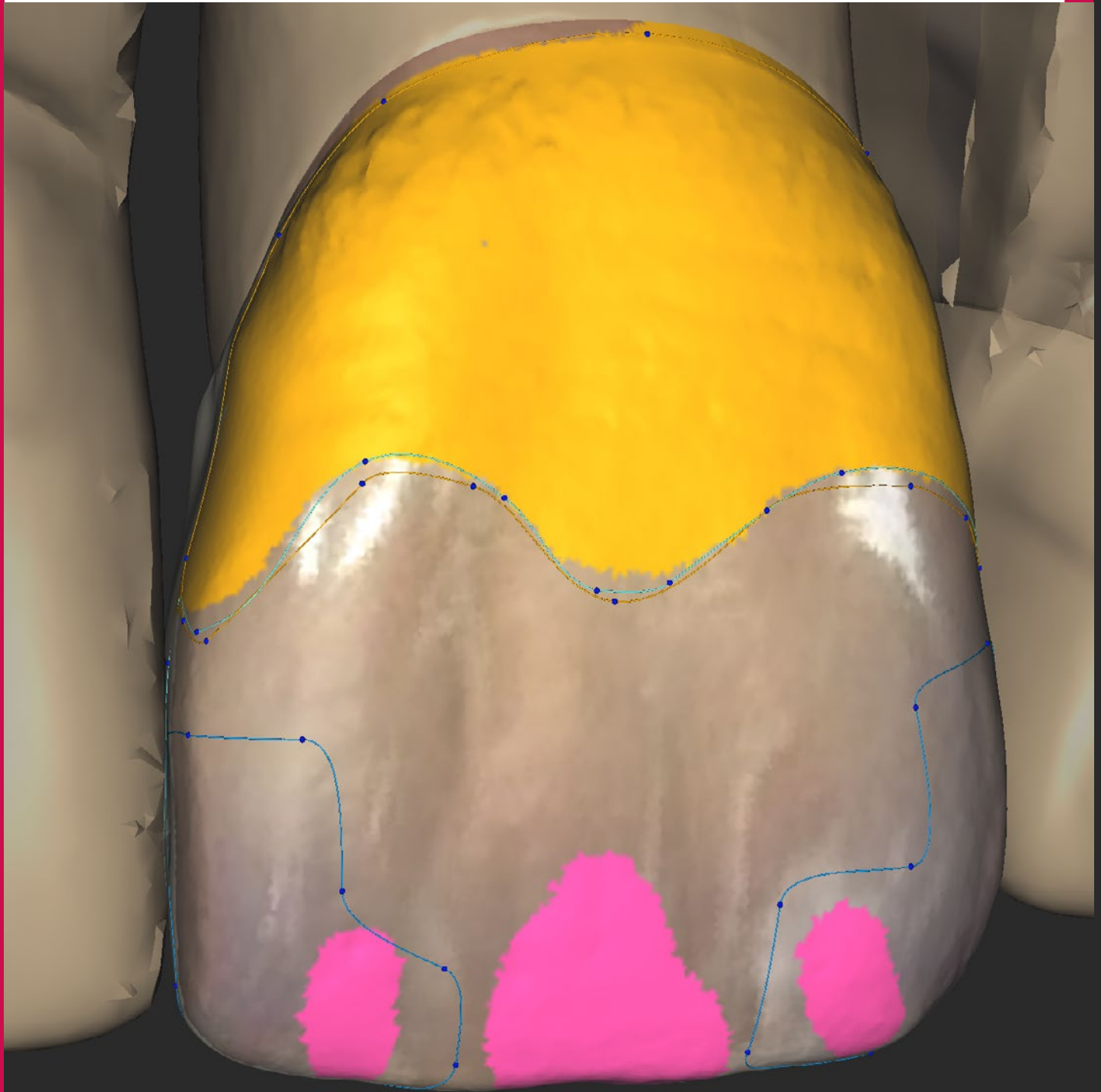


# Warum CAD/CAM keine Abteilung ist

RALPH RIQUIER



**Einleitung**

Das Zahntechnikerhandwerk vereint moderne Technologien wie 3-D-Scannen, CNC-Fertigung, digitales Konstruieren und Planen sowie 3-D-Drucken und manuelles Keramischichten, Ausarbeiten, und Finalisieren. Technologische Innovationen bedeuten neue Betätigungsfelder, die gerade unserem dringend benötigten Nachwuchs häufig mehr zusagen als unsere „alten“ Techniken. Nostalgie ist nichts für die Jugend und somit können traditionelle Berufsstände nur fähigen Nachwuchs generieren, wenn das Berufsbild technologisch „zeitgemäß“ oder besser noch innovativ ist. Die manuelle Zahntechnik wird sich mit der digitalen verbünden und so erhalten wir ein Berufsbild des Zahntechnikers, das modernste Fertigungstechnologien mit handwerklichen Fertigkeiten kombiniert. Die digitale Transformation wird hierbei eine zentrale Rolle spielen. Aber nicht nur, um neue Mitarbeiter zu gewinnen, ist es nötig, die digitalen Abläufe im eigenen Labor immer wieder neu zu definieren: Für den unternehmerischen Erfolg

wird der reibungslose Ablauf von digitalen und analogen Prozessen essenziell.

**Möglichkeiten**

Digitale Transformation bedeutet, die Laborstruktur so zu organisieren, dass digitale Abläufe als Bestandteil in alle Abteilungen integriert werden (Abb. 1). So können Reibungsverluste und Frustration vermieden und Abläufe effizienter gestaltet werden. Das Verlagern aller digitalen Arbeitsschritte in eine CAD/CAM-Abteilung ist für einen optimierten Ablauf eher hinderlich (Abb. 2). Ebenso geht hierbei viel zahntechnische Fachkompetenz verloren, die in den einzelnen Abteilungen ja vorhanden wäre.

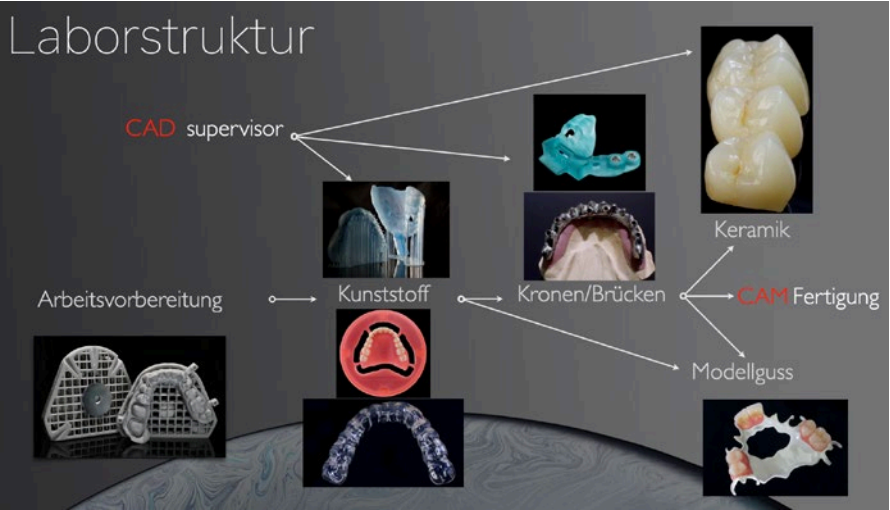
Welcher Arbeitsschritt wann von welchem Techniker digital ausgeführt werden soll, muss im Vorfeld entsprechend der eigenen Laborstruktur analysiert werden. Oftmals muss hierbei der von den CAD-Software-Anbietern vorgegebene Ablauf hinterfragt werden. Zumeist finden sich Möglichkeiten der Optimierung an den Stellen, an denen ein spezialisierter CAD-Techniker abteilungs-

**Zusammenfassung**

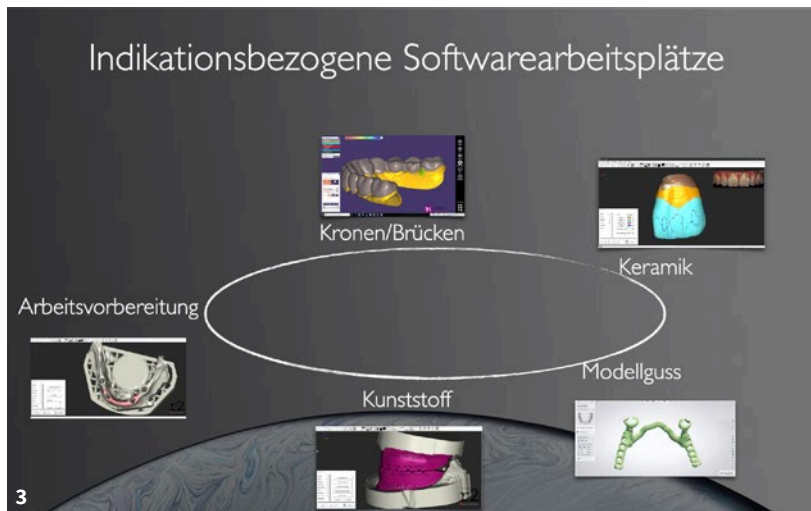
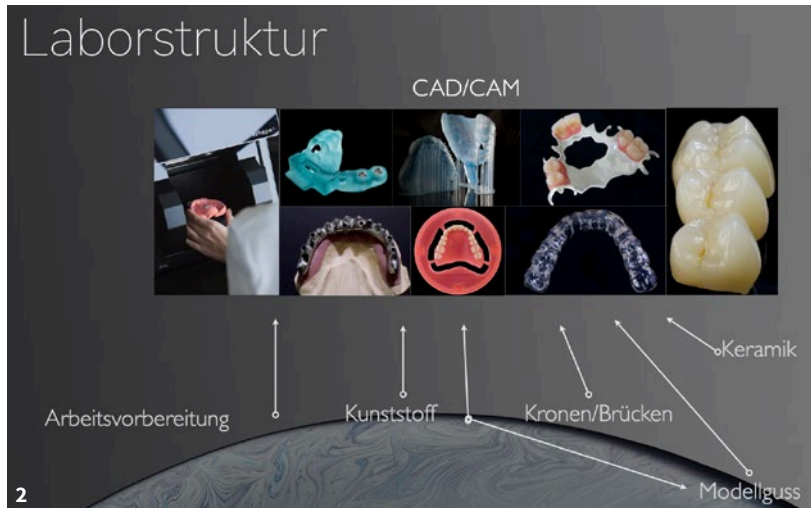
Digitale und analoge Technologien gehören heute zum Alltag in zahntechnischen Laboren, sind aber kaum noch voneinander zu trennen. Mit den stetigen neuen Entwicklungen entstehen inzwischen auch neue Betätigungsfelder in den Laboren, die Auswirkungen auf die Arbeitsorganisation haben. Der Beitrag beschreibt, wie die Laborstruktur so organisiert werden kann, dass digitale Abläufe als Bestandteil in alle Abteilungen integriert werden.

**Indizes**

CAD/CAM, Arbeitsorganisation, digitaler Workflow, Keramik, reduzieren



**Abb. 1** Laborstruktur mit CAD-Integration in den Abteilungen.



**Abb. 2** Laborstruktur mit autarker CAD-Abteilung. **Abb. 3** Indikationsbezogene Softwarearbeitsplätze in den Abteilungen.

übergreifende Konstruktionen tätigen soll, die nicht seiner Kernkompetenz entsprechen. Dies bedeutet, dass zum Beispiel der CAD-Techniker für Kronen Brücken auf einmal auch Bissnahmen, Abformlöffel, Modelle oder Modellguss und Totalprothetik konstruieren soll. Sinnvoller wäre es hier, dass das Know-How der Mitarbeiter in den verschiedenen Abteilungen auch in der digitalen Herstellung genutzt wird. Techniker aller Abteilungen müssen Zugriff auf die digitale Konstruktion erhalten (Abb. 3). Dies be-

deutet nicht, dass alle Mitarbeiter CAD/CAM-Experten werden, sondern ihr Wissen in den Teilbereichen der Konstruktion einbringen können, in denen ihre Kompetenz liegt. So kann das über Jahre im manuellen Prozess erarbeitete Wissen transferiert werden und muss nicht einem computeraffinen, aber in der Indikation nicht versierten CAD-Techniker überlassen bleiben.

Um diese Integration von Mitarbeitern in den digitalen Prozess umzusetzen, bedarf es eines systematischen Vor-

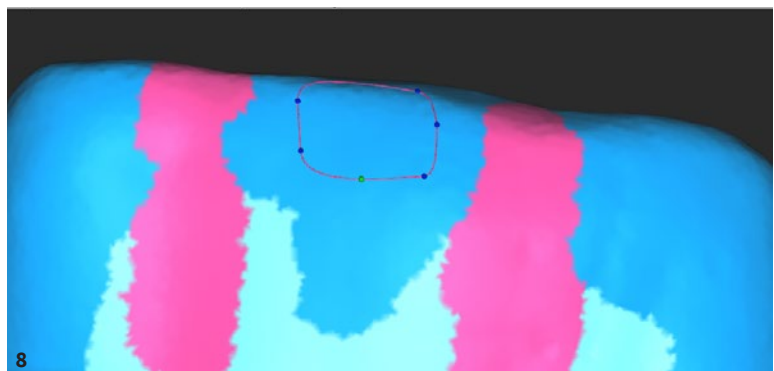
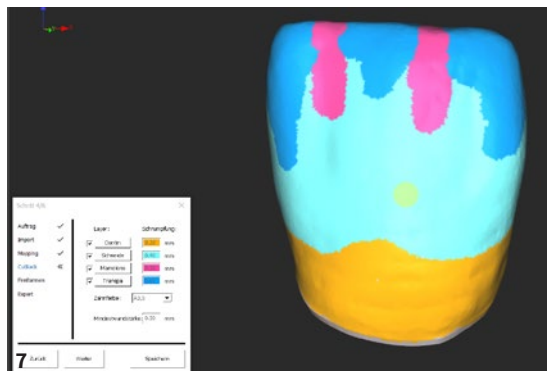
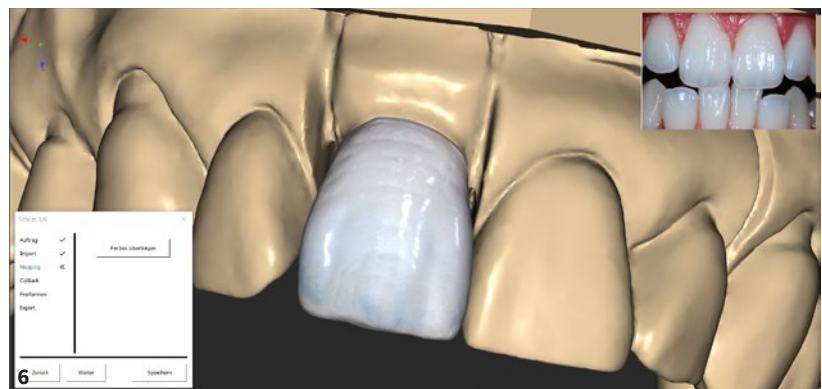
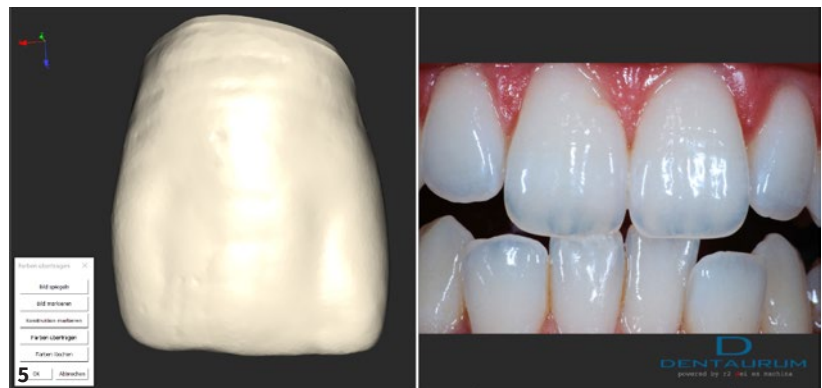
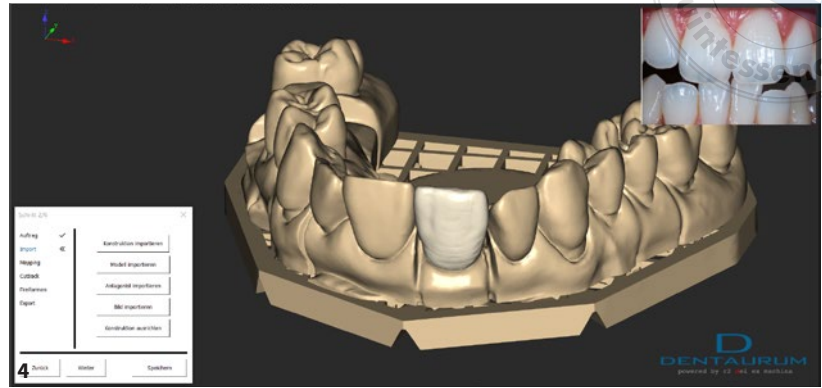
gehens. Zuerst sollten die abteilungsübergreifenden ineffizienten Schnittstellen aufgezeigt werden. Daran schließt sich die Überlegung an, wie die Integration in die Abteilung erfolgen kann und welche softwareseitigen Anpassungen oder Neuinstallationen notwendig sind. Im nächsten Schritt werden dann die Mitarbeiter explizit auf diese Anwendung geschult.

Als Beispiel kann die Integration von Designschritten in die Keramikabteilung dienen. Gerade bei der Mikrolayering-Technik ist die Abhängigkeit von Gerüstdesign und Gestaltung der Zahnfarbe immanent. Fehlerhafte Gerüste führen immer zu einer zeitintensiven Nachbearbeitung inklusive Frustration in der Keramikabteilung und können schlimmstenfalls auch zu einer Verweigerungshaltung gegenüber dieser Schichttechnik führen. Die Lösung kann nicht sein, dass während der Konstruktion der Keramiker ineffizient mit dem CAD-Techniker gemeinsam Individualisierungen vornimmt oder dass der Keramiker zeitintensiv das gesamte Gerüstdesign übernimmt. Effizienter ist es, eine eindeutige Schnittstelle zu schaffen. Der CAD-Techniker konstruiert wie gewohnt das vollanatomische Gerüst in seiner vertrauten CAD-Software. Die farbrelevante Reduzierung vollzieht der Keramiker anschließend autark in einer speziellen Softwareanwendung. So fließen Farbverständnis und zügige Konstruktion effizient zusammen.

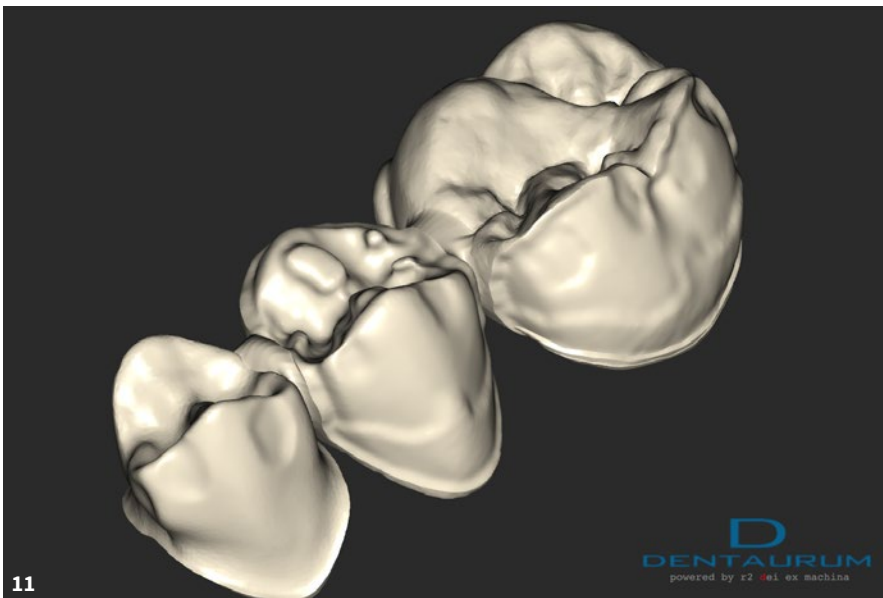
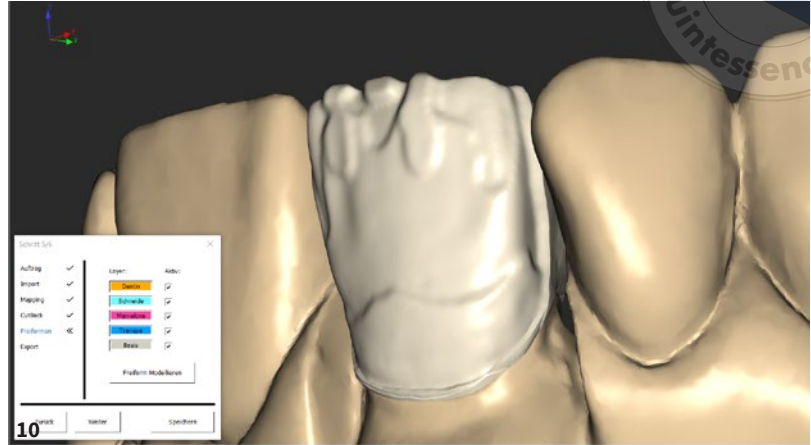
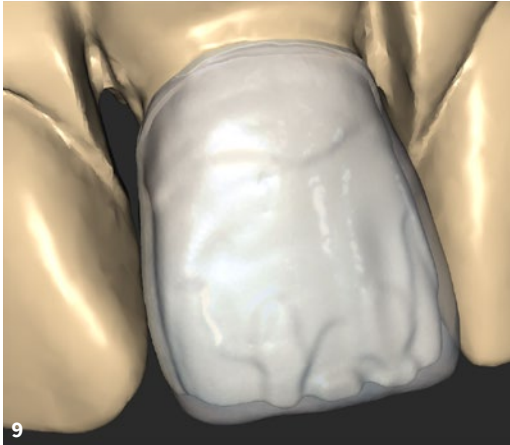
Der neu gestaltete Arbeitsablauf startet somit wie gewohnt beim CAD-Techniker, der in der bereits vorhandenen CAD-Software eine vollanatomische Krone/Brücke konstruiert. Der Keramiker liest anschließend die STL-Files der Konstruktion und der Modelle in die Standalone cadBack Software (Fa. r2deixmachina, Remchingen) ein (Abb. 4). Wenn vorhanden, kann ein Digitalfoto des Patienten zusätzlich hochgeladen werden. Mithilfe

von „Colormapping“ (Zusammenführung STL Daten + Digitalfoto) wird eine fotorealistische 3-D-Darstellung der Zahnfarbbereiche auf den Konstruktionsdatensatz übertragen (Abb. 5). Dies vereinfacht die Auswahl der Reduzierungsbereiche im nächsten Arbeitsschritt (Abb. 6).

Die unterschiedlichen Cut Back- Bereiche zeichnet der Keramiker direkt auf dem vollanatomischen Konstruktionsdatensatz an (Abb. 7). Die Bereiche können per Bemalen oder das Legen eines Splines definiert werden (Abb. 8). Alle definierten Bereiche können mit unterschiedlichen Reduzierungsstärken versehen werden. Der Keramiker kann so entsprechend seiner Erfahrung und Vorlieben unterschiedliche Reduktionsbereiche präzise eingeben (Abb. 9). Im Anschluss entsteht ein reduziertes, für die Mikrolayering Technik oder auch Schichtkeramik optimiertes Gerüst (Abb. 9). Die Kompetenz des Keramikers in Sachen Form und Farbe wird so in die Konstruktion eingebracht (Abb. 10). Anschließend werden die Daten im bekannten CAM-Prozess fortgesetzt und weiterverarbeitet.



**Abb. 4** Einladen der CAD-Restaurations und der Kieferdaten. **Abb. 5** Farbübertrag vom Digitalfoto auf die Kronenoberfläche. **Abb. 6** Darstellung der Farbbereiche auf dem STL-Datensatz. **Abb. 7** Einzeichnen der gewünschten Reduzierungsbereiche. **Abb. 8** Die Auswahl kann durch Bemalen oder Anlegen eines Splines erfolgen



**Abb. 9** Reduzierte Oberfläche mit dargestellter Außenkontur. **Abb. 10** Das reduzierte Gerüst für den Fräsprozess. **Abb. 11** Entsprechend unterschiedlicher Einstellungen reduziertes Brückengerüst.

Das Ergebnis ist ein optimales, reduziertes Gerüstdesign, abgestimmt auf die Vorlieben des Verblendtechnikers. Dieser kann ohne lästige Korrekturschleifen oder Fluchen auf den Gerüstdesigner direkt mit der Finalisierung mithilfe der Keramikmassen beginnen (Abb. 11).

### Zusammenfassung

Zukünftig wird der Laborerfolg entscheidend von der reibungslosen Integration digitaler Prozesse abhängen. Eine Auf-

teilung des Labors in analog und digital wird auf Dauer keinen Bestand haben.

Die Softwarebedienung sollte nur das Handwerkszeug sein. Die benötigte Kompetenz im jeweiligen Indikationsgebiet und somit das zahntechnische Wissen ist das wertvollere Gut. Um wirtschaftlich und qualitätsorientiert zu agieren, muss der Ablauf in der CAD/CAM-Abteilung neu gedacht werden. Die Integration der vorhandenen Mitarbeitern und Abteilungen in den digitalen Workflow wird zur entscheidenden Managementaufgabe.



**Ralph Riquier**  
ZTM  
r2dental  
Niemandenberg 77  
75196 Remchingen  
E-Mail: riquier@r2dental.de