

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fachbereich Ökotrophologie
Studiengang Ökotrophologie

Der Glykämische Index und die glykämische Last in der Kost
von 7-8 jährigern Kindern.
Trends von 1990-2002 und Bedeutung verschiedener
Kohlenhydratquellen.

- Diplomarbeit -

Vorgelegt am: 10.12.2004

von

Wiebke Dettmann
Heinickestraße 11
20249 Hamburg
Matrikel-Nr. 1632074

Betreuung:

Prof. Dr. Michael Hamm
Hochschule für Angewandte Wissenschaften
Hamburg

Koreferent:

Dr. Anette Buyken
Forschungsinstitut für Kinderernährung
Dortmund

INHALTSVERZEICHNIS

TABELLENVERZEICHNIS	4
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	5
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	7
1. HINTERGRUND	8
<hr/>	
1.1 Bedeutung der Kohlenhydratzufuhr in der Kinderernährung	8
1.2 Glykämischer Index (GI) und glykämische Last (GL)	10
1.3 Der GI und die GL und ihre Stoffwechseleffekte	12
1.4 Relevanz von GI bzw. GL für die Prävention ernährungsmitbedingter Krankheiten	14
1.4.1 Der GI und die GL und Regulation von Nahrungsaufnahme und Körpergewicht	15
1.4.2 Der GI und die GL und Prävention von Diabetes mellitus Typ II	22
1.4.3 Der GI und die GL und Prävention von kardiovaskulären Erkrankungen	25
1.5 Fazit	27
2. ZIEL DER ARBEIT	28
<hr/>	
3. METHODIK	29
<hr/>	
3.1 Die DONALD Studie	29
3.1.1 Studiendesign- und population	29
3.1.2 Studienteilnehmer	30
3.1.3 Verzehrserhebungen in der DONALD Studie	31
3.2 Kollektivauswahl	32
3.3 GI Zuordnung	33
3.3.1 Kriterien Zuordnung des GI zu Lebensmitteln	33
3.4 Datenauswertungen	44
3.4.1 Vergleich des GI und der GL in den Jahren 1990, 1996 und 2002	44
3.4.2 Beiträge verschiedener KH-Träger zur mittleren GL, zur mittleren KH-Aufnahme und zur mittleren Zuckeraufnahme	45
3.4.3 Zusammenhang zwischen der Höhe des GI bzw. der GL und der sonstigen Ernährung bzw. dem sozioökonomischen Hintergrund	46

4. ERGEBNISSE	48
4.1 Der GI und die GL bei 7-8 jährigen Kindern in den Jahren 1990, 1996 und 2002	48
4.2 Beiträge verschiedener KH-Träger zur mittleren GL, zur mittleren KH-Aufnahme und zur mittleren Zuckeraufnahme	52
4.3 Zusammenhang zwischen der Höhe des GI bzw. der GL und der sonstigen Ernährung bzw. dem sozioökonomischen Hintergrund	64
5. DISKUSSION	70
5.1 Vergleich des GI und der GL 1990, 1996 und 2002	72
5.2 Beiträge verschiedener KH-Träger zur mittleren GL, zur mittleren KH-Aufnahme und zur mittleren Zuckeraufnahme	75
5.3 Zusammenhänge zwischen der Höhe des GI bzw. der GL und der sonstigen Ernährung bzw. dem sozioökonomischen Hintergrund	81
5.4 Stärken/Schwächen	89
5.4.1 Das DONALD-Kollektiv – Repräsentativität	89
5.4.2 Ernährungserhebungen	90
5.4.3 GI Zuordnung	92
6. ZUSAMMENFASSUNGEN	95
6.1 Der glykämische Index (GI) und die glykämische Last (GL) in der Kost 7-8 jähriger Kinder. Trends von 1990-2002 und der Beitrag verschiedener Kohlenhydratquellen	95
6.2 The glycaemic index (GI) and the glycaemic load (GL) in the diet of children aged 7-8 years. Trends from 1990-2002 and the contribution of several carbohydrate sources	97
7. LITERATURVERZEICHNIS	99

TABELLENVERZEICHNIS**TABELLEN IM TEXT**

Tab. 1. Studien zum Zusammenhang zwischen GI und Hunger, Sättigung und Nahrungsaufnahme	16
Tab. 2. Studien zur Übergewichtsreduktion durch Diäten mit niedrigem GI bzw. niedriger GL	19
Tab. 3. Studien zum Zusammenhang zwischen GI/GL und der Entstehung von Diabetes mellitus Typ II	24
Tab. 4. Studien zum Zusammenhang zwischen GI und koronarer Herzkrankheit	26
Tab. 5. Gruppenverteilung der 155 7-8 jährigen Kindern	32
Tab. 6. Berechnung des GI anhand eines Beispiels	34
Tab. 7. Kriterien für die Zuordnung des GI zu Lebensmitteln	35
Tab. 8. Verschiedenen Charakteristika 7-8 jährigen Kinder (n=155) in den Jahren 1990, 1996 und 2002	48
Tab. 9. Mittlerer GI, mittlere GL und die mittlere/mediane Nahrungszufuhr am Tag bei 7-8 jährigen Kindern (n = 155) in den Jahren 1990, 1996 und 2002	50
Tab.10. Mittlerer GI, mittlere GL und mittlere Nahrungszufuhr am Tag bei 7-8 jährigen Jungen (n=80) und Mädchen (n=75) in den Jahren 1990, 1996 und 2002	51
Tab.11. Sozioökonomische Charakteristika 7-8 jähriger Kinder (n=155) nach GI-Tertilen von 1990-2002	64
Tab.12. Sozioökonomische Charakteristika 7-8 jähriger Kinder (n = 155) nach nach GL-Tertilen von 1990-2002	65
Tab.13. Zusammenhang zwischen der Höhe des GI's und den Nahrungsvariablen 7-8 jähriger Kinder (n=155) von 1990-2002	66
Tab.14. Zusammenhang zwischen der Höhe der GL und den Nahrungsvariablen 7-8 jähriger Kinder (n=155) von 1990-2002	67
Tab.15. Studien zu GI- und GL-Werten in Diäten	83

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 1. Unterschiedliche Blutzuckerantwort auf Glucose und Spaghetti (Brand-Miller et al. 2003)	10
Abb. 2. Blutglukose- und Insulinantwort nach dem Verzehr verschiedener Kohlenhydrate (Brand-Miller et al. 2003).	13
Abb. 3. Reduzierung des Risikos für die Entstehung von Diabetes mellitus Typ II, KHK und Übergewicht durch eine Kost mit niedrigem GI	14
Abb. 4. Zusammenhang zwischen Diäten mit hohem GI und dem Risiko für die Entstehung eines Diabetes mellitus Typ II (Ludwig 2002)	22
Abb. 5. Zeitplan und Untersuchungskomponenten der DONALD-Studie bei Säuglingen, Kindern und Jugendlichen (Kroke et al. 2004).	30
Abb. 6. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kindern (n = 46) aus dem Jahr 1990	52
Abb. 7. Unterteilung der Lebensmittelgruppen Süßigkeiten aus Abb. 6.	52
Abb. 8. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukte, Käse Käsezubereitungen aus Abb. 6.	52
Abb. 9. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kinder (n = 56) aus dem Jahr 1996	54
Abb.10. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Süßigkeiten aus Tab. 9.	54
Abb.11. Unterteilung der Lebensmittelgruppen Milch und Milchprodukte, Käse und Käsezubereitungen aus Tab. 9.	54
Abb.12. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kinder (n = 53) aus dem Jahr 2002	56
Abb. 13. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Süßigkeiten aus Abb. 12.	56
Abb.14. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen aus Tab. 12.	56
Abb.15. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Jungen (n = 22) aus dem Jahr 1990	58
Abb.16. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Mädchen (n = 24) aus dem Jahr 1990	58
Abb.17. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Jungen (n = 33) aus dem Jahr 1996.	60

-
- Abb.18. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Mädchen (n = 23) aus dem Jahr 1996 60
- Abb.19. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Jungen (n = 25) aus dem Jahr 2002. 62
- Abb.20. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Mädchen (n = 28) aus dem Jahr 2002. 62
- Abb.21. Mediane KH-Aufnahme aus verschiedenen KH-Trägern in der Kost 7-8 jähriger Kinder mit niedrigem GI (niedrigste Tertile (49-53%)) und hohem GI (höchste Tertile (57-65%)) von 1990-2002. n = 51 in der niedrigsten Tertile und n = 52 in der mittleren Tertile und n = 52 in der höchsten Tertile. 68
- Abb.22. Mediane KH-Aufnahme aus verschiedenen KH-Trägern in der Kost 7-8 jähriger Kinder mit niedriger GL (niedrigste Tertile (56-66 g/1000 kcal)) und hoher GL (höchste Tertile (75-95 g/1000 kcal)) von 1990-2002. n = 51 in der niedrigsten Tertile und n = 52 in der mittleren Tertile und n = 52 in der höchsten Tertile. 68

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AGA	Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter
ANOVA	Analysis of Variance = Varianzanalyse
BMI	Body Mass Index
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DONALD	Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed
ECOG	European Childhood Obesity Group
FKE	Forschungsinstitut für Kinderernährung Dortmund
GI	Glykämischer Index
GL	Glykämische Last
HDL	High Density Lipoprotein
IOTF	International Obesity Task Force
KG	Körpergewicht
KH	Kohlenhydrate
KHK	Herz-Kreislaufkrankungen
LDL	Low Density Lipoprotein
Min	Minimum
Max	Maximum
MW	Mittelwert
n	Anzahl der Probanden
Optimix^R	Optimierte Mischkost
p	Wahrscheinlichkeit
P50	50. Perzentile
P75	75. Perzentile
SAS^R	Statistical Analysis System
SD	Standardabweichung
SDS	Standard Deviation Score
WHO	World Health Organisation

1. HINTERGRUND

1.1 Bedeutung der Kohlenhydratzufuhr in der Kinderernährung

Die Ernährung im Kindes- und Jugendalter hat einen sehr bedeutenden Einfluss auf das Wachstum, die normale Entwicklung, die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit und darüber hinaus auf die Gesunderhaltung sowohl im Kindes- und Jugend- als auch im Erwachsenenalter (Schöch & Kersting 2000).

Ein großes Problem ist heutzutage die dramatische Zunahme von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen. In Deutschland sind zurzeit je nach Definition und untersuchter Altersgruppe 15-30 % der Kinder und Jugendlichen übergewichtig bzw. adipös – mit zunehmender Tendenz. Damit ist Übergewicht die häufigste ernährungsmitbedingte Gesundheitsstörung von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (Wabitsch 2000; Wabitsch 2002). Bei übergewichtigen und adipösen Kindern und Jugendlichen werden mit steigender Häufigkeit kardiovaskuläre Risikofaktoren beobachtet, die mit einer erhöhten Morbidität und Mortalität im Erwachsenenalter einhergehen. Solche Risikofaktoren stellen erhöhte Blutwerte an LDL-Cholesterin und Triglyceriden sowie verminderte HDL-Cholesterin-Konzentration dar. Auch Bluthochdruck zählt zu den Risikofaktoren für Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Verglichen mit normalgewichtigen Kindern im gleichen Alter zeigt sich bei übergewichtigen Kindern ein erhöhter Blutdruck (Wabitsch 2000). Hyperinsulinämie und eine gestörte Glucosetoleranz, die frühe Zeichen eines Diabetes mellitus Typ II sein können, könnten ebenfalls mit einer Adipositas im Kindesalter assoziiert werden (Wabitsch, 2000). Ein hohes Körpergewicht bringt jedoch neben der Gefährdung der Gesundheit auch funktionelle individuelle Einschränkungen und erhebliche psychosoziale Nachteile für den Betroffenen mit sich. Je älter das übergewichtige Kind ist und je länger das Übergewicht besteht, desto größer ist zudem das Risiko, auch als Erwachsener übergewichtig zu sein (Kolbe & Weyrthreter 1998; Guo et al. 2002; Nicklas et al. 2001).

Ogleich genetische Faktoren die Prädisposition zur Adipositas bestimmen, können diese Faktoren nicht die aktuelle Adipositas-Epidemie bei Kindern und Jugendlichen erklären, da die Prävalenz in einer stabilen Population und innerhalb weniger als einer Generation schnell anstieg. Es ist vielmehr anzunehmen, dass die geänderten Lebensbedingungen wesentlich zur Entstehung der Adipositas bei Kindern und Jugendlichen beitragen. Diese bestehen vor allem aus körperlicher Inaktivität bei einer kalorienreichen Nahrung (Kalies et al. 2001; Popkin 1998).

Dem Fett in der Ernährung wird dabei oft eine prädisponierende Rolle für eine hohe Energiezufuhr zugeschrieben, da Fett eine hohe Energiedichte aber nur einen schwachen Sättigungseffekt hat und schnell im Fettgewebe gespeichert wird (Jequier 2002). Allerdings fanden einige Studien keinen Zusammenhang zwischen der langfristigen Fettzufuhr und der Entstehung von Adipositas (Magarey et al. 2001). Interessanterweise geht in einigen westlichen Industrieländern, z.B. den USA, die Fettzufuhr zurück (Lenfant & Ernst 1994, Nicklas 1995), während gleichzeitig die Häufigkeit von Übergewicht zunimmt (Heini et al. 1997; Flegal et al. 1998; Troiano & Flegal 1998). Diese Beobachtungen zeigen, dass bei der Körpergewichtskontrolle andere diätetische Faktoren als die Fettzufuhr eine wichtige Rolle spielen. Bei einer Auswertung der Ernährungsprotokolle von 2- bis 18-jährigen Kindern und Jugendlichen der DONALD Studie konnte gezeigt werden, dass sich die Anteile der energieliefernden Nährstoffe zwischen 1985 und 2000 geändert haben, während die Energiezufuhr konstant blieb. Dabei ging in allen Altersgruppen der prozentuale Anteil von Fett an der Energiezufuhr signifikant zurück. Die verringerte Fettzufuhr wurde dabei durch einen signifikanten Anstieg der Zufuhr von Kohlenhydraten kompensiert, wobei der Anstieg der Kohlenhydratzufuhr hauptsächlich auf eine leichte Zunahme des Verzehrs von komplexen Kohlenhydraten aus Brot, Getreide(-flocken) und Beilagen (Kartoffeln, Nudeln, Reis) zurückzuführen war. Die Zufuhr von Zucker blieb jedoch konstant, ebenso wie der Verzehr von Süßigkeiten und Gebäck (Alexy et al. 2002).

In den USA wurde in den letzten Jahren gleichermaßen eine Zunahme der Kohlenhydrataufnahme beobachtet (Nicklas 1995; Popkin et al. 1992; Stephen et al. 1995). Hier erfolgt der größte Teil der aufgenommenen Kohlenhydrate bei Kindern durch Lebensmittel, die einen hohen GI haben (Ludwig 2000). Entsprechend der Daten vom „Department of Agriculture“ haben mehr als 80% der Kohlenhydrate, die von Kindern verzehrt werden den gleichen GI oder sogar einen höheren GI als Zucker (Subar et al. 1998). Der GI-Wert von Zucker liegt allerdings mit 68 noch im mittleren GI-Bereich (Foster-Powell et al. 2002). Es wird allgemein vermutet, dass sich der glykämische Index (GI) bzw. die glykämische Last (GL) in der Kost von Kindern in den letzten Jahren erhöht hat. In der Ernährungswissenschaft wird deshalb derzeit diskutiert, inwiefern die Qualität bzw. die Menge ungünstig wirksamer, stark Blutzucker erhöhender Kohlenhydrate in der Ernährung bei der Entstehung von Übergewicht eine Rolle spielen.

1.2 Glykämischer Index (GI) und glykämische Last (GL)

Das Konzept des „glykämischen Index“ wurde 1981 von Jenkins et al. entwickelt. Es handelt sich dabei um eine Einteilung kohlenhydrathaltiger Lebensmittel nach der Blutzuckerreaktion, die sie nach dem Verzehr im Körper bewirken (Jenkins et al. 1981). Er ist somit ein Maß für die Dauer und Höhe des Blutglukosespiegels und damit indirekt auch für die Insulinausschüttung nach Zufuhr von 50g verwertbaren Kohlenhydraten mit einem Testlebensmittel. Der GI eines Lebensmittels wird in Prozent angegeben bezogen auf die Fläche unter der Blutglucosekurve, die aus der Aufnahme von ebenfalls 50 g Kohlenhydraten in Form von Glucose oder Weißbrot resultiert. Pro Gramm Kohlenhydrat produzieren Lebensmittel mit einem hohen GI einen höheren Maximalwert des Blutglukoseanstiegs und eine stärkere Blutglukoseantwort als solche mit einem niedrigen GI (Wolever et al. 1991). Verwendet man Glukose als Referenzsubstanz, liegen die GI-Werte der getesteten Lebensmittel niedriger als wenn Weißbrot die Referenzsubstanz darstellt, da Weißbrot bei Glucose (=100) als Referenzsubstanz einen GI von 70 besitzt. In dieser Arbeit beziehen sich alle Angaben auf Glukose als Referenzsubstanz. Mit Glukose verglichen haben beispielsweise Spaghetti einen GI-Wert von etwa 41, da die Fläche unter der Blutzuckerkurve nach dem Verzehr von Spaghetti nur etwa 41 % im Vergleich zu der Fläche unter der Kurve von Glukose ausmacht. Die Blutzuckerprofile von Referenz- und Testlebensmittel stellen sich wie in der folgenden Übersicht dar.

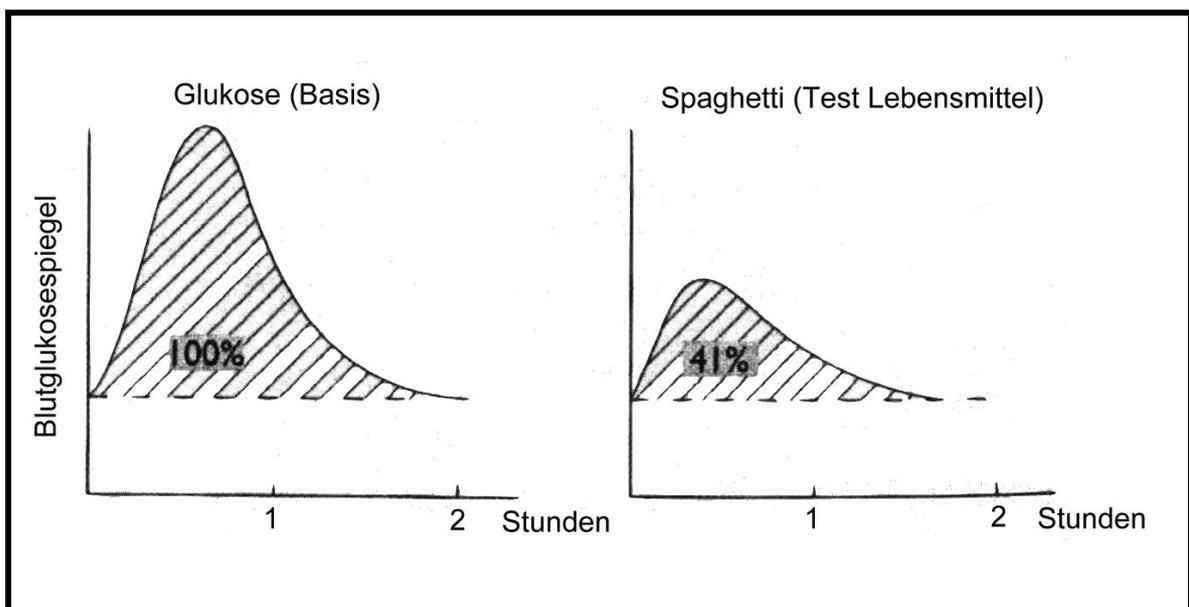


Abb. 1 Unterschiedliche Blutzuckerantwort auf Glukose und Spaghetti (Brand-Miller et al. 2003).

Als relative Größe der glykämischen Antwort auf die Zufuhr einer definierten Kohlenhydratmenge ist der GI ein Maß für die Qualität der verzehrten KH. Die glykämische Reaktion wird von verschiedenen nahrungsspezifischen und physiologischen Faktoren sowie der Zusammensetzung und Frequenz der Nahrungsaufnahme beeinflusst (Bjorck et al. 1994, Estrich et al. 1967, Welch et al. 1987, Wolever et al. 1991). Weiterhin kann der glykämische Effekt einer Portion eines Lebensmittels bei ein und derselben Person von Tag zu Tag großen Schwankungen unterliegen. Der intraindividuelle Variationskoeffizient lag in einer Untersuchung bei 23% (Wolever et al. 2003).

Um neben der Art der Kohlenhydrate auch die Menge des verzehrten kohlenhydrathaltigen Lebensmittels zu berücksichtigen, wurde der Begriff der glykämischen Last (GL) definiert. Die GL wird als relevanterer Parameter für die Abschätzung des durch eine Mahlzeit ausgelösten Insulinbedarfs gesehen. Die GL ist definiert, als Produkt des GI und der verwertbaren Kohlenhydratmenge (in Gramm) pro Portion eines Lebensmittels, dividiert durch 100. Die GL bezieht sich also auch die glykämische Gesamtbelastung einer tatsächlich verzehrten Portion eines Lebensmittels bzw. den dadurch ausgelösten Insulinbedarf (Brand-Miller et al. 2003).

1.3 Der GI und die GL und ihre Stoffwechseleffekte

Bei der Verdauung kohlenhydrathaltiger Nahrung entsteht Glukose, die vom Blut aufgenommen wird. Die Blutglukosekonzentration liegt normalerweise zwischen 70-120 mg/dl. Fällt die Blutglukosekonzentration unter 40 mg/dl, besteht die Gefahr des hypoglykämischen Schocks mit Bewusstlosigkeit, Schweißausbruch und Zittern als Hauptsymptomen. Steigt der Blutzuckerspiegel über 160 bis 180 mg/dl wird Glukose über den Urin ausgeschieden (Glukosurie). Da die Glukose im Harn eine gewisse Menge an Wasser als Lösungsmittel benötigt, kommt es zur Polyurie. Da durch den ausgeschiedenen Zucker Kalorien verloren gehen, verliert der Mensch an Gewicht. Weitere Symptome sind Sehstörungen, Schlaflosigkeit und Übelkeit. Mit der Zeit schädigt eine erhöhter Blutzuckerspiegel die Blutgefäße, Nerven und andere innere Körperstrukturen. „Verzuckerte“ Stoffe lagern sich auf die Wände der kleinen Blutgefäße aus, so dass sie sich verdicken und durchlässig werden. Die Blutglukosekonzentration wird bei Stoffwechselgesunden jedoch durch das Hormonsystem reguliert (Ludwig 2002; Kasper 2000).

Der Anstieg des Blutzuckerspiegels nach dem Essen oder Trinken veranlasst die β -Zellen der Bauchspeicheldrüse, Insulin zu produzieren. Insulin ist ein Hormon, das von der Bauchspeicheldrüse freigesetzt wird. Insulin fördert die Aufnahme von Glukose in die Leber- und Muskelzellen sowie in das Fettgewebe. Gleichzeitig wird die Freisetzung von Glukagon, dem Gegenspieler des Insulins, gehemmt. Das in den A-Zellen gebildete Hormon Glukagon wirkt vorwiegend auf Leber und Fettgewebe. Es zeigt speziell eine Leberglykogen mobilisierende und damit die Blutzuckerkonzentration erhöhende Wirkung. Die beiden Hormone sind hauptverantwortlich dafür, dass ein physiologischer Blutzuckerspiegel aufrechterhalten wird (Ludwig 2002).

Es wird davon ausgegangen, dass nach dem Verzehr von Lebensmitteln mit einem niedrigen GI der Blutzucker langsam aber stetig steigt und nicht so hohe Blutzuckerspitzen erreicht und somit auch weniger Insulin ausgeschüttet wird. Nach dem Verzehr von Lebensmitteln mit einem hohen GI hingegen, steigt der Blutzucker schnell an und erreicht hohe Blutzuckerspitzen. Dieses führt zu einer starken Insulinausschüttung und gleichzeitig zur Hemmung der Ausschüttung von Glukagon. (Ludwig 2002).

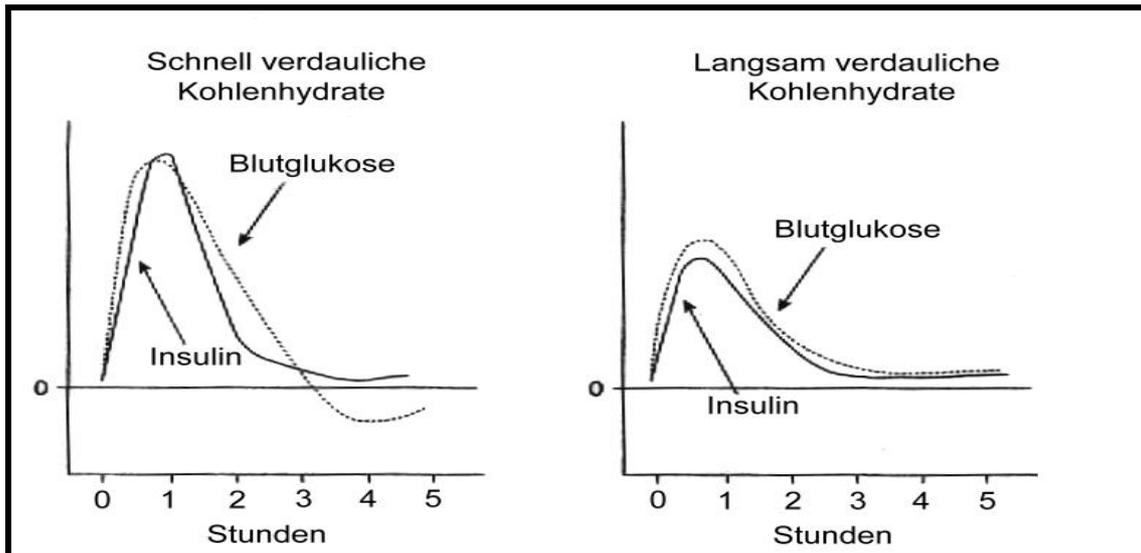


Abb. 2. Blutglukose- und Insulinantwort nach dem Verzehr verschiedener Kohlenhydrate (Brand-Miller et al. 2003)

Laut der von Ludwig postulierten Hypothese ist aufgrund der starken Insulinausschüttung nach dem Verzehr von Mahlzeiten mit hohem GI die Aufnahme von Glukose in Muskel und Fettzellen gesteigert, so dass es zur vermehrten Fettspeicherung sowie Speicherung von KH in Form von Glykogen kommt. Auch wenn keine weiteren Nährstoffe angeliefert werden, kann diese anabole Stoffwechsellage noch zwei bis vier Stunden nach der Mahlzeit anhalten. Als Folge kann der Blutzuckerspiegel bis in den Bereich der Unterzuckerung absinken, während die Glukoseverbrennung weiter niedrig ist. Auch die Konzentration der freien Fettsäuren im Blut nimmt durch die Insulinwirkung zunächst stark ab. Diese zu niedrige Konzentration an Glukose und freien Fettsäuren im Blut vier bis sechs Stunden nach einer Mahlzeit mit hohem GI, stellt für den Körper ein Signal für die Notwendigkeit der Gegenregulation dar. Es kommt zur Ausschüttung der Gegenspieler des Insulins wie dem Hormon Glukagon, welches dafür sorgt, dass Leberglykogen zu Glukose abgebaut und an das Blut abgegeben wird. Außerdem wird Glukose z.B. auch Aminosäuren über die Glukoneogenese neu synthetisiert und Fett wird vermehrt in den Fettzellen abgebaut und als freie Fettsäuren ans Blut abgegeben. Es handelt sich dabei um einen Zustand, der der Stoffwechsellage beim Fasten vergleichbar ist (Ludwig 2002).

Nach dem Verzehr einer Mahlzeit mit niedrigem GI hingegen steigt der Blutglukosespiegel nicht so stark an und somit ist die Insulinausschüttung geringer. Die Nährstoffe werden fortlaufend absorbiert, so dass ein Hypoglykämie und die damit verbundene Glukagonsekretion ausbleibt (Ludwig 2002).

1.4 Relevanz von GI bzw. GL für die Prävention ernährungsmitbedingter Erkrankungen

Die Weltgesundheitsorganisation WHO und die australische Gesellschaft für Ernährung sehen auch für die Allgemeinbevölkerung Vorteile einer Kost mit niedrigem GI. Denn es gibt Hinweise, dass diese vor Übergewicht, Diabetes und koronarer Herzkrankheit schützt.

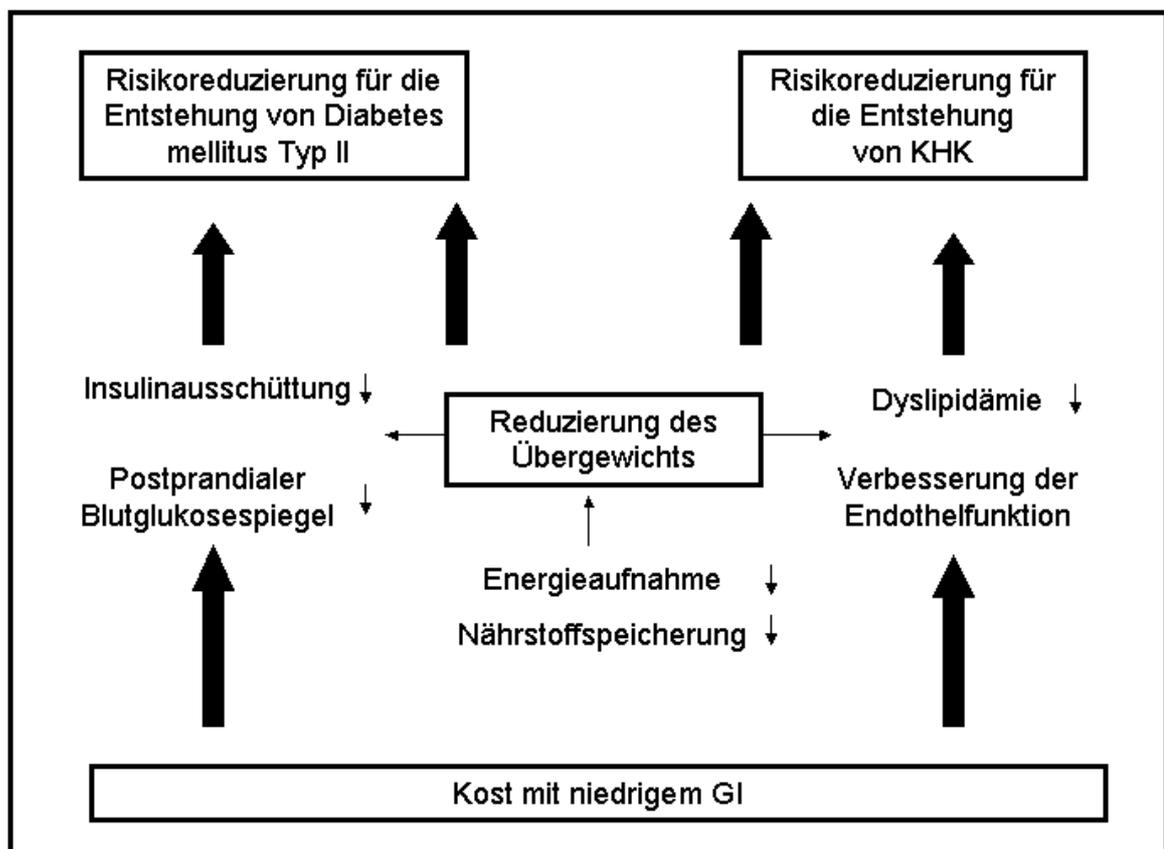


Abb. 3. Reduzierung des Risikos für die Entstehung von Diabetes mellitus Typ II, KHK und Übergewicht durch eine Kost mit niedrigem GI

1.4.1 Der GI und die GL und Regulation von Nahrungsaufnahme und Körpergewicht

Es stellt sich die Frage, welchen Beitrag postprandial deutlich erhöhte Insulinspiegel dauerhaft zur Entstehung von Übergewicht leisten. Insbesondere das geringe Angebot an Energieträgern im Blut zwei bis vier Stunden nach einer Mahlzeit mit hohem GI führt laut dem Modell von Ludwig et al. (2002) zu Hunger und vermehrter Nahrungsaufnahme. Vermutlich regt zudem die erhöhte Insulinausschüttung nach einer Mahlzeit mit hohem GI sowie die anschließend eventuell auftretende Unterzuckerung den bevorzugten Verzehr von Lebensmitteln mit hohem GI an. So nehmen Ludwig et al. an, dass ein zu hoher GI und eine zu hohe GL der Kost Übergewicht fördern und das andererseits ein niedriger GI und eine niedrige GL der Kost beim Abnehmen mehr Erfolg verspricht als eine energiereduzierte, fettarme, kohlenhydratreiche Kost. Weiterhin gehen die Befürworter des GI davon aus, dass Lebensmittel mit einem niedrigen GI die Fettoxidation zu Lasten der Kohlenhydratoxidation begünstigen und so den Zugang zu gespeicherter Energie fördern (Ludwig 2002). Die Nahrung mit einem niedrigen GI könnte zur Prävention und zur Behandlung von Übergewicht beitragen und somit auch eine Alternative zu fettreduzierten Diäten darstellen.

Mehrere wissenschaftliche Studien zeigten, dass nach Aufnahme von Mahlzeiten mit einem niedrigeren GI das Sättigungsgefühl zunahm, das Hungergefühl später auftrat und die ad libitum Nahrungsaufnahme geringer waren als nach Mahlzeiten mit hohem GI. So fanden 15 von 16 Ein-Tages-Studien geringere Sättigung, vermehrten Hunger oder höhere freiwillige Nahrungsaufnahme nach dem Verzehr von Mahlzeiten mit hohem GI verglichen mit Mahlzeiten mit niedrigem GI. (Ludwig 2000) (siehe Tab. 1). In der Studie von Ludwig et al. bekamen übergewichtige Kinder zum Frühstück und Mittagessen entweder eine Mahlzeit mit hohem GI (*instand oatmeal*) oder niedrigem GI (*stellt-cut oats*). Die Energiegehalte und Nährstoffzusammensetzung waren in beiden Mahlzeiten identisch. Am Nachmittag wurde die ad libitum Energieaufnahme kontrolliert. Die Energieaufnahme war nach den Mahlzeiten mit hohem GI um 53 % höher zum Vergleich der Mahlzeiten mit niedrigem GI (Ludwig 1999).

Tab. 1. Studien zum Zusammenhang zwischen GI und Hunger, Sättigung und Nahrungsaufnahme

Studie	Studiendesign	Relevanter diätetischer Vergleich (Testmahlzeit)	Zusammenhang zwischen GI und Hunger, Sättigung und Nahrungsaufnahme
Haber et al. 1977*	Within-subject design; Sättigungseinschätzung 3 Stunden nach dem Verzehr von Früchten, Püree oder Saft	Ganzer Apfel, Apfelpüree oder Apfelsaft (60 g verdauliche KH)	Der ganze Apfel sättigt mehr als der Apfelpüree. Der Apfelpüree wiederum mehr als der Saft.
Krotkiewski 1984	Within-subject design; Abwechselnde Behandlung innerhalb von ungefähr 6 Wochen; jeder Ballaststoff für ungefähr 3 Wochen; Hungereinschätzung vorm Frühstück, Mittag-, Abendessen und Abendsnack	Guar gum (niedriger GI) oder Weizenflocken (hoher GI), 10 g zweimal täglich (vor dem Mittag- und Abendessen)	Guar gum reduziert verglichen mit Weizenflocken das Hungergefühl
Spitzer and Rodin 1987	Randomisierte Gruppe; Buffet 2.25 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit	50 g Glukose (hoher GI) oder 50 g Fruktose (niedriger GI) in 500 ml Wasser gelöst	Geringere Energieaufnahme nach dem Verzehr der Fruktoselösung im Vergleich zum Verzehr der Glukoselösung
Rodin et al. 1988	Randomisierte Gruppe, Übergewichtige und Normalgewichtige in einer Gruppe; Buffet 2.25 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit	50 g Glukose (hoher GI) oder 50 g Fruktose (niedriger GI) in 500 ml Wasser gelöst	Geringere Energieaufnahme nach dem Verzehr der Fruktoselösung im Vergleich zum Verzehr der Glukoselösung; verringerte Insulinsekretion führt bei übergewichtigen Personen zu einer geringeren Energieaufnahme
Leathwood and Pollet 1988	Within-subject design; Einschätzung von Hunger 4 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit	Mahlzeiten mit Bohnenpüree (niedriger GI) oder mit Kartoffeln (hoher GI)	Niedrigere Blutglukoselevels und eine längere Sättigung nach dem Verzehr von Mahlzeiten mit Bohnenpüree verglichen mit Mahlzeiten mit Kartoffeln
Rigaud et al. 1991	Within-subject design; Hungereinschätzung 6 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit; Energieaufnahme wird zwischen der Testmahlzeit und dem zu Bett gehen schriftlich festgehalten.	Psyllium (7,4 g) oder Placebo 15 Minuten vor der Testmahlzeit (450 kcal)	Psyllium reduziert Hunger und Energieaufnahme
Van Amelsvoort und Weststrate 1992	Within-subject design; Einschätzung von Hunger und Sättigung 4 und 6 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit	Testmahlzeiten mit unterschiedlichen Amylose (niedriger GI) und Amylopektin-Gehalt (hoher GI)	Zunahme des Sättigungsgefühl und weniger Hunger 4-6 Stunden nach der Mahlzeit mit hohen Gehalt an Amylose
Holt et al. 1992	Within-subject design; Energieaufnahme, 1-Tages-Wiegeprotokolle	Frühstückscerealien Cornflakes (hoher GI) oder Flocken (niedriger GI)	Geringere Energieaufnahme beim Mittagessen nach dem Verzehr der Frühstücksflocken

Studie	Studiendesign	Relevanter diätetischer Vergleich (Testmahlzeit)	Zusammenhang zwischen GI und Hunger, Sättigung und Nahrungsaufnahme
Holt und Brand-Miller 1995	Within-subject design; Einschätzung der Sättigung 2 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit	Reiskekse mit hohem (niedriger GI) oder niedrigem (hoher GI) Amylose-Gehalt (50 g verdauliche KH)	Zunahme des Sättigungsgefühl nach dem Verzehr des Reiskeks mit hohem Amylose-Gehalt im Vergleich zum Verzehr des Reiskeks mit niedrigem Amylose-Gehalt
Gustafsson et al. 1995a	Within-subject design; Sättigungseinschätzung 3.5 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit	Mahlzeiten mit Kartoffelpulver (hoher GI) oder mit Spinat (niedriger GI)	Zunahme der Sättigung nach dem Verzehr der Mahlzeiten mit Spinat verglichen mit der Mahlzeit mit Kartoffelpulver
Gustafsson et al. 1995b	Within-subject design; Einschätzung des Sättigungsgefühl 3.5 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit	Mahlzeiten mit rohen (niedriger GI) oder gekochten (hoher GI) Karotten	Zunahme des Sättigungsgefühl 3.5 Stunden nach dem Verzehr der Mahlzeit mit rohen Karotten verglichen mit der Mahlzeit mit gekochten Karotten
Holt and Brand-Miller 1995	Within-subject design; Einschätzung des Sättigungsgefühl 2 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit	Gewöhnlich oder schnell gekochter Reis (50 g verdauliche KH)	Zunahme des Sättigungsgefühl nach dem Verzehr des gewöhnlich gekochten Reis verglichen mit dem schnell gekochten Reis
Benini et al. 1995	Within-subject design; Hunger und Sättigung 5 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit	Mahlzeiten mit hohem (niedriger GI) und niedrigem (hoher GI) Ballaststoffgehalt	Später auftretendes Hungergefühl nach dem Verzehr der Mahlzeiten mit hohem Ballaststoffgehalt; Kein Unterschied beim Sättigungsgefühl zwischen den Mahlzeiten
Lavin and Read 1995	Within-subject design; Hunger und Sättigung Einschätzung 3 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit	300 kcal Glukosegetränk mit 5 g Guar gum (niedriger GI) oder ohne 5 g guar gum (hoher GI)	Zunahme der Sättigung und weniger Hunger nach dem Verzehr des Getränks mit guar gum verglichen mit dem Getränk ohne guar gum;
Holt et al. 1996	Separate Gruppen von Personen für eine Lebensmittelkategorie; Sättigungseinschätzung 2 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit; Standard ad libitum Mahlzeit 2 Stunden nach dem Verzehr der Testmahlzeit bereitgestellt	1 of 38 Testlebens - mitteln repräsentieren 6 Lebensmittelkategorien (Gebäck, Snacks und Süßigkeiten; Frühstückscerealien, KH-reiche Lebensmittel, reichhaltige Proteinreiche Lebensmittel, Früchte)	Kein Zusammenhang zwischen Sättigung und Blutglukosespiegel oder Insulinspiegel. Negative Assoziation zwischen dem Verzehr der LM und der Insulinantwort.
Ludwig et al. 1999	Within-subject design; Hunger und Sättigung und Energieaufnahme 5 Stunden nach dem Verzehr der Mittagsmahlzeit	Frühstücks- und Mittagmahlzeiten mit (<i>instand oatmeal</i>) (hoher GI) oder (<i>stell cuts oats</i>) (niedriger GI).	Weniger Hunger und geringere Energieaufnahme nach dem Verzehr der Mahlzeiten mit (<i>stell cut oats</i>)

* Haber et al. demonstrieren Unterschiede in der Insulin- aber nicht in der in Blutglukoseantwort (modifiziert nach Ludwig 2000)

Es gibt bislang nur wenige Interventionsstudien längerer Dauer, die den Zusammenhang zwischen GI/GL und Gewichtsreduktion betrachtet haben. Zwei dieser Interventionsstudien haben sich mit dem Zusammenhang zwischen GI bzw. GL und dem Körpergewicht von Kindern und Jugendlichen befasst. (Spieth et al. 2000; Ebbeling 2003).

Spieth et al. (2000) untersuchten die Effekte des GI einer ca. sechs Monate dauernden Diät mit anschließender ca. vier monatiger Nachbeobachtungsphase bei 107 übergewichtigen Kindern, die an einem Programm zur Reduktion des Körpergewichts teilnahmen. 64 der Kinder bekamen eine Diät mit niedrigem GI. Basis der Nahrung bildeten Gemüse, Hülsenfrüchte und Früchte. Weiterhin wurden im Rahmen dieser Diät magere proteinreiche Lebensmitteln (Fleisch, Fisch, Tofu), fettarme Milch, Milchprodukte, Nüssen und Produkte aus vollem Korn verzehrt. Produkte aus raffiniertem Korn, Kartoffeln und konzentriertem Zucker wurden nur in geringen Mengen konsumiert. In der Diät wurden 45-50% der Energie durch KH, 20-25% aus Protein und 30-35% aus Fett gedeckt. Im Rahmen dieser Diät wurde keine Energiereduktion vorgenommen. Die Kontrollgruppe mit 43 Kindern erhielt eine energie- und fettreduzierte Diät. Hierbei wurde die Zufuhr von Lebensmitteln mit hohem Fett- und Zuckergehalt und hoher Energiedichte reduziert und die Zufuhr von Getreideprodukten, Gemüse und Früchten erhöht. Die Energierestriktion lag bei 250-500 kcal pro Tag wobei 55-60% der Energie aus KH, 15-20% aus Protein und 25-30% aus Fett aufgenommen wurden. Die Studie fand retrospektiv heraus, dass der BMI signifikant bei den Kindern sank, die eine ad libitum Diät mit niedrigerem GI verfolgten im Vergleich zu den Kindern, die eine energie- und fettreduzierte Diät zur Reduktion von Übergewicht verfolgten (Spieth et al. 2000).

In einer weiteren Studie von Ebbeling et al. wurde der Einfluss einer ad libitum Kost auf die Körperzusammensetzung (BMI und Fettmasse) bei 16 übergewichtigen Jugendlichen untersucht. Die ad libitum Diät mit niedriger GL setzt sich aus Lebensmitteln zusammen, die nach Foster-Powell et al. 2002 einen niedrigen bis moderaten GI haben. Es erfolgte keine Energierestriktion. Bei der energie- und fettreduzierten Diät wurde die Aufnahme von Fett reduziert und die Aufnahme von Getreide, Gemüse und Früchten erhöht. Die Energierestriktion lag zwischen 250-500 kcal pro Tag. Nach zwölf Monaten hatten BMI und Fettmasse in der Gruppe der experimentellen Kost (niedriger GL) mehr abgenommen als in der Gruppe mit der konventionellen Kost (fett- und energiereduziert) (Ebbeling et al. 2003).

Tab. 2. Studien zur Übergewichtreduktion durch Diäten mit niedrigem GI bzw. niedriger GL

Studie	Design	Studienpopulation	Frage/Ziel	Methodik	Ergebnis
Ebbeling et al. 2003	Randomisierte kontrollierte Prospektiv-Studie	n = 16 übergewichtige Jugendliche (5 männlich, 11 weiblich) im Alter von 13-21 Jahren, 14 Teilnehmer beendeten die Studie	Untersuchung der Effekte der Diäten auf Körpergewicht (Zielgrößen: BMI und Fettmasse)	Ad libitum Diät mit niedriger GL (n = 7) oder energie- und fettreduzierte Diät (n = 7) für 6 Monate mit anschließender 6monatiger Nachbeobachtungsphase. Ad libitum Diät, niedrige GL: bevorzugte Auswahl von LM, die nach Foster-Powell et al. 2002 einen niedrigen bis moderaten GI haben (= nicht stärkehaltiges Gemüse, Früchte, Hülsenfrüchte, Nüsse und Milchprodukte); keine Energierestriktion. Energie- und fettreduziert: Reduktion der Aufnahme von Fett und Erhöhung der Aufnahme von Getreide, Gemüse und Früchten; Energierestriktion 250-500 kcal/Tag	Nach 6monatiger ad libitum Diät mit niedriger GL und anschließender 6monatiger Nachbeobachtungsphase sind BMI und Fettmasse signifikant gesunken (-1,3 kg/m ² und -3 kg) verglichen mit den Werten dieser Parameter zu Beginn der Studie (BMI: p = 0,03; KG: p = 0,02) Im Gegensatz dazu stiegen BMI (+0,7 kg/m ²) und KG (+1,8 kg) nach 6monatiger energie- und fettreduzierter Diät und anschließender Nachbeobachtungsphase
Brynes et al. 2003	Prospektive, randomisierte, 4fach crossover-Studie	n = 17 moderat übergewichtige gesunde Männer (BMI durchschnittlich 29,3 kg/m ²) im Alter von durchschnittlich 45 Jahren und einem oder mehreren Risikofaktor/en für Herzkrankheiten	Energieaufnahme und Körpergewicht sollten während der gesamten Studiendauer konstant gehalten werden.	Diäten mit hohem KH-Anteil und niedrigem GI, hohem KH-Anteil und hohem GI, hohem KH-Anteil und hohem Zuckergehalt und Diät mit niedrigem KH-Anteil und hohem Fettgehalt (50 % Fett, > 35 % MUFA) für jeweils 24 Tage mit mindestens 3wöchigen Reinigungsphase zwischen den Diäten. Untersuchung der akuten (Tag 1) und mittelfristigen (Tag 24) Effekte der Diäten auf die Tagesprofile (8h) von Insulin, Glucose und von Fetten im Blut	BMI (p = 0,02) und Fettmasse (p = 0,01) wiesen nach 12 Monaten signifikante Unterschiede zwischen den Diäten auf Während der Diät mit hohem Fettgehalt wurde verglichen mit der Diät mit hohem Zuckergehalt mehr Energie und verglichen mit den Diäten mit niedrigem und hohem GI signifikant mehr Energie aufgenommen (p < 0,05). Während der Diät mit niedrigem GI war die Energieaufnahme am niedrigsten. Während der Diät mit niedrigem GI sank das KG (-0,27 kg) im Gegensatz zur Zunahme des KG bei Diäten mit hohem GI, hohem Zucker- und hohem Fettgehalt (+0,43 kg, + 0,84 kg und + 0,46 kg), mit einem signifikanten Unterschied zwischen den Diäten mit niedrigem GI und hohem Zuckergehalt (p < 0,02).

Studie	Design	Studienpopulation	Frage/Ziel	Methodik	Ergebnis
Jimenez-Cruz et al. 2003	Prospektive randomisierte, kontrollierte, Crossover-Studie	n = 14 Typ-II-Diabetiker (6 männlich, 8 weiblich) im Alter von durchschnittlich 59 Jahren (Bereich: 44-75 Jahre)	Untersuchung der Effekte der Diäten auf biochemische Daten und dem BMI	Diäten mexikanischer Art mit niedrigem und hohem GI für jeweils 6 Wochen mit einer 6wöchigen Reinigungsphase zwischen den Diäten Diät mit niedrigem GI: vermehrter Verzehr von KH aus Pintobohnen, Brot aus Weizenvollkornmehl, Früchten mit niedrigem GI Diät mit hohem GI: vermehrter Verzehr von KH aus Weizenweißbrot, weißen Langkornreis, Kartoffeln, Früchten mit hohem GI und Karotten	BMI am Ende der Diät mit niedrigem GI signifikant niedriger als zu Beginn (31,8 kg/m ² vs. 32,4 kg/m ² ; p = 0,04) BMI am Ende der Diät mit hohem GI im Vergleich zum BMI zu Beginn nicht reduziert (32,3 kg/m ² vs. 32,2 kg/m ²)
Bouche et al. 2002	Prospektive, randomisierte, kontrollierte Crossover-Studie	n = 11 gesunde, leicht übergewichtige Männer (durchschnittlich BMI 28 kg/m ²) im Alter von durchschnittlich 46 Jahren	Untersuchung der Effekte der Diäten auf die Gesamtfettmasse sowie den Glucose- und Lipidmetabolismus	Diäten mit niedrigem und hohem GI für jeweils 5 Wochen mit 5wöchiger Reinigungsphase zwischen den Diäten.	KG am Ende der beiden Diätphasen vergleichbar (niedriger GI: 85,7 kg; hoher GI: 86,5 kg). Die Gesamtfettmasse sank von Beginn bis Ende der Diätphasen bei niedrigem GI signifikant (Beginn: 19,27 kg; Ende: 18,75 kg; p < 0,05), bei hohem GI jedoch nicht (Beginn: 19,54 kg; Ende: 19,52 kg).
Spieth et al. 2000	Retrospektive Kohorten-Studie	n = 107 übergewichtige, aber andererseits gesunde Kinder	Untersuchung der Effekte der Diäten während dem Management von Übergewicht	Diät mit niedrigem GI (n = 64) oder fettreduzierten Diät (n = 43) für 6 Monate mit anschließender ca. 4monatiger Nachbeobachtungsphase. Diät mit niedrigem GI: Basis der Diät bilden Gemüse, Hülsenfrüchte und Früchte magere proteinreiche Lebensmittel, fettarme Milch, Milchprodukte, Nüssen und Produkten aus vollem Korn verzehrt. Produkte aus raffiniertem Korn, Kartoffeln und konzentriertem Zucker werden nur in geringen Mengen konsumiert. Energie- und fettreduzierte Diät: Reduktion der Zufuhr von Lebensmitteln mit hohem Fett- und Zuckergehalt und hoher Energiedichte und Erhöhung der Zufuhr von Getreideprodukten, Gemüse und Früchten. Energierestriktion 250-500 kcal pro Tag.	BMI (- 1,53 kg/m ²) und KG (- 2,03 kg) nahmen stärker ab bei der Diät mit niedrigem GI im Vergleich zur fettreduzierten Diät (BMI: - 0,06 kg/m ² ; KG: + 1,31 kg)

Studie	Design	Studienpopulation	Frage/Ziel	Methodik	Ergebnis
Slabber et al. 1994	Randomisierte, kontrollierte, Crossover Studie	n = 16 Frauen mit Hyperinsulinämie im Alter von durchschnittlich 35 Jahren und einem durchschnittlichen BMI von 35 kg/m ²)	Untersuchung der Effekte der Diäten auf Körpergewicht	Energiereduzierte Diät mit niedrigem GI, oder eine „konventionelle“ energiereduzierte Diät für 12 Wochen. Nährstoffzusammensetzung (50 % KH, 30 % Fett, 20 % Eiweiß) in beiden Diäten gleich.	Bei der energiereduzierten Diät mit niedrigem GI (-7,4 kg) war ein signifikant größerer Gewichtsverlust als bei der konventionellen energiereduzierten Diät (-4,5 kg) zu erkennen.

(modifiziert nach Raben 2002)

1.4.2 Der GI und die GL und Prävention von Diabetes mellitus Typ II

Dem Typ II Diabetes mellitus geht immer eine Phase der vermehrten Insulinausschüttung und einer Insulinresistenz voraus. Laut der von Ludwig postulierten Hypothese bewirkt der Verzehr von Mahlzeiten mit einem hohen GI bzw. einer hohen GL einen starken Blutglukoseanstieg, der eine exzessive Insulinausschüttung bewirkt. Ebenso regen die später erhöhten Konzentrationen hormoneller Insulingegenspieler sowie freier Fettsäuren die Insulinproduktion an. Die vermehrte Insulinausschüttung könnte laut dieser Hypothese langfristig zur Schädigung der insulinbildenden Beta-Zellen und somit zum Diabetes mellitus führen. Darüber hinaus wird diskutiert, ob erhöhte Blutglukosespiegel und mehr freie Fettsäuren nach dem Verzehr von Mahlzeiten mit hohem GI toxisch auf die β -Zellen wirken (Ludwig 2002).

Es gibt bislang nur wenige Studien, die den Zusammenhang zwischen GI bzw. GL und Entstehung von Diabetes mellitus Typ II untersucht haben. In der prospektiven Nurses`Health Study wurde der Zusammenhang zwischen Ballaststoffzufuhr, GI, GL und dem Risiko an einem nicht-insulinpflichtigen Diabetes zu erkranken, bei 65173 Frauen zwischen 40 und 65 Jahren untersucht. Diese Studie fand einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Entstehung von Typ II Diabetes und dem GI bzw. GL der Kost. Frauen, deren Kost den höchsten GI bzw. die höchste GL aufwies, hatten ein um ca. 40% höheres Diabetesrisiko als Frauen in der Quintile mit dem niedrigsten GI bzw. der niedrigsten GL. Diese Beziehung wurde allerdings erst statistisch signifikant nach Berücksichtigung der Zufuhr von Ballaststoffen aus Getreide (Salmeron et al. 1997b).

In einer weiteren prospektiven Kohortenstudie (Health Professional Study) mit 42759 Männern zwischen 40 und 75 Jahren zeigte sich ebenfalls, dass die Ballaststoffzufuhr aus Getreide die Beziehung zwischen GI bzw. GL und Diabetes modifiziert. Ein erhöhtes Diabetesrisiko bei hohem GI der Kost fand sich erst nach der Stratifizierung der Ballaststoffaufnahme aus Getreide. Dies traf jedoch nicht auf die GL zu, da das Diabetesrisiko mit steigender GL der Kost nur leicht jedoch nicht signifikant anstieg. Ein signifikanter Anstieg des Diabetesrisikos zeigte sich nur beim Vergleich der Gruppen, in der eine hohe GL der Kost gleichzeitig mit einer geringeren Ballaststoffzufuhr aus Getreide verbunden war und der Gruppe, in der eine niedrige GL Kost gleichzeitig mit einer hohen Ballaststoffaufnahme aus Getreide verbunden war (Salmeron et al. 1997a).

In der Iowa Women`s Health Study wurde ebenfalls ein signifikant inverser Zusammenhang zwischen Ballaststoffzufuhr aus Getreide und Diabetesinzidenz bei Frauen nach der Menopause beobachtet. Ein hoher GI bzw. eine hohe GL war jedoch nicht mit einer erhöhten Diabetesinzidenz assoziiert (Meyer et al. 2000).

Auch in der Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study war ein hoher GI bzw. GL nicht mit einem erhöhten Diabetesrisiko bei weißen und afroamerikanischen Männern und Frauen mittleren Alters verbunden. Als Schwachpunkt dieser Studie führen die Autoren jedoch an, dass der semiquantitative Fragebogen mit nur 66 Positionen möglicherweise keine genaue Erfassung des GI der Kost zuließ (Stevens et al. 2002). Aber auch bei anderen Kohortenstudien ist unklar, mit welcher Präzision GI bzw. die GL der Kost erfasst worden sind, da in keiner der aufgeführten Studien der Fragebogen mit dem Ziel der Messung von GI bzw. GL entworfen wurde. Außerdem wurden immer FFQ`s verwandt (PI-Sunyer, F. X. 2002).

Tab. 3. Studien zum Zusammenhang zwischen GI/GL und der Entstehung von Diabetes mellitus Typ II

Studie	Design	Studienpopulation	Frage/Ziel	Methodik	Ergebnis
Salmeron et al. 1997a	Prospektive Kohortenstudie (Nurses' Health Study)	n = 65173 Frauen im Alter zwischen 40 und 65 Jahren im Jahr 1986. Keine Diagnose zu kardiovaskulären Erkrankungen, Krebs und Diabetes	Untersuchung des Zusammenhangs zwischen GI, niedriger Ballaststoffaufnahme und dem Risiko für die Entstehung eines insulinunabhängigen Diabetes.	Bestimmung des GI, der GL und der Ballaststoffaufnahme anhand eines detaillierten Fragebogens. Outcome: insulinunabhängiger Diabetes mellitus Typ II	Frauen, deren Kost den höchsten GI bzw. die höchste GL aufwies, hatten ein um 40 % höheres Diabetesrisiko als in der Quintile mit dem niedrigsten GI bzw. der niedrigsten GL. Diese Beziehung wurde erst nach Berücksichtigung der Zufuhr von Ballaststoffen aus Getreide statistisch signifikant
Salmeron et al. 1997b	Prospektive Kohortenstudie (Professional Study)	n = 42759 Männer im Alter zwischen 40 und 75 Jahren im Jahr 1986 ohne Diabetes und kardiovaskuläre Erkrankungen	Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Diäten und dem Risiko für die Entstehung des insulinunabhängigen Diabetes.	Bestimmung der Diäten zur Baseline anhand eines semiquantitativen validierten FFQ's	Ein erhöhtes Diabetesrisiko bei hohem GI (nicht bei hoher GL) der Kost fand sich erst nach der Statifizierung der Ballaststoffaufnahme aus Getreide.
Meyer et al. 2000	Prospektive Kohortenstudie (IOWA Women's Health Study)	n = 35988 ältere Frauen die zu Beginn keinen Diabetes haben	Untersuchung der Beziehung zwischen KH-, Ballaststoff- und Magnesiumaufnahme, kohlenhydrathaltiger LM und dem GI mit der Diabetesinzidenz	Outcome: Angaben zur Diabeteserkrankung anhand von Patientenangaben	Ein hoher GI bzw. Eine hohe GL war nicht mit einer erhöhten Diabetesinzidenz assoziiert. Es wurde ein signifikant inverser Zusammenhang zwischen Ballaststoffzufuhr aus Getreide und Diabetesinzidenz beobachtet
Stevens et al. 2002	9 Jahre follow up-Studie	n = 12251 Erwachsene im Alter zwischen 45 und 64 Jahren ohne Diabetes zur Baseline (1987-1989).	Assoziation von Ballaststoffen und GI mit der Diabetesinzidenz von Diabetes mellitus Typ II	Bestimmung der Kost der letzten Jahre anhand eines semiquantitativen FFQ mit 66 Positionen zur Baseline.	Ein hoher GI bzw. eine hohe GL war nicht mit einem erhöhten Diabetesrisiko verbunden.

(modifiziert nach Ludwig 2002)

1.4.3 Der GI und die GL und Prävention von kardiovaskulären Erkrankungen

Deutlich erhöhte Insulinspiegel gelten auch als Risikofaktor für die Entstehung von KHK. Darüber hinaus wird der Verzehr von Diäten mit niedrigem GI bzw. niedriger GL mit verminderten Blutwerten an Triglyceriden und LDL-Cholesterol und somit mit einem geringeren Verhältnis zum HDL-Cholesterol in Zusammenhang gebracht (Ludwig 2002). Diäten mit niedrigem GI bzw. niedriger GL können daher vermutlich vor der Entstehung von Herzkrankheiten schützen.

In der Nurses` Health Study wurde ein Zusammenhang zwischen der Entstehung von koronarer Herzkrankheit und dem GL der Kost gefunden. Die Probanden in der obersten Quintile des GI bzw. der GL hatten ein doppelt so hohes Risiko für koronare Herzkrankheit wie Probanden in der Quintile mit dem niedrigsten GI bzw. GL. Die Assoziation wurde aber nur bei Probanden mit einem BMI ab 23 beobachtet (Liu et al. 2000).

Eine Effektmodifikation durch das Körpergewicht wurde auch in einer italienischen Fall-Kontroll-Studie postuliert. Während in der Gesamtgruppe ein hoher GI bzw. GL nicht mit einem erhöhten Risiko für nicht-tödliche Herzinfarkte verbunden war, ging ein GI in der obersten Tertile mit einem erhöhten Risiko einher, wenn gleichzeitig ein BMI von 25 oder mehr vorlag (Tavani et al. 2003).

Kein Zusammenhang zwischen GI und koronarer Herzkrankheit fand sich hingegen in der holländischen Zutphen-Studie bei älteren Männer (van Dam et al. 2000).

Tab.4. Studien zum Zusammenhang zwischen GI und koronarer Herzkrankheit

Studie	Design	Studienpopulation	Frage/Ziel	Methodik	Ergebnis
Liu et al. 2000	Kohortenstudie	n = 75521 Frauen im Alter von durchschnittlich 38-63 Jahren ohne vorheriger Diagnose von Diabetes mellitus, Myokardinfarkten, Angina, Schlaganfall oder anderen kardiovaskulären Erkrankungen im Jahr 1984. Die Probanden wurden 10 Jahre beobachtet.	Beziehung zwischen Art und Menge von KH und dem Risiko für die Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen	FFQ mit verschiedenen individuellen Lebensmitteln zur Baseline. Die GL wurde für jeden Probanden anhand des GI's und der verzehrten KH-Menge berechnet.	Die Probanden in der obersten Quintile des GI bzw. der GL hatten ein doppelt so hohes Risiko für koronare Herzkrankheiten wie Probanden in der Quintile mit dem niedrigsten GI bzw. GL. Die Assoziation wurde aber nur bei Probanden mit einem BMI ab 23 beobachtet
Tavani et al. 2003	Fall-Kontroll-Studie	Fall: n = 433 nicht diabetische Personen mit der ersten Episode von nicht-tödlichen akuten Myokardinfarkten. Kontrolle: n = 448 admitted to hospital for a wide spectrum of acute conditions unrelated to known or potential risk factors for acute myocardial infarction	Untersuchung des Zusammenhangs zwischen selektierten KH-Trägern, GL und GI und dem Risiko für die Entstehung nicht-tödlicher Herzinfarkte in einer Population, mit einem hohen Verzehr von raffinierten KH.	Informationen wurden anhand eines Interview-unterstützten Fragebogens gesammelt.	Während in der Gesamtgruppe ein hoher GI bzw. eine hohe GL nicht mit einem erhöhten Risiko für nicht-tödliche Herzinfarkte verbunden war, ging ein GI in der obersten Tertile mit einem erhöhten Risiko einher, wenn es sich um ältere Personen (>= 60 Jahre) handelte, bei denen gleichzeitig ein BMI von 25 oder mehr vorlag
van Dam et al. 2000	Prospective Studie zwischen 1985 und 1995	n = 394 Männer im Alter von 64-84 Jahren im Jahr 1985. Keine Krankheitsgeschichte zu kardiovaskulären Erkrankungen oder Diabetes.	Untersuchung, ob ein hoher GI in der Kost mit Hyperinsulinämie, Hyperglykämie, Dyslipidämie und koronaren Herzkrankheiten assoziiert ist.	(cross-check dietary history method)	Kein Zusammenhang zwischen GI und koronarer Herzkrankheit

1.5 Fazit

Zum Zusammenhang zwischen GI bzw. GL und der Entstehung von Diabetes mellitus Typ 2 und kardiovaskulären Erkrankungen liegen bereits einige Studien vor. In diesen ist ein niedriger GI bzw. eine niedrige GL der Kost häufig positiv mit dem Erkrankungsrisiko assoziiert, obwohl dies nicht von allen Studien bestätigt wurde (Ludwig 2002). Ebenfalls positiv assoziiert wird ein niedriger GI bzw. eine niedrige GL bei der Prävention und Therapie von Übergewicht. Gerade die dramatische Zunahme von Übergewicht von Kindern und Jugendlichen wird mit einer Erhöhung des GI bzw. der GL der Kost in Zusammenhang gebracht (Spieth et al. 2000; Ebbeling et al. 2003).

Obwohl Veränderungen in der Nahrungsmittelauswahl, zumindest in den US-Studien, in den letzten Jahren einen Anstieg des GI bzw. der GL in der Kost von Kindern und Jugendlichen nahe legen (Nicklas 1995; Popkin et al. 1992; Stephen et al. 1995), gibt es bisher keine Trendanalysen. Auch liegen bislang keine Daten über die Höhe des GI bzw. der GL in der Kost von Kindern und den Einfluss verschiedener Kohlenhydratquellen vor. Des Weiteren gibt es bislang kaum Informationen, inwieweit Kinder auch ohne spezifische Empfehlungen eine Kost mit niedrigerem GI bzw. niedrigerer GL erreichen.

2. ZIEL DER ARBEIT

In der DONALD Studie werden seit 1985 umfangreiche Daten zu Anthropometrie und Ernährung von Kindern gesammelt. Die Studie erweist sich daher als ausgesprochen günstig für die Analyse von Trends im Ernährungsverhalten, da jährlich neue Kinder in die Studie aufgenommen wurden, so dass in identischer Weise erhobene Daten bei Kindern aus unterschiedlichen Geburtskohorten erfasst werden können (Kersting et al. 2003).

Ziel dieser Arbeit ist es die Ernährung von 7-8 jährigen Kindern (n =155) aus der DONALD Studie aus den Jahren 1990, 1996 und 2002 hinsichtlich des GI und der GL zu charakterisieren. Dazu wurden im Rahmen dieser Arbeit zunächst jedem protokollierten Lebensmittel ein GI und eine GL zugeordnet.

Anhand dieser Daten werden folgende Fragestellungen untersucht:

- Hat sich der GI bzw. die GL in der Kost 7-8 jährigen Kinder im Laufe der Jahre 1990, 1996 und 2002 verändert?
- Welche Kohlenhydratquellen leisten einen großen Beitrag zur Höhe der glykämischen Last in der Kost 7-8 jähriger Kinder und hat sich der Beitrag verschiedener Kohlenhydratquellen zur jeweiligen GL im Laufe der Jahre 1990, 1996 und 2002 verändert?
- Wie hängt die Höhe des glykämischen Index bzw. der glykämischen Last mit der sonstigen Ernährungsweise und dem sozioökonomischen Hintergrund zusammen?

3. Methodik

3.1 Die DONALD Studie

3.1.1 Studiendesign und –population

Die DONALD Studie (Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study) wird am Forschungsinstitut für Kinderernährung Dortmund (FKE) seit 1985 durchgeführt und stellt eine Langzeitstudie mit offener Kohorte dar. Sie umfasst Untersuchungen des Ernährungsverhaltens und des Nahrungsverzehrs sowie Erhebungen zu Wachstum, Entwicklung, Stoffwechsel und Hormonhaushalt gesunder Kinder (Kersting et al. 1998; Kroke et al. 2004).

Schwerpunkte der Studie sind:

- ◆ Die Sammlung komplexer, themenorientierter, longitudinaler Daten von gesunden Kindern in Familien,
- ◆ Untersuchung komplexer Wechselwirkungen zwischen Ernährungsverhalten, Nahrungsverzehr, Wachstum, Entwicklung, Ernährungsstatus, Stoffwechsel und Gesundheit bei Individuen.
- ◆ Entwicklung und Evaluation wissenschaftlich begründeter Ernährungskonzepte für Säugling, Kinder und Jugendliche unter Berücksichtigung präventivmedizinischer Gesichtspunkte und der kulturellen Tradition in Deutschland.

Zu diesem Zwecke werden jährlich etwa 40 Säuglinge neu in die Studie aufgenommen und bis zum Alter von 21 (Mädchen) bzw. 23 (Jungen) prospektiv beobachtet. Die DONALD Studie sieht bis zum Abschluss 29 Untersuchungstermine vor, die bei Säuglingen im Alter von 3 Monaten beginnen und bis ins Erwachsenenalter reichen. Im ersten Lebensjahr werden die Kinder vierteljährlich untersucht, im zweiten Jahr zweimal und anschließend einmal pro Jahr. In der Pubertät wird erneut halbjährlich einbestellt. Abb. 5 gibt eine Übersicht über die Untersuchungen und Befragungen in Abhängigkeit vom Alter der Kinder.

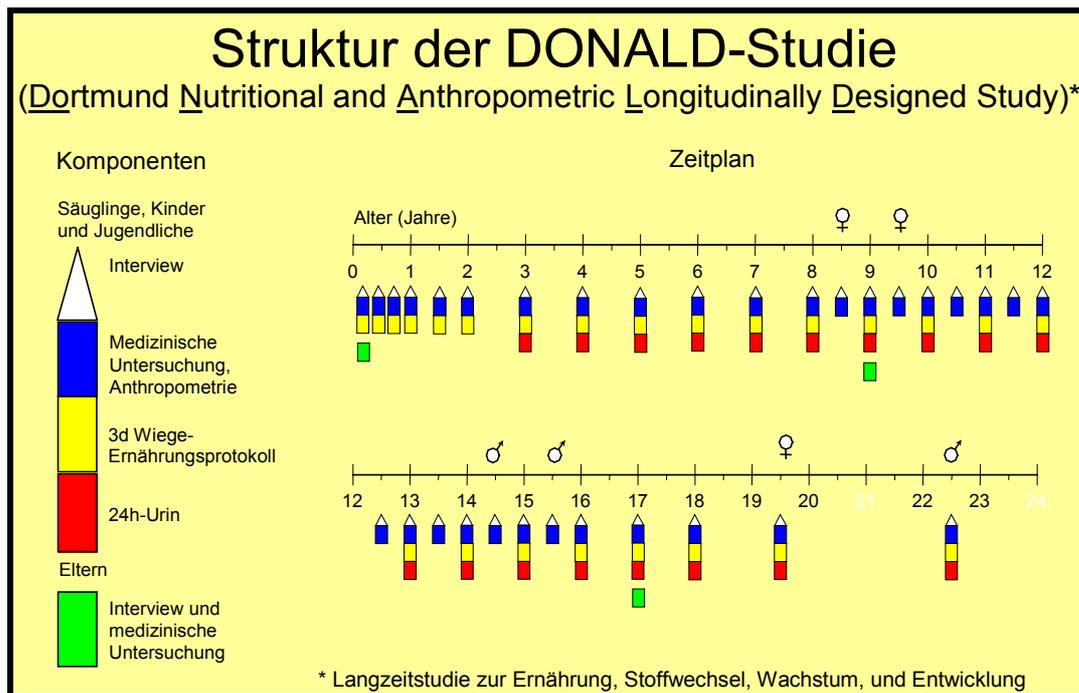


Abb. 5. Zeitplan und Untersuchungskomponenten der DONALD-Studie bei Säuglingen, Kindern und Jugendlichen (Kroke et al. 2004)

Durchgeführt werden je nach Alter des Teilnehmers und unter Einbezug der Eltern ein Interview zu Lebensstil und Sozialstatus, eine medizinische Untersuchung, anthropometrische Messungen, ein 3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokoll und ab einem Alter von 3 Jahren eine 24-Stunden-Urinsammlung am dritten Protokolltag. Zu bestimmten Zeitpunkten werden auch die Eltern befragt und medizinisch untersucht (Abb. 5) (Kroke et al. 2004).

3.1.2 Studienteilnehmer

Die Teilnehmer der DONALD Studie sind gesunde deutsche Säuglinge, Kinder und Jugendliche. Seitens der Eltern besteht ein hohes Interesse an der Ernährung und Gesundheit ihrer Kinder. Die erforderliche Bereitschaft zur langfristigen Teilnahme an der Studie und der Umfang der vorgesehenen Untersuchungen setzen großes Engagement voraus. Die an der Studie teilnehmenden Familien weisen im Vergleich mit dem bundesweiten Durchschnitt einen überdurchschnittlichen Sozialstatus auf (Alexy und Kersting et al. 1998; Kroke et al. 2004). Dieser äußert sich in einem höheren Bildungsniveau, gemessen am Schulbesuch bzw. Schulabschluss der Probanden bzw. ihrer Eltern, und an einem höheren Anteil von Eltern mit einer höher qualifizierten beruflichen Beschäftigung

(Kersting et al. 1998). Dennoch spiegeln die Ernährungsgewohnheiten der Teilnehmer der DONALD Studie die Ernährungsgewohnheiten deutscher Kinder recht gut wider (Kersting et al. 1998).

3.1.3 Verzehrserhebungen in der DONALD-Studie

Die Verzehrserhebungen in der DONALD Studie werden mit der 3-Tage-Wiege-Protokollmethode durchgeführt. Dafür werden an drei aufeinander folgenden Tagen alle verzehrten Lebensmittel und Getränke wenn möglich gewogen. Falls ein Abwiegen nicht möglich ist, werden die verzehrten Mengen anhand von Haushaltsmaßen (Stück, Tasse, Esslöffel) geschätzt. Verschiedene Bestandteile einer Mahlzeit (z.B. Brot, Butter, Marmelade) oder die Zutaten eines Gerichtes (z.B. Gemüsesuppe) werden einzeln erfasst. Bisher wurden auf diese Weise mehr als 8800 Ernährungsprotokolle gesammelt. Nach Ablauf der drei Protokolltage erfolgt ein Besuch einer Mitarbeiterin des FKE, um die fertigen Protokolle abzuholen, mögliche Unregelmäßigkeiten bei der Protokollierung zu überprüfen und zu erfragen, ob sich durch bestimmte Anlässe oder das Protokollieren selbst, Einflüsse auf die Ernährungsweise ergeben haben.

Mittels der Nährstoffdatenbank LEBTAB, die vom FKE entwickelt wurde, kann nach Codierung und Eingabe der Protokollangaben die individuelle Aufnahme von 30 Nährstoffen sowie der Energie berechnet werden. Derzeit enthält die Datenbank Angaben zu 5220 Lebensmitteln, Speisen und Rezepten, 1490 Produkten für Säuglinge und Kleinkinder sowie 400 Nahrungssupplementen. Die Nährstoffdaten für Grundlebensmittel wurden aus Standardnährwerttabellen aus Deutschland sowie aus Großbritannien, den Niederlanden und den USA übernommen. Nährstoffgehalte von Rezepten werden aus den Zutaten berechnet. Bei Fertigprodukten werden Rezepte anhand der Zutatenliste und der deklarierten Nährwertangaben unter Berücksichtigung eventueller Nährstoffanreicherungen simuliert. LEBTAB wird kontinuierlich fortentwickelt, indem neue, von Probanden protokollierte Produkte aufgenommen werden (Kroke et al. 2004).

3.2 Kollektivauswahl

In dieser Arbeit wurden 7-8 jährige Kinder aus der DONALD-Studie eingeschlossen. Man legte sich im Vorfeld darauf fest, dass die Daten der vorpubertären Kinder aus den Jahren 1990, 1996 und 2002 stammen sollten. Die Auswahl dieser drei Jahre soll dazu dienen, mögliche Unterschiede hinsichtlich des GI und der GL in der Kost der Kinder zwischen den Jahren zu untersuchen und eine mögliche Trendentwicklung zu erkennen. Weiterhin diene die Auswahl dazu, den Aufwand der GI-Zuordnung in Grenzen zu halten, da es den Rahmen der Diplomarbeit gesprengt hätte, eine GI-Zuordnung für alle Kinder von 1990 bis zum heutigen Zeitpunkt vorzunehmen. Eingeschlossen wurden nur Kinder für die vollständige 3-Tages-Wiege Protokolle vorlagen und deren protokollierte Gesamtenergieaufnahme den von Sichert-Hellert für Kinder entwickelten modifizierten Kriterien für die plausible Energieaufnahme entsprachen (Schofield 1985; Sichert-Hellert et al. 1998). Weiterhin müssen 24-h-Urinproben, die an einem der drei Tage der Ernährungsprotokolle gesammelt wurden, vorliegen, da sich eine weitere Arbeit mit dem Zusammenhang zwischen der C-Peptid-Ausscheidung im Urin und der GL der Nahrung befasst.

Diese Kriterien trafen auf 155 7-8 jährige Jungen und Mädchen zu, die sich auf die verschiedenen Zeitpunkte wie folgt verteilen:

	1990	1996	2002
Männlich	22	33	25
Weiblich	24	23	28

Tab. 5. Gruppenverteilung der 155 7-8 jährigen Kinder

3.3 GI Zuordnung

Bisher ist der GI nur bei einer begrenzten Anzahl von Lebensmitteln gemessen worden. Die Tabelle von Foster-Powell et al. „International table of glyceimic index and glyceimic load values: 2002“ enthält Angaben zum GI und zur GL von 750 verschiedenen Lebensmitteln aus weltweit durchgeführten Studien an Diabetikern, Fettstoffwechselkranken und – gesunden und zählt zu den umfangreichsten Quellen.

In dieser Arbeit wurden für 1049 verschiedene kohlenhydrathaltige Lebensmittel, die von den 155 Kindern gegessen wurden, GI-Werte zugeordnet.

3.3.1 Kriterien für die Zuordnung des GI zu Lebensmitteln

Den 1049 kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln wird im Rahmen dieser Arbeit anhand verschiedener Kriterien ein GI-Wert zugeordnet. Detaillierte Beschreibung der GI-Zuordnung zu Lebensmitteln in Tab. 7.

1. Direkte Zuordnung des GI

Einigen Lebensmitteln kann direkt ein GI aus der Liste von Foster-Powell et al. zugeordnet werden.

2. GI Zuordnung anhand „ähnlicher“ Lebensmittel

Es wird, soweit vorhanden, der GI eines ähnlichen Lebensmittels genommen. Als „ähnlich“ gelten dabei Lebensmittel mit derselben Zubereitungsform, Teilchengröße, Fett-, Zucker- oder Kohlenhydratanteil usw..

3. GI Zuordnung anhand von „Gruppenmittelwerten“

Die Liste von Foster-Powell et al. ist in verschiedene Lebensmittelgruppen unterteilt. Für manche aufgeführten Lebensmittelgruppen sind jedoch nur GI-Werte von einigen Lebensmitteln der jeweiligen Lebensmittelgruppe aufgelistet. In diesen Fällen wird z. T. nicht aufgeführten Lebensmitteln ein Mittelwert von den GI-Werten ähnlicher Lebensmittel der Lebensmittelgruppe genommen.

4. Berechnung des GI

Bei einigen Lebensmitteln kann anhand von Rezepten, die in LEBTAB vorhandenen sind, ein GI errechnet werden. Die Rezepte in LEBTAB sind so simuliert, dass die daraus errechneten Nährstoffangaben den Angaben auf den von den Teilnehmern zur Verfügung gestellten Lebensmittelverpackungen entsprechen. Die Errechnung des GI für bestimmte Lebensmittel anhand ihrer Zutaten ist jedoch nur möglich, wenn für die jeweiligen Zutaten des Lebensmittels ein GI vorhanden ist.

Beispiel: In der Liste der 1049 Lebensmittel taucht das Produkt „Haferfleks, Koelln“ auf. Ein vergleichbares Produkt ist nicht in der Liste von Foster-Powell et al. zu finden. Für alle Zutaten ist jedoch ein GI in der Liste von Foster-Powell et al. vorhanden, so dass der GI errechnet werden kann.

Haferfleks, Koelln (100g)

Zutaten in g/100g	g KH	GI	GL
79 g Haferflocken	46	55	25
20 g Zucker	20	68	14
1 g Kochsalz	0	0	0
Gesamt	66	39/66*100=59 39	

Tab. 6. Berechnung des GI anhand eines Beispiels

Haferfleks, Koelln wird ein GI von 59 zugeordnet.

Tab. 7. Kriterien für die Zuordnung des GI zu Lebensmitteln

Lebensmittelgruppen	Lebensmittel, (Quelle), GI	Zur gleichen Quelle zugeordnete Lebensmittel	Vorgehensweise	
Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen	Vollmilch, (F-P et al., Pos. 369), 27	Sahnepulver, Creme Fraiche, Creme legere, saure Sahne, Kaffeesahne, Schlagsahne, Kondensmilch, Vorzugsmilch, Vollmilch zum Kochen, Ziegenmilch, Mozzarella, Mascarpone	Vollmilch, Magermilch und fettarme Milch haben einen ähnlichen GI. Daher wird LM, die aus Milch bestehen, der GI-Wert von Vollmilch, Magermilch oder fettarmer Milch zugeordnet	
	Magermilch, (F-P et al., Pos. 373), 32	Molkenpulver süß, Magermilchpulver, Magermilch zum Kochen		
	Fettarme Milch, (Mittelwert aus Vollmilch und Magermilch), 30	Molke sauer und süß, Milcheiweiß- und Molkeneiweißkonzentrat, fettarme Milch zum Kochen, Frischkäse, Hüttenkäse, Speisequark, Magerquark, Schmelzkäse, Käse		
	Joghurt, (Chantelau 2000), 27		GI-Wert aus der Liste von Chantelau 2000	
	Milchmischerzeugnisse, z.B. Fruchtmilch, vereinzelt Schokomilch, Pudding oder Creme; Joghurtmischerzeugnisse, z.B. Fruchtjoghurt, Joghurtdrink oder Ayran; Quarkmischerzeugnisse, z.B. Fruchtequark oder Kräuterquark; Molkenmischerzeugnisse, z.B. Molkefruchtdrink; Frischkäsezubereitungen; Sahneerzeugnis, z.B. Schmand			Berechnung des GI anhand der Zutaten des Lebensmittels wie bei einer gemischten Mahlzeit

Lebensmittelgruppen	Lebensmittel, (Quelle), GI	Zur gleichen Quelle zugeordnete Lebensmittel	Vorgehensweise
Eier und Eierspeisen, Fleisch und Fleischspeisen, Fisch und Fischspeisen	Ei, Fleisch, Wurst, Fisch	Extrakte aus Ei (Fleisch, Wurst und Fisch), z.B. Hühnerweiß, Trockenvollei	Diese LM bekommen keinen GI, weil in 100 g der LM weniger als 3 g KH enthalten sind. In Ausnahmefällen jedoch bekommen auch LM/Zutaten wie z.B. Hühnerweiß (8,1 g verdauliche KH pro 100 g LM) aufgrund sehr geringer Verkehrsmengen keinen GI.
	Fischstäbchen, (F-P et al., Pos. 483), 38	z.B. Seelachs paniert, Backteig-Tintenfischringe	GI-Wert aus der Liste von F-P et al. 2002
	LM mit Ei, Fleisch, Wurst oder Fisch und außerdem KH-reichen Zutaten (mit einem GI), in denen mehr als 3 g verdauliche KH pro 100 g LM enthalten sind		
Müsli und Cerealien, Getreideflocken, -körner, und -schrot	LM mit Ei, Fleisch, Wurst oder Fisch und außerdem KH-reichen Zutaten (mit einem GI), in denen weniger als 3 g verdauliche KH pro 100 g enthalten sind		Diese LM bekommen keinen GI
	Cornflakes, (F-P et al. 2002, Pos. 168), 81 Rice Krispies, (F-P et al. 2002, Pos. 255), 82 Frosties, Cornflakes mit Zucker, (F-P et al. 2002, Pos. 177), 55 Froot Loops, (F-P et al., Pos. 176), 69		GI-Werte aus der Liste von Foster-Powell et al. 2002
	Cornflakes, Crunchy Nut, (F-P et al. 2002, Pos. 170), 72	z.B. Schoko Flakes, Mini Zimtos, Nut Crisp, Wheat & Nut, Cini Minis, Zimt Chips, Knusper-Frühstück	
	Coco Pops, (F-P et al. 2002, Pos. 165), 77	z.B. Choco Krispies, Chocos, Choc Blop	
	Honey Smacks, (F-P et al. 2002, Pos. 188), 71	z.B. Smacks, Honey Pops, Honey Balls, Trio, Honey Nuts Loops	Cerealien aus Vollkornweizen, für die in der Liste von F-P et al. 2002 kein GI aufgeführt ist, erhalten den GI von Mini Wheats

Lebensmittelgruppen	Lebensmittel, (Quelle), GI	Zur gleichen Quelle zugeordnete Lebensmittel	Vorgehensweise
Müsli und Cerealien, Getreideflocken, -körner, und –schrot	Mini Wheats, aus Vollkornweizen, (F-P et al. 2002, Pos. 195), 58	z.B. Cerealien aus Vollkornweizen	Cerealien aus Vollkornweizen, für die in der Liste von F-P et al. 2002 kein GI aufgeführt ist, erhalten den GI von Mini Wheats
	Weizenvollkornflocken, (F-P et al. 2002, Pos. 226), 75	Gerstenflocken	In der Liste von F-P et al. 2002 ist kein GI für Haferkleieflocken aufgeführt. Deswegen wird hier der GI von Haferflocken zugeordnet
	Haferflocken, (F-P et al. 2002, Pos. 208), 55	Haferkleieflocken	In der Liste von F-P et al. 2002 ist kein GI für Haferkleieflocken aufgeführt. Deswegen wird hier der GI von Haferflocken zugeordnet.
	Dinkel-, Buchweizenvollkorn-, Hirse-, Roggenvollkornflocken und andere, (Mittelwert aus Weizenvollkorn und –haferflocken), 65		Die Zuordnung von GI-Werten erfolgt anhand von Gruppenmittelwerten. Die Gruppenmittelwerte ergeben sich aus GI-Werten von LM der LM-Gruppe
Brote, Brötchen und Mehle	Weizenweißbrot, (F-P et al. 2002, Pos. 101), 70	Weizenmehl mit einem Ausmahlungsgrad < 1050 und alle Produkte, die daraus bestehen, z.B. Weizengriess, Graupen, Brötchen	
	Weizenvollkornbrot aus Vollkornmehl, (F-P et al. 2002, Pos. 116), 71	Weizenmehl ab einem Ausmahlungsgrad von 1050 und Weizenvollkornmehl, -schrot und –griess	Die Zuordnung der Mehle und daraus hergestellten Broten und Brötchen erfolgt anhand der Getreideart und des Ausmahlungsgrades
	Roggenbrot, (F-P et al. 2002, Pos. 91), 59	Roggenmehl mit einem Ausmahlungsgrad < 1370 und Roggenvollkornmehl und –schrot	
	Roggenvollkornbrot aus Vollkornmehl, (F-P et al. 2002, Pos. 85), 58	Roggenmehl ab einem Ausmahlungsgrad von 1370 und Roggenvollkornmehl und –schrot	Berechnung des GI anhand der Zutaten des Lebensmittels wie bei einer gemischten Mahizeit

Lebensmittelgruppen	Lebensmittel, (Quelle), GI	Zur gleichen Quelle zugeordnete Lebensmittel	Vorgehensweise
Brote, Brötchen und Mehle	Weizenbrot mit getrockneten Früchten, (F-P et al. 2002, Pos. 70), 47	z.B. Milchbrötchen, Rosinenbrot, brötchen, Christstollen	In der Liste von F-P et al. 2002 sind keine GI-Werte für Milchbrötchen usw. aufgeführt. Deshalb wird diesen LM der GI-Wert von Weizenbrot mit getr. Früchten zugeordnet
	Roggenknäckebrot	Alle Knäckebrote	In der Liste von F-P et al. 2002 ist lediglich für Roggenknäckebrot ein GI-Wert aufgeführt. Dieser wird allen Knäckebrot zugeordnet
	Croissant, (F-P et al. 2002, Pos. 10), 67	Blätterteig	In der Liste von F-P et al. 2002 ist kein GI für Blätterteig aufgeführt. Ihm wird der GI vom Croissant zugeordnet
Kuchen, Gebäck und andere Lebensmittel, die u.a. aus Teig bestehen	Kuchen und Gebäck, denen man als Grundteig Blätterteig (Croissant) zuordnen kann	z.B. Schweineohr mit Schokolade	Die Berechnung des GI erfolgt anhand der Zutaten des LM wie bei einer gemischten Mahlzeit: Zutaten sind zum einen Teig oder andere Grundzutaten und weitere Zutaten, z.B. Obst, Nüsse, Schokolade, Sahne
	Mürbeteig, Brief von TM Wolever, 60	Plunderteig, Rührteig	
	Kuchen und Gebäck, denen man als Grundteig Mürbeteig zuordnen kann	z.B. Nussecken, Spritzgebäck	
	Hefeteig, Brief von TM Wolever, 60		
	Kuchen oder Gebäck, denen man als Grundteig Hefeteig zuordnen kann	z.B. Pflaumenkuchen, Bienenstich	
	Waffeln, (F-P et al. 2002, Pos. 20), 76		
	Gebäck, dem man Waffeln als Grundzutat zuordnet	z.B. Windbeutel mit Sahnefüllung	

Lebensmittelgruppen	Lebensmittel, (Quelle), GI	Zur gleichen Quelle zugeordnete Lebensmittel	Vorgehensweise
Reis und Nudeln	<p>Reis unpoliert, gekocht, (F-P et al. 2002, Pos. 298), 55 Reis parboiled, gekocht, (F-P et al. 2002, Pos. 608), 85 Nudeln mit Ei, gekocht, (F-P et al. 2002, Pos. 532), 38 Nudeln ohne Ei, gekocht, (F-P et al. 2002, Pos. 57 Käse-Tortellini, (F-P et al. 2002, Pos. 541), 50</p>		Die Zuordnung der GI-Werte erfolgt anhand der Liste von F-P et al. 2002
Kartoffeln und Kartoffelprodukte	<p>Kartoffeln, (Chantelau 2000), 54 Kartoffelpüree aus Pulver, (F-P et al. 2002, Pos. 608), 85 Kartoffelpüree aus frischen Kartoffeln, (F-P et al. 2002, Pos. 609), 74 Pommes frites, (F-P et al. 2002, Pos. 607), 75</p>		Die Zuordnung der GI-Werte erfolgt anhand der Liste von F-P et al. 2002
	Reibeplätzchen (Mittelwert aus Kartoffeln und Pommes frites), 65	z.B. Bratkartoffeln, Rösti	Für Reibeplätzchen, Bratkartoffeln und Rösti ist in der Liste von F-P et al. 2002 kein GI aufgeführt. Der GI ergibt sich daher als Mittelwert der GI-Werte von Kartoffeln und Pommes frites.
	Erdnuss, (F-P et al. 2002, Pos. 559), 14 Cashewnuss, (F-P et al. 2002, Pos. 558), 22		Die Zuordnung der GI-Werte erfolgt anhand der Liste von F-P et al. 2002
Nüsse und Ölsaaten	Andere Nüsse und Ölsaaten (Mittelwert aus Erdnuss und Cashewnuss), 18		Für die anderen Nüsse gibt es in der Liste von F-P et al. 2002 keine GI-Werte. Ihnen wird ein GI als Mittelwert aus den GI-Werten von Erdnuss und Cashewnuss zugeordnet

Lebensmittelgruppen	Lebensmittel, (Quelle), GI	Zur gleichen Quelle zugeordnete Lebensmittel	Vorgehensweise
	Erdbeere, (F-P et al. 2002, Pos. 436), 40	Beerenobst	Für anderes Beerenobst gibt es keine GI-Werte in der Liste von F-P et al. 2002. Beerenobst erhält daher den GI-Wert von Erdbeeren
Obst	Orange, (Buyken et al. 2002), 42	z.B. Mandarine, Nektarine, Zitrone	Für Mandarinen usw. gibt es in der Liste von F-P et al. 2002 keine GI-Werte. Diesen LM wird der GI-Wert von Orange zugeordnet
	Fruchtcocktail, (F-P et al. 2002, Pos. 406), 55	Konservenobst in Sirup und Apfelsmus	Für anderes Konservenobst und Apfelsmus sind in der Liste von F-P et al. 2002 keine GI-Werte aufgeführt. Ihnen wird der GI-Wert von Fruchtcocktail zugeordnet
	Karotten, (F-P et al. 2002, Pos. 589), 47 Kürbis (F-P et al. 2002, Pos. 596), 75 Grüne Erbsen (F-P et al. 2002, Pos. 595), 48 Rote Beete (F-P et al. 2002, Pos. 589), 64		Die Zuordnung der GI-Werte erfolgt anhand der Liste von F-P et al. 2002
Gemüse, Hülsenfrüchte und Kräuter	Anderes Gemüse, Hülsenfrüchte oder Kräuter, denen in der Liste von F-P et al. 2002 kein GI zugeordnet ist, z.B. Blumenkohl, Paprika, Gurke, Tomate, Petersilie		Gemüse, Hülsenfrüchte und Kräuter enthalten pro 100 g LM wenig verdauliche KH. Deswegen sind nur wenige dieser LM auf ihren GI hin getestet worden. Der GI für die anderen LM dieser Gruppe ergibt sich daher aus dem Mittelwert der GI-Werte von Karotten, Kürbis, grünen Erbse und Rote Beete
Getränke	Apfelsaft, (F-P et al. 2002, Pos. 32), 40 Orangensaft, (F-P et al. 2002, Pos. 41), 50 Karottensaft, (F-P et al. 2002, Pos. 36), 43 Grapefruit, (F-P et al. 2002, Pos. 408), 48 Ananassaft, (F-P et al. 2002, Pos. 42), 46 u.a.		Die Zuordnung der GI-Werte erfolgt anhand der Liste von F-P et al. 2002

Lebensmittelgruppen	Lebensmittel, (Quelle), GI	Zur gleichen Quelle zugeordnete Lebensmittel	Vorgehensweise
Getränke	Andere Fruchtsäfte, z.B. Aprikosensaft		Säfte, für die in der Liste von F-P et al. 2002 kein GI aufgeführt ist, erhalten den GI eines vergleichbaren Saftes: Aprikosensaft erhält den GI von Ananassaft
	Mehrfruchtsäfte		Der GI von Mehrfruchtsäften wird aus den einzelnen Zutaten (Säften) wie bei der gemischten Mahlzeit berechnet
	Gemüsesäfte, z.B. Tomatensaft und Gemüsemischsäfte		Wie bei Frucht- und Mehrfruchtsäften
	Cola, (F-P et al. 2002, Pos. 21), 58 Fanta, (F-P et al. 2002, Pos. 23), 68		Die Zuordnung der GI-Werte erfolgt anhand der Liste von F-P et al. 2002
	Kakaopulver in Milch gelöst, (F-P et al. 2002, Pos. 376), 34	z.B. Kaba-, Nesquick-, Suchard-, SchoVit-Pulver in Milch gelöst	In der Liste von F-P et al. 2002 wird nicht zwischen verschiedenen Kakao-Getränkpulver unterschieden. Es gibt auch keine Angaben zu Rohkakao und daraus hergestellten Kakaogetränken. Deswegen bekommen Kakaogetränke den gleichen GI
Fertiggerichte	Vegetarische Pizza, (F-P et al. 2002, Pos. 488), 49	Alle anderen Pizzen	In der Liste von F-P et al. 2002 gibt es GI-Werte für verschiedene Pizzen. Allen Pizzen wird jedoch der GI-Wert der vegetarischen Pizza zugeordnet

Lebensmittelgruppen	Lebensmittel, (Quelle), GI	Zur gleichen Quelle zugeordnete Lebensmittel	Vorgehensweise
Fertiggerichte	Fertiggerichte, z.B. italienische Pfannengemüse, Linseneintopf, Frühlingssrolle mit Gemüsefüllung		In der Liste von F-P et al. 2002 gibt es GI-Werte für verschiedene Fertiggerichte. Diese Fertiggerichte lassen sich aufgrund fehlender Angaben zu den Zutaten jedoch nur schwer mit Fertiggerichten vergleichen, die in Deutschland verzehrt werden. Die Berechnung des GI erfolgt anhand der Zutaten des LM wie bei einer gemischten Mahlzeit
Knabbergebäck	Kartoffelchips, (F-P et al. 2002, Pos. 562), 54 Tortilla Chips, (F-P et al. Pos. 547), 63		Die Zuordnung der GI-Werte erfolgt anhand der Liste von F-P et al. 2002
	Erdnussflips (Mittelwert aus Kartoffelchips und Tortilla Chips), 34		Für Erdnussflips ist in der Liste von F-P et al. 2002 kein GI-Wert aufgeführt. Er ergibt sich als Mittelwert aus den GI-Werten von Kartoffelchips und Tortilla Chips
	Nussnougatcreme, (F-P et al. 2002, Pos. 557), 33		Die Zuordnung der GI-Werte erfolgt anhand der Liste von F-P et al. 2002
Süße Brotaufstriche	Erdbeermarmelade, (F-P et al. 2002, Pos. 437), 51 Andere Marmeladen, z.B. Johannisbeer-, Brombeer- und Kirschmarmelade		Die Zuordnung der GI-Werte erfolgt anhand der Liste von F-P et al. 2002 Für die verschiedenen Marmeladen sind in der Liste von F-P et al. 2002 keine GI-Werte aufgeführt. Berechnung des GI anhand der Zutaten des LM wie bei einer gemischten Mahlzeit
Süßigkeiten	Milchschokolade, (F-P et al. 2002, Pos. 545), 43	z.B. Bitter-, Haselnuss-, Nougat-, Marzipan-, Früchteschokolade	Für die verschiedenen Schokoladen sind in der Liste von F-P et al. 2002 keine GI-Werte aufgeführt. Ihnen wird daher der GI von Milchschokolade zugeordnet

Lebensmittelgruppen	Lebensmittel, (Quelle), GI	Zur gleichen Quelle zugeordnete Lebensmittel	Vorgehensweise
Süßigkeiten	Geleefrüchte, (F-P et al. 2002, Pos. 550), 78	z.B. Haribo Konfekt, Lakritze, Gummibärchen, Yoghurt Gums	Diesen Süßigkeiten wird der GI-Wert von Geleefrüchten zugeordnet, da für sie kein gesonderter GI-Wert in der Liste von F-P et al. 2002 aufgeführt ist
	Bonbon, z.B. Hustenbonbons, Nimm 2, Pfefferminzbonbon u.a.		Für die verschiedenen Bonbons sind in der Liste von F-P et al. 2002 keine GI aufgeführt. Die Berechnung des GI erfolgt anhand der Zutaten der Bonbons wie bei einer gemischten Mahlzeit
	Mars, (F-P et al. 2002, Pos. 554), 65	z.B. Milky way, Karamell Toffees	Diesen Süßigkeiten wird der GI-Wert von Mars zugeordnet, da für sie kein GI in der Liste von F-P et al. 2002 aufgeführt ist.
	Snickers, (F-P et al. 2002, Pos. 566), 68	z.B. Lion-Riegel u.a. Schokoladenriegel mit Nüssen	Diesen Süßigkeiten wird der GI-Wert von Snickers zugeordnet, da für sie kein GI in der Liste von F-P et al. 2002 aufgeführt ist.
	Andere Süßigkeiten, z.B. Smarties, Dominosteine		Für die verschiedenen Süßigkeiten ist in der Liste von F-P et al. 2002 kein GI aufgeführt. Berechnung des GI anhand der Zutaten des LM wie bei einer gemischten Mahlzeit

3.4 Datenauswertungen

Sämtliche Berechnungen und statistischen Auswertungen erfolgten mit Hilfe des Statistikprogramms SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc., Cary, USA) in der Version 8.2.

3.4.1 Vergleich des GI und der GL 1990, 1996 und 2002

Die Liste der 1049 kohlenhydrathaltigen Lebensmitteln mit den entsprechenden GI-Werten war die Grundlage für die Berechnung der mittleren GL (g/1000 kcal) und des mittleren GI (%) für jede der drei zeitlichen Perioden (1990, 1996 und 2002). Die gesamte GL der Protokolltage wurde dazu gemittelt und auf 1000 kcal bezogen. Der mittlere GI ergab sich, indem zunächst für jeden Protokolltag die mittlere GL durch die insgesamt aufgenommene Kohlenhydratmenge dividiert wurde. Die GI-Werte der einzelnen Protokolltage wurden dann addiert und gemittelt.

Normalverteilte kontinuierliche Variablen wurden durch den Mittelwert und die Standardabweichung beschrieben. Nicht normalverteilte kontinuierliche Variablen wurden durch den Median sowie der 25. und 75. Perzentile dargestellt. Klassierte Variablen wurden mithilfe von absoluten bzw. relativen Häufigkeiten beschrieben.

Um zu prüfen, ob signifikante Unterschiede zwischen den 3 Perioden hinsichtlich der Nahrungsvariablen bzw. den sozioökonomischen Faktoren vorlagen, kam bei normalverteilten Werten die ANOVA Statistik zum Einsatz. Bei nicht normalverteilten Werten wurde der Kruskal-Wallis Test verwendet. Bei direktem Vergleich zwischen 2 Perioden (z.B. 1990 vs 2002) oder beim Vergleich zwischen Jungen und Mädchen innerhalb der einzelnen zeitlichen Perioden kam der t-Test zum Einsatz. Als Signifikanzniveau wurde 5 % gewählt.

3.4.2 Beiträge verschiedener KH-Träger zur mittleren GL, zur mittleren KH-Aufnahme und zur mittleren Zuckeraufnahme

In jeder der 3 zeitlichen Gruppen wurde der prozentuale Beitrag verschiedener kohlenhydrathaltiger Lebensmittelgruppen an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost der Kinder bestimmt.

Die 1049 kohlenhydrathaltigen Lebensmittel wurden dafür in folgende Lebensmittelgruppen unterteilt:

- Milch und Milchprodukte, Käse und Käsezubereitungen
 - Trinkmilch
 - Milchmixgetränke
 - Joghurt- und Quarkzubereitungen
 - Käse und Käsezubereitungen
- Eier und Eierspeisen, Fleisch und Fleischwaren, Fisch und Fischwaren
- Müslis und Frühstückscerealien, Getreideflocken, -körner, -kleie und Ölsaaten
- Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln
- Brote und Brötchen
- Kuchen und Gebäck
- Kartoffeln
- Kartoffelzubereitungen
- Suppen
- Gemüse und Salate
- Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte
- Obst
- Obst und Gemüsesäfte
- Gesüßte Getränke
- Süßigkeiten
 - Süßer Brotaufstrich
 - Schokoladen und Schokoladenriegel
 - Bonbon, Geleewaren und Schaumzucker

3.4.3 Zusammenhang zwischen der Höhe des GI bzw. der GL und der sonstigen Ernährung bzw. dem sozioökonomischen Hintergrund

Der GI und die GL der Kost der 155 Kinder wurde außerdem in Tertile unterteilt, um Zusammenhänge zwischen der Höhe des GI bzw. der GL und der sonstigen Ernährung bzw. dem sozioökonomischen Hintergrund zu untersuchen.

Klassierte Variablen werden mithilfe von absoluten bzw. relativen Häufigkeiten beschrieben. In der vorliegenden Arbeit wurde der SDS für das Körpergewicht berechnet. Der Body Mass Index wird von der Childhood Group der International Obesity Task Force (IOTF), der European Childhood Obesity Group (ECOG) und der Arbeitsgemeinschaft Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA) als Beurteilungskriterium für Übergewicht und Adipositas im Kindes- und Jugendalter empfohlen (Himes and Dietz 1994; Poskitt 1995; Zwiauer und Wabitsch 1997; Dietz und Robinson 1998; Bellizzi and Dietz 1999).

Da der BMI im Kindes- und Jugendalter entsprechend den physiologischen Änderungen der prozentualen Körperfettmasse von deutlichen alters- und geschlechtsspezifischen Besonderheiten beeinflusst wird, muss man bei seiner Beurteilung Alter und Geschlecht berücksichtigen. Anhand populationsspezifischer Referenzwerte für das Kindes- und Jugendalter (in Form von alters- und geschlechtsspezifischen Perzentilen) können individuelle BMI-Werte eingeschätzt werden (Kromeyer-Hauschild et al. 2001). Die Perzentilbildung für den BMI erfolgte dabei aus den Körpergrößen- und Körpergewichtsdaten von insgesamt 17.147 Mädchen im Altersbereich von 0-18 Jahren nach der LMS-Methode von Cole (1990). Die LMS-Methode ermöglicht auch bei nicht normalverteilten Merkmalen wie dem BMI die Berechnung von Standard Deviation Scores (SDSLMS). SDSLMS-Werte geben an, um ein viel Faches einer Standardabweichung ein individueller BMI bei gegebenem Alter und Geschlecht ober- oder unterhalb des BMI-Medianwertes liegt. Es kann somit eine Einordnung einer Standardabweichung nach oben (+1) bzw. unten (-1) abweicht, im Bereich des 84. bzw. 16 Perzentil der Referenzgruppe. Weicht der Messwert um zwei Standardabweichungen nach oben (+2) bzw. nach unten (-2) ab, so entspricht dieser Wert dem 97,7. bzw. 2,3. Perzentil der Referenzgruppe (Kromeyer-Hauschild 2001).

Der SDS wird wie folgt berechnet:

$$\text{Der } \text{SDS}_{\text{LMS}} = [\text{BMI}/\text{M}(t)]^{\text{L}(t)} - 1/\text{L}(t)\text{S}(t)$$

wobei der BMI der individuelle BMI-Wert ($(\text{Gewicht}(\text{kg})/\text{Größe}^2(\text{m}^2))$) des Kindes ist; $L(t)$, $M(t)$, $S(t)$ sind die L-(Box-Cox-Transformationen), M- (Median) und S-Werte (Variationskoeffizient) der Referenzgruppe für das jeweilige Alter (t) und das Geschlecht.

Normalverteilte kontinuierliche Variablen werden durch den Mittelwert und die Standardabweichung beschrieben. Nicht normalverteilte kontinuierliche Variablen werden durch den Median sowie die 25. bis 75. Perzentile dargestellt. Um zu prüfen, ob signifikante Unterschiede zwischen den drei Tertilen hinsichtlich der Nahrungsvariablen bzw. den sozioökonomischen Faktoren vorlagen kam bei normalverteilten Werten die ANOVA-Statistik zum Einsatz. Bei nicht normalverteilten Werten wurde der Kruskal-Wallis-Test verwendet. Weiterhin wurde die mediane Kohlenhydrataufnahme aus den verschiedenen Lebensmittelgruppen betrachtet. Mittels t-Test wird geprüft, ob sich die mediane Kohlenhydrataufnahme aus verschiedenen Lebensmittelgruppen signifikant zwischen dem niedrigsten und höchsten Tertil unterscheidet. Als Signifikanzniveau wurde 5 % gewählt.

4. ERGEBNISSE

4.1 Der GI und die GL bei 7-8 jährigen Kindern in den Jahren 1990, 1996 und 2002

Tabelle 8. vergleicht sozioökonomische Charakteristika 7-8 jähriger Kinder in den Jahren 1990, 1996 und 2002.

Tab. 8. Verschiedene Charakteristika 7-8 jähriger Kinder (n=155) in den Jahren 1990, 1996 und 2002

Charakteristika	Jahr			p-Wert für Unterschiede
	1990	1996	2002	
Anzahl der Kinder (n=155)	46	56	53	-
BMI SDS*	0,06 ± 0,9	-0,1 ± 0,9	-0,01 ± 0,8	0,9 ^a
Gestillt ja/nein (%)	80,4/19,6	75/25	88,7/11,3	0,2 ^a
Schulabschluss der Mutter (n=122)				0,03^a
Anteil mit Abitur o. Fachabitur (%)	44	66,7	75	
Anteil ohne Abitur o. Fachabitur (%)	56	33,3	25	
Schulabschluss des Vaters (n=123)				0,07 ^a
Anteil mit Abitur o. Fachabitur (%)	51,9	70,5	76,9	
Anteil ohne FH- o. Fachabitur (%)	48,1	29,5	23,1	
Ausbildung der Mutter (n=120)				0,1 ^a
Anteil mit FH- o. Hochschulabschluss (%)	75	63,6	51,9	
Anteil ohne FH- o. Hochschulabschluss (%)	25	36,4	48,1	
Ausbildung des Vaters (n=122)				0,1 a
Anteil mit FH- o. Hochschulabschluss (%)	71	50	68,2	
Anteil ohne FH- o Hochschulabschluss (%)	29	50	31,8	
BMI der Mutter (n=120)				0,7 a
Anteil mit BMI ≥ 25 (%)	20	23,3	28,9	
Anteil mit BMI < 25 (%)	80	76,7	71,1	
BMI des Vaters (n=94)				0,3a
Anteil mit BMI ≥ 25 (%)	35,3	57,6	56,8	
Anteil mit BMI < 25 (%)	64,7	42,4	43,2	
Raucher im Haushalt ja/nein (%)	52,8/47,2	22,7/77,3	17,1/82,9	0,0032 a

* MW ± SD;

^a Test auf signifikante Unterschiede zwischen den 3 Perioden mittels ANOVA

Der mittlere BMI SDS der Kinder lag in jeder der drei zeitliche Perioden im Normalbereich. Weiterhin überwiegte der prozentuale Anteil der gestillten Kinder in allen drei Perioden. In allen drei Perioden waren die Kinder durch einen hohen sozialen Status der Eltern gekennzeichnet. Die Schulbildung der Mutter stieg in den Jahren sogar noch an wohingegen sich der Anteil der Raucher im Haushalt verringerte.

Tabelle 9. vergleicht die mittlere/mediane Nahrungszufuhr am Tag bei 7-8 jährigen Kindern in den Jahren 1990, 1996 und 2002.

Tab. 9. Mittlerer GI, mittlere GL und mittlere/mediane Nahrungszufuhr am Tag bei 7-8 jährigen Kindern (n = 155) in den Jahren 1990, 1996 und 2002

Nährstoffzufuhr	Jahr			p-Wert für Unterschiede
	1990	1996	2002	
GI*	54,9 ± 2,9	55,8 ± 3,4	56,4 ± 3,4^c	0,1 ^a
GL g/1000 kcal*	69,6 ± 8,8	72,9 ± 9,4	73,3 ± 8,8^c	0,09 ^a
Energie (kcal)	1579 ± 208	1593 ± 283	1550 ± 240	0,7 ^a
Kohlenhydrate (in E %)*	50,7 ± 5,3	52,1 ± 5,1	52 ± 5,7	0,3 ^a
Zucker (in E %)*	14 ± 6,7	13,6 ± 5,6	14,3 ± 4,9	0,8 ^a
Zucker (g)**	55 (36,1 – 68,7)	53,7 (36,9 - 67,7)	55,7 (41 – 67,7)	0,9 ^b
Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	11 ± 3,2	10,4 ± 2,3	10,6 ± 2,6	0,2 ^a
Lösliche Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	3 ± 1	2,8 ± 0,8	2,9 ± 0,8	0,7 ^a
Unlösliche Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	5,7 ± 2,4	5,2 ± 1,8	5,2 ± 1,6	0,5 ^a
Fett (in E %)*	37,1 ± 4,4	35,6 ± 4,9	35,6 ± 5,1	0,9 ^a
Gesättigte Fettsäuren (in E %)*	16,5 ± 2,5	16,1 ± 2,5	16,2 ± 2,8	0,6 ^a
Ungesättigte Fettsäuren (in E %)*	5,2 ± 1,6	5,1 ± 1,4	4,9 ± 1,6	0,4 ^a
Eiweiß (in E %)*	12,3 ± 2,1	12,4 ± 1,9	12,5 ± 1,8	0,4 ^a

*MW ± SD; ** Median (25.-75 Perzentile);

^a Test auf signifikante Unterschiede zwischen den 3 Perioden mittels ANOVA;

^b Test auf signifikante Unterschiede mittels Kruskal-Wallis-Test;

^c Werte 2002 signifikant verschieden von 1990 (t-Test)

Tab. 9. zeigt die Mittelwerte und die Standardabweichungen des mittleren GI, der mittleren GL und der mittleren Nahrungszufuhr bei 7-8 jährigen Kindern in den Jahren 1990, 1996 und 2002. Im Vergleich zum Jahr 1990 hatten 7-8 jährige Kinder aus dem Jahr 2002 einen signifikant höheren GI (54,9 vs 56,4 %, p=0,03) und eine signifikant höhere GL (69,6 vs 73,3 g/1000 kcal, p=0,04). Darüberhinaus unterscheidet sich die mittlere Nährstoffzufuhr weder signifikant über den gesamten Zeitraum 1990, 1996 bis 2002 noch im direkten Vergleich der Jahre 1990 und 2002.

Tab. 10. vergleicht die Nahrungszufuhrdaten der voran gegangenen Tabelle getrennt für Jungen (n = 75) und Mädchen (n = 80).

Tab. 10. Mittlerer GI, mittlere GL und mittlere Nahrungszufuhr am Tag bei 7-8 jährigen Jungen (n=80) und Mädchen (n=75) in den Jahren 1990, 1996 und 2002

Merkmal (Jungen)	Jahr			p-Wert für Unterschiede
	1990 (n=22)	1996 (n=33)	2002 (n=25)	
GI*	54,6 ± 2,9	55,9 ± 3,4	56,3 ± 3,1	0,17 ^a
GL g/1000 kcal*	67,7 ± 7,7^d	72,9 ± 9,5	72 ± 6,3^c	0,07 ^a
Energie (kcal)	1699 ± 175	1688 ± 290	1647 ± 281	0,8 ^a
Kohlenhydrate (in E %)*	49,6 ± 4,6	52,1 ± 5,3	51,3 ± 4,1	0,18 ^a
Zucker (g)**	48,7 (37,6-67,4)	52,4 (41,7 – 70)	52,8 (42,7 – 68,6)	0,7 ^b
Zucker (in E %)*	12,9 ± 5,7	13,6 ± 5,1	14,4 ± 4,4	0,6 ^a
Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	10,7 ± 2,8	10,4 ± 2,2	10,5 ± 2,8	0,9 ^a
Lösliche Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	3 ± 1	2,8 ± 0,9	2,9 ± 0,9	0,7 ^a
Unlösliche Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	5,5 ± 2,3	5,2 ± 1,8	5,4 ± 1,8	0,9 ^a
Fett (in E %)*	37,9 ± 3,7	35,7 ± 4,9	35,6 ± 5,1	0,19 ^a
Gesättigte Fettsäuren (in E %)*	16,8 ± 2,6	16,4 ± 2,5	16,6 ± 2,9	0,8 ^a
Ungesättigte Fettsäuren (in E %)*	5,4 ± 1,6	5 ± 1,9	4,6 ± 1,3	0,19 ^a
Eiweiß (in E %)*	12,5 ± 1,7	12,2 ± 1,9	12,5 ± 1,8	0,8 ^a
Merkmal (Mädchen)	1990 (n=24)	1996 (n=23)	2002 (n=28)	p-Wert für Unterschiede
GI*	55,2 ± 3,1	55,7 ± 3,5	56,4 ± 3,7	0,4 ^a
GL g/1000 kcal*	71,3 ± 9,6^d	73 ± 9,4	74,4 ± 10,5	0,5 ^a
Energie (kcal)	1469 ± 173	1478 ± 215	1462 ± 154	0,9 ^a
Kohlenhydrate (in E %)*	51,6 ± 5,8	52,2 ± 4,8	52,6 ± 6,8	0,8 ^a
Zucker (g)**	51,3 (34,1 - 76)	47,6 (32,3 - 67,6)	50,2 (38,4 - 62,4)	0,7 ^b
Zucker (in E %)*	15,1 ± 7,5	13,5 ± 6,3	14,2 ± 5,4	0,5 ^a
Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	11,2 ± 3,5	10,3 ± 2,4	10,6 ± 2,4	0,5 ^a
Lösliche Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	3,1 ± 1,1	2,8 ± 0,8	2,8 ± 0,7	0,5 ^a
Unlösliche Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	5,8 ± 2,5	5,2 ± 1,9	5,1 ± 1,4	0,4 ^a
Fett (in E %)*	36,26 ± 4,92	35,28 ± 4,86	35,58 ± 5,12	0,7 ^a
Gesättigte Fettsäuren (in E %)*	16,28 ± 2,33	15,67 ± 2,56	15,79 ± 2,78	0,7 ^a
Ungesättigte Fettsäuren (in E %)*	5,10 ± 1,65	5,17 ± 1,13	5,12 ± 1,75	0,9 ^a
Eiweiß (in E %)*	12,10 ± 2,38	12,56 ± 1,80	12,40 ± 1,86	0,7 ^a

*MW ± SD, ** Median (25.-75. Perzentile); ^a Test auf signifikante Unterschiede zwischen den 3 Perioden mittels ANOVA;

^b Test auf signifikante Unterschiede mittels Kruskal-Wallis-Test; ^c Werte 2002 signifikant verschieden von 1990 (t-Test);

^d Werte der Mädchen sind signifikant verschieden von den Jungen (t-Test)

Während bei den Jungen ein (fast) signifikanter Anstieg des GI und der GL zu erkennen war, war bei den Mädchen ein leichter Anstieg zu verzeichnen. Allerdings lag die mittlere GL/1000 kcal der Mädchen 1990 (71,3) bereits deutlich höher. Im Vergleich zum Jahr 1990 hatten 7-8 jährige Jungen aus dem Jahr 2002 eine signifikant höhere GL (71,3 vs 67,7 g/1000 kcal).

4.2 Beiträge verschiedener KH-Träger zur mittleren GL, zur mittleren KH-Aufnahme und zur mittleren Zuckeraufnahme

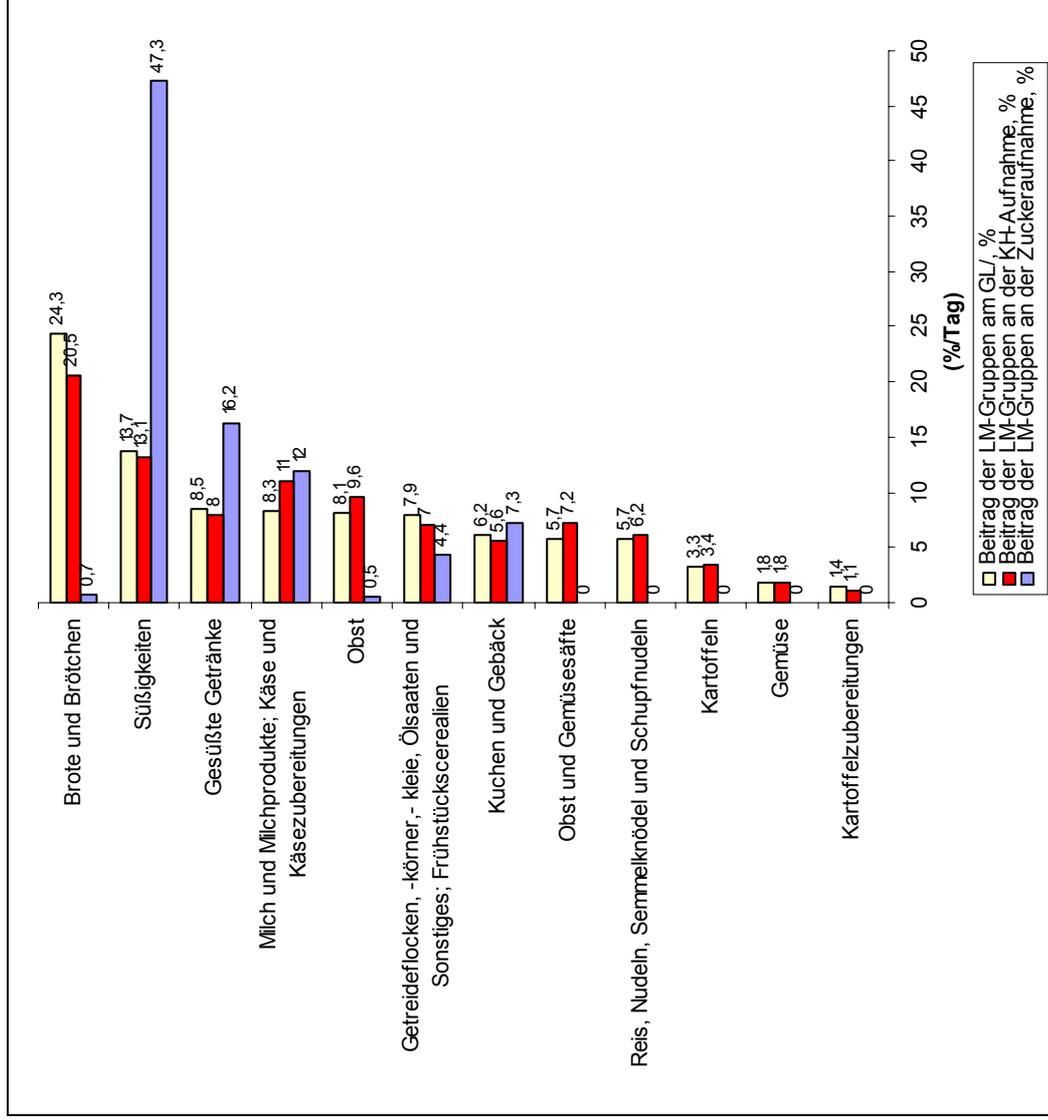


Abb. 6. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kinder (n = 46) aus dem Jahr 1990

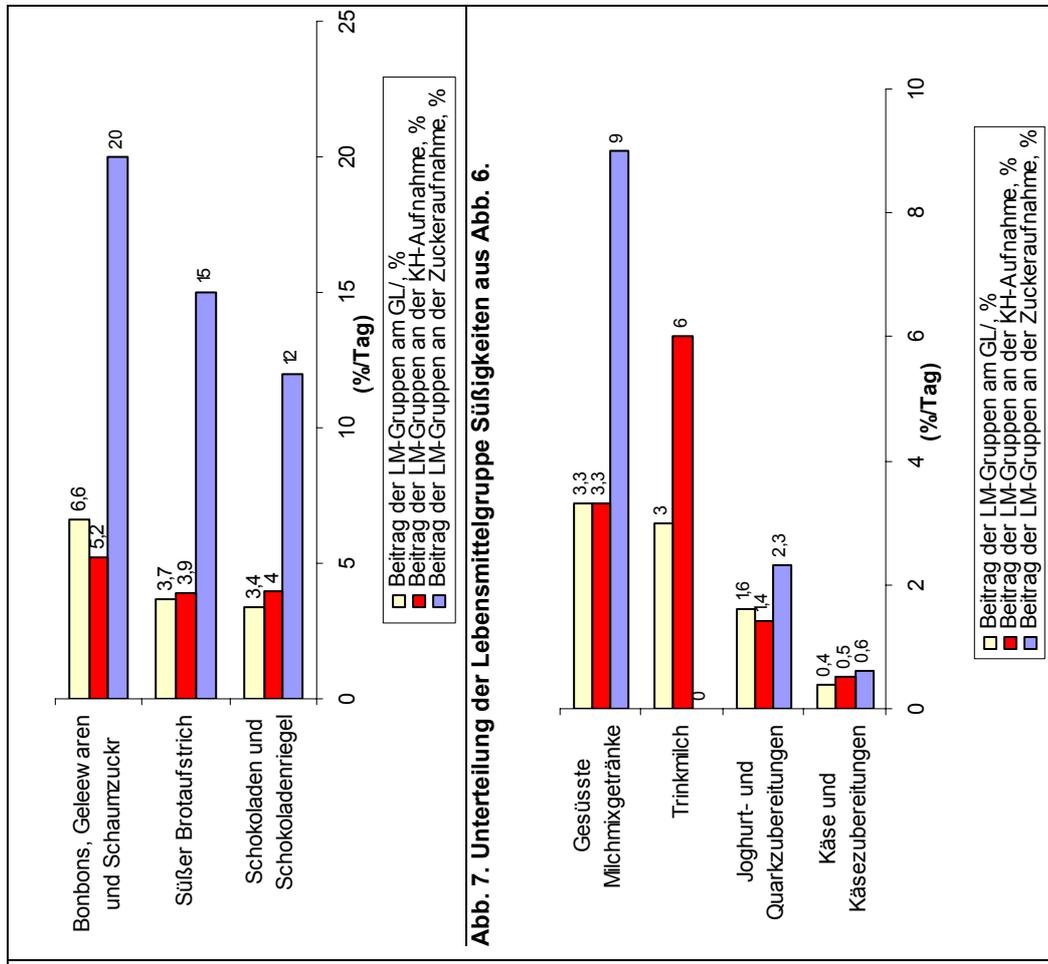


Abb. 7. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Süßigkeiten aus Abb. 6.

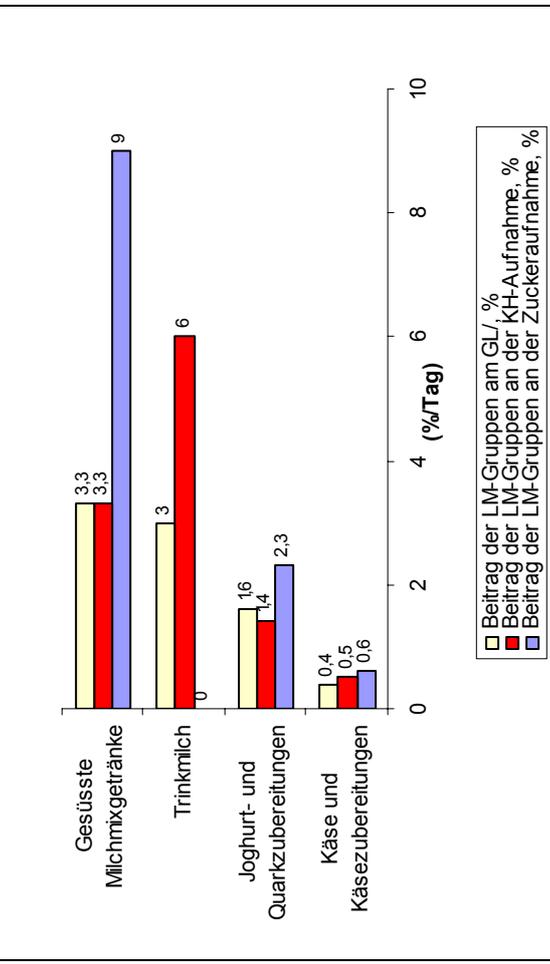


Abb. 8. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen aus Abb. 6.

Die Abbildungen 6.-8. vergleichen die prozentualen Beiträge der verschiedenen KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kinder (n = 46) aus dem Jahr 1990. Brote und Brötchen leisteten den größten Beitrag zur mittleren GL der Kost. Den zweitgrößten Beitrag an der mittleren GL erbrachte die Gruppe der Süßigkeiten. Den drittgrößten Beitrag zur GL leisteten die gesüßten Getränke. Einen ähnlich hohen Beitrag an der mittleren GL der Kost leisteten auch die Gruppe der Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen. Kartoffeln, Kartoffelzubereitungen und Gemüse hingegen hatten kaum Einfluss auf die GL der Kost. Diese Lebensmittelgruppen waren 1990 mit weniger als 5 % an der GL der Kost beteiligt. Die Lebensmittelgruppen Nüsse, Hülsenfrüchte und Ölsaaten; Fisch, Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren und Suppen nehmen aufgrund ihres niedrigen KH-Gehaltes einen so geringen Einfluss auf den GL der Kost (siehe Anhang), dass sie in der Abb. 3 nicht mit aufgeführt sind.

Abb. 6. zeigt, dass von den Süßigkeiten Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker den größten Beitrag zur GL leisteten.

Abb. 7. zeigt, dass von den Milch und Milchprodukten; Käse und Käsezubereitungen gesüßte Milchlunchgetränke und Trinkmilch den größten Beitrag zur GL leisteten.

Die Betrachtung der prozentualen Beiträge der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme in der Kost der Kinder ergibt ein vergleichbares Bild, d.h. der prozentuale Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen an der mittleren GL und der mittleren KH-Aufnahme in der Kost der Kinder ist ähnlich.

Die drei Lebensmittelgruppen (Kuchen und Gebäck, gesüßte Getränke, Süßigkeiten) leisteten mit 70 % den größten Beitrag zur mittleren Zuckeraufnahme in der Kost.

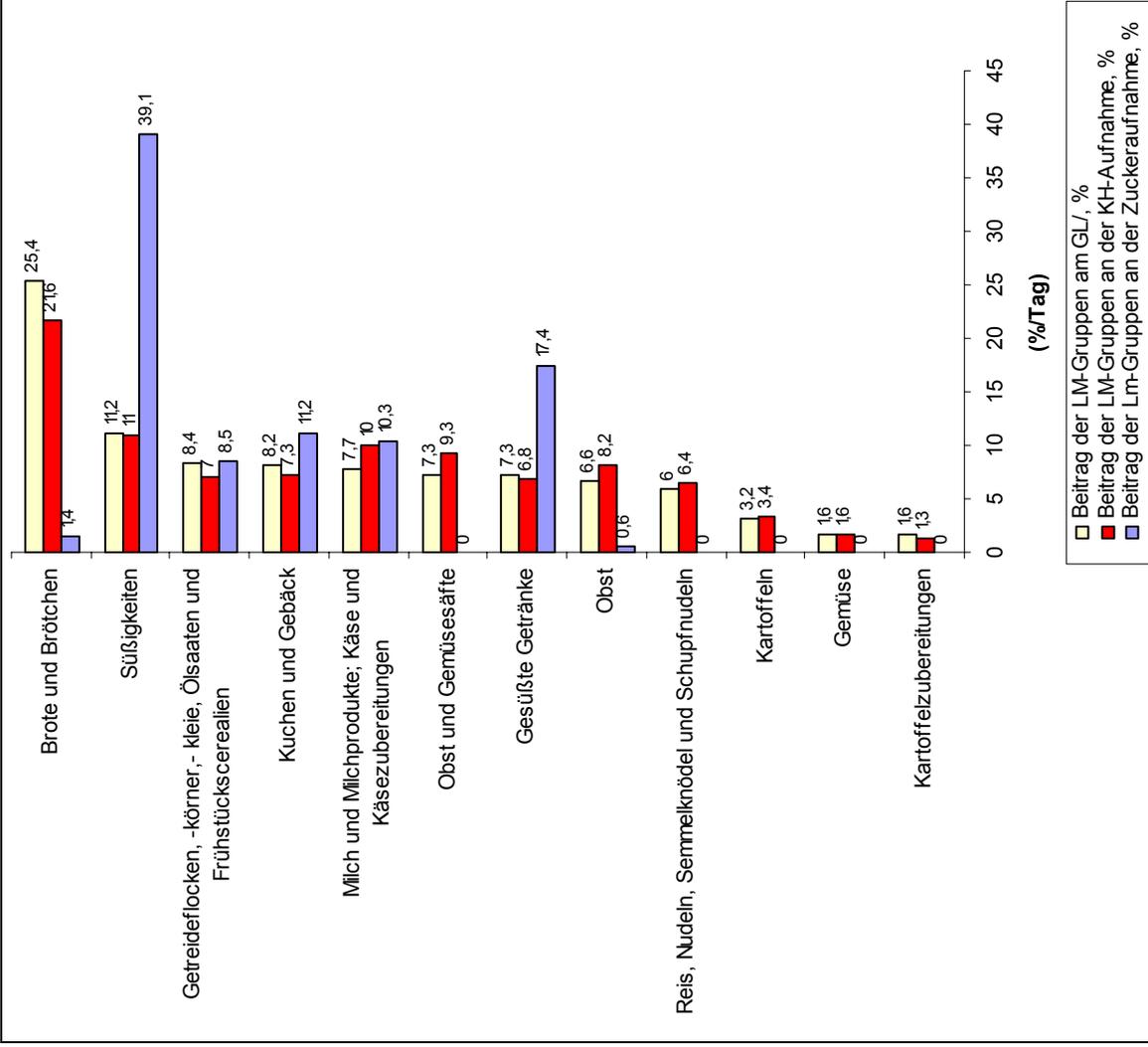


Abb. 9. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kinder (n=56) aus dem Jahr 1996

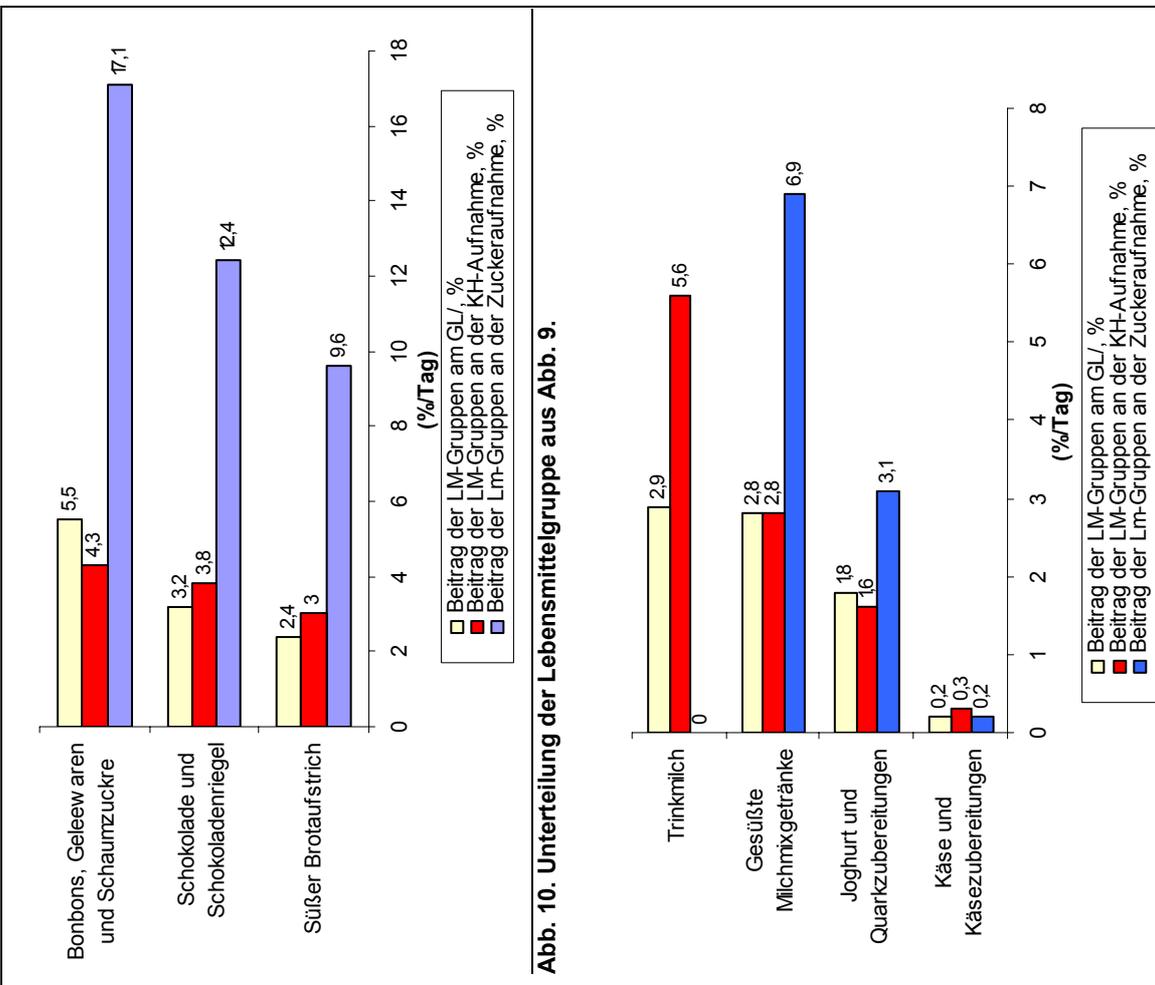


Abb. 11. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukt; Käse und Käsezubereitungen aus Abb. 9.

Die Abbildungen 9-11 vergleichen die prozentualen Beiträge der verschiedenen KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kinder (n = 46) aus dem Jahr 1996. Brote und Brötchen und Süßigkeiten nahmen 1996 ebenfalls die ersten beiden Positionen ein. Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien, Kuchen und Gebäck leisteten 1996 einen prozentual größeren Beitrag zur GL als 1990. Gesüßte Getränke und Obst hingegen leisteten 1996 einen geringeren Beitrag zur mittleren GL als 1990. Die Unterteilung der Lebensmittelgruppen Süßigkeiten und Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen zeigt in etwa das gleiche Bild wie 1990.

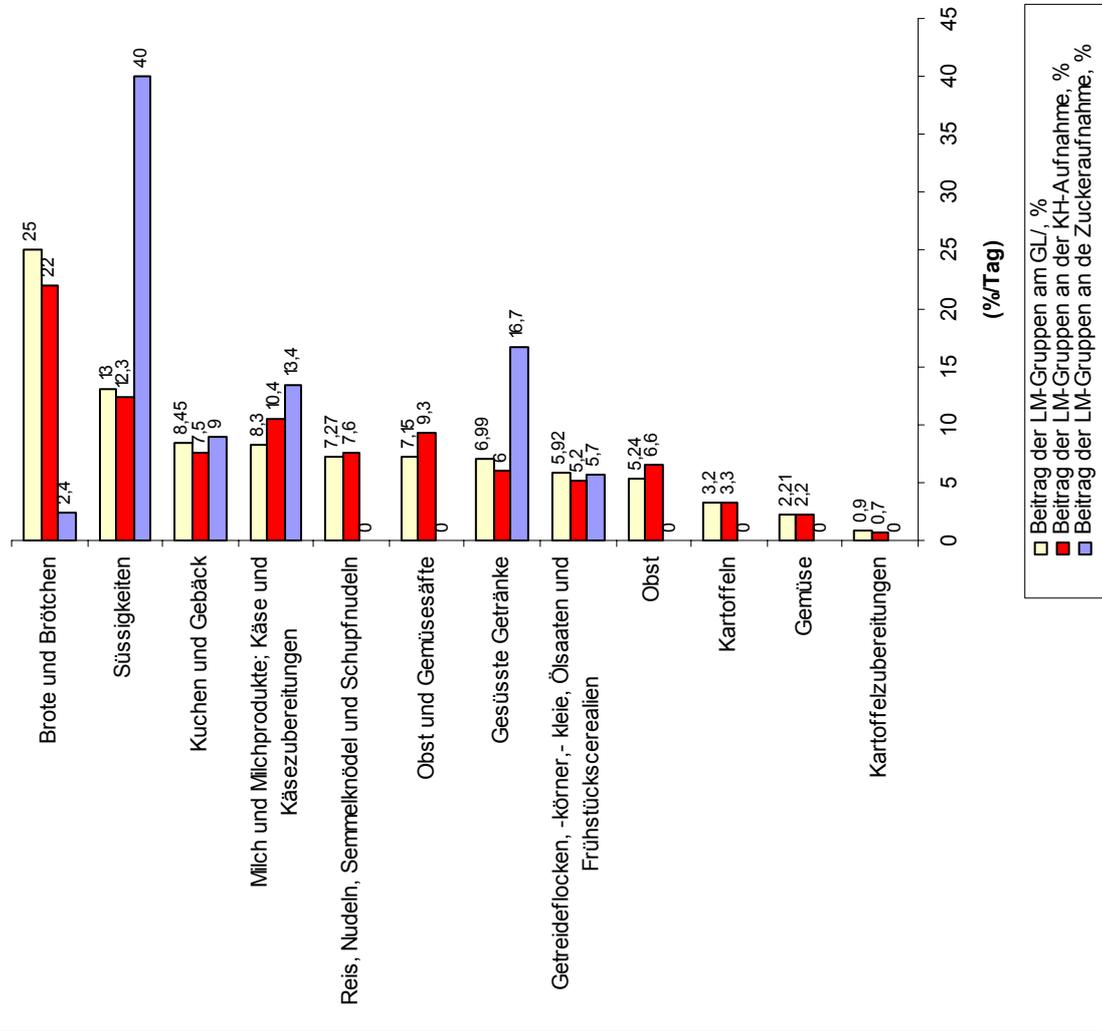


Abb. 12. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kinder (n=56) aus dem Jahr 2002

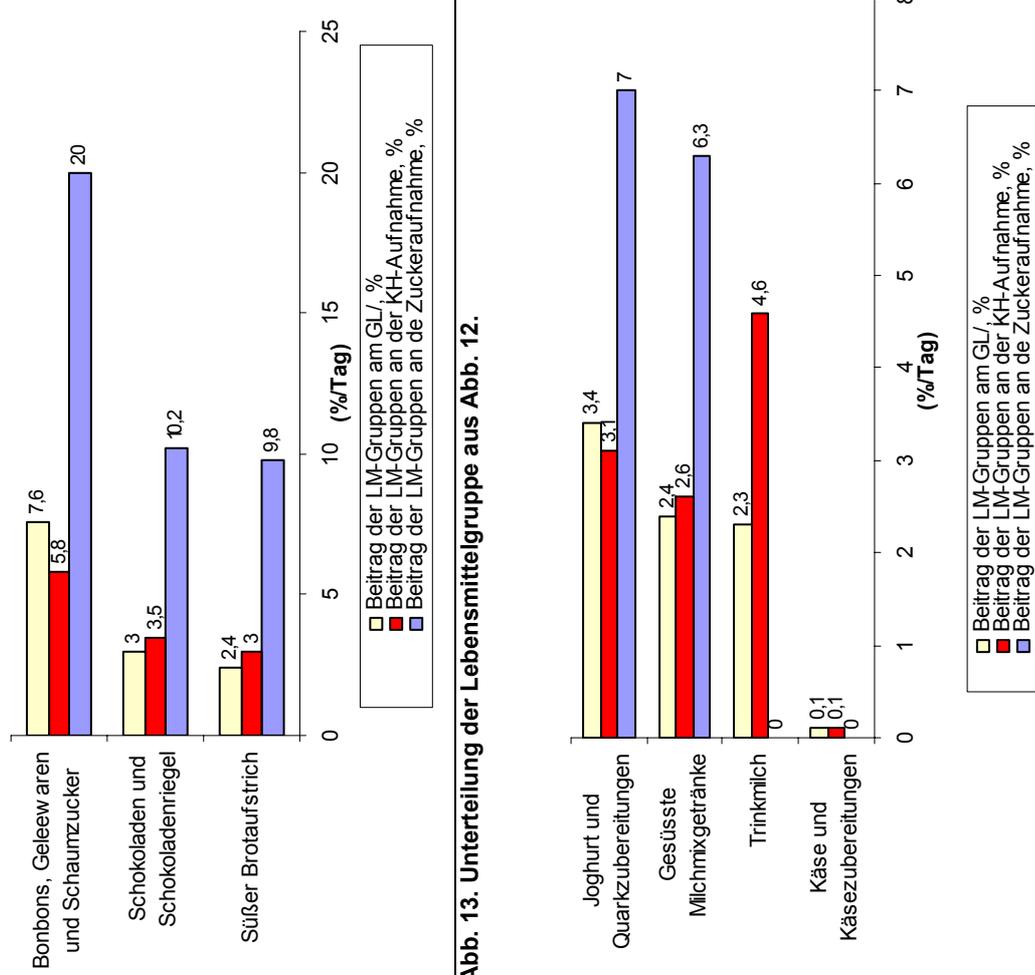


Abb. 13. Unterteilung der Lebensmittelgruppe aus Abb. 12.

Abb. 14. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen aus Abb. 12.

Abb. 12-14 vergleichen die prozentualen Beiträge der verschiedenen KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kinder (n = 53) aus dem Jahr 2002. Brote und Brötchen und Süßigkeiten leisteten auch 2002 die größten Beiträge zur mittleren GL der Kost. Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien, gesüßte Getränke und Obst leisteten 2002 einen geringeren prozentualen Beitrag zur mittleren GL als 1996 und 1990.

Abb. 10. zeigt das innerhalb der Gruppe der Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen eine Veränderung stattgefunden hat. Im Vergleich zu den Jahren 1990 und 1996 leisteten Joghurt und Quarkzubereitungen 2002 einen prozentual größeren Beitrag zur mittleren GL.

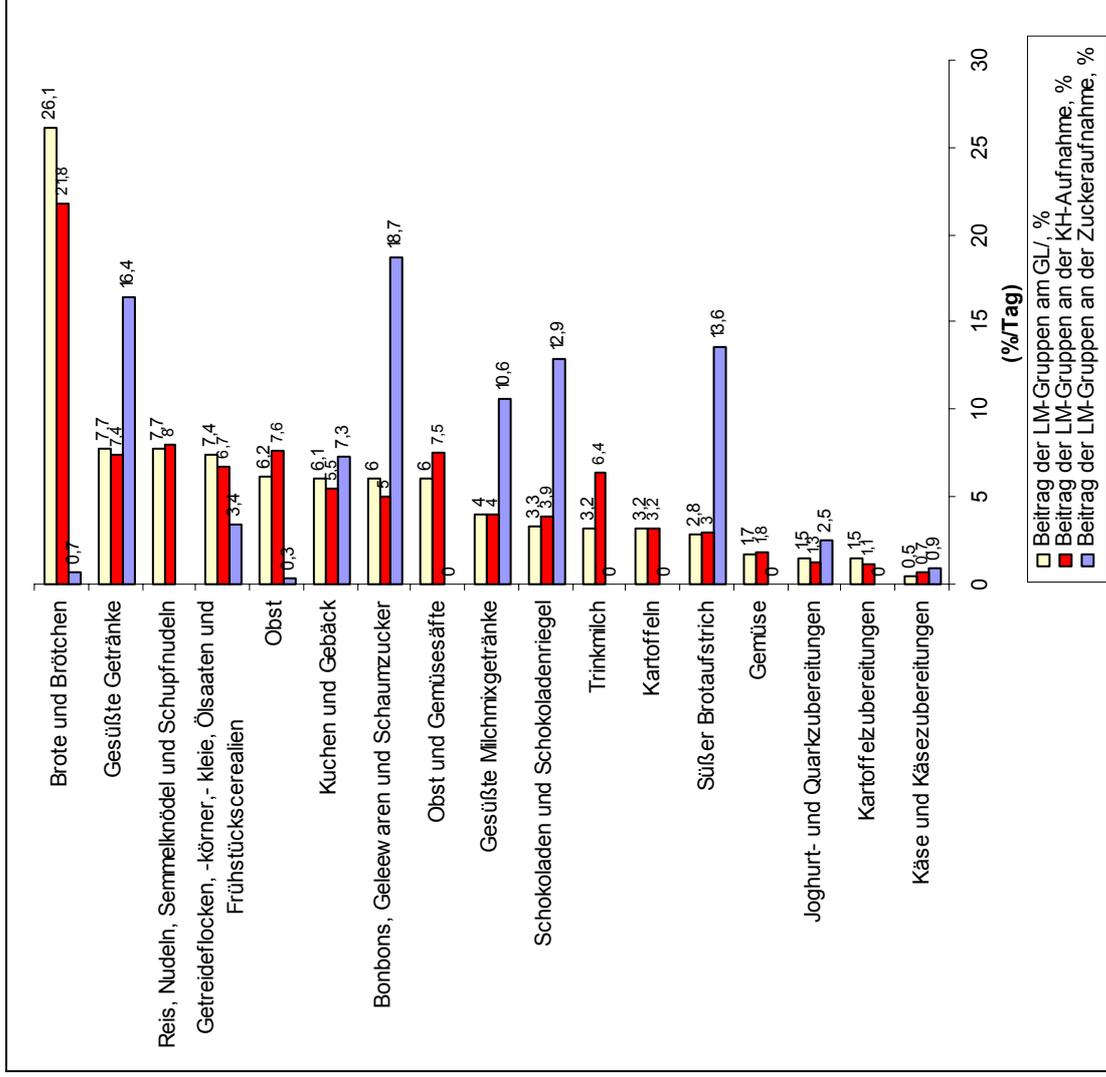


Abb. 15. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Jungen (n=22) aus dem Jahr 1990

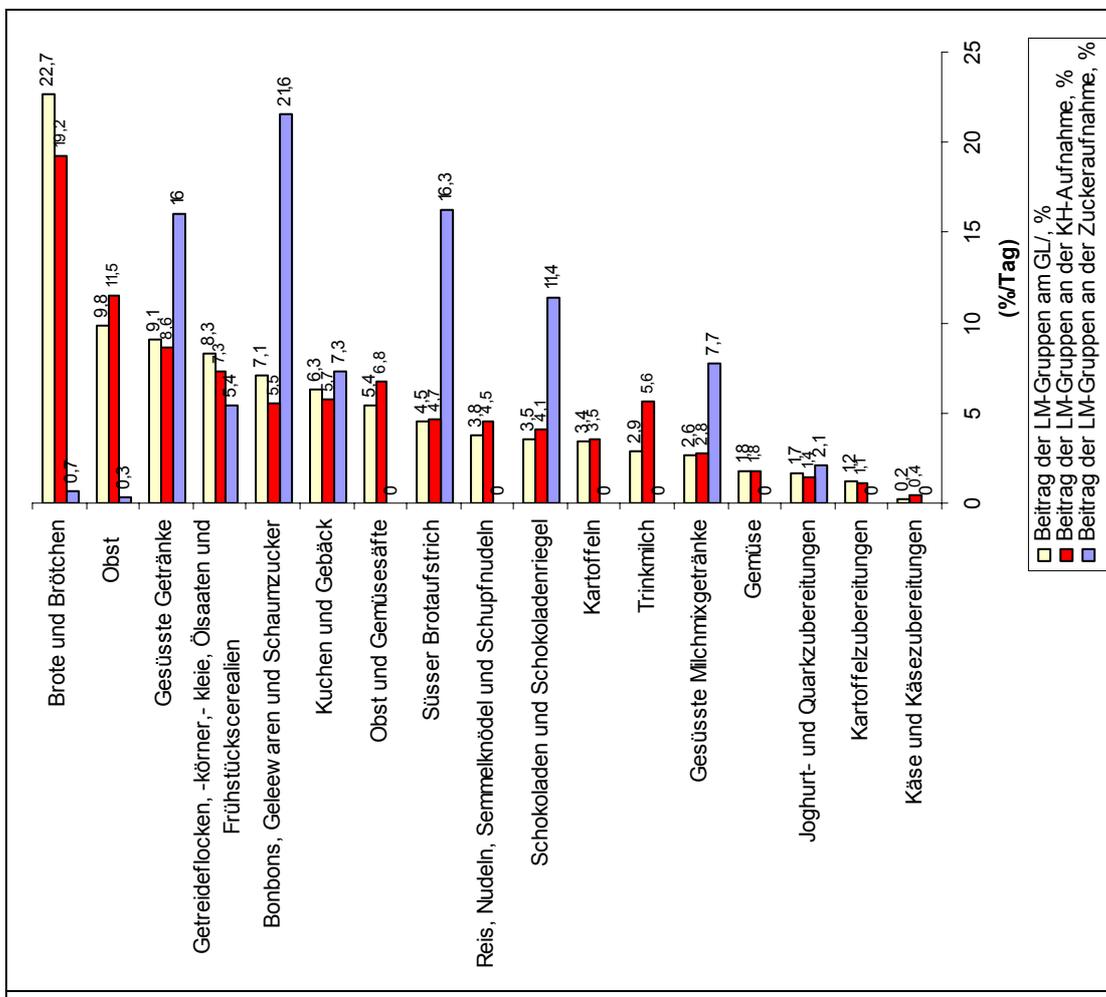


Abb. 16. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Mädchen (n=24) aus dem Jahr 1990

Abbildungen 15. und 16. vergleichen die prozentualen Beiträge der verschiedenen KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme zwischen Jungen (n = 22) und Mädchen (n = 24) aus dem Jahr 1990. Sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen leistete die Gruppe der Brote und Brötchen den größten Beitrag zur mittleren GL und zur mittleren KH-Aufnahme in der Kost. Bei den Jungen leisteten die gesüßten Getränke den zweitgrößten Beitrag zur mittleren GL während diese bei den Mädchen den drittgrößten Anteil hatten. Allerdings ist die relative Zuckerzufuhr aus gesüßten Getränken bei Jungen und Mädchen vergleichbar. Bei den Mädchen leistete Obst den zweitgrößten Beitrag zur mittleren GL. Insgesamt haben jedoch die zuckerhaltigen KH-Träger (gesüßte Getränke, Kuchen und Gebäck, Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker, Schokoladen und Schokoladenriegel und süßer Brotaufstrich) bei den Mädchen mit 23,4 % den größten Anteil an der mittleren GL und trugen auch bei den Jungen 25,9 % zur GL bei.

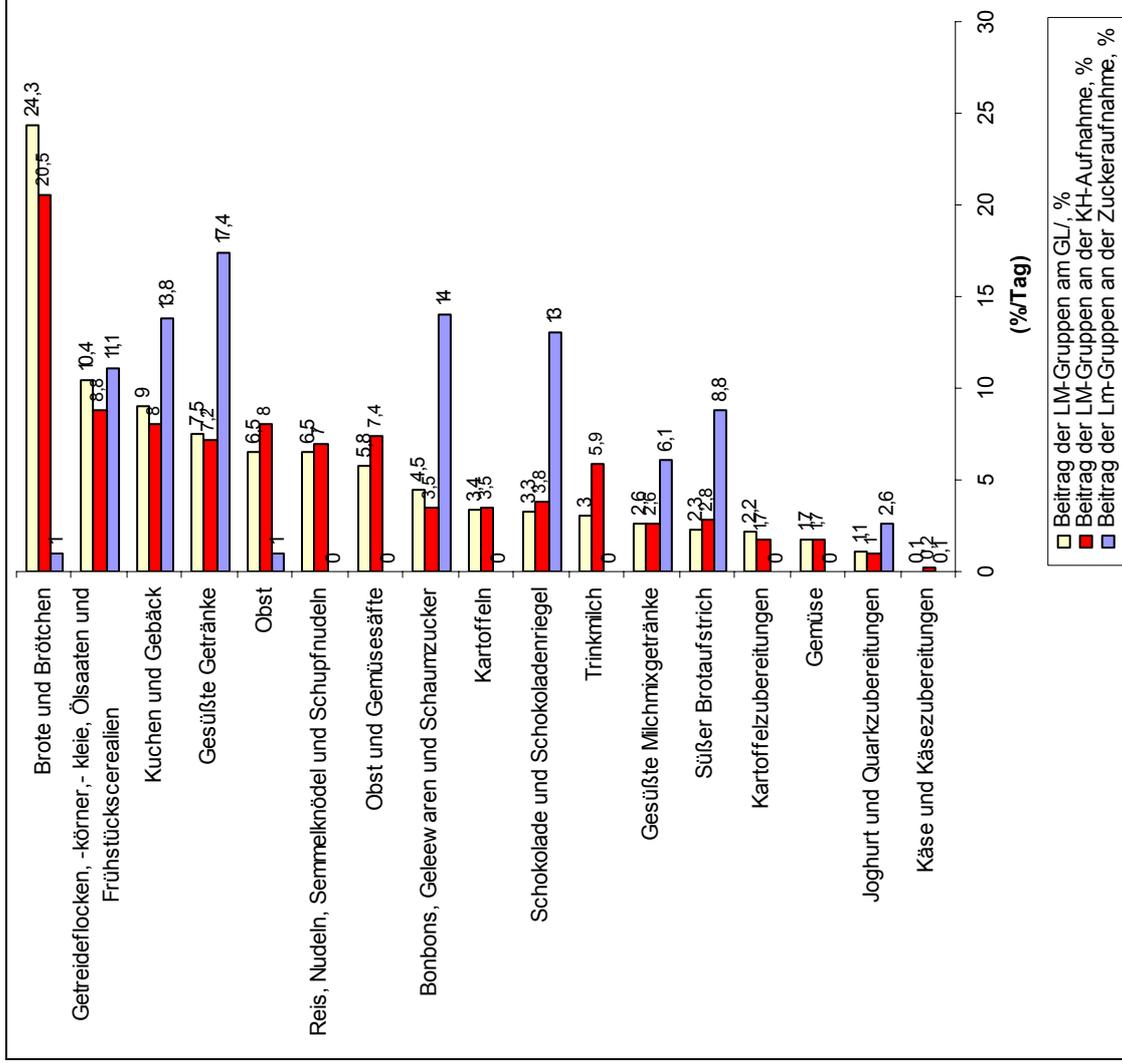


Abb. 17. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Jungen (n=33) aus dem Jahr 1996

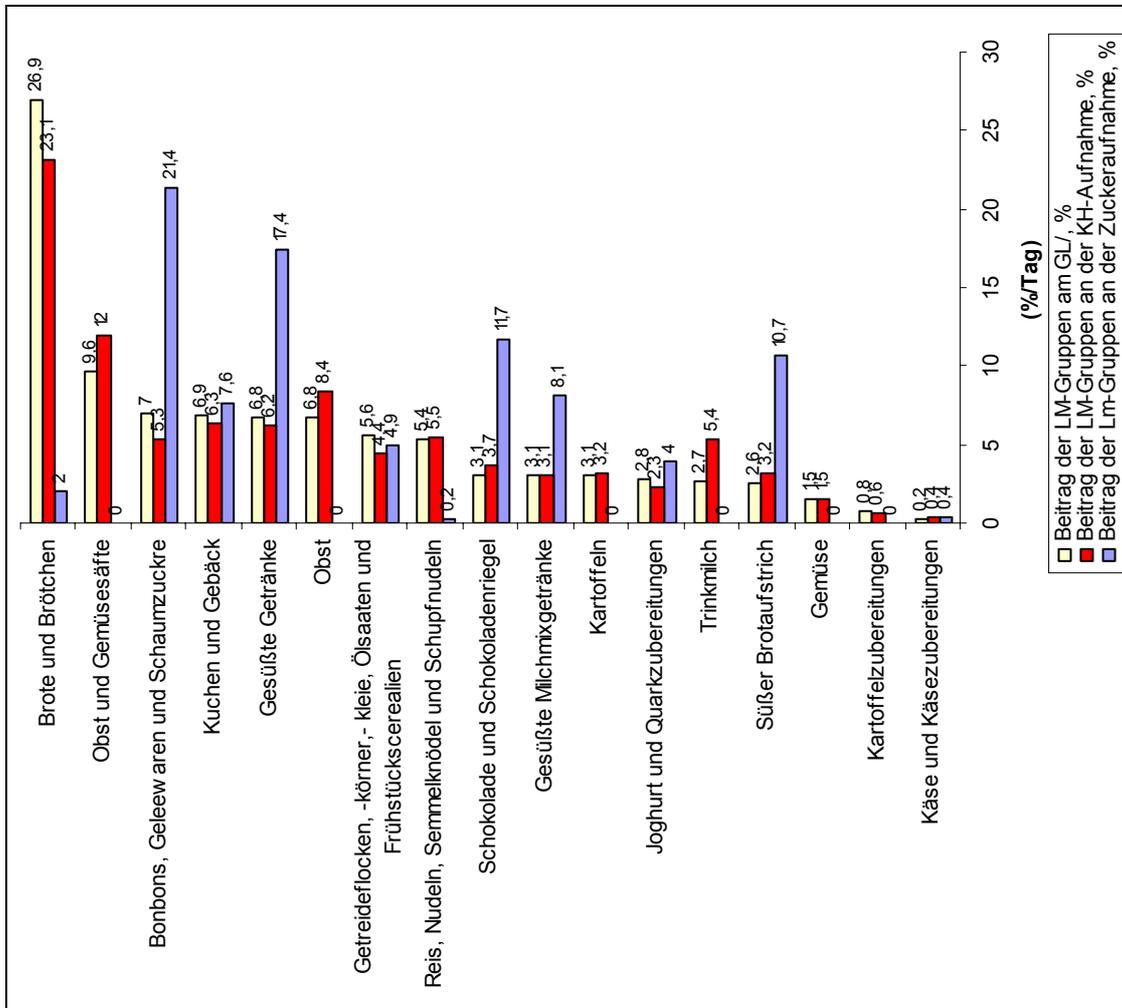


Abb. 18. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Mädchen (n=23) aus dem Jahr 1996

Abbildungen 17. und 18. vergleichen die prozentualen Beiträge der verschiedenen KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme zwischen Jungen (n = 33) und Mädchen (n = 23) aus dem Jahr 1996. Im Vergleich zum Jahr 1990 leisteten bei den Jungen Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien, Kuchen und Gebäck einen prozentual größeren Beitrag zur mittleren GL, während Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln, Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker, und gesüßte Milchmixgetränke einen prozentual geringeren Beitrag zur mittleren GL leisteten. Im Vergleich zum Jahr 1990 leisteten bei den Mädchen Obst und Gemüsesäfte, Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln und Joghurt und Quarkzubereitungen einen prozentual größeren Beitrag zur mittleren GL. Gesüßte Getränke, Obst, Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien und süßer Brotaufstrich hingegen leisteten 1996 einen geringeren Beitrag zur mittleren GL als 1990. Insgesamt haben auch 1996 die zuckerhaltigen KH-Träger bei Jungen und Mädchen den größten Anteil an der mittleren GL.

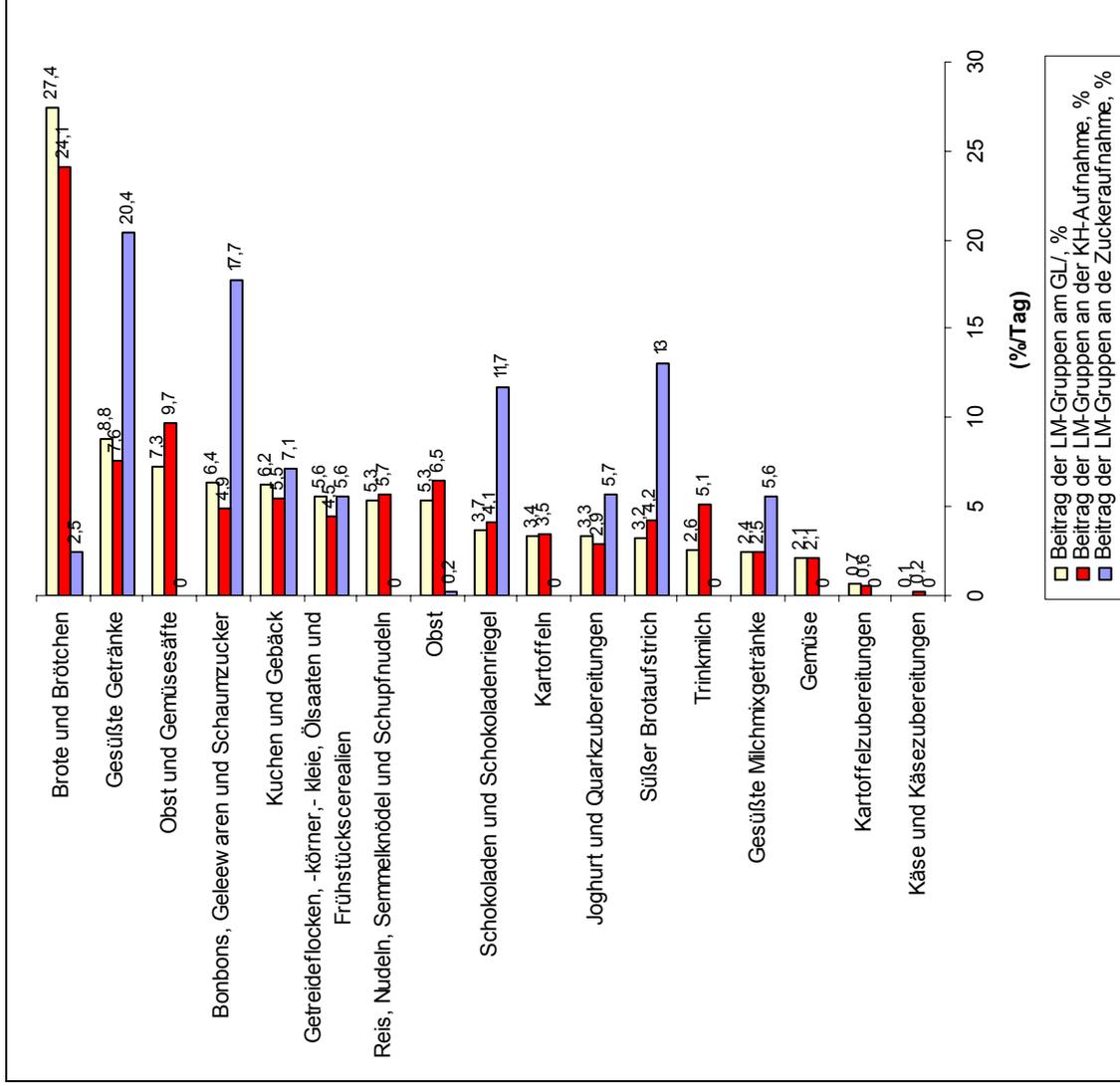


Abb. 19. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Jungen (n=25) aus dem Jahr 2002

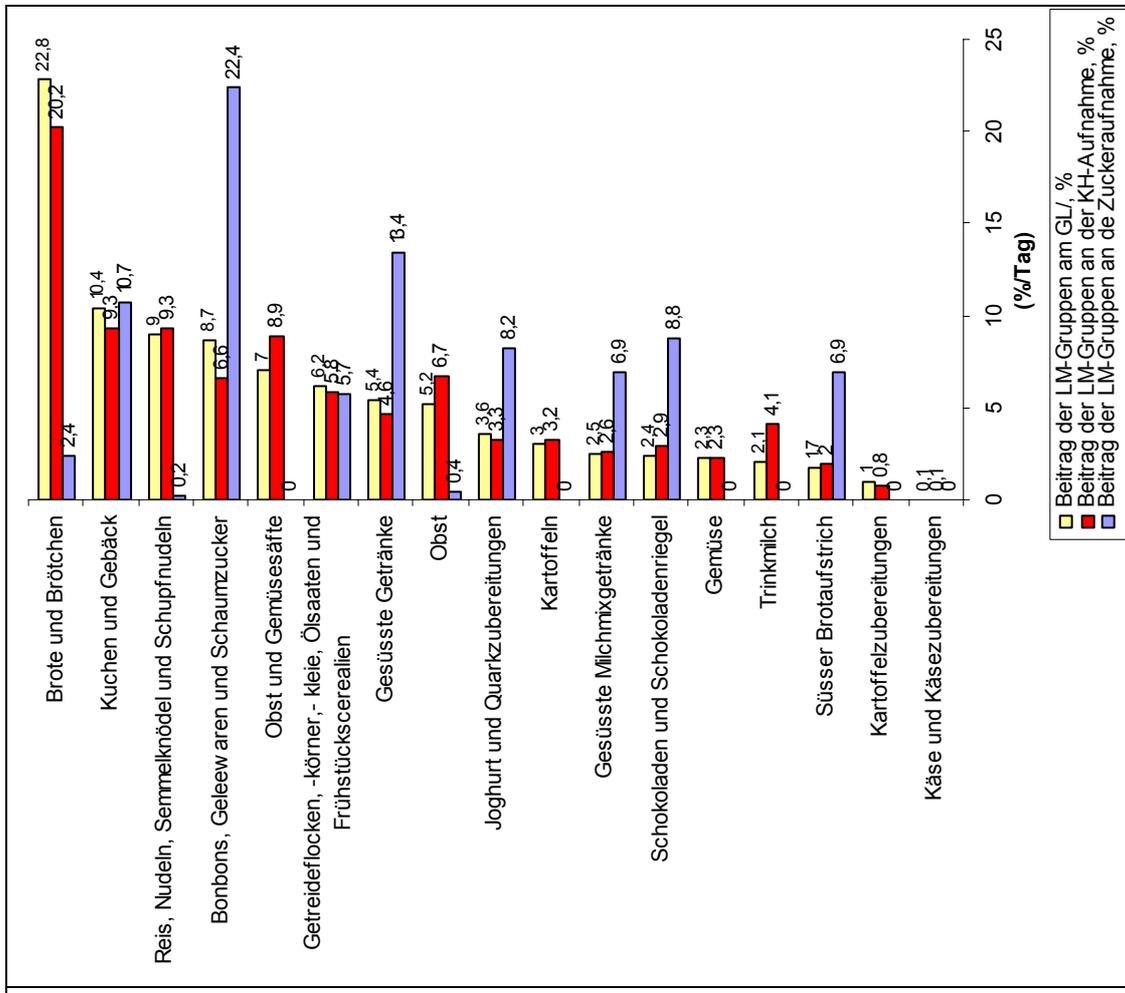


Abb. 20. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Mädchen (n=28) aus dem Jahr 2002

Abbildungen 19. und 20. vergleichen den prozentualen Beitrag der verschiedenen KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme zwischen Jungen (n = 25) und Mädchen (n = 28) aus dem Jahr 2002. Gesüßte Getränke, Obst und Gemüsesäfte und Joghurt und Quarkzubereitungen leisteten bei den Jungen 2002 einen prozentual größeren Beitrag zur mittleren GL als 1996 und 1990. Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker, Kuchen und Gebäck leisteten 2002 einen ähnlichen Beitrag zur mittleren GI wie 1990 und somit einen geringeren Beitrag als 1996. Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien, Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln, Obst und Kartoffelzubereitungen haben 2002 einen geringeren Anteil an der mittleren GL als 1996 und 1990. Bei den Mädchen leisteten Kuchen und Gebäck und Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln 2002 einen prozentual größeren Beitrag zur mittleren GL als 1996 und 1990. Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker und Joghurt und Quarkzubereitungen haben 2002 einen größeren Anteil an der mittleren GL als 1996, während Obst und Gemüsesäfte, gesüßte Getränke und Obst 2002 einen geringeren Beitrag zur mittleren GL als 1996 leisteten.

4.3 Zusammenhang zwischen der Höhe des GI bzw. der GL und der sonstigen Ernährung bzw. dem sozioökonomischen Hintergrund

Tabelle 11. vergleicht sozioökonomische Charakteristika 7-8 jähriger Kinder (n=155) nach GI Tertilen von 1990-2002.

Tab. 11. Sozioökonomische Charakteristika 7-8 jähriger Kinder (n=155) nach GI Tertilen von 1990-2002

Charakteristika	GI-Tertile			p-Wert für Unterschiede
	niedrigste Tertile (49-53)	mittlere Tertile (54-56)	höchste Tertile (57-65)	
Anzahl der Kinder (n=155)	51	52	52	0,2 ^a
Anteil der Jungen (%)	47,1	61,5	46,2	
Anteil der Mädchen (%)	52,9	38,5	53,8	
BMI SDS*	0,04 ± 0,7	-0,1 ± 0,9	-0,03 ± 0,8	0,6 ^a
Gestillt ja/nein (%)	88,2/11,8	73,1/26,9	82,7/17,3	0,1 ^a
Schulabschluss der Mutter (n=122)				0,2 ^a
Anteil mit Abitur o. Fachabitur (%)	65,7	55,8	75	
Anteil ohne Abitur o. Fachabitur (%)	34,3	44,2	25	
Schulabschluss des Vaters (n=123)				0,6 ^a
Anteil mit Abitur o. Fachabitur (%)	71,1	63,4	72,7	
Anteil ohne Abitur o. Fachabitur (%)	29,9	36,6	27,3	
Ausbildung der Mutter (n=120)				0,3 ^a
Anteil mit FH- o. Hochschulabschluss (%)	63	68,3	52,3	
Anteil ohne FH- o. Hochschulabschluss (%)	37	31,7	47,7	
Ausbildung des Vaters (n=122)				0,1 ^a
Anteil mit FH- o. Hochschulabschluss (%)	71	50	68,2	
Anteil ohne FH- o. Hochschulabschluss (%)	29	50	31,8	
BMI der Mutter (n=120)				0,7 ^a
Anteil mit BMI ≥ 25 (%)	26,5	21	28	
Anteil mit BMI < 25 (%)	73,5	79	72	
BMI des Vaters (n=94)				0,4 ^a
Anteil mit BMI ≥ 25 (%)	37,5	48,3	54,5	
Anteil mit BMI < 25 (%)	62,5	51,7	45,5	
Raucher im Haushalt ja/nein (%)	26,7/73,3	37,1/62,9	32,1/67,9	0,7 ^a

* MW ± SD;

^a Test auf signifikante Unterschiede zwischen den Tertilen mittels ANOVA

Tab. 12. Sozioökonomische Charakteristika 7-8 jähriger Kinder (n=155) nach GL-Tertilen von 1990-2002

Charakteristika	GL-Tertile			p-Wert für Unterschiede
	niedrigste Tertile (56-66)	mittlere Tertile (67-74)	höchste Tertile (75-95)	
Anzahl der Kinder (n=155)	51	52	52	0,8 ^a
Anteil der Jungen (%)	47,1	61,5	46,2	
Anteil der Mädchen (%)	52,9	38,5	53,8	
BMI SDS*	0,05 ± 0,9	-0,2 ± 0,9	-0,01 ± 0,8	0,5 ^a
Gestillt ja/nein (%)	84/16	81/19	79/21	0,8 ^a
Schulabschluss der Mutter (n=122)				0,06 ^a
Anteil mit Abitur o. Fachabitur (%)	56	60	79	
Anteil ohne Abitur o. Fachabitur (%)	44	40	21	
Schulabschluss des Vaters (n=123)				0,8 ^a
Anteil mit Abitur o. Fachabitur (%)	66	69	72	
Anteil ohne Abitur o. Fachabitur (%)	34	31	28	
Ausbildung der Mutter (n=120)				0,5 ^a
Anteil mit FH- o. Hochschulabschluss (%)	64	53	65	
Anteil ohne FH- o. Hochschulabschluss (%)	36	47	35	
Ausbildung des Vaters (n=122)				0,8 ^a
Anteil mit FH- o. Hochschulabschluss (%)	66	64	60	
Anteil ohne FH- o. Hochschulabschluss (%)	34	36	40	
BMI der Mutter (n=120)				0,5 ^a
Anteil mit BMI ≥ 25 (%)	21	25	29	
Anteil mit BMI < 25 (%)	79	75	71	
BMI des Vaters (n=94)				0,6 ^a
Anteil mit BMI ≥ 25 (%)	39	50	49	
Anteil mit BMI < 25 (%)	61	50	51	
Raucher im Haushalt ja/nein (%)	32/68	34/66	30/70	0,9 ^a

* MW ± SD;

^a Test auf signifikante Unterschiede zwischen den Tertilen mittels ANOVA

Tabellen 11. und 12 zeigen, dass es keine signifikanten Zusammenhänge zwischen dem GI bzw. der GL der Kost der Kinder und den verschiedenen sozioökonomischen Variablen gab.

Tabelle 13. zeigt die die Nahrungsvariablen nach GI Tertilen 7-8 jähriger Kinder (n = 155) von 1990-2002.

Tab. 13. Zusammenhang zwischen der Höhe des GI und den Nahrungsvariablen 7- 8 jähriger Kinder (n = 155) von 1990-2002.

Nährstoffzufuhr	GI Tertile			p-Wert für Unterschiede
	niedrigste Tertile (49-53)	mittlere Tertile (54-56)	höchste Tertile (57-65)	
GL g/1000 kcal *	66,8 ± 7,8	70,9 ± 5,6	78,4 ± 9,5	<.0001 ^a
Energie (kcal)*	1571 ± 229	1621 ± 243	1539 ± 263	0,2 ^a
Kohlenhydrate (in E %)*	51,1 ± 6,1	51 ± 4,2	52,8 ± 5,5	0,2 ^a
Zucker (g)*	43,5 ± 18,9	57,7 ± 22,5	63 ± 25,2	<.0001 ^a
Zucker (in E %)*	10,9 ± 4,1	14,3 ± 5,3	16,5 ± 6,1	<.0001 ^a
Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	12 ± 2,7	10 ± 2,3	9,8 ± 2,5	<.0001 ^a
Lösliche Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	3,3 ± 0,9	2,8 ± 0,8	2,7 ± 0,8	0,0006 ^a
Unlösliche Ballaststoffe (g/1000 kcal)*	6,2 ± 2,1	5 ± 1,7	4,9 ± 1,7	0,0003 ^a
Fett (in E %)*	35,9 ± 4,1	36,8 ± 3,7	35,3 ± 5,2	0,3 ^a
Gesättigte FS (in E %)*	16 ± 2,8	16,7 ± 2,2	16,1 ± 2,8	0,3 ^a
Ungesättigte FS (in E %)*	5,3 ± 1,6	5 ± 1,5	4,8 ± 1,5	0,2 ^a
Eiweiß (in E %)*	12,9 ± 1,8	12,2 ± 1,8	11,9 ± 2	0,02 ^a

* MW ± SD;

^a Test auf signifikante Unterschiede zwischen den Tertilen mittels ANOVA;

Tab.12. zeigt den Zusammenhang zwischen den Nährstoffvariablen und der Höhe des GI 7-8 jähriger Kinder von 1990-2002. Der GI der Kost in T1 liegt insgesamt unter 55 (49-53), in T2 um 55 (54-56) und in T3 über 55 (57-65). Die Kost im niedrigsten GI Tertil ist im Vergleich zu den anderen Tertilen zuckerärmer, eiweiß- und ballaststoffreicher. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Tertilen zeigen sich bei der Energieaufnahme und der prozentualen Anteile von KH und Fett an der Energiezufuhr.

Tabelle 14. zeigt die Nährstoffvariablen nach GL Tertilen 7-8 jähriger Kinder (n = 155) von 1990-2002.

Tab. 14. Zusammenhang zwischen der Höhe der GL und den Nahrungsvariablen 7-8 jähriger Kinder (n = 155) von 1990-2002.

Nährstoffzufuhr	GL-Tertile			p-Wert für Unterschiede
	niedrigste Tertile (56-66)	mittlere Tertile (67-74)	höchste Tertile (75-95)	
GI (Tag)*	53,9 ± 2,3	55,4 ± 2,5	58 ± 3,4	<.0001 ^a
Energie (kcal/Tag)*	1632 ± 260	1578 ± 234	1513 ± 236	0,049 ^a
Kohlenhydrate (in E %/Tag)*	46,9 ± 3,4	50,9 ± 2,7	57 ± 3,9	<.0001 ^a
Zucker (g/Tag)*	44,2 ± 21,6	52,02 ± 18,4	67,9 ± 24,6	<.0001 ^a
Zucker (in E %/Tag)*	10,6 ± 4,3	13,2 ± 4,4	17,9 ± 5,7	<.0001 ^a
Ballaststoffe (g/1000 kcal/Tag)*	11,2 ± 1	10,7 ± 2,8	9,9 ± 2,3	0,04 ^a
Lösliche Ballaststoffe (g/1000 kcal/Tag)*	3,1 ± 1	2,9 ± 0,9	2,6 ± 0,8	0,03 ^a
Unlösliche Ballaststoffe (g/1000 kcal/Tag)*	5,7 ± 2,1	5,5 ± 1,9	4,8 ± 1,5	0,03 ^a
Fett (in E %/Tag)*	39,9 ± 3,7	36,6 ± 3	31,5 ± 3,5	<.0001 ^a
Gesättigte FS (in E %/Tag)*	17,9 ± 2,3	16,7 ± 2,1	14,3 ± 2,1	<.0001 ^a
Ungesättigte FS (in E %/Tag)*	5,7 ± 1,5	4,9 ± 1,4	4,5 ± 1,4	<.0001 ^a
Eiweiß (in E %/Tag)*	13 ± 1,8	12,4 ± 1,3	11,5 ± 2,1	<.0001 ^a

* MW ± SD;

^a Test auf signifikante Unterschiede zwischen den Tertilen mittels ANOVA

Tab.14. zeigt den Zusammenhang zwischen den Nährstoffvariablen und der Höhe der GL 7-8 jähriger Kinder von 1990-2002. Die Kost in der niedrigsten GL Tertile ist im Vergleich zu den anderen GL Tertilen kohlenhydrat- und zuckerärmer, eiweiß-, fett und ballaststoffreicher.

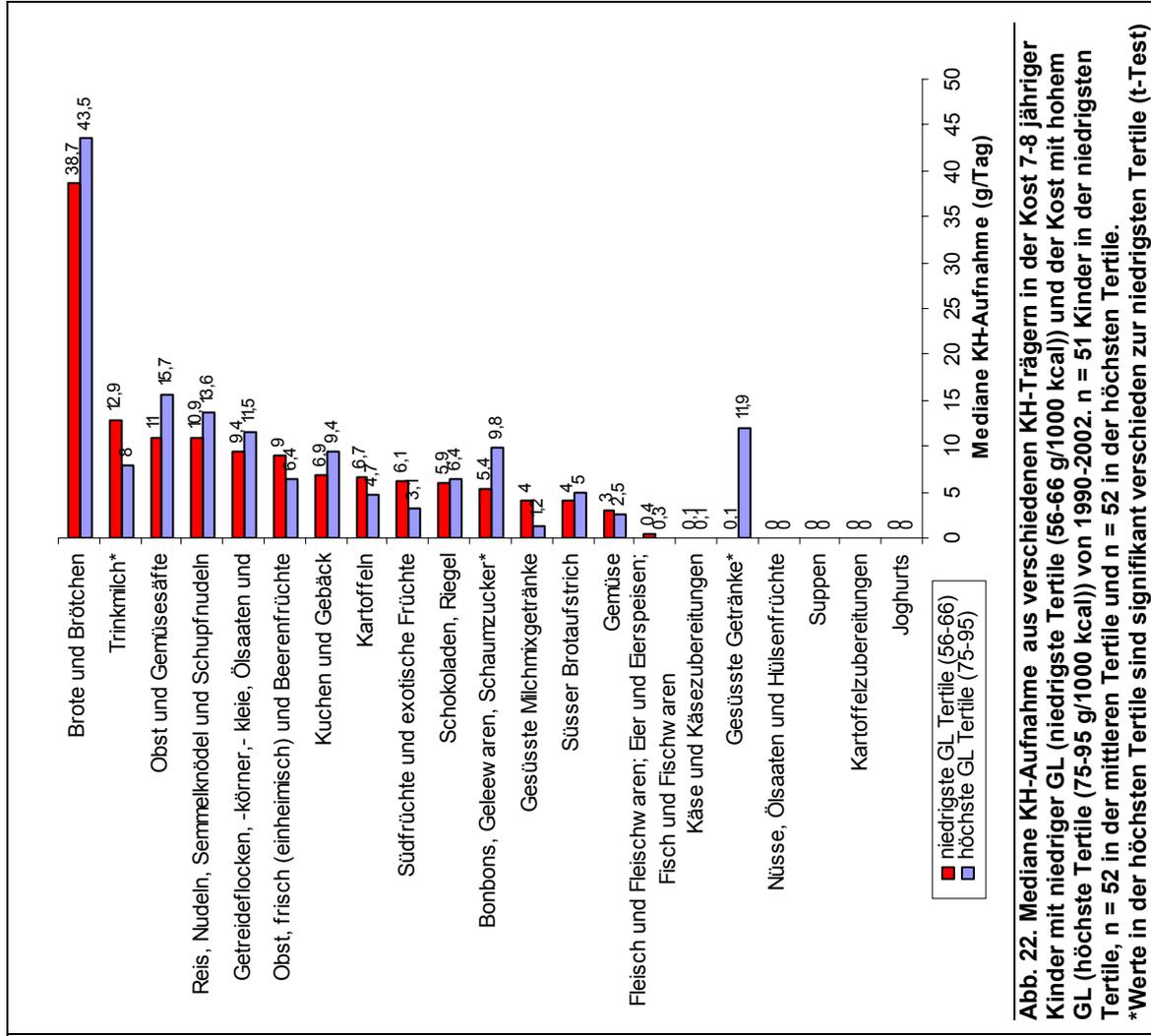


Abb. 21. Mediane KH-Aufnahme aus verschiedenen KH-Trägern in der Kost 7-8 jähriger Kinder mit niedrigem GI (niedrigste Tertile (49-53 %) und hohem GI (höchste Tertile (57-65%) von 1990-2002. n = 51 in der niedrigsten Tertile und n = 52 in der höchsten Tertile. *Werte in der höchsten Tertile sind signifikant verschieden zur niedrigsten Tertile (t-Test)

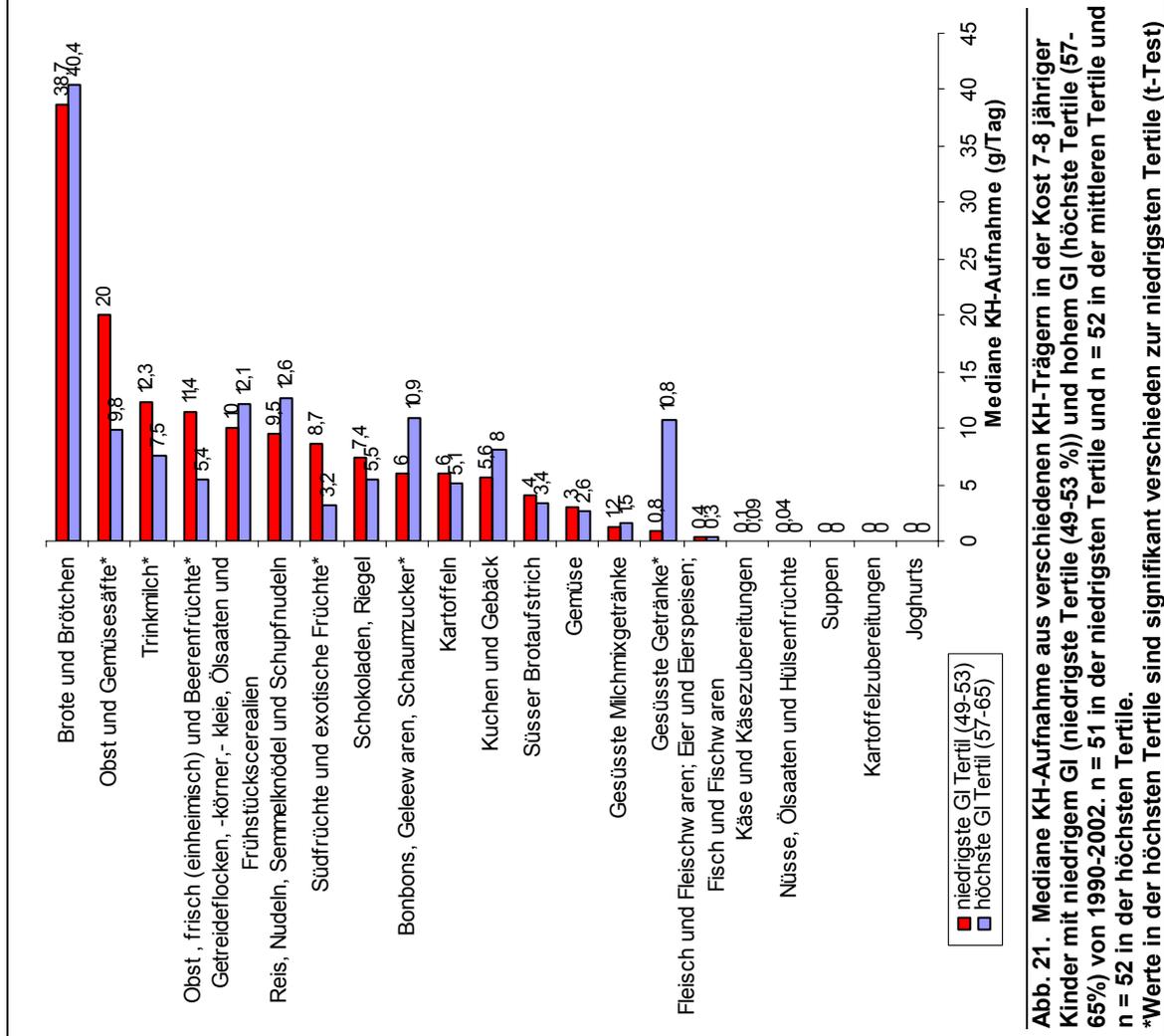


Abb. 22. Mediane KH-Aufnahme aus verschiedenen KH-Trägern in der Kost 7-8 jähriger Kinder mit niedriger GI (niedrigste Tertile (56-66 g/1000 kcal)) und der Kost mit hohem GI (höchste Tertile (75-95 g/1000 kcal)) von 1990-2002. n = 51 Kinder in der niedrigsten Tertile, n = 52 in der höchsten Tertile und n = 52 in der höchsten Tertile. *Werte in der höchsten Tertile sind signifikant verschieden zur niedrigsten Tertile (t-Test)

Abb. 21. vergleicht die mediane Kohlenhydratzufuhr aus verschiedenen Lebensmittelgruppen zwischen Kindern, mit niedrigem GI in der Kost und Kindern mit hohem GI in der Kost. Die Kinder in der niedrigsten GI Tertile verzehrten signifikant mehr Kohlenhydrate aus Trinkmilch, Obst und Gemüsesäften, einheimischen Obst und Südfrüchten und signifikant weniger Kohlenhydrate aus gesüßten Getränken, Bonbon, Geleewaren und Schaumzucker ($p < 0,05$) als Kinder in der höchsten GI Tertile.

Abb. 22 vergleicht die mediane Kohlenhydratzufuhr aus den verschiedenen Lebensmittelgruppen zwischen Kindern, mit niedriger GL in der Kost und Kindern mit hoher GL in der Kost. Kinder in der niedrigsten GL Tertile verzehrten signifikant mehr Kohlenhydrate aus Trinkmilch und signifikant weniger Kohlenhydrate aus gesüßten Getränken, Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker ($p < 0,05$) als Kinder in der höchsten GL Tertile.

5. DISKUSSION

In der hier vorliegenden Arbeit wurden bei 7-8 Kindern der DONALD Studie aus den Jahren 1990 (n = 46), 1996 (n = 56) und 2002 (n = 53) der GI und die GL der Kost bestimmt. Die Ernährung von Kindern wurde dadurch erstmals hinsichtlich des GI bzw. der GL charakterisiert. Diese Arbeit kann keine Aussage zur Relevanz des Konzeptes des GIs treffen.

Diese Arbeit untersuchte, ob der GI/GL in der Kost 7-8 jähriger Kinder im Jahre 2002 höher war als der GI/GL vergleichbarer Kollektive aus den Jahren 1990 und 1996 und verglich den Beitrag verschiedener Kohlenhydratquellen zur jeweiligen GL. Im Vergleich zum Jahr 1990 hatten 7-8 jährige Kinder aus dem Jahr 2002 einen signifikant höheren GI (54,9 (2,9) vs 56,4 (3,4) %, $p=0,03$ (1996: 55,8 (3,4)) und eine signifikant höhere GL (69,6 (8,8) vs 73,3 (8,8) g/1000 kcal, $p=0,04$ (1996: 72,9 (9,4)). Brot und Brötchen leisteten in jeder Periode den höchsten Beitrag zur mittleren GL der Kost. Weitere Lebensmittelgruppen, die in allen Perioden wesentlich zur GL beitrugen, waren Süßigkeiten, gesüßte Getränke, Milch und Milchprodukte, sowie Kuchen und Gebäck. Kartoffeln und Kartoffelzubereitungen fielen demgegenüber weniger ins Gewicht. Dieses Kollektiv 7-8 jähriger Kinder bestätigt die Vermutung, dass sich GI und GL der Kost von Kindern in den letzten Jahren erhöht haben. Allerdings lag der GI hier auch 2002 nur leicht über dem Grenzwert für einen niedrigen GI (<55%). Kinder mit hoher GL können diese am wirkungsvollsten durch einen verminderten Konsum von gezuckerten Lebensmitteln senken. Eine generelle Verringerung des Kohlenhydratverzehrs hingegen würde auch zu einem verminderten Konsum ernährungsphysiologisch günstiger Kohlenhydratträger führen.

Des Weiteren untersuchte diese Arbeit Zusammenhänge zwischen der Höhe des GI bzw. der GL der Kost von 7-8 jährigen Kindern und der sonstigen Ernährung bzw. dem sozioökonomischen Hintergrund. Nahrungszufuhr sowie sozioökonomische Faktoren (SES) wurden zwischen Tertilen (T1-T3) des GI bzw. zwischen Tertilen (T1-T3) der GL verglichen. Alle Kinder in T1 (GI) hatten eine Kost unter dem Grenzwert für einen niedrigen GI (<55%) (Min-Max: 49-53%), der GI in T2 (GI) lag um 55% (Min-Max: 54-56%) und in T3 (GL) über 55% (Min-Max: 57-65%). Die Kinder in T1 (GL) hatten eine GL unter 56 g/1000 kcal (Min-Max: 56-66), die GL in T2 (GL) lag um 70 g/1000 kcal (Min-Max: 67-74) und in T3 (GL) über 75 g/1000 kcal (Min-Max: 75-95). Es bestand kein Zusammenhang zwischen dem GI bzw. der GL und dem SES. Im Vergleich zur Kost der Kinder in T2 (GI) und T3 (GI) war der Verzehr der 7-8 jährigen Kinder in T1 (GI) gekennzeichnet durch eine niedrigere glykämische Last, weniger Zucker, mehr Eiweiß und mehr Ballaststoffe. Kinder in T1 (GI) konsumierten

signifikant mehr Kohlenhydrate aus Obst- und Gemüsesäften, Trinkmilch und Obst und signifikant weniger Kohlenhydrate aus Bonbons, Geleewaren und gesüßten Getränken ($p < 0,05$) als Kinder in der höchsten GI Tertile. Die Betrachtung der GL Tertile zeigt ein vergleichbares Bild. Es gibt eine Gruppe von Kindern, die bereits ohne spezifische Empfehlungen eine Kost mit niedrigem GI (<55%) bzw. niedriger GL erreichen. Die Kost mit niedrigem GI bzw. niedriger GL entspricht auch insgesamt eher den präventiven Ernährungsempfehlungen. Der GI scheint somit, relativ unabhängig von sozioökonomischen Variablen, nicht nur die Qualität von Kohlenhydraten sondern auch die Qualität der Ernährung insgesamt zu charakterisieren.

5.1 Vergleich des GI und der GL 1990, 1996 und 2002

Es lagen bislang keine Daten über die Höhe des GI und der GL in der Kost von Kindern vor. Daher gab es bisher nur Vermutungen darüber, dass sich der GI bzw. die GL in der Kost von Kindern erhöht hat, da eine Veränderung in der Lebensmittelauswahl einen Anstieg des GI bzw. der GL in der Kost von Kindern nahe legten (Alexy et al. 2002; Nicklas 1995; Popkin et al. 1992; Stephen et al. 1995). In den USA erfolgt der größte Teil der aufgenommenen KH bei Kindern durch Lebensmittel, die einen hohen GI haben (Ludwig 2000). Entsprechend der Daten vom „Department of Agriculture“ haben mehr 80 % der KH, die von Kindern verzehrt werden den gleichen GI oder sogar einen höheren GI als Zucker (Subar et al. 1998).

Dieses Kollektiv 7-8 jähriger Kinder bestätigt die Vermutung, dass sich GI und GL der Kost von Kindern in den letzten Jahren erhöht haben. Allerdings lag der GI hier auch 2002 nur leicht über dem Grenzwert für einen niedrigen GI (<55%). Der Trend könnte durch Veränderungen im sonstigen Ernährungsverhalten oder den sozioökonomischen Faktoren verursacht sein.

Die Nährstoffvariablen unterschieden sich bei diesem Kollektiv weder signifikant über den gesamten Zeitraum 1990, 1996 bis 2002 noch im direkten Vergleich der Jahre 1990 und 2002. Dieses kleine Kollektiv aus der DONALD-Studie spiegelte also nicht die signifikanten Veränderungen der energieliefernden Nährstoffe wider, die sich bei der Auswertung der Ernährungsprotokolle im Rahmen der DONALD Studie zwischen 1985 und 2000 gezeigt hatten. Dabei ging in allen Altersgruppen der prozentuale Anteil von Fett an der Energiezufuhr signifikant zurück. Die verringerte Fettzufuhr wurde dabei durch einen signifikanten Anstieg der Zufuhr von KH kompensiert, wobei der Anstieg der KH-Zufuhr hauptsächlich auf eine leichte Zunahme des Verzehrs von komplexen KH aus Brot, Getreide(-flocken) und Beilagen (Kartoffeln, Nudeln, Reis) zurückzuführen war. Die Zufuhr von Zucker blieb jedoch konstant, ebenso wie der Verzehr von Süßigkeiten und Gebäck (Alexy et al. 2002). Dieser Unterschied zwischen der Studie von Alexy et al. 2002 und der vorliegenden Arbeit könnte zum einen auf die Beschränkung der Ernährungsdaten von 7-8 jährigen Kindern und somit auch auf ein kleineres Kollektiv zurückzuführen sein. Die Entwicklung des GI und der GL in der Kost kann in anderen Altersgruppen anders aussehen. Zum anderen könnte dieser Unterschied auf den gewählten Betrachtungszeitraum zurückzuführen sein. Vermutlich würden sich die Anteile der energieliefernden Nährstoffe bei diesem Kollektiv ebenfalls signifikant ändern, wenn die Entwicklung wie in der Studie von Alexy et al. von 1985 an betrachtet worden wären. Allerdings waren bei dem Kollektiv der vorliegenden Arbeit die gleichen Tendenzen zu erkennen, die sich auch beim Kollektiv der

Studie von Alexy et al. 2002 zeigten. Während sich die Fettzufuhr leicht verringert hatte, stieg die Zufuhr von Kohlenhydraten leicht an. Die Zuckernzufuhr blieb ebenfalls konstant. Offensichtlich zeigen die in den westlichen Industrieländern seit langem intensiv verbreiteten Empfehlungen für eine fettreduzierte und fettmodifizierte Ernährung erste Erfolge in der Bevölkerung. Es ist jedoch zu beachten, dass die Zuckernzufuhr in jeder der drei zeitlichen Perioden mit ca. 14 % an der Energieaufnahme sowohl in der Studie von Alexy et al. als auch in der vorliegenden Arbeit hoch war.

Bei der getrennten Betrachtung der Jungen und Mädchen zeigte sich nur beim Vergleich des mittleren GL g/1000 kcal der Jungen zwischen 1990 und 2002 ein signifikanter Unterschied. Die anderen Veränderungen beim Vergleich der drei zeitlichen Perioden waren sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen nicht signifikant, zeigten jedoch die gleichen Tendenzen, die auch beim Gesamtkollektiv dieser Arbeit zu erkennen waren. Die getrennte Betrachtung zeigte, dass die Mädchen 1990 bereits einen signifikant höheren mittleren GL g/1000 kcal hatten als die Jungen im gleichen Jahr. Dies lag vermutlich daran, dass sowohl der mittlere GI, als auch die Kohlenhydratzufuhr bei den Mädchen höher als bei den Jungen war.

Die gemessenen sozioökonomischen Faktoren unterschieden sich bei diesem Kollektiv nur beim Schulbesuch der Mutter und beim Anteil der Raucher im Haushalt signifikant zwischen den zeitlichen Perioden. Ein Einfluss der nicht gemessenen sozioökonomischen Größen kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Es handelt sich jedoch um ein sehr homogenes Kollektiv mit hohem Sozialstatus. Im Allgemeinen ist die Ernährung in Familien mit hohem Sozialstatus in reichen Ländern besser (Robert Koch-Institut 2001; Lemkühler & Leonhäuser 1998; Leonhäuser 1999; Klocke 1995; Nelson 2000). Kinder und Jugendliche aus reichen Familien essen häufiger Gemüse und Vollkornbrot und seltener Softdrinks. Diese Studie unterschätzt daher eher die Höhe des GI/GL und die durch den Verzehr ungünstiger Lebensmittel bedingten Anstieg seit 1990.

Es gibt keine Vergleichsdaten von gesunden Kindern und deren GI- bzw. GL-Werten. In Studien, die sich mit dem GI bzw. der GL und der Ernährung von Kindern befassen, ging es darum energie- und fettreduzierte Diäten mit Diäten, die einen niedrigen GI bzw. eine niedrigere GL haben zu vergleichen. Bei der Festlegung der Diät ging es jedoch nur um eine bevorzugte Auswahl von bestimmten Lebensmitteln. Bei den Diäten mit niedrigem GI bzw. niedriger GL wurden bevorzugt Lebensmittel ausgewählt, die nach Foster-Powell et al. 2002 einen niedrigen bis moderaten GI haben (Ebbeling et al. 2003; Spieth et al. 2000). In der Studie von Spieth et al. (2000) wurden keine Angaben über die Höhe des GI und der GL im

Rahmen der Diäten gemacht. In der Studie von Ebbeling et al. (2003) hatte die Diät mit niedriger GL einen GI von 53% und eine GL von 68 g/1000 kcal. Im Rahmen dieser Diät wurden 51% der Energie durch KH aufgenommen. Die Kinder der hier vorliegenden Arbeit hatten bei ähnlicher KH-Aufnahme (E %) in jeder der drei zeitlichen Perioden etwas höhere GI- und GL-Werte (Ebbeling et al. 2003)

5.2 Beiträge verschiedener KH-Träger zur mittleren GL, zur mittleren KH-Aufnahme und zur mittleren Zuckeraufnahme

Bei der zweiten Fragestellung wurde der Beitrag verschiedener Kohlenhydratquellen auf die Höhe der mittleren GL in den Jahren 1990, 1996 und 2002 betrachtet. Brot und Brötchen leisteten in jeder der 3 zeitlichen Perioden den höchsten Beitrag zur mittleren GL der Kost (1990: 24,3 %, 1996: 25,4 %, 2002: 25,0 %). Eine weitere Unterteilung dieser Gruppe in Ganzkornbrote, Vollkornbrote und Brote aus Auszugsmehl war leider nicht möglich. Es lässt sich daher keine Aussage darüber treffen, welche Brot- bzw. Brötchensorten für den größten Beitrag dieser Gruppen an der mittleren GL verantwortlich waren. Brote aus Auszugsmehl und Vollkornmehl haben einen höheren GI als Ganzkornbrote, wobei Brote aus Weizenmehl wiederum einen höheren GI als Brote aus Roggenmehl haben (Foster-Powell et al. 2002). Bei einer Auswertung von 3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokollen der DONALD Studie konnte gezeigt werden, dass die Kinder unabhängig von Alter nur etwa ein Viertel der aufgenommenen Mengen an Brot und Getreideprodukten in Form von Vollkornprodukten verzehrten (Kersting et al. 2004). Jedoch konnte auch bei dieser Auswertung keine Unterteilung in Vollkornbrote aus Auszugsmehl und Ganzkornbrote vorgenommen werden.

An zweiter Stelle standen dann schon in jeder der 3 zeitlichen Perioden die Süßigkeiten. 1990 trug die Gruppe der Süßigkeiten mit 13,7 %, 1996 mit 11,2% und 2002 mit 13% zur mittleren GL bei, wobei hier vor allem Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker den größten Einfluss hatten. Dies liegt daran, dass diese Süßigkeiten einen höheren GI als z.B. Schokolade haben. Gummibärchen haben beispielsweise einen GI von 78 während der GI von Milkschokolade bei 43 liegt (Foster-Powell et al. 2002). Zum anderen ist es möglich, dass Eltern bei der Auswahl von Süßigkeiten Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker bevorzugen, da diese häufig als fettärmere Alternative zu Schokolade empfohlen werden. Die Bonbons und Geleewaren sind zwar fettarm, jedoch im Hinblick auf den GI bzw. die GL eher nachteilig zu bewerten. Der Verzehr dieser Lebensmittel sollte zur Senkung des GI und der GL reduziert werden. Jedoch sollte die Einschränkung von beispielsweise Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker zur Senkung des GI bzw. der GL in der Kost nicht durch einen vermehrten Verzehr von Schokolade ersetzt werden. Schokolade bzw. Schokoladenriegel haben zwar einen niedrigen GI, sind jedoch aufgrund ihrer weiteren Inhaltsstoffe, ihres hohen Energiegehaltes und der geringen Nährstoffdichte ebenfalls nicht empfehlenswert bzw. sollten sparsam verwendet werden.

Die Gruppe der gesüßten Getränke lieferte ebenfalls in jeder der drei zeitlichen Perioden einen großen Beitrag zur mittleren GL (8,5 % vs 7,3 % vs 7,0 %). Dies liegt zum einen daran, dass gesüßte Getränke einen mittleren bis hohen GI haben (z.B. Fanta 68) (Foster-Powell et al. 2002) und zum anderen an der hohen verzehrten Menge. Beide Faktoren sind für den großen Beitrag dieser Lebensmittelgruppe an der mittleren GL in der Kost verantwortlich, da die GL das Produkt des GI und der verwertbaren Kohlenhydratmenge pro Portion einer Lebensmittelportion ist. Entsprechend der Daten vom „Department of Agriculture“ ist der Verzehr von gesüßten Getränken in den USA in den letzten 50 Jahren um über 500 % angestiegen. Von 1990/91 und 1994/95 stieg der Verzehr der gesüßten Getränke in den USA von 195 auf 275 ml pro Tag an (Morton et al. 1998). Bei einer Auswertung von 500 Ernährungsprotokollen 4 bis 18-jähriger Kinder und Jugendlichen der DONALD Studie konnte gezeigt werden, dass ungesüßte Getränke bei der Auswahl der Getränke, wie empfohlen an erster Stelle stehen. Mit höherem Alter kamen jedoch zunehmend gezuckerte Getränke wie Limonaden und Fruchtsaftgetränke hinzu (Kersting et al. 2004). Der hohe Verzehr von gesüßten Getränken ist nicht nur aufgrund des hohen GI und des großen Beitrags zur GL, sondern auch hinsichtlich seines möglichen Beitrags zum kindlichen Übergewicht bedenklich. Ludwig et al. (2001) untersuchten die Hypothese, dass der Verzehr von gesüßten Getränken am Anstieg des Übergewichts bei Kindern beteiligt ist. Die Ergebnisse zeigten einen Zusammenhang zwischen dem Konsum von gesüßten Getränken und der Veränderung des BMI unabhängig von anderen möglichen Störgrößen (Ludwig et al 2001). Dies liegt unter anderem an der hohen Energiedichte dieser Getränke. Kinder die regelmäßig ein gesüßtes Getränk am Tag tranken, nahmen durchschnittlich 10 % mehr Energie auf als Kinder, die keine gesüßten Getränke tranken (Harnack et al. 1999).

Auch Kuchen und Gebäck leisteten in jeder der 3 zeitlichen Perioden einen großen Beitrag zur mittleren GL (6,2 % vs 8,2 % vs 8,5 %). Betrachtet man diese 3 nicht empfehlenswerten Lebensmittelgruppen (Süßigkeiten, gesüßte Getränke, Kuchen und Gebäck) gemeinsam, leisteten diese in jeder der drei zeitlichen Perioden den prozentual größten Beitrag zur mittleren GL (1990: 28,4 %, 1996: 26,6 %, 2002: 26,7 %). Der prozentuale Beitrag von gesüßten Getränken, Bonbons, Kuchen und Gebäck an der GL in der Kost der Kinder hat sich zwar im Vergleich der drei zeitlichen Perioden nicht entscheidend verändert, war jedoch in jeder zeitlichen Periode hoch. Die Lebensmittelgruppen (Süßigkeiten, gesüßte Getränke, Kuchen und Gebäck) werden in der optimierten Mischkost als „geduldete Lebensmittel“ zusammengefasst. Sie sollten nicht mehr als 10 % der Energiezufuhr/Tag liefern. In der Praxis liegt der Verzehr dieser Lebensmittelgruppen erheblich über den geduldeten Mengen (Kersting et al. 2004). Auch in Spanien konsumieren über 80 % der 6-7 jährigen Kinder täglich Backwaren, gesüßte Getränke und Joghurts. In den USA sind gesüßte Getränke die

beliebteste Zuckerquelle bei 6-11 jährigen Kindern, gefolgt von Süßigkeiten und Gebäck (Rodrigues-Artalejo et al. 2002).

Milch und Milchprodukte gehörten ebenfalls in den drei zeitlichen Perioden zu den 5 Lebensmittelgruppen, die den größten Beitrag zur mittleren GL leisteten (8,3 % vs 7,7 % vs 8,3 %). Milch und Milchprodukte haben eigentlich einen niedrigen GI (Foster-Powell et al. 2002) Dieser Vorteil geht jedoch durch die Auswahl gesüßter Produkte verloren. Gesüßte Milchmixgetränke (z.B. Kakaotränke und Erdbeermilch) leisteten innerhalb der Gruppe der Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen in jeder der drei zeitlichen Perioden einen großen Beitrag zur mittleren GL. Dies liegt zum einen daran, dass gesüßte Milchmixgetränke (z.B. Kakaotränke, 41%) einen höheren GI als ungesüßte Milchprodukte (z.B. Trinkmilch, 27%) (Foster-Powell et al. 2002) haben und zum anderen an der verzehrten Menge.

Einen relativ geringen Beitrag zur mittleren GL leisteten in allen drei Perioden Kartoffeln und Kartoffelzubereitungen. In dieser Arbeit wurden Kartoffeln und Kartoffelzubereitungen getrennt voneinander betrachtet. Häufig nehmen Autoren den hohen GI von Kartoffelzubereitungen (z.B. Kartoffelpüree, 85% und Pommes frites, 75%) (Foster-Powell et al. 2002) zum Anlass um Kartoffeln den „schlechten“ KH zuzuordnen. Ganz herkömmlich gekochte Kartoffeln liegen jedoch meist im niedrigeren GI-Bereich (Kartoffeln 54%) (Chantelau 2000). Hierzu finden sich jedoch widersprüchliche Angaben in der Literatur. Einige Autoren beobachteten eine Steigerung des GI durch Pürieren und eine Verringerung des GI nach Backen von Kartoffeln (Foster-Powell et al. 2002). In der Studie von Soh & Brand-Miller wurden Kartoffeln verzehrt, die geschält und dann entweder gekocht, gekocht und püriert, in der Mikrowelle erhitzt oder bebacken waren. Der GI unterschied sich nicht zwischen den verschiedenen Zubereitungsmethoden (Soh & Brand-Miller 1999). Weiterhin nimmt auch die Sorte Einfluss auf den GI von Kartoffeln. Soh & Brand-Miller fanden GI Werte zwischen 87 und 101 bei geschälten und gekochten Kartoffeln der Sorten Pontiac, Desiree und Sebago. Obwohl es schwierig erscheint, dem Lebensmittel Kartoffel, selbst unter Berücksichtigung einer bestimmten Zubereitungsart, einen definitiven GI-Wert zuzuordnen, werden die Kartoffeln im Rahmen von Ernährungsvorschlägen, die auf dem GI Konzept basieren, an die Spitze der Pyramide gesetzt. Kartoffeln befinden sich somit auf der gleichen Ebene wie Süßigkeiten und sollen nur selten konsumiert werden (LOGI-Pyramide & Healthy Eating Pyramid) (Ludwig 2000; Willett et al. 2003). Es wird dabei nicht berücksichtigt, dass Kartoffeln eine niedrige Energiedichte und eine hohe Dichte an Vitaminen, Mineralstoffen und Ballstoffen haben und aus diesem Grund empfehlenswert sind. Autoren nehmen den hohen GI von Kartoffelzubereitungen häufig zum Anlass, um Kartoffeln im Rahmen von

Diäten mit hohem GI einzusetzen. In der Studie von Jemenez-Cruz et al. (2003) und Luscombe et al. (1999) wurden bestimmte Effekte von Diäten mit niedrigem und hohem GI untersucht. Im Rahmen der Diäten mit hohem GI wurden vermehrt Kartoffeln verzehrt, während diese im Rahmen der Diät mit niedrigem GI nicht auftauchten (Jemenez-Cruz et al. 2003 & Luscombe et al. 1999). Bei der Auswertung der Ernährungsprotokolle von 4 bis 18 jährigen Kindern und Jugendlichen der DONALD Studie zeigte sich, dass zwischen 1998-2002 erheblich geringere Mengen an Kartoffeln, als empfohlen verzehrt wurden. Weiterhin machen Kartoffelzubereitungen wie Pommes frites nur einen kleinen Teil aus (Kersting et al. 2004). Der GI und die GL in der Kost von 7-8 jährigen Kindern werden kaum vom Verzehr von Kartoffeln (3,3 vs 3,2 vs 3,2) und Kartoffelzubereitungen (1,4 % vs 1,6 % vs 0,9 %) beeinflusst. Dies könnte in Familien mit niedrigeren sozialen Status jedoch anders aussehen. Zur Ernährung von Familien mit Kindern, die in reichen Ländern wie in Deutschland in Armut leben, gibt es bisher erst wenige Studien (Robert Koch-Institut 2001; Lemkühler & Leonhäuser 1998; Leonhäuser 1999; Klocke 1995; Nelson 2000). Im Allgemeinen ist die Ernährung schlechter als in wohlhabenden Kreisen. Kinder und Jugendliche aus armen Familien essen häufiger Pommes frites als Kinder aus anderen Familien. Kartoffelzubereitungen könnten bei Kindern aus Familien mit niedrigeren sozioökonomischen Status vermutlich einen größeren Beitrag zur GL leisten.

Bei der getrennten Betrachtung von Jungen und Mädchen hinsichtlich des Beitrags KH-haltiger Lebensmittelgruppen zeigte sich jedoch, dass sich die bereits seit 1990 höhere mittlere GL/1000 kcal bei den Mädchen durch die Lebensmittelauswahl erklären lässt. Geschlechtsspezifische Unterschiede in der Auswahl der Lebensmittel innerhalb der Lebensmittelgruppen ließen sich in der DONALD-Studie nur vereinzelt feststellen. Dagegen entsprach das Ernährungsverhalten insgesamt bei den Mädchen eher den Empfehlungen als bei den Jungen. Generell aßen Mädchen mehr Obst und Gemüse, aber weniger Fleisch bzw. Wurstwaren, wobei die Unterschiede zwischen den Geschlechtern mit dem Alter zunahm (Alexy et al. 2001). Auch andere Studien, z.B. die europaweite Health Behavior in School-Aged Children (HBSC)-Studie, weisen auf ein besseres Ernährungsverhalten von jugendlichen Mädchen gegenüber Jungen hin (King et al. 1996). Zwar aßen die Mädchen der vorliegenden Arbeit 1990 im Vergleich zu den Jungen mehr Obst, Getreideflocken, -körner, -kleie und Ölsaaten jedoch auch etwas mehr Süßigkeiten, gesüßte Getränke, Kuchen und Gebäck. Da gerade die zuckerhaltigen Lebensmittel einen großen Beitrag zur mittleren GL leisten spiegelte sich das ansonsten „günstigere“ Ernährungsverhalten der Mädchen nicht in einer niedrigeren GL wieder. 1996 unterschied sich die mittlere GL g/1000 kcal nicht mehr signifikant zwischen Jungen und Mädchen. Dies lag vor allem daran, dass die Jungen den

Verzehr von Süßigkeiten, gesüßten Getränken, Kuchen und Gebäck erhöht hatten. 2002 zeigte sich das gleiche Bild. Die gezuckerten Lebensmittel tragen sowohl bei den Jungen als auch bei den Mädchen entscheidend zur Höhe der GL in der Kost bei.

Die Betrachtung der prozentualen Beiträge der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme in der Kost der Kinder ergibt ein mit der GL vergleichbares Bild, d.h. der prozentuale Beitrag der einzelnen KH-Träger zur mittleren GL und zur mittleren KH-Aufnahme in der Kost der Kinder ist ähnlich. Im Rahmen dieser Arbeit lässt sich die Aussage der GL schon aus der KH-Aufnahme ableiten.

Die Betrachtung der prozentualen Beiträge der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost der Kinder zeigt, dass der größte Teil des Zuckers wie zu erwarten durch Süßigkeiten und gesüßte Getränke aufgenommen wird. Diese KH-Träger haben oftmals einen hohen GI (Foster-Powell et al. 2002). Einige der zuckerhaltigen Lebensmittel haben sogar einen höheren GI als Zucker (z.B. Gummibärchen, 78). Weiterhin liefert Zucker als Zusatz von Lebensmitteln wie Süßigkeiten, Fertigmilchprodukten oder Limonaden, nur Energie, jedoch keine wichtigen Nährstoffe wie Vitamine und Mineralstoffe. Dadurch ist die Nährstoffdichte gezuckerter Lebensmittel bzw. Nahrung geringer als die ungezuckerter Lebensmittel (Alexy et al. 2002).

Insgesamt leisteten neben Brot und Brötchen haben u. a. zuckerreiche LM mit hohem GI aufgrund der großen verzehrten Mengen einen großen Beitrag zur GL der Kost der Kinder. Andere Lebensmittel mit höherem GI (z.B. Kartoffelpüree, 85) fallen demgegenüber bei den 7-8 jährigen Kindern weniger ins Gewicht. Durch die Einbeziehung eines früheren Jahres hätte sich wahrscheinlich ein stärkerer Wandel der Lebensmittelauswahl gezeigt, da sich das Ernährungsverhalten über eine längere Zeit geändert hat. Heute wird deutlich anders als noch vor 40 Jahren gegessen (Mensik 2004). Besonders die Kinder haben eine ganz andere umfangreichere Produktvielfalt als früher. Es gibt eine Vielzahl von LM die konkret für Kinder entwickelt wurden. Diese so genannten „Kinderlebensmittel“ richten sich in Positionierung, Aufmachung und Design hauptsächlich an Kinder. 1996 erstellte das FKE erstmals eine Übersicht über das Angebot von „Kinderlebensmitteln“, das damals 50 Produkte für Kleinkinder und 80 Produkte für Kinder umfasste. Bei einer Markterhebung im Jahr 2001 wurden 244 Kinderlebensmittel erfasst. Hauptsächlich handelte sich es dabei um Süßigkeiten und Gebäck (36%), gefolgt von Convenience- (23 %), Getreide- (15 %) und Milchprodukten (14 %) sowie von Getränken (12 %). Insgesamt 86 % der Kinderlebensmittel waren gesüßt. Es handelt sich bei Kinderlebensmitteln also hauptsächlich um

Kindersüßigkeiten. Diese Produkte locken die Kinder anhand ihrer Aufmachung und den Eltern wird nahe gelegt, sie würden ihren Kindern etwas besonders Gutes tun. Diese Entwicklung ist aus präventivmedizinischer Sicht und hinsichtlich der Gesamt-GI der Kost kritisch zu betrachten. Viele der Lebensmittel, die speziell für Kinder sind, enthalten Zuckerzusätze und liefern so zwar Energie jedoch keine Nährstoffe und verringern somit die Nährstoffdichte der Ernährung (Düren et al. 2003). Weiterhin handelt es sich überwiegend um Produkte, die einen hohen GI haben (Foster-Powell et al. 2002).

5.3 Zusammenhänge zwischen der Höhe des GI bzw. der GL und der sonstigen Ernährung bzw. dem sozioökonomischen Hintergrund

Es gibt bislang kaum Informationen, inwieweit Kinder auch ohne spezifische Empfehlungen eine Kost mit niedrigerem GI bzw. niedrigerer GL erreichen. Diese Arbeit untersuchte Zusammenhänge zwischen der Höhe des GI bzw. der GL in der Kost von 7-8 jährigen Kindern und der sonstigen Ernährung bzw. dem sozioökonomischen Hintergrund. Dafür wurden Nahrungszufuhr sowie sozioökonomische Faktoren (SES) zwischen den Tertilen (T1-T3) des GI und den Tertilen (T1-T3) der GL verglichen.

Ein Zusammenhang zwischen Höhe des GI bzw. der GL und den gemessenen sozioökonomischen Variablen zeigte sich anhand der vorliegenden Daten nicht. Ein Einfluss der nicht gemessenen sozioökonomischen Größen kann jedoch nicht ausgeschlossen werden. Es handelt sich jedoch um ein sehr homogenes Kollektiv mit hohem Sozialstatus. Sowohl die Eltern der Kinder im niedrigsten GI bzw. GL Tertil als auch im höchsten GI bzw. GL Tertil sind durch einen hohen sozialen Status gekennzeichnet. Ein Zusammenhang zwischen dem höheren GI bzw. der höheren GL und dem Körpergewicht der Kinder legen die Querschnittsdaten nicht nahe. Eine Aussage über Einflüsse des GI bzw. der GL auf die Körpergewichtsentwicklung der Kinder lassen sich jedoch nur aufgrund longitudinaler Analysen treffen.

Alle Kinder in T1 (GI) hatten eine Kost unter dem Grenzwert für einen niedrigen GI (<55%) (Min-Max: 49-53%), der GI in T2 (GI) lag um 55% (Min-Max: 54-56%) und in T3 (GI) über 55% (Min-Max: 57-65%). Alle Kinder in T1 (GL) hatten eine Kost unter 56 (Min-Max: 56-66%), in T2 (GL) um 70 (Min-Max: 67-74%) und in T3 (GL) um 80 (Min-Max: 75-95%). Es gibt also eine Gruppe von Kindern, die bereits ohne spezifische Empfehlungen eine Kost mit niedrigerem GI (<55 %) bzw. einer niedrigeren GL als andere erreichen. Die Kost entspricht auch insgesamt eher den präventiven Ernährungsempfehlungen. Im Vergleich zur Kost der Kinder in T2 (GI) und T3 (GI) war der Verzehr der 7-8 jährigen Kinder in T1 (GI) gekennzeichnet durch eine niedrigere glykämische Last, weniger Zucker, mehr Eiweiß und mehr Ballaststoffe. Die Kinder im niedrigsten GI Tertil verzehrten signifikant mehr Kohlenhydrate aus Trinkmilch, Obst und Gemüsesäfte und Obst und weniger Kohlenhydrate aus gesüßten Getränke, Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker ($p < 0,05$) als Kinder in der höchsten GI Tertile. Die Betrachtung der GL Tertile zeigt ein vergleichbares Bild. Der GI ist somit anscheinend nicht nur ein Maß für die Qualität von KH sondern ein Maß für die Qualität der Ernährung insgesamt, welches relativ unabhängig von sozioökonomischen Faktoren zu sein scheint.

Die Ergebnisse von Schulz et al. zeigten wie auch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, dass bei nicht diabetischen Männern und Frauen mittleren Alters der Verzehr von Obst und fettarmer Milch umgekehrt mit dem GI assoziiert war. Die Ergebnisse dieser Studie zeigten weiter, dass 15 bzw. 17 (bei Frauen) Lebensmittelgruppen signifikant mit dem GI in Beziehung standen. Diese Lebensmittelgruppen erklärten 73 bzw. 72 % der Variationen. Zu diesen Lebensmittelgruppen zählen z.B. fettarme Milch, Obst und Weißbrot (Schulz et al. 2004).

Die Studie von Gilbertson et al. (2003) untersuchte bei 104 8-13 jährigen Kindern mit Diabetes mellitus Typ I die unterschiedlichen Effekte zwischen einer Diät mit niedrigem GI und einer Austauschdiät. Kinder in der niedrigsten GI Tertile konsumierten weniger KH aus Kartoffeln und Weißbrot, aber mehr KH aus Milch- und Vollkornprodukten als Kinder in der höchsten GI Tertile (Gilbertson et al. 2003).

In der Studie von Buyken et al. (2001) wurde die mittlere Kohlenhydrataufnahme aus verschiedenen Lebensmittelgruppen zwischen Personen mit niedriger GI in der Kost und Personen mit hohem GI in der Kost verglichen. Dies wurde zum einen an Probanden aus Südeuropa und zum anderen an Probanden aus Nord, West- und Osteuropa durchgeführt, die an Diabetes mellitus Typ I erkrankt waren. Die Südeuropäer in der niedrigsten GI Quartile aßen mehr KH aus Nudeln und Obst und weniger KH aus Weißbrot im Vergleich zu Südeuropäern in der höchsten GI Quartile. Die Probanden aus Nord, West- und Osteuropa in der niedrigsten GI Quartile aßen mehr KH aus Ganzkornbrot, Vollkornbrot und Obst und weniger KH aus Weißbrot und Kartoffeln als Probanden in der höchsten GI Quartile. Bei den Probanden aus Südeuropa wird der GI wesentlich durch Verzehr von Nudeln, Früchten, Weißbrot und Kartoffeln bestimmt, während der GI bei den Probanden aus Nord-, West- und Osteuropa wesentlich durch den Verzehr von Brot, Kartoffeln und Früchten bestimmt wird (Buyken et al. 2001).

Zur Senkung der GL der Kost schlägt Ludwig eine moderate Senkung der KH-Zufuhr und des GI vor (Ludwig 2003). Zur GL Senkung 7-8 jähriger Kinder müssen laut dieser Studie nicht weniger KH insgesamt aufgenommen werden, sondern nur weniger KH aus zuckerhaltigen (hoher GI) Lebensmitteln aufgenommen werden. Eine allgemeine Senkung der KH-Zufuhr wäre zwangsläufig mit einer Steigerung der Protein- und Fettzufuhr verbunden. Je nachdem, welche Fettsäuren vermehrt aufgenommen würden, könnte es zu ungünstigen Effekten auf die Blutlipide kommen. Auch einige weitere Studien zeigten, dass ein niedriger GI bzw. eine niedrige GL der Kost ohne Kohlenhydratreduktion erreicht werden

kann, wenn die Kohlenhydrate bevorzugt aus Lebensmitteln mit niedrigem GI aufgenommen werden (siehe Tab. 15).

Tab. 15. Studien zu GI und GL-Werten in Diäten

Autoren; Publikationsjahr; Studienpopulation	Studiendesign	GI (Basis:Glucose = 100), GL, Energiegehalt und Nährstoffverteilung der Diäten																																																		
<p>Ebbeling et al.; 2003; 16 übergewichtige Jugendliche (5 männlich, 11 weiblich) im Alter von 13-21 Jahren, 14 Teilnehmer beendeten die Studie</p>	<p>Randomisierte, kontrollierte Prospektiv-Studie: Ad libitum Diät mit niedriger GL (n = 7) oder energie- und fettreduzierte Diät (n = 7) für 6 Monate</p>	<p>GI- und GL-Werte und GL-Werte in g/1000 kcal der Diäten:</p> <table border="1" data-bbox="740 566 1334 739"> <thead> <tr> <th></th> <th>GI</th> <th>GL*</th> <th>GL in g/1000 Kcal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ad libitum, niedrige GL</td> <td>53</td> <td>103</td> <td>68</td> </tr> <tr> <td>Energie- und fettreduziert</td> <td>56</td> <td>124</td> <td>77</td> </tr> </tbody> </table> <p>*selbst berechnet</p> <p>Energiegehalt und Nährstoffverteilung:</p> <table border="1" data-bbox="703 837 1370 1023"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energie in kcal</th> <th>KH in E %</th> <th>Fett in E %</th> <th>EW in E %</th> <th>Ballaststoffe in g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ad libitum niedrige GL</td> <td>1522</td> <td>51</td> <td>31</td> <td>19</td> <td>15,2</td> </tr> <tr> <td>Energie- und fettreduziert</td> <td>1604</td> <td>55</td> <td>28</td> <td>18</td> <td>14,4</td> </tr> </tbody> </table> <p>Bevorzugte Auswahl von LM, die nach Foster-Powell et al. 2002 einen niedrigen bis moderaten GI haben (= nicht stärkehaltiges Gemüse, Früchte, Hülsenfrüchte, Nüsse und Milchprodukte); keine Energierestriktion</p>		GI	GL*	GL in g/1000 Kcal	Ad libitum, niedrige GL	53	103	68	Energie- und fettreduziert	56	124	77		Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g	Ad libitum niedrige GL	1522	51	31	19	15,2	Energie- und fettreduziert	1604	55	28	18	14,4																				
	GI	GL*	GL in g/1000 Kcal																																																	
Ad libitum, niedrige GL	53	103	68																																																	
Energie- und fettreduziert	56	124	77																																																	
	Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g																																															
Ad libitum niedrige GL	1522	51	31	19	15,2																																															
Energie- und fettreduziert	1604	55	28	18	14,4																																															
<p>Brynes et al.; 2003; 17 moderat übergewichtige gesunde Männer (BMI durchschnittlich 29,3 (kg/m²) im Alter von durchschnittlich 45 Jahren mit einem oder mehreren Risikofaktoren für Herzkrankheiten</p>	<p>Prospektive, randomisierte kontrollierte 4fach-crossover-Studie: Diäten mit hohem KH-Anteil und niedrigem GI, hohem KH-Anteil und hohem GI, hohem KH-Anteil und hohem Zuckergehalt und Diät mit niedrigem KH-Anteil und hohem Fettgehalt</p>	<p>GI- und GL-Werte und GL-Werte in g/1000 kcal der Diäten:</p> <table border="1" data-bbox="719 1223 1356 1424"> <thead> <tr> <th></th> <th>GI</th> <th>GL*</th> <th>GL in g/1000 kcal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>48</td> <td>103</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>68</td> <td>165</td> <td>77</td> </tr> <tr> <td>Hoher Zuckergehalt</td> <td>62</td> <td>182</td> <td>77</td> </tr> <tr> <td>Hoher Fettgehalt</td> <td>61</td> <td>139</td> <td>53</td> </tr> </tbody> </table> <p>Energiegehalt und Nährstoffverteilung:</p> <table border="1" data-bbox="678 1498 1350 1727"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energie in kcal*</th> <th>KH in E %</th> <th>Fett in E %</th> <th>Zucker in g</th> <th>Ballaststoffe in g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>1868</td> <td>47,1</td> <td>33,4</td> <td>45</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>2155</td> <td>46,4</td> <td>35,9</td> <td>46</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Hoher Zuckergehalt</td> <td>2365</td> <td>51</td> <td>33,2</td> <td>132</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Hoher Fettgehalt</td> <td>2604</td> <td>35,9</td> <td>47</td> <td>51</td> <td>22</td> </tr> </tbody> </table> <p>• *umgerechnet in kcal</p>		GI	GL*	GL in g/1000 kcal	Niedriger GI	48	103	55	Hoher GI	68	165	77	Hoher Zuckergehalt	62	182	77	Hoher Fettgehalt	61	139	53		Energie in kcal*	KH in E %	Fett in E %	Zucker in g	Ballaststoffe in g	Niedriger GI	1868	47,1	33,4	45	31	Hoher GI	2155	46,4	35,9	46	19	Hoher Zuckergehalt	2365	51	33,2	132	19	Hoher Fettgehalt	2604	35,9	47	51	22
	GI	GL*	GL in g/1000 kcal																																																	
Niedriger GI	48	103	55																																																	
Hoher GI	68	165	77																																																	
Hoher Zuckergehalt	62	182	77																																																	
Hoher Fettgehalt	61	139	53																																																	
	Energie in kcal*	KH in E %	Fett in E %	Zucker in g	Ballaststoffe in g																																															
Niedriger GI	1868	47,1	33,4	45	31																																															
Hoher GI	2155	46,4	35,9	46	19																																															
Hoher Zuckergehalt	2365	51	33,2	132	19																																															
Hoher Fettgehalt	2604	35,9	47	51	22																																															

Autoren; Publikationsjahr; Studienpopulation	Studiendesign	GI (Basis:Glucose = 100), GL, Energiegehalt und Nährstoffverteilung der Diäten																																				
<p>Jimenez –Cruz et al; 2003; 14 Typ-II-Diabetiker (6 männlich, 8 weiblich) im Alter von durchschnittlich 59 Jahren (Bereich: 44-75 Jahre)</p>	<p>Prospektive, randomisierte, kontrollierte crossover-Studie: Diäten mexikanischer Art mit niedrigem und hohem GI für jeweils 6 Wochen mit einer 6wöchigen Reinigungsphase zwischen den Diäten</p>	<p align="center">GI- und GL-Werte und GL-Werte in g/1000 kcal der Diäten:</p> <table border="1" data-bbox="678 385 1394 501"> <thead> <tr> <th></th> <th>GI</th> <th>GL</th> <th>* GL in g/1000 kcal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>44</td> <td>86</td> <td>60,5</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>56</td> <td>139</td> <td>89,1</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center">*selbst berechnet</p> <p align="center">Energiegehalt:</p> <table border="1" data-bbox="911 600 1193 748"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energie in kcal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>1421</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>1560</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center">Nährstoffverteilung:</p> <table border="1" data-bbox="678 822 1394 972"> <thead> <tr> <th></th> <th>KH in E %</th> <th>Fett in E %</th> <th>EW in E %</th> <th>Zucker in g</th> <th>Ballaststoffe in g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>61,7</td> <td>23,6</td> <td>21,3</td> <td>64</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>65,4</td> <td>20,9</td> <td>18,1</td> <td>72</td> <td>25</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center">Niedriger GI:</p> <p>Vermehrter Verzehr von KH aus Pintobohnen, Brot aus Weizenvollkornmehl, Früchten mit niedrigem GI (Birne, Apfel, Aprikose, Orange, Nektarine)</p> <p align="center">Hoher GI:</p> <p>Vermehrter Verzehr von KH aus Weizenweißbrot, weißem Langkornreis, Kartoffeln, Früchten mit hohem GI (Papaya, Mango, Banane, Wassermelone und Ananas) und Karotten</p>		GI	GL	* GL in g/1000 kcal	Niedriger GI	44	86	60,5	Hoher GI	56	139	89,1		Energie in kcal	Niedriger GI	1421	Hoher GI	1560		KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Zucker in g	Ballaststoffe in g	Niedriger GI	61,7	23,6	21,3	64	34	Hoher GI	65,4	20,9	18,1	72	25
	GI	GL	* GL in g/1000 kcal																																			
Niedriger GI	44	86	60,5																																			
Hoher GI	56	139	89,1																																			
	Energie in kcal																																					
Niedriger GI	1421																																					
Hoher GI	1560																																					
	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Zucker in g	Ballaststoffe in g																																	
Niedriger GI	61,7	23,6	21,3	64	34																																	
Hoher GI	65,4	20,9	18,1	72	25																																	
<p>Wolever & Mehling; 2003; 34 Männer und Frauen im Alter von durchschnittlich 56,2 Jahren mit gestörter Glucosetoleranz und einem BMI von durchschnittlich 30 kg/m²)</p>	<p>Prospektive, randomisierte, kontrollierte Prospektiv-Studie: Diät mit hohem KH-Anteil und niedrigem GI (n = 13), Diät mit hohem GI (n = 11) oder Diät mit niedrigem KH-Anteil und hohem MUFA-Gehalt (n = 11) für 4 Wochen</p>	<p align="center">GI- und GL-Werte in g/1000 kcal der Diäten:</p> <table border="1" data-bbox="678 1344 1394 1494"> <thead> <tr> <th></th> <th>GI</th> <th>GL</th> <th>GL in g/1000 kcal*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>54,4</td> <td>131</td> <td>74,2</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>58,8</td> <td>134,5</td> <td>76,2</td> </tr> <tr> <td>Hoher MUFA-Gehalt</td> <td>58,8</td> <td>123</td> <td>69,7</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center">*selbst berechnet</p> <p align="center">Schlüssel-LM:</p> <p>Niedriger GI: Frühstückscerealien (z.B. Psyllium), Brot (z.B. Pumpnickel, Nudeln, Gerste, parboiled Reis, Hülsenfrüchte, Instandsuppen)</p> <p>Hoher GI: Frühstückscerealien (z.B. aus Hafer), polierter Reis, tafelfertige Kartoffeln, Brot (z.B. Weißbrot) und Kekse</p> <p>Hoher MUFA-Gehalt: Verzehr derselben LM wie bei der Diät mit hohem GI, jedoch weniger der KH-haltigen LM und dafür Mehr bzw. zusätzlich Olivenöl und Rapsöl-Margarine</p>		GI	GL	GL in g/1000 kcal*	Niedriger GI	54,4	131	74,2	Hoher GI	58,8	134,5	76,2	Hoher MUFA-Gehalt	58,8	123	69,7																				
	GI	GL	GL in g/1000 kcal*																																			
Niedriger GI	54,4	131	74,2																																			
Hoher GI	58,8	134,5	76,2																																			
Hoher MUFA-Gehalt	58,8	123	69,7																																			

Autoren; Publikationsjahr; Studienpopulation	Studiendesign	GI (Basis:Glucose = 100), GL, Energiegehalt und Nährstoffverteilung der Diäten																														
<p>Bouche et al.; 2002; 11 gesunde, leicht übergewichtige Männer im Alter von durchschnittlich 46 Jahren</p>	<p>Prospektive, randomisierte, kontrollierte crossover-Studie: Diäten mit niedrigem und hohem GI für jeweils 5 Wochen</p>	<p>GI- und GL-Werte und GL-Werte in g/1000 kcal der Diäten:</p> <table border="1" data-bbox="679 365 1399 468"> <thead> <tr> <th></th> <th>GI</th> <th>GL*</th> <th>GL in g/1000 kcal*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>41</td> <td>86</td> <td>39</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>71,3</td> <td>180</td> <td>73</td> </tr> </tbody> </table> <p>*selbst berechnet</p> <p>Energiegehalte und Nährstoffverteilung:</p> <table border="1" data-bbox="679 564 1426 692"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energie in kcal</th> <th>KH in E %</th> <th>Fett in E %</th> <th>EW in E %</th> <th>Ballaststoffe in g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>2204</td> <td>39</td> <td>38</td> <td>20</td> <td>31</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>2462</td> <td>42</td> <td>37</td> <td>18</td> <td>19</td> </tr> </tbody> </table>		GI	GL*	GL in g/1000 kcal*	Niedriger GI	41	86	39	Hoher GI	71,3	180	73		Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g	Niedriger GI	2204	39	38	20	31	Hoher GI	2462	42	37	18	19
	GI	GL*	GL in g/1000 kcal*																													
Niedriger GI	41	86	39																													
Hoher GI	71,3	180	73																													
	Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g																											
Niedriger GI	2204	39	38	20	31																											
Hoher GI	2462	42	37	18	19																											
<p>Heilbronn et al.; 2002; 45 übergewichtige Typ-II-Diabetiker (23 männlich, 22 weiblich) im Alter von durchschnittlich 56,7 Jahren</p>	<p>Randomisierte, kontrollierte Prospektiv-Studie: Energiereduzierte Diät mit hohem KH-Anteil und niedrigem GI (n = 24) oder energiereduzierte Diät mit hohem KH-Anteil und hohem GI (n = 21) für 8 Wochen</p>	<p>GI- und GL-Werte und GL-Werte in g/1000 kcal der Diäten:</p> <table border="1" data-bbox="679 792 1383 896"> <thead> <tr> <th></th> <th>GI</th> <th>GL*</th> <th>GL in g/1000 kcal*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>43</td> <td>89</td> <td>62</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>75</td> <td>160</td> <td>111</td> </tr> </tbody> </table> <p>*selbst berechnet</p> <p>Energiegehalt und Nährstoffverteilung:</p> <table border="1" data-bbox="679 992 1414 1120"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energie in kcal</th> <th>KH in E %</th> <th>Fett in E %</th> <th>EW in E %</th> <th>Ballaststoffe in g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>1442</td> <td>58,9</td> <td>17,9</td> <td>22,2</td> <td>29,3</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>1436</td> <td>60,8</td> <td>17,1</td> <td>21,7</td> <td>29,8</td> </tr> </tbody> </table> <p>KH-haltige Schlüssel-LM:</p> <p>Niedriger GI: Cereal (Kellogs Special K) und Früchten (Apfel, Birne, Trauben, Pfirsich, Kirschen, getrocknete Aprikosen, Grapefruit, Pflaumen), Brot aus ganzem Korn, Nudeln, Brötchen/Kekse aus geschrotetem Weizen</p> <p>Hoher GI: Cereal (Rice Bubbles) und Früchte (Banane, Orange, Ananas, Papaya, Mango, Kiwi, Wassermelone, Honigmelone, Rosinen), Brot aus Vollkornmehl, Kartoffelflocken, süße Brötchen</p>		GI	GL*	GL in g/1000 kcal*	Niedriger GI	43	89	62	Hoher GI	75	160	111		Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g	Niedriger GI	1442	58,9	17,9	22,2	29,3	Hoher GI	1436	60,8	17,1	21,7	29,8
	GI	GL*	GL in g/1000 kcal*																													
Niedriger GI	43	89	62																													
Hoher GI	75	160	111																													
	Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g																											
Niedriger GI	1442	58,9	17,9	22,2	29,3																											
Hoher GI	1436	60,8	17,1	21,7	29,8																											
<p>Jenkins et al.; 1987; 30 Personen mit Hyperlipidämie</p>	<p>Kontrollierte Prospektiv-Studie: „normale“ fettreduzierte Diät im 1. und 3. Monat und im 2. Monat Austausch von LM mit hohem GI gegen LM mit niedrigem GI</p>	<p>GI- und GL-Werte und GL-Werte in g/1000 kcal der Diäten:</p> <table border="1" data-bbox="679 1476 1383 1579"> <thead> <tr> <th></th> <th>GI**</th> <th>GL*</th> <th>GL in g/1000 kcal*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>50,9</td> <td>103</td> <td>63</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>58,7</td> <td>120</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table> <p>* selbst berechnet ** umgerechnet für Basis Glucose = 100</p> <p>Energiegehalt und Nährstoffverteilung:</p> <table border="1" data-bbox="679 1697 1383 1870"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energie in kcal</th> <th>KH in E %</th> <th>Fett in E %</th> <th>EW in E %</th> <th>Ballaststoffe in g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>1632</td> <td>50,8</td> <td>25,9</td> <td>20,4</td> <td>27,7</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>1715</td> <td>48,9</td> <td>28,6</td> <td>19,4</td> <td>21,8</td> </tr> </tbody> </table>		GI**	GL*	GL in g/1000 kcal*	Niedriger GI	50,9	103	63	Hoher GI	58,7	120	70		Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g	Niedriger GI	1632	50,8	25,9	20,4	27,7	Hoher GI	1715	48,9	28,6	19,4	21,8
	GI**	GL*	GL in g/1000 kcal*																													
Niedriger GI	50,9	103	63																													
Hoher GI	58,7	120	70																													
	Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g																											
Niedriger GI	1632	50,8	25,9	20,4	27,7																											
Hoher GI	1715	48,9	28,6	19,4	21,8																											

Autoren; Publikationsjahr; Studienpopulation	Studiendesign	GI (Basis:Glucose = 100), GL, Energiegehalt und Nährstoffverteilung der Diäten																																								
<p>Järvi et al.; 1999; 20 Typ-II-Diabetiker (15 männlich, 5 weiblich) im Alter von durchschnittlich 67 und 65 Jahren mit einem BMI von durchschnittlich 25,3 kg/m²</p>	<p>Prospektive, randomisierte, kontrollierte crossover-Studie: Diäten mit niedrigem und hohem GI für jeweils 24 Tage</p>	<p>GI- und GL-Werte und GL-Werte in g/1000 kcal der Diäten:</p> <table border="1" data-bbox="699 383 1394 488"> <thead> <tr> <th></th> <th>GI</th> <th>GL*</th> <th>GL in g/1000 kcal*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>40</td> <td>101</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>58</td> <td>139</td> <td>76</td> </tr> </tbody> </table> <p>* selbst berechnet</p> <p>Energiegehalt und Nährstoffverteilung:</p> <table border="1" data-bbox="699 584 1394 736"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energie in kcal</th> <th>KH in E %</th> <th>Fett in E %</th> <th>EW in E %</th> <th>Ballaststoffe in g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>1880</td> <td>55</td> <td>27</td> <td>18</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>1820</td> <td>54</td> <td>29</td> <td>18</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table>		GI	GL*	GL in g/1000 kcal*	Niedriger GI	40	101	54	Hoher GI	58	139	76		Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g	Niedriger GI	1880	55	27	18	38	Hoher GI	1820	54	29	18	34										
	GI	GL*	GL in g/1000 kcal*																																							
Niedriger GI	40	101	54																																							
Hoher GI	58	139	76																																							
	Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g																																					
Niedriger GI	1880	55	27	18	38																																					
Hoher GI	1820	54	29	18	34																																					
<p>Luscombe et al.; 1999; 21 Typ-II-Diabetiker (14 männlich, 7 weiblich) im Alter von durchschnittlich 57,4 Jahren, mit einem durchschnittlichen BMI von 30,4 kg/m²</p>	<p>Prospektive, randomisierte, kontrollierte 3fach-crossover-Studie: Diäten mit hohem KH-Anteil und niedrigem GI, hohem KH-Anteil und hohem GI und Diät mit niedrigem KH-Anteil, hohem GI und hohem MUFA-Gehalt für jeweils 4 Wochen</p>	<p>GI- und GL-Werte und GL-Werte in g/1000 kcal der Diäten:</p> <table border="1" data-bbox="699 837 1394 990"> <thead> <tr> <th></th> <th>GI</th> <th>GL*</th> <th>GL in g/1000 kcal*</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>43</td> <td>102</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>63</td> <td>148</td> <td>81</td> </tr> <tr> <td>Hoher MUFA-Gehalt</td> <td>59</td> <td>123</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table> <p>* selbst berechnet</p> <p>Energiegehalt und Nährstoffverteilung:</p> <table border="1" data-bbox="699 1086 1394 1314"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energie in kcal*</th> <th>KH in E %</th> <th>Fett in E %</th> <th>EW in E %</th> <th>Ballaststoffe in g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>1911</td> <td>51</td> <td>23</td> <td>22</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>1816</td> <td>53</td> <td>21</td> <td>23</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>Hoher MUFA-Gehalt</td> <td>2031</td> <td>42</td> <td>35</td> <td>21</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table> <p>KH-haltige Basis-LM: Niedriger GI: Vollkornbrot aus ganzem Korn, Cereal mit niedrigem GI (Kellogs Special K), Früchte</p>		GI	GL*	GL in g/1000 kcal*	Niedriger GI	43	102	53	Hoher GI	63	148	81	Hoher MUFA-Gehalt	59	123	60		Energie in kcal*	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g	Niedriger GI	1911	51	23	22	30	Hoher GI	1816	53	21	23	30	Hoher MUFA-Gehalt	2031	42	35	21	34
	GI	GL*	GL in g/1000 kcal*																																							
Niedriger GI	43	102	53																																							
Hoher GI	63	148	81																																							
Hoher MUFA-Gehalt	59	123	60																																							
	Energie in kcal*	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g																																					
Niedriger GI	1911	51	23	22	30																																					
Hoher GI	1816	53	21	23	30																																					
Hoher MUFA-Gehalt	2031	42	35	21	34																																					
<p>Jenkins et al.; 1987; 6 gesunde Männer im Alter von durchschnittlich 33 Jahren</p>	<p>Prospektive, randomisierte, crossover-Studie: Diäten mit niedrigem GI und hohem GI für jeweils 2 Wochen</p>	<p>GI- und GL-Werte und GL-Werte in g/1000 kcal der Diäten:</p> <table border="1" data-bbox="699 1487 1394 1592"> <thead> <tr> <th></th> <th>GI**</th> <th>GL*</th> <th>GL in g/1000 kcal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>44,1</td> <td>175</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>72,8</td> <td>303</td> <td>110</td> </tr> </tbody> </table> <p>* selbst berechnet ** umgerechnet für Basis Glucose = 100</p> <p>Energiegehalt und Nährstoffverteilung:</p> <table border="1" data-bbox="699 1666 1394 1854"> <thead> <tr> <th></th> <th>Energie in kcal</th> <th>KH in E %</th> <th>Fett in E %</th> <th>EW in E %</th> <th>Ballaststoffe in g</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Niedriger GI</td> <td>2750</td> <td>59</td> <td>23</td> <td>20</td> <td>71,5</td> </tr> <tr> <td>Hoher GI</td> <td>2750</td> <td>62</td> <td>23</td> <td>19</td> <td>57,8</td> </tr> </tbody> </table>		GI**	GL*	GL in g/1000 kcal	Niedriger GI	44,1	175	65	Hoher GI	72,8	303	110		Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g	Niedriger GI	2750	59	23	20	71,5	Hoher GI	2750	62	23	19	57,8										
	GI**	GL*	GL in g/1000 kcal																																							
Niedriger GI	44,1	175	65																																							
Hoher GI	72,8	303	110																																							
	Energie in kcal	KH in E %	Fett in E %	EW in E %	Ballaststoffe in g																																					
Niedriger GI	2750	59	23	20	71,5																																					
Hoher GI	2750	62	23	19	57,8																																					

Die Studien zeigen wie auch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, dass ein niedriger GI bzw. eine niedrige GL der Kost auch mit hohem KH-Anteil erreicht werden kann, wenn die KH bevorzugt aus Lebensmitteln mit niedrigem GI aufgenommen werden. Bei den Diäten mit niedrigem GI werden vermehrt Hülsenfrüchte, Gemüse, Obst mit niedrigem GI, parboiled Reis, Brot aus ganzem Korn usw. gegessen. Bei den Diäten mit niedrigem GI bzw. niedriger GL handelt es sich meist um ballaststoffreichere und zuckerärmere Diäten.

Derzeit werden verschiedene Vorschläge für Ernährungsempfehlungen basierend auf dem GI-Konzept gemacht. Die LOGI-Pyramide (low glycemic index) von Ludwig umfasst vier Ebenen. Die erste Ebene beinhaltet stärkefreies und –armes Gemüse sowie Obst, zubereitet mit gesunden pflanzlichen Ölen. Eine stärkere Bedeutung gewinnen in der LOGI-Pyramide fettarme Eiweißlieferanten wie Fleisch, Geflügel und Fisch, indem sie auf der zweiten Stufe neben Milchprodukten und Nüssen sowie Hülsenfrüchten platziert werden. In der dritten Ebene sind Vollkornprodukte, Nudeln und Reis vertreten. Die vierte und letzte Ebene, die nur noch in geringen Mengen verzehrt werden sollte, bilden verarbeitetes Getreide (Weißmehl), Kartoffeln sowie Süßigkeiten (Ludwig 2000). Dies soll veranschaulichen, dass der Schwerpunkt der Ernährung auf KH-Quellen mit vergleichsweise niedrigem GI liegt. Ein weiteres Ernährungskonzept ist die Healthy Eating Pyramid von Walter Willett. Im Hinblick auf die Lebensmittelauswahl fordert Willett, dass Vollkornprodukte und pflanzliche Öle die Basis der Pyramide und damit der Ernährung bilden sollte. Hierin unterscheidet sich die Pyramide von Willett deutlich von der LOGI Pyramide. Verarbeitete Getreideprodukte, wie Weißbrot, weißer Reis, Nudeln, sowie Kartoffeln und Süßigkeiten, sollen nur selten konsumiert werden und finden sich deshalb zusammen mit rotem Fleisch und Butter an der Spitze seiner Pyramide. In der zweiten Ebene der Pyramide erscheinen Gemüse und Obst. Gemüse soll reichlich und Obst zwei- bis dreimal pro Tag verzehrt werden. Als Eiweißlieferanten bevorzugt Willett in der dritten Ebene Nüsse und Hülsenfrüchte (ein- bis dreimal pro Tag). Fisch, Geflügel und Eier bilden die vierte Ebene und sollten bis zu zweimal pro Tag. Milchprodukte bilden die fünfte Ebene und sollen ein- bis zweimal pro Tag konsumiert werden (Willett et al. 2003).

Die Konzepte von Ludwig und Willett stimmen mit den Empfehlungen des FKE (opimix) in Bezug auf den reichlichen Konsum von Obst und Gemüse, den nur gelegentlichen Verzehr von zuckerhaltigen Lebensmitteln und der Bevorzugung von Vollkornprodukten überein. Tierische Lebensmittel haben jedoch in den Ernährungskonzepten eine stärkere Bedeutung. Diese Lebensmittel sollen laut FKE nur mäßig verzehrt werden. Das Ernährungskonzept „Optimix“ wurde vom FKE entwickelt. Es entspricht den heutigen wissenschaftlichen

Erkenntnissen über die richtige Ernährung von Kindern und Jugendlichen und basiert auf den D-A-CH-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr. „Optimiert“ ist diese Kost in verschiedener Hinsicht: Sie deckt den Bedarf an allen Nährstoffen, die Kinder und Jugendliche für Wachstum, Entwicklung und Gesundheit benötigen (Alexy et al. 2002). In den bisherigen allgemeinen Ernährungsempfehlungen des FKE ist der GI zwar nicht explizit enthalten, aber z. T. durch die Empfehlung zu Vollkornprodukten und der Reduktion von Zucker und Süßigkeiten indirekt berücksichtigt.

Eine einfache Fokussierung auf Empfehlungen den Zuckerkonsum und den Konsum von Süßigkeiten und gesüßten Getränke zu reduzieren erscheint mit Blick auf diese Daten am sinnvollsten um eine deutliche Senkung des GI und der GL zu erreichen. Komplexe Empfehlungen zur Bevorzugung von LM mit niedrigem GI, die schwieriger verständlich sind, dürften anhand dieser Daten geringeren Einfluss haben. Die Empfehlung der Senkung des KH-Verzehrs zur Senkung des GI, wie derzeit im Zusammenhang mit low-carb Diäten diskutiert, scheint auch vor dem Hintergrund dieser Daten nicht sinnvoll, da der Verzehr von ernährungsphysiologisch günstigen KH-Trägern dann noch weiter gesenkt würde. Des Weiteren ist eine darüber hinaus gehende Fokussierung auf GI bzw. GL bislang noch problematisch, da viel zu wenige Studienergebnisse zur Relevanz für die Gesundheit vorliegen, die insgesamt keinesfalls einheitlich sind. Die Konzepte von Ludwig und Willet zeigen außerdem, dass es kein einheitliches Konzept zum Erreichen eines niedrigen GI gibt.

5.4 Stärke/Schwächen

Im Folgenden werden allgemeine Aspekte der Arbeit, welche das Studiendesign und die methodische Vorgehensweise betreffen, diskutiert.

5.4.1 Das DONALD Kollektiv → Repräsentativität

Leider gibt es in Deutschland nur wenige Verzehrerhebungen bei Kindern und Jugendlichen, die eine Einordnung der Ergebnisse der DONALD Studie ermöglichen. Im Vergleich mit der einzigen bundesweiten Verzehrsstudie bei Säuglingen und Kleinkindern aus den Jahren 2001/2002 (Verzehrsstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln (VELS), Leitung: Universität Paderborn) sowie der Nationalen Verzehrsstudie bei Kindern und Jugendlichen aus den Jahren 1987-88 (Ernährungsbericht 1994); zeigten sich ebenso wie beim Vergleich mit Daten bei Erwachsenen recht gute Übereinstimmungen mit der DONALD Studie (Winkler et al. 2000; Mensink et al. 1999; Ernährungsbericht 2000).

Der Vorteil der genauen und häufigen Erhebung von Daten im Rahmen der DONALD-Studie bedingt, dass eine hohe Motivation der Teilnehmer erforderlich ist. Es kommt daher zu einer gewissen Selektion hinsichtlich des sozialen Status der Probanden bzw. ihrer Familien. Dies äußert sich in einem höheren Bildungsniveau bzw. höher qualifizierten beruflichen Tätigkeit der Eltern teilnehmender Kinder (Kroke et al. 2004). Weiterhin besteht ein grundsätzliches Interesse an Fragen der Gesundheit und der Ernährung (Kersting et al. 1998). Als Konsequenz für die vorliegende Arbeit ist daher zu beachten, dass das Gesamtkollektiv der DONALD Studie nicht repräsentativ für Deutschland ist.

Durch das kleine Kollektiv ist die statistische Aussagekraft der Analysen möglicherweise beeinträchtigt, was für die Interpretation der Ergebnisse von Bedeutung ist. Durch die Einschränkung des Kollektivs, auf 7-8 jährige Kinder, werden pubertäre Einflüsse herausgenommen.

5.4.2 Ernährungserhebung

Durch das direkte, prospektive Ernährungserhebungsinstrument des 3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokolls, das in der DONALD Studie zum Einsatz kommt, ist eine detaillierte und akkurate Erfassung der Ernährung der Probanden möglich (FKE 2002). Die Wiege-Protokollmethode gilt vor allem wegen der Detailgenauigkeit und des prospektiven Charakters als Goldstandard unter den Ernährungserhebungsmethoden (Bingham 1987; Sichert-Hellert et al. 1984); allerdings ist ein kompetentes Personal Voraussetzung. Die Studie erweist sich daher als ausgesprochen günstig für die Analyse von Trends im Ernährungsverhalten, da jährlich neue Kinder in die Studie aufgenommen wurden, so dass in identischer Weise erhobene Daten bei Kindern aus unterschiedlichen Geburtskohorten erfasst werden können (Kersting et al. 2003). Aufgrund des hohen Aufwands kann es vermehrt zur Beeinflussung der Lebensmittelauswahl oder zu so genannten „Underreporting“ (nicht die gesamte Verzehrsmenge wird protokolliert) kommen (Schneider 1997). Die Plausibilität der Protokolle wird anhand des Quotienten von protokollierter Energiezufuhr und geschätztem Grundumsatz (EI/BMR) geprüft (Goldberg et al. 1991). Liegt dieser Quotient unterhalb eines alters- und geschlechtsabhängigen Grenzwertes (Grenzwert 0,97 bis 1,07), gilt die protokollierte Energiezufuhr und damit das gesamte Ernährungsprotokoll als unplausibel. In dem hier untersuchten Kollektiv entspricht die protokollierte Gesamtenergieaufnahme dem von Sichert-Hellert für Kinder entwickelten modifizierten Kriterien für eine plausible Energieaufnahme. In der DONALD-Studie wird dem Beibehalten der üblichen Ernährung Vorrang vor dem unbedingten Wiegen eingeräumt. Deshalb sind auch Schätzungen zugelassen, z.B. beim Außerhausverzehr. Dennoch werden in der Mehrzahl der Protokolle mehr als 90% der Lebensmittel gewogen (Kersting et al. 1998).

In einigen Kohortenstudien ist unklar, mit welcher Präzision GI bzw. GL der Kost erfasst worden sind, u. a. weil keiner der verwendeten Fragebögen mit dem Ziel der Messung von GI bzw. GL entworfen wurde (Pi-Sunyer 2002). Häufig werden FFQ's (Food Frequency Questionnaire) als Ernährungserhebungsinstrument eingesetzt (Stevens et al. 2002). Im Gegensatz zur 3-Tage-Wiegeprotokollmethode ist die Quantifizierung der Nährstoffzufuhr aus FFQ's allerdings unpräzise, da die Abschätzungen der Portionsgrößen und Verzehrshäufigkeiten für den Studienteilnehmer häufig schwierig sind. Da in FFQ's GI-Werte für die erfragten LM-Kategorien gemittelt werden müssen, kommt es zum Informationsverlust. Hier zeigt sich ein weiterer Vorteil der DONALD-Studie, da anhand der Nährstoffdatenbank LEBTAB, die vom FKE entwickelt wurde, für viele der aufgeführten Lebensmittel und Speisen Rezepte vorhanden sind. LEBTAB umfasst zurzeit mehr als 5000 Lebensmittel, Rezepte und Fertigprodukte. Neu protokollierte Fertigprodukte werden laufend

hinzugefügt. Der GI für einige der aufgeführten Lebensmittel kann anhand der Zutaten errechnet werden (siehe Tab. 1.).

5.4.3 GI Zuordnung

In der hier vorliegenden Arbeit mussten für 1049 Lebensmittel, Speisen und Rezepte GI-Werte ermittelt werden. Der GI ist bisher jedoch nur bei einer begrenzten Anzahl von Lebensmitteln gemessen worden. Zu den umfangreichsten Quellen zählt die Tabelle von Foster-Powell et al. „International table of glycemc index and glycemc load values: 2002“. Die Liste enthält Angaben zum GI und zur GL von 750 verschiedenen Lebensmitteln. Allerdings kommt nur ein kleiner Teil der aufgeführten Lebensmittel in der Tabelle aus Europa, so dass viele Lebensmittel, für die in dieser Arbeit GI-Werte ermittelt werden mussten, keine europäischen Werte in der Liste von Foster-Powell et al. auftauchen. Weiterhin werden einige Lebensmittel nicht in der Liste aufgeführt, da ihre GI-Werte nicht oder nur schwer gemessen werden können. Dies kann zum einen daran liegen, dass die Lebensmittel nur geringe Mengen an Kohlenhydraten enthalten, so dass große Mengen des Lebensmittels verzehrt werden müssten, um 50g Kohlenhydrate aus dem Lebensmittel aufzunehmen. Um den GI von Remoulade zu bestimmen, müssten beispielsweise 1000g verzehrt werden (100 g Remoulade enthalten ca. 5 g Kohlenhydrate). Die Bestimmung der GI-Werte für die verschiedenen Mehle (z.B. Weizenmehl Typ 505) ist ebenfalls nicht möglich, da sich der Verzehr von purem Mehl als schwierig erweist. Ein weiteres Problem ist, dass es kaum Daten zu den in Deutschland üblich verzehrten Vollkornprodukten gibt.

In dieser Arbeit konnte nur einem Teil der 1049 Lebensmittel direkt ein GI-Wert zugeordnet werden. Bei den Lebensmitteln für die GI-Werte in der Liste von Foster-Powell et al. aufgeführt sind handelt es sich oftmals um Mittelwerte. Beispielsweise fanden Foster-Powell et al. für Äpfel GI-Werte von 28 bis 44. In dieser Arbeit wurde dann der mittlere GI aus den Angaben genommen (38 ± 2) (Foster-Powell et al. 2002). Bei den restlichen Lebensmitteln erfolgte die GI Zuordnung dann entweder anhand „ähnlicher“ Lebensmittel oder anhand von „Gruppenmittelwerten“ (siehe 3.3). Die hierdurch möglich entstandenen Abweichungen zum „wirklichen“ GI-Wert sind vermutlich nicht so groß, da sich Lebensmittel der jeweiligen Lebensmittelgruppe dadurch auszeichnen, dass sie entweder zu hohen oder niedrigen GI-Werte tendieren. Der zugeordnete GI-Wert einiger Lebensmittel kann also vom tatsächlichen GI-Wert abweichen, die Tendenz zum hohen oder niedrigen GI ist jedoch vermutlich richtig. Mögliche Einflussfaktoren auf den GI zu Lebensmitteln können bei den Kriterien für die Zuordnung des GI zu Lebensmitteln nur bedingt berücksichtigt werden. Ein möglicher Einflussfaktor ist beispielsweise das Verhältnis von Amylose zu Amylopektin in der Stärke. Amylose ist wegen seiner linearen Molekülstruktur für die Verdauungsenzyme schlechter angreifbar, während die Hydrolyse des verzweigt-kettigen Amylopectins schneller erfolgt (Foster-Powell et al. 2002). Im Ansatz wird versucht, dem Rechnung zutragen, indem

unterschiedlichen Reissorten (z.B. Basmati, Parboiled, klebriger weißer Reis) unterschiedliche GI-Werte zugeordnet werden. Der Grad der Verarbeitung kann ebenfalls nur bedingt berücksichtigt werden. Kartoffelzubereitungen (z.B. Kartoffelbrei) haben beispielsweise einen höheren GI als gekochte Kartoffeln, da sich das Ausmaß der mechanischen Zerkleinerung u.a. auf die Rate der Magenentleerung auswirkt. Technologische Aufbereitung, d.h. Einwirken von Hitze und Feuchtigkeit nehmen ebenfalls Einfluss auf den GI. Der mögliche Einfluss von Enzyminhibitoren, wie α -Amylase-Hemmer in Getreide, Lectine, Phytate, Tannine und Saponine kann nicht berücksichtigt werden. Enzyminhibitoren verlangsamen die Stärkeverdauung und senken so die Blutglucoseantwort.

In dieser Arbeit wurden weiterhin die GI-Werte einiger Lebensmittel errechnet. Es handelt sich dabei um einen gewichteten Durchschnitt der GI-Werte aller Lebensmittel, wobei die Gewichtung auf dem Kohlenhydratanteil eines jeden Lebensmittels am totalen Kohlenhydratgehalt der Mahlzeit beruht (Wolever & Bolognesi 1996). Dies entspricht der üblichen Vorgehensweise zur Berechnung des GI von gemischten Mahlzeiten (Wolever & Jenkins 1986; Collier et al. 1986; Bornet et al. 1987; Chew et al. 1988; Wolever & Bolognesi 1996). (siehe 3.3)

In der Studie von Collier et al. (1986) wurden fünf Mahlzeiten mit gleichen KH- (50%), Fett- (30%) und Proteinanteilen (20%) untersucht. Die Testlebensmittel (Kartoffeln, Weißbrot, Reis, Spaghetti und Gerste/Linsen) trugen mit ca. 33% verfügbaren KH zur Mahlzeit bei. Der Korrelationskoeffizient zwischen berechneten und gemessenem Blutglucoseanstieg liegt bei 0.9875 ($p < 0.01$). Die Ergebnisse von Collier et al. zeigen, dass die relativen glykämischen Effekte von gemischten Mahlzeiten mit dem GI ihrer KH-Bestandteile vorhergesagt werden können (Collier et al. 1986).

In der Studie von Bornet et al. (1987) wurden an 3 aufeinander folgenden Tagen 6 stärkereiche Test-LM (Weißbrot, Spagetti, weißer Reis, Instant-Kartoffelflocken, getrocknete Kidneybohnen und getrocknete Linsen) allein und in Mahlzeiten (Testlebensmittel + Butter und Käse) mit gleichen KH-, Fett- und Eiweißanteilen am Gesamtenergiegehalt (50g KH = 43%, 24g Protein = 20%, 20g Fett = 37%) getestet und mit einer Glukosegabe (OGTT) verglichen. Die GI-Werte waren im Durchschnitt 20% niedriger als für die Lebensmittel allein. Die Hierarchie der GI-Werte bei Lebensmitteln allein bestand jedoch bei gemischten Mahlzeiten fort (Bornet et al. 1987).

Eine weitere Studie von Wolever & Jenkins untersuchte vier Mahlzeiten mit jeweils gleichen Protein- (15%), Fett- (40%) und KH-Anteilen (45%) an der Gesamtenergie. Die Testlebensmittel (gebackene Kartoffel, Reis, Spaghetti und Linsen) trugen mit 67% zur gesamten Kohlenhydrataufnahme bei. Die weiteren LM-Komponenten waren in jeder Mahlzeit gleich. Der Korrelationskoeffizient zwischen dem berechneten GI und dem gemessenen Blutglucoseanstieg liegt bei 0.987 ($p < 0.01$). Die Ergebnisse zeigen, dass die Zugabe von Fett und Protein zu einer Mahlzeit in charakteristischen Mengen den Effekt der Kohlenhydrate in der Mahlzeit auf den Blutzuckerspiegel nicht beeinflussen (Wolever & Jenkins 1986).

In der Studie von Chew et al. (1988) verzehrten Testpersonen 6 verschiedene Mahlzeiten. Es handelt sich dabei für bestimmte ethnische Gruppen charakteristische Mahlzeiten (griechische, italienische, chinesische, westliche und libanesische Mahlzeiten). Jede Mahlzeit beinhaltet 50g verdauliche KH, 16g Fett, 16g Protein und 400 kcal. Die Ergebnisse zeigen eine positive Korrelation zwischen den vorhergesagten und beobachteten GI-Werten ($r = 0.88$, $p < 0.01$). Die GI-Werte von gemischten Mahlzeiten können laut dieser Studie mit den GIs der enthaltenen KH-haltigen Lebensmittel bestimmt werden (Chew et al. 1988).

Die Studien wollten alle belegen, dass der GI in gemischten Mahlzeiten anhand der GI-Werte der einzelnen Lebensmittel zu berechnen ist. Die Anwendbarkeit vom GI der einzelnen Lebensmittel in gemischten Mahlzeiten und Diäten ist jedoch strittig. In der Studie von Flint et al. (2003) verzehrten 28 junge Männer 13 verschiedene Frühstücksmahlzeiten. Alle Mahlzeiten enthielten 50g verwertbare Kohlenhydrate und unterschieden sich in der Energie und Makronährstoffzusammensetzung. Die Ergebnisse zeigen, dass der berechnete GI für die verschiedenen Frühstücksmahlzeiten nicht mit dem gemessenen GI-Werten korrelierten. Weiterhin zeigten die Ergebnissen, dass Kohlenhydrate nicht die entscheidende Rolle für die Höhe des GI in gemischten Mahlzeiten spielten. Protein-, Fettgehalt und Energie der Mahlzeiten korrelierten mehr mit dem GI der gemischten Mahlzeiten, als mit dem KH-Gehalt allein. Es gab keine signifikante Beziehung zwischen gemessenen und vorausgesagten (berechneten) GI in gemischten Mahlzeiten.

Insgesamt zeigen einige Studien, dass der GI gemischter Mahlzeiten anhand der GI-Werte der einzelnen Lebensmittel zu berechnen ist, während die Ergebnisse der Arbeit von Flint et al. (2003) dieses widerlegen. In dieser Arbeit wurde die GI-Werte einiger Lebensmittel berechnet, da alle Beobachtungsstudien diese Vorgehensweise gewählt haben. Außerdem steht dem FKE derzeit keine Alternative zur Verfügung, da die Probanden keine Bluttest nach ihren verzehrten Mahlzeiten unterzogen werden können.

6. ZUSAMMENFASSUNGEN

6.1 Der glykämische Index (GI) und die glykämische Last (GL) in der Kost 7-8 jähriger Kinder. Trends von 1990-2002 und der Beitrag verschiedener Kohlenhydratquellen

Hintergrund: Ein großes Problem ist heutzutage die dramatische Zunahme von Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen. In Deutschland sind zurzeit je nach Definition und untersuchter Altersgruppe 15-30 % der Kinder und Jugendlichen übergewichtig bzw. adipös. Damit ist Übergewicht die häufigste ernährungsmitbedingte Gesundheitsstörung von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (Wabitsch 2000; Wabitsch 2002). Dem Fett in der Ernährung wird dabei oft eine prädisponierende Rolle zugeschrieben (Jequier 2002). Interessanterweise geht in einigen westlichen Industrieländern die Fettzufuhr zurück (Lefant & Ernst 1994; Nicklas 1995), während gleichzeitig die Häufigkeit von Übergewicht zunimmt (Heini et al. 1997; Flegal et al. 1998; Troiano & Flegal 1998). Die verringerte Fettzufuhr wurde dabei durch einen Anstieg der Kohlenhydratzufuhr kompensiert (Alexy et al. 2002; Nicklas 1995; Popkin et al. 1992; Stephen et al. 1995). In den USA erfolgt der der größte Teil der aufgenommenen Kohlenhydrate bei Kindern durch Lebensmittel, die einen hohen GI haben (Ludwig 2000). Entsprechend der Daten vom „Department of Agriculture“ haben mehr als 80% der Kohlenhydrate, die von Kindern verzehrt werden den gleichen glykämischen Index (GI) oder sogar einen höheren GI als Zucker (Subar et al. 1998). Es wird allgemein vermutet, dass sich der glykämische Index (GI) bzw. die glykämische Last (GL) in der Kost von Kindern in den letzten Jahren erhöht hat. In der Ernährungswissenschaft wird daher derzeit diskutiert, inwiefern die Qualität bzw. die Menge ungünstig wirksamer, stark Blutzucker erhöhender Kohlenhydrate in der Ernährung bei der Entstehung von Übergewicht eine Rolle spielen. Es ist bisher jedoch keine Trendanalyse erfolgt. Auch lagen bislang keine Daten über die Höhe des GI bzw. der GL in der Kost von Kindern und den Einfluss verschiedener Kohlenhydratquellen vor.

Ziel: Diese Arbeit untersuchte, ob der GI/GL in der Kost 7-8 jährigen Kindern im Jahre 2002 Höher war als 1990 und 1996 und verglich den Beitrag verschiedener Kohlenhydratquellen zur jeweiligen GL. Des Weiteren untersuchte diese Arbeit Zusammenhänge zwischen der Höhe des GI bzw. der GL in der Kost von 7-8 jährigen Kindern und der sonstigen Ernährung bzw. dem sozioökonomischen Hintergrund.

Methodik: Die Studie basiert auf 3-Tage Ernährungsprotokollen von Teilnehmern der Dortmund Nutritional and Anthropometrical Longitudinally Designed (DONALD) Studie, die 1990 (n=46), 1996 (n=56) bzw. 2002 (n=53) 7-8 Jahre alt waren und ein 3-Tage-Ernährungsprotokoll geführt hatten. Jedem kohlenhydrathaltigen Lebensmittel wurde anhand

publizierter Daten ein GI zugeordnet. Nahrungszufuhr sowie sozioökonomische Faktoren (SES) wurden zwischen Tertilen (T1-T3) des GI bzw. der GL verglichen.

Ergebnisse: Im Vergleich zum Jahr 1990 hatten 7-8 jährige Kinder aus dem Jahr 2002 einen signifikant höheren GI (54,9 (2,9) vs 56,4 (3,4) %, $p=0,03$ (1996: 55,8 (3,4)) und eine höhere GL (69,6 (8,8) vs 73,3 (8,8) g/1000 kcal, $p=0,04$ (1996: 72,9 (9,4))). Brot und Brötchen leisteten in jeder Periode den höchsten Beitrag zur mittleren GL der Kost (1990: 24,3%, 1996: 25,4%, 2002: 25,0%). Weitere Lebensmittelgruppen, die in allen Perioden wesentlich zur GL beitrugen, waren Süßigkeiten (13,7% vs 11,2% vs 13,0%), gesüßte Getränke (8,5% vs 7,3% vs 7,0%), Milch und Milchprodukte (8,3% vs 7,7% vs 8,3%), sowie Kuchen und Gebäck (6,2 % vs 8,2 % vs 8,5 %). Kartoffeln (3,3% vs 3,2 vs 3,2%) und Kartoffelzubereitungen fielen demgegenüber weniger in Gewicht (1,4 % vs 1,6 % vs 0,9%). Alle Kinder in T1 hatten eine Kost unter dem Grenzwert für einen niedrigen GI (<55%) (Min-Max: 49-53%), der GI in T2 lag um 55% (Min-Max: 54-56%) und in T3 über 55% (Min-Max: 57-65%). Es bestand kein Zusammenhang zwischen dem GI und dem SES. Im Vergleich zur Kost der Kinder in T2 und T3 war der Verzehr der 7-8 jährigen Kinder in T1 gekennzeichnet durch eine niedrigere glykämische Last (T1: 66,8 (7,8) vs T2: 70,9 (5,6) vs T3: 78,4 (9,5) g/1000 kcal, $p<0,0001$), weniger Zucker (10,9 (4,1) vs 14,3 (5,3) vs 16,5 (6,1) % der Energie, $p<0,0001$), mehr Eiweiß (12,9 (1,8) vs 12,2 (1,8) vs 11,9 (2,0) % der Energie, $p=0,02$) und mehr Ballaststoffe (12 (2,7) vs 10 (2,3) vs 9,8 (2,5) g/1000 kcal, $p<0,0001$). Kinder in T1 konsumierten signifikant mehr Kohlenhydrate aus Obst- und Gemüsesäften, Trinkmilch und Obst und signifikant weniger Kohlenhydrate aus Bonbons, Geleewaren und gesüßten Getränken ($p<0,05$) als Kinder in T3. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch beim Vergleich der GL Tertile.

Diskussion: Dieses Kollektiv 7-8 jähriger Kinder bestätigt die Vermutung, dass sich GI und GL der Kost von Kindern in den letzten Jahren erhöht haben. Allerdings lag der GI hier auch 2002 nur leicht über dem Grenzwert für einen niedrigen GI (<55%). Kinder mit hoher GL können diese am wirkungsvollsten durch einen verminderten Konsum von gezuckerten Lebensmitteln senken. Eine generelle Verringerung des Kohlenhydratverzehrs hingegen würde auch zu einem verminderten Konsum ernährungsphysiologisch günstiger Kohlenhydratträger führen.

Des Weiteren gibt es eine Gruppe von Kindern, die bereits ohne spezifische Empfehlungen einen Kost mit niedrigerem GI (<55 %) und eine niedrigere GL erreichen. Die Kost mit niedrigerem GI bzw. niedrigerer GL entspricht auch insgesamt eher den präventiven Ernährungsempfehlungen. Der GI scheint somit – relativ unabhängig von SES – nicht nur die Qualität von Kohlenhydraten sondern auch die Qualität der Ernährung insgesamt zu charakterisieren.

6.2 The glycaemic index (GI) and the glycaemic load (GL) in the diet of children aged 7-8 years. Trends from 1990-2002 and the contribution of several carbohydrate sources.

Background: A great problem is the dramatic increase of overweight and adiposity of children and adolescents today. According to definition and examined age groups 15-30% of children and adolescents are presently overweight or adipose in Germany. Thus overweight is the most frequent health disturbance of children and adolescents in Germany that is diet-related among other things (Wabitsch 2000; Wabitsch 2002). Oftentimes fat in nutrition is ascribed to a predisposing role (Jepuier 2002). Interestingly there is a decrease of fat intakes in some western industrialized countries (Lefant & Ernst 1994; Nicklas 1995) while the frequency of overweight increases at the same time (Heini et al. 1997; Flegal et al. 1998; Troiano & Flegal 1998). The reduced fat intakes have been compensated by an increase of carbohydrate intakes (Alexy et al. 2002; Nicklas 1995; Popkin et al. 1992; Stephen et al. 1995). There is a discussion in nutritional science how far the quality or the amount of adversely effective and heavily blood sugar rising carbohydrates in nutrition are relevant to the origin of overweight. In the USA the major part of the carbohydrates are absorbed from children by food with a high GI (Ludwig 2000): According to data of the "Department of Agriculture" more than 80% of carbohydrates absorbed from children have the same glycaemic index (GI) as sugar or even a higher GI (Subar et al. 1998). It is generally assumed that the glycaemic index (GI) or the glycaemic load (GL) have risen in the diet of children in recent years. But up to now no systematic analysis of trends has been performed. Moreover there is no information about the GI level or the GL level in the diet of children and about the influence of several carbohydrate sources yet.

Aim: This study examined whether the GI/GL in the diet of children aged 7-8 years in 2002 was higher than 1990 and 1996 and compared the contribution to the respective GL of several carbohydrate sources. Furthermore it examined the interrelation between the GI level or the GL level in the diet of children aged 7-8 years and other nutrition or the socio-economic background.

Methods: The study is based on 3-day dietary records of participants of the Dortmund Nutritional and Anthropometrical Longitudinally Designed (DONALD) study which were 1990 (n=46), 1996 (n=56) or 2002 (n=53) aged 7-8 years and made a 3-day dietary record. Each carbohydrate containing foodstuff was dedicated to a GI on the basis of published data. Dietary intakes as well as the Socio-Economic Status (SES) have been compared between tertiles (T1-T3) of the GI or the GL.

Results: Children aged 7-8 years from the year 2002 had in comparison to the year 1990 a significantly higher GI (54,9 (2,9) vs 56,4 (3,4) %, p=0,03 (1996: 55,8 (3,4))) and a higher GL

(69,6 (8,8) vs 73,3 (8,8) g/1000 kcal, $p=0,04$ (1996: 72,9 (9,4)). Bread and rolls made the major contribution to the median dietary GL (1990: 24,3%, 1996: 25,4%, 2002: 25,0%). Other food groups like sweets (13,7% vs 11,2% vs 13,0%), soft drinks (8,5% vs 7,3% vs 7,0%), milk and milk products (8,3% vs 7,7% vs 8,3%) as well as cakes and pastries (6,2% vs 8,2% vs 8,5%) contributed considerably to the dietary GL, irrespective of period. Conversely, potatoes (3,3% vs 3,2% vs 3,2%) and preparation of potatoes had only a minor impact (1,4% vs 1,6% vs 0,9%). All of the children in T1 had a diet under the marginal value of a low GI (<55%) (Min-Max: 49-53%), the GI in T2 was around 55% (Min-Max: 54-56%) and in T3 over 55% (Min-Max: 57-65%). There was no association between the dietary GI and the SES. The consumption of children aged 7-8 years in T1 was characterised by a lower glycaemic load compared to the diet of children in T2 and T3 (T1: 66,8 (7,8) vs T2: 70,9 (5,6) vs T3: 78,4 (9,5) g/1000 kcal, $p<0,0001$), furthermore it was characterised by less intakes of sugar (10,9 (4,1) vs 14,3 (5,3) vs 16,5 (6,1) % of the energy, $p<0,0001$), more intakes of proteins (12,9 (1,8) vs 12,2 (1,8) vs 11,9 (2,0) % of the energy, $p=0,02$) and more intakes of fibres (12 (2,7) vs 10 (2,3) vs 9,8 (2,5) g/1000 kcal, $p<0,0001$). Children in T1 consumed significantly more carbohydrates from fruit- and vegetable juice, milk and fruits and significantly less carbohydrates from candies, jelly sweets and soft drinks ($p<0,05$) than did children in T3. A similar pattern is also visible by the comparison of the GL tertiles.

Discussion: This collective of children aged 7-8 years confirms the assumption that both the GI and the GL in the diet of children have increased over the past years. Nevertheless the GI was also only a little over the marginal value of a low GI (<55%). Children with a high GL can most effectively reduce it by a lessened consumption of sugared food. On the other hand a general reduction of the consumption of carbohydrates would lead to a reduced consumption of nutrient physiologically favourable carbohydrate, too. Furthermore there is a group of children which already reaches a diet with a low GI (<55%) and a low GL without getting specific advices. Diet with a low GI or a low GL is also generally corresponding to preventive nutrient advices. Thus the GI appears to reflect – comparatively independent from SES – not only the quality of dietary carbohydrates but of the overall diet.

7. LITERATURVERZEICHNIS

- Alexy, U., et al.: The Foods Most Consumed by German children and adolescents: Results of the DONALD-Study. *Ann. Nutr. Metab.* 2001; 45: 128-134.
- Alexy, U., Sichert-Hellert, W., Kersting, M.: Fifteen-year time trends in energy and macronutrient intake in German children and adolescents – Results of the DONALD Study. *Brit. J. Nutr.* 2002; 87: 595-604.
- Alexy, U., Sichert-Hellert, W., Kersting, M.: Associations between intake of added sugars and intakes of nutrients and food groups in the diets German children and adolescents. *Brit. J. Nutr.* 2003; 90: 441-447.
- Benini, L., Castellani, G., Brighenti, F., Heaton, K.W., Brentegani, M.T., Casiraghi, M.C., Sembenini, C., Pellegrini, N., Fioretta, A., Minniti, G., Porrini, M., Testolin, G. & Vantini, I.: Gastric emptying of a solid meal is accelerated by the removal of dietary Fibre naturally present in food. *Gut* 1995; 36: 825-830.
- Bingham, S. A.: The dietary assessment of individuals; methods, accuracy, new techniques and recommendations. *Nutr. Abstr. Rev.* 1987; 57: 705-742.
- Bjorck, I., Granfeldt, Y., Liljiberg, H., Tovar, J. & Asp, N. G.: Food properties affecting the digestion and absorption of carbohydrates. *Am. J. Clin. Nutr.* 1994; 59: 699S-705S.
- Brynes, A. E., Mark Edward, C., Ghatel, M. A., Dornhorst, A., Morgan, L. M., Bloom, S. R., Frost, G. S.: A randomised four-intervention crossover study investigating the effect of carbohydrates on daytime profiles on insulin, glucose, non-esterified fatty acids and triacylglycerols in middle-aged men.
- Buyken, A. E., Toeller, M., Heitkamp, G., Karamanos, B., Rottiers, R., Muggeo, M., Fuller, J. H., and the EURODIAB IDDM Complications Study Group: Glycemic index in the diet of European outpatients with type 1 diabetes: relations to glycated hemoglobin and serum lipids. *Am. J. Clin. Nutr.* 2001; 73: 574-581.
- Bouche C, Rizkalla, S. W., Luo, J., Veronese, A., Slama, G.: Five week low glycemic index diet decrease total fat mass and improves plasma lipid profile in moderately overweight non-diabetic men. *Diabetes Care* 2002; 5: 822-828
- Bornet, F. R. J., Costagliola, D., Rizkalla, S. W., Blayo, A., Frontvieille, A. M., Haardt, M. J., Letanoux, M., Tchobroutsky, G., Slama, G.: Insulinemic and glycemic indexes of six starch-rich foods taken alone and in a mixed meal by type 2 diabetics. *Am. J. Clin. Nutr.* 1987; 45: 588-595.
- Brand-Miller, J. C., Thomas, M., Swan, V., Ahmad, Z. I., Petocz, P., Colagiuri, S.: Physiological validation of the concept of glycemic load in lean young adults. *J. Nutr.* 2003; 133: 2728-2732.
- Brand-Miller, J. C., Holt, S. H. A., Petocz, P.: Glycemic load values, reply to R Mendosa. *Am. J. Clin. Nutr.* 2003; 77: 994-995.
- Brand-Miller, J. et al.: *The New Glucose Revolution*. New York 2003.
- Chantelau, E. : The Glycaemic Index of Carbohydrate Foods: An Update from a Diabetologist's Perspective. *Aktuel Ernaehr Med* 2000; 25: 176-185.

- Chew, I., Brand, J. C., Thorburn, A. W., Truswell, A. S.: Application of glycemic index to mixed meals. *Am. J. Clin. Nutr.* 1988; 47: 53-56.
- Collier, G. R., Wolever, T. M. S., Wong, G. S., Joss, R. G.: Prediction of glycemic response to mixed meals in non-insulin dependent diabetic subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* 1986; 44: 349-352.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (1994) Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland. In: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.) Ernährungsbericht 1992, Ergänzungsband. Vol. VERA-Schriftenreihe Bd.XII.DGE, Frankfurt.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.): Ernährungsbericht 2000. Druckerei Henrich, Frankfurt: 17-58.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2000) Ernährungsbericht 2000. Umschau Frankfurt.
- Düren, M., Kersting, M.: Das Angebot an Kinderlebensmitteln in Deutschland. *Ernähr. Umsch.* 2003; 50: 16-21.
- Ebbeling, C. B., Pawlak, D. B., Ludwig, D. S.: Childhood obesity: public-health crisis, common sense cure. *Lancet* 2002; 360: 473-482.
- Ebbeling, C. B., Leidig, M. M., Sinclair, K. B., Hangen, J. P., Ludwig, D. S.: A Reduced-Glycemic Load Diet in the Treatment of Adolescent Obesity. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 2003; 157: 773-779.
- Estrich, D., Ravnik, A., Schierf, G., Fukayama, G. & Kinsell, L.: Effects of coingestion of fat and protein upon carbohydrate-induced hyperglycemia. *Diabetes* 1967; 16: 232-7.
- FHO/WHO: Carbohydrates in human nutrition. A report of a joint FAO/WHO Expert Consultation. Rome 1998.
- FKE (Forschungsinstitut für Kinderernährung) (2001b): OpimiX – Empfehlungen für die Ernährung von Kindern und Jugendlichen. Bonn: AID.
- Flegal, K. M., Carroll, M. D., Kuczmarski, R. J. & Johnson, C. L.: Overweight and obesity in the US: prevalence and trends, 1960-1994. *Int. J. Obesity Relat. Metab. Disord.* 1998; 22: 39-47.
- Flint, A., Moller, B. K., Raben, A., Pedersen, D., Tetens, I., Holst, J. J., and Astrup, A.: The use of glyceamic index tables to predict glycaemic index of composite breakfast meals. *Brit. J. Nutr.* 2004; 91: 979-989.
- Foster-Powell, K. & Miller, J.B.: Internatonal tables of glycemic index and glycemic load values: *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 76: 5-56.
- Goldberg, G. R., et al.: Critical evaluation of energy intake data using fundamental Principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1991; 45: 569-581.
- Gregory, J., Lowe, S., National diet and nutrition survey: young people aged 4 to 18 years. London: Stationery Office, 2000.

- Gustafsson, K., Asp, N.G., Hagander, B. & Nyman, M.: Satiety effects of spinach in Mixed meals: comparison with other vegetables. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 1995a; 46: 327-334.
- Gustafsson, K., Asp, N.G., Hagander, B., Nyman, M., & Schweizer, T.: Influence of Processing and cooking of carrots in mixed meals on satiety glucose and hormonal response. *Int. J. Food. Sci. Nutr.* 1995b; 46: 3-12
- Guo, S. S., Wu, W., Chumlea, W. C. & Roche, A. F.: Predicting overweight and obesity In adulthood from body mass index values in childhood and adolescence. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 76: 653-658.
- Haber, G.B., Heaton, K.W., Murphy, D. & Burroughs, L.F.: Depletion and disruption of Dietary fibre. Effects on satiety, plasma-glucose and serum-insulin. *Lancet* 1977; 2: 679-682.
- Harnack, L., Stang, J., Story, M.: Soft drink consumption among US children and adolescents: nutritional consequences. *J. Am. Diet. Assoc.* 1999; 99: 436-441.
- Heini, A. F. & Weinsier, R.: Divergent trends in obesity and fat intake patterns: the American paradox. *Am. J. Med.* 1997; 102: 259-264.
- Holt, S., Brand, J., Soveny, C. & Hansky, J.: Relationship of satiety to postprandial glycaemic, insulin and cholecystokinin responses. *Appetite* 1992; 18: 129-141.
- Holt, S.H., Brand Miller, J.B.: Increased insulin responses to ingested foods are associated With lessened satiety. *Appetite* 1995; 24: 43-54.
- Holt, S. H. & Miller, J. C. & Hansky, J.: Interrelationship of satiety to postprandial satiety, glucose and insulin responses and changes in subsequent food intake. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1996; 50: 788-797.
- Holup, M. Et al.: Ursachen und Folgen von Adipositas im Kindes- und Jugendalter. *Monatsschr Kinderheilkd* 151, 227-236, 2003.
- Jimenez-Cruz, A., Bacardi-Gascon, M., Turnbull, W. H., Rosales-Garay, P., Severino-Lugo, I.: A flexible, low-glycemic index mexican-style diet in overweight and obese subjects with type 2 diabetes improves metabolic parameters during a 6-week treatment period. *Diabetes Care* 2003; 26: 1967-1970.
- Jenkins, D. J., Wolever, T. M., Taylor, R. H., Barker, H. M., Fielden, H., Baldwin, J. M., Bowling A. C., Newman, H. C., Jenkins, A. L. & Goff, D.V.: Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. *Am. J. Clin. Nutr.* 1981; 34: 362-366.
- Jequier, E.: Dietary glycemic index. *Intern J Obes* 2002; 26: S12-S17.
- Kallis, H., Koletzko, B. & von Kries, R.: Übergewicht bei Vorschulkindern. Der Einfluss von Fernseh- und Computerspiel-Gewohnheiten. *Kinderärztl. Prax.* 2001; 4: 227-234.
- Kasper, H.: Ernährungsmethodik und Diätetik. 2000; 9. Auflage. München/Jena: Urban & Fischer Verlag.
- Kersting, M. et al.: Ernährung, Stoffwechsel, Wachstum und Entwicklung von Säuglingen, Kindern und Jugendlichen – die DONALD Studie. *Verbraucherdienst* 1998; 43: 609-614.

- Kersting, M., Alexy, U., Kroke, A., Lentze, M. J.: Kinderernährung in Deutschland: Ergebnisse der DONALD-Studie. Bundesgesundheitsgl. – Gesundheitsforsch. – Gesundheitsschutz 2004; 47: 213-218.
- King et al.: The Health of Youth: A cross-sectional survey. WHO Regional Publications. Eur. Ser. 69. Geneva: WHO; 1996.
- Klocke, A.: Der Einfluss sozialer Ungleichheit auf das Ernährungsverhalten im Kindes- und Jugendalter. In: Barlösius, E., Feichtinger, E., Köhler, B. M., Hrsg. Ernährung in der Armut. Berlin: Rainer Bohn Verlag; 1995.
- Kolbe, H. & Weythreter: Mein Kind hat Übergewicht. Augsburg 1998: Midena.
- Kroke, A. et al.: The DONALD Study. History, current status and future perspectives. Eur. J. Nutr. 2004; 43 (1): 45-54.
- Kromeyer-Hauschild, K., Wabitsch, M., Kunze, D., Geller, F., Geiß, H. C., Hesse, V., von Hippel, A., Jaeger, U., Johnsen, D., Korte, W., Mennen, K., Müller, G., Müller, J. M., Niemann-Pilatus, A., Remer, T., Schaefer, F., Wittchen, H. –U., Zabransky, S., Zellner, K., Zeigler, A. & Hebebrand, J.: Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. Monatsschr. Kinderheilkd. 2001; 149: 807-818.
- Krotkiewski, M.: Effect of guar gum on body-weight, hunger ratings and metabolism in Obese subjects. Br. J. Nutr. 1984; 52: 97-105.
- Lavin, J.H. & Read, N.W.: The effect on hunger and satiety of slowing the absorption of glucose and insulin responses. Appetite 1995; 25: 89-96.
- Leathwood, P. & Pollet, P.: Effects of slow release carbohydrates in the form of bean Flakes on the evolution of hunger and satiety in man. Appetite 1988; 10: 1-11.
- Lemkühler, S., Leonhäuser, I. U.: Armut und Ernährung. Spiegel der Forschung 1998; 15: 74-82.
- Lenfant, C. & Ernst, N.: Daily dietary fat and total food-energy intakes-Third National Health and Nutrition Examination Survey, Phase 1, 1988-1991. Morb. Mortal. Wkly. Rep. 1994; 43: 116-117.
- Leonhäuser, I. U.: Lifestyle und Gesundheit. Ernähr. Umsch. 1999; 46: 324-327.
- Liu, S., Willet, W. C., Stampfer, M. J., Hu, F. B., Franz, M., Sampson, L., Hennekens, C. H., Manson, J. E.: A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. Am. J. Clin. Nutr. 2000; 71: 1455-1461.
- Ludwig, D.S., Majzoub, J.A., Al-Zahrani, A., Deallal, G.E., Blanco, I. & Roberts, S.B.: High Glycemic index foods, overeating, and obesity. Pediatrics 1999; 103: E261-E266.
- Ludwig, D.S.: Dietary glycemic Index and Obesity. J.Nutr. 2000; 130: 280-283.
- Ludwig, D. S.: The glycemic index. Physiological mechanisms relating to Obesity, Diabetes, and Cardiovascular Disease. JAMA 2002; 287: 2414-2423.

- Ludwig, D. S., Peterson, K. E., Gortmaker, S.L.: Relation between consumption of sugar-sweetened drinks and childhood obesity: a prospective, observational analysis. *Lancet* 2001; 357: 505-508.
- Ludwig, D. S.: Glycemic load comes of age. *J. Nutr.* 2003; 133: 2695-2696.
- Magarey, A. M. et al.: Does fat intake predict adiposity in healthy children and Adolescent aged 2-15 y? A longitudinal analysis. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2001; 55: 471-481.
- Mensink, G. B., Thamm, M., Haas, K.: Nutrition in Germany 1998. *Gesundheitswesen* 1999; 61 Spec No: S200-206.
- Mensink, G.: Ernährung in Deutschland, Teil 1. Ernährung im Focus 2004;
- Meyer, K. A., Kushi, L. H., Jacobs, D. R. Slavin, J., Sellers, T. A., Folsom, A. R.: Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Am. J. Clin. Nutr.* 2000; 71: 921-930.
- Morton, J. F., Guthrie, J. F.: Changes in children's total fat intakes and their food group sources of fat, 1998-91 versus 1994-95: implications for diet quality. *Fam. Econ. Nutr. Rev.* 1998; 11: 44-57.
- Nelson, M.: Childhood nutrition and poverty. *Proc. Nutr. Soc.* 2000; 59: 307-315.
- Nicklas, T.A.: Dietary studies of children: the Bogalusa Heart Study experience. *J. Am. Diet. Assoc.* 1995; 95: 1127-1133.
- Nicklas, T.A., Baranowski, T., Cullen, K. W. Und Berenson, G.: Eating patterns, dietary Quality and obesity. *J. Am. Coll. Nutr.* 2001; 20: 599-608.
- Pi-Sunyer, F. X.: Glycemic index and disease. *Am. J. Clin. Nutr.* 2002; 76: 290S-298S.
- Raben, A.: Should obese patients be counselled to follow a low-glycaemic index diet? No. *Obesity reviews* 2002; 3: 245-256.
- Rigaud, D., Paycha, F., Meulemans, A., Merrouche, M. & Mignon, M.: Effect of psyllium On gastric emptying, hunger feeling and food intake in normal volunteers: a double blind study. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1991; 52: 239-245.
- Popkin, B. M., Haines, P.S. & Patterson, R.E.: Dietary changes in older Americans, 1977-1987. *Am. J. Clin. Nutr.* 1992; 55: 823-830.
- Pokin, B. M.: The nutrition transition and its health implications in lower-income countries. *Public Health Nutr.* 1998; 1: 5-21
- Robert Koch-Institut, Hrsg. Armut bei Kindern und Jugendlichen. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Heft 03/01. Berlin: Verlag Robert Koch-Institut; 2001
- Rodin, J., Reed, D. & Jammer, L.: Metabolic effects of fructose and glucose: Implications for food intake. *Am. J. Clin. Nutr.* 1988; 47: 683-689.
- Rodin, J.: Effects of pure sugar vs. Mixed starch fructose loads on food intake. *Appetite* 1991; 17: 213-219.

- Rodriguez-Artalejo, F. et al.: Consumption of bakery products, sweetened soft drinks and yoghurt among children aged 6-7 years: associations with nutrient intake and overall diet quality. *Brit. J. Nutr.* 2003; 89: 419-428.
- Salmeron, J., Ascherio, A., Rimm, E. B., Colditz, G. A., Spiegelman, D., Jenkins, D. J.; Stampfer, M. J., Wing, A. L., Willet, W. C.: Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 1997a; 20: 545-550.
- Salmeron, J., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G. A., Wing, A. L. & Willet, W. C.: Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *J. Am. Med. Assoc.* 1997b; 277: 472-477.
- Schöch, G., Kersting, M.: Prävention durch richtige Ernährung. In: Schlack, H.G. (Hrsg.), *Sozialpädiatrie, 2. Auflage (181 – 196)*. München/Jena 2000: Urban & Fischer
- Schofield, W. N.: Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum. Nutr. Clin. Nutr.* 1985; 39 (Suppl. 1): 5-41.
- Schulz, M., Liese, A. D., Fang, F. et al.: Dietary correlates of mean glycemic index. This study was funded by a Clinical Research Award of the American Diabetes Association to Dr. Liese.
- Sichert-Hellert, W. Et al.: Ernährungs-Erhebungs-Methoden. Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Ernährungsverhalten e.V. Band 4. Frankfurt: Datenteam Vertriebs-Gesellschaft; 1984.
- Sichert-Hellert, W., Kersting, M., Schöch, G.: Underreporting of energy intake in 1- to 18-year-old German children and adolescents. *Z. Ernährungswiss.* 1998; 37: 242-251.
- Soh, N. L. & Brand-Miller, J.: The glycaemic index of potatoes: the effect of variety, Cooking method and maturity. *Eur. J. Clin. Nutr.* 1999; 53: 249-354.
- Spieth, L. E. Harnish J. D. Lenders, C. M. et al.: A low-glycemic index diet in treatment of pediatric obesity. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 2000; 154: 947-951.
- Spitzer, L. & Rodin, J.: Effects of fructose and glucose preloads on subsequent food Intake. *Appetite* 1987; 8: 135-145.
- Slabber, M., Bernard, H. C., Kuyl, K. J. M., Dannhauser, A., Schall, R.: Effects of a low-insulin-response, energy-restricted diet on weight loss and plasma insulin concentrations in hyperinsulinemic obese females. *Am. J. Clin. Nutr.* 1994; 60: 48-53.
- Stephen, A.M., Sieber, G.M., Gerster, Y.A. & Morgan, D.R.: Intake of carbohydrate and its components-international comparisons, trends over time, and effects of changing to low-fat diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 1995; 62: 851S-867S.
- Stevens, J., Ahn, K., Juhaeri, Houston, D., Steffan, L., Couper, D.: Dietary fiber intake and glycemic index and incidence of diabetes in African-American and white adults. The ARIC Study. *Diabetes Care* 2002; 25: 1715-1721.
- Suber, A. F., Krebs-Smith, S. M., Cook, A. & Kahle, L. L.: Dietary sources of nutrients among US children, 1989-1991. *Pediatrics* 1998; 102: 913-923.

- Tavani, A., Bosetti, C., Negri, E., Augustin, L. S., Jenkins, D. J., La Vecchia, C.: Carbohydrates, dietary glycaemic load and glycaemic index, and risk of acute myocardial infarction. *Heart* 2003; 89: 722-726.
- Troiano, R. P. & Flegal, K. M.: Overweight children and adolescents: description, epidemiology, and demographics. *Pediatrics*. 1998; 101: 497-504.
- van Amelsvoort, J.M. & Weststrate, J.A.: Amylose-amylopectin ratio in a meal affects postprandial variables in male volunteers. *Am. J. Clin. Nutr.* 1992; 55: 712-718.
- van Dam, R. M., Visscher, A. W., Feskens, E. J., Verhoef, P., Kromhout, D.: Dietary glycemic index in relation to metabolic risk factors and incidence of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2000; 54: 726-731.
- Wabitsch, M.: Overweight and obesity in European children and adolescents: causes and consequences, treatment and prevention. An introduction. *Eur. J. Pediatr.* 2000; 159 (Suppl. 1): 5-7.
- Wabitsch, M. et al.: Adipositas im Kindes- und Jugendalter (AGA). Leitlinien. Verabschiedet auf der Konsensus-Konferenz der AGA am 4.10.2002. <http://.leitlinien.net>
- Welch, I. M., Bruce, C., Hill, S.E. & Read, N. W.: Duodenal and ileal lipid suppresses postprandial blood glucose and insulin responses in man: possible implications for the dietary management of diabetes mellitus. *Clin. Sci. (Lond.)* 1987; 72: 209-216.
- Willett, W. C.: Eat, drink and be healthy: the Harvard Medical School guide to healthy eating. Simon & Schuster, New York 2001.
- Willet, W. C., Stampfer, M. J.: Macht gesunde Ernährung krank? Spektrum der Wissenschaft 2003: 58-67.
- Winkler, G., Doring, A., Keil, U.: Trends in dietary sources of nutrients among middle-aged men in southern Germany. Results of the MONICA-Projekt Augsburg: dietary surveys 1984/1985 and 1994/1995. *Appetite* 2000; 34: 37-45.
- Wolever, T. M., Jenkins, D. J., Jenkins, A. L. & Josse, R. G.: The glycemic index: methodology and clinical implications. *Am. J. Clin. Nutr.* 1991; 54: 846-854.
- Wolever, T. M. S., Vorster, H. H., Björck, I. et al.: Determination of the glycemic index of foods: interlaboratory study. *Eur. J. Clin. Nutr.* 2003; 57: 475-482.
- Wolever, T. M., Bolognesi, C.: Prediction of glucose and insulin responses of normal subjects after consuming mixed meals varying in energy, protein, fat, carbohydrate and glycemic index. *J. Nutr.* 1996; 126: 2807-2812.
- Wolever, T. M., Jenkins, D. J.: The use the glycemic index in prediction the blood glucose response to mixed meals. *Am. J. Clin. Nutr.* 1986; 43 (1): 167-172.

Anhang

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Tabellen im Anhang

Tab.A.1.	Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Kindern (n=46) aus dem Jahr 1990	4
Tab.A.2	Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen aus Tab.A.1	5
Tab.A.3	Unterteilung der Lebensmittelgruppe Süßigkeiten aus Tab.A.1	5
Tab.A.4	Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Kindern (n=56) aus dem Jahr 1996	6
Tab.A.5	Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen aus Tab.A.4	7
Tab.A.6	Unterteilung der Lebensmittelgruppen Süßigkeiten aus Tab.A.4	7
Tab.A.7	Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der Mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Kinder (n=53) aus dem Jahr 2002	8
Tab.A.8	Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen aus Tab.A.7	9
Tab.A.9	Unterteilung der Lebensmittelgruppe Süßigkeiten aus Tab.A.7	9
Tab.A.10	Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der Mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Jungen (n=22) aus dem Jahr 1990	10
Tab.A.11	Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Mädchen (n=24) aus dem Jahr 1990	11
Tab.A.12	Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Jungen (n=33) aus dem Jahr 1996	12
Tab.A.13	Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Mädchen (n=23) aus dem Jahr 1996	13
Tab.A.14	Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Jungen (n=25) aus dem Jahr 2002	14

Tab.A.15	Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Mädchen (n=28) aus dem Jahr 2002	15
Tab.A.16	Mediane Kohlenhydrataufnahme (g/Tag) aus verschiedenen KH-Trägern in GI Tertilen bei 7-8 jährigen Kindern (n=155) von 1990-2002	16
Tab.A.17	Mediane Kohlenhydrataufnahme (g/Tag) aus verschiedenen KH-Trägern in GL Tertilen bei 7-8 jährigen Kindern (n=155) von 1990-2002	17

8. ANHANG

Tab.A.1. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Kindern (n=46) aus dem Jahr 1990

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL, %	Beitrag der KH-Träger an der mittlern KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Brote und Brötchen	24,3	20,5	0,7
Süßigkeiten	13,7	13,1	47,3
Gesüßte Getränke	8,5	8	16,2
Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen	8,3	11	12
Obst	8,1	9,6	0,5
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien	7,9	7	4,4
Kuchen und Gebäck	6,2	5,6	7,3
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln	5,7	6,2	0
Obst und Gemüsesäfte	5,7	7,2	0
Kartoffeln	3,3	3,4	0
Gemüse	1,8	1,8	0
Kartoffelzubereitungen	1,4	1,1	0
Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte	0,1	0,3	0
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren	0,1	0,3	0
Suppen	0	0	0

Tab.A.2. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukte; Käse und Käse-Zubereitungen aus Tab.A.1.

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL/, %	Beitrag der KH-Träger an der mittlern KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Gesüßte Milchmixgetränke	3,3	3,3	9
Trinkmilch	3	6	0
Joghurt- und Quarkzubereitungen	1,6	1,4	2,3
Käse und Käsezubereitungen	0,4	0,5	0,6

Tab.A.3 Unterteilung der Lebensmittelgruppe Süßigkeiten aus Tab. A.1.

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL/, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Süßer Brotaufstrich	3,7	3,9	15
Schokoladen und Schokoladenriegel	3,4	4	12
Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker	6,6	5,2	20

Tab.A.4. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kinder aus dem Jahr 1996

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Brote und Brötchen	25,4	21,6	1,4
Süßigkeiten	11,2	11	40
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien	8,4	7	8,5
Kuchen und Gebäck	8,2	7,3	11,2
Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen	7,7	10	10,3
Gesüßte Getränke	7,3	6,8	17,4
Obst und Gemüsesäfte	7,3	9,3	0
Obst	6,6	8,2	0,6
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln	6	6,4	0
Kartoffeln	3,2	3,4	0
Kartoffelzubereitungen	1,6	1,3	0
Gemüse	1,6	1,6	0
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren	0,5	0,9	0
Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte	0,06	0	0
Suppen	0,03	0	0

Tab.A.5. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen aus Tab.A.4.

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL/, %	Beitrag der KH-Träger an der mittlern KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Trinkmilch	2,9	5,6	0
Gesüßte Milchmixgetränke	2,8	2,8	9,1
Joghurt und Quarkzubereitungen	1,8	1,6	2,3
Käse und Käsezubereitungen	0,2	0,3	0,6

Tab.A.6. Unterteilung der Lebensmittelgruppen Süßigkeiten aus Tab.A.4.

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL/, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker	5,5	4,3	20,2
Schokolade und Schokoladenriegel	3,2	3,8	12,1
Süßes Brotaufstrich	2,4	3	15

Tab.A.7. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Kinder (n = 53) aus dem Jahr 2002

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL/, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Brote und Brötchen	24,96	22	2,4
Süßigkeiten	13,03	12,3	40
Kuchen und Gebäck	8,45	7,5	9
Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen	8,27	10,4	13,4
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln	7,27	7,6	0
Obst und Gemüsesäfte	7,15	9,3	0
Gesüßte Getränke	6,99	6	16,7
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien	5,92	5,2	5,7
Obst	5,24	6,6	0
Kartoffeln	3,2	3,3	0
Gemüse	2,21	2,2	0
Kartoffelzubereitungen	0,9	0,7	0
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren	0,68	1	0
Suppen	0,17	0	0
Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte	0,03	0	0

Tab.A.8. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Milch und Milchprodukte; Käse und Käsezubereitungen aus Tab.A.7.

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL/, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Joghurt und Quarkzubereitungen	3,4	3,1	7
Gesüßte Milchmixgetränke	2,4	2,6	6,3
Trinkmilch	2,3	4,6	0
Käse und Käsezubereitungen	0,1	0,1	0

Tab.A.9. Unterteilung der Lebensmittelgruppe Süßigkeiten aus Tab.A.7

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL/, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker	5,8	7,6	20,2
Schokoladen und Schokoladenriegel	3,5	3	10,2
Süßer Brotaufstrich	3	2,4	9,8

Tab.A.10. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Jungen (n = 22) aus dem Jahr 1990

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL, %	Beitrag der KH-Träger an der mittlern KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittlern Zuckeraufnahme, %
Brote und Brötchen	26,1	21,8	0,7
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln	7,7	8	
Gesüßte Getränke	7,7	7,4	16,4
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien	7,4	6,7	3,4
Obst	6,2	7,6	0,3
Kuchen und Gebäck	6,1	5,5	7,3
Obst und Gemüsesäfte	6	7,5	0
Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker	6	5	18,7
Gesüßte Milchmixgetränke	4	4	10,6
Schokoladen und Schokoladenriegel	3,3	3,9	12,9
Kartoffeln	3,2	3,2	0
Trinkmilch	3,2	6,4	0
Süßer Brotaufstrich	2,8	3	13,6
Gemüse	1,7	1,8	0
Kartoffelzubereitungen	1,5	1,1	0
Joghurt- und Quarkzubereitungen	1,5	1,3	2,5
Käse und Käsezubereitungen	0,5	0,7	0,9
Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte	0,2	0,2	0
Suppen	0	0	0
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren	0	0,2	0

Tab.A.11. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost von 7-8 jährigen Mädchen (n = 24) aus dem Jahr 1990

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL, % am GL, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Brote und Brötchen	22,7	19,2	0,7
Gesüßte Getränke	9,1	8,6	16
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien	8,3	7,3	5,4
Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker	7,1	5,5	21,6
Kuchen und Gebäck	6,3	5,7	7,3
Obst und Gemüsesäfte	5,4	6,8	0
Süßer Brotaufstrich	4,5	4,7	16,3
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln	3,8	4,5	0
Schokoladen und Schokoladenriegel	3,5	4,1	11,4
Kartoffeln	3,4	3,5	0
Trinkmilch	2,9	5,6	0
Gesüßte Milchmixgetränke	2,6	2,8	7,7
Gemüse	1,8	1,8	0
Joghurt- und Quarkzubereitungen	1,7	1,4	2,1
Kartoffelzubereitungen	1,2	1,1	0
Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte	0,2	0,4	0
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren	0,2	0,4	0
Käse und Käsezubereitungen	0,2	0,4	0,2
Suppen	0	0	0

Tab.A.12. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Jungen (n = 33) aus dem Jahr 1996

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL/, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Brote und Brötchen	24,3	20,5	1
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien	10,4	8,8	11,1
Kuchen und Gebäck	9	8	13,8
Gesüßte Getränke	7,5	7,2	17,4
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln	6,5	7	0
Obst	6,5	8	1
Obst und Gemüsesäfte	5,8	7,4	0
Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker	4,5	3,5	14
Kartoffeln	3,4	3,5	0
Schokolade und Schokoladenriegel	3,3	3,8	13
Trinkmilch	3	5,9	0
Gesüßte Milchmixgetränke	2,6	2,6	6,1
Süßer Brotaufstrich	2,3	2,8	8,8
Kartoffelzubereitungen	2,2	1,7	0
Gemüse	1,7	1,7	0
Joghurt und Quarkzubereitungen	1,1	1	2,6
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren	0,6	0,9	0
Käse und Käsezubereitungen	0,1	0,2	0,1
Suppen	0	0	0
Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte	0	0,2	0

Tab.A.13. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Mädchen (n = 23) aus dem Jahr 1996

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Brote und Brötchen	26,9	23,1	2
Obst und Gemüsesäfte	9,6	12	0
Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker	7	5,3	21,4
Kuchen und Gebäck	6,9	6,3	7,6
Obst	6,8	8,4	0
Gesüßte Getränke	6,8	6,2	17,4
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien	5,6	4,4	4,9
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln	5,4	5,5	0,2
Kartoffeln	3,1	3,2	0
Schokolade und Schokoladenriegel	3,1	3,7	11,7
Gesüßte Milchmixgetränke	3,1	3,1	8,1
Joghurt und Quarkzubereitungen	2,8	2,3	4
Trinkmilch	2,7	5,4	0
Süßer Brotaufstrich	2,6	3,2	10,7
Gemüse	1,5	1,5	0
Kartoffelzubereitungen	0,8	0,6	0
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren	0,4	0,8	0
Käse und Käsezubereitungen	0,2	0,4	0,4
Suppen	0	0	0
Nüsse; Hülsenfrüchte	0	0	0

Tab.A.14. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Jungen (n = 25) aus dem Jahr 2002

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Brote und Brötchen	27,4	24,1	2,5
Gesüßte Getränke	8,8	7,6	20,4
Obst und Gemüsesäfte	7,3	9,7	0
Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker	6,4	4,9	17,7
Kuchen und Gebäck	6,2	5,5	7,1
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien	5,6	4,5	5,6
Obst	5,3	6,5	0,2
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln	5,3	5,7	0
Schokoladen und Schokoladenriegel	3,7	4,1	11,7
Kartoffeln	3,4	3,5	0
Joghurt und Quarkzubereitungen	3,3	2,9	5,7
Süßer Brotaufstrich	3,2	4,2	13
Trinkmilch	2,6	5,1	0
Gesüßte Milchmixgetränke	2,4	2,5	5,6
Gemüse	2,1	2,1	0
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren	0,7	1	0
Kartoffelzubereitungen	0,7	0,6	0
Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte	0,1	0,1	0
Suppen	0,1	0	0
Käse und Käsezubereitungen	0,1	0,2	0

Tab.A.15. Prozentuale Beiträge verschiedener KH-Träger an der mittleren GL, der mittleren KH-Aufnahme und der mittleren Zuckeraufnahme in der Kost 7-8 jähriger Mädchen (n = 28) aus dem Jahr 2002

Lebensmittelgruppen	Beitrag der KH-Träger an der mittleren GL/, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren KH-Aufnahme, %	Beitrag der KH-Träger an der mittleren Zuckeraufnahme, %
Brote und Brötchen	22,8	20,2	2,4
Kuchen und Gebäck	10,4	9,3	10,7
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln	9	9,3	0,2
Bonbons, Geleewaren und Schaumzucker	8,7	6,6	22,4
Obst und Gemüsesäfte	7	8,9	0
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien	6,2	5,8	5,7
Gesüsste Getränke	5,4	4,6	13,4
Obst	5,2	6,7	0,4
Joghurt und Quarkzubereitungen	3,6	3,3	8,2
Kartoffeln	3	3,2	0
Gesüßte Milchmixgetränke	2,5	2,6	6,9
Schokoladen und Schokoladenriegel	2,4	2,9	8,8
Gemüse	2,3	2,3	0
Trinkmilch	2,1	4,1	0
Süßer Brotaufstrich	1,7	2	6,9
Kartoffelzubereitungen	1	0,8	0
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren	0,7	1	0
Suppen	0,2	0,3	0
Käse und Käsezubereitungen	0,1	0,1	0
Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte	0	0	0

Tab.A.16. Mediane Kohlenhydrataufnahme (g/Tag) aus verschiedenen kohlenhydrathaltigen Lebensmittelgruppen in GI Tertilen bei 7-8 jährigen Kindern (n=155) von 1990-2002

Lebensmittelgruppen	niedrigste Tertile (49-53) n =51	mittlere Tertile (54-56) n =52	höchste Tertile (57-65) n =52	p-Wert für Unterschiede
Brote und Brötchen*	38,7 ((30,3-47,7)	43,6 (32,2-57,8)	40,4 (30,7-55,1)	0,2 ^a
Obst und Gemüsesäfte*	20 (7,4-33,8)	17,8 (3-24,7)	9,8 (1,5-19)^b	0,0318^a
Milch*	12,3 (8,1-16,4)	12,8 (6,9-16,9)	7,53 (3,3-12,2)^b	0,0013^a
Obst , frisch (einheimisch) und Beerenfrüchte*	11,4 (7,3-17,9)	7,4 (2,7-12,3)	5,4 (1,1-10,1)^b	<.0001^a
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien*	10 (0-20,7)	7,6 (0-19)	12 (0-26,3)	0,3 ^a
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln*	9,5 (2,3-20,4)	12,9 (1,1-20,5)	12,6 (0- 25,2)	0,8 ^a
Südfrüchte und exotische Früchte*	8,7 (0-12,5)	2,4 (0-8,5)	3,2 (0-8,2)^b	0,0081^a
Schokoladen, Riegel*	7,4 (3,3-12,9)	7,2 (3-10,5)	5,5 (1-10,9)	0,5 ^a
Bonbons, Geleewaren, Schaumzucker*	6 (2,5-11,9)	6,7 (1,7-12,2)	10,9 (5,8-20,6)^b	0,0029^a
Kartoffeln*	6 (3-10,6)	5,9 (3,3-10,2)	5,1 (1-8)	0,1 ^a
Kuchen und Gebäck*	5,6 (0-19,7)	14,3 (4,2-27,2)	8 (0,4-17,7)	0,09 ^a
Süßer Brotaufstrich*	4 (1,5-10,3)	6,1 (1,6-10,1)	3,4 (0-7,8)	0,2 ^a
Gemüse*	3 (1,7-5,6)	2,1 (1,4-4,6)	2,6 (1,1-4,3)	0,4 ^a
Gesüßte Milchmixgetränke*	1,2 (0-7,2)	2,4 (0-9,9)	1,5 (0-5,6)	0,6 ^a
Gesüßte Getränke*	0,8 (0-13,5)	8,2 (0-19,4)	10,7 (3-35,2)^b	0,003^a
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren*	0,37 (0,3-1,4)	0,28 (0-0,99)	0,34 (0,17-1,94)	0,4 ^a
Käse und Käsezubereitungen*	0,1 (0-7)	0,2 (0-0,8)	0,1 (0-0,4)	0,3 ^a
Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte*	0,04 (0-0,6)	0 (0-0,2)	0 (0-0,1)^b	0,0047^a
Suppen*	0 (0-0,02)	0 (0-0,01)	0 (0-0,01)	0,8 ^a
Joghurts*	0 (0-7)	0 (0-8,84)	0 (0-6,78)	0,1 ^a
Kartoffelzubereitungen*	0	0	0 (0-4,69)	0,07 ^a

* Median (25. -75. Perzentile);

^a Test aus signifikante Unterschiede zwischen den drei Tertilen mittels Kruskal-Wallis-Test;

^b Werte in der höchsten Tertile sind signifikant verschieden zu der niedrigsten Tertile (t-Test)

Tab.A.17. Mediane Kohlenhydrataufnahme (g/Tag) aus verschiedenen kohlenhydrathaltigen Lebensmittelgruppen in GL Tertilen bei 7-8 jährigen Kindern (n=155) von 1990-2002

Lebensmittelgruppen	niedrigste Tertile (56-66) n=51	mittlere Tertile (67-74) n=52	höchste Tertile (75-95) n=52	p-Wert für Unterschiede
Brote und Brötchen	38,7 (30,9-53,7)	40,5 (30,1-53,4)	43,5 (32,5-56,7)	0,7 ^a
Milch	12,9 (7,9-17,7)	10,9 (5,7-14,9)	8 (4-12,5)^b	0,0054^a
Obst und Gemüsesäfte	11(0,1-25,4)	14,1 (6,3-25,2)	15,7 (3,6-28,4)	0,8 ^a
Reis, Nudeln, Semmelknödel und Schupfnudeln	10,9 (1,3-18)	11 (0-22)	13,6 (2,1-23,7)	0,5 ^a
Getreideflocken, -körner, -kleie, Ölsaaten und Frühstückscerealien	9,4 (0-21,8)	12,4 (0-20,1)	11,5 (0-27,4)	0,5 ^a
Obst, frisch (einheimisch) und Beerenfrüchte	9 (3,7-14,9)	8,5 (2,5-15,1)	6,4 (2,9-11,2)	0,3 ^a
Kuchen und Gebäck	6,9 (0-22,2)	9,2 (0,5-25,6)	9,4 (1,8-22,1)	0,6 ^a
Kartoffeln	6,7 (4,2-12,9)	5,8 (2,6-8,6)	4,7 (2-7,3)	0,0122^a
Südfrüchte und exotische Früchte	6,1 (0-10,5)	5,7 (0-10,4)	3,1 (0-8,9)	0,6 ^a
Schokoladen, Riegel	5,9 (1,3-13,4)	7,1 (2,2-10,4)	6,4 (3,4-11,5)	0,9 ^a
Bonbons, Geleewaren, Schaumzucker, Fruchtgummi	5,4 (2,5-11,2)	9,8 (2-13,5)	9,8 (5-19,7)^b	0,0204^a
Gesüßte Milchmixgetränke	4 (0-11,7)	0,6 (0-5,7)	1,2 (0-5,1)	0,08 ^a
Süßer Brotaufstrich	3,9 (0-9,6)	5,2 (1,7-8,6)	5 (1,5-10)	0,7 ^a
Gemüse	3 (1,8-7)	2,4 (1,3-4,7)	2,5 (1,1-4)	0,3 ^a
Fleisch und Fleischwaren; Eier und Eierspeisen; Fisch und Fischwaren	0,4 (0,2-1,4)	0,3 (0,2-1,9)	0,3 (0,2-0,8)	0,7 ^a
Käse und Käsezubereitungen	0,1 (0,02-0,6)	0,1 (0,01-0,8)	0,08 (0,01-0,5)	0,5 ^a
Gesüßte Getränke	0,09 (0,13,5)	6,9 (0-19,3)	11,9 (2,3-35,2)^b	0,0037^a
Joghurts	0	0 (0-6,24)	0 (0-10,03)	0,08 ^a
Kartoffelzubereitungen	0	0 (0-2,01)	0 (0-1,08)	0,9 ^a
Suppen	0 (0-0,02)	0	0 (0-01)	0,5 ^a
Nüsse, Ölsaaten und Hülsenfrüchte	0 (0-0,4)	0 (0-0,43)	0 (0-0,1)	0,3 ^a

* Median (25. -75. Perzentile)

^a Test aus signifikante Unterschiede zwischen den drei Tertilen mittels Kruskal-Wallis-Test;

^b Werte in der höchsten Tertile sind signifikant verschieden zu der niedrigsten Tertile (t-Test)

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Hamburg, 10. Dezember 2004

Wiebke Dettmann

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei Frau Dr. Anette Buyken für die umfangreiche Betreuung dieser Arbeit, den vielen Anregungen und Denkanstößen sowie für die geduldige Einarbeitung in das Statistikprogramm SAS und das offene Ohr, was sie jederzeit für mich hatte bedanken.

Bei Frau PD Dr. Anja Kroke und allen anderen Mitarbeitern des Forschungsinstituts für Kinderernährung Dortmund bedanke ich mich für die stets freundliche Unterstützung und das angenehme Arbeitsklima.

Besonders danke ich Nina Müller und Julia Friederich für die Korrektur des Manuskriptes.

Ein ganz besonderer Dank gilt meinen Eltern für die Unterstützung während des gesamten Studiums.

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fachbereich Ökotrophologie
Studiengang Ökotrophologie

Der Glykämische Index und die glykämische Last in der Kost
von 7-8 jährigern Kindern.

Trends von 1990-2002 und Bedeutung verschiedener
Kohlenhydratquellen.

- Diplomarbeit -

Vorgelegt am: 10.12.2004

von

Wiebke Dettmann
Heinickestraße 11
20249 Hamburg
Matrikel-Nr. 1632074

