

DENTISTA FOKUS

ZUKUNFT DER ZAHNMEDIZIN

Liebe Leserinnen,

in wenigen Tagen beginnt die 41. Internationale Dental-Schau (IDS) in Köln. Wie alle zwei Jahre trifft sich dort die Dentalindustrie mit Zahnmedizinern/-innen, Zahntechnikern/-innen und zahnmedizinischem Fachpersonal. Mit rund 2.000 Ausstellern aus über 60 Ländern bietet die IDS allen Interessierten einen umfassenden Überblick zu neuen Produkten und Innovationen in Zahnmedizin und -technik.

In unserer aktuellen Dentista-Ausgabe beschäftigen wir uns deshalb mit den neuesten Trends, die vor al-

lem im digitalen Bereich liegen. Der ausführliche Übersichtsartikel zur IDS von Zahnärztin Charlotte Wetzel gibt einen weitreichenden Einblick in die anstehenden Themen. Neben KI, Robotik, virtueller und augmentativer Realität geht es unter anderem auch um moderne Diagnostik sowie neue Materialien in der Endodontie und Implantologie.

Darüber hinaus stellen wir Ihnen in einem weiteren Beitrag die KI-Assistenz Sonia vor. Sonia unterstützt die Dokumentation in der Zahnarztpraxis und kann so in Zeiten des Fachkräftemangels als wertvolles Tool eingesetzt werden.

Abschließend informieren die Dentista-Patenfirmen in kurzen Beiträgen über ihre IDS-Aktivitäten und laden Sie zum Besuch vor Ort am Messestand ein.

Wir hoffen, Ihnen mit der IDS-Ausgabe der Dentista eine interessante, informative Einstimmung auf die Messe geben zu können und wünschen Ihnen viel Vergnügen beim Lesen,



Ihre
**Susann
Lochthofen**

Die IDS 2025 wirft ihre Schatten voraus: Zeit für einen Blick auf die kommenden Trends

Die Internationale Dental-Schau (IDS) in Köln ist die weltweit führende Fachmesse für die Dentalbranche. Alle zwei Jahre öffnet die Koelnmesse ihre Türen für Fachpersonal aus Zahnmedizin, Zahntechnik, Dentalhandel, Dentaltechnologie und verwandten Bereichen, um die neuesten Innovationen, Produkte und Dienstleistungen zu präsentieren. Neben den Produktpäsentationen runden Vorträge, Seminare und Live-Demonstrationen das Programm ab und bieten Einblicke in zukunftsweisende Entwicklungen. Mit ihrer internationalen Ausrichtung

zieht sie Besuchende und Ausstellende aus über 160 Ländern an und dient als zentrale Plattform für den Austausch von Wissen, dem Aufbau von Netzwerken und der Vorstellung von Innovationen in der Zahnmedizin und Zahntechnik (Abb. 1).

Im Folgenden werden die zentralen Themenbereiche besprochen, die wir auf der IDS 2025 erwarten können und einen weiteren Ausblick auf zukunftsweisende Forschungsergebnisse aufzeigen, die zukünftig ihren Weg in die Praxis finden könnten.

Digitale Technologien als Gamechanger

Die Zahnmedizin erlebt durch digitale Technologien eine grundlegende Transformation, die Präzision, Effizienz und Patienten/-innenkomfort auf ein neues Niveau hebt. Die digitale Zahnheilkunde umfasst alle Fachbereiche der Zahnmedizin in der Diagnostik, Behandlungsplanung und Therapie; moderne Werkzeuge eröffnen neue Möglichkeiten und setzen Maßstäbe für die Zukunft.

Präzision durch digitale Planungstools

Digitale Planungstools sind der Schlüssel zu einer präzisen und patienten/-innen-individuellen Behandlungsplanung. Sie ermöglichen es, komplexe Eingriffe wie Implantationen mithilfe von „Backward-planning“ oder kieferorthopädische Maßnahmen exakt vorzubereiten. Anhand dreidimensionaler (3D-)Modelle können Zahnärzte/-innen virtuelle Simulationen durchführen und so die besten Behandlungsoptionen für jede/-n Patient/-in identifizieren. Als besonders ist hier der schnelle Datenaustausch mit dem zahn-technischen Labor und mit spezialisierten Fachdienstleistenden der Dentalindustrie anzuführen. So lassen sich bestimmte Schritte bei Bedarf auslagern, wie etwa das Segmentieren von intraoral gescannten Zahnbögen.

Die Kombination von intraoralen Scannern (z. B. Primescan 2, Fa. Dentsply Sirona, Bensheim) und CAD/CAM-Technologien (z. B. DentalCAD 3.2 Elefsina, Fa. Exocad, Darmstadt) optimiert die Diagnostik und Therapie. Sie erlaubt die digitale Abformung von Zähnen und die direkte Herstellung von Zahnersatz, wodurch sich die Behandlungszeit erheblich verkürzen lässt. Diese Technologien erhöhen nicht nur die Präzision, sondern verbessern auch das Behandlungserlebnis für die Patienten/-innen⁵.

Revolution durch 3D-Druck

Der 3D-Druck als additives Verfahren hat die Herstellung zahnmedizinischer Komponenten revolutioniert. Mit Technologien wie Stereolithografie (SLA) und „Digital light processing“ (DLP) lassen sich Kronen, Brücken und Bohrschablonen für statisch geführte Eingriffe wie Implantationen oder navigierte Wurzelkanalbehandlungen präzise und schnell fertigen. Die Möglichkeit, Keramik als Werkstoff für Zahnersatz drucken zu können (z. B. CeraFab System S65



Abb. 1 © Koelnmesse GmbH, IDS Köln, Harald Fleissner.

Medical, Fa. Lithoz, Wien/Österreich), stellt dabei eine zukunftsweisende Anwendung der Technologie für digitale Workflows in der Zahnheilkunde dar, bei der besonders auch filigrane und individualisierte Lösungen umgesetzt werden können⁷.

Auch in der kieferorthopädischen Alignertherapie zeigt sich das breite-wirksame Potenzial des 3D-Drucks: Maßgeschneiderte, nahezu unsichtbare Schienen bieten eine effektive und ästhetische Behandlungsmöglichkeit beginnend bereits im frühen Wechselgebiss. Die Einsatzmöglichkeiten der Alignertherapie beschränken sich dabei nicht mehr ausschließlich auf die Ausformung der Zahnbögen bei rein dentalen Fehlstellungen, sondern sie kann auch zur Korrektur skelettaler Fehlstellungen genutzt werden, etwa zur Vorverlagerung des Unterkiefers (Invisalign Mandibular Advancement, Fa. Align Technology, Köln)¹⁰ oder zur transversalen Erweiterung des Oberkiefers (Invisalign Palatal Expander, Fa. Invisalign, Tempe AR/USA; FDA-Zulassung USA).

Navigierte Chirurgie: Echtzeit-Feedback für Präzision

Die dynamisch geführte oder navigierte Chirurgie ist ein weiterer Meilenstein in

digitaler Innovation (z. B. X-Guide, Fa. Nobel Biocare, Herzogenrath). Mithilfe von Echtzeit-Feedback können Eingriffe präziser durchgeführt werden, was Risiken minimiert und die Erfolgsrate erhöht – ganz ohne Verwendung von Insertionschienen. Dieses Verfahren bietet insbesondere in der Implantologie und bei komplexen chirurgischen Eingriffen erhebliche Vorteile. Die Navigation basiert auf präoperativer digitaler Planung. Nach der Erfassung von DVT-Daten erfolgt die virtuelle Planung des Eingriffs mithilfe spezialisierter Software, die Position, Tiefe und Achse der Instrumente definiert. Während des Eingriffs liefert das Navigationssystem Echtzeit-Feedback zur Position und Ausrichtung der Instrumente, wodurch Abweichungen sofort korrigierbar sind. Abschließend ermöglicht die Technik eine direkte Kontrolle der Ergebnisse, z. B. die Validierung der Implantatposition, und steigert so die Sicherheit und Präzision insbesondere bei komplexen anatomischen Verhältnissen¹⁶.

Bildgebende Verfahren: mehr als Röntgen

Moderne bildgebende Verfahren erweitern die diagnostischen Möglichkeiten der

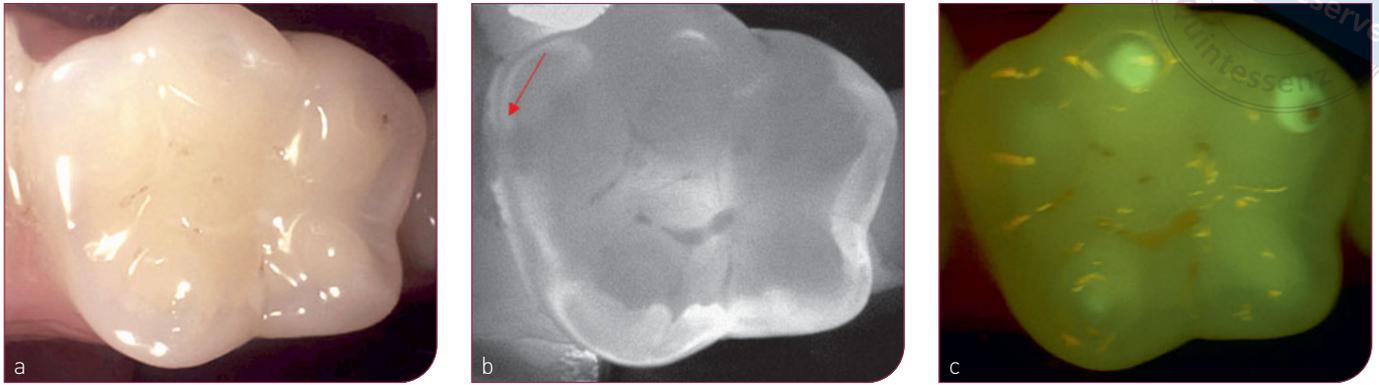


Abb. 2a bis c Abgebildet ist Zahn 36, aufgenommen mit der DIAGNOcam Vision Full HD (Fa. KaVo) im Intraoral- (a), Transilluminations- (b) und Fluoreszenz-Modus (c). Der rote Pfeil in Abbildung 2b markiert die kariöse Läsion, die sich bis in das äußere Dentindrittel ausdehnt. © Katrin Heck

Zahnmedizin erheblich. Techniken wie die Nahinfrarotlicht-Transillumination (NIRT; z. B. DIAGNOcam Vision Full HD, Fa. KaVo, Biberach) und optische Kohärenztomografie (OCT; als Prototyp-Sonde in Kooperation mit der Fa. orangedental, Biberach an der Riß) liefern detaillierte Einblicke in die Zahnhartsubstanz und umliegendes Gewebe ohne die Verwendung von ionisierender Strahlung und sind daher für Kinder von Interesse. Beide Verfahren arbeiten mit Lichtwellenlängen nahe des Infrarotbereichs: Mit dem NIRT-System durchstrahlt Licht, welches über den Alveolarknochen in die Wurzel eingeleitet wird, den zu beurteilenden Zahn und wird durch die verschiedenen Mineralisationsgrade von Dentin, Karies und Schmelz unterschiedlich gebrochen und absorbiert¹⁵ (Abb. 2). Die OCT ähnelt der Sonografie und nutzt die Interferenz, die bei Überlagerung von ausgesendetem Referenzlicht und rückgestreutem Licht entsteht. Durch Reflexionen der ausgesendeten Lichtwellen an Grenzflächen unterschiedlichen Brechungsindex kann über 2D-Querschnittsbilder ein 3D-Bild ausgegeben werden²². Durch beide Verfahren können besonders gut initialkariöse Läsionen dargestellt und diagnostiziert werden.

Die Mikro-Computertomografie (μ CT) ist ein hochauflösendes bildgebendes Verfahren, das mithilfe von Röntgen-

strahlung detaillierte, 3D-rekonstruierte Darstellungen von Geweben und Strukturen ermöglicht. Im Gegensatz zum herkömmlichen CT zeichnet sich das μ CT durch eine hohe Auflösung im Mikrometerbereich aus. Es wird bisher vor allem in der Forschung und experimentellen Zahnmedizin ex vivo eingesetzt, da es im klinischen Alltag aufgrund von Strahlenexposition und technischen Einschränkungen noch nicht praktikabel ist.

Eine besonders zukunftsweisende Entwicklung ist die Dental-Magnetresonanztomografie (Dental-MRT). Sie ermöglicht strahlungsfreie, 3D-Aufnahmen von Hart- und Weichgewebe und kann frühe entzündliche Veränderungen und Ödembildungen des zahntragenden Knochens und des Zahnhalteapparats vor dem Eintritt von Substanzverlust oder auch Pulpnekrosen bei dentalen Traumata sichtbar machen. Auch im endodontischen Fachgebiet bringt sie Vorteile, indem sie aktive entzündliche von narbig veränderten apikalen Osteolysen unterscheiden kann. Da die Technik frei von ionisierender Strahlung ist, können Krankheitsverläufe beobachtet oder auch Therapien überwacht werden. Das Dental-MRT stellt somit eine schonende Ergänzung oder sogar Alternative zum klassischen Röntgen dar. Dedizierte Systeme (Magnetom Free.Max Dental Edition¹, Fa. Dentsply Sirona, Bensheim/

SiemensHealthineers, Forchheim) existieren bereits in Universitätskliniken, die Integration in die Praxis wird in den kommenden Jahren voraussichtlich voranschreiten – dann wahrscheinlich mit einer neuen zu erwerbenden MRT-Fachkunde.

Cloud-Lösungen: Vernetzte Praxis der Zukunft

Professionelle dentale Cloud-Systeme (z. B. DS Core, Fa. Dentsply Sirona, Bensheim) bieten eine Plattform für die Integration und den Austausch von Daten. Cloud-basierte Systeme ermöglichen es, die gesamte Praxisausstattung – von Intraoralscannern über CAD/CAM-Systeme bis hin zu 3D-Druckern – zentral zu vernetzen. Das erleichtert den Workflow, optimiert die Zusammenarbeit mit Dentallaboren und ermöglicht standortunabhängigen Zugriff auf alle relevanten Informationen unter Einhaltung der Datenschutzstandards. Dies fördert die Zusammenarbeit zwischen Spezialisten/-innen und sorgt für eine effiziente und qualitativ hochwertige Patienten/-innenversorgung. Indem große und komplexe Datenmengen (Big Data) auf externen Servern gespeichert und genutzt werden können, können durch den Zuwachs an Rechenleistung und der Verarbeitungsmöglichkeit über Künstliche Intelligenz



(KI) neue, datengetriebene zahnmedizinische Therapien erschlossen werden.

Auch die technische Instandhaltung profitiert von Cloud-Lösungen. Geräte wie Kompressoren oder Sauganlagen melden Wartungsbedarf oder Fehlfunktionen eigenständig, wodurch Reparaturen effizienter und zeitgerecht durchgeführt werden können.

Künstliche Intelligenz: Die digitale Assistenz der Zukunft?

KI ist längst mehr als ein Schlagwort aus der Welt der Technologie: Sie prägt unseren Alltag und wird zunehmend zu einem unverzichtbaren Werkzeug in nahezu allen Lebensbereichen. Vom Smartphone, das uns per Sprachbefehl durch den Tag navigiert, bis hin zu hochkomplexen Algorithmen, welche Krebsdiagnosen unterstützen, zeigt KI ihr breitgefächertes Potenzial. KI eröffnet auch in der Zahnmedizin Chancen für präzisere Diagnosen, personalisierte Behandlungspläne und effizientere Praxisabläufe. Als digitale Assistenz der Zukunft verbindet KI technologischen Fortschritt mit praktischer Anwendung – und setzt neue Maßstäbe in Diagnostik, Behandlungsplanung und bei chirurgischen Eingriffen^{1,24}.

Diagnostik: Präzision durch Automation

In der zahnmedizinischen bildgebenden Diagnostik zeigt sich das Potenzial der KI besonders deutlich. Algorithmen können Pathologien wie Karies, Parodontitis oder apikale Osteolysen anhand von Röntgenaufnahmen erkennen und übertrumpfen dabei sogar zahnmedizinische Experten/-innen des jeweiligen Fachgebiets (z. B. dentalXrai Pro 3.0, Fa. dentalXrai, Berlin). Durch das Einbinden von automatisierter KI-Soft-

ware können Diagnosen genauer und früher auch von nicht auf das jeweilige Fachgebiet spezialisiertem Personal bei gleichzeitiger Zeitersparnis getroffen werden. Ähnliches erhofft man sich zukünftig durch die Unterstützung von KI bei intraoralen Fotografien von seltenen Mundschleimhautläsionen²⁰.

Durch Mithilfe von KI können in der Kieferorthopädie zeitintensive Orientierungspunkte im FRS automatisch gesetzt und Cephalometrie-Auswertungen durchgeführt werden, die eine präzise Behandlungssteuerung erlauben (z. B. CephX, Fa. ORCA Dental AI, Herzliya/Israel). Die automatisierte Analyse beschleunigt die Diagnose und reduziert das Risiko menschlicher Fehler^{6,14}.

Personalisierte Behandlungsplanung: maßgeschneiderte Therapien

KI-Modelle ermöglichen die präzise Planung von Implantaten, kieferorthopädischen Maßnahmen und chirurgischen Eingriffen. Spezialisierte Software analysiert patienten/-innenspezifische Faktoren wie Alter, Geschlecht, Gewicht, Knochendichte, anatomische Besonderheiten oder medizinische Vorgeschichte und entwickelt darauf abgestimmt personalisierte Therapieansätze. Mithilfe solcher Vorhersagen können Zahnärzte/-innen ihre Therapieentscheidungen auf fundierte Daten stützen und so eine langfristige Prognosesicherheit gewährleisten.

In der Kieferorthopädie kommen durch den Einsatz von „Cloud computing“ erweiterte Prognose-Tools hinzu: Durch den Zugriff auf umfangreiche Datensätze können KI-gestützte Algorithmen genutzt werden, um Muster und Trends in Einzelfällen präziser zu beurteilen. Dies ermöglicht personalisierte Prognosen, z. B. ob ein Kind in seiner weiteren Entwicklung eine Fehlstellung wie eine Klasse-III-Malokklusion mit hoher Wahrscheinlichkeit entwickeln wird¹³.

Effiziente Praxisverwaltung durch KI-gestützte Tools

Neben der direkten Patienten/-innenversorgung optimiert KI auch administrative Prozesse. „Large language“-Modelle und sprachgesteuerte Anwendungen erleichtern die Praxisverwaltung erheblich. Sprachgesteuerte Softwarelösungen ermöglichen eine freihändige Bedienung: Mit einfachen Sprachbefehlen lassen sich Bildaufnahmen anfordern, Datensätze vergleichen oder Patienten/-innendaten navigieren – ein entscheidender Vorteil in keimarmen oder sterilen Arbeitsumgebungen (z. B. DEXvoice, Fa. KaVo/Simplifeye, Biberach). Weitere Anwendungen umfassen die automatisierte Dokumentation von Behandlungsnotizen, die Erstellung von Abrechnungspositionen und Rechnungen sowie das Verfassen von Arztbriefen (z. B. Fa. Sonia Solutions, Hamburg). Rund um die Uhr verfügbare virtuelle Assistenzsysteme übernehmen die Kommunikation mit Patienten/-innen, beantworten Fragen oder vereinbaren und erinnern an Termine⁴.

Virtuelle und augmentierte Realität in Ausbildung und Behandlung

Virtuelle Realität (VR) und augmentierte Realität (AR) gewinnen ebenfalls an Bedeutung in der zahnmedizinischen Behandlung. Während VR eine vollständig virtuelle 3D-Welt schafft, in die Nutzende eintauchen, kombiniert AR die reale Welt mit eingeblendeten virtuellen Informationen. Durch den Einsatz von AR über VR/AR-Brillen (z. B. Fa. Cattani S.p.A., Parma/Italien) können Zahnärzte/-innen Eingriffe direkt im Gebiss simulieren oder während einer Behandlung Röntgenbilder ins Sichtfeld projizieren. Die Technologien finden aktuell vor allem in der Ausbildung (z. B. App Tooth Anatomy Inspector; aktuell Preview) Anwendung¹¹ und stehen für die Behandlung



Abb. 3a und b Auswahl und Darstellung des Zahns 46 in der App Tooth Anatomy Inspector mit individuell adaptierter Transparenz des Dentinanteils (a). Zahn 46 dargestellt in erweiterter Realität (AR) in der zahnärztlichen Praxis (b). © Marcel Reymus

zwar noch am Anfang ihrer Entwicklung, versprechen jedoch, die Zahnmedizin zu optimieren und die Digitalisierung weiter voranzutreiben (Abb. 3).

In anderen Berufszweigen ist die Verwendung von VR/AR bereits nicht mehr wegzudenken: In der Avionik verbessert VR die Piloten/-innenschulung durch immersive Simulationen und optimiert Flugzeugwartung durch virtuelle Inspektionen und Flugzeugwartungen, während im Automotive-Bereich VR für Fahrerassistenzsysteme, Navigation und die Entwicklung ergonomischer Designs eingesetzt wird.

Robotik: Präzision und Unterstützung

Physische Roboter ohne KI finden bereits vielfältige Anwendungen in der Zahnmedizin. Sie unterstützen automatisiert bei der Instrumentenaufbereitung, dem Biegen von kieferorthopädischen Retainern und in der studentischen Ausbildung.

KI-gesteuerte Robotik-Systeme sind nicht die Technologie der Zukunft, sondern längst Teil unserer Gegenwart: Cloud-basierte Assistenzroboter entlasten das zahnmedizinische Personal zusätzlich durch automatisierte Routineaufgaben und könnten angesichts

des Fachkräftemangels eine wertvolle Unterstützung in der Praxis liefern (z. B. Cruzr Serviceroboter, Fa. Swiss Licht, Hauptwil/Schweiz).

Ein innovatives Beispiel für die Kombination von Robotik und KI in der Behandlung ist der nicht-autonome Yomi-Roboter (Fa. Neocis, Miami/FL/USA), der in den USA bereits FDA-zertifiziert ist. Dieses System bietet Zahnärzten/-innen Unterstützung bei Implantationen und chirurgischen Eingriffen durch haptisches Feedback und KI-gestützte Navigation. Robotergestützte Systeme ermöglichen eine hochpräzise Platzierung von Zahnimplantaten, reduzieren potenzielle Fehlerquellen und minimieren die Invasivität und Zeit von Eingriffen²¹.

In naher Zukunft könnten vollständig autonom agierende KI-Roboter komplexe Eingriffe übernehmen. Erste Tests in diesem Bereich zeigen vielversprechende Ergebnisse: Im Sommer 2024 führte ein Roboter (Fa. Perceptive Technologies, Boston, MA/USA) erstmals autonom eine Kronenpräparation und -versorgung durch. Mithilfe eines 3D-Scanners und optischer Kohärenztomografie wurde ein hochpräzises Modell des Mundraums (inklusive Zähnen, Gingiva, Pulpenkavum und Nerv-Gefäß-Bahnen) erstellt, um den Zahn für eine Überkronung vor-

zubereiten. Die Technologie ermöglicht schnellere, genauere und strahlungsfreie Eingriffe – in diesem Fall laut Hersteller in nur 15 Minuten. Die FDA-Zulassung für solche Systeme steht aktuell noch aus. Inwiefern solche KI-gesteuerten Roboter ihre Verwendung in der täglichen zahnärztlichen Praxis finden, ist trotz aller Vorteile nicht zuletzt auch eine Kostenfrage.

Aktueller Gegenstand der Forschung sind zudem Nano- bzw. Mikroroboter, die auf molekularer oder mikroskopischer Ebene arbeiten, um hochpräzise Aufgaben in der Mundhöhle auszuführen, die mit herkömmlichen Methoden schwierig oder unmöglich scheinen. Zukunftsweisende Ansätze umfassen den Einsatz zur Unterstützung der häuslichen Mundhygiene und Therapie von oralen Pilzinfektionen¹⁸ sowie in der Endodontie. Hier sollen Nanoroboter in die (bisher nicht erreichbaren) Dentintubuli im Rahmen der chemomechanischen Aufbereitung eindringen und diese reinigen können². Technologisch basieren diese Roboter auf Eisenoxid-Nanopartikeln, die durch Magnetfelder gezielt einzeln gesteuert oder zu funktionalen Einheiten zusammengefasst werden können. Diese Technologie ist noch in der Forschungs- und Entwicklungsphase, ihnen wird ein gro-



ßes Potenzial zugeschrieben, die Zahnmedizin grundlegend zu revolutionieren.

Regenerative Zahnmedizin und minimalinvasive Ansätze

Die Revitalisierung zählt in der regenerativen Endodontie zu den innovativen Alternativen zur klassischen Wurzelkanalbehandlung. Sie wird vor allem bei jugendlichen Patienten/-innen angewandt, deren bleibende Zähne noch nicht vollständig ausgereift sind und deren Wurzelwachstum noch nicht abgeschlossen ist. Ziel ist es, die Vitalität der Pulpa zu erhalten und gleichzeitig das Wachstum der Wurzellänge und -dicke zu fördern. Nach der Entfernung nekrotischer Pulpaanteile und der gründlichen Desinfektion des verbleibenden Gewebes wird eine gezielte Einblutung angeregt⁸. Diese soll mesenchymale Stammzellen einschwemmen und so die Geweberegeneration unterstützen. Durch die engere Verknüpfung mit der Grundlagenforschung erweitert die Stammzellforschung die Möglichkeiten der Zahnmedizin, insbesondere für die Regeneration der Zahnpulpa, aber auch für die Regeneration von Dentin, Parodontalligament und Knochen – auch wenn die Übertragung im Sinne einer „biologischen Füllungstherapie“ oder gar Züchtung ganzer funktioneller Zahnkeime mit Krone, Pulpa und Zahnhalteapparat mit einer primitiven Wurzel („Biotooth“) in die klinische Anwendung wahrscheinlich noch in weiter Zukunft liegt⁹.

Ein weiteres innovatives Verfahren ist die Gewinnung von plättchenreichem Fibrin („Platelet-rich fibrin“, PRF) aus Eigenblut der Patienten/-innen (z. B. Systeme der Fa. Mectron Deutschland, Köln). Dieses Verfahren fördert die Geweberegeneration und Wundheilung bei Extraktionen, (mini-)implantologischen und parodontalchirurgischen Eingriffen

sowie Knochenaufbaumaßnahmen. Für die Herstellung wird eine geringe Menge Blut entnommen und in einer speziellen Zentrifuge aufgetrennt, wodurch eine Matrix aus PRF entsteht. Diese Matrix ist reich an Wachstumsfaktoren, die Zellproliferation und Gewebeneubildung stimulieren. Als autologes Material ist PRF biokompatibel, resorbierbar und nahezu risikofrei²³.

Zudem gewinnen minimalinvasive und nichtinvasive Behandlungsmethoden an Bedeutung im Praxisalltag. Die Kariesinfiltration (ICON, Fa. DMG Dental, Hamburg) ermöglicht eine schonende Behandlung von „White spots“ und nichtkavierten kariösen Läsionen, während Silberdiaminfluorid (z. B. Riva Star, Fa. SDI Limited, Bayswater Victoria/Australien) zur frühzeitigen Behandlung von Wurzelkaries eingesetzt wird, um Gewebeverlust zu minimieren und gleichzeitig eine effektive Therapie sicherzustellen²⁵.

Materialinnovationen in Endodontie und Implantologie

Als Standard in der Endodontie gilt bei avitalen bleibenden Zähnen mit nicht abgeschlossenem Wurzelwachstum die Apexifikation mit bioaktivem Mineraltrioxidaggregat (MTA) oder Biodentine (Fa. Septodont, Niederkassel). Beide biokeramischen Materialien können zusätzlich zur Deckung von Perforationen des Wurzelkanals, des Pulpakammerbodens, von internen Resorptionen sowie als retrogrades Wurzelkanalverschlussmaterial verwendet werden. Durch neue anwendungsfreundliche Formen (z. B. in Kapselform; Biodentine XP, Fa. Septodont) und verschiedene Konsistenzen (z. B. als spritzbare Paste oder knetbares Putty, Total Fill BC RPM, Fa. FKG Dentaire Sàrl, Le Crêt-du-Loche/Schweiz) kann so individuell an die Bedürfnisse angepasst

die optimale Verarbeitungsform gewählt werden, um den Erfolg von Wurzelkanalbehandlungen zu optimieren. Zusätzlich entwickeln sich auch die Aufbereitungsmotoren für maschinelle Feilensysteme weiter: Automatische sensorlose Motorsteuerungen reagieren auf unerwünschte Schwankungen von Drehzahl und Drehmoment, detektieren während der Aufbereitung den Wurzelapex und sorgen für mehr Sicherheit in der Behandlung (X-Smart Pro+, Fa. Dentsply Sirona).

In der Implantologie ergänzen neue Materialoptionen den für lange Zeit konkurrenzlos gebliebenen Implantatwerkstoff Titan: Implantatkörper und -abutments (BioHPP, Fa. bredent medical, Senden) aus Polyetheretherketon (PEEK), einem hochleistungsfähigen thermoplastischen Polymer, gelten als vielseitige Alternative, da diese durch ein dem natürlichen Knochen ähnliches Elastizitätsmodul das Risiko von „Stress shielding“, einem Phänomen, bei dem Osteopenie durch die Druckbelastung des metallischen oder keramischen Implantats gefördert wird, reduziert¹⁷. Spannend ist außerdem bei der Verwendung von PEEK als Implantatkörper die mögliche additive Fertigung im 3D-Druck, was die Herstellung von patienten/-innenspezifischen Implantaten ermöglicht. Während PEEK in einzelnen Studien bereits vielversprechend ist, sind Langzeitdaten zu Implantatkörpern noch begrenzt verfügbar^{12,19}.

Zahnfarbene Zirkonoxid-Implantate (z. B. Pure Ceramic, Fa. Straumann, Freiburg i. Br.) überzeugen durch Biokompatibilität und verbesserte Langzeitästhetik bei möglicher Rezessionsbildung im sichtbaren Bereich. Ein alternativer Ansatz bei der Nutzung von Zirkonoxidimplantaten orientiert sich an einem biomimetischen Gesamtdesign, das die natürlichen dentalen Strukturen nachahmt: Ein in ein Zirkonoxidimplantat inserierter Patent-



Glasfaserstift (Fa. Zircon Medical Management, Altendorf/Schweiz) fungiert als Dämpfungselement, indem es die biomechanischen Eigenschaften von Dentin simuliert und eine naturgetreue Kraftübertragung ermöglicht. Entsprechende zweiteilige Implantate zeigten in einer Langzeitstudie gute Ergebnisse, insbesondere keine Periimplantitis und eine hohe Implantat-Überlebensrate³.

Neue Wege für ein gesundes Lächeln

Ein japanisches Konzept zur Kariesprophylaxe etabliert sich zunehmend in der Dentalwelt: Hydroxyapatit in Nanopartikelgröße (nano-mHAP) wird sowohl für die häusliche Anwendung (Apadent, Apagard, Fa. Sangi Europe, München) als auch im professionellen Bereich (Apapro, Fa. Sangi Europe, München) eingesetzt. Der Wirkstoff soll Zahnschmelz restaurieren und remineralisieren, wenn er nach Eingriffen wie mechanischer Zahnreinigung, Bleaching oder KFO-Behandlungen als letzten Schritt aufgetragen wird. Die Technologie von nano-mHAP, ursprünglich im Rahmen von NASA-Forschungen entwickelt, brachte dem Unternehmen dieses Jahr die Aufnahme in die „U.S. Space Technology Hall of Fame“ ein.

In der häuslichen Mundhygiene trenden smarte, elektrische Zahnbürsten, die mit fortschrittlichen Bewegungssensoren im Bürstenkopf ausgestattet sind (z. B. Oral-B iO Series 10, Fa. Procter & Gamble, Schwalbach am Taunus). Diese Zahnbürsten verbinden sich mit einer App, die mithilfe von KI individuelle Putzmuster erkennt und Echtzeit-Feedback zu Aspekten wie Anpressdruck (mit automatischer Anpassung der Intensität), Bewegungsrichtung, Putzfläche und Frequenz liefert. Dank personalisierter Putzempfehlungen wird die Mundhygiene noch effek-

tiver und an die Bedürfnisse jedes Einzelnen angepasst.

Im Vergleich dazu stellen „Full arch“-Zahnbürsten eine innovative Lösung für die häusliche Zahnreinigung dar, die sich auch besonders für vulnerable Gruppen als hilfreich erweisen. Die Hufeisenform ermöglicht es, die gesamte Zahnreihe eines Zahnbogens in einem Schritt zu reinigen, was sie besonders für Menschen mit eingeschränkter Motorik, ältere Personen, pflegebedürftige Personen und Kinder geeignet macht. Gleichzeitig fördern sie die Selbstständigkeit, indem sie Betroffenen ermöglichen, ihre Zahnpflege einfacher und effektiver selbst durchzuführen. Einen spannenden Ansatz zu „Full arch“-Zahnbürsten präsentierte das Wiener Start-up epitome im März 2024: Mithilfe von über 100 Sensoren und dem Einsatz von KI wurde das erste autonome Zahnreinigungsgerät vorgestellt, das Biofilm sichtbar macht und autonom gezielt entfernt. Während der 30-sekündigen Zahnanalyse sollten zusätzlich über 300 Datenpunkte zu Vitalwerten wie Temperatur, Herzfrequenz, Blutdruck und Sauerstoffsättigung im Sinne einer digital vernetzten Gesundheitsstrategie erfasst werden. Am 5. Dezember 2024 musste das Unternehmen Insolvenz anmelden.

Fazit

Die neuesten Entwicklungen und Produkte lassen sich auf der 41. IDS vom 25. bis zum 29. März 2025 in Köln begutachten. Von der Digitalisierung und KI in der Diagnostik und Behandlung bis hin zu fortschrittlichen Materialien und nachhaltigen Produkten – die IDS wird ein Hotspot für die neuesten Trends, die sowohl die Effizienz als auch die Qualität der zahnmedizinischen Versorgung steigern sollen.

Literatur

1. Ahmed N, Abbasi MS, Zuberi F et al. Artificial intelligence techniques: Analysis, application, and outcome in dentistry – A systematic review. *Biomed Res Int* 2021;9751564.
2. Babeer A, Bukhari S, Alrehaili R, Karabucak B, Koo H. Microrobotics in endodontics: A perspective. *Int Endod J* 2024;57(7):861–871.
3. Brunello G, Rauch N, Becker K et al. Two-piece zirconia implants in the posterior mandible and maxilla: A cohort study with a follow-up period of 9 years. *Clin Oral Implants Res* 2022;33(12):1233–1244.
4. Büttner M, Leser U, Schneider L, Schwendicke F. Natural language processing: chances and challenges in dentistry. *J Dent* 2024;141:104796.
5. Chappuis Chocano AP, Venante HS, Bringel da Costa RM et al. Evaluation of the clinical performance of dentures manufactured by computer-aided technology and conventional techniques: A systematic review. *J Prosthet Dent* 2023;129(4):547–553.
6. Davidovitch M, Sella-Tunis T, Abramovic L et al. Verification of convolutional neural network cephalometric landmark identification. *Appl Sci* 2022;12(24):12784.
7. Dewan H. Clinical effectiveness of 3D-milled and 3D-printed zirconia prosthesis – A systematic review and meta-analysis. *Biomimetics (Basel)* 2023;8(5):394.
8. Glynis A, Foschi F, Kefalou I, Koletsi D, Tzanetakis GN. Regenerative endodontic procedures for the treatment of necrotic mature teeth with apical periodontitis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Endod* 2021;47(6):873–882.
9. Götz W. Dentale Stammzellen: Grundlagen und Perspektiven. *Zahnmedizin* up2date 2013;7(02):115–135.
10. Hosseini HR, Ngan P, Tai SK, Andrews LJ 2nd, Xiang J. A comparison of skeletal and dental changes in patients with a Class II relationship treated with clear aligner mandibular advancement and Herbst appliance followed by comprehensive orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2024;165(2):205–219.
11. Joda T, Gallucci GO, Wismeijer D, Zitzmann NU. Augmented and virtual reality in dental medicine: A systematic review. *Comput Biol Med* 2019;108:93–100.

12. Kandula UKR, Monika D, Verma PC, Rathi A, Saravanan P. A comprehensive review on manufacturing and characterization of polyetheretherketone polymers for dental implant applications. *3D Print Addit Manuf* 2024;11(4):1441–1461.
13. Kazimierczak N, Kazimierczak W, Serafin Z et al. AI in orthodontics: Revolutionizing diagnostics and treatment planning—a comprehensive review. *J Clin Med* 2024;13(2):344.
14. Kim MJ, Liu Y, Oh SH et al. Evaluation of a multi-stage convolutional neural network-based fully automated landmark identification system using cone-beam computed tomography-synthesized posteroanterior cephalometric images. *Korean J Orthod* 2021;51(2):77–85.
15. Lederer A, Kunzelmann KH, Heck K, Hickel R, Litzemberger F. In vitro validation of near-infrared transillumination at 780 nm for the detection of caries on proximal surfaces. *Clin Oral Investig* 2019;23(11):3933–3940.
16. Li K, Li T, Guo G et al. Dynamic navigation vs. static navigation in implant placement: A meta-analysis. *J Dent* 2024;151:105395.
17. Meenan BJ, McClorey C, Akay M. Thermal analysis studies of poly(etheretherketone)/hydroxyapatite biocomposite mixtures. *J Mater Sci Mater Med* 2000;11(8):481–489.
18. Oh MJ, Yoon S, Babeer A et al. Nanozyme-based robotics approach for targeting fungal infection. *Adv Mater* 2024;36(10):e2300320.
19. Rahmitasari F, Ishida Y, Kurahashi K et al. PEEK with reinforced materials and modifications for dental implant Applications. *Dent J (Basel)* 2017;5(4):35.
20. Rokhshad R, Mohammad-Rahimi H, Price JB et al. Artificial intelligence for classification and detection of oral mucosa lesions on photographs: A systematic review and metaanalysis. *Clin Oral Investig* 2024;28(1):88.
21. Saeed A, Alkhurays M, AlMutlaqah M, AlAzbah M, Alajlan SA. Future of using robotic and artificial intelligence in implant dentistry. *Cureus* 2023;15(8):e43209.
22. Schneider H, Ahrens M, Strumski M et al. An Intraoral OCT probe to enhanced detection of approximal carious lesions and assessment of restorations. *J Clin Med* 2020;9(10):3257.
23. Song P, He D, Ren S, Fan L, Sun J. Platelet-rich fibrin in dentistry. *J Appl Biomater Funct Mater* 2024;22:22808000241299588.
24. Thurzo A, Urbanová W, Novák B et al. Where is the artificial intelligence applied in dentistry? Systematic review and literature analysis. *Healthcare (Basel)* 2022;10(7):1269.
25. Worthington HV, Lewis SR, Glenny AM et al. Topical silver diamine fluoride (SDF) for preventing and managing dental caries in children and adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2024;11(11):CD012718.



Zahnärztin Charlotte Wetzel



Prof. Dr. med. dent. Falk Schwendicke

ZÄ Charlotte Wetzel
 Poliklinik für Zahnerhaltung und
 Parodontologie
 Klinikum der Ludwig-Maximilians-
 Universität (LMU) München
 Goethestraße 70
 80336 München
 E-Mail:
 charlotte.wetzel@med.uni-muenchen.de