

Jodversorgung Giessener Schüler

Inauguraldissertation  
Zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
des Fachbereichs Medizin  
der Justus-Liebig-Universität Giessen

vorgelegt von Schlegel, Andrea Anja

aus Dresden

Giessen 2008

Aus dem Institut für Ernährungswissenschaft  
der Universitätsklinikum Giessen und Marburg GmbH, Standort Giessen  
Direktor: Prof. Dr. med. Michael Krawinkel

Gutachter: Prof. Dr. Krawinkel

Gutachter: Prof. Dr. Wudy

Tag der Disputation: 23.07.2009

Inhaltsverzeichnis.....	I
<b>1. Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung.....	1
1.2 Jodvorkommen und Jodgewinnung.....	2
1.3 Jodquellen in der Nahrung und im Trinkwasser.....	4
1.4 Nicht-nutritive Verwendung von Jod.....	8
1.5 Funktion von Jod im Organismus.....	8
1.6 Empfehlungen zum Jodbedarf.....	13
1.7 Beschreibung und Einteilung des Jodmangels.....	14
1.8 Folgen des Jodmangels.....	15
1.9 Zielsetzung und Abgrenzung zu anderen Arbeiten.....	18
<b>2. Material und Methoden.....</b>	<b>20</b>
2.1 Auswahl der Probanden.....	20
2.2 Datenerhebung.....	20
2.3 Erhebungsinstrumente.....	21
2.4 Statistische Auswertung.....	23
<b>3. Ergebnisse.....</b>	<b>25</b>
3.1 Allgemeine Jodversorgung.....	25
3.2 Einfluss der Ernährung.....	27
3.3 Einfluss der Sozialfaktoren der Eltern der Probanden.....	32
3.4 Die einzelnen Schulen im Vergleich.....	37
<b>4. Diskussion.....</b>	<b>40</b>
Zusammenfassung.....	54
Literaturverzeichnis.....	58
Anhang.....	66
Eidesstattliche Erklärung.....	71
Lebenslauf.....	72
Danksagung.....	73

Tabellenverzeichnis.....	II
Tab. 1: Übersicht durchschnittlicher Jodgehalt verschiedener Nahrungsmittel- klassen (Koutras u a 1986).....	4
Tab. 2: Jodbedarf in verschiedenen Lebensphasen.....	14
Tab. 3: Schweregrad des Jodmangels in Bezug auf die Jodausscheidung im Urin.....	15
Tab. 4: Einteilung der Schilddrüsengröße.....	16
Tab. 5: Strumigene Substanzen und mögliche Wirkung im Jodstoffwechsel.....	17
Tab. 6: Einstufung der Jodversorgung unter Berücksichtigung der WHO-Kriterien....	25
Tab. 7: Klassenstufe und Jodausscheidung.....	26
Tab. 8: Geschlecht und Jodversorgung.....	27
Tab. 9: Häufigkeit des Fischverzehr und Jodausscheidung im Urin.....	28
Tab. 10: Verzehr von Milchprodukten und Jodausscheidung.....	30
Tab. 11: Häufigkeit des Gebrauchs von Jodsalz im Haushalt.....	30
Tab. 12: Salzverwendung im Haushalt und Jodausscheidung.....	31
Tab. 13: Schulausbildung der Mutter und Jodausscheidung.....	32
Tab. 14: Schulausbildung des Vaters und Jodausscheidung.....	33
Tab. 15: Tätigkeit der Mutter und Jodausscheidung.....	34
Tab. 16: Tätigkeit Vater und Jodversorgung.....	34
Tab. 17: Wohnverhältnis der Eltern und Jodausscheidung.....	35
Tab. 18: Fehlende Antworten der Mütter.....	36
Tab. 19: Fehlende Antworten der Väter.....	37
Tab. 20: Einfluss der Schulen auf die Jodausscheidung im Urin.....	38
Tab. 21: Vergleich der Schulen unter Berücksichtigung der Jodmangelbereiche laut WHO.....	39
Tab. 22: Salzzusätze und Jodausscheidung.....	42
Tab. 23: Schulausbildung der Mutter differenziert nach 2 Gruppen und Jodausscheidung.....	44
Tab. 24: Schulausbildung des Vaters differenziert nach 2 Gruppen und Jodausscheidung.....	45
Tab. 25: Vergleich Mütter mit Anstellung bzw. Mütter ohne Anstellung bezogen auf die Jodausscheidung der Kinder.....	46

Tabellenverzeichnis.....	III
Tab. 26: Wohnverhältnis der Eltern, Normale Jodversorgung und Schule.....	47
Tab. 27: Wohnverhältnis der Eltern, Jodmangel und Schule.....	48
Tab. 28: Fishers Exact Test für Merkmal Schule und Wohnverhältnis der Eltern.....	50
Tab. 29: Odds ratio und 95 % Konfidenzintervall für die Merkmale Schule und Wohnverhältnis der Eltern.....	50
Tab. 30: Häufigkeit des Verzehrs von Seefisch.....	69
Tab. 31: Häufigkeit des Verzehrs von Milch und Milchprodukten.....	69
Tab. 32: Vergleich Schule und Jodmangelbereiche der WHO.....	70

Diagrammverzeichnis.....	IV
Diagr. 1: Allgemeine Jodversorgung nach Jodmangelkriterien der WHO.....	26
Diagr. 2: Häufigkeit des Fischverzehr der Probanden.....	28
Diagr. 3: Verzehr von Milchprodukten.....	29
Diagr. 4: Wohnverhältnis der Eltern von Probanden verschiedener Schulen und Jodversorgung.....	49
Diagr. 5: Schulen und Jodversorgung.....	70

Abkürzungsverzeichnis .....V

DGE: Deutsche Gesellschaft für Ernährung

DJT: Dijodtyrosin

MJT: Monojodtyrosin

RIA: Radio-Immun-Essay

STH: Somatotropin

T3: Trijodtyronin

T4: Tetrajodthyronin = Thyroxin

TRH: Thyreotropin-Releasing-Hormon

TSH: Thyreostimulierendes Hormon

WHO: World Health Organisation

# 1. Einleitung

## 1.1 Problematik

Das Spurenelement Jod wurde von *Bernard Courtois* (Frankreich) im Jahre 1811 bei der Untersuchung von Braunalgen aus der Nordsee entdeckt. Jod ist lebensnotwendig für die Bildung der Schilddrüsenhormone und damit essentiell für einen normalen Stoffwechsel. Eine Jodausscheidung im Urin von weniger als 100 µg pro Gramm Kreatinin wird als Jodmangel definiert (*Biesalski u a 2004, Frey u a 1973*). In der Folge ist die Schilddrüsenfunktion gestört, zudem entwickelt sich ein Kropf. In Deutschland leiden 30–40 % der Erwachsenen an einem Jodmangelkropf (Struma) mit vielfältigen und schwerwiegenden Auswirkungen für Gesundheit und Leistungsvermögen. Seit den 90er Jahren finden sich in Deutschland etwa 100.000 Schilddrüsenoperationen und 35.000 Radiojodbehandlungen jährlich. Gefährdet sind auch Kinder. Ein Jodmangel kann zu erheblichen Verzögerungen in der geistigen und körperlichen Entwicklung mit Störungen im Lernverhalten führen (*Boyages u a 1989, Zimmermann u a 2006*).

Jodmangel und seine Folgen sind bereits seit Ende des 19. Jahrhunderts weltweit bekannt. Die Schweiz setzte als erstes Land im Jahre 1922 bevölkerungsweit Jodsalz zur Prävention des Jodmangels ein. Inzwischen sind dort durch Jodmangel bedingte Gesundheitsstörungen, wie die hohe Anzahl von Strumen und Schilddrüsenautonomen, seit Jahrzehnten kein vordergründiges Problem mehr (*Hess und Zimmermann 2000, Hess u a 2001*). Länder wie die USA (1923), Schweden (1930), Finnland und Österreich (1948), aber auch Australien (1947 bis 1953) folgten dem positiven Beispiel der Schweiz.

In Deutschland ist Jodsalz seit dem Jahr 1959 verfügbar, wurde jedoch zunächst nur für die Krankenbehandlung zugelassen (*Habermann u a 1975*). Auf das Problem des Jodmangels in Deutschland wurde im Jahre 1975 von *Hoster* mit einer Studie an Rekruten hingewiesen. Anlässlich des UN-Weltkindergipfels im Jahre 1990 verpflichteten sich 192 Länder, darunter auch Deutschland zur Durchführung eines nationalen Gesundheitsprogrammes mit dem Ziel der Beseitigung des Jodmangels bis Ende 2000. In den vergangenen Jahren wurden zahlreiche epidemiologische Arbeiten durchgeführt, die den natürlichen Jodmangel in Deutschland aufzeigen. *Hampel u a* legten im Jahre 1995 die größte Studie mit etwa 6000 Probanden im Alter von 18 bis 70 Jahren vor.

Die durchschnittliche Jodausscheidung im Urin betrug 72 µg Jod pro g Kreatinin. Im Bundesland Hessen waren 62 Prozent der Bevölkerung des Lahn-Dill-Kreises unzureichend mit Jod versorgt.

Die Bevölkerung der neuen Bundesländer ist gleichermaßen vom Jodmangel betroffen wie die Bevölkerung der alten Bundesländer (*Meng u a 1994*).

Durch die zunehmende Verwendung von Jodsalz in den Haushalten (83%), in den Großküchen sowie in der Lebensmittelindustrie (29%) hat sich die Versorgungslage Deutschlands verbessert. Infolge der Freiwilligkeit dieser Maßnahmen sind große regionale und individuelle Unterschiede in der Jodversorgung der Bevölkerung vorhanden (*Meng 1994*).

So ging lt. einer Greifswalder - Studie aus dem Jahre 2000 bei 11 bis 17 – Jährigen die Kropfhäufigkeit um bis zu 36 % zurück. Bei den 6 bis 10 – Jährigen fand sich nur noch bei 4 Prozent eine Schilddrüsenvergrößerung. Diese erfreuliche Entwicklung bei den Schülern darf nicht zu dem Fehlschluss leiten, dass der Jodmangel in Deutschland behoben sei.

Die Messungen von *Hampel u a* im Jahre 2001 bei 3000 Schulkindern aus 128 Städten in Deutschland ergaben eine mittlere Jodausscheidung von 148 µg/g, jedoch hatten 27 % der Schüler noch mindestens einen Jodmangel Grad I.

Damit konnte die Verpflichtung Deutschlands, den Jodmangel bis zum Jahre 2000 zu beseitigen, nicht umfassend erreicht werden.

Dem Bericht der WHO (2004) zufolge besteht bei 27 Prozent der sechs- bis zwölfjährigen Schulkinder in Deutschland immer noch eine unzureichende Jodversorgung (Median der Jodausscheidung im Urin < 100 µg/l, Jodmangel Grad I). Aufgrund der weiter bestehenden Jodmangelsituation wurde für Deutschland eine Verlängerung der Frist bis 2005 festgelegt.

Nach den Ergebnissen des Jod-Monitorings 2006 besteht für den größten Teil der Bevölkerung in Deutschland weiterhin ein Jodmangel Grad I (WHO-Standard).

## **1.2 Jodvorkommen und Jodgewinnung**

- Jodvorkommen in Böden und Gewässern

In der Natur ist Jod weit verbreitet. In Böden und Gesteinen sind Spuren von Jod nachweisbar. Beispielsweise im süddeutschen Raum enthalten 100 Gramm wasserfreier Feinboden bis zu 34 mg Jod.

Seit der Entstehung der Ozeane vor Hundert Millionen Jahren reichern sich Jodverbindungen im Meerwasser, dem größten Jodreservoir der Erdkruste, an. Eine Tonne Meerwasser enthält 0,05 Gramm Jod. Während der Verwitterung von Gesteinen werden wasserlösliche Jodverbindungen freigesetzt, mit dem Regenwasser in die Meere und in das Grundwasser transportiert. Daneben kann Jod durch das Schmelzen von Gletschern mit dem tauenden Eis in das Meerwasser gelangen. Eine Voraussetzung dafür ist, dass sich unter den Gletschern jodhaltige Gesteine befinden. Permanente Entgasungen der Erdkruste unter den Ozeanen tragen bis heute zur Jodanreicherung im Meerwasser bei. Verschiedene Jodverbindungen können aus Meeresalgen (19 Gramm Jod pro Kilogramm Trockenmasse), Tangen und Schwämmen (bis 14 Gramm Jod pro Kilogramm Trockenmasse) isoliert werden. Natürlich vorkommendes Jod ist ein Reinelement und besteht zu 100 % aus dem Isotop  $^{127}\text{J}$ . Wenn Meere sich zurückziehen oder verdunsten, hinterlassen sie Meeressedimente wie Tonschiefer oder Sandstein, die große Mengen an Jod enthalten. In der Bundesrepublik Deutschland haben viele Menschen aufgrund geologischer Gegebenheiten einen Jodmangel, weil die landwirtschaftlich genutzten Böden vergleichsweise wenige Jodverbindungen enthalten. Dies gilt besonders für den Harz, das Rheinische Schiefergebirge, aber auch für den Thüringer Wald, das Erzgebirge, den Schwarzwald, den Bayerischen Wald und das Alpenvorland sowie die ehemaligen Gletscherregionen nahe der Alpen. Selbst die Böden der Küstenebenen sind vergleichsweise jodarm. Starker Regen- und Schneefall sowie Überflutungen und die permanente Zunahme von sauren Niederschlägen in den vergangenen Jahrhunderten erhöhen den Verlust von Jod aus Böden.

#### - Jodgewinnung

In der Vergangenheit verbrannten die Menschen verschiedene Meerespflanzen. Die dabei entstandene Asche enthielt 0,1 bis 0,5 % Jod. Diese Art der Jodgewinnung macht heute einen Anteil von 2% der Weltjahresproduktion aus. Die technische Gewinnung von Jod ist eng mit der Salpetergewinnung verknüpft. Dabei wird Jodsäure zu Jodwasserstoff reduziert und in einem zweiten Reaktionsschritt zu elementarem Jod oxidiert. Bei der Erdöl- und Erdgasförderung fallen große Mengen Salzsole an.

Jod kann in einer Oxidationsreaktion mit Chlor aus der Salzsole freigesetzt werden. Im Anschluss wird das gewonnene Jod gereinigt. Für die direkte Herstellung kann Jod labortechnisch aus Kaliumjodid freigesetzt werden.

### 1.3 Jodquellen in der Nahrung und im Trinkwasser

Die für alle Bevölkerungsteile wichtige Grundversorgung mit Jod lässt sich über den regelmäßigen Verzehr von Seefisch, Milch und Milchprodukten sowie über den konsequenten Gebrauch von Jodsalz im Privathaushalt und in der Gastronomie sicherstellen. Unterstützt wird eine ausreichende Jodversorgung durch den bevorzugten Einsatz von Produkten, die mit Jodsalz hergestellt sind, wie Brot und Wurst sowie Käse und industriell verarbeitete Lebensmittel. Nahrungsprodukte, die mit Jod angereichert wurden, sind mit dem Jodsiegel gekennzeichnet. Insgesamt ist der Jodgehalt pflanzlicher und tierischer Nahrungsmittel von den Bedingungen bei Erzeugung, Verarbeitung und Zubereitung der Nahrungsprodukte abhängig (*Koutras u a 1986*). Beim Kochen beispielsweise gehen große Mengen Jod über das Kochwasser verloren. Genauere Angaben bezüglich des Jodgehalts verschiedener Lebensmittel zeigt Tabelle 1.

**Tab.1: Übersicht durchschnittlicher Jodgehalt verschiedener Nahrungsmittelklassen (*Koutras u a 1986*).**

Nahrungsmittel	Frisch	Getrocknet
	Jodgehalt µg J/g	Jodgehalt µg J/g
Fisch	30	116
Seefisch	832	3715
Schellfisch	798	3866
Fleisch	50	
Milch	47	
Eier	93	
Cerealien	47	65
Obst	18	154
Gemüse	29	385

Auch durch den Gehalt an Jod im Trinkwasser kann die regionale Häufigkeit des Jodmangels beeinflusst werden.

- Jodzufuhr durch Seefisch

Ursachen des verbreiteten Jodmangels sind die Jodarmut häufig verwendeter Nahrungsprodukte und ein zu geringer Verzehr von Seefisch und anderen Meeresprodukten (Muscheln und Seetang), die als einzige Lebensmittel von Natur aus jodreich sind (*Kofrànyi und Wirths 1994*). Je nach Art und Fanggebiet schwankt der Jodgehalt der verschiedenen Seefische zwischen 50 und 200 µg/100g Fisch. Vor allem Salzwasserfische sind durch ihren erhöhten Jodgehalt geeignet, nennenswert zur Jodversorgung beizutragen. Obwohl Seefisch nach wie vor die beste Jodquelle ist, wird mit zwei Seefischmalzeiten pro Woche nur ein Siebtel der empfohlenen Tageszufuhrmenge aufgenommen. Da Seefisch aber von vielen Menschen selten oder gar nicht gegessen wird, gewinnen andere Nahrungsmittel als Jodlieferanten immer mehr an Bedeutung.

#### - Jodzufuhr durch Speisesalz

Der Salzbedarf eines Menschen beträgt je nach Individuum und klimatischem Umfeld zwischen 3 und 20 Gramm Salz pro Tag. Salz kann auf verschiedenste Art und Weise hergestellt werden. Die älteste Methode zur Produktion von Salz ist die Salzgewinnung durch Meersalz. Meerwasser wird dabei in Teiche (Salzgärten) eingeleitet, in denen das Wasser unter der Sonneneinstrahlung verdunstet. Das Salz kristallisiert am Grund der Teiche aus. Etwa 20 Prozent des weltweiten Salzverbrauches werden aus Meerwasser gewonnen. Zwei Drittel und damit weitaus der größte Anteil der weltweiten Salzproduktion wird in Salinen, als so genanntes Steinsalz, gewonnen. Diese Salzlagerstätten werden an verschiedenen Stellen angebohrt. Danach pumpt man Wasser in einen Teil der Bohrlöcher. Dieses Wasser tritt durch die anderen Bohrlöcher als fast gesättigte Salzlösung, auch Sole genannt, wieder an die Oberfläche. Sole hat einen Salzgehalt von bis zu 35 %. Bei dem anschließenden Eindampfen der Sole entsteht hochwertiges Kochsalz mit einer Reinheit von mehr als 98 Prozent. Der größte Anteil (etwa 85%) des gewonnenen Steinsalzes wird in der Industrie verarbeitet. Für die Speisesalzherstellung werden 3 % der Gesamtsalzproduktion (440 000 t) eingesetzt, für Auftausalz etwa 5 % und für die Produktion von Gewerbesalz 7 %.

Jodiertes Speisesalz wird durch Zusatz von Natriumjodat oder Kaliumjodat gewonnen und enthält 15 bis 25 mg Jod pro Kilogramm. Für eine Kariesprophylaxe werden dem Salz geringe Mengen an Natriumfluorid oder Kaliumfluorid zugesetzt. Der Kanton Zürich setzte im Jahre 1955 erstmals breitflächig fluoridiertes Kochsalz

ein. Nur mit Verzögerung folgte Deutschland im Jahre 1991 dem Schweizer Vorbild. Der Marktanteil des fluoridierten Kochsalzes beträgt heute etwa 60 Prozent. Teilweise wird dem Speisesalz auch Folsäure zugesetzt. Jodsalz liefert nach wie vor den wichtigsten Beitrag zur Jodversorgung. Es steht jedem Privathaushalt in Deutschland seit 1959 zur Verfügung, seit 1989 kann Jodsalz auch in allen Bereichen der Lebensmittelindustrie und des Speisenangebots (Gemeinschaftsverpflegung, Gastronomie) verwendet werden. Seitdem hat sich die Versorgungslage erheblich verbessert („*Jod-Monitoring*“ 1996). Gegenwärtig verwenden etwa 84 Prozent aller Haushalte Jodsalz oder Jodsalz mit Fluorid. In der Lebensmittelindustrie wird noch zu wenig Jodsalz eingesetzt. Hier beträgt der Anteil erst 35 %.

#### - Jodzufuhr durch Milch und Milchprodukte

Neben der Jodierung von Speisesalz wird versucht, die Jodversorgung der Menschen zu verbessern, indem Jod dem Futter von lebensmittelerzeugenden Nutztieren zugesetzt wird. Dadurch kann der Jodgehalt von Nahrungsmitteln tierischer Herkunft erhöht werden. Mehr als ein Drittel des mit der Nahrung aufgenommenen Jods stammen bereits heute aus Milch und Milchprodukten. Vor der Jodsupplementation wird der mittlere Jodgehalt von Vollmilch mit etwa 27 µg Jod pro Liter angegeben, mit einer Variationsbreite von 20 und 60 µg Jod pro Liter (*Flachowsky u a 2006*). Die Ergänzung des Milchviehfutters durch Jod liegt bei etwa 1 mg Jod pro kg Futter. Geht man von einem Krafftutteranteil von etwa 50 % aus, kann demnach eine Jodsupplementation von 0,5 mg pro kg Futtertrockensubstanz unterstellt werden (*Flachowsky u a 2006*).

Durch die Jodsupplementation des Krafftutters von Nutztieren zeigt sich ein deutlicher Anstieg des Jodgehaltes der Milch, der im Mittel bei in den letzten Jahren gewonnen Praxisproben bei > 100 µg Jod pro Liter liegt. Insgesamt schwanken die Werte saisonbedingt. Die Jodgehalte der Milch in Norwegen im Jahre 1971 wurden von *Dahl u a* verglichen und zeigten vor allem im Winter einen deutlichen Anstieg des Jodgehaltes (Sommer: 65, Winter: 120 µg Jod/l).

Die Ursache liegt in einem erhöhten Krafftutteranteil bei der Stallfütterung im Winter. Ebenso wird der Jodgehalt der Milch von dem Jodgehalt der Euterpflege- und Melkanlagenreinigungsmittel beeinflusst.

Für andere Milchprodukte liegen die Werte des Jodgehaltes niedriger, zum Beispiel Joghurt mit durchschnittlichen Werten von 2,1 und 7,6 µg/100g (*Flachowsky u a 2006*).

#### - Jodzufuhr durch Fleisch oder Wurstwaren

Seit dem Jahre 1993 steht jodiertes Pökelsalz für die Wurst- und Fleischwarenherstellung zur Verfügung. Dennoch steigt im Vergleich zur Milch bei Fleisch oder Wurstwaren durch Jodzusatz im Futter der Jodgehalt nicht so deutlich an. Bei der Anreicherung von 5 mg Kaliumjodid pro Kg Tierfutter findet sich ein Jodgehalt von etwa 38 µg/kg Frischmasse beim Schwein. Auch für Rinder, Schafe, Ziegen und Geflügel wurden ähnlich geringe Wirkungen auf den Jodgehalt im Fleisch gefunden (*Flachowsky u a 2006*). Unabhängig von diesen Ergebnissen kann der Beitrag von Fleisch zur Jodversorgung des Menschen mit einem Anteil von weniger als 5 % der Nahrungsmittelaufnahme als relativ gering eingeschätzt werden.

#### -Jodzufuhr durch Hühnereier

Hühnereier enthalten im Mittel etwa 95 µg Jod / kg. Der Jodgehalt im Eidotter ist dabei deutlich höher als der im Eiklar. Bei der Jodzulage im Hühnerfutter ist ein deutlicher Anstieg des Jodgehalts, besonders im Eidotter zu verzeichnen. Insgesamt betrachtet liegen die Werte für den Jodgehalt der Eier unter denen für Kuhmilch.

#### - Jodzufuhr durch sonstige Nahrungsmittel

Es wird davon ausgegangen, dass Brot und Backwaren mit etwa 50 µg zur täglichen Jodversorgung beitragen können, wenn beim Backen jodiertes Salz verwendet wird. Der natürliche Jodgehalt für Brot wird je nach Brotsorte mit 5,8 bzw. 8,5 µg/100g angegeben. Neuere Untersuchungen veranschlagen für Brot und Brötchen, die mit jodiertem Salz hergestellt wurden, einen Jodgehalt von 26 µg /100 g.

#### - Jodzufuhr durch Trinkwasser

Die Verfügbarkeit des Jods im Trinkwasser ist bei höherem Härtegrad und hohem Nitratgehalt des Wassers verringert. Die Jodwerte schwanken zwischen < 1 und 7 mg Jod / Liter Wasser. In Küstenregionen sind höhere Jodwerte im Trinkwasser zu

erwarten. In Deutschland ist ein Nord-Süd-Gefälle beim Jodgehalt des Trinkwassers zu verzeichnen. In Rostock, an der Ostseeküste wurde ein Median von 9,3 µg / L gemessen, in Jena (Thüringen) lag dieser Median bei 2,0 µg / L und in Freiburg (Breisgau) nur noch bei 1,0 µg / L (*Bittermann u a 2004*).

#### **1.4 Nicht-nutritive Verwendung von Jod**

Als Bestandteil von Jodtinktur dient Jod als Antiseptikum. Mit seiner desinfizierenden Wirkung kann Jod auch zur Entkeimung von Wasser in Badeanstalten verwendet werden. Neben dem Isotop  $^{127}\text{J}$  gibt es auch radioaktive Jod-Isotope,  $^{131}\text{J}$  und  $^{123}\text{J}$ . Diese werden als Radiopharmaka in der nuklearmedizinischen Diagnostik und Therapie vorwiegend von Schilddrüsenerkrankungen eingesetzt. Das Isotop  $^{123}\text{J}$  wird zur Bestimmung des Knochenmineralgehaltes verwendet. Bei zahlreichen chemischen Reaktionen wird Jod als Katalysator eingesetzt.

#### **1.5 Funktion von Jod im Organismus**

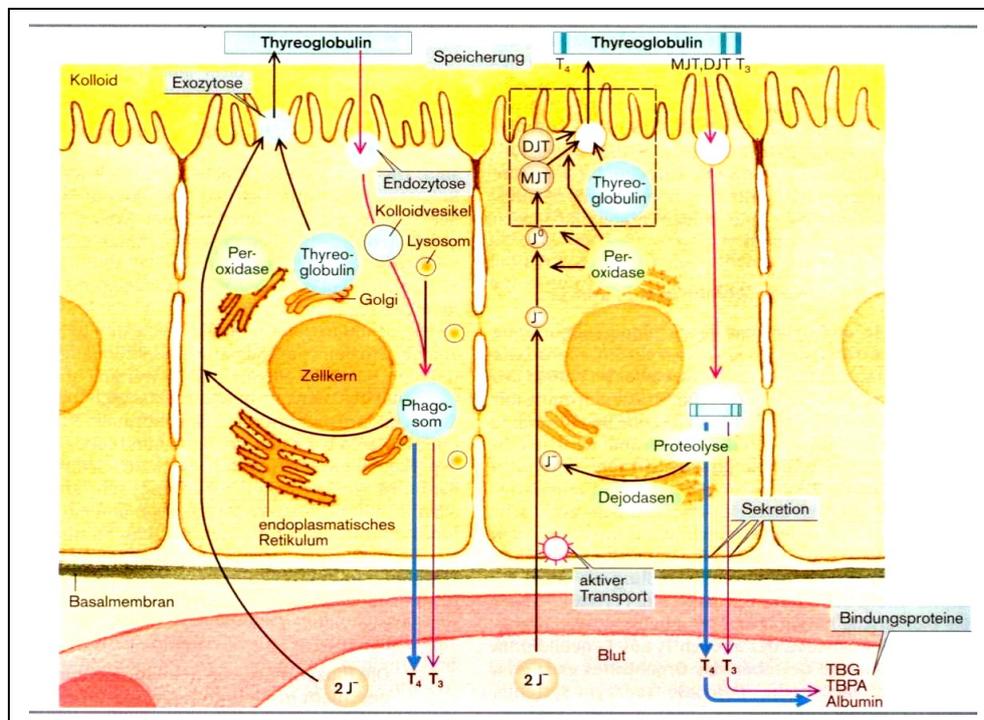
Im Organismus wird Jod als integraler Bestandteil der Schilddrüsenhormone benötigt. *Baumann* konnte im Jahre 1895 erstmalig das Vorhandensein von Jod in der Schilddrüse nachweisen. Die Schilddrüse ist ein endokrines Organ. Sie befindet sich etwas unterhalb des Kehlkopfes und besteht aus den beiden Seitenlappen, Lobus dexter und sinister, die neben der Trachea liegen und durch den unpaaren Isthmus verbunden sind. Bei einem Erwachsenen wiegt die Schilddrüse 18- 60 Gramm (*Gebert u a*). Das Volumen ist abhängig von Alter und von dem Körpergewicht. Schilddrüsen von Frauen sind geringfügig größer und unterliegen zyklusabhängigen Volumenschwankungen. Die funktionelle Einheit der Schilddrüse bilden die zahlreichen Follikel, welche von einer Reihe Follikelzellen umgeben sind und in deren Mitte sich das Kolloid, die Speicherform der Schilddrüsenhormone befindet. In der Nahrung liegt Jod vorwiegend als anorganisches Jodid vor. In dieser Form wird es fast vollständig resorbiert.

Im Durchschnitt nimmt der Körper täglich etwa 250 µg Jod auf. Jodid aus dem Blutkreislauf wird über einen aktiven Transportmechanismus gegen ein Konzentrationsgefälle in die Follikelzellen der Schilddrüse aufgenommen.

Somit kann die Schilddrüse Jodmangelzustände kompensieren, indem sie die Jodkonzentration gegenüber dem Blut bis auf das 100fache erhöht (*Greenspan u a 1991*).

- Bildung von Schilddrüsenhormonen

In der Schilddrüse eines gesunden Erwachsenen beträgt der Jodbestand etwa 10 bis 15 mg. Graphik 1 zeigt eine Übersicht der Produktion von Schilddrüsenhormonen auf zellulärer Ebene.



Graphik 1: Schematische Darstellung der Biosynthese von Schilddrüsenhormonen (Klinke u a).

Zunächst wird Jodid mit Hilfe einer Jodidperoxidase zu elementarem Jod oxidiert. Im Anschluss erfolgt der Einbau in die Seitenketten der Tyrosinreste des Thyreoglobulins. Bei der nachfolgenden Jodination entstehen die Hormonvorläufer 3-Monojodtyrosin (MJT) und 3,5-Dijodtyrosin (DJT). Jeweils zwei DJT-Moleküle bilden das Schilddrüsenhormon T<sub>4</sub> (3, 5, 3', 5' -Tetraiodthyronin = Thyroxin). Durch Kopplung (Kondensation) von MJT und DJT entsteht das zweite Schilddrüsenhormon T<sub>3</sub> (3, 5, 3'-Trijodthyronin). Ein Teil der MJT- und DJT Reste bleibt unkondensiert. T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub> sind kovalent an Thyreoglobulin gebunden und werden in Vesikeln verpackt. Im Anschluss wird das Thyreoglobulin mit den MJT- und DJT-Resten durch Exocytose in das Kolloid entleert, wo die Speicherung in Form von Granula erfolgt (Greenspan u a 1991).

Dieser Vorrat an Hormonen reicht für eine normale Schilddrüsenfunktion in einem Zeitraum von etwa 2 Monaten ohne exogene Jodzufuhr. Bei Stimulation der Schilddrüse durch TSH werden diese Granula mittels Endozytose von den

Follikelzellen wieder aufgenommen. Durch den Abbau von Thyreoglobulin durch lysosomale Proteasen erfolgt die Freisetzung der Hormone Trijodthyronin (T3) und Thyroxin (T4). Ebenfalls freigesetztes MJT und DJT wird dejodiniert. Die dabei entstandenen Spaltprodukte (Tyrosin und Jod) können für die erneute Biosynthese verwendet werden (Recycling). Die Abgabe von T3 und T4 an das Blut erfolgt im Verhältnis 1:20 durch einfache Diffusion (*Greenspan u a 1991*).

#### - Schilddrüsenhormonfreisetzung und Transport im Körper

Im Plasma liegen die Schilddrüsenhormone zu über 99,5 % in gebundener Form vor. Thyroxinbindendes Globulin, Albumin und thyroxinbindendes Präalbumin bilden die 3 Transportproteine. T4 hat im Vergleich zu T3 nur eine geringe biologische Aktivität, obwohl es in erheblich höheren Konzentrationen im Blut vorliegt. Das Verhältnis von T3/T4 im Blut beträgt 1:100. Als lipophile Stoffe diffundieren Schilddrüsenhormone durch die Zellmembran der Zielzelle. Neuerdings wurde ein zusätzliches carriervermitteltes Einschleusen in die Zielzellen nachgewiesen (*Klinke u a*). Extrathyreoidal, in den peripheren Zellen, wird T4 durch drei verschiedene Dejodinasen in T3 umgewandelt (Konversion), wodurch sich ein großer Teil der Stoffwechselwirkungen erklären lässt (*St. Germain 1994*). Insgesamt wird die Aktivität der Dejodinase-Isoenzyme durch die Schilddrüsenfunktion, die Ernährung und Plasmaglukosekonzentration, durch verschiedene Hormone und Medikamente beeinflusst.

#### - Wirkungsweise der Schilddrüsenhormone

Nach der beschriebenen Dejodierung aktiviert T3 ein nukleäres Rezeptorprotein, welches die Transkription in den Zielzellen reguliert. Hierdurch wird die Proteinbiosynthese induziert. Die Erhöhung des Grundumsatzes ist eine der wichtigsten Funktionen der Schilddrüsenhormone. Dabei steigt der Sauerstoffverbrauch in den Geweben, und es kommt zu einem Temperaturanstieg. Sämtliche Prozesse des Kohlenhydratmetabolismus werden durch T3 beeinflusst: Die Aufnahme von Kohlenhydraten über den Verdauungstrakt, Glykogenolyse und Gluconeogenese in der Leber, Glucoseoxidation in Leber, Fettgewebe und Muskulatur. Je nach Stoffwechsellage fördert T3 die Lipolyse mit gleichzeitiger Senkung der Blutfette und des Cholesterins oder die Lipogenese in der Leber.

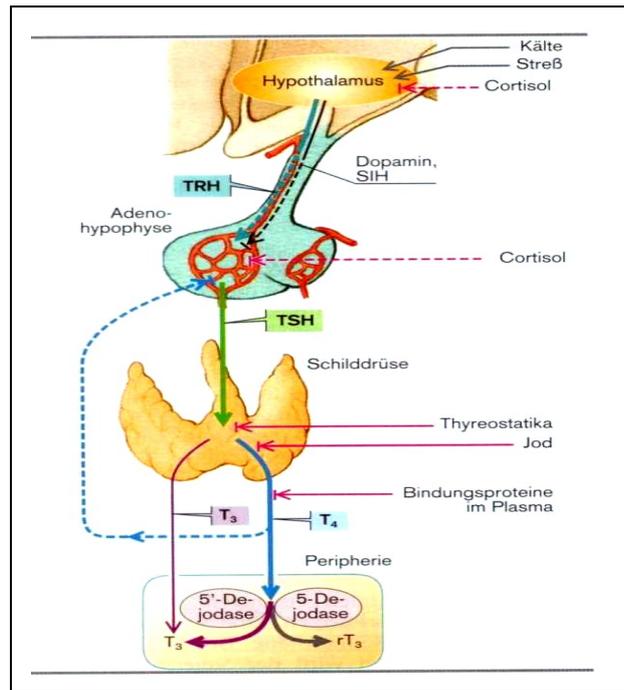
Schilddrüsenhormone erhöhen die Anzahl der  $\beta$ -Rezeptoren und vermindern die Zahl der  $\alpha$ -Rezeptoren in der Muskulatur, dem Fettgewebe und den Lymphozyten.

Am Herzmuskel führt dies zu einer Steigerung der Kontraktilität des Myokards, zu einer gesteigerten Schlagfrequenz und einem erhöhtem Schlagvolumen. Dadurch steigen Blutdruckamplitude und Sauerstoffverbrauch im Herzen an. Schilddrüsenhormone sind entscheidend an normalen Entwicklungsprozessen wie Wachstum und Differenzierung des Organismus beteiligt. Durch T<sub>3</sub> kann die Biosynthese von Wachstumshormonen (STH) um ein Vielfaches gesteigert werden. Dadurch haben Schilddrüsenhormone eine synergistische Wirkung auf das Knochenwachstum. Eine normale Konzentration und Wirkungsweise der Schilddrüsenhormone ist eine direkte Voraussetzung für die normale Reifung und Entwicklung des Nervensystems, insbesondere für Wachstum und Gefäßausbildung des Gehirns (*Hadley u a 1996*).

#### - Regulierung der Schilddrüsenhormone

Drei Regulationsebenen sind im Zusammenspiel für die Regulation der Aktivität der Schilddrüsenhormone von besonderer Bedeutung (Graphik 2):

- Die Hypothalamus-Hypophysen-Schilddrüsen-Achse mit ihrer neuroendokrinen Steuerung und der negativen Feedbackhemmung durch T<sub>4</sub>
- Der extrathyreoidale Metabolismus der Schilddrüsenhormone einschliesslich der Aktivierung zu T<sub>3</sub>
- Die Autoregulation der Schilddrüse, die durch die Aufnahme von Jod mit der Nahrung und den Jodhaushalt gesteuert wird.



Graphik 2: Regulierung der Schilddrüsenhormone (Klinke u a)

Bei niedrigem Konzentrationsspiegel von freiem T<sub>3</sub> im Blut, erfolgt im Hypothalamus die Bildung und Sekretion von TRH (Thyreotropin-Releasing-Hormon). Direkt im Anschluss wird TRH über das hypothalamo-hypophysäre Pfortadersystem zum Vorderlappen der Hypophyse transportiert. Dort führt es zur Freisetzung von TSH (Thyreostimulierendes Hormon). Nach dem Abtransport in das Blutgefäßsystem erfolgt die Bindung von TSH an spezifischen Rezeptoren auf der Oberfläche der Schilddrüsenzellen. Dieser Prozess stimuliert die aktive Aufnahme von Jod in die Follikelzellen der Schilddrüse, die Thyreoglobulinsynthese sowie die Synthese und Freisetzung von Schilddrüsenhormonen. Über die Achse ZNS – Hypothalamus wirken Kälte und andere Stresssituationen fördernd auf die Sekretion der Schilddrüse.

Ein erhöhter Schilddrüsenhormonspiegel im Blut hingegen führt im Hypothalamus zur Freisetzung des Thyreotropin-release-inhibiting-Hormons, was über eine verminderte Ausschüttung von TSH aus der Hypophyse eine verminderte Produktion und Freisetzung von Schilddrüsenhormonen zur Folge hat. Auch die Jodkonzentration im Blut reguliert die Synthese und Sekretion von Schilddrüsenhormonen. Selbst bei Fehlen von TSH wird bei geringer Jodkonzentration im Serum die Aufnahme von Jod über den Verdauungstrakt und die Schilddrüsenhormonsynthese stimuliert. Bei hoher Jodkonzentration im Plasma werden Produktion und Freisetzung der Schilddrüsenhormone aus dem Thyreoglobulin gehemmt (Hadley u a 1996).

- Wirkungsbeendigung und Ausscheidung von Schilddrüsenhormonen und Jod  
Aufgrund der Bindung der Schilddrüsenhormone an Transportproteine sind sie vor schnellem Abbau und rascher Ausscheidung geschützt. Die Halbwertszeit im Serum von T4 beträgt etwa 190 Stunden und die von T3 19 Stunden. Das proteingebundene Hormon kann als eine Art zirkulierende Speicherform angesehen werden. Nur freie Hormone sind biologisch aktiv. Zwischen gebundenem und freiem Anteil der Hormone besteht ein Gleichgewicht. Die Wirkungsbeendigung und somit der Abbau der Schilddrüsenhormone findet vorwiegend in der Leber statt. Diese Prozesse werden eingeleitet durch weitere Dejodierungsreaktionen. Das frei werdende Jod gelangt zurück in die Schilddrüse zur erneuten Produktion von Schilddrüsenhormonen. Bei ausreichender Jodversorgung wird der größte Anteil des Jods über die Nieren ausgeschieden. Nach der Dejodierung von Schilddrüsenhormonen kommt es bei einem kleinen Teil der Zwischenprodukte zu Glucuronierungs- und Sulfatierungsschritten in der Leber.

Die Endprodukte werden dann mit dem Stuhl ausgeschieden, das sind beim Erwachsenen etwa 5 bis 20 µg Jod pro Tag. Ein minimaler Anteil des Jods wird auch mit dem Schweiß abgegeben.

### **1.6 Empfehlungen zum Jodbedarf**

Der Jodbedarf ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Dazu gehören Alter, Umweltbelastungen durch Rauchen oder Nitrat sowie ein hoher Verzehr von pflanzlichen Lebensmitteln, welche strumigene Substanzen enthalten. Kinder, Jugendliche und junge Erwachsene haben einen höheren Bedarf. Frauen benötigen in der Schwangerschaft und während der Stillzeit eine größere Jodmenge. In Tabelle 2 sind die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) denen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) gegenübergestellt. Sämtliche Empfehlungen zur Jodaufnahme beziehen sich auf gesunde Personen.

**Tab. 2: Jodbedarf in verschiedenen Lebensphasen**

Lebensphase		Jodbedarf in µg / Tag	
		DGE*	WHO*
Säuglinge	unter 4 Monaten	50	40
	4 - 12 Monate	80	50
Kinder	1 - 3 Jahre	100	70
	4 - 6 Jahre	120	90
	<b>7 - 9 Jahre</b>	<b>140</b>	<b>120</b>
	10 - 12 Jahre	180	150
	13 - 14 Jahre	200	150
Jugendliche und Erwachsene	15 - 50 Jahre	200	150
	Ab 51 Jahre	180	150
Schwangere		230	175
Stillende		260	200

(Meng u a 2002)DGE: Deutsche Gesellschaft für Ernährung, WHO: World Health Organisation

Nach Berechnungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wird der tägliche Jodbedarf eines Erwachsenen auf etwa 150-300 µg eingeschätzt. In der Bundesrepublik Deutschland beträgt die tägliche Jodaufnahme allerdings nur 30-70 µg, also weniger als 30 % des empfohlenen Optimums (Habermann u a 1975).

### 1.7 Beschreibung und Einteilung des Jodmangels

Jodmangel entsteht, wenn der Körper über die Nahrung und das Trinkwasser zu wenig Jod aufnimmt. Für die Beurteilung des Jodstatus können die Konzentrationen von T3/T4 sowie TSH im Serum mittels Radio-Immun-Essay (RIA) bestimmt werden. Das Volumen der Schilddrüse kann außerdem über eine sonographische Untersuchung ermittelt werden. Die tägliche Ausscheidung von Jodid im Urin ist einen verlässlicher Indikator für die Jodaufnahme, da zwischen Aufnahme und Ausscheidung eine enge Korrelation besteht. Die Einteilung des Jodmangels anhand der Daten der WHO ist in Tabelle 3 dargestellt.

**Tab. 3: Schweregrad des Jodmangels in Bezug auf die Jodausscheidung im Urin**

Jodversorgung		Jodaufnahme	Jodausscheidung µg Jod / g Kreatinin
Sehr gute Jodversorgung		Sehr gut	≥300
Gute Jodversorgung		Gut	200-299
Ausreichende Jodversorgung		Ausreichend	100-199
Jodmangel	Grad I	Ungenügend	50-99
	Grad II	Ungenügend	25-49
	Grad III	Ungenügend	< 25

(Meng u a 2002) DGE: Deutsche Gesellschaft für Ernährung, WHO: World Health Organisation

Die Konzentration der Schilddrüsenhormone im Blut ist erst bei extremem Jodmangel vermindert. Durch die Bestimmung der Jodkonzentration im Urin kann bereits ein geringer Jodmangel festgestellt werden. Die Jodausscheidung wird in µg/g Kreatinin oder in µg/dL angegeben (Mahlstedt u a 1986). Liegt der Medianwert der renalen Jodexkretion in einer Bevölkerungsgruppe bei mindestens 100 µg/g Kreatinin besteht kein Jodmangel.

### 1.8 Folgen des Jodmangels

- Allgemeine und morphologische Folgen

Bei Jodmangel kann die Schilddrüse bis zu 98 Prozent des vom Körper aufgenommenen Jods aus dem Blut verwerten, damit eine euthyreote Stoffwechsellage so lange wie möglich aufrechterhalten werden kann. Zunächst handelt es sich dabei um eine biologisch sinnvolle Anpassung an eine jodärmere Umgebung und Lebensweise.

Bei weiter andauerndem Jodmangel kommt es zu einer kompensatorischen Übersekretion von TSH (Thyroidea Stimulierenden Hormons) aus der Hypophyse, was zur vermehrten Produktion lokaler Wachstumsfaktoren in der Schilddrüse führt. Dadurch vergrößert sich die Schilddrüse mit hypertrophen Schilddrüsenfollikeln und Thyreozyten. Im Verlauf kommt es zu weiteren morphologische Umbauvorgängen im Schilddrüsengewebe. Es entstehen Zysten und Knoten.

Diese Veränderungen sind charakteristisch für die häufigste Schilddrüsenerkrankung in der Bundesrepublik Deutschland, die Struma. Dabei handelt es sich um eine Anpassungshyperplasie der Schilddrüse bei Jodmangel, die mit einer euthyreoten Stoffwechsellage einhergeht (*Grubeck-Loebenstein u a 1984, Habermann u a 1975*).

Eine endemische Struma liegt vor, wenn die Häufigkeit in der Durchschnittsbevölkerung 10 Prozent oder höher ist. Etwa die Hälfte der Strumen manifestiert sich bis zum 20. Lebensjahr, weitere 20 Prozent zwischen dem 30. und 40. Lebensjahr und 30 Prozent bis zu dem 50. Lebensjahr. Frauen sind häufiger betroffen als Männer. Nach der Größe der Schilddrüse werden vier Gruppen unterschieden (Tabelle 4).

**Tab. 4: Einteilung der Schilddrüsengröße**

Gruppe 0	Schilddrüse weder sichtbar noch tastbar vergrößert.
Gruppe 1	Schilddrüse vergrößert tastbar, bei gestrecktem Hals sichtbar
Gruppe 2	Schilddrüse sichtbar und tastbar
Gruppe 3	Noch größere, mit Komplikationen einhergehende Knoten

(*Meng u a 2002*) DGE: Deutsche Gesellschaft für Ernährung, WHO: World Health Organisation

Zusätzliche Faktoren, die zur Ausbildung einer Struma beitragen können, sind eine hohe Nitratbelastung sowie die Aufnahme strumigener Substanzen (Goitrogene) mit der Nahrung oder dem Trinkwasser. Diese Stoffe beeinflussen den Jodstoffwechsel, in dem sie Jodaufnahme, Jodeinbau, Jodverwertung oder den Schilddrüsenstoffwechsel hemmen.

Besonders zum Tragen kommen solche Einflussfaktoren bei begleitendem Jodmangel. In Tabelle 5 sind häufig genannte strumigene Substanzen und ihre vermutete Wirkung auf den Jodstoffwechsel zusammengestellt.

**Tab. 5: Strumigene Substanzen und mögliche Wirkung im Jodstoffwechsel**

<b>Strumigene Substanz</b>	<b>Angriffsort im Jodstoffwechsel</b>
Thiozyanat	Hemmung des Jodidtransportes und Hemmung der Jodidaufnahme
Isothiozyanat	
Perchlorat	
Nitrat	
Phenole	Hemmung der Schilddrüsenhormonbildung durch kompetitive Hemmung der Peroxidase und Hemmung des Einbaus von Jod in die Tyrosinmoleküle
Dihydroxybenzoesäure	
Flavonoide	
Resorcin	
Disulfide	
Goitrin	
Goitrin	

*(Costa u a 1984)*

Die Entstehung einer Struma wird durch einseitige Ernährung mit Kohl und Krautarten der Gattung Brassica sowie Hirse, Cassava, Mais und Bambussprossen unterstützt. In diesen Gemüsearten sind besonders viele Thioglucoside enthalten, die nach der Aufnahme in den Körper zu Thiozyanat, Isothiozyanat und Goitrin umgewandelt werden *(Costa u a 1984)*.

- Spezielle Folgen für Wachstum und Entwicklung von Kindern

Jodmangel des Fötus, infolge eines bestehenden Jodmangels der Mutter, führt zu vermehrtem Auftreten von Tot- und Fehlgeburten sowie schweren Entwicklungsstörungen. Endemischer Kretinismus tritt bei einer Zufuhr von weniger als 25 µg Jod pro Tag auf und ist vor allem durch eine mentale Retardierung gekennzeichnet. Die jodabhängigen Schilddrüsenhormone sind essentiell für eine normale Entwicklung des Gehirns. Bei schwerer Jodunterversorgung ist das Auftreten von mentalen Defekten stark erhöht. Im Gegensatz zu den Entwicklungsländern ist diese Extremform des Jodmangels in den westlichen Industrieländern faktisch nicht existent, allerdings kann eine chronische Jodunterversorgung zu neuromuskulären und kognitiven Beeinträchtigungen mit geringerer geistiger Leistungsfähigkeit bei Kindern führen *(Van de Briel u a 2000,*

*Boyages u a 1989, Zimmermann u a 2006*). Auch das körperliche Wachstum wird durch fehlendes Jod negativ beeinflusst (*Zimmermann u a 2007*).

### **1.9 Zielsetzung und Abgrenzung zu anderen Arbeiten**

Das Auftreten von Jodmangel konnte in zahlreichen Studien weltweit belegt werden (*Bauer u a 1971, Boyages u a 1989, Delange u a 1997, 2002, El-Mougi u a 2004, Frey u a 1973, Fuse u a 2007, Gutekunst u a 1986, Hampel u a 1995, Hess und Zimmermann 2000, Jayatissa u a 2005, Laurberg u a 2006, Liesenkötter u a 1997, Lonati u a 2006, Mizukami u a 1993, Ojule u a 1998, Rendl u a 2001, Willgerodt u a 1997, Zimmermann u a 2003, 2004, 2005*).

Bislang gibt es nur wenige Untersuchungen, die mögliche Einflussfaktoren auf die Jodversorgung einbeziehen. Ein Teil der bisherigen Studien hat die Vermutung nahe gelegt, dass eine nicht ausreichende Jodversorgung mit einer geringeren schulischen Leistungsfähigkeit einhergeht (*Boyages u a 1989, Zimmermann u a 2006*).

In einer im Jahre 2000 von *Van de Briel u a* vorgelegten Arbeit, zeigten Schüler, deren Jodgehalt im Urin nach permanenter Jodgabe angestiegen war, eine verbesserte geistige Leistungsfähigkeit (*Van de Briel u a 2000, Zimmermann u a 2006*). Studien, die den sozialen Hintergrund der Familien der Probanden mit einbeziehen, wurden bislang nicht durchgeführt. Außerdem konnten im Bundesland Hessen keine neueren flächendeckenden Daten zur Jodversorgung der Bevölkerung vorgelegt werden.

Die hier vorliegende Studie hat das Ziel, den aktuellen Jodversorgungsstatus von Schulkindern in der Stadt Giessen und Umgebung in Abhängigkeit von möglichen Einflussfaktoren zu erfassen.

#### *Fragestellungen der vorliegenden Arbeit:*

1. Wie sind die Schüler im Raum Giessen durchschnittlich mit Jod versorgt?
2. Gibt es einen Unterschied in der Jodversorgung von Schülern der dritten und der vierten Klassen?
3. Sind Jungen oder Mädchen unterschiedlich versorgt?
4. Besteht ein Einfluss des Ernährungsverhaltens auf die Jodausscheidung?
5. Wie viele Haushalte verwenden Jodsalz?

6. Wie häufig werden Seefisch und Milch bzw. Milchprodukte verzehrt?
7. Besteht ein Zusammenhang zwischen dem sozialen Status der Eltern und der Jodversorgung der Probanden?
8. Gibt es einen Unterschied in der Jodversorgung von Probanden verschiedener Schulen?

## **2. Material und Methoden**

### **2.1 Auswahl der Probanden**

Grundgesamtheit der Studie sind Schüler der dritten und vierten Schulklasse im Alter von 8 bis 11 Jahren. Das Zielgebiet umfasst die Stadt Giessen und Umgebung.

Das Kultusministerium und die einzelnen Grundschulen im Einzugsgebiet werden gebeten, der Durchführung der Studie zuzustimmen.

Es werden 13 Grundschulen im Raum Giessen angeschrieben. Davon entscheiden sich 4 Schulen für die Teilnahme an der Studie. Daraus ergibt sich auch die geographische Aufteilung der Schulen im Einzugsgebiet.

Die Auswahl der Probanden in den Schulen erfolgt entsprechend der freiwilligen Zustimmung auf einem Informationsbogen (Anhang). Insgesamt werden 360 Schüler und deren Familien angesprochen. Eine Teilnahme lehnen 104 ab.

### **2.2 Datenerhebung**

Die Datenerhebung erfolgte im ersten und zweiten Quartal des Jahres 2006.

Anhand eines Informationsblattes werden die Schüler und deren Erziehungsberechtigte gefragt, ob sie bereit sind, an der Studie teilzunehmen.

- Erhobene Parameter

- Abgabe einer Spontanurinprobe
- Beantwortung des Fragebogens

- Betreuung der Probanden

Die Datensammlung wird vom Autor der vorliegenden Studie mit freundlicher Unterstützung der Schulleiter und Lehrer der einzelnen Bildungseinrichtungen durchgeführt. Dazu erfolgten persönliche Gespräche in 21 Schulklassen.

- Einverständniserklärung und Datenschutz

Die Zielpersonen und deren Erziehungsberechtigte werden in einem kurzen Schreiben über den Hintergrund und das Ziel der Studie sowie über die Erhebungsmittel informiert (Anlage 1).

Die Urinsammelgefäße und Fragebögen werden vor der Ausgabe an die Studienteilnehmer mit einer Codenummer versehen.

Personenbezogene Daten, wie Name und Anschrift, die eine Identifizierung möglich machen würden, werden nicht erhoben.

Eine Nichtteilnahme bleibt ohne Konsequenzen. Auf Wunsch werden die Ergebnisse den einzelnen Probanden bekannt gegeben.

## **2.3 Erhebungsinstrumente**

### **Fragebogen**

Zur Erfassung des Ernährungsgewohnheiten und des Sozialstatus der Probanden wurde ein Fragebogen (Anhang 2) entwickelt, der allen Studienteilnehmern zur schriftlichen Beantwortung vorgelegt wird.

Formal handelt es sich um Fragen mit vorgegebenen Antwortmöglichkeiten, bei denen vom Befragten eine Einfachauswahl durch Markierung vorgenommen wird.

Inhaltlich werden Auskünfte zu folgenden Themenkreisen eingeholt:

- Ermittlung der Jodzufuhr durch die Ernährung:

Die Probanden protokollieren die Häufigkeit des Verzehrs von Seefisch und Milchprodukten (Fragen 1, 2, 3). Da der Gebrauch von jodiertem Speisesalz sich positiv auf die Jodzufuhr auswirken soll, wird die Zusammensetzung des Speisesalzes im Haushalt berücksichtigt (Frage 4). Die bewusste Jodzufuhr durch Jodidtabletten (Frage 5) wird ebenfalls registriert.

- Sozialstatus der Eltern:

Es werden Angaben zu Schulbildung (Frage 6) und zur aktuellen Tätigkeit der Erziehungsberechtigten des Probanden (Frage 7) sowie Angaben zum Wohnstatus der Familien (Frage 8) der Probanden erhoben. Es können 256 Fragebögen für die Analyse gewonnen werden. Die teilnehmenden Probanden wurden im Voraus darum gebeten, nur dann eine Angabe bezüglich des Vaters zu machen, wenn beide Elternteile zusammen mit dem Probanden wohnen.

Nicht alle Fragebögen wurden vollständig ausgefüllt. Daraus ergeben sich bei der Auswertung teilweise niedrigere Fallzahlen.

## Urinprobe

Die Schüler geben ihre Spontanurinprobe früh morgens vor dem Unterricht zu Hause in ein Urinauffanggefäß aus Plastik. Im Anschluss wird die Flüssigkeit in eine codierte Urinmonovette aufgezogen und in die Schule mitgebracht. Dort wird die Urinprobe an den Autor abgegeben. Vor Ort erfolgt die Kühlung mit einem transportablen Tiefkühlgerät.

Nach Vorliegen sämtlicher Proben werden diese bei minus 20 °C zwischengelagert. Im Anschluss erfolgt der Transport der tiefgekühlten Proben zum Institut für Nuklearmedizin der Universität Würzburg, Leiter Prof. Reiners. Sämtliche Urinproben werden nach der gleichen Methode unter standardisierten Bedingungen von der Autorin und dem Laborpersonal analysiert.

### - Testprinzip

Zur Messung des Jodgehaltes wird die Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) angewandt. Die HPLC gehört zu den analytischen Methoden, mit denen Stoffgemische untersucht werden, indem man sie in ihre einzelnen Bestandteile auftrennt. Daran wird abgelesen, in welcher Konzentration die Bestandteile in dem Stoffgemisch vorliegen.

### - Funktionsweise und Testdurchführung

Nach dem Auftauen werden die 256 gewonnenen Urinproben zunächst mit einem Filter gereinigt. Im Anschluss erfolgt die Herstellung von fünf unterschiedlichen Standardlösungen, deren Jodkonzentration verschieden ist. In dieser Studie werden die Standards 25, 50, 100, 150 und 250 µg Jod pro Liter destilliertes Wasser verwendet. Mit der automatischen Einspritzanlage (Water A17 Autosampler) werden die Standardlösungen in das Gerät gegeben und anschliessend vom Eluenten („mobile Phase“, Laufmittel) aufgenommen. Pro Minute wird 1 ml des Proben-Eluent-Gemisches durch die Anlage gepumpt.

Zusammen mit dem Eluenten wandern die verschiedenen Standardlösungen durch das HPLC-Gerät und erreichen zunächst die Vorsäule. Durch diesen Vorgang werden Störsubstanzen herausgefiltert. Im Anschluss gelangt die Standard-Eluent-Kombination in die eigentliche Trennsäule (X-Terra-Säule C185µm).

Die einzelnen Komponenten der Urinproben halten sich unterschiedlich lange in den verschiedenen Phasen der Trennsäule (stationäre Phase) auf. In Abhängigkeit von der Stärke der Wechselwirkungen des Bestandteils Jod mit der Trennsäule erscheint die Substanz zu einem bestimmten Zeitpunkt am Ende der Trennsäule. Die Quantität wird mittels einer Detektorzelle gemessen und als Fläche in einem Chromatogramm auf dem angeschlossenen Computer dargestellt. Bei der X-Terra-Säule C185 µm kann die Grösse der Fläche etwa nach 30 Minuten am Computer abgelesen werden.

#### - Testauswertung

Die Umrechnung der abgelesenen Fläche erfolgt mit dem Sigma-Plot-Programm unter Anwendung folgender Formel:

$$Y = B10 * X + B0$$

B10: Wert der Referenzlösung

B0: Nullwert der Referenzlösung

X: Fläche unter dem Jod-peak im Chromatogramm

Y: Ergebnis des Jodwertes in µg Jod/g Kreatinin

## 2.4 Statistische Auswertung

Die Statistische Auswertung wird mit dem Programm SAS Version 9.13 für Windows durchgeführt.

Während der statistischen Analyse werden zunächst die Parameter der Ernährung und die sozialen Faktoren deskriptiv beschrieben. Nach der deskriptiven Analyse werden Parameter mit Einfluss auf die Zielgröße (Jodmangel) auf Strukturgleichheit überprüft.

Variablen, die einen möglichen Einfluss auf das Auftreten von Jodmangel zeigen können, werden zunächst univariat deskriptiv auf mögliche Unterschiede geprüft. Dies geschieht im Vergleich der entsprechenden relativen Häufigkeiten (row percent) zwischen den beiden Gruppen mit bzw. ohne Jodmangel. Bei vorliegender Inhomogenität der relativen Häufigkeiten wird univariat mit Hilfe des Fisher's Exact Tests auf signifikante Unterschiede geprüft. Dabei liegt das Entscheidungskriterium bei einem p-Wert < 0,2.

Parameter mit einem deutlichen Unterschied bezüglich der Verteilung zwischen den beiden Gruppen werden dann in ein multivariates logistisches Regressionsmodell aufgenommen.

Nominalskalierte Parameter werden dummycodiert und auf eine adäquate Referenz bezogen. Die Ergebnisse der Modellierung und die Beurteilung des prognostischen Wertes der einzelnen Parameter für das Auftreten eines Jodmangels werden mit Hilfe der odds ratio und den 95%-Konfidenzintervallen beschrieben.

### 3. Ergebnisse

Im Rahmen dieser Arbeit wird untersucht, durch welche Faktoren die Jodversorgung der Schüler beeinflusst wird. Die Auswertung erfolgt auf der Grundlage von 256 Urinproben und Fragebögen von Schülern und Schülerinnen der Klassenstufen drei und vier, die im Jahr 2006 Grundschulen im Raum Giessen besuchen. Insgesamt beteiligen sich 141 Jungen und 115 Mädchen im Alter von 8 bis 11 Jahren an der Studie. Zunächst wird die Jodversorgung des gesamten Kollektivs betrachtet. Im Anschluss erfolgt die Beurteilung der verschiedenen Einflussfaktoren auf die Jodversorgung.

#### 3.1 Allgemeine Jodversorgung

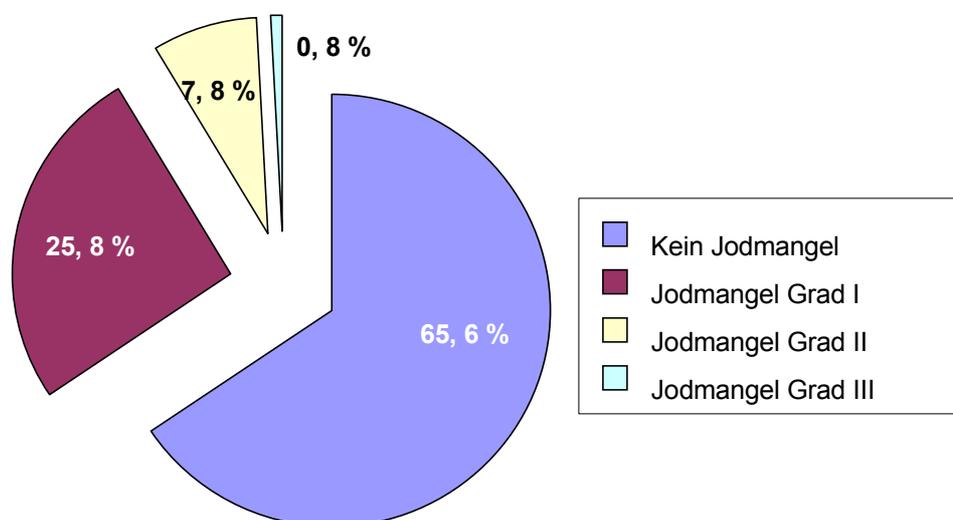
Der Median der Jodkonzentration im Urin wurde mit 122.9 µg Jod / g Kreatinin bestimmt. Es fand sich mit 17.9 µg Jod / g Kreatinin die niedrigste Jodkonzentration im Urin und mit einem Wert von 365.2 µg Jod / g Kreatinin die höchste Konzentration an Jod im Urin. Die Anteil der Probanden mit Jodmangel gemäß der WHO-Einteilung ist Tabelle 6 zu entnehmen.

**Tab. 6: Einstufung der Jodversorgung unter Berücksichtigung der WHO-Kriterien**

Jodversorgung der Schüler		µg Jod / g Kreatinin	Absolute Häufigkeit	Prozentuale Häufigkeit %
Kein Jodmangel	sehr gute Jodversorgung	≥ 300	8	3,1
	gute Jodversorgung	200-299	29	11,3
	ausreichende Jodversorgung	100-199	131	51,2
Jodmangel I	Grad I	50-99	66	25,8
	Grad II	25-49	20	7,8
	Grad III	< 25	2	0,8
Total			256	100,0

\*WHO: World Health Organisation, 1994

Von den 256 untersuchten Schülern sind 65,6 % (n = 168) ausreichend bis sehr gut mit Jod versorgt. Unter die Jodmangelkriterien der WHO fallen 34,4 % (n = 88) der Schüler. Die einzelnen Ergebnisse werden in Diagramm 1 veranschaulicht.



**Diagramm 1: Allgemeine Jodversorgung nach Jodmangelkriterien der WHO**

- Klassenstufen

Der Vergleich der Jodversorgung zwischen den Klassenstufen drei und vier ist in Tabelle 7 dargestellt.

**Tab. 7: Klassenstufe und Jodausscheidung**

Klassenstufe	Absolute Häufigkeit (N)		Total
	Prozentuale Häufigkeit %		
	Zeilenhäufigkeit %		%
	Normbereich	Jodmangel	%
	≥ 100 µg J/ g Kreatinin	<100 µg J/ g Kreatinin	
3	<b>98</b> 38,3 % 66,7 %	<b>49</b> 19,1 % 33,3 %	<b>147</b> 57,4 % 100,0 %
4	<b>69</b> 26,9 % 63,3 %	<b>40</b> 15,6 % 36,7 %	<b>109</b> 42,6 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>167</b> 65,2 %	<b>89</b> 34,8 %	<b>256</b> 100,0 %

Die Daten belegen bei 33,3 % der Schüler (n = 49) der dritten Klassen einen Jodmangel. In den vierten Klassen beträgt dieser Anteil 36,7 % (n = 40).

- Geschlechtsunterschiede

Insgesamt nahmen 141 Jungen und 115 Mädchen an der Studie teil. In Tabelle 8 sind die genauen Angaben der Jodversorgung von Jungen und Mädchen dargestellt.

**Tab. 8: Geschlecht und Jodversorgung**

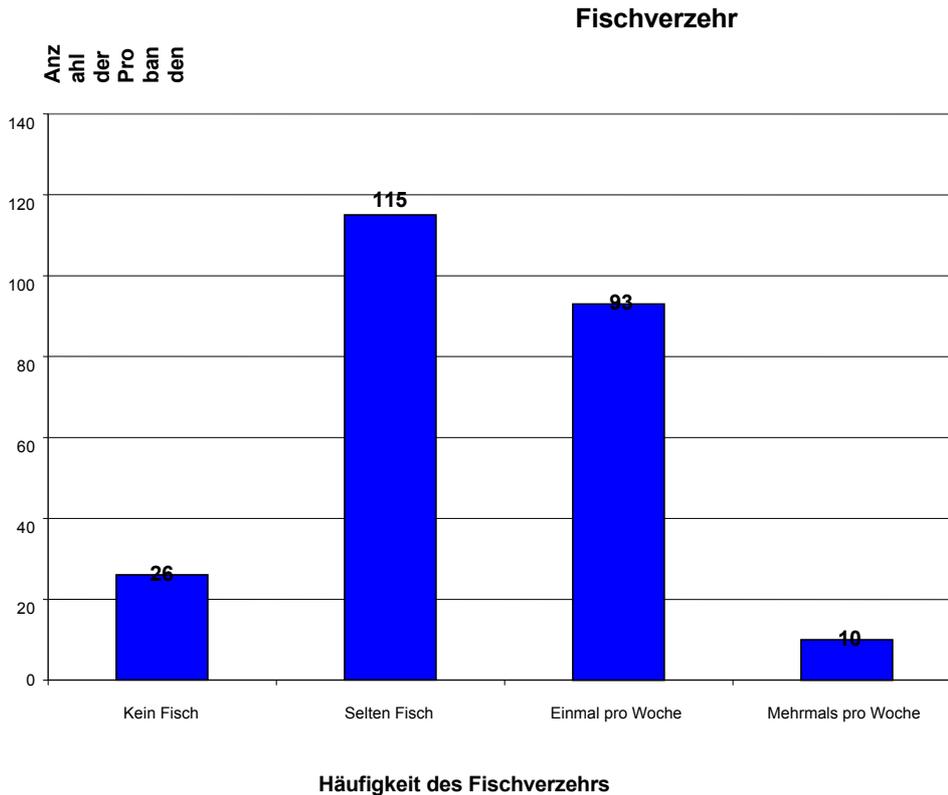
Geschlecht	Absolute Häufigkeit (N)		Total
	Prozentuale Häufigkeit %	Zeilenhäufigkeit %	
	Normbereich ≥100 µg J / g Kreatinin	Jodmangel <100 µg J / g Kreatinin	%
Jungen	<b>96</b> 37,5 % 68,1 %	<b>45</b> 17,6 % 31,9 %	<b>141</b> 55,1 % 100,0 %
Mädchen	<b>71</b> 27,7 % 61,7 %	<b>44</b> 17,2 % 38,3 %	<b>115</b> 44,9 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>167</b> 65,2 %	<b>89</b> 34,8 %	<b>256</b> 100,0 %

Von den Jungen sind 31,9 % (n = 45) gut mit Jod versorgt. Bei den Mädchen sind das 38,3 % (n = 44).

### 3.2 Einfluss der Ernährung

- Seefisch

Die Frage nach der Häufigkeit des Verzehrs von Seefisch haben 95,3 % der Probanden (n=244) beantwortet. Von den 244 Probanden nehmen 89,34 % (n=218) Seefisch mit der Nahrung auf. In Diagramm 2 ist die Häufigkeit des Verzehrs von Seefisch dargestellt.



**Diagramm 2: Häufigkeit des Fischverzehrs der Probanden**

Die verschiedenen Gruppen von Probanden mit unterschiedlicher Häufigkeit des Seefischverzehrs wurden für die Betrachtung des Einflusses von Seefisch auf die Jodausscheidung in zwei Bereiche gegliedert (Tab. 9).

**Tab. 9: Häufigkeit des Fischverzehrs und Jodausscheidung im Urin**

Häufigkeit des Fischverzehrs	Absolute Häufigkeit (N) Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %		Total
	Normbereich ≥100 µg J / g Kreatinin	Jodmangel <100 µg J / g Kreatinin	%
Kein Seefisch oder selten	<b>72</b> 29,5 % 69,9 %	<b>31</b> 12,7 % 30,1 %	<b>103</b> 42,2 % 100,0 %
Mindestens 1 mal pro Woche	<b>86</b> 35,3 % 60,9 %	<b>55</b> 22,5 % 39,0 %	<b>141</b> 57,8 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>158</b> 64,8 %	<b>86</b> 35,3 %	<b>244</b> 100,0 %

Danach nehmen 42,2 % der Schüler (n=103) selten oder nie Fisch zu sich.

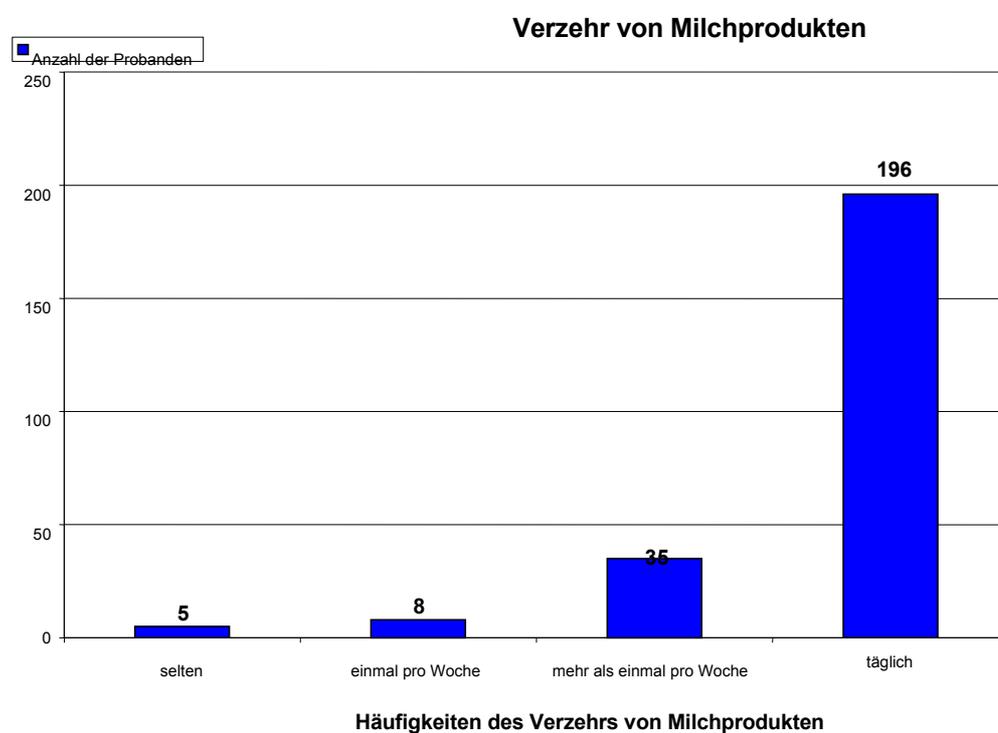
Mindestens einmal pro Woche essen 57,8 % der Schüler (n=141) Seefisch. Bei 39,0 % dieser Schüler (n = 55) zeigte sich ein Jodmangel. Von den Schülern, die selten oder nie Fisch essen, waren immerhin 30,1 % (n = 31) gut mit Jod versorgt.

#### - Milch und Milchprodukte

Die Frage nach dem Verzehr von Milchprodukten beantworteten 244 Probanden.

Mit der Nahrung nehmen 80 % der Probanden (n = 196) täglich Milch und

Milchprodukte auf. In Diagramm 3 ist die Häufigkeit des Verzehrs von Milchprodukten dargestellt.



#### Diagramm 3: Verzehr von Milchprodukten

Für die Betrachtung des Faktors Verzehr von Milchprodukten auf die Jodausscheidung wurden die Angaben der 244 Probanden in zwei Gruppen gegliedert. Danach wird nach täglichem und weniger als täglichem Verzehr von Milchprodukten unterschieden. Das verdeutlicht Tabelle 10.

**Tab. 10: Verzehr von Milchprodukten und Jodausscheidung**

Häufigkeit des Verzehrs von Milchprodukten	Absolute Häufigkeit (N)		Total
	Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %		
	Normbereich ≥100 µg J / g Kreatinin	Jodmangel <100 µg J / g Kreatinin	% %
Täglich	<b>131</b> 53,7 % 66,8 %	<b>65</b> 26,6 % 33,2 %	<b>196</b> 80,3 % 100,0 %
weniger als täglich	<b>29</b> 11,9 % 60,4 %	<b>19</b> 7,8 % 39,6 %	<b>48</b> 19,7 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>160</b> 65,6 %	<b>84</b> 34,4 %	<b>244</b> 100,0 %

Das Ergebnis zeigt, dass 39,6 % der Probanden (n = 19), die weniger als täglich Milchprodukte zu sich nehmen, nicht ausreichend mit Jod versorgt sind.

- Jodsalz

Zunächst wird die Häufigkeit der Verwendung von Jodsalz in den Haushalten der Probanden untersucht und in Tabelle 11 dargestellt. Die Frage nach der verwendeten Salzart im Haushalt haben 241 Probanden beantwortet.

**Tab. 11 Häufigkeit des Gebrauchs von Jodsalz im Haushalt**

	Anzahl der Haushalte	Prozentuale Häufigkeit %
Kein Jodsalz	10	4,2
Jodsalz	231	95,8

Im Anschluss erfolgt eine genaue Aufgliederung der Verwendung von Salz mit unterschiedlichen Zusatzstoffen und der Vergleich mit der Jodversorgung bei 241 Schülern. Die Ergebnisse sind in Tabelle 12 zusammengefasst.

**Tab. 12: Salzverwendung im Haushalt und Jodausscheidung**

Absolute Häufigkeit (N) Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %					<b>Total</b> % %
Jodausscheidung	Salz ohne Zusätze	Salz mit Jod	Salz mit Jod und Fluor	Salz mit Jod, Fluor und Folsäure	
<b>Normbereich</b>	<b>6</b>	<b>74</b>	<b>63</b>	<b>14</b>	<b>157</b>
≥100 µg J / g Kreatinin	2,5 %	30,7 %	26,1 %	5,8 %	65,2 %
	3,8 %	47,1 %	40,1 %	8,9 %	100,0 %
<b>Jodmangel</b>	<b>5</b>	<b>43</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>84</b>
<100 µg J / g Kreatinin	2,1 %	17,8 %	13,3 %	1,7 %	34,8 %
	5,9 %	51,2 %	38,1 %	4,8 %	100,0 %
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>117</b>	<b>95</b>	<b>18</b>	<b>241</b>
	4,6 %	48,6 %	39,4 %	7,5 %	100,0 %

Schüler, in deren Haushalt Salz ohne Zusätze verwendet wird, liegen mit der Jodausscheidung zu gleichen Teilen im Normbereich und im Jodmangelbereich wie Schüler, in deren Haushalt Salz mit Jod oder anderen Zusätzen verwendet wird.

**- Jodidtabletten**

Die Häufigkeit der Einnahme von Jodidtabletten nach ärztlicher Verschreibung wurde ebenfalls untersucht. Eine Schülerin nahm Jodidtabletten zu sich. Bei ihr lag die Jodausscheidung im Urin bei 24,9 µg Jod / g Kreatinin. Somit bestand ein Jodmangel Grad III. Aufgrund der zu geringen Probandenzahl (n=1) mit Einnahme von Jodidtabletten wurde dieser Einflussfaktor in die weitere Auswertung nicht einbezogen.

**3.3. Einfluss der Sozialfaktoren der Eltern der Probanden**

**- Schulausbildung**

Zunächst wird untersucht, in wieweit die Schulausbildung der Mutter Einfluss auf die Jodversorgung des Kindes hat. Von 256 Schülern, die eine Urinprobe zur Auswertung abgaben, beantworteten 89,4 % (n=229) die Frage nach der Schulbildung der Mutter. Differenziertere Angaben sind in Tabelle 13 dargestellt.

**Tab. 13: Schulausbildung der Mutter und Jodausscheidung**

Jodausscheidung	<b>Absolute Häufigkeit (N)</b>				<b>Total</b>
	Prozentuale Häufigkeit %				
	Zeilenhäufigkeit %				
	Schulausbildung Mutter				
	Kein Abschluss	Haupt-schule	Real-schule	Gymna-sium	%
<b>Normbereich</b>	<b>10</b>	<b>19</b>	<b>49</b>	<b>71</b>	<b>149</b>
≥100 µg J / g Kreatinin	4,4 %	8,3 %	21,4 %	31,0 %	65,1 %
	6,7 %	12,7 %	32,9 %	47,6 %	100,0 %
<b>Jodmangel</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>80</b>
<100 µg J / g Kreatinin	4,4 %	4,4 %	13,5 %	12,7 %	34,9 %
	12,5 %	12,5 %	38,7 %	36,2 %	100,0 %
<b>Total</b>	<b>20</b>	<b>29</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>229</b>
	8,7 %	12,7 %	34,9 %	43,7 %	100,0 %

Von den Schülern, die ausreichend mit Jod versorgt sind, absolvierten 32,9 % der Mütter (n=49) die Realschule und 47,6 % (n=71) das Gymnasium. Bei Schülern mit Jodmangel sind das 38,7 % der Mütter mit Realschulabschluss (n=31) und 36,2 % der Mütter mit Abitur (n=29). Die Frage nach der Schulbildung haben 68,7% der Väter (n=176) beantwortet. Genauere Darstellung dieser Ergebnisse zeigt Tabelle 14.

**Tab. 14: Schulausbildung des Vaters und Jodausscheidung**

Jodausscheidung	<b>Absolute Häufigkeit (N)</b>				<b>Total</b>
	Prozentuale Häufigkeit %				
	Zeilenhäufigkeit %				
	Schulbildung Vater				
	Kein Abschluss	Haupt-schule	Real-schule	Gymna-sium	%
Normbereich	<b>4</b>	<b>19</b>	<b>39</b>	<b>54</b>	<b>116</b>
≥100 µg J / g Kreatinin	2,3 %	10,8 %	22,2 %	30,7 %	65,9 %
	3,4 %	16,4 %	33,6 %	46,5 %	100,0 %
Jodmangel	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>60</b>
<100 µg J / g Kreatinin	2,8 %	6,2 %	9,1 %	15,9 %	34,1 %
	8,3 %	18,3 %	26,7 %	46,7 %	100,0 %
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>30</b>	<b>55</b>	<b>82</b>	<b>176</b>
	5,1 %	17,0 %	31,2 %	46,6 %	100,0 %

Von den Schülern, die ausreichend mit Jod versorgt sind, absolvierten 33,6 % der Väter (n=39) die Realschule und 46,5% (n=54) das Gymnasium. Bei Schülern mit Jodmangel sind das 26,7% der Väter mit Realschulabschluss (n=16) und 46,7 % der Väter mit Abitur (n=28).

#### - Berufstätigkeit

Im Weiteren wird der Einfluss der beruflichen Tätigkeit von Mutter und Vater auf die Jodversorgung ihrer Kinder betrachtet.

Von 256 Schülern, die eine Urinprobe zur Auswertung abgaben, beantworteten 87,8 % (n=225) die Frage nach der Tätigkeit der Mutter. Nähere Angaben finden sich in Tabelle 15.

**Tab. 15: Tätigkeit der Mutter und Jodausscheidung**

Jodausscheidung	Absolute Häufigkeit (N) Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %						Total % %
	Tätigkeit der Mutter						
	Keine Tätigkeit*	Fach- arbeiterin	Selbst- ständig	Beamte	Ange- stellt	Studen- tin	
Normbereich ≥100 µg J/g Kreatinin	<b>61</b> 27,2 % 41,5 %	<b>47</b> 20,9 % 31,9 %	<b>10</b> 4,4 % 6,8 %	<b>16</b> 7,1 % 10,9 %	<b>10</b> 4,4 % 6,8 %	<b>3</b> 1,3 % 2,0 %	<b>147</b> 65,3 % 100,0 %
Jodmangel <100 µg J/g Kreatinin	<b>38</b> 16,9 % 48,7 %	<b>18</b> 8,0 % 23,1 %	<b>11</b> 4,9 % 14,1 %	<b>3</b> 1,3 % 3,8 %	<b>8</b> 3,6 % 10,3 %	<b>0</b> 0,0 % 0,0 %	<b>78</b> 34,7 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>99</b> 44,0 %	<b>65</b> 28,9 %	<b>21</b> 9,3 %	<b>19</b> 8,4 %	<b>18</b> 8,0 %	<b>3</b> 1,3 %	<b>225</b> 100,0 %

\*„Keine Tätigkeit“ umfasst Mütter ohne Anstellung.

Bei Schülern mit Jodmangel sind 48,7% der Mütter (n=38) ohne Tätigkeit, 23,1% der Mütter sind Facharbeiterinnen (n=18). Die Frage nach der beruflichen Tätigkeit haben 66,0 % der Väter (n=169) beantwortet. Einzelne Ergebnisse zeigt Tabelle 16.

**Tab. 16: Tätigkeit Vater und Jodversorgung**

Jodausscheidung	Absolute Häufigkeit (N) Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %					Total % %
	Tätigkeit Vater					
	Keine Tätigkeit*	Fach- arbeiter	Selbst- ständig	Beam- ter	Ange- stellter	
Normbereich ≥100 µg J / g Kreatinin	<b>18</b> 10,6 % 15,9 %	<b>51</b> 30,2 % 45,1 %	<b>19</b> 11,2 % 16,8 %	<b>13</b> 7,7 % 11,5 %	<b>12</b> 7,1 % 10,6 %	<b>113</b> 66,9 % 100,0 %
Jodmangel <100 µg J / g Kreatinin	<b>5</b> 3,0 % 8,9 %	<b>27</b> 15,9 % 48,2 %	<b>9</b> 5,3 % 16,1 %	<b>5</b> 2,9 % 8,9 %	<b>10</b> 5,9 % 17,9 %	<b>56</b> 33,1 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>23</b> 13,6 %	<b>78</b> 46,1 %	<b>28</b> 16,6 %	<b>18</b> 10,6 %	<b>22</b> 13,0 %	<b>169</b> 100,0 %

\*„Keine Tätigkeit“ umfasst Väter, ohne Anstellung.

Von den Probanden sind 33,1% (n=56) unzureichend mit Jod versorgt und 66,9 % (n=113) ausreichend versorgt.

Kinder von Facharbeitern sind zu etwa gleichen Teilen gut und unzureichend mit Jod versorgt. Bei den selbstständigen Vätern zeigen sich ähnliche Ergebnisse. Es ergibt sich eine homogene Verteilung bezüglich der Arbeitsstellen der Väter zwischen beiden Gruppen.

#### - Wohnung der Eltern

Als dritter Sozialfaktor werden die Wohnverhältnisse der Eltern untersucht. Die teilnehmenden Probanden wurden darum gebeten, nur dann die Frage nach dem Wohnverhältnis zu beantworten, wenn beide Elternteile zusammen mit dem Probanden wohnen. Somit kann die Angabe des Vaters zum Wohnverhältnis für die gesamte Familie als zutreffend angenommen werden. Von den 256 teilnehmenden Probanden haben 68,7 % (n=176) die Frage nach dem Wohnverhältnis beantwortet. Eine genauere Aufgliederung der erzielten Ergebnisse findet sich in Tabelle 17.

**Tab. 17: Wohnverhältnis der Eltern und Jodausscheidung**

Jodausscheidung	<b>Absolute Häufigkeit (N)</b>		
	Prozentuale Häufigkeit %		
	Zeilenhäufigkeit %		
	Wohnverhältnis Eltern		<b>Total</b> %
	Eigentum* <sup>2</sup>	Miete* <sup>1</sup>	
<b>Normbereich</b>	<b>61</b>	<b>55</b>	<b>116</b>
≥100 µg J / g Kreatinin	34.7 %	31.3 %	65.9 %
	52.6 %	47.4 %	100.0 %
<b>Jodmangel</b>	<b>21</b>	<b>39</b>	<b>60</b>
<100 µg J / g Kreatinin	11.9 %	22.2 %	34.1 %
	35.0 %	65.0 %	100,0 %
<b>Total</b>	<b>82</b>	<b>94</b>	<b>176</b>
	46.6 %	53.4 %	100.0 %

\*<sup>1</sup> Miete: Mietwohnung, gemietetes Haus,

\*<sup>2</sup> Eigentum: Eigentumswohnung, eigenes Haus

Von den Probanden mit Jodmangel leben 64,4 % (n=38) der Familien in einem Mietverhältnis und 35,6 % (n=21) in Wohneigentum. Bei den Probanden mit einer ausreichenden Jodversorgung sind es 46,5 % (n=53) mit einem Mietverhältnis und 35,6 % (n=21) mit Wohneigentum.

- Fehlende Antworten auf dem Fragebogen

In die Auswertungen konnte eine Vielzahl der Probanden wegen fehlender Antworten bezüglich der Sozialfaktoren nicht einbezogen werden. Deshalb wird nachfolgend der Einfluss der Anzahl fehlender Antworten auf die Jodversorgung untersucht. Die Häufigkeit fehlender Antworten bei den Müttern ist in Tabelle 18 dargestellt.

**Tab. 18: Fehlende Antworten der Mütter**

Jodausscheidung	<b>Absolute Häufigkeit (N)</b>				<b>Total</b>
	Prozentuale Häufigkeit %				
	Zeilenhäufigkeit %				
	Anzahl der fehlenden Antworten				%
	0	1	2	3	%
<b>Normbereich</b>	<b>143</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>13</b>	<b>167</b>
≥100 µg J / g Kreatinin	55,9 %	3,9 %	0,4 %	5,1 %	65,2 %
	85,6 %	5,9 %	0,6 %	7,8 %	100,0 %
<b>Jodmangel</b>	<b>76</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>89</b>
<100 µg J / g Kreatinin	29,7 %	1,9 %	0,4 %	2,7 %	34,8 %
	85,4 %	5,6 %	1,1 %	7,9 %	100,0 %
<b>Total</b>	<b>219</b>	<b>15</b>	<b>2</b>	<b>20</b>	<b>256</b>
	85,5 %	5,9 %	0,8 %	7,8 %	100,0 %

In 37 Fällen fehlte bei den Müttern mindestens eine Angabe auf den Fragebögen. Bei 219 Probanden waren die Fragebögen vollständig ausgefüllt.

Die Anzahl der fehlenden Antworten bei den Vätern ist der Tabelle 19 zu entnehmen.

**Tab. 19: Fehlende Antworten der Väter**

Jodausscheidung	<b>Absolute Häufigkeit (N)</b> Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %				<b>Total</b> %
	Anzahl der fehlenden Antworten Des Vaters				
	0	1	2	3	%
<b>Normbereich</b>	<b>106</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>47</b>	<b>167</b>
≥100 µg J / g Kreatinin	41,4 %	5,1 %	0,4 %	18,4 %	65,2 %
	63,5 %	7,8 %	0,6 %	28,1 %	100,0 %
<b>Jodmangel</b>	<b>55</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>28</b>	<b>89</b>
<100 µg J / g Kreatinin	21,5 %	1,9 %	0,4 %	10,9 %	34,8 %
	61,8 %	5,6 %	1,1 %	31,5 %	100,0 %
<b>Total</b>	<b>161</b>	<b>18</b>	<b>2</b>	<b>75</b>	<b>256</b>
	62,9 %	7,0 %	0,8 %	29,3 %	100,0 %

In 95 Fällen fehlte bei den Vätern mindestens eine Angabe auf den Fragebögen. Bei 161 Probanden waren die Fragebögen vollständig ausgefüllt.

Die fehlende Beantwortung einiger Fragen hatte bei den Müttern und den Vätern keinen Einfluss auf die Auswertung der Jodversorgung ihrer Kinder.

### 3.4 Die einzelnen Schulen im Vergleich

Die Probanden der Studie besuchen zum Zeitpunkt der Untersuchung vier verschiedene Grundschulen in der Stadt Giessen und Umgebung. Nach der geographischen Lage befinden sich die untersuchten Schulen im Westen und Osten sowie im Zentrum der Stadt Giessen. Etwa zu gleichen Teilen besuchen die Probanden die Schule 2, 3 und 4. Die einzige Schule mit ländlichem Einzugsgebiet ist die 4. Schule. Die Grundschule 1 wird bei der Auswertung aufgrund des geringen Stichprobenumfangs nicht vordergründig betrachtet.

Die Ergebnisse der Jodversorgung der Schüler an den einzelnen Schulen sind der Tabelle 20 zu entnehmen.

#### **Tab. 20: Einfluss der Schulen auf die Jodausscheidung im Urin**

Schule	<b>Absolute Häufigkeit (N)</b>		<b>Total</b>
	Prozentuale Häufigkeit %		
	Zeilenhäufigkeit %	Normbereich ≥100 µg J/ g Kreatinin	Jodmangel <100µg J/ g Kreatinin
1	<b>9</b> 3,5 % 60,0 %	<b>6</b> 2,3 % 40,0 %	<b>15</b> 5,9 % 100,0 %
2	<b>63</b> 24,6 % 87,5 %	<b>9</b> 3,5 % 12,5 %	<b>72</b> 28,1 % 100,0 %
3	<b>37</b> 14,4 % 46,8 %	<b>42</b> 16,4 % 53,2 %	<b>79</b> 30,9 % 100,0 %
4	<b>58</b> 22,7 % 64,4 %	<b>32</b> 12,5 % 35,6 %	<b>90</b> 35,2 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>167</b> 65,2 %	<b>89</b> 34,8 %	<b>256</b> 100,0 %

Bei der 2. Schule zeigen 12.5 % Schüler (n=9) einen Jodmangel. Bei der 3. Schule sind die Hälfte der Schüler (53,2 %, n=42) unzureichend mit Jod versorgt. Die 4. Schule liegt mit einem Jodmangel bei 35,6 % der Schüler (n=32) im mittleren Bereich. Die Schüler der Schule 2 sind am besten mit Jod versorgt.

Anhand der WHO-Einteilung des Jodmangels wurde eine weitere differenzierte Betrachtung vorgenommen.

In Tabelle 21 sind die Ergebnisse der Schulen unter Berücksichtigung der Jodmangelbereiche der WHO dargestellt.

**Tab. 21: Vergleich der Schulen unter Berücksichtigung der Jodmangelbereiche laut WHO.**

	<b>Absolute Häufigkeit (N)</b>				
	Prozentuale Häufigkeit %				
	Zeilenhäufigkeit %				
Schule	Jodmangel			Normbereich	<b>Total</b>
	< 100 µg J/ g Kreatinin			≥100µg J / g Kreatinin	
	Grad III	Grad II	Grad I		%
	< 25	25-49	50-99		%
1	<b>0</b> 0,0 % 0,0 %	<b>2</b> 0,8 % 13,3 %	<b>4</b> 1,6 % 26,7 %	<b>9</b> 3,5 % 60,0 %	<b>15</b> 5,9 % 100,0 %
2	<b>1</b> 0,4 % 1,4 %	<b>2</b> 0,8 % 2,8 %	<b>6</b> 2,3 % 8,3 %	<b>63</b> 24,5 % 87,5 %	<b>72</b> 28,0 % 100,0 %
3	<b>0</b> 0,0 % 0,0 %	<b>9</b> 3,5 % 11,4 %	<b>33</b> 12,9 % 41,8 %	<b>37</b> 14,4 % 46,9 %	<b>79</b> 30,9 % 100,0 %
4	<b>1</b> 0,4 % 1,1 %	<b>7</b> 2,7 % 7,8 %	<b>23</b> 9,0 % 25,6 %	<b>59</b> 23,1 % 65,5 %	<b>90</b> 35,2 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>2</b> 0,8 %	<b>20</b> 7,8 %	<b>66</b> 25,8 %	<b>168</b> 65,6 %	<b>256</b> 100,0 %

Während 8,33 % der Probanden (n=6) der Schule 2 einen Jodmangel Grad I aufweisen, sind es bei der Schule 3 41,8% (n=33). Ein Jodmangel Grad II mit Jodwerten zwischen 25 und 49 µg Jod /g Kreatinin im Urin findet sich bei 11,4% der Probanden (n=9) der Schule 3 und bei 2,8% (n=2) der Probanden der Schule 2. Der Vergleich der Jodversorgung der Schüler an allen Schulen zeigt, dass die Schüler der Schule 2 mit einem Anteil von 87,5 % (n=63) am besten mit Jod versorgt sind.

## 4. Diskussion

Weltweit sind immer noch etwa 800 Millionen Menschen vom Jodmangel betroffen. Allein in West- und Zentraleuropa zeigen mehr als die Hälfte der Bevölkerung eine Jod-Urinkonzentration von  $< 100 \mu\text{g/l}$ , was als unzureichende Jodversorgung angesehen wird. Anhand des letzten weltweiten Jodmonitorings der WHO zeigt sich durchschnittlich ein Jodmangelgrad I bei der Bevölkerung von Frankreich, Belgien, Irland, Italien, Dänemark, Polen, Rumänien, Ungarn, der Ukraine und Russland.

Insgesamt wurde für die Bevölkerung bei 130 von 191 Staaten der Erde ein Jodmangel nachgewiesen. In 105 Ländern gibt es Jodkommissionen und in 98 Ländern bestehen gesetzliche Rahmenbedingungen für die Anwendung von Jodsalz. International durchgeführte Studien belegen auch bei Schulkindern der Grundschulen einen Jodmangel (*Delange u a 2002, El-Mougi u a 2004, Hampel u a 2001, Hess und Zimmermann 2000, Hess u a 2001, Jayatissa u a 2005, Joshi u a 2006, Kulwa u a 2006, Ojule u a 1998, Rendl u a 2001, Zimmermann u a 2003, Zimmermann u a 2005*).

Untersuchungen von etwa 7600 Schülern im Alter von 7 bis 15 Jahren aus 12 Ländern Europas zeigten eine seit dem Jahre 1992 deutlich verbesserte Jodversorgung (*Delange u a 1997*). Bei 27 Prozent der sechs- bis zwölfjährigen Schulkinder in Deutschland besteht dem Bericht der WHO aus dem Jahre 2004 zufolge immer noch eine unzureichende Jodversorgung (Median der Jodausscheidung im Urin  $< 100 \mu\text{g/l}$ , Jodmangel Grad I).

*Rendl u a* legten im Jahre 2001 eine Studie zur Jodversorgung von 591 Würzburger-Schülern vor und belegten eine mittlere Jodausscheidung von  $183 \mu\text{g Jod/g Kreatinin}$ . Bei 19,7 Prozent der Probanden wurde ein Jodmangel festgestellt. Weitere Studien kommen zu ähnlichen Ergebnissen (*Hess und Zimmermann 2000, Zimmermann u a 2003 und 2006*). Die vorliegende Studie befasst sich mit der Jodversorgung von Schülern der Klassenstufen drei und vier im Raum Giessen (Bundesland Hessen) und den möglichen Einflussfaktoren der Ernährung und des sozialen Umfeldes der Schüler. Probanden in dieser Altersgruppe sind aufgrund ihrer Zugänglichkeit gut geeignet für Befragungen, welche die Differenziertheit sozialer Schichten der Bevölkerung einbeziehen. Von den 13 im Raum Giessen angeschriebenen Schulen haben sich vier Schulen mit 256 Schülern freiwillig für die Teilnahme an der Studie bereit erklärt.

Bisher wurden keine flächen deckenden Studien mit Schulkindern im Bundesland Hessen durchgeführt. Lediglich eine von *Hampel u a* im Jahre 1995 vorgelegte Untersuchung an 6000 Probanden im Alter von 18 bis 70 Jahren bezog Probanden aus Hessen ein. Dabei betrug die durchschnittliche Urin-Jodausscheidung sämtlicher Probanden in gesamt Deutschland bei 72 µg Jod / g Kreatinin. Die Bevölkerung des Lahn-Dill-Kreises lag mit einer Struma-Häufigkeit von 62 % deutlich über dem Durchschnitt von 52 %.

Die Messungen von *Hampel u a* im Jahre 2001 an 3000 Schulkindern aus 128 Städten in Deutschland ergaben eine mittlere Jodausscheidung von 148 µg/g, jedoch hatten 27 % der Probanden noch immer mindestens einen Jodmangel Grad I.

In der vorliegenden Studie wurden vergleichbare Ergebnisse erzielt.

Die Kinder erreichten die von der WHO definierten Mindestwerte. Die Jodausscheidung im Urin lag im Durchschnitt bei 122.9 µg Jod / g Kreatinin (WHO-Wert 100 bis 300 µg J/g Kreatinin). Unter 100 µg J/g Kreatinin lagen 34,4 % der Werte (WHO-Kriterium: < 50 %) sowie 7,8 % der Werte unter 50 µg J/g Kreatinin (WHO-Kriterium: < 20 %). Damit kann die Stadt Giessen nicht mehr als Jodmangelgebiet bezeichnet werden (*WHO und ICCIDD, 1994*).

Auch mit den bisher weltweit erhobenen Daten sind die vorliegenden Ergebnisse vergleichbar. In Italien, Albanien, sowie Tanzania, Westafrika, Nigeria, Sri Lanka und Nepal wurde durchschnittlich bei etwa 30 % der Schüler ein Jodmangel festgestellt (*Costa u a 1984, Delange u a 2002, Jayatissa u a 2005, Joshi u a 2006, Kulwa u a 2006, Ojule u a 1989, Zimmermann u a 2003*).

Zwischen den Klassenstufen drei und vier (Tab. 7) wurden in der vorliegenden Studie keine Unterschiede für die Jodversorgung ermittelt ( $p=0,60$ ).

Auch bei dem Vergleich von Jungen und Mädchen (Tab. 8) ergaben sich keine Unterschiede ( $p=0.30$ ). Weitere klassen- oder geschlechtsspezifische Betrachtungen erfolgten deshalb nicht.

Von 42,2 % der Schüler ( $n=103$ ) wird mindestens einmal pro Woche Seefisch verzehrt. Nach den Daten in Tabelle 9 hat der Verzehr von Seefisch in den untersuchten Fällen keinen Einfluss auf die Jodversorgung ( $p=0.17$ ). Aus diesem Grund wurde der Faktor Fischverzehr in der multivariaten Auswertung nicht weiter berücksichtigt.

Mit der Nahrung nehmen 80 % der Probanden (n=196) täglich Milch und Milchprodukte auf. Ein Einfluss auf die Jodversorgung ist nicht erkennbar (p=0.40, Tab. 10).

In 95,8 Prozent der Haushalte der Probanden dieser Studie wird Jodsalz verwendet (Tab. 11, 12). Dieses Ergebnis liegt über dem von der WHO geforderten Wert von mehr als 90 % (Rendl u a 2001).

Da Kinder in der Regel einen Grossteil der Mahlzeiten zuhause einnehmen, kommt der Verwendung von Jodsalz in Haushalten mit Kindern besondere Bedeutung zu.

Der Vergleich der Jodausscheidung mit der genauen Zusammensetzung des verwendeten Speisesalzes in den Haushalten ergab die in Tabelle 22 dargestellten Ergebnisse.

**Tab. 22: Salzzusätze und Jodausscheidung**

Salzzusammen- setzung	<b>Absolute Häufigkeit (N)</b>		<b>Total</b>
	Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %		
	Normbereich ≥100µg J / g Kreatinin	Jodmangel < 100 µg J/ g Kreatinin	% %
Kein Zusatz oder nur Jod	<b>80</b> 33.2 % 62.5 %	<b>48</b> 19.9 % 37.5 %	<b>128</b> 53.1 % 100,0 %
Jod und Fluor oder Jod, Fluor und Folsäure	<b>77</b> 31.9 % 68.1 %	<b>36</b> 14.9 % 31.9 %	<b>113</b> 46.9 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>157</b> 65.1 %	<b>84</b> 34.8 %	<b>241</b> 100.0 %

Bisher ist es aufwändig ein Salz mit mehreren Zusätzen in den Verkaufsstellen zu finden. Wird davon ausgegangen, dass Probanden, die ein Salz mit mehreren Zusätzen verwenden, auch ein größeres Wissen über Nahrungsmittel besitzen als andere, sollten diese Probanden auch besser mit Jod versorgt sein. Bei der Betrachtung des Vergleichs in Tabelle 22 kann diese Aussage nicht bestätigt werden.

Probanden, die ein Salz ohne Zusatz oder nur mit Jod verwenden, sind zu 37,5 % (n=48) unzureichend mit Jod versorgt. Bei den Probanden, die ein Salz mit mehreren

Zusätzen (Fluor, Folsäure) im Haushalt benutzen, liegt der Anteil ungenügender Jodversorgung bei 31,9 % (n=36).

Der Gebrauch von Salz mit unterschiedlichen Zusätzen hat in dieser Probandengruppe keinen Einfluss auf die Jodversorgung ( $p=0.42$ ). Bisher wurden keine Studien zur Jodversorgung unter Berücksichtigung der Salzzusammensetzung durchgeführt, was den Vergleich mit älteren Daten nicht ermöglicht.

Die Daten der 2. Bayrischen Verzehrsstudie, die von 2002 bis 2003 an 896 Probanden im Alter von 13 bis 80 Jahren durchgeführt wurde, zeigten, dass weibliche Teilnehmer ein signifikant besseres Ernährungswissen haben als männliche Teilnehmer. Auch Personen aus höheren sozialen Schichten zeigten ein besseres Ernährungswissen als Personen aus niedrigeren sozialen Schichten.

Für Ernährungsthemen besonders schwer zugänglich gelten die unteren Sozialschichten. Sie zeigen nur geringes Interesse an ernährungsbezogenen Informationen. Gleichzeitig ist häufig gerade bei dieser Bevölkerungsgruppe ein ungünstiges Ernährungsverhalten zu beobachten.

Knappe finanzielle Ressourcen bestimmen die Wahl der Nahrungsmittel, gesundheitliche oder ökologische Aspekte spielen dabei selten eine Rolle.

Ernährungsbedingte Gesundheitsprobleme treten häufig auf. Dies führt dazu, dass Entwicklungspotentiale und Ressourcen durch die fehlende Gesundheit verringert werden und sich damit der Grad an sozialer Benachteiligung weiter erhöht.

Zudem werden einmal erworbene Ernährungsmuster häufig ein Leben lang beibehalten. Ungünstige Ernährungsweisen im Kindesalter bleiben daher auch im Erwachsenenalter erhalten.

Aus sozialer Sicht ist es wesentlich, dass nachhaltige Ernährung nicht auf bestimmte Gruppen der Gesellschaft beschränkt bleibt, sie nicht zur Verschärfung sozialer, ernährungsbezogener und gesundheitlicher Unterschiede beiträgt, sondern zu deren Minimierung.

Auch deshalb wurde in der vorliegenden Studie besonderer Wert auf die Ergebnisse im Bereich des Sozialstatus der Eltern und vor allem der Mütter gelegt.

Weltweit gibt es bisher keine Studie zur Jodversorgung von Schülern unter Einbezug des sozialen Hintergrundes der Familien.

Bei der Betrachtung der Schulausbildung der Eltern (Tab. 13, 14) konnte mit vorliegender Studie kein Einfluss auf die Jodausscheidung aufgezeigt werden.

Für die weitere Untersuchung erfolgte die Zuordnung des Merkmals Schulausbildung in 2 Gruppen, die in Tabelle 23 dargestellt sind.

**Tab.: 23: Schulausbildung der Mutter differenziert nach 2 Gruppen und Jodausscheidung**

	<b>Absolute Häufigkeit (N)</b>		
	Prozentuale Häufigkeit %		
	Zeilenhäufigkeit %		
Jodausscheidung	Schulabschluss Mutter		<b>Total</b>
	Kein Abschluss oder Hauptschule	Realschule oder Gymnasium	% %
<b>Normbereich</b>	<b>29</b>	<b>120</b>	<b>149</b>
≥100µg J / g Kreatinin	12.7 %	52.4 %	65.1 %
	19.5 %	80.5 %	100,0 %
<b>Jodmangel</b>	<b>20</b>	<b>60</b>	<b>80</b>
< 100 µg J/ g Kreatinin	8.7 %	26.2 %	34.9 %
	25.0 %	75.0 %	100,0 %
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>180</b>	<b>229</b>
	21.4 %	78.6 %	100.0 %

Auch nach dieser Differenzierung zeigt die Schulausbildung der Mutter ( $p=0.40$ ) keinen relevanten Einfluss auf die Jodausscheidung.

Analog dieser Betrachtungsweise erfolgt die Auswertung der Ergebnisse der Schulausbildung bei den Vätern.

Nähere Angaben sind Tabelle 24 zu entnehmen.

**Tab. 24 Schulausbildung des Vaters differenziert nach 2 Gruppen und Jodausscheidung**

Jodausscheidung	Absolute Häufigkeit (N) Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %		
	Schulabschluss Vater		Total % %
	Kein Abschluss oder Hauptschule	Realschule oder Gymnasium	
Normbereich ≥100 µg J / g Kreatinin	<b>23</b> 13.1 % 19.8 %	<b>93</b> 52.8 % 80.2 %	<b>116</b> 65.9 % 100,0 %
Jodmangel <100 µg J / g Kreatinin	<b>16</b> 9.1 % 26.7 %	<b>44</b> 25.0 % 73.3 %	<b>60</b> 34.1 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>39</b> 22.2 %	<b>137</b> 77.8 %	<b>176</b> 100.0 %

Mit einem p-Wert von 0.34 bestätigt sich, dass bei dieser Untersuchungsgruppe die Schulausbildung der Väter keinen Einfluss auf die Jodausscheidung hat.

Bei der Betrachtung eines möglichen Einflusses der Tätigkeit der Mütter stellt sich die Frage, ob Probanden von berufstätigen Müttern besser oder schlechter mit Jod versorgt sind, als Probanden von erwerbslosen Müttern und Hausfrauen.

Dazu Tabelle 25.

**Tab. 25: Vergleich Mütter mit Anstellung bzw. Mütter ohne Anstellung bezogen auf die Jodausscheidung der Kinder**

Jodausscheidung	Absolute Häufigkeit (N) Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %		Total % %
	Ohne Anstellung	Mit Anstellung	
Normbereich ≥100 µg J / g Kreatinin	<b>61</b> 27.1 % 41.5 %	<b>86</b> 38.2 % 58.5 %	<b>147</b> 65.3 % 100,0 %
Jodmangel <100 µg J / g Kreatinin	<b>38</b> 16.9 % 48.7 %	<b>40</b> 17.8 % 51.3 %	<b>78</b> 34.7 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>99</b> 44.0 %	<b>126</b> 56.0 %	<b>225</b> 100.0 %

Ein Unterschied zwischen der Jodversorgung von Schülern berufstätiger Mütter und erwerbsloser oder arbeitsloser Mütter kann nicht aufgezeigt werden (p=0.32).

Ein ähnliches Ergebnis zeigt sich bei der Untersuchung der Tätigkeit der Väter. Auch hierbei konnte kein Einfluss auf die Jodversorgung der einbezogenen Probanden festgestellt werden ( $p=0.72$ ).

Die Daten von Tabelle 17 zeigen jedoch die Tendenz, dass Schüler von Eltern mit einer Eigentumswohnung oder einem eigenen Haus besser mit Jod versorgt sind als Schüler mit Eltern, die in einem Mietverhältnis leben. Der Faktor Wohnung der Eltern wurde einer univariaten statistischen Analyse unterzogen.

Mit Hilfe des Fisher's Exacten Test konnte ein Unterschied in der Jodversorgung aufgezeigt werden ( $p=0.04$ ).

Einkommensarmut geht tendenziell einher mit einer vergleichsweise hohen Mietbelastung bei gleichzeitig schlechter Wohnqualität.

Hinzu kommt, dass sich seit Jahren Tendenzen von Wohnsegregationen verstärken, d.h. dass diese Kinder überwiegend in benachteiligten Stadtteilen und Wohnquartieren aufwachsen, unter ihresgleichen bleiben und damit ausgegrenzt werden.

Auch deshalb wurde das Merkmal Wohnverhältnis der Eltern in ein Modell der logistischen Regressionsanalyse aufgenommen (Tab. 28, 29).

Im Ergebnis der Untersuchung wird ein Unterschied bezüglich der Jodversorgung an den einzelnen Grundschulen festgestellt (Tab. 20, 21). Die Differenziertheit ergibt sich maßgeblich aus der Wohnsituation der Eltern (Tab. 17).

In den Tabellen 26, 27 sind die Unterschiede der Wohnungssituation der Eltern bei Probanden verschiedener Schulen mit ausreichender Jodversorgung (Tab. 26) und mit Jodmangel (Tab. 27) erfasst.

#### **Tab. 26: Wohnverhältnis der Eltern, Normale Jodversorgung und Schule**

Schule	Absolute Häufigkeit (N) Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %		
	Wohnung der Eltern		Total % %
	Eigentum	Miete	
1	<b>1</b> 0.9 % 33.3 %	<b>2</b> 1.7 % 66.7 %	<b>3</b> 2.6 % 100,0 %
2	<b>22</b> 19.0 % 44.9 %	<b>27</b> 23.3 % 55.1 %	<b>49</b> 42.2 % 100,0 %
3	<b>8</b> 6.9 % 40.0 %	<b>12</b> 10.3 % 60.0 %	<b>20</b> 17.2 % 100,0 %
4	<b>30</b> 25.9 % 68.2 %	<b>14</b> 12.1 % 31.8 %	<b>44</b> 37.9 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>61</b> 52.6 %	<b>55</b> 47.4 %	<b>116</b> 100.0 %

Tab. 27: Wohnverhältnis der Eltern, Jodmangel und Schule

Schule	Absolute Häufigkeit (N) Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %		
	Wohnverhältnis Eltern		Total % %
	Eigentum	Miete	
1	<b>1</b> 1.7 % 33.3 %	<b>2</b> 3.3 % 66.7 %	<b>3</b> 5.0 % 100,0 %
2	<b>2</b> 3.3 % 28.6 %	<b>5</b> 8.3 % 71.4 %	<b>7</b> 11.7 % 100,0 %

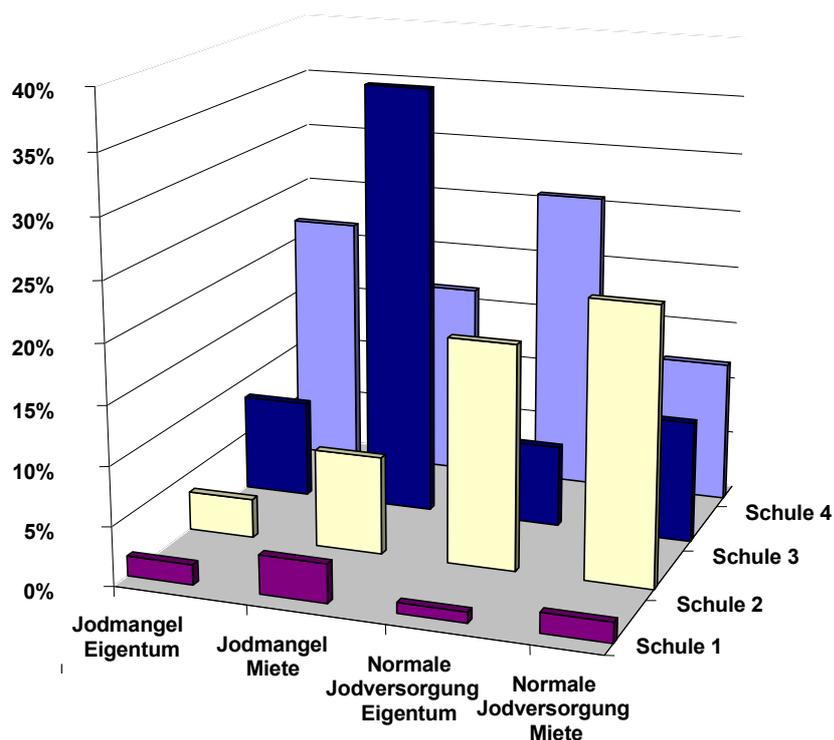
Schule	<b>Absolute Häufigkeit (N)</b> Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %		
	Wohnverhältnis Eltern		<b>Total</b>
	Eigentum	Miete	% %
1	<b>1</b> 1.7 % 33.3 %	<b>2</b> 3.3 % 66.7 %	<b>3</b> 5.0 % 100,0 %
3	<b>5</b> 8.3 % 18.5 %	<b>22</b> 36.7 % 81.5 %	<b>27</b> 45.0 % 100,0 %
4	<b>13</b> 21.7 % 56.5 %	<b>10</b> 16.7 % 43.5 %	<b>23</b> 38.3 % 100,0 %
<b>Total</b>	<b>21</b> 35.0 %	<b>39</b> 65.0 %	<b>60</b> 100.0 %

Die Auswertung der Tabellen 26, 27 ergibt eine etwa gleiche Anzahl von Probanden der Schule 2 (n=56), Schule 3 (n=47) und Schule 4 (n=67).

Von den Probanden, deren Eltern die Frage nach der Wohnungssituation beantwortet haben, sind 116 gut mit Jod versorgt, und 60 Probanden zeigen einen Jodmangel. Im Weiteren werden die Probanden der verschiedenen Schulen mit Jodmangel betrachtet (Tab. 27).

Von den Probanden der Schule 3 wohnen 81.5 % (n=22) in einem Mietverhältnis, bei der Schule 4 sind das lediglich 43,5 % (n=10).

Der Vergleich Eigentum und Miete bei verschiedenen Schulen und Jodversorgung ist in Diagramm 4 anschaulich dargestellt.



**Diagramm 4: Wohnverhältnis der Eltern von Probanden verschiedener Schulen und Jodversorgung**

Die Probanden der 3. Schule sind am schlechtesten mit Jod versorgt. Dieses Ergebnis bestätigt der zuletzt durchgeführte Vergleich. Die 3. Schule hat den größten Anteil an Mietverhältnissen der Eltern. Für eine genauere Betrachtung wurde eine logistische Regression mit den unterschiedlichen Schulen und dem Wohnverhältnis der Eltern vorgenommen.

### Logistische Regressionsanalyse

Im Fisher's Exacten Test ist das Merkmal Schule der Faktor mit dem größten Einfluss auf die Jodausscheidung ( $p \ll 1$  promil). Aus diesem Grund wurde das

Merkmal Schulzugehörigkeit mit seinen vier Ausprägungen in das Modell der logistischen Regressionsanalyse aufgenommen. Die 2. Schule wurde als Referenz festgelegt. Sämtliche andere Ausprägungen (andere Schulzugehörigkeit) werden bei der Auswertung zur Referenzkategorie in Bezug gesetzt.

Das Wohnverhältnis der Eltern wurde ebenso in das Modell der logistischen Regression aufgenommen und als separates Merkmal der Probanden von verschiedenen Schulen betrachtet.

D1: Schule 1 im Verhältnis zur Referenz

D2: Schule 3 im Verhältnis zur Referenz

D3: Schule 4 im Verhältnis zur Referenz

**Tab.: 28 Fishers Exact Test für Merkmal Schule und Wohnverhältnis der Eltern**

Analysis of Maximum Likelihood Estimates					
Parameter	DF	Estimate	Standard Error	Wald Chi-Square	Pr > ChiSq
Intercept	1	-2,38	0,48	24,71	<,0001
d1	1	1,92	0,92	4,34	<b>0,0371</b>
d2	1	2,19	0,50	18,84	<b>&lt;,0001</b>
d3	1	1,47	0,49	8,85	<b>0,0029</b>
Wohnung Eltern	1	0,69	0,37	3,54	<b>0,0599</b>

**Tab.: 29 Odds ratio und 95 % Konfidenzintervall für die Merkmale Schule und Wohnverhältnis der Eltern**

Odds Ratio Estimates			
Effect	Point Estimate	95 % Wald Konfidenz Intervall	
	d1	6,8	1,12
d2	8,9	3,32	23,97
d3	4,3	1,65	11,47
Wohnung Eltern	2,0	0,97	4,08

Bei den Schülern der 1. Schule besteht ein 6,8-fach höheres Risiko einen Jodmangel zu entwickeln, als bei Schülern der Referenzschule. Das 95% Konfidenzintervall beträgt hierbei [1,12; 41,56].

Im Vergleich zur Referenzschule (Schule 2) besteht bei den Probanden der 3. Schule ein 8,9-fach höheres Risiko einen Jodmangel zu entwickeln bei einem 95% Konfidenzintervall von [3,32; 23,97].

Die Probanden der 4. Schule zeigen im Vergleich zur Referenz ein 4,3-fach höheres Risiko einen Jodmangel zu entwickeln bei einem 95% Konfidenzintervall von [1,65; 11,47].

Bei Probanden mit Eltern, die in einem Mietverhältnis leben, zeigt sich ein 2-fach höheres Risiko einen Jodmangel zu entwickeln. Dieses Ergebnis wird durch das 95% Konfidenzintervall von [0,97; 4,08] nicht bestätigt, kann bei einem p-Wert von 0,0599 aber auch nicht vernachlässigt werden.

Am deutlichsten zeigt sich der Einfluss der 3. Schule auf die Jodversorgung bei einem p-Wert von  $< 0.0001$ .

Für die Befragung und medizinische Untersuchung nach sozialstrukturellen und ernährungspolitischen Gesichtspunkten wurden 4 Grundschulen ausgewählt, die sich nach ihrem Ausländeranteil sowie ihrer Lage im Stadtgebiet Giessen voneinander unterscheiden.

Dabei zeigte sich, dass es deutliche regionale Unterschiede in der Jodversorgung im Raum Giessen gibt. Die Familien der Probanden der Schule 3, welche im sozial eher benachteiligten Stadtteil Innenstadt/Nord gelegen ist, zeigen den höchsten Anteil von Mietverhältnissen und die jeweiligen Probanden sind am schlechtesten mit Jod versorgt. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem „Giessener Armutsbericht“ von 2000. Auch in den für die Stadt Giessen erstellten Sozialstrukturdaten zur Beschreibung der Lebenslage von Kindern, Jugendlichen und Familien und stadtteilbezogenen Sozialstrukturen von 1999 wurde auf die Giessener Innen- und Nordstadt, als Stadtteile mit besonderem Entwicklungsbedarf hingewiesen.

Im Giessener Armutsbericht von 2000 fand sich im Gebiet der Innen- und Nordstadt mit 18,5 bis 21,2 % der höchste Anteil an Hauptschulabschlüssen unter den Schulabgängern.

Die Kariesverteilungs- und Häufigkeitsstudie aus dem Jahre 1999/2000 in der Stadt Giessen und Umgebung zeigte ebenso in der Innen- und Nordstadt die höchste Inzidenz und Prävalenz von Karies (mehr als 30 % der Grundschul Kinder).

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen machen deutlich, dass noch weiterhin Maßnahmen ergriffen werden müssen, um eine Gesamtversorgung der Bevölkerung zu erzielen.

Einschulungsuntersuchungen in Hessen werden nach standardisierten Verfahren durchgeführt. Jodmangel ist bisher kein Bestandteil. Dieser sollte in das Untersuchungsprogramm aufgenommen werden. Vorhandene Mangelerscheinungen könnten erkannt, und entsprechende Empfehlungen an Eltern und Schule gegeben werden.

Ein Ziel sollte sein, erkannte Benachteiligungen bis zur Einschulung zu minimieren.

Es bedarf einer umfassenden Aufklärung und Information über Eigenschaften von jodhaltigen Produkten auf deren Grundlage eine Kaufentscheidung möglich ist.

Richtet man die Pausenverpflegung in den Schulen an den Vorschlägen der DGE aus und weckt im Unterricht Motivation und Mitarbeit, unter Einbezug der familiären Herkunft von Kindern, ihrer Ziele und Einstellungen, dann sollte es durchaus möglich sein, den Ernährungszustand, das Ernährungswissen und das gesundheitsrelevante Verhalten auch in unterprivilegierten Bevölkerungsteilen stärker als bisher zu fördern.

Zur Überprüfung der Jodversorgung sollte regelmässig ein flächendeckendes, repräsentatives Jod-Monitoring durchgeführt werden.

Bei Kindern und Jugendlichen hat der Verzehr von verarbeiteten Lebensmitteln sowie Fast Food in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Eine Verwendung von Jodsalz bei der Produktverarbeitung und Produktherstellung könnte somit dazu beitragen die Jodlücke zu schließen oder zu verringern.

Da in der Europäischen Union jedoch noch keine Gesetzgebung vorliegt, die eine einheitliche Verwendung von Jodsalz in Speisesalz und die Anreicherung von Lebensmitteln vorsieht, sehen sich überregionale Lebensmittelproduzenten bislang nicht dazu verpflichtet Jodsalz bei der Produktion einzusetzen (*Adam 2003*).

Es ist Ziel verschiedener Organisationen (z. B. AK-Jodmangel), eine Gesetzgebung auf europäischer Ebene zu bewirken, die zu einer einheitlichen Jodierung von Speisesalz verpflichtet, aber eine generelle Direktanreicherung von Lebensmitteln mit Jod verhindert (*Adam 2003, Großklaus und Jahreis 2004*).

Abschliessend soll auf die zu Beginn aufgestellten Fragen eingegangen werden:

1. Von den 256 untersuchten Schülern sind 65,6 % ausreichend bis sehr gut mit Jod versorgt. Unter die Jodmangelkriterien der WHO fallen 34,4 % der Schüler.
2. Ein Unterschied in der Jodversorgung zwischen den Klassenstufen drei und vier konnte nicht aufgezeigt werden.
3. Auch bei dem Vergleich von Jungen und Mädchen wurden keine Unterschiede für die Jodversorgung ermittelt.
4. Der Verzehr von Seefisch sowie die Häufigkeit der Aufnahme von Milch und Milchprodukten hat in den untersuchten Fällen keinen Einfluss auf die Jodversorgung.
5. In der überwiegenden Zahl der Haushalte der Probanden wird Jodsalz verwendet.
6. Mindestens einmal pro Woche essen 57,8 % der Schüler Seefisch. 42,2 % der Schüler nehmen selten oder nie Fisch zu sich. Mit der Nahrung nehmen 80 % der Probanden täglich Milch und Milchprodukte auf.
7. Von den Probanden mit Jodmangel leben 64,4 % der Familien in einem Mietverhältnis und 35,6 % in Wohneigentum. Bei den Probanden mit einer ausreichenden Jodversorgung sind es 46,5 % mit einem Mietverhältnis und 35,6 % mit Wohneigentum.
8. Die Schüler der 2. Schule (Ostteil der Stadt) sind mit einem Jodmangelanteil von 12,5 % (n=9) am besten mit Jod versorgt. Bei der 3. Schule sind die Hälfte der Schüler (53,2 %, n=42) unzureichend mit Jod versorgt. In der logistischen Regressionsanalyse zeigte sich, dass es deutliche regionale Unterschiede in der Jodversorgung im Raum Giessen gibt. Die Familien der Probanden der Schule 3, welche im sozial eher benachteiligten Stadtteil Innenstadt/Nord gelegen ist, zeigen den höchsten Anteil von Mietverhältnissen und die jeweiligen Probanden sind am schlechtesten mit Jod versorgt.

## 5. Zusammenfassung

Weltweit sind immer noch etwa 800 Millionen Menschen vom Jodmangel betroffen. International durchgeführte Studien belegen auch bei Schulkindern der Grundschulen einen Jodmangel. Bisher wurden keine flächen deckenden Studien mit Schulkindern im Bundesland Hessen durchgeführt. Die hier vorliegende Studie hat das Ziel, den aktuellen Jodversorgungsstatus von Schulkindern in der Stadt Giessen und Umgebung in Abhängigkeit von möglichen Einflussfaktoren zu erfassen.

In der Studie wurden 256 Urinproben und Fragebögen von Schülern und Schülerinnen der Klassenstufen drei und vier, die im Jahr 2006 Grundschulen im Raum Giessen besuchten, untersucht. Insgesamt beteiligten sich 141 Jungen und 115 Mädchen im Alter von 8 bis 11 Jahren. Die Jodkonzentration in den Urinproben wurde mithilfe der Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC) bestimmt. Der Fragebogen erfasste Nahrungsgewohnheiten und den Sozialstatus der Eltern der Probanden. Die Statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS Version 9.13 für Windows.

Der Median der Jodkonzentration im Urin wurde mit 122.9 µg Jod / g Kreatinin bestimmt. Es fand sich mit 17.9 µg Jod / g Kreatinin die niedrigste Jodkonzentration im Urin und mit einem Wert von 365.2 µg Jod / g Kreatinin die höchste Konzentration an Jod im Urin. Von den 256 untersuchten Schülern sind 65,6 % ausreichend bis sehr gut mit Jod versorgt. Unter die Jodmangelkriterien der WHO fallen 34,4 % der Schüler. Der Verzehr von Seefisch sowie die Häufigkeit der Aufnahme von Milch und Milchprodukten hat in den untersuchten Fällen keinen Einfluss auf die Jodversorgung. In der überwiegenden Zahl der Haushalte der Probanden wird Jodsalz verwendet (95,8 %). Schulabschluss und Arbeitsstelle der Eltern haben keinen signifikanten Einfluss auf die Jodversorgung des hier einbezogenen Kollektivs von Schülern. Bei der Wohnsituation lässt sich ein Unterschied in der Jodversorgung zwischen Familien mit Mietwohnungen und Familien mit Eigentum darstellen. Von den Probanden mit Jodmangel leben 64,4 % der Familien in einem Mietverhältnis und 35,6 % in Wohneigentum. Bei den Probanden mit einer ausreichenden Jodversorgung sind es 46,5 % mit einem Mietverhältnis und 35,6 % mit Wohneigentum. Für die Befragung und medizinische Untersuchung nach sozialstrukturellen und ernährungspolitischen Gesichtspunkten wurden 4 Grundschulen ausgewählt, die sich nach ihrem Ausländeranteil sowie ihrer Lage im Stadtgebiet Giessen voneinander unterscheiden. Nach der geographischen Lage

befinden sich die untersuchten Schulen im Westen und Osten sowie im Zentrum der Stadt Giessen und werden zu etwa gleichen Teilen von den Probanden besucht. Die Schüler der 2. Schule (Ostteil der Stadt) sind mit einem Jodmangelanteil von 12,5 % (n=9) am besten versorgt. Bei der 3. Schule sind die Hälfte der Schüler (53,2 %, n=42) unzureichend mit Jod versorgt. Die Durchführung einer logistischen Regressionsanalyse mit den unterschiedlichen Schulen und dem Wohnverhältnis der Eltern bestätigte, dass es deutliche regionale Unterschiede in der Jodversorgung im Raum Giessen gibt. Die Familien der Probanden der Schule 3, welche im sozial eher benachteiligten Stadtteil Innenstadt/Nord gelegen ist, zeigen den höchsten Anteil von Mietverhältnissen und die jeweiligen Probanden sind am schlechtesten mit Jod versorgt. Dieses Ergebnis deckt sich mit dem Giessener Armutsbericht von 2000. Auch in den für die Stadt Giessen erstellten Sozialstrukturdaten zur Beschreibung der Lebenslage von Kindern, Jugendlichen und Familien wurde auf die Giessener Innen- und Nordstadt, als Stadtteile mit besonderem Entwicklungsbedarf hingewiesen. Im Giessener Armutsbericht von 2000 fand sich im Gebiet der Innen- und Nordstadt mit 18,5 bis 21,2 % der höchste Anteil an Hauptschulabschlüssen unter den Schulabgängern. Die Kariesverteilungs- und Häufigkeitsstudie aus dem Jahre 1999/2000 in der Stadt Giessen und Umgebung zeigte mit mehr als 30 % der Grundschul Kinder in der Innen- und Nordstadt die höchste Inzidenz und Prävalenz von Karies. Die Ergebnisse machen deutlich, dass noch weiterhin Maßnahmen ergriffen werden müssen, um eine gleichmäßig gute Gesamtversorgung der Bevölkerung zu erzielen. So ist Jodmangel bisher kein Bestandteil von Einschulungsuntersuchungen. Wäre diese der Fall könnten vorhandene Mangelercheinungen rechtzeitig erkannt, und entsprechende Empfehlungen an Eltern und Schule gegeben werden. Eine Verwendung von Jodsalz bei der Produktverarbeitung und Produktherstellung von Fast Food könnte dazu beitragen die Jodlücke zu verringern. Richtet man die Pausenverpflegung in den Schulen an den Vorschlägen der DGE aus und weckt im Unterricht Motivation und Mitarbeit, unter Einbezug der familiären Herkunft von Kindern, ihrer Ziele und Einstellungen, dann sollte es durchaus möglich sein, den Ernährungszustand, das Ernährungswissen und das gesundheitsrelevante Verhalten auch in unterprivilegierten Bevölkerungsteilen stärker als bisher zu fördern. Zur Überprüfung der Jodversorgung sollte in regelmäßigen Abständen ein flächendeckendes, repräsentatives Jod-Monitoring durchgeführt werden.

## **Iodine Supply of Giessener Students**

Approximately 800 million people world-wide are still affected by iodine deficiency.

International studies demonstrate iodine deficiency of students of elementary schools. Up to now, an area-wide study with students of elementary schools in the federal state of Hessen has not been carried out. The study on hand has the objective to record the current iodine supply status of students in the city of Giessen and its surroundings subject to possible influence factors.

256 urine samples and questionnaires of third and fourth grade students who have been attending elementary school in the area of Giessen in the year 2006 have been analyzed for this study. A total of 141 boys and 115 girls at the age of 8 up to 11 have participated. Urinary iodine concentration in the samples was determined by high performance liquid chromatography (HPLC). The questionnaire has registered nutrition habits and the social status of the test persons' parents. The program SAS version 9.13 for Windows has been used for the statistic evaluation.

The median of the urinary iodine concentration was 122.9 µg iodine / g creatinine whereas 17.9 µg iodine / g creatinine was the lowest and 365.2 µg iodine / g creatinine the highest concentration of urinary iodine. Iodine supply of 65.6 % of the 256 examined students has been sufficient to good. 34.4 % of the students meet the iodine deficiency criteria of WHO. The consumption of fish as well as the frequency of ingesting milk and milk products has no influence on the iodine supply according to this evaluation. Iodized salt is used in most of the households of the test persons (95.8 %). Graduation and job of the parents does neither have a significant influence on the iodine supply of the involved students.

With regard to domestic circumstances, a difference in iodine supply may be displayed among families living in rented apartments and families living in their own property. Among the test persons with iodine deficiency, 64.4 % of the families live in rented apartments and 35.6 % in their own property. In case of test persons with a sufficient iodine supply, 46.5 % live in rented apartments and 35.6 % in their own property. Four elementary schools that vary in their number of immigrants as well as in their location in the urban area of Giessen have been selected for the questioning and medical evaluation of social structural and nutrition political aspects.

The test persons have attended schools located in the west and east as well as in the centre of the city of Giessen. Students of school no. 2 (eastern town) are supplied

best, only 12.5 % (n=9) of the students suffer from iodine deficiency. Half of the students of school no. 3 are not sufficiently supplied with iodine (53.2 %, n=42).

The implementation of a logistic regression analysis including the different schools and the domestic circumstances of the parents shows regional differences in the iodine supply in the area of Giessen. Most of the families of the test persons of school no. 3 that is located in the rather deprived district downtown/north live in a rented apartment and the test persons from this area are worst supplied with iodine. This result is congruent with the report on poverty in Giessen of 2000. Also social structural data provided for the city of Giessen in 1999 describing the circumstances of children, juvenile persons and families and social structures relating to districts has suggested that downtown and the northern part of Giessen are districts with a specific need for development. The report on poverty in Giessen of 2000 has shown that the highest share of school graduation can be found among the students living in downtown and the northern part of the city with a share of 18.5 up to 21.2 %.

A study about the distribution and frequency of cavities of the year 1999/2000 in the city of Giessen and its surroundings has also shown the highest incidence and prevalence of cavities downtown and in the northern part of the city (more than 30 % of the elementary students). The results of the evaluation on hand show clearly that measures still have to be taken to reach a consistent sufficient supply of provisions of the population. Iodine deficiency has not been part of the examinations taken before entering school yet. Otherwise, existent deficiencies could be discovered on time and corresponding recommendations could be given to parents and schools.

Consumption of processed food as well as fast food has clearly increased with children and juvenile persons in the last years. The use of iodized salt at the processing and production of products could thus add to reduce the lack of iodine.

If snacks at schools were according to the propositions of the German nutrition corporation (DGE) and motivation and cooperation in this regard was inspired during school lessons considering the social background of children, their objectives and attitudes, it should be absolutely possible to improve the nutrition situation, the knowledge about nutrition and the behavior with regard to health also in underprivileged parts of the population more than before. An area-wide periodic representative iodine monitoring should be carried out to check the iodine supply on a regular basis.

## 6. Literaturverzeichnis

- Ad 1. Adam O. Notwendigkeit von Nahrungsergänzungsmitteln am Beispiel Jod. EU 50 (9): 352, 2003
2. Bauer H, Jünger H, Riccabona G: Auswirkungen der Jodsalzprophylaxe auf den endemischen Kropf und seinen Jodstoffwechsel. Wien. Klin. Wschr. 83, 735, 1971
3. Beng CG, Wellbym L, Symons RG, Stuart S, Marshall J: The effects of iopodate on the serum iodothyronine pattern in normal subjects, Acta Endocr. 93 , 175, 1980
4. Biesalski H-K, Fürst P, Kasper H, Kluthe R, Pölerl W, Puchstein C, Stähelin H B: Ernährungsmedizin, Georg Thieme Verlag, 3. Auflage, 177, 2004
5. Bittermann H: Jodversorgung deutscher Wehrpflichtiger im Alter von 17,5 bis 21 Jahren, Dissertation, 1999
6. Bottermann P: Jodinduzierte Hyperthyreose, Med. Klein. 81, 753, 1986
7. Bourdoux P, Delange F, Filetti S, Thilly C, Ermans AM: Reliability of the iodine/creatinine ratio: a myth? In: Thyroid disorders associated with iodine deficiency and excess, Serono Symposia Publications Vol. 22 Raven Press New York, 145, 1984
8. Bowman BA, Russell RM: Present knowledgement in nutrition, JLSJ Press, eight edition, Washington DC, 344, 2001
9. Boyages SC, Collins JK, Maberly GF, Jupp JJ, Morris J, Eastman CJ: Iodine deficiency impairs intellectual and neuromotor development in apparently-normal persons. A study of rural inhabitants of north-central China. Med J Aust, 19; 150(12): 676, 1989
10. Brabant G, Ranft U, Ocran K, Hesch RD, von zur Mühlen A: Pulsatile pattern of thyreotropin-release in normal men, Clin. Chim. Acta. 155, 159, 1986
11. Brabant G, Ranft U, Ocran K, Hesch RD, von zur Mühlen A: Thyreotropin – an episodically secreted hormone, Acta. Endocr. Copenh. 112, 315, 1986
12. Braverman LE: Classification of thyreotoxicosis and iodine-induced hyperthyroidism. In: Reinwein D, Scriba PC (Hrsg.) The various types of hyperthyroidism, Munich: Urban & Schwarzenbeck, 45, 1990
13. Braverman LE: Iodine-induced thyroid disease, Acta Med. Austriaca 17, 29, 1990
14. Costa A, De Filippis V, Barbeni M, Bestagno M, Giraudi G, Grillo C: Thiocyanates and iodine in endemic goiter in Italy, J. endocr. Invest 7, 103, 1984
15. Delange F, Benker G, Caron P, Eber O, Ott W, Peter F, Podoba J, Simescu M,

- Szybinsky Z, Vertongen F, Vitti P, Wiersinga W, Zamrazil V. Thyroid volume and urinary iodine in European schoolchildren: standardization of values for assessment of iodine deficiency. *Eur J Endocrinol*, 136(2):180, 1997
16. Delange, FM, Kibambe TN, Ouedraogo A, Acakpo A, Salami M, Jooste PL: Standardized evaluation of iodine nutrition in West Africa: the African phase of the thyromobil program. *Food Nutr Bull*, 23(4):395, 2002
  17. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.: Ernährungsbericht, DGE e.V. Bonn, 2004
  18. Dickau K, Sport in Hessen, Das Magazin des Landessportbundes Hessen,(18), 2003
  19. Drenckhahn D, Zencker W: Benninghoff Anatomie, Makroskopische Anatomie, Embryologie, Histologie des Menschen, Band 2, Urban & Schwarzenberg, 15. Auflage, 1994
  20. Elmadfa J, Leitzmann C: Ernährung des Menschen, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 2. Auflage, 200, 1990
  21. El-Mougi FA, Abd-El-Ghaffar S, Fayek NA, Mohammed MS: Urinary iodine and other iodine deficiency indicators in a sample of school-age children in Egypt. *East Mediterr Health J*, 10(6):863, 2004
  22. Emrich D, Bähre M: Autonomy in euthyroid goiter: Maladaptation to iodine deficiency *Clin. Endocr.* 8, 257, 1978
  23. Emrich D, Karkavitsas N, Facorro U, Schürnbrand P, Schreivogel I, Schicha H, Dirks H: Influence of increasing iodine intake on thyroid function in euthyroid and hyperthyroid states, *J. clin. Endocr. Metab.* 54, 1236, 1982
  24. Emrich D: Der Einfluß von Jod auf die Schilddrüsenfunktion *Med. Klin.* 77, 28, 1982
  25. Flachowsky G, Schöne F, Jahreis G, Ernährung und Produktqualität, Zur Jodanreicherung in Lebensmitteln tierischer Herkunft, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL), Institut für Ernährungswissenschaften der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Ernährungs-Umschau 53, Heft 1, 2006
  26. Frey HMM, Rosenlund B, Torgersen JP: Value of single urine specimens in estimation of 24 hour urine iodine excretion, *Acta Endocr* 72, 287, 1973
  27. Fuse Y, Saito N, Tsuchiya T, Shishiba Y, Irie M: Smaller Thyroid Gland Volume

with High Urinary Iodine Excretion in Japanese Schoolchildren: Normative Reference Values in an Iodine-Sufficient Area and Comparison with the WHO/ICCIDD Reference. *Thyroid*, 17(2):145, 2007

28. Garrow JS, James WPT: Human nutrition and dietetics, Churchill Livingstone, ninth edition; 534
29. Gebert G, C. Thomas: Endokrines System. Schattauer, Stuttgart 1992
30. Gemenjäger E, Staub JJ, Girard J, Heitz PH: Preclinical hyperthyroidism in multinodular goiter, *J. clin. Endocr. Metab.* 43, 810, 1976
31. Greenspan F S: Basic and clinical endocrinology, 3rd ed. Prentice-Hall, Englewood cliffs NJ 1991
32. Grubeck Loebenstein B, Kletter K, Kiss A, Vierhapper H, Waldhäusl W: Endemische Struma in Österreich, Schweiz. med. Wschr. 112, 1526, 1984
33. Grubeck-Loebenstein B, Klieber M, Waldhäusl W: Der Einfluß von Jod auf das Verhalten von Thyroxin, Trijodthyronin und 3, 3',5'-Trijodthyronin (Reverse-Trijodthyronin) bei euthyreoten Personen *Akt. Endokr.* 1, 219, 1980
33. Gutekunst R, Magiera U, Teichert HM: Jodmangel in der Bundesrepublik Deutschland, *Med. Klin.* 88, 525, 1993
34. Gutekunst R, Smolarek H, Hasenpusch U, Stubbe P, Friedrich HJ, Wood WG, Scriba PC: Goitre epidemiology: thyroid volume, iodine excretion, thyroglobulin and thyrotropin in Germany and Sweden, *Acta Endocr.* 112, 494, 1986
35. Habermann J, Heinze HG, Horn K, Kantlehner R, Marschner I, Neumann P: Alimentärer Jodmangel in der Bundesrepublik Deutschland *Dtsch. med. Wschr.* 100, 1937, 1975
36. Habermann J, Leisner B, Pickardt CR, Witte A, Scriba PC: Influence of acute iodine incorporation on thyroid function and thyroidal iodine content, *Acta. Endocr.* 240, 20, 1980
37. Habermann J, Leisner B, Witte A, Pickardt CR, Scriba PC: Iodine contamination as a cause of hyperthyroidism or lack of TSH response to TRH stimulation (Results based on a screening investigation), *J. endocr. Invest.* 5, 153, 1982
38. Hadley ME: *Endocrinology* 4<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, Upper Saddle River/NJ 1996
39. Hampel R, Beyersdorf-Radeck B, Below H, Demuth M, Seelig K.

- Urinary iodine levels within normal range in German school-age children  
 Med Klin (Munich), 96(3):125, 2001
40. Hampel R, Kulberg T, Klein K, Jerichow JU, Pichmann EG, Clausen V, Schmidt I: Strumaprävalenz in Deutschland größer als bisher angenommen  
 Med. Klin. 90, 324, 1995
  41. Hartstock CC: Iodized salt in the prevention of goiter, J. Amer. med. Ass. 86 , 1334, 1926
  42. Haydl H, Waldhäusl W: Der Einfluß von Jod auf die TRH-induzierte Ausschüttung von TSH, Trijodthyronin und Thyroxin euthyreoter Personen  
 Wien. klin. Wschr. 87, 747, 1975
  43. Hehrmann R: Physiologie und Pathophysiologie des intrathyreoidalen Jodstoffwechsels I & II, Therapiewoche 31, 1478, 1981
  44. Herrmann J: Prophylaxe und Therapie der jodinduzierten Hyperthyreose  
 Dtsch. med. Wschr. 116, 99, 1991
  45. Hess SY, Zimmermann MB: Thyroid volumes in a national sample of iodine-sufficient swiss schoolchildren: comparison with the World Health Organisation/International Council for the control of iodine deficiency disorders normative thyroid volume criteria. Eur J Endocrinol. 142(6):599, 2000
  46. Hess SY, Zimmermann MB, Bürgi H, Torresani T, Hurrell RF: Monitoring the adequacy of salt iodization in Switzerland: a national study of school children and pregnant women. Eur J Clin Nutr 55: 162, 2001
  47. Jayatissa R, Gunathilaka MM, Fernando DN: Iodine nutrition status among school children after saltiodisation. Ceylon Med J. 50(4):144, 2005
  48. Joseph K, Mahlstedt J: Früherkennung potentieller Hyperthyreosen im Strumaendemiegebiet Dtsch. med. Wschr. 105, 1113, 1980
  49. Joseph K: Allgemeines zur funktionellen thyreoidalen Autonomie  
 In: Börner W, Weinheimer B (Hrsg.) Schilddrüse 1989 Berlin, New York: Walter de Gruyter, 174, 1991
  50. Joseph K: Potentielle Hyperthyreose. Früherkennung bei noch euthyreoten Patienten in einem Strumaendemiegebiet. Dtsch. Ärztebl. 78, 2279, 1981
  51. Joshi AB, Banjara MR, Bhatta LR, Rikimaru T, Jimba M: Assessment of IDD problem by estimation of urinary iodine among school children. Nepal Med Coll J.8(2):111, 2006
  52. Klein I, Levey GS: Iodide excess and thyroid function Ann. Intern. Med. 98,1983, 406

53. Kleinmann RE, Vagenakis AG, Braverman LE: The effect of iopanoic acid on the regulation of thyrotropin secretion in euthyroid subjects *J. clin. Endocr. Metab.* 51, 399, 1980
54. Klinke R, Silbernagel S: *Lehrbuch der Physiologie*, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1996, 2000
55. Kocher T: Über den Jodbasedow. *Arch. klin. Chir.* 92, 1166, 1910
56. Kofrányi E, Wirths W: *Einführung in die Ernährungslehre*, Umschau-Verlag. Frankfurt am Main, 11.Auflage, 94, 1994
57. Koutras DA: Iodine distribution, availability and effects of deficiency on the thyroid. In: *Towards the eradication of endemic goitre, cretinism and iodine deficiency*. Pan American Health Organisation, Washington DC, 15, 1986
58. Kulwa KB, Kamuzora K, Leo G Urinary iodine concentration and availability of iodated salt in school children in a goitre endemic district of Tanzania  
  
*East Afr Med J.* 83(4), 79, 2006
59. Laurberg P, Jorgensen T, Perrild H, Ovesen L, Knudesen N, Pedersen IB, Rasmussen LB, Carle A, Vejbjerg P: The danish investigation on iodine intake and thyroid disease, DanThyr:status and perspectives. *Eur J Endocrinol.* 155(2),219, 2006
60. Leitzmann C, Müller C, Michel P, Brehme U, Hahn A, Laube H: *Ernährung in Prävention und Therapie*, Hippokrates-Verlag GmbH Stuttgart, 70, 2001
61. Liesenkotter KP, Kiebler A, Stach B, Willgerodt H, Gruters A. Small thyroid volumes and normal iodine excretion in Berlin schoolchildren indicate full normalization of iodine supply. *Exp Clin Endocrinol Diabetes*, 105 Suppl 4:46, 1997
62. Livadas DP, Koutras DA, Souvatzoglou AA, Beckers C: The toxic effect of small iodine supplements in patients with autonomous thyroid Nodules. *Clin. Endocrinol. Oxf.* 7 (1977), 121-7
63. Lonati S, Rapa A, Di Dio G, Bellone S, bona G: Iodine status in historically iodine deficiency area *Minerva Pediatr.* 58(3):255, 2006
64. Mahlstedt J, Fischer H, Joseph K: Thyroidal uptake, thyroid regulation and concentration of thyroid hormones in thyroid autonomy after administration of iodine-containing contrast media. *J. Mol. Med.* 4, 203, 1980

65. Mahlstedt J, Joseph K: Dekompensation autonomer Adenome der Schilddrüse nach prolongierter Jodzufuhr Dtsch med. Wschr. 98, 1748, 1973
66. Mahlstedt J: Physiologie und Pathophysiologie der Schilddrüsenhormoninkretion unter exzessiver Jodzufuhr. Krankenhausarzt 59, 541, 1986
67. Matovinovic J, Ramalingaswami V: Endemic Goitre (World Health Organization) Geneva, 385, 1960
68. Meng W: Deutschland - ein Jodmangelgebiet, Dtsch. Ärztebl. 19, 1366, 1994
69. Meng W, Scriba P: Jodversorgung in Deutschland: Probleme und erforderliche Maßnahmen – Update 2002, Deutsches Ärzteblatt 99, 2560, 2002
70. Merck E (Hrsg.): Klinisches Labor. Darmstadt, 218-20, 417, 1970
71. Mizukami Y, Michigishi T, Nonomura A, Hashimoto T, Tonami N, Matsubara F, Takazakura E: Iodine-induced hypothyroidism: a clinical and histological study of 28 patients. J. clin. Endocr. Metab. 76, 466, 1993
72. Ojule AC, Osotimehin BO: The influence of iodine deficiency on the cognitive performance of school children in Saki, south-west Nigeria. Afr J Med Med Sci, 27,95, 1998
73. Pfannenstiel, P.: Jodmangelstruma- Diagnose- Therapie- Prävention Dtsch. Ärztebl. 90, 1113, 1993
74. Pfannenstiel P, Saller B: In: Henning Berlin (Hrsg.) Schilddrüsenkrankheiten – Diagnose und Therapie. Berlin: Berliner med. Verl.-Anst., 1993
75. Pickardt CR: Jodinduzierte Hyperthyreose. Dtsch. med. Wschr. 107, 1219, 1982
76. Remer T, Fonteyn N, Alexy U, Berkemeyer S: Longitudinal examination of 24-h urinary iodine excretion in school-children as a sensitive, hydration status-independent research tool for studying iodine status. Am J Clin Nutr.,83(3):639, 2006
77. Rendl J, Juhran N, Reiners C: Thyroid volumes and urinary iodine in German school children. Exp Clin Endocrinol Diabetes. 109(1):8, 2001
78. Riehl J, Kierdorf H, Schmitt H, Suiter T, Sieberth HG: Strumaprävalenz im Raum Aachen. Sonographische Volumetrie der Schilddrüse bei 1336 Erwachsenen in einem Strumaendemiegebiet. Ultraschall Med. 16, 84, 1995
79. Savoie JC, Massin P, Thomopoulos P, Leger F: Iodine induced thyrotoxicosis in apparantly normal thyroid glands. J. Endocrinol. Metab. 41, 685, 1975
80. Schmid M, Schulthess C, Bürgi H, Studer H: Jodmangel ist in der Schweiz noch immer endemisch, Schweiz. med. Wschr. 110, 1290, 1980

81. Scriba PC: Epidemiologische Einteilung der endemischen Struma  
Dtsch. med. Wschr. 99, 299, 1974
82. Steiss JO, Otten A, Graef V, Klingmueller V: Thyroid gland ultrasound and urinary iodine excretion in children and adolescents with type I diabetes mellitus  
Klin Padiatr. 208(6): 327, 1996
83. St. Germain DL: Dual Mechanisms of Regulation of Type I Iodothyronine 5`Deiodinase in the Rat Kidney, Liver and Thyroid Gland. J. Clin. Invest. 81 1988, 1476
84. St. Germain DL: Iodothyronine Deiodinases. TEM 5 1994, 36
85. Stewart JC: Epidemiology and pathogenesis of iodine-induced thyreotoxicosis in Northern Tasmania. New Zeal. Med. J. 81 1975 25
86. Tajri J, Higashi K, Monita M, Umcache T, Sato T: Studies of hypothyroidism in patients with high iodine intake. J. clin. Endocr. Metab. 63 1986, 412
87. Hoang Truong T, Gerber H, Haenel AF, Bürgi H: Jodversorgung in verschiedenen Lebensphasen und sonographische Schilddrüsenvolumina bei Schulkindern in einer Gegend der Schweiz. Schweiz Med Wochenschr 1997; 715.
88. Van de Briel T, West CE, Bleichrodt N, van de Vijver FJ, Ategbro EA, Hautvast JG: Improved iodine status is associated with improved mental performance of school-children in Benin. Am J Clin Nutr. 2000;72(5):1179
89. Wawschinek O, Eber O, Petek W, Wakonig P, Gürakar A: Bestimmung der Harnjodausscheidung mittels einer modifizierten Cer-Arsenitmethode. Berichte der ÖGKC 1985, 13
90. Willgerodt H, Keller E, Perschke C, Stach B: The status of iodine nutrition in newborn infants, schoolchildren, adolescents and adults in former East Germany. Exp Clin Endocrinol Diabetes. 1997; 105 Suppl 4:38
91. Wolff J, Chaikoff IL: Plasma inorganic iodide as a homeostatic regulator of thyroid function. J. Biol. Chem. 174 1948, 555
92. Wolff J, Chaikoff IL: The inhibitory action of iodide upon organic binding of iodine by the normal thyroid gland. J. Biol. Chem. 172 1948, 855
93. Zimmermann MB: Assessing iodine status and monitoring progress of iodized salt programmes.. J Nutr. 2004, 134(7):1673

94. Zimmermann MB, Aeberli I, Torresani T, Burgi H: Increasing the iodine concentration in the swiss iodized salt program markedly improved iodine status in pregnant women and children: a 5-y prospective national study. *Am J Clin Nutr.* 2005, 82(2):388
95. Zimmermann MB, Bridson J, Bozo M, Grimci L, Selimaj V, Tanner MS: Severe iodine deficiency in southern Albania. *Int J Vitam Nutr Res.* 2003, 73(5):347
96. Zimmermann MB, Connolly K, Bozo M, Bridson J, Rohner F, Grimci L: Iodine supplementation improves cognition in iodine-deficient schoolchildren in Albania: a randomized, controlled, double-blind study *Am J Clin Nutr.* 2006, 83(1):108
97. Zimmermann MB, Jooste PL, Mabapa NS, Nbhényane X, Schoeman S, Biebinger R, Chaouki N, Bozo M, Grimci L, Bridson J: Treatment of iodine deficiency in school-age children increases insulin-like growth factor (IGF)-I and IGF-binding protein-3 concentrations and improves somatic growth *J clin Endocrinol Metab.* 2007, 29(2):437
98. Zimmermann MB, Hess SY, Nolinari L, De Benoist B, Delange F, Braverman LE, Fujieda K, Ito Y, Jooste PL, Moosa K, Pearce EN, Pretell EA, Shishiba Y: New reference values for thyroid volume by ultrasound in iodine-sufficient schoolchildren: a World Health Organization/Nutrition for Health and Development Iodine Deficiency Study Group Report. *Am J Clin Nutr.* 2004 79(2):231
99. Zimmermann MB, Moretti D, Chaouki N, Torresani T: Introduction of iodized salt to severely iodine-deficient children does not provoke thyroid autoimmunity: a one year prospective trial in northern Morocco. *Thyroid.* 2003 13(2):199
100. Zimmermann MB, Wegmuller R, Zeder C, Torresani T, Chaouki N: Rapid relapse of thyroid dysfunction and goiter in schoolchildren after discontinuation of salt iodization. *Am J Clin Nutr.* 2004, 79(4):642

## **ANHANG**

### **1. Informationsblatt**

„Ohne Jod fällt das Lernen sehr schwer.....“

„Ohne Jod nervt die Schule noch mehr.....“

„Ohne Jod braucht man die doppelte Zeit zum Lernen.....“

### **Information**

Sehr geehrte Damen und Herren, liebe Schüler,

bitte unterstützen Sie uns bei folgendem, wichtigen Forschungsprojekt:

Mit unserer Studie möchten wir die Jodausscheidung im Urin der Schüler bestimmen. Jod wird für Stoffwechselfvorgänge, Wachstum und Entwicklung unseres Körpers unbedingt benötigt. In vergangener Zeit kam es vermehrt zu gravierenden Jodmangelercheinungen, die zur Verschlechterung der schulischen Leistungen mit Konzentrationsmangel und Müdigkeit führten. Deshalb müssen wir Jod in ausreichender Menge über Nahrung und Trinkwasser zu uns nehmen.

Dementsprechend möchten wir an Ihrer Schule, in verschiedenen Klassen Urinproben erfassen. Zu diesem Zweck werden unbeschriftete Röhrchen ausgegeben. Wir bitten die Röhrchen am nächsten Morgen mit dem ersten Urin des Tages zu füllen und wieder mitzubringen. Diese Proben werden von uns dann analysiert. Außerdem erhalten Sie einen kurzen Fragebogen, den wir ausgefüllt zusammen mit den Proben zurück erbitten. Auf Wunsch wird Ihnen das Ergebnis mitgeteilt. Wir versichern, dass die Versuchsdurchführung anonym und auf freiwilliger Basis ablaufen wird und die Urinproben ausschließlich zur Bestimmung des Jodgehaltes Verwendung finden werden. Wir möchten Sie nochmals um Ihre Unterstützung bitten.

Vielen Dank. Mit freundlichem Gruß.

Prof. Dr. M. Krawinkel

Andrea Schlegel  
Medizinstudentin  
Universität Giessen

Wir versichern, dass sämtliche Daten anonym behandelt und ausschließlich zu wissenschaftlichen Zwecken Verwendung finden werden!

**EINWILLIGUNG:**

Hiermit stimme ich der Teilnahme meines Kindes .....

an dem wissenschaftlichen Projekt zur Jodbestimmung im Urin zu.

.....

.....

.....

Ort, Datum.

Unterschrift

**2. FRAGEBOGEN**

**Bitte vom Schüler ( mit Hilfe der Eltern) anzukreuzen:**

**Isst Du Seefisch ( beispielweise Fischstäbchen, Seelachs, Scholle, Schellfisch, Kabeljau)? (Frage 1)**

Ja

Nein

**Wenn ja, wie oft? (Frage 2)** \_\_\_\_\_

Zwei- oder mehrmals pro Woche:

Einmal pro Woche:

Seltener:

**Wie oft isst Du Milch und Milchprodukte ( Milch, Fruchtzwerke, Joghurt, Käse, Buttermilch)? (Frage 3)**

- Einmal pro Tag:
- Zwei- oder mehrmals pro Woche:
- Einmal Pro Woche:
- Seltener:

**Bitte von den Eltern anzukreuzen:**

**Verwenden Sie in Ihrem Haushalt (Frage 4)**

- a) Salz ohne Zusatz:
- b) Salz mit Jod:
- c) Salz mit Jod und Fluor:
- d) Salz mit Jod, Fluor und Folsäure:

**Bekommt Ihr Kind aufgrund ärztlicher Verordnung Jodidtabletten? Ja  Nein**

Wenn ja, welche Dosierung: .....(Frage 5)

**Falls nur 1 Elternteil mit dem Kind wohnt, bitte einfach die zweite Spalte weglassen:**

		<b>Mutter</b>	<b>Vater</b>
- <u>Schulabschluss:</u>	- Kein Abschluss	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frage 6	- Hauptschule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Realschule	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Gymnasium/Abend-/ Fachgymnasium	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- <u>Ausgeübter Berufs-</u> <u>stand der Eltern:</u>	- Arbeitslos:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frage 7	- Hausfrau,- mann:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Facharbeiter,-in:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Selbständig:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	- Beamte/-er:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Wohnen sie in einer/ einem...:

- Frage 8
- Mietwohnung:
  - Eigentumswohnung:
  - Haus, gemietet
  - Haus, eigenes

**Tab. 30: Häufigkeit des Verzehrs von Seefisch**

Häufigkeit des Fischverzehrs	Anzahl der Schüler	Relative Häufigkeit Prozent
Kein Fisch	26	10,7
Selten	115	47,1
Einmal pro Woche	93	38,1
Mehr als einmal pro Woche	10	4,1

**Tab. 31: Häufigkeit des Verzehrs von Milch und Milchprodukten**

Häufigkeit des Verzehrs von Milchprodukten	Anzahl der Probanden	Relative Häufigkeit in Prozent
selten	5	2,0
1 Mal pro Woche	8	3,3
> 1 Mal pro Woche	35	14,3
täglich	196	80,0

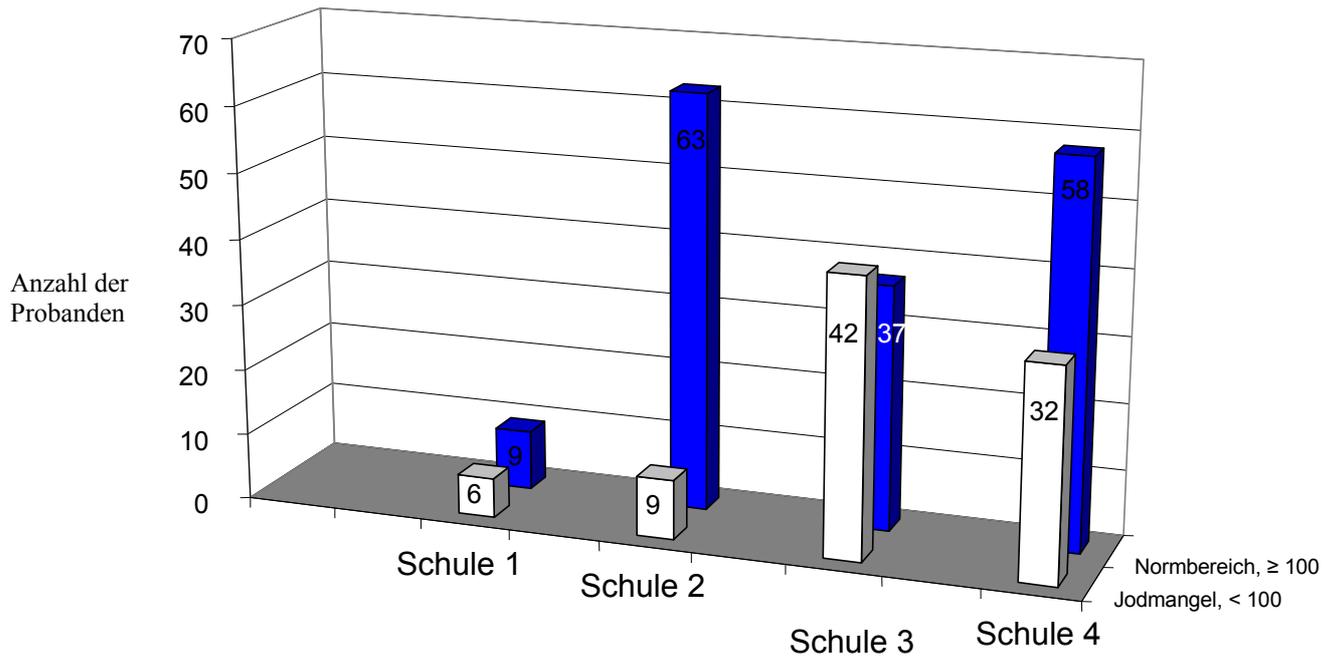


Diagramm 5: Schulen und Jodversorgung

Tab. 32: Vergleich Schule und Jodmangelbereiche der WHO

Schule	Absolute Häufigkeit (N) Prozentuale Häufigkeit % Zeilenhäufigkeit %				Total % %
	Jodmangel < 100 $\mu\text{g}$ Jod / g Kreatinin			Normale Jodversorgung	
	Grad III < 25	Grad II 25-49	Grad I 50-99		
1	<b>0</b> 0,0 0,0	<b>2</b> 0,8 13,3	<b>4</b> 1,6 26,7	<b>9</b> 3,5 60,0	<b>15</b> 5,9
2	<b>1</b> 0,4 1,4	<b>2</b> 0,8 2,8	<b>6</b> 2,3 8,3	<b>63</b> 24,5 87,5	<b>72</b> 28,0
3	<b>0</b> 0,0 0,0	<b>9</b> 3,5 11,4	<b>33</b> 12,9 41,8	<b>37</b> 14,4 46,9	<b>79</b> 30,9
4	<b>1</b> 0,4 1,1	<b>7</b> 2,7 7,8	<b>23</b> 9,0 25,6	<b>59</b> 23,1 65,5	<b>90</b> 35,2
Total	<b>2</b> 0,8	<b>20</b> 7,8	<b>66</b> 25,8	<b>168</b> 65,6	<b>256</b> 100,0

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig, ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäss aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Giessen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Giessen, den .....

.....  
Andrea Anja Schlegel

## **Danksagung**

Diese Arbeit entstand unter der Anleitung von Herrn Prof. Dr. Michael Krawinkel am Institut für Ernährungswissenschaften der Justus-Liebig-Universität Giessen.

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bedanken bei:

Herrn Prof. Dr. M. Krawinkel für die ausgezeichnete und herzliche Betreuung dieser Arbeit, Geduld, Motivation und Hilfe in Krisen.

Den Schulleitern und Lehrern für die Unterstützung bei der Probenerfassung an den Schulen.

Mein besonderer Dank geht an die Schüler und deren Eltern für die Freude, das grosse Interesse und die zahlreiche Teilnahme.

Herr Prof. Dr. Chr. Reiners und seinen Mitarbeitern für die Möglichkeit den praktischen Teil der Analyse der Urinproben in seinem Labor des Instituts für Nuklearmedizin am Klinikum der Universität Würzburg durchzuführen.

Frau Dr. M. Mann für die ausgezeichnete und herzliche Unterstützung bei der statistischen Auswertung meiner Ergebnisse.

Frau Prof. Dr. U. Meier-Gräwe für die freundliche sozialwissenschaftliche Betreuung dieser Arbeit.

Meinen Eltern, Heidemarie und Wolfgang Schlegel für Korrekturlesen der Arbeit und Motivation in schwierigen Phasen.

Meinem Freund Urs Gähwiler für Verständnis und moralische Unterstützung zu jedem Zeitpunkt der Arbeit.