

Bundesgesundheitsbl 2021 · 64:1001–1010
<https://doi.org/10.1007/s00103-021-03377-y>
 Eingegangen: 21. Januar 2021
 Angenommen: 15. Juni 2021
 Online publiziert: 9. Juli 2021
 © Der/die Autor(en) 2021



Hans Jörg Staehele

Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Klinik für Mund-, Zahn- und Kieferkrankheiten,
 Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg, Deutschland

Frugale Zahnmedizin – Ressourceneinsparungen mit Fokussierung auf Kernfunktionen und Patientenbedürfnisse

Zusatzmaterial online

Zusätzliche Informationen sind in der Online-Version dieses Artikels (<https://doi.org/10.1007/s00103-021-03377-y>) enthalten.

Einleitung

Mundgesundheit hat ihren Preis! Bei manchen Maßnahmen scheint er eher günstig, bei anderen eher hoch. Epidemiologische und gesundheitsökonomische Betrachtungen dazu wurden u. a. von Niederman et al. vorgestellt [1]. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat 2020 auf die Dringlichkeit hingewiesen, kosteneffiziente und erschwingliche Innovationen/Interventionen zu priorisieren [2]. Vor diesem Hintergrund erfolgt in diesem Beitrag eine Einordnung und Bestandsaufnahme zur frugalen Zahnmedizin [3–5]. Zunächst wird erläutert, welchen Einfluss zahnmedizinische Innovationen unter Betrachtung des Kostenaspekts auf die Mundgesundheit der Bevölkerung haben können. Der Begriff der Frugalität und verschiedene diesbezügliche Anforderungen in der Zahnmedizin werden dargestellt. Eine exemplarische klinische Einzeldarstellung und Beispiele für potenzielle frugale Interventionen in verschiedenen zahnmedizinischen Fächern sollen die Optionen der frugalen Zahnmedizin veranschaulichen. Abschließend wird die Rolle von Kompositkunststoffen in der frugalen Zahnmedizin diskutiert.

Zahnmedizinische Innovationen und ihr Einfluss auf die Mundgesundheit

Die Erhaltung oder Wiederherstellung der Mundgesundheit ist von einem Zusammenspiel endogener und exogener Einzelfaktoren abhängig. Auch wenn man in der Zahnmedizin lange das persönliche Arzt-Patienten-Verhältnis in den Vordergrund der Betrachtungen stellte, ist es heute unbestritten, dass in der Regel eine Kombination (semi)kollektiver und individueller Interventionen am besten zur Mundgesundheit beiträgt. Auf den Wandel von einer rein biomedizinischen Sichtweise hin zu einer stärkeren Fokussierung auf soziale Determinanten der Mundgesundheit und Public-Health-Strategien haben verschiedene Autoren, z. B. Peres et al. [6] und Sheiham et al. [7] aufmerksam gemacht.

Klassischerweise unterscheidet man zwischen Gesundheitsförderung, Krankheitsvorbeugung und Behebung bereits eingetretener initialer oder fortgeschrittener Schäden (einschließlich ihrer Diagnostik). Dabei stehen sich Leistungsempfänger und -erbringer gegenüber. Die „Leistungsempfänger“ sind teilweise durch heterogene Merkmale gekennzeichnet (u. a. in ihren Lebens-, Bildungs- und Einkommensverhältnissen, Verhaltensgewohnheiten, Erwartungen, allgemeingesundheitlichen Gegebenheiten). Ähnlich ist es bei den „Leistungserbringern“, denen ebenfalls ein variables Portfolio (aus Qualifikation, Geräte-, In-

strumenten- und Materialausrüstung, Honorarfluss usw.) mit mannigfaltigen Einflussnahmen auf Struktur-, Prozess- und Ergebnisqualität zur Verfügung steht. Nicht nur „harte“ Daten, sondern auch „weiche“ Kriterien (Persönlichkeitsmerkmale, Vorlieben, Modeerscheinungen, „Zeitgeist“, gesellschaftlicher Status usw.) können bei Leistungsempfängern wie auch -erbringern viel dazu beitragen, ob und wie der jeweils aktuelle wissenschaftliche Kenntnisstand umgesetzt wird. Auch Gegebenheiten wie „asymmetrische Informationen“ zwischen Arzt und Patient und die daraus teilweise beeinflusste Nachfragesituation (Supplier-/Provider-induced Demand) können hier genannt werden [8]. Sowohl innerhalb einer Population als auch zwischen verschiedenen Populationen existieren hinsichtlich der anzutreffenden (Mund-)Gesundheitsstandards und -bedürfnisse Unterschiede, wie in der klassischen Arbeit von Bradshaw [9] über die diversen Arten von „Bedarf“ bereits vor 50 Jahren aufgezeigt wurde. Was in dem einen Milieu als „normal“ angesehen wird, kann in dem anderen als zu viel („utopisch“) oder zu wenig („inakzeptabel“) gelten.

Gemeinhin wird unterstellt, dass die Mundgesundheit umso höher sei, je mehr Mittel in die Lehre, Forschung und Patientenversorgung fließen. Allerdings sind solche Automatismen nicht zwangsläufig zu erwarten. Neue Interventionen können, müssen aber nicht zu einer Verbesserung der Mundgesundheit führen. Meistens handelt es sich nicht um eine

Tab. 1 Potenzielle Auswirkungen von zahnmedizinischen Innovationen hinsichtlich Kosten und Nutzen

| | a) Erhöhte Kosten | b) Gesenkte Kosten | c) Kostenneutralität |
|-------------------------------------|---|--|---|
| 1) Kein Einfluss auf Mundgesundheit | 1a) Kostensteigernde Interventionsänderungen ohne Einfluss auf Wirkung und/oder Akzeptanz | 1b) <i>Kostenenkende Interventionsänderungen ohne Einfluss auf Wirkung und/oder Akzeptanz</i> | 1c) Kostenneutrale Interventionsänderungen ohne Einfluss auf Wirkung und/oder Akzeptanz |
| 2) Bessere Mundgesundheit | 2a) <i>Kostensteigernde Interventionsänderungen mit positivem Einfluss auf Wirkung und/oder Akzeptanz</i> | 2b) <i>Kostenenkende Interventionsänderungen mit positivem Einfluss auf Wirkung und/oder Akzeptanz</i> | 2c) <i>Kostenneutrale Interventionsänderungen mit positivem Einfluss auf Wirkung und/oder Akzeptanz</i> |
| 3) Schlechtere Mundgesundheit | 3a) Kostensteigernde Interventionsänderungen mit negativem Einfluss auf Wirkung und/oder Akzeptanz | 3b) Kostenenkende Interventionsänderungen mit negativem Einfluss auf Wirkung und/oder Akzeptanz | 3c) Kostenneutrale Interventionsänderungen mit negativem Einfluss auf Wirkung und/oder Akzeptanz |

Kursiv hervorgehoben sind Auswirkungen, die für die frugale Zahnmedizin relevant sind

einzigste Intervention, sondern um Interaktionen verschiedener Bausteine, die zu einem bestimmten Ergebnis führen. Dies macht es zuweilen schwierig, den Anteil einer einzigen Maßnahme am Gesamtgeschehen zu definieren.

Um hier in erster Näherung eine Bewertung von Innovationen vornehmen zu können, orientiert man sich meist an den allgemein anerkannten, gängigen Praktiken. Eine Innovation kann im Vergleich dazu die Mundgesundheit verbessern, verschlechtern oder überhaupt nicht beeinflussen, und zwar bei erhöhten, geringeren oder gleichbleibenden Kosten. Für alle in **Tab. 1** genannten 9 Möglichkeiten gibt es Beispiele aus dem zahnmedizinischen Spektrum. Allerdings sind solche Vergleiche in der Praxis zuweilen wenig nützlich, da sich die Frage, ob etwas mehr oder weniger Nutzen bringt, nicht immer mit einer einfachen Ja-Nein-Aussage beantworten lässt.

So kann z. B. ein neues Mundpflegeprodukt oder Medikament eine bessere Kontrolle mikrobieller Plaque bewirken, aber u. U. gleichzeitig nicht nur die Zahnhartsubstanz vermehrt angreifen, sondern sogar das ganze „Biotop“ der Mundhöhle verändern. Hier wäre im Sinne einer Nutzen-Risiko-Abwägung zu klären, welche Vorteile unter Hinnahme der Nachteile in ihrer Summation zur Erhöhung der Mundgesundheit beitragen. Mit einer technischen „Sensation“ zur Restaurierung von Zähnen lassen sich

möglicherweise gewisse Verbesserungen erzielen, aber der Aufwand ist u. U. dermaßen hoch, dass er in keinem günstigen Verhältnis zum Zusatznutzen steht.

Andererseits gibt es Innovationen, die in ihrer Anfangsphase einen Zusatzaufwand mit sich bringen, nach einer mit mehr oder weniger starken Rückschlägen verbundenen Erprobungsphase dann doch noch zu einem klinisch relevanten positiven Nettoeffekt führen. Ein bekanntes Beispiel dafür sind intraoral eingebrachte Restaurationen auf Kompositkunststoffbasis, die sich erst nach einer von zahlreichen Irrwegen belasteten Entwicklungs- und Erprobungsphase von mehreren Jahrzehnten durchsetzen konnten (Näheres siehe unten).

Bei solchen Überlegungen steht zwar der Aspekt einer gesundheitlichen Bewertung im Vordergrund, aber es geht fast immer auch um die Kosten, von denen der Zugang zu einer zahnmedizinischen Versorgung abhängig sein kann. Nicht selten sind neue Technologien im Vergleich zu etablierten Verfahren teurer und damit nicht unbedingt für jedermann erschwinglich. In manchen Ländern/Settings werden sie unter Umständen erst gar nicht angeboten (z. B. mangels ausreichend geschulten zahnmedizinischen Personals oder geeigneter Ausrüstungen). Hier kommen die Optionen einer „frugalen Zahnmedizin“ ins Spiel.

Begriffsbestimmung Frugalität

Der Begriff „frugal“ lässt sich auf das lateinische Wort „frugalis“ zurückführen. Es bedeutet ursprünglich „von (Feld)früchten stammend“ (im Sinn von „karg“, „genügsam“; [10]). Andere Charakterisierungen sind „einfach“, „sparsam“, „anspruchslos“, „bescheiden“, „nutzbar“ und „tauglich“ [11–13].

In der Betriebswirtschaftslehre findet sich von Herstatt und Tiwari folgende Definition: „Frugale Innovationen können als neue Produkte und Dienstleistungen verstanden werden, die den Einsatz von materiellen und finanziellen Ressourcen im kompletten Produktlebenszyklus von der Entwicklung und Produktion bis hin zur Nutzung und Entsorgung zu minimieren suchen und die Besitz- bzw. Nutzungskosten bei gleichzeitiger Gewährleistung akzeptabler Sicherheits- und Qualitätsstandards beim Verwender substantiell reduzieren“ [12]. Für frugale Innovationen werden folgende Eckpunkte benannt:

- Nicht zu verwechseln mit bloßen Billigprodukten/-dienstleistungen (keine reine Low-Cost-Strategie), aber auch keine Fokussierung auf Premiumsegmente
- Es gibt eine Nachfrage nach Produkten/Dienstleistungen mit folgenden Merkmalen:
 - „nachhaltig“ („sustainable“)
 - „bezahlbar“ („affordable“)
 - „adäquat“/„gut genug“ („good enough“)
- Zielgruppe: Menschen, die Produkte/Dienstleistungen ohne übertriebene Funktionalität („ohne Schnickschnack“) nachfragen, die haltbar und ressourcenschonend sind
- Es geht nicht nur um Menschen, die teure Produkte/Dienstleistungen nicht zahlen können, sondern vor allem auch um solche, die zu teure, unnötige und evtl. sogar mit Nachteilen verbundene Produkte/Dienstleistungen nicht erwerben (zahlen) wollen [12]

Weyrauch nennt 3 Hauptkriterien für frugale Innovationen:

- Substanzielle Kostenreduktion
- Konzentration auf Kernfunktionalitäten
- Optimiertes Leistungsniveau

Es handelt sich laut Weyrauch dagegen *nicht* um frugale Innovationen, wenn die Kostenreduktion nur sehr gering ist, Modifikationen von Produkten oder Dienstleistungen ohne fundierte Analyse von Bedürfnissen der anzusprechenden Menschen vorgenommen werden bzw. diesen nicht optimal Rechnung getragen wird [13].

Vor dem Hintergrund dieser Beschreibung sind frugale Produkte/Dienstleistungen nicht nur für ärmere, sondern auch für reichere Länder von Bedeutung. Eine pauschale Definition von „frugal“ ist insofern schwierig, als bestimmte Methoden (z. B. die sog. atraumatische Füllungsbehandlung) für ärmere Länder eine Verbesserung, für reichere hingegen eine Verschlechterung ergeben könnten. Wichtig erscheint es, mit differenzierten Angeboten größere Zielgruppen, die sich dafür interessieren bzw. die davon profitieren könnten, anzusprechen [11].

Zahnmedizinische Anforderungen an Frugalität und Beispiele für frugale Strategien

In der Zahnmedizin bedürfen vor allem solche Entwicklungen einer näheren Betrachtung, die bei gesenkten oder neutralen Kosten einen gleichen oder besseren Gesamtnutzen oder bei erhöhten Kosten einen besonders relevanten und ausgeprägten Gesamtnutzen erzielen (■ Tab. 1).

Unter übergeordneter Berücksichtigung ethischer Aspekte (Patientenautonomie/Erfüllung von Patientenbedürfnissen, Benefizienz, Non-Malefizien, Gerechtigkeit; [14]) ist hinsichtlich zahnmedizinischer Anforderungen (zunächst unabhängig von den Kosten) unter anderem folgendes Profil zu nennen:

1. Die Interventionen sollen möglichst belastungsarm und schonend (z. B. substanzschonend) sein.
2. Sie sollen möglichst keine negativen lokalen und systemischen Einflüsse entfalten.

Bundesgesundheitsbl 2021 · 64:1001–1010 <https://doi.org/10.1007/s00103-021-03377-y>
© Der/die Autor(en) 2021

H. J. Staehle

Frugale Zahnmedizin – Ressourceneinsparungen mit Fokussierung auf Kernfunktionen und Patientenbedürfnisse

Zusammenfassung

Die frugale Zahnmedizin leitet sich vom Begriff „frugal“ (sinngemäß: einfach, sparsam, nutzbar, tauglich) ab. Sie richtet ihr Augenmerk auf zahnärztliche Interventionen, die im Vergleich zu Behandlungsalternativen zum einen mit einer Kostenreduktion verbunden sind und sich zum anderen auf zahnmedizinische Kernfunktionen unter Berücksichtigung der Patientenbedürfnisse konzentrieren. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat 2020 auf die Dringlichkeit hingewiesen, kosteneffiziente und erschwingliche Interventionen zu priorisieren. Vor diesem Hintergrund erfolgen in diesem Beitrag eine Einordnung und eine Bestandsaufnahme zur frugalen Zahnmedizin. Es wird der Frage nachgegangen, inwieweit sich ihre Ziele substantiieren lassen. Anhand von

Literaturquellen und einer exemplarischen klinischen Einzeldarstellung werden Optionen der frugalen Zahnmedizin aufgezeigt. Zudem werden für etliche zahnmedizinische Fächer Einzelbeispiele potenzieller frugaler Interventionen und Innovationen genannt und erläutert. Gravierende Defizite gibt es in der systematischen Entwicklung und Implementierung der frugalen Zahnmedizin. Es sind daher noch zahlreiche Anstrengungen in Forschung, Lehre und Patientenversorgung erforderlich.

Schlüsselwörter

Frugale Zahnmedizin · Frugale Interventionen · Frugale Innovationen · Pseudofrugalität · Zahnlückenschluss mit direkten Kompositkunststoffrestaurationen

Frugal dentistry—saving resources with a focus on core functions and patient needs

Abstract

Frugal dentistry is derived from the term “frugal” (meaning simple, economical, usable, suitable). It focuses on dental interventions, which on one hand leads to a cost reduction compared to treatment alternatives and on the other hand focuses on dental core functionalities taking into account the patient’s needs. In 2020, the World Health Organization (WHO) highlighted the urgency to prioritize cost-effective and affordable interventions.

Against this background, a classification and review of frugal dentistry is carried out in this article. To what extent its objectives can be substantiated is investigated. Based on literature sources and an exemplary clinical

presentation, options for frugal dentistry are shown. In addition, examples of potential frugal interventions and innovations are named and explained for a number of subject fields in dentistry. There are serious deficits in the systematic development and implementation of frugal dentistry. Numerous efforts in research, teaching, and patient care are therefore still required.

Keywords

Frugal dentistry · Frugal interventions · Frugal innovations · Pseudofrugality · Tooth gap closure with direct composite resin restorations

3. Sie sollen auch bei Patienten mit Grunderkrankungen anwendbar sein.
4. Sie sollen grundlegende Qualitätsmerkmale erfüllen, wobei die Kriterien je nach zahnärztlicher Fachdisziplin sehr unterschiedlich ausfallen können (eine Schmerzbehandlung folgt anderen Bedürfnissen als ein Eingriff zur Verbesserung des Aussehens). Aktuelle Standards (z. B.

hinsichtlich Funktionalität, Aussehen und Haltbarkeit restaurativer Interventionen) sind in der Literatur jeweils im Detail definiert.

5. Sie sollen hinreichend praktikabel sein (erlernbar auf der Grundlage einer klar umschriebenen Vorgehensweise).

Tab. 2 Beispiele für potenziell frugale Strategien und Eingriffe in verschiedenen zahnmedizinischen Fachgebieten

| | Fachgebiet | Strategien/Eingriffe |
|-----|---|--|
| 1 | <i>Fachübergreifend</i> | Ausbau von breitenwirksamer mundgesundheitslicher Aufklärung entsprechend dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand, wenn relevante Wissenslücken identifiziert wurden Nutzung technologischer Weiterentwicklungen (z. B. digitale Techniken/Telemedizin/künstliche Intelligenz) in (Früh-)Diagnostik und Risikoprofilierung als Grundlage von fachübergreifenden Entscheidungsunterstützungen für präventive und therapeutische Interventionen, wenn Vorteile (z. B. hinsichtlich Funktionalität, Übersichtlichkeit, Dokumentation und Zeitbedarf) gegenüber bisher üblichen Vorgehensweisen überwiegen Monitoring (einschließlich systematisch geplanter Routineuntersuchungen bzw. Recalls) anstatt Ad-hoc-Interventionen, wenn die angetroffenen Situationen dies zulassen |
| 2 | <i>Zahnerhaltungskunde</i> | |
| 2.1 | Präventive Zahnheilkunde (hier: Zahnhartsubstanzen) | Einbeziehung kollektivpräventiver Interventionen (z. B. Fluoridierung von Speisesalz) anstatt ausschließlich individuellpräventiver Interventionen Bei individuellpräventiven Interventionen Differenzierung zwischen karies- und nichtkariesbedingten Zahnhartsubstanzen mit alters- und bedarfsgerechten Empfehlungen (z. B. zu Fluoridangebot, Ernährung, Mundhygiene, Versiegelungen, Schutzvorrichtungen) statt Einsatz pauschal festgelegter Maßnahmen |
| 2.2 | Restaurative Zahnheilkunde | Direkte Restaurationen statt indirekter Restaurationen bei Zahnhartsubstanzerkrankungen unterschiedlicher Ursachen, wenn Nutzen-Risiko- und Nutzen-Kosten-Abwägungen dies rechtfertigen Reparieren von defekten Restaurationen aller Art, statt diese neu anzufertigen bzw. zu ersetzen Direkter Lückenschluss statt kieferorthopädischer, prothetischer oder chirurgischer/implantologischer Eingriffe, wenn Nutzen-Risiko- und Nutzen-Kosten-Abwägungen dies rechtfertigen |
| 2.3 | Kinderzahnheilkunde | Direkte Restaurationen statt vorgefertigter oder indirekter Restaurationen, z. B. bei Molaren-Inzisiven-Hypomineralisation (MIH), wenn Nutzen-Risiko- und Nutzen-Kosten-Abwägungen dies rechtfertigen |
| 2.4 | Endodontologie und dentale Traumatologie | Pulpotomie als Alternative zur Pulpektomie, wenn Nutzen-Risiko- und Nutzen-Kosten-Abwägungen dies rechtfertigen Zapfen- statt Stiftverankerung bei der postendodontischen restaurativen Versorgung, wenn die Voraussetzungen für stabile Fixierungen vorliegen Intentionelle Replantation (mit extraoraler Wurzelspitzenresektion, retrograder Wurzelkanalfüllung und Reinsertion (Wiedereinfügung) des betreffenden Zahnes in die originäre Alveole) als Alternative zur Exzision mit anschließender prothetischer bzw. restaurativer Lückenversorgung oder einem kieferorthopädischen Lückenschluss, wenn Nutzen-Risiko- und Nutzen-Kosten-Abwägungen dies rechtfertigen Autotransplantation eines Zahnes als Alternative zu einer implantatgestützten Restauration, einer Brückenversorgung oder einem kieferorthopädischen Lückenschluss, wenn Nutzen-Risiko- und Nutzen-Kosten-Abwägungen dies rechtfertigen |
| 2.5 | Parodontologie | Ausbau von aktiven Mundhygienetrainingsmaßnahmen zugunsten rein passiver Interventionen (Hilfe zur Selbsthilfe, einschließlich individualisierten, digital gesteuerten und ggf. visualisierten Selbstmonitorings) Systematisches Monitoring (einschl. Diagnostik) und Risikoprofilierung als Grundlage für gezieltere nichtchirurgische und chirurgische parodontale Interventionen |
| 3 | <i>Zahnärztliche Prothetik</i> | |
| 3.1 | Kronen- und Brückenprothetik | Fakultative Verfolgung des Prinzips der verkürzten Zahnreihe statt obligater Zahnersatzausdehnung bis einschließlich der zweiten Molaren Reparaturen von festsitzendem Zahnersatz statt Neuanfertigung Bestimmte Formen von (u. U. CAD-CAM-gefertigten) Adhäsivbrücken statt konventioneller Brücken, wenn Nutzen-Risiko- und Nutzen-Kosten-Abwägungen dies rechtfertigen |
| 3.2 | Herausnehmbare Prothetik | Nutzung von Werkstoffen (einschl. monolithischer Materialien) mit verbesserten Eigenschaften bei gleichzeitig einfacherer Verarbeitung, wenn Nutzen-Risiko- und Nutzen-Kosten-Abwägungen dies rechtfertigen |
| 3.3 | Funktionslehre | Nichtinvasive Maßnahmen wie Physiotherapie und Selbstmonitoring bei Funktionsstörungen (einschließlich Habits bzw. myofunktionellen Störungen) anstelle invasiver Eingriffe, wenn Nutzen-Risiko- und Nutzen-Kosten-Abwägungen dies rechtfertigen |
| 4 | <i>Oralchirurgie</i> | |
| 4.1 | Allgemeine zahnärztlich-chirurgische Eingriffe | Neuerungen in der Indikationsstellung und technischen Durchführung von operativen Eingriffen (z. B. Weisheitszahnentfernungen, endochirurgische Interventionen) |
| 4.2 | Implantologie | Modifikationen (Anzahl, Größe, Form, Standardisierung usw.) von Implantaten bzw. Verbindungsteilen (Abutments) zur Verbesserung bei gleichzeitiger Vereinfachung der Vorgehensweise (z. B. kurze Implantate statt Augmentationen, interne statt externe Sinusliftinterventionen, Reduktion der Implantatanzahl bei zahnlosem Unterkiefer mit genügend Knochenangebot), wenn Nutzen-Risiko- und Nutzen-Kosten-Abwägungen dies rechtfertigen (Anmerkung: Implantatversorgungen werden häufig als besonders kosten-, zeit- und materialintensive Therapieoption angesehen, allerdings gibt es auch hier frugale Methoden, z. B. die bessere und zugleich einfachere Fixierung einer Unterkiefertotalprothese mit einem Einzelimplantat) |

Tab. 2 (Fortsetzung)

| | Fachgebiet | Strategien/Eingriffe |
|-----|------------------------------------|--|
| 5 | Kieferorthopädie | |
| 5.1 | Allgemeine Kieferorthopädie | Neuerungen in der Indikationsstellung und technischen Durchführung der kieferorthopädischen Behandlung beim Erwachsenen – selektive kieferorthopädische Behandlungsmaßnahmen Erweitertes Spektrum an Behandlungsapparaturen ermöglicht in der individuellen Situation ausgewogene Nutzen-Risiko-Abwägung Hoch individuelle Mechaniken zur Mobilisation verlagerter Zähne und zur Umsetzung selektiver 3-D-Zahnbewegungen |
| 8.2 | Interdisziplinäre Kieferorthopädie | Lokale eingesetzte Extrusionsapparaturen zum Zahnerhalt ansonsten schwer zu versorgender Zähne als präprothetische Maßnahme oder nach Frontzahntrauma |

Zu diesen ersten 5 Punkten kommen für die Frugalität noch weitere Aspekte hinzu:

- Sie sollen möglichst wenig Ressourcen verbrauchen (Vermeidung von aufwendigen Techniken, kostspieligen Geräteanschaffungen, Anhäufungen von zu entsorgenden, potenziell umweltbelastenden Materialien usw.).
- Sie sollen möglichst in einem überschaubaren zeitlichen Rahmen stattfinden (ohne Aspekte von Monitoring und Nachsorge zu vernachlässigen).
- Sie sollen eine Option für Patienten bieten, die die ihnen genannten Kosten für eine Behandlungsmaßnahme nicht aufbringen können oder wollen und die sich (aus welchen Gründen auch immer) für weitere als die ihnen angebotenen Behandlungsalternativen interessieren. Es geht hier um „bezahlbare“ Interventionen (nicht „billig“, aber auch nicht stark kostentreibend, „sozial verträglich“), die manchen Menschen als „gut genug“ erscheinen (individuelle Erwartungen und Bedürfnisse erfüllend, gute Nutzen-Risiko-Relation unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit des Mitteleinsatzes).

Frugalität spielt seit jeher eine Rolle, weshalb hier nicht nur frugale *Innovationen*, sondern auch bewährte frugale *Interventionen* aufgeführt und unter dem Begriff „frugale Zahnmedizin“ zusammengefasst werden. Kern et al. sprechen in diesem Zusammenhang von frugalen Methoden [3]. Wie aus **Tab. 2** hervorgeht, können für alle zahnmedizinischen Fachgebiete Beispiele zur Diskussion gestellt werden. Die Tabelle ist nicht vollständig, sondern ließe sich noch in ho-

hem Umfang erweitern. Dies würde allerdings den Rahmen dieses Beitrags sprengen, weshalb auch auf die Nennung von Einzelreferenzen verzichtet wird.

Bei manchen Innovationen kann, wie oben ausgeführt, nicht auf Anheb entschieden werden, ob es sich um echte frugale Entwicklungen im Sinne einer Konzentration auf Kernfunktionalitäten mit optimiertem Leistungsniveau bei substanzieller Kostenreduktion oder um „pseudofrugale“ Entwicklungen handelt, bei denen dies nicht der Fall ist. Entsprechende Nachweisführungen sind nicht nur in der (Zahn-)Medizin, sondern auch bei industriellen Verbrauchsprodukten verschiedenster Sparten mitunter schwierig [13]. Hinzu kommt der Umstand, dass es sich bei einer frugalen Innovation nicht immer um eine technische Neuentwicklung handeln muss. Die Innovation kann auch darin bestehen, dass die Patientenbedürfnisse besser identifiziert und bereits bekannte Techniken an diese adaptiert werden.

Beispiel: frugale Intervention zum Lückenschluss

An einem Einzelbeispiel der Lückenversorgung eines 16-jährigen Patienten mit einer vorbehandelten Lippen-Kiefer-Gaumenspalte werden Überlegungen zur Vorgehensweise unter Berücksichtigung frugaler Aspekte vorgestellt (**Abb. 1** und Onlineabbildungen 1 und 2). Zur Zeit der Erstvorstellung beim Verfasser (Poliklinik für Zahnerhaltungskunde des Universitätsklinikums Heidelberg) bestanden 2 Einzelzahnücken im Oberkiefer (seitliche Schneidezähne) und 2 Einzelzahnücken im Unterkiefer (Prämolaren). Unter der Berücksichtigung der komplexen Vorbehandlungen, der

teilweise ungünstigen Knochenverhältnisse, der lädierten Zahnhartsubstanzen der beiden mittleren Schneidezähne, der kurzen oberen Eckzahnkronen, des geringen Patientenalters und weiterer Faktoren schien eine Lückenversorgung mit Implantaten oder konventionellen Brücken nicht unproblematisch. Deshalb wurde der Lückenschluss mit einer neuen minimal-invasiven Restaurationsmethode (direkte metall-, keramik- und glasfaserfreie Zahnanhänger aus Kompositkunststoff) hergestellt. Dadurch konnten mit einem überschaubaren Aufwand die Gebissverhältnisse hinsichtlich des Aussehens, der Hygienefähigkeit (Reinigungsmöglichkeit mittels Interdentalraumbürsten) und der Funktion verbessert werden.

Im Anschluss daran wurde mit Interventionen der Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie (Klinik und Poliklinik der MKG-Chirurgie des Universitätsklinikums Heidelberg) eine Oberlippenplastik vorgenommen. Näheres zum technischen Vorgehen findet sich bei Staehle [15]. Die restaurative Versorgung funktioniert seit 4,5 Jahren problemlos. Da es sich um eine Neuentwicklung ohne ausreichende Langzeiterfahrungen handelt, kann keine abgesicherte Prognose zur Haltbarkeit gegeben werden. Aufgrund des minimal-invasiven Vorgehens könnte im Bedarfsfall jederzeit die Ausgangssituation wiederhergestellt werden und einer alternativen Behandlungsoption Platz machen. (Ein weiteres Beispiel für eine frugale Intervention zum Lückenschluss zeigt Onlineabbildung 3.)



Abb. 1 ▲ Frugale Lückenversorgung eines 16-jährigen Patienten mit einer vorbehandelten Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte (LKG-Spalte). **a** Ursprünglicher Zustand mit vorbehandelter LKG-Spalte^a, **b** direkte Kompositkunststoffanhänger im Ober- und Unterkiefer^b, **c** kieferchirurgische Rekonstruktion der Oberlippe^c (Kontrolle nach 1 Jahr). ^a Kieferorthopädische Behandlung: C. Lux, Poliklinik für Kieferorthopädie des Universitätsklinikums Heidelberg, ^b restaurative Behandlung: H. J. Staehle, Poliklinik für Zahnerhaltungskunde des Universitätsklinikums Heidelberg, ^c kieferchirurgische Behandlung: J. Hoffmann, Klinik und Poliklinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie des Universitätsklinikums Heidelberg

Werden die zahnmedizinischen Anforderungen erfüllt?

Die einzelnen Behandlungsschritte wurden in den letzten Jahren mehr und mehr differenziert, vor allem was die Versorgung im Seitenzahnbereich angeht [16–21]. Im Folgenden wird aufgezeigt, inwieweit bei den genannten Beispielen die obengenannten 8 zahnmedizinischen Anforderungen für frugale Methoden erfüllt sind:

Anforderung 1: Möglichst nicht- oder minimal-invasiv (Schonung oraler Strukturen). Was den hier beschriebenen Lückenschluss betrifft, so kann der Anforderung 1 heute in hohem Umfang Rechnung getragen werden, allerdings zu dem Preis, dass die Haftflächen auf weite Teile der Pfeilerzähne ausgedehnt

werden müssen und Überdimensionierungen zur Erzielung hinreichender Schichtdicken zuweilen nicht zu vermeiden sind. Dies kann zu Einschränkungen im Aussehen, im Tragekomfort und in der Hygiene führen, wobei die ersten Erfahrungen jedoch zeigen, dass eine für den Patienten ansprechende Erscheinungsform und Oberflächengestaltung (u. a. zum Schutz des Parodontalgewebes einschließlich Reinigungsfähigkeit) realisierbar sind. Weitere Hinweise zu Vor- und Nachteilen finden sich bei Frese und Staehle [22].

Anforderung 2: Keine negativen lokalen und systemischen Einflüsse. Bei den hier verwendeten Präparaten sind Nebenwirkungen (z. B. Allergien) nicht auszuschließen. Nach aktuellen Kenntnissen sind diese aber selten. Bezüglich

der lokalen Reaktionen ist bei Überdimensionierungen fast immer mit einem erhöhten Risiko für Plaqueretention zu rechnen. Dieses Problem lässt sich durch die Verwendung spezieller Hilfsmittel (Interdentalraumbürsten) angehen. Darüber hinaus schaffen die Restaurationen bei korrekter Gestaltung ein Widerlager für die Interdentalraumbürsten, sodass die Hygienefähigkeit sogar verbessert werden kann. Präzisierte Vorschläge zur Auswahl von Interdentalraumbürsten stehen inzwischen zur Verfügung [23, 24].

Anforderung 3: Medizinisch anwendbar auch bei Patienten mit Grunderkrankungen. Bei bestimmten allgemeinmedizinischen Grunderkrankungen (z. B. Diabetes mellitus, immunologischen Erkrankungen, Krankheiten,

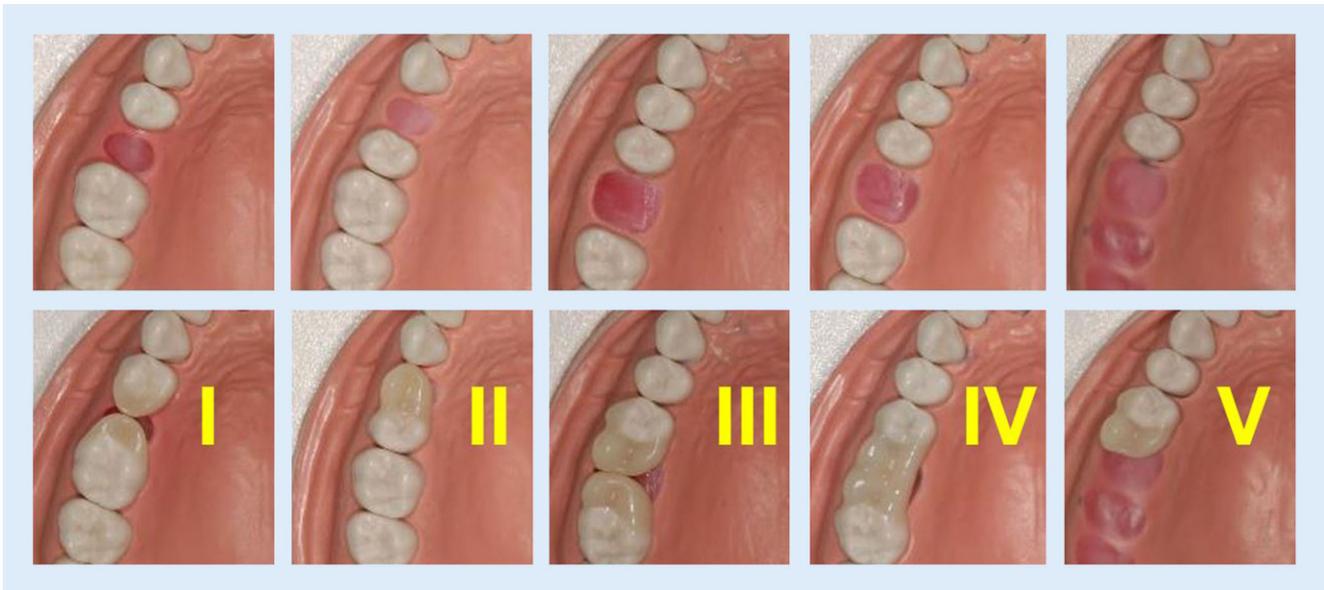


Abb. 2 ▲ 5 Kategorien von direkten Kompositkunststoffrestaurationen zum Lückenschluss im Seitenzahnbereich. Darstellung anhand von Phantommodellen. Von links nach rechts: Kategorie I: 2 einflügelige Zahnverbreiterungen (Schaltlücke bis Prämolarenbreite), Kategorie II: ein einflügeliger Zahnanhänger (Schaltlücke bis Prämolarenbreite), Kategorie III: 2 einflügelige Zahnanhänger (Schaltlücke bis Molarenbreite), Kategorie IV: eine zweiflügelige Blockverbindung (Schaltlücke bis Molarenbreite), Kategorie V: ein einflügeliger Freidanhänger (Freiendsituation, Anhänger bis Prämolarenbreite); jeweils oben: Ausgangssituation, jeweils unten: restaurative Versorgung. (Nähere Angaben [21–24])

die Medikamente wie Bisphosphonate oder Chemotherapie erforderlich machen) gibt es einige absolute oder relative Kontraindikationen für invasive Versorgungen wie Implantationen. In solchen Fällen kann unter Umständen auf die hier genannten Versorgungsformen ausgewichen werden. Diese Aspekte sind u. a. für die Gerontostomatologie von Relevanz. Die Versorgung älterer und pflegebedürftiger Personen stellt weltweit eine große Herausforderung dar. Es gibt zwar auch Senioren, die besonders aufwendige und teure „Premiumversorgungen“ nachfragen. Da jedoch die Anzahl multimorbider und dementsprechend eingeschränkter Menschen steigt, gewinnt die Option für einfache und möglichst belastungsarme Lösungen an Bedeutung.

Anforderung 4: Erfüllung grundlegender Qualitätsmerkmale. Zu Qualitätsmerkmalen gehören unter anderem Funktionalität, Aussehen und Haltbarkeit. Bei den hier zu bewertenden Innovationen steht der Nachweis, dass sie diese Anforderungen erfüllen, noch weitgehend aus. Es liegen nur wenige Fallbeobachtungen und Untersuchungen

vor. Eine Studie von 2015 bezieht sich auf den Lückenschluss mittels direkter Zahnverbreiterungen [25]. Eine weitere Studie, bei der auch weitere Kategorien direkter Kompositkunststoffrestaurationen mit einbezogen wurden (▣ Abb. 2), befindet sich in Vorbereitung [26]. Die Ergebnisse lassen zwar auf stabile und haltbare Versorgungen schließen, die den Erwartungen Rechnung tragen. Allerdings ist die Datenlage im Vergleich zu der Vielzahl von Studien über andere Versorgungsoptionen (z. B. Brücken oder Implantate) gering.

Anforderung 5: Hinreichend praktikabel. Neue Methoden, die sich von gängigen Praktiken unterscheiden, können anfangs zu Umstellungen und umfangreichen Einarbeitungen zwingen. Die hier beschriebenen neuen Versorgungsformen sind zwar auf der Basis einer klar beschriebenen Vorgehensweise prinzipiell erlernbar, aufgrund der momentan noch sehr anspruchsvollen Handhabung bedarf es aber einer Einarbeitungs- und Übungsphase. Für die Zukunft sind Erleichterungen durch Nutzung einfacher digitaler Techniken zu erwarten.

Anforderung 6: Ressourcenschonung.

Der Anforderung 6, nämlich möglichst wenig Ressourcen zu verbrauchen (Vermeidung von aufwendigen Techniken, kostspieligen Geräteanschaffungen, zu entsorgenden Materialien usw.), lässt sich mit den neuen Restaurationsverfahren gut Rechnung tragen. Die Prozeduren sind zwar schwierig zu erlernen (siehe oben), aber nach einer Übungsphase hinreichend gut umzusetzen (siehe auch Anforderung 8). Man benötigt keine speziellen Geräteinvestitionen, die über die übliche Grundausrüstung für Kompositkunststoffanwendungen hinausgehen, und es fallen auch nur wenige zu entsorgende Materialien an.

Anforderung 7: Überschaubarer zeitlicher Rahmen.

Die für den direkten Lückenschluss erforderlichen Maßnahmen können in einem überschaubaren zeitlichen Rahmen (in wenigen Sitzungen) stattfinden. Auch die Anforderungen von Monitoring und Nachsorge sind ohne großen Aufwand zu erfüllen.

Anforderung 8: Begrenzte Kosten. Die hier beschriebenen Interventionen sind nicht nur aus (zahn-)medizinischen

Gründen (geringe Invasivität im Vergleich zu konventionellen prothetischen Eingriffen, keine Herausforderungen für den Gesamtorganismus, wie z. B. die Immunabwehr bei implantologischen Eingriffen usw.) vielversprechend. Darüber hinaus haben sie das Potenzial für eine Kostenreduktion. Dies gilt aber momentan nur für geübte und erfahrene Behandler. Bei fehlender Routine ist das Verfahren nicht nur mit dem Risiko von Qualitätsmängeln behaftet, sondern erfordert einen immensen Zeitaufwand, der über etablierte Verfahren sogar hinausgehen kann. Es sind noch etliche Anstrengungen erforderlich, um das Verfahren einfacher zu gestalten.

Die Rolle von Kompositkunststoffen in der frugalen Zahnmedizin

Anhand der wechselvollen Geschichte dentaler Kunststoffe und Adhäsive lässt sich exemplarisch aufzeigen, welche Schwierigkeiten bei der Entwicklung und Verbreitung frugaler Interventionen auftreten können.

Kunststoffe wurden 1930 in die Zahnmedizin eingeführt [27]. Sie leisteten einen Beitrag dazu, größere Bevölkerungsteile zu erschwinglichen Kosten mit Prothesen zu versorgen. Schwieriger war die etwa 10 Jahre später (um 1940) eingeleitete Entwicklung von Kunststoffen für konservierende Zwecke. Auch hier bildeten neben zahnmedizinischen Anforderungen (z. B. zahnfarbenes Aussehen und Biokompatibilität) Aspekte der Frugalität (hier: Ressourcenschonung und Kostenersparnis) eine Triebfeder. Man wollte direkte, im Mund herstellbare Kunststoffrestaurationen anbieten, da damit eine Breitenversorgung der Bevölkerung eher realisierbar erschien als mit den teureren laborgefertigten Werkstücken (Inlays, Kronen usw.). Grundlegende Entdeckungen zur Möglichkeit, Kunststoffe an Zahnhartsubstanzen minimal invasiv anzukleben, folgten wiederum etwa 10 Jahre später (um 1950). Der Weg zu direkt eingebrachten, stabilen und adhäsiv verankerten Kunststoffrestaurationen (später als Kompositkunststoffrestaurationen bezeichnet) war von etlichen Misserfol-

gen begleitet. Erst ab den 1970er- und 1980er-Jahren standen einigermaßen brauchbare Materialien und Techniken (vor allem für den Frontzahnbereich) zur Verfügung. Der Seitenzahnbereich blieb noch längere Zeit hart „umkämpft“, denn hier erwiesen sich Kompositkunststoffe als wesentlich problembehafteter als die seinerzeit noch am meisten verbreiteten Amalgame.

Der Durchbruch der Kompositkunststoffe gelang nicht nur durch materialtechnische Verbesserungen, sondern wurde auch durch Änderungen in der Nachfrage („Bedürfnisse“) beeinflusst. Dentale Metalle (allen voran Amalgame) wurden besonders intensiv zum Ende des 20. Jahrhunderts durch öffentlichkeitswirksame Angstkampagnen in Misskredit gebracht, wobei nicht immer ganz klar war, wer die Aktionen aus welcher Interessenkonstellation heraus entfachte bzw. förderte [28, 29]. Wissenschaftliche Argumentationen, die vor Überschätzungen toxischer Wirkungen mit daraus resultierenden Nocebovorstellungen (Nocebo, lat.: „ich werde schaden“) warnten, konnten jedenfalls die negative Stimmungslage nicht entscheidend ändern. Die als Amalgamalternativen oder -ersatz angebotenen Kompositkunststoffe waren zunächst allerdings keineswegs „frugal“, da sie sich wegen ihrer noch deutlich begrenzten Materialgüte und wegen der für den ungeübten Behandler schwierigeren Verarbeitbarkeit in einer ungünstigen Kombination („schlechter und teurer“, entsprechend der Einstufung 3a in [Tab. 1](#)) präsentierten. Dennoch sank in der Bevölkerung zunehmend die Akzeptanz für die bisher üblichen Versorgungsformen.

Diese Methode zur Steuerung von Nachfrageimpulsen hatte, so wissenschaftlich fragwürdig sie auch war, entscheidenden Anteil an der Verbreitung der Kompositkunststoffe. Die Hintergründe wurden in 2 Gutachten für den Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen der Jahre 1996 und 2002 beleuchtet [28, 29]. Die Schulungen der Zahnärzteschaft zur besseren Verarbeitung kompositkunststoffbasierter Restaurationsmaterialien wurden notgedrungen intensiviert und durch Honorarsteigerungen begleitet.

Entrichtet wurden die Mehrkosten von den Leistungsempfängern, die infolge der entfalteten Vergiftungsängste vor Metallen meist gerne dazu bereit waren.

Wirklich „frugal“ wurden direkte Kompositkunststoffrestaurationen erst später, als man bemerkte, dass sie erfolgreich in ein Terrain eindringen, das zuvor durch die wesentlich teureren indirekten Versorgungsformen (Inlays, Kronen usw.) abgedeckt worden war. Als man dann auch noch daran ging, weitere Indikationsgebiete zu erschließen (z. B. Reparaturrestaurationen, postendodontische Aufbauten, Farb- und Formkorrekturen), wurden sie weltweit nahezu unverzichtbar. Obwohl die Zahnärzteschaft inzwischen über mehr Erfahrungen verfügt, kann die Entwicklung nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Ein kritischer Blick in die Versorgungsrealität macht noch Schwächen von derartigen Restaurationen (Frakturen, Abplatzungen, Verschleißerscheinungen, Randmängel, Randkaries und vieles andere) deutlich. Gleichwohl kann davon ausgegangen werden, dass sich die Anwendungsgebiete weiter vergrößern werden.

Für die hier beschriebenen direkten Methoden zum Schließen von Zahnlücken sieht die Situation noch ernüchternd aus. Die Entscheidungsgrundlagen, ob und ggf. wie ein Lückenschluss erfolgen soll, sind variabel und zuweilen nicht klar begründet [30]. Auch seitens der Industrie sind kaum Aktivitäten zu verzeichnen, werkstoffkundliche Schwächen von Kompositkunststoffen (z. B. mangelnde Frakturfestigkeit), die eine Indikationsausweitung erschweren, zu beheben. Momentan gelten Implantate für den Lückenschluss vielfach als Mittel der ersten Wahl, aber auch andere Neuerungen (z. B. hightechgefertigte Adhäsivbrücken) sind auf dem Vormarsch.

Es finden sich deshalb noch kaum Zahnärzte, die bereit sind, eine schwierig erlernbare Lowtechmethode bei gleichzeitig (zumindest in der Anfangsphase) geringerem Verdienst anzubieten. Die Situation könnte sich allerdings ändern, wenn kostspieligere Methoden wie Brücken oder Implantate für einen versorgungsrelevanten Anteil der Bevölkerung nicht mehr bezahlbar sind

(z. B. bei einer länger anhaltenden wirtschaftlichen Rezession) und keine entscheidenden Erfolge bei der Behandlung von Implantatnebenwirkungen (z. B. Periimplantitiden = entzündungsbedingter Abbau des Knochenlagers um Implantate) erzielt werden. Kompositkunststoffe waren schon immer gut für „frugale“ Überraschungen. Vor diesem Hintergrund ist es nicht ausgeschlossen, dass der Lückenschluss mit direkt eingebrachtem Kompositkunststoff größere Verbreitung finden wird. Dies dürfte auch für momentan noch im Hintergrund stehende frugale Methoden anderer Fachdisziplinen gelten.

Fazit und Ausblick

Um das Interesse an frugaler Zahnmedizin zu fördern, sind diverse Anstrengungen in Forschung, Lehre und Patientenversorgung erforderlich.

Es gibt momentan (abgesehen von Ausnahmen wie dem Innovationsfonds des Gemeinsamen Bundesausschusses (G-BA) mit Blick auf Verbesserungen der Kostenwirksamkeit) kaum Projekte, die dezidiert frugale Innovationen verfolgen. Allerdings können in nahezu jeder Disziplin Bereiche identifiziert werden, für die frugale Potenziale bestehen. Allein ihre Benennung und die Aufzählung der zur Umsetzung notwendigen Schritte seitens der beteiligten Akteure (Industrie, Forschungseinrichtungen usw.) kann zu einem Umdenken führen. Auch die Forschungsförderung durch vermehrte Ausschreibung öffentlicher Drittmittel für konkrete Projekte wäre hier zu nennen.

Der aktuelle Kenntnisstand zu frugalen Interventionen/Innovationen wird in der Lehre noch nicht systematisch vermittelt. Es wäre sinnvoll, Themen der frugalen Zahnmedizin in Lehrpläne bzw. Angebote prägradueller Ausbildungen sowie postgradueller Fortbildungen und Weiterqualifikationen aufzunehmen. In Verlautbarungen (wie Stellungnahmen, Empfehlungen, Richtlinien, Leitlinien usw.) öffentlicher und privater Einrichtungen (einschließlich Körperschaften, Verbände, Vereine, Fachgesellschaften usw.) findet sich bislang kaum etwas zu dieser Thematik. Hier wäre somit

zunächst ein Bewusstsein für solche Richtungen zu schaffen.

In die Patientenversorgung fließen Überlegungen zu frugalen Interventionen seit jeher ein, allerdings weniger aus (zahn-)medizinischen Erwägungen heraus, sondern oft erst dann, wenn die Umsetzung von Behandlungsvorschlägen scheitert, z. B. an der Kostenfrage. Dies wird dann eher als „schicksalhaft“ angesehen und weniger als Motivation für eine Veränderung. Dabei gibt es durchaus eine mehr oder weniger latente Nachfrage von Patientenseite nach frugalen Interventionen, die allerdings mangels entsprechender Angebote der Zahnärzteschaft noch nicht befriedigt werden kann. Wenn auch seitens der Leistungserbringer und der Kostenträger die Thematik vermehrt bearbeitet wird, dürfte der Ruf nach frugalen Interventionen höhere Chancen als bisher haben, Gehör zu finden.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Dr. Hans Jörg Staehle

Poliklinik für Zahnerhaltungskunde der Klinik für Mund-, Zahn- und Kieferkrankheiten, Universitätsklinikum Heidelberg
Im Neuenheimer Feld 400, 69120 Heidelberg, Deutschland
hansjoerg.staehle@med.uni-heidelberg.de

Funding. Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. H. J. Staehle gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Open Access. Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden.

Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative

Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen.

Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

1. Niederman R, Feres M, Ogunbodele E (2015) Chapter 10 Dentistry. In: Disease Control Priorities 3
2. World Health Organization Executive board (2020) Oral health. EB148/8 23 December 2020. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB148/EB148_8-en.pdf. Zugegriffen: 14. Jan. 2021
3. Kern M, Sad Chara M, Passia N (2019) Frugale Methoden in der prothetischen Zahnmedizin. Zahnärztl Mitt 109(21):2398 (52)-2404 (58)
4. Staehle HJ (2016) Frugale Innovationen in der Zahnmedizin. Zahnmed Up2date 10(3):197–198
5. Staehle HJ (2019) Lowtech-Dentistry – Bewährte und neue Interventionen in der Zahnmedizin. Zahnärztl Mitt 109(10):1081–1096 (19–33)
6. Peres MA, Macpherson LMD, Weyant RJ, Daly B, Venturelli R, Mathur MR, Listl S, Celeste RK, Guarnizo-Herreño CC, Kearns C, Benizian H, Allison P, Watt RG (2019) Oral diseases: a global public health challenge. Lancet 394(10194):249–260
7. Sheiham A, Alexander D, Cohen L, Marinho V, Moysés S, Petersen PE, Spencer J, Watt RG, Weyant R (2011) Global oral health inequalities: task group—implementation and delivery of oral health strategies. Adv Dent Res 23(2):259–267
8. Listl S, Grytten JI, Birch S (2019) What is health economics? Community Dent Health 36(4):262–274
9. Bradshaw J (1972) Taxonomy of social need. In: McLachlan G (Hrsg) Problems and progress in medical care: essays on current research, 7. Aufl. Oxford University Press, London, S71–82
10. Wikipedia Frugale Innovationen. <https://de.wikipedia.org/wiki/Frugale-Innovation>. Zugegriffen: 30. Dez. 2020
11. Herrmann T (2020) Weniger ist mehr: Frugale Innovationen erschließen neue Märkte. <https://blog.hypeinnovation.com/ideenmanagement/frugale-innovationen>. Zugegriffen: 20. Dez. 2020
12. Herstatt C, Tiwari R (2015) Frugale Innovation: Wissenschaftliche Einordnung eines neuen Innovationsbegriffs. Technologie- und Innovationsmanagement an der Technischen Universität Hamburg-Harburg, Arbeitspapier Nr. 88 (www.frugal-innovation.net). Zugegriffen am 3. März 2021
13. Weyrauch T (2018) Frugale Innovationen. Springer Gabler, Wiesbaden
14. Beauchamp TL, Childress JF (2009) Principles of biomedical ethics, 6. Aufl. Oxford University Press, New York
15. Staehle HJ (2018) Minimalinvasiver Lückenschluss bei Jugendlichen mittels direkt hergestellter, metall-, keramik- und glasfaserfreier Kompositanhänger. Oralprophylaxe Kinderzahnheilkd 40:76–82
16. Staehle HJ (2019) A new restorative method for the closure of single-tooth gaps—technique description and case series. J Adhes Dent 21:239–245

17. Staehle HJ (2019) Versorgung von Einzelzahnlücken mit direkten metall-, keramik- und glasfaserfreien Kompositrestaurationen Teil 1: Einflügelige Zahnverbreiterungen (Kategorie I). *Quintessenz Zahnmed* 70(10):1132–1146
18. Staehle HJ (2019) Versorgung von Einzelzahnlücken mit direkten metall-, keramik- und glasfaserfreien Kompositrestaurationen Teil 2: Zahnanhänger bei Schalltücken (Kategorie II). *Quintessenz Zahnmed* 70(11):1268–1282
19. Staehle HJ (2020) Versorgung von Einzelzahnlücken mit direkten metall-, keramik- und glasfaserfreien Kompositrestaurationen Teil 3: Zahnverbreiterungen und -anhänger bei Lücken bis Molarenbreite und bei Frendlücken (Kategorien III bis V). *Quintessenz Zahnmed* 71(8):836–849
20. Staehle HJ (2020) Frugale Innovationen: Lückenschluss und Schienungen mit direkt eingebrachten metall-, keramik- und glasfaserfreien Kompositrestaurationen. *Zahnmed Update* 14(5):414–435
21. Wolff D, Hahn P, Ding P, Kraus T, Schach C, Doerfer C, Staehle HJ (2012) Proximal contact tightness between direct-composite additions in the posterior dentition: an in vitro investigation. *Oper Dent* 37(3):272–280
22. Frese C, Staehle HJ (2018) Wie invasiv ist minimalinvasiv? Management von Einzelzahnlücken aus konservierender Sicht. *Frei Zahnarzt* 62(3):70–77
23. Sekundo C, Staehle H (2020) Mapping the product range of interdental brushes: sizes, shapes, and forces. *Oral Health Prev Dent* 18(2):343–354. <https://doi.org/10.3290/j.ohpd.a44035>
24. Staehle HJ, Frese C, Sekundo C (2020) Mechanische Interdentalraumhygiene mit dem „Heidelberg-Set“. *Parodontologie* 31(1):37–49
25. Staehle HJ, Wohlrab T, Saure D, Wolff D, Frese C (2015) A 6.5-year clinical follow-up of direct resin composite buildups in the posterior dentition: Introduction of a new minimally invasive restorative method. *J Dent* 43(10):1211–1217
26. Staehle HJ, Sekundo C, Hieronymus H, Büsch C, Frese C Closing single tooth gaps in the posterior region using direct composite restorations: survival and clinical quality. (In Vorbereitung)
27. Staehle HJ, Sekundo C (2021) The origins of acrylates and adhesive technologies in dentistry. *J Adh Dent* (zur Veröffentlichung angenommen am 24.04.2021)
28. Staehle HJ (1996) Gutachten für den Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen: Wege zur Realisierung einer präventionsorientierten Zahnheilkunde in Deutschland. Hanser, München
29. Staehle HJ (2002) Gutachten für den Sachverständigenrat für die Konzertierte Aktion im Gesundheitswesen: Über-, Unter- und Fehlversorgung in der allgemein-zahnärztlichen Versorgung. In: SVR-Gesundheit: Gutachten 2000/2001 Band III.4 (14.2). Nomos, Baden-Baden
30. Listl S, Faggion CM Jr., Staehle HJ (2016) Professional variability in decision making in modern dentistry: a pilot study. *Oper Dent* 41(S7):79–S87