

Diplomarbeit

**Fluorid und Zahngesundheit: Eine Untersuchung des
Bewusstseins in der steiermärkischen Bevölkerung im
Vergleich zum aktuellen wissenschaftlichen Stand der
Kariesprävention**

eingereicht von

Anna Unterrainer

zur Erlangung des akademischen Grades

**Doktorin der Zahnmedizin
(Dr.ⁱⁿ med. dent.)**

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

**Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit
Klinischen Abteilung für Zahnerhaltung, Parodontologie und
Zahnersatzkunde**

unter der Anleitung von

Univ. ZÄ Priv.-Doz. Dr.ⁱⁿ med. dent. Lumnije Kqiku-Biblekaj

Univ. ZÄ Dr.ⁱⁿ med. dent. Katharina Hanscho

Graz, am 07.08.2025

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Des Weiteren erkläre ich hiermit, dass, sofern bei der Erstellung dieser Arbeit Künstliche Intelligenz (KI) Werkzeuge zur Generierung und/oder Korrektur bestimmter Textpassagen verwendet wurden, dieser Einsatz unter Einhaltung ethischer Grundsätze, akademischer Integrität und den Vorgaben meiner Universität erfolgte, sowie in Folge dies transparent gemacht und in angemessener Weise gekennzeichnet wurde.

Graz, am 07.08.2025

Anna Unterrainer eh.

Danksagungen

An dieser Stelle möchte ich die Gelegenheit nutzen, um mich bei allen Menschen herzlich zu bedanken, die während meines Studiums an meiner Seite standen und mich beim Anfertigen dieser Arbeit motiviert und angeleitet haben.

Mein besonderer Dank gilt zunächst meinen beiden Diplomarbeitsbetreuerinnen, Univ. ZÄ Dr.ⁱⁿ med. dent. Katharina Hanscho und Univ. ZÄ Priv.-Doz. Dr.ⁱⁿ med. dent. Lumnije Kqiku-Biblekaj, für ihre fortlaufende Unterstützung, ihre fachliche Begleitung sowie die offene und konstruktive Kommunikation während der Erstellung dieser Arbeit. In diesem Sinne möchte ich auch ein Dankeschön an Dipl.-Ing.ⁱⁿ Irene Mischak aussprechen, die mir bei der statistischen Auswertung und der Erstellung der zugehörigen Grafiken geholfen hat.

Danke möchte ich auch meiner Studienkollegin Jana Mauritsch sagen, die mir sowohl im klinischen Alltag als auch im privaten Bereich stets zur Seite stand, mich immer unterstützte und mich in jeder noch so anspruchsvollen und herausfordernden Phase während des Zahnmedizinstudiums begleitete.

Auch bei meinen anderen Freund*innen und Studienkolleg*innen möchte ich mich für die schöne und vor allem lustige Zeit bedanken. Es gab viele besondere Momente, aber auch Höhen und Tiefen, auf die ich nach meinem Abschluss gerne zurückblicken werde und so meine Studienzeit gut in Erinnerung behalte.

Abschließend möchte ich mich hier auch bei meiner gesamten Familie bedanken, die mich über die Jahre stets mit motivierenden Zusprüchen, Geduld und Rückhalt unterstützt hat.

Zusammenfassung

Einführung

Karies zählt zu den häufigsten chronischen, multifaktoriell bedingten Erkrankungen und stellt auch heute noch eine Herausforderung für die Zahngesundheit der Betroffenen sowie Zahnmediziner*innen als Behandler*in dar. Der gezielte Einsatz von Fluoriden, etwa durch lokale oder systemische Methoden, gilt als effektivste Methode zur Kariesprävention. Trotz der durch zahlreiche Studien belegten Wirksamkeit zeigt sich in der Bevölkerung oftmals ein unzureichendes Wissen über eine optimale Anwendung fluoridhaltiger Produkte und deren kariespräventiven Effekts. Mit diesem Hintergrund war das Ziel dieser Arbeit, das Kenntnisniveau und die Verhaltensweisen zum Thema Fluorid und Kariesprävention der steirischen Bevölkerung zu untersuchen, Wissenslücken aufzudecken und schließlich eine Grundlage für zukünftige Kariespräventionsstrategien zu schaffen.

Material und Methodik

Die Daten wurden mittels eines Papier-Fragebogens, der an Patient*innen der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits verteilt wurde, erhoben und anschließend ausgewertet. Der Fragebogen enthielt demografische Angaben sowie Fragen zu Kenntnissen und Einstellung zum Thema Fluorid und Kariesprävention, die in Form von Single-Choice, Multiple-Choice sowie skalierten Fragen gestellt wurden. Insgesamt wurden 159 Fragebögen ausgewertet.

Ergebnisse/Diskussion

Die Ergebnisse des Fragebogens zeigten ein durchwachsendes Bild hinsichtlich des Wissenstandes über Fluorid. Zwar besitzen viele der Teilnehmer*innen ein Grundwissen, dennoch wurden bei zentralen Aspekten wie möglichen Nebenwirkungen, dem empfohlenen Beginn der Verwendung fluoridhaltiger Zahnpasta und den empfohlenen Fluoridkonzentrationen deutliche Wissenslücken festgestellt. Ein Großteil der Befragten gab an, zahnmedizinischem Fachpersonal im Hinblick auf weiterführende Aufklärung rund um Kariesprävention und Fluorid zu vertrauen. Zudem zeigten die Teilnehmer*innen eine hohe Bereitschaft, an Präventionsveranstaltungen teilzunehmen und befürworteten die Einführung von Prophylaxeprogrammen in Bildungseinrichtungen.

Schlussfolgerung

Auch wenn im Rahmen dieser Untersuchung keine statistisch signifikanten Zusammenhänge festgestellt werden konnten, liefern die Ergebnisse dennoch wertvolle Hinweise auf bestehende Informationsdefizite und Wissenslücken in der Bevölkerung. Die Offenheit gegenüber präventiven Maßnahmen und der Teilnahmebereitschaft an Aufklärungsangeboten bieten eine vielversprechende Grundlage, um bestehende Informationsstrategien im Praxisalltag gezielt zu überarbeiten und strukturiert weiterzuentwickeln. Langfristig können die gewonnenen Daten dazu beitragen, die Karieslast der Bevölkerung zu senken und die Zahn- und Mundgesundheit nachhaltig zu fördern.

Abstract

Introduction

Tooth decay is one of the most common chronic, multifactorial diseases and still presents a challenge for both affected individuals and dental professionals today. The targeted use of fluorides, for example through local or systemic methods, is considered the most effective method of caries prevention. Despite the effectiveness proven by numerous studies, there is often insufficient knowledge among the population about the optimal use of fluoride-containing products and their caries-preventing effect. With this background, the aim of this thesis was to investigate the level of knowledge and behaviour of the Styrian population about fluoride and its anticaries effect to identify gaps in knowledge and finally to provide a basis for future caries prevention strategies.

Material and Methods

The data was collected using a paper questionnaire, which was distributed to patients of the University Clinic for Dentistry and Oral Health. The questionnaire included demographic information as well as questions on knowledge and attitudes about fluoride and caries prevention, which were asked in the form of single-choice, multiple-choice and scaled questions. In total, 159 questionnaires were evaluated.

Results/Discussion

The results of the questionnaire revealed a mixed picture regarding the state of knowledge about fluoride. Although many of the participants have a certain basic knowledge, significant gaps in knowledge were found in central aspects such as possible side effects, the recommended start of using fluoride-containing toothpaste and the recommended fluoride concentrations. A large proportion of those surveyed stated that they trust dental professionals as a source for further education regarding caries prevention and fluoride. In addition, the participants showed a high willingness to participate in prevention events and support the introduction of prophylaxis programs in educational institutions.

Conclusion

Even though no statistically significant correlations could be found during this study, the results still provide valuable insights into existing knowledge gaps in the population. The openness toward preventive measures and willingness to participate in educational offers

provide a promising basis for the targeted revision and further development of existing information strategies in everyday practice. In the long term, the collected data can help to reduce the prevalence of caries in the population and promote dental and oral health long term.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen und deren Erklärung	1
Abbildungsverzeichnis	2
Tabellenverzeichnis	3
1 Einleitung	4
1.1 Unterscheidung von Fluor und Fluorid.....	4
1.2 Natürliches Vorkommen von Fluoriden.....	5
1.2.1 Natürlich bedingter Fluoridgehalt des Grund- und Trinkwassers	5
1.2.2 Lebensmittel und Getränke als Fluoridquelle	8
1.3 Geschichte der Fluoride in der Zahnmedizin	9
1.4 Aufnahme und Verteilung von Fluorid im Körper.....	9
1.4.1 Fluorideinlagerungen in Knochen und Zähnen	10
1.5 Fluoridierungsstrategien im Überblick: lokale versus systemische Wirkung	11
1.6 Wirkmechanismus.....	12
1.7 Lokale Fluoridierungsmaßnahmen	15
1.7.1 Zahnpasten	16
1.7.2 Fluoridierte Mundspüllösungen	17
1.7.3 Fluoridgele	18
1.7.4 Fluoridlacke	18
1.8 Systemische Fluoridierungsmaßnahmen	18
1.8.1 Trinkwasserfluoridierung	18
1.8.2 Salzfluoridierung	19
1.8.3 Milchfluoridierung.....	20
1.8.4 Fluoridtabletten	21
1.9 Empfehlungen zur Basisprophylaxe	22
1.10 Unerwünschte Wirkungen durch Fluoridexposition	23
1.10.1 Akute Überdosierung.....	24
1.10.2 Chronische Überdosierung.....	25
1.10.3 Potenziell systemische Effekte von Fluorid	30
2 Material und Methoden.....	32
2.1 Ethikvotum	32
2.2 Studiendesign	32
2.3 Datenerhebung	33
2.4 Datenanalyse	34
3 Ergebnisse	35
3.1 Beschreibung der Stichprobe.....	35
3.2 Zahngesundheitsverhalten und dentales Bewusstsein.....	37
3.3 Wissen sowie Einstellung zu Fluorid.....	40
3.4 Kariespräventive Maßnahmen und Aufklärungsbedarf.....	44
3.5 Vergleichende Auswertungen	46
4 Diskussion.....	55

4.1	<i>Studiendesign</i>	55
4.2	<i>Interpretation der Ergebnisse</i>	55
4.2.1	Interpretation der Einzelbefunde	55
4.2.2	Interpretation der gruppenspezifischen Befunde.....	59
4.3	<i>Bewertung der Hypothese und Ausblick</i>	61
4.4	<i>Limitationen</i>	62
5	Schlussfolgerung	64
6	Literaturverzeichnis	65
7	Anhang: Fragebogen	73

Abkürzungen und deren Erklärung

Mg:	Milligramm
Kg:	Kilogramm
Ppm:	parts per million
Usw.:	und so weiter
Tab.:	Tabelle
WHO:	World Health Organization
HAP:	Hydroxylapatit
FHAP	fluoridiertes Hydroxylapatit
Ca.:	zirka
Min:	Minuten
HF:	Fluorwasserstoff, hydrogen fluoride
F ⁻ :	Fluoridionen
H ⁺ :	Wasserstoffionen
PTD:	probably toxic dose = wahrscheinlich toxische Dosis
CTD:	certainly lethal dose = sichere tödliche Dosis
DF:	Dentalfluorose
SF:	Skelettfluorose
NaF:	Natriumfluorid
KFO:	Kieferorthopädie
TWF:	Trinkwasserfluoridierung
TW:	Trinkwasser
EADP:	European Academy of Pediatric Dentistry
Vgl.	Vergleiche
TF-Index	Dentalfluoroseindex nach Thylstrup und Fejerskov
Stabw.	Standardabweichung

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Weltweite Verteilung von Fluorid: Rote Balken = stark betroffene Gebiete, gelbe Balken= mäßig betroffene Gebiete, grüne Balken = gering betroffene Gebiete, blaue Balken = unzureichende Datenlage. Stark betroffene Regionen befinden sich überwiegend in ariden und semiariden Klimazonen Modifiziert mit der Genehmigung von Springer Nature: Shakir Ali et al (12)Lizenz:6063670583113	7
Abbildung 2: Schematische Übersicht der beiden Fluoridierungsmethoden (5).....	12
Abbildung 3: Darstellung des dynamischen Gleichgewichts zwischen De- und Remineralisation durch den Einfluss von Fluoriden (5).....	13
Abbildung 4: Empfehlungen zu Fluoridkonzentrationen in Zahnpasten je nach Alter (7,61)	23
Abbildung 5: Verteilung der Altersgruppen.....	35
Abbildung 6: Verteilung der Berufsgruppen.....	36
Abbildung 7: Verteilung des höchsten Bildungsabschlusses	36
Abbildung 8: Wichtigkeit von fluoridhaltigen Zahnpflegeprodukten als Boxplot	39
Abbildung 9: Wichtigkeit von fluoridhaltigen Zahnpflegeprodukten als Balkendiagramm.....	39
Abbildung 10: Verteilung der Antworten zur Definition von Fluorid	40
Abbildung 11: Verteilung der Benutzung fluoridhaltiger Zahnpasta.....	44
Abbildung 12: Verteilung der Informationsquellen zum Thema Kariesprophylaxe.....	45
Abbildung 13: Zusammenhang zwischen Alter und Wissen über Fluorid.....	47
Abbildung 14: Zusammenhang zwischen den Altersgruppen und der Wahl der Informationsquelle zum Thema Kariesprophylaxe und Zahngesundheit.....	48
Abbildung 15: Zusammenhang der Altersgruppen und der subjektiven Wichtigkeit der Verwendung von fluoridhaltigen Zahnpflegeprodukten	49
Abbildung 16: Zusammenhang des Bildungsstandes mit Fluoridwirkungen.....	50
Abbildung 17: Vergleich Geschlecht und Aufklärungswunsch zum Thema Fluorid und Kariesprävention.....	51
Abbildung 18: Vergleich Geschlecht und Teilnahme an Präventionsveranstaltungen	52
Abbildung 19: Vergleich des Geschlechts und des Einsatzes zusätzlicher Mundhygieneprodukte.....	53
Abbildung 20: Verteilung regionaler Unterschiede und Interesse an weiterführender Aufklärung.....	54

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Auswirkungen unterschiedlicher Fluoridkonzentrationen im Trinkwasser (12)...	6
Tabelle 2: Fluoridgehalt von Lebensmitteln (5)	8
Tabelle 3: Übersicht der Wirkmechanismen von Fluorid an der Zahnhartsubstanz und in der bakteriellen Plaque (27).....	12
Tabelle 4: Kontinente mit Salzfluoridierung (Stand 2013) (51)	20
Tabelle 5: Fluoridkonzentrationen in fluoridhaltigen Produkten, Menge von Fluorid in 1 ml oder 1 g des Produktes sowie die Produktmenge, die erforderlich ist, um ein 20 kg schweres Kind (5-6 Jahre alt) der PTD von 5,0 mg F-/kg auszusetzen. Modifiziert gemäß Cury et al. (65) Lizenz: CC BY 4.0.....	25
Tabelle 6: Intraoralfotos von Dentalfluorose betroffener Zähne mittels Einteilung nach dem Thylstrup und Fejerskov Index Modifiziert gemäß Schaffner et al (78) Lizenz: CC BY 4.0	28
Tabelle 7: Verteilung des Gebrauchs von Zahnpflegeprodukten	38
Tabelle 8: Verteilung der Kaufkriterien von Zahnpflegeprodukten	38
Tabelle 9: Verteilung der Antworten auf fluoridhaltige Produkte	41
Tabelle 10: Verteilung der Antworten der Fluorid-Wirkungsweisen.....	41
Tabelle 11: Verteilung der Antworten bezüglich der Nebenwirkungen von Fluorid.....	42
Tabelle 12: Verteilung der Subfrage 1 von Fluoridtabletten.....	43
Tabelle 13: Verteilung der Subfrage 2 von Fluoridtabletten.....	43
Tabelle 14: Verteilung des Wunsches nach mehr Aufklärung zum Thema Fluorid	46
Tabelle 15: Zusammenfassung der Antworten zur Fluoridfrage nach Altersgruppen (Mineral vs. andere Antworten).....	47
Tabelle 16: Ergebnisse der Altersgruppen zur subjektiven Wichtigkeit der Verwendung fluoridhaltiger Zahnpasta.....	49

1 Einleitung

Karies ist eine chronische, multifaktoriell bedingte Erkrankung, die weltweit auftritt und Menschen aller Altersklassen betrifft (1). Aktuelle Daten der zuletzt durchgeführten „Österreichischen Zahnstatuserhebung 2023/24“ der Gesundheit Österreich GmbH zeigen, dass die Kariesfreiheit der österreichischen Milchzahngebisse derzeit bei 58% liegt – eine zumindest leichte Verbesserung im Vergleich zu 2016 (55%); der durchschnittliche d_{3mft} -Index liegt aktuell bei 1,9 (2,0 in 2016) an. Diese Ergebnisse verdeutlichen, wie wichtig sorgfältige Aufklärung und effektive Vorbeugemaßnahmen zum Thema Kariesprävention und Fluoridanwendungen sind (2,3).

Der Einsatz von Fluoriden bildet neben zahngesunder Ernährung, adäquater Mundhygiene, Fissurenversiegelungen und zahnärztliche Kontrollen einen zentralen Bestandteil in der Kariesprophylaxe (4,5). Fluoridanwendungen zählen weltweit zu den bewährtesten und am häufigsten eingesetzten Strategien zur nachhaltigen Vorbeugung von Karies (6).

Obwohl die Rolle von Fluorid zur Kariesprävention in der Vergangenheit umfassend untersucht wurde und deren Wirksamkeit wissenschaftlich bewiesen ist (5), bestehen nach wie vor Missverständnisse und Unsicherheiten der Bevölkerung. Häufige Missverständnisse entstehen beispielsweise aus der Verwechslung von Fluor und Fluorid sowie der Verknüpfung unspezifischer Symptome mit der Verwendung fluoridhaltiger Produkte (7).

Ziel dieser Diplomarbeit ist es daher, mittels Fragebogenerhebung unter der steiermärkischen Bevölkerung Einblicke in deren Kenntnisse, Wahrnehmungen und Verhaltensweisen in Bezug zu Fluorid zu ermitteln. Die Befragung richtet sich an Personen über 18 Jahre mit Hauptwohnsitz in der Steiermark ohne zahnmedizinischen Hintergrund, die als Patient*innen oder Besucher*innen an der Grazer Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits vorstellig wurden. Die mittels Fragebogen gesammelten Daten sollen zeigen, wie gut aktuelle wissenschaftliche Empfehlungen zur Karieshemmung in der Steiermark bekannt sind und umgesetzt werden. Mit Hilfe der erhobenen Daten ist ein Vergleich des derzeitigen wissenschaftlichen Standes möglich. Die Ergebnisse bieten die Möglichkeit, Aufklärungsstrategien und Kariesprophylaxemaßnahmen zu verbessern, um das Verständnis der Bevölkerung zu vertiefen.

1.1 Unterscheidung von Fluor und Fluorid

Fluor ist ein chemisches Element, welches sich im Periodensystem der Elemente in der 17. Hauptgruppe sowie der 2. Periode befindet und die Ordnungszahl 9 besitzt (8). Elemente

dieser Hauptgruppe werden als Halogene bezeichnet. Sie haben gemeinsam, dass ihnen nur ein weiteres Elektron zur vollständigen Außenschale fehlt und somit sehr reaktionsfreudig sind. Fluor ist das Element mit der höchsten Elektronegativität und liegt bei Raumtemperatur als blassgelbes, giftig-ätzendes Gas (F_2) vor. Aufgrund der hohen Reaktivität und geringen Stabilität kommt elementarer Fluor in der Natur nicht frei vor; stattdessen tritt er ausschließlich in gebundener Form oder als ionisiertes Fluorid auf. Es reagiert mit nahezu allen organischen und anorganischen Substanzen, so gewinnt beispielsweise Fluor durch eine Reaktion mit Kalzium ein Elektron und es bildet sich Kalziumfluorid (CaF_2) (9,10). Fluorid und Fluor sind also nicht gleichzusetzen: Fluorid ist die ionisierte Form des chemischen Elements Fluor (6). Wie auch Jod, Selen und Kalzium, zählt Fluor zu den Spurenelementen und ist essenziell für den menschlichen Körper (8).

Eine gebräuchliche Maßeinheit zur Angabe des Fluoridgehaltes ist parts per million (ppm). Dabei entsprechen 1000 ppm einer Konzentration von 1000 mg/kg, 1000 mg/l oder 0,1% (5). Auf dieser Grundlage enthält eine handelsübliche Zahnpasta mit einem Gehalt von 1450 ppm Fluorid 1450 mg F^- /kg Zahnpasta. Da beim Zähneputzen im Durchschnitt rund 1g Zahnpasta verwendet wird, entspricht dies einer Fluoridmenge von etwa 1,45 mg pro Anwendung (10).

1.2 Natürliches Vorkommen von Fluoriden

1.2.1 Natürlich bedingter Fluoridgehalt des Grund- und Trinkwassers

In der Natur kommt Fluor ausschließlich in seiner gebundenen Form vor und ist Bestandteil von Mineralien in Gesteinen und Böden (11). Durch natürliche Prozesse wie die Zersetzung bzw. Verwitterung fluoridhaltiger Mineralien aus Gesteinen und Sedimentablagerungen kann Fluorid ins Grundwasser gelangen. Zu den wichtigsten fluorreichen Mineralien zählen Fluorit, Kryolith, Apatit, Topas, Amphibole, Glimmer. Ebenso tragen anthropogene Ursachen zur Fluoridanreicherung des Wassers bei – wie etwa industrielle Prozesse aus dem Bergbau, dem Einsatz fluoridhaltiger Pestizide sowie Emissionen aus Ziegelbrennereien. Dabei können Fluoridverbindungen über trockene und nasse Ablagerungen (Depositionen) in den Boden und weiters ins Grundwasser gelangen (12,13).

Ein dauerhaft erhöhter Fluoridgehalt im Trink- bzw. Grundwasser kann allerdings zu gesundheitliche Beeinträchtigungen führen, insbesondere zur Entstehung der Dental- oder Skelettfluorose. Diese Krankheitsbilder werden im Kapitel 1.10.2 näher beschrieben.

Die nachfolgende Tabelle 1 soll aufzeigen, wie sich unterschiedliche Fluoridgehalte im Trinkwasser auf die Gesundheit auswirken können. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass die in Tabelle 1 dargestellten Werte aus der Publikation von Shakir et al. (12) stammen und auf einer Zusammenfassung der Primärquelle von Dissanayake (14) beruhen. Da keine detaillierten Informationen zu den methodischen Rahmenbedingungen oder dem Studiendesign bzw. Kontextbedingungen vorliegen, dient die Tabelle lediglich der Veranschaulichung möglicher gesundheitlicher Auswirkungen unterschiedlicher Fluoridkonzentrationen im Trinkwasser.

Tabelle 1 Auswirkungen unterschiedlicher Fluoridkonzentrationen im Trinkwasser (12)

Fluoridkonzentration in mg/L	Effekt
<0,5	Unzureichende Fluoridmengen können das Risiko für die Entstehung von Karies erhöhen
0,5-1,5	Optimaler Bereich zur Förderung der Zahngesundheit und Knochen
1,5-4	Risiko für Entstehung der Dentalfluorose
>4	Erhöhtes Risiko für die Entstehung einer Dental- und Skelettfluorose
>10	Entstehung schwerer, verkrüppelnder Formen der Skelettfluorose und möglicherweise Krebs

Zwar werden die Fluoridwerte im Trinkwasser heutzutage streng kontrolliert und unterliegen dem von der World Health Organization (WHO) festgelegten Obergrenzwert von 1,5 mg/L F⁻ (15), so stellt dennoch die hohe Fluoridbelastung des Grundwassers in vielen Ländern – darunter etwa Indien, China, Äthiopien, Kenia und Argentinien – weiterhin ein ernstzunehmendes Problem dar. Die nachfolgende Abbildung 1 zeigt die weltweite Verteilung von Fluorid im Grundwasser (12).

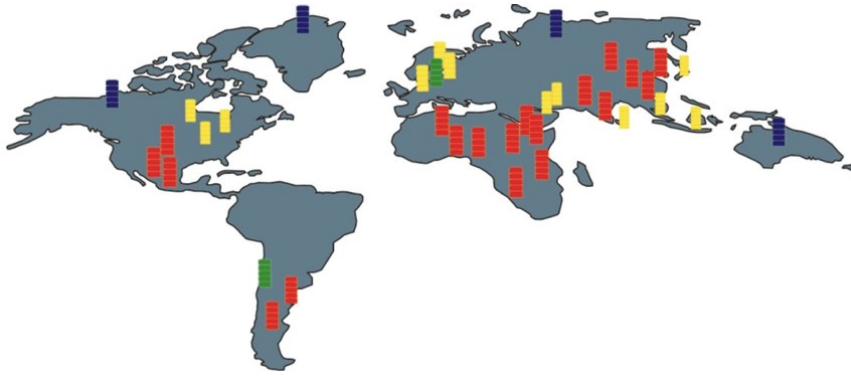


Abbildung 1: Weltweite Verteilung von Fluorid: Rote Balken = stark betroffene Gebiete, gelbe Balken = mäßig betroffene Gebiete, grüne Balken = gering betroffene Gebiete, blaue Balken = unzureichende Datenlage. Stark betroffene Regionen befinden sich überwiegend in ariden und semiariden Klimazonen. Modifiziert mit der Genehmigung von Springer Nature: Shakir Ali et al (12) Lizenz: [6063670583113](https://doi.org/10.6063670583113)

Obwohl die Fluoridkonzentrationen im Trinkwasser in vielen europäischen Ländern als unbedenklich gelten (12), gibt es dennoch Regionen, in denen die Grenze von 1,5 mg/l deutlich überschritten wird. Schätzungen zufolge sind davon etwa 2 Millionen Europäer*innen betroffen (16,17). Im Folgenden wird eine Auswahl europäischer Länder mit dokumentierten Fluoridwerten im Trinkwasser vorgestellt.

In Deutschland liegen die Durchschnittswerte bei 0,1-1,1 mg/l (18), wobei in der Region Münster Werte bis 8,8 mg/l festgestellt wurden. Die Ursache für die erhöhte regionale Fluoridkonzentration im Trinkwasser sind aus der Kreidezeit stammende Mergelschichten, die unter quartären Sedimenten liegen und hohe Fluoridgehalte speichern (19).

In Sizilien liegen die Fluoridkonzentrationen im Trinkwasser zwischen 0,023 bis 3,28 mg/l (20). In einer vulkanisch-sedimentären Region in Mittelitalien wurden infolge geologischer Gegebenheiten sogar Konzentrationen von bis 6,1 mg/l gemessen (21).

Irland und Finnland messen Konzentrationen zwischen 0,01-5,8 bzw. 0,1-3,0 mg/l (18).

In Ungarn (Budapest) werden fluoridhaltige Thermalwasser mit Fluoridkonzentrationen von 1,4 bis 6,2 mg/l für den Betrieb von Thermalbädern genutzt (17).

In Österreich liegen die natürlichen Trinkwasserfluoridkonzentrationen im sehr niedrigen Bereich. Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Medizinischen Universität Wien wurde die Trinkwasserqualität in der Steiermark hinsichtlich des natürlichen Fluoridgehaltes untersucht. Zunächst wurde die durchschnittlichen Fluoridkonzentration der einzelnen Bundesländer in den Jahren 1993, 2007 und 2019-2021 miteinander verglichen. In der Steiermark wurden folgende Durchschnittswerte gemessen: 1993 – 0,56 ppm; 2007 – 0,46 ppm; 2019-2021 – 0,37 ppm. Die Ergebnisse der Trinkwasseruntersuchung aus 2021

zeigten, dass in 258 steirischen Gemeinden ein Fluoridgehalt unter 0,3 ppm vorliegt. Nur 28 Gemeinden wiesen Fluoridkonzentrationen zwischen 0,3-0,69 ppm auf. In Graz wurde ein Durchschnittswert von 0,15 ppm bestimmt. In Regionen, wo die Werte unter 0,3 ppm Fluorid liegen, werden zusätzliche Fluoridierungsmaßnahmen empfohlen. Bei Fluoridwerten zwischen 0,3-0,69 ppm Fluorid sollte zunächst eine Fluorid- und Ernährungsanamnese durchgeführt werden, um anschließend genauere Empfehlungen bezüglich einer zusätzlichen Fluoridsupplementierung treffen zu können (22).

Da sich dieses Kapitel auf das natürliche Vorkommen von Fluoriden in der Umwelt konzentriert, wird die künstliche Fluoridierung des Trinkwassers zur Kariesprävention im Kapitel 1.8.1. ausführlich behandelt.

1.2.2 Lebensmittel und Getränke als Fluoridquelle

Lebensmittel und Getränke können ebenso Quellen für die Fluoridzufuhr darstellen. So enthalten einige Fischarten oder Teesorten vergleichsweise von Natur aus hohe Fluoridkonzentrationen (18). Suppen oder Säuglingsnahrungen, die mit fluoridhaltigem Trinkwasser zubereitet werden, können besonders in Regionen mit erhöhter Fluoridbelastung eine relevante Fluoridquelle sein. Laut der europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) liegt die tägliche Fluoridaufnahme aus Lebensmitteln im Durchschnitt bei etwa 0,04 mg für Kleinkinder, 0,11 mg für Kinder und Jugendliche sowie 0,12 mg für Erwachsene. Die Fluoridaufnahme durch Mineralwasser und Tees beträgt im Durchschnitt 0,06 mg bzw. 0,26 mg (23,24).

Die folgende Tabelle 2 gibt einen Überblick über Durchschnittswerte des Fluoridgehaltes in Lebensmitteln (5).

Tabelle 2: Fluoridgehalt von Lebensmitteln (5)

Lebensmittel	Fluoridgehalt in ppm
Muttermilch	0,01-0,02
Kuhmilch	0,02
Reis	1,0
Kartoffeln	0,5
Fisch und Schalentiere	1,5-50
Rindfleisch	0,4
Geflügel	0,6
Tee	0,8-3,4

In einigen Ländern wird fluoridiertes Speisesalz oder Milch im Rahmen von gemeinschaftsorientierten Gesundheitsprogrammen angeboten (18).

Da es sich dabei um künstliche Zusatzstoffe handelt, werden diese beiden Fluoridierungsmaßnahmen in den Kapiteln 1.8.2 und 1.8.3 näher beschrieben.

1.3 Geschichte der Fluoride in der Zahnmedizin

Im Jahr 1901 bemerkte der Zahnarzt F. McKay in Colorado, dass viele Einheimische auffällig bräunliche Verfärbungen an ihren Zähnen aufwiesen. Er beschrieb dieses Erscheinungsbild als „Colorado stain“. Gemeinsam mit dem Dentalforscher G. V. Black untersuchte McKay die Ursache hinter den ungewöhnlichen Zahnverfärbungen. Sie fanden heraus, dass die betroffenen Zähne eine erhöhte Widerstandskraft gegen Karies aufwiesen. Histologische Untersuchungen zeigten allerdings unvollständig verkalkte Schmelzbereiche – heute ist dieses Krankheitsbild unter dem Namen Dentalfluorose bekannt. Die beiden Forscher stellten diese Veränderungen mit dem Fluoridgehalt im Trinkwasser in Zusammenhang. Ein weiterer amerikanischer Zahnarzt namens H. V. Churchill stellte im Jahr 1933 ähnliche fleckige Veränderungen bei Kindern fest und analysierte daraufhin die Trinkwasserqualität, wobei Konzentrationen von 13,7 ppm festgestellt wurden. Spätere Untersuchungen aus dem Jahr 1938 von dem Forscher T. Dean zeigten, dass bei einer Konzentration von ca. 1 ppm Fluorid im Trinkwasser, keine fluorose-artigen Schmelzveränderungen auftraten und gleichzeitig eine Kariesreduktion vorlag. In der US-amerikanischen Stadt Grand Rapids wurde demnach das Trinkwasser über einen Zeitraum von 6 Jahren gezielt mit Fluorid angereichert. Es konnte eine Reduktion der Karieslast um 50% erzielt werden. Seit jeher hat Fluorid einen wichtigen Stellenwert in der Kariesprävention (25).

1.4 Aufnahme und Verteilung von Fluorid im Körper

Nach oraler Aufnahme wird der Großteil (90%) der täglich zugeführten Fluoride über den Verdauungstrakt in den Körper aufgenommen. Nur ein sehr geringer Anteil von ca. 1% wird bereits über die Mundschleimhaut resorbiert. Die verbliebenen Prozente werden unverändert über den Stuhl ausgeschieden. Durch niedrige pH-Werte im Magen-Darm-Trakt wird die Resorption begünstigt. Hohe Zufuhr an Kalzium oder anderen Mineralstoffen können wiederum schwer löslicher Komplexe mit Fluorid bilden und dadurch die Resorption reduzieren (26). Anschließend gelangen die aufgenommenen Fluoride in den Blutkreislauf. Nach der Aufnahme steigt die Plasmakonzentration in unterschiedlich starkem Ausmaß an:

bei Nüchternheit wird ein maximaler Plasmaspiegel nach 30 Minuten erreicht; nach einer Mahlzeit hingegen ist die Maximalkonzentration geringer und hält über einen längeren Zeitraum an. Die durchschnittliche Fluoridkonzentration des Blutplasmas beträgt 0,01-0,05 ppm; die Halbwertszeit zwischen 2 und 9 Stunden. Über das Plasma wird Fluorid im Körper zu den Organen verteilt, bis schließlich ca. die Hälfte über die Nieren mit dem Harn ausgeschieden werden (5,10).

1.4.1 Fluorideinlagerungen in Knochen und Zähnen

Aufgrund der Affinität von Fluoriden zu mineralisierten Geweben lagern sich Fluoride langfristig sowohl im Knochen als auch in der Zahnhartsubstanz ein (26).

Der Einbau erfolgt durch den Austausch des Hydroxylions im Hydroxylapatit mit Fluoridionen – es entsteht fluoridiertes Hydroxylapatit (FHAP). Durch diese Umwandlung bzw. Bildung von FHAP kommt es zur Stärkung der Knochen und Reduktion der Löslichkeit des mineralisierten Gewebes.

Im Skelett wirkt der Fluorideinbau als langfristiger Speicher und Puffer bei schwankender Fluoridaufnahme, der unter Einfluss der Bioverfügbarkeit sowie der Häufigkeit der Aufnahme steht. Ebenso wird die Fluoridbilanz je nach Lebensphase beeinflusst: In jungen Jahren wird ca. die Hälfte (45%) eingelagert, während im Erwachsenenalter der Anteil des retinierten Fluorids auf ca. 30% sinkt.

Um eine neutrale Fluoridbilanz zu bewahren, kann bei sinkender Fluoridaufnahme und folglich erniedrigten Blutplasmakonzentration, Fluorid aus dem Knochen freigesetzt und über die Nieren aus dem Körper ausgeschieden werden. Wird die Aufnahme langfristig wieder gesteigert – etwa durch den Umzug in eine Region mit einem höheren Fluoridgehalt des Trinkwassers – erfolgt eine verstärkter Einbau von Fluorid ins Skelett (5,10).

Bereits während der Zahnentwicklung wird Fluorid in die Zahnhartsubstanz eingelagert, wobei die Konzentration stark vom Zeitpunkt und der zugeführten Menge abhängig ist.

Im Zahnschmelz befindet sich der höchste Gehalt in den obersten Schichten: meist zwischen 2000 und 3000 mg/kg, was prozentuell gesehen dem Ersatz von 6-8 % der Hydroxylionen durch Fluoridionen im HAP-Gitter entspricht (26). Diese Beobachtung lässt sich durch den sogenannten präeruptiven Fluorideinbau erklären: Während der Zahnmineralisation können Fluoride aus dem Blutplasma leichter in die oberflächlichen Bereiche eindringen, wobei dieser Effekt zum Kariesschutz nur begrenzt wirksam ist. Posteruptiv können sich Fluoride

in den äußersten, oberflächlichen Zahnschmelzschichten nur durch lokale Einflüsse – wie etwa Remineralisationsprozesse – einlagern (5,10).

In tieferen Schmelzschichten nimmt der Fluoridgehalt rasch ab – Fluoridkonzentrationen von wenigen 100 bis 50 mg/kg werden dokumentiert. Innerhalb des Dentins steigt die Konzentration nach zentral zur Pulpa erneut, wo auch nach Abschluss der Zahnentwicklung ein lebenslanger Fluorideinbau beobachtet werden kann (26).

Im Anschluss daran, wird im folgenden Kapitel 1.5 näher auf die Unterschiede zwischen prä- und posteruptiver bzw. lokaler und systemischer Fluoridierungsmethoden eingegangen.

1.5 Fluoridierungsstrategien im Überblick: lokale versus systemische Wirkung

Prinzipiell wird zwischen lokalen und systemischen Fluoridierungsmethoden unterschieden. Zu den lokal wirksamen Maßnahmen zählt beispielsweise die Verwendung fluoridhaltiger Zahnpasta oder Mundspüllösungen. Systemische Fluoridierungsmethoden umfassen etwa die Trinkwasser- oder Salzfluoridierung.

Durch die Erfolge der systemischen Trinkwasserfluoridierung in den 1940er Jahren glaubte man, dass die präeruptive Fluorideinlagerung in die Apatitkristalle des Zahnschmelzes maßgeblich für den kariespräventiven Effekt von Fluorid verantwortlich ist. Später zeigten allerdings histologische Befunde nur geringfügige Unterschiede des Schmelzfluoridgehaltes – unabhängig davon, ob Personen in Regionen mit hohem oder niedrigem Trinkwasserfluoridgehalt lebten.

Heutzutage wird primär die posteruptive, lokale Wirkung von Fluorid – insbesondere durch die Regulierung der De- und Remineralisationsprozesse an der Zahnhartsubstanz - als entscheidender Faktor für die Kariesprophylaxe angesehen. Der systemische Effekt bzw. die präeruptive Fluorideinlagerung allein ist nicht ausreichend, um die Zähne nachhaltig vor Karies zu schützen und spielt demnach eine untergeordnete Rolle in der Kariesprävention.

Dennoch soll an dieser Stelle festgehalten werden, dass systemisch aufgenommene Fluoride auch lokal auf bereits durchgebrochene Zähne im Zuge der Aufnahme wirken können. Umgekehrt können so auch lokale Fluoridprodukte durch Verschlucken systemisch wirken.

Diese Zusammenhänge sind in der nachfolgenden Abbildung 2 dargestellt (5,10).

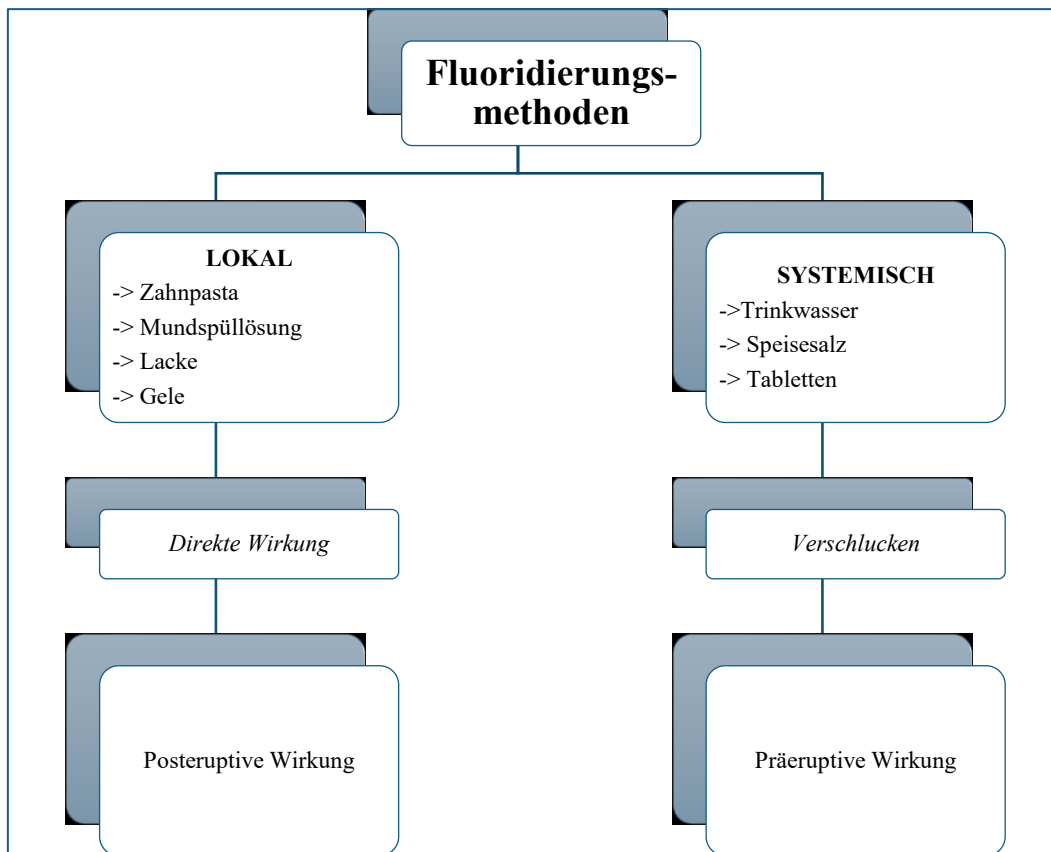


Abbildung 2: Schematische Übersicht der beiden Fluoridierungsmethoden (5)

1.6 Wirkmechanismus

Lokal applizierbare Fluoridprodukte entfalten ihre karieshemmenden Effekte an den Zähnen sowie im Biofilm. Die nachfolgende Tabelle 3 soll zunächst einen Überblick über die Wirkungsweisen geben und im Anschluss näher betrachtet werden:

Tabelle 3: Übersicht der Wirkmechanismen von Fluorid an der Zahnhartsubstanz und in der bakteriellen Plaque (27)

Wirkung an der Zahnhartsubstanz	Wirkung in der bakteriellen Plaque
Unterstützung der Remineralisation	Blockierung der bakteriellen Glykolyse
Einbau von Fluorid ins HAP-Kristallgitter	Verzögerte Plaquebildung
Bildung einer Kalziumfluoriddeckschicht	Begünstigung einer bakteriellen Symbiose

An der Zahnoberfläche finden kontinuierliche Prozesse statt, bei denen Mineralien durch Demineralisation aus dem Gewebe gelöst und bei günstigen Bedingungen wieder durch Remineralisation eingelagert werden (27). Als Stoffwechselprodukte des bakteriellen

Biofilms entstehen Säuren, die Mineralien wie Kalzium, Phosphat und Fluorid aus der Zahnhartsubstanz lösen (28). Durch diese Säuren fällt der pH-Wert und es folgt eine Phase der Demineralisation. Durch die Clearance-Funktion bzw. Pufferkapazität des Speichels werden jene Stoffwechselprodukte neutralisiert bzw. abtransportiert; es kommt wieder zur Remineralisation der Zahnhartsubstanz. Je nach metabolischer Aktivität bzw. Nährstoffzufuhr der in der Mundhöhle vorhandenen Mikroorganismen kann dieses Gleichgewicht beeinflusst werden (5). Durch die Anwesenheit von Fluoriden wird dieses Gleichgewicht in Richtung Remineralisation verschoben, gleichzeitig wird dabei auch die Entmineralisierung unterdrückt (27). Die nachfolgende Abbildung 3 zeigt diese Zusammenhänge schematisch.

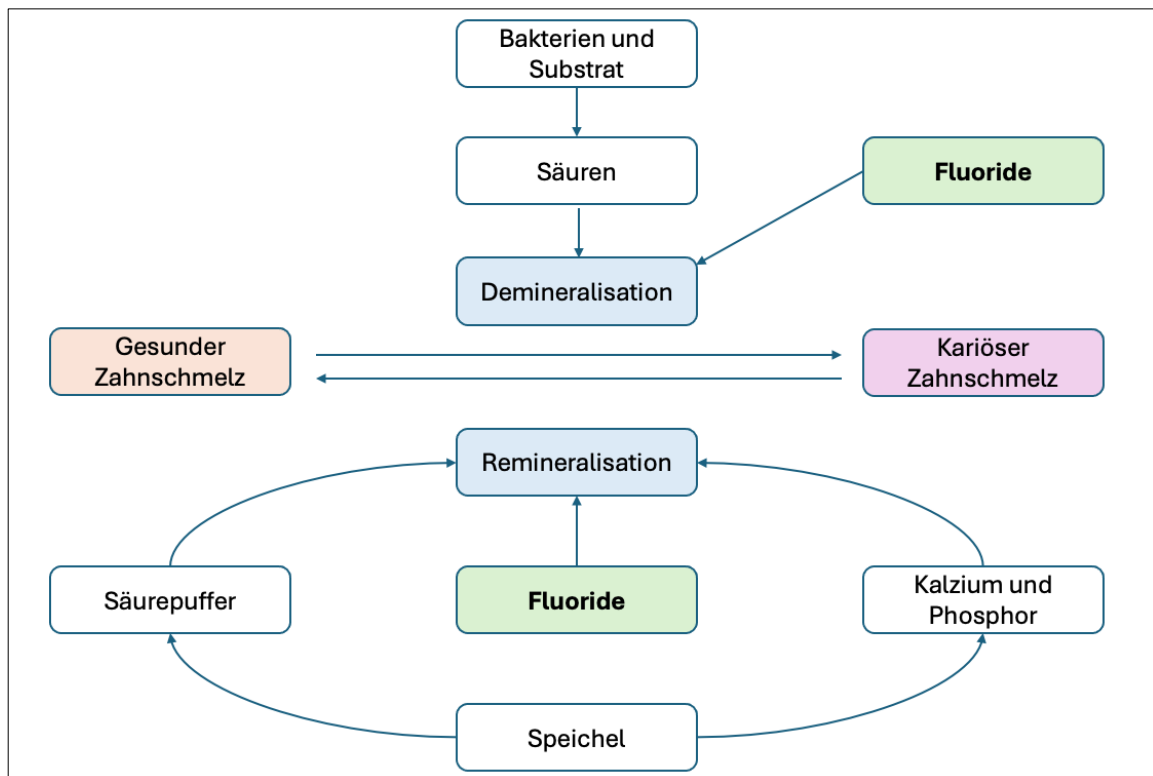


Abbildung 3: Darstellung des dynamischen Gleichgewichts zwischen De- und Remineralisation durch den Einfluss von Fluoriden (5)

In diesem Zusammenhang kann auch Fluorid in den Zahnschmelz aufgenommen bzw. an Fehlstellen des demineralisierten HAP-Kristallgitters eingebaut werden, was aber von einigen Faktoren abhängt. Der vorherrschende pH-Wert, der Mineralisationsgrad des Zahnschmelzes und die Fluoridkonzentration beeinflussen die aufzunehmende Menge. Gesunder Zahnschmelz nimmt wesentlich weniger Fluorid auf als demineralisierter. Es bilden sich Mischkristalle aus Fluor- und Hydroxylapatit, welche gegen neuerliche

Säureangriffe im Sinne einer „erworbenen Resistenz“ widerstandsfähiger sind (28). Prof. Schiffner zufolge kann so die weitere Ausbreitung einer Initialkaries verlangsamt, gestoppt oder sogar reversibel gemacht werden (27).

Durch die kontinuierliche Präsenz niedriger Fluoridmengen im Speichel, Biofilm oder an der Zahnoberfläche wird die kariespräventive Wirkung gesteigert. Dies kann durch die Zufuhr fluoridierten Trinkwassers, Speisesalzes oder Milch sowie durch die regelmäßige Verwendung einer fluoridhaltigen Zahnpasta erreicht werden (26).

Durch die Verbindung von Fluorid und Kalziumionen aus der Zahnhartsubstanz bildet sich ein kalziumfluorid-haltiger Niederschlag auf der Oberfläche, welche als Fluoridspeicher fungiert. Dieses Präzipitat kann sich durch saure pH-Werte in der Mundhöhle oder durch mechanische Belastungen aber wieder auflösen, wodurch erneut Fluoridionen freigesetzt werden, die wiederum Remineralisationsprozesse unterstützen (27).

Fluoride beeinflussen auch Stoffwechselfvorgänge von säurebildenden Mikroorganismen, indem sie in gebundener Form von Fluorwasserstoff (HF) in Bakterienzellen diffundieren. Bedingt durch einen höheren pH-Wert im Zellinneren als in der äußeren Umgebung, zerfällt HF in H^+ und F^- , was eine Ansäuerung des Zytoplasmas der Karieszellen verursacht. Dadurch werden wichtige bakterielle Glykolyse-Enzyme, wie die Endolase, gehemmt und der Protonengradient gleichzeitig verringert. Dieses Enzym unterstützt normalerweise den Abbau von Disacchariden zu Milchsäure. Eine erschwerte Aufnahme von Zucker in die Zelle resultiert aus dem reduzierten Protonengradienten (28-30).

Zinn- und Aminfluoride zeichnen sich insbesondere durch ihre ausgeprägte Fähigkeit aus, die bakterielle Besiedelung und Anhaftung an der Zahnoberfläche effektiv zu hemmen. Die Beeinträchtigung der bakteriellen Adhäsion beruht auf einer Interaktion von Zinnionen mit bakteriellen Enzymen und Zellmembranen. Aminfluoride stören aufgrund ihrer amphiphilen Struktur die Anlagerung von Mikroorganismen an der Zahnoberfläche. Beiden Fluoridarten wird weiters eine hohe Affinität zu HAP und zur Pellikel zugeschrieben. Diese Effekte konnten in einer in-situ-Studie von Kirsch et al. aus dem Jahr 2019 bestätigt werden. Sie stellten fest, dass besonders Zinnfluorid (SnF_2) und Zinnchlorid ($SnCl_2$) wirksam bei der Hemmung der initialen bakteriellen Kolonisation sind (31).

1.7 Lokale Fluoridierungsmaßnahmen

Lokale Fluoridierungsmaßnahmen sind ein zentraler Bestandteil der Kariesprophylaxe. Fluoridhaltige Produkte wie Zahnpasten, Mundspüllösungen, Gele oder Lacke können dabei unterschiedliche Fluoridverbindungen enthalten – darunter etwa Natriumfluorid, Natriummonofluorophosphat, Aminfluorid oder Zinnfluorid (5).

Zu den am häufigsten eingesetzten Fluoridverbindungen in Zahnpflegeprodukten zählt Natriumfluorid. Aufgrund der hohen Wasserlöslichkeit werden Fluorid-Ionen schnell freigesetzt. Zahnpasten mit Natriumfluorid sollten keine kalziumhaltigen Inhaltsstoffe enthalten, da sie die Bioverfügbarkeit vermindern.

Natriummonofluorophosphat-haltige Präparate hingegen sind im deutschsprachigen Raum weniger verbreitet. In diesen Verbindungen liegt Fluor in einer kovalenten Bindung vor, wobei Fluorid-Ionen erst in einem Hydrolyse-Prozess freigesetzt werden müssen. Dieser Vorgang ist während dem Zähneputzen oft von zu kurzer Dauer, um wirksame Menge an freien Ionen freizusetzen. Interessanterweise können hier Kalziumkarbonat Zusätze den kariesprophylaktischen Effekt von Natriummonofluorophosphat verstärken (32). Eine Meta-Analyse von Stookey et al. ermittelte Unterschiede in der kariespräventiven Wirksamkeit von Natriumfluorid und Natriummonofluorophosphat in Zahnpasten. Sie stellten fest, dass Präparate mit Natriumfluorid zu einer 5-10% stärkeren Reduktion der DMFS-Läsionen führten (33).

Zinnfluoride (SnF_2) bieten ein breites Wirkungsspektrum. Neben der Hemmung von Demineralisationsprozessen – wie sie auch durch andere Fluoride erzielt werden – können Zinnfluoride zur Linderung empfindlicher Zähne beitragen, die biologische Aktivität von Mikroorganismen im Biofilm beeinträchtigen und zudem die Gesundheit der Gingiva unterstützen. Aufgrund der höheren Viskosität von Zahnpasten stellen sie ein gut geeignetes Trägermedium für Zinnfluoride dar und können so länger an der Zahnoberfläche haften und ihre kariespräventiven Effekte besser entfalten als der Zusatz in Mundspüllösungen (34). Ganss et al. stellten fest, dass eine Zahnpasta mit einer Kombination aus Natriumfluorid, Zinnfluorid und Aminfluorid die Entmineralisierung der Zahnoberfläche deutlich effektiver hemmt als eine Zahnpasta mit nur Natriumfluorid allein. Die kombinierte Anwendung erzielte eine Reduktion der Demineralisierung um 67%, während bei Anwendung von reinem Natriumfluorid lediglich eine Verringerung um 19% beobachtet wurde (34,35).

Aminfluoride, wie bereits in Kapitel 1.5 erwähnt, zeichnen sich durch ihr amphiphilen Eigenschaften aus, die eine Störung der bakteriellen Anhaftung an den Zahnoberflächen bewirken. Ebenso weisen sie ausgeprägte glykolytische Eigenschaften für eine Dauer von 3-6 Stunden auf. Aminfluoride verteilen sich rasch in der Mundhöhle und zeigen eine ausgeprägte antibakterielle Wirkung, insbesondere die Kombination aus Aminfluorid und Zinnfluorid zeigt eine stärkere Verhinderung der Plaqueansammlung als die jeweilige Anwendung allein (31,36).

In den folgenden Abschnitten werden lokal wirksame Fluoridprodukte vorgestellt.

1.7.1 Zahnpasten

Fluoridhaltige Zahnpasten gelten heutzutage als weit verbreitetste Methode zur Kontrolle und Vorbeugung von Karies. Seit den 80er Jahren wird Fluorid fast allen handelsüblichen Zahnpasten zugesetzt, entweder allein oder als Kombination unterschiedlicher Fluoridverbindungen (37). Die Wirksamkeit fluoridhaltiger Zahnpasten zur Kariesprävention wurde in einer auf 96 Studien basierenden systematischen Übersichtsarbeit vom Cochrane Institut aus dem Jahr 2019 bestätigt: Bereits Zahnpasten mit 1000 ppm Fluorid führen zu einer signifikanten Reduktion der Kariesläsionen im Vergleich zu fluoridfreien Zahnpasten; noch wirksamer zeigten sich Zahnpasten mit bis zu 1500 ppm (38).

Für einen möglichst effektiven Kariesschutz sind in diesem Zusammenhang auch bestimmte Putzgewohnheiten relevant. Nennenswert hierfür sind die Häufigkeit und Dauer des Zähneputzens, die verwendete Menge an Zahnpasta und das Ausmaß bzw. die Gründlichkeit des Nachspülens mit Wasser (39). Obwohl allgemein eine Putzdauer von 2 Minuten empfohlen wird, liegt die tatsächliche Putzzeit meist darunter. Eine Studie von Ganss et al. zum Zahnputzverhalten von 103 Erwachsenen Personen ergab eine durchschnittliche Zahnputzdauer von 96,6 Sekunden ($\pm 6,2$ Sekunden) (40). Beals et al. hingegen stellten eine durchschnittliche Putzdauer von lediglich 46 Sekunden fest (39,41). In den aktuellen S3-Leitlinien besteht ein starker Konsens, dass das tägliche Zähneputzen mit einer fluoridhaltigen Zahnpasta mindestens 2 Minuten dauern sollte. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass sich sämtliche in dieser Arbeit zitierten Empfehlungen unter dem Begriff „S3-Leitlinie“ auf die aktuellen S3-Leitlinien „Kariesprävention bei bleibenden Zähnen – grundlegende Empfehlungen“ (Langfassung, Stand Jänner 2025, Gültigkeit bis 2030) beziehen (42).

Des Weiteren ist es wichtig, herkömmliche fluoridhaltige Zahnpasten von speziellen Fluoridzahnpasten abzugrenzen, da Unterschiede bezüglich der enthaltenen Menge an Fluorid und Schleifmittel sowie deren Anwendungsart bestehen können (37).

Zahnpasten mit einem Fluoridgehalt von 5000 ppm gelten als verschreibungspflichtige Arzneimittel. Zur Verringerung des Risikos von White-Spot-Läsionen kann der Einsatz von hochdosierten Fluoridzahnpasten bei Personen, die sich in festsitzender kieferorthopädischer Behandlung befinden, sinnvoll sein (7). Enerböck et al. gingen dieser Hypothese in einer klinischen Untersuchung mit 248 Jugendlichen im Alter zwischen 12 und 20 Jahren nach, die eine festsitzende kieferorthopädische Apparatur (Ober- und Unterkiefer) trugen. Dabei wurde untersucht, wie sich verschiedene Konzentrationen von Zahnpasten (1450 ppm vs. 5000 ppm Fluorid) sowie die zusätzliche Anwendung einer 0,2%-NaF-Mundspüllösung auf die Entstehung von White-Spot-Läsionen im Frontzahnbereich auswirkten. Die Ergebnisse zeigten, dass 60% der Teilnehmer*innen mit hochdosierten Fluoridzahnpasten neue Demineralisierungen entwickelten, während es in der Kontrollgruppe mit einer Standardzahnpaste (1450 ppm) 78% waren. Die Gruppe, die zusätzlich eine Fluoridspüllösung verwendete, zeigte mit 58% den geringsten Anteil an neuen Läsionen. Diese Ergebnisse sprechen dafür, dass hochdosierte Fluoridzahnpasten das Risiko für White-Spot-Läsionen während einer kieferorthopädischen Behandlung verringern können (43).

León et al. beschrieben zudem, dass die zweimal tägliche Verwendung von hochdosierten Fluoridzahnpasten (5000 ppm) zu einem signifikanten Rückgang von Wurzelkaries nach einer zweijährigen Behandlungsdauer führen kann (44).

1.7.2 Fluoridierte Mundspüllösungen

In der Übersichtsarbeit des Cochrane Database of Systematic Reviews Instituts aus dem Jahr 2016 belegen Marinho et al. die kariespräventive Wirksamkeit fluoridhaltiger Mundspüllösungen bei Kindern und Jugendlichen. Es konnte eine Verminderung der DMFS- bzw. DMFT-Werte um 27 bzw. 23% im Vergleich zu Kontrollgruppen ohne Fluoridanwendung beobachtet werden (45). Dementsprechend wurden diese Ergebnisse in den S3-Leitlinien berücksichtigt. Der Einsatz fluoridierter Mundspüllösungen wird laut S3-Leitlinie ab einem Alter von 6 Jahren empfohlen und ist besonders für Kinder mit erhöhtem Kariesrisiko geeignet. Gespült kann entweder täglich oder wöchentlich mit einer 0,05%- oder 0,2%-NaF-Lösung werden (42).

1.7.3 Fluoridgele

Zu den professionell applizierten lokalen Fluoridierungsmaßnahmen zählen Fluoridgele. Dabei wird ein Gel, das 1 % Natriumfluorid enthält, auf eine Schiene aufgetragen und dann in den Patientenmund für 4 Minuten eingesetzt. Alternativ dazu kann auch Aminfluorid in niedrigeren Konzentrationen verwendet werden, wenn eine häusliche Anwendung bevorzugt wird (10). Gemäß den S3-Leitlinien kann die Applikation von Fluoridgelen unabhängig von anderen Fluoridierungsmethoden erfolgen (42).

1.7.4 Fluoridlacke

Fluoridlacke werden vorrangig bei Personen mit erhöhtem Kariesrisiko eingesetzt.

Aufgrund ihrer guten Haftung auf der Zahnoberfläche bilden sie einen dünnen Film, der mindestens 12 Stunden auf dem Zahnschmelz verbleibt und eine kontinuierliche Fluoridabgabe ermöglicht. Durch diese langsame Freigabe wird das Risiko einer akuten Toxizität reduziert. Die Applikation erfolgt mithilfe von Microbrushes, Spritzen oder Wattekügelchen; individuell kann zuvor eine professionelle Zahnreinigung erfolgen. Die beiden häufigsten verwendeten Fluoridlacke sind Duraphat® und Fluor Protector®. Der Duraphat® Lack, hergestellt von der Firma CP GABA GmbH, etwa enthält 5 % Natriumfluorid (entspricht 22600 ppm F⁻) in einer harzbasierten Lösung mit Alkohol als Lösungsmittel. Der Wirkstoff hinter Fluor Protector® der Firma Ivoclar Vivadent GmbH ist eine Difluorsilan-Verbindung mit 0,9% bzw. 1000 ppm F⁻, die durch einen auf Polyurethan basierten Lack auf der Zahnoberfläche aushärtet (46). In den S3-Leitlinien liegt ein starker Konsens für die zweimal jährliche lokale Fluoridapplikation vor; bei erhöhtem Kariesrisiko kann eine Applikation auch vierteljährlich stattfinden und ist ebenfalls unabhängig von sonstigen Fluoridierungsmaßnahmen (42).

1.8 Systemische Fluoridierungsmaßnahmen

1.8.1 Trinkwasserfluoridierung

Die Einführung der Trinkwasserfluoridierung (TWF) zur Senkung der Karieslast in der Bevölkerung im vergangenen Jahrtausend gilt als eine der 10 erfolgreichsten Maßnahmen im Bereich der öffentlichen Gesundheitsvorsorge (47). Ebenso zählt sie zu den kosteneffizientesten, gemeinschaftsorientierten Methoden zur Reduktion von Karies. Eine Cochrane-Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2015 stellte eine Kariesreduktion um 35% (Milchgebiss) bzw. um 26% (bleibendes Gebiss) durch die Einführung der TWF fest (48,49).

Grand Rapids war im Jahr 1945 die erste US-amerikanische Stadt, die ein öffentliches Fluoridierungsprogramm durchführte. Nach 5 Jahren zeigten Untersuchungen der dort lebenden Schulkinder einen signifikanten Rückgang der Karieshäufigkeit – im Gegensatz zur Kontrollstadt Muskegon, in der zu diesem Zeitpunkt noch keine Fluoridierungsprogramme durchgeführt wurden. Diese positiven Erfolge führten zur Einführung der Maßnahme in weiteren Städten (50).

Mit Stand 2012 trinken rund 378 Millionen Menschen weltweit täglich Wasser, das künstlich mit Fluorid angereichert wird. Weitere 57 Millionen Personen beziehen fluoridhaltiges Trinkwasser natürlichen Ursprungs (51). Im Jahr 2020 bezogen 3 von 4 US-amerikanischen Bürger*innen Trinkwasser, das eine kariespräventiv wirksame Menge an Fluorid enthielt. Dennoch entschieden sich die US-Bundesstaaten Florida und Utah Anfang dieses Jahres dazu, die öffentliche TWF gesetzlich abzuschaffen (52).

Im Gegensatz dazu, ist die künstliche TWF in EU-Ländern, mit Ausnahme von Irland und Teilen von Spanien, derzeit kaum verbreitet. Ein EU-weites Verbot für die Implementierung einer künstlichen TWF besteht nicht (18).

Sofern die Konzentrationen im empfohlenen Bereich liegen, stellt die TWF eine sichere und wirksame Methode dar. Die WHO legte dafür einen Höchstwert von 1,5 mg/l fest (15). Aufgrund des vorherrschenden Klimas, Trinkwasserverbrauch sowie zusätzliche Fluoridquellen kann es dennoch in manchen Ländern schwierig sein, diese Grenzwerte einzuhalten. Um kariespräventive Effekte zu erzielen und gleichzeitig das Risiko der Entstehung einer Dentalfluorose zu minimieren, legte die USA die empfohlene Fluoridkonzentration im Trinkwasser von 0,7mg/l fest (53). In Österreich liegt der Grenzwert für Fluorid im Trinkwasser entsprechend der Trinkwasserverordnung (BGBl. II 304/2001) bei 1,5 mg/l. Diese Verordnung ist seit 01.09.2001 in Kraft, wobei in Österreich der künstliche Zusatz von Fluorid verboten ist (54). Auch in Deutschland gilt derselbe Höchstwert gemäß Trinkwasserverordnung (5).

1.8.2 Salzfluoridierung

Die Fluoridierung des Speisesalzes stellt eine Alternative zur Trinkwasserfluoridierung dar. Der Einsatz wird prinzipiell dann empfohlen, wenn eine Trinkwasserfluoridierung nicht möglich ist bzw. nicht durchgeführt wird. Durch den Erfolg von jodiertem Speisesalz gegen Kropf, führte die Schweiz als erstes Land in den 1950er Jahren die systematische Salzfluoridierung zur Kariesreduktion ein. Auch heute noch wird fluoridiertes Speisesalz in der Schweiz und Deutschland eingesetzt – der Schweizer Anteil beträgt 85%; in Deutschland

liegt der Anteil bei ca. 67% (55). Die nachstehende Tabelle 4 bietet eine Zusammenfassung der Länder, in denen fluoridiertes Salz mit Stand 2013 einsetzen (51).

Tabelle 4: Kontinente mit Salzfluoridierung (Stand 2013) (51)

Europa	Nordamerika	Südamerika
Schweiz, Frankreich, Deutschland, Spanien, Finnland, Polen, Serbien, Tschechien, Slowenien, Belgien, Dänemark, Österreich , Rumänien	Mexiko, Jamaica, Belize, Costa Rica, Cuba, Domenikanische Republik	Kolumbien, Peru, Ecuador, Uruguay, Venezuela

Zwischen 1965-1985 wurden in der Schweiz, Ungarn und Kolumbien Untersuchungen hinsichtlich der kariespräventiven Wirkung von fluoridiertem Speisesalz durchgeführt.

Ähnlich wie die Trinkwasserfluoridierung zeigte auch die Salzfluoridierung positive Effekte, indem die Karieslast betroffener Zähne um 50% reduziert werden konnte (56).

Für die Fluoridierung werden üblicherweise Kalium- und Natriumfluorid in Konzentrationen von 250-300 ppm F⁻ pro kg Salz eingesetzt. Eine Mindestkonzentration von 200 mg/kg F⁻ ist dennoch notwendig, damit fluoridiertes Speisesalz kariespräventiv wirksam ist. Es werden ähnlich hohe Fluoridkonzentrationen im Speichel gemessen, wie durch die Aufnahme von fluoridiertem Trinkwasser mit 1 mg/l F⁻.

Ethisch betrachtet ist es vorteilhaft, dass sowohl fluoridhaltiges als auch fluoridfreies Speisesalz angeboten wird. So ist die Entscheidung individuell Konsument*innen überlassen, was sich aber insgesamt eventuell nachteilig auf die Kariesreduktion auswirken kann (51).

1.8.3 Milchfluoridierung

Eine weitere Methode der systemischen Fluoridierung ist die Milchfluoridierung, die in den 1950er Jahren in der Schweiz, USA und Japan eingeführt wurde und auch heute noch über eine Million Kinder weltweit erreicht. In Regionen, wo gleichzeitig eine hohe Kariesprävalenz und niedrige Fluoridkonzentrationen im Trinkwasser vorliegt, stellt die Milchfluoridierung eine alternative, gemeinschaftsorientierte Fluoridierungsmethode dar. Mit nur 2-3 € pro Kind/Jahr ist sie vor allem eine kostengünstige Alternative (57). Dennoch wird die Wirksamkeit von Fluoriden in Milch im Vergleich zu anderen

Fluoridierungsmethoden als geringer eingeschätzt. Dies lässt sich aufgrund der Interaktion von Fluoriden mit dem in Milch enthaltenem Kalzium erklären, wodurch schwer lösliche Verbindungen entstehen, die die Aufnahme in den Körper erschweren (58).

In einem aktualisierten Cochrane-Review von Yeung et al. wurde lediglich eine einzige unveröffentlichte, randomisierte kontrollierte Studie mit 180 3-jährigen Kindern berücksichtigt. Dabei erhielten die Kinder regelmäßig 180-200 ml Milch mit einer Fluoridkonzentration von 2,5mg/l. Nach drei Jahren Studienlaufzeit zeigte sich bei Kindern ein Kariesrückgang der Milchzähne um 31% (dmft), in bleibenden Zähnen war der Effekt klinisch weniger relevant. Aufgrund der begrenzten Studienqualität und kleinen Stichprobengröße von 180 Kleinkindern wird der Evidenzgrad jener Studie als niedrig eingestuft. Dennoch deuten die Ergebnisse darauf hin, dass fluoridierte Milch zur Kariesprävention im Milchgebiss beitragen kann, wobei in der Zukunft intensivere Forschungen zu dieser Thematik notwendig sein werden (59,60).

1.8.4 Fluoridtabletten

Bevor fluoridhaltige Zahnpasten weit verbreitet waren, wurden verstärkt in fluoridarmen Regionen Fluoridtabletten – häufig bereits ab 6 Monaten – eingesetzt. Der kariespräventive Effekt wurde der präeruptiven Wirkung während der Zahnentwicklung zugeschrieben (10). Laut den aktuellen S3-Leitlinien spielt der Einsatz von Fluoridtabletten heutzutage keine relevante Rolle in der Kariesprävention im bleibenden Gebiss. Die aktuelle Datenlage mit neuen Studien ist mangelhaft. Lediglich gemäß den aktualisierten Leitlinien „Guidelines on the use of fluoride für caries prevention in children“ der European Academy of Paediatric Dentistry (EADP) aus dem Jahr 2019 können Fluoridtabletten bei Kindern mit hohem Kariesrisiko in Erwägung gezogen werden. Dennoch sollte auch hier vorrangig eine adäquate Mundhygiene und der Einsatz höher dosierter fluoridhaltiger Zahnpasten stattfinden (42,49).

Als Wirkstoff ist meistens Natriumfluorid enthalten, wobei die Dosierung altersabhängig erfolgt. Vor der Verabreichung ist es wichtig zu berücksichtigen, ob die betroffene Person zusätzlich fluoridhaltiges Trinkwasser oder Speisesalz konsumiert. Um eine übermäßige Gesamtfluoridzufuhr zu vermeiden, sollten entweder Fluoridtabletten oder Fluoridsalz eingenommen werden (5).

1.9 Empfehlungen zur Basisprophylaxe

Von der Geburt bis zum ersten Zahndurchbruch empfiehlt die Deutsche Bundeszahnärztekammer (BZÄK, Stand Juni 2024) die tägliche Einnahme einer Fluorid- und Vitamin-D-Tablette. Nach dem Durchbruch des ersten Milchzahnes sollte zur Zahnpflege eine Kinderzahnpaste mit 500 ppm Fluorid in erbsengroßer Menge verwendet werden. Alternativ empfiehlt die BZÄK für Säuglinge ab Zahndurchbruch bis 12 Monate Zahnpasten mit einem Fluoridgehalt von 1000 ppm, wobei hier eine reiskorngroße Menge genügt. Sollte eine fluoridfreie Zahnpaste genutzt werden, so wird ergänzend die Gabe einer Fluoridtablette und Vitamin D bis 1. Lebensjahr angeraten. Bei Verwendung fluoridhaltiger Zahnpaste kann auf die zusätzliche Supplementierung verzichtet werden.

Ab dem 2. Lebensjahr sollte zweimal täglich eine Zahnpaste mit einem Fluoridgehalt von 1000 ppm in Erbsengröße verwendet werden. Später, ab dem Durchbruch des ersten Molaren bzw. ab einem Alter von 6 Jahren wird die Nutzung einer Zahnpaste mit einem Fluoridgehalt von bis zu 1500 ppm empfohlen. Zudem soll fluoridiertes Speisesalz als ergänzende systemische Maßnahme im häuslichen Umfeld verwendet werden.

Die genannten Empfehlungen sind in der nachfolgenden Abbildung 4 nochmals überblicksmäßig zusammengefasst (7,61).

Geburt bis erster Milchzahn

- tägl. Einnahme von einer Fluorid- und Vit-D-Tablette

Ab Durchbruch des ersten Milchzahnes bis zum

2. Geburtstag

- 2x tägl. Zähneputzen mit einer erbsengroßen Menge (Zahnpasta mit 500ppm) oder reiskorngroßen Menge (Zahnpasta mit 1000 ppm)
- Bis zum 12. Monat zusätzlich:
 - Fluoridhaltige Zahnpasta + Vit-D-Tablette oder
 - Fluoridfreie Zahnpasta + Vit-D-Tablette + Fluoridtablette

Vom 2. bis 6. Geburtstag

- 2x täglich Zähneputzen mit einer erbsengroßen Menge (Zahnpasta mit 1000 ppm)

Ab 6. Geburtstag

- 2x tägliches Zähneputzen (Zahnpasta bis 1500 ppm)

Abbildung 4: Empfehlungen zu Fluoridkonzentrationen in Zahnpasten je nach Alter (7,61)

Zum Abschluss dieses Kapitels sei auf folgende Diskrepanz hingewiesen: Aus einer Infobroschüre der Österreichischen Gesellschaft für Kinderzahnmedizin geht hervor, dass die Verwendung einer 1000 ppm fluoridhaltigen Zahnpasta mit einer reiskorngroßen Portion ab dem ersten Milchzahn bis zum 2. Lebensjahr empfohlen wird. Hinweise zur Einnahme von Vitamin-D- oder Fluoridtabletten sind nicht angegeben. Die zugrunde liegende Primärquelle von Berg et al. spricht sich hingegen klar für die Supplementierung beider Präparate ab Geburt bis zum ersten Zahn aus (62,63). Die Wahl der geeigneten Fluoridierungsmaßnahme sollte daher stets individuell in Absprache mit dem*der behandelnden Zahnarzt*ärztin erfolgen.

1.10 Unerwünschte Wirkungen durch Fluoridexposition

Bei sachgemäßer Anwendung stellen Fluoride einen wichtigen Schutz gegen Karies dar. In der Literatur wird eine Fluoridaufnahme zwischen 0,05 und 0,07 mg/kg Körpergewicht pro Tag als gesundheitlich unbedenklich beschrieben. Wird die empfohlene Aufnahmemenge

überschritten, können unerwünschte Effekte auftreten. Man unterscheidet, je nach Aufnahmemenge und Zeitdauer, akute und chronische Formen der Überdosierung (64).

1.10.1 Akute Überdosierung

Bei plötzlicher Aufnahme großer Mengen an Fluorid kann es zu einer akuten toxischen Fluoridüberdosierung kommen. Beispiele für notwendige Mengen sind in der nachstehenden Tabelle 5 aufgelistet (65). Hauptursachen für eine akute Fluoridvergiftung sind heutzutage unbeaufsichtigtes Verschlucken fluoridhaltiger Zahnpflegeprodukte sowie die Aufnahme von stark fluoridiertem Trinkwasser. Im Falle einer akuten Fluoridvergiftung treten zunächst häufig gastrointestinale Beschwerden wie Übelkeit, Durchfall oder Bauchmerzen auf. In weiterer Folge kann ein Kreislaufkollaps eintreten, der von anderen Symptomen wie Kurzatmigkeit, Zyanose, erweiterte Pupillen begleitet sein kann (66). Weiters kann Fluorid zentrale Stoffwechselprozesse stören, indem Fluoride stark an Kalziumionen binden und dadurch schwerwiegende Hypokalzämien verursachen. Auch der Zellstoffwechsel wird beeinflusst: Die Hemmung der Natrium-Kalium-ATPase kann zu Entwicklung einer Hyperkaliämie beitragen, während andere Enzyme – wie die Adenylatzyklase – überaktiviert werden (67). In schwerwiegenden Fällen kann es sogar zu Herzarrhythmien, -stillstand bis hin zum tödlichen Ausgang kommen. (5,65,67,68). Dennoch ist es wichtig zu betonen, dass akute Überdosierungen mit tödlichem Ausgang äußerst selten auftreten (68).

G. M. Whitford beschrieb bereits im Jahr 1987 in seiner Publikation „Fluoride in dental products: safety considerations“ zwei zentrale Konzepte für die Beurteilung einer Fluoridüberdosierung: Für eine erwachsene Person (70 kg schwer), wird die sogenannte „certainly lethal dose (CLD)“ mit 32-64 mg F⁻ pro kg Körpergewicht angegeben; was einer Gesamtaufnahme von etwa 5 bis 10 g Natriumfluorid entspricht. Bei Kindern wird das Konzept einer „probably toxic dose (PTD)“ angewandt. Mit der Festlegung der PDT von 5,0 mg Fluorid/kg Körpergewicht beschreibt Whitford jenen Grenzwert, bei dessen Überschreitung umgehende medizinische Betreuung und therapeutische Maßnahmen eingeleitet werden müssen, da gesundheitliche Schäden zu erwarten sind (69).

In der nachfolgenden Tabelle 5, entnommen aus dem Brazilian Dental Journal, listen Cury et al. verschiedene fluoridhaltige Produkte mit entsprechenden Produktmengen auf, die notwendig wären, um ein 20 kg schweres Kind der PTD von 5,0 mg Fluorid/kg Körpergewicht auszusetzen. Deutlich wird, dass bereits geringe Mengen hochkonzentrierter

Produkte, wie etwa Fluoridlacke, ausreichen können, um eine toxische Reaktion hervorzurufen (65).

Tabelle 5: Fluoridkonzentrationen in fluoridhaltigen Produkten, Menge von Fluorid in 1 ml oder 1 g des Produktes sowie die Produktmenge, die erforderlich ist, um ein 20 kg schweres Kind (5-6 Jahre alt) der PTD von 5,0 mg F-/kg auszusetzen. Modifiziert gemäß Cury et al. (65) Lizenz: [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Product	Fluoride (F) concentration (ppm F)	Amount of F in 1 mL or 1 g	Amount of product required for a 5-6 years old child (20 kg) to be exposed to the PTD
Fluoride Varnish (5% NaF)	22,000	22 mg/g	4.5 g
Acidulated phosphate fluoride gel (1.23% F)	12,300	12.3 mg/g	8.1 g
Mouthrinse for weekly use (0.2% NaF)	900	0.9 mg/mL	111 mL
Dentifrice (0.11% F)	1,100	1.1 mg/g	90 g (1 tube)
Mouthrinse for daily use (0.05% NaF)	225	0.225 mg/mL	444 mL
Fluoride supplement (2.21 mg of NaF)		1.0 mg F/tablet	100 tablets
Optimally fluoridated water	0.7	0.0007 mg/mL	143 liters

Therapeutische Maßnahmen einer akuten toxischen Überdosierung zielen darauf ab, die weitere Resorption von Fluorid durch die Gabe einer Kalziumlösung zu hemmen. Gleichzeitig erfolgt eine Überwachung des Säure-Basen-Haushaltes und der Plasmakonzentrationen von Kalzium und Kalium, lebenswichtige Funktionen werden stabilisiert und unterstützt (70).

Abschließend lässt sich festhalten, dass Fluorid in der richtigen Dosierung als ungefährlich und unbedenklich gilt. Ein sachgemäßer Umgang und Wissen über empfohlene Anwendungsmengen und -grenzen – insbesondere bei der Verwendung lokaler Fluoride – sind Voraussetzung für eine sichere und effektive Nutzung (5).

1.10.2 Chronische Überdosierung

1.10.2.1 Dentalfluorose

Eine langfristige, übermäßige Fluoridzufuhr im Kindesalter kann zu Störungen der Schmelzbildung führen. Dieses Krankheitsbild wird als Dentalfluorose bezeichnet. Sie ist durch hypomineralisierten, porösen Zahnschmelz gekennzeichnet und kann in beiden Dentitionen auftreten (10). Bei der Entstehung sind besonders Kinder im Alter zwischen 1 und 4 Jahren gefährdet; ab 8 Jahren besteht kein Risiko mehr (71), da die Erkrankung auf die Phasen der Zahnentwicklung beschränkt ist (72).

Der Schweregrad der DF kann individuell durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst werden. Dazu zählen insbesondere der Zeitpunkt und die Dauer der Fluoridbelastung, aber auch das Knochenwachstum, das Gewicht, Ernährungsstatus und Nierenfunktion (71).

Für die Beurteilung fluoridinduzierter sowie nicht-fluoridinduzierter Opazitäten ist es wichtig, dass die Zähne sauber und vollständig getrocknet sind, um Unterschiede in der Symmetrie und Diskretion der Schmelzopazitäten zu erkennen und zu differenzieren. Milde Formen sind oft schwer zu diagnostizieren, insbesondere wenn sowohl fluorosebedingte als auch anders bedingte Schmelzveränderungen gleichzeitig vorliegen – wie beispielsweise Hypoplasien. Diese sind im Gegensatz durch klar abgegrenzte, weißliche Stellen an meist nur einem Zahn, gekennzeichnet (71).

Milde Formen der DF sind typischerweise durch feine, weißlich-opake Linien gekennzeichnet, die horizontal im Schmelzbereich angeordnet sind. Bei längerer und stärkerer Fluoridbelastung können diese Streifen zu wolkigen, fleckigen Bereichen zusammenfließen und die Zähne kreidig-weiß erscheinen lassen. Weiters können Unebenheiten und Vertiefungen an der Schmelzoberfläche auftreten. In schweren Fällen können sich hypomineralisierte, poröse Bereiche durch Einlagerung von Farbpigmenten gelblich bis bräunlich verfärben (72), welche sekundär durch Einlagerungen von Stoffen wie Eisen oder Kupfer entstehen (71). Durch die erhöhte Porosität und Sprödigkeit steigt wiederum das Risiko für Karies und Schmelzbrüche (72).

Zur besseren Beschreibung und Einteilung klinischer Erscheinungsbilder wurden verschiedene Klassifizierungssysteme bzw. Indices entwickelt (73).

Die ersten systematischen Ansätze zur Klassifikation und Beschreibung der Dentalfluorose gehen auf Arbeiten von Dean aus dem Jahr 1934 zurück. Ziel seiner Untersuchungen war es, einen Zusammenhang von fluoridiertem Trinkwasser und dem Auftreten fleckiger Stellen auf den Zähnen – er nannte dies „mottled enamel“ – zu erfassen. In einer späteren aktualisierten Arbeit (1942) formulierte Dean schließlich 6 Stufen zur Klassifikation. Im Rahmen seiner Studie wurde die US-amerikanische Bevölkerung auf das Vorliegen von Schmelzflecken untersucht, wobei die beiden am stärksten betroffenen Zähne identifiziert und anschließend einer der 6 Stufen des Dean-Indexes zugeteilt wurden. Kritisiert wurde daran aber, dass keine Aussage über das gesamte Ausmaß des betroffenen Gebisses möglich sei und dass keine Informationen über die Lokalisation der betroffenen Zähne vorliegen. Es wurde bemängelt, dass die Stufe 1 durch den Begriff „fragwürdig“ zu unpräzise formuliert sei und dass in Gegenden mit hoher Fluoridbelastung eine genauere Differenzierung

notwendig sei. Durch die genannten Mängel des Dean-Indexes führten Forscher des National Institute of Dental Research einen neuen Index ein, den sogenannten „Tooth Surface Index of Fluorosis“ (74-76). Dieser TSIF-Index liefert genauere Diagnosekriterien und fokussiert sich auf die ästhetischen Aspekte der DF (73).

Im Jahr 1978 entwickelten Thylstrup und Fejerskov ein weiteres Klassifizierungssystem mit 10 Stufen (0-9). Der TF-Index soll helfen, histologische Veränderungen der Fluorose detailliert wiederzugeben und Zusammenhänge zu makroskopischen Veränderungen zu erklären. Innerhalb dieser 10 Stufen gibt es 3 grobe Kategorien:




- Mild → TF-Index Stufen 1-3
- Moderat → TF-Index Stufen 4 und 5
- Schwerwiegend → TF-Index Stufen 6-9 (74)

Bewertet werden die Bukkal-, Lingual- und Okklusalfächen der Zähne. Im Gegensatz zum Dean-Index erlaubt der TF-Index eine genauere Beschreibung und Einteilung schwerer DF-Formen (72).

Zuletzt sei noch der „Fluorosis Risk Index“ von Pendrys aus dem Jahr 1990 erwähnt, der besonders für epidemiologische Fragestellungen geeignet ist. Er versucht die Beziehung zwischen altersabhängiger Fluoridexposition und der Entstehung der DF zu erläutern. Dieser Index ordnet die Zahnoberfläche dem Zeitpunkt ihrer Schmelzbildung entsprechend zu: Gruppe I umfasst Flächen, die im ersten Lebensjahr gebildet wurden; Gruppe II betrifft Flächen, die sich zwischen dem dritten und sechsten Lebensjahr entwickelt haben. Damit soll besser erkannt werden, in welchem Lebensabschnitt die Fluoridbelastung stattgefunden hat (73,77).

Die nachstehende Tabelle 6 zeigt exemplarische Abbildungen von Patient*innen mit unterschiedlich stark ausgeprägter Dentalfluorose sowie jeweils eine kurze Beschreibung der klinischen Befunde – eingeteilt mittels TF-Index.

Tabelle 6: Intraoralfotos von Dentalfluorose betroffener Zähne mittels Einteilung nach dem Thylstrup und Fejerskov Index
 Modifiziert gemäß Schaffner et al (78) Lizenz: [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Intraoralfotos von Dentalfluorose betroffenen Zähnen	Gradeinteilung mittels TF-Index, kurze Beschreibung der Defekte
	<p><u>TF-Index Grad 1 und 2</u>, es sind schmale, weißliche, horizontal verlaufende Linien am Zahnschmelz zu erkennen</p>
	<p><u>TF-Index Grad 4</u>, deutlich stärker ausgeprägt ist hier die Opazität und das kreibige, kalkige Erscheinungsbild der gesamten Zahnoberfläche</p>
	<p><u>TF-Index Grad 7</u>, bräunlich verfärbte Areale mit deutlichem Oberflächenschmelzverlust</p>

Zur Verringerung des Risikos einer Dentalfluorose sollte vor der Anwendung fluoridhaltiger Produkte eine gründliche Fluoridanamnese erfolgen. Insbesondere bei Kinder unter 6 Jahren soll die Fluoridaufnahme durch geeignete Kinderzahnpasten kontrolliert werden. Zudem soll die parallele Einnahme mehrerer Fluoridpräparate nur unter Rücksprache mit dem*der Zahnarzt*ärztin erfolgen. Hochdosierte Applikationen sollten nur im professionellen Rahmen in der Ordination durchgeführt werden (82).

Bei milden Ausprägungen der Dentalfluorose kommen vorrangig kosmetische Behandlungen wie Zahnaufhellungen oder oberflächliche Schmelzabtragungen zum Einsatz. Ausgeprägtere Formen können neben ästhetischen Behandlungen zusätzlich mit Kunststofffüllungen versorgt werden. Für schwerwiegende Fälle werden prothetische Versorgungen mittels Veneers oder Kronen empfohlen (71,72).

1.10.2.2 Skelettfluorose

Eine anhaltende hohe Fluoridexposition über einen längeren Zeitraum kann zu Veränderungen des Knochenstoffwechsels führen und sich als Skelettfluorose manifestieren (83). Laut Hellwig et al. kann eine chronische Aufnahme von Trinkwasser mit einem Fluoridgehalt von über 8 mg/l zur Entstehung von Skelettfluorosen führen. Schon bei einem langjährigen Aufenthalt in Gebieten mit einem Fluoridgehalt über 4 mg/l können sich erste knöcherne Veränderungen zeigen (5).

Generell kann die Erkrankung in drei unterschiedliche Schweregrade eingeteilt werden: mild, moderat und schwerwiegend. Begünstigende Risikofaktoren für die Entstehung einer Skelettfluorose umfassen unter anderem erhöhtes Alter, niedrige Kalziumaufnahme sowie eine lang andauernde Fluoridbelastung. Klinisch äußert sich das Krankheitsbild durch Gelenkschmerzen sowie -versteifungen, Verkalkungen von Bändern und Einschränkung der Beweglichkeit der großen Gelenke wie den Knie, Hüften oder Schultern. Da es bislang noch keine spezifische Therapie für dieses Krankheitsbild gibt, werden vor allem präventive Ansätze verfolgt (83).

In einer Fallstudie aus fünf Dörfern in Poldasht County, West-Aserbaidshān, Iran, wurde geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen dem vorherrschenden Fluoridgehalt des Trinkwassers und dem Auftreten der Skelettfluorose besteht. Mittels Wasseranalyse konnten Fluoridwerte zwischen 0,68 und 10,3 mg/l ermittelt werden – diese überschreiten den von der WHO festgelegten Grenzwert von 1,5 mg F⁻/l, (15), deutlich. Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass in Orten mit hoher Fluoridbelastung das Auftreten einer Skelettfluorose um 18,1% höher war als in jenen Gebieten mit niedrigerer Fluoridbelastung. Die Prävalenz der Skelettfluorose lag in Gebieten mit hoher Fluoridkonzentration im Trinkwasser bei 21,1% (94 von 445 Personen), während sie in Regionen mit niedrigeren Fluoridwerten nur etwa rund 3% (14 von 470 Teilnehmenden) betrug. Ältere und weibliche Personen waren häufiger betroffen (54,4%) (84).

1.10.3 Potenziell systemische Effekte von Fluorid

Aufgrund der weitverbreiteten und langjährigen Anwendung von Fluorid zur Kariesprophylaxe ist eine potenzielle neurotoxische Wirkung in den letzten Jahren verstärkt in den Fokus wissenschaftlicher Untersuchungen gerückt (85).

Eine aktuelle systematische Übersichtsarbeit und Metaanalyse von Taylor et al. aus dem Jahr 2025 befasste mit 74 epidemiologischen Studien hinsichtlich eines möglichen Zusammenhangs zwischen Fluoridexposition und der Intelligenz bzw. dem IQ-Wert von Kindern. Die Ergebnisse zeigten, dass eine erhöhte Fluoridexposition, insbesondere durch das Trinkwasser, mit einer geringfügigen, aber statistisch signifikanten Abnahme der kognitiven Fähigkeit bei Kindern verbunden sein kann. Besonders deutlich wurden diese Zusammenhänge bei Überschreitungen der WHO-Obergrenze von 1,5 mg/l Fluorid (15) im Trinkwasser. Ähnliche Ergebnisse zeigten sich auch in anderen Studien dieser Meta-Analyse, in denen die Fluoridkonzentration im Urin untersucht wurde. Die Autor*innen weisen darauf hin, dass die Ergebnisse jener Arbeit bei zukünftigen Nutzen-Risiko-Bewertungen von Fluorid berücksichtigt werden sollten (86). Eine weitere Meta-Analyse von Veneri et al., die 33 Studien auswertete, kam zu ähnlichen Ergebnissen. Sie stellten fest, dass Kinder in Gebieten mit hoher Fluoridexposition im Durchschnitt etwa 4,7 IQ-Punkte weniger erreichten als jene aus Gebieten mit niedriger Fluoridbelastung. Dabei zeigte sich bereits ab einer Fluoridkonzentration von 1 mg/l im Trinkwasser ein linearer Zusammenhang zur Abnahme des IQ-Wertes und steigenden Fluoridexposition. Da viele in der Analyse inkludierte Studien durch Störfaktoren beeinträchtigt sind, betonen die Autor*innen die Notwendigkeit weiterer prospektiver Studien, um diese Effekte eindeutig zu bestätigen (87).

Ein möglicher Zusammenhang zwischen Fluorid und Knochenkrebs ist ebenfalls Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen geworden. In einer aktuellen Übersichtsarbeit aus dem Jahr 2024 von Hajduga et al. wurden 14 Studien zur Beziehung zwischen Fluoriden und dem Auftreten von Knochtumoren mit insgesamt 8680 Teilnehmer*innen analysiert. Die Auswertung ergab, dass in 12 der 14 Studien kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Fluoridbelastung und dem Auftreten von primären Knochtumoren festgestellt werden konnte. Lediglich in zwei Studien, von Takahashi et al. (88) und Cohn (89), wurden positive Assoziationen berichtet. Insgesamt verweisen die Autoren*innen darauf, dass auch in dieser Thematik Forschungsbedarf besteht und hochwertigere Studien notwendig sind (90).

Ebenso wird ein möglicher negativer Einfluss auf die Schilddrüsenfunktion und den Hormonhaushalt diskutiert. Iamandii et al. beschrieben in einer systematischen Übersichtsarbeit und Meta-Analyse einen dosisabhängigen Zusammenhang zwischen erhöhter Fluoridexposition bzw. -aufnahme und steigenden TSH-Werten – insbesondere bei Trinkwasserfluoridkonzentrationen von 2 bis 2,5 mg/l. Als mögliche, dahinterstehende Mechanismen werden etwa die Beeinflussung der Umwandlung von T4 zu T3, Störungen an Rezeptoren sowie zelluläre Schäden genannt. Einige der in der Analyse eingeschlossenen Studien, darunter Untersuchungen von Peckham et al. (91), weisen auf ein potenziell erhöhtes Risiko für Schilddrüsenerkrankungen wie Struma und Hypothyreose hin. Dennoch ist hierzu die Datenlage uneinheitlich (92).

Abschließend werden ebenso mögliche Auswirkungen von Fluorid auf die Nierenfunktion betrachtet. Die Nieren stellen das Hauptausscheidungsorgan von Fluorid dar. Hinweise einer chinesischen Querschnittstudie von Wu et al. deuten darauf hin, dass eine hohe, längerfristige Fluoridbelastung mit funktionellen Veränderungen der Nieren einhergehen könnte. Unter anderem zeigte sich ein Zusammenhang zwischen steigender Urin-Fluoridkonzentration und erhöhten Werten des nierenspezifischen Biomarkers NAG, der zur frühzeitigen Diagnostik von Nierenschädigungen herangezogen wird (93).

2 Material und Methoden

2.1 Ethikvotum

Die Studie, die im Rahmen dieser Diplomarbeit mit dem gleichnamigen Titel durchgeführt werden soll, wurde von der Ethikkommission der Medizinischen Universität Graz genehmigt. Das Ansuchen zur Durchführung der Fragebogenstudie vom 18.12.2024 wurde am 25.02.2025 freigegeben. Die zugehörige EK-Nummer lautet 1378/2024.

2.2 Studiendesign

Im Rahmen dieser wissenschaftlichen Arbeit wurde folgende Hypothese aufgestellt:

- (1) Der Wissensstand der Bevölkerung in der Steiermark über die Rolle von Fluorid in der Kariesprophylaxe ist signifikant niedriger als der aktuelle wissenschaftliche Stand, was zu Missverständnissen und zu einer unzureichenden Nutzung fluoridhaltiger Produkte führt.*

Weiters sollen folgende Kernfragen durch diese Arbeit beantwortet werden:

- (1) Wie ist der aktuelle wissenschaftliche Stand von Fluoridierungsmaßnahmen zur Kariesprävention?*
- (2) Welche Langzeitauswirkungen zeigen sich bei regelmäßiger Anwendung, gibt es Nebenwirkungen oder gar gesundheitliche Risiken?*
- (3) Wie ist das Kenntnissniveau der steirischen Bevölkerung über die kariespräventive Wirkung von Fluorid und welche Wissenslücken bestehen?*

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde ein Fragebogen entwickelt, um das Bewusstsein und den Wissenstand der steirischen Bevölkerung zum Thema Fluorid und Kariesprävention zu erheben. Die erhobenen Daten wurden im Anschluss ausgewertet und mit aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen verglichen.

Teilnehmer*innen dieser Studie mussten folgende Kriterien erfüllen:

Einschlusskriterien:

- Wohnsitz in der Steiermark
- Alter über 18 Jahre
- Personen aller Geschlechter

Ausschlusskriterien:

- Zahnmedizinisches Personal wie Zahnmedizinstudent*innen, Zahnmediziner*innen, zahnärztliche Fachassistent*innen
- Unvollständig ausgefüllte Fragebögen

Es wurde auf simple Formulierungen der Fragen geachtet. Zur einfachen und schnellen Beantwortung wurden Single-Choice, Multiple-Choice sowie skalierten Fragen erstellt. Der Fragebogen wurde in deutscher Sprache verfasst.

Zu Beginn des Fragebogens wurden die Teilnehmer*innen über den Zweck, Ablauf, Teilnahmebedingungen, Nutzen, Ansprechpersonen sowie über den Datenschutz dieser Fragebogenstudie informiert und aufgeklärt.

Die Fragen gliederten sich grob in 4 Themenbereiche:

- (1) Demographischen Daten: Altersgruppe, Wohnregion, Bildungsniveau, Beruf, ...
- (2) Zahngesundheitsverhalten und -bewusstsein: tägliche Zahnpflege, Konsumverhalten von Zahnpflegeprodukten, ...
- (3) Wissen und Einstellung zu Fluorid: Wirkungsweise, Vorteile, Nebenwirkungen, Anwendungsarten, ...
- (4) Kariespräventive Ansätze und Aufklärungsbedarf: Trinkwasser- und Tablettenfluoridierung, Einstellung zur Kariesprävention, persönliche Erfahrungen

Der Fragebogen befindet sich im Anhang (Kapitel 7).

2.3 Datenerhebung

Der Fragebogen wurde in einem Zeitraum vom 6.3.2025 bis 17.4.2025 in Papierform und in deutscher Sprache an Patient*innen der Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit in Graz verteilt – entweder durch Auslage in den Warteräumen oder durch die direkte Weitergabe durch Kolleg*innen.

Die Erhebung der Daten erfolgte vollständig anonymisiert. Zu keinem Zeitpunkt mussten Teilnehmer*innen genaue Informationen über ihren Namen, Alter oder Wohnort bekannt geben. Die Fragen bzw. Antwortmöglichkeiten wurden lediglich zusammengefasst dargestellt, somit wurde eine vollständige Anonymisierung gewährleistet. Rückschlüsse auf die Identität der Teilnehmer*innen sind nicht möglich.

Die ausgefüllten Fragebögen wurden anschließend in einem verschlossenen, für unbefugte Personen nicht zugänglichen Raum, aufbewahrt.

2.4 Datenanalyse

Die gesammelten Papierfragebögen wurden im Rahmen eines Prozesses der Datenkodierung und -aufbereitung für eine statistische Auswertung in ein digitales Format (Microsoft Excel) umgewandelt. Als statistische Verfahren wurden der Chi-Quadrat-Test, Kruskal-Wallis-Test sowie die deskriptive Statistik herangezogen. Die Auswertung der Studienergebnisse erfolgte unter Anweisung von Dipl.-Ing.ⁱⁿ Irene Mischak. Zur besseren Visualisierung der Ergebnisse wurden passende Grafiken sowie Tabellen mithilfe von Microsoft Excel, Microsoft Word sowie IBM SPSS Statistics (Version 29) erstellt.

3 Ergebnisse

3.1 Beschreibung der Stichprobe

In Summe nahmen 159 Teilnehmer*innen an der Fragebogenstudie teil. Unter den Befragten waren 91 Personen weiblich, 67 männlich. Lediglich eine Person machte zu ihrem Geschlecht keine Angabe.

Bei der Befragung wurden die Teilnehmer*innen in Altersgruppen von 18-30, 31-50, 51-69 sowie >70 Jahren eingeteilt. Mit 44 % (n=44) war die Altersgruppe der 51-69-Jährigen am häufigsten vertreten. Die restlichen Altersgruppen waren ungefähr ähnlich häufig vertreten, in der nachfolgenden Abbildung 5 wird die Altersverteilung graphisch veranschaulicht.

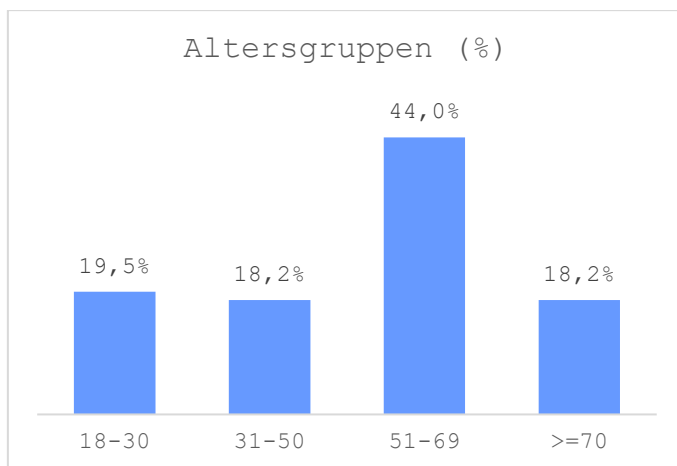


Abbildung 5: Verteilung der Altersgruppen

Beruflich sind mit 41,5% (n=66) die meisten Befragten bereits im Ruhestand. 35,8% (n=57) sind Angestellte*r, 11,9% (n=19) sind Student*innen. 3,1% (n=5) sind als Selbstständige*r beschäftigt. 6,9% (n=11) der Befragten üben einen anderen Beruf aus. Eine Person gab an, Schüler*in zu sein. Nachstehend zeigt die Abbildung 6 die Verteilung der Berufsgruppen als Säulendiagramm.

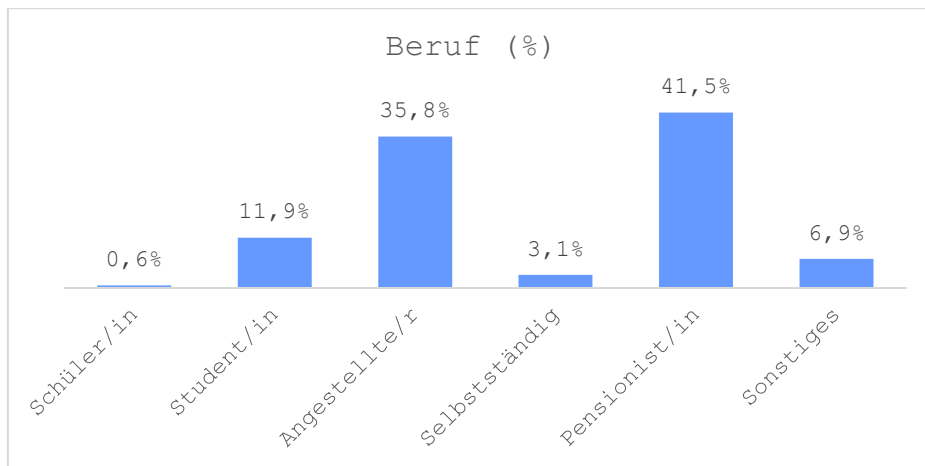


Abbildung 6: Verteilung der Berufsgruppen

Als höchste Form des Bildungsgrades nannten 66 Personen den Lehrabschluss, was 41,5% entspricht. 38 Personen haben einen Matura-Abschluss, 34 Personen haben einen Hochschul- bzw. universitären Abschluss erreicht. 11 Personen absolvierten lediglich die Pflichtschule, weitere 10 Personen haben sonstige Bildungsabschlüsse angegeben. Nachfolgend in der Abbildung 7 sind die Verteilungen graphisch in Prozent dargestellt.

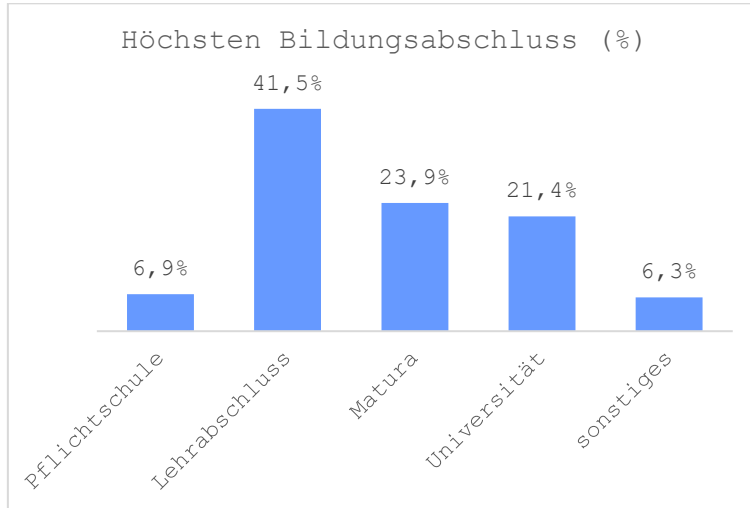


Abbildung 7: Verteilung des höchsten Bildungsabschlusses

Für die Teilnahme an dieser Studie war ein Wohnsitz in der Steiermark Voraussetzung; dabei verteilten sich die Wohnsitze wie folgt: Mit 42,8% (n=68) stammen die meisten Teilnehmer*innen aus Graz, gefolgt mit 25,2% (n=40) Teilnehmer*innen aus der Obersteiermark. 16,4% sind in der Weststeiermark, 10,1% (n=16) in der Oststeiermark und

3,1% (n=5) in der Südsteiermark wohnhaft. Mit 2,5% stammen nur 4 Personen aus der Region Graz Umgebung.

3.2 Zahngesundheitsverhalten und dentales Bewusstsein

Von den 159 Teilnehmer*innen beantworteten 140 Personen die Frage „Hatten Sie schon einmal Karies bzw. ein Loch?“ mit „ja“. Das entspricht 88,1% (n=140). 15 Personen gaben an, noch nie Karies gehabt zu haben, 4 Personen waren sich unsicher.

Die Erhebung der Anzahl vorhandener Zähne der Befragten zeigte, dass der Großteil nahezu vollständig bezahnt ist. 35,2% (n=56) der Befragten weisen 26-30 Zähne auf, 15,7% (n=25) der Beteiligten haben sogar mehr als 30 Zähne. Kleinere Gruppen gaben eine verringerte Zahnanzahl an, wobei davon lediglich 1,9% (n=3) zahnlos waren.

Eine klare Mehrheit zeigte sich beim täglichen Zahnputzverhalten. 75,5% (n=120) der befragten Personen putzen zweimal täglich die Zähne. 12,6% (n=20) putzen sogar öfters als zweimal pro Tag. 10,7% (n=17) gaben an, einmal am Tag die Zähne zu putzen. 1,3% (n=2) putzen selten die Zähne.

Bei der Frage, welche Zahnpflegeprodukte regelmäßig verwendet werden, konnten die Teilnehmer*innen mehrere Antworten nennen. Mit 98,1% (n=156) und 93,1% (n=148) wurden die Zahnpasta und -bürste mit Abstand am häufigsten genannt. Etwa die Hälfte der Befragten verwendet zusätzlich Mundspüllösungen (52,2%, n=83), Zahnseide (50,3%, n=80) oder Interdentalbürsten (39,0%, n=62).

In der nachfolgenden Tabelle 7 ist die Verteilung des Gebrauchs von Zahnpflegeprodukten angeführt.

Tabelle 7: Verteilung des Gebrauchs von Zahnpflegeprodukten

Welche Zahnpflegeprodukte verwenden Sie regelmäßig? (Mehrfachantworten)	Anzahl	%
Zahnpasta	156	98,1
Zahnbürste	148	93,1
Zahnseide	80	50,3
Interdentalbürste	62	39,0
Mundspüllösung	83	52,2
Zungenreiniger	23	14,5
Munddusche	13	8,2
Toothpicks	11	6,9
sonstige	3	1,9

Beim Kauf von Zahnpflegeprodukten konnten ebenfalls Mehrfachantworten genannt werden. Am häufigsten (54,1%, n=54,1) wurde angegeben, sich beim Kauf durch Empfehlungen von Zahnmediziner*innen oder von zahnmedizinischem Personal leiten zu lassen. Auch die Marke (49,7%, n=79) und die Inhaltsstoffe (27,0%, n=43) zählen für die Befragten zu den wesentlichen Kaufkriterien von Zahnpflegeprodukten. In der Tabelle 8 sind die Ergebnisse zusammengefasst.

Tabelle 8: Verteilung der Kaufkriterien von Zahnpflegeprodukten

Nach welchen Kriterien kaufen Sie Zahnpflegeprodukte? (Mehrfachantworten)	Anzahl	%
Preis	39	24,5
Marke	79	49,7
Design	12	7,5
Inhaltsstoffe	43	27,0
Produkt in der Werbung gesehen/gehört	17	10,7
Empfehlung von Zahnmediziner/innen oder zahnmed. Personal	86	54,1
Vorhandensein von Zertifikaten wie bio, vegan, Testsieger	15	9,4

Die 159 Teilnehmer*innen wurden gebeten, die Wichtigkeit der Verwendung fluoridhaltiger Zahnpflegeprodukte auf einer Skala von 1-10 zu bewerten. Der niedrigste genannte Wert war 1, der höchste 10. Die statistische Auswertung ergab einen Median 7 und den Mittelwert bei 6,6. Da der Mittelwert leicht unter dem Median liegt, zeigt, dass eine leichte Tendenz zu

einer etwas niedrigeren, aber dennoch signifikant hohen Wichtigkeit besteht. Die Standardabweichung betrug 2,5. Die Abbildung 8 und 9 zeigen die Wichtigkeit der Verwendung fluoridhaltiger Produkte als Boxplot und Säulendiagramm.

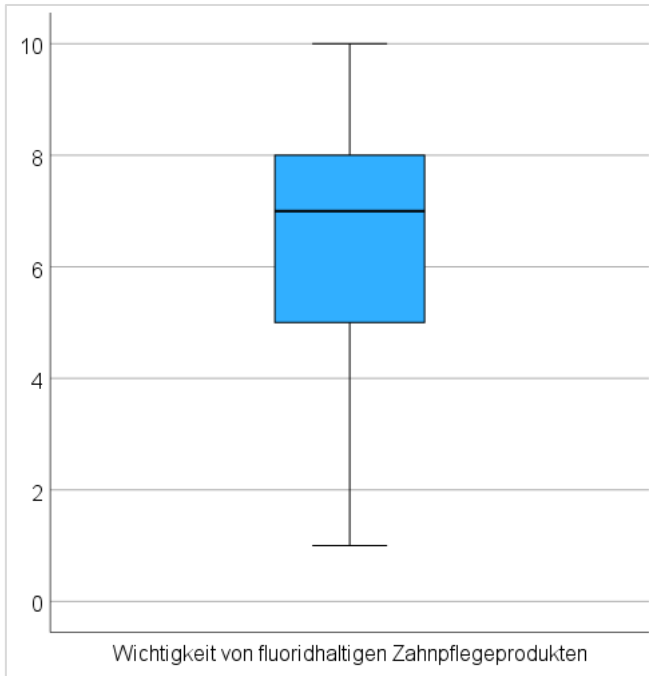


Abbildung 8: Wichtigkeit von fluoridhaltigen Zahnpflegeprodukten als Boxplot

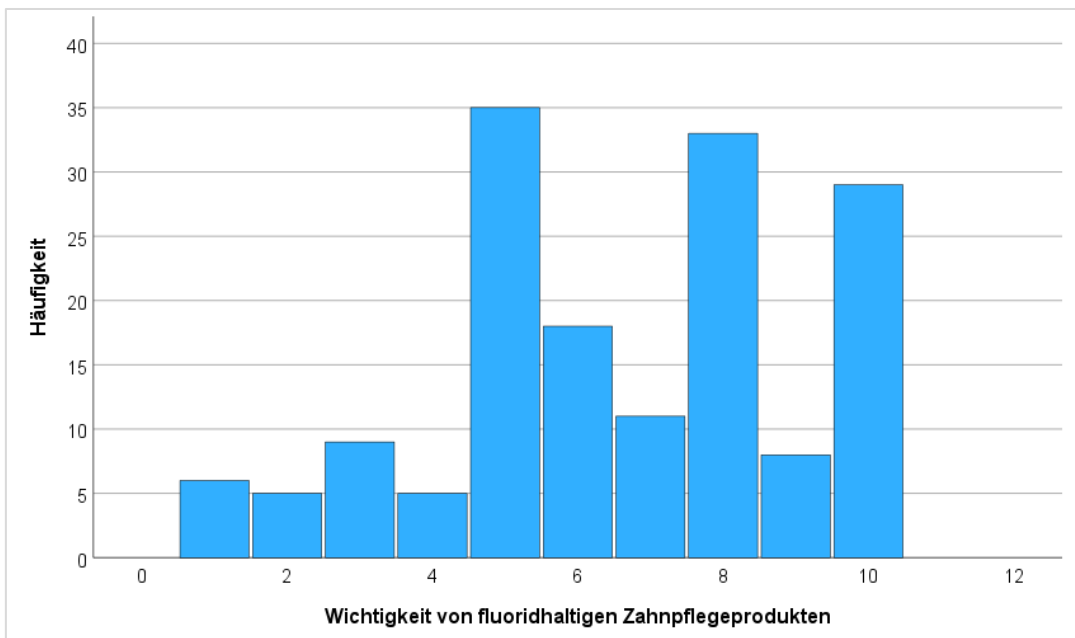


Abbildung 9: Wichtigkeit von fluoridhaltigen Zahnpflegeprodukten als Balkendiagramm

3.3 Wissen sowie Einstellung zu Fluorid

Die Frage „Was glauben Sie, ist Fluorid?“ ergab folgende Ergebnisse: 91 von 159 Teilnehmer*innen, also 57,2%, wählten die korrekte Antwort „Mineral“. 21,4% (n=34) der Befragten wussten die Antwort auf die Frage nicht. 4 Personen (2,5%) haben die Antwortmöglichkeit „Gift“ ausgewählt. Die nachstehende Abbildung 10 sind die Verteilungen in Prozent grafisch dargestellt.

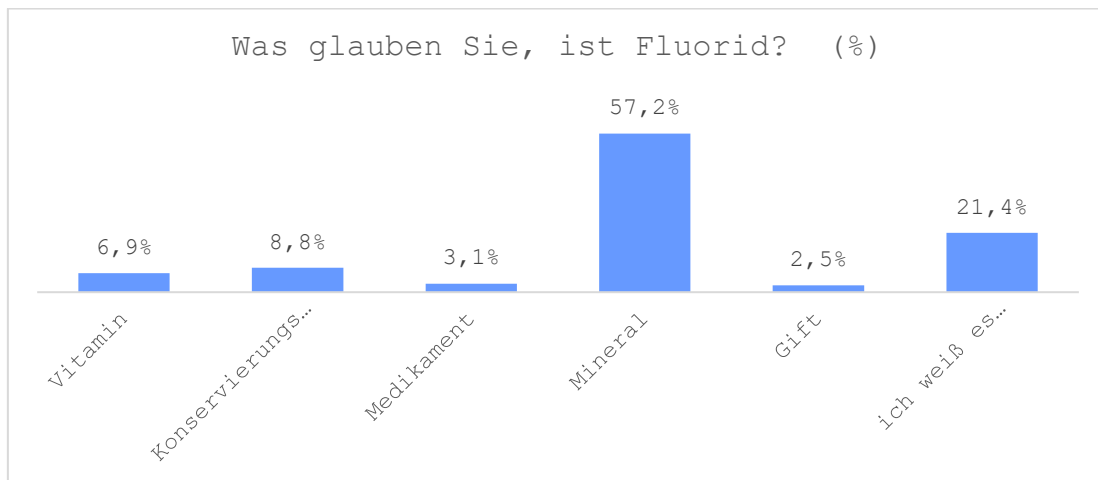


Abbildung 10: Verteilung der Antworten zur Definition von Fluorid

Die nächste Frage beschäftigte sich mit Produkten, die möglicherweise Fluoridgehalte aufweisen können. Mehrfachantworten waren möglich. Am häufigsten wurde mit 88,1% (n=140) die Zahnpasta genannt, gefolgt von Mundspüllösungen mit 39,6% (n=63) sowie Speisesalz mit 26,4% (n=42). Die Verteilung der restlichen Antwortmöglichkeiten können aus der nachstehenden Tabelle 9 entnommen werden.

Tabelle 9: Verteilung der Antworten auf fluoridhaltige Produkte

Welche Produkte glauben Sie, weisen typischerweise einen Fluoridgehalt auf? (Mehrfachantworten)	Anzahl	%
Zahnpasta	140	88,1
Leitungswasser	27	17,0
Mineralwasser	23	14,5
Mundspüllösung/Mundwasser	63	39,6
Schwarztee	5	3,1
Fisch	13	8,2
Speisesalz	42	26,4
Ich weiß es nicht	12	7,5

Anschließend wurden die Teilnehmer*innen über die Wirkung von Fluorid befragt, wobei Mehrfachantworten genannt werden konnten. Die beiden am häufigsten genannten Wirkungsweisen waren der Kariesschutz (64,2%) sowie die Stärkung des Zahnschmelzes (64,8%). 23,9% gaben an, dass Fluorid die Bildung von Plaque verhindert. Seltener wurden die Antwortmöglichkeiten Zahnaufhellung (6,3%, n=10) oder Mundgeruch 5,0% (n=8) gewählt. 9,4% (n=15) der Teilnehmenden wussten keine Wirkung von Fluorid. Die Tabelle 10 zeigt die Verteilung der Antwortmöglichkeiten.

Tabelle 10: Verteilung der Antworten der Fluorid-Wirkungsweisen

Was glauben Sie, wie wirkt Fluorid auf die Zähne? (Mehrfachantworten)	Anzahl	%
Es macht die Zähne weißer	10	6,3
Es verhindert Mundgeruch	8	5,0
Es stärkt den Zahnschmelz	103	64,8
Es verhindert die Bildung von Plaque (Belegen) auf der Zahnoberfläche	38	23,9
Es schützt vor Kariesbildung	102	64,2
Ich weiß es nicht	15	9,4

Die Teilnehmer*innen wurden ebenso gefragt, welche Nebenwirkungen von Fluorid ihnen bekannt sind. 74,2% (n=118) gaben an, die Antwort nicht zu wissen. Mit 14,5% (n=23) wurde am häufigsten die Zahnfluorose als Nebenwirkung genannt. Skelettfluorose als Nebenwirkung war 6,9% (n=11) der Befragten als Nebenwirkung bekannt. Mit jeweils 5% (n=8) wurden Magenbeschwerden, Erbrechen/Übelkeit sowie eine allergische Reaktion

genannt. Tabelle 11 zeigt die Verteilung der Nennung zu bekannten Nebenwirkungen von Fluorid.

Tabelle 11: Verteilung der Antworten bezüglich der Nebenwirkungen von Fluorid

Welche Nebenwirkungen von Fluorid sind Ihnen bekannt? (Mehrfachantworten)	Anzahl	%
Zahnfluorose	23	14,5
Skelettfluorose	11	6,9
Magenbeschwerden	8	5,0
Erbrechen/Übelkeit	8	5,0
Allergische Reaktion	8	5,0
Mundgeruch	3	1,9
Ich kenne keine Nebenwirkungen	118	74,2

Die Umfrage behandelte ebenfalls das Thema Trinkwasserfluoridierung. Mit 74,2% (n=118) wusste die überwiegende Mehrheit nicht, dass in manchen Ländern das Trinkwasser zur Kariesprävention künstlich mit Fluorid versetzt wird. Hinsichtlich der Situation in der Steiermark, hatten sogar 91,2% (n=145) keine Kenntnis darüber oder gingen davon aus, dass das Trinkwasser nicht fluoridiert wird.

Die Studie untersuchte ebenfalls die Einnahme von Fluoridtabletten zur Kariesprävention. 27% (n=43) der 159 Befragten gaben an, dass ihnen selbst oder ihrem Kind bereits Fluoridtabletten verschrieben wurden. 56% (n=89) der Befragten verneinten dies, weitere 17% (n=27) waren sich diesbezüglich unsicher. Im Anschluss wurden die Teilnehmer*innen, welche schon einmal Fluoridtabletten einnahmen, gebeten, zwei zusätzliche Unterfragen auszufüllen. Diese Subfragen beschäftigten sich mit der Quelle der Verschreibung sowie mit dem Einnahmegrund. Dabei haben 50 statt 43 Personen diese beiden Zusatzfragen beantwortet, was in der folgenden Auswertung berücksichtigt wurde. Knapp die Hälfte (48%, n=24) der Fluoridtabletten wurden von Zahnmediziner*innen verschrieben. 54% (n=27) haben Fluoridtabletten zur Vorbeugung von Karies eingenommen, 42% (n=21%) wussten den Einnahmegrund nicht mehr. Nur 4% (n=2) nahmen Fluoridtabletten aufgrund von fluoridarmem Trinkwasser ein. In den beiden nachfolgenden Tabellen 12 und 13 ist die Verteilung der beiden Fragen zum Thema Fluoridtabletten dargestellt.

Tabelle 12: Verteilung der Subfrage 1 von Fluoridtabletten

Falls ja, von wem wurde die Fluoridtablette verschrieben?	Anzahl	%
Zahnarzt*ärztin	24	48
Kinderarzt*ärztin	8	16
Allgemeinmediziner*in	4	8
sonstige	14	28
Gesamt	50	100

Tabelle 13: Verteilung der Subfrage 2 von Fluoridtabletten

Falls ja, weshalb haben Sie Fluoridtabletten eingenommen?	Anzahl	%
zur Vorbeugung von Karies	27	54
wegen fluoridarmen Trinkwassers	2	4
ich weiß den Grund nicht (mehr)	21	42
Gesamt	50	100

Im Rahmen der Befragung wurde erhoben, ab wann der Einsatz fluoridhaltiger Zahnpasta empfohlen ist und welche Richtwerte es bezüglich der Fluoridkonzentration gibt. Dabei wählten 42,1% (n=67) die Verwendung ab dem ersten bleibenden Zahn, 23,3% (n=37) ab dem ersten Milchzahn. 27,7% (n=44) konnte keine Auskunft darüber geben.

Nahezu alle Befragten (91,2%, n=145) hatten keine Kenntnisse über die empfohlene Fluoridkonzentration in Zahnpasten für Erwachsene, lediglich 6,3% (n=10) der Teilnehmer*innen wählten die für Erwachsene empfohlene Konzentration von 1000-1450 ppm Fluorid.

Zusätzlich wurde in diesem Zusammenhang erfasst, ob die befragten Personen selbst fluoridhaltige Zahnpasta verwenden und wie viel Menge an Zahnpasta eine erwachsene Person zur täglichen Zahnpflege verwenden soll. Dabei gaben 33,3% (n=53) der Teilnehmer*innen an, stets auf die Verwendung fluoridhaltige Zahnpasta zu achten, 34,6% (n=55) konnte keine genaue Angabe dazu geben. Der Großteil der Befragten, 46,5% (n=74) gab an, beim täglichen Zähneputzen etwa einen halben bis zwei Drittel Bürstenkopf mit Zahnpasta zu verwenden. 32,7% (n=52) verwenden etwas weniger, etwa nur eine erbsen- bis haselnussgroße Portion. 17% (n=27) der Teilnehmer*innen applizieren entlang des

gesamten Bürstenkopfs Zahnpaste. Abbildung 11 zeigt die Verteilung der Antworten auf die Frage „Benutzen Sie Zahnpaste mit Fluorid?“.

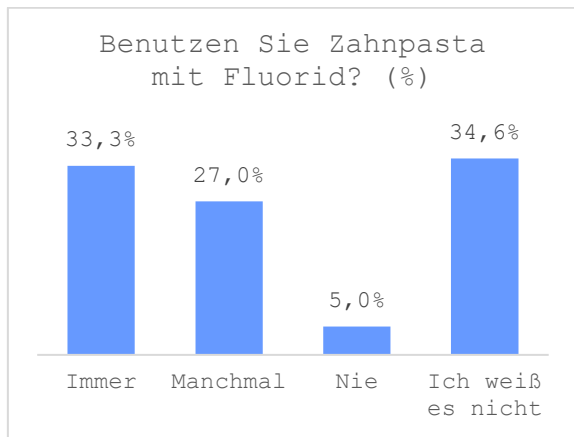


Abbildung 11: Verteilung der Benutzung fluoridhaltiger Zahnpaste

3.4 Kariespräventive Maßnahmen und Aufklärungsbedarf

Zunächst wurden unterschiedliche Informationsquellen zum Thema erfragt, wobei Mehrfachantworten ausgewählt werden konnten. Die Hauptquelle für kariespräventive Inhalte stellen Zahnmediziner*innen bzw. zahnmedizinisches Personal dar (83,6%, n=133). An zweiter Stelle folgen mit jeweils 18,9% (n=30) das Internet sowie die Werbung (TV, Social Media, Radio, etc.) als Informationsquellen.

In Abbildung 13 sind die Ergebnisse grafisch dargestellt.

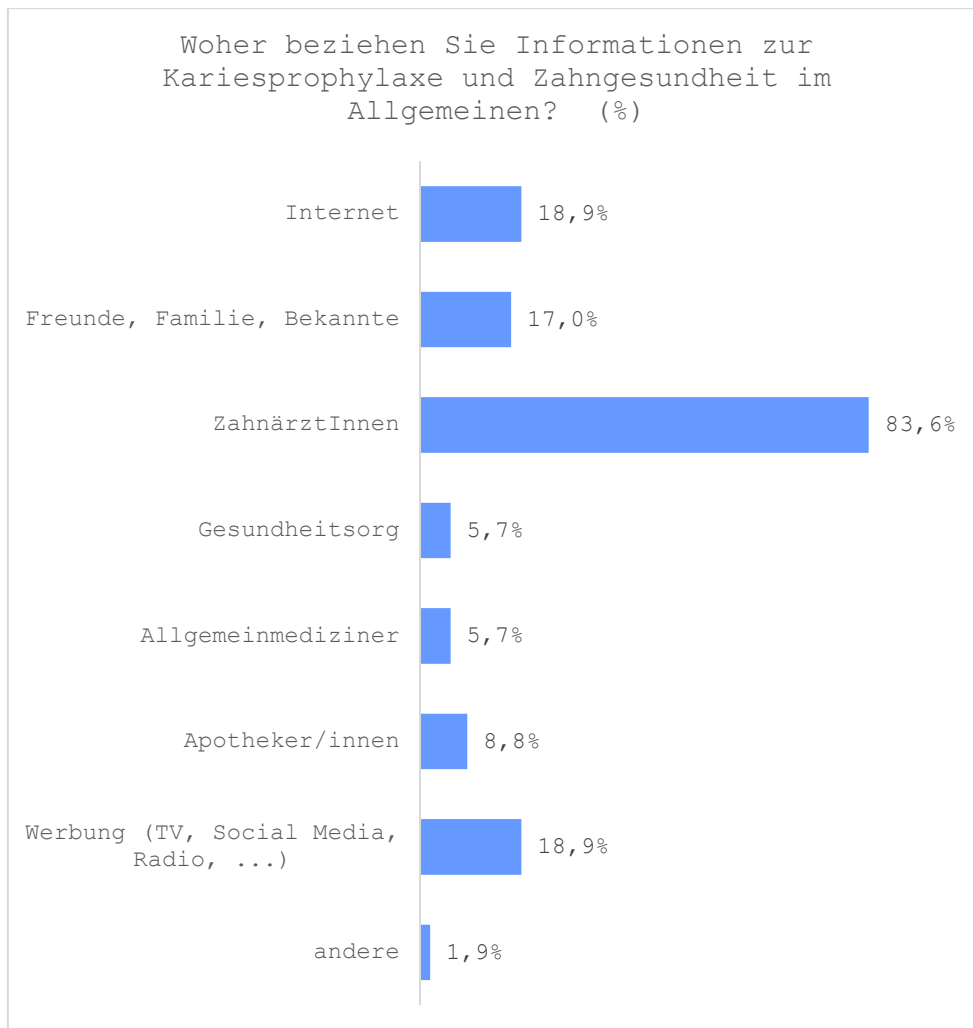


Abbildung 12: Verteilung der Informationsquellen zum Thema Kariesprophylaxe

Auf die Frage „Haben Sie das Gefühl, dass Sie ausreichend über die Wirkung von Fluorid aufgeklärt sind?“ gab der Großteil der Befragten mit 61,6% (n=98) an, kaum darüber informiert zu sein. 27% (n=43) der Teilnehmer*innen fühlen sich zumindest weitgehend ausreichend gut darüber aufgeklärt. 6,9% (n=11) hat kein Interesse am Thema Fluorid. In diesem Zusammenhang wünschen sich 51,6% (n=82) eventuell mehr Aufklärung, 28,3% (n=45) heben dieses Bedürfnis nach mehr Aufklärung ausdrücklich hervor. Kein Interesse zeigen insgesamt 19 Personen, wobei sich 5,7% (n=9) der Befragten bereits ausreichend aufgeklärt fühlt und 6,3% (n=10) kein Verlangen nach mehr Aufklärung haben. In Tabelle 14 ist die Verteilung der Antworten auf die Frage nach dem Wunsch nach mehr Aufklärung dargestellt.

Tabelle 14: Verteilung des Wunsches nach mehr Aufklärung zum Thema Fluorid

Würden Sie sich mehr Aufklärung durch zahnmedizinisches Personal zum Thema Fluorid und Kariesprävention wünschen?	Anzahl	%
ja, unbedingt	45	28,3
ja, eventuell	82	51,6
nein, ich bin ausreichend informiert	9	5,7
nein, ich habe kein Interesse	10	6,3
ich bin mir nicht sicher	13	8,2
Gesamt	159	100

Für mehr Aufklärung wurden die Teilnehmenden gefragt, wie ihre Bereitschaft zur Teilnahme an Informationsveranstaltungen zum Thema Kariesmanagement und -prävention ist. 19,5% (n=31) würden definitiv daran teilnehmen, 51,6% (n=82) sind demgegenüber ebenfalls positiv gestimmt und offen für eine mögliche Teilnahme.

Eine sehr klare, positive Tendenz zeigt sich bei der Frage „*Wie stehen Sie zu einer Einführung von Kariesprophylaxe-Maßnahmen in Schulen, Kindergärten oder anderen Bildungseinrichtungen?*“. Der Großteil der Befragten (84,9%, n=135) befürwortet die Implementierung solcher Maßnahmen vollkommen, 13,2% (n=21) positionieren sich neutral. Nur 3 Personen sind demgegenüber negativ eingestellt – 1,3% (n=2) empfinden es als überflüssig, 0,6% (n=1) sind dagegen.

3.5 Vergleichende Auswertungen

Im ersten Schritt wird der Zusammenhang zwischen dem Alter der Teilnehmer*innen und deren Antwort auf die Frage „Was glauben Sie, ist Fluorid?“ analysiert. Dabei wurde eine Kreuztabelle erstellt, die die Unterschiede der 6 Antwortmöglichkeiten in den unterschiedlichen Altersgruppen zeigen soll. Es konnte festgestellt werden, dass das Wissen unter den 18-30-Jährigen am größten ist. Hierbei hat der Großteil (74,2%) der Befragten die korrekte Antwort (Mineral) gewählt. In den anderen Altersgruppen lag der Anteil der Personen, die die Frage mit Mineral richtig beantwortet haben, etwas darunter: 58,6% bei den über 70-Jährigen, 52,9% bei den 51-69-Jährigen und 48,3% bei den 31-50-Jährigen. Der Chi-Quadrat-Test ergab jedoch keinen signifikanten Unterschiede in den Altersgruppen ($p=0,590$), die Aussagekraft des Tests ist eingeschränkt. Das könnte möglicherweise an den 4 Altersgruppen und 6 Antwortmöglichkeiten liegen. Die Ergebnisse sind in der Abbildung 13 abgebildet.

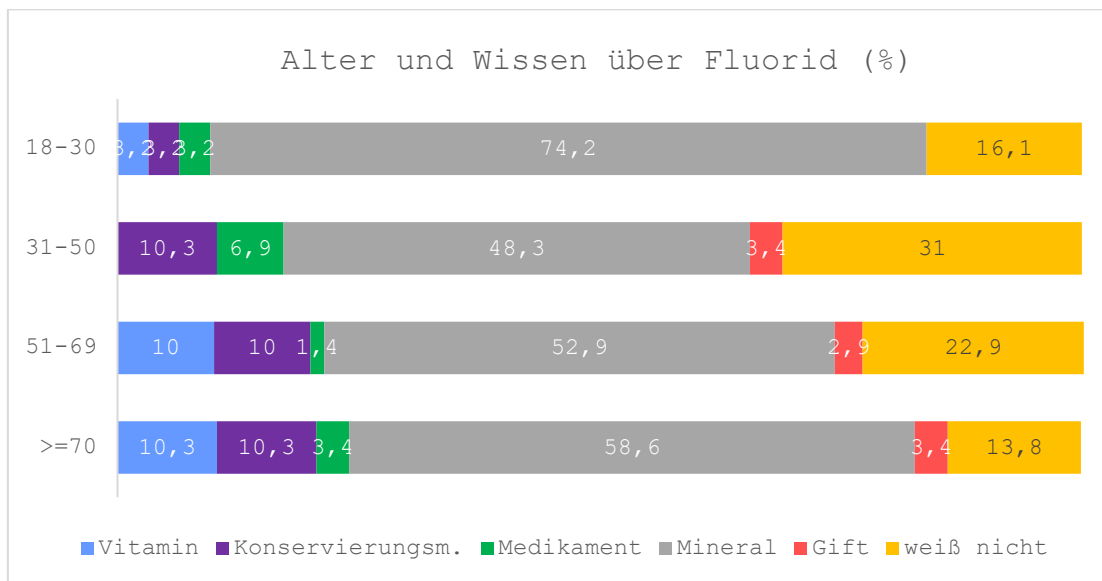


Abbildung 13: Zusammenhang zwischen Alter und Wissen über Fluorid

Dadurch wurde ein weiterer statistischer Test durchgeführt, bei dem die Antwortmöglichkeiten nur aus 2 Gruppen bestanden und die Ergebnisse anschließend neu berechnet wurden: „Mineral“ (richtige Antwort) sowie „etwas anderes“ (falsche/unklare Antworten). Der p-Wert beträgt nun 0,160. Der statistische Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Wissen über Fluorid ist nun zwar etwas stärker, dennoch liegt auch dieser Wert unter der Grenze für eine statistische Signifikanz. Die Ergebnisse dieses Tests sind nachfolgend in Tabelle 15 zusammengefasst.

Tabelle 15: Zusammenfassung der Antworten zur Fluoridfrage nach Altersgruppen (Mineral vs. andere Antworten)

Alter	Mineral		Etwas anderes		
	Anz.	%	Anz.	%	
18-30	23	74,2	8	0,3	31
31-50	14	48,3	15	0,5	29
51-69	37	52,9	33	0,5	70
>=70	17	58,6	12	0,4	29
Gesamt	91	57,2	68	0,4	159

Als nächstes wurde untersucht, ob Zusammenhänge des Alters und der Wahl der Informationsquelle hinsichtlich des Themas Kariesprophylaxe und Zahngesundheit bestehen. Die Auswertung ergab, dass in allen Altersgruppen Zahnärzt*innen als

Informationsquelle am häufigsten gewählt wurden, wobei der Anteil mit zunehmendem Alter sinkt. 93,5% sind es bei den 18-30-Jährigen, bei den über 70-Jährigen sinkt der Anteil auf 69%.

29% der 18-30-Jährigen informieren sich gerne zu dieser Thematik online, während nur 6,9% der über 70-Jährigen das Internet als Quelle wählten. Ebenfalls gerne bezieht die Altersgruppe der 18-30-Jährigen mit 32,3% Informationen von Freunden, Familienmitgliedern oder Bekannten. Inhalte aus Werbungen sind mit 21,4% bzw. 20,7% eher für die älteren Altersgruppen der 51-69-Jährigen bzw. über 70-Jährigen relevant.

Gesundheitsorganisationen und Allgemeinmediziner*innen wurden von allen Altersgruppen nur selten gewählt.

In der nachstehenden Abbildung 14 sind die Ergebnisse zusammengefasst. Es sei angemerkt, dass aufgrund der Möglichkeit von Mehrfachantworten sich in Summe nicht 100% ergibt, da sich die Prozentwerte auf die Anzahl der Personen pro Altersgruppe beziehen.

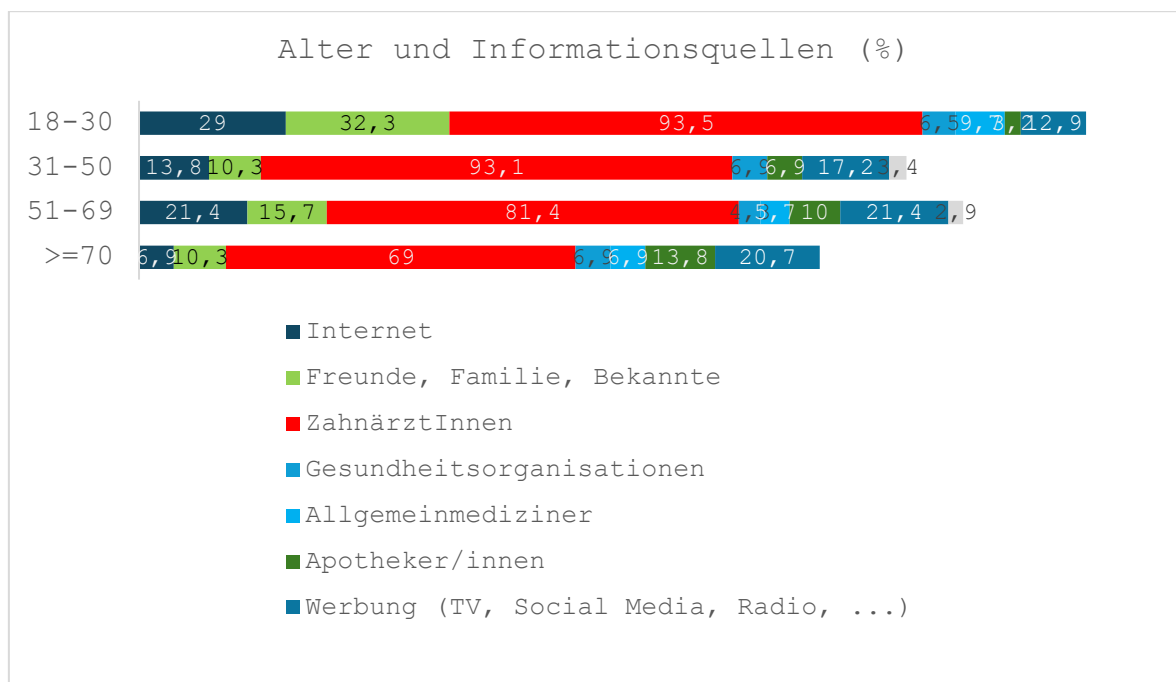


Abbildung 14: Zusammenhang zwischen den Altersgruppen und der Wahl der Informationsquelle zum Thema Kariesprophylaxe und Zahngesundheit

Zuletzt wurde das Alter der Teilnehmer*innen mit der subjektiven Wichtigkeit der Verwendung fluoridhaltiger Zahnpasta auf einer Skala von 1-10 verglichen. Auf der Skala von 1-10 wurden alle Antwortmöglichkeiten genutzt – sowohl der niedrigste („1“) als auch der höchste Wert („10“).

Dabei ergaben sich für die einzelnen Altersgruppen folgende Werte:

Der Median der 18-30-Jährigen beträgt 8, bei den 31-50-Jährigen beträgt er 6 und bei den 51-69- und über 70-Jährigen jeweils 7. Der Mittelwert ist bei den 18-30-Jährigen mit 7,3 am höchsten, bei den anderen Altersgruppen liegt er etwas darunter.

Für die jüngeren Studienteilnehmer*innen (18-30-jährige Gruppe) zeigt der Kruskal Wallis Test mit einem p-Wert von 0,272 eine höhere subjektive Wichtigkeit, dennoch ist der Unterschied zu den anderen Altersgruppen statistisch nicht ausreichend signifikant. Die Tabelle 16 und Abbildung 15 zeigen den Zusammenhang der Altersgruppen und der subjektiven Wichtigkeit der Verwendung fluoridhaltiger Zahnpasta als Tabelle sowie als Boxplot.

Tabelle 16: Ergebnisse der Altersgruppen zur subjektiven Wichtigkeit der Verwendung fluoridhaltiger Zahnpasta

F1_Alter	N	Min	Max	Median	Mittelwert	Stabw.
18-30	31	1	10	8	7,3	2,6
31-50	29	1	10	6	6,2	2,4
51-69	70	1	10	7	6,5	2,5
>=70	29	1	10	7	6,6	2,5

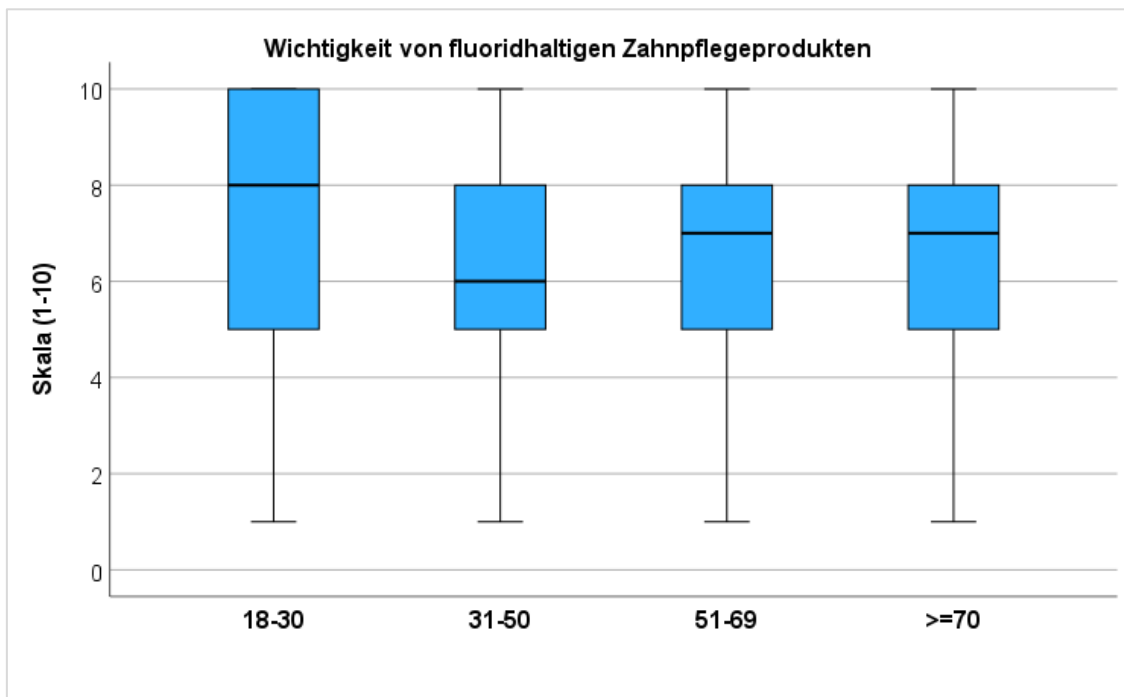


Abbildung 15: Zusammenhang der Altersgruppen und der subjektiven Wichtigkeit der Verwendung von fluoridhaltigen Zahnpflegeprodukten

Weiters wurde der Zusammenhang des Bildungsstandes und der Wirkungsweisen von Fluorid auf die Zähne untersucht, wobei die Studienteilnehmer*innen auch hier mehrere Antwortmöglichkeiten auswählen konnten. Es werden die korrekten Antwortmöglichkeiten betrachtet.

Mit steigendem Bildungsniveau nahm der Anteil der Befragten, die die Stärkung des Zahnschmelzes als Antwort auswählten, zu. Bei Personen mit Pflichtschul- bzw. Lehrabschluss ist der Anteil jeweils 54,5%, bei den Personen mit abgeschlossener Matura bzw. Universitätsabschluss 71,1% bzw. 73,5%.

Der kariesprophylaktische Effekt von Fluorid ist in allen Berufsgruppen ebenfalls eine bekannte Wirkung. Den größten Anteil bilden hierbei mit 73,7% Personen mit Matura-Abschluss, gefolgt von Universitäts-Absolvent*innen mit 70,6%. 70% der Personen, die „Sonstiges“ als Bildungsstand angaben, wählten auch hier den Kariesschutz als Antwort, das entspricht in diesem Fall 7 Personen.

Dass Fluorid die Plaqueansammlung auf der Zahnoberfläche verhindern soll (27), ist eine weniger bekannte Wirkung. Diese Antwortmöglichkeit wurde mit 42,1% am häufigsten von Teilnehmer*innen mit Maturaabschluss gewählt.

Die Aufteilungen der Antwortmöglichkeiten je nach Bildungsstand ist in der nachfolgenden Abbildung 16 graphisch veranschaulicht, wobei sich auch hier durch Mehrfachantworten in Summe nicht 100% ergeben.

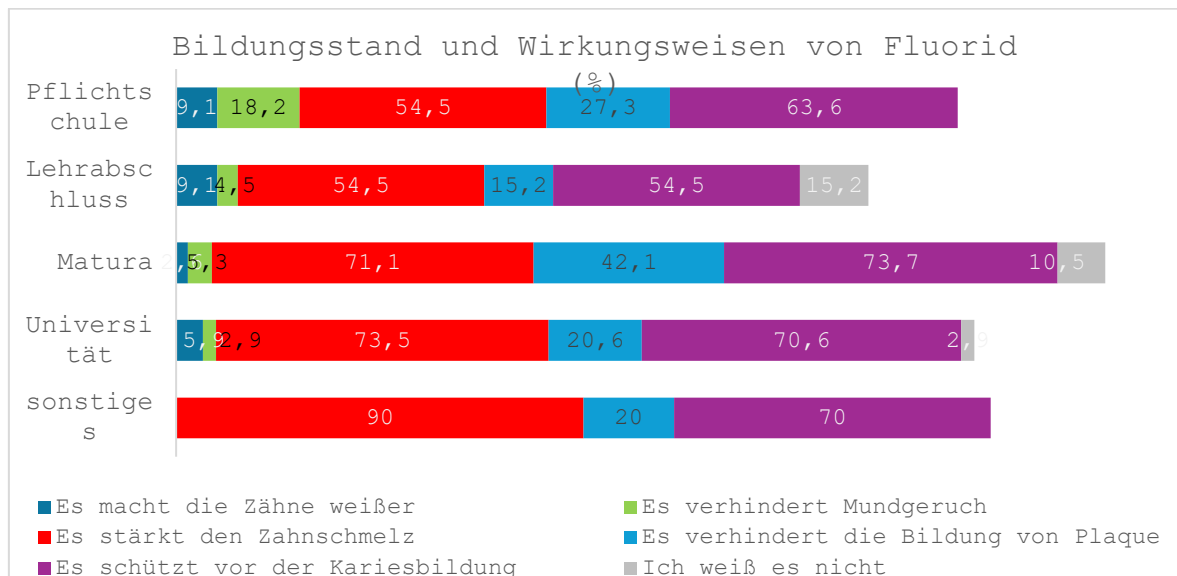


Abbildung 16: Zusammenhang des Bildungsstandes mit Fluoridwirkungen

Im Anschluss wurde das Geschlecht der Studienteilnehmer*innen als Hauptvariable herangezogen und mit weiteren Variablen in Beziehung gesetzt, um potenzielle Zusammenhänge und geschlechterspezifische Unterschiede im Antwortverhalten zu analysieren. Für folgende Auswertungen wurde eine neue Stichprobengröße von n=158 herangezogen, da eine Person keine eindeutige Angabe zu ihrem Geschlecht angab und in den geschlechterspezifischen Analysen nicht berücksichtigt wurde.

Zunächst wurde der Vergleich zwischen männlichen und weiblichen Teilnehmer*innen hinsichtlich eines stärkeren Aufklärungswunsches zum Thema Fluorid und Kariesprävention untersucht. Die Mehrheit der männlichen Befragten (53,7%, n=36) antwortete auf die Frage mit „ja, eventuell“, 25,4% (n=17) wünschen sich ausdrücklich mehr Aufklärung. Bei den Frauen ergaben sich folgende Ergebnisse: 49,5% (n=45) wünschen sich eventuell mehr Aufklärung, ein klares „ja“ gaben 30,8% (n=28) der weiblichen Studienteilnehmerinnen an. Der Chi-Quadrat-Test zeigt keinen signifikanten Geschlechterunterschied bezüglich des Interesses an weiterer Aufklärung ($p=0,810$). Die Verteilung der Antworten je nach Geschlecht ist in der Abbildung 17 angeführt.

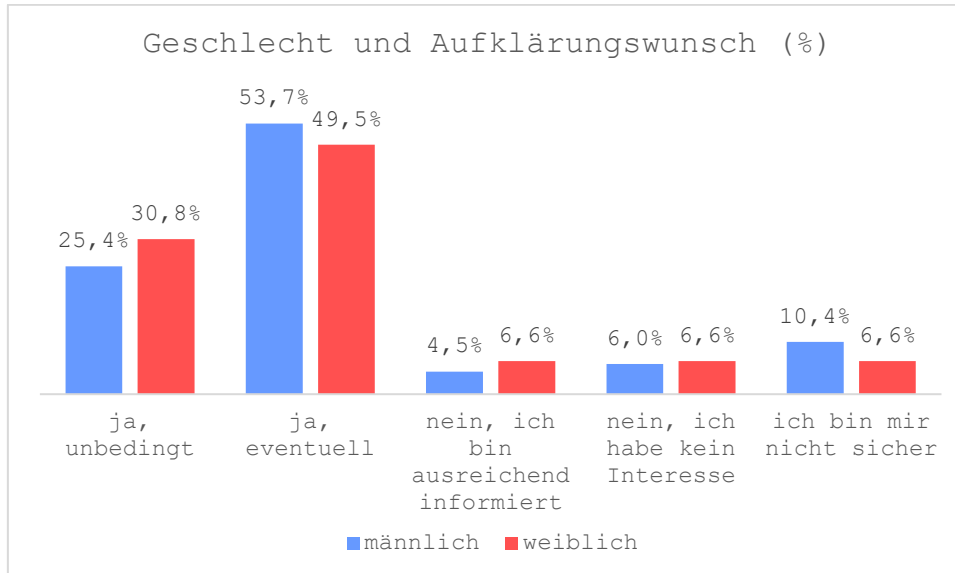


Abbildung 17: Vergleich Geschlecht und Aufklärungswunsch zum Thema Fluorid und Kariesprävention

Als nächste Variable wurde die Teilnahme an Präventionsveranstaltungen herangezogen. Auch hier zeigt der Chi-Quadrat-Test mit einem $p=0,139$ keinen signifikanten Geschlechterunterschied. Unter den Männern würden 50,7%, unter den Frauen 52,7% eventuell teilnehmen. Kein Interesse haben 14,9% der Studienteilnehmer und 20,9% der

Studienteilnehmerinnen. Ausreichend über die Thematik der Kariesprophylaxe fühlen sich 5,5% (n=5) der Frauen und 16,4% (n=11) der Männer aufgeklärt. Abbildung 18 zeigt die Geschlechterverteilung zur Teilnahme an Präventionsveranstaltungen.

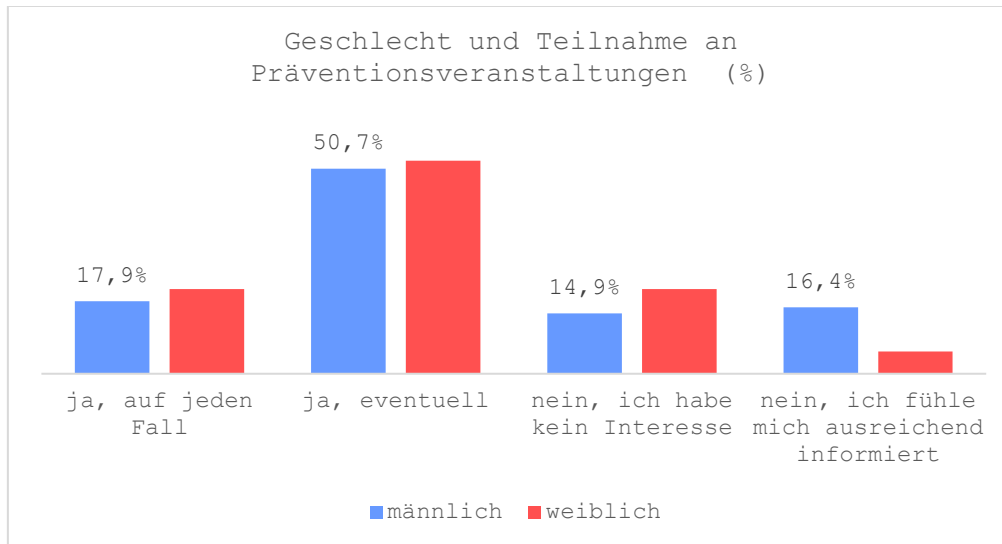


Abbildung 18: Vergleich Geschlecht und Teilnahme an Präventionsveranstaltungen

Zuletzt wurden geschlechterspezifische Unterschiede hinsichtlich des Einsatzes zusätzlicher Mundhygieneprodukte neben der Zahnbürste und -pasta untersucht.

Unter den Frauen dominieren mit 57,1% und 54,9% die Zahnseide und die Mundspüllösung. Bei den männlichen Teilnehmern hingegen verwenden 49,3% häufiger Mundspüllösungen, während 41,8% auf Zahnseide zurückgreifen. Interdentalbürsten kommen bei den Frauen mit 41,8% etwas häufiger zum Einsatz als bei den Männern, von denen 35,8% angaben, dieses Produkt regelmäßig zu verwenden. Auffällig ist ebenfalls die Verwendung von Zungenreinigern (18,7% der Frauen vs. 9,0% der Männer).

Die statistische Auswertung ergab, dass Frauen in nahezu allen Produktkategorien deutlich mehr Zusatzprodukte verwenden. Fasst man die Nutzung aller Zusatzprodukte zusammen, so ergibt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern: Frauen verwenden im Durchschnitt 1,9 verschiedene Zusatzprodukte, Männer hingegen nur 1,5. Der Unterschied ist statistisch signifikant (T-Test für unabhängige Stichproben, $p=0,045$).

Nachstehend ist der Geschlechterunterschied und der Einsatz zusätzlicher Zahnpflegeprodukte grafisch in der Abbildung 19 dargestellt.

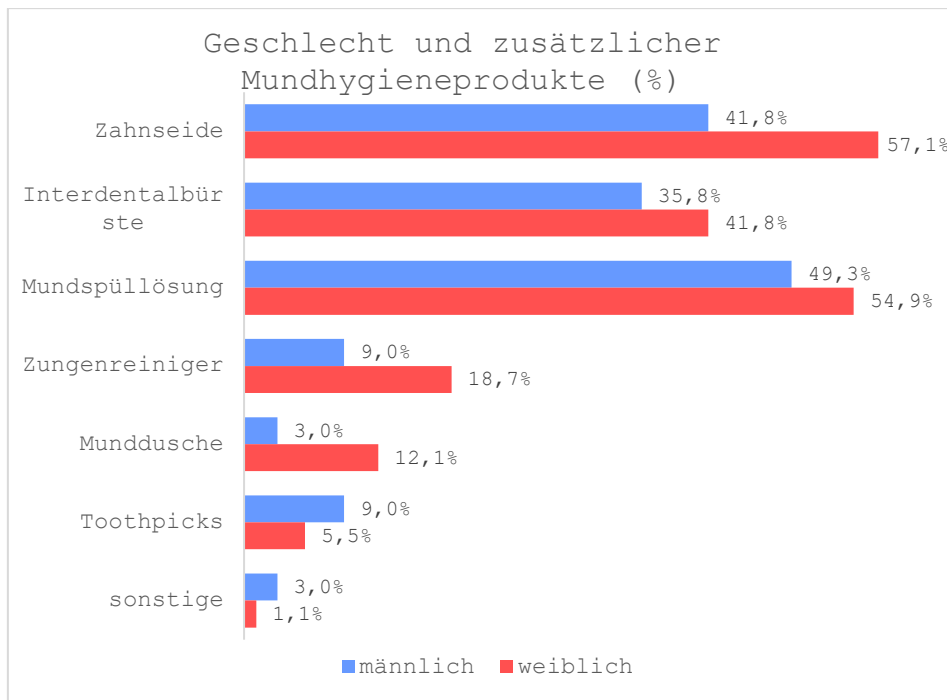


Abbildung 19: Vergleich des Geschlechts und des Einsatzes zusätzlicher Mundhygieneprodukte

Abschließend wurde der Zusammenhang zwischen der Wohnregion der Befragten und ihrem geäußerten Wunsch nach weiterführender Aufklärung untersucht. Der Wunsch nach zusätzlicher Information zum Thema Fluorid und Kariesprävention zeigt regionale Unterschiede. In Graz äußerten 30,9% (n=21) der Befragten deutliches Interesse (Antwort „ja, unbedingt“) an weiterführender Aufklärung, während der Anteil in der Obersteiermark bei 35% (n=14) lag. In der Ost- und Weststeiermark lagen die entsprechenden Anteile bei 25,0% bzw. 15,4% (jeweils n=4). 52,9% (n=39) der Grazer können sich eventuell vorstellen, mehr Aufklärung zu wünschen.

Bei der Bewertung der Ergebnisse ist allerdings zu beachten, dass die Fallzahlen in der Südsteiermark (n=5) und in Graz-Umgebung (n=4) sehr gering sind. Für fundiertere statistische Aussagen könnte es sinnvoll sein, benachbarte Bezirke – etwa Graz und Graz-Umgebung bzw. Ost- und Südsteiermark zusammenzufassen.

Die Abbildung 20 zeigt regionalen Verteilung des Wunsches nach weiterführender Aufklärung zum Thema Fluorid.

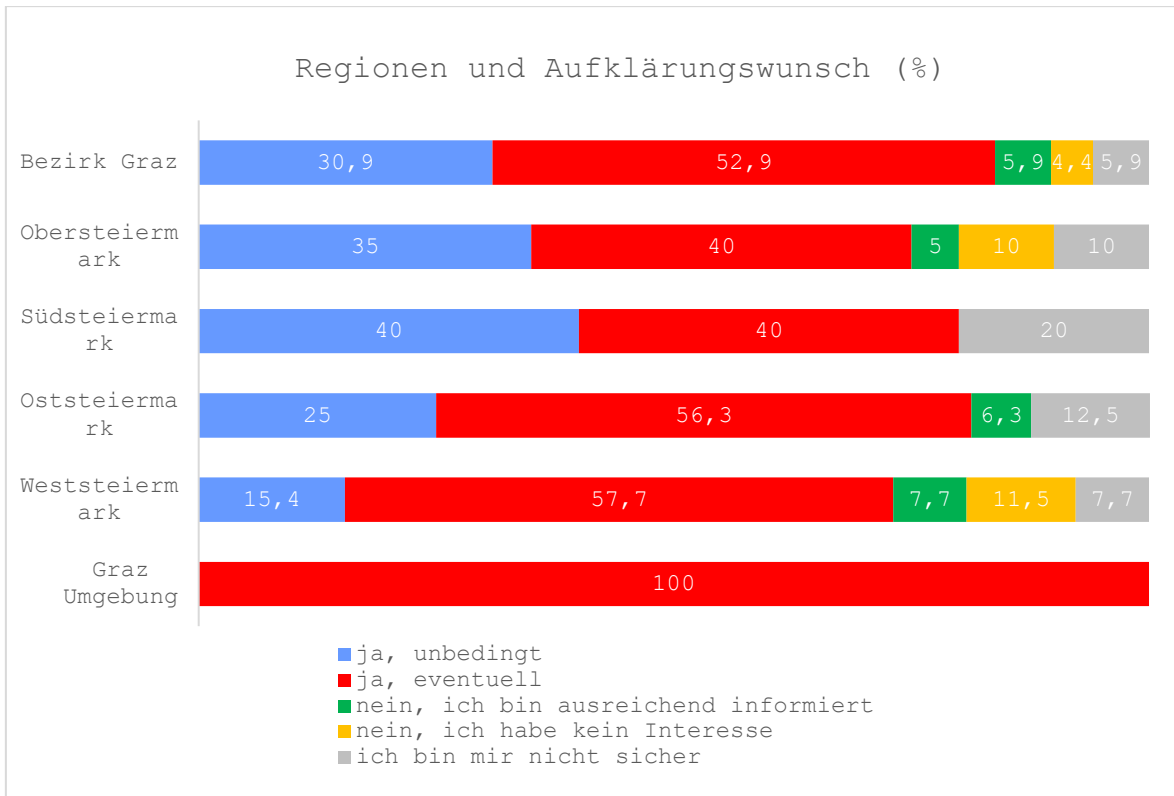


Abbildung 20: Verteilung regionaler Unterschiede und Interesse an weiterführender Aufklärung

4 Diskussion

4.1 Studiendesign

Als Grundlage für das gewählte Fragebogendesign diente eine 2020 in der Türkei durchgeführte Forschungsarbeit von Birant et al., die den Wissensstand zur Zahn- und Mundgesundheit in der Allgemeinbevölkerung untersuchte und dabei auch das Thema Fluorid sowie Einstellungen der Teilnehmer*innen zu gängigen Fluoridierungsmethoden evaluierte (94).

Da es in Österreich bislang keine vergleichbaren Studien zur Thematik gibt und in der vorliegenden Arbeit die steirische Allgemeinbevölkerung befragt wurde, erfolgte eine Anpassung der Fragen an regionale Gegebenheiten. Der Fragebogen entspricht wissenschaftlichen Vorlagen, wurde jedoch speziell auf die steirische Zielgruppe ausgerichtet und angepasst.

Die Auswahl der Studienteilnehmer*innen erfolgte ähnlich wie in der Studie von Turska-Szybka et al., die mittels Zufallsprinzip 500 Eltern von Kindern zwischen 1 und 17 Jahren befragten. Auch hier wurde die Befragung im klinischen Setting an der Abteilung für Kinderzahnheilkunde der Medizinischen Universität Warschau durchgeführt.

Die Durchführung der Umfrage mittels anonymen Papierfragebogen wurde – wie auch in der zuletzt genannten Studie – daher gewählt, um einen möglichst einfachen und unkomplizierten Zugang zur Zielgruppe zu ermöglichen (95).

Aufgrund der Art der Verteilung des Fragebogens und der Gewährleistung der vollständigen Anonymität der Studienteilnehmer*innen, lässt sich der tatsächliche Beteiligungsgrad nicht exakt bestimmen.

4.2 Interpretation der Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen in mehreren Bereichen deutliche Diskrepanzen zwischen dem aktuellen wissenschaftlichen Stand und dem Wissen bzw. Kenntnisniveau der befragten Personen. Im Folgenden werden die relevanten Aspekte – entsprechend der Gliederung des Fragebogens – näher interpretiert und mit bestehenden Studien verglichen, um daraus mögliche Ansatzpunkte für künftige Aufklärungsstrategien zu erhalten.

4.2.1 Interpretation der Einzelbefunde

Die Tatsache, dass 88,1% (n=140) der 159 Teilnehmer*innen angaben, bereits einmal Karies gehabt zu haben, bestätigt die hohe Prävalenz dieser Erkrankung in der Bevölkerung und

weist auf die Notwendigkeit eines umfassenden Kariesmanagement sowie gezielter Präventionsstrategien hin (1,96,97).

Mit 75,5% putzt der Großteil der Befragten, wie den allgemeinen Empfehlungen aus den S3-Leitlinien entsprechend, zweimal täglich die Zähne. Dennoch kann hier keine Aussage getroffen werden, wie gründlich und vor allem ob die tatsächliche empfohlene Putzdauer von 2 Minuten eingehalten wird (42).

Das Wissen über Fluorid und dessen Wirkmechanismen zeigt innerhalb der steirischen Bevölkerung ein durchwachsenes Bild. Zwar ordneten 57,2% der Befragten Fluorid korrekt als Mineral zu, jedoch kreuzte rund ein Fünftel (21,4%) der Befragten „Ich weiß es nicht“ an. Zudem wurden auch 34-mal falsche Antworten wie Konservierungsmittel, Vitamin oder gar Gift gewählt, was auf bestehende Unsicherheiten oder Fehlinformationen in der Bevölkerung hindeutet. Besonders die Nennung von „Gift“ verweist auf eine kritische Haltung gegenüber Fluorid hin, wie sie auch in einer Studie aus Kroatien zu beobachten war. Dort stuften 12,3% der Befragten (269 der 1129 Personen) Fluorid als giftigen Inhaltsstoff in Mundhygieneprodukten ein (98).

Bei den Wirkungsweisen von Fluorid geht hervor, dass viele Teilnehmer*innen nur teilweise informiert sind. Von den drei abgefragten Wirkungsweisen –Stärkung des Zahnschmelzes, Kariesschutz und Hemmung der Plaqueansammlung (27) – wurden nur die ersten beiden jeweils von rund 2/3 korrekt benannt (64,8% Stärkung; 64,2% Kariesschutz). Nur 23,9% wählte die Antwortmöglichkeit der Verhinderung der Plaquebildung auf der Zahnoberfläche. Ähnliche Ergebnisse liefert Briant et al., bei denen 65,4% der Befragten den Kariesschutz durch Fluorid richtigerweise benannten (94).

Auch hier besteht zwar ein gewisses Grundwissen, dennoch zeigt die Anzahl der falschen gewählten Antworten, dass Unsicherheiten bestehen.

Deutliche Wissenslücken zeigen sich bei der Thematik rund um Nebenwirkungen von Fluorid. 74,2% wusste keine Antwort darauf. Als bekannteste Nebenwirkung ist den Befragten mit 14,5% die Dentalfluorose bekannt. Die Ergebnisse deuten auf ein begrenztes Wissen über mögliche Nebenwirkungen oder Risiken im Zusammenhang mit Fluorid hin. Epidemiologischen Daten zeigen, dass die Prävalenz der DF stark von der Fluoridierungsstrategie (z.B. Salzfluoridierung) und regionalen Trinkwasserfluoridgehalten (künstlich oder natürlich bedingt) abhängig sind. Anhand drei unterschiedlicher Studien aus

der Schweiz (79), Deutschland (80) und Brasilien (81) wurden Prävalenzen zwischen 7-59% beobachtet, wobei der Großteil der Fälle milde Ausprägungen zeigte. Diese Erkenntnisse unterstreichen die Notwendigkeit eines gezielten und kontrollierten Einsatzes unter Einbeziehung einer individuellen Fluoridanamnese – insbesondere bei Kindern unter 6 Jahren. Eine bedarfsgerechte, verantwortungsvolle Fluoridnutzung und -anwendung stellt einen wesentlichen Bestandteil eines effektiven Kariesmanagements dar. So können unerwünschte Effekte wie Fluorosen vermieden und gleichzeitig die kariespräventive Wirksamkeit optimal ausgenutzt werden (82).

Hinsichtlich des empfohlenen Beginns der Verwendung fluoridhaltiger Zahnpasta sowie der Fluoridkonzentrationen fluoridhaltiger Zahnpasten für Erwachsene zeigen sich Wissensunterschiede. 42,1% der befragten Personen gaben an, erst ab dem ersten bleibenden Zahn eine fluoridhaltige Zahnpasta zu verwenden, während 23,3% - entsprechend den aktuellen Empfehlungen – diese bereits ab dem ersten Milchzahn verwenden würde. 27,7% sind sich diesbezüglich unsicher.

Große Unsicherheiten (91,2%) zeigten sich bezüglich der empfohlenen Fluoridkonzentration in Zahnpasten. Lediglich 6,3% (n=10) wählte die korrekte Antwort, 1000-1450 ppm. Dies unterstreicht die Bedeutung von Informationskampagnen, um Eltern oder andere Betreuungspersonen frühzeitig über die richtige Zahnpflege im Kindesalter aufzuklären (7,61).

Ein Ansatz dafür sind Projekte der Zahnärztekammer, die bereits seit vielen Jahren im Rahmen der Gruppenprophylaxe in Kindergärten und Schulen umgesetzt werden, um Karies frühzeitig vorzubeugen. Ziel ist es, Mundhygiene und zahngesunde Ernährung nachhaltig im Alltag zu integrieren und altersgerecht zu vermitteln. Unterstützt wird dies unter anderem durch die Errichtung geeigneter Strukturen – wie etwa räumliche Voraussetzungen für das Zähneputzen. Im Rahmen eines „Zahngesundheitsunterrichtes“ werden zentrale Inhalte wie Zahnpflege, Ernährung, Bedeutung und Einsatz von Fluoriden thematisiert. Eine jährliche Zahnarztkontrolle soll helfen, frühzeitigen Behandlungsbedarf zu erkennen und Kinder schon früh an Zahnarztbesuche zu gewöhnen (4). Internationale Empfehlungen der WHO zeigen, dass Programme zur Förderung der Mundgesundheit – ähnlich wie in der Ernährungsbildung und -prävention – besonders effektiv sind, wenn sie auf wiederholt und konsequent im Alltag der Kinder integriert werden (99).

Trotz dieser bestehenden Programme zeigen die Ergebnisse der Befragung, dass weiterhin Aufklärungsbedarf besteht. Die Gruppenprophylaxeprogramme könnten daher sinnvoll

erweitert werden – vor allem durch gezieltere Aufklärung und Einbindung von Eltern und anderen Betreuungspersonen.

Diese Wissenslücken der Befragten – etwa zu empfohlenen Fluoridkonzentrationen sowie zum richtigen Zeitpunkt der Verwendung fluoridhaltiger Zahnpasten - spiegeln sich auch in der unzureichenden Informationsqualität auf zahnärztlichen Webseiten wider: Eine Untersuchung von Geiken et al. zeigte, dass zwar 64 der 81 analysierten Webseiten den Begriff „Fluoridierung“ erwähnen, jedoch lediglich 30 Webseiten näher auf die Wirkungsweisen von Fluorid eingehen. Konkrete Informationen zu Fluoriddosierungen, altersabhängige Empfehlungen oder mögliche Folgen einer unzureichenden Anwendung fehlten auf den untersuchten Zahnarzt-Webseiten weitgehend. Diese Ergebnisse verdeutlichen auch hier den Bedarf an einer verbesserten Aufklärung über das Internet (100).

Die Ergebnisse zur Trinkwasserfluoridierung zeigen ein klares Informationsdefizit. So wussten 74,2% der Befragten nicht, dass in einigen Ländern als flächendeckende Kariespräventionsmaßnahme Trinkwasserfluoridierung eingeführt wurde (18). Darüber hinaus gaben 91,2% der Teilnehmer*innen an, keine Kenntnisse über die Situation in der Steiermark zu haben. Obwohl es in Österreich keine flächendeckende TWF gibt und die natürlich bedingten Fluoridwerte äußerst gering sind (Durchschnittswert 2019-2021 in Graz: 0,15ppm) (22), wäre ein grundlegendes Wissen darüber hilfreich, einen besseren Überblick über internationale Gesundheitsprogramme zur Kariesprävention zu bekommen, um eventuell an gesundheitspolitischen Diskussionen teilnehmen zu können.

In diesem Zusammenhang zeigte eine Studie von Griffin et al., dass die Einstellung zur landesweiten TWF in vielen europäischen Ländern – darunter auch Deutschland und Österreich – eher ablehnend ist. Viele betrachten demnach Kariesprävention als individuelle, persönliche Verantwortung, weshalb gemeinschaftsorientierte Programme wie die TWF oft eher skeptisch aufgenommen werden (101).

Dass nur etwa ein Drittel der Befragten konsequent fluoridhaltige Zahnpasta verwendet, zeigt ein mögliches Defizit im Bewusstsein von Fluorid für die Zahngesundheit. Erstaunlich ist zudem, dass ein weiteres Drittel der Befragten gar nicht darüber informiert ist, ob die eigene Zahnpasta Fluorid enthält. In diesem Zusammenhang gaben nahezu alle Befragten (91,2%) an, die empfohlene Fluoridkonzentration für Erwachsene nicht zu kennen. Ähnliche Ergebnisse zeigt auch eine kroatische Studie, in der 4 Gruppen (Allgemeinbevölkerung,

Ärzt*innen, Pharmakolog*innen und Zahnärzt*innen) zur Fluoridkonzentration der eigenen Zahnpasta befragt wurden. Insgesamt wussten dies 64% nicht. Betrachtet man die Gruppen einzeln, zeigte sich, dass selbst in der Gruppe der Zahnärzt*innen beinahe 27% keine Angabe darüber geben konnten. Interessanterweise wurde in der kroatischen Studie fluoridfreie Zahnpasta nur von unter 5% der Teilnehmer*innen verwendet – im Gegensatz zur deutlich höheren Rate in der vorliegenden Erhebung (98). Dieser Vergleich legt nahe, dass nicht nur die Allgemeinbevölkerung, sondern auch Gesundheitsberufe von gezielter Information profitieren könnten.

Positiv hervorzuheben ist, dass sich 83,6% der Befragten bei Fragen zum Kariesschutz an zahnmedizinisches Fachpersonal wenden. Dieses Vertrauen sollte aktiv genutzt werden, um über die Bedeutung von Fluorid besser aufzuklären – insbesondere, da sich 61,6% der Teilnehmer*innen kaum über dessen Wirkung informiert fühlen. Ebenso wünschen sich fast 80% (28,3% „ausdrücklich“; 51,5% „eventuell“) mehr Informationen durch Zahnmediziner*innen. Auch die Offenheit gegenüber der Einführung von Kariesprophylaxeprogrammen in Bildungseinrichtungen ist mit 84,9% deutlich, ebenso wie das Interesse an der Teilnahme von Kariespräventionsveranstaltungen. Diese Ergebnisse zeigen klar, dass der Wunsch nach mehr Information und auch die Teilnahmebereitschaft vorhanden ist. Diese Bereitschaft bietet eine große Chance, die im Rahmen zahnärztlicher Aufklärungsgespräche besser genutzt werden sollte, um Wissenslücken aufzudecken, die Zahn- und Mundgesundheit langfristig zu fördern und Fluoridierungsmaßnahmen zur Kariesprophylaxe optimal einzusetzen.

4.2.2 Interpretation der gruppenspezifischen Befunde

Altersunterschied

Die gesammelten Daten der Fragebogenstudie zeigen, dass in der jüngeren Altersgruppe (18-30-Jährige) eine Tendenz zu höherem Fluoridwissen vorliegt. Die Altersunterschiede waren aber insgesamt nicht statistisch signifikant. Im Gegensatz dazu zeigte eine Studie von Bradov et al. einen deutlicheren Rückgang des Fluoridwissens mit zunehmendem Alter (98). Bei dieser Interpretation sei zu berücksichtigen, dass sich jene Stichprobe aus Zahnärzt*innen, Humanmediziner*innen, Apotheker*innen und der Allgemeinbevölkerung zusammensetzt, ohne diese Gruppen einzeln zu betrachten, was die Ergebnisse verfälscht darstellen könnte und Aussagekraft der Altersvergleiche einschränkt.

Für die vorliegende Studie bedeutet dies, dass das Wissen bei den jüngeren Befragten tendenziell ausgeprägter scheint, aber noch weitere Untersuchungen mit differenzierten Alterseinteilungen notwendig sind.

Bezüglich der genutzten Informationsquellen lagen Zahnmediziner*innen in allen Altersgruppen an erster Stelle – in der jüngsten Altersgruppe (18-30-Jährige) sogar mit einem Anteil von 93,5%. Die Studie von Sistani et al. befragte 1031 Personen im Alter zwischen 18 und 65 Jahren (102) – im Unterschied zur eigenen Studie zeigt, bei der auch über 70-Jährige inkludiert wurden (Anteil von 18,2% der Gesamtstichprobe). Die genannte Studie erwähnt nicht explizit, dass für jüngeren Teilnehmer*innen die wichtigste Informationsquelle Zahnmediziner*innen darstellen – so ist ein Vergleich nur eingeschränkt möglich. Dennoch zeigt sich klar, dass zahnmedizinisches Fachpersonal in allen Altersgruppen die wichtigste Informationsquelle bleibt. Um Aufklärungsstrategien möglichst altersgerecht zu gestalten – insbesondere für jüngere Personen – sollte der Einsatz digitaler Inhalte berücksichtigt werden und gleichzeitig das Angebot einer persönlichen Beratung durch Zahnmediziner*innen ausgebaut werden.

Bildungsniveau

Die vorliegende Untersuchung ergab, dass mit steigendem Bildungsstand auch das Fluoridwissen zunahm. Teilnehmer*innen mit Hochschul- oder Maturaabschluss wählten häufiger korrekte Wirkmechanismen von Fluoriden. Eine Studie Birant et al. beobachtete sogar, dass signifikant bessere Kenntnisse zu Fluorid und dessen Anwendung bei Personen mit höherem Bildungsstand als jene mit niedrigerem Bildungsniveau vorliegen ($p=0,0001$) (94). Für künftige Aufklärungskampagnen wäre daher naheliegend, dass die Angebote speziell auch für Personen mit niedrigerem Bildungsstand entwickelt werden.

Geschlecht

Die Auswertung der Daten zeigte, dass Frauen tendenziell mehr Zusatzprodukte zur täglichen Mundhygiene verwenden (1,9 Zusatzprodukte bei Frauen vs. 1,5 bei Männern). Frauen verwenden häufiger Zahnseide (57,1% der Frauen vs. 41,8% der Männer) und Interdentalbürsten (41,8% der Frauen vs. 35,8% der Männer). Diese Ergebnisse konnten auch in internationalen Studien – etwa von Su et al. (103) und Al-Hadi Hamasha et al. (104) bestätigt werden. Die geschlechterspezifischen Unterschiede im Einsatz von Zahnseide und anderen Zusatzprodukten zeigen, dass Männer in diesem Bereich gezielter angesprochen werden sollten.

Auch beim Wunsch nach Aufklärung zur Kariesprävention zeigen sich Geschlechterunterschiede: Frauen äußerten demnach häufiger einen klaren Wunsch nach mehr Information. Diese Beobachtung deckt sich ebenfalls mit Studien wie die von Lipsky et al. (105), in denen Frauen häufiger präventive Maßnahmen in Anspruch nehmen. Dies lässt auf ein höheres Informationsinteresse schließen.

Region

Teilnehmer*innen aus der Obersteiermark äußerten mit 35%, gefolgt von 30,9% der Grazer*innen am häufigsten den eindeutigen Wunsch nach mehr Aufklärung. In anderen Regionen der Steiermark war dieser Anteil geringer (Oststeiermark: 25%, Weststeiermark: 15,4%). Diese Unterschiede könnten durch regionale Rahmenbedingungen und versorgungsbezogene Faktoren erklärbar sein – wie etwa die Erreichbarkeit zahnärztlicher Angebote. Allerdings ist ein Vergleich mit der aktuellen Studienlage hinsichtlich des Informationsbedarfs nur begrenzt möglich, da es bislang kaum veröffentlichte Studien gibt, die explizit zu dieser Thematik Unterschiede zwischen städtischen und ländlichen Regionen untersuchten. Man könnte die gewonnenen Ergebnisse mit der kanadischen Studie von Alhozgi et al. in Beziehung setzen, in der ländliche Patient*innen in Kanada eine geringere Zufriedenheit mit der zahnärztlichen Versorgung zeigten als jene in städtischen Gebieten (106). Diese subjektive Zufriedenheit könnte darauf hindeuten, dass regionale Unterschiede im Gesundheitswesen auch mit einem unterschiedlichen Aufklärungsbedarf einhergehen. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das Bedürfnis nach mehr Aufklärung je nach Region variiert, wobei künftige Aufklärungskonzepte auch stärker regionale Gegebenheiten und den Zugang zu zahnmedizinischer Versorgung berücksichtigen sollten.

4.3 Bewertung der Hypothese und Ausblick

Die eingangs formulierte Hypothese lautete: *„Der Wissensstand der Bevölkerung in der Steiermark über die Rolle von Fluorid in der Kariesprophylaxe ist signifikant niedriger als der aktuelle wissenschaftliche Stand, was zu Missverständnissen und zu einer unzureichenden Nutzung fluoridhaltiger Produkte führt.“*

Im Rahmen der vorliegenden Erhebung konnte diese Hypothese jedoch nicht statistisch signifikant bestätigt werden, weshalb die Nullhypothese beibehalten wird.

Trotzdem bedeuten nicht-signifikante Ergebnisse nicht automatisch, dass kein Handlungsbedarf besteht. Vielmehr zeigen die deskriptiven Ergebnisse deutliche Wissensdefizite und Unsicherheiten innerhalb der Teilnehmergruppe. Zusammengefasst

fehlten vielen Befragten grundlegende Informationen zu Wirkmechanismen von Fluorid, empfohlenen Konzentrationen und zur richtigen Anwendung oder Nebenwirkungen. Diese Erkenntnisse sind aus sowohl als individueller gesundheitlicher als auch gesundheitspolitischer Sicht relevant, da sie langfristig das Risiko für Karies oder andere orale Erkrankungen in der steiermärkischen Bevölkerung erhöhen können.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie verdeutlichen, dass insbesondere das hohe Vertrauen in Zahnmediziner*innen als Informationsquelle einen wertvollen Beitrag für zukünftige Aufklärungsstrategien liefern kann. Gezielte, ausführliche Beratungsgespräche sowie alters- und zielgruppenspezifische Informationsmaterialien in der Praxis können beitragen, diese Wissenslücken zu schließen. Ergänzend bieten digitale Medien als moderner Informationsweg – insbesondere für jüngere Personen – eine weitere Möglichkeit, die Zahn- und Mundgesundheit nachhaltig zu verbessern.

4.4 Limitationen

Im Rahmen dieser Studie liegen diverse Limitationen vor.

Die Aussagekraft der durchgeführten Fragebogenstudie ist mit einer Stichprobengröße von 159 Teilnehmer*innen begrenzt, um generelle Rückschlüsse für die gesamte steirische Bevölkerung treffen zu können. In diesem Zusammenhang stellt auch der Erhebungszeitraum einen limitierenden Faktor dar. Aufgrund des zeitlich begrenzten bzw. festgelegten Zeitraumes (6.3.2025 bis 17.4.2025), war es schwierig, eine größere Anzahl an Personen zu erreichen. Der gewählte Erhebungszeitraum ergab sich aus den zeitlichen Rahmenbedingungen der Diplomarbeit und ließ keine längere Datenerhebung zu. Eine verlängerte Datenerhebungsperiode hätte möglicherweise zu einer höheren Stichprobengröße geführt. Eine Wiederholung der Erhebung zu einem späteren Zeitpunkt mit einer größeren Stichprobe und einem längeren Befragungszeitraum könnte genauere Einblicke liefern und gleichzeitig mögliche Veränderungen im Zeitverlauf erfassen.

Da der Fragebogen zumeist im Warteraum oder am Behandlungsstuhl ausgefüllt wurde, konnten die Rahmenbedingungen nicht immer kontrolliert und geprüft werden. So besteht das Risiko, dass Studienteilnehmer*innen ihre Zahnpflegegewohnheiten oder ihr Wissen über Fluorid nur ungenau wiedergaben oder Antworten willkürlich bzw. mittels Ausschlussverfahren trafen. Zudem könnten Teilnehmer*innen ihre Antworten aufgrund sozial erwünschter Antworten verzerrt angegeben haben, wodurch eine überschätzte Darstellung positiver Verhaltensweisen und ein verfälscht hohes Wissensniveau resultieren

könnte. Die Durchführung der Befragung vor Ort ergab sich aus den organisatorischen Gegebenheiten und dem begrenzten Zeitrahmen dieser Arbeit. Gleichzeitig konnte dadurch die sichere Aufbewahrung der ausgefüllten Fragebögen gewährleistet werden, da eine direkte Übergabe der ausgefüllten Fragebögen ans Personal erfolgte.

Eine Möglichkeit zur Reduktion von Verzerrungen wäre eine standardisierte Durchführung der Befragung unter Aufsicht geschulter, neutraler Personen, die bei Unklarheiten zur Verfügung stehen und gleichzeitig die Rahmenbedingungen kontrollieren. Eine ruhige und störungsfreie Umgebung – etwa ein getrennter Raum – könnte die Aussagekraft der erhobenen Daten verbessern.

Weiters bestand der Fragebogen lediglich aus geschlossenen Fragen in Form von Single-Choice-, Multiple-Choice- und skalierten Fragen. Dieses Fragenformat wurde bewusst gewählt, um die statistische Auswertung und Analyse der Ergebnisse zu vereinfachen. Zudem erleichterte es eine schnellere Befragung und war für die Teilnehmer*innen weniger aufwendig. Allerdings schränkte diese Wahl Teilnehmer*innen ein, alternative Antworten zu geben. Darüber hinaus konnten Fragen oder Begriffe missverstanden werden, was die Validität der Antworten beeinträchtigen könnte.

Die Datenerhebung wurde an der Grazer Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheit durchgeführt, wodurch eine vergleichsweise homogene Stichprobengruppe entstand. Dabei ist möglicherweise anzunehmen, dass bei jenen Befragten das dentale Bewusstsein und der Wissenstand zum Thema Kariesprävention bereits ausgeprägter ist als bei jenen der Allgemeinbevölkerung. Die Durchführung an der Zahnklinik ermöglichte dennoch einen direkten Zugang zu den Teilnehmer*innen sowie eine sichere und zeitnahe Sammlung der Fragebögen.

Abschließend ist die Verteilung der Fragebögen in Papierform differenziert zu betrachten. Zu den Vorteilen zählt die leichte Zugänglichkeit, einfache Handhabung sowie Verteilung dieser. Allerdings steigt zeitgleich der Ressourcenverbrauch im Vergleich zu Online-Formaten.

Alternativ hätte eine Online-Befragung durchgeführt werden können, was aber möglicherweise in einer geringeren Teilnahmequote, insbesondere bei älteren Personen, resultieren könnte. Zusätzlich sind bei Online-Formaten Aspekte wie der Datenschutz und die IT-Sicherheit zu berücksichtigen (107).

5 Schlussfolgerung

Das zentrale Forschungsziel dieser Diplomarbeit war es, das Kenntnisniveau der steirischen Bevölkerung hinsichtlich der kariespräventiven Wirkung von Fluorid zu untersuchen, bestehende Wissenslücken aufzudecken und mit dem aktuellen Stand der Literatur und Forschung zu vergleichen. Im Rahmen der Arbeit konnten alle zuvor formulierten Kernfragen beantwortet werden: Der aktuelle wissenschaftliche Stand in der Kariesprävention mit Fluoriden wurde zusammengefasst, mögliche Langzeitauswirkungen und gesundheitliche Risiken wurden betrachtet und das Kenntnisniveau der Steirer*innen zu Fluoriden in der Kariesprophylaxe umfassend mittels Fragebogen erfasst. Die Ergebnisse zeigten in mehreren Bereichen deutliche Wissenslücken im Vergleich zum aktuellen wissenschaftlichen Stand. Allerdings konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden, weshalb die Nullhypothese bestätigt wurde.

Neben den bestehenden Informationsdefiziten der Teilnehmer*innen zeigte die Auswertung der Fragebögen vielversprechende Ansätze für eine gezielte und weiterführende Aufklärung im Bereich der Kariesprävention und Fluoridierungsmaßnahmen – insbesondere bei Durchführung von zahnmedizinischem Fachpersonal. Dieses Vertrauen der Bevölkerung bietet eine wertvolle Grundlage, um Aufklärungsmaßnahmen und Präventionsstrategien verstärkt im Praxisalltag zu integrieren und vertiefen. Durch individuelle Beratung und Aufklärung durch Zahnmediziner*innen oder anderem Fachpersonal können bestehende Unsicherheiten gemeinsam mit den Patient*innen besprochen werden, der korrekte Einsatz und Umgang mit fluoridhaltigen Produkten verbessert werden und somit gänzlich die Zahn- und Mundgesundheit nachhaltig gefördert werden. Darüber hinaus zeigen die positiven Einstellungen der Befragten gegenüber der Einführung von Präventionsveranstaltungen und Prophylaxeprogrammen in Bildungseinrichtungen ein großes Potential, gemeinschaftsorientierte und flächendeckende Aufklärungskampagnen zu entwickeln, die eine möglichst breite Zielgruppe erreichen oder bereits bestehende zu verbessern.

Abschließend lässt sich sagen, dass diese Arbeit wichtige Erkenntnisse für die Entwicklung künftiger Aufklärungsstrategien liefert, die dazu beitragen können, um die Zahngesundheit in der Steiermark nachhaltig zu verbessern und die Karieslast zu senken.

6 Literaturverzeichnis

1. Tennert C, Meyer-Lückel H. Karies, dentaler Biofilm und Ernährung. *Freie Zahnarzt* 2019;63(4):74–83.
2. Bodenwinkler A, Sax G, Kerschbaum J. Länder-Zahnstatuserhebung ..., 2016, Sechsjährige in Österreich : Zahnstatus sechsjähriger Kinder mit und ohne Migrationshintergrund. 2017.
3. Schwarz T, Kölldorfer B. Österreichische Zahnstatuserhebung 2023/24. 6- bis 7-jährige Kinder. 2025.
4. Österreichische Zahnärztekammer. Gesamtösterreichisches Prophylaxeprogramm der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde. 2009:70–83.
5. Hellwig E, Schäfer E, Klimek J, Attin T. Einführung in die Zahnerhaltung. 7. überarbeitete Auflage ed. Köln: Deutscher Zahnärzte Verlag; 2018.
6. Aoun A, Darwiche F, Al Hayek S, Doumit J. The fluoride debate: The pros and cons of fluoridation. *Preventive Nutrition and Food Science* 2018;23(3).
7. Wegehaupt F, Menghini G. Update Fluorid. *SWISS DENTAL JOURNAL SSO–Science and Clinical Topics* 2020;130(9):677–683.
8. Zeeck Axel (). Periodensystem der Elemente. In: Zeeck Axel (), editor. *Chemie für Mediziner*. 10. Auflage ed.; 2020. p. 15–26.
9. Peckham S, Awofeso N. Water fluoridation: A critical review of the physiological effects of ingested fluoride as a public health intervention. *The Scientific World Journal* 2014;2014.
10. Meyer-Lückel H, Paris S, Ekstrand KR. *Karies: Wissenschaft und Klinische Praxis*. Stuttgart, New York: Georg Thieme Verlag; 2012.
11. Dhar V, Bhatnagar M. Physiology and toxicity of fluoride. *Indian Journal of Dental Research* 2009;20(3):350–355.
12. Ali S, Thakur SK, Sarkar A, Shekhar S. Worldwide contamination of water by fluoride. *Environmental Chemistry Letters* 2016;14(3).
13. Datta PS, Deb DL, Tyagi SK. Stable isotope (^{18}O) investigations on the processes controlling fluoride contamination of groundwater. *J Contam Hydrol* 1996;24(1):85–96.
14. Dissanayake CB. The fluoride problem in the ground water of Sri Lanka — environmental management and health. *Int J Environ Stud* 1991;38(2-3):137–155.
15. World Health Organization. Guidelines for drinking-water quality: small water supplies. 2024 15.2:1–220.

- 16.Podgorski J, Berg M. Global analysis and prediction of fluoride in groundwater. *Nat Commun* 2022 Aug 1;13(1):4232–9.
- 17.Shaji E, Sarath KV, Santosh M, Krishnaprasad PK, Arya BK, Babu MS. Fluoride contamination in groundwater: A global review of the status, processes, challenges, and remedial measures. *Geoscience Frontiers* 2024;15(2):101734.
- 18.Vinceti SR, Veneri F, Filippini T. Water fluoridation between public health and public law: an assessment of regulations across countries and their preventive medicine implications. *Annali di Igiene, Medicina Preventiva e di Comunità* 2024;36(3).
- 19.Queste A, Lacombe M, Hellmeier W, Hillermann F, Bortolussi B, Kaup M, et al. High concentrations of fluoride and boron in drinking water wells in the Muenster region - Results of a preliminary investigation. *Int J Hyg Environ Health* 2001;203(3):221–224.
- 20.D’Alessandro W, Bellomo S, Parello F, Brusca L, Longo M. Survey on fluoride, bromide and chloride contents in public drinking water supplies in Sicily (Italy). *Environ Monit Assess* 2008;145(1):303–313.
- 21.Parrone D, Ghergo S, Frollini E, Rossi D, Preziosi E. Arsenic-fluoride co-contamination in groundwater: Background and anomalies in a volcanic-sedimentary aquifer in central Italy. *J Geochem Explor* 2020;217:106590.
- 22.Radl Regina. Erhebung und statistische Auswertung des Fluoridgehaltes im steirischen Trinkwasser 2021. *Universitätszahnklinik Wien*; 2021.
- 23.Kjellevald M, Kippler M. Fluoride – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food and Nutrition Research* 2023;67.
- 24.EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies,(NDA). Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fluoride. *EFSA Journal* 2013;11(8):3332.
- 25.Mansur EKM. Fluoride and Dental Health: An Overview of Its History, Occurrence, Intake and Metabolism in Human, Methods of Delivery and Harmful Effects. *International Journal of Clinical Preventive Dentistry* 2023;19(1).
- 26.O’Mullane DM, Baez RJ, Jones S, Lennon MA, Petersen PE, Rugg-Gunn AJ, et al. Fluoride and oral health. *Community Dental Health* 2016;33(2).
- 27.Schiffner U. Use of fluorides for caries prevention. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 2021;64(7):830–837.
- 28.Rošin-Grget K, Peroš K, Sutej I, Bašić K. The cariostatic mechanisms of fluoride. *Acta medica academica* 2013;42(2).
- 29.Twetman S. Prevention of dental caries as a non-communicable disease. *Eur J Oral Sci* 2018;126:19–25.
- 30.Hamilton I R, editor. *Biochemical effects of fluoride on oral bacteria*1990.

31. Kirsch J, Hannig M, Winkel P, Basche S, Leis B, Pütz N, et al. Influence of pure fluorides and stannous ions on the initial bacterial colonization in situ. *Scientific Reports* 2019;9(1):18499.
32. Antropov AC, *Deutsche Apotheker Zeitung*. Fluorid: Wie viel für wen und in welcher Form? 2022; . Accessed 12.06, 2025.
33. Stookey GK, Depaola PF, Featherstone JDB, Fejerskov O, Möller IJ, Rotberg S, et al. A critical review of the relative anticaries efficacy of sodium fluoride and sodium monofluorophosphate dentirices. *Caries Research* 1993;27(4).
34. Nicholson JW. Stannous Fluoride in Toothpastes: A Review of Its Clinical Effects and Likely Mechanisms of Action. *Journal of functional biomaterials* 2025 Feb 20;16(3):73.
35. Ganss C, Lussi A, Grunau O, Klimek J, Schlueter N. Conventional and anti-erosion fluoride toothpastes: Effect on enamel erosion and erosion-abrasion. *Caries Research* 2011;45(6).
36. Madléna M. Experiences with amine fluoride containing products in the management of dental hard tissue lesions focusing on Hungarian studies: a review. *Acta medica academica* 2013 Nov;42(2):189–197.
37. Marinho VCC, Higgins J, Logan S, Sheiham A. Fluoride toothpastes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2003;2016(11).
38. Walsh T, Worthington HV, Glenny AM, Marinho VCC, Jeroncic A. Fluoride toothpastes of different concentrations for preventing dental caries. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2019;2019(3).
39. Zero DT, Creeth JE, Bosma ML, Butler A, Guibert RG, Karwal R, et al. The effect of brushing time and dentifrice quantity on fluoride delivery in vivo and enamel surface microhardness in situ. *Caries Research* 2010;44(2).
40. Ganss C, Schlueter N, Preiss S, Klimek J. Tooth brushing habits in uninstructed adults—frequency, technique, duration and force. *Clin Oral Investig* 2009;13:203–208.
41. Beals D, Ngo T, Feng Y, Cook D, Grau DG, Weber DA. Development and laboratory evaluation of a new toothbrush with a novel brush head design. *Am J Dent* 2000;13(Spec No):5A–14A.
42. Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK), Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZ), Deutsche Gesellschaft für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (DGZMK). S3-Leitlinie (Langfassung): Kariesprävention bei bleibenden Zähnen - grundlegende Empfehlungen. 2025;AWMF-Registernummer: 083-021(Version 2.0).
43. Enerbäck H, Lövgren ML, Strömberg N, Westerlund A. Effect of high-fluoride toothpaste and mouth rinse on the prevention of demineralized lesions during orthodontic treatment: a randomized controlled trial. *Eur J Orthod* 2023;45(5):477–484.

44. León S, González K, Hugo FN, Gambetta-Tessini K, Giacaman RA. High fluoride dentifrice for preventing and arresting root caries in community-dwelling older adults: A randomized controlled clinical trial. *J Dent* 2019;86:110–117.
45. Marinho VC, Chong L, Worthington HV, Walsh T. Fluoride mouthrinses for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2016(7).
46. Marinho VCC, Worthington HV, Walsh T, Clarkson JE. Fluoride varnishes for preventing dental caries in children and adolescents. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013;2013(7).
47. Harding MA, O'Mullane DM. Water fluoridation and oral health. *Acta medica academica* 2013;42(2).
48. Iheozor-Ejiofor Z, Worthington HV, Walsh T, O'Malley L, Clarkson JE, Macey R. Water fluoridation for the prevention of dental caries In: *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2015.
49. Toumba KJ, Twetman S, Splieth C, Parnell C, Van Loveren C, Lygidakis NA. Guidelines on the use of fluoride for caries prevention in children: an updated EAPD policy document. *European Archives of Paediatric Dentistry* 2019;20:507–516.
50. Zokaie T, Pollick H. Community water fluoridation and the integrity of equitable public health infrastructure. *Journal of Public Health Dentistry* 2022;82(3).
51. Pollick HF. Salt fluoridation: a review. *Journal of the California Dental Association* 2013;41(6).
52. Till C, El-Sabbagh J, Goodman C, Subiza-Pérez M, Hall M. How the public's knowledge, attitudes, and practice intersect with scientific evidence about fluoride. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care* 2025:101768.
53. Pontigo-Loyola AP, Mendoza-Rodriguez M, de la Rosa-Santillana R, Rivera-Pacheco MG, Islas-Granillo H, Casanova-Rosado JF, et al. Control of dental caries in children and adolescents using fluoride: an overview of community-level fluoridation methods. *Pediatric Reports* 2024;16(2):243–253.
54. Julia Tauber, Amt der OÖ. Landesregierung, Direktion Umwelt und Wasserwirtschaft. Info: Fluorid im Trinkwasser. 2024 Stand 04.
55. Marthaler TM. Salt fluoridation and oral health. *Acta medica academica* 2013;42(2).
56. Marthaler TM, Petersen PE. Salt fluoridation - An alternative in automatic prevention of dental caries. *International Dental Journal* 2005;55(6).
57. Bánóczy J, Rugg-Gunn A, Woodward M. Milk fluoridation for the prevention of dental caries. *Acta medica academica* 2013;42(2).

- 58.Ullah R, Zafar MS, Shahani N. Potential fluoride toxicity from oral medicaments: A review. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences* 2017;20(8).
- 59.Yeung CA, Chong LY, Glenny A. Fluoridated milk for preventing dental caries. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015(8).
- 60.Maslak EE, Khmyzova TG, Afonina IV, Litovkina LS, Luneva NA. The effect of milk fluoridation project in Volgograd. *Caries Res* 2004;38(4):377.
- 61.Bundeszahnärztekammer. Fluoridierungsmaßnahmen zur Prophylaxe von Zahnkaries. 2024; . Accessed 6. Mai, 2025.
- 62.Österreichische Gesellschaft für Kinderzahnmedizin. Karies-Vorsorge mit Fluorid. :1–7.
- 63.Berg B, Cremer M, Flothkötter M, Koletzko B, Krämer N, Krawinkel M, et al. Kariesprävention im Säuglings- und frühen Kindesalter. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2021;169(6):550–558.
- 64.Samaranayake L, Porntaveetus T, Tsoi J, Tuygunov N. Facts and Fallacies of the Fluoride Controversy: A Contemporary Perspective. *Int Dent J* 2025;75(4):100833.
- 65.Cury JA, Ricomini-Filho AP, Perecin Berti FL, Tabchoury CPM. Systemic effects (Risks) of water fluoridation. *Brazilian Dental Journal* 2019;30(5).
- 66.Kanduti D, Sterbenk P, Artnik a. Fluoride: a Review of Use and Effects on Health. *Materia Socio Medica* 2016;28(2).
- 67.McIvor ME. Acute Fluoride Toxicity. *Drug Safety* 1990;5(2):79–85.
- 68.Samaranayake L, Porntaveetus T, Tsoi J, Tuygunov N. Facts and Fallacies of the Fluoride Controversy: A Contemporary Perspective. *Int Dent J* 2025;75(4):100833.
- 69.Whitford GM. Fluoride in Dental Products: Safety Considerations. *Journal of Dental Research* 1987;66(5).
- 70.Whitford GM. Acute toxicity of ingested fluoride. *Monographs in Oral Science* 2011;22.
- 71.Alvarez JA, Rezende KMPC, Marocho SMS, Alves FBT, Celiberti P, Ciamponi AL. Dental fluorosis: Exposure, prevention and management. *Medicina Oral, Patologia Oral y Cirugia Bucal* 2009;14(2).
- 72.Denbesten P, Li W. Chronic fluoride toxicity: Dental fluorosis. *Monographs in Oral Science* 2011;22.
- 73.Rozier RG. Epidemiologic indices for measuring the clinical manifestations of dental fluorosis: overview and critique. *Advances in dental research* 1994;8(1).

74. Clarkson J. Review of terminology, classifications, and indices of developmental defects of enamel. *Advances in dental research* 1989;3(2).
75. Dean HT. Classification of mottled enamel diagnosis. *The Journal of the American Dental Association* (1922) 1934;21(8):1421–1426.
76. Dean HT, Arnold FA, Elvove E. Domestic water and dental caries. *Public Health Rep* 1942;57(32):1555–1594.
77. Pendrys DG. The Fluorosis Risk Index: a Method for Investigating Risk Factors. *J Public Health Dent* 1990;50(5):291–298.
78. Schaffner M, Hotz P, Lussi A. Zahnfluorose. *Swiss dental journal* 2015;125(6):710–711.
79. Büchel K, Gerwig P, Weber C, Minnig P, Wiehl P, Schild S, et al. Prevalence of enamel fluorosis in 12-year-olds in two Swiss cantons. *Schweizer Monatsschrift für Zahnmedizin= Revue Mensuelle Suisse D'odonto-stomatologie= Rivista Mensile Svizzera di Odontologia e Stomatologia* 2011;121(7-8):647–656.
80. Momeni A, Neuhäuser A, Renner N, Heinzl-Gutenbrunner M, Abou-Fidah J, Rasch K, et al. Prevalence of dental fluorosis in German schoolchildren in areas with different preventive programmes. *Caries Res* 2007;41(6):437–444.
81. Moimaz SAS, Saliba O, Marques LB, Garbin CAS, Saliba NA. Dental fluorosis and its influence on children's life. *Brazilian oral research* 2015;29:1.
82. Prof. Dr. Christian H. Splieth. *Zwischen Kariesprävention und Dentalfluorose*. 2019 1.9(Nr. 17):30.
83. Srivastava S, Flora SJS. Fluoride in Drinking Water and Skeletal Fluorosis: a Review of the Global Impact. *Current environmental health reports* 2020;7(2).
84. Mohammadi AA, Yousefi M, Yaseri M, Jalilzadeh M, Mahvi AH. Skeletal fluorosis in relation to drinking water in rural areas of West Azerbaijan, Iran. *Scientific reports* 2017;7(1):17300.
85. Guth S, Hüser S, Roth A, Degen G, Diel P, Edlund K, et al. Toxicity of fluoride: critical evaluation of evidence for human developmental neurotoxicity in epidemiological studies, animal experiments and in vitro analyses. *Archives of Toxicology* 2020;94(5).
86. Taylor KW, Eftim SE, Sibrizzi CA, Blain RB, Magnuson K, Hartman PA, et al. Fluoride Exposure and Children's IQ Scores: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA pediatrics* 2025 Mar 1;179(3):282–292.
87. Veneri F, Vinceti M, Generali L, Giannone ME, Mazzoleni E, Birnbaum LS, et al. Fluoride exposure and cognitive neurodevelopment: Systematic review and dose-response meta-analysis. *Environmental Research* 2023;221.

88. Takahashi K, Akiniwa K, Narita K. Regression Analysis of Cancer Incidence Rates and Water Fluoride in the U.S.A. based on IACR/IARC(WHO) Data(1978-1992). *Journal of Epidemiology* 2001;11(4):170–179.
89. Cohn PD. A brief report on the association of drinking water fluoridation and the incidence of osteosarcoma among young males. *New Jersey Department of Health* 1992:1–17.
90. Hajduga N, Subramanian MP, Brown H, McNally R, Zohoori V, Rand V. Exposure to fluoride and risk of primary bone cancer: A systematic review. *Bone* 2025;190:117320.
91. Peckham S, Lowery D, Spencer S. Are fluoride levels in drinking water associated with hypothyroidism prevalence in England? A large observational study of GP practice data and fluoride levels in drinking water. *Journal of Epidemiology and Community Health* 2015;69(7).
92. Iamandii I, De Pasquale L, Giannone ME, Veneri F, Generali L, Consolo U, et al. Does fluoride exposure affect thyroid function? A systematic review and dose-response meta-analysis. *Environ Res* 2024;242:117759.
93. Wu L, Fan C, Zhang Z, Zhang X, Lou Q, Guo N, et al. Association between fluoride exposure and kidney function in adults: A cross-sectional study based on endemic fluorosis area in China. *Ecotoxicol Environ Saf* 2021;225:112735.
94. Birant S, Koruyucu M, Ozcan H, Ilisulu C, Kasimoglu Y, Ustun N, et al. Investigating the Level of Knowledge of the Community about Oral and Dental Health. *European Journal of Dentistry* 2021;15(1).
95. Turska-Szybka A, Świątkowska M, Walczak M, Olczak-Kowalczyk D. What do parents know about the use of fluoride products in children? a questionnaire study. *Fluoride* 2018;51(2):114–121.
96. Cheng L, Zhang L, Yue L, Ling J, Fan M, Yang D, et al. Expert consensus on dental caries management. *International journal of oral science* 2022;14(1):17.
97. Pitts NB, Twetman S, Fisher J, Marsh PD. Understanding dental caries as a non-communicable disease. *Br Dent J* 2021;231(12):749–753.
98. Badrov M, Gavic L, Seselja Perisin A, Zeljezic D, Vladislavic J, Puizina Mladinic E, et al. Comparative Perceptions of Fluoride Toxicity in Oral Hygiene Products: Insights from the General Population and Healthcare Professionals. *Clinics and practice* 2024;14(5):1827–1841.
99. World Health Organization Regional Office for the Eastern Mediterranean. Oral health promotion toolkit for the Eastern Mediterranean Region: school-based oral health promotion. 2025.
100. Geiken A, Kock M, Banz L, Schwendicke F, Graetz C. Dental Practice Websites in Germany—How Do They Inform about Fluoridation? *Dentistry Journal* 2024;12(3).

- 101.Griffin M, Shickle D, Moran N. European citizens' opinions on water fluoridation. *Community Dent Oral Epidemiol* 2008;36(2):95–102.
- 102.Naghibi Sistani MM, Yazdani R, Virtanen J, Pakdaman A, Murtomaa H. Oral health literacy and information sources among adults in Tehran, Iran. *Community Dental Health* 2013;30(3).
- 103.Su S, Lipsky MS, Licari FW, Hung M. Comparing oral health behaviours of men and women in the United States. *J Dent* 2022;122:104157.
- 104.Hamasha AA, Alshehri A, Alshubaiki A, Alssafi F, Alamam H, Alshunaiber R. Gender-specific oral health beliefs and behaviors among adult patients attending King Abdulaziz Medical City in Riyadh. *The Saudi Dental Journal* 2018;30(3):226–231.
- 105.Lipsky MS, Su S, Crespo CJ, Hung M. Men and Oral Health: A Review of Sex and Gender Differences. *American Journal of Men's Health* 2021;15(3).
- 106.Alhozgi A, Feine JS, Tanwir F, Shrivastava R, Galarnau C, Emami E. Rural–urban disparities in patient satisfaction with oral health care: a provincial survey. *BMC Oral Health* 2021;21(1):261.
- 107.Walker LO, Murry N, Longoria KD. Improving Data Integrity and Quality from Online Health Surveys of Women with Infant Children. *Nursing Research* 2023;72(5).

Hinweis zum Einsatz künstlicher Intelligenz:

Textpassagen dieser Arbeit wurden mit Unterstützung von [ChatGPT \(OpenAI\)](#), Version GPT-4, sprachlich überarbeitet und stilistisch angepasst.

7 Anhang: Fragebogen

Die nachfolgenden Seiten zeigen den Fragebogen, welcher an der Grazer Universitätsklinik für Zahnmedizin und Mundgesundheits verteilt wurde.

Seite 1 von 9

Version 1.1

24. März 2025

Fluorid und Zahngesundheit: Eine Untersuchung des Bewusstseins in der steiermärkischen Bevölkerung im Vergleich zum aktuellen wissenschaftlichen Stand in der Kariesprävention

Sehr geehrte Damen und Herren!

**Ich lade Sie herzlich ein, an der oben genannten Studie im Rahmen einer
Diplomarbeit teilzunehmen!**

Bitte lesen Sie sich eingehende Informationen aufmerksam durch.

Die Teilnahme an dieser Studie ist freiwillig und kostenlos. Sie können das Ausfüllen jederzeit ohne Angabe von Gründen beenden. Die Ablehnung oder die vorzeitige Beendigung der Teilnahme erfolgt ohne Konsequenzen. Füllen Sie den Fragebogen nur einmal aus und nehmen Sie nur dann an der Studie teil, wenn Sie folgende Kriterien erfüllen:

- Ihr Wohnort ist in der Steiermark.
- Sie sind mindestens 18 Jahre alt.
- Sie sind in keinem zahnmedizinischen Beruf tätig.

Die unverzichtbare Voraussetzung für die Durchführung und Teilnahme an der Studie ist Ihr Einverständnis. Zu dieser Studie, sowie zur Patienteninformation und Einwilligungserklärung wurde von der zuständigen Ethikkommission eine befürwortende Stellungnahme abgegeben.

A) Was ist der Zweck dieser Studie?

Ziel ist es herauszufinden, wie gut Personen mit Wohnort in der Steiermark, Alter Jahren und ohne zahnmedizinischen Beruf über die Rolle von Fluorid in der Kariesprävention im Vergleich zum aktuellen wissenschaftlichen Stand informiert und aufgeklärt sind. Ihre Teilnahme an diesem Fragebogen soll helfen, Wissenslücken und -defizite aufzudecken, um Aufklärungsstrategien in der Kariesprophylaxe zu optimieren.

B) Wie läuft die Teilnahme an der Studie ab?

Sie werden gebeten, den beiliegenden Fragebogen vollständig auszufüllen, welcher von uns in weiterer Folge ausgewertet wird. Das Ausfüllen dauert in etwa fünf bis sieben Minuten. Bitte geben Sie den Fragebogen nach dem Ausfüllen einem/r Mitarbeiter/in, welche/r diesen sicher aufbewahrt.

C) Worauf liegt der Nutzen an der Teilnahme an der Studie?

TeilnehmerInnen ziehen keinen direkten Nutzen aus der Studie. Ihre Teilnahme leistet dennoch einen wichtigen Beitrag dazu, Wissenslücken in diesem Bereich aufzudecken und

zielgerichtete Aufklärung zu fördern. Es treten keine Risiken, Beschwerden oder negative Effekte durch die Teilnahme an dieser Studie auf.

D) Datenschluss

Bei den Daten, die über Patient/innen in einer Studie erhoben und verarbeitet werden, werden drei Kategorien unterschieden:

1. Jene personenbezogene Daten, anhand derer Sie direkt identifizierbar sind z.B. Name, Geburtsdatum, Adresse.
2. Pseudonymisierte (verschlüsselte) personenbezogene Daten, bei denen alle Informationen, die direkte Rückschlüsse auf Ihre Identität zulassen, durch einen Code (z.B. eine Zahl) ersetzt werden. Somit können die Daten ohne Hinzuziehung zugehöriger Informationen und ohne unverhältnismäßig großen Aufwand nicht mehr Ihrer Person zugeordnet werden können.
3. Anonymisierte Daten, bei denen eine Rückführung auf Ihre Person nicht möglich ist.

Diese Studie fällt in die dritte Kategorie „anonymisierte Daten, bei denen eine Rückführung auf Ihre Person nicht möglich ist.“ Zu keinem Zeitpunkt wird Ihr Name im Rahmen dieser Studie erhoben. Die ausgefllten Fragebögen werden in sicheren, verschlüsselt bewahren Räumen aufbewahrt und sind vor Zugriff unbefugter Personen geschtzt. Zugang zu den nicht verschlüsselt Daten haben nur der Studienleiter und andere Mitarbeiter des Studiencentrums, die an dieser Studie mitwirken. Eine Weitergabe der Daten erfolgt nur in verschlüsselter oder anonymisierter Form. Zusätzlich können autorisierte und zur Verschwiegenheit verpflichtete Beauftragte des Sponsors „Medizinische Universität Graz“ sowie Beauftragte von in- und/oder ausländischen Gesundheitsbehörden und jeweils zuständige Ethikkommissionen in die nicht verschlüsselt Daten Einsicht nehmen, soweit dies für die Überprüfung der ordnungsgemäßen Durchführung der klinischen Studie notwendig bzw. vorgeschrieben ist. Sämtliche Personen, die Zugang zu Ihren Daten erhalten, unterliegen im Umgang mit den Daten der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) und dem sterreichischen Datenschutzgesetz in seiner gültigen Fassung.

Im Rahmen dieser Studie ist keine Weitergabe von Daten in Länder außerhalb der EU vorgesehen. Auch die Dauer der Speicherung Ihrer Daten ist durch Rechtsvorschriften geregelt. Sie haben auch das Recht, eine Beschwerde über den Umgang mit Ihren Daten einzubringen (www.dsb.gv.at).

Falls Sie Fragen zum Umgang mit Ihren Daten in dieser Studie haben, wenden Sie sich bitte an folgende Person: Datenschutzbeauftragte/r der Medizinischen Universität Graz.
(Email: datschutz@meduni-graz.at)

E) Weitere Fragen und Kontaktinfos

Sollten Sie noch weitere Fragen im Rahmen dieser Studie haben können Sie jederzeit Kontakt mit uns aufnehmen:

Name: Univ. Z Dr. med. dent. Katharina Harscho +4321628512213

Name: Anns Unterraier +4321628512214

F) Einwilligungserklahrung

Ich habe dieses Informationsblatt gelesen und verstanden. Alle Fragen wurden beantwortet und es sind keine Fragen offen. Durch das Ankreuzen des unten stehenden Kästchens, bin ich mit der Teilnahme an der Studie einverstanden. Ich willige damit ein, dass meine Daten gespeichert und ohne direkten Personenbezug für wissenschaftliche Zwecke verwendet werden dürfen.

BITTE ANKREUZEN!

Ich bin mit der Teilnahme an der Fragebogenstudie einverstanden.

1) Wie alt sind Sie?

Markieren Sie eine Antwort

- a) 18-30 Jahre
- b) 31-50 Jahre
- c) 51-69 Jahre
- d) Über 70 Jahre

2) Welches Geschlecht haben Sie?

Markieren Sie eine Antwort

- a) männlich
- b) weiblich
- c) divers
- d) keine Angabe

3) Welchen Beruf übten Sie aus?

Markieren Sie eine Antwort

- a) Schüler/in
- b) Student/in
- c) Angestellter
- d) Selbstständig
- e) Pensionist/in
- f) Sonstiges

4) Welchen höchsten Bildungsabschluss haben Sie?*Beantworten Sie ohne Antwort*

- a) Pflichtschule
- b) Lehrabschluss
- c) Universität/Hochschule
- d) Matura
- e) sonstiges

5) In welcher Region in der Steiermark leben Sie?*Beantworten Sie ohne Antwort*

- a) Bezirk Graz (Stadt)
- b) Graz Umgebung
- c) Obersteiermark
- d) Südsteiermark
- e) Oststeiermark
- f) Weststeiermark

6) Hatten Sie schon einmal Kurles bzw. ein „Loch“?*Beantworten Sie ohne Antwort*

- a) ja
- b) nein
- c) weiß ich nicht

7) Wie viele Zähne haben Sie?*Beantworten Sie ohne Antwort**Zur Information: das natürliche erwachsene Gebiss besteht aus 32 Zähnen; also pro Kiefer 16 Zähne)*

- a) keine
- b) 1 – 5 Zähne
- c) 6 – 10 Zähne
- d) 11 – 15 Zähne
- e) 16 – 20 Zähne
- f) 21 – 25 Zähne
- g) 26– 30 Zähne
- h) Mehr als 30

8) Wie oft putzen Sie am Tag die Zähne?

Beantworten Sie ohne Antwort

- a) einmal täglich
- b) zweimal täglich
- c) mehr als zweimal
- d) selten
- e) nie

9) Welche Zahnpflegeprodukte verwenden Sie regelmäßig?

Mehrfachantworten möglich

- a) Zahnpasta
- b) Zahnbürste
- c) Zahnpolier
- d) Interdentalbürsten
- e) Mundspüllösung/Mundwasser
- f) Zungenreiniger
- g) Munddusche
- h) Toothpicks
- i) sonstige
- j) keine

10) Nach welchem Kriterium kaufen Sie Zahnpflegeprodukte?

Mehrfachantworten möglich

- a) Preis
- b) Marke
- c) Design
- d) Inhaltsstoffe
- e) Produkt in der Werbung gesehen/gehört
- f) Empfehlung von Zahnmediziner/innen oder zahnmedizinisches Personal
- g) Vorhandensein von Zertifikaten wie bio, vegan, Testieger

11) Was glauben Sie, ist Fluorid?

Beantworten Sie ohne Antwort

- a) Vitamin
- b) Konservierungsmittel
- c) Medikament
- d) Mineral
- e) Gift
- f) ich weiß es nicht

12) Welche Produkte glauben Sie, weisen typischerweise einen Fluoridgehalt auf?

Mehrfachantworten möglich

- a) Zahnpasta
- b) Leitungswasser
- c) Mineralwasser
- d) Mundspüllösung/Mundwasser
- e) Schwarztee
- f) Fisch
- g) Speisesalz
- h) ich weiß es nicht

13) Was glauben Sie, wie wirkt Fluorid auf die Zähne?

Mehrfachantworten möglich

- a) es macht die Zähne weißer
- b) es verhindert Mundgeruch
- c) es stärkt den Zahmschmelz
- d) es verhindert die Bildung von Plaque (Belegen) auf der Zahmoberflache
- e) es schützt vor der Kariesbildung
- f) ich weiß es nicht

14) Wie wichtig ist Ihnen die Verwendung von fluoridhaltigen Zahnpflegeprodukten auf einer Skala von 1 bis 10?

Markieren Sie einen Wert

1 gar nicht wichtig, 10 extrem wichtig

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

15) Welche Nebenwirkungen von Fluorid sind Ihnen bekannt?

Mehrfachantworten möglich

- a) Zahnfluorose
- b) Skelettfluorose
- c) Magenbeschwerden
- d) Erbrechen/Übelkeit
- e) allergische Reaktion
- f) Mundgeruch
- g) ich kenne keine Nebenwirkungen

16) Wissen Sie, dass in manchen Länder das Trinkwasser fluoridiert wird, um Karies vorzubeugen?

Beantworten Sie ohne Antwort

- a) ja
- b) nein

17) Wissen Sie, ob das Trinkwasser in Ihrer Region fluoridiert ist?

Beantworten Sie ohne Antwort

- a) ja
- b) nein

18) Wurde Ihnen oder Ihrem Kind jemals Fluoridtabletten verschrieben?

Beantworten Sie ohne Antwort

- a) ja
- b) nein
- c) ich weiß es nicht

19) Falls ja, von wem wurde die Fluoridtablette verschrieben?

Beantworten Sie ohne Antwort

- a) Zahnarzt/Ärztin
- b) Kinderarzt/Ärztin
- c) Allgemeinmediziner/in
- d) sonstige

20) Falls ja, weshalb haben Sie Fluoridtabletten eingenommen?

Beantworten Sie ohne Antwort

- a) zur Vorbeugung von Karies
- b) wegen fluoridarmen Trinkwasser
- c) ich weiß den Grund nicht (mehr)

21) Ab wann glauben Sie, ist die Verwendung einer fluoridhaltigen Zahnpasta empfohlen?

Beantworten Sie ohne Antwort

- a) Ab dem ersten Milchzahn
- b) Ab dem ersten bleibenden Zahn
- c) Ab dem 18. Lebensjahr
- d) Ich weiß es nicht

22) Kennen Sie die empfohlene Konzentration von Fluorid in Zahnpasten für Erwachsene?

Beantworten Sie ohne Antwort

- a) Unter 500 ppm
- b) 1000-1450 ppm
- c) über 2000 ppm
- d) Ich weiß es nicht

23) Was glauben Sie, welche Menge an Zahnpasta wird für eine erwachsene Person bei der täglichen Zahnpflege empfohlen?

Beantworten Sie ohne Antwort



- a) Keine Zahnpasta
- b) Eine kleine Menge Zahnpasta
- c) Erbsen- bis haselnußgroße Portion an Zahnpasta
- d) Zirkum 1/2 bis 2/3 Bürstenkopf voll mit Zahnpasta
- e) Ganzer Bürstenkopf voll mit Zahnpasta

24) Benutzen Sie Zahnpasta mit Fluorid?

Beantworten Sie ohne Antwort

- a) Immer
- b) Manchmal
- c) Nie
- d) Ich weiß es nicht

25) Woher beziehen Sie Informationen zur Kariesprophylaxe und Zahngesundheit im Allgemeinen?

Mehrfachantworten möglich

- a) Internet
- b) Freunde, Familie, Bekannte
- c) Zahnkraftigen/zahnmedizinisches Personal
- d) Gesundheitsorganisationen
- e) Allgemeinmediziner/in
- f) Apotheker/innen
- g) Werbung (TV, Social Media, Radio, ...)
- h) andere

26) Haben Sie das Gefühl, dass Sie ausreichend über die Wirkung von Fluorid aufgeklärt sind?

Markieren Sie eine Antwort

- a) ja, auf jeden Fall
- b) ja, größtenteils
- c) nein, ich bin deruber kaum informiert
- d) Ich habe kein Interesse am Thema Fluorid

27) Wurdem Sie sich mehr Aufklärung durch zahnmedizinisches Personal zum Thema Fluorid und Kariesprävention wünschen?

Markieren Sie eine Antwort

- a) ja, unbedingt
- b) ja, eventuell
- c) nein, ich bin ausreichend informiert
- d) nein, ich habe kein Interesse
- e) ich bin mir nicht sicher

28) Wurdem Sie grundsätzlich an Präventionsveranstaltungen zum Thema Kariesschutz und Zahngesundheit teilnehmen?

Markieren Sie eine Antwort

- a) ja, auf jeden Fall
- b) ja, eventuell
- c) nein, ich habe kein Interesse
- d) nein, ich fühle mich ausreichend über Kariesprophylaxe informiert

29) Wie stehen Sie zu einer Einführung von Kariesprophylaxe-Maßnahmen in Schulen, Kindergärten oder anderen Bildungseinrichtungen?

Markieren Sie eine Antwort

- a) ich befürworte es vollkommen
- b) neutral
- c) ich halte es für überflüssig
- d) ich bin dagegen

Liebe Teilnehmer/innen!

Vielen herzlichen Dank für Ihre wertvolle Zeit und Ihre Teilnahme an dieser Umfrage. Ihr Beitrag ist von unschätzbarem Wert! Danke für Ihre Mithilfe!