

Dentale Digitale Highlights 2013

Der digitale Workflow und die Materialien

Björn Maier



Die neuesten Entwicklungen und Produktinnovationen aus der Dentalindustrie spiegeln derzeit eindeutig den weiter anhaltenden Trend zur digitalen Zahnheilkunde und Zahn-technik. Im folgenden Beitrag beschreiben wir den neuesten Stand verschiedener „digitaler Workflows“ und stellen Neuheiten im Bereich der Materialien zur prothetischen Versorgung vor.

Zahnärzten und Zahntechnikern, die schon seit einem längeren Zeitraum digital gestützt arbeiten, wird es bewusst sein: Ohne fachspezifisches Wissen und Erfahrung kann weder in analogen noch digitalen Verfahren hochwertiger und funktionierender Zahnersatz generiert werden. Allerdings macht der digital gestützte Arbeitsprozess die Kommunikation zwischen Behandler, Techniker und Patienten um einiges einfacher. Digitale Patientendaten können im Labor jederzeit aufgerufen werden und der Zahnersatz auf die individuelle Situation bezogen hergestellt werden. Die Distanzen zwischen Labor und Praxis schrumpfen auf einen digitalen Tastendruck zusammen. Erst durch den digital gestützten Workflow wurde es möglich, auf die individuellen Wünsche und Bedürfnisse jedes einzelnen Patienten einzugehen.

Aktuelle dentale Messen und Fachausstellungen zeigen, dass es wohl noch nie zuvor eine so große Materialvielfalt und so viele Fertigungsmöglichkeiten für den Zahnersatz gegeben hat wie heute. Um dem Leser die vielfältigen neuen Möglichkeiten nahezubringen, werden wir in unserem mehrteiligen Übersichtsartikel die wichtigsten Neuentwicklungen in den Arbeitsbereichen „Registrierung der individuellen Patientensituation“, „Planung und Konstruktion der Patientenarbeit“ und deren „Fertigstellung“ vorstellen.

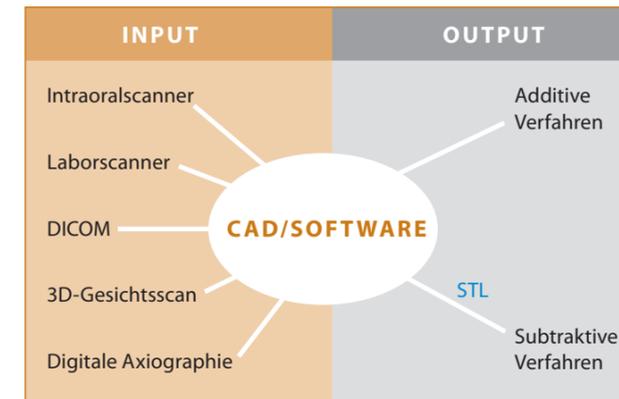


Abb. 1: Übersicht des gesamten digital gestützten Arbeitsprozesses.



Abb. 2: In der CAD-Software bringt der Zahntechniker sein Wissen und seine Erfahrung ein.



Abb. 3: Überblick der unterschiedlichen Scannertechnologien.

Der Aufbau und die derzeitigen Möglichkeiten des digital gestützten Arbeitsprozesses

CAD – Computer Aided Design

Betrachtet man den gesamten digital gestützten Arbeitsprozess (Abb. 1), wird schnell deutlich, dass die CAD-Software eine zentrale Rolle in der Umsetzung einnimmt. Im digitalen Konstruktionsprozess bringt der Zahntechniker sein Wissen und seine Erfahrung ein, um den Zahnersatz individuell auf den Patientenfall abzustimmen. Die CAD-Software stellt einen Knotenpunkt für die gesammelten Informationen der Patientenarbeit dar. Des Weiteren wird hier entschieden, über welchen Fertigungsweg (additive- oder subtraktive Fertigung) und aus welchen Materialien die virtuellen Konstruktionen umgesetzt werden sollen (Abb. 2).

Input

Um mit dem CAD-Programm arbeiten zu können, muss es zunächst mit Informationen gespeist werden. Der klassische Weg hierzu wäre die Digitalisierung über einen im zahntechnischen Labor befindlichen Scanner. Dabei unterscheiden wir zwischen taktilen und optischen Scannern. Im dentalen Bereich sind bis auf ein paar wenige Ausnahmen hauptsächlich optische Systeme in Gebrauch. Üblich sind laser- oder streifenlichtbasierte Systeme oder auch die konoskopische Holografie (Abb. 3).



Abb. 4: Der Intraoralscan gewinnt zunehmend an Bedeutung.

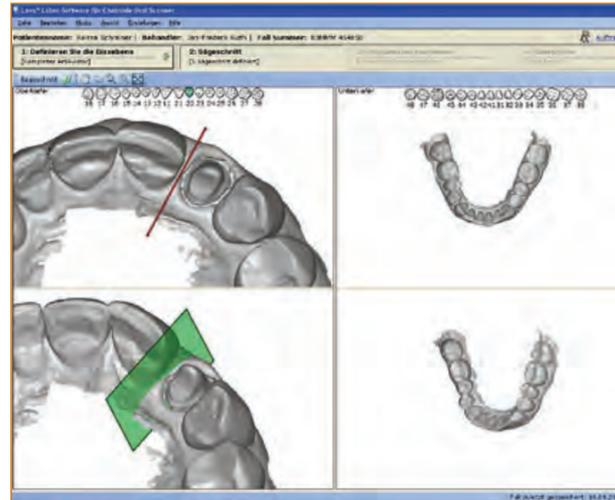


Abb. 5: Der virtuelle Datensatz wird für die Konstruktion vorbereitet.

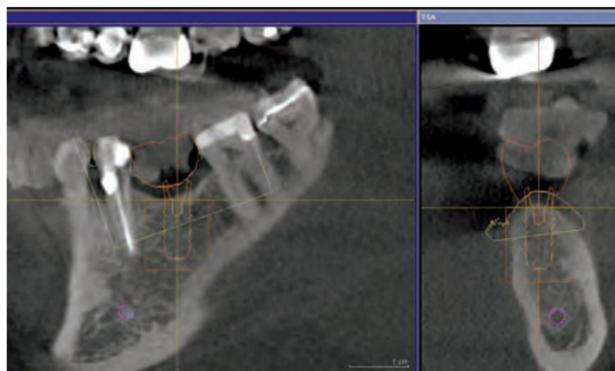


Abb. 6: Durch das Überlagern von DICOM-Daten mit CAD-Konstruktionen wird eine gezielte und reproduzierbare Implantation möglich.



Abb. 7: Durch die digitale Axiographie wird die Individualität jedes einzelnen Patienten im digitalen Workflow sichergestellt.



Abb. 8: Abgerundet wird die individuelle Planung durch den Facescan.

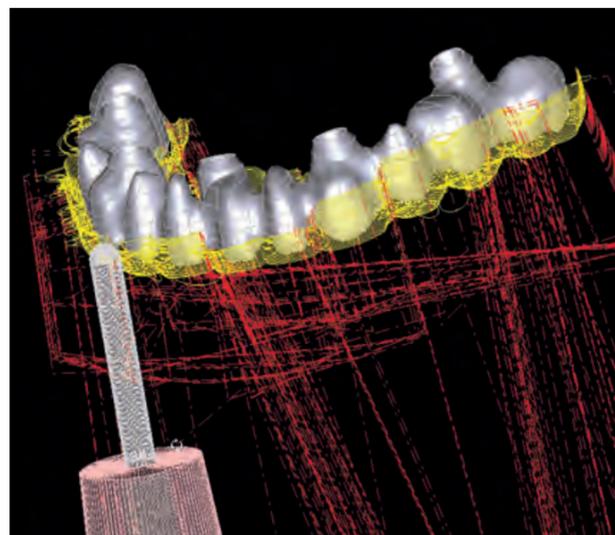


Abb. 9: In der CAM-Software werden bei der subtraktiven Umsetzung unter anderem die Material- und formspezifischen Fräsbahnen berechnet.

Ein weiterer Weg der Digitalisierung geht über den Intraoralscanner. Analoge Fehlerquellen wie Verzüge und Rückstellproblematiken der Abformung können dadurch ausgeschlossen werden. Auch die Problematik des Expansionsverhaltens der Modellgipse spielt hier keine Rolle mehr. Hier sind die Anforderungen an eine präzise Optik sowie an den stabilen Datentransfer gestellt (Abb. 4). Die Abformung muss nicht mehr in der Zahnarztpraxis durch einen Kurier abgeholt werden, sondern kann online an das beauftragte Dentallabor versendet werden. Je nach Systemanbieter geht der erstellte Datensatz über eine interne Plattform, wo die Daten nochmals aufbereitet und kontrolliert werden, oder auf direktem Weg in das zahntechnische Labor (Abb. 5).

Eine weitere Möglichkeit der Datenerfassung ist beispielsweise die Erfassung der durch eine Computertomographie ermittelten DICOM-Daten zur Planung der Implantation. Diese Datensätze können von aufeinander abgestimmten Systemen in die CAD-Software eingelesen werden, um schon vor der Implantation den Zahnersatz zu konstruieren. Dadurch bekommt der Implantologe genaue Angaben und Informationen über die Position und Dimension des angestrebten Endergebnisses (Backwardplaning). Eine präzise, planbare und nachvollziehbare Behandlung wird möglich (Abb. 6).

Die Einbeziehung des stomatognathen Systems in seiner Funktion und Dysfunktion des Unterkiefers ist ein entscheidendes Kriterium für die Anamnese und Herstellung von individuell auf den Patienten abgestimmtem Zahnersatz. Diese Funktionserfassung kann durch die digitale Axiographie mit in den digitalen Workflow aufgenommen werden (Abb. 7).

Abgerundet wird die Aufnahme der individuellen Patientendaten durch den 3D Gesichtsscanner. Durch das Erfassen der extraoralen Merkmale des Gesichts können Informationen zur Mimik und dem Konstruktionstypenprofil mit in die CAD-Konstruktion einfließen und die Individualität des Zahnersatzes gewährleisten (Abb. 8).

Output – additive und subtraktive Methoden

Schlussendlich muss aus den gesammelten Daten und der virtuellen Konstruktion ein Weg zur analogen Umsetzung gewählt werden. Dabei wird grundlegend zwischen den additiven- und den subtraktiven Ansätzen unterschieden (Abb. 9 u. 10). Des Weiteren muss sich das Labor für eine Inhousefertigung oder für eine zentrale Fertigung entscheiden.

Vor rund 15-20 Jahren hat man in der **subtraktiven Fertigung** mit der Verarbeitung von Zirkonium- und Aluminiumdioxid begonnen. Inzwischen gibt es eine unglaubliche Vielfalt an Materialien und Technologien, auf die das restaurative Team zugreifen kann. Das Spektrum an Materialien reicht von keramisch basierenden Werkstoffen wie z. B. Lithiumdisilikat, vorgesinterter NEM-Legierungen, Kompositen, bis hin zu hochfesten Kunststoffen wie z.B. PEKK. Im Bereich der subtraktiven Fertigung war in den letzten fünf Jahren eine rasante Entwicklung auf dem dentalen Sektor zu beobachten. Hier werden Maschinen mit Industriestandard für die präzise Großproduktion angeboten, ebenso handliche Tischmaschinen für das kleinere Budget. Entscheidend bei der Wahl einer Maschine ist die individuelle Abstimmung der einzelnen Komponenten, beginnend bei der Hardware einer Fräsmaschine. Dabei muss dem interessierten Kunden bewusst sein, welche Materialien er bearbeiten will und welche Stückzahlen anfallen werden.

Die **additive Fertigungstechnologie** hat in den letzten Jahren nicht nur im zahntechnischen Bereich ein reges Interesse erfahren. Des Öfteren wird inzwischen sogar von der dritten industriellen Revolution gesprochen. Selbst an den Börsen wird ein Fokus auf Unternehmen mit den Bereichen 3D-Druck geworfen (Abb. 11). Synonym für das 3D-Drucken wird oft der Begriff Rapid Prototyping verwendet. Wie die subtraktive CNC-Technik so haben auch die additiven Verfahren ihren Ursprung in der Automobilindustrie. Der Begriff Rapid Prototyping selbst weist auf den Ursprung des Verfahrens, das zur schnellen Herstellung von Musterbauteilen entwickelt wurde. Rapid-Prototyping-

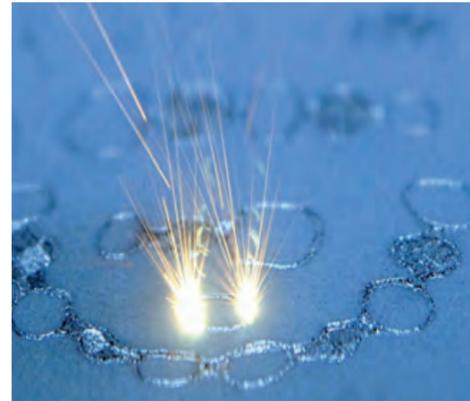


Abb. 10: Bei der additiven Umsetzung der CAD-Daten wird aus pulverisiert oder flüssig vorliegendem Material Schicht für Schicht aufgebaut.



Abb. 11: 3D-Drucker zur additiven Fertigung von Konstruktionselementen.

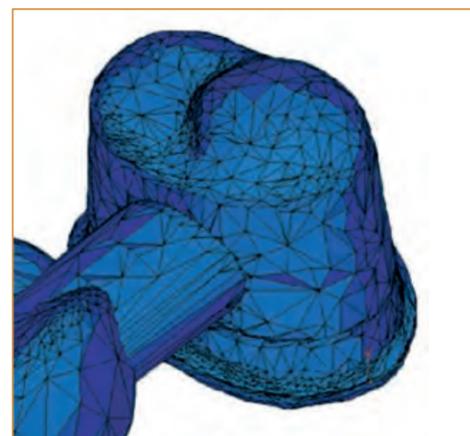


Abb. 12: Organische Objekte werden oft über STL-Datensätze beschrieben.



Abb. 23: Von der Firma AmannGirrbach wird das Material Ceramill Sintron® angeboten.



Abb. 24: Unter Schutzgasflutung wird das vorgesinterte Material nach dem Fräsen im Ceramill Argotherm Ofen durchgesintert.



Abb. 25: Die durchgesinterten NEM-Gerüste können mit herkömmlichen keramischen Verblendmaterialien fertiggestellt werden.

Crypton-Blöcke stehen in vier Größen zur Auswahl. In den kleinsten Block passen ein bis zwei Kronen, in den größten über zwanzig Zahneinheiten. Die neue Sintermetall-Werkstoffklasse erlaubt die Herstellung von bis zu viergliedrigen Brücken und ist für Labors jeglicher Größe attraktiv (Abb. 22).

Das Material Ceramill Sintron®

Bei dem Material Ceramill Sintron handelt es sich ebenfalls um einen fräsbaren CoCr-Rohling für die Fräsmaschinen **Ceramill Motion** und **Ceramill Motion 2**. Dieses Nichteledmetall-(CoCr)-Sintermetall ist eine Neuentwicklung aus dem Hause AmannGirrbach, die höchste Prozesssicherheit bei maximaler Kontrolle, Wertschöpfung und Komfort verspricht. Nichteledmetall-Restaurationen lassen sich damit künftig CAD/CAM-basiert im eigenen Labor herstellen. Für den Anwender entfallen die externe Fertigung von CoCr-Gerüsten sowie der häufig fehlerhafte CoCr-Gießprozess (Abb. 23).

Mit diesem neuen CoCr-Sintermetall Ceramill Sintron hat der im österreichischen Vorarlberg ansässige Dentalpezialist AmannGirrbach einen Werkstoff entwickelt, der es erstmalig erlaubt, im haus-eigenen Labor CNC-basiert Nichteledmetall-Restaurationen herzustellen. Bislang war es wegen der Materialhärte nicht möglich, einen solchen Werkstoff auf kleinen laboreigenen Fräsmaschinen trocken zu bearbeiten. Aufgrund der wachsartigen Beschaffenheit der Ceramill Sintron Blanks lässt sich jedoch dieses Material mühelos auf Desktop-Maschinen trocken fräsen. Während des anschließenden Sinterprozesses unter Schutzgasflutung im **Ceramill Argotherm Ofen** (Abb. 24 – ein Prozessverlauf vergleichbar mit dem für Zirkon – erreichen die Gerüste ihren Endzustand. Diese CoCr-Restaurations weist ein sehr homogenes Materialgefüge ohne Lunker auf.

Ceramill-CAD/CAM-Anwender haben mit dem neuen Ceramill Sintron die Möglichkeit, den aufwändigen, fehlerbehafteten CoCr-Gießprozess im Labor gegen das neue Herstellverfahren auszutauschen beziehungsweise die externe Fertigung von Gerüsten zu umgehen. Die entfallenden Versandzeiten steigern zusätzlich den durch die Inhouse-Produktion erzielten Zeitgewinn. Digitale Vorlagen ersetzen das Modellieren in Wachs und beschleunigen die Konstruktion. Hinzu kommt ein äußerst geringer Werkzeugverschleiß durch die wachsartige Beschaffenheit der Rohlinge. Auch das Umstellen der Verblendkeramik fällt weg: Jede für CoCr geeignete Standardkeramik ist verwendbar. Nie zuvor war das Herstellen von NE-Einheiten einfacher, schneller, komfortabler und besser zu kontrollieren – maximale Wertschöpfung im Labor inklusive (Abb. 25).

Ceramill Sintron ist das Ergebnis aufwändiger Entwicklungsarbeit von AmannGirrbach in Kooperation mit weltweit führenden Universitäten und spezialisierten Instituten im Bereich der Pulvermetall-

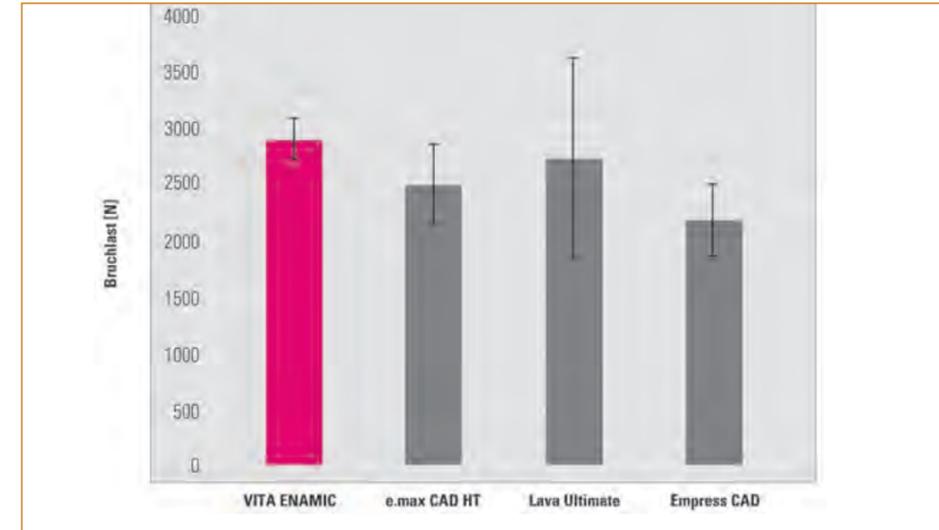


Abb. 27: Ein Material mit interessanten physikalischen Werten.

lurgie. Prozess- und Materialqualität sind somit von höchster Stelle validiert und gewährleisten maximale Sicherheit im Sinne des Anwenders. Mit dem Wandel hin zu digitalen Prozessen in der Prothetik hat sich in den letzten Jahren das Produktportfolio bei AmannGirrbach verändert. So gehört die digitale Gerüsterstellung unter dem Dach der Ceramill-Marke neben den klassischen Segmenten des Model Managements (Modellherstellung und Artikulation) und Esthetic Managements (Keramik – Verblenden) fest zur Produktpalette. Als Systemkomponenten sind erhältlich: Ceramill Sintron Blanks, der Sinterofen Ceramill Argotherm mit Schutzgasflutung, die Ceramill Argovent Sinterbox – das Herzstück des Systems – und Ceramill Mind & Match 2 Software-Updates für Ceramill Sintron.

Das Material Vita Enamic

Die VITA Zahnfabrik hat eine neue, keramische Werkstoffgeneration entwickelt: **VITA ENAMIC** ist die weltweit erste dentale Hybridkeramik mit einer dualen Netzwerkstruktur, die das Beste von Keramik und Komposit in sich vereint (Abb. 26). Die CAD/CAM-Blöcke eignen sich nicht nur für die Fertigung klassischer Inlays, Onlays, Veneers sowie Kronen im Front- und Seitenzahnbereich, sondern auch für minimalinvasive Restaurationen wie „Non-Prep-Veneers“ bzw. Versorgungen bei reduziertem Platzangebot.

Bei VITA ENAMIC durchdringen sich das dominierende keramische Netzwerk und das verstärkende Polymernetzwerk gegenseitig vollkommen. Dank dieser dualen Keramik-Polymer-Netzwerkstruktur vereint der neue Verbundwerkstoff in idealer Weise die positiven Eigenschaften sowohl von Keramiken als auch von Komposit-Materialien. Materialwissenschaftliche Untersuchungen belegen, dass VITA ENAMIC neben enormer Belastbarkeit auch eine außerordentliche Elastizität und sogar eine integrierte Riss-Stopp-Funktion bietet (Abb. 27).

Diese neue Werkstoffklasse weist eine signifikant geringere Sprödigkeit als reine Dentalkeramik sowie ein besseres Abrasionsverhalten als traditionelle Kompositmaterialien auf und entspricht so den Eigenschaften eines natürlichen Zahnes. Die hohe Belastbarkeit macht VITA ENAMIC gegenüber den Scher- und Druckkräften des stomatognathen Systems sehr widerstandsfähig. Deshalb ist der Werkstoff vielfältig einsetzbar.

Patienten bewerten den oralen Tragekomfort von VITA ENAMIC Restaurationen sehr positiv. VITA ENAMIC wird im ersten Schritt in der Blockgeometrie EM-14 mit den Maßen 12 x 14 x 18 mm sowie in den Farbvarianten 0M1, 1M1, 1M2, 2M2 und 3M2 in zwei Transluzenzstufen angeboten. Verarbeitbar ist die innovative Hybridkeramik mit den CEREC- und inLab-Systemen von Sirona. Die Konstruktion



Björn Maier

- Jahrgang 1976
- 1992 – 1995: Ausbildung zum Industriemechaniker, Fachrichtung CNC Technik und Feinmechanik
- 1995 – 1999: Ausbildung zum Zahntechniker im elterlichen Betrieb, anschließend dreimonatiges Praktikum im Dentallabor Mitch Unrath in Arizona (USA)
- 1999 – 2001: Zahnmedizinische Universitätsklinik in Ulm
- 2001 – 2006: in zwei gewerblichen Laboren und einem Praxislabor mit Schwerpunkt Implantologie und CAD/CAM in der Schweiz tätig
- 4. Platz beim internationalen KunstZahnWerk-Wettbewerb der Firma Candulor
- Zahlreiche Veröffentlichungen in nationalen und internationalen Fachzeitschriften
- Erfolgreiche Teilnahme beim 3M Espe Talent Award
- 2006 – 2007: Meisterschule Stuttgart
- 2007: Eröffnung des Dentallabors „Zahntechnik Björn Maier“
- Mitautor der Bücher „Frontzahn-Restaurations“ und „CAD/CAM-Technik“ (Verlag Neuer Merkur)
- 2010 – 2011: Mitarbeit an der Zahnmedizinischen Universitätsklinik München (Schwerpunkt CAD/CAM)
- Mitautor des Buches „Prothesenzähne und -kunststoffe“

Korrespondenzadresse

Zahntechnik
Björn Maier
Ludwigstr. 10
89415 Lauingen
Telefon: 09072/4352
Email: info@bjoern-maier.com



Abb. 26: Vita entwickelte eine neue dentale Hybridkeramik mit dem Namen VITA ENAMIC.



erfolgt dabei in bewährter Form. Das Schleifen ist im Vergleich zur reinen Keramik zeitsparender, werkzeugschonender und höchst zuverlässig mit präziseren, kantenstabileren und damit detailgetreueren Ergebnissen als bei traditionellen Dentalkeramiken. Mit dem passenden Politurset von VITA ist das Material sehr gut und schnell zu polieren. Daneben ist auch eine Glasur mittels Lichtpolymerisation möglich.

Charakterisierungen können mit lichthärtenden Malfarben umgesetzt werden. Generell sorgt die exzellente Lichtleitfähigkeit von VITA ENAMIC für höchästhetische Ergebnisse mit natürlichem Farbspiel (Abb. 28 – 31). Die Hybridkeramik verfügt bereits über ihre Endfestigkeit und kann direkt nach dem Schleifen eingesetzt werden, da sie nicht nachbehandelt werden muss.

Das Material Pekkton® ivory von der Firma Cendres+Metaux

PEEK, PEKK – diese Begriffe tauchen häufig auf, sind aber verwirrend. Sie bezeichnen zwei Werkstoffe, die eines gemeinsam haben: Sie gehören zur Familie der Polyaryletherketone, kurz PAEK genannt (Abb. 32 bis 35). PAEK sind Hochleistungsthermoplaste, die über einen weiten Temperaturbereich eine hohe Festigkeit, Steifigkeit sowie Hydrolysebeständigkeit besitzen und für extreme Beanspruchungen geeignet sind. Bei der Bearbeitung von Thermoplasten wird nur die Form, nicht aber die chemische Eigenschaft verändert. Ein entscheidender Vorteil! Zudem weist das Material keine Porosität oder Monomere auf.

Das bekannteste Familienmitglied PEEK (Polyetheretherketon) galt in den letzten Jahren als Synonym für Hochleistungspolymere der höchsten Klasse. PEEK genießt in der Medizin große Akzeptanz und ist in zahlreichen Bereichen etabliert. Exklusiv von Cendres+Métaux gibt es jetzt **Pekkton ivory**, ein PEKK (Polyetherketonketon) - die neueste Generation aus der Familie der Polyaryletherketone. PEKK weist im Gegensatz zu PEEK sowohl amorphe als auch kristalline Materialeigenschaften auf. Das macht PEKK besonders interessant. Nicht nur die Theorie, auch Studien belegen die Vorzüge von PEKK in der Zahnmedizin. Dank seiner einzigartigen mechanischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften bietet sich PEKK für ein breiteres Anwendungsspektrum als PEEK an. Es verfügt über eine bis zu 80% höhere Druckfestigkeit und breitere Verarbeitungsparameter als PEEK.

PEKK differenziert sich von den heute verwendeten Materialien, da es der natürlichen Zahnhartsubstanz am nächsten kommt und das Optimum für dentale Anwendungen darstellt. Pekkton ivory ist fast unlöslich. Biologische Untersuchungen zeigen eine exzellente Mundverträglichkeit. Zudem verfügt Pekkton ivory über eine sehr geringe Dichte und bietet sich daher für federleichte prothetische Lösungen und Versorgungen mit viel Patientenkomfort an. Pekkton ivory ist im Labor schnell und sauber zu verarbeiten und einfach zu verblenden (Abb. 36 und 37). Es ist metallfrei, leicht radio-opak und erleichtert dadurch die Karieskontrolle.

Neue Werkstoffe und Gerätetechnologien im Bereich der additiven Fertigung

Waren die zuletzt beschriebenen Materialien auf die subtraktive Fertigung ausgerichtet, so handelt es sich bei den folgenden Werkstoffen um Technologien zur additiven Verarbeitung von Konstruktionsdaten.

Die Scan-LED-Technologie von der Firma Innovation Meditech GmbH

Zur Herstellung von medizintechnischen Produkten werden in Abhängigkeit von der Applikation heutzutage unterschiedliche Schichtbauverfahren eingesetzt. Die Scan-LED-Technologie vereint viele Vorteile der etablierten generativen Fertigungsverfahren im Hinblick auf Prozessflexibilität, Materialauswahl, Baupräzision, Bedienkomfort und Kosten. Eine Scan-LED Maschine (Abb. 38) besteht aus einem Harzbehälter, in dem sich der Elevatorarm mit der Bauplattform und das Beschichtungssystem befinden. Über dem Harzbehälter bewegt sich in xy-Richtung der Belichtungskopf, um ein Bild auf die Harzoberfläche zu projizieren und die Photopolymerisation auszulösen. Vorteilhaft ist



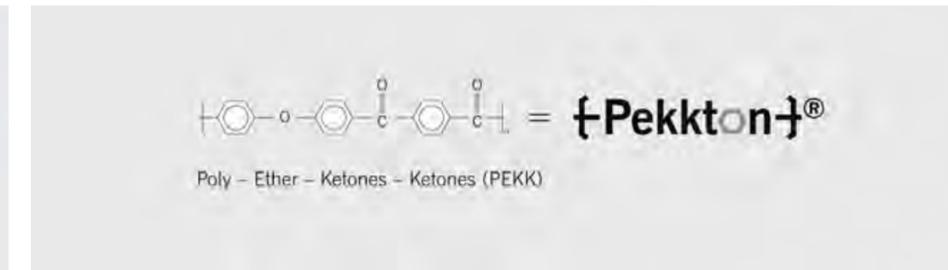
Abb. 28 und 29: Die gefrästen Halbzeuge können mit Gummipolierern überarbeitet werden.



Abb. 30 und 31: Zur Individualisierung steht ein Malfarben-sortiment zur Verfügung.



Abb. 32: Das Material Pekkton ivory ist ein hochleistungsthermoplastischer Gerüstwerkstoff aus dem Hause Cendres+Metaux.



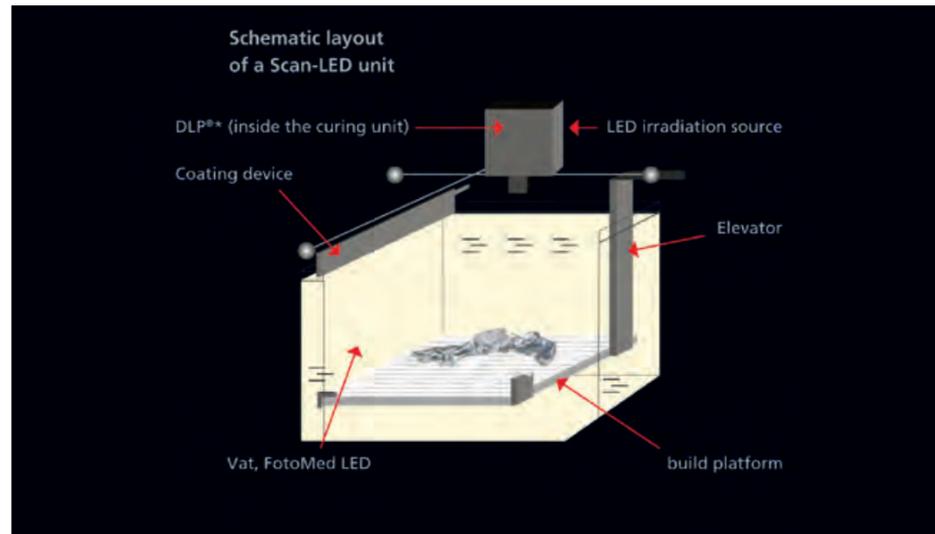


Abb. 38: Der Aufbau einer Scan-LED Maschine.

dabei, dass hohe laterale Auflösungen – ein Pixel hat eine Kantenlänge von ca. 32 μm – über eine große Bauplattform erzielt werden. Als Bestrahlungsquelle steht eine LED mit ca. 1,5 W Leistung bei 365 nm zur Verfügung. Dadurch können unterschiedlichste Applikationen mit den **FotoMed LED-Harzen** abgedeckt werden.

Für Präzisionsanwendungen ist das **Maschinenkonzept M120** entwickelt worden (Abb. 38). Dieses zeichnet sich durch einen Bauraum von bis zu 500 x 600 x 400 mm (H x B x T) aus. Für Rapid Manufacturing Anwendungen im Hochpräzisionsbereich kann die **Anlage D30** eingesetzt werden (Abb. 39). Basierend auf einem komplett aus Granit gefertigten Rahmen erschließen sich mit diesem Maschinenkonzept Applikationen, an die höchste Ansprüche hinsichtlich Prozessrobustheit und Baupräzision gestellt werden. Beide Systeme sind als offene Systeme ohne RFID-Codierung der Materialien konzipiert. Entsprechend bleibt der Anwender bei der Materialwahl flexibel.

Reinigung und Nachbelichtung

Bei der additiven Fertigung stehen stets Rapid Manufacturing Prozesse im Fokus, die sich flexibel dem digitalen Workflow zur Herstellung von medizintechnischen Produkten anpassen lassen (Abb. 39). Diesem Systemgedanken ist die Firma Innovation Meditech GmbH verpflichtet und bietet alle weiteren Prozesskomponenten wie die **Reinigungseinheit SW80H** (Abb. 40) und die **Nachbelichtungseinheiten PCU evo und PCU 90** an. Sie wurden für den Scan-LED Rapid Manufacturing Prozess entwickelt, um die für die Herstellung von medizintechnischen Produkten wichtigen zertifizierten Prozesse anbieten zu können. Mit der **SW80 Ultraschall-Reinigungsanlage/ Ultrasonic Cleaning Unit** sind effiziente und schnelle Reinigungszyklen realisierbar. Dies gilt ebenfalls für die beiden Nachbelichtungseinheiten PCU evo und PCU 90. Durch deren auf die FotoMed-Harze angepasste Bestrahlungsquelle werden optimale und reproduzierbare mechanische Eigenschaften der Endprodukte garantiert.

Die dazu angebotenen Materialien

Das **Scan LED Harz FotoMed LED.A** eignet sich zur Herstellung von Objekten für die Medizintechnik. Die Endprodukte sind biokompatibel und erfüllen die zur biologischen Beurteilung von Medizinprodukten (DIN ISO 10993) geforderten Kriterien hinsichtlich Irritation, Sensibilisierung und Zytotoxizität. Medizintechnische Teile aus FotoMed LED.A sind nahezu farblos transparent und lassen sich sowohl mittels Ethylenoxid als auch mittels Dampf sterilisieren.

Aufgrund ihrer geringen Wasseraufnahme lassen sich Teile aus FotoMed LED.A auch über längere Zeiträume (> 15 Min) dampfsterilisieren. Das Material bleibt dabei dimensionsstabil. Aus diesen Gründen eignet sich das Material hervorragend für die Herstellung von z.B. chirurgischen Schablonen oder Operationsmodellen. Auf Wunsch ist FotoMed LED.A auch in weiteren Farben erhältlich, um z.B. Nervenkanäle darzustellen. Nach Sterilisation mit γ -Strahlung weisen die Teile nur geringfügige Verfärbungen auf.

Technische Daten:	Farbe	klar-transparent
	Dichte	1,1 – 1,2 g/ml-1
	Viskosität (23°)	1,0 – 1,2 Pa s
	Elastizitätsmodul	1700 – 2200 MPa
	Biegefestigkeit	90 – 115 MPa
	Bruchdehnung	8 – 10 %
	Härte	80 – 84 Shore D
	Eindringtiefe	Dp: 185,6 μm (7,3 mils)
	Kritische Energie	Ec: 6,3 mJ cm-2

Mit dem für die Scan-LED-Technologie entwickelten Harz **FotoMed Testpattern** steht ein Werkstoff zur Verfügung, der sich für die generative Herstellung von medizintechnischen Gussmodellen hervorragend eignet. FotoMed Testpattern bietet neben seiner exzellenten Ausbrennbarkeit eine Vielzahl von weiteren Vorteilen (Abb. 41), darunter eine niedrige Viskosität, eine hohe Reaktivität, keine Sedimentation von Zusätzen, eine hohe Grünfestigkeit, ein geringer Restaschegehalt, die Reparaturfähigkeit mit FotoMed.repair und die „Speedgussfähigkeit“, da in Kombination mit phosphatbasierter Einbettmasse direkt bei 800° C aufgesetzt werden kann.

Technische Daten:	Farbe	rot-transparent
	Dichte	1,1 g ml-1
	Viskosität (23°)	0,18 Pa s
	Elastizitätsmodul	2910 MPa (ASTM 790)
	Biegefestigkeit	83 MPa (ASTM 790)
	Härte	83 Shore D
	Eindringtiefe	Dp: 172 μm (6,8 mils)
	Kritische Energie	Ec: 4,8 mJ cm-2
	Ausbrennbarkeit	Restaschegehalt < 2% (bei 470°C)

FotoMed LED.flex 70 ist ein Scan-LED Harz zur Herstellung von flexiblen Objekten für den Einsatz in der Medizintechnik. Die Endprodukte sind biokompatibel und erfüllen die zur biologischen Beurteilung von Medizinprodukten (DIN EN ISO 10993) geforderten Kriterien hinsichtlich Irritation, Sensibilisierung und Zytotoxizität. Darüber hinaus besitzt das Material einen Thermoefekt und verändert von z.B. Raum- auf Körpertemperatur seine Shore A-Härte von Shore A 80 auf Shore A 70 (Abb. 42 und 43). Das Material zeichnet sich außerdem durch eine hohe Transparenz, Formalisierbarkeit und Reißfestigkeit aus.

Technische Daten:	Farbe	klar-transparent
	Dichte	1,1 - 1,2 g ml-1
	Viskosität (23°)	0,8 Pa s
	Zugspannung	8 MPa
	Zugdehnung	92 %
	Härte (23°C)	80 Shore A
	Härte (37°C)	67 Shore A
	Wasseraufnahme	17 μm mm-3
	Weiterreißfestigkeit	22 N mm-1
	Eindringtiefe	Dp: 185 μm (7,3 mils)
	Kritische Energie	Ec: 38 mJ cm-2

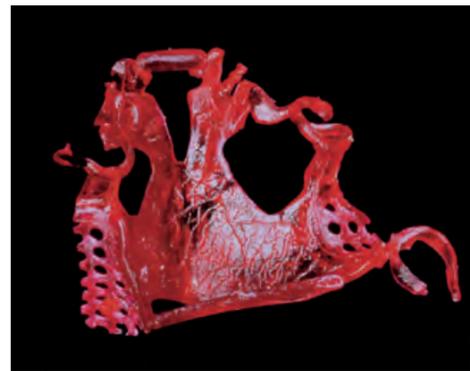


Abb. 41: Mit dem Harz FotoMed Testpattern steht ein Werkstoff zur generative Herstellung von Gussobjekten zur Verfügung.



Abb. 42: Das Material FotoMed LED.flex 70 zur Herstellung von flexiblen Objekten.



Abb. 43: Bei der Modellherstellung eignet sich das Material FotoMed LED.flex 70 gut zur Herstellung abnehmbarer Zahnfleischmasken.



Abb. 39: Die für das Rapid Manufacturing entwickelte Maschine D30 der Firma Innovation MediTech GmbH.



Abb.40: Um im zertifizierten Prozess zu bleiben: die systembezogene Ultraschall-Reinigungsanlage SW 80 H.