

Wie moderne Technologien die Zukunft gestalten

Vom Scan zum Zahnersatz.

Hochauflösende Intraoralscans, CAD/CAM-gesteuerte Frästechnik und additive Fertigung – die Digitalisierung definiert die Zahnmedizin neu: schneller, präziser, patientenorientierter. Doch die digitale Transformation bringt auch Herausforderungen mit sich: Wie zuverlässig sind Abformungen, welche Materialien halten klinischem Alltag stand, und wie integrieren Praxen die neuen Workflows?

Im Gespräch mit Dr. Maria Grazia Di Gregorio-Schininà, Oberärztin der Abteilung Prothetik an der Uniklinik Köln, werfen wir einen tiefgehenden Blick auf die neuesten Entwicklungen der digitalen Zahnmedizin – von virtueller Planung über computergestützte Fertigung bis hin zur Akzeptanz moderner Versorgungsmethoden durch Patienten.

Frau Dr. Di Gregorio-Schininà, als Oberärztin in der Abteilung für Prothetik an der Uniklinik Köln haben Sie einen umfassenden Blick auf die aktuellen Entwicklungen. Wie hat sich die digitale Zahnmedizin in den letzten Jahren verändert?

In den letzten Jahren hat sich die digitale Zahnmedizin rasant weiterentwickelt. Der Einsatz von Intraoralscannern, Face-Scannern und DVT-Geräten für die klinische Diagnostik sowie die CAD/CAM-Technologien und der 3D-Druck im zahntechnischen Bereich haben sich stark etabliert und werden zunehmend zum Standard. Die Integration von KI-gestützten Planungs- und Diagnosetools ermöglicht den Behandlern und Technikern heute eine deutlich präzisere und effizientere Behandlungsplanung. Dies realisiert zudem bessere Strategien für eine umfassende Patientenaufklärung, da Behandlungsergebnisse und Kompromisse oder Grenzen besser besprochen werden können.

Welche Vorteile bieten digitale Verfahren konkret für die Planung und Fertigung von Zahnersatz und gibt es messbare Verbesserungen in der Präzision oder in der Patientenzufriedenheit?

Digitale Verfahren unterstützen gute Abformungen und eine schnellere Herstellung des Zahn-

ersatzes sowie eine deutlich höhere Vorhersagbarkeit des Behandlungsergebnisses. Die Passgenauigkeit von Kronen, Brücken oder Implantataufbauten ist durch digitale Fertigung oft deutlich besser und vor allem schneller möglich. Studien zeigen, dass die Patientenzufriedenheit insbesondere durch kürzere Behandlungszeiten und weniger invasive Abformmethoden gestiegen ist.

Wie hat sich die Kommunikation zwischen den Zahn-technikern und Chirurgen durch digitale Prozesse verändert? Gibt es hier neue Möglichkeiten zur interdisziplinären Zusammenarbeit?

Absolut. Die digitalen Behandlungsstrategien ermöglichen eine engere Zusammenarbeit und gute Absprache bezüglich der Behandlungsplanung. Der Einsatz von digitalen Planungssoftwares ermöglicht den Prothetikern, Chirurgen und Zahntechnikern eine gute gemeinsame Arbeit. Virtuelle Wax-ups, digitale Planungen und Freigaben in Echtzeit führen zu weniger Missverständnissen und einem effizienteren Ablauf. Die interdisziplinäre Zusammenarbeit wird dadurch nicht nur erleichtert, sondern qualitativ deutlich verbessert.

Gibt es aus Ihrer Sicht Herausforderungen oder Limitationen im digitalen Workflow, die bei der Planung von Implantaten und Zahnersatz beachtet werden müssen?

Ja, trotz aller Vorteile gibt es auch Herausforderungen. Eine durchgängige digitale Infrastruktur ist notwendig, was Investitionen in Technik und Schulung erfordert. Die Qualität der digitalen Daten ist entscheidend – schlechte Scans führen zu schlechten Ergebnissen. Ausserdem gibt es nach wie vor komplexe klinische Fälle, bei denen analoge Techniken sinnvoll ergänzen können. Nicht zuletzt müssen Datenschutz und Datensicherheit in der digitalen Kommunikation beachtet werden.



Wie schätzen Sie die langfristige Entwicklung der digitalen Zahnmedizin ein? Werden digitale Verfahren in Zukunft nahezu alle traditionellen Techniken ersetzen oder bleibt eine Mischung aus beidem notwendig?

Langfristig werden digitale Verfahren sicherlich den Grossteil der klassischen Prozesse übernehmen. Die Entwicklung geht klar in Richtung vollständiger digitaler Workflows. Dennoch wird es immer Indikationen geben, bei denen eine hybride Herangehensweise sinnvoll ist – etwa bei sehr individuellen ästhetischen Versorgungsmöglichkeiten oder bei Patienten mit schwieriger Anatomie. Eine fundierte Ausbildung in beiden Welten bleibt also weiterhin wichtig und eine gute Zusammenarbeit mit dem Zahn-techniker unabdingbar.

Zum Abschluss: Viele Patienten stehen digitalen Behandlungsmethoden noch skeptisch gegenüber. Wie gehen Sie mit dieser Skepsis um und was raten Sie Patienten, die sich für digitale Verfahren interessieren, aber noch Bedenken haben?

Eine ausführliche Aufklärung ist hier entscheidend und unerlässlich. Ich nehme mir Zeit, um den Patienten die Vorteile digitaler Verfahren anschaulich zu erklären – oft mit Bildern oder Beispielen. Wenn Patienten sehen, wie genau ein Intraoral-scanner funktioniert oder wie ein Implantat digital geplant wird, nehmen viele ihre Skepsis zurück. Ich rate Patienten, ihre Fragen offen zu stellen und sich auf die moderne Technik einzulassen – oft bedeutet das mehr Komfort, kürzere Behandlungen und bessere Ergebnisse.

Frau Dr. Di Gregorio-Schininà, herzlichen Dank für die interessanten Einblicke! 

Dr. Maria Grazia Di Gregorio-Schininà
Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Universitätsklinikum Köln (AöR)
maria.di-gregorio-schinina@uk-koeln.de
www.zahn-prothetik.uk-koeln.de



Auf der Spur des Spurenelements

Was die Zinkkonzentration in Zähnen verrät.

BERLIN – Zähne sind Verbundstrukturen aus Mineralien und Proteinen. Neben Kalzium und Phosphat enthalten sie Spurenelemente wie Zink. Ein Team der Charité Berlin, der TU Berlin und des HZB bestimmte mit komplementären mikroskopischen Verfahren die Verteilung von natürlichem Zink: Mit zunehmender Porosität des Dentins zur Pulpa hin steigt die Zinkkonzentration um das 5- bis 10-Fache. Das hilft, den Einfluss zinkhaltiger Füllungen auf die Zahngesundheit besser zu verstehen und könnte Verbesserungen in der Zahnmedizin anstossen.

Ähnlich wie Knochen enthält Dentin hauptsächlich Kalzium und Phosphat sowie organische Stoffe und eine Reihe von Spurenelementen, die normalerweise homogen verteilt sind. Das Spurenelement Zink kommt jedoch in einigen Regionen fast gar nicht vor, während es in der Nähe der Pulpa hingegen recht hoch konzentriert ist. Bis zu dieser Studie war nicht bekannt, wie hoch die Konzentration von natürlichem Zink ist und wie es in gesunden Zähnen verteilt ist.

Ideale Zahnproben

Das Team unter der Leitung von Prof. Dr. Paul Zaslansky, Charité Berlin, und Dr. Ioanna Mantouvalou, HZB, ver-

wendete für die Untersuchung Rinderzähne. Menschliche Zähne kamen für die Untersuchung nicht infrage, da diese in der Regel durch Behandlungen oder Zahnpasta mit Zink kontaminiert sind. Rinderzähne weisen eine hohe Ähnlichkeit mit menschlichen Zähnen auf und sind typischerweise viel jünger und ohne Vorgeschichte von Zahnbehandlungen oder Zähneputzen.

Wo steckt das Zink?

Für die Studie wurden Dünnschnitte angefertigt und im Rasterelektronenmikroskop untersucht; dabei zeigte sich eine nahezu homogene Intertubulärsubstanz. Anschliessend untersuchte das Team die Zähne mit verschiedenen zahnmedizinischen und industriellen 3D-Röntgentomographiesystemen, um die dreidimensionale Mikrostruktur, insbesondere die Dichte des Materials, zu kartieren. Wie erwartet nimmt die Zahndichte in der Nähe der Pulpa ab, weil in dieser Region immer mehr Tubuli liegen. Die quantitative Ermittlung der Mikrostruktur ermöglichte es, das Material korrekt zu modellieren und die experimentellen Daten aus einer weiteren umfangreichen Messreihe auszuwerten, der Mikro-Röntgenfluoreszenzspektroskopie. «Wir haben die Signale

vieler Elemente aufgezeichnet, insbesondere von Kalzium, Phosphor und Zink. Während Kalzium und Phosphor, die beide aus den Nanokristallen des Dentins stammen, gleichmässig verteilt sind, haben wir einen sehr starken Anstieg der Zinkkonzentration von aussen nach innen, d.h. in Richtung Pulpa, beobachtet und quantifiziert», sagt Mantouvalou.

Was folgt daraus?

«Diese Ergebnisse sind für die weitere Verbesserung der Zahnmedizin interessant, beispielsweise wenn es darum geht, ob für bestimmte Zahnbehandlungen eher Materialien mit niedrigem oder eher hohem Zinkgehalt empfohlen werden sollten», erklärt Zaslansky. In gesunden Zähnen ist Zink im Dentin eingeschlossen. Bei Karies oder durch Wurzelkanalbehandlungen mit zinkhaltigen Pasten könnten jedoch bestimmte Enzyme chemisch aktiviert werden, die negative Auswirkungen haben. «Um unsere Hypothese zu bestätigen, die auf Rinderzähnen basiert, sind nun Studien an menschlichen Zähnen erforderlich.»

Zink als Indikator

Ein weiterer wichtiger Punkt: Die Studie zeigt, dass Zink als Indikator für

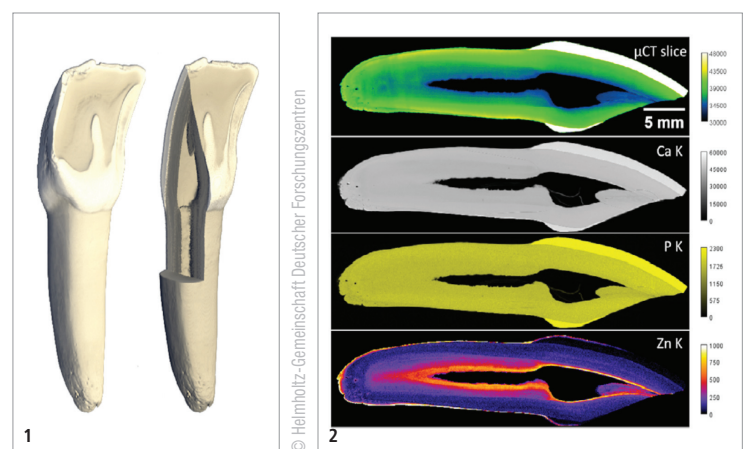


Abb. 1: Mikro-Computertomografie eines vollständigen Zahns, der Anschnitt daneben zeigt innere Strukturen. – **Abb. 2:** Mikro-CT-Schnitt desselben Volumens zeigt die Absorption (oben). Darunter sind Intensitätsverteilungen der Fluoreszenzmessungen von Phosphor, Kalzium und Zink dargestellt. Während die Hauptbestandteile Kalzium und Phosphor homogen verteilt sind, steigt die Zinkkonzentration in Richtung Pulpa an.

die Bestimmung der Mineralstoffdichte von Knochenmaterial dienen könnte. «Die Knochendichte ist für viele Patienten ein grosses Thema: Jeder weiss, dass wir Kalzium und mehr Mineralien für starke Knochen brauchen. Aber vielleicht ist eigentlich ein ausgewogenes Verhältnis der Mikroporosität das, was wir wollen?», vermutet Zaslansky und kommt zu dem Schluss: «Wir haben überraschenderweise festgestellt, dass Zink wahrscheinlich als empfindlicher Indikator für Gradienten in der Materialdichte verwendet werden kann, die sich im Laufe des Lebens verändern können.

Die Dichte hängt mit der mechanischen Leistungsfähigkeit des Knochengewebes zusammen und sollte weder zu hoch noch zu niedrig sein, um im menschlichen Körper ihre Funktion zu erfüllen. Mit hochsensitiven Methoden wie der Röntgenfluoreszenz können wir möglicherweise Dichteveränderungen im Laufe des Alterungsprozesses überwachen.» 

Quelle: Helmholtz-Zentrum Berlin

