Adrian Lussi[1,2]
Brigitte Megert[2]
R. Peter Shellis[3]

[1] Klinik für Zahnerhaltungskunde und Parodontologie, Universitätsklinikum Freiburg im Br., Freiburg im Br., Deutschland
[2] Klinik für Zahnerhaltung, Präventiv- und Kinderzahnmedizin, Universität Bern, Bern, Schweiz
[3] Bristol Dental School, University of Bristol, Bristol, Grossbritannien

KORRESPONDENZ
Prof. em.
Dr. med. dent Adrian Lussi
Dipl. Chem. Ing. ETH
E-Mail: adrian.lussi@unibe.ch

Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Speisen, Genussmittel, Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz

SCHLÜSSELWÖRTER
Erosion, Getränke, Medikamente, Speisen, Mundspülungen

Bild oben: Erosiver Zahnhartsubstanzverlust bei Milchzähnen

ZUSAMMENFASSUNG
Erosiver Zahnhartsubstanzverlust wird in den letzten Jahren vermehrt beobachtet. Bei einer Demineralisation und der damit verbundenen Erweichung der Zahnhartsubstanz (Härteabnahme) handelt es sich um eine dentale Erosion. Sobald ein Verlust von Zahnhartsubstanz stattgefunden hat, der durch abrasive Prozesse der erweichten Oberfläche entsteht, spricht man von einem erosiven Zahnhartsubstanzverlust. Wichtig ist hier zu bemerken, dass ohne vorgängige Erweichung praktisch kein Substanzverlust durch Abrasion stattfindet. In der deutschen Sprache gibt es keinen Begriff für den in der englischen Sprache für diese Vorgänge (Erweichung und Abrasion) heute etablierten Begriff «erosive tooth wear». Es werden oft beide Prozesse als «dentale Erosionen», «erosive Läsionen» oder «erosiver Zahnhartsubstanzverlust» bezeichnet. Total wurden 226 Getränke, Lebensmittel, Medikamente und Mundspülungen auf Prämolaren und Milchmolaren auf ihr erosives Potenzial getestet. Auf Schmelzprobekörper mit einer reifen Pellikel aus humanem Speichel wurde die Veränderung der Härte vor und nach Immersion für 2 Minuten in die jeweilige Testsubstanz gemessen und das erosive Potenzial klassifiziert. Neben der Veränderung der Härte wurde auch eruiert, welche Inhaltsstoffe für die jeweiligen Eigenschaften verantwortlich sein könnten und wie der pH-Wert ist. Es zeigten sich beträchtliche und zum Teil überraschende Unterschiede in den getesteten Produkten. Es wird ein modifiziertes Erosionsschema vorgestellt, das neue Erkenntnisse einbezieht.

Einleitung

Nicht kariöse Zahnhartsubstanzdefekte wie erosiver Zahnhartsubstanzverlust werden in den letzten Jahren vermehrt beobachtet. Die Prävalenz klar ersichtlicher Defekte beträgt etwa 30% (Schlueter & Luka 2018). Gründe sind unter anderem ein veränderter Lebensstil mit saurer Nahrung, mehr Stress und mehr Reflux, aber auch das bessere Fachwissen, das zu mehr Diagnosen führt.

Kommt eine erosive Substanz mit den Zähnen in Kontakt, führt dies zu einer Demineralisierung. Kalzium- und Phosphationen u. a. m. werden dabei so lange aus der Zahnhartsubstanz herausgelöst, bis ein Gleichgewicht dieser Ionen mit der unmittelbaren Umgebung besteht. Die treibende Kraft hierbei ist die den Zahn umgebende Flüssigkeit und nicht wie bei der Karies der umgebende Biofilm, denn dentale Erosionen sind definiert als ein Prozess ohne Beteiligung von Bakterien. Wenn die zugeführten Substanzen z. B. einen hohen Kalziumanteil aufweisen, kommt es auch bei niedrigem pH-Wert zu keinen Erosionen. Hohe Konzentrationen an Kalzium wirken also einer Erosion entgegen, da die Flüssigkeit bezüglich der Zahnhartsubstanz gesättigt oder sogar übersättigt ist. Der kritische pH-Wert, bei dem es zur Demineralisierung der Zahnhartsubstanz kommt, ist im Unterschied zur Karies variabel. Es kann sehr wohl sein, dass ein Getränk mit einem pH-Wert von unter 4 keine Härteveränderung (Erosion) verursacht (Tab. I). Ein Produkt kann auch Substanzen enthalten, die an der Zahnoberfläche adsorbieren und die Demineralisierungn hemmen, indem sie die Freisetzung von Mineralionen hemmen. Zu diesen hemmenden Substanzen gehören verschiedene natürliche Peptide und Polymere. Aus den obigen Erörterungen folgt, dass das erosive Potenzial eines bestimmten Produkts nicht aus einer einzelnen Eigenschaft, z. B. einem niedrigen pH-Wert, bestimmt werden kann, sondern mit einem zuverlässigen Verfahren gemessen werden muss. Ziel dieser Forschung war es, solche Daten unter Verwendung einer konsistenten in-vitro-Methodik bereitzustellen.

Die Kenntnis des erosiven Potenzials eines Getränks oder eines Nahrungsmittels ist für Patienten und das beratende zahnärztliche Fachpersonal wichtig, um Zahnschäden zu vermeiden. Wichtig ist hier zu bemerken, dass das erosive Potenzial der aufgeführten Substanzen nur einen Faktor in einem multifaktoriellen Geschehen darstellt. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht der verschiedenen ätiologischen Faktoren, die immer auch einbezogen werden müssen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen Überblick über die Erosivität bzw. das erosive Potenzial von Getränken, Lebensmitteln, Genussmitteln sowie Medikamenten, Arzneimitteln und Mundspülungen zu geben. Die hier vorgestellte Tabelle ist hilfreich auf dem manchmal schwierigen Weg zu einer korrekten Diagnose. Einige der hier gezeigten Daten wurden bereits früher veröffentlicht (Lussi et al. 2019b).

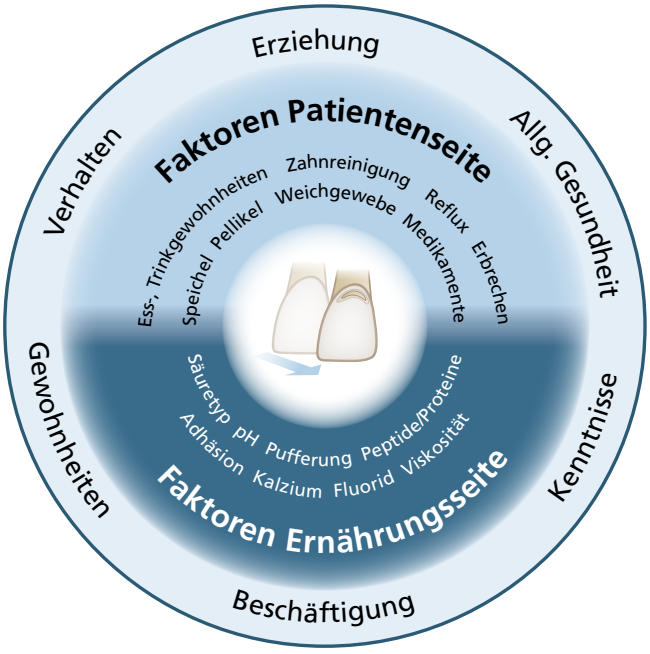

Abb. 1: Die Unterteilung in ätiologische Faktoren auf der Patientenseite und auf der Ernährungsseite sowie in allgemeine Faktoren hat sich bewährt. Beachte, dass «Peptide/Proteine» neu aufgeführt sind; die beiden Faktoren «Phosphat» und «Chelation» sind von untergeordneter Bedeutung und sind im neuen modifizierten Schema nicht mehr aufgeführt (siehe dazu Text).

Material und Methoden

Diese sind in dieser Ausgabe des Swiss Dental Journal, Teil «Research and Science» genau festgehalten (Lussi et al. 2023). Es werden hier die wichtigsten Aspekte präsentiert.

Getestete Substanzen und Medikamente

In der vorliegenden Untersuchung wurden 226 beliebte Getränke, Lebensmittel, Medikamente und Mundspülungen auf Prämolaren und Milchmolaren auf ihr erosives Potenzial getestet (Tab. I). Basierend auf ihren Bestandteilen und Anwendungen wurden sie unterteilt in die folgenden elf Gruppen:

Gruppe 1: Mineralwasser, Softdrinks, Erfrischungsgetränke
Gruppe 2: Energiegetränke, Sportgetränke
Gruppe 3: Früchte, Säfte, Smoothies
Gruppe 4: Milchprodukte
Gruppe 5: Tee, Eistee, Kaffee
Gruppe 6: Alkoholische Getränke
Gruppe 7: Medikamente
Gruppe 8: Bonbons, Kaugummi
Gruppe 9: Kinderartikel
Gruppe 10: Verschiedenes
Gruppe 11: Mundspülungen

Messung der Oberflächenhärte

Insgesamt wurden 1578 menschliche Prämolaren und 300 Milchmolaren in die Untersuchung einbezogen. Die Oberflächenhärte der Schmelzprobekörper (bedeckt mit einer 3-h-Pellikel aus menschlichem Speichel) wurde mit einem Vickers-Diamanten bestimmt (Kraft 50 mN für 15 s; Fischerscope HM 2000 XYp; Helmut Fischer, Hünenberg, Schweiz). Die Vickers-Härte wurde automatisch aus den Dimensionen der Eindrücke berechnet. Insgesamt wurden 6 Baseline-Eindrücke in Abständen von 70 µm durchgeführt. Nachdem die Schmelzprobekörper für 2 Minuten in die jeweilige Lösung unter konstantem Rühren bei 30 °C gegeben wurden, konnten anschliessend weitere 6 Messungen, unmittelbar neben den vorherigen, vorgenommen werden. Für weitere Berechnungen wurde der Mittelwert jedes Zahnes verwendet. Mit diesem Vorgehen wurden die Variationen der Härte innerhalb eines Zahnes berücksichtigt (Lussi et al. 2012a).

Resultate

In der Tabelle I sind für jede geprüfte Substanz mögliche (nach Wichtigkeit geordnete) Inhaltsstoffe, der pH-Wert und die Veränderung der Härte in Prozent (%) nach 2 Minuten Immersion in die entsprechenden Lösungen aufgeführt. Ferner ist auch erwähnt, ob ein Prämolar oder ein Milchmolar verwendet wurde. Einige Produkte wurden zu verschiedenen Zeitpunkten eingekauft. Sie sind in der Tabelle mit arabischen Ziffern nummeriert. Um einen Überblick über das erosive Potenzial der verschiedenen Produkte in der Tabelle zu erhalten, wurden diese in drei Gruppen eingeteilt. Ein Produkt wurde als nicht erosiv (Grad 0, horizontaler Pfeil) eingestuft, wenn nach 2 Minuten eine Härtezunahme oder eine Abnahme der Härte von bis zu 2% beobachtet wurde. Erosiv (Grad 1, ein absteigender Pfeil) waren Produkte, die nach 2 Minuten einen Härteverlust von bis zu 15% aufwiesen. Eine Härteabnahme von mehr als 15% nach 2 Minuten wurde als signifikantes erosives Potenzial eingestuft (Grad 2, zwei absteigende Pfeile). Die Zahlen wurden nach den allgemein geltenden Regeln gerundet.

Die Resultate zeigen, dass Mineralwasser – obwohl leicht sauer – nicht zur Erweichung der Schmelzoberfläche führte, was seinem Kalziumgehalt zuzuschreiben ist. Auch mit Zugabe von Zitronenaroma veränderte sich diese Eigenschaft nicht. Wenn hingegen Zitronensäure hinzugegeben und dadurch der pH-Wert bis auf 3,2 gesenkt wurde, fanden wir eine deutliche Erweichung der Schmelzoberfläche.

Die meisten Energie- und Sportgetränke zeigten ein erosives Potenzial. Die pH-Werte bewegten sich zwischen 2,9 (Gatorade) and 3,9 (Isostar). Einige von ihnen enthalten Casein oder Kalzium und zeigten dadurch praktisch keine Erweichung. Die Erweichung des Schmelzes durch zerquetschte Heidelbeeren (pH 3,7) war bedeutend grösser, wenn sie mit Wasser vermischt wurden. Die bessere Vermischung nach Zugabe von Wasser bewirkte eine tiefere Viskosität, dadurch eine bessere Vermischung und folglich eine Abnahme des pH-Wertes. Ohne Zugabe von Wasser war die Härteabnahme 11,7%, mit Zugabe von Wasser (1:1) erhöhte sie sich auf 38,5%. Durch die verminderte Viskosität fand ein besserer Austausch mit der Schmelzoberfläche statt. Mucosolvon-Hustensirup für Kinder ist ein weiteres Beispiel für ein hochvisköses und saures Medikament (pH 3,1), das unverdünnt keine Erweichung hervorrief.

Karottensaft mit einem pH-Wert von 4,2 erweichte die Schmelzoberfläche kaum. Alle Milchprodukte waren sauer (pH zwischen 3,8 und 6,7), zeigten aber kein erosives Potenzial. Waldbeeren-Joghurt, das keine zugesetzten Beeren, sondern nur Aromastoffe enthält, zeigte sogar eine Erhärtung des Schmelzes um 5%. Hagebuttentee zeigte nur zusammen mit Hibiskus (pH um 3,1) eine Erweichung der Schmelzoberfläche, reiner Hagebuttentee (pH 6,3) veränderte die Härte des Schmelzes nicht. Bei den alkoholischen Getränken fiel auf, dass alle reinen Biere mit pH-Werten zwischen 4,1 und 4,4 keine Veränderung der Schmelzoberflächenhärte verursachten. Die Zugabe von Zitronensäure machte sie jedoch zu einem erosiven Getränk. Cynar hat einen pH-Wert von 4, und es war keine Erweichung festzustellen. Medikamente und Bonbons mit zum Teil tiefen pH-Werten um 2,7 zeigten ein grosses erosives Potenzial. Auch ein Kaugummi verursachte eine deutliche Abnahme der Schmelzhärte. Bei unserer Auswahl häufig gebrauchter Kinderartikel war kein Produkt darunter, das den Schmelz nicht erweichte.

Obwohl die zwei getesteten Honigsorten pH-Werte von 3,6 bzw. 4,2 aufwiesen, verursachten sie keine Härteverände-

rung. Sauerkraut mit einem pH-Wert im gleichen Bereich (pH 3,8) zeigte hingegen ein grosses erosives Potenzial. Mundspülungen zeigten pH-Werte zwischen 3,3 (Listerine Smart Kidz) und 6,1 (Elmex Sensitive Professional) und erweichten zum Teil die Härte des Schmelzes nach 2 Minuten Immersion um bis zu 6,5%.

Diskussion

Das mögliche erosive Potenzial wurde arbiträr in drei Gruppen eingeteilt (kein, mittleres und klares erosives Potenzial). Diese Klassifizierung berücksichtigt nicht die vielen anderen Faktoren, die bei der Bewertung möglicher Schäden berücksichtigt werden müssen.

Die hier präsentierte Tabelle ist aber ein wichtiges Hilfsmittel auf dem manchmal schwierigen Weg zu einer korrekten Diagnose. Die Tabelle I ergänzt die Zusammenstellung einer früheren Arbeit (Lussi et al. 2019b). Es ist wichtig, die verschiedenen beeinflussenden Faktoren zu berücksichtigen. Sie werden hier besprochen – aufgeteilt in Faktoren auf der Patienten- und auf der Ernährungsseite (Abb. 1).

Faktoren auf der Patientenseite

Ess- und Trinkgewohnheiten, Zahnreinigung, Reflux, Erbrechen, Speichel, Pellikel, Weichgewebe und Medikamente.

Aufgrund veränderter Ernährungsgewohnheiten haben säurebedingte Zahnschäden heute an Bedeutung gewonnen, obwohl Karies nach wie vor die am weitesten verbreitete Erkrankung im Mundbereich ist. Insbesondere der häufige Konsum von erosionsfördernden Getränken und Lebensmitteln kann zu einem fortschreitenden erosiven Prozess führen. Verlust von Schmelz und/oder Zement kann zu freiliegenden Dentintubuli und damit zu überempfindlichen Zähnen führen. Bei Erosionen kommt es wie erwähnt zuerst zu einer Erweichung der Zahnhartsubstanz.

Die Wiedererhärtung der erweichten Zahnoberfläche ist ein langsamer Prozess (Abb. 2), denn natürlicher Speichel enthält im Gegensatz zu künstlichem Speichel neben den zur Remineralisierung nötigen Mineralien auch Proteine, welche die Remineralisierung hemmen. Es dauert deshalb lange (Tage bis Wochen), bis Schmelz und Dentin wieder so weit remineralisiert sind, dass sie der Zahnbürstabrasion widerstehen können (Bartlett et al. 2013; Garberoglio & Cozzani 1979; Lussi et al. 2014; O'toole et al. 2017; Steiger-Ronay et al. 2019; West et al. 2013; Ganss et al. 2007). Die epidemiologische Studie von Bartlett und Mitarbeitern mit über 3000 Teilnehmerinnen und Teilnehmern zeigte, dass es notwendig ist, von der Empfehlung abzusehen, nach dem Essen bis zur Zahnreinigung zu warten. Auch nach einer Wartezeit von bis zu 60 Minuten vor der Zahnreinigung wurde nicht weniger erosiver Zahnhartsubstanzverlust gefunden als ohne Wartezeit (Bartlett et al. 2013). Einmal aufgeweichte (demineralisierte) Zahnhartsubstanz wird durch mechanische Kräfte abgetragen. Diese können neben dem Zähneputzen auch von der Zunge, aber auch vom Wangenkontakt herrühren. Es ist also wichtig, die erosiven Zahnschäden am Entstehen zu hindern (Primärprophylaxe). Die in der Literatur manchmal beschriebenen kurzen Wiedererhärtungszeiten von 30 bis 60 Minuten basieren auf Versuchen im Labor, bei denen künstlicher Speichel verwendet wurde. Die im natürlichen Speichel vorhandenen (die Wiedererhärtung hemmenden) Proteine wurden (und werden) in Laborversuchen dem künstlichen Speichel nicht zugesetzt, und so wurde eine bessere Erhärtung der Zahnhartsubstanz gemessen als bei Verwendung von natürlichem Speichel. Die Metaanalyse

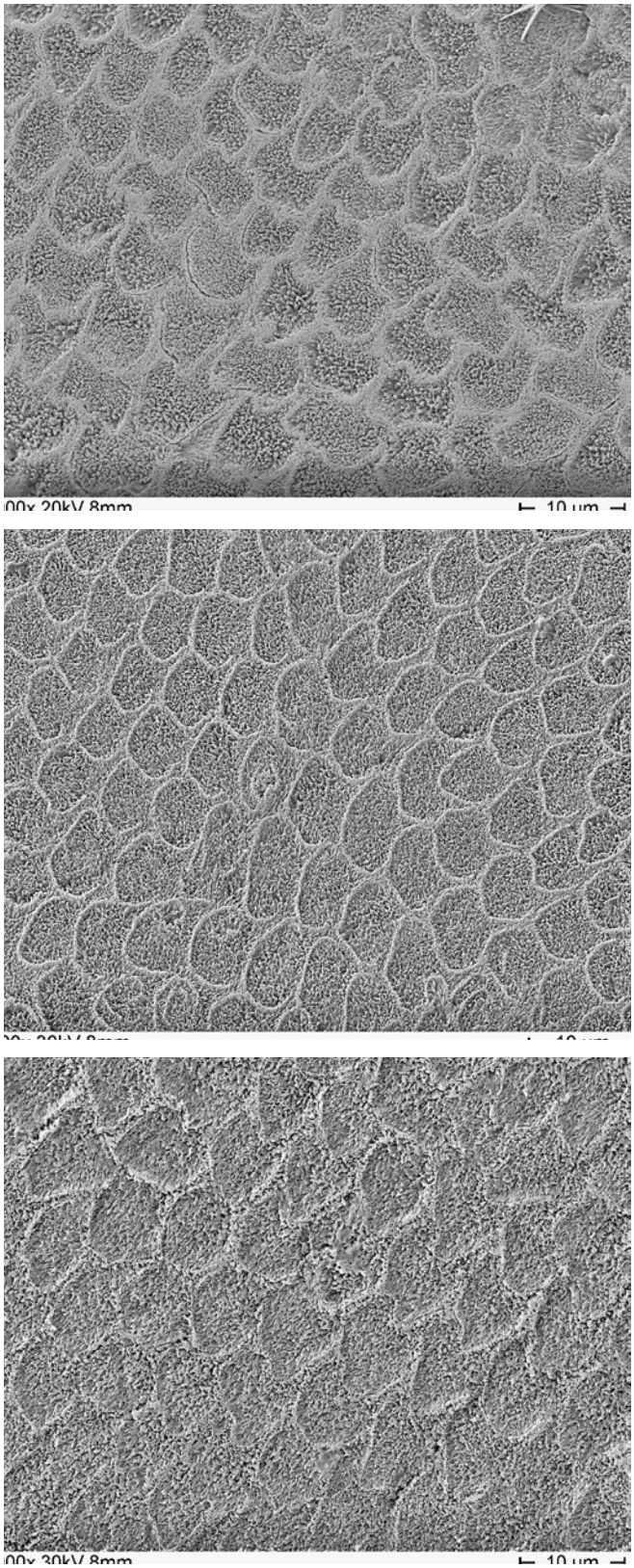

Abb. 2: Erscheinungsbild im Rasterelektronenmikroskop von erodiertem Schmelz bei verschiedenen Remineralisationszeiten.
Oben: Ausgangssituation: Immersion in Zitronensäure (1%, pH 3,6, 6 Minuten). Vergrösserung 2000×.
Mitte: Nach 2 Stunden in der Mundhöhle. Schmelz war auf einer Miniaturschiene angebracht. Bakterien wurden mit NaOCl entfernt. Keine sichtbare Remineralisation. Vergrösserung 2000×.
Unten: Nach 12 Stunden in der Mundhöhle. Schmelz war auf einer Miniaturschiene angebracht. Bakterien wurden mit NaOCl entfernt. Vergrösserung 2000×. Minimale Remineralisation. Erste Kristallbildung war bei hoher Vergrösserung sichtbar.

von Hong und Mitarbeitern bestätigte eindeutig, dass die Empfehlung, mit dem Zähneputzen nach dem Essen zu warten, nicht dem heutigen Kenntnisstand entspricht (Hong et al. 2020) (siehe dazu auch Abb. 2).

Die Abklärung eines möglichen gastroösophagealen Reflux ist neben den möglichen Erosionen auch in Bezug auf die Allgemeingesundheit wichtig. Der Säuregrad des Mageninhaltes variiert mit der aufgenommenen Nahrung, liegt jedoch nüchtern meist zwischen ungefähr pH 1 und pH 3. Neben Salzsäure sind Pepsin und Gallensäure weitere Bestandteile des Magensaftes, die auch für die Erosion des Dentins eine Rolle spielen. Die Prävalenz von gastroösophagealem Reflux wird auf 20% bis ca. 30% geschätzt (El-Serag et al. 2014). Patienten ohne signifikante Refluxsymptome, aber mit diagnostizierten Erosionen hatten in 19% der Fälle eine sichtbare Speiseröhrenentzündung bei der Endoskopie (Wilder-Smith et al. 2015).

Da sich keiner dieser Patienten beim Hausarzt oder Gastroenterologen wegen Reflux gemeldet hatte, ist die Erkennung der Diagnose durch das zahnärztliche Fachpersonal sehr wichtig. Bei Reflux war die Wahrscheinlichkeit, an überempfindlichen Zähnen zu leiden, mit einer Odds Ratio von 4,3 in der Studie von West und Mitarbeitern statistisch hoch signifikant erhöht (West et al. 2013).

Bekannte Risikofaktoren für Reflux sind gewisse Lebensmittel wie kohlensäure- und koffeinhaltige Getränke, Schokolade, pfefferminzhaltige Produkte, Zitrusfrüchte, Tomaten, Alkohol und fettige Speisen. Gastroösophagealer Reflux mit Regurgitation während des Schlafes kann zu gravierenden erosiven Läsionen führen. Durch eine oft vorhandene bevorzugte Schlafseite können die erosiven Läsionen einseitig verteilt sein und liefern so einen Hinweis auf ihre Ursache. Oft werden nach Ausschluss extrinsischer Ursachen intrinsische Faktoren wie häufiges Erbrechen und gastroösophagealer Reflux als Grund für die dentalen Erosionen vermutet. Die Patienten hingegen bemerken oft ihr Leiden erst, wenn sensible Zähne aufgrund fortgeschrittener erosiver Zahnhartsubstanzverluste vorhanden sind. Da die Patienten ihr Aufstossen oft als normal anschauen, müssen sie bei Verdacht direkt gefragt und auch untersucht werden. Reflux wird am zuverlässigsten durch eine ambulante Messung des Säurerückflusses gemessen.

Ebenfalls für das Auftreten erosiver Zahnhartsubstanzdefekte zu beachten sind Essstörungen wie Anorexia und Bulimia nervosa sowie ihre Mischformen. Die Prävalenzen der verschiedenen Essstörungsformen betragen in der Schweiz zwischen 1% bis 2,4% bei Frauen sowie 0,2% bis 0,9% bei Männern (Schnyder et al. 2012). Die Diagnosestellung ist bei stark untergewichtigen Anorexiepatienten oft nicht schwierig. Die Bulimiepatienten behalten jedoch in der Regel ihr Normgewicht, sodass bis zur Erkennung ihrer Krankheit häufig mehrere Jahre vergehen können. Das chronische Erbrechen führt oft, aber nicht ausschliesslich zu Defekten im Bereich der okklusalen und oralen Zahnoberflächen im Oberkiefer. Eine zum Teil schmerzhafte, metabolisch bedingte Vergrösserung der Parotis und manchmal der submandibulären Speicheldrüsen, Xerostomie, Erytheme im Bereich der Rachen- und Gaumenschleimhaut sowie Rötung der Lippen mit Rhagadenbildung sind Symptome bei Bulimiepatienten. Das Auftreten dieser Krankheitszeichen und eine entsprechende Gesundheits- und Ernährungsanamnese werden den Verdacht auf eine Bulimieerkrankung verstärken. Oftmals sind zahnärztliche Fachpersonen die ersten, die den Verdacht auf eine Essstörung haben. Die weitere Behandlung dieser Pa-

tienten sollte aufgrund der psychischen Komponente der Grunderkrankung in Absprache mit den entsprechenden Fachpersonen erfolgen.

Wichtig ist es, nach Erbrechen den Mund mit Wasser oder einer nicht erosiven Mundspülung (Tab. I) zu spülen. Dies führt zu einer Verdünnung der Säure und schützt so vor weiterer Auflösung bzw. Erweichung der Zahnhartsubstanz. Eigene Berechnungen aus den Originaldaten unserer Patientenuntersuchung mit Orangensaft ergaben eine Reduktion der H^+-Ionen um einen Faktor 9 bei Spülung der Mundhöhle mit Wasser nach 2 Minuten und eine klar kleinere Reduktion um den Faktor 4, sofern nach 5 Minuten mit Wasser gespült wurde. Sofern unmittelbar nach der Säureattacke gespült wurde, wurden die H^+-Ionen hingegen um den hohen Faktor 16 reduziert (Lussi et al. 2012b).

Der Speichel (Zusammensetzung, Fliessrate, Pellikelbildung) zeigt eine gewisse Schutzfunktion gegenüber einer Säureattacke und kann ein erosives Geschehen modifizieren. Eine unterschiedlich ausgeprägte Pellikelbildung im Bereich des Zahnbogens könnte für die unterschiedliche Verteilung der Erosionen mitverantwortlich sein. Zähne mit dickerer Pellikelbildung (Unterkieferzähne lingual) und mehr Speichelansammlung zeigen meist weniger Erosionen als Zähne mit dünner Pellikelbildung (Oberkieferfrontzähne palatinal). Zudem ist die Clearance von Säure im Unterkiefer besser. Eine mögliche protektive Wirkung durch Modifikation der Pellikel zeigt sich im Folgenden: Biere sind sauer (pH um 4), rufen aber keine Erosionen hervor; Cynar, ein Likör aus Artischocken und Kräutern, weist ebenfalls einen tiefen pH-Wert von 4 auf und verursacht ebenfalls keine erosive Veränderung des Schmelzes (Tab. I). Diese Getränke haben jedoch keinen hohen Kalziumgehalt, wie dies z. B. mit Kalzium versetztem Orangensaft oder bei Joghurt der Fall ist. Es müssen also andere Faktoren, höchstwahrscheinlich Peptide oder Proteine, eine wichtige schützende Wirkung aufweisen, indem sie z. B. die Pellikel oder auch die Zahnoberfläche modifizieren. Schützende Proteine aus dem Zuckerrohr wurden kürzlich isoliert und ihre diesbezüglich positive Wirkung auf dentale Erosionen nachgewiesen (Pelá et al. 2022). Das Kreisschema wurde dahingehend modifiziert (Abb. 1).

Neben Radiotherapie im Nacken-Schädel-Bereich mit oftmals unerwünschter negativer Beeinflussung der Speicheldrüsen können auch Medikamente zu einer Reduktion der Speichelsekretion führen. Dazu gehören Tranquilizer, Anticholinergika, Antihistaminika, Antiemetika und Antiparkinsonpräparate. Erosionspatienten sollen deshalb immer auch bezüglich regelmässig eingenommener Medikamente befragt und deren Nebenwirkung abgeklärt werden. Die oben erwähnte Untersuchung an über 3000 Europäerinnen und Europäer zeigte auch, dass die Wahrscheinlichkeit für mehr erosive Zahnhartsubstanzverluste bei Einnahme von Antidepressiva um einen Faktor 4 (Odds Ratio) erhöht war. Die Einnahme von Antidepressiva führt oft zu weniger Speichelfluss und somit zu erhöhter Anfälligkeit für erosive Zahnhartsubstanzverluste (Bartlett et al. 2013). Bei erosiven Problemen, die mit Medikamenten in Zusammenhang stehen könnten, sollte eine Konsultation mit dem behandelnden Arzt durchgeführt werden, um mögliche Alternativen zu finden. Es ist zu beachten, dass längere und häufige Zahnkontakte von Medikamenten oder Mundspülungen mit niedrigem pH-Wert direkt Erosionen verursachen oder zumindest beschleunigen können (Tab. I, Mundspülungen).

Faktoren auf der Ernährungsseite

Säuretyp, pH, Pufferung, Peptide und Proteine, Adhäsion, Kalzium, Fluorid und Viskosität.

Der Säuretyp, die pH-Werte und die Pufferkapazität der Speisen und Getränke hängen zusammen und werden nicht getrennt besprochen. Der pH-Wert ist ein sehr wichtiger, wenn auch nicht der einzige Faktor, der über das erosive Potenzial eines Getränkes oder einer Speise entscheidet. In der Tabelle I finden sich Erfrischungsgetränke, Sportgetränke oder auch Medikamente, die zwar sauer sind, aber keine Erosionen bewirken.

Die Entstehung der Zahnerosion wird oft fälschlicherweise nur auf einen niedrigen pH-Wert von konsumierten Getränken und Lebensmitteln zurückgeführt. Im Gegensatz zu Karies, bei der es einen definierten kritischen pH-Wert von 5,5 bis 5,7 für den Zahnschmelz gibt, kann das Auftreten von Zahnerosion nicht einem definierten pH-Wert zugeordnet werden (Lussi et al. 2012a). Der kritische pH-Wert ist definiert als der pH-Wert einer Flüssigkeit, bei dem sich die Zahnsubstanz im Gleichgewicht mit der umgebenden Flüssigkeit befindet. Bei diesem pH-Wert ist die Flüssigkeit bezüglich des Zahnes gesättigt, und es kommt nicht zu einer Auflösung des Zahnes, aber auch nicht zur Bildung neuer Kristalle. Dieser kritische pH-Wert wird aus den Konzentrationen der gelösten Stoffe in der Flüssigkeit berechnet. Bei Karies handelt es sich (bei der den Zahn umgebenden Flüssigkeit) um die Plaqueflüssigkeit, die für eine bestimmte Person etwa die gleiche Zusammensetzung aufweist, also ähnliche Konzentrationen an gelösten Stoffen enthält. Daher gibt es einen kritischen pH-Wert für Karies, der immer in etwa gleich bleibt. Bei der Erosion enthält die den Zahn umgebende Flüssigkeit jedoch eine variable Konzentration von gelösten Stoffen, weshalb kein spezifischer kritischer pH-Wert definiert werden kann. Entscheidend dafür, ob es zu einer Demineralisierung kommt, ist also nicht der pH-Wert selbst, sondern der Sättigungsgrad der gelösten Stoffe in der Flüssigkeit, die beim jeweiligen pH-Wert mit den Zähnen in Berührung kommt. Ist der Gehalt an bestimmten gelösten Stoffen in der Flüssigkeit zu gering, ist sie untersättigt, kommt es zur Demineralisierung der Zahnsubstanz. Dieser Prozess schreitet voran, bis das Gleichgewicht erreicht ist und die Flüssigkeit gesättigt ist. Wenn jedoch der Gehalt an gelösten Substanzen in der Flüssigkeit gross ist, wenn sie also gesättigt oder sogar übersättigt ist, kommt es zu keiner Demineralisierung. Dieser Vorgang kann bei unterschiedlichen pH-Werten stattfinden. Bei einem niedrigen pH-Wert ist es daher möglich, dass eine hohe Konzentration von Kalzium der Erosion entgegenwirkt, da die Flüssigkeit hinsichtlich der Zahnsubstanz gesättigt oder sogar übersättigt ist. Sind nur geringe Kalziumkonzentrationen vorhanden, kann es schon bei einem höheren pH-Wert zu einer erosiven Demineralisierung der Zahnsubstanz kommen, da die Flüssigkeit untersättigt ist. Getränke wie mit Kalzium versetzter Orangensaft (Wegehaupt et al. 2011) oder Speisen wie Joghurt haben einen hohen Kalziumgehalt, der vor Erosion schützt. Zusatz von Kalzium hat wegen Lösungsproblemen, Geschmackveränderungen und gesetzlichen Vorschriften aber seine Grenzen.

Besitzt eine Säure beispielsweise eine hohe Pufferkapazität, dauert es länger, bis sie durch den Speichel neutralisiert werden kann, was zu einem höheren Risiko für eine Erweichung der Zahnoberfläche führt (Shellis et al. 2013).

Der Fluoridgehalt des Getränkes oder Nahrungsmittels scheint je nach Konzentration auch bei Erosionen einen gewissen, aber im Vergleich zum Schutz vor Karies einen kleinen

protektiven Effekt zu haben. Eine Fluoridanreicherung von Speisen und Getränken zur Vermeidung von Zahnerosionen erscheint aufgrund der möglichen Nebenwirkungen von Fluorid bei der für einen Schutz vor Erosionen benötigten hohen Konzentration als nicht sinnvoll (Lussi et al. 2019a).

Der für die Zahnhartsubstanz wichtige Phosphatgehalt in der Form von PO_4^{3-} ist bei sauren pH-Werten sehr klein und bei der Prophylaxe von Erosionen ohne klinische Bedeutung (Shellis et al. 2023, diese Ausgabe des SDJ; Lussi et al. 2023, diese Ausgabe des SDJ). Phosphat fehlt aus diesem Grunde im modifiziertem neuen Schema (Abb. 1). Die Konzentration von Kalzium hingegen bleibt über alle pH-Werte konstant und ist deshalb wie erwähnt für den Schutz vor Demineralisierung von Bedeutung.

Ein weiterer fehlender Faktor im neuen Erosionsschema ist die «Chelation» oder Komplexbildung mit Kalzium. Die Chelation ist eine weitere Eigenschaft, die im Zusammenhang mit dentalen Erosionen überschätzt wurde und wird. Die Dissoziationskonstanten für Zitronensäure (z. B. enthalten in vielen Säften) oder auch Phosphorsäure (z. B. enthalten in Cola-Getränken) sind im pH-Bereich der entsprechenden Getränke so klein, dass dieser Komplexbildungseffekt vernachlässigbar ist (Shellis et al. 2014).

Der Einfluss der Adhäsion eines Getränkes auf der Zahnoberfläche ist noch wenig erforscht. Ein Einfluss auf das erosive Potenzial ist hingegen auch hier zu erwarten. Besser adhärierende Substanzen haben eine längere Kontaktzeit an den Zähnen und dadurch eine länger anhaltende erosive Wirkung. Es scheint ferner eine gegenseitige Beeinflussung zwischen Adhäsion und Viskosität zu bestehen.

Mehrere Untersuchungen (Aykut-Yetkiner et al. 2013; Aykut-Yetkiner et al. 2014; Jager et al. 2012) zeigten, dass eine hohe Viskosität schützend wirkt, weil der Nachschub von H^+-Ionen an der Grenzfläche zum Zahn beeinträchtigt ist. Brain Licker, der als Roll-on-Flüssigbonbon angeboten wird (Tab. I) ist ein gutes Beispiel für diesen Sachverhalt. In der Originalversion erweichte er die Schmelzoberfläche um 4,4% (Tab. I). Wurde er im Verhältnis 1:1 mit künstlichem Speichel verdünnt, war die Differenz 30%, bei der Verdünnung 1:2 erhöhte sich die Erweichung sogar auf 42,8%. Beim Giant Candy Spray Super Sour erhöhten sich diese Werte bei der gleichen Verdünnungsreihe von 23% auf 57% und dann auf 58% (unpublizierte Resultate). Diese Eigenschaft muss in Zusammenhang mit anderen die Erosion fördernden Parametern wie pH oder Pufferkapazität gesehen werden (Carvalho et al. 2017).

Auch die Temperatur von Getränken und Speisen muss beachtet werden, da sie einen Einfluss auf den Sättigungsgrad hat. Höhere Temperaturen beschleunigen die chemische Reaktionsgeschwindigkeit, was zu einer schnelleren erosiven Auflösung der Zähne führen kann (Barbour et al. 2006).

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine genaue Anamnese, eine frühzeitige Diagnostik sowie die Eruierung der ätiologischen Faktoren auf der Ernährungs- und auf der Patientenseite verbunden mit adäquaten Prophylaxemassnahmen essenziell sind, um erosiven Zahnhartsubstanzverlust zu vermeiden oder dessen Progression zu stoppen.

Tab. I Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Lebensmittel, Genussmittel sowie Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz. Der Schmelz war mit einer humanen Pellikel bedeckt. Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, sortiert nach Wichtigkeit), der pH-Wert, die Veränderung der Härte nach Eintauchen in die jeweilige Flüssigkeit für 2 Minuten in Prozent sowie die Klassifizierungen sind angegeben (1: Milchmolar; 2: Prämolar).

Gruppe	Produkt	Beschreibung	Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, nach Wichtigkeit geordnet)	pH	Veränderung der Härte (%)	Klassifizierung (Δ der Härte)	Zahntyp
	Mineralwasser, Softdrinks, Erfrischungsgetränke						
1	Aproz Lemon	Mit Zitronenaroma	Kohlensäure, Aroma	5,1	**–1,4**	→	2
1	Aproz Mint-Lime	Mit Zitronenaroma	Kohlensäure, Aroma	5,4	**–0,4**	→	2
1	Aproz O_2 Aroma Zitrone	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Aroma	3,2	**–13,2**	↘	2
1	Carpe Diem	Softdrink	Apfelsäure, Zitronensäure, Kohlensäure	3,0	**–36,1**	↘↘	2
1	Citron M Budget	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Aroma	3,0	**–34,1**	↘↘	2
1	Coca-Cola 1	Softdrink	Phosphorsäure, Zitronensäure, Kohlensäure	2,5	**–18,0**	↘↘	1
1	Coca-Cola 2	Softdrink	Phosphorsäure, Zitronensäure, Kohlensäure	2,4	**–30,7**	↘↘	2
1	Coca-Cola 3	Softdrink	Phosphorsäure, Zitronensäure, Kohlensäure	2,6	**–45,0**	↘↘	2
1	Coca-Cola light	Softdrink	Phosphorsäure, Zitronensäure, Kohlensäure	2,6	**–46,1**	↘↘	2
1	Coca-Cola zero	Softdrink	Phosphorsäure, Zitronensäure, Kohlensäure	2,6	**–18,4**	↘↘	2

Grad 0: horizontaler Pfeil: Erhöhung der Härte oder Abnahme der Härte um bis zu 2% nach 2 Minuten
Grad 1: ein absteigender Pfeil: Härteverlust von bis zu 15% nach 2 Minuten
Grad 2: zwei absteigende Pfeile: Härteverlust von mehr als 15% nach 2 Minuten

Tab. I Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Lebensmittel, Genussmittel sowie Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz. Der Schmelz war mit einer humanen Pellikel bedeckt. Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, sortiert nach Wichtigkeit), der pH-Wert, die Veränderung der Härte nach Eintauchen in die jeweilige Flüssigkeit für 2 Minuten in Prozent sowie die Klassifizierungen sind angegeben (1: Milchmolar; 2: Prämolar).

Gruppe	Produkt	Beschreibung	Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, nach Wichtigkeit geordnet)	pH	Veränderung der Härte (%)	Klassifizierung (Δ der Härte)	Zahntyp
1	Evian Fruits & Plantes Zitrone Holunderblüte	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Aroma	3,2	**–23,3**	↘↘	2
1	Fanta Citron	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Aroma	2,8	**–53,8**	↘↘	2
1	Fanta Orange	Softdrink	Zitronensäure, Ascorbinsäure, Kohlensäure	2,7	**–47,7**	↘↘	2
1	Fanta regular Orange	Softdrink	Zitronensäure, Ascorbinsäure, Kohlensäure	2,6	**–20,5**	↘↘	1
1	Guaraná antartica 1	Softdrink	Zitronensäure, Kohlensäure	2,6	**–6,4**	↘	1
1	Guaraná antartica 2	Softdrink	Zitronensäure, Kohlensäure	3,0	**–9,3**	↘	2
1	Henniez Limetten- und Melissengeschmack	Mit Zitronenaroma	Kohlensäure, Kalzium, Aroma	5,6	**–1,6**	→	2
1	Henniez blau	Mineralwasser	Kohlensäure, Kalzium	7,7	**0,7**	→	2
1	Henniez rot	Mineralwasser	Kohlensäure, Kalzium	6,1	**–0,2**	→	2
1	Lemon M Classic	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Aroma	3,1	**–24,9**	↘↘	2
1	ok.- flavoured water lemon	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Aroma	4,3	**–4,1**	↘	2
1	Orange Water Naturaplan Coop	Mit Orangenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Aroma	3,7	**–7,7**	↘	2
1	Orangina	Softdrink	Zitronensäure, Apfelsäure, Kohlensäure	3,1	**–20,6**	↘↘	2
1	Pepsi Cola 1	Softdrink	Phosphorsäure, Zitronensäure, Kohlensäure	2,4	**–33,9**	↘↘	2
1	Pepsi Cola 2	Softdrink	Phosphorsäure, Zitronensäure, Kohlensäure	2,5	**–12,2**	↘	1
1	Pepsi Cola light	Softdrink	Phosphorsäure, Zitronensäure, Kohlensäure	2,8	**–35,2**	↘↘	2
1	Rhäzünser Plus Zitrone	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Aroma	3,9	**–3,5**	↘	2
1	Rivella blau	Softdrink	Milchsäure, Kohlensäure	3,3	**–47,9**	↘↘	2
1	Rivella grün	Softdrink	Milchsäure, Kohlensäure	3,2	**–28,7**	↘↘	2
1	Rivella rot 1	Softdrink	Milchsäure, Kohlensäure	3,3	**–9,1**	↘	1
1	Rivella rot 2	Softdrink	Milchsäure, Kohlensäure	3,3	**–39,7**	↘↘	2
1	Rivella Holunderblüte	Softdrink	Milchsäure, Kohlensäure	3,4	**–35,6**	↘↘	2
1	Schnitz Wasser / Lemon Water Naturaplan	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Aroma	3,6	**–8,1**	↘	2
1	Schorle Zitrone Limette Naturaplan	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Aroma	3,0	**–39,1**	↘↘	2
1	Schweppes	Softdrink	Zitronensäure, Ascorbinsäure, Kohlensäure	2,3	**–47,1**	↘↘	2
1	Sinalco classic	Softdrink	Zitronensäure, Ascorbinsäure, Kohlensäure	3,1	**–32,4**	↘↘	2
1	Sprite	Softdrink	Zitronensäure, Kohlensäure	2,6	**–24,3**	↘↘	1
1	Sprite	Softdrink	Zitronensäure, Kohlensäure	2,5	**–37,6**	↘↘	2

Grad 0: horizontaler Pfeil: Erhöhung der Härte oder Abnahme der Härte um bis zu 2% nach 2 Minuten
Grad 1: ein absteigender Pfeil: Härteverlust von bis zu 15% nach 2 Minuten
Grad 2: zwei absteigende Pfeile: Härteverlust von mehr als 15% nach 2 Minuten

Tab. I Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Lebensmittel, Genussmittel sowie Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz. Der Schmelz war mit einer humanen Pellikel bedeckt. Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, sortiert nach Wichtigkeit), der pH-Wert, die Veränderung der Härte nach Eintauchen in die jeweilige Flüssigkeit für 2 Minuten in Prozent sowie die Klassifizierungen sind angegeben (1: Milchmolar; 2: Prämolar).

Gruppe	Produkt	Beschreibung	Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, nach Wichtigkeit geordnet)	pH	Veränderung der Härte (%)	Klassifizierung (Δ der Härte)	Zahntyp
1	Sprite zero	Softdrink	Zitronensäure, Kohlensäure	2,9	**–35,6**	↘↘	2
1	Valser 1	Mineralwasser	Kohlensäure, Kalzium	6,5	**–1,0**	→	1
1	Valser 2	Mineralwasser	Kohlensäure, Kalzium	5,6	**–0,3**	→	2
1	Valser Original Limelite	Mit Zitronenaroma	Zitrat, Aroma, Kalzium	5,4	**–0,9**	→	2
1	Valser Zitrone+Kräuter	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Kräuter	3,3	**–16,0**	↘↘	2
1	Volg Citro	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Kräuter	3,1	**–32,0**	↘↘	2
1	Volvic Zitrone-Apfel	Mit Zitronenextrakt	Zitronensäure, Kohlensäure, Kräuter	3,2	**–10,8**	↘	2
	Energiegetränke, Sportgetränke						
2	Gatorade	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure	3,2	**–24,3**	↘↘	2
2	Gatorade cool blue	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure	3,0	**–24,6**	↘↘	2
2	Gatorade gusto limone	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure	2,9	**–21,3**	↘↘	1
2	Gatorade mandarine	Energiedrink	Zitronensäure, Ascorbinsäure, Kohlensäure	3,2	**–24,9**	↘↘	2
2	Gatorade red orange	Energiedrink	Zitronensäure, Ascorbinsäure, Kohlensäure	3,1	**–24,9**	↘↘	2
2	Isostar	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure, Kalzium	3,9	**–6,5**	↘	2
2	Isostar Hydrate fresh	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure, Kalzium	3,8	**–2,2**	→	2
2	Isostar Hydrate lemon	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure, Kalzium	3,8	**–1,2**	→	2
2	Isostar Hydrate orange	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure, Kalzium	3,8	**–1,5**	→	2
2	Isostar orange	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure, Kalzium	3,6	**–8,6**	↘	2
2	Monster	Energiedrink	Zitronensäure, Sorbinsäure, Kohlensäure	3,3	**–10,1**	↘	1
2	Monster Energy (grün)	Energiedrink	Zitronensäure, Sorbinsäure, Kohlensäure	3,4	**–11,6**	↘	2
2	Monster Energy Rehab	Energiedrink	Zitronensäure, Sorbinsäure, Kohlensäure	3,5	**–8,4**	↘	2
2	Monster Energy the Doctor	Energiedrink	Zitronensäure, Sorbinsäure, Kohlensäure	3,4	**–6,0**	↘	2
2	Monster Energy Zero	Energiedrink	Zitronensäure, Sorbinsäure, Kohlensäure	3,4	**–19,1**	↘↘	2
2	Powerade	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure	3,7	**–12,3**	↘	2
2	Red Bull 1	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure	3,3	**–10,2**	↘	1
2	Red Bull 2	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure	3,3	**–16,6**	↘↘	2
2	Red Bull 3	Energiedrink	Zitronensäure, Kohlensäure	3,5	**–17,2**	↘↘	2
	Früchte, Säfte, Smoothies						
3	Africa, Baobab and Pineapple	Smoothie	Zitronensäure, Apfelsäure	3,7	**–15,8**	↘↘	2

Grad 0: horizontaler Pfeil: Erhöhung der Härte oder Abnahme der Härte um bis zu 2% nach 2 Minuten
Grad 1: ein absteigender Pfeil: Härteverlust von bis zu 15% nach 2 Minuten
Grad 2: zwei absteigende Pfeile: Härteverlust von mehr als 15% nach 2 Minuten

Tab. I Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Lebensmittel, Genussmittel sowie Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz. Der Schmelz war mit einer humanen Pellikel bedeckt. Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, sortiert nach Wichtigkeit), der pH-Wert, die Veränderung der Härte nach Eintauchen in die jeweilige Flüssigkeit für 2 Minuten in Prozent sowie die Klassifizierungen sind angegeben (1: Milchmolar; 2: Prämolar).

Gruppe	Produkt	Beschreibung	Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, nach Wichtigkeit geordnet)	pH	Veränderung der Härte (%)	Klassifizierung (Δ der Härte)	Zahntyp
3	Ananassaft frisch	Fruchtgetränk	Zitronensäure, Apfelsäure, Ascorbinsäure	3,4	**–15,7**	↘↘	2
3	Apfelsaft (Schorle)	Fruchtgetränk	Apfelsäure, Milchsäure, Zitronensäure	3,5	**–27,1**	↘↘	2
3	Apfelsaft Ramseier 1	Fruchtgetränk	Apfelsäure, Milchsäure, Zitronensäure	3,2	**–7,8**	↘	1
3	Apfelsaft Ramseier 2	Fruchtgetränk	Apfelsäure, Milchsäure, Zitronensäure	3,4	**–25,9**	↘↘	2
3	Aprikosen	Frucht	Apfelsäure, Zitronensäure	3,3	**–23,2**	↘↘	2
3	Asia, Mangosteen and Passionfruit	Smoothie	Apfelsäure, Zitronensäure	3,8	**–19,0**	↘↘	2
3	Biotta Granatapfel	Fruchtgetränk	Apfelsäure, Zitronensäure	3,3	**–7,8**	↘	2
3	Biotta Karotte, Mango, Orange	Fruchtgetränk	Apfelsäure, Zitronensäure	4,0	**–8,0**	↘	2
3	Biotta Superfrüchte	Fruchtgetränk	Apfelsäure, Zitronensäure	3,4	**–8,8**	↘	2
3	Grapefruitsaft	Fruchtgetränk	Apfelsäure, Zitronensäure	3,2	**–31,1**	↘↘	2
3	Heidelbeeren	Frucht	Apfelsäure, Zitronensäure	3,7	**–11,7**	↘	2
3	Heidelbeeren und H_2O (1:1)	Frucht	Apfelsäure, Zitronensäure	3,1	**–38,5**	↘↘	2
3	Himbeeren und H_2O (1:1)	Frucht	Zitronensäure, Apfelsäure	3,1	**–23,2**	↘↘	2
3	Innocent Berry Good	Smoothie	Apfelsäure, Zitronensäure	3,5	**–8,0**	↘	2
3	Innocent Kiwi Apfel Zitrone	Smoothie	Apfelsäure, Zitronensäure	3,3	**–7,3**	↘	1
3	Innocent Kiwi Wonder	Smoothie	Apfelsäure, Zitronensäure	3,6	**–14,1**	↘	2
3	Innocent Möhr-chen-Prinz	Smoothie	Zitronensäure, Apfelsäure	3,9	**–2,7**	↘	2
3	Innocent Super Smoothie Antioxidant	Smoothie	Apfelsäure, Zitronensäure	3,7	**–9,3**	↘	2
3	Kaki und H_2O (1:1)	Frucht	Zitronensäure, Apfelsäure	5,9	**–1,4**	→	2
3	Karottensaft	Fruchtgetränk	Apfelsäure	4,2	**–2,5**	→	2
3	Kiwi 1	Frucht	Zitronensäure, Chinasäure, Apfelsäure	3,2	**–12,2**	↘	1
3	Kiwi 2	Frucht	Zitronensäure, Chinasäure, Apfelsäure	3,2	**–23,4**	↘↘	2
3	Mango und H_2O (1:1)	Frucht	Zitronensäure, Apfelsäure	4,2	**–3,6**	↘	2
3	Multivitamins Sun Queen	Fruchtgetränk	Zitronensäure, Apfelsäure	3,6	**–0,6**	→	2
3	Orangensaft, frisch gepresst	Fruchtgetränk	Zitronensäure, Apfelsäure	3,9	**–3,2**	↘	1
3	Orangensaft, frisch gepresst	Fruchtgetränk	Zitronensäure, Apfelsäure	3,6	**–17,3**	↘↘	2
3	Orangensaft Del Monte	Fruchtgetränk	Zitronensäure, Apfelsäure	3,7	**–7,0**	↘	2
3	Orangensaft Granini	Fruchtgetränk	Zitronensäure, Apfelsäure	3,9	**–8,3**	↘	2
3	Orangensaft Hohes C 1	Fruchtgetränk	Zitronensäure, Apfelsäure	3,6	**–3,8**	↘	1

Grad 0: horizontaler Pfeil: Erhöhung der Härte oder Abnahme der Härte um bis zu 2% nach 2 Minuten
Grad 1: ein absteigender Pfeil: Härteverlust von bis zu 15% nach 2 Minuten
Grad 2: zwei absteigende Pfeile: Härteverlust von mehr als 15% nach 2 Minuten

Tab. I Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Lebensmittel, Genussmittel sowie Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz. Der Schmelz war mit einer humanen Pellikel bedeckt. Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, sortiert nach Wichtigkeit), der pH-Wert, die Veränderung der Härte nach Eintauchen in die jeweilige Flüssigkeit für 2 Minuten in Prozent sowie die Klassifizierungen sind angegeben (1: Milchmolar; 2: Prämolar).

Gruppe	Produkt	Beschreibung	Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, nach Wichtigkeit geordnet)	pH	Veränderung der Härte (%)	Klassifizierung (Δ der Härte)	Zahntyp
3	Orangensaft Hohes C 2	Fruchtgetränk	Zitronensäure, Apfelsäure	3,6	**–10,1**	↘	2
3	Orangensaft Hohes C 3	Fruchtgetränk	Zitronensäure, Apfelsäure	3,8	**–16,5**	↘↘	2
3	Pfirsich gelb und H_2O (1:1)	Frucht	Zitronensäure, Apfelsäure	4,6	**–4,1**	↘	2
3	Ribena Blackcurrant, verdünnt	Fruchtgetränk	Ascorbinsäure, Zitronensäure, Polyphenole	2,5	**–9,9**	↘	1
3	South America, Acerola and Mango (Santos)	Smoothie	Ascorbinsäure, Zitronensäure	3,9	**–7,5**	↘	2
	Milchprodukte						
4	Joghurt Zitrone	Milchprodukt	Milchsäure, Kalzium, Aromen	4,1	**–0,1**	→	2
4	Joghurt Kiwi Tropicana	Milchprodukt	Milchsäure, Kalzium, Aromen	4,0	**1,3**	→	2
4	Joghurt nature	Milchprodukt	Milchsäure, Kalzium	3,9	**0,5**	→	2
4	Joghurt Slimline	Milchprodukt	Milchsäure, Kalzium, Aromen	4,0	**–0,6**	→	2
4	Joghurt Waldbeeren 1	Milchprodukt	Milchsäure, Kalzium, Aromen	4,1	**5,0**	→	1
4	Joghurt Waldbeeren 2	Milchprodukt	Milchsäure, Kalzium, Beeren	3,8	**–1,2**	→	2
4	Sauermilch LC1	Milchprodukt	Milchsäure, Kalzium, Aromen	4,2	**1,9**	→	2
4	Vollmilch UHT	Milchprodukt	Milchsäure, Kalzium, Aromen	6,7	**1,2**	→	2
	Tee, Eistee, Kaffee						
5	Alpenkräuter-Tee naturaplan	Tee, Beutel 5 Minuten aufgebrüht	Kamille, Melisse	7,4	**1,2**	→	2
5	Cranberry Hibiskus, Yogi Tee	Tee, Beutel 5 Minuten aufgebrüht	Hibiskus (wenig)	4,5	**–1,3**	→	2
5	Ginger Green Tea	Tee, trinkfertig aus Flasche	Ingwer	3,9	**–1,1**	→	2
5	Green Tea classic Tetley	Tee, Beutel 5 Minuten aufgebrüht	Keine für Erosionen relevanten Inhaltsstoffe	6,7	**12,1**	→	2
5	Green Tea Lemongrass	Tee, trinkfertig aus Flasche	Kalzium, verschiedene Säuren	4,0	**–1,3**	→	2
5	Grüntee Zitronenmelisse	Tee, Beutel 3 Minuten aufgebrüht	Keine für Erosionen relevanten Inhaltsstoffe	6,8	**–0,1**	→	2
5	Hagenbuttentee mit Hibiskus 1	Tee, Beutel 5 Minuten aufgebrüht	Hibiskus, Ascorbinsäure	3,2	**–33,2**	↘↘	2
5	Hagenbuttentee mit Hibiskus 2	Tee, Beutel 3 Minuten aufgebrüht	Hibiskus, Ascorbinsäure	3,1	**–38,6**	↘↘	2
5	Hagenbuttentee mit Hibiskus 3	Tee, Beutel 5 Minuten aufgebrüht	Hibiskus, Ascorbinsäure	3,1	**–42,8**	↘↘	2
5	Hagenbuttentee rein	Tee, Beutel 8 Minuten aufgebrüht	Ascorbinsäure	6,3	**–1,3**	→	2
5	Hibiskustee rein	Tee, Beutel 8 Minuten aufgebrüht	Hibiskus	2,8	**–62,4**	↘↘	2
5	Ice Tea 1 Peach	Tee, trinkfertig aus Flasche	Zitronensäure, Apfelsäure, Ascorbinsäure	2,7	**–5,3**	↘	1
5	Ice Tea 2 Peach	Tee, trinkfertig aus Flasche	Zitronensäure, Apfelsäure, Ascorbinsäure	2,9	**–15,2**	↘↘	2

Grad 0: horizontaler Pfeil: Erhöhung der Härte oder Abnahme der Härte um bis zu 2% nach 2 Minuten
Grad 1: ein absteigender Pfeil: Härteverlust von bis zu 15% nach 2 Minuten
Grad 2: zwei absteigende Pfeile: Härteverlust von mehr als 15% nach 2 Minuten

Tab. I Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Lebensmittel, Genussmittel sowie Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz. Der Schmelz war mit einer humanen Pellikel bedeckt. Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, sortiert nach Wichtigkeit), der pH-Wert, die Veränderung der Härte nach Eintauchen in die jeweilige Flüssigkeit für 2 Minuten in Prozent sowie die Klassifizierungen sind angegeben (1: Milchmolar; 2: Prämolar).

Gruppe	Produkt	Beschreibung	Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, nach Wichtigkeit geordnet)	pH	Veränderung der Härte (%)	Klassifizierung (Δ der Härte)	Zahntyp
5	Ice Tea classic 1	Tee, trinkfertig aus Flasche	Zitronensäure, Ascorbinsäure	2,4	**–12,7**	↘	1
5	Ice Tea classic 2	Tee, trinkfertig aus Flasche	Zitronensäure, Ascorbinsäure	2,9	**–16,3**	↘↘	2
5	Ice Tea lemon	Tee, trinkfertig aus Flasche	Zitronensäure, Ascorbinsäure	3,0	**–16,8**	↘↘	2
5	Kaffee Espresso	Frisch gemahlen	Keine für Erosionen relevanten Inhaltsstoffe	5,8	**0,7**	→	2
5	Lindenblütentee naturaplan	Tee, Beutel 5 Minuten aufgebrüht	Keine für Erosionen relevanten Inhaltsstoffe	7,8	**–1,1**	→	2
5	Pfefferminztee	Tee, Beutel 6 Minuten aufgebrüht	Keine für Erosionen relevanten Inhaltsstoffe	7,5	**0,1**	→	2
5	Rooibostee naturaplan	Tee, Beutel 8 Minuten aufgebrüht	Keine für Erosionen relevanten Inhaltsstoffe	7,4	**–0,6**	→	2
5	Schwarztee	Tee, Beutel 3 Minuten aufgebrüht	Keine für Erosionen relevanten Inhaltsstoffe	6,6	**–0,2**	→	2
5	Thé vert menthe	Tee, trinkfertig aus Flasche	Zitronensäure	3,6	**–3,0**	↘	2
5	Waldfrüchtetee	Tee, Beutel 2,5 Minuten aufgebrüht	Keine für Erosionen relevanten Inhaltsstoffe	6,8	**0,4**	→	2
	Alkoholische Getränke						
6	Bacardi Breezer orange	Alkoholisches Getränk	Zitronensäure, Kohlensäure	3,2	**–39,3**	↘↘	2
6	Bier Calanda Radler Zitrone	Alkoholisches Getränk	Zitronensäure, Kohlensäure	3,3	**–19,1**	↘↘	2
6	Bier Calanda Radler Gletscher Zitrone	Alkoholisches Getränk	Zitronensäure, Kohlensäure	3,4	**–16,6**	↘↘	2
6	Bier Calanda Tandem Limette	Alkoholisches Getränk	Zitronensäure, Kohlensäure	3,7	**–6,4**	↘	2
6	Bier Carlsberg	Alkoholisches Getränk	Protein, Kalzium, Kohlensäure	4,2	**–0,3**	→	2
6	Bier Eichhof	Alkoholisches Getränk	Protein, Kalzium, Kohlensäure	4,1	**0,1**	→	2
6	Bier Erdinger (alkoholfrei)	Alkoholisches Getränk	Protein, Kalzium, Kohlensäure	4,4	**2,4**	→	2
6	Bier Eve Litchi	Alkoholisches Getränk	Zitronensäure, Apfelsäure, Kohlensäure	3,0	**–38,8**	↘↘	2
6	Bier Feldschlösschen Braufrisch	Alkoholisches Getränk	Protein, Kalzium, Kohlensäure	4,4	**–0,8**	→	2
6	Bier Feldschlösschen Citron 0.0% (alkoholfrei)	Alkoholisches Getränk	Zitronensäure, Kohlensäure	3,2	**–24,3**	↘↘	2
6	Bier Feldschlösschen Pale Ale	Alkoholisches Getränk	Protein, Kalzium, Kohlensäure	4,4	**0,0**	→	2
6	Champagner Freixenet	Alkoholisches Getränk	Weinsäure, Milchsäure, Kohlensäure	3,0	**–23,9**	↘↘	2

Grad 0: horizontaler Pfeil: Erhöhung der Härte oder Abnahme der Härte um bis zu 2% nach 2 Minuten
Grad 1: ein absteigender Pfeil: Härteverlust von bis zu 15% nach 2 Minuten
Grad 2: zwei absteigende Pfeile: Härteverlust von mehr als 15% nach 2 Minuten

Tab. I Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Lebensmittel, Genussmittel sowie Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz. Der Schmelz war mit einer humanen Pellikel bedeckt. Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, sortiert nach Wichtigkeit), der pH-Wert, die Veränderung der Härte nach Eintauchen in die jeweilige Flüssigkeit für 2 Minuten in Prozent sowie die Klassifizierungen sind angegeben (1: Milchmolar; 2: Prämolar).

Gruppe	Produkt	Beschreibung	Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, nach Wichtigkeit geordnet)	pH	Veränderung der Härte (%)	Klassifizierung (Δ der Härte)	Zahntyp
6	Cynar	Alkoholisches Getränk	Protein	4,0	**0,2**	→	2
6	Rotwein Merlot	Alkoholisches Getränk	Milchsäure, Apfelsäure, Weinsäure	3,5	**–7,9**	↘	2
6	Rosé Merlot	Alkoholisches Getränk	Milchsäure, Apfelsäure, Weinsäure	3,5	**–8,7**	↘	2
6	Weisswein Merlot	Alkoholisches Getränk	Milchsäure, Apfelsäure, Weinsäure	3,4	**–11,0**	↘	2
6	Rotwein Vieux Salquenen, Pinot noir de Salquenen	Alkoholisches Getränk	Milchsäure, Apfelsäure, Weinsäure	4,0	**–1,0**	→	2
6	Weisswein Vieux Salquenen, Blanc noir de Salquenen	Alkoholisches Getränk	Milchsäure, Apfelsäure, Weinsäure	3,5	**–5,9**	↘	2
6	Rotwein Collivo	Alkoholisches Getränk	Milchsäure, Apfelsäure, Weinsäure	3,4	**–5,7**	↘	2
6	Rotwein Montagne	Alkoholisches Getränk	Milchsäure, Apfelsäure, Weinsäure	3,7	**–3,7**	↘	2
6	Smirnoff Ice Vodka	Alkoholisches Getränk	Zitronensaft	3,1	**–30,8**	↘↘	2
6	Weisswein La Côte	Alkoholisches Getränk	Apfelsäure, Milchsäure, Weinsäure	3,6	**–4,9**	↘	2
	Medikamente						
7	Alca C Brausetabletten	Medikament	Acetylsalicylsäure, Ascorbinsäure	4,2	**–2,5**	→	2
7	Alcacyl 500 Sachet	Medikament	Acetylsalicylsäure	6,9	**–0,4**	→	2
7	Alka-Selzer Brausetabletten	Medikament	Acetylsalicylsäure, Zitronensäure	6,2	**–0,8**	→	2
7	Aspirine-C Brausetabletten	Medikament	Acetylsalicylsäure, Ascorbinsäure	5,5	**–3,3**	↘	2
7	Berocca Brausetabletten	Medikament	Ascorbinsäure	4,2	**–0,3**	→	2
7	Claritine Sirup	Medikament	Zitronensäure	3,0	**–2,0**	↘	1
7	Dafalgan Sirup	Medikament	Zitronensäure	5,3	**3,6**	→	1
7	Diasporal Magnesium Brausetabletten	Medikament	Zitronensäure	4,5	**–4,7**	↘	2
7	Fluimucil 200 Brausetabletten	Medikament	Zitronensäure	4,7	**–1,8**	→	2
7	Fluimucil 600 Brausetabletten	Medikament	Zitronensäure	4,5	**–2,4**	→	1
7	Maltofer Sirup	Medikament	Säure	4,9	**2,0**	→	1
7	Mucosolvon Hustensirup für Kinder	Medikament	Benzoesäure	3,1	**–1,5**	→	1
7	Neocitran Sachet	Medikament	Ascorbinsäure	2,8	**–46,1**	↘↘	2
7	SiccOral	Medikament	Keine für Erosionen relevanten Inhaltsstoffe	5,4	**–1,4**	→	2

Grad 0: horizontaler Pfeil: Erhöhung der Härte oder Abnahme der Härte um bis zu 2% nach 2 Minuten
Grad 1: ein absteigender Pfeil: Härteverlust von bis zu 15% nach 2 Minuten
Grad 2: zwei absteigende Pfeile: Härteverlust von mehr als 15% nach 2 Minuten

Tab. I Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Lebensmittel, Genussmittel sowie Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz. Der Schmelz war mit einer humanen Pellikel bedeckt. Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, sortiert nach Wichtigkeit), der pH-Wert, die Veränderung der Härte nach Eintauchen in die jeweilige Flüssigkeit für 2 Minuten in Prozent sowie die Klassifizierungen sind angegeben (1: Milchmolar; 2: Prämolar).

Gruppe	Produkt	Beschreibung	Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, nach Wichtigkeit geordnet)	pH	Veränderung der Härte (%)	Klassifizierung (Δ der Härte)	Zahntyp
7	Tossamin Sirup no sugar	Medikament	Keine für Erosionen relevanten Inhaltsstoffe	4,4	**3,1**	→	1
7	Ventolin Sirup	Medikament	Zitronensäure	3,2	**–10,6**	↘	1
7	Vitamin C Brausetablette Actilife	Medikament	Zitronensäure, Ascorbinsäure	3,9	**–17,3**	↘↘	2
7	Vitamin C Brausetablette Streuli	Medikament	Zitronensäure, Ascorbinsäure	3,6	**–25,3**	↘↘	2
	Bonbons, Kaugummi						
8	Cola Fröschli	Bonbon	Zitronensäure, Aroma	2,5	**–36,2**	↘↘	2
8	Cola Fröschli (im künstl. Speichel)	Bonbon	Zitronensäure, Aroma	3,0	**–35,7**	↘↘	2
8	Fisherman's Friend Eucalyptus-Menthol	Bonbon	Aroma	5,2	**–1,7**	→	2
8	Fisherman's Friend Mint	Bonbon	Aroma	7,8	**–1,9**	→	2
8	Fisherman's Friend Spearmint	Bonbon	Aroma	6,4	**–1,7**	→	2
8	Halsfeger Kräuter-bonbon	Bonbon	Zitronensäure, Aroma	4,1	**–1,5**	→	2
8	Halter Dental Drops, sugarfree	Bonbon	Zitronensäure, Aroma	7,7	**–2,2**	→	2
8	Kaugummi Extra Strong Mint	Kaugummi	Aroma, Kalziumphosphat	6,8	**–0,4**	→	2
8	Kaugummi Extra White	Kaugummi	Aroma, Kalziumphosphat	6,8	**–0,5**	→	2
8	Läkerol Dents menthol	Bonbon	Aroma	4,8	**–0,8**	→	2
8	Orbit Strawberry White	Kaugummi	Zitronensäure, Apfelsäure, Kalzium	4,1	**–1,4**	→	2
8	Ricola Bergminze	Bonbon	Aroma	5,5	**0,1**	→	2
8	Ricola Green Tea-Lime Bonbon	Bonbon	Zitronensäure, Ascorbinsäure	2,7	**–20,6**	↘↘	2
8	Ricola Green Tea-Lime Bonbon (im künstl. Speichel)	Bonbon	Zitronensäure, Ascorbinsäure	3,4	**–17,0**	↘↘	2
8	Ricola Kräuter	Bonbon	Aroma	5,2	**–1,4**	→	2
8	Ricola Orangen-Minze	Bonbon	Zitronensäure, Ascorbinsäure, Aroma	2,8	**–23,1**	↘↘	2
8	Ricola Zitronenmelisse	Bonbon	Zitronensäure, Aroma	2,7	**–25,9**	↘↘	2
8	TicTac fresh mint	Bonbon	Aroma	6,4	**–5,4**	↘	2
8	Trident mega mystery	Kaugummi	Zitronensäure, Aroma	2,7	**–11,0**	↘	1
8	Vicks Blue menthol	Bonbon	Aroma	6,3	**0,0**	→	2
	Kinderartikel						
9	Baby Jus, Apfel Birne	Fruchtgetränk	Apfelsäure, Zitronensäure	3,6	**–3,1**	↘	1
9	Brain Licker Sour Candy Drink	Roll-on-Flüssigbonbon	Zitronensäure, Milchsäure, Apfelsäure	1,8	**–4,4**	↘	2
9	Capri Sonne Multi Vitamin	Fruchtsaftgetränk	Zitronensäure, Milchsäure, Apfelsäure	3,3	**–14,3**	↘	2

Grad 0: horizontaler Pfeil: Erhöhung der Härte oder Abnahme der Härte um bis zu 2% nach 2 Minuten
Grad 1: ein absteigender Pfeil: Härteverlust von bis zu 15% nach 2 Minuten
Grad 2: zwei absteigende Pfeile: Härteverlust von mehr als 15% nach 2 Minuten

Tab. I Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Lebensmittel, Genussmittel sowie Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz. Der Schmelz war mit einer humanen Pellikel bedeckt. Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, sortiert nach Wichtigkeit), der pH-Wert, die Veränderung der Härte nach Eintauchen in die jeweilige Flüssigkeit für 2 Minuten in Prozent sowie die Klassifizierungen sind angegeben (1: Milchmolar; 2: Prämolar).

Gruppe	Produkt	Beschreibung	Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, nach Wichtigkeit geordnet)	pH	Veränderung der Härte (%)	Klassifizierung (Δ der Härte)	Zahntyp
9	Capri Sonne Safari Fruits	Fruchtsaftgetränk	Zitronensäure, Milchsäure, Apfelsäure	3,3	**–17,7**	↘↘	2
9	Dreh Drink Apfel	Koffein- und zuckerfreies Süssgetränk	Zitronensäure, Milchsäure, Apfelsäure	3,4	**–19,9**	↘↘	2
9	Dreh Drink Himbeere	Erfrischungs-getränk	Zitronensäure, Milchsäure, Apfelsäure	3,0	**–26,1**	↘↘	2
9	Dreh Drink Zitrone Limette	Erfrischungs-getränk	Zitronensäure, Milchsäure, Apfelsäure	2,9	**–28,9**	↘↘	2
9	Freche Freunde Quetschmus	Apfel, Banane, Ananas & Kokosnuss	Apfelsäure, Zitronensäure	4,2	**–5,5**	↘	2
9	Giant Candy Spray Super Sour	Saurer Candy-Spray	Zitronensäure, Apfelsäure	1,9	**–23,0**	↘↘	2
9	Haribo Pommes	Gezuckerte Fruchtgummi-Pommes	Zitronensäure, Apfelsäure	2,5	**–14,1**	↘	1
9	Hero Kids Quetschbeutel	Pfirsich-, Apfel- und Bananenpüree	Zitronensäure, Apfelsäure	3,9	**–6,9**	↘	1
9	Mega mouth candy	Candy-Spray	Zitronensäure	2,1	**–59,2**	↘↘	1
9	Trink Bärli Apfel	Erfrischungs-getränk	Zitronensäure	3,1	**–24,5**	↘↘	2
9	Trink Bärli Himbeer	Erfrischungs-getränk	Zitronensäure	3,5	**–11,4**	↘	2
9	Trinketto Bubble Gum	Erfrischungs-getränk	Zitronensäure	3,0	**–25,9**	↘↘	2
	Verschiedenes						
10	Apfelessig	Verschiedenes	Essigsäure, Apfelsäure	3,4	**–27,2**	↘↘	2
10	Honig Blütenhonig	Brotaufstrich	Kalzium, Polyphenole, Proteine	3,6	**–0,4**	→	2
10	Honig Waldhonig	Brotaufstrich	Kalzium, Polyphenole, Proteine	4,2	**0,2**	→	2
10	Obstessig	Verschiedenes	Essigsäure	3,2	**–50,9**	↘↘	2
10	Oliq Spray Energy Support	Mundspray	Vitamin, Zitrusöl	5,3	**0,8**	→	2
10	Oliq Spray Immune Support	Mundspray	Vitamin, Zitrusöl, Ingwer	4,7	**–3,6**	↘	2
10	Oliq Spray Inner Balance	Mundspray	Vitamin, Aroma	4,2	**–2,2**	→	2
10	Salatsauce M classic French (ohne Joghurt)	Verschiedenes	Essig	3,8	**–5,8**	↘	2
10	Salatsauce Thomy french classic	Verschiedenes	Essig, Zitronensäure	4,0	**–3,9**	↘	2
10	Salatsauce Thomy french light	Verschiedenes	Essig, Zitronensäure	3,8	**–6,4**	↘	2
10	Sauerkraut gekocht	Verschiedenes	Organische Säuren	3,8	**–29,1**	↘↘	2
	Mundspülungen						
11	Elmex grün Spüllösung	Mundspülung	Fluorid	4,5	**–4,5**	↘	2
11	Elmex rot Spüllösung	Mundspülung	Fluorid	4,5	**–4,8**	↘	2

Grad 0: horizontaler Pfeil: Erhöhung der Härte oder Abnahme der Härte um bis zu 2% nach 2 Minuten
Grad 1: ein absteigender Pfeil: Härteverlust von bis zu 15% nach 2 Minuten
Grad 2: zwei absteigende Pfeile: Härteverlust von mehr als 15% nach 2 Minuten

Tab. I Die erosive Wirkung verschiedener Getränke, Lebensmittel, Genussmittel sowie Medikamente und Mundspülungen auf den menschlichen Zahnschmelz. Der Schmelz war mit einer humanen Pellikel bedeckt. Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, sortiert nach Wichtigkeit), der pH-Wert, die Veränderung der Härte nach Eintauchen in die jeweilige Flüssigkeit für 2 Minuten in Prozent sowie die Klassifizierungen sind angegeben (1: Milchmolar; 2: Prämolar).

Gruppe	Produkt	Beschreibung	Mögliche relevante Inhaltsstoffe (maximal 3, nach Wichtigkeit geordnet)	pH	Veränderung der Härte (%)	Klassifizierung (Δ der Härte)	Zahntyp
11	Elmex Sensitive Professional	Mundspülung	Fluorid	6,1	**–1,0**	→	2
11	Listerine Cool Mint	Mundspülung	Kein Fluorid	4,2	**–3,0**	↘	2
11	Listerine Smart Kidz	Mundspülung	Fluorid	3,3	**–6,5**	↘	2
11	Meridol Zahnfleisch-schutz	Mundspülung	Fluorid	3,9	**–0,8**	→	2
11	BaLuMed Value Care	Mundspülung	Fluorid	5,1	**–0,4**	→	2
11	BaLuMed Regular Care/ Airflow Mouthrinse	Mundspülung mit Erythritol	Fluorid, Erythritol	5,0	**–0,9**	→	2
11	BaLuMed Intensive Care	Mundspülung mit Erythritol	Fluorid, Erythritol	5,0	**–0,6**	→	2
11	Tebodont Wild	Mundspülung	Teebaumöl, Fluorid	5,6	**0,2**	→	2

Grad 0: horizontaler Pfeil: Erhöhung der Härte oder Abnahme der Härte um bis zu 2% nach 2 Minuten
Grad 1: ein absteigender Pfeil: Härteverlust von bis zu 15% nach 2 Minuten
Grad 2: zwei absteigende Pfeile: Härteverlust von mehr als 15% nach 2 Minuten

Literaturverzeichnis

Aykut-Yetkiner A, Wiegand A, Bollhalder A, Becker K, Attin T: Effect of acidic solution viscosity on enamel erosion. J Dent Res 92(3): 289–294 (2013)

Aykut-Yetkiner A, Wiegand A, Ronay V, Attin R, Becker K, Attin T: In vitro evaluation of the erosive potential of viscosity-modified soft acidic drinks on enamel. Clin Oral Investig 18(3): 769–773 (2014)

Barbour M E, Finke M, Parker D M, Hughes J A, Allen G C, Addy M: The relationship between enamel softening and erosion caused by soft drinks at a range of temperatures. J Dent 34(3): 207–213 (2006)

Bartlett D W, Lussi A, West N X, Bouchard P, Sanz M, Bourgeois D: Prevalence of tooth wear on buccal and lingual surfaces and possible risk factors in young European adults. J Dent 41(11): 1007–1013 (2013)

Carvalho T S, Schmid T M, Baumann T, Lussi A: Erosive effect of different dietary substances on deciduous and permanent teeth. Clin Oral Investig 21(5): 1519–1526 (2017)

El-Serag H B, Sweet S, Winchester C C, Dent J: Update on the epidemiology of gastro-oesophageal reflux disease: A systematic review. In: Gut (Vol. 63, Issue 6, pp. 871–880) BMJ Publishing Group (2014)

Ganss C, Schlueter N, Friedrich D, Klimek J: Efficacy of waiting periods and topical fluoride treatment on toothbrush abrasion of eroded enamel in situ. Caries Res 41(2): 146–151 (2007)

Garberoglio R, Cozzani G: In vivo Effect of Oral Environment on Etched Enamel: A Scanning Electron Microscopic Study. J Dent Res 58(9): 1859–1865 (1979)

Hong D W E I, Lin X Jiao, Wiegand A, Yu H: Does delayed toothbrushing after the consumption of erosive foodstuffs or beverages decrease erosive tooth wear? A systematic review and meta-analysis. In: Clin Oral Investig (Vol. 24, Issue 12, pp. 4169–4183) Springer Science and Business Media Deutschland GmbH (2020)

Jager D H J, Vieira A M, Ruben J L, Huysmans M C D N J M: Estimated erosive potential depends on exposure time. J Dent 40(12): 1103–1108 (2012)

Lussi A, Buzalaf M, Duangthip D, Anttonen V, Ganss C, João-Souza S H, Baumann T, Carvalho T S: The use of fluoride for the prevention of dental erosion and erosive tooth wear in children and adolescents. In: Eur Arch Paediatr Dent (Vol. 20, Issue 6, pp. 517–527) Springer (2019a)

Lussi A, João-Souza S H, Megert B, Carvalho T S, Baumann T: Das erosive Potenzial verschiedener Getränke, Speisen und Medikamente. Ein Vademecum. Swiss Dent J 129(6): 479–487 (2019b)

Lussi A, Lussi J, Carvalho T S, Cvikl B: Toothbrushing after an erosive attack: will waiting avoid tooth wear? Eur J Oral Sci 122(5): 353–359 (2014)

Lussi A, Megert B, Shellis R P: The erosive effect of various drinks, foods, stimulants, medications and mouthwashes on human tooth enamel. Swiss Dent J 133(7–8): 440–455 (2023)

Lussi A, Megert B, Shellis R P, Wang X: Analysis of the erosive effect of different dietary substances and medications. Br J Nutr 107(2): 252–262 (2012a)

Lussi A, Von Salis-Marincek M, Ganss C, Hellwig E, Cheaib Z, Jaeggi T: Clinical study monitoring the pH on tooth surfaces in patients with and without erosion. Caries Res 46(6): 507–512 (2012b)

O'toole S, Bernabé E, Moazzez R, Bartlett D: Timing of dietary acid intake and erosive tooth wear: A case-control study. J Dent 56: 99–104 (2017)

Pelá V T, Niemeyer S H, Baumann T, Levy F M, Henrique-Silva F, Lussi A, Carvalho T S, Buzalaf M A R: Acquired Pellicle Engineering Using a Combination of Organic (Sugarcane Cystatin) and Inorganic (Sodium Fluoride) Components against Dental Erosion. Caries Res 56(2): 138–145 (2022)

Schlueter N, Luka B: Erosive tooth wear – A review on global prevalence and on its prevalence in risk groups. In: Br Dent J (Vol. 224, Issue 5, pp. 364–370) Nature Publishing Group (2018)

Schnyder U, Milos G, Mohler-Kuo M, Dermota P: Prävalenz von Essstörungen in der Schweiz. Bundesamt für Gesundheit (BAG) (2012)

Shellis R P, Barbour M E, Jesani A, Lussi A: Effects of buffering properties and undissociated acid concentration on dissolution of dental enamel in relation to ph and acid type. Caries Res 47(6): 601–611 (2013)

Shellis R P, Barbour M E, Parker D M, Addy M, Lussi A: Effects of calcium and phosphate on dissolution of enamel, dentin and hydroxyapatite in citric acid. Calcium, phosphate and erosion. Swiss Dent J 133(7–8): 432–438 (2023)

Shellis R P, Featherstone J D B, Lussi A: Understanding the Chemistry of Dental Erosion. In: Erosive Tooth Wear: From Diagnosis to Therapy (Vol. 25, pp. 163–179) S. Karger AG (2014)

Steiger-Ronay V, Tektas S, Attin T, Lussi A, Becker K, Wiedemeier D B, Beyeler B, Carvalho T S: Comparison of profilometric and microindentation analyses for determining the impact of saliva on the abrasion of initially eroded enamel. Caries Res 53(1): 33–40 (2019)

Wegehaupt F J, Günthart N, Sener B, Attin T: Prevention of erosive/abrasive enamel wear due to orange juice modified with dietary supplements. Oral Dis 17(5): 508–514 (2011)

West N X, Sanz M, Lussi A, Bartlett D, Bouchard P, Bourgeois D: Prevalence of dentine hypersensitivity and study of associated factors: A European population-based cross-sectional study. J Dent 41(10): 841–851 (2013)

Wilder-Smith C H, Materna A, Martig L, Lussi A: Gastro-oesophageal reflux is common in oligosymptomatic patients with dental erosion: A pH-impedance and endoscopic study. United European Gastroenterol J 3(2): 174–181 (2015)