediatrics* 2005;115 (2):e216-22.
- [53] Bartoshuk LM, Duffy VB, Miller IJ. PTC/PROP tasting: anatomy, psychophysics, and sex effects. *Physiol Behav* 1994;56 (6):1165-71.
- [54] Flaxman SM, Sherman PW. Morning sickness: a mechanism for protecting mother and embryo. *Q Rev Biol* 2000;75 (2):113-48.
- [55] Duffy VB, Bartoshuk LM, Striegel-Moore R, et al. Taste changes across pregnancy. *Ann N Y Acad Sci* 1998;855:805-9.
- [56] Steiner JE, Glaser D, Hawilo ME, et al. Comparative expression of hedonic impact: affective reactions to taste by human infants and other primates. *Neurosci Biobehav Rev* 2001;25 (1):53-74.
- [57] Martin B, Dotson CD, Shin YK, et al. Modulation of taste sensitivity by GLP-1 signaling in taste buds. *Ann N Y Acad Sci* 2009;1170:98-101.
- [58] Shin YK, Martin B, Golden E, et al. Modulation of taste sensitivity by GLP-1 signaling. *J Neurochem* 2008;106 (1):455-63.
- [59] Garcia-Bailo B, Toguri C, Eny KM, et al. Genetic variation in taste and its influence on food selection. *Omics* 2009;13 (1):69-80.
- [60] Fox AL. The Relationship between Chemical Constitution and Taste. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1932;18 (1):115-20.
- [61] Kim UK, Breslin PA, Reed D, et al. Genetics of human taste perception. *J Dent Res* 2004;83 (6):448-53.
- [62] Tepper BJ. Nutritional implications of genetic taste variation: the role of PROP sensitivity and other taste phenotypes. *Annu Rev Nutr* 2008;28:367-88.

- [63] Kim UK, Jorgenson E, Coon H, et al. Positional cloning of the human quantitative trait locus underlying taste sensitivity to phenylthiocarbamide. *Science* 2003;299 (5610):1221-5.
- [64] Keskitalo K, Knaapila A, Kallela M, et al. Sweet taste preferences are partly genetically determined: identification of a trait locus on chromosome 16. *Am J Clin Nutr* 2007;86 (1):55-63.
- [65] Kim UK, Wooding S, Riaz N, et al. Variation in the human TAS1R taste receptor genes. *Chem Senses* 2006;31 (7):599-611.
- [66] Hummel T, Welge-Lüssen A. *Riech- und Schmeckstörungen*, Georg Thieme Verlag 2009; p.95-105, p.114-121.
- [67] Donaldson LF, Bennett L, Baic S, et al. Taste and weight: is there a link? *Am J Clin Nutr* 2009;90 (3):800S-3S.
- [68] Goldstein GL, Daun H, Tepper BJ. Adiposity in middle-aged women is associated with genetic taste blindness to 6-n-propylthiouracil. *Obes Res* 2005;13 (6):1017-23.
- [69] Tepper BJ, Ullrich NV. Influence of genetic taste sensitivity to 6-n-propylthiouracil (PROP), dietary restraint and disinhibition on body mass index in middle-aged women. *Physiol Behav* 2002;75 (3):305-12.
- [70] Drewnowski A, Henderson SA, Cockroft JE. Genetic sensitivity to 6-n-propylthiouracil has no influence on dietary patterns, body mass indexes, or plasma lipid profiles of women. *J Am Diet Assoc* 2007;107 (8):1340-8.
- [71] Yackinous CA, Guinard JX. Relation between PROP (6-n-propylthiouracil) taster status, taste anatomy and dietary intake measures for young men and women. *Appetite* 2002;38 (3):201-9.
- [72] Keller KL, Reid A, MacDougall MC, et al. Sex differences in the effects of inherited bitter thiourea sensitivity on body weight in 4-6-year-old children. *Obesity (Silver Spring)* 2010;18 (6):1194-200.
- [73] Keller KL, Tepper BJ. Inherited taste sensitivity to 6-n-propylthiouracil in diet and body weight in children. *Obes Res* 2004;12 (6):904-12.
- [74] Goldstein GL, Daun H, Tepper BJ. Influence of PROP taster status and maternal variables on energy intake and body weight of pre-adolescents. *Physiol Behav* 2007;90 (5):809-17.
- [75] Bartoshuk LM, Duffy VB, Hayes JE, et al. Psychophysics of sweet and fat perception in obesity: problems, solutions and new perspectives. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2006;361 (1471):1137-48.
- [76] Sartor F, Donaldson LF, Markland DA, et al. Taste perception and implicit attitude toward sweet related to body mass index and soft drink supplementation. *Appetite* 2011;57 (1):237-46.

- [77] Grinker J. Obesity and sweet taste. *Am J Clin Nutr* 1978;31 (6):1078-87.
- [78] Anderson GH. Sugars, sweetness, and food intake. *Am J Clin Nutr* 1995;62 (1 Suppl):195S-201S; discussion S-2S.
- [79] Simchen U, Koebnick C, Hoyer S, et al. Odour and taste sensitivity is associated with body weight and extent of misreporting of body weight. *Eur J Clin Nutr* 2006;60 (6):698-705.
- [80] Keskitalo K, Tuorila H, Spector TD, et al. The Three-Factor Eating Questionnaire, body mass index, and responses to sweet and salty fatty foods: a twin study of genetic and environmental associations. *Am J Clin Nutr* 2008;88 (2):263-71.
- [81] Pepino MY, Finkbeiner S, Beauchamp GK, et al. Obese women have lower monosodium glutamate taste sensitivity and prefer higher concentrations than do normal-weight women. *Obesity (Silver Spring)* 2010;18 (5):959-65.
- [82] Maffei C, Grezzani A, Perrone L, et al. Could the savory taste of snacks be a further risk factor for overweight in children? *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2008;46 (4):429-37.
- [83] Pasquet P, Frelut ML, Simmen B, et al. Taste perception in massively obese and in non-obese adolescents. *Int J Pediatr Obes* 2007;2 (4):242-8.
- [84] Cooke L. The importance of exposure for healthy eating in childhood: a review. *J Hum Nutr Diet* 2007;20 (4):294-301.
- [85] Cooke LJ, Wardle J. Age and gender differences in children's food preferences. *Br J Nutr* 2005;93 (5):741-6.
- [86] Diehl JM. [Food preferences of 10- to 14-year-old boys and girls]. *Schweiz Med Wochenschr* 1999;129 (5):151-61.
- [87] Birch LL. Development of food preferences. *Annu Rev Nutr* 1999;19:41-62.
- [88] Harris G. Development of taste and food preferences in children. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2008;11 (3):315-9.
- [89] Dovey TM, Staples PA, Gibson EL, et al. Food neophobia and 'picky/fussy' eating in children: a review. *Appetite* 2008;50 (2-3):181-93.
- [90] Birch LL, Anzman-Frasca S. Promoting children's healthy eating in obesogenic environments: Lessons learned from the rat. *Physiol Behav* 2011;104 (4):641-5.
- [91] Beauchamp GK, Mennella JA. Flavor perception in human infants: development and functional significance. *Digestion* 2011;83 Suppl 1:1-6.
- [92] Schaal B, Marlier L, Soussignan R. Human foetuses learn odours from their pregnant mother's diet. *Chem Senses* 2000;25 (6):729-37.
- [93] Mennella JA, Beauchamp GK. Maternal diet alters the sensory qualities of human milk and the nursing infant's behavior. *Pediatrics* 1991;88 (4):737-44.
-

- [94] Mennella JA, Jagnow CP, Beauchamp GK. Prenatal and postnatal flavor learning by human infants. *Pediatrics* 2001;107 (6):E88.
- [95] Nicklaus S. Development of food variety in children. *Appetite* 2009;52 (1):253-5.
- [96] Mennella JA, Trabulsi JC. Complementary foods and flavor experiences: setting the foundation. *Ann Nutr Metab* 2012;60 Suppl 2:40-50.
- [97] Cooke LJ, Wardle J, Gibson EL, et al. Demographic, familial and trait predictors of fruit and vegetable consumption by pre-school children. *Public Health Nutr* 2004;7 (2):295-302.
- [98] Tepper BJ. 6-n-Propylthiouracil: a genetic marker for taste, with implications for food preference and dietary habits. *Am J Hum Genet* 1998;63 (5):1271-6.
- [99] Duffy VB, Davidson AC, Kidd JR, et al. Bitter receptor gene (TAS2R38), 6-n-propylthiouracil (PROP) bitterness and alcohol intake. *Alcohol Clin Exp Res* 2004;28 (11):1629-37.
- [100] Ullrich NV, Touger-Decker R, O'Sullivan-Maillet J, et al. PROP taster status and self-perceived food adventurousness influence food preferences. *J Am Diet Assoc* 2004;104 (4):543-9.
- [101] Anliker JA, Bartoshuk L, Ferris AM, et al. Children's food preferences and genetic sensitivity to the bitter taste of 6-n-propylthiouracil (PROP). *Am J Clin Nutr* 1991;54 (2):316-20.
- [102] Turnbull B, Matisoo-Smith E. Taste sensitivity to 6-n-propylthiouracil predicts acceptance of bitter-tasting spinach in 3-6-y-old children. *Am J Clin Nutr* 2002;76 (5):1101-5.
- [103] Keller KL, Steinmann L, Nurse RJ, et al. Genetic taste sensitivity to 6-n-propylthiouracil influences food preference and reported intake in preschool children. *Appetite* 2002;38 (1):3-12.
- [104] Bell KI, Tepper BJ. Short-term vegetable intake by young children classified by 6-n-propylthiouracil bitter-taste phenotype. *Am J Clin Nutr* 2006;84 (1):245-51.
- [105] Hursti Uk K, Sjoden P. Food and general neophobia and their relationship with self-reported food choice: familial resemblance in Swedish families with children of ages 7-17 years. *Appetite* 1997;29 (1):89-103.
- [106] Kromeyer-Hauschild K WM, Kunze D, Geller F. Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes-und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschr Kinderheilkd* 2001; 149:807-818.
- [107] Schenk L, Ellert U, Neuhauser H. [Children and adolescents in Germany with a migration background. Methodical aspects in the German Health Interview and Examination Survey for Children and Adolescents (KiGGS)]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz* 2007;50 (5-6):590-9.

- [108] Schenk L, Bau AM, Borde T, et al. [A basic set of indicators for mapping migrant status. Recommendations for epidemiological practice]. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz 2006;49 (9):853-60.
- [109] Mueller C, Kallert S, Renner B, et al. Quantitative assessment of gustatory function in a clinical context using impregnated "taste strips". Rhinology 2003;41 (1):2-6.
- [110] aid Infodienst
<http://www.aid.de/ernaehrung/ernaehrungspyramide.php> (Stand 09.10.2012).
- [111] Buehl A. SPSS 14 Einführung in die moderne Datenanalyse. Pearson Studium 2006 München.
- [112] Dietz WH. Critical periods in childhood for the development of obesity. Am J Clin Nutr 1994;59 (5):955-9.
- [113] Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2011
http://www.statistik-berlin-brandenburg.de/Publikationen/Stat_Berichte/2011/SB_A1-6_hj02-10_BE.pdf, (Stand 09.10.2012).
- [114] Gesundheit Berlin-Brandenburg e.V., Zur gesundheitlichen Lage von Kindern in Berlin
<http://www.gesundheitberlin.de/index.php4?request=search&topic=1483&type=infotext>, (Stand 09.10.2012).
- [115] Cole TJ, Faith MS, Pietrobelli A, et al. What is the best measure of adiposity change in growing children: BMI, BMI %, BMI z-score or BMI centile? Eur J Clin Nutr 2005;59 (3):419-25.
- [116] Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, et al. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. Am J Clin Nutr 2002;75 (6):978-85.
- [117] Himes JH, Dietz WH. Guidelines for overweight in adolescent preventive services: recommendations from an expert committee. The Expert Committee on Clinical Guidelines for Overweight in Adolescent Preventive Services. Am J Clin Nutr 1994;59 (2):307-16.
- [118] Poskitt EM. Defining childhood obesity: the relative body mass index (BMI). European Childhood Obesity group. Acta Paediatr 1995;84 (8):961-3.
- [119] Wabitsch M, Kunze D. Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter der Deutschen Adipositas-Gesellschaft. 2003. pp. p. 11-3.
- [120] Freedman DS, Sherry B. The validity of BMI as an indicator of body fatness and risk among children. Pediatrics 2009;124 Suppl 1:S23-34.
- [121] Landis BN, Welge-Luessen A, Bramerson A, et al. "Taste Strips" - a rapid, lateralized, gustatory bedside identification test based on impregnated filter papers. J Neurol 2009;256 (2):242-8.

- [122] Ahne G, Erras A, Hummel T, et al. Assessment of gustatory function by means of tasting tablets. *Laryngoscope* 2000;110 (8):1396-401.
- [123] Caine-Bish NL, Scheule B. Gender differences in food preferences of school-aged children and adolescents. *J Sch Health* 2009;79 (11):532-40.
- [124] Drewnowski A. Taste preferences and food intake. *Annu Rev Nutr* 1997;17:237-53.
- [125] Perez-Rodrigo C, Ribas L, Serra-Majem L, et al. Food preferences of Spanish children and young people: the enKid study. *Eur J Clin Nutr* 2003;57 Suppl 1:S45-8.
- [126] Logue AW, Logue CM, Uzzo RG, et al. Food preferences in families. *Appetite* 1988;10 (3):169-80.
- [127] Seer C, Winter C, Weggemann S. [Favorite food and influences on food preferences of kindergarten children]. *Z Ernährungswiss* 1996;35 (2):143-9.
- [128] Kaminski LC, Henderson SA, Drewnowski A. Young women's food preferences and taste responsiveness to 6-n-propylthiouracil (PROP). *Physiol Behav* 2000;68 (5):691-7.
- [129] Essick GK, Chopra A, Guest S, et al. Lingual tactile acuity, taste perception, and the density and diameter of fungiform papillae in female subjects. *Physiol Behav* 2003;80 (2-3):289-302.
- [130] Mennella JA, Pepino MY, Duke FF, et al. Age modifies the genotype-phenotype relationship for the bitter receptor TAS2R38. *BMC Genet* 2010;11 (1):60.
- [131] Laing DG, Segovia C, Fark T, et al. Tests for screening olfactory and gustatory function in school-age children. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;139 (1):74-82.
- [132] McMinn JE, Baskin DG, Schwartz MW. Neuroendocrine mechanisms regulating food intake and body weight. *Obes Rev* 2000;1 (1):37-46.
- [133] Kawai K, Sugimoto K, Nakashima K, et al. Leptin as a modulator of sweet taste sensitivities in mice. *Proc Natl Acad Sci U S A* 2000;97 (20):11044-9.
- [134] Umabiki M, Tsuzaki K, Kotani K, et al. The improvement of sweet taste sensitivity with decrease in serum leptin levels during weight loss in obese females. *Tohoku J Exp Med* 2010;220 (4):267-71.
- [135] Halmi KA, Mason E, Falk JR, et al. Appetitive behavior after gastric bypass for obesity. *Int J Obes* 1981;5 (5):457-64.
- [136] Scruggs DM, Buffington C, Cowan GS, Jr. Taste Acuity of the Morbidly Obese before and after Gastric Bypass Surgery. *Obes Surg* 1994;4 (1):24-8.
- [137] Miras AD, le Roux CW. Bariatric surgery and taste: novel mechanisms of weight loss. *Curr Opin Gastroenterol* 2010;26 (2):140-5.
- [138] Ashrafian H, le Roux CW. Metabolic surgery and gut hormones - a review of bariatric entero-humoral modulation. *Physiol Behav* 2009;97 (5):620-31.
-

- [139] Williams DL. Minireview: finding the sweet spot: peripheral versus central glucagon-like peptide 1 action in feeding and glucose homeostasis. *Endocrinology* 2009;150 (7):2997-3001.
- [140] Batterham RL, Ffytche DH, Rosenthal JM, et al. PYY modulation of cortical and hypothalamic brain areas predicts feeding behaviour in humans. *Nature* 2007;450 (7166):106-9.
- [141] Grill HJ, Skibicka KP, Hayes MR. Imaging obesity: fMRI, food reward, and feeding. *Cell Metab* 2007;6 (6):423-5.
- [142] Acosta A, Hurtado MD, Gorbatyuk O, et al. Salivary PYY: a putative bypass to satiety. *PLoS One* 2011;6 (10):e26137.
- [143] Herness S, Zhao FL, Lu SG, et al. Expression and physiological actions of cholecystokinin in rat taste receptor cells. *J Neurosci* 2002;22 (22):10018-29.
- [144] Shen T, Kaya N, Zhao FL, et al. Co-expression patterns of the neuropeptides vasoactive intestinal peptide and cholecystokinin with the transduction molecules alpha-gustducin and T1R2 in rat taste receptor cells. *Neuroscience* 2005;130 (1):229-38.
- [145] Heath TP, Melichar JK, Nutt DJ, et al. Human taste thresholds are modulated by serotonin and noradrenaline. *J Neurosci* 2006;26 (49):12664-71.
- [146] Perros P, MacFarlane TW, Counsell C, et al. Altered taste sensation in newly-diagnosed NIDDM. *Diabetes Care* 1996;19 (7):768-70.
- [147] Kim GH, Lee HM. Frequent consumption of certain fast foods may be associated with an enhanced preference for salt taste. *J Hum Nutr Diet* 2009;22 (5):475-80.
- [148] Niemeier HM, Raynor HA, Lloyd-Richardson EE, et al. Fast food consumption and breakfast skipping: predictors of weight gain from adolescence to adulthood in a nationally representative sample. *J Adolesc Health* 2006;39 (6):842-9.
- [149] Segovia C, Hutchinson I, Laing DG, et al. A quantitative study of fungiform papillae and taste pore density in adults and children. *Brain Res Dev Brain Res* 2002;138 (2):135-46.
- [150] Larson NI, Neumark-Sztainer D, Hannan PJ, et al. Trends in adolescent fruit and vegetable consumption, 1999-2004: project EAT. *Am J Prev Med* 2007;32 (2):147-50.
- [151] Perl MA, Mandic ML, Primorac L, et al. Adolescent acceptance of different foods by obesity status and by sex. *Physiol Behav* 1998;65 (2):241-5.
- [152] Krebs-Smith SM, Cook A, Subar AF, et al. Fruit and vegetable intakes of children and adolescents in the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1996;150 (1):81-6.
- [153] Wardle J, Steptoe A, Bellisle F, et al. Healthy dietary practices among European students. *Health Psychol* 1997;16 (5):443-50.

- [154] Hill C, Wardle J, Cooke L. Adiposity is not associated with children's reported liking for selected foods. *Appetite* 2009;52 (3):603-8.
- [155] Temple JL, Legierski CM, Giacomelli AM, et al. Overweight children find food more reinforcing and consume more energy than do nonoverweight children. *Am J Clin Nutr* 2008;87 (5):1121-7.
- [156] Jansen A, Theunissen N, Slechten K, et al. Overweight children overeat after exposure to food cues. *Eat Behav* 2003;4 (2):197-209.
- [157] Fisher JO, Birch LL. Eating in the absence of hunger and overweight in girls from 5 to 7 y of age. *Am J Clin Nutr* 2002;76 (1):226-31.
- [158] Lindgren AC, Barkeling B, Hagg A, et al. Eating behavior in Prader-Willi syndrome, normal weight, and obese control groups. *J Pediatr* 2000;137 (1):50-5.
- [159] Bandini LG, Schoeller DA, Cyr HN, et al. Validity of reported energy intake in obese and nonobese adolescents. *Am J Clin Nutr* 1990;52 (3):421-5.
- [160] Westenhoefer J. Age and gender dependent profile of food choice. *Forum Nutr* 2005 (57):44-51.
- [161] Lien N, Lytle LA, Klepp KI. Stability in consumption of fruit, vegetables, and sugary foods in a cohort from age 14 to age 21. *Prev Med* 2001;33 (3):217-26.
- [162] Lytle LA, Seifert S, Greenstein J, et al. How do children's eating patterns and food choices change over time? Results from a cohort study. *Am J Health Promot* 2000;14 (4):222-8.
- [163] Kumanyika SK. Environmental influences on childhood obesity: ethnic and cultural influences in context. *Physiol Behav* 2008;94 (1):61-70.
- [164] Kleiser C, Mensink GB, Neuhauser H, et al. Food intake of young people with a migration background living in Germany. *Public Health Nutr* 2010;13 (3):324-30.
- [165] Cornelisse-Vermaat JR, van den Brink HM. Ethnic differences in lifestyle and overweight in the Netherlands. *Obesity (Silver Spring)* 2007;15 (2):483-93.

7. Anhang

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sinneszelle (taste receptor cell (TRC)), Geschmackspore (taste pore) und Geschmacksknospen (taste buds).....	7
Abbildung 2: Schematische Darstellung von Geschmacksrezeptoren.....	8
Abbildung 3: Gesichtsskala.....	25
Abbildung 4: Punktwerte des Summscore gesamt in Abhängigkeit der Testgruppe	31
Abbildung 5: Summscore gesamt in Abhängigkeit von Testgruppe und Geschlecht	34
Abbildung 6: Summscore gesamt in Abhängigkeit von Testgruppe und Alter.....	35
Abbildung 7: Summscore gesamt in Abhängigkeit von Testgruppe und ethnischer Zugehörigkeit	36
Abbildung 8: Durchschnittliche Beliebtheit der einzelnen Nahrungsmittelgruppen	42
Abbildung 9: Durchschnittliche Beliebtheit der Nahrungsmittelgruppen in Abhängigkeit vom Gewichtsstatus.....	43
Abbildung 10: Durchschnittliche Beliebtheit der Nahrungsmittelgruppen in Abhängigkeit vom Geschlecht	44
Abbildung 11: Durchschnittliche Beliebtheit der Nahrungsmittelgruppen in Abhängigkeit vom Alter.....	45
Abbildung 12: Durchschnittliche Beliebtheit der Nahrungsmittelgruppen in Abhängigkeit von der ethnischen Zugehörigkeit	46
Abbildung 13: Durchschnittliche Beliebtheit der einzelnen Getränke.....	47
Abbildung 14: Durchschnittliche Beliebtheit der Getränkegruppen in Abhängigkeit vom Gewichtsstatus	48
Abbildung 15: Durchschnittliche Beliebtheit der Getränkegruppen in Abhängigkeit vom Geschlecht	48
Abbildung 16: Durchschnittliche Beliebtheit der Getränkegruppen in Abhängigkeit vom Alter.....	49
Abbildung 17: Durchschnittliche Beliebtheit der Getränkegruppen in Abhängigkeit von der ethnischen Zugehörigkeit	50

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwendete Geschmacksstoffe und Konzentrationen	22
Tabelle 2: Randomisierung der Teststreifen	23
Tabelle 3: Randomisierung der Teststreifen für die Intensitätsschätzung	24
Tabelle 4: Alter, Geschlecht und ethnische Zugehörigkeit der Studiengruppen.....	29
Tabelle 5: BMI-Werte der Probanden und ihrer Eltern nach Studiengruppen.....	29
Tabelle 6: Summenscores der einzelnen Geschmacksqualitäten unterteilt nach Studiengruppen	32
Tabelle 7: Summenscore gesamt in Abhängigkeit von Testgruppe und Geschlecht	33
Tabelle 8: Summenscore gesamt in Abhängigkeit von Testgruppe und Alter.....	35
Tabelle 9: Summenscore gesamt in Abhängigkeit von Testgruppe und ethnischer Zugehörigkeit.....	36
Tabelle 10: Regressionsanalyse unter Berücksichtigung der Faktoren Testgruppe, Geschlecht, Alter und ethnische Zugehörigkeit.....	37
Tabelle 11: Intensitätsschätzung der Geschmacksqualität „süß“	38
Tabelle 12: Beliebtheit der einzelnen Items nach Studiengruppen	40
Tabelle 13: Die 15 beliebtesten Items	41

Erklärung

„Ich, Johanna Overberg, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: *Einfluss von Geschmacksempfinden und Nahrungspräferenzen auf die kindliche Gewichtsentwicklung* selbst verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt, ohne die (unzulässige) Hilfe Dritter verfasst und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten dargestellt habe.“

Berlin, den 11. Oktober 2012

Johanna Overberg

Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Publikationen

Teile dieser Arbeit wurden in folgender Veröffentlichung publiziert:

Overberg J, Hummel T, Krude H, et al. Differences in taste sensitivity between obese and non-obese children and adolescents. Arch Dis Child 2012.

Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Heiko Krude für die freundliche Überlassung des Themas bedanken.

Ganz besonderer Dank gilt Frau Dr. Susanna Wiegand, die mich über die gesamte Zeit kompetent betreut hat, stets für meine Fragen ein offenes Ohr hatte und mit ihren zahlreichen Anregungen zum Gelingen dieser Arbeit maßgeblich beigetragen hat. Sie ermöglichte es mir, in sehr angenehmer Atmosphäre in die wissenschaftliche Arbeit einzusteigen.

Herrn Prof. Dr. Thomas Hummel, Leiter des interdisziplinären Zentrums „Riechen und Schmecken“ der Universitätsklinik Dresden, danke ich sehr herzlich für die freundliche und konstruktive Zusammenarbeit und Beratung bezüglich der Geschmacksprüfungen sowie die zuvorkommende Bereitstellung des Testmaterials.

Für die nette und qualifizierte Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten bin ich Frau Andrea Ernert vom Institut für Biometrie und klinische Epidemiologie der Charité sehr dankbar.

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des sozialpädiatrischen Zentrums der Charité, die mich während der Datenerhebung unterstützt haben, gebührt ebenfalls ein großes Dankeschön. Ausdrücklich erwähnen möchte ich Frau Ingrid Rehwald, ohne deren besonderes Engagement die Durchführung der Untersuchungen kaum zu realisieren gewesen wäre. Ebenfalls bin ich Frau Anne-Madeleine Bau und Herrn Dr. Ralph Thalemann für ihre freundliche Beratung hinsichtlich des methodischen Vorgehens dankbar.

Nicht zuletzt danke ich allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern, die mich durch ihr Interesse und ihre Freude an den Untersuchungen immer wieder motiviert haben.

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern, die mich immer unterstützen und es mir ermöglicht haben, diesen Weg zu gehen. Ebenso danke ich meinen Geschwistern und allen Freunden, die während dieser Zeit für mich da waren und mich motiviert haben. Meinem Freund Moritz sei ganz herzlich gedankt für geduldiges Zuhören, konstruktive Diskussionen und liebevolle Unterstützung. Ich danke Euch!

Erhebungsbögen



CharitéCentrum für Frauen-, Kinder- und Jugendmedizin mit Perinatalzentrum und Humangenetik

Sozialpädiatrisches Zentrum (SPZ) für chronisch kranke Kinder

Sozialpädiatrisches Zentrum-CVK-Augustenburger Platz 1-13353 Berlin

Untersuchung zum Einfluss des Geschmacksempfindens auf die kindliche Gewichtsentwicklung

Untersuchungsprotokoll

Testgruppe

Adipositas	Kontrolle
------------	-----------

Zeitpunkt der Erhebung

Datum:	Uhrzeit:
--------	----------

Anamnestiche Daten

Name:	Vorname:		
Geb.datum:	Alter:		
Geschlecht:	W	M	
Ethnizität:	Sprache zu Hause:		
	Herkunft Mutter:		
	Herkunft Vater:		
Gewicht Mutter:	Gewicht Vater:		
Größe Mutter:	BMI:	Größe Vater:	BMI:
Gewichtsentwicklung (adiposity rebound):			
Medikamente:			

Körperliche Untersuchung/Anthropometrie

Gewicht:	kg	Größe:	cm
BMI:	kg/m ²	Blutdruck:	mmHg
Taillenumfang:	cm	WHR:	
Hüftumfang:	cm		

Geschmacksprüfung

1	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
2	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
3	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
4	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
5	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
6	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
7	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
8	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
9	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
10	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
11	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
12	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
13	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
14	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
15	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
16	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
17	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
18	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
19	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
20	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
21	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
22	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
23	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
24	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
25	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos
26	Süß	Sauer	Salzig	Umami	Bitter	geschmacklos

Überschwelliger Bewertungstest für Süß

Probe 1	1	2	3	4	5
Probe 2	1	2	3	4	5
Probe 3	1	2	3	4	5
Probe 4	1	2	3	4	5
Probe 5	1	2	3	4	5

Untersuchung zum Einfluss des Geschmacksempfindens auf die kindliche Gewichtsentwicklung

Nahrungspräferenz- Fragebogen

Proband/in: _____

Datum: _____

Fleisch und Wurst

Hähnchen	-2	-1	0	+1	+2	?
Würstchen	-2	-1	0	+1	+2	?
Frikadelle	-2	-1	0	+1	+2	?
Fleischspieß	-2	-1	0	+1	+2	?
Aufschnitt	-2	-1	0	+1	+2	?
Schnitzel	-2	-1	0	+1	+2	?
Currywurst	-2	-1	0	+1	+2	?
Braten	-2	-1	0	+1	+2	?

Fisch

Forelle	-2	-1	0	+1	+2	?
Fischstäbchen	-2	-1	0	+1	+2	?

Kartoffeln, Reis, Nudeln

Spaghetti	-2	-1	0	+1	+2	?
Reis	-2	-1	0	+1	+2	?
Kartoffeln	-2	-1	0	+1	+2	?
Kartoffelpuffer	-2	-1	0	+1	+2	?
Bratkartoffeln	-2	-1	0	+1	+2	?

Brot und Müsli

Brötchen	-2	-1	0	+1	+2	?
Graubrot	-2	-1	0	+1	+2	?
Schrippe	-2	-1	0	+1	+2	?
Helles Brot	-2	-1	0	+1	+2	?
Brezel	-2	-1	0	+1	+2	?
Süßes Brötchen	-2	-1	0	+1	+2	?
Müsli	-2	-1	0	+1	+2	?

Eier

Gekochtes Ei	-2	-1	0	+1	+2	?
Spiegelei	-2	-1	0	+1	+2	?

Gemüse

Blumenkohl	-2	-1	0	+1	+2	?
Bohnen	-2	-1	0	+1	+2	?
Tomaten	-2	-1	0	+1	+2	?
Mais	-2	-1	0	+1	+2	?
Gurke	-2	-1	0	+1	+2	?
Kohlrabi	-2	-1	0	+1	+2	?
Karotten	-2	-1	0	+1	+2	?
Radieschen	-2	-1	0	+1	+2	?
Paprika	-2	-1	0	+1	+2	?
Gem. Salat	-2	-1	0	+1	+2	?
Feldsalat	-2	-1	0	+1	+2	?
Spinat	-2	-1	0	+1	+2	?
Broccoli	-2	-1	0	+1	+2	?

Obst

Erdbeeren	-2	-1	0	+1	+2	?
Kirschen	-2	-1	0	+1	+2	?
Pflaumen	-2	-1	0	+1	+2	?
Johannisbeeren	-2	-1	0	+1	+2	?
Melone	-2	-1	0	+1	+2	?
Äpfel	-2	-1	0	+1	+2	?
Birnen	-2	-1	0	+1	+2	?
Trauben	-2	-1	0	+1	+2	?
Kiwis	-2	-1	0	+1	+2	?
Bananen	-2	-1	0	+1	+2	?
Orangen	-2	-1	0	+1	+2	?
Grapefruit	-2	-1	0	+1	+2	?

Untersuchung zum Einfluss des Geschmacksempfindens auf die kindliche Gewichtsentwicklung

Nahrungspräferenz- Fragebogen

Milchprodukte

Joghurt	-2	-1	0	+1	+2	?
Quark	-2	-1	0	+1	+2	?
Fruchtjoghurt	-2	-1	0	+1	+2	?
Schnittkäse	-2	-1	0	+1	+2	?
Frischkäse	-2	-1	0	+1	+2	?
Butter	-2	-1	0	+1	+2	?
Margarine	-2	-1	0	+1	+2	?

Knabberereien

Kartoffelchips	-2	-1	0	+1	+2	?
Erdnussflips	-2	-1	0	+1	+2	?
Salzgebäck	-2	-1	0	+1	+2	?

Süßigkeiten

Milchschnitte	-2	-1	0	+1	+2	?
Schokolade	-2	-1	0	+1	+2	?
Gummibärchen	-2	-1	0	+1	+2	?
Eis	-2	-1	0	+1	+2	?
Müsliriegel	-2	-1	0	+1	+2	?
Schokoaufstrich	-2	-1	0	+1	+2	?
Rosinenschnecke	-2	-1	0	+1	+2	?
Kekse	-2	-1	0	+1	+2	?
Bonbons	-2	-1	0	+1	+2	?
Popcorn	-2	-1	0	+1	+2	?
Marmelade	-2	-1	0	+1	+2	?
Honig	-2	-1	0	+1	+2	?
Pudding	-2	-1	0	+1	+2	?
Cornflakes	-2	-1	0	+1	+2	?
Torte	-2	-1	0	+1	+2	?

Fastfood

Pommes frites	-2	-1	0	+1	+2	?
Pizza	-2	-1	0	+1	+2	?
Hamburger	-2	-1	0	+1	+2	?
Döner	-2	-1	0	+1	+2	?

Getränke

Leitungswasser	-2	-1	0	+1	+2	?
Mineralwasser	-2	-1	0	+1	+2	?
Tee	-2	-1	0	+1	+2	?
Orangensaft	-2	-1	0	+1	+2	?
Apfelsaft	-2	-1	0	+1	+2	?
Tomatensaft	-2	-1	0	+1	+2	?
Karottensaft	-2	-1	0	+1	+2	?
Saft-Schorle	-2	-1	0	+1	+2	?
Milch	-2	-1	0	+1	+2	?
Kakao	-2	-1	0	+1	+2	?
Buttermilch	-2	-1	0	+1	+2	?
Cola	-2	-1	0	+1	+2	?
Limonade	-2	-1	0	+1	+2	?
Eistee	-2	-1	0	+1	+2	?
Kaffee	-2	-1	0	+1	+2	?
Schwarzer Tee	-2	-1	0	+1	+2	?