

# Nichtinvasive Analyse über Speichel

Mikrobiomtypisierung zur Bestimmung individueller Risikoprofile.

**STUTTGART** – Eine einfache Speichelprobe könnte künftig wertvolle Hinweise auf die Zusammensetzung des Magen- und Dünndarm-Mikrobioms liefern – und damit helfen das individuelle Risiko für bestimmte Erkrankungen abzuschätzen. Zu diesem Schluss kommt eine Untersuchung der Universität Hohenheim in Stuttgart. Die Forschenden zeigen, dass sich das Mikrobiom des oberen Verdauungstrakts zuverlässig über Speichelproben charakterisieren und Menschen verschiedenen Mikrobiomtypen zuordnen lassen.

„Das Mikrobiom von Magen und Dünndarm ist noch verhältnismäßig unerforscht“, so W. Florian Fricke, Professor am Fachgebiet Mikrobiom und Angewandte Bioinformatik. „Um Proben aus Magen und Dünndarm zu nehmen, müssen sich Patienten oder Studienteilnehmer einer aufwendigen und unangenehmen Magenspiegelung unterziehen. Viel einfacher und unkomplizierter lassen sich Speichelproben aus dem Mund gewinnen“, erklärt der Experte.

## Enge Verbindung zwischen Mund- und Dünndarmmikrobiom

In einer Studie mit 20 Personen, die sich wegen leichter nahrungsmittelbedingter Magen-Darm-Beschwerden einer Magenspiegelung unterziehen mussten, konnten die Forschenden zwei stabile Mikrobiomtypen in Speichel, Magen und Dünndarm identifizieren. Diese bakteriellen Gemeinschaften waren bei den betreffenden Personen vom Mundraum bis in den Magen und Dünndarm konstant und wurden von jeweils einer Bakteriengattung dominiert.

Besonders interessant ist der Speichel-Mikrobiomtyp, in dem die Bakteriengattung *Prevotella-7* vorherrscht. Teilnehmende beider Studien mit diesem Profil wiesen geringere Mengen potenziell krankmachender Bakterien auf, darunter Arten, die mit Endokarditis (Herzinnenhautentzündung) oder Darmkrebs in Verbindung stehen.

Außerdem hatten sie niedrigere Werte des Entzündungsmarkers TNF- $\alpha$  im Blut. Da dieses Protein als Zytokin bei vielen chronisch-entzündlichen und Autoimmunerkrankungen eine wichtige Rolle spielt,

könnte das auf ein insgesamt geringeres Risiko für Entzündungen und Infektionen bei Menschen mit diesem Mikrobiomtyp hinweisen.

## Präzise Analysen trotz geringer Bakterienzahl

Die Ergebnisse basieren auf einem neu entwickelten Verfahren, mit dem sich auch aus den vergleichsweise bakterienarmen Proben aus Speichel, Magen und Zwölffingerdarm verlässliche Aussagen über das Mikrobiom ableiten lassen. „Aufgrund der geringen Bakterienzahl kann schon ein geringer Eintrag von Bakterien, die nahezu überall in der Umwelt und im Labor vorkommen, bei der Aufarbeitung der Proben zu Verunreinigungen führen, die die Ergebnisse stark verfälschen“, erklärt Doktorandin Nina Schmidt die Problematik. Um die Zuverlässigkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, schloss das Forschungsteam deshalb mögliche Verunreinigungen durch strenge Kontrollen in allen Arbeitsschritten aus.

Grundlage für ihre Analysen ist das Erbgut der Bakterien. „Wir nutzten eine Kombination aus DNA und RNA, die sich in den Proteinfabriken der Zelle, den Ribosomen, befindet. RNA kann nur aus aktiven, lebensfähigen Mikroben isoliert werden“, beschreibt die Wissenschaftlerin das Vorgehen.

„Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass Speichelproben künftig in nichtinvasiven und regelmäßig wiederholbaren diagnostischen Tests eingesetzt werden könnten, um das individuelle Risiko für bestimmte entzündliche und infektiöse Erkrankungen abzuschätzen“, fasst Professor Fricke die Erkenntnisse zusammen.

„Eine solche Diagnostik könnte in der klinischen Praxis helfen, Risikogruppen frühzeitig zu identifizieren und gezielte Präventionsmaßnahmen, zum Beispiel prophylaktische Antibiotikabehandlungen, einzuleiten. Angesichts der leichten Handhabung und geringen Belastung für die Patienten könnten sich damit neue Wege für Speicheltest-basierte personalisierte Mikrobiomuntersuchungen zur Prävention, Früherkennung und Beobachtung von Erkrankungen eröffnen“, schlägt der Experte vor. [DT](#)

Quelle: Universität Hohenheim



# 3D-Zähne für die Lehre

Würzburger Forscher erfinden die Zahnmedizin ausbildung neu.

**WÜRZBURG** – Wer in Würzburg Zahnmedizin studiert, benötigt im Schnitt rund 300 Übungszähne, um Behandlungen sicher trainieren zu können. Bisher mussten Studierende künstliche Modellzähne kaufen und zusätzlich echte Zähne in Praxen sammeln – ein Vorgehen mit ethischen, hygienischen und rechtlichen Problemen. Für die Nutzung echter Zähne sind Dokumentationen notwendig, zudem besteht ein Infektionsrisiko. Viele Zähne sind beschädigt oder stark vorbehandelt und bieten keine einheitlichen Lernbedingungen. Handelsübliche Kunststoffzähne wiederum bilden die Realität nicht überzeugend ab und sind nur eingeschränkt geeignet.

Die additive Fertigung eines Übungszahns, der fast alles kann, kommt genau zur richtigen Zeit.

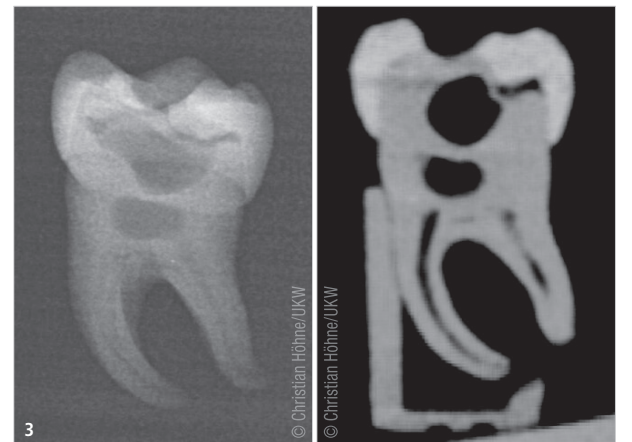
Um die Ausbildung zu verbessern, stellt die Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Würzburg (UKW) seit 2020 eigene 3D-gedruckte Zähne her. „Damit sparen wir nicht nur Kosten, sondern können auch möglichst viele Lerninhalte in einem realistischen Zahn zusammenfassen und so intensiveres Training ermöglichen“, erklärt Oberarzt Priv.-Doz. Christian Höhne. Er bringt

neben seiner Habilitation in Zahnmedizin auch Maschinenbaukenntnisse in Konstruktion und Prototypenfertigung ein. Bereits 2019 entwickelte er basierend auf einer Röntgenaufnahme einen ersten 3D-Zahn, der Schmelz, Dentin, Karies und Pulpa durch verschiedene Materialien nachbildete. Beim Bohren erhielten Studierende dadurch eine differenzierte Rückmeldung – fast wie bei echten Zähnen.

Heute verfügt das Würzburger Team um Höhne und Klinikdirektor Prof. Dr. Marc Schmitter über einen 3D-gedruckten Zahn, der nahezu alle wichtigen Eingriffe abbildet: Kariesexkavation, Füllungen, Wurzelkanalbehandlungen, Kronenpräparationen, Stiftbohrungen oder Röntgendiagnostik. Diese Entwicklung gilt als Meilenstein für die Lehre und wurde 2023 mit dem Albert-Kölleker-Lehrpreis ausgezeichnet.

Mehr als zwölf Doktoranden forschen an dem Projekt. Assistenzärztin Isabella Di Lorenzo untersuchte zum Beispiel die Wurzelkanalbehandlung des neuen Zahns. Ergebnis: Die Studierenden bewerteten ihn als deutlich realistischer und lernfördernder als Acrylblöcke und fast ebenbürtig zu natürlichen Zähnen. Oberarzt Dr. Michael del Hougne entwickelte zusätzlich eine Lösung, um auch die elektrische Längenmessung am 3D-Zahn zu ermöglichen – eine wichtige Voraussetzung für praxisnahes Arbeiten.

Auch die Kariesentfernung und die Darstellung der Pulpa wurden optimiert. Studien in *BMC Medical Education* und *Scientific Reports* bescheinigen den Modellen hohe Qualität und Lernwert. Besonders erfolgreich war ein Zahn für die Übung von Klebebrücken, bei dem farbige Schichten anzeigten, wo Material abgetragen werden muss. Die Studierenden vergaben im Schnitt die Note „sehr gut“ und konnten ihre Arbeit selbst kontrollieren.



**Abb. 3:** Der gedruckte Zahn besitzt ein realistisches Röntgenverhalten. Links Aussehen des Zahns bei einem Zahnfilm mit allen erkennbaren Innenstrukturen und rechts bei einer dreidimensionalen Röntgenaufnahme in Form eines so genannten DVTs.

„Die additive Fertigung eines Übungszahns, der fast alles kann, kommt genau zur richtigen Zeit“, betont Schmitter. Durch die neue Approbationsordnung bleibt für die Prothetik in der Lehre deutlich weniger Zeit. 3D-Druck ermöglicht hier ein häufigeres, kostengünstiges und vor allem einheitliches Training.

Zusätzlich entwickelte das UKW-Team eine Augmented-Reality-App für den sogenannten Aufwachskurs: Studierende können über Smartphone oder Tablet ein ideales Wax-up direkt auf ihre Arbeit projizieren, was die Selbstkontrolle erleichtert und den Lerneffekt steigert. Die mehrfach ausgezeichnete Machbarkeitsstudie wurde bereits als Preprint veröffentlicht und wird bald in *Scientific Reports* erscheinen.

Auch Patienten profitieren von den Innovationen. In einer Kohortenstudie mit 63 Personen überstanden 98 von 98 eingesetzten 3D-gedruckten provisorischen Kronen im Schnitt 256 Tage ohne Probleme. Die Zufriedenheit war hoch, die Ästhetik überzeugte, und die Lebensqualität verbesserte sich spürbar. Damit zeigt sich, dass 3D-Druck nicht nur die Lehre, sondern auch die Behandlungspraxis bereichert.

Schmitter betont den Dreiklang aus Behandlung, Forschung und Lehre als Basis für Innovation. Das Team arbeitet bereits an neuen Harzen, die Schmelz und Dentin noch ähnlicher sind, sowie an einer automatisierten Produktion. „So wollen wir das taktile Feedback weiter verbessern, die Lernkurve validieren und unser Konzept auch international nutzbar machen“, fasst Höhne zusammen. [DT](#)

Quelle: Universitätsklinikum Würzburg



**Abb. 1:** Rekonstruktion eines echten Zahns basierend auf einer Mikro-CT-Aufnahme: Übersicht des ganzen Zahns, Querschnitt des Zahns, Wurzelkanäle und Pulpa (v.l.n.r.). – **Abb. 2:** Konstruktion eines Übungszahns basierend auf der Rekonstruktion eines echten Zahns: Übersicht des ganzen Zahns bestehend aus Schmelz und Dentin, Querschnitt des Zahns, kompletter im 3D-Druck-Verfahren hergestellter Zahn (v.l.n.r.).

