

Aus der Charité Universitätsmedizin Berlin
Klinik für Geburtsmedizin
Campus Virchow Klinikum
und dem
Robert Koch-Institut Berlin

DISSERTATION

Fluoridexposition 0-6-jähriger Kinder in Deutschland
Analysen der Urinproben von Teilnehmern am
Kinder- und Jugendgesundheitssurvey (KiGGS)

Einfluss von soziodemografischen Faktoren, Ernährung, Supplementen
und Zahnpflegegewohnheiten

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

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Natasha Diller

aus Santo Domingo, Dominikanische Republik

Gutachter: 1. Prof. Dr. med. K. E. Bergmann

2. Prof. em. Dr. Dr. h.c. mult. W. Künzel

3. Prof. Dr. G. Hetzer

Datum der Promotion: 09.09.2011

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG.....	7
1.1. VORKOMMEN UND VERBREITUNG VON FLUORID	7
1.2. PHYSIOLOGISCHE ROLLE DES FLUORIDS	8
1.3. AUFNAHME UND BIOVERFÜGBARKEIT VON FLUORID.....	9
1.4. VERTEILUNG, RETENTION UND AUSSCHIEDUNG VON FLUORID.....	11
1.5. TOXIZITÄT VON FLUORID – DENTAL- UND SKELETTFLUOROSE	12
1.6. BEDEUTUNG VON FLUORID FÜR DIE ZAHNGESUNDHEIT	12
1.7. WIRKUNG VON FLUORID	14
1.8. MÖGLICHKEITEN DER VERSORGUNG BZW. SUPPLEMENTIERUNG VON FLUORID	17
1.8.1. FLUORID IM TRINKWASSER UND MINERALWASSER	17
1.8.2. SPEISESALZ-FLUORIDIERUNG	18
1.8.3. FLUORIDTABLETTEN.....	19
1.8.4. ZAHNPFLEGEPRODUKTE	19
1.9. AKTUELLE EMPFEHLUNGEN.....	20
1.10. FRAGESTELLUNG	23
1.11. ZIELSTELLUNG	23
2. MATERIAL UND METHODEN.....	24
2.1. STUDIE (KIGGS)	24
2.1.1. AUSWAHL DER PROBANDEN.....	24
2.1.2. FRAGEBÖGEN.....	25
2.1.3. KÖRPERLICHE UNTERSUCHUNG	25
2.1.4. UNTERSUCHUNGSMATERIAL	26
2.2. LABORMETHODEN	26
2.2.1. <i>Fluorid-Messung im Urin</i>	26
2.2.2. <i>Kreatinin-Messung im Urin</i>	30
2.3. AUSWERTUNG DER DATEN	30
2.3.1. STATISTISCHE METHODEN.....	30
2.3.1.1. DESKRIPTIVE DARSTELLUNG DER PROBANDEN.....	30
2.3.1.1.1. ERMITTELN VON AUSREISSERN.....	32
2.3.1.2. AUSWERTUNG DER FRAGEBÖGEN	33

2.3.1.3. GESCHÄTZTE INDIVIDUELLE FLUORIDAUFNAHME.....	35
2.3.1.4. BERECHNUNG DER INDIVIDUELLEN FLUORIDAUSSCHIEDUNG PRO 24 STUNDEN	35
3. ERGEBNISSE.....	37
3.1. PROJEKTGRUPPE – DEMOGRAFISCHE BETRACHTUNG DER EMPIRISCH ERMITTELTEN WERTE	38
3.2. AUSWERTUNG DER GRUPPE MIT DATEN ZUR INDIVIDUELLEN FLUORIDAUSSCHIEDUNG (FLUORIDGRUPPE).....	39
3.2.1. DEMOGRAFISCHE BETRACHTUNG.....	39
3.2.2. PROPHYLAXEGEWOHNHEITEN.....	41
3.2.2.1. MITTEL ZUR KARIESPROPHYLAXE.....	41
3.2.2.2. ZÄHNEPUTZEN UND ZAHNPASTAGEBRAUCH	45
3.2.3. ERNÄHRUNG	47
3.2.3.1. STILLEN.....	47
3.2.3.2. GETRÄNKE.....	48
3.2.3.3. NAHRUNGSMITTEL	49
3.2.3.4. VERWENDUNG VON JODSALZ MIT FLUORID.....	50
3.3. VERGLEICH DER GRUPPEN MIT UND OHNE WERTE ZUR INDIVIDUELLEN FLUORIDAUSSCHIEDUNG	55
3.3.1. DEMOGRAFISCHE BETRACHTUNG DER EMPIRISCH ERMITTELTEN WERTE	56
3.4. GESCHÄTZTE INDIVIDUELLE FLUORIDZUFUHR.....	59
3.5. BERECHNUNG DER INDIVIDUELLEN FLUORIDAUSSCHIEDUNG.....	60
3.5.1. FLUORIDAUSSCHIEDUNG PRO 24H UND SOZIODEMOGRAFISCHE PARAMETER ...	63
3.5.2. FLUORIDAUSSCHIEDUNG PRO 24H UND PROPHYLAXEGEWOHNHEITEN	65
3.5.2.1. MITTEL DER SYSTEMISCHEN PROPHYLAXE	65
3.5.2.2. ZAHNPFLEGEWOHNHEITEN	66
3.5.3. FLUORIDAUSSCHIEDUNG PRO 24H UND ERNÄHRUNG	69
3.5.3.1. STILLEN.....	69
3.5.3.2. GETRÄNKE.....	70
3.5.3.3. VERWENDUNG VON JODSALZ MIT FLUORID.....	72
3.5.3.4. ERNÄHRUNG OHNE FLEISCH/FISCH	73
3.5.4. MULTIPLE LINEARE REGRESSIONSMODELLE	74
3.5.4.1. VORGEHEN	74
3.5.4.2. ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE DES REGRESSIONSMODELLS	76

4. DISKUSSION	78
4.1. ETHISCHE ASPEKTE	79
4.2. STUDIE (KIGGS) – BEWERTUNG DER METHODIK.....	81
4.2.1. REPRÄSENTATIVITÄT DER STICHPROBE	81
4.2.2. FRAGEBÖGEN.....	83
4.2.3. ERHEBUNGSINSTRUMENTE	83
4.2.4. BEWERTUNG DER LABORANALYSEN.....	84
4.2.5. STATISTISCHE METHODEN.....	84
4.3. DISKUSSION DER ERGEBNISSE	85
4.3.1. PROJEKTGRUPPE.....	85
4.3.2. FLUORIDGRUPPE	87
4.3.2.1. DEMOGRAFISCHE ASPEKTE	87
4.3.2.2. PROPHYLAXEGEWÖHNEHEITEN.....	88
4.3.2.3. ERNÄHRUNG	90
4.3.2.3.1. STILLEN.....	90
4.3.2.3.2. GETRÄNKE.....	91
4.3.2.3.3. NAHRUNGSMITTEL	92
4.3.2.3.4. VERWENDUNG VON JODSALZ MIT FLUORID	92
4.3.3. VERGLEICH DER GRUPPEN MIT UND OHNE FLUORIDWERTE	94
4.4. DISKUSSION DER GESCHÄTZTEN INDIVIDUELLEN FLUORIDZUFUHR.....	95
4.5. DISKUSSION DER BERECHNETEN INDIVIDUELLEN FLUORIDAUSSCHIEDUNG PRO 24 STUNDEN.....	98
4.5.1. STATISTISCHE MASSZAHLEN DER FLUORIDAUSSCHIEDUNG PRO 24 STUNDEN	98
4.5.2. FLUORIDAUSSCHIEDUNG PRO 24 STUNDEN UND SOZIODEMOGRAFISCHE PARAMETER.....	99
4.5.3. FLUORIDAUSSCHIEDUNG PRO 24 STUNDEN UND SYSTEMISCHE PROPHYLAXEMAßNAHMEN	101
4.5.4. FLUORIDAUSSCHIEDUNG PRO 24 STUNDEN UND ZAHNPFLEGEGERÖHNEHEITEN.....	106
4.5.5. FLUORIDAUSSCHIEDUNG PRO 24 STUNDEN UND ERNÄHRUNG	110
4.5.5.1. STILLEN.....	110

4.5.5.2. GETRÄNKE.....	112
4.5.5.3. VERWENDUNG VON JODSALZ MIT FLUORID	113
4.5.5.4. ERNÄHRUNG OHNE FLEISCH/FISCH	114
4.6. MULTIPLE LINEARE REGRESSIONSMODELLE	114
4.7. ABSCHLIESSENDE BEWERTUNG DER ERGEBNISSE UND VERGLEICH MIT AKTUELLEN EMPFEHLUNGEN.....	115
5. ZUSAMMENFASSUNG	116
5.1. SCHLUSSFOLGERUNGEN	118
6. GLOSSAR	119
7. ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	121
8. ABBILDUNGSVERZEICHNIS	122
9. TABELLENVERZEICHNIS	124
10. LITERATURVERZEICHNIS	127
11. ANHANG	131
11.1. UNTERSUCHUNGSORTE UND FLUORIDGEHALT IM TRINKWASSER.....	131
11.2. FRAGEBÖGEN KINDER- UND JUGENDGESUNDHEITSSURVEY (KIGGS).....	135

1. Einleitung

Laut der World Health Organization sind in industrialisierten Ländern 60-90% der Schulkinder von Karies betroffen (1). Damit zählt die Verbesserung der Zahngesundheit zu den größten Herausforderungen, die im Bereich Public Health zu bestreiten sind.

Seit der Einführung der Kariesprophylaxe mit Fluoriden Mitte der 70er Jahre konnte die Zahngesundheit der Kinder und Jugendlichen in Deutschland deutlich verbessert werden. Auch die seit den 90er Jahren gesetzlich verankerte Gruppenprophylaxe mit Fluoriden spielt hierbei eine Rolle. Insbesondere für das Kleinkindalter ist diese positive Entwicklung jedoch noch nicht befriedigend. Der Kariesrückgang von 25,3% bei den 0-7-jährigen im Gegensatz zu einer relativen Verminderung von 59,8% bei den 12-jährigen in den zurückliegenden zehn Jahren macht deutlich, dass noch nicht alle Altersgruppen gleichermaßen von dieser Verbesserung profitieren (2-5).

1.1. Vorkommen und Verbreitung von Fluorid

Fluorid ist in praktisch allen Böden, Lebensmitteln, der Luft und im Trinkwasser in unterschiedlichen Konzentrationen nachzuweisen. In Deutschland liegt die Fluoridkonzentration des Trinkwassers im Schnitt zwischen <0,1 und 1,5 mg/dl (ppm), in über 90% der Quellen unter 0,25 mg/l. Die Fluoridkonzentration muss in Wasserwerken regelmäßig bestimmt werden. Als höchst zulässige Konzentration schreibt die deutsche Trinkwasserverordnung 1,5 mg/l (ppm) Fluorid vor (6-8).

Laut Mineral- und Tafelwasserverordnung muss in Mineralwässern, welche einen Fluoridgehalt von mehr als 1,5 mg/dl aufweisen, der genaue Fluoridgehalt gekennzeichnet werden. Weiterhin muss der Hinweis "*Enthält mehr als 1,5 mg/l Fluorid: Für Säuglinge und Kinder unter 7 Jahren nicht zum regelmäßigen Verzehr geeignet*" angebracht werden. Sofern der Fluoridgehalt 5 mg/dl übersteigt, ist sogar ein Warnhinweis in deutscher Sprache, dass es wegen des erhöhten Fluoridgehaltes nur in begrenzten Mengen verzehrt werden darf, erforderlich (9).

Die meisten Lebensmittel haben einen relativ niedrigen Fluoridgehalt. Ein vergleichsweise hoher Fluoridgehalt konnte in bestimmten Fleisch- und Fischprodukten, sowie Tee nachgewiesen werden. Kuhmilch, Gemüse und Obst wiesen den geringsten Fluoridgehalt auf (10).

Säuglinge, die gestillt werden, erhalten über die Muttermilch sehr wenig Fluorid, deren Fluoridkonzentration ist vernachlässigbar. Brusternährte Säuglinge zeigten unabhängig vom Fluorid im Trinkwasser, welches die Mutter zu sich nimmt, etwa die gleiche Fluoridaufnahme. Im großen Unterschied dazu wiesen flaschenernährte oder durch Beikost gefütterte Säuglinge eine deutlich höhere Fluoridaufnahme auf, da kommerziell hergestellte Flaschennahrung und Beikost oftmals mit Wasser mit höherem Fluoridgehalt zubereitet werden. Es zeigte sich, dass aus der Flaschenernährung des Kindes eine mehr als hundertfache Fluoridaufnahme resultierte (10-12).

Zahnpasten enthalten in Deutschland bis zu 1500 mg/kg (1500 ppm) Fluorid, Kinder- und Juniorzahnpasten 250 ppm bis 1000 ppm Fluorid. Bei Erwachsenen ist die Zahnpasta als Fluoridquelle zu vernachlässigen, da sie nur geringe Mengen davon schlucken. Kinder und Säuglinge schlucken die Zahnpasta, so dass dies eine zusätzliche Fluoridquelle darstellt (13).

1.2. Physiologische Rolle des Fluorids

Das Element Fluor ist ein Halogen der 7. chemischen Hauptgruppe, welches als negativ geladenes Fluorid-Ion das Salz der Fluorwasserstoffsäure (HF) darstellt. Der überwiegende Teil des Fluorids in der Natur ist wasserunlöslich und in Mineralien gebunden, erst als Fluorwasserstoff kann es durch die Zellmembran diffundieren (14).

Fluoride werden in allen verkalkenden Geweben wie Knochen, Schmelz und Dentin abhängig von der Zufuhr akkumuliert. In den inneren Organen wie dem Gehirn, den Drüsen und der Muskulatur ist die Fluoridkonzentration in etwa dem Plasmaspiegel vergleichbar und sehr niedrig (15).

Hydroxylapatit (Chemische Formel: $\text{Ca}_5 (\text{PO}_4)_3\text{OH}$) bildet die Grundlage aller Hartsubstanzen, wie Knochen (40%), in der Kalzifizierungszone des Gelenkknorpels, Dentin (70%) und Zahnschmelz (97%). Fluorid wird als Fluorapatit (Chemische Formel: $\text{Ca}_5 (\text{PO}_4)_3\text{F}$) in den Zahnschmelz eingebaut, in dem die OH-Gruppe des Hydroxylapatits durch das Fluorid-Ion ausgetauscht wird. Man fand in verschiedenen Untersuchungen heraus, dass Fluoride neben ihrer kariesreduzierenden Wirkung die Mineralisation in Hartgeweben fördern (16).

Weiterhin ist beschrieben, dass die Aufnahmefähigkeit des Schmelzes für Fluorid begrenzt ist. Nach Abschluss der Schmelzmineralisation steigt die Fluoridkonzentration darin nicht weiter an, so dass sich bereits beim Zahndurchbruch bei gleichmäßig zugeführter Fluoridmenge gleiche Werte wie im Alter von etwa 30-45 Jahren finden. Somit kann konstatiert werden, dass beim Zahndurchbruch die Fähigkeit des Zahnes zum Einbau des Fluorids in den Zahnschmelz abgeschlossen ist (17).

Fluorapatit dient im Knochen als Langzeitspeicher von 99% des im menschlichen Körper vorhandenen Fluorids. Als „Puffer“ unterliegt er dem ständigen Knochenumbau („Remodeling“), bei dem sowohl Kalzium, Phosphat als auch Fluorid freigesetzt und wieder eingebaut werden. Dieser Prozess stellt eine Gleichgewichtsreaktion dar, die sich wandelnden Bedürfnisse des menschlichen Körpers im Rahmen des Wachstums darstellt, ist aber auch ein Indikator unterschiedlicher Fluoridexposition (15, 18).

1.3. Aufnahme und Bioverfügbarkeit von Fluorid

Die Aufnahme von Fluorid kann mit der Nahrung über den Magen-Darm-Trakt, in der Luft über die Lungen, über die Schleimhäute und die Haut erfolgen. Der weitaus größte Teil wird jedoch oral über das Trinkwasser und die Nahrung aufgenommen. Im Magen-Darm-Trakt wird das Fluorid unmittelbar nach der Aufnahme absorbiert. Der über die Atemwege aufgenommene Anteil ist vernachlässigbar gering. Eine Ausnahme bilden sehr seltene Expositionen am Arbeitsplatz (10).

Die höchsten Konzentrationen von Fluorid im Blut werden 30-60 Minuten nach der Aufnahme gemessen. In diesem Zeitraum ist auch die Fluoridausscheidung im Urin am

höchsten. Werden in diesem Zeitraum Urinproben gesammelt und später analysiert können vereinzelt sehr hohe Fluoridwerte gemessen werden. Nach 6-10 Stunden erreichen die Plasma- und Urinspiegel wieder ihren Ausgangswert, siehe Abb. 1 (19).

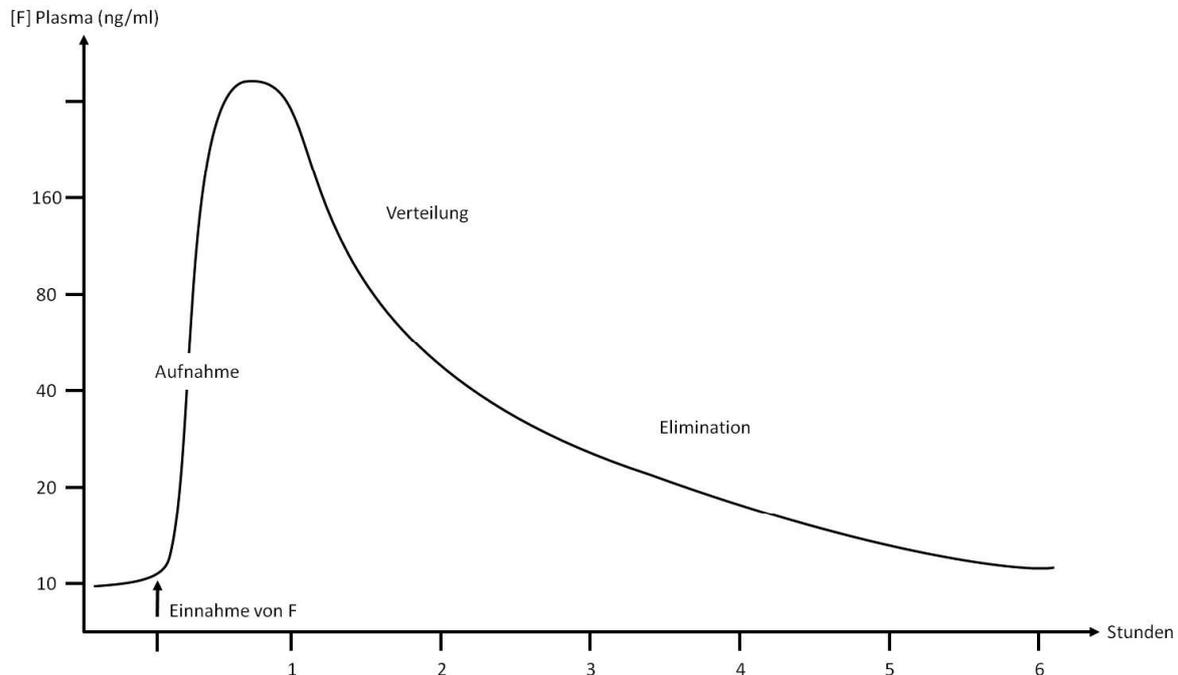


Abb. 1: Zeitliche Veränderung der Fluoridkonzentration im Plasma nach Einnahme von einer Einzeldosis von 3 mg Fluorid (20).

Die Fluoridmenge, die absorbiert wird, ist abhängig von der Löslichkeit der Fluoridverbindung. Als Fluorwasserstoff (HF) kann es undissoziiert die Zellmembran passieren. Saures Magenmilieu erhöht die Absorption im Magen und oberen Gastrointestinaltrakt. Weiterhin wird die Bioverfügbarkeit des Fluorids durch Anwesenheit von zweiwertigen Kationen wie Kalzium-, Aluminium- oder Magnesiumionen vermindert (14, 21).

Die Fluoridaufnahme bei brusternährten Säuglingen ist in Gegenden mit unterschiedlichem Fluoridgehalt im Trinkwasser etwa vergleichbar. Die Fluoridaufnahme über die Muttermilch ist als gering einzuschätzen und beträgt etwa 5-10 µg Fluorid/Tag. R.L. Bergmann konnte 1984-1986 einen Fluoridgehalt von durchschnittlich 0,004 ppm in verschiedenen Muttermilchproben zu unterschiedlichen Zeitpunkten nach der Geburt (4-26 Wochen) messen. Auch die Einnahme von Fluoridtabletten mit einem Fluoridgehalt von 1 mg Fluorid täglich veränderte den Fluoridgehalt der Muttermilch nicht wesentlich. Daraus resultiert eine negative

Fluoridbilanz. Ersetzt Flaschennahrung die Ernährung durch Muttermilch kann die Fluoridaufnahme auf bis zu 1000 µg Fluorid/Tag ansteigen. R.L. Bergmann fand sowohl für kommerziell als auch für selbst hergestellte Säuglingsmilchnahrungen teilweise 36-fach höhere Fluoridwerte (0,029-0,144 ppm) als in der Muttermilch (12, 22).

Fluorid gelangt auf hämatogenem Weg in den Mundspeichel, mischt sich teils aber auch direkt mit dem Speichel, da es nach dem Essen aus verschiedenen Nischen der Mundhöhle ausgespült wird. Dabei wird der Fluoridgehalt etwa 30 Minuten erhöht gehalten und es entsteht ein stabilisierendes Gleichgewicht zwischen De- und Remineralisierung.

1.4. Verteilung, Retention und Ausscheidung von Fluorid

Die Ausscheidung von Fluorid geschieht zum größten Teil über den Urin, ein geringer Teil von 5-10% wird nicht resorbiert und über die Faeces ausgeschieden. Die Ausscheidung über die Niere erfolgt innerhalb von 24 Stunden. 35-45% des filtrierte Fluorids werden im proximalen Tubulus der Niere wieder reabsorbiert, in Azidose erfolgt die stärkste Reabsorption im distalen Nephron (23).

Sowohl die Ablagerung des Fluorids im Skelett sowie die Ausscheidung über die Niere sind vom skelettalen Reifegrad abhängig. Bei Säuglingen werden 50% des aufgenommenen Fluorids im Skelett gespeichert. Bei Erwachsenen werden lediglich etwa 10% retiniert. Daraus resultieren unterschiedlich hohe Ausscheidungsraten. Bei Erwachsenen werden etwa 90% des aufgenommenen Fluorids wieder ausgeschieden, bei Kindern entsprechend ihrem Alter und skelettalen Reifegrad weitaus weniger (24-26).

Die Fluoridausscheidung im Urin spiegelt die Gesamtfluoridaufnahme wieder. Es konnte gezeigt werden, dass die Fluorid-Clearance im Durchschnitt sowohl bei Antidiurese als auch bei gesteigerter Diurese mit der endogenen Kreatinin-Clearance korreliert. Daraus kann geschlossen werden, dass der überwiegende Anteil des glomerulär filtrierte Fluorids im Harn ausgeschieden wird (24, 25, 27).

1.5. Toxizität von Fluorid – Dental- und Skelettfluorose

Die akute Toxizität von Fluorid ist gering. Es gibt aber unerwünschte Effekte chronisch überhöhter Zufuhr. Übersteigt z. B. die Fluoridkonzentration im Trinkwasser 2 mg/l, so findet man häufiger gefleckten Zahnschmelz, die sog. Dentalfluorose (10, 24).

Zur Klassifizierung der Stadien der Dentalfluorose werden von der WHO die sog. „Dean-Skala“ verwendet (28). Hierbei bezeichnet der Wert

- 0 = die Abwesenheit jeglicher Zeichen von Dentalfluorose
- 1 = fragliche Dentalfluorose
- 2 = sehr milde Dentalfluorose
- 3 = milde Dentalfluorose
- 4 = moderate Dentalfluorose
- 5 = schwere Dentalfluorose

Das Risiko des Auftretens von Dentalfluorose ist bei 2-5-jährigen Kindern am höchsten (6).

Bei Werten von 5-8 mg/l sind radiologisch nachweisbare Skelettveränderungen im Sinne einer Knochenfluorose nachweisbar. In diesen Ausprägungsgraden ist sie ohne gesundheitliche Nachteile. Bei Fluoridkonzentrationen von 20 mg/l und mehr kann das Wachstum durch Verkalkung der Gelenkkapseln beeinträchtigt sein. Tödlich verlaufende Intoxikationen wurden bei Mengen von 32-64 mg/kg bekannt. Solche Fluoridkonzentrationen kommen in Europa jedoch nicht im Trinkwasser vor (10, 24).

1.6. Bedeutung von Fluorid für die Zahngesundheit

Fluorid stand bereits in den dreißiger Jahren des 20. Jahrhunderts im Mittelpunkt verschiedener Forschungsbemühungen. Die antikariogene Wirkung von Fluorid im Trinkwasser wurde indirekt bereits 1933 von Ainsworth beschrieben. Er setzte sich intensiv mit „mottled teeth“, d.h. den durch Schmelzflecken veränderten Dentalfluorose, auseinander. Diese trat besonders in der Region um die englische Stadt Maldon auf.

Interessanterweise macht er selbst den Zusammenhang zwischen Fluorid und der reduzierten Zahnkaries als Tabelle deutlich, ohne dieses Ergebnis hervorzuheben (29).

Erst Trendly Dean erkannte den Zusammenhang und beschrieb 1941, dass Kinder in einer Gegend mit einem höherem Gehalt an Trinkwasserfluorid (von 1,2-1,8 ppm) weniger kariöse Zähne aufwiesen, als Kinder in Gegenden mit wenig oder keiner Trinkwasserfluoridierung. Er fand eine Dosis-Wirkungsbeziehung zwischen der Häufigkeit des Vorkommens gefleckter Zähne und der lokalen Trinkwasserfluoridkonzentration. Weiterhin stellte er fest, dass mit den verwendeten Methoden eine relative Homogenität der Gruppe geschaffen wurde, so dass die beobachteten Unterschiede nur auf den unterschiedlichen Fluoridgehalt des Trinkwassers zurückzuführen waren (30).

Eine Metaanalyse konnte den Verlauf der Dosis-Wirkungsbeziehung von Fluorid und dessen Auswirkung auf die Zahnkaries bestätigen, jedoch war die Ausprägung des Kariesbefalls unterschiedlich hoch. Dies legt die Vermutung nahe, dass es sich bei der Kariesentstehung um einen multikausalen Prozess handelt, der von Alter, Geschlecht, genetischen Faktoren, sozialem Status, Vorhandensein von Plaque, Kariogenität der Ernährung, Speichелеigenschaften, sowie der prä- und posteruptiven Zufuhr bestimmter Mineralstoffe und Spurenelemente abhängig ist (31).

Neuere Analysen führt die DAJ (Deutsche Arbeitsgemeinschaft Jugendzahnpflege) anhand epidemiologischer Studien zur Untersuchung der Zahngesundheit bei Kindern und Jugendlichen durch. Die letzte große epidemiologische Begleituntersuchung wurde 2004 veröffentlicht. Die Veröffentlichung der Daten der aktuellsten Studie von 2009 ist für Ende 2010 geplant (2). In den Vorab-Ergebnissen vom September 2010 setzte sich der Trend des Kariesrückgangs bei den 12-jährigen fort. Im Vergleich zu 2004 ist der DMF-T-Index (decayed, missing and filled teeth) allgemein deutlich gesunken. Bei den 12-jährigen sank der *DMF-T-Index* (decayed, missing and filled teeth) von 0,98 auf 0,72. Jedoch profitieren nicht alle Altersgruppen gleichermaßen von den Prophylaxemaßnahmen. Der bereits 2004 und in allen Voruntersuchungen beobachtete höhere DMF-T-Index bei den 6-7-jährigen liegt auch 2009 höher (4), ist jedoch im Vergleich zur Voruntersuchung von 2004 (2) deutlich gesunken. Bei den 15-jährigen sank der DMF-T-Index von 2,05 im Jahr 2004 auf 1,41 im Jahr 2009. Dieser positive

Trend ist in allen Bundesländern zu beobachten. Jedoch spielen bei der Entwicklung unterschiedliche soziodemographische Faktoren eine Rolle.

Renate und Karl Bergmann beschäftigten sich mit der Frage, ob Fluorid als essentiell betrachtet werden muss, d.h. ob es bei aufgenommenen Fluoridkonzentrationen, welche karioprotektiv wirken, auch weitere systemische Wirkungen des Fluorids gibt. Sie fanden heraus, dass Kinder in Gegenden, in denen das Trinkwasserfluorid unter 0,01 ppm und die zusätzliche Fluoridaufnahme in den ersten sechs Lebensmonaten unter 3 µg /Tag liegt, im Wachstum, Body Mass Index und Zeitpunkt der Zahneruption von der Fluoridsupplementierung profitierten. Auch wenn dieser Effekt nicht sehr stark ausgeprägt war, sahen Bergmann und Bergmann dies als einen wichtigen Hinweis dafür, Fluoride auch hinsichtlich des Wachstums als essentiell zu betrachten (6, 12).

1.7. Wirkung von Fluorid

Wirkorte des Fluorids sind der Zahnschmelz, der Speichel und die Plaques. An letzteren beiden ist die Wirkung auf die Mikroorganismen und die remineralisierende Wirkung des Fluorids bedeutsam (32).

Die antikariogene Wirkung des Fluorids beruht u.a. auf der Verminderung der Säurebildung in der Mundhöhle. Fluoridkonzentrationen, wie sie im Trinkwasser vorkommen, bewirken eine Aktivierung des Glukoseumsatzes im Speichel. Dadurch wird die Substratmenge, welche den Plaques aus dem Speichel zur Säurebildung zur Verfügung steht, um 35% vermindert (32).

Ein weiterer protektiver Effekt des Fluorids ist die Bildung einer Kalziumfluorid-Deckschicht auf der Zahnoberfläche, welche auch als Fluoridspeicher angesehen werden kann. Bei sauren pH-Werten gehen die Fluoridionen in Lösung. Die Fluoridionen können weiterhin in den Schmelz wieder eingebaut werden. Fluorid kann so seine remineralisierende Wirkung entfalten, insbesondere dort, wo Schäden durch mechanische oder chemische Läsionen entstanden sind. Der Einbau des Fluorids ist deswegen von besonderer Bedeutung, da initiale Karies zunächst in tieferen Schichten

des Zahnschmelzes entsteht. Zusätzlich kommt es durch Fluoridakkumulation in Plaques zu einer Hemmung der Säurebildung aus Zuckern (33-36).

Die Entwicklung der Hartschubstanz der Milchzähne beginnt bereits intrauterin. Die endgültige Kalzifikation der Zahnkronen wird für die einzelnen Milchzähne überwiegend im ersten Lebensjahr abgeschlossen. Die Kronen des bleibenden Gebisses kalzifizieren ebenso um das erste Lebensjahr und der Prozess ist, bis auf den dritten Molaren, etwa im 8. Lebensjahr abgeschlossen (12, 37).

Am durchgebrochenen Zahn wirkt Fluorid topisch. Eine wichtige Arbeit, welche sich mit der systemischen und topischen Wirkung von Fluorid beschäftigt, wurde 1975 von Margolis publiziert (37).

In einer zehnjährigen prospektiven Studie wurden drei Sachverhalte untersucht: Die *Balance Studies*, die *Water Intake Studies* und die *Long Term Caries Analyses*.

In den *Balance Studies* wurde die Fluoridausscheidung von 24 ein- bis vierjährigen Kindern mit Down-Syndrom untersucht. Diese hatten 1-4 mg Fluorid in Form von Tabletten mit unterschiedlicher Fluoriddosierung oder fluoridiertes Trinkwasser erhalten. Es standen zwei verschiedene Kombinationspräparate zur Verfügung. Die Fluorid-Vitamin *Drops* enthielten in den empfohlenen 5 Tropfen 0,5 mg Fluorid neben Vitamin A, B6, D und C. Die Fluorid-Vitamin *Tabletten* enthielten 1 mg Fluorid und zu den bereits genannten Vitaminen weitere Vitamine des B-Komplexes und Calcium. Die Auswertung der Fluoridausscheidung zeigte, dass nach 24 Stunden 60% des Fluorids ausgeschieden waren, wenn das Fluorid in Form von fluoridiertem Trinkwasser oder als Fluor-Vitamin *Drops* mit 0,5 mg aufgenommen wurde. Die Ausscheidung des Fluorids aus den *Tabletten* mit 1 mg Fluorid nach 24 Stunden war um 30% geringer (37).

Das Ziel der *Water Intake Studies* war es, die dem Lebensalter entsprechende Trinkwasseraufnahme und die aufgenommene Fluoridmenge zu ermitteln. Es wurden 797 Kinder aus vier verschiedenen Orten untersucht. Es ergab sich eine mittlere Trinkwasseraufnahme von 19 ml pro Tag bei gestillten Säuglingen. 300 ml täglich nahmen nicht gestillte Säuglinge bis sechs Monate auf. Nicht gestillte Säuglinge von sechs bis 12 Monaten nahmen im Schnitt 150 ml Trinkwasser pro Tag zu sich. Mit 8-12 Jahren ist das Maximum von 500 ml Trinkwasser pro Tag erreicht. Da die

aufgenommene Fluoridmenge durch die geringe Trinkwasseraufnahme gering ist, wird die Notwendigkeit der Fluoridsupplementierung in der frühen Phase der Entwicklungsperiode der Milchzähne und bleibenden Zähne deutlich (37).

In seiner Analyse zur Kariesprävalenz betrachtete Margolis 1975 den Effekt von Fluorid auf die Zahnentwicklung von 1500 Kindern vom frühen Säuglingsalter bis zum Alter von 10 Jahren. Er verglich vier Gruppen in zwei Orten der USA, von denen nur in einem Ort fluoridiertes Trinkwasser existierte. Die erste Gruppe erhielt ein Fluoridsupplement von frühester Kindheit an. Die zweite Gruppe erhielt Fluorid ab dem Alter von 4 Jahren. Eine weitere Gruppe nahm fluoridiertes Trinkwasser zu sich. Margolis verglich diese drei mit einer Kontrollgruppe ohne Trinkwasserfluoridierung und ohne Fluoridsupplemente. Die Inzidenz von neu aufgetretener Karies in Milchzähnen und bleibenden Zähnen wurde anhand der Zahl der kariösen und mit einer Füllung versehenen Zähne gemessen. Weiterhin wurde auch der Prozentsatz der Kinder gemessen, deren Zähne noch keine Karieserfahrung hatten (37).

Es stellte sich heraus, dass es in der Gruppe, in der die Kinder ein Fluoridsupplement vom frühesten Säuglingsalter an (d.h. unter 4 Monate) erhalten hatten, einen erheblichen und statistisch signifikant geringeren Karies-Befall aufwiesen als alle übrigen Gruppen. Dieser Rückgang war in geringerem Maße auch bei den Kindern, welche fluoridiertes Trinkwasser erhielten, sichtbar. Noch etwas schwächer zeigte sich der Rückgang in der Gruppe der Kinder, die Fluoridsupplemente ab dem 4. Lebensjahr erhielten. Das Schlusslicht bildete die Kontrollgruppe. Dieser Effekt zeigte sich in allen Altersklassen und sowohl im Milchgebiss, als auch bei den 6-Jahres-Molaren. Diese Ergebnisse bestätigen die beschriebene Dosis-Wirkungsbeziehung und machen deutlich, dass von einer systemischen Wirkung des Fluorids ausgegangen werden darf (37).

1.8. Möglichkeiten der Versorgung bzw. Supplementierung von Fluorid

1.8.1. Fluorid im Trinkwasser und Mineralwasser

Die Fluoridkonzentration im Trinkwasser ist in Deutschland regional unterschiedlich, liegt zwischen <0,1 und 1,5 mg/dl (ppm) und in der weit überwiegenden Zahl der Quellen unter 0,25 mg/l. Es ist möglich, den Fluoridgehalt des Trinkwassers seiner Region bei den zuständigen Wasserwerken zu erfragen.

Werden zusätzlich Mineralwässer mit Fluorid konsumiert, ist die Aufnahme auch über diese Quelle von Bedeutung. Laut Mineralwasserverordnung von 2004 muss der Fluoridgehalt ab 1,5 mg/l deklariert und mit dem Zusatz „*Zur Zubereitung von Säuglingsnahrung ungeeignet*“ versehen werden (9).

Die Trinkwasserfluoridierung stellt in den seit vielen Jahrzehnten veröffentlichten Studien die zentrale Säule der systemischen Fluoridierung dar und spielt im Alltag eine entscheidende Rolle. Abhängig vom Fluoridgehalt des Trinkwassers der Region in der man lebt, gestaltet sich die Empfehlung, ob weitere systemische Fluoridierungsmaßnahmen erfolgen sollten, oder nicht (siehe Tab. 1, S. 21). Laut einer Empfehlung der WHO von 1993 sollte der Fluoridgehalt des Trinkwassers 1,5 mg/l nicht überschreiten (38).

In zusammenfassenden Reviews konnte eine deutliche Kariesreduktion in Zusammenhang mit fluoridiertem Trinkwasser ermittelt werden (37, 39). McDonagh findet eine Reduktion der *dmft/DMFT* um 15% (39).

Eine erhöhter Fluoridgehalt im Trinkwasser kann das Risiko für Dentalfluorose erhöhen, wobei das Risiko in Regionen mit natürlich höherem Fluoridgehalt im Trinkwasser höher zu sein scheint, als in Regionen mit künstlich fluoridiertem Trinkwasser (40).

Es konnte bisher kein Anhalt dafür gefunden werden, dass fluoridiertes Trinkwasser gesundheitsgefährdende Wirkungen zeigt (39, 41).

1.8.2. Speisesalz-Fluoridierung

Eine weitere Möglichkeit der Fluoridsupplementierung im Rahmen der Ernährung besteht in der Verwendung von fluoridiertem Speisesalz, welches seit 1991 auf dem deutschen Markt erhältlich ist. Der Marktanteil von fluoridiertem Speisesalz stieg von 0% im Jahre 1991 auf etwa 70% Ende 2007. In der Zeit von 1997 bis 2000 verdoppelte sich der Anteil des verwendeten fluoridierten Speisesalzes. Gleichzeitig ist eine merkliche Verbesserung der Zahngesundheit der 12-jährigen Kinder zu verzeichnen gewesen. In dieser Altersgruppe konnte die Zahl kariöser Zähne zwischen 1997 und 2000 um 31 % gesenkt werden. Zwischen 2000 und 2004 konnte die Zahl nochmals um 20% gesenkt werden. Ein weiterer Anstieg des Marktanteils von fluoridiertem Speisesalz um 50% konnte für diese Periode ermittelt werden (42). Ähnliche Ergebnisse stellt Marthaler in einer zusammenfassenden Arbeit von 2005 (43) vor, wobei er sich hier auf die Arbeiten von Burt und Marthaler, sowie von Toth, welche eine Senkung der Kariesprävalenz um 50% durch die Einführung von fluoridiertem Speisesalz herausarbeiten konnten (44, 45), bezieht.

Ein Kilogramm fluoridiertes Speisesalz enthält im Durchschnitt 250 mg Fluorid (entspricht 250 ppm), d.h. pro Gramm Speisesalz nimmt man 0,25 mg Fluorid auf. Durch eine Mittagsmahlzeit mit fluoridiertem Speisesalz kann der Fluoridgehalt im Speichel von im Mittel 0,02 mg auf 0,32 mg/l Fluorid gesteigert werden (46).

In Kantinen und Mensen ist der Gebrauch von fluoridiertem Speisesalz noch nicht zulässig. Für Großküchen ist eine spezielle Erlaubnis zur Zubereitung von Speisen mit fluoridiertem Speisesalz nötig. Die Herstellung und das Inverkehrbringen von fluoridiertem Speisesalz ist in Deutschland auf der Basis einer Ausnahmegenehmigung (nach § 68 Abs. 1 und 2 Nr.1) des Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuches (LFGB) geregelt. Diese wurde nach ihrem ursprünglichen Auslaufen im September 2008 bis zum 30. Januar 2011 verlängert (47).

In den europäischen Richtlinien ist die Anreicherung von Speisesalz mit Fluorid in der „EU-Verordnung zur Direktanreicherung von Lebensmitteln und Nahrungsergänzungsmitteln mit Vitaminen und Mineralstoffen“ vom Dezember 2006 ausdrücklich zugelassen (48). Die Europäische Kommission hat die Absicht, die

Fluoridierung auf Speisesalz und dessen Verwendung im Haushalt zu beschränken. Die dafür zulässige Fluorid-Höchstmenge wird derzeit verhandelt.

1.8.3. Fluoridtabletten

Da die Aufnahme von Fluorid aus fluoridiertem Speisesalz im Säuglings- und Kleinkindalter gering ist, werden für diese Altersgruppe Fluoridsupplemente empfohlen. Hier gibt es verschiedene Präparate, welche von Kinderärzten in Kombination mit Vitamin D verordnet werden (z.B. D-Fluoretten® oder Zymafluor® u.a.), ab dem 2.-3. Lebensjahr als Monopräparat (z.B. Fluoretten®). Die Wirksamkeit von Fluoridtropfen und -tabletten wurde in zahlreichen kontrollierten Studien untersucht und gilt als wissenschaftlich hinreichend gesichert (36, 37, 49-51)

1.8.4. Zahnpflegeprodukte

Zahnpflegeprodukte stellen eine wichtige Säule der Kariesprävention dar. Sie dienen u.a. der topischen Fluoridanwendung. Verschiedene Studien zeigen die Effektivität der Kariesprävention durch fluoridierte Zahnpasta. Eine Reduktion der dmft/DMFT um 24-26% konnte von Marinho et al. ermittelt werden (52).

In Deutschland besteht die Möglichkeit, die Zähne mit einer fluoridierten Zahnpasta zu putzen, welche nach verschiedenen Altersklassen einen unterschiedlichen Fluoridgehalt aufweisen. Kinderzahnpasten werden von der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) für den Zeitraum vom ersten durchgebrochenen Zahn bis etwa zum sechsten Geburtstag, d.h. in etwa dem Zeitpunkt des Durchbruchs der ersten Molaren, empfohlen. Sie enthalten meist 500 ppm (250-1000 ppm) Fluorid. Kinderzahnpasten enthalten zusätzlich spezielle Tenside zur Schonung der Schleimhaut beim Durchbruch der ersten Molaren etwa ab dem 6. Geburtstag. Erwachsenenzahnpasten enthalten meist 1000 bis 1500 ppm Fluorid, nach der Kosmetik-Verordnung sind 1500 ppm die höchst zulässige Konzentration für fluoridhaltige Zahnpasten. Die Kinderheilkunde empfiehlt die Verwendung von Zahnpasten, einem kosmetischen Mittel, erst, sobald die Kinder die Zahnpasta zuverlässig ausspucken, was etwa ab dem 4. Lebensjahr der Fall ist (53).

Den Zahnärzten stehen weitere Möglichkeiten der lokalen Fluoridapplikation zur Verfügung. Hochkonzentrierte Fluoridlacke, -gele und Mundspüllösungen mit einem Fluoridgehalt von > 250 ppm bei Mundspüllösungen, bis zu 12.500 ppm bei Fluoridgelen und bis zu 22.000 ppm bei Fluoridlacken finden häufig Anwendung (54).

1.9. Aktuelle Empfehlungen

Unter Berücksichtigung aktueller Studien ergeben sich folgende Empfehlungen: Die tägliche Zufuhr von 0,05-0,07 mg Fluorid/kg KG ist gemeinhin akzeptiert und in verschiedenen Studien bestätigt (55, 56).

Die Zahnärztliche Zentralstelle für Qualitätssicherung (ZZQ) im Institut der deutschen Zahnärzte hat am 01.04.2006 die Novellierung einer Empfehlung veröffentlicht, welche in Absprache der Deutschen Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK) herausgegeben wurde. In dieser neuen Leitlinie wird Fluorid in Zahnpflegeprodukten als Fluoridquelle insbesondere mit topischer Wirkung empfohlen. Darin eingeschlossen sind auch Zahnpasten mit niedrigem Fluoridgehalt (sog. Kinder- und Juniorzahnpasten mit 500 ppm Fluorid), auch wenn die Wirksamkeit bisher klinisch nicht ausreichend gesichert ist, wie von der o.g. Zentralstelle mit der Evidenzstärke 0 (keine Empfehlung) selbst eingeräumt wird (57).

Weiterhin wird die Applikation von Fluoridlacken bei Kindern mit wenig kariöser Erfahrung zwei- oder mehrmals jährlich (Evidenzgrad A = starke Empfehlung) befürwortet. Fluoridgele werden unter der Voraussetzung empfohlen, dass sie nicht geschluckt werden, Fluoridhaltige Mundspüllösungen werden bei geringer Kariesaktivität nicht empfohlen (57).

Die Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin (DGKJ) publizierte am 24.05.2007 eine aktuelle Empfehlung zur Prävention der Milchzahnkaries. In dieser Veröffentlichung werden eine individuelle Fluoridanamnese und ein regelmäßiges Fluoridmonitoring empfohlen. Dieses ist abhängig vom Fluoridgehalt des Trinkwassers, der Nahrung, der Verwendung von fluoridiertem Speisesalz und dem Alter des Kindes.

Entsprechend der ermittelten Werte können Empfehlungen zur Ergänzung von Fluorid gemacht werden (siehe Tab. 1) Bei einer Trinkwasserfluoridierung von 0,3-0,7 mg/dl gilt ein reduziertes Schema. Bei einer Trinkwasserfluoridierung von > 0,7 mg/dl braucht kein Fluoridsupplement verabreicht zu werden (53).

Tab. 1: Referenzwerte der angemessenen Fluoridgeamtzufuhr (Nahrung, Trinkwasser und Supplemente) zur Kariesprävention. In Anlehnung an die Empfehlungen der Deutschen Fachgesellschaften (1996) und des Food and Nutrition Board (1998)

Alter	Fluoridzufuhr (mg/Tag) aus natürlichen Quellen ²⁾	Fluoridgeamtzufuhr, mg/Tag ³⁾		Empfohlene Nahrungsergänzungen in Abhängigkeit vom Trinkwasserfluorid bzw. von der Verwendung von F-Speisesalz 1), 7)		
		angemessen	maximal ⁴⁾	TWF ⁵⁾ <0,3	<0,3-0,7	F-Speisesalz ⁶⁾
0-6 Monate	0.01 - 0.1	0.25	0.7	0.25	0,0	Tbl.: 0,25
>6-12 Monate	0.1	0.5	0.9	0.25	0,0	Tbl.: 0,25
>1-3 Jahre	0,2	0.7	1.3	0.25	0,0	Tbl.: 0,25
>3-6 Jahre	0.2	1.1	2.2	0.5	0.25	+
>6-8 Jahre	0.3	1.1	2.2	1.0	0.5	+
>8-13 Jahre	0,4	2.0	10	1.0	0.5	+
>13-18 Jahre männlich	0.5	3.2	10	1.0	0.5	+
>13-18 Jahre weiblich	0.5	2.9	10	1.0	0.5	+
>18 Jahre männlich	0.6	3.8	10	1.0	0.5	+
>18 Jahre weiblich	0.5	3.1	10	1.0	0.5	+

1) Standardsituation: Trinkwasserfluorid < 0,3 mg/l, kein fluoridiertes Speisesalz, keine Spezialdiät.

2) gemessene Fluoridzufuhr mit der Nahrung, einschließlich Trinkwasser & Getränke

- 3) Fluoridzufuhr aus Nahrung, Trinkwasser, Getränken und Nahrungsergänzung. Bei längerer Überschreitung der Obergrenzen, besonders im Alter von 2 bis 8 Jahren ist mit zunehmendem Vorkommen von Zahnschmelzflecken ('Dentalfluorose') zu rechnen
- 4) Entspricht bis zum Alter von 8 Jahren etwa 0,1 mg/kg. Bei älteren Kindern und Jugendlichen entsteht Dentalfluorose nicht mehr; die höheren Grenzwerte sollen dann vor Skelettfluorose schützen.
- 5) Trinkwasserfluorid (mg/l). Ab 0,7 mg/l werden weder Fluoridtabletten noch -speisesalz empfohlen.
- 6) Als systemisches Fluoridsupplement wird von den Fachgesellschaften fluoridiertes Speisesalz empfohlen. Dessen Fluoridgehalt beträgt in Deutschland 250 mg/kg. Die Zufuhr von Speisesalz im Säuglings- und Kleinkindesalter ist so gering, dass für diesen Altersbereich zusätzlich Fluoridtablettengaben empfohlen werden.
- 7) Bilanzierte Diäten, z.B. zur Behandlung von Stoffwechselkrankheiten, sind mit Spurenelementen, meist auch Fluorid, angereichert. Zusätzliche Fluoridgaben sind dann nicht zu empfehlen. Herstellerangaben sind zu beachten.

1.10. Fragestellung

Wie einleitend dargestellt, ist eine angemessene Fluoridversorgung bedeutsam für die Zahngesundheit. Andererseits treten bei überhöhten Zufuhrmengen unerwünschte Wirkungen auf, d.h. für Fluorid gibt es eine Dosis-Wirkungsbeziehung mit einer therapeutischen Breite. Will man die Zufuhr optimieren, muss man die Exposition und Faktoren, die darauf Einfluss nehmen, kennen. Eine genaue Bestimmung der Fluoridzufuhr erfordert Bilanzuntersuchungen, die sehr aufwendig sind und deshalb auf Einzelfälle beschränkt bleiben. Sie erlauben es nicht, die Exposition der Bevölkerung zu veranschlagen. Die wesentliche Fragestellung dieser Arbeit zielt darauf ab, wie hoch bzw. wie niedrig die derzeitige Exposition der 0-6-jährigen Kinder in Deutschland ist und demnach wie viel Fluorid supplementiert werden sollte, um eine optimale Zahngesundheit zu erreichen.

1.11. Zielstellung

In der vorliegenden Arbeit geht es darum, Anhaltspunkte für die Exposition der Bevölkerung und die Einflüsse darauf herauszuarbeiten. Dafür wurden Fluoridwerte in Spoturinproben einer großen, repräsentativen Stichprobe ermittelt. Über Kreatininwerte und Körpergewicht soll die Fluoridexposition der 0-6-jährigen Kinder in Deutschland anhand der Daten des Kinder- und Jugend Gesundheitssurveys (KiGGS) des Robert-Koch-Institutes, welche von 2003 bis 2006 im gesamten Bundesgebiet erhoben wurden, veranschlagt werden. Hierbei soll insbesondere die Ernährung der Kinder ein zentraler Betrachtungspunkt sein. Weitere mögliche Einflussfaktoren auf die Fluoridexposition sollen herausgearbeitet und diskutiert werden.

2. Material und Methoden

2.1. Studie (KiGGS)

Die KiGGS-Studie (Kinder- und Jugendgesundheitsurvey) ist eine durch die Bundesministerien für Gesundheit, für Bildung und Forschung (BMBF) und für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz geförderte Studie des Robert Koch-Instituts. Allgemeine Ziele der Studie sind die Schaffung von repräsentativen Daten für eine umfassende Gesundheitsberichterstattung, welche wesentliche Informationslücken füllt und eine Grundlage für gesundheitspolitische Schwerpunktsetzungen auf dem Gebiet der Prävention, Intervention und Gesundheitsförderung bei Kindern und Jugendlichen bilden soll (58). Dabei sollten wichtige neue oder auch erstmalige Referenzen für gesundheitlich relevante Messgrößen bei Kindern und Jugendlichen erhoben werden. Der Untersuchungszeitraum begann im Mai 2003 und endete im Mai 2006. Durchgeführt wurde sie von verschiedenen Teams, welche sich aus jeweils fünf Mitarbeitern zusammensetzten, von einem pädiatrisch erfahrenen Arzt geleitet wurden und insgesamt 167 verschiedene, repräsentativ ausgewählte Studienorte in ganz Deutschland nach einem epidemiologisch entwickelten Plan aufsuchten, um dort jeweils repräsentative Stichproben von Kindern und Jugendlichen zu untersuchen. Feldarbeit, Laboranalytik und Datenmanagement waren die wichtigsten Pfeiler der Studie (59).

2.1.1. Auswahl der Probanden

Nach einem Pre-Test mit 1.626 Probanden wurden im Kernsurvey 17.641 Kinder und Jugendliche, davon 8.656 Mädchen und 8.985 Jungen im Alter von 0-17 Jahren, aus der gesamten Bundesrepublik gemeinsam mit ihren Eltern in einem zweistufigen Verfahren rekrutiert. Bei der ersten Stufe wurden 167 Studienorte (*Sample points* – siehe Studienorte im Anhang S. 131) nach einem Zufallsverfahren gewählt. Auf der zweiten Stufe erfolgte die Personenauswahl als repräsentative Stichprobe aus den Melderegistern der Einwohnermeldeämter. Ca. 25.000 Haushalte wurden angeschrieben, die Teilnahmequote betrug 66,6% (60).

In dieser Arbeit berücksichtigt werden die Studienteilnehmer von 0-6 Jahren.

2.1.2. Fragebögen

Den Eltern der Probanden wurden verschiedene Fragebögen zur Beantwortung vorgelegt. Dabei gab es drei verschiedene Varianten, welche für diese Arbeit relevant sind: zunächst einen Fragebogen für die Kinder der Altersgruppe 0-2 Jahre, einen weiteren für Probanden der Altersgruppe 3-6 Jahre, sowie ein Ernährungsfragebogen für alle Teilnehmer. Die für diese Arbeit relevanten Fragen aus den Fragebögen sind dem Anhang (siehe S. 135) zu entnehmen.

Das Ausfüllen des Fragebogens erfolgte am Anfang der Untersuchung nach einer Einführung in den Fragebogen, welche Hinweise zum Ausfüllen des Fragebogens enthielt. Bei sprachlichen oder Verständnisproblemen wurden die Fragebögen im Interview abgefragt. Dieses Vorgehen wurde gesondert dokumentiert. Die Fragebögen wurden nach dem Ausfüllen auf Vollständigkeit kontrolliert. Weiterhin wurden bestehende Verständnisprobleme ausgeräumt. Die Informationen des Fragebogens dienten der Kinderärztin, welche das Computer-gestützte Interview (CAPI) führte, als Grundlage.

Der Ernährungsfragebogen wurde den Probanden bereits vor der Untersuchung zugeschickt. Es wurden verschiedenste Lebensmittel nach Häufigkeit des Verzehrs und der Menge (in Portionsgrößen) erfragt. Getränke wurden in ebenfalls nach Häufigkeit des Verzehrs und weiterhin nach Verzehrmenge (in Gläsern à 200 ml) abgefragt.

2.1.3 Körperliche Untersuchung

Die Anthropometrie wurde durch das medizinische Personal nach internationalen Standards, sorgfältiger Kalibrierung und regelmäßiger Qualitätskontrolle durchgeführt. Das für die vorliegende Arbeit relevante Körpergewicht wurde mit einer kalibrierten elektronischen Waage gewonnen. Die Probanden waren dafür barfuß und trugen leichte Unterwäsche.

2.1.4. Untersuchungsmaterial

Als Untersuchungsmaterial wurden Blut- und Spontanurinproben entnommen, wobei für diese Arbeit lediglich die Urinproben relevant sind. Die Proben wurden in mehreren Portionen eingefroren, gefroren versandt und bei -70°C aufbewahrt.

2.2. Labormethoden

2.2.1. Fluoridmessung im Urin

Die Fluoridkonzentration im Urin wurde potentiometrisch mit Hilfe des 692 pH-/Ionometers der Firma Metrohm bestimmt. Die Messeinheit besteht aus folgenden Komponenten:

- 692 pH Ionmeter
- 672 Dosimat, bestehend aus:
 - Dosimat Keyboard und
 - 727 Ti-Stand
- Drucker
- Messelektrode Fluorid
- Bezugselektrode

Das Prinzip der Messung beruht auf der Messung der spezifischen Ionenaktivität der in der Probe enthaltenen Fluoridionen. Mit Hilfe von ionenselektiven Elektroden (ion selective electrodes – ISE) der Firma Metrohm und der verwendeten TISAB-Pufferlösung wird diese Aktivität erfasst, welche entsprechend der Fluoridkonzentration variiert.

Herstellung von Standard- und Kontrolllösung

Zunächst wurde eine Standardlösung hergestellt. Hierzu wurden in einen Maßkolben 26,3 ml Metrohm-Ionenstandard $0,1 \text{ mol/l}$ (1900 ppm , entspricht rund 1900 mg/l) eingefüllt und mit H_2O bidest. auf 1000 ml aufgefüllt ($1:38$ Verdünnung).

Als nächstes wurde eine Kontrolllösung hergestellt, welche als Kontrollkonzentration 300 µg Fluorid pro Liter enthielt. Dies geschah in drei Schritten:

Im ersten Schritt wurde eine Lösung mit der Endkonzentration 10 mg/l hergestellt. Dazu wurde 5,26 ml Ionenstandard (1900 mg/l) mit H₂O bidest. auf 1000 ml aufgefüllt. Somit entstand eine 1:190 Verdünnung.

Im zweiten Schritt entnahm man nun 100 ml der hergestellten Lösung der Konzentration 10 mg/l und füllte diese mit mit H₂O bidest. auf 1000 ml auf. So erhielt man nun eine Lösung von 1 mg/l mit einer Verdünnung von 1:10.

Um die benötigte Kontrolllösung mit 300 µg/l zu erhalten, wurden im letzten Schritt 300 ml der auf 1 mg/l verdünnten Ionenstandardlösung mit H₂O bidest. auf 1000 ml aufgefüllt. Die gewünschte Kontrolllösung enthielt eine 1:3,33 Verdünnung. Diese Kontrolllösung wurde zwischen den Messreihen der Proben eingesetzt.

Durchführung der Fluoridmessung

Die Urinproben wurden während der Untersuchungen der Kinder gesammelt und sofort eingefroren. Die gefrorenen Urinproben wurden schließlich im Labor mit Hilfe eines Inkubators wieder aufgetaut. Während des Auftauprozesses wurden die Messelektroden in destilliertem Wasser vorkonditioniert.

In der Zwischenzeit wurden jeweils 3 ml Urin auf verschiedene Messbecher pipettiert. Zu jeder Probe wurden 3 ml H₂O bidest. und 6 ml TISAB-Lösung hinzugegeben und vermischt (Originalansatz, siehe Tab. 2). Die TISAB-Lösung ist eine Pufferlösung, welche den kontinuierlichen Ionenfluss sicherstellen und mögliche Interferenzen verhindern soll.

Tab. 2: Vorgehen zur Verdünnung der Proben

	Originalansatz	Fluorid >1000 µg/l	Probe < 3 ml oder Fluorid > 2000 µg/l	Probe < 1 ml oder Fluorid > 3000 µg/l
Urin (ml)	3	3	1	0,5
Aqua Dest. (ml)	3	3+6	2+3	2,5+3
TISAB (ml)	6	6+6	6	6
Verdünnung	1:4	1:8	1:12	1:24
Ausdruck x Faktor	1	2	3	6
Gesamtvolumen (ml)	12	24	12	15

Die nun zur Messung vorbereiteten Urinproben wurden unter die Fluoridmess- und Bezugselektrode positioniert. Weiterhin wurde die Probennummer dokumentiert und die Messung begonnen. Nach ca. 90 Sekunden waren Rühr- und Messphase abgeschlossen und das Messergebnis wurde mitsamt der Probennummer ausgedruckt. Nach einer weiteren Spülung beider Elektroden konnte die nächste Probe untersucht werden.

Kontrollmessungen und Kalibrierung

Nach jeweils zehn Probendurchläufen wurde eine Kontrollprobe gemessen, welche definitionsgemäß 300 µg/l Fluorid enthielt. Dabei wurden Abweichungen vom Zielwert 300 µg/l von +/- 30 µg/l, d.h. Werte von 270µg/l bis 330 µg/l, also eine maximale Abweichung von 10% toleriert. Erreichte die Kontrolllösung nicht die gewünschte Konzentration wurde zunächst eine weitere Kontrolllösung hergestellt. Konnte auch mit dieser Lösung der Zielwert nicht dauerhaft erreicht werden, wurde das Gerät nach Herstellerangaben neu kalibriert.

Probenmessungen bei nicht ausreichender Probenmenge und Fluoridkonzentrationen >3000 µg/l

Betrug die vorhandene Urinmenge weniger als 3 ml, wurde ein Verdünnungsschema angewendet, um die Probe dennoch auswerten zu können (siehe Tab. 2, S. 28). Für diesen Verdünnungsansatz wurde 1 ml der Urinprobe mit 5 ml H₂O bidest. und 6 ml TISAB versetzt. Durch Multiplikation mit dem Faktor 3 bei einem Verdünnungsfaktor von

1:12 ergab sich das Messergebnis. Bei einer Probenmenge von 0,5 ml konnte das Verdünnungsverhältnis auf 1:24 erweitert werden. Durch Hinzugeben von 5,5 ml H₂O bidest. und 6 ml TISAB, sowie durch Multiplikation des gemessenen Wertes mit 6 konnte die Fluoridkonzentration problemlos bestimmt werden. Bei Probenmengen unter 0,5 ml war eine Auswertung leider nicht möglich. Das gleiche Verdünnungsverhältnis wurde bei den Proben angewendet, bei denen initial eine Fluoridkonzentration über 3000 µg/l gemessen wurde.

Probenmessungen bei Fluoridkonzentrationen > 1000 µg/l und > 2000 µg/l,
Probenmenge < 1ml

Betrug die gemessene Konzentration der Probe > 1000 µg/l, wurde die Probe weiter verdünnt, um ein möglichst genaues Messergebnis zu erzielen. Das Ionometer der Firma Metrohm erzielt optimale Messergebnisse im Bereich von 0-1000 µg/l, Werte die darüber liegen, werden zu ungenau gemessen. Bei diesen Proben wurde folgender Verdünnungsansatz gewählt: es wurden 1 ml Probenlösung mit 9 ml H₂O bidest. und 12 ml TISAB versetzt. Das so erzielte Verdünnungsverhältnis betrug demnach 1:8, der gemessene Wert wurde schließlich mit 2 multipliziert. Auch Proben, welche initiale Messwerte über 2000 µg/l anzeigten, wurden verdünnt. Hierzu wurde 1 ml der Probe mit 5 ml H₂O bidest. und 6 ml TISAB versetzt. Durch Multiplikation mit dem Faktor 3 konnten hier genauere Messergebnisse erzielt werden. Dieses Mischungsverhältnis wurde auch für Probenmengen zwischen 1 und 3 ml verwendet (siehe Tab. 2, S. 28).

Probenmessungen bei Fluoridkonzentrationen < 20 µg/l

Wurden Konzentrationen unter < 20 µg/l gemessen oder waren diese bei noch geringerer Konzentration nicht messbar, wurde zunächst eine Messung der Kontrolllösung durchgeführt. 4 ml dieser Kontrolllösung wurden mit der zu messenden Probe vermischt und es wurde erneut eine Messung durchgeführt. Die Differenz aus Kontrollmesswert und nun gemessenem Wert der Proben-Kontroll-Mischung ergab den für diese Probe gültigen Wert. Eine Zusammenfassung der beschriebenen Verdünnungsrichtlinien findet sich in Tab. 2, S. 28.

Dokumentation der Messergebnisse

Das Messergebnis und gegebenenfalls erforderliche Verdünnungen wurden direkt nach der Probenmessung handschriftlich dokumentiert. Weiterhin wurden die Messergebnisse ausgedruckt und somit doppelt erfasst. Nach Abschluss einer Messreihe wurden die Probenergebnisse mitsamt der Probennummer, Restvolumina und Kontrollwerte in eine Datenbank eingegeben.

2.2.2. Kreatinin-Messung im Urin

Die Kreatininmessung wurde in einem Partnerlabor des Deutschen Herzzentrums Berlin nach der Jaffé-Methode durchgeführt. Es handelt sich dabei ebenfalls um ein photometrisches Messverfahren. Kreatinin reduziert in alkalischer Lösung Pikrinsäure zu Pikraminsäure, die schließlich einen roten Komplex bildet. Die Absorption des roten Komplexes wird schließlich zeitabhängig bei 520 nm gemessen.

2.3. Auswertung der Daten

Ziel der Arbeit ist es, bevölkerungsrepräsentative, über Ort und Zeit vergleichbare und reproduzierbare Indikatoren zur Fluoridexposition von Kindern und Jugendlichen zu erhalten.

2.3.1. Statistische Methoden

2.3.1.1.1. Deskriptive Darstellung der Probanden

Zur statistischen Auswertung der Daten wird das Programm SPSS Version 16.0 sowie PASW Version 18.0 genutzt. Zur deskriptiven Darstellung der Probanden werden absolute und relative Häufigkeiten ermittelt. Weiterhin werden Zusammenhänge mit Hilfe von Kreuztabellen dargestellt. Zur statistischen Auswertung dienen je nach

Datentyp und angenommene Verteilung der Chi-Quadrat-Test, der Exakte Test nach Fisher, sowie der Test nach Kendall-Tau-b.

Für die Fluoridwerte ergibt sich eine rechtsschiefe und linkssteile Verteilung, wie in Abb. 2 und 3 dargestellt.

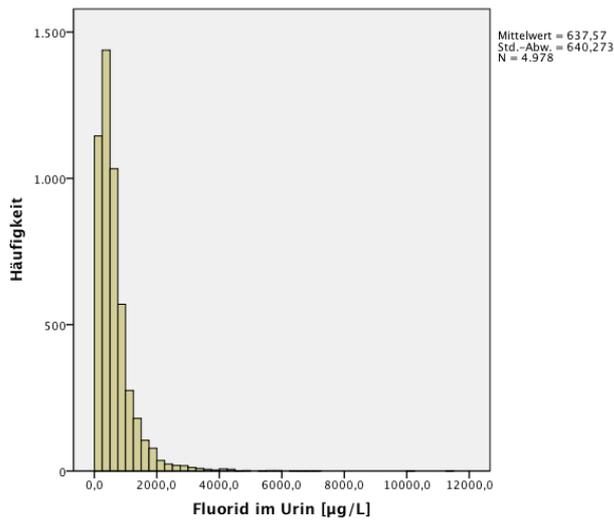


Abb. 2: Verteilung der Fluoridwerte in µg/l

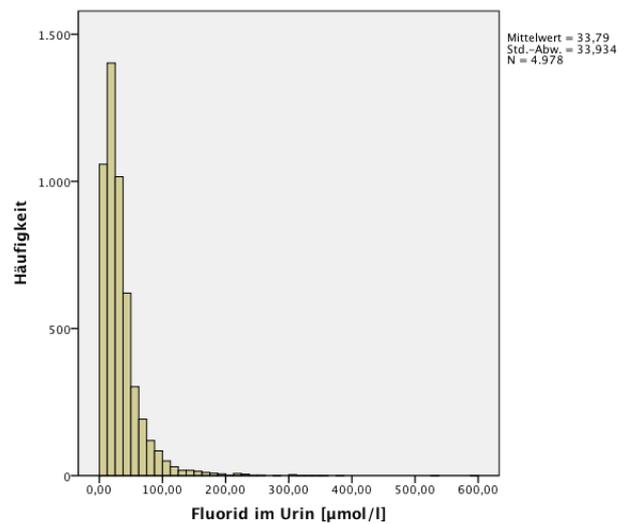


Abb. 3: Verteilung der Fluoridwerte in µmol/l

Es fallen vereinzelt sehr hohe Fluoridwerte auf, die noch zu diskutieren sind. Zur genaueren Darstellung der Fluoridverteilung werden die Werte > 200 µmol/l bzw. über 4000 µg/l in der Abb. 4 und 5 nicht dargestellt.

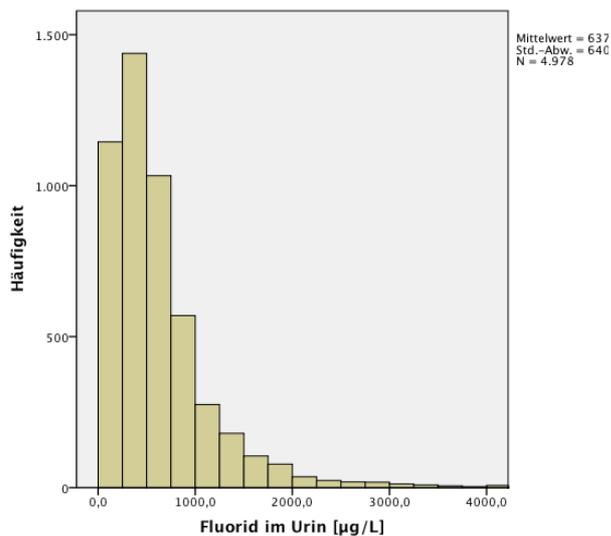


Abb. 4: Verteilung der Fluoridwerte in µg/l mit Maximalwert 4000 µg/l

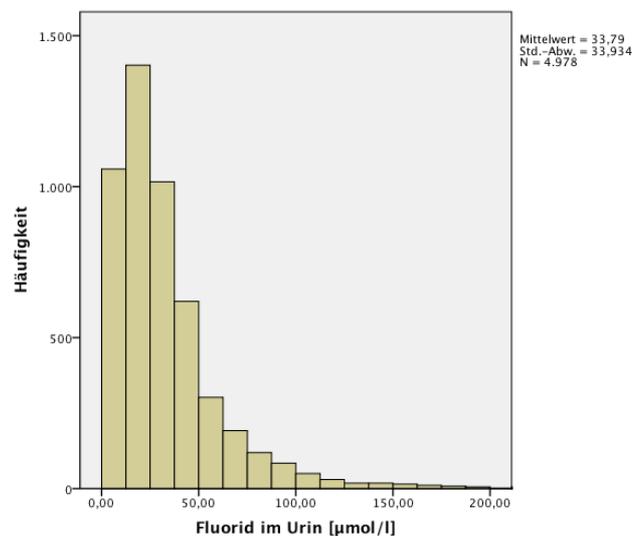


Abb. 5: Verteilung der Fluoridwerte in µmol/l mit Maximalwert 200 µmol/l

Für die Kreatininausscheidung ergab sich die in Abb. 6 und 7 dargestellte Verteilung:

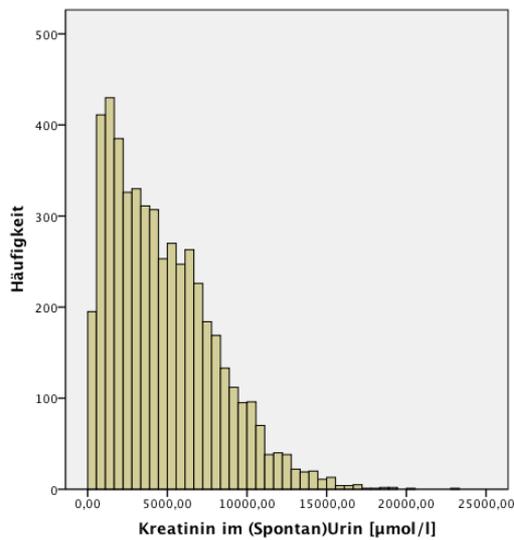


Abb. 6: Verteilung der Kreatininwerte in $\mu\text{mol/l}$ mit Maximalwert 25.000 $\mu\text{mol/l}$

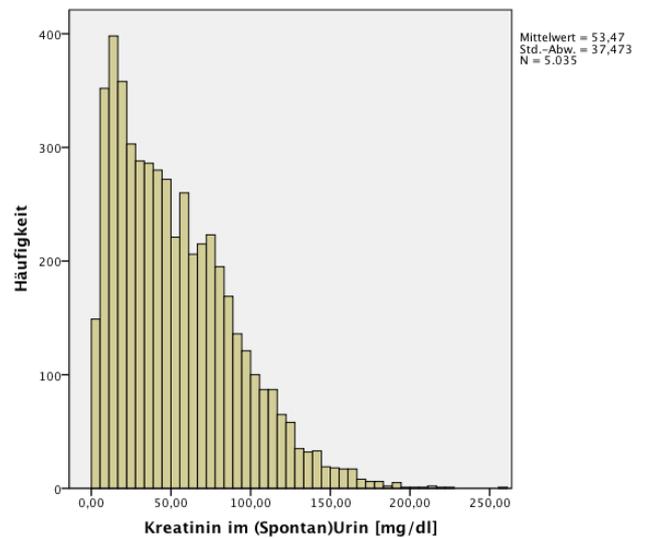


Abb. 7: Verteilung der Kreatininwerte in mg/dl mit Maximalwert 250 mg/dl

Da die Werte nicht normal verteilt sind, können keine parametrischen Tests wie der t-Test eingesetzt werden. Es werden für die weiteren Berechnungen nicht-parametrische Tests verwendet.

Als nicht-parametrische Tests für unabhängige Stichproben wurden der Mann-Whitney-U-Test und der Kruskal-Wallis-Test eingesetzt. Zur graphischen Darstellung wurden gruppierte Balkendiagramme, Kreisdiagramme und Histogramme verwendet.

Um deutschlandweit repräsentative Aussagen zu erzielen, werden in den Analysen Stichproben gewichtet. Dabei wird ein für den KiGGS errechneter Wichtungsfaktor einbezogen, welcher wiederum durch einen Korrekturfaktor angeglichen wird, um die Fallzahlen nicht zu vermindern.

Als Signifikanzniveau wurde $p < 0,05$ angenommen, das Konfidenzintervall beträgt 95%.

2.3.1.1.2. Ermitteln von Ausreißern

Die Extremwerte wurden wie folgt behandelt:

1. Ausschluss der Extremwerte (Mittelwert + 3x Standardabweichung = 1789 $\mu\text{g/d}$). Die Extremwerte führen zu hohem Mittelwert und hoher Standardabweichung und damit zu einer zu hohen Obergrenze
2. Berechnung von Mittelwert und Standardabweichung für individuelle Fluoridausscheidung < 1789 $\mu\text{g/d}$
3. daraus Bestimmung der Obergrenze durch Mittelwert + 2x Standardabweichung = 899 $\mu\text{g/d}$

Auszuschließende Werte über 900 $\mu\text{g/d}$ gibt es in 5,9% der Fälle mit Fluorid- und Kreatininwerten.

Zur Darstellung der Fluoridausscheidung und Fluoridaufnahme werden Mediane verwendet, um die überhöhten Werte zu berücksichtigen und den tatsächlich in der Mitte stehenden Wert zu ermitteln. Würde man den Mittelwert verwenden, käme es bei teilweise sehr hohen Werten zu einer Verzerrung.

Abschließend werden zwei multiple lineare Regressionsmodelle berechnet, um einzelne Aspekte deutlicher herauszuarbeiten. Dies erfolgt für einzelne Aspekte, z.B. der Verwendung von Jodsatz mit Fluorid und der Zahnputzhäufigkeit, betrachtet nach Altersgruppen und der Verwendung von Fluoridsupplementen. Weiterhin werden soziale Faktoren in die Betrachtung mit eingeschlossen, um Effekte besser herauszuarbeiten.

2.3.1.2. Auswertung der Fragebögen

Da nicht für alle 0-6-jährigen Probanden Urinproben vorliegen, werden zunächst verschiedene Gruppen gebildet, welche im Einzelnen betrachtet werden sollen (siehe Flowchart im Ergebnisteil S. 37 und Glossar S.119 im Anhang). Aus der Gesamtgruppe der 17.641 Probanden im KiGGS sind in der *Projektgruppe* 6.680 Probanden im Alter von 0-6 Jahren. Für insgesamt 4.921 Probanden dieser Altersgruppe kann die individuelle Fluoridausscheidung berechnet werden. Es liegen sowohl Fluorid- und

Kreatininwerte, sowie Angaben zum Körpergewicht vor. Diese Angaben werden zur Berechnung der individuellen Fluoridausscheidung pro 24 Stunden benötigt. Diese Gruppe wird im weiteren Verlauf der Arbeit die *Fluoridgruppe* bilden. Da der Anteil der Probanden mit fehlenden Daten mit 1.759 relativ groß ist, wird die Fluoridgruppe mit der Gruppe ohne vorhandene Fluorid- und Kreatininwerte verglichen, um zu eruieren, ob diese Gruppen sich in ausgewählten Aspekten signifikant unterscheiden.

Weiterhin wurden mehrere Variablen im Rahmen des KiGGS konkret definiert. So versteht man unter der Definition „Stadt/Land“ folgende Gemeindegruppenklasse: Eine Gemeinde unter 5.000 Einwohner wird als ländlich, eine Stadt mit 5.000 bis < 20.000 Einwohner als kleinstädtisch definiert. Als mittelstädtisch werden Städte mit 20.000 - < 100.000 Einwohner und als großstädtisch solche mit 100.000 Einwohnern und mehr bezeichnet.

Der soziale Status wird mit Hilfe des *Winkler Index* von 2003 in die Kategorien „hoher Sozialstatus“, „mittlerer Sozialstatus“ sowie „niedriger Sozialstatus“ unterteilt. Dabei werden Angaben zu Bildung, Ausbildung, beruflicher Stellung und Nettoeinkommen aller Haushaltmitglieder berücksichtigt. Der zuletzt 1998 durch das Robert Koch-Institut (basierend auf den Fragen des Bundesgesundheits surveys von 1998) berechnete Winkler Index konnte für die aktuelle Studie auf Grund von Inflation und Veränderung bei der Bildung nicht mehr verwendet werden. Aus diesem Grund wurde eine Neuadjustierung des Winkler Index im Jahre 2003/2004 durchgeführt. Ziel des Winkler-Index ist es, den Haushalt zu charakterisieren, in welchem das Kind hauptsächlich lebt.

Zur Ermittlung des *Migrationshintergrundes* werden das Geburtsland des Kindes, der Mutter, des Vaters, sowie die Staatsangehörigkeit von Vater und Mutter berücksichtigt. Dabei werden Kinder und Jugendliche als Migranten definiert, die selbst aus einem anderen Land zugewandert sind und von denen mindestens ein Elternteil nicht in Deutschland geboren ist, oder von denen beide Eltern zugewandert oder nicht-deutscher Staatsangehörigkeit sind. Kinder mit einseitigem Migrationshintergrund, d.h. Kinder, die in Deutschland geboren und von denen nur ein Elternteil aus einem anderen Land zugewandert und/oder nichtdeutscher Staatsangehörigkeit ist, werden den Nicht-Migranten zugerechnet.

2.3.1.3. Geschätzte individuelle Fluoridaufnahme

In unterschiedlichen Studien, in denen Untersuchungen zur individuellen Fluoridaufnahme und –ausscheidung gemacht wurden, gibt es Hinweise darauf, dass die Fluoridaufnahme als doppelte Menge der gemessenen individuellen Fluoridausscheidung veranschlagt werden kann, da im Kindesalter von einer 50%igen Retention auszugehen ist (55, 61, 62). Allerdings ist zu erwähnen, dass es sich hier immer nur um einen Schätzwert handeln kann, da die Fluoridaufnahme von vielen Faktoren, wie z.B. der Aufnahme von Getränken mit erhöhtem Fluoridgehalt, Supplementen und Zahnpasten abhängig ist. Die Retention ist weiterhin abhängig vom Geschlecht, Alter, Körpergewicht und Kreatiningehalt des Körpers.

Zur Berechnung der individuellen Fluoridaufnahme wird folgende Formel verwendet:

$$\text{Fluoridaufnahme pro 24h } (\mu\text{g/d}) = 2 \times \text{individuelle Fluoridausscheidung pro 24h } (\mu\text{g/d})$$

Dabei werden anlehnend an die Berechnung der individuellen Fluoridausscheidung das Körpergewicht und die Kreatininwerte in die Berechnung mit einbezogen (s. 2.3.1.4, S. 35).

2.3.1.4. Berechnung der individuellen Fluoridausscheidung pro 24 Stunden

Um eventuelle tageszeitliche Schwankungen der Spoturinproben bestmöglich auszugleichen, wird die individuelle Fluoridausscheidung auf das ebenfalls im Spoturin gemessene Kreatinin bezogen.

Fluorid- und Kreatininwerte, sowie Angaben zum Körpergewicht werden zur Berechnung der individuellen Fluoridausscheidung pro 24 Stunden benötigt.

Zur Berechnung der individuellen Fluoridausscheidung werden folgende Formeln verwendet:

1) $\text{Fluorid/Kreatinin-Quotient } (\mu\text{mol/mmol}) = \text{Fluoridkonzentration im Spoturin } (\mu\text{mol/l}) / \text{Kreatininkonzentration im Spoturin } (\text{mmol/l})$

- 2) Individuelle Fluoridausscheidung pro 24h ($\mu\text{mol/d}$) =
Fluorid/Kreatinin-Quotient ($\mu\text{mol/mmol}$) x individuelle Kreatininausscheidung pro
24h (mmol/d)
- 3) Individuelle Fluoridausscheidung pro 24h ($\mu\text{g/d}$) = Individuelle
Fluoridausscheidung pro 24h ($\mu\text{mol/d}$) / 0,053.

Der Wert 0,053 ergibt sich aus der Umrechnung von μmol in μg .

3. Ergebnisse

Von den insgesamt 17.641 im KiGGS untersuchten Kindern sind 6.680 im Alter von 0-6 Jahren und fallen damit in die für die Arbeit relevante Projektgruppe. Da nicht für alle Kinder dieser Projektgruppe Fluorid- und Kreatininwerte vorliegen, wird zunächst die Gruppe, für die eine individuelle Fluoridausscheidung berechnet werden kann, genauer betrachtet und statistisch analysiert. Schließlich soll die Gruppe der Probanden, für die Fluoridwerte vorliegen, mit der Gruppe ohne Fluoridwerte verglichen werden, um mögliche Unterschiede herauszuarbeiten. Abb. 8 zeigt den Weg zu den Gruppen, welche in dieser Arbeit betrachtet werden sollen.

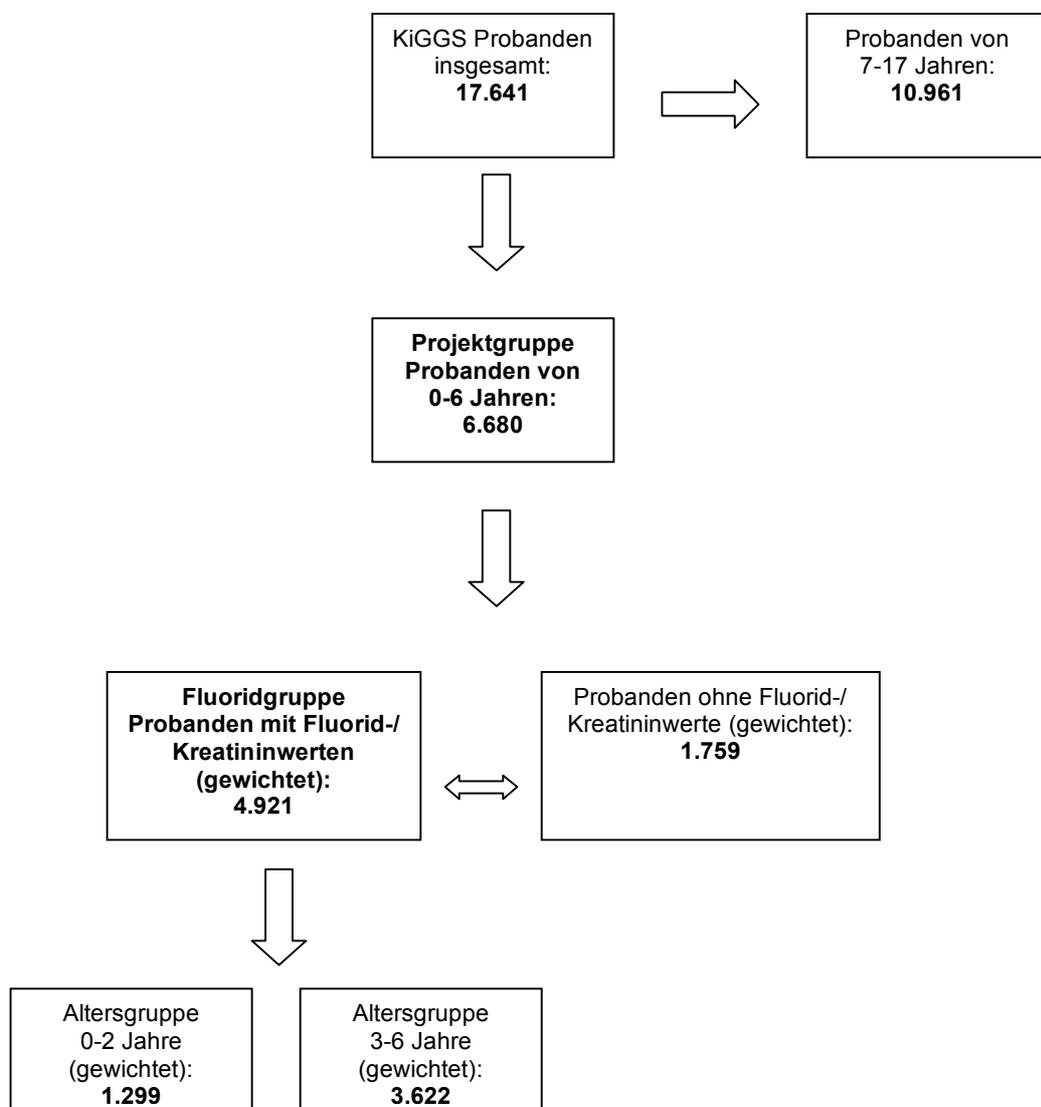


Abb. 8: Grafische Darstellung der verschiedenen Gruppen (\leftrightarrow = Vergleich der Gruppen)

3.1. Projektgruppe – Demografische Betrachtung der empirisch ermittelten Werte

Zunächst sollen demografische Aspekte der Stichprobe beschrieben werden. Diese Werte werden ohne Einbeziehung von Stichprobengewichten dargestellt. In die ungewichtete Stichprobe fallen insgesamt 6.680 Probanden im Alter von 0-6 Jahren.

Die Geschlechtsverteilung der Projektgruppe ist annähernd gleich, 3.314 Probanden (49,6%) sind weiblichen und 3.366 (50,4%) männlichen Geschlechts.

Der Altersmedian liegt bei 3,59 Jahren. Die Standardabweichung beträgt 2,0. Insgesamt wurden etwas weniger Kinder im Alter von 0-2 Jahren untersucht. In die zweite Altersgruppe fallen Kinder von 3-6 Jahren. Die Verteilung zeigt Tab. 3.

Tab. 3: Verteilung der Probanden auf Altersgruppen der Projektgruppe

		Anzahl	Prozent
Altersgruppen	0 - 2 Jahre	2.805	42
	3 - 6 Jahre	3.875	58
	Gesamt	6.680	100

Die Geschlechtsverteilung in den verschiedenen Altersgruppen ist in Tab. 4 dargestellt.

Tab. 4: Verteilung der Projektgruppe von 0-6 Jahren nach Alter und Geschlecht; $p=0,901$ (n.s.)

		Altersgruppe			
			0 - 2 Jahre	3 - 6 Jahre	Gesamt
Geschlecht	männlich	Anzahl (%)	1.416 (50,5%)	1.950 (50,3%)	3.366 (50,4%)
	weiblich	Anzahl (%)	1.389 (49,5%)	1.925 (49,7%)	3.314 (49,6%)
	Gesamt	Anzahl (%)	2.805 (100%)	3.875 (100%)	6.680 (100%)

Betrachtet man geografische Aspekte, kommen 2.270 Probanden (34%) aus Regionen im Osten (wobei Berlin zum Osten gezählt wird) und 4.410 Probanden (66%) aus westlichen Regionen der Bundesrepublik.

Insgesamt kommen 1.524 Probanden (22,8%) aus einer ländlichen Region, 5.156 (77,2%) leben in der Stadt. Die weitere Unterteilung in ländliche (< 5.000 Einwohner), klein- (5.000 - < 20.000 Einwohner), mittel- (20.000 - < 100.000 Einwohner) und großstädtische Regionen (100.000 Einwohner und mehr) zeigt Tab. 5.

Tab. 5: Verteilung der Projektgruppe auf die verschiedenen Gemeindegrößenklassen

		Häufigkeit	%
Gemeindegrößen- klasse	Ländlich	1.524	22,8
	Kleinstädtisch	1.773	26,5
	Mittelstädtisch	1.905	28,5
	Großstädtisch	1.478	22,1
	Gesamt	6.680	100,0

Für 6.561 der Probanden (98,2%) der Projektgruppe kann der Sozialschichtindex nach Winkler berechnet werden (Definition siehe S. 34). Demnach haben 1.877 (28,6%) einen niedrigen, 2.963 (44,7%) einen mittleren und 1.748 (26,6%) einen hohen sozialen Status.

Weiterhin kann für 6.630 Probanden (99,3%) ermittelt werden, ob das Kind einen Migrationshintergrund aufweist (Definition siehe S. 34). Nach der hier verwendeten Definition waren 930 Probanden (13,9%) nicht-deutscher Herkunft.

3.2. Auswertung der Gruppe mit Daten zur individuellen Fluoridausscheidung (Fluoridgruppe)

3.2.1. Demografische Betrachtung

Für insgesamt 4.921 Probanden liegen sowohl Fluorid- und Kreatininwerte, sowie Angaben zum Körpergewicht vor. Diese Angaben werden zur Berechnung der individuellen Fluoridausscheidung pro 24 Stunden benötigt. Es wird nun ein korrigierter Wichtungsfaktor einbezogen um deutschlandweit repräsentative Aussagen zur Fluoridgruppe treffen zu können. Es sollen im Folgenden keine Fallzahlen, sondern nur noch gültige Prozente dargestellt werden.

Betrachtet man die Geschlechterverteilung dieser Gruppe, sind 55,4% der Probanden männlichen und 44,6% der Probanden weiblichen Geschlechts. Durch den Einfluss des Wichtungsfaktors steigt hier der Anteil an männlichen Probanden.

Der Altersmedian liegt bei 4,4 Jahren und die Standardabweichung beträgt 1,8.

In die Gruppe der 0-2-jährigen Kinder fallen 26,4% der Probanden, 73,6 % der Probanden sind zwischen 3 und 6 Jahren. Da in der Altersgruppe 3-6 Jahre mehr Jahrgänge und damit Probanden rekrutiert wurden, ist in dieser Altersgruppe die Zahl der Probanden etwas höher. Der Gewichtungsfaktor erhöht hier nochmals den Anteil der Kinder in der Altersgruppe 3-6 Jahre.

Betrachtet man geografische Aspekte, lässt sich feststellen, dass 17,7% der Probanden aus dem Osten, und 82,3% der Probanden aus dem Westen der Bundesrepublik stammen. Das Oversampling für die Ost-Regionen ist nach Einbezug des Wichtungsfaktors nicht mehr vorhanden.

18,2% der Probanden leben in einer ländlichen Region, weitere 25,6% der Teilnehmer leben in einer Kleinstadt. 29,7% der Probanden wohnen in einer mittelstädtischen Region, die restlichen 26,5% leben in einer Großstadt, wie in Abb. 9 gezeigt.

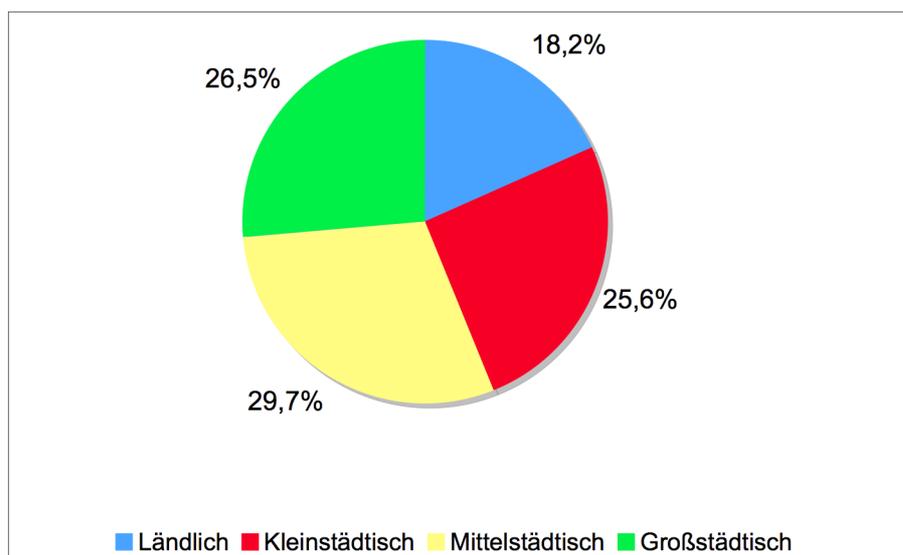


Abb. 9: Gemeindegroßengruppe der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent

Bei Betrachtung der sozialen Schicht konnte für 4.829 Probanden (98,1%) der Sozialschichtindex nach Winkler berechnet werden. In dieser Gruppe haben 27,1%

einen niedrigen, 44,2% der Probanden einen mittleren und 28,8% der Probanden einen hohen sozialen Status nach Winkler. Eine grafische Darstellung findet sich in Abb. 10.

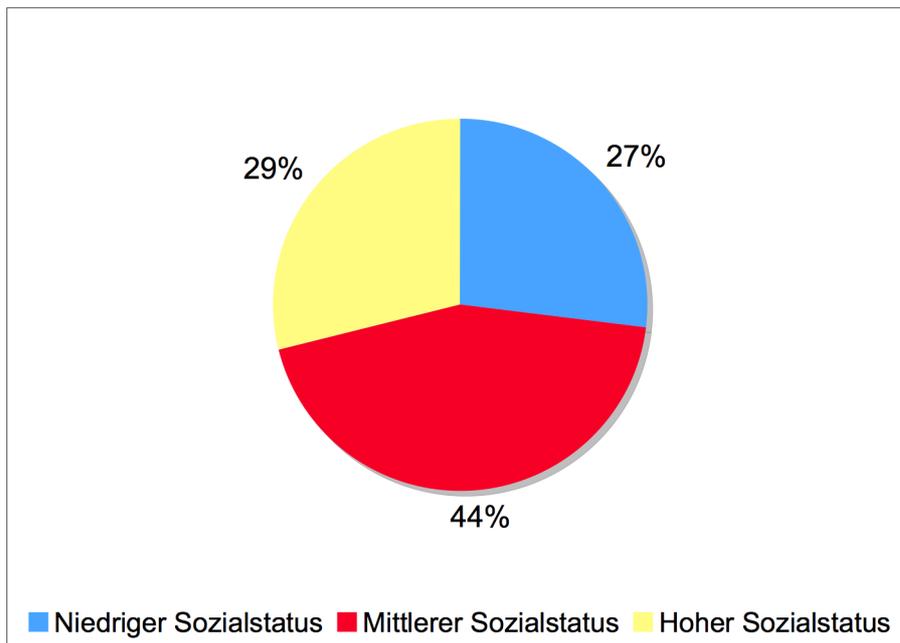


Abb. 10: Soziale Schicht nach Winkler der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent

Nach o.g. Definition konnte für 4.885 Probanden (99,3%) der Migrationsstatus ermittelt werden. Demnach weisen 17,2% der Probanden einen Migrationshintergrund auf.

3.2.2. Prophylaxegewohnheiten

3.2.2.1. Mittel zur Kariesprophylaxe

Die verschiedenen Prophylaxemaßnahmen sollen in unterschiedlichen Zusammenhängen dargestellt werden: der Altersgruppe, der das Kind angehört, der sozialen Schicht nach Winkler und dem Migrantenstatus.

Als Mittel der systemischen Kariesprophylaxe dienen Tabletten, welche Fluorid oder Fluorid und Vitamin D als Kombinationspräparat enthalten.

Für 4.888 Probanden (99,9%) liegen Angaben zu den Gewohnheiten der systemischen Prophylaxe vor. In der Altersgruppe 0-2 Jahre erhalten 38,9% der Probanden Tabletten,

die Fluorid enthalten. Für 61,1% der Probanden gaben die Eltern an, keine Fluoridtabletten zu verwenden.

Betrachtet man nun genauer die einzelnen Jahrgänge, lassen sich deutliche Unterschiede feststellen. 65,1% der Säuglinge unter einem Jahr erhalten Kombinationspräparate mit Vitamin D und Fluorid. Dieser Anteil sinkt bei den 1- bis unter 2-jährigen auf 25,4%. Nur noch 1,8% der 2-jährigen erhalten Kombinationspräparate. Daraus lässt sich ableiten, dass im Säuglingsalter vorwiegend die Kombinationspräparate verabreicht werden. Im 1. bis 2. Lebensjahr steigt zusätzlich der Anteil an Probanden, die reine Fluoridpräparate erhalten, sinkt aber ab dem 2. Lebensjahr kontinuierlich. Eine grafische Darstellung findet sich in Abb. 11.

In der Altersgruppe der 3-6-jährigen ergab sich folgende Verteilung: 93,1% der Probanden erhalten keine systemischen Fluoride, die restlichen 6,9% im Alter von 3 bis 6 Jahren erhalten Supplemente, die Fluorid enthalten.

Eine Darstellung der Anwendung von Prophylaxemaßnahmen und die verschiedenen Präparate für die Altersgruppe 0-6 Jahre zeigt Abb. 11. Hier ist zu entnehmen, dass mit zunehmendem Alter der Gebrauch von Kombinationspräparaten abnimmt, die Verwendung von reinen Fluoridpräparaten bis zum 2. Lebensjahr leicht ansteigt, dann aber wieder abfällt und generell niedrig ist. Die Anzahl der Probanden, die kein Supplement erhalten, steigt bis etwa zum 3. Lebensjahr stark an und bleibt dann konstant hoch.

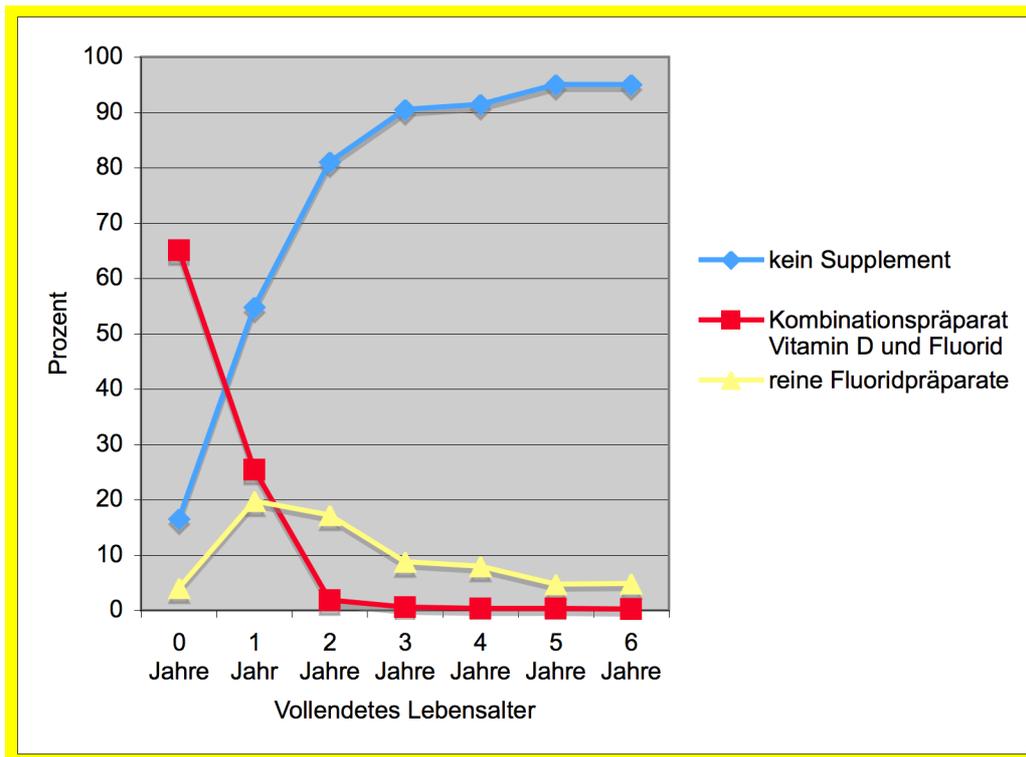


Abb. 11: Systemische Fluoride in der Altersgruppe 0-6 Jahre der Fluoridgruppe in Prozent; $p < 0,01$

Bezieht man den Sozialschichtindex nach Winkler ein, ergeben sich die in Abb. 12-14 dargestellten Verteilungen bezüglich der Anwendung bzw. Nichtanwendung von systemischen Prophylaxemaßnahmen. Es wird deutlich, dass in allen Schichten über 80% der Probanden kein Supplement erhalten. Der Anteil der Probanden, die Kombinations- und Fluoridpräparate anwenden, ist in der Gruppe, die einen mittleren sozialen Status nach Winkler aufweisen, am höchsten. In den Gruppen mit hohem und niedrigem sozialen Status nach Winkler ist die Anwendung von Fluorid- und Kombinationspräparaten annähernd vergleichbar.

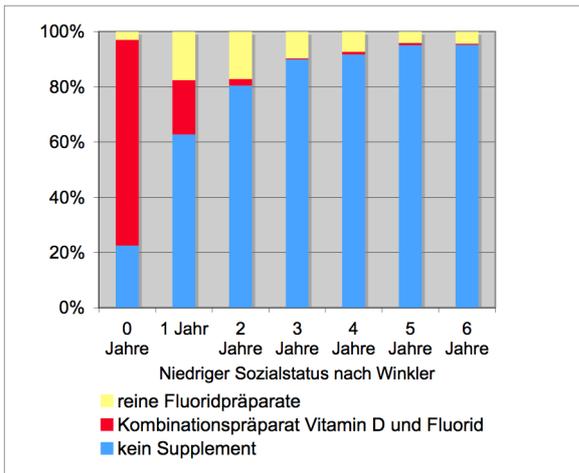


Abb. 12: Anwendung von systemischen Prophylaxemaßnahmen, Altersgruppe und niedriger Sozialschichtindex nach Winkler in Prozent für die Fluoridgruppe (p < 0,001)

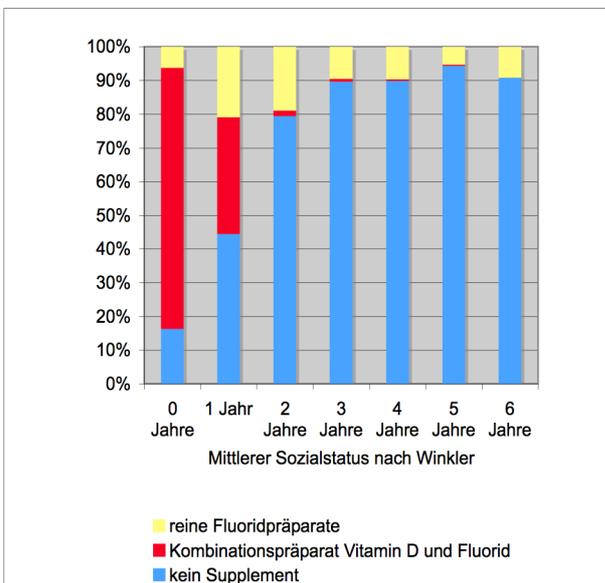


Abb. 13: Anwendung von systemischen Prophylaxemaßnahmen, Altersgruppe und mittlerer Sozialschichtindex nach Winkler in Prozent für die Fluoridgruppe (p < 0,001)

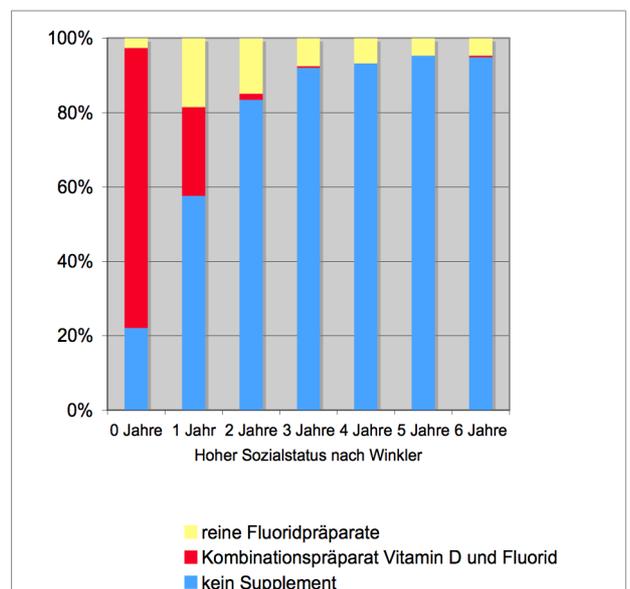


Abb. 14: Anwendung von systemischen Prophylaxemaßnahmen, Altersgruppe und hoher Sozialschichtindex nach Winkler in Prozent für die Fluoridgruppe (p < 0,001)

Betrachtet man weiterhin den Migrationshintergrund, ergibt sich für die 4.432 Probanden (90,1%), für die sich diesbezüglich Aussagen machen lassen, die in Abb. 15 gezeigte Verteilung zur Anwendung von Prophylaxemaßnahmen. Migranten erhalten etwas häufiger kein Supplement als Nicht-Migranten, die Verwendung von Fluorid- und Kombinationspräparaten ist in beiden Gruppen ungefähr gleich, die Verwendung von Fluoridpräparaten ist bei Nicht-Migranten etwas häufiger.

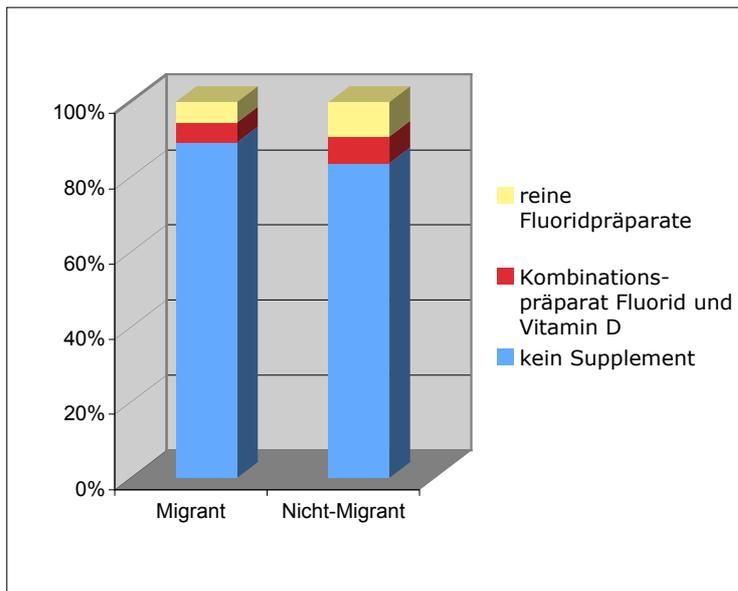


Abb. 15: Anwendung von Prophylaxemaßnahmen und Migrationshintergrund in Prozent für die Fluoridgruppe (alle Altersgruppen); $p < 0,01$

3.2.2.2. Zähneputzen und Zahnpastagebrauch

Für 4.341 der Probanden (88,2%), für die Fluorid- und Kreatininwerte vorliegen, liegen auch Angaben dazu vor, ob sie Zahnpasta mit Fluorid verwenden. 12,1% der Probanden verneinten diese Frage, während 87,9% der Probanden angaben, Zahnpasta mit Fluorid zu verwenden. Nach Altersgruppen ergibt sich die in Tab. 6 und Abb. 16 dargestellte Verteilung:

Tab. 6: Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid in der Fluoridgruppe nach vollendetem Lebensalter in Prozent; $p < 0,01$

Zahnpasta mit Fluorid			Ja	Nein	Gesamt
Vollendetes Lebensalter	0 Jahre	%	25,3	74,7	100
	1 Jahr	%	60,4	39,6	100
	2 Jahre	%	85,9	14,1	100
	3 Jahre	%	85,7	11,3	100
	4 Jahre	%	92,9	7,1	100
	5 Jahre	%	92,3	7,7	100
	6 Jahre	%	94,7	5,3	100
Gesamt		%	87,9	12,1	100

Der Abb. 16 ist zu entnehmen, dass der Gebrauch von Zahnpasta mit Fluorid etwa ab dem 2. Lebensjahr deutlich ansteigt, vom 2. bis zum 4. Lebensjahr konstant hoch bleibt und bis zum 6. Lebensjahr weiter ansteigt.

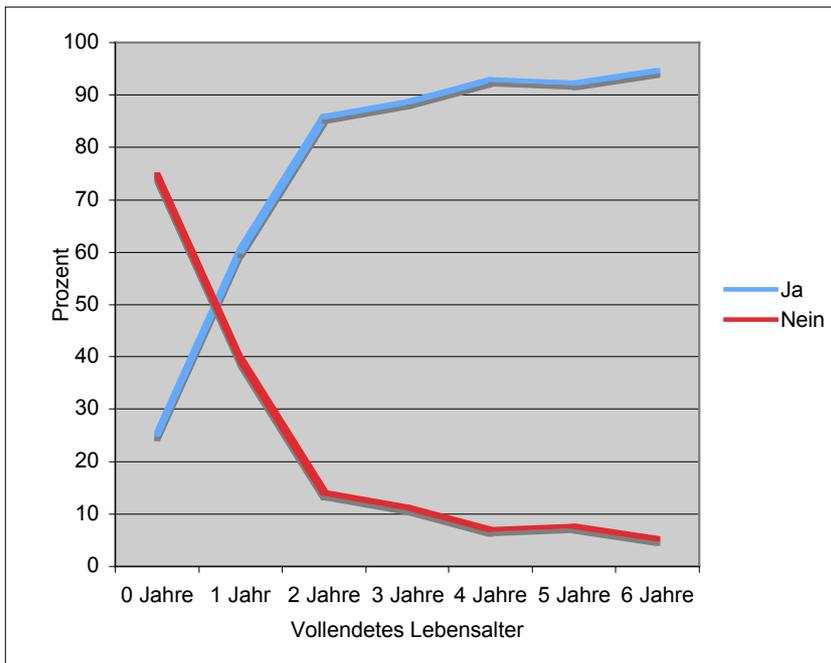


Abb. 16: Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid der Fluoridgruppe in Prozent nach vollendetem Lebensalter

Tab. 7 und Abb. 17 zeigen weiterhin, dass die Zahnputzhäufigkeit mit zunehmendem Alter zunimmt.

Tab. 7: Zahnputzhäufigkeit in der Fluoridgruppe nach vollendetem Lebensalter in Prozent; $p < 0,01$

		Zahnputzhäufigkeit					Gesamt	
		Zweimal täglich oder häufiger	Einmal täglich	Mehrmals pro Woche	Einmal pro Woche oder seltener	Gar nicht		Hat noch keine Zähne
Vollendetes Lebensalter	0 Jahre	5,1%	15,9%	3,8%	1,0%	11,4%	62,9%	100,0%
	1 Jahr	38,2%	39,7%	11,3%	3,4%	6,5%	0,8%	100,0%
	2 Jahre	62,7%	28,9%	5,3%	2,5%	0,5%	0,2%	100,0%
	3 Jahre	71,1%	24,0%	3,5%	0,7%	0,7%	0%	100,0%
	4 Jahre	77,5%	20,0%	2,0%	0,5%	0%	0%	100,0%
	5 Jahre	79,7%	18,5%	1,3%	0,2%	0,2%	0%	100,0%
	6 Jahre	79,2%	17,8%	2,3%	0,5%	0,1%	0%	100,0%

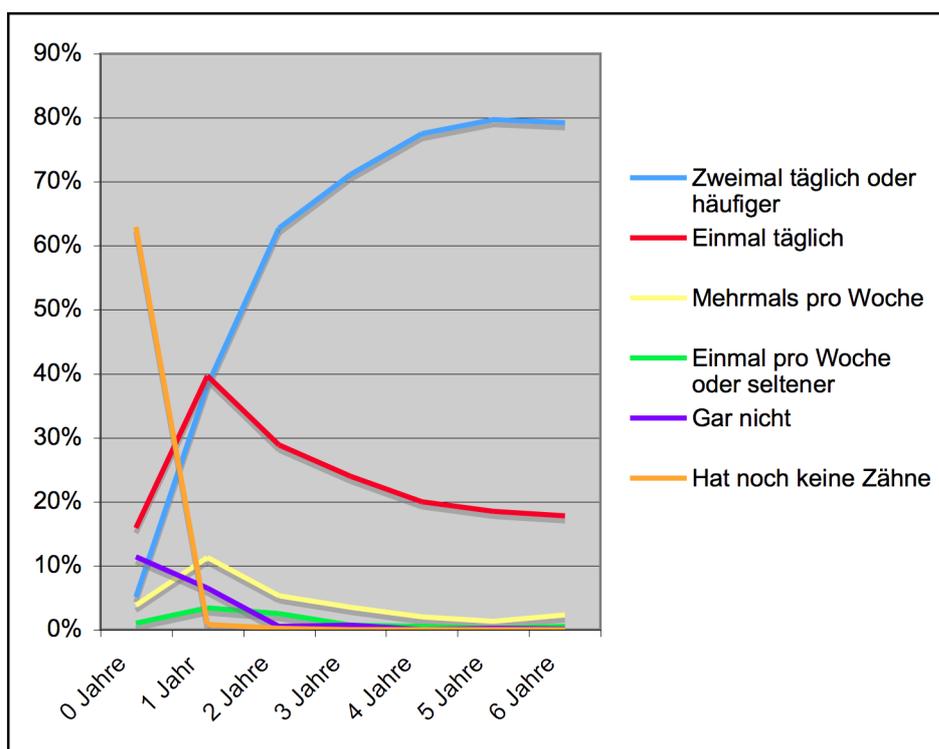


Abb. 17: Zahnputzhäufigkeit der Fluoridgruppe in Prozent nach vollendetem Lebensalter

3.2.3. Ernährung

3.2.3.1. Stillen

Für insgesamt 4.101 Probanden (83,3%) liegen Angaben darüber vor, ob sie gestillt wurden und wenn ja, wie lange. Betrachtet man die verschiedenen Altersgruppen, ergibt sich für das Stillen das in Tab. 8 und 9 dargestellte Bild:

Tab. 8: Stilldauer nach Altersgruppen in der Fluoridgruppe in Prozent $p = 0,021$

Altersgruppe			0 - 2 Jahre	3 - 6 Jahre
Stillen	Nie gestillt	%	16,7	19,8
	Jemals gestillt (aber nicht voll)	%	6,4	6,1
	Jemals gestillt (keine Angabe zum vollen Stillen)	%	3	5,4
	Jemals voll gestillt (aber nicht bis zum 4. Monat)	%	21,1	16,7
	Bis zum 4. Monat voll gestillt	%	19,2	19,6
	Bis zum 6. Monat voll gestillt	%	30,7	32,3
Gesamt		%	100	100

Tab. 9: Stilldauer nach Altersgruppen in der Fluoridgruppe in Prozent; p=0,021

Altersgruppe			0 - 2 Jahre
	Aktuell noch voll gestillt (Alter < 4. Monat)	%	0,2
	Aktuell noch voll gestillt (Alter 4./5. Monat)	%	2,7
Gesamt		%	100

3.2.3.2. Getränke

Die Getränkeaufnahme pro Tag wird aus den Angaben der Eltern, welche sie zu Menge und Häufigkeit der Aufnahme machten, berechnet. Der Konsum von Mineralwasser, Leitungswasser, schwarzem bzw. grünem Tee und Erfrischungs- und Sportgetränken soll genauer analysiert werden. Weiterhin wird die Aufnahme von Früchte- und Kräutertee, sowie Kaffee dem Leitungswasser zugerechnet.

Der tägliche Konsum von Mineralwasser konnte für 93% der Probanden und der Konsum von Leitungswasser wiederum für 91,1% der Probanden ermittelt werden. Weitere 93,4% der Probanden machten Angaben zum Konsum von schwarzem oder grünem Tee. Bezüglich des Konsums von Erfrischungs- oder Sportgetränken liegen für 92,4% der Probanden Angaben vor.

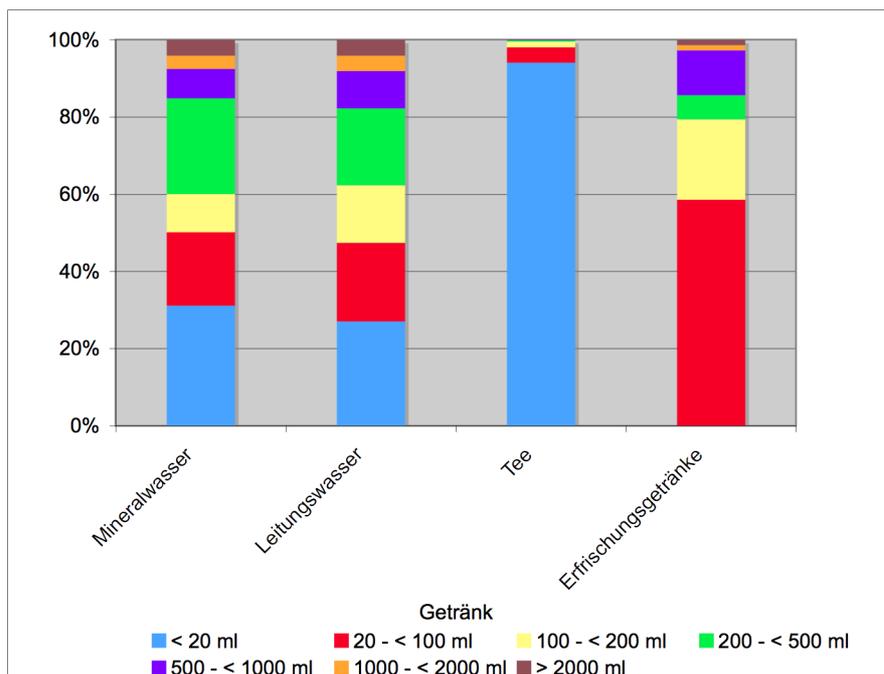


Abb. 18: Geschätzte Menge der Getränkeaufnahme der Kinder der Fluoridgruppe in Prozent

Abb. 18 zeigt, dass die Mengenverteilung pro Tag für Leitungs- und Mineralwasser vergleichbar und generell niedrig ist, über 60% der Probanden trinken täglich weniger als 200 ml Leitungs- oder Mineralwasser. Ein nicht unwesentlicher Anteil von rund 4% nehmen täglich jedoch mehr als 2 l Leitungs- oder Mineralwasser zu sich. Schwarzer oder grüner Tee wird wiederum nur in sehr geringen Mengen konsumiert, über 90% nehmen weniger als 20 ml schwarzen oder grünen Tee zu sich. Der Konsum von Sport- und Erfrischungsgetränken ist vergleichsweise hoch, über 60% der Probanden nehmen demnach täglich 20-100 ml dieser Getränke zu sich, weitere 13,9% trinken täglich mehr als einen Liter Sport- oder Erfrischungsgetränke.

3.3.2.3. Nahrungsmittel

Für diese Arbeit ist lediglich die Ernährung mit oder ohne Fisch und Fleischerzeugnisse wie z.B. Wurstwaren etc. relevant, da diese oftmals aus sog. *Separatorenfleisch* hergestellt werden. Unter Separatorenfleisch versteht man maschinell vom Knochen getrenntes Fleisch, welches oft einen hohen Knochenanteil enthält. Bei Tieren sind im Knochen hohe Fluoridwerte zu messen, aus diesem Grund können in den aus Separatorenfleisch hergestellten Fleischerzeugnissen hohe Fluoridwerte vorkommen.

Betrachtet man die Fluoridgruppe, ergibt sich eine Ernährung ohne Fleischerzeugnisse für 1,1% der Probanden über 1 Jahr. Insgesamt beantworteten 79,6% der Eltern der über 1-jährigen Probanden diese Frage. Für die unter 1-jährigen ergab sich eine Ernährung ohne Fleisch bei 10,9% der Probanden. Hier konnten die Daten für insgesamt 78% der unter 1-jährigen Probanden ausgewertet werden.

Eine Ernährung ohne Fisch konnte für insgesamt 4,2% der Probanden ermittelt werden, wobei der Anteil der Kinder, die ohne Fisch ernährt werden, bei den Säuglingen mit 28,2% am höchsten liegt. Insgesamt beantworteten 94,9% der Eltern die Frage nach der Ernährung ohne Fisch.

3.3.2.4. Verwendung von Jodsalz mit Fluorid

Die Frage, ob die Kinder Jodsalz mit Fluorid erhalten, beantworteten 91,4% der Eltern. Die Verteilung auf die Fluoridgruppe zeigt Abb. 19.

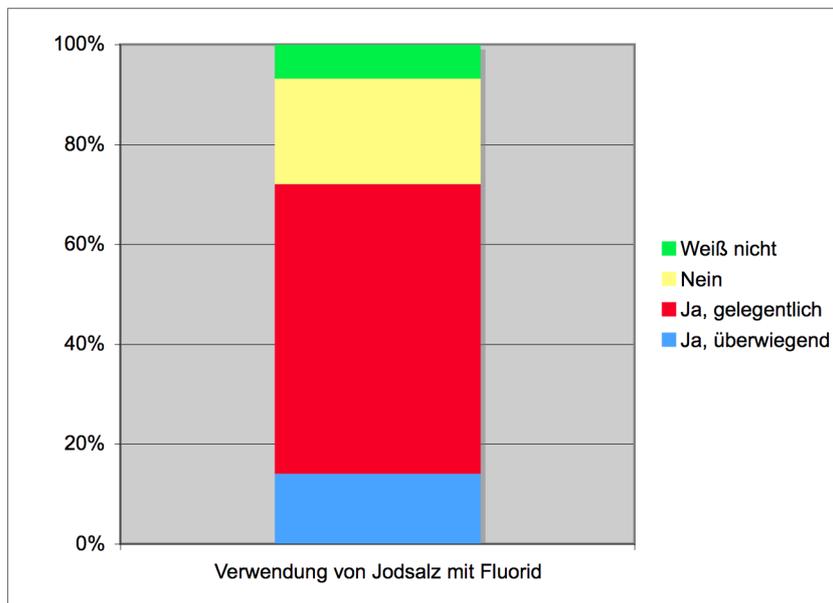


Abb. 19: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid der Kinder der Fluoridgruppe in Prozent

Betrachtet man die verschiedenen Altersgruppen ergeben sich die in Tab. 10 und Abb. 20 gezeigten Verteilungen:

Tab. 10: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Altersgruppe der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent; $p=0,942$ (n.s.)

		Verwendung von Jodsalz mit Fluorid in %		
		Nein	Gelegentlich	Überwiegend
Vollendetes Lebensalter	1 Jahr	24,8	55	14
	2 Jahre	22,4	55,3	14,4
	3 Jahre	21,5	54,9	15,5
	4 Jahre	18,3	61,9	13,7
	5 Jahre	22,2	54,7	13,4
	6 Jahre	20,1	58	14,1

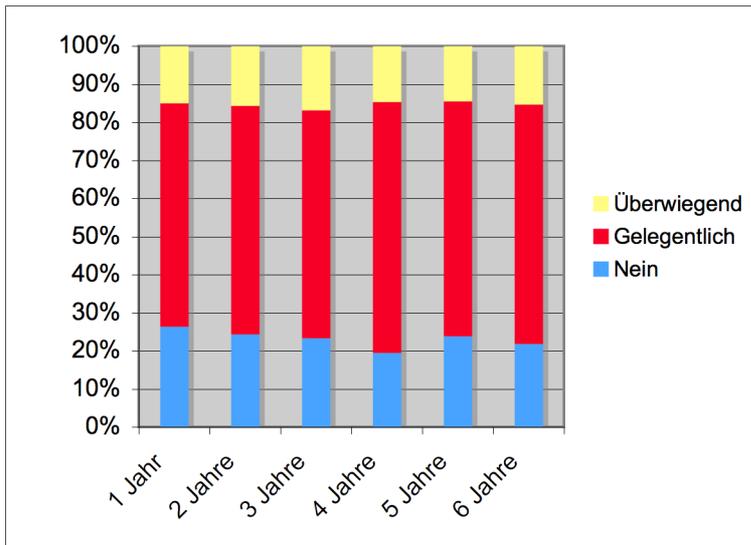


Abb. 20: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid nach vollendetem Lebensalter der Kinder der Fluoridgruppe in Prozent; $p=0,942$ (n.s.)

Analysiert man weiterhin die Verwendung von fluoridiertem Speisesalz nach demografischen Gesichtspunkten wie Geschlecht, Region, Sozialschichtzugehörigkeit und Migrationshintergrund unter Ausschluss der Kategorie „Weiß nicht“, ergeben sich die in Tab. 11-14 gezeigten Ergebnisse.

Tab. 11: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Geschlecht der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent; $p=0,433$ (n.s.)

			Geschlecht		Total
			Männlich	Weiblich	
Verwendung von Jodsalz mit Fluorid	Nein	n	589	578	1.167
		%	23,1%	23,5%	23,3%
	Ja gelegentlich	n	1.587	1.465	3.052
		%	62,1%	59,7%	60,9%
	Ja überwiegend	n	378	412	790
		%	14,8%	16,8%	15,8%
Total		n	2.554	2.455	5.009
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Es ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Probanden.

Tab. 12: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Region der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent; $p < 0,001$

			Ost/West geografisch		Total
			Ost	West	
Verwendung von Jodsalz mit Fluorid	Nein	n	147	1.020	1.167
		%	17,8%	24,4%	23,3%
	Ja gelegentlich	n	528	2.524	3.052
		%	63,8%	60,4%	60,9%
	Ja überwiegend	n	153	636	789
		%	18,5%	15,2%	15,8%
Total		n	828	4.180	5.008
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Bezogen auf die Region, aus der Probanden stammen, konnte signifikante Unterschiede gefunden werden. So verwenden Probanden aus Regionen im Osten signifikant häufiger Jodsalz mit Fluorid, als Probanden aus dem Westen der Bundesrepublik.

Tab. 13: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und soziale Schicht nach Winkler der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent; $p = 0,042$

			Soziale Schicht nach Winkler			Total
			Niedriger Sozialstatus	Mittlerer Sozialstatus	Hoher Sozialstatus	
Verwendung von Jodsalz mit Fluorid	Nein	n	277	466	402	1.145
		%	23,6%	21,0%	25,6%	23,1%
	Ja gelegentlich	n	675	1446	916	3037
		%	57,4%	65,1%	58,4%	61,2%
	Ja überwiegend	n	223	308	251	782
		%	19,0%	13,9%	16,0%	15,8%
Total		n	1.175	2.220	1.569	4.964
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Betrachtet man die soziale Schicht, der die Probanden zuzuordnen sind, kann konstatiert werden, dass Probanden mit mittlerem sozialen Status häufiger Jodsalz mit Fluorid verwenden, als Probanden mit hohem oder niedrigem sozialen Status. Die Ergebnisse waren statistisch signifikant.

Tab. 14: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Migrationshintergrund der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent; $p = 0,681$ (n.s.)

			Migrantenstatus		Total
			Migrant	Nicht-Migrant	
Verwendung von Jodsalz mit Fluorid	Nein	n	187	970	1.157
		%	29,3%	22,4%	23,3%
	Ja gelegentlich	n	302	2733	3035
		%	47,3%	63,0%	61,0%
	Ja überwiegend	n	150	633	783
		%	23,5%	14,6%	15,7%
Total		n	639	4.336	4.975
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen bezogen auf den Migrationshintergrund gefunden werden. Nicht-Migranten gaben häufiger an, Jodsalz mit Fluorid zu verwenden, als Migranten.

Fasst man zusätzlich die Kategorien „Ja überwiegend“ und „Ja gelegentlich“ zur Kategorie „Ja“ zusammen ergeben sich weitere Aspekte, die in Tab. 15-19 dargestellt sind. Es lassen sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen für die Altersgruppe, die Region, die soziale Schicht und den Migrationsstatus finden.

Für das Geschlecht konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen gefunden werden. Die Verwendung von Jodsalz mit Fluorid ist bei weiblichen und männlichen Probanden in etwa gleich.

Tab. 15: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Geschlecht der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent; $p = 0,688$ (n.s.)

			Geschlecht		Total
			Männlich	Weiblich	
Salz mit Fluorid	Ja	n	1.965	1877	3.842
		%	76,9%	76,5%	76,7%
	Nein	n	589	578	1.167
		%	23,1%	23,5%	23,3%
Total		n	2.554	2.455	5.009
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Probanden der Altersgruppe 3-6 Jahre erhalten signifikant häufiger Jodsalz mit Fluorid.

Tab. 16: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Altersgruppe der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent; $p = 0,009$

			Altersgruppe		Total
			0 - 2 Jahre	3 - 6 Jahre	
Salz mit Fluorid	Ja	n	1.160	2682	3842
		%	74,4%	77,8%	76,7%
	Nein	n	400	767	1.167
		%	25,6%	22,2%	23,3%
Total		n	1.560	3.449	5.009
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Probanden aus dem Osten der Bundesrepublik verwenden signifikant häufiger Jodsalz mit Fluorid als Probanden aus dem Westen.

Tab. 17: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Region der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent; $p < 0,001$

			Ost/West geografisch		Total
			Ost	West	
Salz mit Fluorid	Ja	n	682	3.160	3.842
		%	82,3%	75,6%	76,7%
	Nein	n	147	1020	1.167
		%	17,7%	24,4%	23,3%
Total		n	829	4.180	5.009
		%	100,0%	100,0%	100,0%

Betrachtet man den Sozialstatus der Probanden, kann festgestellt werden, dass Probanden, welche der mittleren sozialen Schicht zuzurechnen sind, signifikant häufiger Jodsalz mit Fluorid verwenden, als Probanden mit niedrigem und hohem Sozialstatus.

Tab. 18: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und soziale Schicht der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent; $p=0,004$

			Soziale Schicht nach Winkler			Total
			Niedriger Sozialstatus	Mittlerer Sozialstatus	Hoher Sozialstatus	
Salz mit Fluorid	Ja	n	898	1.754	1.168	3.820
		%	76,4%	79,0%	74,4%	76,9%
	Nein	n	277	466	402	1.145
		%	23,6%	21,0%	25,6%	23,1%
Total		n	1.175	2.220	1.570	4.965
		%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Bezogen auf den Migrationshintergrund können ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen gefunden werden. Demnach verwenden Nicht-Migranten signifikant häufiger Jodsalz mit Fluorid als Migranten.

Tab. 19: Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Migrationshintergrund der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent; $p<0,001$

			Migrantenstatus		Total
			Migrant	Nicht-Migrant	
Salz mit Fluorid	Ja	n	453	3.365	3.818
		%	70,8%	77,6%	76,7%
	Nein	n	187	970	1.157
		%	29,2%	22,4%	23,3%
Total		n	640	4.335	4.975
		%	100,0%	100,0%	100,0%

3.3. Vergleich der Gruppen mit und ohne Werte zur individuellen Fluoridausscheidung

Für insgesamt 4.921 Probanden liegen sowohl Fluorid- und Kreatininwerte, sowie Angaben zum Körpergewicht vor. Da der Anteil der Probanden mit fehlenden Daten (26,3%) zur Berechnung der individuellen Fluoridausscheidung relativ groß ist, sollen nun die zwei Gruppen (mit bzw. ohne vorhandene Fluorid- und Kreatininwerte) verglichen werden, um zu eruieren, ob diese Gruppen sich in ausgewählten Aspekten signifikant unterscheiden.

3.3.1. Demografische Betrachtung der empirisch ermittelten Werte (Berechnung ohne Wichtungsfaktor)

Tab. 20 und 21 zeigen die Geschlechterverteilung in den verschiedenen Altersgruppen. Bei Mädchen fehlen signifikant häufiger Fluorid- und Kreatininwerte als bei Jungen. Dies ist dadurch zu begründen, dass sich die Uringewinnung bei Mädchen, insbesondere im Säuglingsalter, schwieriger gestaltet als bei Jungen. Dies ist auch bei der Betrachtung des vollendeten Lebensalters und vorhandenem Fluorid- und Kreatininwert (siehe Abb. 21) abzuleiten. Je jünger die Probanden sind, umso häufiger fehlen Fluorid- und Kreatininwerte. Auch hier ist die Uringewinnung sicher der Grund für häufiger fehlende Werte.

Tab. 20: Anzahl der 0-2-jährigen männlichen/weiblichen Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert; $p < 0,01$

		Fluorid/Kreatininwert vorhanden	
Altersgruppe		ohne	mit Fluorid/Kreatinin
0-2 Jahre			
Geschlecht	männlich	546 (39,4%)	870 (61,3%)
	weiblich	840 (60,6%)	549 (38,7%)
	Gesamt	1.386 (100%)	1.419 (100%)

Tab. 21: Anzahl der 3-6-jährigen männlichen/weiblichen Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert; $p < 0,01$

		Fluorid/Kreatiniwert vorhanden	
Altersgruppe		ohne	mit Fluorid/Kreatinin
3-6 Jahre			
Geschlecht	männlich	143 (36,1%)	1.807 (51,9%)
	weiblich	253 (63,9%)	1.672 (48,1%)
	Gesamt	396 (100%)	3.479 (100%)

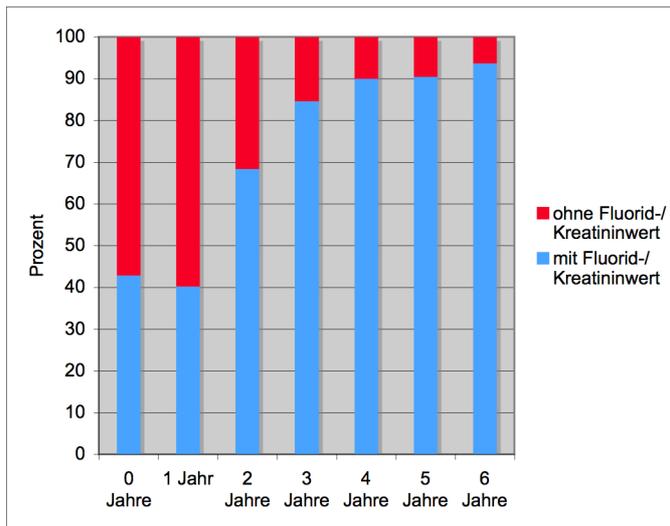


Abb. 21: Anzahl der Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert nach vollendetem Lebensalter; $p < 0,01$

Angaben zur Region, aus der die Probanden stammen, können für insgesamt 4.898 Probanden gemacht werden. Für diese Probanden liegen auch Fluorid- und Kreatininwerte vor. Die Verteilung ist in Tab. 22 dargestellt.

Tab. 22: Anzahl der Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert und Angabe zur Region (Ost/West); $p < 0,01$

			Fluorid/Kreatininwert vorhanden		
			ohne	mit Fluorid/Kreatinin	Gesamt
Ost/West geografisch	Ost	Anzahl (%)	520 (22,9%)	1.750 (77,1%)	2.270 (100%)
	West	Anzahl (%)	1.262 (28,6%)	3.148 (71,4%)	4.410 (100%)
	Gesamt	Anzahl (%)	1.782 (26,7%)	4.898 (73,3%)	6.680 (100%)

Betrachtet man die Gemeindegrößenklasse, aus der die Probanden stammen, zeigt sich das in Abb. 22 dargestellte Bild. Der Anteil der Probanden mit vorhandenen Fluorid- und Kreatininwerten ist in ländlichen Gegenden am höchsten und in klein-, mittel- und großstädtischen Regionen vergleichbar.

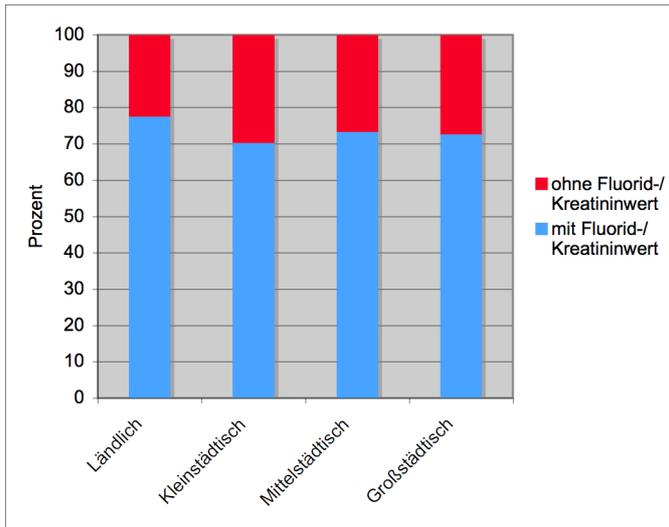


Abb. 22: Gemeindegrößenklasse der Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert in Prozent; $p < 0,001$

Für insgesamt 6.561 Probanden (98,2%) konnte der Sozialschichtindex nach Winkler berechnet werden, für 4.813 Probanden (73,4%) dieser Gruppe konnten auch Fluorid- und Kreatininwerte ermittelt werden, wie in Abb. 23 gezeigt. Hier ist der Anteil der Probanden mit Fluorid- und Kreatininwerten in der Gruppe mit niedrigem sozialen Status nach Winkler am geringsten und in der Gruppe der Probanden mit mittlerem sozialen Status nach Winkler am höchsten.

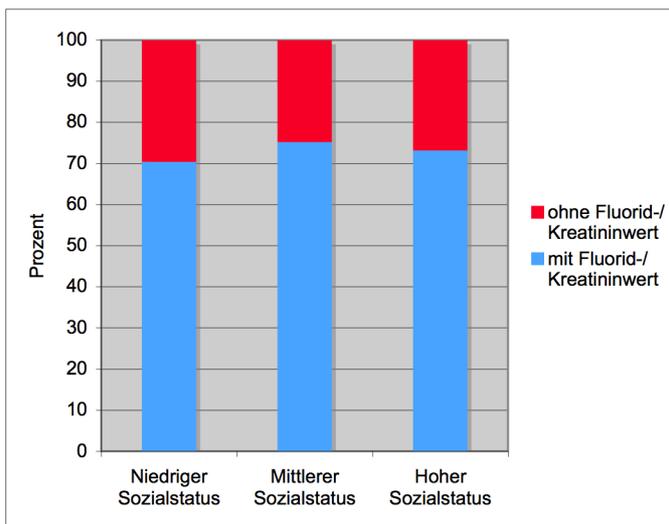


Abb. 23 Anzahl der Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert und Soziale Schicht nach Winkler in Prozent; $p=0,001$

Der Migrationshintergrund konnte für insgesamt 6.630 (99,3%) der Probanden definiert werden. Für 4.862 Probanden (73,3%) liegen auch Fluorid bzw. Kreatininwerte vor, wie Tab. 23 zeigt.

Tab. 23: Migrantenstatus der Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert; p= 0,824 (n.s.)

		Fluorid/Kreatininwert vorhanden		Gesamt	
		ohne	mit Fluorid/Kreatinin		
Migrantenstatus	Migrant	Anzahl (%)	253 (27,2%)	677 (72,8%)	930 (100%)
	Nicht-Migrant	Anzahl (%)	1.515 (26,6%)	4.185 (73,4%)	5.700 (100%)
Gesamt		Anzahl (%)	1.768 (26,7%)	4.862 (73,3%)	6.630 (100%)

3.4. Geschätzte individuelle Fluoridzufuhr

Verschiedene Studien geben Hinweise darauf, dass die *FUEF* (Fraktion der im Urin eliminierten Fluoridmenge) mit 50% der oral aufgenommenen Fluoridmenge zu veranschlagen ist (55, 56, 61, 62). Da die Bestimmung des Fluoridgehaltes in allen verzehrten Lebensmitteln und Getränken im Rahmen einer solch groß angelegten Studie nicht durchführbar ist, kann die Fluoridzufuhr nur anhand der gemessenen individuellen Fluoridausscheidung im Urin, bezogen auf das Körpergewicht und das Kreatinin im Urin, zurückgerechnet werden. Dafür wird zur Berechnung der Fluoridaufnahme die gemessene Fluoridausscheidung mit 2 multipliziert. In Tab. 24 ist die Verteilung der Perzentilen der Fluoridzufuhr dargestellt.

Tab. 24: Maßzahlen der individuellen Fluoridaufnahme

Fluoridzufuhr in µg/d (gewichteter)		
Median	630	
Minimum	3,19	
Maximum	38.224	
Perzentile	1	121
	5	230
	10	297
	25	420
	50	630
	75	969
	90	1.464
	95	1.917
	99	3.289

3.5. Berechnung der individuellen Fluoridausscheidung

Die Berechnung der individuellen Fluoridausscheidung pro 24 Stunden erfolgt, wie im Material- und Methoden-Teil beschrieben, unter Einbeziehung des gemessenen Fluoridwertes im Urin. Sie wird bezogen auf Körpergewicht und Kreatinin im Spoturin berechnet. Die relevanten Parameter sind in Tab. 25 dargestellt.

Tab. 25: Maßzahlen der individuellen Fluoridausscheidung

		Kreatinin im Spontan-Urin [mg/dl]	Kreatinin im Spontan-Urin [$\mu\text{mol/l}$]	ind. Kreatinin-ausscheidung/ 24h [$\mu\text{mol/d}$]	Gewicht [kg]
Median		48,01	4243,85	2664	17,6
Minimum		0,34	30,06	625,60	4,6
Maximum		258,56	22856,70	7280	45,5
Perzentile	1	3,64	321,78	884	6,5
	5	7,41	655,42	1210,40	8,8
	10	11,57	1022,72	1540,62	11
	25	23,68	2092,87	2073,60	14,2
	50	48,01	4243,85	2664	17,6
	75	78,08	6902,66	3260,47	20,9
	90	106,85	9445,46	3822	24,1
	99	161,82	14304,61	4995,50	31,3

Tab. 25 (Fortsetzung): Maßzahlen der individuellen Fluoridausscheidung

		Fluorid/ Kreatinin-Quotient [$\mu\text{g}/\mu\text{mol}$]	Fluorid im Urin [$\mu\text{g/L}$]	Fluorid im Urin [$\mu\text{mol/l}$]	ind. Fluorid-ausscheidung/ 24h [$\mu\text{mol/d}$]	ind. Fluorid-ausscheidung/ 24h [$\mu\text{g/d}$]
Median		0,12	481	25,4930	16,69	314,88
Minimum		0	5,9	0,31	0,08	1,59
Maximum		10,75	11280	597,84	1012,94	19112,02
Perzentile	1	0,03	51,4	2,72	3,22	60,73
	5	0,05	101	5,35	6,09	114,99
	10	0,06	146	7,74	7,86	148,46
	25	0,08	267	14,15	11,13	210,09
	50	0,12	481	25,49	16,68	314,88
	75	0,19	791	41,92	25,67	484,26
	90	0,30	1268	67,20	38,79	731,89
	99	0,78	3120	165,36	87,16	1644,45

Betrachtet man die Perzentilen der Fluoridzufuhr und der Fluoridausscheidung fallen vereinzelt sehr hohe Werte auf. Diese Werte sind am ehesten durch eine kurz vor der Entnahme der Urinprobe erfolgte hohe Fluoridzufuhr, z.B. durch Einnahme einer Fluoridtablette oder Schlucken einer großen Menge fluoridhaltiger Zahnpasta zu erklären. Um die Probanden mit hohen Fluoridwerten zu identifizieren und zu charakterisieren, wurden die einzelnen Probanden mit hohen Fluoridwerten auf verschiedene Aspekte untersucht. Die Ergebnisse sind in Tab. 26 dargestellt:

Tab. 26: Darstellung einzelner Probanden mit extrem hohen Fluoridwerten und spezifischen Charakteristika (k.A. = keine Angaben)

	Geschlecht	Alter	Migranten- status	Zähneputzen	Zahn- pasta mit Fluorid	Fluoridaus- scheidung/24h [µg/d]	Einnahme von Fluorid- supplementen
1	männlich	1 Jahr	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Nein	19112,02	Ja
2	weiblich	5 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	7455,88	Nein
3	weiblich	3 Jahre	Migrant	Einmal täglich	k.A.	5779,46	Nein
4	weiblich	2 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	4841,24	Ja
5	männlich	2 Jahre	Migrant	k.A.	k.A.	3905,19	Nein
6	männlich	3 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	3806,49	Nein
7	weiblich	4 Jahre	Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	3639,37	Nein
8	weiblich	5 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	3579,77	Nein
9	männlich	2 Jahre	Migrant	Mehrmals pro Woche	k.A.	3455,59	Nein
10	weiblich	3 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	3218,31	Nein
11	weiblich	2 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	3133,90	Nein
12	männlich	6 Jahre	Nicht-Migrant	Einmal täglich	Ja	2904,17	Nein
13	männlich	2 Jahre	Nicht-Migrant	Einmal täglich	Ja	2769,23	Ja
14	männlich	6 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	2557,25	Ja
15	weiblich	3 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	2383,75	Ja
16	weiblich	2 Jahre	Migrant	Einmal täglich	Ja	2353,37	Ja
17	männlich	2 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Nein	2326,64	Ja

Tab. 26 (Fortsetzung): Darstellung einzelner Probanden mit extrem hohen Fluoridwerten und spezifischen Charakteristika (k.A. = keine Angaben)

	Geschlecht	Alter	Migranten- status	Zähneputzen	Zahn- pasta mit Fluorid	Fluoridaus- scheidung/24h [µg/d]	Einnahme von Fluorid- supplementen
18	weiblich	6 Jahre	Migrant	Mehrmals pro Woche	Ja	2308,73	Nein
19	männlich	6 Jahre	Nicht-Migrant	Einmal täglich	Ja	2302,33	Ja
20	männlich	5 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	2301,84	Nein
21	männlich	2 Jahre	Nicht-Migrant	Einmal täglich	Ja	2272,00	Ja
22	weiblich	6 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	2153,40	Nein
23	männlich	5 Jahre	Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	2145,00	Nein
24	männlich	3 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	2128,37	Ja
25	weiblich	4 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Ja	2091,77	Nein
26	weiblich	1 Jahr	k.A.	k.A.	k.A.	2088,29	Ja
27	weiblich	2 Jahre	Nicht-Migrant	Einmal täglich	Ja	2053,26	Nein
28	weiblich	6 Jahre	Nicht-Migrant	Zweimal täglich oder häufiger	Nein	2023,07	Ja
Total	28	28	27	26	24	28	28

Es fällt auf, dass die Probanden mit sehr hohen Werten (hier definitionsgemäß über 2000 µg Fluorid/d) überwiegend weiblich sind (53,6% versus 46,4% männliche Probanden), überwiegend in die Altersgruppe der 2-jährigen gehören (32,1% versus 21,4% der 6-jährigen und 17,9% der 3-jährigen) und keinen Migrationshintergrund aufweisen (75% versus 25% Migranten).

Betrachtet man die Prophylaxegewohnheiten der Probanden mit sehr hohen Fluoridwerten, ist festzustellen, dass der überwiegende Teil der Probanden keine Fluoridsupplemente (57,1% versus 42,9% Probanden, die Supplemente erhalten), aber in den meisten Fällen Zahnpasta mit Fluorid erhält (75% versus 25% der Probanden, die keine Zahnpasta mit Fluorid enthalten) und die Zähne auch häufiger putzen (64,3% putzen zweimal täglich oder häufiger, versus 21,4% der Probanden, die ihre Zähne einmal täglich putzen).

3.5.1. Fluoridausscheidung pro 24h und soziodemografische Parameter

Zunächst sollen in Tab. 27 soziodemografische Parameter im Zusammenhang mit der Fluoridausscheidung dargestellt werden. Hier werden wiederum keine Stichprobengewichte verwendet, sondern die empirisch ermittelten Werte dargestellt.

Signifikant unterscheiden sich die Probanden bezogen auf Geschlecht, Altersgruppe, Region Ost/West, Sozialstatus nach Winkler und vollendetes Lebensalter (hier unterscheiden sich die 0- und 1-jährigen von allen anderen Altersgruppen, die anderen Altersgruppen untereinander jedoch nicht). Bezogen auf den Migrationshintergrund ist kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen zu finden.

Tab. 27: Fluoridausscheidung pro 24h und soziodemografische Parameter (ungewichtet)

ohne Wichtung		ind. Fluoridausscheidung/24h [µg/d]					
		Mittelwert	Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p
Geschlecht	Männlich	391,44	2.677	20,30	19112,02	298,25	< 0,001
	Weiblich	426,17	2.221	1,59	7455,88	329,30	
	Gesamt	407,19	4.898	1,59	19112,02	313,97	-
Altersgruppe	0 - 2 Jahre	374,65	1.419	8,21	19112,02	251,53	< 0,001
	3 - 6 Jahre	420,46	3.479	1,59	7455,88	334,92	
	Gesamt	407,19	4.898	1,59	19112,02	313,97	-
Vollendetes Lebensalter	0 Jahre	232,59	401	8,21	1729,44	173,29	< 0,001; die 0- und 1-jährigen unterscheiden sich von allen anderen
	1 Jahr	410,64	372	20,30	19112,02	258,87	
	2 Jahre	442,11	646	48,68	4841,24	316,80	
	3 Jahre	420,14	790	53,91	5779,46	323,00	
	4 Jahre	409,64	884	1,59	3639,37	337,46	
	5 Jahre	426,65	862	64,85	7455,88	335,05	
	6 Jahre	425,22	943	55,21	2904,17	335,76	
	Gesamt	407,19	4.898	1,59	19112,02	313,97	-

Tab. 27 (Fortsetzung): Fluoridausscheidung pro 24h und soziodemografische Parameter (ungewichtet)

ohne Wichtung		ind. Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]					
		Mittelwert	Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p
Ost/West geografisch	Ost	423,01	1.750	20,30	7455,88	322,27	< 0,001
	West	398,39	3.148	1,59	19112,02	307,29	
	Gesamt	407,19	4.898	1,59	19112,02	313,97	-
Stadt/Land Gemeindegroßen- klasse	Ländlich	396,02	1.181	16,35	3579,77	305,46	0,112 (n.s.)
	Kleinstädtisch	425,32	1.247	25,97	19112,02	317,53	
	Mittelstädtisch	410,46	1.397	8,21	7455,88	320,20	
	Gesamt	394,16	1.073	1,59	3639,37	305,21	-
Soziale Schicht nach Winkler	Niedriger Sozialstatus	404,33	1.322	8,21	3806,49	310,66	0,046
	Mittlerer Sozialstatus	408,01	2.211	16,35	19112,02	322,83	
	Hoher Sozialstatus	404,44	1.280	1,59	7455,88	302,72	
	Gesamt	406,05	4.813	1,59	19112,02	314,73	-
Migrantenstatus	Migrant	412,65	677	25,97	5779,46	304,46	0,604
	Nicht-Migrant	406,37	4.185	1,59	19112,02	315,97	(n.s.)
	Gesamt	407,25	4.862	1,59	19112,02	314,03	-

Betrachtet man die Unterschiede zwischen den Gruppen genauer, wird deutlich, dass die weiblichen Probanden, die älteren Probanden (Altersgruppe 3-6 Jahre) und die Probanden aus Regionen im Osten der Bundesrepublik höhere Werte in der individuellen Fluoridausscheidung aufweisen.

Beim Vergleich der Probanden nach vollendetem Lebensalter finden sich die niedrigsten Werte der individuellen Fluoridausscheidung bei den Probanden im Alter von unter 1 Jahr. Die Werte für die individuelle Fluoridausscheidung steigen bis zum 4. Lebensjahr kontinuierlich an und bleiben ab dem 4. Lebensjahr ungefähr gleich.

Bezogen auf die Gemeindegroßenklasse und den Migrationsstatus zeigen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen.

Betrachtet man schließlich Unterschiede der sozialen Schicht, wird deutlich, dass bei Probanden, die einen mittleren sozialen Status nach Winkler aufweisen, etwas höhere Werte der individuellen Fluoridausscheidung gemessen wurden, als bei Probanden mit

hohem oder niedrigen sozialen Status nach Winkler, die vergleichbare Werte in der individuellen Fluoridausscheidung zeigen.

3.5.2. Fluoridausscheidung pro 24h und Prophylaxegewohnheiten (unter Einbezug von Stichprobengewichten)

Um deutschlandweit repräsentative Aussagen machen zu können, werden bei der Darstellung der Fluoridausscheidung pro 24h und Prophylaxegewohnheiten Stichprobengewichte verwendet. Die Ergebnisse sind in Tab. 28-33 dargestellt.

3.5.2.1. Mittel der systemischen Prophylaxe

Bezogen auf die systemische Prophylaxe unterscheidet sich die Gruppe, die kein Supplement erhält, signifikant von den Gruppen, welche ein Kombinationspräparat aus Fluorid und Vitamin D bzw. reine Fluoridpräparate erhalten. Auch die Gruppen ‚Kombinationspräparat‘ und ‚reines Fluoridpräparat‘ unterscheiden sich signifikant voneinander. Betrachtet man die Mediane in den unterschiedlichen Altersgruppen, wird deutlich, dass die höchsten durchschnittlichen Fluoridwerte bei den Probanden auftraten, die ein Kombinationspräparat mit Vitamin D und Fluorid erhalten haben (siehe Tab. 28).

Tab. 28: Mediane der Fluoridausscheidung pro 24h, vollendetes Lebensalter und Mittel zur systemischen Prophylaxe (gewichtet)

gewichtet		Mediane der Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]			p- Wert
		kein Supplement	Kombinationspräparat	reine Fluoridpräparate	
Vollendetes Lebensalter	0 Jahre	130,05	192,04	162,48	< 0,001 alle Gruppen unterscheiden sich signifikant voneinander
	1 Jahr	231,02	319,07	316,01	
	2 Jahre	302,61	328,55	414,56	
	3 Jahre	306,77	257,43	427,00	
	4 Jahre	322,26	449,63	508,74	
	5 Jahre	324,11	513,64	491,98	
	6 Jahre	328,92	464,21	391,68	

Ein signifikanter Unterschied konnte für die Anwendungsfrequenz der Mittel zur systemischen Prophylaxe gefunden werden, wie Tab. 29 zeigt.

Tab. 29: Fluoridausscheidung pro 24h und Anwendungsfrequenz von Mitteln zur systemischen Prophylaxe (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Dosierung (Anwendungsfrequenz)	Regelmäßig	451	48,08	19112,02	422,45	0,014
	Unregelmäßig	67	72,11	4841,24	346,48	

Für die Anwendungsdauer der verschiedenen Präparate konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen gefunden werden, siehe Tab. 30.

Tab. 30: Fluoridausscheidung pro 24h und Anwendungsdauer von Mitteln zur systemischen Prophylaxe (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Anwendungsdauer	<1 Woche	29	68,62	2353,37	267,96	0,073 (n.s.)
	1 bis <4 Wochen	13	110,93	2088,29	338,53	
	1 bis <12 Monate	136	97,96	19112,02	413,17	
	>=1 Jahr	348	48,08	2769,23	419,81	
	Gesamt	526	48,08	19112,02	409,95	

3.5.2.2. Zahnpflegegewohnheiten

Betrachtet man nun genauer den Zahnpastagebrauch der Probanden und die daraus resultierende Fluoridausscheidung pro 24 Stunden, findet sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe, welche Zahnpasta mit Fluorid verwendet und der Gruppe, die keine Zahnpasta mit Fluorid verwendet (siehe Tab. 31).

Tab. 31: Fluoridausscheidung pro 24h und Gebrauch von Zahnpasta mit Fluorid (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Zahnpasta mit Fluorid	Nein	524	20,30	19112,02	282,92	< 0,001
	Ja	3.817	1,59	7455,88	326,68	
	Gesamt	4.341	1,59	19112,02	322,26	

Vergleicht man die Gruppen bezüglich ihrer Zahnpflegegewohnheiten, werden signifikante Unterschiede deutlich: Probanden der Gruppe, welche die Zähne ,zweimal

täglich oder häufiger' putzen, unterscheiden sich signifikant von den Gruppen der Probanden, welche 'einmal täglich', 'mehrmals pro Woche' oder 'gar nicht' putzen. Weiterhin unterscheiden sich die Gruppen, welche 'gar nicht' die Zähne putzen signifikant von denen welche 'einmal täglich' oder 'einmal pro Woche oder seltener' die Zähne putzen. Der Zusammenhang mit der Fluoridausscheidung ist in Tab. 32 dargestellt.

Tab. 32: Fluoridausscheidung pro 24h und Zahnputzhäufigkeit (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Zähneputzen Häufigkeit	Zweimal täglich oder häufiger	3.182	45,29	19112,02	342,31	< 0,001
	Einmal täglich	1002	1,59	5779,46	279,76	
	Mehrmals pro Woche	148	48,08	3455,59	256,83	
	Einmal pro Woche oder seltener	44	55,16	905,26	296,01	
	Gar nicht	34	28,87	1128,24	217,16	
	Hat noch keine Zähne	4	122,47	461,26	218,91	
	Gesamt	4.414	1,59	19112,02	324,11	-

Um weitere Aspekte der Zahnputzhäufigkeit mit Fluoriden auf die Fluoridausscheidung herausarbeiten zu können, wurde ein statistisches Modell erarbeitet, welches die überhöhten Werte der individuellen Fluoridausscheidung ausschließt. Weiterhin wurden die Kategorien 'Mehrmals pro Woche' und 'Einmal pro Woche oder seltener' als 'Nicht täglich' zusammengefasst. Bei den Kindern über 3 Jahren wurde auch die Kategorie 'Gar nicht' zur neuen Variable 'Nicht täglich' hinzugerechnet. Die Ergebnisse sind in Tab. 33 und 34 dargestellt.

Tab. 33: Fluoridausscheidung pro 24h und Zahnputzhäufigkeit nach Alter (gewichtet)

		Mediane der Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
Zähneputzen Häufigkeit		Zweimal täglich oder häufiger	Einmal täglich	Nicht täglich	Gar nicht	p-Wert
Alter	0-<2 Jahre	296,68	245,53	177,71	186,33	< 0,001
	2 Jahre	353,67	265,08	196,76	256,29	< 0,001
	> 2 Jahre	327,74	276,67	255,93	298,54	< 0,001
	3-5 Jahre	329,36	272,78	256,83	284,24	< 0,001
	6 Jahre	326,23	291,82	292,28		0,413
	Gesamt	328,69	275,95	239,43	226,34	< 0,001
	Gesamt %	53,4	19,4	3,2	24,1	-

Es kann gezeigt werden, dass Probanden, welche ‚zweimal täglich oder häufiger‘ die Zähne putzen, in allen Altersgruppen höhere Werte der Fluoridausscheidung aufweisen als Probanden, die ihre Zähne ‚einmal täglich‘ oder seltener mit fluoridhaltiger Zahnpasta putzen. Somit kann ein deutlicher Zusammenhang zwischen der Frequenz des Zähneputzens und einer erhöhten Fluoridausscheidung hergestellt werden.

Betrachtet man zusätzlich zur Zahnputzfrequenz die Einnahme von systemischen Fluoriden, kann konstatiert werden, dass Probanden, welche ‚zweimal täglich oder häufiger‘ die Zähne mit fluoridhaltiger Zahnpasta putzen und zusätzlich ein Fluoridsupplement einnehmen, höhere Fluoridwerte aufweisen, als Probanden, welche bei gleicher Zahnputzfrequenz kein Supplement erhalten (siehe Tab. 34).

Tab. 34: Stratifizierung der Fluoridausscheidung pro 24h und Zahnputzhäufigkeit nach Einnahme von Fluoridsupplementen der 0-2-jährigen Probanden (gewichtet)

	Zähneputzen Häufigkeit	Zweimal täglich oder häufiger	Einmal täglich	Nicht täglich	Gar nicht	p-Wert
Alter: 0-2 Jahre	ohne Fluoridsupplement	333,55	244,81	207,28	249,42	< 0,001
	mit Fluoridsupplement	343,17	402,80	346,27		0,354

Auch die Häufigkeit der Kontrollen beim Zahnarzt zeigt signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Gruppe der Probanden, welche noch nie zur Kontrolle beim Zahnarzt war, unterscheidet sich sowohl von der Gruppe, die angab, einmal im Jahr beim Zahnarzt vorstellig zu werden, als auch von der Gruppe, welche halbjährlich Kontrollen beim Zahnarzt in Anspruch nahm, wie in Tab. 35 gezeigt.

Tab. 35: Fluoridausscheidung pro 24h und Häufigkeit der Kontrollen beim Zahnarzt (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [µg/d]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p- Wert
Zur Kontrolle zum Zahnarzt	Vierteljährlich	280	1,59	3639,37	338,62	<0,001
	Halbjährlich	1.867	55,21	3806,49	335,58	
	Einmal im Jahr	1.118	49,02	7455,88	329,75	
	Seltener	200	53,91	2904,17	342,62	
	Noch nie	922	28,87	19112,02	294,45	
	Gesamt	4.387	1,59	19112,02	324,54	-

3.5.3. Fluoridausscheidung pro 24h und Ernährung

Da in verschiedenen Lebensmitteln höhere Fluoridwerte zu messen sind, liegt die Vermutung nahe, dass die Fluoridausscheidung der Probanden mit erhöhter Aufnahme dieser Lebensmittel steigt. Weiterhin spielt im Säuglingsalter eine Rolle, ob die Kinder gestillt werden oder nicht, da gestillte Kinder seltener bzw. später Säuglingsmilchnahrung und Beikost erhalten. Es soll die Fluoridausscheidung pro 24 Stunden in Zusammenhang mit Stillen, Getränkeaufnahme (Mineral- und Leitungswasser, schwarzer bzw. grüner Tee sowie Erfrischungs- und Sportgetränke) und die Aufnahme von Jodsalz mit Fluorid dargestellt werden.

3.5.3.1. Stillen

Tab. 36 und 37 zeigen die Zusammenhänge des Stillens mit der Fluoridausscheidung pro 24 Stunden. Aktuell ausschließlich gestillte Säuglinge zeigen die geringste Ausscheidung der gesamten Stichprobe.

Tab. 36: Fluoridausscheidung pro 24h und Stillen der 1-6-jährigen Probanden (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]		
		Minimum	Maximum	Median
Stillen	Nie gestillt	41,61	2904,17	307,18
	Jemals gestillt (aber nicht voll)	28,87	2557,25	304,95
	Jemals gestillt (keine Angabe zum vollen Stillen)	28,65	5779,46	326,66
	Jemals voll gestillt (aber nicht bis zum 4. Monat)	8,21	7455,88	308,46
	Bis zum 4. Monat voll gestillt	20,30	19112,02	330,59
	Bis zum 6. Monat voll gestillt	1,59	4841,24	313,81

Tab. 37: Fluoridausscheidung pro 24h und Stillen der 0-1-jährigen Probanden (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]		
		Minimum	Maximum	Median
Stillen	Aktuell noch voll gestillt (Alter < 4. Monat)	32,01	120,92	81,79
	Aktuell noch voll gestillt (Alter 4./5. Monat)	16,35	845,69	86,10
	Gesamt	1,59	19112,02	315,22

3.5.3.1. Getränke

Bei Betrachtung der Aufnahme verschiedener Getränkesorten lassen sich signifikante Unterschiede für die Aufnahme von schwarzem bzw. grünem Tee und Mineralwasser sowie Sport- und Erfrischungsgetränken (s. Tab. 38, 40 und 41) finden. Kein signifikanter Unterschied findet sich hingegen für die Aufnahme von Leitungswasser (s. Tab. 39).

Bezogen auf die Aufnahme von grünem bzw. schwarzem Tee unterscheiden sich die Gruppen signifikant voneinander, die weniger als 20 ml schwarzen bzw. grünen Tee pro Tag konsumieren, von denen, für welche die tägliche Menge an schwarzem bzw. grünem Tee mit 20 ml bis unter 100 ml berechnet wurde.

Tab. 38: Fluoridausscheidung pro 24h und Aufnahme von grünem/schwarzem Tee (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Tee (schwarz/ grün) pro Tag	<20ml	4.037	1,59	19112,02	324,82	0,002
	20- <100ml	171	119,03	1853,53	340,80	sign. Unterschied zw. < 20 ml und 20- <100ml
	100- <200ml	63	127,70	3639,37	362,87	
	200- <500ml	14	216,00	1948,56	515,05	
	1/2- >1l	3	252,43	654,28	271,19	
	1- <2l	2	391,97	391,97	391,97	
	2l+	2	603,08	603,08	603,08	
	Gesamt	4.292	1,59	19112,02	326,81	-

Tab. 39: Fluoridausscheidung pro 24h und Aufnahme von Leitungswasser (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Wasser (Leitung, Früchtetee, Kaffee) pro Tag	<20ml	1134	41,11	4841,24	322,75	0,588 (n.s.)
	20- <100ml	849	53,91	7455,88	331,13	
	100- <200ml	628	20,30	3579,77	335,67	
	200- <500ml	828	41,61	2272,00	325,11	
	1/2- >1l	406	1,59	19112,02	334,43	
	1- <2l	166	48,08	2557,25	332,58	
	2l+	172	58,14	3455,59	337,47	
	Gesamt	4184	1,59	19112,02	328,82	-

Für die Aufnahme von Mineralwasser konnte ein signifikanter Unterschied für die Gruppe, für welche die Aufnahme auf <20 ml täglich berechnet wurde, von allen

Gruppen, dieangaben mehr als 500 ml Mineralwasser pro Tag zu konsumieren, gefunden werden.

Tab. 40: Fluoridausscheidung pro 24h und Aufnahme von Mineralwasser (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Mineral- wasser pro Tag	<20ml	1.333	1,59	3579,77	308,58	<0,001 sign. Unterschied zw. < 20ml u. über ½ l
	20- <100ml	812	57,69	7455,88	335,58	
	100- <200ml	423	48,08	19112,02	329,38	
	200- <500ml	1.062	56,00	4841,24	326,66	
	1/2- >1l	326	74,74	3905,19	352,16	
	1- <2l	145	96,00	1853,53	346,45	
	2l+	176	60,18	1533,40	376,43	
	Gesamt	4.277	1,59	19112,02	327,91	-

Für die Erfrischungs- und Sportgetränke konnte bei der Signifikanztestung für mehrere Stichproben ein komplexer Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden. Dabei unterschied sich die Gruppe, in der über 2 l Erfrischungsgetränke konsumiert wurden, von allen anderen Gruppen, mit Ausnahme der Gruppe, für welche die Menge an Erfrischungsgetränken pro Tag mit 1 - unter 2 l berechnet wurde. Weiterhin war ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe, welche täglich 500 ml bis unter 1 l Erfrischungsgetränke konsumiert, von allen Gruppen, die bis 200 ml Erfrischungsgetränke zu sich nehmen, festzustellen. Ein weiterer Unterschied bestand zwischen den Gruppen, welche 500ml - unter 1 l und 1 - unter 2 l Erfrischungsgetränke täglich konsumieren zu eruieren.

Tab. 41: Fluoridausscheidung pro 24h und Aufnahme von Erfrischungs-/Sportgetränken (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p- Wert
Erfrischungs-/ Sportdrink pro Tag	<20ml	2.416	41,61	19112,02	320,62	< 0,001
	20- <100ml	855	41,11	3639,37	337,45	
	100- <200ml	259	68,11	2023,07	316,01	
	200- <500ml	481	20,30	7455,88	346,34	
	1/2- >1l	115	1,59	2153,40	394,76	
	1- <2l	55	110,93	3905,19	271,19	
	2l+	63	61,09	3579,77	417,35	
	Gesamt	4.244	1,59	19112,02	327,84	-

3.5.3.2. Verwendung von Jodsalz mit Fluorid

Betrachtet man die Gruppen der Frage nach der Verwendung von Jodsalz mit Fluorid, schließt weiterhin die Kategorie ‚Weiß nicht‘ sowie die Probanden mit überhöhten Fluoridwerten (über 900 µg/d) aus, und fasst die Antwortmöglichkeiten in den Kategorien Verwendung von Jodsalz mit Fluorid in ‚Ja‘ und ‚Nein‘ zusammen, ergeben sich die in Tab. 42-44 dargestellten Ergebnisse.

Tab. 42: Fluoridausscheidung pro 24h und Verwendung von Jodsalz mit Fluorid (gewichtet)

		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Verwendung von Jodsalz mit Fluorid	Nein	824	45,13	898,23	290,24	< 0,001
	Ja	2.842	1,59	899,14	319,97	

Für Probanden die angaben, kein Jodsalz mit Fluorid zu verwenden, ergaben sich niedrigere Werte der Fluoridausscheidung als für Probanden welche angaben, Jodsalz mit Fluorid zu verwenden.

Betrachtet man die verschiedenen Altersgruppen, zeichnet sich ein signifikanter Unterschied der Fluoridausscheidung nur bei den Kindern über 3 Jahren ab, wie in Tab. 43 und 44 gezeigt.

Tab. 43: Fluoridausscheidung pro 24h und Verwendung von Jodsalz mit Fluorid der 0-2-jährigen Probanden (gewichtet)

		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Verwendung von Jodsalz mit Fluorid	Nein	195	45,13	877,72	296,48	0,743
	Ja	570	20,30	899,03	299,34	(n.s.)

Tab. 44: Fluoridausscheidung pro 24h und Verwendung von Jodsalz mit Fluorid der 3-6-jährigen Probanden (gewichtet)

		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Verwendung von Jodsalz mit Fluorid	Nein	629	55,21	898,23	288,54	< 0,001
	Ja	2.272	1,59	899,14	326,64	

Auch hier zeigen sich höhere Werte der Fluoridausscheidung für Probanden, welche Jodsalz mit Fluorid verwenden.

3.5.3.3. Ernährung ohne Fleisch/Fisch

Für diese Arbeit relevant ist weiterhin die Ernährung ohne Fisch bzw. Fleisch. Tab. 45 zeigt, dass sich die Gruppen bezogen auf die Ernährung ohne Fisch signifikant voneinander unterscheiden. Hier wurde bei den Probanden, die angaben Fisch zu konsumieren, höhere Werte der individuellen Fluoridausscheidung gemessen.

Tab. 45: Fluoridausscheidung pro 24h und Ernährung ohne Fisch (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Ernährung ohne Fisch	Ja	195	8,21	2272,00	265,73	< 0,001 Gruppen Ja und Nein unterscheiden sich
	Nein	4.467	1,59	19112,02	320,07	
	Weiß nicht	9	90,72	773,62	233,62	
	Gesamt	4.670	1,59	19112,02	317,71	-

Betrachtet man die Ernährung ohne Fleisch, lässt sich feststellen, dass sich die Werte der individuellen Fluoridausscheidung der Probanden unabhängig von der Ernährung mit oder ohne Fleisch kaum unterscheiden. Die Gruppen unterscheiden sich statistisch signifikant in der Altersgruppe der unter 1-jährigen, jedoch nicht in der Altersgruppe 1-6 Jahre, wie in Tab. 46 und 47 dargestellt.

Tab. 46: Fluoridausscheidung pro 24h und Ernährung ohne Fleisch der 1-6-jährigen (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Ernährung ohne Fleisch, Geflügel, Wurst	Ja	42	16,35	1.848,32	282,80	0,16 (n.s.)
	Nein	3.855	1,59	19.112,02	312,06	
	Weiß nicht	1	181,20	1.304,45	1.304,45	
	Gesamt	3.898	1,59	19.112,02	311,92	-

Tab. 47: Fluoridausscheidung pro 24h und Ernährung ohne Fleisch der 0-1-jährigen (gewichtet)

		Fluoridausscheidung/24h [$\mu\text{g}/\text{d}$]				
		Anzahl	Minimum	Maximum	Median	p-Wert
Ernährung ohne Fleisch, Geflügel, Wurst	Ja	28	8,21	1729,44	153,27	0,04
	Nein	220	25,97	1235,40	192,58	
	Weiß nicht	3	233,62	233,62	233,62	
	Gesamt	250	8,21	1729,44	186,85	-

3.5.4. Multiple lineare Regressionsmodelle

3.5.4.1. Vorgehen

Um Einflussfaktoren auf die Fluoridausscheidung genauer zu identifizieren, wurden zwei multiple lineare Regressionsmodelle berechnet, welche für die Probanden angewendet wurden, für die ein Wert der individuellen Fluoridausscheidung $< 900 \mu\text{g/d}$ ermittelt werden konnte, um Probanden mit überhöhten Werten auszuschließen. Die Werte wurden transformiert (logarithmisiert), weil nur nach der Transformation die Residuen annähernd normalverteilt waren. Die Ergebnisse sind in Tab. 48 dargestellt.

Als Referenzkategorien ($b = 0$) wurden folgende Variablen definiert:

Alter: 4-6 Jahre

Geschlecht: weiblich

Region: Westen

Soziale Schicht: niedriger Sozialstatus

Migrationsstatus: Nicht-Migrant

Getränke:

- Tee: - kein Tee (für Kinder unter 1 Jahr)
 - < 20 ml Tee (für Kinder von 1-6 Jahren)
- Mineralwasser: - kein Mineralwasser (für Kinder unter 1 Jahr)
 - < 20 ml Mineralwasser (für Kinder von 1-6 Jahren)

Zähneputzen mit fluoridhaltiger Zahnpasta:

weniger als 1x tgl. oder gar nicht

Das korrigierte $r^2 = 1,56$ ($p < 0,001$), der Determinationskoeffizient betrug 15,6% der Varianz der individuellen Fluoridausscheidung und wurde durch das Regressionsmodell erklärt.

In der Residuenanalyse ergab sich, dass die Residuen annähernd normalverteilt sind ($p = 0,446$; berechnet mit Kolmogorov-Smirnov-Test), der Mittelwert betrug $-0,007$ (damit nahe 0), womit die Annahmen einer Regressionsanalyse erfüllt sind.

Tab. 48: Multiple lineare Regressionsmodelle für die individuelle Fluoridausscheidung (logarithmisch, gewichtet)

Modell		Koeffizient ^{a,b}				
		B	Beta	Sig.	95% C I for B	
					Lower	Lower
1	Konstante	5,74		0,000	5,69	5,78
	Geschlecht: männlich	-0,04	-0,03	0,023	-0,07	-0,01
	Alter: <1 Jahr	-0,65	-0,29	0,000	-0,72	-0,58
	Alter: 1 Jahr	-0,22	-0,10	0,000	-0,28	-0,15
	Alter: 2 Jahre	-0,04	-0,02	0,118	-0,09	0,01
	Alter: 3 Jahre	-0,02	-0,01	0,403	-0,07	0,03
	Region: Osten	0,06	0,04	0,005	0,02	0,11
	Soziale Schicht: Mittelschicht	0,06	0,05	0,010	0,01	0,10
	Soziale Schicht: Oberschicht	0,00	0,00	0,911	-0,05	0,04
	Migrantenstatus: Migrant	0,00	0,00	0,852	-0,05	0,06
2	Konstante	5,54		0,000	5,45	5,62
	Geschlecht: männlich	-0,03	-0,03	0,060	-0,06	0,00
	Alter: <1 Jahr	-0,95	-0,42	0,000	-1,08	-0,81
	Alter: 1 Jahr	-0,34	-0,15	0,000	-0,44	-0,23
	Alter: 2 Jahre	-0,16	-0,09	0,002	-0,26	-0,06
	Alter: 3 Jahre	-0,14	-0,09	0,005	-0,24	-0,04
	Region: Osten	0,05	0,03	0,025	0,01	0,09
	Soziale Schicht: Mittelschicht	0,03	0,03	0,111	-0,01	0,07
	Soziale Schicht: Oberschicht	0,00	0,00	0,999	-0,05	0,05
	Migrantenstatus: Migrant	0,04	0,02	0,150	-0,01	0,09
	Tee (Kinder < 1Jahr)	0,22	0,08	0,003	0,07	0,36
	Tee (20 ml)	0,16	0,05	0,000	0,07	0,25
	Tee (200 ml)	0,37	0,04	0,013	0,08	0,66
	Leitungswasser	0,15	0,05	0,042	0,01	0,30
	Abgepacktes Wasser	0,41	0,07	0,000	0,21	0,61
	Mineralwasser (20ml)	0,06	0,04	0,011	0,01	0,10
	Mineralwasser (200ml)	0,08	0,06	0,000	0,04	0,12
	Salz mit Fluorid	0,08	0,06	0,000	0,04	0,11
	Einnahme Fluoridsupplemente	0,33	0,20	0,000	0,27	0,38
	Zahnputzhäufigkeit: 2x tgl. (Ki. < 4J.) mit Zahnpasta mit Fluorid	0,27	0,18	0,000	0,20	0,34
	Zahnputzhäufigkeit: 1x tgl. (Ki. < 4J.) mit Zahnpasta mit Fluorid	0,09	0,04	0,022	0,01	0,17
	Zahnputzhäufigkeit: 2x tgl. (Ki. > 4J.) mit Zahnpasta mit Fluorid	0,12	0,10	0,002	0,04	0,20
	Zahnputzhäufigkeit: 1x tgl. (Ki. > 4J.) mit Zahnpasta mit Fluorid	-0,06	-0,03	0,172	-0,15	0,03

b = Regressionskoeffizient; Beta = standardisierter Regressionskoeffizient

Beta gibt den standardisierten Regressionskoeffizienten an, welcher wiederum die Wichtigkeit der unabhängigen Variablen für die Schätzung der abhängigen Variablen angibt.

„B“ stellt den Regressionskoeffizienten dar, welcher die Zunahme der logarithmierten Fluoridausscheidung je Einheit der unabhängigen Variablen anzeigt.

Alle unabhängigen Variablen liegen als sog. „Dummy-Variablen“ vor, d.h. liegt das Merkmal vor, wird sie = 1 gesetzt, liegt das Merkmal nicht vor, wird sie = 0 definiert.

3.5.4.2. Zusammenfassung der Ergebnisse der Regressionsmodelle

Aus dem ersten Modell ergaben sich signifikant niedrigere Werte der Fluoridausscheidung bei Jungen und Kindern unter 2 Jahren.

Probanden aus dem Osten wiesen signifikant höhere Werte der Fluoridausscheidung auf, als Probanden aus dem Westen.

Weiterhin konnten bei Probanden, welche der mittleren sozialen Schicht zuzuordnen sind, gegenüber der unteren sozialen Schicht signifikant höhere Fluoridwerte gefunden werden.

Im zweiten Modell wurde der Effekt bei den männlichen Probanden sowie in der Mittelschicht nach Kontrolle für Mineralwasser, Leitungswasser, Teekonsum und vor allem Supplemente geringer und nicht signifikant, so dass hier davon auszugehen ist, dass individuelle Verhaltensweisen einen deutlichen Einfluss auf die Fluoridausscheidung nehmen.

Die größten Effekte wurden bei Probanden unter 1 Jahr beim Konsum von abgepacktem Wasser (Mineralwasser), gegenüber Probanden, die kein Wasser erhalten, gefunden. Weiterhin waren deutliche Effekte bei den Probanden über 1 Jahr zu finden, welche täglich 200 ml Tee oder mehr zu sich nahmen, im Gegensatz zu Probanden, welche weniger als 20 ml Tee zu sich nahmen.

In allen Altersgruppen fand sich ein Effekt der systemischen Fluoride auf die Fluoridausscheidung. Bei Kindern unter 4 Jahren fand sich ein Effekt bei Probanden, welche ‚zweimal täglich oder häufiger‘ die Zähne mit fluoridhaltiger Zahnpasta putzen, gegenüber den Probanden, welche ‚weniger als täglich‘ oder ‚gar nicht‘ die Zähne putzen.

Erhielten die Kinder unter 1 Jahr bereits grünen/schwarzen Tee, konnten auch hier höhere Werte der individuellen Fluoridausscheidung festgestellt werden.

Erwähnenswert ist jedoch, dass bestimmte Merkmale sehr selten auftraten, so ist beispielsweise der Teekonsum von mehr als 200 ml täglich nur bei 0,3% der Probanden zu finden. Nur 0,8% der Probanden unter 1 Jahr erhalten abgepacktes Wasser. In diesen Fällen wird der Regressionskoeffizient Beta, also die Bedeutung für die individuelle Fluoridausscheidung insgesamt gering.

Zusammenfassend hatte die Einnahme von systemischen Fluoriden sowie zweimal tägliches Zähneputzen mit fluoridhaltiger Zahnpasta, insbesondere bei Probanden unter 4 Jahren, die größte Bedeutung auf die individuelle Fluoridausscheidung pro 24 Stunden.

Für Kinder unter 1 Jahr hatte zusätzlich die Verwendung von abgepacktem Wasser sowie Teekonsum einen starken Einfluss auf die individuelle Fluoridausscheidung pro 24 Stunden.

4. Diskussion

Die Diskussionen über die optimalen Mengen Fluorid, welche zugeführt werden sollten, reißen nicht ab. Die prophylaktische Anwendung von Fluorid ist sowohl ein individuelles Anliegen, als auch Public Health-relevant. Sobald Fluorid-Empfehlungen für die Bevölkerung ausgesprochen werden, ist deren Exposition zu ermitteln und gelegentlich zu überprüfen. Es wird deutlich, dass die Fluoridzufuhr und Fluoridausscheidung durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst wird. Es müssen verlässliche Instrumente gefunden werden, um bundesweit repräsentative Daten erheben zu können, welche als fundierte Grundlage einer solch weit reichenden Diskussion gelten können. Es werden Daten benötigt, welche valide die Exposition der Bevölkerung beschreiben.

Die Schwierigkeit in der Erhebung solcher Daten liegt darin, dass die nötigen Untersuchungen sehr zeitaufwändig und komplex wären. Es müssten über einen Zeitraum von mindesten drei Tagen Fluoridzufuhr und –ausscheidung gemessen werden, dafür wären 72-Stunden-Bilanzen notwendig; solch aufwändige Untersuchungen sind für eine für die Bevölkerung repräsentative große Zahl von Teilnehmern nicht durchführbar.

Aus diesem Grund ist es sinnvoll, einfache Indikatoren der Fluoridexposition derjenigen Kinder im kritischen Alter der eruptiven Zahnentwicklung einer für die Bevölkerung repräsentativen Studie zu nutzen, wie sie im KiGGS von 2003-2006 erhoben werden konnten.

Um gesundheitspolitisch relevante Mängel an Nährstoffen feststellen zu können (WHO-Konzept des „hidden hunger“), welche allein durch die körperliche Untersuchung nicht erfassbar wären, wurden Blut- und Urinproben der Probanden gewonnen. Ein Vorteil der Gewinnung von Spoturinproben ist die relativ einfache Durchführbarkeit, welche mit zunehmendem Alter des Kindes immer unproblematischer wird. Bei Säuglingen hingegen müssen Urinbeutel geklebt werden, die Gewinnung von Spoturinproben, insbesondere bei Mädchen ist oft schwierig, wie sich auch in den Ergebnissen zeigt. Ein weiterer Nachteil der Gewinnung von Spoturinproben liegt darin, dass die Fluoridkonzentration nur zu einem Zeitpunkt gemessen wird. Hat das Kind ca. eine halbe Stunde bis eine Stunde vor Abgabe der Spoturinprobe ein Fluoridsupplement

erhalten oder Zahnpasta geschluckt, können extrem hohe Fluoridwerte im Urin gemessen werden, da die Fluoridausscheidung im Urin ca. 30 Minuten nach der Aufnahme stark ansteigt, mit der Zeit exponentiell abfällt und erst nach ca. vier Stunden konstant bleibt (siehe Abb. 1 in der Einleitung, S. 11).

Dennoch bietet die Auswertung der vorliegenden Daten eine gute Möglichkeit, Tendenzen zu erkennen. Die Grenzen der Studie, welche nicht erlaubt, klare Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu ermitteln, müssen aber in der Interpretation der Daten berücksichtigt werden.

4.1. Ethische Aspekte

Untersuchungen am Menschen bedürfen der Prüfung durch eine Ethik-Kommission. Beim Kinder- und Jugend Gesundheitssurvey wird primär das Einverständnis zur Entnahme von Blut- und Urinproben bewertet. Die Zustimmung der Ethikkommission des Virchow Klinikums erfolgte im Jahre 2002.

Medizinische Forschung an Personen ist nur dann ethisch und zumutbar, wenn das Einverständnis der Teilnehmer vorliegt und die Erhebung der Daten einem ethisch vertretbaren Zweck dient. Sie erfordert die gründliche Aufklärung und Zustimmung der Teilnehmer (63). Ein Aspekt, der die Entnahme von Blut- und Urinproben vertretbar macht, ist, dass diese Eingriffe mit einem geringen körperlichen Risiko verbunden sind. Weiterhin erfordert die ethische Vertretbarkeit eine umfassende Aufklärung über den Zweck der Studie sowie bei Kindern unter 18 Jahren ein schriftliches Einverständnis der Eltern zur Teilnahme an der Studie. Die Möglichkeit, die Teilnahme an der Studie zu beenden, muss zu jedem Zeitpunkt gegeben sein.

Forschung an Kindern, also nicht einwilligungsfähigen Personen, ist generell sehr restriktiv zu handhaben. Wenn ihnen im Rahmen einer Studie z.B. Schmerzen zugefügt werden, obwohl die Ergebnisse nicht ihrem individuellen Nutzen dienen, müssen die Zwecke und Risiken abgewogen werden. Grundsätzlich können Eltern nur zustimmen, wenn eine Untersuchung einen individuellen Nutzen für ihr Kind hat. Die

Untersuchungen im KiGGS waren unter ethischen Gesichtspunkten so zu bewerten. Deshalb stimmte die Ethikkommission des Virchow Klinikums der Charité Universitätsmedizin Berlin im Jahr 2002 zu.

Argumente, in Einzelfällen auch derartige Untersuchungen und Eingriffe ethisch zuzulassen, sind:

1. dass man Kinder- und Jugendliche nicht systematisch vom medizinischen Fortschritt ausschließen kann, weil sonst der heranwachsenden Generation Nachteile entstehen können,
2. dass in vielen Fällen durch die Ergebnisse solcher Untersuchungen ein gruppenspezifischer Nutzen entsteht, der indirekt auch wiederum dem Individuum zugute kommen kann und
3. dass es heutzutage gute Möglichkeiten gibt, die Risiken medizinischer Untersuchungen zu minimieren.“ (63)

Das Royal College of Pediatrics hat im Jahr 2000 Leitlinien formuliert, welche im 2002 erschienenen Bericht der Ethics Working Group der Confederation of European Specialists in Pediatrics (CESP) festgehalten wurden:

„Six guidelines for research in children (CESP 2002)

1. Research involving children is important for the benefit of all children and should be supported, encouraged and conducted in an ethical manner.
2. Children are not small adults; they have an additional, unique set of interests.
3. Research should be done in children if comparable research in adults could not answer the same question.
4. A research procedure which is not intended directly to benefit the individual child is not necessarily either unethical or illegal, if it is likely to yield generalized knowledge of vital importance.
5. All proposals involving medical research in children should be submitted to a research ethics committee involving experts in pediatric research.
6. Legally valid consent should be obtained from a child, parent or guardian as appropriate. When parental consent is obtained, the agreement of school age

children who take part in research should also be requested by researchers.“
(64), (65).

In einer Stellungnahme der Bundesärztekammer (BÄK) werden vier Arten der medizinischen Forschung unterschieden:

1. Heilversuch
2. Forschung mit zumindest mittelbarem Nutzen für den Patienten
3. Forschung, die nicht der betroffenen Person, jedoch anderen Personen der gleichen Alters- oder Krankheitsgruppe zugute kommt und
4. Ausschließlich fremdnützige Forschung

Dabei wird von der BÄK die 4. Kategorie als ethisch nicht vertretbar eingestuft.

Im Falle von KiGGS bestand ein potentieller individueller Nutzen für das einzelne Kind. Es kann in hohem Maße von den Ergebnissen der Studie profitieren (63).

Die Ergebnisse der allgemeinen Urintestung wurden den Familien mitgeteilt. Die Restmengen standen für weiterführende Analysen einschließlich Fluoridbestimmungen zur Verfügung. Auch darüber wurden die Eltern aufgeklärt und hatten zugestimmt.

4.2. Studie (KiGGS) – Bewertung der Methodik

4.2.1. Repräsentativität der Stichprobe

Das Ziel der KiGGS-Studie war es, deutschlandweit repräsentatives Datenmaterial über den Gesundheitszustand von Kindern und Jugendlichen in Deutschland zu gewinnen.

Als Zielpopulation wurden die in Deutschland lebenden und in den Einwohnermeldeämtern gemeldeten Kinder von 0-17 Jahren definiert. Über ein komplexes zweistufiges Stichprobenverfahren erfolgte die Stichprobenziehung mit ungleichen Auswahlwahrscheinlichkeiten. In der ersten Stufe erfolgte eine Ziehung von

167 Untersuchungsorten (*sample points*), dabei waren Gemeinden aus dem Osten überproportional vertreten um die Power für spätere Ost-West-Vergleiche zu erhöhen. Damit bilden die Sample points nach Gemeindetypen und räumlicher Verteilung (mit Ausnahme des Oversamplings für die Region Ost) die Struktur der Bundesrepublik Deutschland ab.

Im zweiten Schritt wurden in diesen Orten für jeden Jahrgang etwa 1000 Kinder und Jugendliche gezogen. Insgesamt 17.641 Probanden konnten für die Studie gewonnen werden, die Response betrug 66,6%. Durch Oversampling ist es ebenfalls gelungen, Kinder mit Migrationshintergrund entsprechend ihrem Anteil an der Wohnbevölkerung an der Studie zu beteiligen.

Wichtig war in diesem Zusammenhang auch, die verschiedenen Gruppen aus Respondern und Nonrespondern zu vergleichen. Es wurden Kurzfragebögen für Nicht-Teilnehmer eingesetzt. In diesen Fragebögen wurden sowohl soziodemografische Faktoren als auch gesundheitspezifische Faktoren wie Körpergröße, Körpergewicht, Rauchstatus etc. erfasst.

Um eine noch genauere Repräsentativität der Wohnbevölkerung zu erreichen, wurden die Abweichungen der Stichproben von der Verteilung der tatsächlichen Wohnbevölkerung durch Gewichtungsfaktoren ausgeglichen.

Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey ist damit repräsentativ für die 0-17-jährige Wohnbevölkerung in Deutschland für die Jahre 2003-2006, den Alters- und Geschlechtsaufbau, sowie der Gewichtung der Regionen Ost/West. Für die Interpretation der Ergebnisse ist zu beachten, dass in Querschnittserhebungen zwar Merkmale zueinander in Beziehung gesetzt wurden, aber kausale Schlüsse nur unter Vorbehalt gezogen werden können, da z.B. eine zeitliche Abfolge von potentieller Ursache und Wirkung in Querschnittsstudien nur ausnahmsweise hergestellt werden kann.

4.2.2. Fragebögen

Die Eltern der Probanden erhielten je einen altersgruppenbezogenen Fragebogen und einen Ernährungsfragebogen zur Beantwortung. Für diese Arbeit relevant sind die Fragebögen der Altersgruppe 0-2 Jahre und 3-6 Jahre, sowie zusätzlich ein Ernährungsfragebogen, welcher durch die Eltern der Studienteilnehmer beantwortet wurde. Die für diese Arbeit ausgewerteten Fragen der Fragebögen finden sich im Anhang (siehe S.135).

Die Inhalte der Fragebögen orientieren sich an Fragestellungen, die für das Kindes- und Jugendalter relevant sind. Sie sollen umfangreiche Daten zu den Themen akute und chronische Erkrankungen, Unfälle, Lebensqualität, Ernährung, psychische Gesundheit und Wohlbefinden, Lebensqualität, Freizeitverhalten, Inanspruchnahme von medizinischen Leistungen und soziodemographische Parameter liefern.

Im Pre-Test wurde der Fragebogen oftmals als zu lang kritisiert, jedoch im allgemeinen gut akzeptiert und den Probanden, wie im Kap. 2.1.2. (S. 25) beschrieben, erläutert.

4.2.3. Erhebungsinstrumente

Die anthropometrischen Daten wurden nach internationalem Standard mit kalibrierten Instrumenten gewonnen und einige Daten von speziell geschultem ärztlichem Personal in Computer-gestützten Interviews (*CAPI*) erhoben. Davon gehen die Befragungen zum Arzneimittelkonsum in die vorliegenden Analysen mit ein. Zur Sicherung der Qualitätsstandards wurden regelmäßige externe, sowie interne Qualitätskontrollen durchgeführt.

Bereits im Pre-Test hatte sich gezeigt, dass auch das ärztliche Interview *CAPI* (Computer Assisted Personal Interview) ein geeignetes Instrument zur Erhebung der im KiGGS relevanten Daten darstellt. Erfragt wurden die Themenbereiche Krankheiten und angeborene Fehlbildungen, Impfstatus und Medikamentenkonsum. Letzterer ist für die vorliegende Arbeit relevant, da hier der Konsum von Tabletten, welche Fluoride enthalten, erfasst wurde. Im Arzneimittelprogramm ist der Zugriff auf eine

Arzneimittelliste möglich gewesen, so dass die Pharmazentralnummer (*PZN*) und der Anatomisch-Therapeutisch-Chemische-Code (*ATC-Code* der WHO) zugeordnet werden konnte. Hieraus ließen sich die Dosierungen der einzelnen Medikamente valide ermitteln und es konnte eine automatische Kodierung der Medikamente erfolgen (66).

4.2.4. Bewertung der Laboranalysen

Die Fluoridkonzentration der Urinproben der Teilnehmer wurde im Zentrallabor des Robert-Koch-Instituts größtenteils durch die Autorin selbst potentiometrisch ermittelt. Bei sehr niedrigen Konzentrationen wurde die Additionsmethode angewandt, da sonst die Nachweisgrenze des Verfahrens nicht ausgereicht hätte.

In einem Partnerlabor im Deutschen Herzzentrum Berlin wurde der Kreatiningehalt im Urin nach der Jaffé-Methode gemessen. Es handelt sich hierbei um ein kostengünstiges photometrisches Verfahren, welches in der täglichen Praxis Anwendung findet. Die Reaktion von Kreatinin mit Pikrinsäure zu einem roten Komplex wird auch durch andere Metabolite, z.B. Medikamente ausgelöst. Diese unspezifische Reaktion verläuft jedoch langsamer, so dass die sog. Nichtkreatin-Chromogene weniger ins Gewicht fallen. Auch hohe Bilirubinkonzentrationen wirken sich nachteilig auf die Messung aus. Da Hyperbilirubinurie in der Kinderpopulation sehr selten vorkommt, ist hier nicht von einer Verfälschung der Werte auszugehen. Neuere und genauere (aber auch teurere) enzymatische Methoden der Kreatininbestimmung konnten sich bisher nicht durchsetzen (67).

4.2.5. Statistische Methoden

Für die Auswertung der Daten wurde das Programm SPSS 16.0 sowie PASW 18.0 verwendet. Zur Darstellung von Zusammenhängen wurden zunächst Häufigkeiten gezeigt und Kreuztabellen verwendet.

Die individuelle Fluoridausscheidung pro 24 Stunden wurde nach einer Formel (siehe S. 35/36) anhand des Körpergewichts, der Fluorid- sowie der Kreatininausscheidung im Urin berechnet. Bei einer rechtsschiefen und linkssteilen Verteilung der Werte für die

individuelle Fluoridausscheidung wurde auf nicht-parametrische Tests wie Mann-Whitney-U-Test und Kruskal-Wallis-Test zurückgegriffen. Zum Vergleich von Häufigkeiten kamen der Chi-Quadrat-Test, der Exakte Test nach Fisher und Kendall-Tau-b zur Anwendung.

Vereinzelt fielen extrem hohe Werte der individuellen Fluoridausscheidung auf. Dies kann unter anderem durch eine hohe Fluoridaufnahme kurz vor der Gewinnung der Urinprobe, z.B. durch Einnahme einer Fluoridtablette oder Verschlucken einer größeren Menge fluoridhaltiger Zahnpasta erfolgt sein. Aus diesem Grund wurden in einzelnen Betrachtungen die nach Ausreißertest überhöhten Werte (über 900 µg/d) ausgeschlossen.

Für die multiplen linearen Regressionsmodelle wurden die Werte transformiert (logarithmisiert), weil nur nach der Transformation die Residuen annähernd normalverteilt waren. Damit ergibt sich die Möglichkeit einer multivariaten Analyse.

4.3. Diskussion der Ergebnisse

4.3.1. Projektgruppe

Die Projektgruppe der 6.680 Kinder von 0-6 Jahren zeigt mit 49,6% weiblichen und 50,4% männlichen Probanden eine homogene Geschlechtsverteilung, was auch das Ziel der Stichprobenziehung war.

42% der Kinder sind der Altersgruppe von 0-2 Jahren zuzuordnen, die restlichen 58% der Probanden waren der Altersgruppe von 3-6 Jahren zuzurechnen. Dies ist damit zu begründen, dass es in der Altersgruppe 0-2 Jahre drei, und in der Altersgruppe 3-6 Jahre vier Jahrgänge zusammengefasst wurden. Die unter 1-jährigen sind statistisch unterrepräsentiert. Aus diesem Grund werden für die Altersgruppe der unter 1-jährigen eigene Korrekturfaktoren der Gewichtung verwendet.

Die Geschlechtsverteilung in den verschiedenen Altersgruppen ist wiederum homogen, sie ist mit 50,5% männlichen sowie 49,5% weiblichen Probanden in der Altersgruppe 0-2 Jahre bzw. 50,3% männlichen und 49,7% weiblichen Probanden in der Altersgruppe 3-6 Jahre annähernd gleich, was auch durch die Stichprobenziehung beabsichtigt war.

Bei Betrachtung der Region, aus der die Probanden stammen, ist der Osten (wobei Berlin hier zum Osten gezählt wird) mit einem Anteil von 34% im Vergleich zu 66% aus dem Westen überrepräsentiert. Dies ist bei Planung der Studie beabsichtigt gewesen.

Die Gemeindegrößenklasse, in der die Probanden leben, zeigt eine annähernd homogene Verteilung, demnach leben 22,8% der Probanden in einer ländlichen Region, 26,5% der Probanden in einer Kleinstadt, weitere 28,5% in einer mittelstädtischen Region und 22,1% der Probanden leben in einer Großstadt. Um Einflüsse der regionalen Unterschiede und Gemeindegruppengrößen möglichst gering zu halten, war auch dies bei der Planung der Studie beabsichtigt.

Für 98,2% der Probanden der Projektgruppe konnte der soziale Status mit Hilfe des Sozialschichtindex nach Winkler in drei Gruppen ermittelt werden. 28,6% der Probanden hatten demnach einen niedrigen Sozialstatus, 44,7% einen mittleren, 26,6% einen hohen sozialen Status.

Erstmalig konnten in einer deutschlandweiten Studie aussagekräftige Daten zum Migrationshintergrund der Teilnehmer erhoben werden. In der Projektgruppe konnte die Frage nach einem Migrationshintergrund anhand verschiedener Kriterien (Definition siehe S.34 und Glossar S. 119) für 99,3% der Probanden geklärt werden. Demnach waren 13,9% der Probanden nicht-deutscher Herkunft. Die Zahl der Teilnehmer mit Migrationshintergrund ist damit als ausreichend zu werten, um repräsentative Aussagen und Vergleiche mit Nicht-Migranten in verschiedenen Aspekten zu machen.

4.3.2. Fluoridgruppe

4.3.2.1. Demographische Aspekte

Die Fluoridgruppe schließt alle Probanden mit ein, für welche die individuelle Fluoridausscheidung pro 24 Stunden berechnet werden konnte. Hierfür waren Angaben zum Körpergewicht, sowie die Fluorid- und Kreatininkonzentration im Urin erforderlich. Insgesamt konnte die individuelle Fluoridausscheidung für 4.921 Probanden veranschlagt werden. Für die Berechnungen der Fluoridgruppe wurden Stichprobengewichte verwendet, um deutschlandweit repräsentative Aussagen machen zu können.

Eine gleiche Geschlechterverteilung lässt sich in der Fluoridgruppe, für die Werte der individuellen Fluoridausscheidung berechnet werden konnten, nicht wie in der Projektgruppe wiederfinden. Hier liegt die Zahl der männlichen Probanden etwas höher, sie beträgt 55,4%, die der weiblichen 44,6%. Die Vermutung liegt nahe, dass sich die Uringewinnung bei Mädchen, besonders im Säuglings- und Kleinkindesalter, schwieriger gestaltet, als die Uringewinnung bei Jungen.

Auch die Verteilung auf die verschiedenen Altersgruppen ist in der Fluoridgruppe nicht mehr homogen, durch größere Schwierigkeiten der Uringewinnung bei Kleinkindern und Säuglingen, sowie der Tatsache, dass bei den 3-6-jährigen vier Jahrgänge, im Gegensatz zu drei Jahrgängen bei den 0-2-jährigen, zusammengefasst wurden, sind 73,6% der Probanden der Altersgruppe 3-6 Jahre zuzuordnen, die restlichen 26,4% der Probanden sind in der Altersgruppe 0-2 Jahre.

Durch den Wichtungsfaktor wird Oversampling der Regionen im Osten aufgehoben. Insgesamt ergeben sich dann 17,7% der Probanden aus Regionen im Osten der Bundesrepublik und 82,3% aus Regionen im Westen.

Bei Betrachtung der Gemeindegrößenklasse, aus der die Probanden der Fluoridgruppe stammen, fällt eine Verschiebung auf die mittelstädtischen Regionen auf. Nach diesem Merkmal stammen nur noch 18,2% der Probanden aus einer ländlichen Region, wohingegen 29,7% der Probanden in einer mittelstädtischen Region leben. Die

Verteilung mit 25,6% aus einer kleinstädtischen Region, sowie 26,5% der Probanden, die in einer Großstadt leben, ist vergleichbar mit der Verteilung in der Projektgruppe.

Ähnlich verhält es sich bei Betrachtung der sozialen Schicht, der die Probanden angehören. Der Sozialschichtindex nach Winkler konnte für 98,1% der Probanden ermittelt werden und ist ähnlich verteilt wie in der Projektgruppe: 27,1% der Probanden in der Fluoridgruppe haben einen niedrigen, 44,2% der Probanden einen mittleren und 28,8% der Probanden haben einen hohen sozialen Status nach Winkler.

Der Anteil der Probanden mit Migrationshintergrund steigt in der Fluoridgruppe auf 17,2%, was auf den Einfluss der Stichprobengewichte zurückzuführen ist.

4.3.2.2. Prophylaxegewohnheiten

Systemische Fluoridprophylaxe bedeutet, dass das Fluorid gezielt oral verabreicht wird. Fluoridsupplemente werden in Form von Tabletten als reine Fluoridpräparate oder in Kombination mit Vitamin D verabreicht. In der Fluoridgruppe konnten für 91,2% der Probanden Angaben zu den Prophylaxegewohnheiten mit Fluoriden ausgewertet werden.

Es zeigt sich, dass in der Altersgruppe 0-1 Jahr 69,1% und in der Altersgruppe 1-2 Jahre 45,2% der Probanden Fluoridsupplemente erhalten. Der Anteil der Probanden in der relevanten Altersgruppe ist damit im Säuglingsalter relativ hoch, jedoch noch nicht optimal. Die über 2-jährigen erhalten nur noch zu 19% Fluoridsupplemente. Wie in Abb. 11 (S. 43) dargestellt, überwiegen in dieser Altersgruppe die Kombinationspräparate von Vitamin D und Fluorid, welche für diese Altersgruppe besonders empfohlen werden. Die reinen Fluoridtabletten spielen nur eine untergeordnete Rolle und zeigen einen Gipfel um das 2. Lebensjahr herum.

In der Altersgruppe 3-6 Jahre erhalten nur noch 6,9% der Probanden reine Fluoridpräparate. Die Zahl der Probanden, welche systemische Fluoride über das 2. Lebensjahr hinaus erhalten, sinkt damit drastisch. Der Anteil der Probanden, die in der Altersgruppe 3-6 Jahre kein Supplement mehr erhalten, steigt auf 93,1%. Auch hier spielen die reinen Fluoridpräparate nur eine untergeordnete Rolle. Ihr Anteil in dieser

Altersgruppe ist bezogen auf alle Fluoridtabletten bei den 3-jährigen noch am höchsten, liegt aber in keiner Altersgruppe über 10%. Die Fluoridtabletten mit Vitamin D erhalten noch durchschnittlich 0,4% der Probanden, da sie für diese Altersgruppe auch nicht mehr empfohlen werden. Der Alterstrend ist statistisch signifikant.

Betrachtet man die Verwendung von Mitteln zur systemischen Prophylaxe unter sozialen Gesichtspunkten, so lassen sich signifikante Unterschiede in den Gruppen mit unterschiedlichem Sozialstatus feststellen (siehe Abb.12-14, S. 44) Die Verwendung von Mitteln zur systemischen Prophylaxe zeigt sich bei den Probanden mit niedrigem und hohem sozialem Status annähernd gleich, in der Gruppe der Probanden mit mittlerem sozialen Status werden noch etwas häufiger Kombinationspräparate mit Vitamin D und Fluorid sowie reine Fluoridpräparate verwendet. Es bleibt zu eruieren, welche Ursache diese Entwicklung haben könnte. In der Gruppe der Probanden mit hohem sozialen Status ist möglicherweise eine mangelnde Akzeptanz der Fluoridtabletten bei den Eltern denkbar, in der Gruppe der Probanden mit niedrigem sozialen Status könnte mangelndes Wissen eine Rolle spielen. Jedoch muss auch hier die Altersspezifik berücksichtigt werden.

Bei Betrachtung des Migrationshintergrundes im Zusammenhang mit der Gabe von systemischen Fluoriden, fällt auf, dass Migranten signifikant häufiger kein Supplement verabreichen. Der Anteil an reinen Fluoridpräparaten und Kombinationspräparaten von Vitamin D und Fluorid ist gleichermaßen gering und annähernd gleich verteilt (siehe Abb. 15, S. 45). Kinder von Nicht-Migranten erhalten demnach öfter Mittel zur systemischen Kariesprophylaxe, hier ist der Anteil an reinen Fluoridpräparaten gegenüber Kombinationspräparaten etwas höher, wenn auch insgesamt gering. Die Ursache hierfür könnte in mangelndem Verständnis für die Notwendigkeit der systemischen Kariesprophylaxe bei den Migranten liegen.

Als Mittel der topischen Kariesprophylaxe dienen hier Zahnpasten, welche Fluorid enthalten. Betrachtet man die Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid in den verschiedenen Altersgruppen, so wird deutlich, dass der Gebrauch von Zahnpasta mit Fluorid mit zunehmendem Alter deutlich wächst. Wie in Abb. 16 (S. 46) und Tab. 6 (S. 45) gezeigt, verwenden bereits 25,3% der unter 1-jährigen und 94,7% der 6-jährigen fluoridhaltige Zahnpasta. Es zeigte sich eine signifikante Zunahme des Gebrauchs

fluoridhaltiger Zahnpasta sowie der Zahnputzhäufigkeit mit zunehmender Alter. Dies hängt sicherlich mit der Zahnentwicklung und den entsprechenden Empfehlungen der Zahnärzte zur Verwendung von fluoridhaltigen Zahnpasten bereits ab dem Säuglings- und Kleinkindesalter zusammen. Der Durchbruch der ersten Milchzähne beginnt etwa ab dem 7. Lebensmonat, das Milchgebiss ist im 3. Lebensjahr vollständig. Ein sprunghafter Anstieg der Verwendung von fluoridhaltiger Zahnpasta ist ab dem 3. Lebensjahr zu verzeichnen. 60,4% der 2-jährigen und 85,9% der 3-jährigen verwenden demnach Zahnpasta mit Fluorid. Es wird davon ausgegangen, dass Kinder in der Regel nach dem 4. Lebensjahr in der Lage sind, Zahnpasta nach dem Zähneputzen auszuspucken. Es kann also davon ausgegangen werden, dass fluoridhaltige Zahnpasta bei der Auswertung der individuellen Fluoridausscheidung in der Altersgruppe der unter 4-jährigen als zusätzliche Fluoridquelle berücksichtigt werden muss. Auch bei älteren Kindern findet sich noch ein positiver Effekt durch fluoridhaltige Zahnpasta (68).

4.3.2.3. Ernährung

4.3.2.3.1. Stillen

Für 83,3% der Probanden konnten Angaben zum Stillen ausgewertet werden. Wie in Tab. 8 (S. 47) dargestellt, wurde in der Altersgruppe 0-2 Jahre ein großer Teil (30,7%) der Probanden bis zum 6. Monat voll gestillt. Weitere 21,1% der Probanden wurden voll gestillt, allerdings nicht bis zum 4. Monat. 19,2% der Probanden wurden bis zum 4. Monat voll gestillt, 16,7% der Probanden wurden nie gestillt. Aktuell voll gestillt waren insgesamt 2,9% der Probanden (siehe Tab. 9, S. 48).

In der Altersgruppe 3-6 Jahre zeigte sich ein ähnliches Bild. Hier waren 32,3% bis zum 6. Monat voll gestillt worden, weitere 19,6% wurden bis zum 4. Monat voll gestillt. Der Anteil der Kinder, die zwar voll gestillt worden waren, nicht aber bis zum 4. Monat, war mit 16,7% etwas niedriger als in der Altersgruppe 0-2 Jahre. Der Anteil der Kinder die nie gestillt wurden war in dieser Altersgruppe mit 19,8% wiederum etwas höher. Aktuell voll gestillte Säuglinge zeigen die niedrigste Fluoridausscheidung.

4.3.2.3.2. Getränke

Die Getränkeaufnahme pro Tag wurde mit Hilfe einer Formel geschätzt, bei der die Getränkemenge pro Woche in ml mit der Häufigkeit der Aufnahme pro Woche zueinander in Beziehung gesetzt wurde. Für diese Arbeit relevant war die Aufnahme von schwarzem bzw. grünem Tee, Mineralwasser und Sport- und Erfrischungsgetränken, da in diesen Getränkesorten erhöhte Fluoridwerte vorkommen können. Weiterhin wurde die geschätzte Menge Leitungswasser erfasst, die von den Probanden pro Tag aufgenommen wurde. Dabei wurden Kaffee, Früchte- und Kräutertee dem Leitungswasser zugerechnet.

Für 93% der Probanden konnte die tägliche Mineralwasseraufnahme geschätzt werden. Wie in Abb. 18 (S. 48) gezeigt, nimmt der überwiegende Teil der Probanden nur geringe Mineralwassermengen zu sich. Der Anteil der Probanden, die täglich weniger als 200 ml Mineralwasser aufnehmen, liegt bei 61,1%. 24,8% nehmen zwischen 200 und 500 ml Mineralwasser täglich zu sich. Der Anteil der Probanden die 500 ml bis 2 l Mineralwasser täglich aufnehmen, ist mit 11% relativ gering. Für immerhin 4,1% der Probanden wurde eine tägliche Menge von über 2 l Mineralwasser angegeben.

Die Menge an Leitungswasser, welche die Probanden täglich aufnehmen, ist mit der täglichen Mineralwasseraufnahme vergleichbar. Der Abb. 18 (S.48) ist zu entnehmen, dass 62,4% der Probanden unter 200 ml Leitungswasser täglich zu sich nehmen. 29,5% der Probanden nehmen täglich 200-500 ml Leitungswasser auf. Mehr als 1 l täglich nehmen 4% der Probanden zu sich, ebenso wie beim Mineralwasser liegt der tägliche Konsum von über 2 l Leitungswasser bei 4,1%.

Erwartungsgemäß ist der Konsum von schwarzem und grünem Tee in der Altersgruppe 0-6 Jahre insgesamt gering, wie in Abb. 18 dargestellt. 94,1% der Probanden nehmen täglich 0 bis maximal 20 ml schwarzen oder grünen Tee zu sich, weitere 4% der Probanden haben eine geschätzte tägliche Aufnahme von 20 - unter 100 ml. Immerhin 1,5% der Probanden nehmen täglich 100 - unter 200 ml grünen bzw. schwarzen Tee auf. Nur 0,3% der Probanden nehmen über 200 ml bis 500 ml täglich zu sich, für diese Probanden ist der Konsum von schwarzem bzw. grünem Tee als zusätzliche Fluoridquelle zu werten.

Überraschenderweise ist der Konsum von Sport- und Erfrischungsgetränken der 0-6-jährigen Probanden verhältnismäßig hoch. Wie in Abb. 18 (S. 47) gezeigt, nehmen 56,9% der Probanden täglich 20 - unter 100 ml, weitere 20,2% sogar 100 - unter 200 ml Sport- und Erfrischungsgetränke zu sich. Die tägliche Aufnahme von 200 - < 500 ml kann für 6,1% und 500 - unter 1000 ml für 11,3% der Probanden geschätzt werden. Über 1 l bzw. über 2 l Erfrischungsgetränke täglich können für jeweils 1,3% der Probanden veranschlagt werden. Als Fluoridquelle spielen diese Getränke jedoch keine Rolle.

4.3.2.3.3. Nahrungsmittel

Für diese Arbeit relevant ist die Ernährung ohne Fisch bzw. Fleisch, Geflügel und Wurst, da in diesen Lebensmitteln auf Grund des Herstellungsprozesses höhere Fluoridwerte vorkommen können. Industriell produzierte Fleischprodukte werden häufig aus sog. Separatorenfleisch hergestellt, das einen höheren Knochenanteil enthält. Aus diesem Grunde sind in diesen Produkten höhere Fluoridkonzentrationen möglich. Der Anteil der Probanden, die ohne Fleisch bzw. ohne Fisch ernährt werden, ist mit 1,4% bzw. 4,2% relativ gering. Der etwas höhere Anteil an Probanden, welche ohne Fisch ernährt werden, ist möglicherweise durch die Diskussion über das allergene Potenzial des Fisches insbesondere im Säuglings- und frühen Kleinkindalter zu begründen.

4.3.2.3.4. Verwendung von Jodsalz mit Fluorid

Die Eltern der Probanden wurden im Ernährungsfragebogen befragt, ob sie in der Ernährung ihres Kindes Jodsalz mit Fluorid verwenden. Die Angaben konnten für insgesamt 91,4% der Probanden ausgewertet werden und sind in Abb. 19 (S. 50) dargestellt. Die überwiegende Zahl der Eltern (58%) gab an, Jodsalz mit Fluorid gelegentlich zu verwenden, in 14,1% der Haushalte wird überwiegend Jodsalz mit Fluorid verwendet. In 21,1% der Fälle wird kein Jodsalz mit Fluorid verwendet, 6,8% der Eltern gaben an nicht zu wissen, ob sie Jodsalz mit Fluorid verwenden. Betrachtet man den aktuellen Marktanteil von 70% im Jahre 2007, ist die Zahl der Anwender von Jodsalz mit Fluorid in dieser Studie etwas niedriger als in der Bundesrepublik. Sollten

die Probanden, die mit ‚Weiß nicht‘ geantwortet haben Anwender von Jodsalz mit Fluorid sein, entspricht der Anteil in etwa dem bundesdeutschen Wert von 70%.

In Tab. 10 (S. 50) und Abb. 20 (S. 51) wird die Verwendung von Jodsalz mit Fluorid nochmals in den verschiedenen Altersgruppen betrachtet. Dabei zeigt sich, dass sich in den verschiedenen Altersgruppen keine relevanten Unterschiede in der Verwendung von Speisesalz mit Fluorid festzustellen ist. Die Ergebnisse waren aber nicht statistisch signifikant. Es ist davon auszugehen, dass Kleinkinder prinzipiell weniger Jodsalz mit Fluorid aufnehmen, da sie (empfehlungsgemäß) insgesamt wenig Salz zugeführt bekommen.

Betrachtet man in diesem Zusammenhang den sozialen Aspekt, so wird deutlich, dass der Sozialstatus einen Einfluss auf die Verwendung von Jodsalz mit Fluorid hat, wie in Tab. 13 (S. 52) gezeigt. Auffällig ist, dass Probanden, die der hohen sozialen Schicht zuzurechnen sind, am häufigsten den Gebrauch von Jodsalz mit Fluorid verneinen, während Probanden, die der niedrigen sozialen Schicht angehören häufiger nicht wissen, welches Salz sie verwenden. Dies könnte auf Unwissen der Probanden mit niedrigem sozialen Status zurückzuführen sein, wohingegen bei den Probanden mit hohem sozialen Status eher eine aktive Entscheidung gegen Jodsalz mit Fluorid zu vermuten ist. Die Unterschiede zum mittleren Sozialstatus sind statistisch signifikant.

Interessant ist bei Betrachtung des Migrationshintergrundes, dass Migranten häufiger als Nicht-Migranten angaben, überwiegend Jodsalz mit Fluorid zu verwenden. Ähnlich wie die Probanden aus der Gruppe mit niedrigem sozialen Status wissen aber auch Migranten häufiger als Nicht-Migranten nicht, welches Salz sie verwenden, wie aus Abb. 12 ersichtlich wird, die Unterschiede waren statistisch signifikant.

Die Verwendung von Jodsalz mit Fluorid stellt ebenso wie die Trinkwasserfluoridierung eine kostengünstige Möglichkeit dar, die breite Bevölkerung zu erreichen (45). Wie bereits in der Einleitung beschrieben, profitieren auch in den Industrieländern nicht alle Einwohner gleichermaßen von den Fluoridierungsmaßnahmen (69). Insbesondere diejenigen, die einer niedrigen sozialen Schicht angehören und oftmals einen Migrationshintergrund aufweisen, sind aus nicht immer nachvollziehbaren Gründen benachteiligt und weisen oftmals mehr kariöse Zähne auf als Einwohner aus

Vergleichsgruppen mit höherem sozialen Standard. Die Fluoridierung des Speisesalzes auch in Kantinen muss aus diesem Grunde weiter diskutiert werden.

4.3.3. Vergleich der Gruppen mit und ohne Fluoridwerte

Da der Anteil der Probanden, für die keine Fluoridwerte vorliegen, mit 26,3% relativ hoch ist, soll diese Gruppe ohne Fluoridwerte in ausgewählten Aspekten mit der Fluoridgruppe verglichen werden, um mögliche Unterschiede herauszuarbeiten.

Bei Betrachtung der demographischen Faktoren wird deutlich, dass die Anzahl der weiblichen Probanden ohne Fluoridwerte in der Altersgruppe 0-2 Jahre mit 60,6% deutlich höher ist als die der 38,7% männlichen Probanden (siehe Tab. 20, S.56), was vermutlich auf die bereits erwähnte erschwerte Gewinnung von Urin bei Mädchen besonders im Säuglingsalter zurückzuführen ist. Der Unterschied zwischen beiden Gruppen war statistisch signifikant.

In der Altersgruppe 3-6 Jahre sind diese Unterschiede noch ausgeprägter und statistisch signifikant, wie Tab. 21 (S. 56) zeigt. Hier liegen für 63,9% der weiblichen, jedoch nur für 36,1% der männlichen Probanden keine Urin- und Kreatininwerte vor. In dieser Altersgruppe ist jedoch auch der Anteil an männlichen Probanden, für die Kreatininwerte vorliegen, geringer. Er liegt hier bei 51,9%.

Erfolgt eine weitere Aufschlüsselung nach vollendetem Lebensalter, wie in Abb. 21 dargestellt, so wird deutlich, dass der Anteil an Probanden mit fehlenden Fluorid- und Kreatininwerten mit zunehmendem Lebensalter abnimmt, was die Vermutung der erschwerten Urinprobengewinnung bei Säuglingen und Kleinkindern unterstützt. Auch dieser Trend war statistisch signifikant.

Betrachtet nach der Region, aus der die Probanden stammen, waren ebenfalls signifikante Unterschiede festzustellen. Demnach war in der Gruppe ohne Fluoridwerte der Anteil an Probanden aus dem Osten der Region mit 22,9% geringfügig niedriger, verglichen mit 28,6% Probanden aus dem Westen, für die keine Fluorid- und Kreatininwerte vorliegen. Dieser Effekt ist als am ehesten zufällig zu werten.

Ein signifikanter Unterschied zeigt sich weiterhin für die Gemeindegruppengröße, aus der die Probanden stammen. Wie in Abb. 22 gezeigt, fehlen am wenigsten Fluorid- und Kreatininwerte bei Probanden aus ländlichen Regionen. In ländlichen Regionen mag dies an einer höheren Motivation oder Verlässlichkeit der Teilnehmer liegen.

Für den Sozialschichtindex nach Winkler lassen sich ebenfalls signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen feststellen, wie in Abb. 23 gezeigt. In der Gruppe der Probanden mit mittlerem und hohem sozialen Status fehlen am seltensten Fluorid- und Kreatininwerte. Auch hier wäre die Verlässlichkeit der Teilnehmer eine mögliche Ursache, es kann davon ausgegangen werden, dass die Eltern der Probanden mit niedrigen sozialen Status etwas weniger zuverlässig waren, so dass hieraus häufiger fehlende Fluorid- und Kreatininwerte resultieren.

Betrachtet man den Migrationshintergrund der Probanden mit und ohne Fluoridwerte lassen sich keine signifikanten Unterschiede finden. Hier sind die Verteilungen von Migranten und Nicht-Migranten in beiden Gruppen annähernd gleich.

4.4. Diskussion der geschätzten individuellen Fluoridzufuhr

In verschiedenen Studien wird diskutiert, welche Menge Fluorid täglich zugeführt werden muss, um eine „optimale Dosis“ zu erreichen. Es muss zunächst definiert werden, welche Menge als „optimale Dosis“ zu werten ist. Warren et al. fassen in ihrer Arbeit von 2009 zusammen, dass als „optimale Dosis“ ein Wert zwischen 0,05 und 0,07 mg Fluorid pro Kilogramm Körpergewicht in der Literatur allgemein akzeptiert ist (70, 71). In einer 9-jährigen Studie veranschlagten sie die Fluoridaufnahme aus Getränken, ausgewählten Nahrungsmitteln und der Aufnahme aus Zahnpasta und Supplementen und untersuchten die Zahngesundheit der Studienteilnehmer nach 5 und 9 Jahren. Probanden, welche nach 9 Jahren Karies aufwiesen, hatten eine geringere Fluoridzufuhr als die ohne kariöse Zähne. Weiterhin kam es bei einer kleinen Gruppe zu dezenter Zahnfluorose, hier lag die geschätzte Fluoridzufuhr im Schnitt etwas höher als bei Kindern ohne Karieserfahrung. Die in dieser Arbeit diskutierte „optimale Dosis“ richtet sich nach dem Gleichgewicht zwischen Auftreten von Karies und Dentalfluorose

und wird mit 0,05 mg Fluorid/kg Körpergewicht angegeben (56). Gleichzeitig wird eine große Streubreite der Werte beobachtet. Dies ist auch bei den hier vorliegenden Daten aufgefallen.

Villa et al. fassen in einer Arbeit von 2010 die vorhandenen Daten zu Fluoridaufnahme, Fluoridausscheidung im Urin und Fluoridretention zusammen und setzen sie zueinander in Beziehung (55). Dabei wurden die Daten aus 9 Studien von insgesamt 212 Kindern von 0-7 Jahren zusammengefasst. Villa fand einen signifikanten linearen Zusammenhang sowohl zwischen der täglichen Fluoridaufnahme und der Fluoridausscheidung, als auch zwischen der täglichen Fluoridaufnahme und der Fluoridretention. Ausgehend von einer 90%igen Absorption des aufgenommenen Fluorids wird die Annahme einer Retention von 50-55% bei Kindern gemeinhin akzeptiert und bestätigt (55, 56, 61, 62).

In der Arbeit von Sohr wird die Fluoridzufuhr anhand der Fraktion der mit dem Urin eliminierten Fluoridmenge (FUEF) veranschlagt (68). Sie gibt zu bedenken, dass die Fluoridretention von Kindern starken individuellen Schwankungen unterworfen ist, und in den verschiedenen Fluoridausscheidungsraten sehr unterschiedlich angegeben wird. In der Literatur konnte sie eine Spannbreite der Ausscheidungsraten zwischen 30% und 85% herausarbeiten, welche sich wiederum auf die individuelle Fluoridaufnahme auswirken, da diese anhand von Formeln nur grob veranschlagt werden kann. Dies gibt auch Villa zu bedenken.

Betrachtet man die Werte der geschätzten Fluoridaufnahme in dieser Arbeit, sind die Werte der individuellen Fluoridaufnahme mit einem Median von 630 $\mu\text{g}/\text{d}$ (0,63 mg/d) mit anderen Studien, insbesondere der Arbeit von Sohr, in der eine mediane Fluoridzufuhr von 776 $\mu\text{g}/\text{d}$ ermittelt wurde, vergleichbar (68),(70).

Eine Zusammenfassung der relevanten Studien zeigt Tab. 48. Es wird deutlich, dass in der heutigen Zeit viele verschiedene Quellen der Fluoridaufnahme berücksichtigt werden müssen. Daraus lässt sich ableiten, dass die Veranschlagung der Fluoridzufuhr eine komplexe Größe darstellt, die von vielen Faktoren abhängig ist. Für die Anpassung existieren Empfehlungen. Ein regelmäßiges Fluoridmonitoring erscheint sinnvoll.

Tab. 48: Studien zur Fluoridaufnahme und –ausscheidung

Autor	Jahr	Land	Studie	Fluoridaufnahme u. -ausscheidung mg/Tag	FUEF „optimale Dosis“
Villa A et al. (55)	2010	Chile	212 Kinder unter 7 Jahren (gesamte Studien) Retrospektive Studie		55% 0,07 mg/kg KG
Haftenberger et al.(62)	2001	Deutschland	11 Kinder (3-6 Jahre) prospektive Studie	0,930 0,475	51,5% 0,053 mg/kg KG
Villa et al.(72)	2000	Chile	20 Kinder (3-5 Jahre) prospektive Studie	1,019 0,358	35,5% 0,07 mg/kg KG
Villa et al. (32)	1999	Chile	48 Kinder (3-5 Jahre) prospektive Studie	1,000 (Einzeldosis) k. A. z. Ausscheidung	30,7%
Zahouri et al.(73)	2000	Iran	78 Kinder (4 Jahre) prospektive Studie	0,426 0,339	80-85% 0,07 mg/kg KG
Brunetti and Newbrun(74)	1983	England	10 Kinder (3-4 Jahre) prospektive Studie	0,330 0,280	80-85% 0,07 mg/kg KG
Guha-Chowdhury et al. (75, 76)	1996	Neuseeland	66 Kinder (3-4 Jahre) Gruppe A: TWF niedrig Gruppe B: TWF hoch Longitudinale Studie	0,140-0,560 0,340-0,690 k. A. z. Ausscheidung	k.A. 0,008-0,027 0,019-0,037
Baez et al. (77)	2000	USA	15 Kinder (4-6 Jahre) TWF rel. hoch: 1,3 mg/l	k.A. z. Aufnahme 0,720	k.A. k.A.
Schulte A et al.(76)	1995	Deutschland	41 Kinder (3-6 Jahre)	k.A. z. Aufnahme 0,204	k.A. 0,20/Tag
Rugg-Gunn AJ et al. (80)	1993	Sri Lanka, England	53 Kinder (4 Jahre) 22 Kinder (4 Jahre)	k.A. z. Aufnahme 0,420 0,550	k.A. 0,42/Tag 0,55/Tag
Bergmann, RL(78)	1994	Deutschland	Prospektive Studie 109 Probanden (Alter?)	0,01-0,05	
Sohr U (68)	2001-2002	Deutschland	Querschnittsstudie 1.363 Kinder (0-17Jahre) davon 292 Kinder (0-6 Jahre)	0,776 (Median) 0,478 (Median)	50% 0,027 mg/kg KG 0,040 mg/kg KG
Eigene Studie	2003-2006	Deutschland	4.981 Kinder (0-6 Jahre) Querschnittsstudie	0,630 (Median) 0,314 (Median)	50% 0,035 mg/kg KG

4.5. Diskussion der berechneten individuellen Fluoridausscheidung pro 24 Stunden

4.5.1. Statistische Maßzahlen der Fluoridausscheidung pro 24 Stunden

Betrachtet man zunächst die statistischen Maßzahlen der individuellen Fluoridausscheidung pro 24 Stunden, die für 4.921 Probanden ermittelt werden konnten, fällt zunächst die große Streubreite und schiefe Verteilungen der Werte auf.

In dieser Studie wurden Mediane verwendet, da Mittelwerte eine zu große Streubreite der Werte nicht berücksichtigen. In der Studie von Sohr sind die Werte der individuellen Fluoridausscheidung überwiegend als geometrisches Mittel dargestellt, jedoch fand sich in der Arbeit von Sohr auch eine annähernde Normalverteilung der Werte der individuellen Fluoridausscheidung, was sich in dieser Arbeit erst nach Logarithmierung der Werte ergab.

In der Tab. 26 wurden einzelne Probanden mit extrem hohen Fluoridwerten auf verschiedene Charakteristika untersucht. Hier zeigt sich, dass die Probanden mit sehr hohen Werten der individuellen Fluoridausscheidung eher weiblich sind, Fluoridsupplemente erhalten und/oder die Zähne häufiger als einmal täglich mit fluoridhaltiger Zahnpasta putzen. Für den in der Tab. 26 aufgeführten weiblichen Probanden Nr. 28 wurde angegeben, dass weder Fluoridsupplemente verabreicht werden, noch fluoridhaltige Zahnpasta verwendet wird. Diese Angaben sind unplausibel, es ist davon auszugehen, dass die Eltern der Probanden auch häufig nicht wissen, dass die verwendete Zahnpasta Fluorid enthält oder geben an, keine Fluoridpräparate zu verabreichen, obwohl die Kinder diese erhalten.

4.5.2. Fluoridausscheidung pro 24 Stunden und soziodemographische Parameter

Signifikante Unterschiede der individuellen Fluoridausscheidung konnten für das Geschlecht, die Altersgruppe, das vollendete Lebensalter, die Region Ost/West und die soziale Schicht nach Winkler gefunden werden, wie in Tab. 27 (S. 63) gezeigt.

Betrachtet man die Mediane der Fluoridausscheidung der männlichen und weiblichen Probanden, fällt auf, dass die weiblichen Probanden mit 329 μg Fluorid pro Tag eine etwas höhere tägliche Fluoridausscheidung aufweisen als die männlichen Probanden. Hier lag der Median bei 298 μg Fluorid pro Tag. Dieser Effekt ist ab dem 1. Lebensjahr nachweisbar, bei den Säuglingen weisen die männlichen Probanden etwas höhere durchschnittliche Fluoridwerte auf. Das höhere Alter könnte hier eine Erklärung sein. Weiterhin fiel aber auch auf, dass einzelne männliche Probanden extrem hohe Fluoridwerte im Urin aufwiesen, so lag das Maximum der täglichen Fluoridausscheidung bei den männlichen Probanden bei 19.112 μg Fluorid pro Tag, während die weiblichen Probanden Ausscheidungswerte von maximal 7.455 μg Fluorid pro Tag erreichten. Diese Ausreißer sind als Artefakte zu betrachten. So hohe Fluoridwerte werden nur gemessen, wenn kurz vor Gewinnung der Urinprobe eine hohe Fluoridmenge zugeführt wurde (sog. „Bolus“-Messung), z.B. durch die Einnahme systemischer oder das Schlucken topischer Fluoride. Bezogen auf die Verteilung über den Tag könnte dies bei etwa 10% der Fälle vorkommen. Aus diesem Grund sollten die oberen 10% der Maximalwerte als Artefakte aus der Betrachtung herausgenommen werden.

Auch zwischen den beiden Altersgruppen (0-2 Jahre bzw. 3-6 Jahre) ließ sich ein statistisch signifikanter Unterschied feststellen. Demnach lag der Median der täglichen individuellen Fluoridausscheidung in der Altersgruppe der 3-6-jährigen mit 335 μg Fluorid pro Tag höher als in der Gruppe der 0-2-jährigen, der Median lag hier bei 252 μg Fluorid pro Tag. Da die 3-6-jährigen einerseits im Durchschnitt mehr Fluorid aus verschiedenen Quellen erhalten, andererseits durch ihre langsameres Wachstum weniger Fluorid retinieren dürften, sind die Unterschiede plausibel.

Schlüsselt man die einzelnen Altersgruppen weiter zum vollendeten Lebensalter auf wird deutlich, dass ein Anstieg der Fluoridwerte im Urin mit ansteigendem Lebensalter

zu verzeichnen ist. Demnach liegt der Median der individuellen Fluoridausscheidung bei den unter 1-jährigen mit 173,3 μg Fluorid pro Tag am niedrigsten und steigt dann kontinuierlich an (siehe Abb. 24 unten). Ab dem 4. Lebensjahr ist kein Anstieg der individuellen Fluoridausscheidung mehr zu verzeichnen. Dies könnte damit zusammenhängen, dass Fluoridsupplemente bis zum 6. Lebensjahr immer seltener verabreicht werden, aber auch mit der Tatsache, dass von einer geringeren Fluoridretention bei langsamerem Wachstum auszugehen ist.

Der Trend ist statistisch signifikant. Prüft man die einzelnen Gruppen nach vollendetem Lebensalter untereinander, so wird deutlich, dass sich die unter 1-jährigen und die 1-2-jährigen von den Älteren unterscheiden, die anderen Altersgruppen untereinander jedoch nicht, was sich auch in den Medianen der Fluoridwerte widerspiegelt.

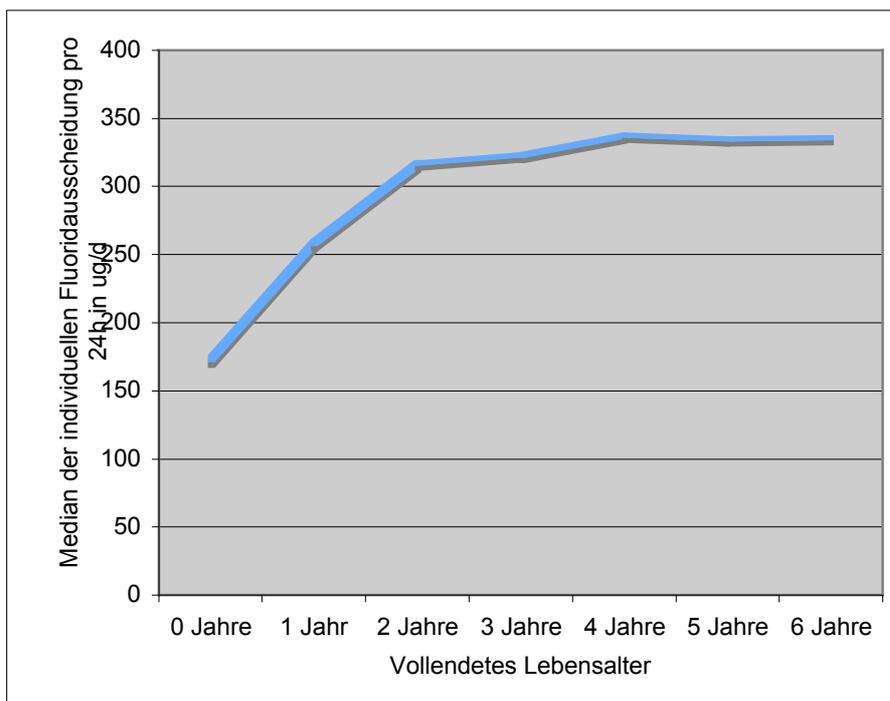


Abb. 24: Median der individuellen Fluoridausscheidung pro 24h in $\mu\text{g/d}$ und vollendetes Lebensalter

Ein weiterer statistisch signifikanter Unterschied fand sich bei Betrachtung der Region aus der die Probanden stammen. Demnach weisen Probanden aus dem Osten höhere Fluoridwerte auf, der Median der individuellen Fluoridausscheidung liegt im Osten bei 322 μg Fluorid pro Tag gegenüber 307 μg Fluorid pro Tag im Westen. Eine Vermutung wäre, dass Eltern aus dem Osten konsequenter eine systemische Prophylaxe

durchführen. Die Gabe von systemischen Fluoriden war in der DDR etabliert, möglicherweise wirkt sich das auch auf eine konsequentere Gabe von systemischen Fluoriden in den Folgegenerationen aus. Eine andere Deutungsmöglichkeit, die hier leider nicht geprüft werden kann, sind Einflüsse unterschiedlicher Fluoridkonzentrationen im Trinkwasser in den verschiedenen Regionen der Bundesrepublik Deutschland.

Bezogen auf den sozialen Status ergab sich ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen: die niedrigsten Werte der Fluoridausscheidung fanden sich bei Probanden mit hohem sozialen Status, die zweitniedrigsten Werte fanden sich bei den Probanden mit niedrigem sozialen Status nach Winkler. Die höchsten Werte fanden sich wiederum bei Probanden mit mittlerem sozialen Status. Diese Werte für die individuelle Fluoridausscheidung passen zu den in Abb. 12-14 (S. 44) dargestellten Zusammenhängen zur systemischen Prophylaxe mit Fluoriden. Da dies aber nicht der einzige Einflussfaktor auf die Fluoridausscheidung ist, muss hier kein direkter Zusammenhang gesehen werden. Auch hier ist insgesamt von einer mangelnden Akzeptanz gegenüber Fluoriden bei Probanden, die der hohen sozialen Schicht angehören, auszugehen. Bei den Probanden, die der niedrigen sozialen Schicht zuzurechnen sind, ist eher von unzureichender Aufklärung auszugehen.

Bezogen auf den Migrationshintergrund ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

4.5.3. Fluoridausscheidung pro 24 Stunden und systemische Prophylaxemaßnahmen

Tab. 49 und Abb. 25 zeigen den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Mitteln zur systemischen Kariesprophylaxe und individueller Fluoridausscheidung pro Tag (dargestellt als Mediane), bezogen auf das Lebensalter.

Aus der Tabelle und Grafik wird ersichtlich, dass bei den unter 1-jährigen zunächst die Ausscheidungswerte der Gruppe, welche ein Kombinationspräparat erhalten, am höchsten sind, weiterhin folgt die Gruppe, welche reine Fluoridpräparate erhält und die

niedrigsten Werte sind erwartungsgemäß in der Gruppe ohne Supplemente zu finden. Bei den 1-jährigen bleibt diese Konstellation mit etwas höheren Fluoridwerten erhalten, bei den 2-jährigen sind nun deutlich höhere Fluoridwerte in der Gruppe zu finden, die reine Fluoridpräparate erhält. Dies ist nicht verwunderlich, da viele Eltern das Kombinationspräparat aus Vitamin D und Fluorid nach dem 2. Lebensjahr gemäß den Empfehlungen nicht weiter verabreichen.

Bei den 3-6-jährigen steigt die Kurve der individuellen Fluoridausscheidung in der Gruppe, die reine Fluoridpräparate erhält, erwartungsgemäß kontinuierlich an. Bemerkenswert ist die Entwicklung in der Gruppe, die ein Kombinationspräparat aus Vitamin D und Fluorid erhält. Ein starker Rückgang der individuellen Fluoridausscheidung um das 4. Lebensjahr und ein stark ansteigender Wert um das 5. Lebensjahr herum bedürfen der Klärung. Allerdings muss immer betont werden, dass die Werte nicht als Verlauf zu sehen sind, da nicht die gleichen Personen im Längsschnitt beobachtet werden, sondern nur ein bestimmter Zeitpunkt abgebildet wird, und somit keine echten Verläufe gezeigt werden können.

Tab. 49: Zusammenhang zwischen systemischer Kariesprophylaxe, Altersgruppe und individueller Fluoridausscheidung in µg/d

		Mediane der Fluoridausscheidung/24h [µg/d]						
		0 Jahre	1 Jahr	2 Jahre	3 Jahre	4 Jahre	5 Jahre	6 Jahre
Medikament	kein Supplement	130,05	231,02	302,61	306,77	322,26	324,11	328,92
	Kombinationspräparat Vitamin D. + Fluorid	192,04	319,07	328,55	257,43	449,63	513,19	464,21
	reine Fluoridpräparate	162,48	316,01	414,56	427,00	508,47	491,98	391,68
	Gesamt	173,29	277,11	316,83	318,02	335,20	330,09	333,43
	p-Wert	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,63

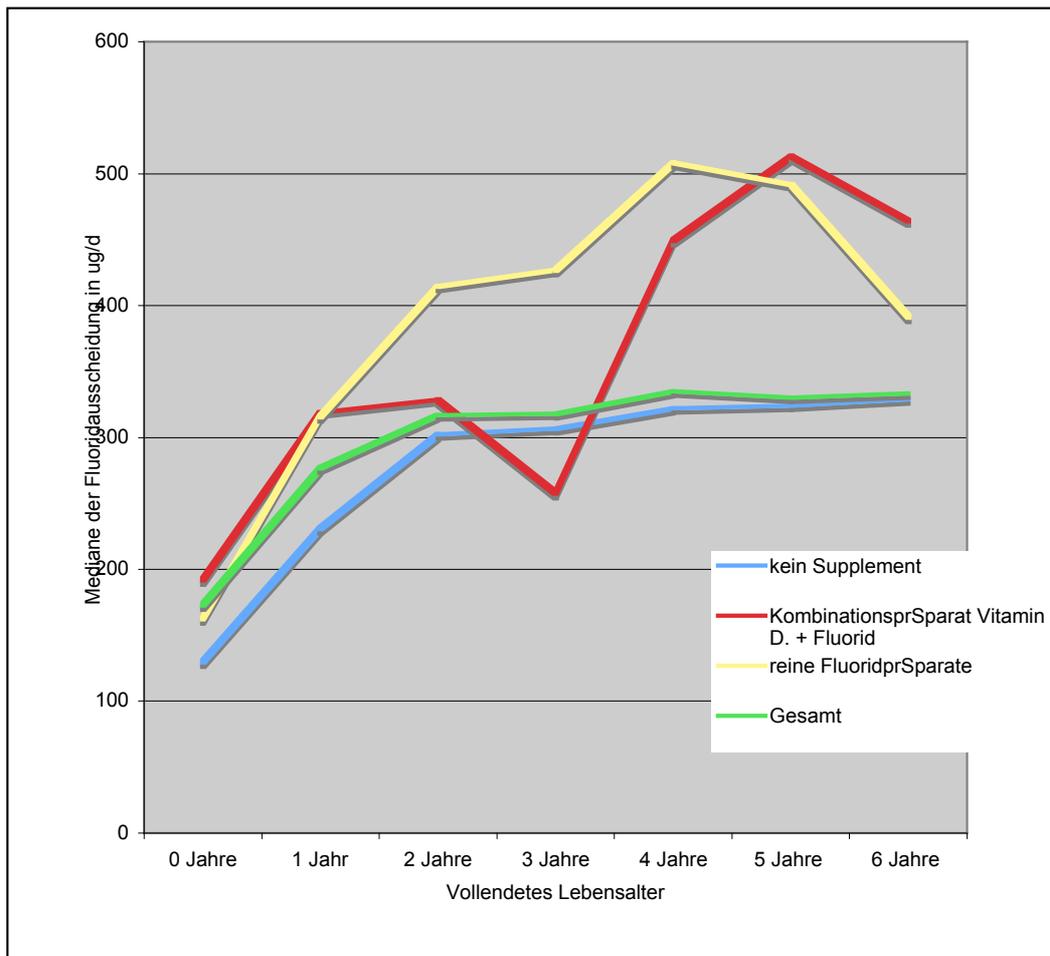


Abb. 25: Zusammenhang zwischen systemischer Kariesprophylaxe, Altersgruppe und individueller Fluoridausscheidung

Diese Trends und Unterschiede waren für alle Altersgruppen mit Ausnahme der 6-jährigen statistisch signifikant. Bei der Prüfung der einzelnen Gruppen untereinander unterschied sich die Gruppe, die kein Supplement erhält, von den Gruppen die ein Kombinationspräparat bzw. reine Fluoridpräparate erhalten. Auch die Gruppen, welche ein Kombinationspräparat erhalten haben, unterscheiden sich insgesamt signifikant von solchen Probanden, die ein reines Fluoridpräparat erhalten haben.

Ein signifikanter Unterschied ergab sich in der Frage nach der Anwendungsfrequenz und Anwendungsdauer der systemischen Kariesprophylaxe. Auch die Mediane der individuellen Fluoridausscheidung sind erwartungsgemäß bei den Gruppen höher, welche die Tabletten regelmäßig und länger als einen Monat eingenommen haben.

Bei Betrachtung der Mediane der individuellen Fluoridausscheidung unter Einbeziehung der sozialen Aspekte wie dem Sozialschichtindex nach Winkler fallen Unterschiede auf,

die in allen Gruppen statistisch signifikant sind. Eine graphische Darstellung findet sich in Abb. 16. Es zeigt sich, dass in der Gruppe der Probanden, welche dem niedrigen sozialen Status nach Winkler zuzuordnen sind, auffällig hohe Werte der Fluoridausscheidung zeigen, wenn sie reine Fluoridpräparate zugeführt bekommen. Diese sind in der mittleren sozialen Schicht niedriger und fallen in der hohen sozialen Schicht nochmals ab. In Abb. 12-14 wird deutlich, dass Probanden in der niedrigen sozialen Schicht jedoch weniger reine Fluoridtabletten erhalten als Probanden, die den anderen Schichten zuzurechnen sind. Scheinbar existiert in der niedrigen sozialen Schicht noch eine weitere relevante Fluoridquelle, die diese erhöhten Werte erklären müsste. Umgekehrt verhalten sich die Mediane der individuellen Fluoridausscheidung bei den Probanden, die Kombinationspräparate und bzw. keine Supplemente erhalten. Bemerkenswert ist auch hier, dass die Werte der individuellen Fluoridausscheidung bei Probanden, die keine Supplemente erhalten, höher ist, als bei Probanden die ein Kombinationspräparat aus Vitamin D und Fluorid erhalten. Diese Probanden scheinen ebenfalls eine weitere relevante Quelle der Fluoridaufnahme zu haben. Auch die Compliance könnte hier einen Einfluss auf die Werte haben.

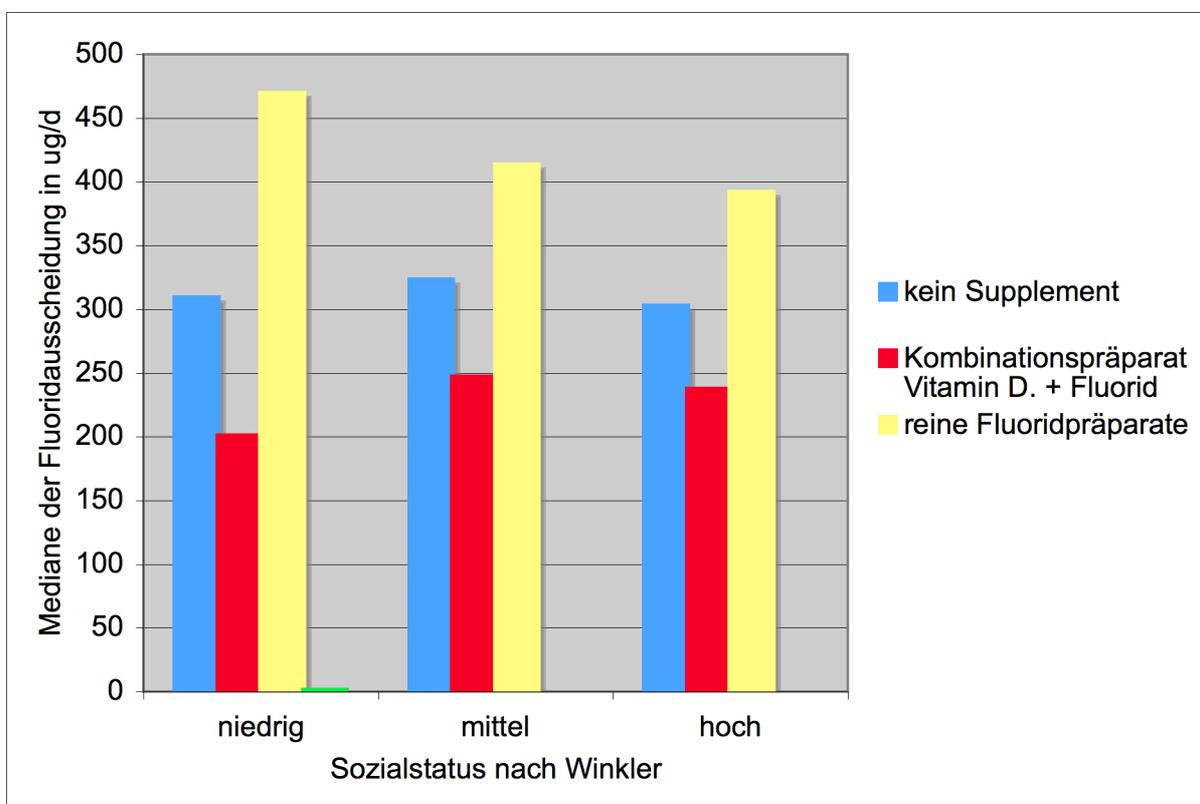


Abb. 26: Zusammenhang zwischen Sozialstatus, systemischer Kariesprophylaxe und individueller Fluoridausscheidung

Betrachtet man weiterhin den Migrationshintergrund in Zusammenhang mit den Gewohnheiten der systemischen Kariesprophylaxe und den daraus resultierenden Werten der individuellen Fluoridausscheidung, ergeben sich die in Abb. 27 gezeigten und statistisch signifikanten Ergebnisse. Auch hier ist die individuelle Fluoridausscheidung bei Probanden, welche reine Fluoridpräparate erhalten am höchsten, bei Nicht-Migranten auch höher als bei Migranten. Die nächst höheren Werte der Fluoridausscheidung zeigen auch hier die Probanden, die kein Supplement erhalten, dabei unterscheiden sich Migranten und Nicht-Migranten kaum in den Werten. Die niedrigsten Werte der Fluoridausscheidung zeigen Probanden, welche ein Kombinationspräparat aus Vitamin D und Fluorid erhalten, dabei liegen die Werte für Nicht-Migranten höher als die für Migranten. Diese Ergebnisse lassen sich folgendermaßen interpretieren: Probanden mit Migrationshintergrund zeigen niedrigere Werte in der Fluoridausscheidung als Nicht-Migranten. Dabei sind die höchsten Werte zu messen, wenn sie ein reines Fluoridpräparat einnehmen und am niedrigsten, wenn sie ein Kombinationspräparat einnehmen.

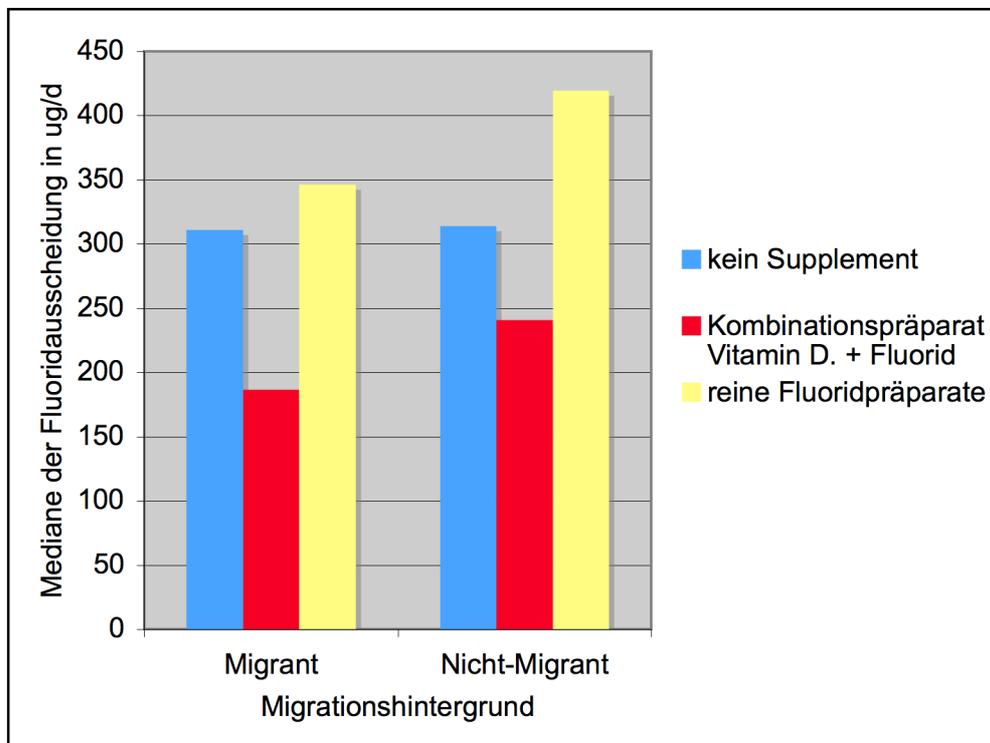


Abb. 27: Zusammenhang zwischen Migrationshintergrund, systemischer Kariesprophylaxe und individueller Fluoridausscheidung

Wie bereits erwähnt, muss eine weitere relevante Fluoridquelle existieren, die erklärt, warum Probanden, die keine systemischen Fluoride erhalten dennoch höhere Fluoridwerte aufweisen, als Probanden, die ein Kombinationspräparat erhalten. Hierfür ist am ehesten die geschluckte Zahnpasta als zusätzliche Fluoridquelle zu vermuten. Weiterhin könnte fehlende Compliance in Bezug auf die Einnahme der Fluoridtabletten eine Rolle spielen. Jedoch muss auch erwähnt werden, dass die Abb. 27 alle Altersgruppen berücksichtigt und hier eine weitere stratifizierte Analyse nach Altersgruppen sinnvoll wäre.

Ein weiterer möglicher Einflussfaktor stellt das Dosisproblem der Fluoridpräparate dar. Es gibt verschiedene Fluoridpräparate mit unterschiedlichen Fluoriddosierungen, z.B. 0,25 mg; 0,5 mg; 0,75 mg sowie 1 mg. Zwar sind die Präparate im CAPI durch einen Arzt anhand der PZN eindeutig identifiziert worden, jedoch kann es hier zu unterschiedlichen Ergebnissen in den verschiedenen Altersgruppen kommen, da für jede Altersgruppe unterschiedliche Dosierungen empfohlen werden (siehe Tab. 1, S. 21).

Betrachtet man die Tab. 28, ist weiterhin bemerkenswert, dass Kombinationspräparate an über 3-jährige überhaupt noch verabreicht werden; diese sind für diese Altersgruppe nicht mehr empfohlen. Hier handelt es sich möglicherweise um einen Befragungsfehler.

4.5.4. Fluoridausscheidung pro 24 Stunden und Zahnpflegegewohnheiten

Betrachtet man nun die Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid und die gemessene individuelle Fluoridausscheidung in verschiedenen Zusammenhängen, zeigen sich folgende Trends:

Im Zusammenhang mit den verschiedenen Altersgruppen ergibt sich ein statistisch signifikanter Trend in der Fluoridausscheidung (siehe Tab. 31) und der Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid. Betrachtet man die Mediane der Fluoridausscheidung in Zusammenhang mit dem abgeschlossenen Lebensalter, wird deutlich, dass die individuelle Fluoridausscheidung im ersten Lebensjahr unabhängig vom Zahnpastagebrauch mit zunehmendem Alter ansteigt (siehe Abb. 28). Die erwartete höhere Fluoridausscheidung bei Probanden, welche Zahnpasta mit Fluorid verwenden,

ist bereits bei den unter 1-jährigen nachzuweisen. Lediglich ab dem 4. und 5. Lebensjahr ist ein Anstieg der Fluoridausscheidung bei den Probanden nachzuweisen, die keine fluoridhaltige Zahnpasta verwenden. Diese Werte übersteigen selbst die Werte der Probanden, die fluoridhaltige Zahnpasta erhalten und bei denen davon ausgegangen muss, dass eine relevante Menge Zahnpasta verschluckt wird. Kinder sind in der Regel ab dem 4. Lebensjahr in der Lage, Zahnpasta zuverlässig auszuspucken. Über den Anstieg der Fluoridausscheidung um das 4./5. Lebensjahr herum, bei den Probanden, welche keine Zahnpasta mit Fluorid verwenden, kann hier nur spekuliert werden. Möglicherweise kennen die Eltern den Unterschied zwischen fluoridierter und fluoridfreier Zahnpasta nicht, oder den Kindern wurden kurz vor der Untersuchung die Zähne mit fluoridhaltiger Zahnpasta geputzt. Die Möglichkeiten dieser Arbeit reichten nicht, diesem Phänomen auf den Grund zu gehen.

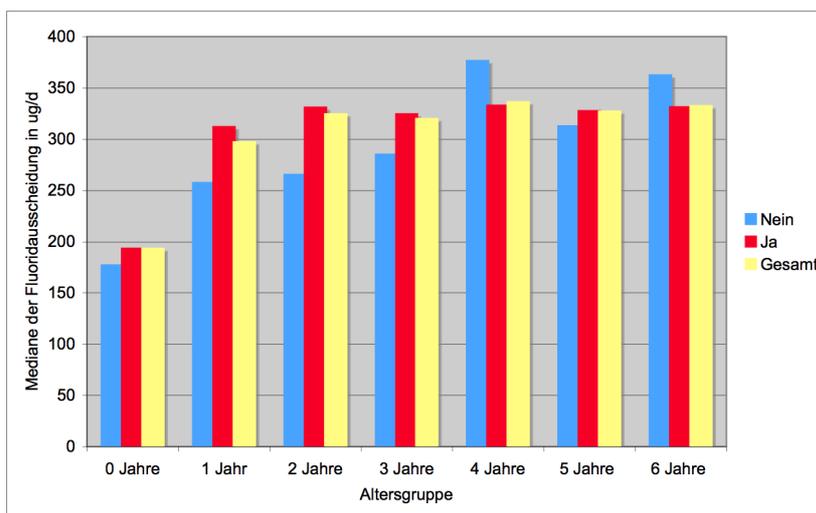


Abb. 28: Zusammenhang zwischen Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid, Altersgruppe und individueller Fluoridausscheidung

Bei Betrachtung von sozialen Faktoren wie dem Sozialschichtindex nach Winkler ergeben sich statistisch signifikante Unterschiede für die Probanden mit niedrigem und mittlerem sozialen Status. Wie erwartet und in Abb. 29 gezeigt, sind die Werte der individuellen Fluoridausscheidung in den Gruppen größer, die Zahnpasta mit Fluorid verwenden, und sind in allen sozialen Schichten in etwa vergleichbar. Damit ist die Zahnpasta als zusätzliche systemische Fluoridquelle weiterhin erkennbar. In der Gruppe, in der die Probanden keine fluoridhaltige Zahnpasta erhalten, ist die Ausscheidung in der Gruppe mit niedrigem Sozialschichtindex nach Winkler höher als in den Gruppen mit mittlerem und hohem Sozialschichtindex.

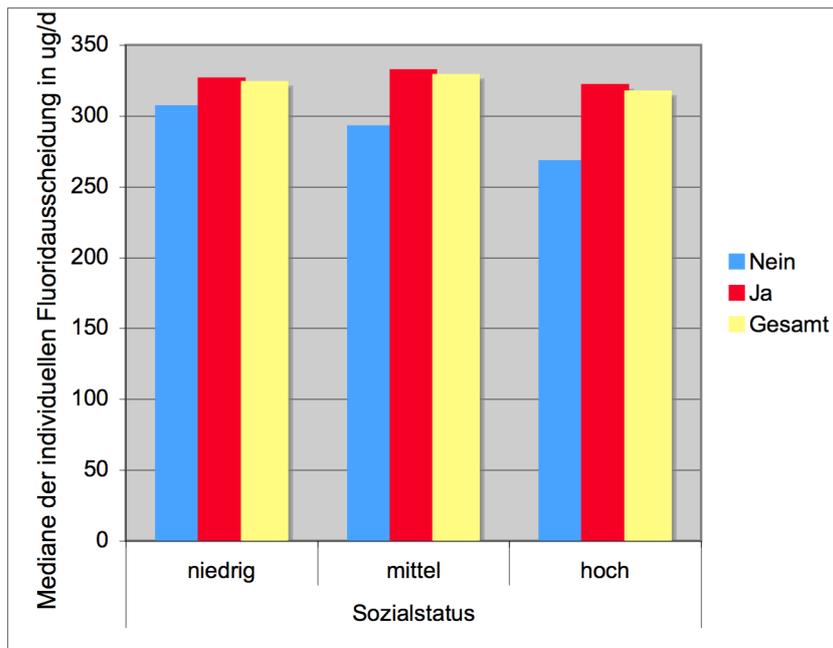


Abb. 29: Zusammenhang zwischen Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid, Sozialstatus und individueller Fluoridausscheidung

Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen bei Berücksichtigung des Migrationshintergrundes ergeben sich nur in der Gruppe der Nicht-Migranten. Die Zusammenhänge sind in Abb. 30 dargestellt. Auch hier sind die Werte der Fluoridausscheidung in der Gruppe, in der die Eltern angeben, fluoridhaltige Zahnpasta zu verwenden, höher, als in der Gruppe, in der keine fluoridhaltige Zahnpasta verwendet wird. Migranten unterscheiden sich dabei kaum von Nicht-Migranten. Interessant ist jedoch, dass Migranten in der Gruppe die angibt, keine fluoridhaltige Zahnpasta zu verwenden, deutlich höhere Werte der Fluoridausscheidung erreichen als Nicht-Migranten. Eine Ursache besteht möglicherweise bei Migranten in einer Unkenntnis über den Fluoridgehalt in Zahnpasta.

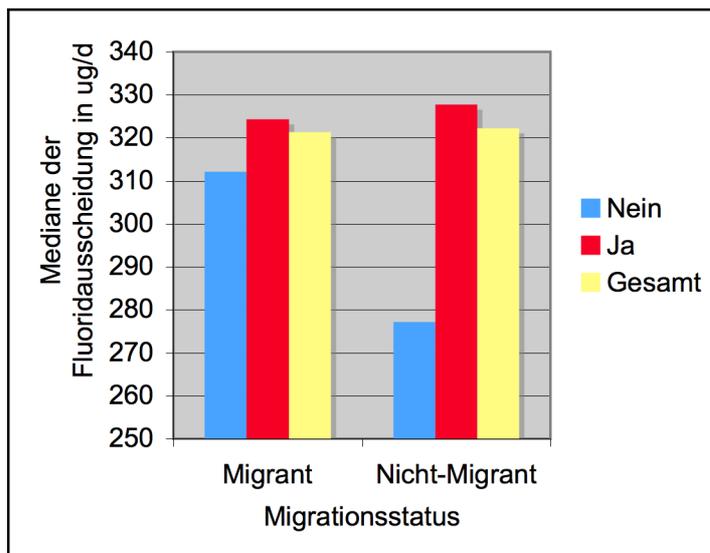


Abb. 30: Zusammenhang zwischen Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid, Sozialstatus und individueller Fluoridausscheidung

Im Zusammenhang mit der Regelmäßigkeit der Zahnarztbesuche zeigen sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Gruppe der Probanden, die angab noch nie beim Zahnarzt gewesen zu sein, von der Gruppe die angab, einmal im Jahr sowie der Gruppe, die angab, halbjährlich beim Zahnarzt vorstellig zu werden. Betrachtet man nun die entsprechenden Werte der individuellen Fluoridausscheidung, wird deutlich, dass sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Zahnarztbesuche und den ausgeschiedenen Fluoridmengen finden lässt. Zwar haben Probanden, die häufig beim Zahnarzt vorstellig werden, auch höhere Fluoridwerte, was auf lokale Fluoridierungsmaßnahmen wie Gele und Lacke, die teilweise verschluckt werden, zurückzuführen sein könnte. Weiterhin empfehlen die Zahnärzte die Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid, hier könnten häufigere Vorstellungen dazu beitragen, dass mehr Eltern die Zähne ihrer Kinder mit fluoridhaltiger Zahnpasta putzen. Auch sind die Ausscheidungswerte der Probanden, die noch nie beim Zahnarzt vorstellig wurden niedrig, was die Vermutung, dass die lokalen Fluoridierungsmaßnahmen als zusätzliche Fluoridquelle anzusehen sind, unterstützen würde. Hier handelt es sich mit großer Wahrscheinlichkeit überwiegend um die Probanden der Altersgruppe 0-2 Jahre. Allerdings kann dies allein als Begründung nicht ausreichen, da auch ein Maximum der Ausscheidungswerte bei den Probanden zu verzeichnen ist, welche seltener als einmal im Jahr den Zahnarzt aufsuchen, wie in Abb. 31 gezeigt. Eine denkbare Erklärung wäre, dass sie seltener zum Zahnarzt gehen müssen, da sie auf Grund einer höheren Fluoridzufuhr auch bessere Zähne haben.

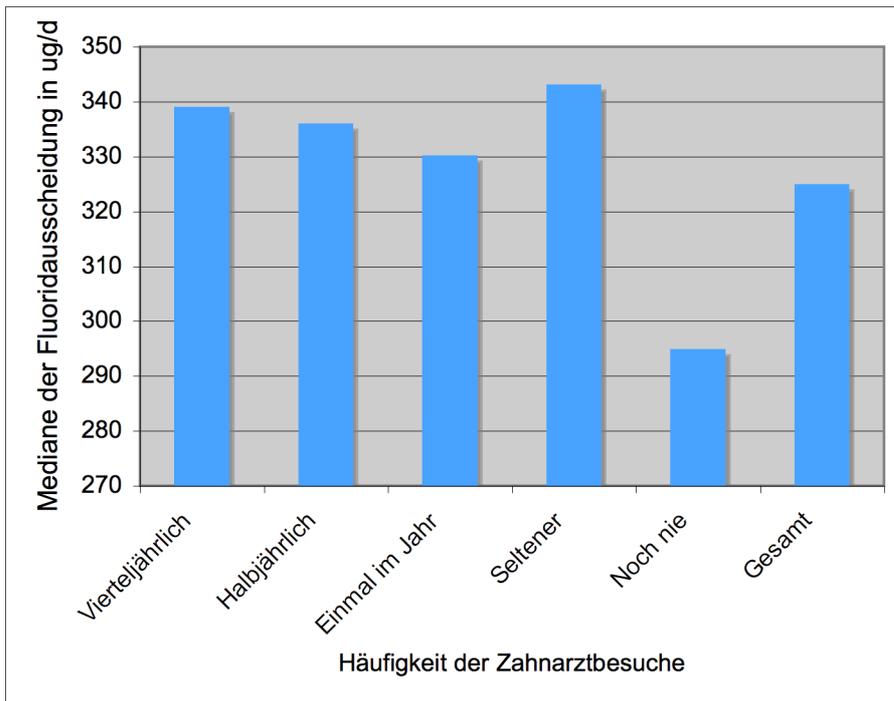


Abb. 31: Zusammenhang zwischen Kontrollen beim Zahnarzt und individueller Fluoridausscheidung (alle Altersgruppen)

4.5.5. Fluoridausscheidung pro 24 Stunden und Ernährung

In verschiedenen Lebensmitteln können hohe Fluoridwerte vorkommen, wie bereits in der Einleitung erwähnt. Zu diesen Lebensmitteln gehören schwarzer Tee, Fisch- und Fleischprodukte, sowie Mineralwasser. Wird die Ernährung durch Jodsalz mit Fluorid ergänzt, ist dies als relevante Fluoridquelle einzustufen. Eher niedrige Fluoridwerte sind bei gestillten Kindern und Konsum von Leitungswasser zu erwarten.

4.5.5.1. Stillen

Untersucht man die Mediane der Fluoridausscheidung im Zusammenhang mit dem Stillverhalten, ergibt sich das in Abb. 32 dargestellte Bild. Signifikante Unterschiede ergaben sich zwischen der Gruppen der Probanden, die aktuell noch voll gestillt sind (unter 4. Monat und 4./5. Monat) von allen anderen Gruppen. Die beiden Gruppen in

denen die Probanden noch voll gestillt werden, unterscheiden sich untereinander jedoch nicht.

Betrachtet man die Mediane der individuellen Fluoridausscheidung, so fällt auf, dass sich Probanden der Gruppen, die aktuell nicht mehr gestillt werden, in den Ausscheidungswerten kaum unterscheiden, sie liegen im Schnitt um 310 µg Fluorid pro Tag. Dies hängt mit Sicherheit damit zusammen, dass die nicht mehr gestillten Probanden zum Zeitpunkt der Urinprobenentnahme älter waren, als die noch voll gestillten Säuglinge und somit weitere Fluoridquellen berücksichtigt werden müssen, die Einfluss auf die individuelle Fluoridaufnahme nehmen.

Die noch voll gestillten Kinder unterscheiden sich deutlich von allen anderen. Hier liegen die Median der individuellen Fluoridausscheidung um 100 µg Fluorid pro Tag und damit weit unter denen der anderen Gruppen. Da davon auszugehen ist, dass voll gestillte Kinder keine weiteren Fluoridquellen in der Ernährung haben und die Fluoridaufnahme von voll gestillten Kindern generell als niedrig einzustufen ist, sind diese Ergebnisse plausibel.

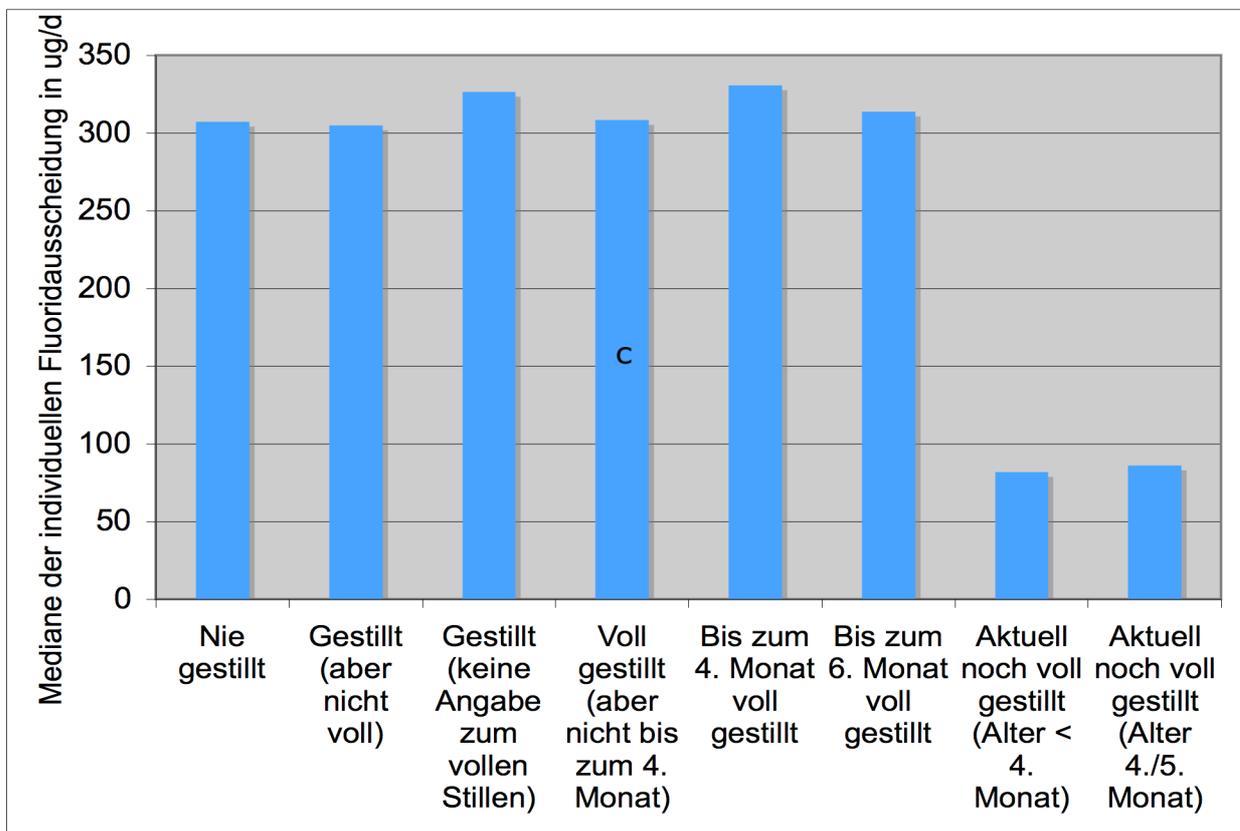


Abb. 32: Zusammenhang zwischen Stillen und individueller Fluoridausscheidung

4.5.5.2. Getränke

Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen fand sich für die Getränke Tee, Mineralwasser und Erfrischungs- und Sportgetränke. In Abb. 26 ist der Zusammenhang zwischen geschätzter täglicher Aufnahme dieser Getränke und der individuellen Fluoridausscheidung pro Tag grafisch dargestellt. Der Vollständigkeit halber soll der Mineralwasserkonsum ebenfalls gezeigt werden, auch wenn hier keine statistisch signifikanten Einflüsse erkennbar waren.

Bei Betrachtung der Abbildung fällt zunächst auf, dass sich die Fluoridausscheidungen der Probanden beim Konsum von Mineralwasser und Leitungswasser ähnlich verhalten. Entgegen den Erwartungen ist mit Zunahme der täglichen Menge Leitungs- oder Mineralwasser kein relevanter Anstieg der Fluoridausscheidung zu verzeichnen, lediglich beim Konsum von über 2 l Mineralwasser pro Tag zeigt sich ein geringfügiger Anstieg der Fluoridausscheidung.

Interpretiert man diese Ergebnisse, muss in Frage gestellt werden, ob Mineralwasser als relevante Fluoridquelle mit hohen Fluoridwerten gelten muss, oder ob das Leitungswasser eventuell als Fluoridquelle unterschätzt wird. Insgesamt sind die Werte der Fluoridausscheidung um 310 µg Fluorid pro Tag aber insgesamt eher niedrig. Bei Betrachtung der Studienorte (siehe S. 131 im Anhang) konnte für etwa drei Viertel der Orte der Fluoridgehalt im Trinkwasser bestimmt werden. Es ergibt sich für keinen der Orte ein höherer Wert als 0,5 mg Fluorid/Liter bzw. 1,88 ppm (7, 81).

Weiterhin wird aus der Grafik ersichtlich, dass es bei täglich aufgenommenen Mengen unter 100 ml, egal welchen Getränkes, zu keinen relevanten Unterschieden der Fluoridausscheidung kommt. Anders verhält es sich bei täglich aufgenommenen Mengen > 200 ml, insbesondere beim Konsum von schwarzem bzw. grünem Tee und den Erfrischungs- und Sportgetränken.

Betrachtet man die individuellen Fluoridausscheidungen von schwarzem bzw. grünem Tee, fällt eine hohe Schwankungsbreite der Ausscheidungswerte auf. Maximalwerte bis 600 µg Fluorid pro Tag in der Gruppe, die über 2 l schwarzen bzw. grünen Tee täglich angibt, ein weiteres Maximum in der Gruppe, die rund 500 ml Tee täglich zu sich nimmt

aber auch die niedrigsten Werte, die sich bei allen Getränkesorten finden lassen. Dies legt die Vermutung nahe, dass aus einer zunehmenden Aufnahme von Tee hohe Fluoridwerte resultieren können, dass aber weitere Faktoren eine Rolle spielen, die bei der Betrachtung der täglichen individuellen Fluoridausscheidung simultan berücksichtigt werden müssen.

Ein ähnlich schwankendes, wenn auch nicht so ausgeprägtes Bild zeigt sich für die individuelle Fluoridausscheidung im Zusammenhang mit der täglichen Aufnahme von Erfrischungs- und Sportgetränken. Die Ursachen für die stark schwankenden Werte sind hier sicher ähnlich, wie bereits bei der Betrachtung zur täglichen Aufnahme von Tee. Es ist aber zu bedenken, dass in Abb. 33 alle Altersgruppen dargestellt werden. Der Konsum von schwarzem Tee und Sport- und Erfrischungsgetränken unterliegt sicherlich einer hohen Altersspezifik, da eher ältere Kinder diese Getränke konsumieren.

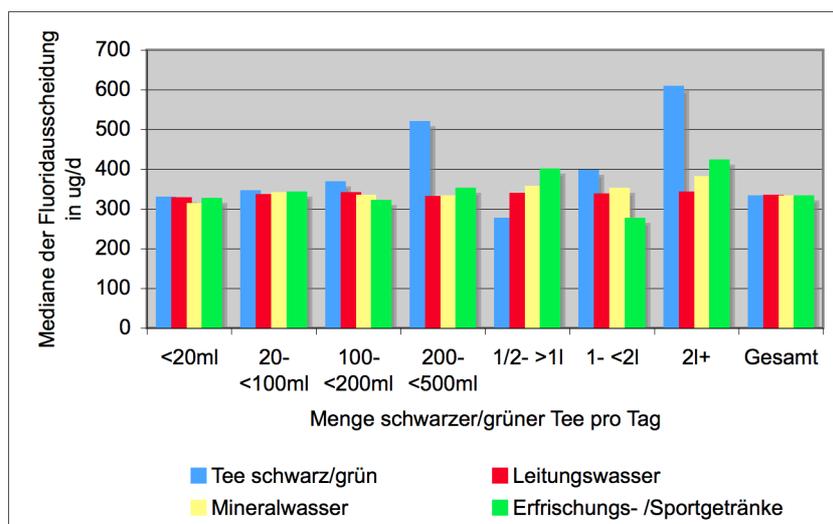


Abb. 33: Zusammenhang zwischen dem täglichen Konsum von Getränken und individueller Fluoridausscheidung

4.5.5.3 Verwendung von Jodsalz mit Fluorid

Betrachtet man die Mediane der Fluoridausscheidung bezogen auf die Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und schließt die Kategorie ‚weiß nicht‘ sowie die Probanden mit erhöhten Fluoridwerten ($> 900 \mu\text{g/d}$) aus, ergeben sich statistisch signifikante Unterschiede zwischen Probanden, welche angeben Jodsalz mit Fluorid zu verwenden

und Probanden, welche angeben, kein Jodsalz mit Fluorid zu verwenden. Demnach weisen Probanden, welche angeben Jodsalz mit Fluorid zu verwenden, höhere Werte der individuellen Fluoridausscheidung auf, als Probanden, welche die Verwendung von Jodsalz mit Fluorid verneinen. Bei den Probanden unter 2 Jahren ist dieser Unterschied nur minimal in den Ausscheidungswerten zu beobachten, da Säuglinge und Kleinkinder nur wenig Jodsalz mit Fluorid erhalten. Bei den 3-6-jährigen ist dieser Trend eindeutiger, wie in Tab. 44 gezeigt. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass Jodsalz mit Fluorid bei den über 2-jährigen Probanden als relevante Fluoridquelle einzuschätzen ist.

4.5.5.4 Ernährung ohne Fleisch/Fisch

Für diese Arbeit relevant ist die Betrachtung der Ernährung ohne Fleisch/Wurst bzw. Fisch, da in diesen Produkten erhöhte Fluoridwerte vorkommen können. Betrachtet man die ermittelten Ausscheidungswerte für Fluorid, wird deutlich, dass die Fluoridausscheidung sowohl bei der Ernährung ohne Fisch als auch bei der Ernährung ohne Fleisch/Wurst niedriger ist als in den Gruppen, in der die Probanden nicht auf Fleisch und Fisch verzichten. Diese Werte ließen sich durch die erhöhten Fluoridwerte in Fisch und Fleischprodukten begründen.

4.6. Multiple lineare Regressionsmodelle

Um Einflussfaktoren auf die Fluoridausscheidung genauer identifizieren zu können, wurden Probanden mit überhöhten Werten der Fluoridausscheidung ($> 900 \mu\text{g/d}$) ausgeschlossen und die Werte logarithmisiert, was eine annähernde Normalverteilung ergab. So konnten spezifische Merkmale herausgearbeitet werden, die für eine höhere bzw. niedrige Fluoridausscheidung prädisponieren, besser dargestellt werden. Die Ergebnisse sind im Ergebnisteil detailliert beschrieben.

Es wird deutlich, dass Faktoren des Verhaltens (d.h. die Ernährung, die Zahnpflegegewohnheiten und systemische Prophylaxe) einen großen Einfluss auf die Fluoridausscheidung haben. Statistisch konnten nur 15,6% der Streuung durch die

Variablen erklärt werden, die restlichen 84,4% nicht. Andere Faktoren und der Zufall sind aus statistischer Sicht von großer Bedeutung. Dies macht wiederum deutlich, dass die Fluoridausscheidung von vielen Einflussfaktoren abhängig ist, was das Fluoridmonitoring erschwert. Man muss aber auch berücksichtigen, dass die hier angewandte Methode (Spoturinproben) selbst zu einer großen Varianz führt.

4.7. Abschließende Bewertung der Ergebnisse und Vergleich mit aktuellen Empfehlungen

Die Fluoridexposition der Kinder- und Jugendlichen in Deutschland ist von vielen Faktoren abhängig. Mit den hier angewendeten Methoden lassen sich eindeutige Trends erkennen, welche Faktoren mehr oder weniger Einfluss auf die individuelle Fluoridausscheidung der Kinder- und Jugendlichen in Deutschland haben. Alle hier verfügbaren Einflüsse erklären aber nur einen relativ kleinen Teil der Fluoridausscheidung. Vermutlich stößt die Methodik (Spoturinproben) an ihre Grenzen.

In der Tendenz dürfte die Population der 0-6-jährigen Kinder unter den derzeitigen Prophylaxemaßnahmen nicht übermäßig viel Fluorid zugeführt bekommen. Die Vorgehensweise erlaubt es leider nicht zu veranschlagen, welcher Anteil der Kinder zu viel Fluorid erhält. Bei der Fluoridprophylaxe mit Tabletten lässt sich die Fluoridzufuhr genau dosieren. Bei Verwendung von Zahnpasten, die von den jüngsten Kindern zu einem unterschiedlich hohen Anteil geschluckt wird, ist eine verlässliche Dosierbarkeit nicht gegeben.

5. Zusammenfassung

Die Verbesserung der Zahngesundheit und Reduktion von Karies zählt laut WHO zu den größten Herausforderungen, die im Bereich Public Health zu bestreiten sind. In Deutschland konnte die Zahngesundheit der Kinder- und Jugendlichen durch die Einführung von Fluoriden in den letzten 30 Jahren deutlich verbessert werden. Jedoch profitieren nicht alle Altersgruppen gleichermaßen von der positiven Entwicklung. Insbesondere im Klein- und Schulkindalter sind die Entwicklungen noch nicht befriedigend. Bevölkerungsrepräsentative Studien, welche sich insbesondere mit der Fluoridausscheidung im Säuglings- und Kleinkindalter beschäftigen, hat es in Deutschland bisher nicht gegeben.

Ziel der Arbeit war es, die durchschnittliche Fluoridexposition der Kinder- und Jugendlichen anhand einer für die Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland repräsentativen Studie zu veranschlagen. Mögliche Einflussfaktoren auf die Fluoridausscheidung im Urin sollten herausgearbeitet und diskutiert werden. Weiterhin sollte überprüft werden, ob die aktuellen Empfehlungen weiterhin Bestand haben.

Anhand der Daten des Kinder- und Jugendsurveys (KiGGS) des Robert Koch-Institutes, welche von 2003-2006 erhoben wurden, und den in der Studie gewonnenen Urinproben wurde der Fluoridgehalt im Urin im Labor des Robert Koch-Institutes potentiometrisch gemessen und die individuelle Fluoridausscheidung für 4.921 Probanden zwischen 0-6 Jahren bezogen auf den Kreatiningehalt im Urin und das Körpergewicht berechnet. Mit Hilfe statistischer Methoden konnten Einflussfaktoren auf die Fluoridausscheidung der Probanden, wie soziodemografische Faktoren, Ernährung, Zahnpflegegewohnheiten und Supplemente analysiert werden.

Es zeigte sich, dass Mädchen etwas höhere Werte der Fluoridausscheidung aufwiesen als Jungen, Säuglinge und Kleinkinder hatten die niedrigsten Fluoridwerte, insbesondere, wenn sie voll gestillt waren. Probanden aus dem Osten wiesen etwas höhere Fluoridwerte auf, die Größe der Gemeinde bzw. Stadt aus der die Probanden stammten, spielte jedoch keine Rolle. Es ergab sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied der Fluoridausscheidung zwischen Migranten und Nicht-Migranten, obwohl diese sehr unterschiedlich in Ihrem Verhalten agieren. Der Sozialstatus hingegen beeinflusste die individuelle Fluoridausscheidung, so waren die höchsten Werte bei den

Probanden der mittleren sozialen Schicht und die niedrigsten Werte sowohl in der hohen als auch der niedrigen sozialen Schicht zu finden.

Bei der systemischen Prophylaxe fanden sich die höchsten Werte der individuellen Fluoridausscheidung bei den Probanden, welche reine Fluoridpräparate erhielten. Wenn die Fluoridausscheidung beim Kombinationspräparat am niedrigsten war, so erklärt sich dies wohl durch eine überdurchschnittliche Retention bei den schnell wachsenden Säuglingen, die diese Kombination erhalten. Auch aus der regelmäßigen und langfristigen systemischen Prophylaxe resultierten höhere Werte der Fluoridausscheidung.

Weitere Aspekte, bei denen sich eher höhere Werte der individuellen Fluoridausscheidung fanden, sind durch die Zahnpflegewohnheiten erklärbar: so fanden sich höhere Werte bei den Probanden, welche Zahnpasta mit Fluorid benutzten und zweimal täglich die Zähne putzten. Regelmäßige Zahnarztkontrollen waren ebenso mit erhöhten Fluoridwerten verbunden, jedoch auch Probanden, die besonders selten zum Zahnarzt gingen, wiesen hohe Fluoridwerte auf. Ernährungsrelevante Einflussfaktoren, bei denen eine höhere Fluoridausscheidung resultierte, waren die Verwendung von fluoridiertem Speisesalz bei den über 3-jährigen, sowie der Konsum von schwarzem oder grünem Tee. Ein Effekt auf die Fluoridausscheidung durch Mineralwasser ergab sich erst beim Verzehr von größeren Mengen. Probanden, die ohne Fleisch und Fisch ernährt wurden, zeigten niedrigere Werte der Fluoridausscheidung. Auch hier ist davon auszugehen, dass es sich um die jüngeren Probanden handelt. Es fielen ca. 6% Ausreißer mit extrem hohen Werten auf, welche in einzelnen Aspekten aus der Betrachtung herausgenommen wurden.

In den multiplen linearen Regressionsmodellen erwiesen sich die folgenden Einflussgrößen für die individuelle Fluoridausscheidung als statistisch signifikant: Alter, Region, Konsum von Tee und Wasser, fluoridiertes Speisesalz, Fluoridsupplemente (Tabletten), Zähneputzen mit fluoridierter Zahnpasta und Zahnputzhäufigkeit. Das Modell hat insgesamt aber keine große Power, weil die Fluoridkonzentration im Spoturin eine ungenaue Methode für die Veranschlagung der Fluoridexposition ist. Wenn die Einflussfaktoren dennoch statistisch signifikant sind, muss der einzelne Effekt relativ stark sein. Insgesamt dürfte die Population der Kinder im Alter zwischen 0 und 6 Jahren unter den derzeitigen Prophylaxebedingungen eher noch wenig Fluorid zugeführt

bekommen. Die Vorgehensweise (Spoturin) erlaubt es leider nicht zu veranschlagen, welcher Anteil der Kinder zuviel Fluorid erhält.

5.1. Schlussfolgerungen

Die individuelle Fluoridausscheidung ist von vielen Einflüssen und Faktoren, insbesondere des Verhaltens, abhängig. Säuglinge weisen sehr niedrige Werte der Fluoridausscheidung auf. Für Kleinkinder waren ernährungsbedingte Faktoren sowie die Zahnpflegeprodukte als Einflussfaktoren der Fluoridausscheidung von Bedeutung, hier sollte eine genaue Fluoridanamnese erfolgen um eine Überdosierung zu vermeiden. Bei den 3-jährigen Probanden hatten die Zahnpflegegewohnheiten einen Einfluss auf die Fluoridausscheidung. Das häufige Zähneputzen mit fluoridhaltiger Zahnpasta ist eine relevante Fluoridquelle. Mittel der systemischen Prophylaxe spielen bei den über 3-jährigen eher eine untergeordnete Rolle. Insgesamt werden eher höhere Werte in bestimmten soziodemografischen Zusammenhängen durch das Verhalten beeinflusst. Abschließend konnte die Fluoridausscheidung aber nur durch einen geringen Teil der Variablen erklärt werden. In dieser Arbeit wurde die gemeinhin akzeptierte täglich empfohlen Aufnahme von 0,05-0,07 mg Fluorid pro Kilogramm Körpergewicht mit durchschnittlich 0,035 mg Fluorid pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag nicht erreicht.

6. Glossar

ATC-Code	Spezifischer Code für Medikamente; Abkürzung für Anatomisch-Therapeutisch-Chemischer Code.
CAPI	Computer Assisted Personal Interview: Computer-gestützte Interviews, welche im Rahmen der Studie durch ärztliches Personal durchgeführt wurden
Fluoridgruppe	Probanden von 0-6 Jahren, für welche die individuelle Fluoridausscheidung berechnet werden kann (n = 4.921)
Fluoridpräparat	Präparat, welches Fluorid zur oralen Aufnahme enthält. Als Tabletten, Tropfen oder Drops erhältlich.
FUEF	Fraktion der im Urin eliminierten Fluoridmenge
Karies	Bakteriell bedingte Infektionskrankheit des Zahns.
Kombinationspräparat	Präparat, welches Fluorid und Vitamin D in Kombination zur oralen Aufnahme enthält. Als Tabletten, Tropfen oder Drops erhältlich.
Migrationshintergrund	berücksichtigt werden Geburtsland des Kindes, der Mutter, des Vaters, sowie die Staatsangehörigkeit von Vater und Mutter. Dabei werden Kinder und Jugendliche als Migranten definiert, die selbst aus einem anderen Land zugewandert sind und von denen mindestens ein Elternteil nicht in Deutschland geboren ist, oder von denen beide Eltern zugewandert oder nicht-deutscher Staatsangehörigkeit sind. Kinder mit einseitigem Migrationshintergrund, d.h. Kinder, die in Deutschland geboren und von denen nur ein Elternteil aus einem anderen Land zugewandert und/oder nichtdeutscher Staatsangehörigkeit ist, werden den Nicht-Migranten zugerechnet.
Projektgruppe	Probanden der Altersgruppe 0-6 Jahre (n = 6.680)
PZN	Pharmazentralnummer. Diese wird jedem Medikament zugeordnet, um es einheitlich zu erfassen.
Sample Points	Untersuchungsorte, insgesamt 167 Städte und Gemeinden in ganz Deutschland. Eine Auflistung der Untersuchungsorte findet sich auf S. 131 im Anhang.

Separatorenfleisch	Maschinell vom Knochen getrenntes Fleisch, welches oft einen hohen Knochenanteil enthält. Bei Tieren sind im Knochen hohe Fluoridwerte zu messen, aus diesem Grund können in den aus Separatorenfleisch hergestellten Fleischerzeugnissen hohe Fluoridwerte vorkommen.
Winkler- Index	wird in die Kategorien „hoher Sozialstatus“, „mittlerer Sozialstatus“ sowie „niedriger Sozialstatus“ unterteilt. Dabei werden Angaben zu Bildung, Ausbildung, beruflicher Stellung und Nettoeinkommen aller Haushaltmitglieder berücksichtigt. Ziel des Winkler-Index ist es, den Haushalt zu charakterisieren, in welchem das Kind hauptsächlich lebt.

7. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
DAJ	Deutsche Arbeitsgemeinschaft Jugendzahnpflege
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DGKJ	Deutsche Gesellschaft für Kinder- und Jugendmedizin
DGZMK	Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
d.h.	das heißt
FUEF	Fraktion der im Urin eliminierten Fluoridmenge
k.A.	keine Angaben
KiGGS	Kinder- und Jugendgesundheitsurvey
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
LFGB	Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch
n.s.	nicht signifikant
o.g.	oben genannt
ppm	parts per million
RKI	Robert Koch-Institut
Tab.	Tabelle
Tbl.	Tabletten
TISAB	Total Ionic Strength Adjustment Buffer
TWF	Trinkwasserfluoridierung
u.g.	unten genannt
usw.	und so weiter
z.B.	zum Beispiel
ZZQ	Zentralstelle für Qualitätssicherung

8. Abbildungsverzeichnis

Abbildung	Titel	Seite
Abb. 1	Zeitliche Veränderung der Fluoridkonzentrationen im Plasma nach Einnahme einer Einzeldosis von 3 mg Fluorid	10
Abb. 2	Verteilung der Fluoridwerte in $\mu\text{g/l}$	31
Abb. 3	Verteilung der Fluoridwerte in $\mu\text{mol/l}$	31
Abb. 4	Verteilung der Fluoridwerte in $\mu\text{g/l}$ mit Maximalwert 4000 $\mu\text{g/l}$	31
Abb. 5	Verteilung der Fluoridwerte in $\mu\text{mol/l}$ mit Maximalwert 200 $\mu\text{mol/l}$	31
Abb. 6	Verteilung der Kreatininwerte in $\mu\text{mol/l}$ mit Maximum 25.000 $\mu\text{mol/l}$	32
Abb. 7	Verteilung der Kreatininwerte in mg/dl mit Maximalwert 250 mg/dl	32
Abb. 8	Grafische Darstellung der verschiedenen Gruppen	37
Abb. 9	Gemeindegruppengröße der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	40
Abb. 10	Soziale Schicht nach Winkler der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	41
Abb. 11	Systemische Fluoride in der Altersgruppe 0-6 Jahre der Fluoridgruppe in Prozent	43
Abb. 12	Anwendung von systemischen Prophylaxemaßnahmen, Altersgruppe und niedriger Sozialschichtindex nach Winkler in Prozent für die Fluoridgruppe	44
Abb. 13	Anwendung von systemischen Prophylaxemaßnahmen, Altersgruppe und mittlerer Sozialschichtindex nach Winkler in Prozent für die Fluoridgruppe	44
Abb. 14	Anwendung von systemischen Prophylaxemaßnahmen, Altersgruppe und hoher Sozialschichtindex nach Winkler in Prozent für die Fluoridgruppe	44
Abb. 15	Anwendung von Prophylaxemaßnahmen und Migrationshintergrund in Prozent für die Fluoridgruppe	45
Abb. 16	Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid der Fluoridgruppe in Prozent nach vollendetem Lebensalter	46
Abb. 17	Zahnputzhäufigkeit der Fluoridgruppe in Prozent nach vollendetem Lebensalter	47

Abb. 18	Geschätzte Menge der Getränkeaufnahme der Kinder der Fluoridgruppe in Prozent	48
Abb. 19	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid der Kinder der Fluoridgruppe in Prozent	50
Abb. 20	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid nach vollendetem Lebensalter der Kinder der Fluoridgruppe in Prozent	51
Abb. 21	Anzahl der Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert nach vollendetem Lebensalter	57
Abb. 22	Gemeindegrößenklasse der Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert in Prozent	58
Abb. 23	Anzahl der Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert und Soziale Schicht nach Winkler in Prozent	58
Abb. 24	Median der individuellen Fluoridausscheidung pro 24h in $\mu\text{g/d}$ und vollendetes Lebensalter	100
Abb. 25	Zusammenhang zwischen systemischer Kariesprophylaxe, Altersgruppe und individueller Fluoridausscheidung	103
Abb. 26	Zusammenhang zwischen Sozialstatus, systemischer Kariesprophylaxe und individueller Fluoridausscheidung	104
Abb. 27	Zusammenhang zwischen Migrationshintergrund, systemischer Kariesprophylaxe und individueller Fluoridausscheidung	105
Abb. 28	Zusammenhang zwischen Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid, Altersgruppe und individueller Fluoridausscheidung	107
Abb. 29	Zusammenhang zwischen Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid, Sozialstatus und individueller Fluoridausscheidung	108
Abb. 30	Zusammenhang zwischen Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid, Sozialstatus und individueller Fluoridausscheidung	109
Abb. 31	Zusammenhang zwischen Kontrollen beim Zahnarzt und individueller Fluoridausscheidung (alle Altersgruppen)	110
Abb. 32	Zusammenhang zwischen Stillen und individueller Fluoridausscheidung	111
Abb. 33	Zusammenhang zwischen dem täglichen Konsum von Getränken und individueller Fluoridausscheidung	113

9. Tabellenverzeichnis

Tabelle	Titel	Seite
Tab. 1	Referenzwerte der angemessenen Fluoridgeamtzufuhr (Nahrung, Trinkwasser und Supplemente) zur Kariesprävention. In Anlehnung an die Empfehlungen der Deutschen Fachgesellschaften (1996) und des Food and Nutrition Board (1998)	21
Tab. 2	Vorgehen zur Verdünnung der Proben	28
Tab. 3	Verteilung der Probanden auf Altersgruppen der Projektgruppe	38
Tab. 4	Verteilung der Projektgruppe von 0-6 Jahren nach Alter und Geschlecht	38
Tab. 5	Verteilung der Projektgruppe auf die verschiedenen Gemeindegrößenklassen	39
Tab. 6	Verwendung von Zahnpasta mit Fluorid in der Fluoridgruppe nach vollendetem Lebensalter in Prozent	45
Tab. 7	Zähneputzhäufigkeit in der Fluoridgruppe nach vollendetem Lebensalter in Prozent	46
Tab. 8	Stilldauer nach Altersgruppen in der Fluoridgruppe in Prozent	47
Tab. 9	Stilldauer nach Altersgruppen in der Fluoridgruppe in Prozent	48
Tab. 10	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Altersgruppe der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	50
Tab. 11	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Geschlecht der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	51
Tab. 12	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Region der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	52
Tab. 13	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und soziale Schicht nach Winkler der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	52
Tab. 14	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und soziale Schicht nach Winkler der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	53
Tab. 15	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Geschlecht der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	53
Tab. 16	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Altersgruppe der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	54
Tab. 17	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Region der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	54

Tab. 18	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und soziale Schicht der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	55
Tab. 19	Verwendung von Jodsalz mit Fluorid und Migrationshintergrund der Probanden der Fluoridgruppe in Prozent	55
Tab. 20	Anzahl der 0-2-jährigen männlichen/weiblichen Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert	56
Tab. 21	Anzahl der 3-6-jährigen männlichen/weiblichen Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert	56
Tab. 22	Anzahl der Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert und Angabe zur Region (Ost/West)	57
Tab. 23	Migrantenstatus der Probanden mit/ohne Fluorid- und Kreatininwert	59
Tab. 24	Maßzahlen der individuellen Fluoridaufnahme	59
Tab. 25	Maßzahlen der individuellen Fluoridausscheidung	60
Tab. 26	Darstellung einzelner Probanden mit extrem hohen Fluoridwerten und spezifischen Charakteristika	61/62
Tab. 27	Fluoridausscheidung pro 24h und soziodemografische Parameter (ungewichtet)	63/64
Tab. 28	Mediane der Fluoridausscheidung pro 24h, vollendetes Lebensalter und Mittel zur systemischen Prophylaxe (gewichtet)	65
Tab. 29	Fluoridausscheidung pro 24h und Anwendungsfrequenz von Mitteln zur systemischen Prophylaxe (gewichtet)	66
Tab. 30	Fluoridausscheidung pro 24h und Anwendungsdauer von Mitteln zur systemischen Prophylaxe (gewichtet)	66
Tab. 31	Fluoridausscheidung pro 24h und Gebrauch von Zahnpasta mit Fluorid (gewichtet)	66
Tab. 32	Fluoridausscheidung pro 24h und Zahnputzhäufigkeit (gewichtet)	67
Tab. 33	Fluoridausscheidung pro 24h und Zahnputzhäufigkeit nach Alter (gewichtet)	67
Tab. 34	Stratifizierung der Fluoridausscheidung pro 24h und Zahnputzhäufigkeit nach Einnahme von Fluoridsupplementen (gewichtet)	68
Tab. 35	Fluoridausscheidung pro 24h und Häufigkeit der Kontrollen beim Zahnarzt (gewichtet)	68

Tab. 36	Fluoridausscheidung pro 24h und Stillen der 1-6-jährigen Probanden (gewichtet)	69
Tab. 37	Fluoridausscheidung pro 24h und Stillen der 0-1-jährigen Probanden (gewichtet)	69
Tab. 38	Fluoridausscheidung pro 24h und Aufnahme von grünem bzw. schwarzem Tee (gewichtet)	70
Tab. 39	Fluoridausscheidung pro 24h und Aufnahme von Leitungswasser (gewichtet)	70
Tab. 40	Fluoridausscheidung pro 24h und Aufnahme von Mineralwasser (gewichtet)	71
Tab. 41	Fluoridausscheidung pro 24h und Aufnahme von Erfrischungs-/ Sportgetränken (gewichtet)	71
Tab. 42	Fluoridausscheidung pro 24h und Verwendung von Jodsalz mit Fluorid (gewichtet)	72
Tab. 43	Fluoridausscheidung pro 24h und Verwendung von Jodsalz mit Fluorid der 0-2-jährigen Probanden (gewichtet)	72
Tab. 44	Fluoridausscheidung pro 24h und Verwendung von Jodsalz mit Fluorid der 3-6-jährigen Probanden (gewichtet)	72
Tab. 45	Fluoridausscheidung pro 24h und Ernährung ohne Fisch (gewichtet)	73
Tab. 46	Fluoridausscheidung pro 24h und Ernährung ohne Fleisch der 1-6-jährigen (gewichtet)	73
Tab. 47	Fluoridausscheidung pro 24h und Ernährung ohne Fleisch der 0-1-jährigen (gewichtet)	73
Tab. 48	Multiple lineare Regressionsmodelle (logarithmisch)	75
Tab. 49	Zusammenhang zwischen systemischer Kariesprophylaxe, Altersgruppe und individueller Fluoridausscheidung in µg/d	102

10. Literaturverzeichnis

1. Petersen PE. The World Oral Health Report 2003: continuous improvement of oral health in the 21st century - the approach of the WHO global Oral Health Programme. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2003;31:3-24.
2. Pieper K. Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2004. Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege 2005. Bonn, 2005.
3. Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ). Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2000. Bonn, 2001.
4. Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Jugendzahnpflege (DAJ). Epidemiologische Begleituntersuchungen zur Gruppenprophylaxe 2000 sowie 2004. Bonn, 2005.
5. Pieper K, Momeni A. Grundlagen der Kariesprophylaxe bei Kindern. *Deutsches Ärzteblatt.* 2006;15:1003-1010.
6. Bergmann RL, Bergmann KE. Die Fluoridversorgung des Menschen. *DAZ-Fortbildung* 1991;29:1511-1516.
7. Eberle G, Wolter R. Fluoridkarte der Bundesrepublik Deutschland. *WIdO-Materialien Bonn.* 1985;25.
8. Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - Fassung vom 30.06.2010), 2010.
9. Mineral- und Tafelwasserverordnung. *BGBl I.* 2004;Nr. 26.
10. Bergmann RL, Bergmann KE. Die Fluoridversorgung des Menschen. *Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.* 1991:47-63.
11. Spak CJ, Hardell LI, De Chateau P. Fluoride in human milk. *Acta Paediatr Scand.* 1983;72:699-701.
12. Bergmann RL. Fluorid in der Ernährung des Menschen. *Biologische Bedeutung für den wachsenden Organismus. Habilitationsschrift.* 1994:53-55.
13. Elmex-Forschung. *Zahnpasten des Deutschen Marktes. Elmex-Forschung aktuell,* 1984.
14. Whitford GM, Pashley DH. The effect of body fluid pH on fluoride distribution, toxicity and renal clearance. In: *Johansen/Taves/Olsen: Continuing evaluation of the use of fluorides.* 1979;Westview Press, Boulder:187-221.
15. Schlatter. *Metabolism and toxicology of fluorides.* In: *Fluoride and Bone.* Ed. Courvoisier/Donath/Baud: Hans Huber, Bern. 1978.
16. Francis MD, Briner W. The Development and Regression of Hypomineralized Areas of Rat Molars. *Arch oral Biol.* 1966;11:349-354.
17. Bramstedt F. Der Wirkungsmechanismus der Fluoride als karieshemmende Substanzen. *Dtsch Zahnarztl Z.* 1968;23:111-115.
18. Cimasoni G. *Métabolisme des fluorures.* *Schweiz Monatsschr Zahnheilk.* 1982;92:315.
19. Angmar-Mansson B, Whitford G. Plasma fluoride levels and enamel fluorosis in the rat. *Caries Res.* 1982;16:334.
20. Hefti A. *Der Fluoridmetabolismus.* *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 1986;96:305-316.
21. Patz J, Henschler D, Fickenscher H. Bioverfügbarkeit von Fluorid aus verschiedenen Salzen und unter Einfluss verschiedener Nahrungsbestandteile. *Dtsch Zahnarztl Z.* 1977;32:482.
22. Spak C. *Fluoride intake and excretion in children.* *Doctoral Thesis,* Stockholm. 1984.
23. Ekstrand J, Ehrnbo M, Whitford GM, Jänberg PO. Fluoride pharmacokinetics during acid-base balance changes in man. *Eur J Clin Pharmacol.* 1980;18:189.

24. Heifertz SB, Horowitz H. The amounts of fluoride in current fluoride therapies: safety considerations. *J Dent Child*. 1984;51:257.
25. Hodge HC, Smith FA. Fluoride. In Bronner F, Coburn JW (Hrsg.): Disorders of mineral metabolism. 1981;Vol. 1. Academic Press New York:439-483.
26. Spelsberg. Retention von Fluorid nach der ersten kariesprophylaktischen Fluoriddosis bei neugeborenen Kindern. Dissertation. FU Berlin, 1990.
27. Binder K. Experimentelle Beiträge zur renalen Fluoridausscheidung. *Osterr Z Stomatol*. 1976;73:423-432.
28. World Health Organization. World Health Survey. Basic Methods. 3rd ed. Geneva: WHO 1987.
29. Ainsworth NJ. Mottled teeth. *Brit Dent J*. 1933;5:233-250.
30. Dean HT, Jay P, Arnold FA, Elvove E. Domestic Water and Dental Caries. II. A Study of 2,832 White Children Aged 12-14 Years of 8 Suburban Chicago Communities Including *Lactobacillus Acidophilus*. Studies of 1.761 Children. *Public Health Rep*. 1941;56:761-792.
31. Busse H, Bergmann E, Bergmann K. Fluoride and dental caries: two different statistical approaches to the same source. *Statistics in Medicine*. 1987;6:823-842.
32. Villa A, Salazar G, Anabalon M, Cabezas L. Estimation of the fraction of an ingested dose of fluoride excreted through urine in preschool children. *Community Dent Oral Epidemiol* 1999;27:305-312.
33. Knappwost. Fluor-Hydroxyl-Substitution am Hydroxylapatit als Ionenaustauschreaktion und ihre Anwendung für die Mikrofluoranalyse. *Angewandte Chemie*. 1956;62:371-373.
34. Jenkins. Anticaries Mechanism of Fluorides in Dentifrices. *Caries Symposium, Zürich*. 1961:104-111.
35. Hardwick. Zitat in: König, GK: Möglichkeiten der Kariesprophylaxe beim Menschen und ihre Untersuchung im kurzfristigen Rattenexperiment. *Caries Symposium, Zürich*. 1966:185.
36. Schamschula RG, Agus H, Charlton JL et al. Associations between fluoride concentration in successive layers of human enamel and individual dental caries experience. *Arch oral Biol*. 1979;24:847-852.
37. Margolis FJ, Reames H, Freshman E, Macauley JC, Mehaffey H. Fluoride. Ten-year prospective study of deciduous and permanent dentition. *Am J Dis Child*. 1975;129:794-800.
38. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. Geneva: World Health Organization. 1993;Vol. 1. Recommendations, 2nd edn.
39. McDonagh MS, Whiting P, Wilson PM, Sutton AJ, Chestnut I, Cooper J et al. Systematic Review of water fluoridation. *Br Med J*. 2000;321:855-859.
40. Council MR. Working Group Report. Water fluoridation and health. London: Medical Research Council. 2002.
41. Demos LL, Kazda H, Cicuttini FM, Sinclair MI, Fairley CK. Water fluoridation, osteoporosis, fractures - recent developments. *Aust Dent J*. 2001;46.
42. Schulte A. Informationen zur Kariesvorbeugung mit fluoridiertem Speisesalz. 2008.
43. Marthaler TM, Petersen PE. Salt fluoridation - an alternative in automatic prevention of dental caries. *Int Dent J*. 2005;55:351-358.
44. Burt BA, Marthaler TM. Fluoride tablets, salt fluoridation and milk fluoridation. In Fejerskov O, Ekstrand J, Burt BA (eds.) *Fluoride in dentistry*. 2nd edition. Copenhagen: Munksgaard. 1996.

45. Toth K. Caries prevention by domestic salt fluoridation. Budapest: Akadémiai Kiado. 1984.
46. Björnström H, Naji S, Simic L, Sjöström I, Twetman S. Fluoride levels in saliva and dental plaque after consumption of snacks prepared with fluoridated salt. *Europ J Pediat Dentistry*. 2004;5:41-45.
47. Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) 2009.
48. Europäische Union. Verordnung (EG) Nr. 1925/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Dezember 2006 über den Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen sowie bestimmten anderen Stoffen zu Lebensmitteln. 2006.
49. Otten JJ, Hellwig J, Meyers LD. Dietary reference intakes. Institute of Medicine in the National Academies. The National Academic Press, Washington, DC. 2006:312-319.
50. DACH: Deutsche, Österreichische und Schweizerische Gesellschaften für Ernährung. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Fluorid.1. Auflage. Frankfurt am Main: Umschau/Braus. 2000.
51. Bergmann RL, Bergmann KE. Fluoride nutrition in infancy - is there a biological role of fluoride for growth? . In Chandra RK, editor. Trace elements of nutrition in children II. Nestlé nutrition workshop series. New York: Raven Press. 1991:105-117.
52. Marinho VC, Hodge J, Logan S, Sheiham A. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents (Cochrane review) In: The Cochrane Library. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd. 2004.
53. Bergmann K. Empfehlungen zur Prävention der Milchzahnkaries. *Monatsschr Kinderheilkd*. 2007;155:544-548.
54. Arbeitsgemeinschaft Zahngesundheit. Verbraucher- und Patientenberatung. 2010.
55. Villa A, Anabalon M, Zohouri V, Maguire A, Franco AM, Rugg-Gunn A. Relationships between Fluoride Intake, Urinary Fluoride Excretion and Fluoride Retention in Children and Adults: An Analysis of Available Data. *Caries Res*. 2010;44:60-68.
56. Warren JJ, Levy S, Broffitt B, Cavanaugh JE, Kanellis MJ, Weber-Gasparoni K. Considerations on Optimal Fluoride Intake Using Dental Fluorosis and Dental Caries Outcomes. A Longitudinal Study. *J Public Health Dent*. 2009;69:111-115.
57. Zahnärztliche Zentralstelle für Qualitätssicherung. Leitlinie Fluoridierungsmaßnahmen. 2006.
58. Kurth B-M, Bergmann KE, Hölling H et al. Der bundesweite Kinder- und Jugendgesundheitsurvey. Das Gesamtkonzept. *Gesundheitswesen*. 2002;64 (Sonderheft):3-11.
59. Kurth B-M. Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS): Ein Überblick über Planung, Durchführung und Ergebnisse unter Berücksichtigung von Aspekten eines Qualitätsmanagements. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz*. 2007;50:533-546.
60. Kamtsiuris P, Lange M, Schaffrath Rosario A. Der Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS): Stichprobendesign, Response und Nonresponse-Analyse. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz*. 2007;50:547-556.
61. World Health Organization. Fluorides and oral health. Technical Report Series. Geneva, World Health Organization. 1994;846.

62. Haftenberger M, Viergutz G, Neumeister V, Hetzer G. Total Fluoride Intake and Urinary Excretion in German Children Aged 3-6 Years. *Caries Res.* 2001;35:451-457.
63. Bergmann KE, Schlack R, von Dewitz C, Dippelhofer A, Kurth B-M, Eichstädt H. Ethische und rechtliche Aspekt der epidemiologischen Forschung mit Kindern und Jugendlichen in Deutschland am Beispiel des Kinder- und Jugendgesundheits surveys. *Ethik Med.* 2004;16:22-36.
64. Royal College of Pediatrics and Child Health. Ethics Advisory Committee. Guidelines for the ethical conduct of medical research involving children. *Arch Dis Child.* 2000;82:177-182.
65. Sauer P. Research in children. A report of the Ethics Working Group of the CESP. *Eur J Pediatr.* 2002;161:1-5.
66. Kurth B-M. Projektbeschreibung kinder-und-jugendgesundheit21.de. Robert Koch Institut. 2003:71-101.
67. Dörner K. *Klinische Chemie und Hämatologie.* Thieme Verlag. 2003:438-439; 531.
68. Sohr U. Veranschlagung der Fluoridexposition von Kindern und Jugendlichen im Alter von 0-17 Jahren anhand der Fluorid- und Kreatininkonzentrationen im Urin. Einfluss von soziodemographischen Merkmalen, Ernährung, Supplementen und Zahnpflegegewohnheiten. *Dissertationsschrift.* 2006:23-24.
69. Petersen PE, Lennon M. Effective use of fluorides for the prevention of dental caries in the 21st century: the WHO approach. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2004;32:319-321.
70. American Academy on Pediatrics. Committee on Nutrition. Fluoride Supplementation. *Pediatrics.* 1986;77:758-761.
71. Burt BA, Eklund S. Chapter 24 - Fluoride: human health and caries prevention. *Dentistry, dental practice and the community.* 6th Edition St. Louis: Elsevier. 2005:307-325.
72. Villa A, Anabalón M, Cabezas L. The fractional urinary fluoride excretion in young children under stable fluoride intake conditions. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2000;28:344-355.
73. Zahouri FV, Rugg-Gunn A. Total fluoride intake and urinary excretion in 4-year-old Iranian children residing in low-fluoride areas. *Br J Nutr.* 2000;83:15-25.
74. Brunetti A, Newbrun E. Fluoride balance of children 3 and 4 years old. *Caries Res.* 1983;17:41.
75. Guha-Chowdhury N, DB, Smillie AC. Total Fluoride Intake in Children aged 3 to 4 Years - A Longitudinal Study. *J Dent Res.* 1996;75:1451-1457.
76. Schulte A, SR, Pieper K. Fluoridkonzentration im Urin von Kindern mit unterschiedlicher Fluoridzufuhr. *Dtsch Zahnärztl Z.* 1995;50:49-52.
77. Baez RJ, Baez M, Marthaler TM. Urinary fluoride excretion by children 4-6 years old in a south Texas Community. *Pan Am J Public Health.* 2000;7:242-247.
78. Bergmann RL. Fluorid in der Ernährung des Menschen. Biologische Bedeutung für den wachsenden Organismus. *Habilitationsschrift.* 1994:124.
79. Eberle G. Fluoridkarte der Bundesrepublik Deutschland. *Wissenschaftliches Institut der Ortskrankenkassen.* 1988;2.
80. Rugg-Gunn AJ, Nunn JH, Ekanayake L, Saparamadu KD, Wright WG. Urinary fluoride excretion in 4-year-old children in Sri Lanka and England. *Caries Res* 1993; 27:478-483.
81. Künzel W. *Trinkwasserfluoridierung als kollektive kariesvorbeugende Maßnahme.* Verlag Volk und Gesundheit Berlin, 2. Aufl. 1976.

11. Anhang

11.1. Untersuchungsorte und Fluoridgehalt im Trinkwasser

Einteilung der Untersuchungsorte und Fluoridgehalt im Trinkwasser nach der Fluoridkarte von Eberle, 1988 (7) und Künzel, 1976 (81):

Kategorien

I = ≤ 0.25 mg F/l

II = 0.25-0.5 mg F/l

III = 0.5-0.75 mg F/l

IV = > 0.75 mg F/l

	Ort	Bundesland	TWF
1	Kiel	Schleswig-Holstein	Kategorie I
2	Honigsee	Schleswig-Holstein	Kategorie I
3	Rendsburg	Schleswig-Holstein	Kategorie I
4	Pinneberg	Schleswig-Holstein	Kategorie I
5	Büchen	Schleswig-Holstein	Kategorie I
6	Hamburg 1	Hamburg	Kategorie II
7	Hamburg 2	Hamburg	Kategorie II
8	Bremen	Bremen	Kategorie I
9	Emden	Niedersachsen	Kategorie I
10	Wiesmoor	Niedersachsen	Kategorie I
11	Papenburg	Niedersachsen	Kategorie I
12	Oldenburg	Niedersachsen	Kategorie I
13	Selsingen	Niedersachsen	Kategorie I
14	Seevetal	Niedersachsen	Kategorie I
15	Midlum	Niedersachsen	Kategorie I
16	Wunstorf	Niedersachsen	Kategorie I
17	Stadthagen	Niedersachsen	Kategorie I
18	Wolfenbüttel	Niedersachsen	Kategorie I
19	Schellerten	Niedersachsen	Kategorie I
20	Göttingen	Niedersachsen	Kategorie I
21	Schwerin	Mecklemburg-Vorpommern	0,29 ppm
22	Ludwigslust	Mecklemburg-Vorpommern	0,16 ppm
23	Dobbertin	Mecklemburg-Vorpommern	unbekannt
24	Teterow	Mecklemburg-Vorpommern	unbekannt
25	Gransebieth	Mecklemburg-Vorpommern	unbekannt
26	Neubrandenburg	Mecklemburg-Vorpommern	0,28 ppm
27	Neustrelitz	Mecklemburg-Vorpommern	0,42 ppm
28	Wittenberge	Brandenburg	0,49 ppm
29	Kremmen	Brandenburg	unbekannt
30	Brandenburg	Brandenburg	0,38 ppm
31	Zossen	Brandenburg	0,30 ppm
32	Falkensee	Brandenburg	unbekannt

33	Kleinmachnow	Brandenburg	unbekannt
34	Blumberg	Brandenburg	unbekannt
35	Rüdersdorf	Brandenburg	unbekannt
36	Lieberose	Brandenburg	0,36-0,42 ppm
37	Plessa	Brandenburg	unbekannt
38	Berlin 1	Berlin	Kategorie I-II
39	Berlin 2	Berlin	Kategorie I-II
40	Berlin 3	Berlin	Kategorie I-II
41	Berlin 4	Berlin	Kategorie I-II
42	Berlin 5	Berlin	Kategorie I-II
43	Elsnig	Sachsen	unbekannt
44	Bennewitz	Sachsen	unbekannt
45	Leipzig	Sachsen	0,02-0,98 ppm
46	Radebeul	Sachsen	unbekannt
47	Dresden	Sachsen	0,06-0,40 ppm
48	Großpostwitz	Sachsen	unbekannt
49	Reichenbach	Sachsen	unbekannt
50	Heidenau	Sachsen	0,15 ppm
51	Großschönau	Sachsen	unbekannt
52	Lichtenberg	Sachsen	unbekannt
53	Chemnitz	Sachsen	0,13-1,88 ppm
54	Mildenaue	Sachsen	unbekannt
55	Werdau	Sachsen	unbekannt
56	Oelsnitz	Sachsen	unbekannt
57	Roßwein	Sachsen	unbekannt
58	Salzwedel	Sachsen-Anhalt	0,10 ppm
59	Schönhausen	Sachsen-Anhalt	unbekannt
60	Magdeburg	Sachsen-Anhalt	0,17-0,63
61	Bernburg	Sachsen-Anhalt	0,56 ppm
62	Stiege	Sachsen-Anhalt	unbekannt
63	Wittenberg	Sachsen-Anhalt	0,26-0,54 ppm
64	Halle	Sachsen-Anhalt	0,28-0,39 ppm
65	Görschen	Sachsen-Anhalt	unbekannt
66	Krosigk	Sachsen-Anhalt	unbekannt
67	Suhl	Thüringen	unbekannt
68	Erfurt	Thüringen	0,19-1,6 ppm
69	Vogtländisches Oberland	Thüringen	unbekannt
70	Blankenhain	Thüringen	unbekannt
71	Jüchsen	Thüringen	unbekannt
72	Berka	Thüringen	unbekannt
73	Arnstadt	Thüringen	unbekannt
74	Mühlhausen	Thüringen	unbekannt
75	Großenehrich	Thüringen	unbekannt
76	Minden	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
77	Bünde	Nordrhein-Westfalen	Kategorie II

78	Lengerich	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
79	Glandorf	Nordrhein-Westfalen	unbekannt
80	Geseke	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
81	Ahlen	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
82	Hamm	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I-II
83	Herzebrock-Clarholz	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
84	Goch	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
85	Raesfeld	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
86	Bottrop	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
87	Oer-Erkenschwick	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
88	Oberhausen	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
89	Lünen	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
90	Duisburg	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
91	Essen	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
92	Dortmund	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
93	Hagen	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
94	Willich	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
95	Wuppertal	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
96	Köln	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
97	Sankt Augustin	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
98	Engelskirchen	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
99	Friesenhagen	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
100	Hallenberg	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
101	Bonn	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
102	Dormagen	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
103	Bergheim	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
104	Plettenberg	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
105	Niederzier	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
106	Mönchengladbach	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
107	Wegberg	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
108	Velbert	Nordrhein-Westfalen	Kategorie I
109	Naila	Bayern	Kategorie I
110	Salzweg	Bayern	Kategorie I
111	Wörth	Bayern	Kategorie I
112	Regensburg	Bayern	Kategorie I
113	Elsendorf	Bayern	unbekannt
114	Übersee	Bayern	Kategorie I
115	Bruckmühl	Bayern	unbekannt
116	Kirchweidach	Bayern	unbekannt
117	München	Bayern	Kategorie I
118	Dachau	Bayern	Kategorie I
119	Taufkirchen	Bayern	Kategorie I
120	Röthenbach	Bayern	Kategorie I
121	Nürnberg	Bayern	Kategorie I
122	Gunzenhausen	Bayern	Kategorie I
123	Inchenhofen	Bayern	unbekannt

124	Langweid	Bayern	Kategorie I
125	Herzogenaurach	Bayern	unbekannt
126	Karlstadt	Bayern	Kategorie I-II
127	Beilngries	Bayern	Kategorie I
128	Forchheim	Bayern	Kategorie I
129	Goldbach	Bayern	Kategorie I
130	Theilheim	Bayern	Kategorie I
131	Ensdorf	Saarland	unbekannt
132	Saarbrücken	Saarland	Kategorie I
133	Kassel	Hessen	Kategorie I
134	Burgwald	Hessen	Kategorie I
135	Lich	Hessen	Kategorie I
136	Nidda	Hessen	Kategorie I
137	Frankfurt	Hessen	Kategorie I
138	Hanau	Hessen	Kategorie I
139	Hofheim	Hessen	Kategorie I
140	Egelsbach	Hessen	Kategorie I
141	Griesheim	Hessen	Kategorie I
142	Sinzig	Rheinland-Pfalz	Kategorie I
143	Vallendar	Rheinland-Pfalz	Kategorie I-II
144	Blankenheim	Rheinland-Pfalz	Kategorie I
145	Trier	Rheinland-Pfalz	Kategorie I
146	Hohenöllen	Rheinland-Pfalz	Kategorie I
147	Guntersblum	Rheinland-Pfalz	unbekannt
148	Ludwigshafen	Rheinland-Pfalz	unbekannt
149	Gutach	Baden-Württemberg	Kategorie I
150	Rottweil	Baden-Württemberg	Kategorie I
151	Ehingen	Baden-Württemberg	Kategorie I
152	Bad Wurzach	Baden-Württemberg	Kategorie I
153	Villingen-Schwenningen	Baden-Württemberg	Kategorie I
154	Trossingen	Baden-Württemberg	Kategorie I
155	Stuttgart	Baden-Württemberg	Kategorie I
156	Neuhausen	Baden-Württemberg	Kategorie I
157	Böblingen	Baden-Württemberg	Kategorie I
158	Pforzheim	Baden-Württemberg	Kategorie I
159	Göggingen	Baden-Württemberg	Kategorie I
160	Bietigheim-Bissingen	Baden-Württemberg	Kategorie I
161	Obersulm	Baden-Württemberg	Kategorie II
162	Bermatingen	Baden-Württemberg	Kategorie I
163	Weikersheim	Baden-Württemberg	unbekannt
164	Plankstadt	Baden-Württemberg	Kategorie I
165	Mannheim	Baden-Württemberg	Kategorie I
166	Ubstadt-Weiher	Baden-Württemberg	Kategorie I
167	Pfronstetten	Baden-Württemberg	Kategorie I

11.2. Fragebögen „Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland (KiGGS)“

Folgende Daten aus den Fragebögen des KiGGS wurden in der Arbeit berücksichtigt:

¹ = Elternfragebogen für 0-2jährige Kinder

² = Elternfragebogen für 3-6jährige Kinder

³ = Elternfragebogen „Was isst Ihr Kind?“ für alle Altersklassen

2. Geburtsdatum Ihres Kindes? ^{1,2}

Tag Monat Jahr

3. Geschlecht Ihres Kindes? ^{1,2}

Männlich Weiblich

7. Welche Staatsangehörigkeit haben Sie?

(Bitte für beide Elternteile angeben!) ^{1,2}

Mutter Deutsch Andere Staatsangehörigkeit
Welche? _____

Vater Deutsch Andere Staatsangehörigkeit
Welche? _____

8. In welchem Land sind Sie geboren? (Bitte für beide Elternteile angeben!) ^{1,2}

Mutter Deutschland In einem anderen Land
In welchem? _____

Vater Deutschland In einem anderen Land
In welchem? _____

9. Seit wann leben Sie hauptsächlich in Deutschland? ^{1,2}

Mutter Seit meiner Geburt Seit (Jahreszahl)

Vater Seit meiner Geburt Seit (Jahreszahl)

10. Welche Sprachen werden bei Ihnen zu Hause gesprochen? ^{1,2}

Deutsch

Andere Sprachen

Welche? _____

45./66. Wird bzw. wurde ihr Kind gestillt? ^{1,2}

Nein → weiter mit Frage 47/68!

Es wird zurzeit noch gestillt

Es wurde bis zum . Lebensmonat gestillt

Weiß nicht → weiter mit Frage 68!

46./67. Wie lange wurde Ihr Kind **ausschließlich** gestillt, also ohne zusätzliche Gabe von Flaschennahrung, Säuglingsanfangsnahrung oder Beikost? ^{1,2}

Es wurde nie ausschließlich gestillt

Es wird zurzeit noch ausschließlich gestillt → weiter mit Frage 51/68!

Es wurde bis zum . Lebensmonat ausschließlich gestillt

Weiß nicht → weiter mit Frage 68!

47. Erhält bzw. erhielt Ihr Kind Flaschennahrung? ¹

Nein → weiter mit Frage 49!

Es erhält zurzeit Flaschennahrung

→ seit dem . Lebensmonat

Es erhielt Flaschennahrung

→ vom . Lebensmonat bis zum . Lebensmonat

48. Welche Art von Wasser verwenden Sie bei der Herstellung der Flaschennahrung bzw. haben Sie verwendet? ¹

- Wasser aus häuslicher Leitung
- Abgepacktes Wasser

50./68. Erhält Ihr Kind zurzeit eine besondere Ernährung? ^{1,2}

- | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| Ohne Fleisch, Geflügel und Wurst | <input type="radio"/> Ja | <input type="radio"/> Nein | <input type="radio"/> Weiß nicht |
| Ohne Fisch | <input type="radio"/> Ja | <input type="radio"/> Nein | <input type="radio"/> Weiß nicht |

Wenn Ihr Kind kein Fleisch und keine Wurst isst, wann haben Sie mit dieser Ernährungsweise angefangen?

Im Alter von Monaten.

57./75. Wie oft werden die Zähne Ihres Kindes geputzt? ^{1,2}

- Mein Kind hat noch keine Zähne → weiter mit Frage 60!
- zweimal täglich oder häufiger
- einmal täglich
- mehrmals pro Woche
- einmal pro Woche oder seltener
- gar nicht

58./76. Was wird dazu benutzt? (Hier sind mehrere Angaben möglich.) ^{1,2}

Zahnbürste:

- Zahnpasta mit Fluor
- Zahnpasta ohne Fluor
- keine Zahnpasta

59./77. In welchen Abständen gehen Sie mit Ihrem Kind zur Kontrolle zum Zahnarzt? ^{1,2}

- Mein Kind war noch nie beim Zahnarzt
- vierteljährlich
- halbjährlich
- einmal im Jahr
- seltener

72./89. Welchen Schulabschluss haben Sie? (Nennen Sie bitte nur den höchsten Abschluss. Bitte für beide Elternteile angeben!) ^{1,2}

- | | |
|---|--|
| Hauptschulabschluss/Volksschulabschluss | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Realschulabschluss (Mittlere Reife) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Abschluss Polytechnische Oberschule (POS, 10. Klasse) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Fachhochschulreife (Abschluss einer Fachoberschule) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Abitur (Gymnasium oder EOS) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Anderer Schulabschluss | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Schule beendet ohne Schulabschluss | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| (Noch) kein Schulabschluss | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |

73./90. Haben Sie eine abgeschlossene Berufsausbildung? Wenn ja, welche? (Nennen Sie bitte nur den höchsten Abschluss. Bitte für beide Elternteile angeben!) ^{1,2}

- | | |
|--|--|
| Lehre (beruflich-betriebliche Ausbildung) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Berufsschule, Handelsschule (beruflich-schulische Ausb.) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Fachschule (z.B. Meister-Technikerschule, Berufs- oder Fachakademie) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Fachhochschule, Ingenieurschule | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Universität, Hochschule | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Anderer Ausbildungsabschluss | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| Kein beruflicher Abschluss (und auch nicht in der Ausb.) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| In beruflicher Ausbildung (Auszubildender, Student) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |

74./91. Welche der folgenden Angaben zur Berufstätigkeit trifft auf Sie zu?

(Bitte für beide Elternteile angeben!) ^{1,2}

Zurzeit...

- | | |
|--|--|
| ...nicht berufstätig (Rentner, Student usw.) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| ...arbeitslos | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| ...vorübergehende Freistellung (z.B. Erziehungsurlaub) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| ...Teilzeit oder stundenweise berufstätig | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| ...voll berufstätig | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| ...Auszubildender (z.B. Lehrling) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |

75./92. In welcher beruflichen Stellung sind Sie hauptsächlich derzeit beschäftigt?

Wenn Sie nicht mehr berufstätig sind, nennen Sie bitte die berufliche Stellung, die Sie zuletzt innehatten.

(Bitte für beide Elternteile angeben!) ^{1,2}

Arbeiter

- | | |
|---|--|
| - Ungelernter Arbeiter | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| - Angelernter Arbeiter (Teilqualifizierung) | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| - Gelernter Arbeiter und Facharbeiter | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| - Vorarbeiter, Kolonnenführer, Meister, Polier, Brigadier | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |

Selbständiger

- | | |
|--|--|
| - Selbständiger Landwirt/Genossenschaftsbauer | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| - Selbständiger Akademiker, freier Beruf | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| - Sonstiger Selbständiger mit bis zu 9 Mitarbeitern | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| - Sonstiger Selbständiger mit 10 und mehr Mitarbeitern | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
| - Mithelfender Familienangehöriger | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |

Angestellter

- | | |
|--|--|
| - Industrie- und Werkmeister im Angestelltenverhältnis | <input type="radio"/> Mutter <input type="radio"/> Vater |
|--|--|

- Angestellter mit einfacher Tätigkeit (z.B. Verkäufer, Kontorist, Stenotypist) Mutter Vater
- Angestellter mit qualifizierter Tätigkeit (z.B. Sachbearbeiter, Buchhalter, technischer Zeichner) Mutter Vater
- Angestellter mit hochqualifizierter Tätigkeit oder Leitungsfunktion (z.B. wissenschaftlicher Mitarbeiter, Prokurist, Abteilungsleiter) Mutter Vater
- Angestellter mit umfassenden Führungsaufgaben (z.B. Direktor, Geschäftsführer, Vorstand) Mutter Vater

Beamter

- Einfacher Dienst Mutter Vater
- Mittlerer Dienst Mutter Vater
- Gehobener Dienst Mutter Vater
- Höherer Dienst Mutter Vater

Sonstige

- Auszubildender, Schüler, Student, Wehrpflichtiger, Zivildienstleistender, Praktikant Mutter Vater
- Hausfrau/Hausmann Mutter Vater

76./93. Wie hoch ist das durchschnittliche monatliche Haushaltseinkommen, d.h. das Nettoeinkommen, das alle Haushaltsmitglieder zusammen nach Abzug von Steuern und Sozialabgaben haben? (Einschließlich Erziehungsgeld und Kindergeld)

- unter 500 €
- 500 bis unter 750 €
- 750 bis unter 1.000 €
- 1.000 bis unter 1.250 €
- 1.250 bis unter 1.500 €
- 1.500 bis unter 1.750 €
- 1.750 bis unter 2.000 €

- 2.000 bis unter 2.250 €
- 2.250 bis unter 2.500 €
- 2.500 bis unter 3.000 €
- 3.000 bis unter 4.000 €
- 4.000 bis unter 5.000 €
- 5000 € und mehr

Ernährungsfragebogen

2. Wie oft hat Ihr Kind in den letzten Wochen Erfrischungsgetränke (z.B. Cola, Limonade, Eistee, Malzbier) getrunken? ³

- nie → bitte weiter mit Frage 3
- 1 mal im Monat
- 2-3 mal im Monat
- 1-2 mal pro Woche
- 3-4 mal pro Woche
- 5-6 mal pro Woche
- 1 mal am Tag
- 2-3 mal am Tag
- 4-5 mal am Tag
- öfter als 5 mal am Tag

2a. Wenn Ihr Kind Erfrischungsgetränke trinkt, wie viel trinkt es davon meistens?³

- ¼ Glas (oder weniger)
- ½ Glas (oder weniger)
- 1 Glas (200 ml)
- 2 Gläser
- 3 Gläser (oder mehr)

3. Wie oft hat Ihr Kind Sportler- oder Energiegetränke getrunken? ³

- nie → bitte weiter mit Frage 4
- 1 mal im Monat
- 2-3 mal im Monat
- 1-2 mal pro Woche
- 3-4 mal pro Woche
- 5-6 mal pro Woche
- 1 mal am Tag
- 2-3 mal am Tag
- 4-5 mal am Tag
- öfter als 5 mal am Tag

3a. Wenn Ihr Kind Sportler- oder Energiegetränke trinkt, wie viel trinkt es davon meistens? ³

- ¼ Glas (oder weniger)
- ½ Glas (oder weniger)
- 1 Glas (200 ml)
- 2 Gläser
- 3 Gläser (oder mehr)

5. Wie oft hat Ihr Kind Leitungswasser (auch selbst zubereitetes Sodawasser) getrunken? ³

- nie → bitte weiter mit Frage 6
- 1 mal im Monat
- 2-3 mal im Monat
- 1-2 mal pro Woche
- 3-4 mal pro Woche
- 5-6 mal pro Woche
- 1 mal am Tag
- 2-3 mal am Tag
- 4-5 mal am Tag

- öfter als 5 mal am Tag

5a. Wenn Ihr Kind Leitungswasser trinkt, wie viel trinkt es davon meistens? ³

- ¼ Glas (oder weniger)
- ½ Glas (oder weniger)
- 1 Glas (200 ml)
- 2 Gläser
- 3 Gläser (oder mehr)

6. Wie oft hat Ihr Kind Mineralwasser (ohne Leitungswasser) getrunken? ³

- nie → bitte weiter mit Frage 7
- 1 mal im Monat
- 2-3 mal im Monat
- 1-2 mal pro Woche
- 3-4 mal pro Woche
- 5-6 mal pro Woche
- 1 mal am Tag
- 2-3 mal am Tag
- 4-5 mal am Tag
- öfter als 5 mal am Tag

6a. Wenn Ihr Kind Mineralwasser trinkt, wie viel trinkt es davon meistens? ³

- ¼ Glas (oder weniger)
- ½ Glas (oder weniger)
- 1 Glas (200 ml)
- 2 Gläser
- 3 Gläser (oder mehr)

7. Wie oft hat Ihr Kind Früchte- oder Kräutertee getrunken?³

- nie → bitte weiter mit Frage 8
- 1 mal im Monat
- 2-3 mal im Monat
- 1-2 mal pro Woche
- 3-4 mal pro Woche
- 5-6 mal pro Woche
- 1 mal am Tag
- 2-3 mal am Tag
- 4-5 mal am Tag
- öfter als 5 mal am Tag

7a. Wenn Ihr Kind Früchte- oder Kräutertee trinkt, wie viel trinkt es davon meistens?³

- ¼ Glas (oder weniger)
- ½ Glas (oder weniger)
- 1 Glas (200 ml)
- 2 Gläser
- 3 Gläser (oder mehr)

8. Wie oft hat Ihr Kind schwarzen oder grünen Tee getrunken?³

- nie → bitte weiter mit Frage 9
- 1 mal im Monat
- 2-3 mal im Monat
- 1-2 mal pro Woche
- 3-4 mal pro Woche
- 5-6 mal pro Woche
- 1 mal am Tag
- 2-3 mal am Tag
- 4-5 mal am Tag
- öfter als 5 mal am Tag

8a. Wenn Ihr Kind schwarzen oder grünen Tee trinkt, wie viel trinkt es davon meistens? ³

- ¼ Glas (oder weniger)
- ½ Glas (oder weniger)
- 1 Glas (200 ml)
- 2 Gläser
- 3 Gläser (oder mehr)

9. Wie oft hat Ihr Kind Kaffee getrunken? ³

- nie
- 1 mal im Monat
- 2-3 mal im Monat
- 1-2 mal pro Woche
- 3-4 mal pro Woche
- 5-6 mal pro Woche
- 1 mal am Tag
- 2-3 mal am Tag
- 4-5 mal am Tag
- öfter als 5 mal am Tag

→ bitte weiter mit Frage 10

9a. Wenn Ihr Kind Kaffee trinkt, wie viel trinkt es davon meistens? ³

- ¼ Glas (oder weniger)
- ½ Glas (oder weniger)
- 1 Glas (200 ml)
- 2 Gläser
- 3 Gläser (oder mehr)

47. Nimmt Ihr Kind Jodsalz mit Fluorid zu sich? ³

- Nein
- Ja, überwiegend
- Ja, gelegentlich
- Weiß nicht

49. Hat Ihr Kind in den letzten Wochen andere Vitamin- oder Mineralstofftabletten eingenommen? ³

- Nein → bitte weiter mit Frage 50

Ja, und zwar (Mehrfachnennungen möglich):

- Vitamin C
- Vitamin E
- Beta-Carotin
- Vitamin A
- Vitamin B
- Vitamin D
- Calcium
- Magnesium
- Fluorid
- Eisen
- Weiß nicht

12. Danksagung

Ich danke hiermit **Prof. Dr. Karl E. Bergmann** für die freundliche Überlassung des interessanten Themas, für intensive Gespräche und die hervorragende Betreuung während der Bearbeitung. Ich danke ihm für seine Geduld, stetigen guten Zuspruch und seine fachliche Kompetenz, welche die Dissertation stets vorangetrieben haben. Ich habe weiterhin auch persönlich viel von seiner Lebenserfahrung profitiert, herzlichen Dank dafür.

Ich danke **Herrn Dr. Rolf Richter** für seine umfassende Unterstützung und fachliche Kompetenz bei der Bearbeitung der Statistik, die ohne ihn nicht möglich gewesen wäre.

Ein herzlicher Dank geht an **Dr. Wulf Thierfelder** und die Mitarbeiter des Zentrallabors des Robert-Koch-Institutes für die Hilfe bei den Laboranalysen.

Insbesondere **Frau Helma Langer** danke ich für die Einarbeitung am Fluorid-Arbeitsplatz des Zentrallabors am Robert-Koch-Institut und stetigem freundlichem Zuspruch und Vertrauen.

Ich danke Frau **Prof. Dr. Renate L. Bergmann** für guten Zuspruch, persönliche Gespräche und fachliche Unterstützung.

Für die Herstellung des Kontaktes zu Prof. Bergmann, intensive Unterstützung während des Studiums und stets guten Zuspruch und Optimismus danke ich **Prof. Dr. Roland Wauer** sehr. Ich konnte viel von seiner Berufs- und Lebenserfahrung profitieren.

Mein besonderer Dank gilt **meinen Eltern, Margit Diller-Frömmel und Prof. Dr. Cornelius Frömmel**, die mich während meines gesamten Studiums und in meiner Tätigkeit als Ärztin mit Rat und Tat unterstützt haben.

Meinem Bruder **Christian Frömmel**, insbesondere für die Hilfe bei technischen Fragen, meiner Schwester **Dr. Claudia Frömmel**, meinem Bruder **William Diller** sowie **Alan God, Anna Seider, Katrin Rosswog** und **Dr. Nathalie von Jaschke** für Ihre Geduld, ihren Zuspruch und ihre kontinuierliche Unterstützung.

14. Erklärung an Eides statt

Die vorliegende Arbeit zum Thema „Fluoridexposition 0-6-jähriger Kinder in Deutschland - Analysen der Urinproben von Teilnehmern am Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS) - Einfluss von soziodemografischen Faktoren, Ernährung, Supplementen und Zahnpflegegewohnheiten“ wurde von mir selbst und ohne Hilfe Dritter verfasst. Sie stellt, auch in Teilen, keine Kopie anderer Arbeiten dar und alle benutzten Hilfsmittel, sowie die Literatur sind vollständig angegeben.

Berlin, den 25.05.2011

Natasha Diller