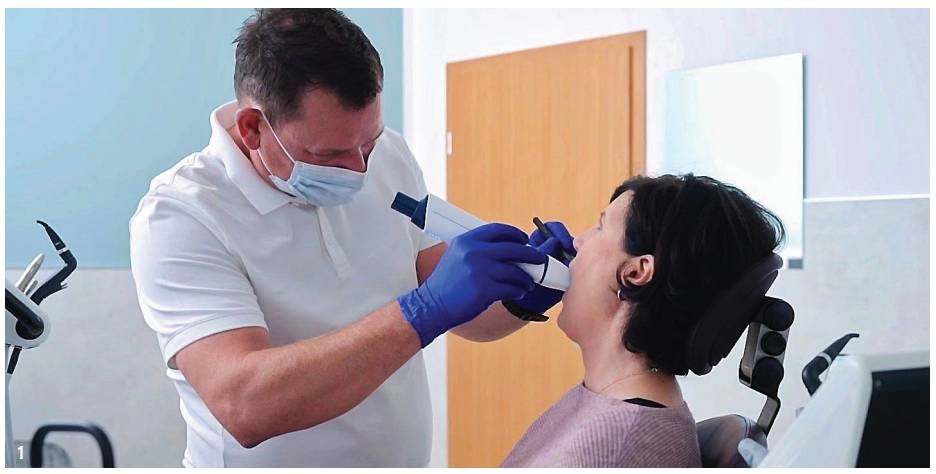
Digitale Zahnmedizin: Technik braucht Kompetenz und Partnerschaft

ZTM Thomas Pohland erläutert in diesem Beitrag, warum KI und CAD/CAM die Zusammenarbeit zwischen Praxis und Labor nicht ersetzen, sondern wichtiger machen.



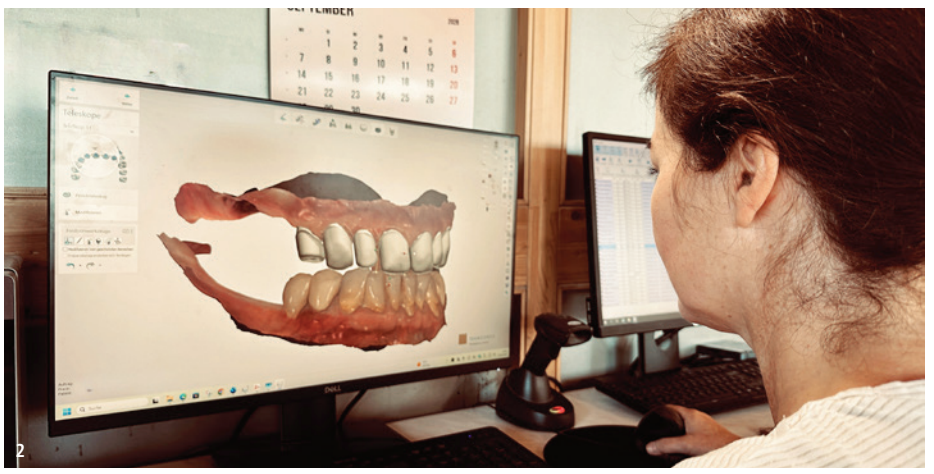


Abb. 1: Digitale Datenerfassung als Ausgangspunkt des Workflows: Der Intraoralscan ermöglicht die unmittelbare Übertragung der klinischen Situation in einen digitalen Datensatz. – **Abb. 2:** Die digitale Konstruktion ermöglicht es, klinische Daten am Bildschirm zu analysieren und die prothetische Versorgung virtuell zu planen. – **Abb. 3:** CAD/CAM-gestützte Fertigung schafft reproduzierbare Prozesse. Ihre Qualität hängt jedoch wesentlich von den vorausgehenden klinischen und konstruktiven Entscheidungen ab.

Digitalisierung, KI und CAD/CAM verändern die Arbeit in Praxis und Labor. Doch je stärker Prozesse automatisiert werden, desto wichtiger wird die Frage, welche Aufgaben Technik übernehmen kann und wo Erfahrung und fachliche Beurteilung unverzichtbar bleiben. Zugleich wächst die Bedeutung spezialisierter, eingespielter Partnerschaften.

Vom Abdruck zur gemeinsamen digitalen Prozesskette

Die Digitalisierung der Zahnmedizin wird häufig anhand einzelner Technologien diskutiert. Intraoralscanner ersetzen in vielen Indikationen die konventionelle Abformung, CAD-Software unterstützt die Konstruktion und computergestützte Fertigungsverfahren ermöglichen reproduzierbare Ergebnisse. Künstliche Intelligenz dürfte in Zukunft weitere Arbeitsschritte automatisieren oder unterstützen.

Die grössere Veränderung findet jedoch zwischen diesen einzelnen Stationen statt. Praxis und Labor können heute innerhalb einer gemeinsamen digitalen Prozesskette arbeiten. Scandaten lassen sich unmittelbar übertragen, Konstruktionen gemeinsam beurteilen und Informationen dauerhaft dokumentieren.

Am Beginn dieser Prozesskette steht zunehmend die digitale Erfassung der klinischen Situation. Der Intraoralscan ermöglicht es, die vorhandenen Strukturen unmittelbar in einen digitalen Datensatz zu überführen und dem Labor zur Verfügung zu stellen. Damit entfallen nicht nur einzelne analoge Übertragungsschritte. Vor allem können Praxis und Labor früher auf dieselbe Datengrundlage zugreifen und darauf die weitere Planung aufbauen (Abb. 1).

Damit verändert sich auch die Zusammenarbeit. Der Zahntechniker erhält Informationen früher, der Zahnarzt kann stärker in die Planung eingebunden werden und beide Seiten können komplexe Fälle bereits vor der Fertigung abstimmen. Das ist besonders bei umfangreichen prothetischen Versorgungen relevant. Denn Digitalisierung beschleunigt nicht nur gute Prozesse. Auch unvollständige oder ungeeignete Informationen können innerhalb einer digitalen Prozesskette sehr effizient weitergegeben werden.

Vom Datensatz zur Konstruktion

Im Labor werden die klinischen Daten zur Grundlage der virtuellen Konstruktion. Präparationsgrenzen, Platzverhältnisse, Zahnformen und okklusale Beziehungen können am Bildschirm analysiert und in die Planung einbezogen werden (Abb. 2).

AD-Systeme eröffnen dabei Möglichkeiten, die in analogen Workflows nur mit deutlich grösserem Aufwand realisierbar waren. Konstruktionen können verändert, Varianten miteinander verglichen und bestimmte Parameter reproduzierbar dokumentiert werden. Ein bereits vorhandener Datensatz kann zudem für spätere Arbeitsschritte erneut genutzt werden.

Gerade an diesem Punkt zeigt sich jedoch, dass Digitalisierung nicht mit vollständiger Automatisierung gleichgesetzt werden darf. Die Software stellt Werkzeuge, Berechnungen und zunehmend automatisierte Konstruktionsvorschläge bereit. Die fachliche Bewertung der Ausgangssituation bleibt Aufgabe des Anwenders. Die entscheidende Frage lautet deshalb nicht nur: Was kann die Software berechnen? Sondern auch: Sind die Informationen, auf denen diese Berechnung basiert, für den jeweiligen Fall geeignet?

Präzise Daten sind nicht automatisch richtige Daten

Ein Intraoralscanner kann Zahnoberflächen mit hoher Genauigkeit erfassen. Eine CAD-Software kann daraus eine Restauration konstruieren. Sie kann jedoch nicht eigenständig beurteilen, ob alle zugrunde liegenden klinischen und funktionellen Informationen für den individuellen Patienten richtig interpretiert wurden.

Das wird beispielsweise bei der Kieferrelationsbestimmung deutlich. Ein digital übermittelter Biss kann technisch sauber registriert sein und dennoch eine für eine komplexe Rekonstruktion ungeeignete Situation abbilden. Wird diese Information ungeprüft übernommen, verarbeitet die Software sie konsequent weiter.

Ähnliches gilt für die Okklusion. Digitale Systeme können Kontakte darstellen und Bewegungsabläufe simulieren. Welche Kontaktbeziehungen im individuellen Fall angestrebt werden und wie die funktionelle Situation zu beurteilen ist, bleibt jedoch eine fachliche Entscheidung. Je leistungsfähiger die Technik wird, desto wichtiger wird deshalb die Qualität der Informationen, die ihr zur Verfügung gestellt werden.

Die Maschine fertigt – sie entscheidet nicht

Ist die Konstruktion abgeschlossen, spielen CAD/CAM-Verfahren ihre besonderen Stärken aus. Computergestützte Fertigung ermöglicht es, eine zuvor definierte Geometrie reproduzierbar umzusetzen (Abb. 3). Gleichzeitig können standardisierte Prozesse dazu beitragen, Schwankungen einzelner manueller Fertigungsschritte zu reduzieren.

Die Präzision der Maschine kann allerdings nur das umsetzen, was zuvor digital definiert wurde. Ein Fehler in der klinischen Ausgangsinformation wird durch präzise Fertigung nicht automatisch korrigiert. Im ungünstigsten Fall wird er lediglich ebenso präzise reproduziert.

Genau darin liegt eine der wesentlichen Grenzen moderner Technologie. CAD/CAM kann die Fertigung optimieren, aber nicht sämtliche diagnostischen und funktionellen Entscheidungen übernehmen, die vor der Fertigung getroffen werden müssen.

Digitale Präzision braucht funktionelles Verständnis

Besonders deutlich wird dies bei umfangreichen prothetischen Rekonstruktionen. Die räumliche Beziehung von Ober- und Unterkiefer, die Kontaktverhältnisse und die geplante Funktion müssen in einen nachvollziehbaren Zusammenhang gebracht werden. Je nach Fall können dabei digitale und analoge Verfahren nebeneinander sinnvoll sein. Modelle im Artikulator haben deshalb nicht automatisch ausgedient, nur weil wesentliche Teile des Workflows inzwischen digital erfolgen (Abb. 4).

Entscheidend ist nicht, ob ein Arbeitsschritt analog oder digital erfolgt. Entscheidend ist, ob die relevante funktionelle Information zuverlässig erfasst, übertragen und beurteilt wird. Okklusion bedeutet dabei mehr als das Vorhandensein möglichst vieler Zahnkontakte. Von Bedeutung sind ebenso deren Position und Verteilung sowie das Verhalten während funktioneller Bewegungen. Gerade bei anspruchsvollen Rekonstruktionen kann die Kontrolle am Modell beziehungsweise im Artikulator daher weiterhin wichtige Informationen liefern. Digitale und konventionelle Verfahren stehen somit nicht zwangsläufig in Konkurrenz. In einem durchdachten Workflow können sie sich ergänzen. Die Technik liefert reproduzierbare Daten und Fertigungsprozesse; die fachliche Kompetenz entscheidet darüber, welche Informationen benötigt werden und wie sie zu interpretieren sind.

KI verschiebt Kompetenzen, statt sie abzuschaffen

Mit künstlicher Intelligenz dürfte sich diese Entwicklung weiter beschleunigen. Algorithmen können grosse Datenmengen auswerten, Muster erkennen und zunehmend Konstruktionsvorschläge erstellen. Wiederkehrende Arbeitsschritte lassen sich automatisieren. Daraus folgt jedoch nicht zwangsläufig, dass fachliche Kompetenz an Bedeutung verliert. Vielmehr verschiebt sie sich.

Wenn Software Routineaufgaben übernimmt, wird die Beurteilung komplexer Situationen wichtiger. Zahnärzte und Zahntechniker müssen digitale Ergebnisse nicht nur erzeugen, sondern auch auf Plausibilität prüfen können. Dazu gehört die Fähigkeit, die Grenzen eines Systems zu erkennen. Für Zahntechniker bedeutet dies, dass neben handwerklicher Erfahrung zunehmend digitale Kompetenz, Werkstoffwissen und funktionelles Verständnis zusammengehören. Für Zahnärzte wird die Fähigkeit wichtiger, diagnostische Informationen so zu erfassen und zu kommunizieren, dass sie innerhalb des digitalen Workflows sinnvoll genutzt werden können. Automatisierung kann Prozesse übernehmen. Verantwortung für die fachliche Entscheidung übernimmt sie nicht.

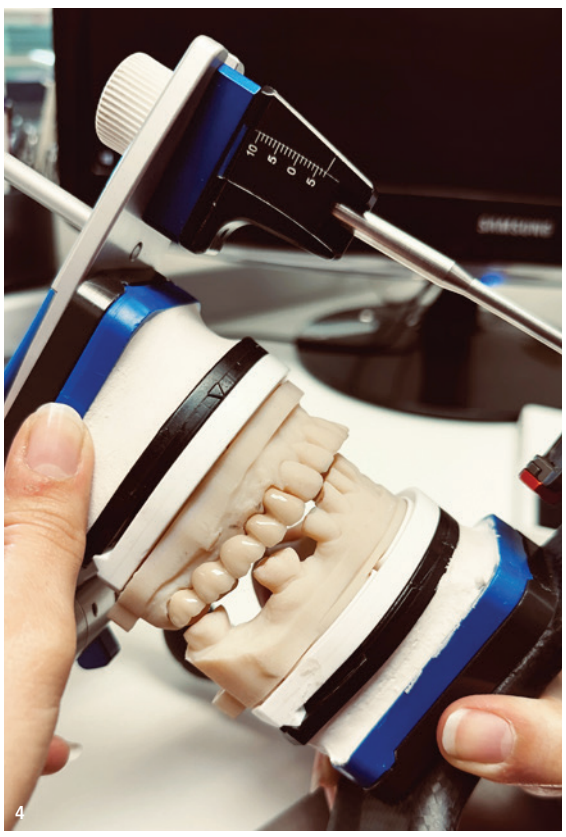
Spezialisierung als Antwort auf wachsende Komplexität

Parallel zur technologischen Entwicklung wächst die fachliche Komplexität. Digitale Zahntechnik, Implantatprothetik, funktionelle Rekonstruktionen, ästhetische Versorgungen und unterschiedliche Werkstoffkonzepte stellen jeweils spezifische Anforderungen. Für eine einzelne Praxis oder ein einzelnes Labor wird es dadurch

© NAIMAH – stock.adobe.com (KI-generiert)



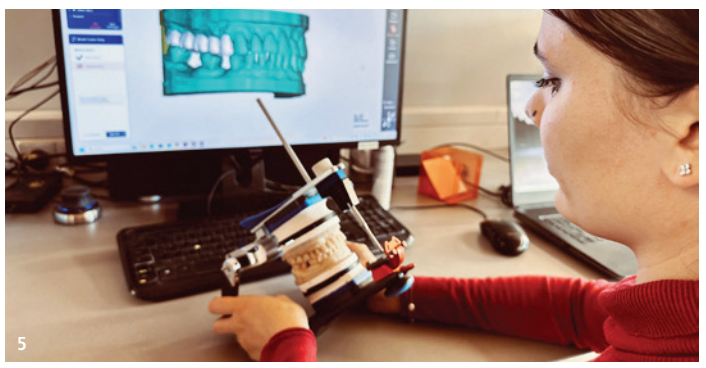
3



4

VIER FAKTOREN FÜR EINEN STABILEN DIGITALEN WORKFLOW

- **Klare Schnittstellen:** Praxis und Labor sollten definieren, welche klinischen und digitalen Informationen für unterschiedliche Versorgungen benötigt werden.
- **Funktion vor Konstruktion:** Bei komplexen Rekonstruktionen sollten Kieferrelation und funktionelles Konzept geklärt sein, bevor die definitive CAD-Konstruktion beginnt.
- **Automatisierung kontrollieren:** Softwarevorschläge und KI-gestützte Ergebnisse sollten fachlich geprüft und nicht ungefiltert übernommen werden.
- **Spezialisierung nutzen:** Nicht jede Kompetenz muss im eigenen Betrieb vorhanden sein. Eingespielte Kooperationen können insbesondere komplexe Versorgungen planbarer machen.



5

schwieriger, sämtliche Bereiche in gleicher Tiefe abzudecken. Eine mögliche Antwort darauf ist eine stärkere Spezialisierung.

Das bedeutet nicht, das eigene Leistungsangebot unnötig einzuschränken. Entscheidend ist vielmehr, Kernkompetenzen zu definieren und für andere Fragestellungen verlässliche Partner einzubeziehen. Gerade bei komplexen Fällen kann ein solches Netzwerk Vorteile haben. Wer regelmässig zusammenarbeitet, kennt die Abläufe, die benötigten Daten und die fachlichen Erwartungen der anderen Seite. Informationen müssen nicht bei jedem Fall neu definiert werden. Aus einer klassischen Auftraggeber-Auftragnehmer-Beziehung zwischen Praxis und Labor entwickelt sich dadurch zunehmend eine fachliche Partnerschaft.

Gute Laborpartnerschaften beginnen vor der Fertigung

Wie wichtig diese Zusammenarbeit ist, zeigt sich insbesondere bei komplexen prothetischen Rekonstruktionen. Wird das Labor erst eingebunden, nachdem Präparation, Scan und Bissregistrierung abgeschlossen sind, wurden möglicherweise bereits Entscheidungen getroffen, die sich später nur noch mit zusätzlichem Aufwand korrigieren lassen. Eine frühzeitige Abstimmung ermöglicht dagegen, wesentliche Fragen vor Beginn der definitiven Versorgung zu klären: Welche Informationen werden benötigt? Ist die Kieferrelation für die geplante Versorgung ausreichend dokumentiert? Soll die vertikale Dimension verändert werden? Welches funktionelle Konzept ist vorgesehen? Welche Materialwahl ist unter funktionellen und ästhetischen Gesichtspunkten sinnvoll?

Damit verändert sich auch die Rolle des Zahntechnikers. Bei anspruchsvollen Versorgungen beginnt seine Aufgabe nicht erst an der Werkbank oder am CAD-Arbeitsplatz. Zahntechnische Expertise kann bereits während der Planung relevant sein. Der digitale Workflow erleichtert diese Zusammenarbeit erheblich. Er ersetzt sie jedoch nicht. Ein zusätzlicher Datensatz kann fehlende Kommunikation nicht kompensieren.

Fachkräftemangel erhöht den Druck auf Prozesse

Diese Entwicklung findet vor dem Hintergrund eines weiteren Problems statt: Qualifiziertes Personal ist sowohl für Praxen als auch für Labore eine zunehmend knappe Ressource. Damit bekommt Digitalisierung neben der medizinisch-technischen auch eine wirtschaftliche Dimension. Wenn administrative oder wiederkehrende Arbeitsschritte digitalisiert werden, kann qualifiziertes Personal stärker dort eingesetzt werden, wo menschliche Kompetenz tatsächlich erforderlich ist.

Digitale Datensätze können beispielsweise Transport- und Übertragungsschritte reduzieren. Standardisierte Workflows erleichtern die Kommunikation. Bereits vorhandene Konstruktionsdaten lassen sich für spätere Arbeitsschritte nutzen. Auch KI kann künftig einen Teil repetitiver Tätigkeiten unterstützen. Entscheidend ist jedoch, Digitalisierung nicht mit maximaler Automatisierung gleichzusetzen. Ein Prozess wird nicht dadurch besser, dass er digital ist. Er wird besser, wenn unnötige Schritte entfallen, Informationen eindeutig sind und mögliche Fehler möglichst früh erkannt werden.

Wirtschaftlichkeit beginnt mit Fehlervermeidung

Gerade unter wirtschaftlichem Druck liegt ein erhebliches Potenzial deshalb nicht allein in einer schnelleren Fertigung, sondern in der Vermeidung unnötiger Wiederholungen. Eine Restauration, die umfangreich nachbearbeitet oder neu angefertigt werden muss, bindet Ressourcen in Praxis und Labor. Zusätzliche Behandlungstermine kosten Zeit, Nacharbeiten unterbrechen Arbeitsabläufe und unvollständige Informationen erzeugen Rückfragen. Ein strukturierter Workflow kann diese Risiken reduzieren. Dazu gehören klar definierte Datensätze, nachvollziehbare Zuständigkeiten und die frühzeitige Abstimmung komplexer Fälle. Das vermeintlich langsamere Vorgehen zu Beginn kann dadurch im Gesamtprozess effizienter sein.

Individualität bleibt trotz Standardisierung notwendig

Digitale Workflows leben von Standardisierung. Patienten sind jedoch nicht standardisiert. Am Ende muss aus einem virtuellen Entwurf eine reale Versorgung werden. Form, Funktion, Werkstoff und individuelle Patientensituation treffen dabei aufeinander (Abb. 5).

Genau an dieser Schnittstelle zeigt sich, warum Zahntechnik trotz zunehmender Digitalisierung ein wissens- und erfahrungsbasierter Beruf bleibt. Ein Datensatz kann standardisiert verarbeitet werden – die klinische Situation, für die die Versorgung entsteht, ist individuell.

Bei einer unkomplizierten Einzelzahnversorgung kann ein weitgehend standardisierter Workflow sinnvoll sein. Bei ausgeprägten Abrasionen, Veränderungen der vertikalen Dimension oder umfangreichen Rekonstruktionen können dagegen zusätzliche funktionelle Informationen und eine engere Abstimmung erforderlich sein. Nicht jeder Fall benötigt maximale diagnostische und technische Komplexität. Jeder Fall benötigt jedoch die für seine Situation angemessene Tiefe.

Der Wettbewerbsvorteil liegt nicht in der Maschine

Moderne technische Ausstattung wird für Praxen und Labore zunehmend zur Grundvoraussetzung. Scanner, CAD/CAM-Systeme und digitale Kommunikationswege allein werden deshalb langfristig kaum ausreichen, um sich fachlich zu unterscheiden. Der Unterschied entsteht vielmehr darin, wie Technologie eingesetzt wird. Wer automatisierte Ergebnisse kritisch beurteilen kann, komplexe Fälle erkennt, die eigenen Kompetenzgrenzen kennt und bei Bedarf spezialisierte Partner einbezieht, nutzt Digitalisierung anders als jemand, der lediglich analoge Prozesse digital nachbildet. Gerade deshalb können Spezialisierung und langfristige Laborpartnerschaften im zukünftigen Dentalmarkt an Bedeutung gewinnen. Sie bündeln Wissen, schaffen eingespielte Prozesse und ermöglichen es beiden Seiten, sich auf ihre jeweiligen Stärken zu konzentrieren.

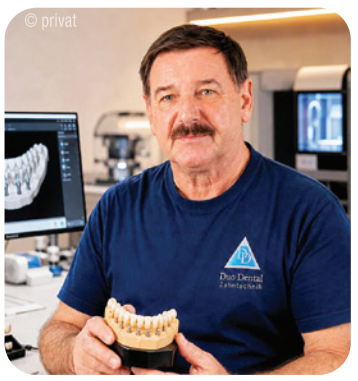
Fazit: Digitalisierung braucht mehr Zusammenarbeit, nicht weniger

Die Digitalisierung wird Zahnarztpraxen und Dentallabore weiter verändern. Künstliche Intelligenz wird zusätzliche Aufgaben unterstützen, CAD/CAM-Prozesse werden leistungsfähiger und weitere Arbeitsschritte werden sich automatisieren lassen. Der entscheidende Erfolgsfaktor dürfte jedoch nicht darin liegen, möglichst viel Technik einzusetzen. Entscheidend ist, Technologie dort zu nutzen, wo sie Präzision, Reproduzierbarkeit und Effizienz verbessert – und gleichzeitig zu erkennen, wo menschliche Erfahrung und fachliche Beurteilung notwendig bleiben.

Damit verändert sich auch das Verhältnis zwischen Zahnarzt und Zahntechniker. Je digitaler die Prozesskette wird, desto wichtiger werden klare Kommunikation, definierte Schnittstellen und eine gemeinsame Planung komplexer Fälle. Die Zukunft der Zahnmedizin ist deshalb nicht ausschliesslich digital. Sie ist vernetzt. Technik liefert die Werkzeuge – Qualität entsteht daraus, wie kompetent Praxis und Labor sie gemeinsam einsetzen. DT

Abb. 4: Auch im digitalen Workflow kann die funktionelle Beurteilung von Kieferrelation und Okklusion bei komplexen Versorgungen eine zentrale Rolle spielen. – **Abb. 5:** Virtuelle Konstruktion und reale Prothetik müssen zu einem funktionellen Gesamtergebnis zusammengeführt werden.

Sofern nicht anders angegeben, alle Abbildungen: © Duo Dental Zahntechnik GmbH, Thomas Pohland



ZTM Thomas Pohland
Duo Dental Zahntechnik GmbH
info@duo-dental-falkenstein.de
www.duozahntechnik.de

Infos zum Autor

ANZEIGE

