

# Der werkstoffsensible Patient – eine kurze Übersicht

Ein Beitrag von Joachim Kraft

Zahnärztliche Werkstoffe zeichnen sich durch eine gute Biokompatibilität aus. Zu ihrer erfolgreichen Anwendung am Patienten müssen die speziellen Eigenschaften berücksichtigt werden, insbesondere auch, weil die Zahl der dentalen Werkstoffe durch neue Technologien steigt und die Digitalisierung in der Zahnmedizin rasant fortschreitet. Dabei werden metallfreie Therapien immer wichtiger.

Die klinischen Erscheinungsbilder als Reaktion auf aus Legierungen gelöste Metallionen sind bei werkstoffsensiblen Patienten unter anderem: Schleimhautbrennen, Metallgeschmack, Missempfindungen oder evtl. Verfärbungen des Zahnersatzes (Abb. 1a). Ein Auftreten der Symptome in den ersten zehn Tagen nach Eingliederung des Werkstoffes ist typisch.

Bei der klinischen Untersuchung wird neben den bekannten Maßnahmen (z. B. Randschlussprüfung, Sensibilitätstest) die Okklusion überprüft. Fehler der vertikalen und horizontalen Kieferrelation können durch das Symptom Schleimhautbrennen eine vermeintliche Werkstoffproblematik vortäuschen (Abb. 2). Bei Verdacht auf eine Okklusionsstörung haben sich Aufbissbehelfe bewährt, da durch eine Schiene mit zentriknaher Front-Eckzahn-geführter Okklusion keine irreparable Veränderung des Zahnersatzes erfolgt. Hinweise

auf korrosive Prozesse ergeben sich durch Lunker und raue Oberflächen an Metallgerüsten und Verbindungsstellen von Teilprothesen. Bevor die Diagnose Werkstoffunverträglichkeit gestellt wird, sind die Nebenwirkung eines Medikamentes, eine psychogene Prothesenunverträglichkeit, eine Prothesenstomatopathie und ein Burning-Mouth-Syndrom auszuschließen.

## Allergie

Nickel ist eines der wichtigsten Kontaktallergene.<sup>8</sup> Bei Frauen haben Untersuchungen eine Sensibilisierungsquote für Nickel von über 30 Prozent ergeben. Auch Palladium<sup>7</sup>, Methylmethacrylat und Dibenzoylperoxid sind evtl. Ursachen für Allergien. Nach langjährigem Hautkontakt mit Kunststoffen kann bei Zahntechnikern und zahnärztlichem Team eine Kontaktdermatitis entstehen (Tab. 1).

Legierungen mit einem Goldanteil von mehr als 75 Massenprozent gelten aufgrund von Korrosionstests und der über Jahrzehnte beobachteten guten klinischen Verträglichkeit als hervorragend biokompatibel. Es gibt wenige Berichte in der Literatur, die belegen, dass auch goldhaltige Legierungen allergische Reaktionen auslösen.<sup>36</sup> Die Verwendung von kupferhaltigen Au-Legierungen kann in sehr seltenen Fällen bei Patienten mit Kupferallergie zu systemischen Reaktionen führen. Dabei binden die Metallionen an Proteine, und dieser Komplex löst nach einer Sensibilisierung die metallbedingte Reaktion aus. Alleiniges Schleimhautbrennen ohne objektivierbare Befunde ist nicht allergietypisch.

Wenn Belege für allergische Reaktionen (plaqueunabhängige Erytheme, Schwellungen unklarer Genese) vorliegen, kann ein Epikutantest<sup>4,7</sup> oder ein Lymphozyten-



## ELEMENTVERTEILUNG IN GEWICHTSPROZENT

	Au	Pt	Pd	Sn	Zn	Re	Ir
1	78	9	10	<1	<0,2		
2	36	13	5	<1	<1	34	7
1b 3	11	10	2	<0,2	<1	65	12

**Abb. 1a:** Verfärbung der Innenkronen aus einer hochgoldhaltigen Legierung (Unterkiefer). Ursache: Korrosion verursacht durch ein vor Jahren alio loco gefertigtes Brückengerüst im Oberkiefer (unsachgemäßer Guss oder übermäßiger Altgoldanteil). – **Abb. 1b:** Elementverteilung der inhomogen erhärteten Legierung des obigen Brückengerüsts. Unterschiedliche Gewichtsprozentanteile von Gold, Platin, Palladium, Zinn, Zink, Rhenium und Iridium an verschiedenen Messpunkten (energiedispersive Röntgenspektroskopie).

**NEBENWIRKUNGEN DENTALER WERKSTOFFE**

<b>Befund</b>	Metallgeschmack, Erythem im Bereich des ZE, Verfärbung des ZE Lunker, Oxide Ostitis an stiftstabilisiertem Zahn	Metallgeschmack Cu-Belag	Metallgeschmack Cu-Belag	Schleimhautbrennen im Bereich der Prothese  Erythem	perorale Dermatitis  oraler Lichen  Erythem	Mukositis in Kontakt zum ZE  Plaque unabhängige PA	Kontaktdermatitis der Hände Zahntechniker zahnärztliches Team
<b>Ursache</b>	erhöhte Korrosionsneigung einer Legierung  <b>Spaltkorrosion</b> z. B. im Lötspalt	Korrosion durch <b>verschiedene Legierungen</b>  Lokalelement	Korrosion durch <b>inhomogene Gefüge</b>  Cu-haltige Legierungen  Lokalelement	Allergie auf <b>Acrylate</b> Restmonomer	Allergie auf <b>Komposite</b> Adhäsive	Allergie auf Bestandteile der Legierung wie <b>Ni, Cu</b>	<b>langjähriger Hautkontakt mit Kunststoffen</b> Glasionomerelement Silikonen
<b>mögliche Therapie</b>	ZE umarbeiten	ZE umarbeiten	ZE umarbeiten	Prothesekarenz, Nachpolymerisation der Prothese	Erneute Polymerisation, Wechsel des restaurativen Werkstoffes	Entfernung des Zahnersatzes	Haut-/ Handschuhkontakt vermeiden

Tab. 1: Nebenwirkungen dentaler Werkstoffe

Transformations-Test (LTT) entsprechend den Empfehlungen der Dt. Kontaktallergiegemeinschaft der Dt. Dermatologischen Gesellschaft durchgeführt werden. Der Epikutantest mit einem hochpotenten Allergen darf nur bei strenger Indikationsstellung erfolgen, da die Gefahr einer iatrogenen Sensibilisierung und eines falsch positiven Testergebnisses bestehen.<sup>60</sup>

**Korrosion – Spaltkorrosion**

Bei geringer Korrosionsbeständigkeit metallbasierter Restaurationen lösen sich Ionen, verursachen evtl. Metallgeschmack und können resorbiert werden.<sup>9,55,65</sup> In schlecht belüfteten Bereichen wie subgingivalen Kronenrändern, Lunkern, unvollständig geschlossenen Lötstellen, minderwertigen Wurzelkanalschrauben<sup>68</sup>, zwischen Verblendung und Metallgerüst und an Geschieben und Teleskopen sinken die pH-Werte in den sauren Bereich, da in diesen Bereichen die Verdünnung durch den Speichel reduziert ist. Weitere Ursachen für Metallgeschmack sind auch die Einnahme bestimmter Medikamente bei Erkrankungen wie Alzheimer und Parkinson.<sup>59</sup>

Palladium-Kupfer-Legierungen zeigen verminderte Korrosionsresistenzen und im Tierversuch bei sehr hoher Dosierung systemisch-toxische Organveränderungen<sup>2,53</sup>, sodass die Verwendung von Palladium-Kupfer-Legierungen kritisch zu hinterfragen ist.<sup>12</sup>

Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen werden aufgrund der guten Korrosionsfestigkeit übereinstimmend als biokompatibel bewertet, sofern kein Nickel zugefügt ist.<sup>10,39</sup> Bei den neueren edelmetallhaltigen Kobaltbasislegierungen wurden ungünstige inhomogen erstarrte Gefüge nachgewiesen.<sup>34</sup>

Die in der Mundhöhle auftretende Spaltkorrosion ist eventuell so intensiv, dass eine unvollständige Lötung an einer Kobalt-Chrom-Molybdän-Prothese zum Ausbruch einer Allergie mit erythematösen Schleimhautveränderungen führen kann. Es gibt einen Krankenbericht, in dem die Metallbasis bei bestehender Kobalt-Sensibilisierung jahrelang vor dieser Lötung symptomlos bis zum Zeitpunkt vertragen wurde, als ein Spalt an der Basis der Teilprothese durch eine Erweiterung entstand.<sup>24</sup> Das

entstandene aggressive saure Milieu kann die durch den Chromgehalt gewährleistete große Korrosionsbeständigkeit der Modellgusslegierung reduzieren, da die Passivierungsschicht an Chrom verarmt.<sup>34</sup>

Es sind Fälle bekannt, bei denen Korrosionsprodukte an Cr/Ni-Stahl- oder Messing-Retentionselementen rasterelektronenmikroskopisch und Eisen und Zink im Dentin/Wurzeldentin mittels energiedispersiver Röntgenspektroskopie nachgewiesen wurden. Wirz macht die Penetrationen von Eisen und Zink ins Dentin bei nicht korrosionsfesten Wurzelstiften für die Ostitiden und Parodontopathien verantwortlich.<sup>15,67,68</sup>

Um bei einer unbekanntem Legierung die Zusammensetzung zu bestimmen, werden von dem Zahnersatz Splitter mit einem unbenutzten Karborundstein auf einer graphitierten Platte aufgefangen und im Labor mittels energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) untersucht. Durch Probeexzision aus dem benachbarten Gewebe können Korrosionsprodukte mithilfe der Atomabsorptionsspektrometrie (AAS) eruiert werden.<sup>32</sup>

## Korrosion durch unterschiedliche Legierungen – galvanische Elemente

Vor Jahren hat das Bundesgesundheitsamt<sup>12</sup> veröffentlicht: „Die Anzahl der Legierungen im Munde eines Patienten ist so gering wie möglich zu halten.“ Trotz guter Korrosionsfestigkeit hochwertiger Kobalt-Chrom-Molybdän-Legierungen kann die Kombination einer Einstückgussprothese mit Zahnersatz aus Edelmetalllegierungen Metallgeschmack verursachen, der dann mit der Zeit vielleicht verschwindet.<sup>62</sup> Bei Anwesenheit einer Goldlegierung und einer kupferhaltigen NEM-Legierung entsteht ein galvanisches Element evtl. mit Metallgeschmack und Kupferbelag auf dem goldhaltigen Zahnersatz. Vielleicht wird dann fälschlicherweise aufgrund der Verfärbung diese edlere Legierung statt der unedleren aus dem Mund entfernt. Die Verwendung von CoCrMo- oder hochgoldhaltigen Legierungen auf Titan-Implantaten scheint hinsichtlich einer Korrosion unbedenklich zu sein.<sup>26</sup>

## Inhomogen erhärtete Legierungen

Einige Tage nach Eingliederung einer teleskopgestützten Teilprothese im Unterkiefer verfärbten sich bei unserem Patienten die aus einer hochgoldhaltigen Legierung gefertigten Innenkronen, was auch nach Politur wieder erfolgte (Abb. 1).

Ursache waren Korrosionsvorgänge, die durch das beim Dentalguss inhomogen erhärtete Brückengerüst der vor Jahren alio loco eingegliederten Oberkiefer-Brücke ausgelöst wurden. Diese fehlerhafte Legierungsstruktur entsteht durch nicht vorschrittmäßige Temperaturabläufe beim Guss oder übermäßigen Altgoldanteil.

Kupferhaltige Legierungen können grobkörnig aushärten, wobei auch Zonen mit unterschiedlichen Konzentrationen der Elemente entstehen.<sup>18,34</sup> In diesen Bereichen bilden sich kleine Potenzialdifferenzen, ein Lokalelement und Verfärbungen<sup>47</sup> infolge Kupferabscheidungen. Im Extremfall entstehen durch fortschreitende Korrosion „Gräben“ mit erhöhter Plaqueanlagerung.



**Abb. 2:** Patient mit Schleimhautbrennen. Die Remontage mittels zentralem Stützstift ergibt eine Nonokklusion des Zahnersatzes auf einer Seite. Der Aufbau der Zahnreihe erzielt eine Linderung der Beschwerden.

## Methylmethacrylat und Weiterentwicklungen

Ausgangssubstanzen für Acrylatkunststoffe sind Methylmethacrylatmonomer (MMA), Benzoylperoxid, Katalysatoren, Polymerisationshemmer wie Hydrochinon und anderes. Bei diesen acrylatbasierten Kunststoffen können nach der Polymerisation Reste (MMA, Formaldehyd) im Zahnersatz verbleiben, die im Speichel eruiert werden<sup>23,66</sup> und bei werkstoffsensiblen Patienten Schleimhautbrennen verursachen. Das Restmonomer, der herauslösbare Anteil von 0,45–1 Gew.% bei der Kaltpolymerisation wird durch die Heißpolymerisation auf 0,2–0,5 Gew.% reduziert. Eine Erhöhung der Polymerisationszeit und Polymerisationstemperatur und eine gute Oberflächenqualität verkleinern die Restmonomermenge.<sup>8</sup>

Ein neu entwickelter Prothesenkunststoff auf der Basis von MMA, Dibenzoylperoxiden und anderen Bestandteilen ist das bruchfeste „Hochleistungs-Kaltpolymerisat“ LUCITONE HIPA der Firma DENTSPLY SIRONA PROTHETICS. Industriell gefertigtes Polymethylmethacrylat (PMMA) wird zahntechnisch im thermoplastischen Injektionsverfahren (Abb. 3) oder CAD/CAM-Verfahren<sup>6,56</sup> verarbeitet, wodurch Beschwerden wie ein „Schleimhautbren-

nen“ gelindert werden, da bei diesen Verfahren kein Restmonomer in der Prothese vorhanden sein sollte (POLYAN PLUS, Fa. DENTALPLUS).

Eine Weiterentwicklung sind MMA-freie Kunststoffe wie CLEARSPINT und LAB-TEC Pro der Firma ASTRON; mit dem Werkstoff ist eine Unterfütterung der Prothese möglich. Als PMMA-freier Kunststoff wird seit einiger Zeit ein hochelastisches Polyamid aus thermoplastischem Nylon angeboten (SUNFLEX, VALPLAST). Eventuelle Probleme wie Okklusionsstörungen oder erhöhte Atrophie des zahnlosen Alveolarfortsatzes durch die große Elastizität dieser Prothesen bedürfen weiterer Untersuchungen.<sup>6</sup>

## Komposite

Beim zahnärztlichen Team traten gelegentlich allergische Reaktionen durch Hautkontakt mit Kompositen und Bondingsystemen auf,<sup>14,46</sup> wobei auch Handschuhe aufgrund möglicher Penetration keinen vollständigen Schutz bieten.<sup>1</sup>

Für die dentale Anwendung gelten Komposite aus toxikologischer Sicht aufgrund der geringen Resorptionsrate als biokompatible Füllungsmaterialien.<sup>19,52</sup> In sehr seltenen Fällen verursachen sie eine Allergie

in Form einer peroralen Dermatitis oder lichenoiden Veränderung der Mundschleimhaut.<sup>28,29,41,42</sup> Verantwortlich für diese Erkrankungen sind u. a. das aus Kompositen freigesetzte Hydroxyethylmetacrylat (HEMA) und Triethylenglykoldimetacrylat (TEGDMA).<sup>20,31,52,57</sup> Aus acrylatbasierten Werkstoffen kann Formaldehyd freigesetzt werden, und diese Substanz wird auch als Ursache seltener allergischer Reaktionen diskutiert.<sup>3,48</sup>

Die Freisetzung von Komponenten aus einem Komposit wird durch seinen chemischen Charakter und den Polymerisationsgrad bestimmt.<sup>19,27,63</sup> Je höher der Polymerisationsgrad, desto farbstabiler und biokompatibler ist das Komposit.<sup>13,40,45</sup> Der Polymerisationsgrad ist unter anderem abhängig von

- der Intensität der Lichtquelle (1 000 bis 1 500 mW/cm<sup>2</sup>, Kontrolle der Lichtstärke bei älteren Geräten)
- der Belichtungsdauer
- dem Abstand der Lichtquelle zum Komposit
- dem Lichteinfallswinkel

Bei genauer Befolgung der Herstellerangaben ist die Elution von (Co)Monomeren und Additiven aus dentalen Kompositen hinsichtlich der freigesetzten Menge unbedenklich.<sup>30,61</sup>

## Keramiken

Dentalkeramiken sind durch ihre gute Biokompatibilität ausgewiesen und weitgehend unlöslich. Laut einer DGZMK Leitlinie sind „zweiteilige Keramikimplantate auf Zirkoniumdioxidbasis eine Therapieoption zum Ersatz fehlender Zähne ... Eine abschließende Beurteilung ist jedoch aufgrund der niedrigen Evidenzlage aus klinischen Studien nicht möglich“.<sup>16</sup>

Für Kronen ist ein zunehmender Trend zu hochfesten Keramiken in CAD/CAM-Technologie und zu monolithischen Restaurationen zu beobachten.<sup>44</sup> Bis heute wurden fünf Generationen der Zirkoniumdioxidkeramik mit verschiedenen Festigkeiten entwickelt, sodass sich für Keramikbrücken hinsichtlich der Bruchsicherheit Schwierigkeiten bei der Beurteilung in Langzeitstudien ergeben.<sup>69</sup> Für kleinspan-

nige Brückenzwischenglieder aus Vollkeramik gibt es Erfolg versprechende Mitteilungen.<sup>35,37,58</sup> Vollkeramische Kronen und kleinspannige Brücken aus monolithischer Zirkoniumdioxidkeramik bewähren sich bei werkstoffsensiblen Patienten.

Für weitspannige Brücken ist zurzeit die Metallkeramik die langfristig bewährte Technologie. Metallkeramischer Zahnersatz enthält im Gerüst unedle Zusätze wie Indium, Gallium, Zinn oder Zink zur Bildung einer Haftoxidschicht. Die Korrosionsraten kupferhaltiger Legierungen für die Aufbrennkeramik sind größer als die von kupferfreien.<sup>33</sup>

## Polyacryletherketone (PAEK)

Auf PAEK-Basis wurden Hochleistungspolymere wie mit Titanoxid gefülltes oder „reines“ Polyetheretherketon (PEEK), Polyetherketonketon (PEKK) und Arylketonpolymer (AKP) für die Anwendung als Inlay<sup>51</sup>, Kronen, Brücken, Klammern, Teleskopkronen, Stege, Implantataufbauten und Gingivaformer entwickelt.<sup>64</sup> Da zu diesen Werkstoffen ausreichend klinische Studien fehlen, ist eine Bewertung schwierig.<sup>69</sup>

## Prothesenhaftmittel

Zum Einfluss von Haftmitteln auf das Wachstum enoraler Keime und insbesondere *Candida species* gibt es Mitteilungen über eine Zunahme der Keime als auch über eine Reduktion oder keine Beeinflussung je nach untersuchtem Mittel.<sup>49,50</sup> Die Keimzahl wird von vielen Faktoren beeinflusst wie den Haftmittelinhaltsstoffen, antimyzetischen Zusätzen, der Verweildauer auf der Schleimhaut und dem Reinigungsverhalten des Patienten.

## Therapie des werkstoffsensiblen Patienten

Die zahnärztliche Behandlung von Patienten mit unspezifischen Symptomen wie Kopfschmerz, Müdigkeit, Schleimhautbrennen ist zeitaufwendig, insbesondere dann, wenn diese von einer Werkstoffunverträglichkeit überzeugt sind. Bei der Suche nach Nebenwirkungen ist auch eine „Verunreinigung“ mit Nickel zu berücksichtigen, da sehr geringe Mengen



**Abb. 3:** Unterkiefer-Totalprothese in Spritzgusstechnik nach thermoplastischer Verformung des industriell gefertigten PMMA-Granulates.

nicht deklarierungspflichtig sind. Um bei herausnehmbarem Zahnersatz einen beschwerdefreien Zustand zu erreichen, kann zu Beginn der Behandlung eine zehntägige Prothesenkarenz indiziert sein, falls dies möglich ist. Ein wichtiger Hinweis, welche Werkstoffe nicht angewendet werden dürfen, ergibt sich aus dem Allergiepass. Mittels einer Testplatte im Oberkiefer oder einer Interimsprothese können Werkstoffe Schritt für Schritt hinsichtlich der Verträglichkeit ähnlich einem Epimukosa-Test jeweils für eine Tragezeit von zwei Wochen geprüft werden.

Bei der zahnärztlichen Behandlung werkstoffsensibler Patienten haben sich metallfreie Restaurationen bewährt. Benötigt bei endodontisch behandelten Zähnen der mit adhäsiven Materialien zu befestigende Aufbau als zusätzliche Retention eine Stiftverankerung, sind glas- oder quarzfaserverstärkte Komposite verwendbar.<sup>17,21,22,38</sup> Faserverstärkte Kompositewurzelstifte besitzen gute Festigkeits- und Elastizitätseigenschaften, und eine eventl. Entfernung ist möglich.<sup>5,11,43</sup> Kronen können bei werkstoffsensiblen Patienten aus hochfester Keramik gefertigt werden oder bei besonders schwieriger Einstiegstherapie als stabile Polymer-Langzeitprovisorien. Im Fall umfangreicher Lücken ist eine Therapie mit Implan-

taten mit dem Patienten zu diskutieren. Sollte kombiniert festsitzend abnehmbarer Zahnersatz geplant werden, besitzen sowohl CoCrMo-Legierungen als auch kupferfreie hochgoldhaltige Legierungen ein ähnlich gutes Korrosionsverhalten.<sup>25</sup>

Therapiemöglichkeiten für den werkstoffsensiblen Patienten:

- Testplatte zur Prüfung der geplanten Werkstoffe bei schwierigen Behandlungssituationen
- Komposit-Restaurationen ausreichend lange polymerisieren
- Kronen aus Vollkeramik
- Brücken kleinspannig evtl. aus monolithischer Zirkoniumdioxidkeramik; im Fall weitspanniger Lücken enossale Implantate oder Metallkeramikbrücken
- Teilprothese soweit notwendig: biokompatible CoCrMo- oder

Au-Legierungen; jedoch statt Teilprothese vorzugsweise implantatgestützter ZE<sup>54</sup>

- Totale evtl. aus PMMA im thermoplastischen Injektionsverfahren

Nebenwirkungen dentaler Werkstoffe sind sehr selten. Diese lassen sich durch Anamnese, Verwendung metallfreier Restaurationen so weit möglich, Beachtung der Herstellervorschriften für die Werkstoffe und durch sorgfältige Planung<sup>70</sup> weitgehend verhindern.



**PROF. DR. JOACHIM KRAFT**

Zahnärztliche Werkstoffkunde,  
Kinematik der Teilprothese,  
Implantologie, Keimbeflussung  
durch Prothesenhaftmittel  
Zedernstraße 7  
91094 Langensendelbach  
jochenkraft52@gmail.com

Prof. Dr. Joachim Kraft



Literatur



ANZEIGE

Sie können schreiben?  
Kontaktieren Sie uns.

**dentalautoren.de**

# Dentale Schreibtalente gesucht!

OEMUS MEDIA AG

Holbeinstraße 29 · 04229 Leipzig · Deutschland  
Tel.: +49 341 48474-0 · info@oemus-media.de