



Ernährung und Mundgesundheit

Prof. Dr. med. dent. Johan Wölber

Orale Erkrankungen wie Karies, Zahnfleischentzündungen (Gingivitis) und Parodontitis sind die zentralen Erkrankungen in der Mundhöhle und gehören zu den häufigsten Erkrankungen weltweit. Während der maßgebliche Einfluss von Zuckerkonsum auf Karies schon seit mehr als 100 Jahren dargestellt und mittlerweile gut untersucht ist, zeigen Untersuchungen der letzten Jahrzehnte immer deutlicher, dass die Ernährung auch einen bedeutenden Einfluss auf die entzündlichen Erkrankungen Gingivitis und Parodontitis ausübt, wobei diese Erkrankungen auch durch andere Lebensstilfaktoren wie Rauchen, Dauerstress und Genetik mit beeinflusst werden [36]. Der Artikel will die verschiedenen Einflüsse von Ernährung auf diese Erkrankungen näher beleuchten und ernährungsbezogene Maßnahmen herausarbeiten, mit denen auch Ernährungsberaterinnen und Ernährungsberater einen Einfluss auf die Mundgesundheit ausüben. Gleichzeitig stellt das Kauvermögen eine wichtige Grundbedingung dafür dar, dass faserhaltige und feste Nahrung aufgenommen und gekaut werden kann.

Karies

Karies ist die häufigste Erkrankung der Menschheit und stellt das Resultat eines länger andauernden Prozesses zwischen

De- und Remineralisierung von Mineralien der Zahnhartsubstanz dar [27]. Obwohl die Zähne und vor allem der die Zahnkrone bedeckende Zahnschmelz durch die hohe Mineralisierung die härteste Substanz des menschlichen Körpers darstellen, reagieren sie dementsprechend anfällig auf den Kontakt mit Säuren, die Mineralien aus dem Zahn herauslösen. Der einmalige Kontakt mit sauren Lebensmitteln, wie beispielsweise Zitrusfrüchten, stellt dabei nicht das zentrale Problem dar, denn kurzzeitige pH-Wert-Senkungen werden durch die Speichelsekretion zügig abgepuffert. Werden hingegen längerfristig und häufig saure Stoffe konsumiert (wie Softdrinks oder saure Medikamente), können nicht-kariös bedingte Zahnschäden auftreten, bei denen man dann von Erosionen spricht. Im Bezug zur Karies ist jedoch die bakterienbedingte Säureproduktion der entscheidende Krankheitsprozess. Hierbei werden durch die Nahrung aufgenommene Kohlenhydrate (vor allem freie Zucker und prozessierte Kohlenhydrate wie Weißmehle) durch kariogene Bakterien zu organischen Säuren verstoffwechselt, die bei entsprechend fortgeführter Ernährung einen konstanten Säure- und Demineralisierungs-Impuls darstellen. Bei dem heutzutage hohen Konsum von prozessierten Kohlenhydraten ist Karies entsprechend eine häufig auftretende Erkrankung, von der der größte Teil der Bevölkerung im Laufe des Lebens betroffen ist.



Der durchschnittlich sehr hohe Zuckerkonsum in Industrienationen (wie Deutschland) stellt einen konstanten Impuls zur Kariesentstehung dar.

Nach letzten Mundgesundheitserhebungen zeigt bei jungen Erwachsenen in Deutschland beispielsweise jeder dritte Zahn eine Karieserfahrung auf [19]. Gleichzeitig wurde der maßgebliche Einfluss der kohlenhydratkonsumbedingten Karies durch den Einsatz von kariespräventiven Agenzien wie Fluoriden abgemildert. Fluoride hemmen lokal die pH-Wert-Senkung und „härten“ die Zahnhartgewebe durch das Einlagern von Fluoridionen, die nicht so schnell herausgelöst werden können. Durch gesundheitspolitische Maßnahmen der letzten Jahrzehnte ist der Einsatz von Fluoriden in Zahnpasten (mit altersabhängigen Dosierungen von 250–1450 ppm) so gut wie durchgängig gegeben und 95 Prozent der Deutschen gaben in den letzten Befragungen an, die Zähne ein- bis zweimal am Tag zu reinigen. Auch wenn der Einsatz von Fluoriden in vielen Bereichen eine bedeutende Präventionsmaßnahme darstellt, bleiben Fluoride eine **symptomatische Therapie**, die zwar die Krankheitsfolgen von Zuckerkonsum abpuffern können, aber nicht zu einem vollständigen Ausbleiben der Erkrankung führen [3]. Darauf basierend ist die Häufigkeit von Karies in Industrienationen immer noch auf einem hohen Niveau.

Obwohl 95 Prozent der Deutschen ein- bis zweimal am Tag die Zähne reinigen, ist Karies immer noch hochprävalent.



© seergilks - 123rf.com

Ernährungsmedizinische Maßnahmen bei Karies

Daraus abgeleitet wäre die ernährungsmedizinische Maßnahme bei Karies eine Ernährungserfassung und gezielte Reduktion und Vermeidung von prozessierten Kohlenhydraten. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt aufgrund der dargestellten negativen Konsequenzen des Zuckerkonsums ein oberes Limit von 25 Gramm Zucker pro Tag. Der durchschnittliche Zuckerkonsum in Deutschland beträgt jedoch mehr als 90 Gramm Zucker pro Tag, sodass diese Grenzwerte bei Weitem überschritten werden [5]. Nach Ansicht des Autors und anderer Autoren werden sich diese Verhältnisse auch so lange nicht maßgeblich ändern, so lange nicht **verhältnispräventive Maßnahmen** getroffen werden. Während die **Verhaltensprävention** (im Rahmen der Ernährungsberatung und zahnärztlichen Aufklärung) natürlich eine positive Wirkung aufweisen kann, befindet sich die Bevölkerung heutzutage die



© bartusp - 123rf.com

meiste Zeit in Ernährungswelten, die eher einen Zuckerkonsum fördern [14]. Dies findet auf mehreren Ebenen statt. Auf einer persönlichen psychischen Ebene ist der Zuckerkonsum mit einer starken Stimulation des Belohnungssystems (Dopamin) verknüpft. Entsprechend fällt die Zuckervermeidung viel schwerer als zum Beispiel das Weglassen von Brokkoli, obwohl die Gesundheitsauswirkungen andersherum deutlich günstiger wären. Auf einer weiteren sozialen Ebene ist Zuckerkonsum in gesellschaftliche Gewohnheiten, wie Feste, Weihnachten, Ostern oder Halloween, eingewoben und wird nicht weiter hinterfragt. Auf einer weiteren sozialen Ebene wird Zuckerkonsum im Rahmen der Marktwirtschaft durch die zuckerherstellende oder -verarbeitende Industrie stark beworben, unter anderem auch bei Kindern, deren Gehirnentwicklung und kritisches Denken noch gar nicht vollständig entwickelt sind. Da Menschen soziale Wesen sind und ihre Entscheidungen auch von umgebenden Personen oder Erzählungen (wie Werbung) und der Verfügbarkeit abhängig machen, sollten diese Variablen in verhältnispräventive Maßnahmen einbezogen werden. Dazu gehören die Besteuerung von stark zuckerhaltigen Produkten, die Befreiung von der Umsatzsteuerpflicht von gesunden Lebensmitteln (wie Obst und Gemüse), die Einschränkung von Werbung (vor allem an Kinder) und die Förderung von gesundheitsfördernder Werbung. Die Erfolge solcher Maßnahmen sind wissenschaftlich gut belegt und reduzieren deutlich den durchschnittlichen Zuckerkonsum und die damit einhergehende Krankheitslast [14]. Die durchschnittlichen Kosten von Zuckerkonsum zu Lasten der Gesellschaft wird in Deutschland mit 8,6 Milliarden Euro beziffert [25].

Gingivitis und Parodontitis

Neben Karies zählen auch Gingivitis und Parodontitis zu den häufigsten Erkrankungen der Mundhöhle und der Menschheit [10]. Die Gingivitis beschreibt dabei die Zahnfleischentzündung mit dem Hauptsymptom des Zahnfleischblutens. Bei der Gingivitis ist jedoch noch kein Knochen abgebaut worden, was dann wiederum bei der Parodontitis der Fall ist und zu Zahnverlust führen kann. In Deutschland sind rund 50 Prozent der Bevölkerung von einer Parodontitis betroffen [19]. In Bezug zu parodontalen Entzündungen (wie Gingivitis und Parodontitis) sind mittlerweile gute Erklärungsmodelle entstanden, die das Wechselspiel zwischen oralen Bakterien und Immunsystem im Krankheitsgeschehen darstellen. Auf der einen Seite steht das orale Mikrobiom (Gesamtheit aller oraler Bakterien) mit seinen unterschiedlichen Stoffwechselprodukten und auf der anderen Seite das Immunsystem mit seiner

entzündlichen Reaktion [13]. Während seit Mitte der 1960er-Jahre die Krankheitsursache zunächst im Zahnbelag (Biofilm) an sich gesehen wurde, wurden im Lauf der folgenden Jahrzehnte spezifische Bakterien (wie *Porphyromonas gingivalis*, *Aggregatibacter actinomycetemcomitans*, *Treponema denticola*) in diesem Biofilm mit der parodontalen Entzündung in Verbindung gebracht [30]. Anders als bei spezifischen Infektionserkrankungen zeigte sich jedoch, dass diese Keime auf bestimmte Umgebungsvariablen am Zahnfleisch angewiesen sind, was im Rahmen der „ökologischen Plaquehypothese“ formuliert wurde [24]. Diese optimierten Umgebungsvariablen bestehen für Parodontitis-assoziierte Keime vornehmlich aus einer Sauerstoffarmut, einem leicht erhöhten pH-Wert und Proteinen als Nährstoffe. Diese Variablen sind vor allem in entzündlichen Zahnfleischtaschen vorhanden, weshalb diese Keime auch als **inflammophil** bezeichnet werden können [12]. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass der Entzündungsprozess der maßgebliche Treiber auch für die parodontale Entzündung und Dysbiose darstellt.



© sergiiiks - 123rf.com

Ernährung bei parodontalen Entzündungen: Makro- und Mikronährstoffe

Für den Einfluss der Ernährung ergeben sich entsprechend zwei prinzipielle Wege der Beeinflussung von parodontalen Entzündungen: Einmal durch die Beeinflussung des Biofilms (Biofilmbildung, Stoffwechselprodukte durch den Biofilm) und des immunologischen Entzündungsprozesses [36]. Im Folgenden sollen diese Beeinflussungsmöglichkeiten durch Makro- und Mikronährstoffe dargestellt werden.

Bezüglich der Kohlenhydrate ergibt sich evolutionär, mundgesundheitslich und allgemeingesundheitlich ein passendes Bild: Prozessierte Kohlenhydrate (wie Zucker, Weißmehle, Säfte und Softdrinks) bedingen sowohl mehr Zahnfleiscentzündungen als auch allgemeinkörperliche Entzündungen, ebenso wie Übergewicht, Diabetes mellitus Typ 2, Hypercholesterinämien und andere Erkrankungen [16, 36, 40]. Ballaststoffe als „Abfallprodukte“ der modernen Prozessierung hingegen stehen mit weniger Gingivitis und Parodontitis als auch weniger Übergewicht, Diabetes mellitus Typ 2, Cholesterin und anderen Erkrankungen in Verbindung. Während unsere Spezies *Homo sapiens* in der Menschheitsgeschichte und noch davor so gut wie keinen Kontakt zu prozessierten Kohlenhydraten, aber in hohen Mengen zu Ballaststoffen hatte, sind wir prozessierten Kohlenhydraten erst seit Beginn der Industrialisierung ausgesetzt [1].

Zuckervermeidung kann Zahnfleiscentzündungen reduzieren.

Auch bezüglich der Fette zeigt die zahnmedizinisch-wissenschaftliche Literatur, dass ein gutes Omega-3- zu Omega-6-Fettsäure-Verhältnis von parodontaler Bedeutung zu sein scheint. Menschen mit hohen Serumwerten an aktiven Omega-3-Fettsäuren (EPA, DHA) zeigten in einer Querschnittsstudie beispielsweise weniger Gingivitis, weniger schwere Parodontitis und insgesamt mehr Zähne in der Mundhöhle [28]. Bei Patienten mit Parodontitis zeigen systematische Übersichtsarbeiten, dass die mit adjunktiven EPA/DHA-Supplementen versorgten Patienten signifikant bessere Therapieergebnisse zeigen [21, 34].

Eine suffiziente Versorgung von aktiven Omega-3-Fettsäuren ist auch für gesundes Zahnfleisch wichtig.

Interessanterweise sind auch die ernährungsmedizinischen Studien zu vegetarischer/veganer Ernährung im Einklang mit den zahnmedizinischen Studien: Prozessierte/ungesunde vegetarische/vegane Ernährungsweisen stehen sowohl mit mehr Parodontitis als auch mit mehr koronaren Herzerkrankungen und Diabetes mellitus Typ 2 in Verbindung, während ballaststoffreiche, vollwertige, pflanzenbasierte Ernährungsweisen mit weniger der genannten Erkrankungen einhergehen [22]. Auch die Notwendigkeit der Vitamin-B₁₂-Supplementierung bei pflanzenbasierten Ernährungsweisen kann am Zahnfleisch nachvollzogen werden, da es bei Vitamin-B₁₂-Mangel auch zu mehr parodontaler Entzündung kommt [41].

Pflanzenbasierte Ernährungsweisen können Vorteile für die Mundgesundheit haben, wenn sie vollwertig und unter Beachtung des Vitamin-B₁₂-Spiegels durchgeführt werden.

Neben den Makronährstoffen haben natürlicherweise die Mikronährstoffe einen großen Einfluss auf Entzündungsprozesse und es kann festgehalten werden, dass so gut wie jeder Nährstoffmangel auch ein Entzündungskorrelat am Zahnfleisch zeigen wird [6, 8]. Am prominentesten ist das wahrscheinlich für Vitamin C nachgewiesen, dessen Fehlen im Rahmen der frühesten Symptome zu Gingivitis und Parodontitis führt [8, 26]. Interventionsstudien konnten entsprechend auch Vorteile für eine Vitamin-C-reiche pflanzenbasierte Ernährung (wie fokussiert mit Kiwis oder Zitrusfrüchten) zeigen [6, 11, 31]. Auch Vitamin D ist eng mit dem Knochenstoffwechsel und dem Kalziumhaushalt verbunden und zeigt Bezüge sowohl zu Karies als auch zu parodontaler Entzündung [17, 23].



© yelenayemchuk - 123rf.com



So gut wie alle Mikronährstoffe haben auch Bezüge zu parodontaler Entzündung. Eine mikronährstoffreiche Ernährung ist vorteilhaft für die Mundgesundheit.

Einen besonders spannenden Aspekt stellen die sekundären Pflanzenstoffe und auch pflanzenassoziierten Nitrate dar. Bezüglich der sekundären Pflanzenstoffe zeigen diverse Studien sowohl eine hemmende Wirkung auf die Biofilmbildung als auch auf die parodontale Entzündung. Beispielsweise konnte das in Interventionsstudien für Blaubeeren und grüne Tees (und deren Polyphenole) nachgewiesen werden [4, 9, 29, 35].

Sekundäre Pflanzenstoffe (wie aus Blaubeeren und grünen/schwarzen Tees) wirken sowohl gegen Biofilmbildung als auch gegen parodontale Entzündungen.

Weiterhin stellen mit Pflanzen konsumierte Nitrate eine höchst interessante Intervention zur Kariesprävention (vermutlich) und Reduktion der parodontalen Entzündung dar. Wichtig ist hierbei zu betonen, dass bei Pflanzen immer begleitende Antioxidanzien (wie Vitamin C) aufgenommen werden, die die kanzerogene Nitrosaminbildung verhindern [32]. Eine beeindruckende Interventionsstudie aus Würzburg konnte zeigen, dass nitrathaltiger Salatsaft innerhalb von zwei Wochen in der Lage war, die parodontale Entzündung signifikant zu reduzieren, im Vergleich zu einer Kontrollgruppe ohne Nitrat [18]. Neben den Vorteilen für die Mundgesundheit sind diese Prozesse auch bedeutend gegen Endothelentzündungen und zur Blutdrucksenkung [20]. Dies ist vor allem deswegen so spannend, weil orale Bakterien am Zungengrund dafür ausschlaggebend sind, dass Nitrate zu Nitrit reduziert werden.

Nitrathaltige Pflanzen wirken gegen parodontale Entzündungen und wirken vermutlich auch gegen Karies.

Zusammenfassend wurden diese Erkenntnisse (Vollwertkost, Mediterrane Kost) in diversen randomisierten klinischen Studien getestet, wobei replizierbar ein signifikanter und klinisch relevanter Effekt auf die parodontale Entzündung festgestellt werden konnte [2, 38, 39]. Zudem konnte eine signifikante Reduktion von kariogenen Bakterien in einer der Studien nachgewiesen werden [33].



Eine sekundäre Analyse dieser Studien und einer weiteren Studie zur Paleo-Ernährung konnte zeigen, dass der Biofilm unter optimierten Ernährungsbedingungen nicht mehr die Pathogenität wie unter Western-Diet-Bedingungen aufweist und in Bezug auf bestimmte entzündliche Parameter sogar positiv wirken könnte [37].

Hohe Nitratgehalte	Geringe Nitratgehalte
Blattgemüse (z. B. Kopfsalat, Endivie, Eis- und Feldsalat, Spinat, Mangold oder Rucola)	Fruchtgemüse (z. B. Erbsen, Gurken, Grüne Bohnen, Paprika, Tomaten)
Kohlgemüse (z. B. Grün-, China-, Weißkohl und Wirsing)	Kohlgemüse (z. B. Rosenkohl)
Wurzelgemüse (z.B. Rote Rüben, Radieschen, Rettich)	Zwiebelgemüse (z. B. Knoblauch, Zwiebeln)
	Obst
	Getreide
	Kartoffeln

› *Tabelle 1: Nitratgehalt von Obst und Gemüse (Quelle: https://www.lgl.bayern.de/lebensmittel/warengruppen/wc_25_frischgemuese/et_nitrat_frischgemuese.htm).*

Schlussfolgerungen

Basierend auf den dargestellten Zusammenhängen kann geschlossen werden, dass Ernährung einen maßgeblichen Einfluss auf die Mund- und Allgemeingesundheit hat. Durch die menschheitsgeschichtlichen Veränderungen (wie Sesshaftwerdung und Industrialisierung) ist die normale Western-Diet stark pathogen einwirkend auf den Biofilm, sodass eine regelmäßige Zahnpflege unabdingbar erschien. Neuere Studien zeigen allerdings, dass diese Pathogenität des Biofilms stark von der Ernährung abhängig ist. Fehlernährung zeigt oft ihre ersten Auswirkungen in der Mundhöhle, sodass Karies und Gingivitis/Parodontitis als sehr frühe Signale erkannt und für die Ernährungsberatung genutzt werden können. Eine allgemeingesunde Ernährung sollte auch zahngesund sein.

Literatur

1. Alt KW, Al-Ahmad A, Woelber JP. Nutrition and Health in Human Evolution-Past to Present. *Nutrients* 2022; 14(17): 3594. doi.org/10.3390/nu14173594
2. Bartha V, Exner L, Schweikert D, Woelber JP et al. Effect of the Mediterranean Diet on Gingivitis: A Randomized Controlled Trial. *Oral Health Prev Dent* 2022; 49(2): 111–22. doi.org/10.1111/jcpe.13576
3. Bernabé E, Vehkalahti MM, Sheiham A et al. The Shape of the Dose-Response Relationship between Sugars and Caries in Adults. *J Dent Res* 2016; 95(2): 167–172. doi.org/10.1177/0022034515616572
4. Chopra A, Thomas BS, Sivaraman K et al. Green Tea Intake as an Adjunct to Mechanical Periodontal Therapy for the Management of Mild to Moderate Chronic Periodontitis: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Oral Health Prev Dent* 2016; 14(4): 293–303. doi.org/10.3290/j.ohpd.a36100
5. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.). 14. DGE-Ernährungsbericht, 1. Auflage. DGE-Ernährungsbericht. DGE, Bonn; 2020
6. Dodington DW, Fritz PC, Sullivan PJ, Ward. WE Higher Intakes of Fruits and Vegetables, β -Carotene, Vitamin C, α -Tocopherol, EPA, and DHA Are Positively Associated with Periodontal Healing after Nonsurgical Periodontal Therapy in Nonsmokers but Not in Smokers. *J Nutr* 2015; 145(11): 2512–2519. doi.org/10.3945/jn.115.211524
7. Doel JJ, Hector MP, Amirtham CV et al. Protective Effect of Salivary Nitrate and Microbial Nitrate Reductase Activity against Caries. *Eur J Oral Sci* 2004; 112(5): 424–428. doi.org/10.1111/j.1600-0722.2004.00153.x

8. Dommisch H, Kuzmanova D, Jönsson D et al. Effect of Micronutrient Malnutrition on Periodontal Disease and Periodontal Therapy. *Periodontol* 2000 2018; 78 (1): 129–153. doi.org/10.1111/prd.12233
9. Flemming J, Meyer-Probst CT, Speer K et al. Preventive Applications of Polyphenols in Dentistry-A Review. *International Journal of Molecular Sciences* 2021; 22(9): 4892. doi.org/10.3390/ijms22094892
10. GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global, Regional, and National Incidence, Prevalence, and Years Lived with Disability for 310 Diseases and Injuries, 1990–2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* 2016; 388(10053): 1545–1602. doi.org/10.1016/S0140-6736(16)31678-6
11. Graziani F, Discepoli N, Gennai S et al. The Effect of Twice Daily Kiwifruit Consumption on Periodontal and Systemic Conditions before and after Treatment: A Randomized Clinical Trial. *J Periodontol* 2018; 89(3): 285–293. doi.org/10.1002/JPER.17-0148
12. Hajishengallis G. The inflammophilic character of the periodontitis-associated microbiota. *Mol Oral Microbiol* 2014; 29(6): 248–257. doi.org/10.1111/omi.12065
13. Hajishengallis G, Chavakis T, Lambris JD. Current understanding of periodontal disease pathogenesis and targets for host-modulation therapy. *Periodontol* 2000. 2020; 84(1): 14–34. doi.org/10.1111/prd.12331
14. Heilmann A, Ziller S. Reduzierung des Zuckerkonsums für eine bessere Mundgesundheit – Welche Strategien sind Erfolg versprechend? *Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz* 2021; 64(7): 838–846. doi: 10.1007/s00103-021-03349-2
15. Hemler EC, Hu FB. Plant-Based Diets for Cardiovascular Disease Prevention: All Plant Foods Are Not Created Equal. *Curr Atheroscler Rep* 2019; 21(5): 18. doi: 10.1007/s11883-019-0779-5
16. Huang Y, Chen Z, Chen B et al. Dietary sugar consumption and health: umbrella review. *BMJ* 2023; 381: e071609. doi: 10.1136/bmj-2022-071609
17. Hujoel PP. Vitamin D and dental caries in controlled clinical trials: systematic review and meta-analysis. *Nutr Rev* 2013; 71(2): 88–97. doi: 10.1111/j.1753-4887.2012.00544.x
18. Jockel-Schneider Y, Goßner SK, Petersen N et al. Stimulation of the nitrate-nitrite-NO-metabolism by repeated lettuce juice consumption decreases gingival inflammation in periodontal recall patients: a randomized, double-blinded, placebo-controlled clinical trial. *J Clin Periodontol* 2016; 43(7): 603–608. doi: 10.1111/jcpe.12542
19. Jordan AR, Micheelis W. Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS V). Stuttgart: Deutscher Zahnärzte-Verlag; 2016
20. Kapil V, Haydar SM, Pearl V, Lundberg JO, Weitzberg E, Ahluwalia A. Physiological role for nitrate-reducing oral bacteria in blood pressure control. *Free Radic Biol Med* 2013 Feb; 55: 93–100. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2012.11.013.
21. Kruse AB, Kowalski CD, Leuthold S, Vach K, Ratka-Krüger P, Woelber JP. What is the impact of the adjunctive use of omega-3 fatty acids in the treatment of periodontitis? A systematic review and meta-analysis. *Lipids Health Dis.* 2020; 19(1): 100. doi: 10.1186/s12944-020-01267-x
22. Li A, Qiu B, Goettsch M et al. Association between the quality of plant-based diets and periodontitis in the U.S. general population. *J Clin Periodontol* 2023; 50(5): 591–603. doi: 10.1111/jcpe.13785
23. Machado V, Lobo S, Proença L, Mendes JJ, Botelho J. Vitamin D and Periodontitis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients* 2020; 12(8): 2177. doi: 10.3390/nu12082177
24. Marsh PD, Devine DA. How is the development of dental biofilms influenced by the host? *J Clin Periodontol* 2011; 38 (Suppl 11): 28–35. doi: 10.1111/j.1600-051X.2010.01673.x
25. Meier T, Senftleben K, Deumelandt P, Christen O, Riedel K, Langer M. Healthcare Costs Associated with an Adequate Intake of Sugars, Salt and Saturated Fat in Germany: A Health Econometrical Analysis. *PLoS One* 2015; 10(9): e0135990. doi: 10.1371/journal.pone.0135990
26. Nishida M, Grossi SG, Dunford RG et al. Dietary vitamin C and the risk for periodontal disease. *J Periodontol* 2000; 71(8): 1215–1223. doi: 10.1902/jop.2000.71.8.1215
27. Nyvad B, Takahashi N. Integrated hypothesis of dental caries and periodontal diseases. *J Oral Microbiol* 2020; 12(1): 1710953. doi: 10.1080/20002297.2019.1710953
28. Ottosson F, Hultgren L, Fernandez C et al. The inverse association between a fish consumption biomarker and gingival inflammation and periodontitis: A population-based study. *J Clin Periodontol* 2022; 49(4): 353–361. doi: 10.1111/jcpe.13602
29. P Priya BM, Anitha V, Shanmugam M et al. Efficacy of chlorhexidine and green tea mouthwashes in the management of dental plaque-induced gingivitis: A comparative clinical study. *Contemp Clin Dent* 2015; 6(4): 505–509. doi: 10.4103/0976-237X.169845
30. Socransky SS, Haffajee AD, Cugini MA, Smith C, Kent RL Jr. Microbial complexes in subgingival plaque. *J Clin Periodontol.* 1998; 25(2): 134–144. doi: 10.1111/j.1600-051x.1998.tb02419.x
31. Staudte H, Sigusch BW, Glockmann E. Grapefruit consumption improves vitamin C status in periodontitis patients. *Br Dent J* 2005; 199(4): 213–217, discussion 210. doi: 10.1038/sj.bdj.4812613.
32. Tannenbaum SR, Wishnok JS, Leaf CD. Inhibition of nitrosamine formation by ascorbic acid. *Am J Clin Nutr* 1991; 53(1 Suppl): 247S–250S. doi: 10.1093/ajcn/53.1.247S
33. Tennert C, Reinmuth AC, Bremer K, Al-Ahmad A, Karygianni L, Hellwig E, Vach K, Ratka-Krüger P, Wittmer A, Woelber JP. An oral health optimized diet reduces the load of potential cariogenic and periodontal bacterial species in the supragingival oral plaque: A randomized controlled pilot study. *Microbiologyopen* 2020; 9(8): e1056. doi: 10.1002/mbo3.1056
34. Van Ravensteijn MM, Timmerman MF, Brouwer EAG, Slot DE. The effect of omega-3 fatty acids on active periodontal therapy: A systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol* 2022; 49(10): 1024–1037. doi: 10.1111/jcpe.13680
35. Widén C, Coleman M, Critén S et al. Consumption of bilberries controls gingival inflammation. *Int J Mol Sci* 2015; 16(5): 10665–73. doi: 10.3390/ijms160510665
36. Woelber JP, Al-Ahmad A, Alt KW. On the Pathogenicity of the Oral Biofilm: A Critical Review from a Biological, Evolutionary, and Nutritional Point of View. *Nutrients* 2022; 14(10): 2174. doi: 10.3390/nu14102174
37. Woelber JP, Bartha V, Baumgartner S, Tennert C et al. Is Diet a Determining Factor in the Induction of Gingival Inflammation by Dental Plaque? A Secondary Analysis of Clinical Studies. *Nutrients* 2024; 16(7): 923. doi: 10.3390/nu16070923
38. Woelber JP, Bremer K, Vach K, König D, Hellwig E, Ratka-Krüger P, Al-Ahmad A, Tennert C. An oral health optimized diet can reduce gingival and periodontal inflammation in humans – a randomized controlled pilot study. *BMC Oral Health* 2016; 17(1): 28. doi: 10.1186/s12903-016-0257-1. Erratum in: *BMC Oral Health* 2016; 16(1): 109. doi: 10.1186/s12903-016-0304-y
39. Woelber LP, Gärtner M, Breuninger L et al. The Influence of an Anti-Inflammatory Diet on Gingivitis. A Randomized Controlled Trial. *J Clin Periodontol* 2019; 46(4): 481–490. doi.org/10.1111/jcpe.13094
40. Woelber JP, Gebhardt D, Hujoel PP. Free Sugars and Gingival Inflammation: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Clin Periodontol* 2023; 50(9): 1188–1201. doi.org/10.1111/jcpe.13831
41. Zong G, Holtfreter B, Scott AE et al. Serum vitamin B12 is inversely associated with periodontal progression and risk of tooth loss: a prospective cohort study. *J Clin Periodontol* 2016; 43(1): 2–9. doi: 10.1111/jcpe.12483

Professor Dr. med. dent. Johan Wölber

Poliklinik für Zahnerhaltung – Bereich Parodontologie

UniversitätsZahnMedizin

Universitätsklinikum Carl Gustav Carus an der Technischen

Universität Dresden

E-Mail: johan.woelber@uniklinikum-dresden.de