

## **Implementierung und Evaluation eines volldigitalen Workflows zur Herstellung von feststehendem Zahnersatz in der vorklinischen Lehre**

### ABSTRACT/ZUSAMMENFASSUNG

Die zunehmende Digitalisierung in der Zahnheilkunde verändert den zahnärztlichen Alltag zusehends. Theoretische und praktische Kenntnisse bezüglich computerbasierter Planungs- und Fertigungsprozesse sollten im Zahnmedizinstudium deshalb frühzeitig erlernt werden. Daher soll am Standort ein volldigitaler Workflow in die vorklinische prothetische Lehre implementiert werden. Es wurde ein dreitägiger Blockkurs konzipiert, in dessen Rahmen Studierende des Phantomkurses 2 die Versorgung von Patient:innen mit Einzelzahnkronen im volldigitalen Workflow erlernen. Der Erfolg der Lehrveranstaltung wurde objektiv über die qualitative Kontrolle der einzelnen Arbeitsschritte eingeschätzt. Der subjektive Lernerfolg und die Zufriedenheit der Studierenden mit der Teilnahme an der Lehrveranstaltung wurden mittels Fragebögen ermittelt. Allen Studierenden gelang es, passgenaue Kronen zu fertigen. Der subjektive Lernerfolg und die Zufriedenheit wurden von den Studierenden mit maximalen Punktzahlen bewertet. Somit konnte ein volldigitaler Workflow erfolgreich in die vorklinische Lehre implementiert werden: Die Lehrveranstaltung versetzte die Studierenden dazu in die Lage, Patient:innen zukünftig voll-digital versorgen zu können.

Schlagnote: Vorklinische Lehre – Volldigitaler Zahnersatz – CAD/CAM

The increasing digitalization of dental medicine is changing everyday life in dentistry. Theoretical and practical knowledge of computer-based planning and manufacturing processes should therefore be taught at an early stage of dental studies. To implement a fully digital workflow in preclinical prosthetic teaching, a three-day block course was designed during which students of the second preclinical course were to learn how to restore patients with single-tooth crowns in a fully digital workflow. The success of the course was objectively assessed by means of quality control for each of the work steps. The subjective learning success and the satisfaction of the students with their participation in the course were determined by means of questionnaires. All students were able to produce perfectly fitting crowns. Their subjective learning success and their satisfaction with the course were given maximum scores by the students. Thus, a fully digital workflow was successfully implemented in preclinical teaching and the course enabled the students to provide future patients with fully digital care.

Keywords: preclinical teaching – fully digital fixed dental prosthesis – CAD/CAM

## Einleitung

### *Problemdefinition und Gründe für das Modul*

Die Digitalisierung hat heute in zahlreichen Lebensbereichen Einzug gehalten. Auch in der Zahnheilkunde ist sie nicht mehr wegzudenken. Digitalisierung bedeutet hier vor allem den Einsatz digitaler Systeme unter anderem in der diagnostischen Planung von Implantaten, in Verlaufskontrollen von Weich- und Hartgewebsveränderungen sowie bei der Herstellung von kieferorthopädischen Geräten bzw. Zahnersatz (MANGANO, GANDOLFI & LUONGO 2017: 149). Mit den damit einhergehenden Veränderungen des Arbeitsalltages haben sich auch die Anforderungen an die Zahnärzteschaft, insbesondere den zahnärztlichen Nachwuchs, geändert. Im Kontext einer späteren Praxistätigkeit, die im Anschluss an das Zahnmedizinstudium der Regelfall ist, erscheint es unumgänglich, sich mit Themen wie der Flexibilisierung und Verkürzung von Behandlungszeiten, der Sicherstellung einer gleichbleibenden Versorgungsqualität und den immer höheren Anforderungen an die Dokumentation auseinanderzusetzen. Digitalisierung bietet hier die Chance, Prozesse zu rationalisieren und effizienter zu gestalten. Es erscheint daher sinnvoll, sich schon frühzeitig im Studium mit den Möglichkeiten der Digitalisierung im Rahmen der zahnärztlichen Versorgung auseinanderzusetzen. Speziell für das Fach Prothetik bedeutet dies, im Curriculum digitalen Planungs- und Fertigungsstrategien den Platz einzuräumen, den diese heute zum Teil bereits im Versorgungsalltag einnehmen. Insbesondere Prozessketten, die ausschließlich über digitale Schnittstellen verfügen, d. h. als volldigital bezeichnet werden, erscheinen in diesem Zusammenhang besonders gut dazu geeignet, die Möglichkeiten der Digitalisierung zu veranschaulichen. Für festsitzenden Zahnersatz (Kronen und Brücken) besteht heute die Möglichkeit, die intraorale Situation mit Intraoralkameras zu scannen, den geplanten Zahnersatz auf Basis dieses Scans zu designen und anschließend aus einem Block maschinell zu fräsen. Nur im volldigitalen Workflow können Patient:innen bei entsprechender Praxis-/Klinik-Ausstattung in nur einer einzigen Behandlungssitzung (Single-Visit) mit festsitzendem Zahnersatz definitiv versorgt werden. Im Gegensatz dazu muss im konventionellen oder hybriden Workflow immer der Umweg über das zahntechnische Labor gegangen werden. Hier wird zunächst ein Gipsmodell auf Basis der konventionellen Abformung hergestellt. Der Zahnersatz wird dann entweder direkt auf dem Gipsmodell (konventioneller Workflow) angefertigt oder das Gipsmodell zunächst eingescannt und anschließend der Zahnersatz digital designt und gefräst (hybrider Workflow).

Neben dem reinen Innovationsgedanken können auch politische Vorgaben einen Anreiz für die Implementierung eines volldigitalen Workflows in der Zahnmedizinischen Ausbildung darstellen. Innerhalb der neuen Approbationsordnung sind für die Zahnärztliche Prüfung im Fach Prothetik die Herstellung einer festsitzenden, einer abnehmbaren und einer provisorischen Versorgung innerhalb von vier Tagen vorgesehen. Dabei wird ausdrücklich eine Fokussierung auf zahnärztliche Behandlungsschritte angemahnt. Soll es sich bei den

eingesetzten Arbeiten um hochwertigen definitiven Zahnersatz handeln, so stellt dies höchste organisatorische und infrastrukturelle Anforderungen an die zahnärztlichen Fakultäten. Die Einbeziehung von den oben beschriebenen volldigital gefertigten Restaurationen stellt auch unter diesem Gesichtspunkt eine sinnvolle Ergänzung des Lehrangebots dar.

### *Zielsetzungen für das Modul*

Bisher war der volldigitale Workflow nicht im zahnmedizinischen Curriculum am Standort abgebildet. Stattdessen wurde in den vorklinischen als auch den klinischen Kursen ausschließlich der konventionelle bzw. hybride Workflow zur Herstellung von festsitzendem Zahnersatz vermittelt. Mit dem Bestreben nach einer modernen Lehre, welche die Studierenden auf ihre berufliche Zukunft bestmöglich vorbereitet, war es das Ziel dieses Projekts, den Stand der Digitalisierung in der prothetischen Zahnmedizin anschaulich anhand eines volldigitalen Workflows zu vermitteln und, aufbauend auf den am Phantom erworbenen Kompetenzen, die Nutzung eines volldigitalen Workflows zur Herstellung von festsitzendem Zahnersatz in den klinischen Behandlungskursen vorzubereiten. Damit die Studierenden die notwendige Sicherheit in der Anwendung an Patient:innen nachhaltig entwickeln können, sollte die Lehrveranstaltung im vorklinischen Studienabschnitt angesiedelt werden.

## Material und Methoden

### *Teilnehmende*

Die Lehrveranstaltung wurde als Teil des Phantomkurses 2, welcher am Standort im fünften Fachsemester angeboten wird, implementiert. Die Teilnahme war für alle Studierenden (n = 73) verpflichtend.

### *Setting*

Im vorklinischen Studienabschnitt des Zahnmedizinstudiums sind bereits der konventionelle und der hybride Workflow zur Herstellung von festsitzendem Zahnersatz am Standort abgebildet: Im Rahmen des Zahnärztlichen Propädeutikkurses erlernen die Studierenden den konventionellen Workflow. Hier sollen beim Aufwachsen und Herstellen einer Einzelzahnkrone mittels Gusstechnik zunächst die manuellen Fähigkeiten und das Formenverständnis für Zähne geschult werden. Im Phantomkurs 2 wird der hybride Workflow im sogenannten CAD/CAM Modul 1 vorgestellt (SCHWINDLING & DEISENHOFER 2015: 1215-1221). Auf Basis einer konventionellen Abformung wird durch die Studierenden zunächst ein Gipsmodell

erstellt und eingescannt. Auf dem digitalisierten Modell wird ein Verblendkäppchen mit Hilfe einer dentalen Designsoftware konstruiert, aus Zirkoniumdioxid gefräst, gesintert und von den Studierenden mittels Glaskeramik manuell verblendet.

Die neue Lehrveranstaltung zum volldigitalen Workflow wurde als Blockkurs mit einer Dauer von drei Tagen konzipiert und den Studierenden als CAD/CAM-Modul 2 angekündigt. Das Modul soll die Studierenden dazu in die Lage versetzen, Patient:innen später mit monolithischen Zirkoniumdioxidkronen direkt am Behandlungsstuhl (chairside) zu versorgen.

### *Struktur und Inhalt des Moduls*

Folgende Lernziele wurden daher zu Beginn des Modules definiert:

1. Die Studierenden sind in der Lage, den digitalen Workflow zu erklären und die Vor- und Nachteile im Vergleich zum klassischen Verfahren mit konventioneller Abformung zu diskutieren (kognitive Kompetenz, Level 2).
2. Die Studierenden sind in der Lage, die Güte einer Kronenpräparation nach den Kriterien Substanzabtrag, Präparationswinkel, Form und Ausprägung der Präparationsgrenze und Glättung digital unterstützt zu bewerten sowie ggf. notwendige Modifikationen selbstständig vorzunehmen (psychomotorische Kompetenz, Level 3a).
3. Die Studierenden sind in der Lage, eine funktionelle und ästhetische Zahnmorphologie softwareunterstützt zu modellieren (psychomotorische Kompetenz, Level 3a).
4. Die Studierenden sind in der Lage, eine klinisch einsetzbare monolithische Zirkoniumdioxidkrone selbst herzustellen (psychomotorische Kompetenz, Level 3a).

Dabei wurden die im Nationalen Lernzielkatalog (NKLZ) definierten Kompetenzlevel zugrunde gelegt (Tab. 1).

Zu Beginn des Moduls wurde den Studierenden im Rahmen einer Vorlesung zunächst eine aktuelle Literaturübersicht zur Chairside-Herstellung von festsitzendem Zahnersatz vorgestellt und anhand eines Fallbeispiels erläutert (Abb. 1). Schwerpunkte lagen dabei auf der erzielbaren Passgenauigkeit, den Vor- und Nachteilen des Vorgehens, der Patient:innenwahrnehmung und möglichen Einflussgrößen auf die Restaurationsqualität im Behandlungs-/Herstellungsprozess. Das gewählte Format entsprach dabei der kognitiven Natur des Lernziels 1.

Es schloss sich die praktische Einführung in die Handhabung des Intraoralscanners und die Verwendung des sogenannten prepCheck-Tools an, das es ermöglicht, materialspezifische Präparationsparameter zu hinterlegen und deren Einhaltung am gescannten Objekt zu überprüfen. So lassen sich unter anderem der Substanzabtrag, der Präparationswinkel und

die Qualität der Präparationsgrenze beurteilen. Abweichungen von den hinterlegten Parametern werden dabei durch eine Fehlfarbdarstellung gekennzeichnet. Alle Studierenden präparierten einen ersten Unterkiefer-Molar eines Phantommodells und fertigten einen Intraoralscan der Situation im Sinne eines Sextantenscans inklusive eines Gegenkiefer- und eines Registrierescans zur digitalen Übertragung der Kieferrelation an. Voraussetzung für die weitere Verwendung des Abformscans war, dass sich die Dimensionen der Zahnpräparation in den jeweiligen Toleranzbereichen der im prepCheck definierten Parameter befanden. War dies nicht der Fall, wurde ein neuer Zahn präpariert. Das Tagesziel war erreicht, wenn eine korrekte Zahnpräparation und der dazugehörige Abformscan vorlagen (Lernziel 2). Der zweite Kurstag begann mit einer praktischen Demonstration zu dem virtuellen Design-Prozess, dem anschließenden Versenden der 3D-Konstruktionsdaten und dem Fräsen und Sintern der Restauration. Diese Schritte wurden im Anschluss von den Studierenden unter Anleitung selbst durchgeführt (Lernziel 3). Ferner wurde im Verlauf, passend zu dem Arbeitsfortschritt der Studierenden, das Abtrennen und Einebnen des Frässupports an der Krone im Vorfeld des Sinterprozesses praktisch demonstriert. Das Tagesziel war erreicht, wenn eine fertig gesinterte monolithische Zirkoniumdioxidkrone vorlag. Zu Beginn des dritten und letzten Kurstages wurden die Oberflächenvergütung (Glättung und Politur) der Krone sowie das Vorgehen bei der Patient:innenanprobe praktisch demonstriert. Großer Wert wurde dabei auf eine abschließend perfekt polierte Oberfläche gelegt, da dies eine wichtige Voraussetzung für die klinische Anwendbarkeit darstellt. Das Ziel des dritten Tages war erreicht und das Modul galt als erfolgreich absolviert, wenn eine unter klinischen Gesichtspunkten am Phantompatienten passende, außen hochglanzpolierte und innen korundgestrahlte monolithische Zirkoniumdioxidkrone vorlag (Lernziel 4).

### *Evaluation*

Die Evaluation des CAD/CAM-Modules wurde durch einen Fragebogen mit 18 Fragen, welche die Studierenden auf einer Skala mit der Spannweite 1 (sehr groß/stimme voll zu) bis 5 (sehr gering/stimme nicht zu) beantworten konnten, durchgeführt.

## Ergebnisse

### *Qualitative Analyse*

Bis zur fertigen Krone mussten die Studierenden acht Arbeitsschritte, von der Zahnpräparation bis zur finalen Einprobe, durchführen. Diese wurden von geschulten Assistenzärzt:innen der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik kontrolliert und bei mindestens ausreichender Qualität auf einem Testatbogen unterzeichnet.

Zusätzlich zur externen Kontrolle erwiesen sich insbesondere drei Aspekte als besonders lernförderlich für die Studierenden:

Zum einen erhielten die Studierenden mittels der prepCheck-Analyse ihrer Zahnpräparation eine direkte Rückmeldung, ob alle Parameter der Präparation (Substanzabtrag, Präparationswinkel u.a.) innerhalb der vorab definierten Toleranzen lagen. Dadurch wurde der Prozess der kritischen Selbsteinschätzung der Studierenden wirkungsvoll unterstützt (Lernziel 2).

Zum zweiten offenbarten sich in vielen Fällen durch das eigenhändige Konstruieren der Krone mit der Designsoftware weitere Schwachstellen der Präparation, z.B. nicht klar definierte Präparationsgrenzen. Die direkten Auswirkungen solcher typischen „Präparationsfehler“ auf die Restauration verdeutlichten sich dadurch (okklusal zu geringe Schichtstärke = Frakturgefahr, undeutliche Präparationsgrenzen = unklare Lage des Kronenrandes; Lernziel 3).

Drittens lernten die Studierenden durch die in den meisten Fällen notwendige Feinadjustierung der keramischen Kronen (Einschleifen der okklusalen Kontaktpunkte, Feineinstellung der Approximalkontakte, Ausdünnen der Ränder) die für Keramiken spezifischen Bearbeitungsschritte und Instrumente kennen und erarbeiteten sich hierdurch psychomotorische Kompetenzen, die in keinem anderen Teil der vorklinischen Ausbildung gelehrt werden (Lernziel 4).

Insgesamt wurden von allen Teilnehmer:innen passgenaue und formschöne Kronen hergestellt, die in den meisten Fällen selbst den hohen klinischen Ansprüchen gerecht wurden (Abb. 2) und somit am Patienten eingesetzt werden könnten (Lernziel 4).

### *Studentische Evaluation*

An der studentischen Evaluation nahmen 45 Studierende (62%) teil. Von 25 Studierenden (34%) wurden Freitextkommentare verfasst. Es wurden (1) das CAD/CAM-Modul global, (2) der volldigitale Workflow sowie (3) das Erreichen der Lernziele durch die Studierenden evaluiert. Global erreichte das CAD/CAM-Modul einen Lehrveranstaltungsbewertungsindex (LVBI) von 100%, was einer höchstmöglichen Veranstaltungsqualität entspricht (Tab. 1).

Das Interesse am volldigitalen Workflow zur Herstellung einer Einzelkrone war sowohl vor wie nach dem Modul hoch. Die Studierenden empfanden das Modul als klar strukturiert und gut organisiert. Zustimmung gab es darin, dass der Lehrstoff verständlich vermittelt wurde, Lernziele klar definiert waren und auf Fragen und Belange eingegangen wurde. Insgesamt konnten die Studierenden dadurch von einem hohen Lernzuwachs profitieren (Abb. 3).

Die Studierenden empfanden den volldigitalen Workflow als positiv. So können sich die Studierenden im späteren Berufsleben vorstellen, Patient:innen eine vollanatomische Single-Visit-Zirkoniumdioxidkrone, mit allen dazu notwendigen Arbeitsschritten, anzubieten (Abb. 4).

Die Studierenden sahen sich nach dem CAD/CAM-Modul dazu in der Lage, einen Intraoralscan selbstständig durchzuführen, eine Seitenzahnkrone selbstständig zu designen

und eine monolithische Zirkoniumdioxidkrone anhand eines Fräs- und Speed-Sinter-Prozesses selbstständig herzustellen (Abb. 5). Die Lernerfolgsevaluation ergab Lernerfolgswerte zwischen 71,22 % und 80,61 % (Abb. 6).

Bei der Freitextauswertung wurde deutlich, dass die Studierenden Verbesserungspotenzial im Abbau von Wartezeiten ( $n = 4$ ) und in der Bereitstellung von für das Modul benötigten Schleifkörpern sehen ( $n = 3$ ). Positiv wurde von den Studierenden hervorgehoben, dass kein Zeitdruck vorhanden war ( $n = 7$ ) und eine angenehme Lernatmosphäre ( $n = 5$ ) herrschte. Ebenso wurde die freundliche Betreuung ( $n = 5$ ), das Eingehen auf Fragen ( $n = 3$ ), die guten praktischen Demonstrationen der Lehrenden ( $n = 2$ ) sowie das große Angebot an Intraoralscannern ( $n = 2$ ) hervorgehoben.

### *Ressourcenanalyse*

Die Studierenden mussten sich für die Teilnahme an dem Blockkurs je zwei Spezialdiamanten zur Zirkoniumdioxidbearbeitung beschaffen. Das keramische Material wurde für den ersten Durchgang vom Hersteller gestellt ( $n = 80$  Fräsblöcke CEREC Zirconia mono L), wird aber in Zukunft ggf. von den Studierenden zu finanzieren sein. Ebenfalls gestellt (Lehranstalt) wurden spezielle Glättungs- und Poliergummi-Sets ( $n = 11$ ) sowie diamantierte Polierpaste ( $n = 3$  Dosen). Es kann davon ausgegangen werden, dass eine Neuanschaffung alle drei Durchgänge entweder von Seiten der Institution oder der Studierenden notwendig wird. Für den Blockkurs wurden vom Kooperationspartner elf Intraoralscanner zur Verfügung gestellt. Gemeinsam mit dem am Standort verfügbaren Scanner konnten so jeweils drei Studierende auf einen Scanner zugreifen. Außerdem wurden jeweils sechs Schleifeinheiten und sechs Sinteröfen vom Kooperationspartner angeliefert und aufgebaut. Personell wurde der praktische Kurs von acht Assistenz Zahnärzt:innen halbtags, einem Lehrzahntechniker halbtags, sowie einem Mitarbeiter des Kooperationspartners ganztags betreut. Die einstündige theoretische Einführung wurde von einem Kursleiter (Oberarzt) vorgenommen.

### Diskussion

Das neu konzipierte Lernmodul (CAD/CAM Modul 2) bildet den gegenwärtigen Stand der technischen Möglichkeiten der volligitalen restaurativen Zahnheilkunde ab und gibt den Studierenden einen fundierten Einblick in die Chancen und Anforderungen, wie sie sich im Zuge der zunehmenden Digitalisierung des Arbeitsumfelds in der zahnärztlichen Praxis ergeben. Ob eine neue Technologie jedoch angewendet wird, hängt auch stark von deren Akzeptanz in der Zielgruppe ab. Eine Studie, welche die Wahrnehmung von digitalem Abformen gegenüber konventionellem bei Studierenden und Zahnärzt:innen untersucht hat, fand

heraus, dass die digitale Abformung von den Studierenden als einfacher und besser anwendbar angesehen wurde (ZITZMANN, KOVALTSCHUK & LENHERR 2017: 1227–1232). Zahnärzt:innen mit jahrelanger Berufserfahrung dagegen empfanden die konventionelle Abformung als effektiver und würden sie infolgedessen auch vorziehen (JODA, LENHERR & DEDEM 2017: 1318–1323). Es erscheint, dass die neue Generation von Zahnärzt:innen den digitalen Möglichkeiten in der Zahnheilkunde offener gegenübersteht. Dies verdeutlicht sich dahingehend, dass das Interesse der Studierenden am volldigitalen Workflow vor und nach dem Modul sehr hoch ist und sich die Studierenden im späteren Praxisalltag vorstellen können, Einzelzahnkronen im volldigitalen Workflow herzustellen.

Mit einer hundertprozentigen studentischen Zufriedenheit bezogen auf den Lehrveranstaltungsbewertungsindex kann abschließend konstatiert werden, dass die Lehrveranstaltung die Erwartungen der Studierenden und der Lehrenden bezüglich ihrer strukturellen und inhaltlichen Qualität sowie des generierten Lernzuwachses vollumfänglich erfüllt hat. In der Praxis werden Lehrveranstaltungsevaluationen als informelles Feedbackinstrument für Lehrende und Lehrverantwortliche eingesetzt. Um die Nutzorientierung zu erhöhen, werden neben den sechs Standardfragen individuelle Fragen und Fragen zu Kompetenzen in die jeweiligen Bögen integriert. Für die Standardfragen wurde eine Validierung des Kernfragebogens durch die zentrale Universitätsverwaltung des Standortes vorgenommen (2010, nicht publiziert). Sechs Items basierend auf dem Lernerfolgmodell nach Rindermann wurden untersucht: definierte Lernziele, Struktureinheit, verständliche Vermittlung des Lehrstoffs, Eingehen auf Fragen und Belange, Lernzuwachs und Angemessenheit des Arbeitsaufwandes (RINDERMANN 2001).

Fragen zu Kompetenzen wurden durch die Lehrverantwortlichen selbst definiert und sollten die eigene Einschätzung der Studierenden aktuell und retrospektiv evaluieren. Dieses Instrument wurde als „Göttinger Lernerfolgsevaluation“ entwickelt und für die medizinische Lehre von Raupach nach einer entsprechenden Untersuchung zur Reliabilität und Validität implementiert (RAUPACH & SCHIEKIRKA).

Der Lernerfolg in unserer Untersuchung ist mit 71,22–80,61 % laut Schulnotensystem als zufriedenstellend zu werten. Dass diese Werte im Vergleich zum LVBI niedriger ausfallen, ist der jeweiligen Fragestellung geschuldet: Abgefragt wird, ob sich die Studierenden zutrauen, selbstständig einen intraoralen Scan vorzunehmen, eine Krone digital zu designen und diese schließlich aus Zirkonoxid zu fertigen. Zu erwarten, dass alle diese Kompetenzen, die mehrstufige, völlig neue Arbeitsprozesse beinhalten, nach einer einmaligen Durchführung gemäß Selbsteinschätzung bereits voll ausgeprägt wären, erscheint unrealistisch. Die vorliegenden Ergebnisse weisen auf eine Fähigkeit zur kritischen Selbstreflexion hin. Eine Selbstüberschätzung korreliert mit deutlich unterdurchschnittlichen Leistungen (KRUGER & DUNNING 1999: 1121–1134), auch in einem medizinisch-klinischen Setting (HODGES, REGEHR, MARTIN 2001: 87–89). Die gewählten, den Lernzielen angepassten Lehrformate der Vorlesung sowie der praktischen Demonstration mit live-Videoübertragung waren laut Evaluation geeignet, den Erfolg der Lehrveranstaltung herbeizuführen.



Trotz des positiven Abschneidens der hier beschriebenen Lehrveranstaltung muss leider kritisch angemerkt werden, dass die Durchführung derselben derzeit nicht ohne industrielle Kooperationspartner:innen möglich ist. Alleine die Anschaffungskosten für die benötigte Hardware (Intraoralkamera, Schleifeinheit, Sinterofen) übersteigen die gegebenen finanziellen Möglichkeiten in der universitären Lehre. Um zukünftigen Herausforderungen an eine moderne Lehre begegnen zu können, scheint es deshalb unumgänglich, dass die Fakultäten mit höheren finanziellen Mitteln ausgestattet werden. Andernfalls muss eine Abhängigkeit von Industriepartner:innen mit allen Konsequenzen (Durchführbarkeit, Terminierung und Umfang einer solchen Veranstaltung) akzeptiert werden. Auch eine Verstärkung des Lehrangebots erscheint schwierig. Darüber hinaus sollte klar sein, dass sich Industriepartner:innen aus der Kooperation einen Mehrwert erhoffen, oft den Zugewinn an zukünftigen Kund:innen. Für die Universitäten besteht die Herausforderung, diesen marketing-gesteuerten Ansatz mit einer objektiven evidenz-basierten Lehre zu vereinbaren. Abhilfe angesichts dieser Problematik schafft am Standort zurzeit die Einführung der neuen zahnärztlichen Approbationsordnung (ZApprO). Mit einer neuen Schwerpunktsetzung auf eine sich an aktuellen klinischen Behandlungsmethoden orientierende Lehre reduzierte sich zugleich der Umfang der vorklinisch-prothetischen Veranstaltungen deutlich. Vor dem Hintergrund unserer positiven Erfahrungen mit dem hier beschriebenen Modul sowie weiteren Pilotprojekten der digitalisierten Lehre konnten die zuständigen Stellen des Landesministeriums überzeugt werden, dass der Zugewinn an modernen zahnärztlichen Kompetenzen eine Investition in digitale Infrastrukturen erfordert. So wird zumindest eine Teilfinanzierung unserer Lehrveranstaltung möglich. Darüber hinaus wird das Curriculum derzeit dahingehend umgestellt, den volldigitalen Workflow zur Hauptkomponente der Kurse zu machen. Somit können die finanziellen Mittel, die die Studierenden derzeit für klassisch zahnärztlich-zahntechnische Arbeiten investieren, zum Teil in den volldigitalen Workflow umgeleitet werden. Dieser Lösungsansatz ist ein Kompromiss, mit dem wir gegenüber anderen Standorten Deutschlands aber in einer vergleichsweise sehr positiven Situation sind.

## Zusammenfassung

Das Absolvieren der Lehrveranstaltung versetzte die Studierenden in die Lage, Patient:innen mit Einzelkronen volldigital versorgen zu können. In der studentischen Evaluation erzielte die Lehrveranstaltung volle Zufriedenheit (100%). Der vorklinische Lehrinhalt „Volldigitaler Workflow zur Herstellung von festsitzendem Zahnersatz“ konnte durch das CAD/CAM Modul 2 erfolgreich implementiert werden.

## Bibliographie

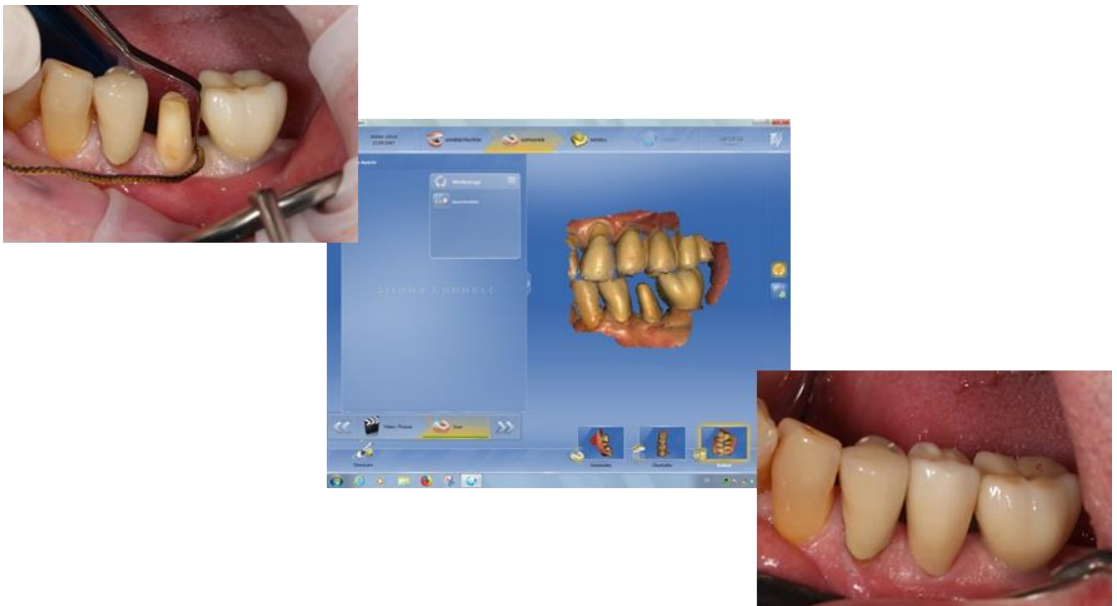
- HODGES, Brian, REGEHR, Glenn, MARTIN, Dawn. 2001. „Knowing What We Know – Difficulties in Recognising One’s Own Incompetence: Novice Physicians Who Are Unskilled and Unaware of It”, in: *Academic Medicine*, 76, S. 87–89.
- JODA, Tim, LENHERR, Patrik, DEDEM, Philipp, KOVALTSCHUK, Irina, BRAGGER, Urs, ZITZMANN, Nicola U. 2016. „Time Efficiency, Difficulty, and Operator's Preference Comparing Digital and Conventional Implant Impressions: A Randomized Controlled Trial”, in: *Clinical Oral Implants Research*, 28:10, S. 1318–1323.
- KRUGER, Justin, DUNNING, David. 1999. „Unskilled and Unaware of It: How Difficulties in Recognizing One's Own Incompetence Lead to Inflated Self-Assessments”, in: *Journal of Personality and Social Psychology*, 77:6, S. 1121–1134.
- LEE, Sang J., MACARTHUR, Robert X., GALLUCCI, German O. 2013. „An Evaluation of Student and Clinician Perception of Digital and Conventional Implant Impressions”, in: *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 110:5, S. 420–423.
- MANGANO, Francesco, GANDOLFI, Andrea, LUONGO, Giuseppe, LOGOZZO, Silvia. 2017. „Intraoral Scanners in Dentistry: A Review of the Current Literature”, in: *BMC Oral Health* 17(1): 149.
- RAUPACH, T. & SCHIEKIRKA, S. 2015. “Handreichung zur Lernerfolgsevaluation”, Electric Paper Evaluationssysteme GmbH.
- RINDERMANN, Heiner. 2001. *Lehrevaluation. Einführung und Überblick zu Forschung und Praxis der Lehrveranstaltungsevaluation an Hochschulen mit einem Beitrag zur Evaluation computerbasierter Unterrichts*. 2. erweiterte Auflage, Landau: Verlag Empirische Pädagogik.
- SCHWINDLING, Franz Sebastian, DEISENHOFER, Ulrich Karl, PORSCH, Monika, RAMMELSBURG, Peter, KAPPEL, Stefanie, STÖBER, Thomas. 2015. „Establishing CAD/CAM in Preclinical Dental Education: Evaluation of a Hands-on Module”, in: *Journal of Dental Education* 79:10, S. 1215–1221.
- ZITZMANN, Nicola U., KOVALTSCHUK, Irina, LENHERR, Patrik, DEDEM, Philipp, JODA, Tim. 2017. „Dental Students’ Perceptions of Digital and Conventional Impression Techniques: A Randomized Controlled Trial”, in: *Journal of Dental Education*, 81:10, S. 1227–1232.

Dr. Moritz Waldecker ist als Assistenzarzt an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik des Universitätsklinikums Heidelberg tätig. Als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe „Festsitzender Zahnersatz“ sind seine Forschungsschwerpunkte der vollkeramische Zahnersatz sowie die digitale Abformung. Aktuell beschäftigt er sich mit 3D-Scanverfahren zur hochpräzisen Erfassung ganzer Kiefer. Gute Lehre bedeutet für ihn, die Studierenden bestmöglich in Theorie und Praxis auf den Start in das Berufsleben vorzubereiten.

Dr. Moritz Waldecker  
moritz.waldecker@med.uni-heidelberg.de

## Anhang

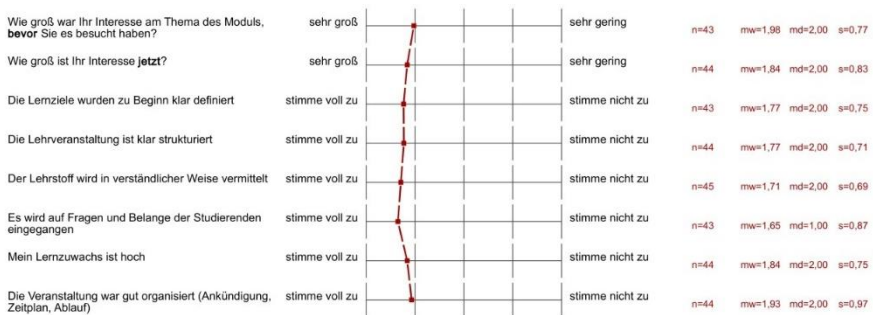
### Abbildungen



**Abb. 1.**  
Klinisches Fallbeispiel. Links, Präparation. Mitte, Intraoralscan. Rechts, eingesetzte Krone

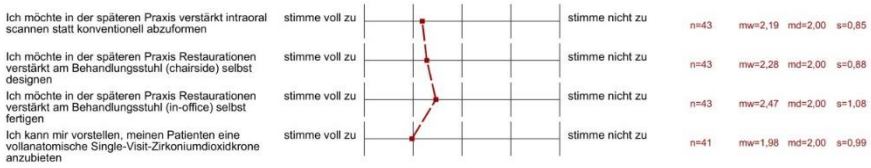


**Abb. 2.**  
Studentisches Fallbeispiel. 1, Präparation. 2, gefräste Krone. 3, fertiggestellte Krone. 4, eingesetzte Krone

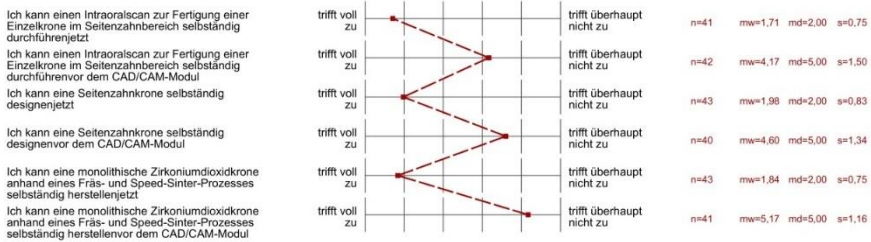


**Abb. 3.**  
Bewertung des CAD/CAM-Moduls

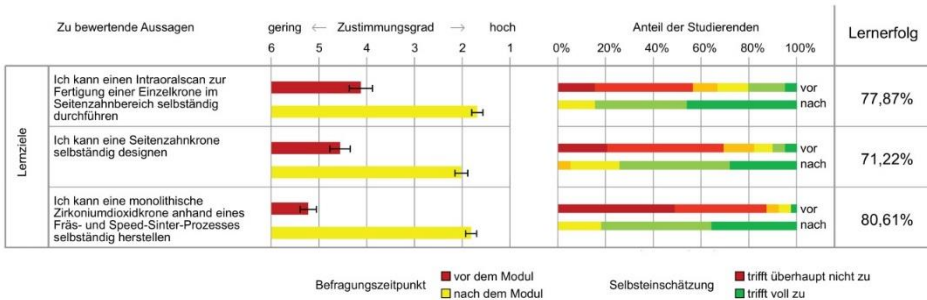
# Implementierung und Evaluation eines volligitalen Workflows zur Herstellung von festsitzendem Zahnersatz in der vorklinischen Lehre



**Abb. 4.**  
Bewertung des volligitalen Workflows



**Abb. 5.**  
Lernzielevaluation



**Abb. 6.**  
Lernerfolgsevaluation

Tabellen

Kompetenzlevel	
1	Was: Faktenwissen
2	Wie und warum: Handlung und Begründung
3a	Unter Anleitung selbst tun können
3b	Selbständig tun können

**Tabelle 1.**  
Kompetenzlevel nach Nationalem Lernzielkatalog (NKLZ)

Qualitätskriterien	M	Qualitätsbereich		
		1= „stimme voll zu“ bis 5= „stimme gar nicht zu“		
		M = 1,0-2,0*	M > 2,0-4,0**	M > 4,0-5,0***
Die Lernziele wurden zu Beginn klar definiert.	1,77	20,0%		
Die Lehrveranstaltung ist klar strukturiert.	1,77	20,0%		
Der Lehrstoff wird in verständlicher Weise vermittelt.	1,71	20,0%		
Es wird auf Fragen und Belange der Studierenden eingegangen.	1,65	20,0%		
Mein Lernzuwachs ist hoch.	1,84	20,0%		
<b>Summe</b>		<b>100,0%</b>		
<b>LVBI</b>				<b>100,0%</b>

\*Alle Mittelwerte in diesem Bereich erhalten 20% und werden somit positiv verstärkt.

\*\*Alle Mittelwerte in diesem Bereich werden nach folgender Formel berechnet:  $[(4-M)/2]*20$

\*\*\* Alle Mittelwerte in diesem Bereich erhalten 0% und werden somit negativ verstärkt.

**Tabelle 2.**  
Lehrveranstaltungsbewertungsindex (LVBI) gemäß heiQUALITY