

Endokrine Disruptoren in der Zahnheilkunde: Eine ganzheitliche Betrachtung

Dr. med. dent. Stefan Dietsche

Einleitung

Zitat: „Wenn man auf Plastik kaut, was wird verschluckt?“

In der Zahnmedizin werden endokrinen Disruptoren (ED) wie Bisphenol A (BPA) und seine Derivate seit Jahrzehnten in Kunststoffüllungen, Versiegelungen und kieferorthopädischen Materialien eingesetzt. Angesichts der wachsenden Evidenz für gesundheitliche Risiken durch ED stellt sich die Frage, wie eine ganzheitliche zahnmedizinische Behandlung unter Berücksichtigung möglicher endokriner Wirkungen aussehen kann. Dieser Artikel gibt einen Überblick über den aktuellen Wissensstand zu ED in Dentalmaterialien und leitet daraus Handlungsempfehlungen für die zahnärztliche Praxis ab.

Das endokrine System und seine Bedeutung

Das menschliche endokrine System ist ein komplexes Netzwerk von Drüsen und Hormonen, das nahezu alle Körperfunktionen reguliert. Es umfasst etwa 30 verschiedene Hormone, die als chemische Botenstoffe über den Blutkreislauf im Körper zirkulieren. Diese Hormone steuern lebenswichtige Prozesse wie:

- Wachstum und Entwicklung
- Stoffwechsel, Energiehaushalt, Verdauung
- Sexuelle Entwicklung und Reproduktion
- Schlaf-Wach-Rhythmus, Stressreaktion
- Blutdruck und Herzfrequenz

Die präzise Regulation des endokrinen Systems ist entscheidend für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen. Selbst geringfügige Störungen können weitreichende Folgen haben, die sich oft erst nach Jahren oder sogar Generationen (transgenerational) manifestieren.

Endokrine Disruptoren: Definition und Wirkungsweise

Endokrine Disruptoren sind synthetisch hergestellte Substanzen, die in der Lage sind, das natürliche Hormonsystem zu stören. Sie werden seit Jahrzehnten wissenschaftlich untersucht und ihre Prävalenz in der Umwelt nimmt stetig zu. Die Aufnahme erfolgt transdermal und transmucosal. ED finden sich in zahlrei-

chen Alltagsprodukten, darunter Leitungswasser, Kosmetika, Lebensmittelverpackungen, Plastikflaschen, Hormonrückstände aus der Tierindustrie, Pestizide/Herbizide, Mikroplastik.

ED interagieren auf verschiedene Weise mit dem Hormonsystem:

- Blockierung von Hormonrezeptoren, wodurch die Wirkung natürlicher Hormone verhindert wird.
- Aktivierung von Hormonrezeptoren, was zu einer übermäßigen hormonellen Reaktion führt.
- Beeinflussung der Produktion oder des Abbaus von Hormonen.
- Veränderung der Transportproteine für Hormone im Blut.

Diese vielfältigen Wirkmechanismen verdeutlichen die Komplexität der Interaktionen zwischen ED und dem endokrinen System sowie die potenziellen weitreichenden Auswirkungen auf die Gesundheit.

Eine Besonderheit von endokrinen Disruptoren (ED) ist, dass sie nicht der klassischen toxikologischen Dosis-Wirkungs-Beziehung folgen. Stattdessen können sie bereits in extrem niedrigen Konzentrationen (Nanogramm- oder sogar Pikogrammbereich) biologische Effekte auslösen. Besonders besorgniserregend ist die Tatsache, dass ED synergistisch wirken können. Das bedeutet, dass die kombinierte Wirkung mehrerer ED stärker sein kann als die Summe ihrer Einzelwirkungen (Summationswirkung). Diese Eigenschaften machen ihre Risikobewertung besonders komplex und führen toxikologische Einzelgrenzwerte ad absurdum.

Gesundheitliche Risiken durch ED

Die European Chemicals Agency (ECHA) warnt vor den vielfältigen Auswirkungen von ED auf die menschliche Gesundheit. Besonders kritisch sind:

- Fötale Entwicklung: ED können die Plazentaschranke passieren und die Entwicklung des Ungeborenen beeinflussen.
- Kindliche Entwicklung: Exposition in frühen Lebensphasen kann zu langfristigen gesundheitlichen Problemen führen.

- Gesundheit Erwachsener: Chronische Exposition kann verschiedene Erkrankungen begünstigen.
- Multigenerationelle Effekte: Epigenetische Veränderungen durch ED können an nachfolgende Generationen vererbt werden.

Eine deutsche Studie von 2021 fand bei etwa 60 % der untersuchten Kinder Weichmacher im Urin. Dies hat zu Diskussionen über eine mögliche „Hyperöstrogenisierung“ der Bevölkerung geführt, die weitreichende Folgen für die öffentliche Gesundheit haben könnte.

Zu den spezifischen Gesundheitsrisiken, die mit EKD-Exposition in Verbindung gebracht werden, zählen:

- Adipositas und metabolisches Syndrom
- Diabetes mellitus Typ 2
- Endometriose
- verminderte Spermienqualität und männliche Infertilität
- Hodenkrebs
- Brustkrebs
- Schilddrüsenerkrankungen
- Missbildungen der Geschlechtsorgane
- verfrühte Pubertät
- neurokognitive Entwicklungsstörungen
- Silent Inflammation

Neu! Auswirkungen auf die Darmintegrität

Ein wissenschaftlich neues Thema ist die Wirkung endokriner Disruptoren auf die Integrität des Darms. Es zeigt sich, dass oral aufgenommene ED wie Bisphenol A folgende Effekte initiieren können (Abb. 1):

- Schädigung der Darmbarriere/Tight Junctions
- Erhöhte Darmpermeabilität insbesondere im Dickdarm
- Veränderung der Darmmikrobiota/ Dysbiose
- Lokale Entzündungsreaktionen und oxidativer Stress in Darmzellen
- Beeinträchtigung des darmassoziierte Immunsystem

Diese Effekte können zu einer erhöhten Aufnahme von Toxinen und Bakterien führen, was potenziell systemische Auswirkungen hat. Die genauen Mechanismen und langfristigen Folgen für die menschliche Gesundheit sind noch Gegenstand der Forschung.

Bisphenol A (BPA) als prominenter Vertreter der ED

Bisphenol A (BPA) ist einer der am besten untersuchten und bekanntesten endokrinen Disruptoren. Es wird seit den 1960er Jahren in großem Maßstab pro-

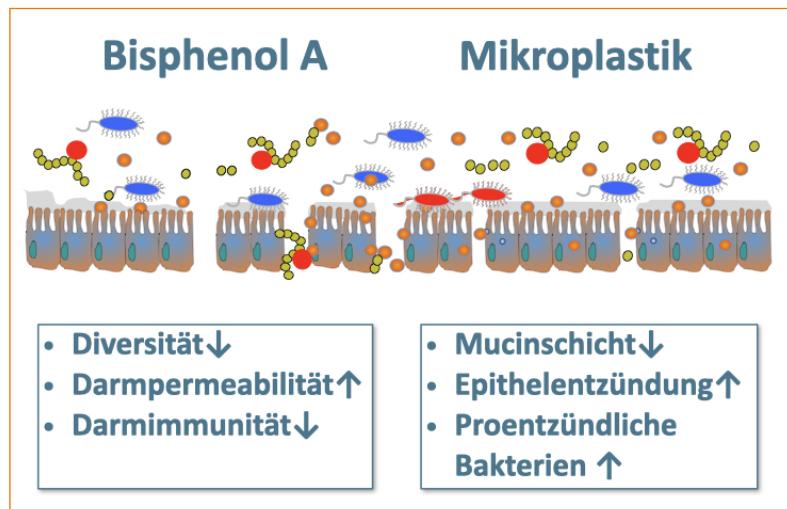


Abb. 1 Auswirkungen ED auf Darmsystem

duziert und findet sich in zahlreichen Kunststoffprodukten, Konservendosen und Thermopapier. Im Jahr 2023 wurden weltweit ca. 10 Millionen Tonnen produziert (GlobalData).

Die Risikobewertung von BPA hat sich in den letzten Jahren drastisch verändert. Die European Food Safety Authority (EFSA) hat in einer zweistufigen Neubewertung seit 2015 die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (TDI) um den Faktor 250.000 !!! gesenkt. Aktuell 0,2 ng/kg Körpergewicht/Tag. Zum Vergleich: Ein durchschnittliches Sandkorn (50 µg) ist etwa 250.000 mal schwerer als 0,2 ng.

Diese extreme Reduzierung verdeutlicht, wie sehr sich die wissenschaftliche Einschätzung der Risiken von BPA in kurzer Zeit verändert hat. Im Jahr 2018 wurde BPA zudem als besonders besorgniserregender Stoff in die REACH-Kandidatenliste der Europäischen Union aufgenommen.

Die BPA-freie Alternative: Ein Trugschluss?

Als Reaktion auf das gewachsene Bewusstsein für die Risiken von BPA hat die Industrie begonnen, alternative Bisphenole einzusetzen. Dazu gehören u.a. Bisphenol S (BPS), Bisphenol Z (BPZ), Bisphenol F (BPF). Diese strukturell ähnlichen Verbindungen ermöglichen es den Herstellern, ihre Produkte als „BPAfrei“ zu deklarieren. Allerdings deuten neuere Studien darauf hin, dass diese Alternativen möglicherweise ähnliche oder sogar stärkere endokrine Wirkungen aufweisen als BPA selbst. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Betrachtung der ED-Problematik, die über den Fokus auf einzelne Substanzen hinausgeht (Summationswirkung).

Tipp: Kennen sie folgende hilfreiche Handy-Apps: ToxFox, CodeCheck, Bead the Microbead

BPA und andere ED in der Zahnmedizin

In der Zahnheilkunde spielen ED, insbesondere BPA und seine Derivate, eine bedeutende Rolle. BPA wird als Ausgangsstoff für die Synthese klassischer Monomere verwendet, die in zahlreichen Dentalmaterialien zum Einsatz kommen:

- Bis-GMA (Bisphenol A-Glycidylmethacrylat)
- Bis-EMA (Bisphenol A-Ethoxylat-Dimethacrylat)
- BADGE (Bisphenol A-Diglycidylether) u.a.

Diese Monomere finden sich in Kompositen, Adhäsiven, Fissurenversiegelungen und kieferorthopädischen Klebern. Durch Verunreinigungen im Herstellungsprozess, unvollständige Polymerisation und chemisch-mechanischer Auswaschung (Abb. 2) aus den Materialien kann es zu einer Freisetzung von BPA und anderen EKDs in die Mundhöhle und den Organismus kommen.

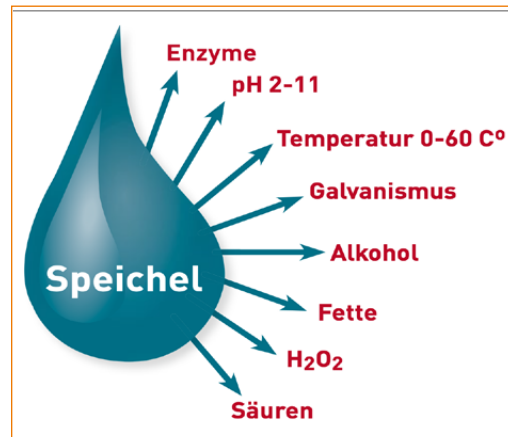


Abb. 2 Im Speichel herrscht ein aggressives bioelektrochemisches Milieu

Ein wichtiger Faktor für die Freisetzung von Monomeren ist die Konversionsrate (Polymerisationsgrad) von Monomeren in Füllungen, die nur 30–75 % beträgt. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass 25–70 % der Monomere biologisch verfügbar sein können. Die Optimierung dieses Prozesses hängt von verschiedenen Faktoren ab, darunter die korrekte Anwendung der Polymerisationszeit, die verwendete Lichtquelle, die Schichtstärke des Materials und die Art des verwendeten Materials (Abb. 3).



Abb. 3 Einflussfaktoren auf den Polymerisationsgrad von Kompositen

Eine umfangreiche französische Studie untersuchte 130 verschiedene Komposite auf ihren Gehalt an BPA-Derivaten. Das Ergebnis war alarmierend: Nur 18 der untersuchten Materialien enthielten keine nachweisbaren BPA-Derivate. Bemerkenswert ist, dass ein Teil der angefragten Hersteller die Auskunft über die genaue Zusammensetzung ihrer Produkte verweigerte.

Viele Studien haben eine signifikante BPA-Belastung durch zahnärztliche Behandlungen nachgewiesen:

1. Fissurenversiegelungen: Direkt nach dem Einbringen von Versiegelungsmaterialien zur Kariesprophylaxe bei Kindern wurden z.T. deutlich erhöhte BPA-Konzentrationen im Speichel gemessen.
2. Kieferorthopädische Behandlungen: Das Einsetzen von Brackets und Bögen mit kunststoffbasierten Klebern führte zu einem messbaren Anstieg der BPA-Konzentration im Speichel.
3. Komposit-Füllungen: Auch nach dem Legen von Kunststofffüllungen konnte regelmässig eine erhöhte BPA-Belastung im Speichel nachgewiesen werden.

Kritische Aspekte bei der Interpretation von BPA-Messungen in vivo

Diskrepanz zwischen Urin- und Speichelwerten

Studien haben gezeigt, dass die BPA-Konzentrationen im Urin nicht mit den Werten im Speichel (Abb. 4) korrelieren. Dies deutet darauf hin, dass Urinmessungen möglicherweise nicht repräsentativ für die systemische BPA-Belastung sind.

Fehlender Nachweis im Blut

Bemerkenswerterweise wurde BPA in vielen Studien in keiner Blutprobe nachgewiesen. Dies steht im Kontrast zu den messbaren Werten in Speichel und wirft Fragen zur Bioverfügbarkeit und zum Metabolismus von BPA auf. Diese Beobachtungen unterstreichen die Komplexität der BPA-Exposition und -Messung. Sie verdeutlichen auch die Notwendigkeit, Ergebnisse von BPA-Messungen in verschiedenen Körperflüssigkeiten mit Vorsicht zu interpretieren.

Komplexität der in-vitro-Messungen von BPA

Bei in-vitro-Studien zur BPA-Freisetzung aus Dentalmaterialien ist Vorsicht geboten:

- Verschiedene Lösungsmittel lösen unterschiedliche Monomere aus Dentalmaterialien.
- Die Mundhöhle enthält eine Vielzahl von Lösungsmitteln und stellt ein komplexes chemisches Umfeld dar.

Untersuchung	Ergebnis	Einheit	Referenzbereich
Kunststoffe im Speichel (LC-MS/HPLC)			
UDMA Urethandimethacrylat	< 1.0	µg/L	< 1.0
TEGDMA Triethylenglycoldimethacrylat	1.7	µg/L	< 1.0
BisGMA Bisphenolglycidylmethacrylat	2.1	µg/L	< 2.0
BPA Bisphenol A	3.5	µg/L	< 1.0
MMA Methylmethacrylat	< 50.0	µg/L	< 50.0
Interpretation Hinweis auf orale Belastung mit TEGDMA, BisGMA und BPA.			

Abb. 4 Nachweis von Monomeren im Speichel (alle Bilder IMD Berlin)

- Untersuchungen mit einzelnen Lösungsmitteln wie H₂O₂ oder Alkohol sind unvollständig und spiegeln nicht die realen Bedingungen in der Mundhöhle wider.
- Dies könnte zu einer Unterschätzung der tatsächlichen Monomerfreisetzung führen.

Für die zahnmedizinische Praxis bedeutet dies: Urinmessungen, die oft als Goldstandard für die BPA-Exposition gelten, korrelieren nicht direkt mit der lokalen Exposition in der Mundhöhle. Dies erschwert die Risikoabschätzung für zahnmedizinische Anwendungen.

Diese Erkenntnisse unterstreichen die Notwendigkeit weiterer Forschung zur Kinetik und Bioverfügbarkeit von BPA aus Dentalmaterialien. Sie mahnen auch zur Vorsicht bei der Interpretation von BPA-Messungen in einzelnen Körperflüssigkeiten und betonen die Wichtigkeit eines ganzheitlichen Ansatzes bei der Bewertung der BPA-Exposition in der Zahnmedizin.

In der Praxis des Autors wird BPA im Speichel bei Patienten (IMD Berlin) mit bestimmten Risikofaktoren oder Erkrankungen gemessen, darunter:

- Wachstumsstörungen
- Infertilität
- Hormonabhängige Tumoren
- Adipositas

Diskrepanz zwischen Forschung und klinischer Praxis

Trotz der wachsenden wissenschaftlichen Evidenz für die Risiken von ED in Dentalmaterialien spiegelt sich diese Erkenntnis bisher kaum in den offiziellen Handlungsempfehlungen wider. In den Leitlinien deutscher zahnmedizinischer Fachgesellschaften werden keine spezifischen gesundheitlichen Risiken durch BPA in

Zahnmaterialien beschrieben.

Auch bedenklich ist die Darstellung in aktuellen studentischen Lehrbüchern. Hier finden sich Aussagen wie: „Nach heutigem Erkenntnisstand... keine klinisch relevanten Östrogenwirkungen in Bezug auf BPA aus Dentalmaterialien“. Diese Einschätzung steht in deutlichem Widerspruch zu den drastisch gesenkten Grenzwerten der EFSA und der Einstufung von BPA als besonders besorgniserregenden Stoff durch die ECHA.

Ein weiteres Problem ist die unzureichende Deklaration von ED in Dentalmaterialien. Während Sicherheitsdatenblätter für Dentalmaterialien verpflichtend karzinogene, mutagene und reproduktionstoxische Stoffe ab einem Massenanteil von 0,1 % angeben müssen, besteht für ED keine solche Pflicht. Dies erschwert es Zahnärzten, informierte Entscheidungen über die von ihnen verwendeten Materialien zu treffen.

Weitere relevante ED in der Zahnmedizin

Neben BPA und seinen Derivaten gibt es weitere Substanzen in zahnmedizinischen Materialien, die als endokrine Disruptoren wirken können:

1. Triclosan: Dieser antibakterielle Wirkstoff wird in Zahnpasten und Mundspülungen offiziell empfohlen und eingesetzt. Inzwischen ist bekannt, dass Triclosan als ED wirkt und zudem toxikologisch und ökotoxikologisch als bedenklich bewertet wird.
2. Metallo-Östrogene: Verschiedene Metalle, die in zahnärztlichen Legierungen und Amalgamfüllungen vorkommen, können östrogenartige Wirkungen entfalten. Zu ihnen gehören Aluminium, Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und Quecksilber. Diese Metalle können an Östrogenrezeptoren

binden und werden daher mit gesteigerten Risiken für bestimmte Tumorerkrankungen in Verbindung gebracht. Beispielsweise werden östrogenrezeptor-positive Brustkrebszellen durch Metalloöstrogene zum Wachstum ange-regt. Neben anderen Dentalmetallen steht hier v.a. Quecksilber im Fokus. An dieser Stelle sei das Amalgamverbot ab 2025 zu begrüßen.

3. Phthalate: Diese Weichmacher finden sich in verschiedenen zahnmedizinischen Materialien, Zahnpasten und Mundspülungen. Auch Sie gehören zu den endokrinen Disruptoren.

Handlungsempfehlungen für eine ganzheitliche zahnmedizinische Behandlung

Der Autor ist Gruppenleiter der Arbeitsgemeinschaft Kunststoff der deutschen Gesellschaft für UmweltZahn-Medizin (DEGUZ). Dort werden aktuell wissenschaftliche Empfehlungen für die Auswahl und Verarbeitung von dentalen Kunststoffen in Praxis und Labor erar-beitet und gelehrt. Diese erscheinen demnächst auf www.deguz.de.

Angesichts der wachsenden Evidenz für gesundheitliche Risiken durch ED sollten Zahnärzte das Vorsorgeprinzip anwenden und die Exposition ihrer Patienten soweit wie möglich minimieren. Folgende Maßnahmen können dazu beitragen (Auszug DEGUZ-Empfehlungen):

- Bevorzugter Einsatz BPA-freier Dentalmaterialien, insbesondere bei Kindern, Schwangeren und Patienten mit hormonabhängigen Erkrankungen. Dabei ist jedoch Vorsicht geboten, da „BPA-frei“ nicht automatisch „ED-frei“ bedeutet. Eine kritische Prüfung der Inhaltsstoffe ist uner-lässig.
- Strikte Einhaltung der Herstellerangaben zur Ver-arbeitung von Kunststoffen, um eine möglichst vollständige? Polymerisation und geringe Rest-monomer-Freisetzung zu gewährleisten.
- Mindestpolymerisationszeiten von 2 x 20 Sekunden bei Bonding und Composit
- Die eingebrachte Materialschichtstärke sollte 1–2 mm nicht überschreiten.
- Verwendung einer LED-Lampe mit 1.200 mW/m²
- Gründliches Abspülen und Absaugen: Nach dem Einbringen von Kunststofffüllungen oder Versiegelungen sollte die Mundhöhle gründlich gespült und abgesaugt werden, um freie Mono-mere zu entfernen. Eine Politur (der Sauerstoff-inhibitionsschicht) ist zwingend.
- Bevorzugung von Keramikinlays statt Kunststoff-füllungen bei größeren Restaurationen

- kritische Indikationsstellung für kieferorthopädische Materialien wie kunststoffhaltige Kleber und Drähte (Nickel, Crom, Kobalt)
- keine Bulkfilltechnik

Fazit und Ausblick

Die wachsende Evidenz für gesundheitliche Risiken durch EC stellt die Zahnmedizin vor neue Herausforderungen. Eine ganzheitliche Zahnmedizin muss den Spagat zwischen effektiver Behandlung und Minimierung potenzieller Gesundheitsrisiken meistern.

Während die Datenlage zu Langzeitfolgen einer ED-Exposition durch Dentalmaterialien noch lückenhaft ist, sprechen das Vorsorgeprinzip und die drastisch gesenkten Grenzwerte für einen zurückhaltenden Einsatz potenziell endokrin wirksamer Substanzen. Zahnärzte sollten sich der Problematik bewusst sein und ihre Patienten entsprechend aufklären.

Die derzeit von der Deutschen Gesellschaft für Zahnheilkunde erstellte Datenbank zu Dentalkunststoffen ist ein wichtiger Schritt zu mehr Transparenz. Es sollten regulatorische Maßnahmen den Einsatz von ED in der Zahnmedizin begrenzen.

Dr. Stefan Dietsche
 Justinianstraße 3
 50679 Köln | Deutschland
 T 49 (0)221.3908390
hello@diwipraxis.de
www.diwipraxis.de
