

die art

ADDITIVE FERTIGUNG

Mehr Patient:innen. Weniger Aufwand. Lohnt sich!

Die exomotion® hand one GEN2 kann nicht nur Anwender:innen glücklich machen, sondern auch unsere Partner.

- ⚡ Mehr Versorgungen
- ⚙️ Keine Investitionen
- 👥 Planbarer Herstellungsprozess



Jetzt als Beratungspartner starten -
und neue Chancen nutzen.

Mehr Möglichkeiten. Mehr Zukunft.
Halle 5 | F42

HKK
Bionics
Empowering motion.

Scannen:

Warum Präzision
entscheidend ist

Konstruieren:

Geschlossene vs.
offene Systeme

Fertigen:

Wenn sich Hardware und Handwerk
perfekt ergänzen



Individuelle Versorgung. 100% digital gefertigt. Bezahlbar, zeitnah.

Die Orthopädietechnik steht vor dem Umbruch.

Gemeinsam gestalten wir die Transformation;
Partnerschaftlich und auf Augenhöhe.

Ihre Erfahrung, Ihre Modellierung, Ihre Daten, unsere Fertigungstechnologie, Ihr Produkt.

Innovation, die direkt spürbar ist!

Mehr Zeit für Ihre Patienten.

Dynamisches Familienunternehmen für die Orthopädietechnik.

**HALLE 1
D10 - E14**



OTWORLD

Internationale Fachmesse
und Weltkongress

19. – 22. Mai 2026
Leipziger Messe

Vom Fremden zum Vertrauten

Liebe Leserinnen und Leser,

viele Menschen neigen dazu, Dingen Namen zu geben: ihrem Auto, ihrer Pflanze oder auch ihrem Saugroboter. Ein schwedischer Möbelhersteller verfährt so mit seinem gesamten Produktsortiment. Ein Name schafft Vertrautheit, verstärkt die emotionale Verbindung, macht einen unpersönlichen Gegenstand „nahbarer“. Große Spinnen, die ich in meiner Wohnung entdeckte, taufe ich grundsätzlich Brigitte. Das nimmt mir ein Stück weit die Angst; plötzlich wirkt die Spinne weniger bedrohlich. Und so wunderte es mich nicht, als ich mit Orthopädietechnik-Meisterin Miriam Bommer über ihre damals 13-jährige Patientin Nathalie sprach. Wer 23 Stunden am Tag ein Hilfsmittel trägt, baut wohl zwangsläufig eine Beziehung zu ihm auf. Nathalie taufte ihr Korsett liebevoll Horst. Am Anfang war er ihr noch fremd, fühlte sich komisch an, doch nach und nach wurde er zu einer „zweiten Haut“.

Vor einigen Jahren wäre Horst auf Grundlage eines klassischen Gipsabdrucks entstanden. Miriam Bommer hätte Nathalie mit in die Nasszelle genommen, Gipsbinden um ihren Oberkörper gewickelt und diesen per Hand gezielt korrigiert. Stattdessen brachte die OTM den Rumpf per Korrekturgestell in die richtige Stellung und griff zum 3D-Scanner. Und damit ist sie nicht allein: Additive Fertigungsmethoden ziehen seit Jahren in immer mehr OT-Betriebe ein. Doch das Spektrum, auf dem sich die Technikerinnen und Techniker bewegen, ist breit: Während die einen die ersten Schritte machen, sich ausprobieren und Mehrwerte ausloten, haben sich die anderen vom Amateur zum Profi entwickelt und die Verfahren fest im Unternehmen etabliert. Wieder andere sind noch unsicher, wie und ob sie den Sprung überhaupt machen wollen. Denn zwischen OBJ und STL, CAD und CAM, FDM und SLS fällt es durchaus schwer, die Orientierung zu behalten.

Mit dieser Sonderausgabe, in der wir unsere dreiteilige Serie aus der „OT“ bündeln, geben wir Ihnen einen Überblick über die zentralen Schritte des digitalen Workflows – vom Scannen über das Konstruieren bis zum Fertigen. Vorgestellt werden zentrale Soft- und Hardware, die in der OT und OST Anwendung finden. Zudem geben Experten aus der Branche Tipps zu den Einsatzmöglichkeiten und zur Implementierung der Technologien im Betrieb. Wie das konkret in der Praxis aussehen kann, das bringen drei Versorgungsbeispiele aus den Bereichen Orthetik, Einlagen und Reha-Technik näher.

Mit diesem Wissen im Gepäck bleibt Additive Fertigung vielleicht nicht länger ein ungenutztes Tool im Werkzeugkasten, sondern wird zum verlässlichen Partner im Alltag. Man muss die Technologie erst kennen-, um sie lieben zu lernen. Auch Horst fühlte sich anfangs fremd an, bevor er später vertraut und eine bedeutsame Unterstützung wurde.

Pia Engelbrecht

Pia Engelbrecht,
Redakteurin



Premiere auf der OTWorld

Wir präsentieren Ihnen diese Sonderausgabe erstmals anlässlich der OTWorld 2026 exklusiv im Kongress- und Messeumfeld. Zusätzlich liegt sie für unsere Abonnenten der Oktober-Ausgabe der „OT“ bei.



Foto: Pohlig

46

Editorial

- 3** Vom Fremden zum Vertrauten

Scannen

- 6** Der Weg in die Additive Fertigung
in der Orthopädie-Technik
- 10** Präzise erfasst: 3D-Scanner im Überblick
- 14** Mit Punktwolke zur Präzision
Interview mit Axel Ruppert

Konstruieren

- 18** Neue Perspektiven aufs Bekannte
- 21** Formvollendet: Software im Überblick
- 24** Gut modelliert wird doppelt belohnt
Interview mit Steffen Matyssek

Fertigen

- 28** Die Revolution aus dem 3D-Drucker
- 32** 3D-Druckverfahren im Überblick
- 34** Warum gute Ergebnisse mehr
als nur Technik brauchen
Interview mit Martin Jaeger



Praxisbeispiele

- 38** Neuland erkunden
- 42** Digitale Stärke des Handwerks zeigen
- 46** Per Korrekturgestell zum individuellen Korsett

Für tägliche
Branchen-News
folgen Sie uns auf



Impressum

ORTHOPÄDIE TECHNIK / die OT:
Offizielles Fachorgan des Bundesinnungs-
verbandes für Orthopädie-Technik.
ISSN 0340-5591

Herausgeber:
Bundesinnungsverband für Orthopädie-Technik
Postfach 10 06 51, 44006 Dortmund
Reinoldstraße 7-9, 44135 Dortmund
Tel. +49 231 55 70 50-0, Fax -40
www.biv-ot.org
Geschäftsführung: Georg Blome

 **Verlag
Orthopädie-Technik**

Verleger:
Verlag Orthopädie-Technik
Postfach 10 06 51, 44006 Dortmund
Reinoldstraße 7-9, 44135 Dortmund
Tel. +49 231 55 70 50-50, Fax -70
info@biv-ot.org, www.360-ot.de

DEUTSCHE
FACHPRESSE

Verlagsleitung:
Susanne Böttcher

Programmleitung:
Michael Blatt (V.i.S.d.P.)

Ständige Redaktion:
Heiko Cordes (CvD), Pia Engelbrecht,
Anja Knies, Brigitte Siegmund

**Anzeigen/Sonderwerbeformen &
Stellen-/Kleinanzeigen:**
Jocelyn Blome, jocelyn.blome@biv-ot.org,
Tel. +49 231 55 70 50-61/-54
Mobil +49 151 108 414 89

Gestaltung:
Marcus Linnartz (Lead-Design),
Sandra Kaufmann

Lektorat:
7Silben/Tanja Jentsch

Transparenzhinweis
Der Verlag OT nutzt KI-Software als digitales
Assistenz-Tool bei der Erstellung von redak-
tionellen und grafischen Inhalten.

Abo-Management:
otv@cover-services.de
Tel. +49 89 85853-680
Verantwortlich in ihrer Gesamtheit für den
Anzeigenteil ist die Geschäftsführung des Bun-
desinnungsverbandes für Orthopädie-Technik,
44135 Dortmund; für den Inhalt der verantwort-
liche Redakteur. Mit Namen gekennzeichnete
Artikel stellen nicht in jedem Fall die Ansicht der
Redaktion dar, sondern nur die des Verfassers.

**Erfüllungsort und
Gerichtsstand:** Dortmund.

Druckvorstufe/Druck:
Silber Druck GmbH & Co. KG
Otto-Hahn-Straße 25
D-34253 Lohfelden
www.silberdruck.de



Scannen



Einsteigen, bitte!

Der Weg in die Additive Fertigung in der
Orthopädie-Technik

Wenn man die Entwicklung des 3D-Drucks und all seiner angehängten Prozesse und Produkte in den vergangenen Jahren betrachtet, dann ist festzustellen, dass längst nicht mehr von einem Trend die Rede sein kann. Vielmehr hat sich die Additive Fertigung zu einem neuen, digitalen Werkzeug in der Werkzeugkiste des Orthopädietechnikers entwickelt, welches immer häufiger in der Praxis eingesetzt wird.

Doch was bedeutet das konkret für die Betriebe? In der hier vorliegenden Sonderausgabe „Additive Fertigung“ versuchen wir genau darauf die passende Antwort zu geben. Wobei es richtiger wäre, von Antworten, also der Mehrzahl, zu sprechen. Denn: Den einen Weg in der Welt der Additiven Fertigung gibt es nicht. Man fühlt sich ein bisschen an die U-Bahn-Netze der großen europäischen Metropolen erinnert. Dort gibt es viele Möglichkeiten ein- und auszusteigen, verschiedene Weg zu einem Ziel zu nehmen oder auch einfach mal nicht weiterzufahren. Ähnlich ist es in der Additiven Fertigung. Möchte ich als Betrieb in diese Technologie einsteigen, muss ich mich auch fragen: An welcher Stelle möchte ich zusteigen?

Wie gelingt der Einstieg

Ist es sinnvoll, beim Scannen zu beginnen? Was sind die Vorteile, wenn ich zum Beispiel auf den Gipsraum (teilweise) verzichte? Oder in der Einlagenversorgung nicht den Trittschaum auspacken muss? Überlasse ich das Konstruieren Konfiguratoren und KI, oder nehme ich den Scan als Grundlage für meine eigene Konstruktion? Lasse ich drucken oder fräsen? Oder baue ich ganz konventionell mein Hilfsmittel? Viele Fragen, die Unternehmerinnen und Unternehmer aus technischer, juristischer oder ökonomischer Sicht beantworten müssen. Aus den Antworten

ergibt sich dann die jeweils auf den eigenen Betrieb zugeschnittene Strategie in Sachen Additive Fertigung.

Was ist eigentlich Scannen?

Klar, Scannen kennt eigentlich jeder aus dem Alltag – sei es aus Büro, Schule oder Werkstatt. Aber ein kurzer Blick zurück lohnt sich. Scannen bezeichnet den Prozess der systematischen Erfassung, Digitalisierung und Analyse von analogen Informationen durch das Abtasten eines Objekts oder einer Oberfläche mittels optischer, elektronischer oder magnetischer Sensoren. Dabei werden die erfassten Daten in eine digitale Form überführt, um sie weiterzuverarbeiten, zu speichern oder zu analysieren.

Entstehungsgeschichte

Das Prinzip des Scannens basiert auf der Idee, Informationen schrittweise zu erfassen und in einer systematischen Struktur wiederzugeben. Erste Konzepte dieser Methode reichen in das 19. Jahrhundert zurück, als optische Verfahren zur Übertragung von Bildern und Texten entwickelt wurden.

Ein zentraler Meilenstein war die Erfindung der Telephotografie im Jahr 1843 durch Alexander Bain, der mit einem frühen Faxgerät Bildinformationen in Linien abtastete und über Telegrafverbindungen übertrug. In den 1920er-Jahren entwickelte Karl Küpfmüller in Deutschland die Grundlagen der Rasterabtastung, die später für Fernsehtechnologie und digitale Bildverarbeitung genutzt wurden.

Der erste digitale Bildscanner wurde 1957 von Russell Kirsch am National Bureau of Standards (heute NIST) entwickelt. Sein Scanner digitalisierte ein Bild mit einer Auflösung von 176 × 176 Pixel und legte damit den Grundstein für moderne digitale

Auf den Punkt:

Scannen wurde bereits im 19. Jahrhundert erfunden.

Scans werden im STL- oder OBJ-Format ausgegeben.

Für die OT gibt es mindestens fünf verschiedene Scanverfahren.

Digitaler Workflow

Was ist eigentlich der Vorteil eines Scans?

Zum Beispiel die digitale Weiterbearbeitung des gewonnenen Bildes. Wenn ein Techniker den Scan durchgeführt hat, überführt er das Ergebnis auf einen Computer. Und das ist dann der Startschuss für die Konstruktion bzw. Modellierung des Hilfsmittels. Der Scan kann also die Basis sein für die Arbeit der Techniker, ergänzt um die Informationen, die im persönlichen Gespräch erhoben oder durch die physische Untersuchung im Rahmen der Anamnese gewonnen werden.

Bildverarbeitungstechniken. Seitdem hat sich das Scannen stetig weiterentwickelt und ist heute eine Schlüsseltechnologie in Bereichen wie Dokumentenerfassung, Medizintechnik, 3D-Modellierung und industrieller Qualitätssicherung.

Welche Verfahren gibt es?

Digitale Scanverfahren spielen eine zunehmend wichtige Rolle in der Orthopädie-Technik und Orthopädie-Schuhtechnik. Insbesondere stationäre Scanner werden zur exakten Erfassung von Patientenmodellen oder Formen genutzt. Dabei kommen unterschiedliche Technologien zum Einsatz, die auf verschiedenen physikalischen Prinzipien basieren.

Ein verbreitetes Verfahren ist die Laser-Triangulation. Hier projiziert

ein Scanner eine Laserlinie oder einen Punkt auf die Oberfläche des Objekts. Eine Kamera erfasst die reflektierte Lichtlinie, wobei durch die bekannte Position und den Winkel zwischen Laser und Kamera die Oberflächenstruktur berechnet wird. Um ein vollständiges 3D-Modell zu erzeugen, muss das Objekt entweder gedreht oder der Scanner bewegt werden. Diese Methode wird beispielsweise in Vollfußscannern genutzt.

Ein weiteres Triangulationsverfahren nutzt Strukturlicht. Dabei wird ein Punktmuster durch eine Infrarot-Lichtquelle auf das Objekt projiziert. Kameras analysieren die Verzerrungen des Musters und berechnen daraus die dreidimensionale Struktur. Diese Technik wird unter anderem von der Kinect 360 oder dem Artec Eva Scanner verwendet.



Fotos [2]: BIV-OT/Rausch

Bei der Time-of-Flight-Technologie (ToF) wird nicht die Winkelposition, sondern die Laufzeit eines ausgesendeten Laserstrahls gemessen. Der Scanner sendet kurze Lichtimpulse aus und ermittelt anhand der Reflektionszeit den Abstand zum Objekt. Diese Methode wird in LiDAR-Sensoren genutzt, wie sie beispielsweise im iPad Pro oder aktuellen iPhones zu finden sind.

Die Photogrammetrie kommt ohne aktive Lichtquelle aus. Stattdessen werden zahlreiche Fotos aus unterschiedlichen Perspektiven aufgenommen und mit spezieller Software verarbeitet. Gemeinsam erkennbare Punkte in den Bildern dienen als Referenz zur dreidimensionalen Rekonstruktion. Die Methode erfordert eine hohe Rechenleistung, ist jedoch flexibel einsetzbar.

Auch die Stereoskopie nutzt ein passives Verfahren. Zwei Kameras nehmen gleichzeitig Bilder eines Objekts auf. Anhand der unterschiedlichen Perspektiven kann durch Triangulation die Tiefe berechnet werden. Infrarot-Projektoren unterstützen oft die Detektion von Oberflächenstrukturen, um genauere Ergebnisse zu erzielen. Ein Beispiel für diese Technologie ist der Intel RealSense 435D.

Unabhängig von der verwendeten Scantechnologie ist das Resultat des Prozesses eine digitale 3D-Datei. Häufig wird das STL-Format genutzt, das ein Objekt über Dreiecke approximiert. Allerdings speichert STL keine Farbinformationen. Sollen auch Texturen erfasst werden, bietet sich das OBJ-Format an, das zusätzliche Material- und Farbinformatio-

nen speichert. Neben diesen Formaten existieren zahlreiche weitere, die jedoch hauptsächlich in geschlossenen Systemen Verwendung finden.

Von der Theorie in die Praxis

Die Anwendung dieser theoretischen Erklärungen in der Praxis gehört zu den Aufgaben von fachkundigen Orthopädietechnikern und Orthopädienschuhmachern. Was Scannen für den Alltag im Betrieb bedeutet, welche Scannermodelle es gibt und wie diese in den verschiedenen Versorgungsbereichen aktiv genutzt werden, das wird in unserer Sonderausgabe „Additive Fertigung“ erklärt.

Heiko Cordes

ANZEIGE



**antonius
köster**

Competence in 3D ...

Schnupperkurs

Digitale Fertigung in der Orthopädietechnik

Zielgruppe:

Anfänger, Auszubildende und Quereinsteiger!
Maximal 10 Teilnehmer für intensiven Austausch und individuelle Betreuung.

Ziele:

Sicheres Grundverständnis für digitale Prozesse, Fertigungstechnologien und deren Nutzen

JETZT INDIVIDUELLEN TERMIN BUCHEN

**1.600 € pro Unternehmen
(zzgl. gesetzlicher MwSt.)**



www.innovative-cad-cam-solutions.com
Antonius Köster GmbH & Co.KG - Dünnefeldweg 13, 59872 Meschede



Geomagic Freeform



OTWORLD

**Besuchen Sie uns:
Halle 1 - Stand F32
19. - 22. Mai 2026**

Präzise erfasst: 3D-Scanner im Überblick

Welche Technik passt zu welchem Bedarf?

Eine große Auswahl ist gut, kann aber auch überfordern. Der Markt bietet aktuell eine Vielzahl an Typen und Modellen von 3D-Scannern. Und: Er ist ständig in Bewegung. Gemeinsam mit Experten aus der Branche hat die OT-Redaktion einen Überblick über die in der Orthopädie-Technik und Orthopädie-Schuh-technik am häufigsten verwendeten Scanner zusammengestellt. Dazu zählen neben Herstellern und Beratern auch die eigentlichen Nutzer, die Mitarbeiter von Sanitätshäusern und OT-Betrieben. „Es gibt keine Technologie, die alle anderen schlägt. Vielmehr stellt man sich als Betrieb eine Art Fuhrpark zusammen“, bringt es Antonius Köster, Geschäftsführer der gleichnamigen

Beratungsfirma, auf den Punkt. Als Grundlage enthält der „digitale Werkzeugkoffer“ ein vielfältig einsetzbares Standardsystem. Dieses kann je nach Bedarf des Betriebs um eine mobile Variante ergänzt werden. Für spezielle Versorgungen geht der Griff nochmals in eine andere Ecke des Koffers. Und was, wenn man sich mal vergreift und eine Versorgung misslingt? „Das ist kein Grund, die Technik zu verteufeln, sondern eine Anregung dafür, sich zu fragen: Was kann ich beim nächsten Mal anders machen“, ist Köster überzeugt. Es sei wichtig,



Sieht Fehler als Chance zur Verbesserung:
Antonius Köster.

sowohl die Werkzeuge selbst als auch die Bediener und deren Ausführung ständig zu hinterfragen. „Mit jedem Scanner kann man gute, aber auch schlechte Ergebnisse erzielen. Allein der Preis des Geräts ist kein Garant für Erfolg. Man muss auch wissen und ein Gespür dafür entwickeln, wie man damit umgeht.“



Fotos [5]: Köster

Im Beratungsgespräch kann erörtert werden, welcher Scanner zum Betrieb passt. Sind die Mitarbeiter oft im Außeneinsatz? Dann kommt zum Beispiel der kabellose Scanner „Artec Leo“ infrage.

Universalscanner

Universalscanner eignen sich für den Einstieg, da sie eine große Bandbreite abdecken und grundsätzlich für fast jeden Versorgungsbereich zum Einsatz kommen können. „Der Artec Eva ist zwar schon seit über zehn Jahren auf dem Markt, leistet vielen meiner Kunden aber nach wie vor hervorragende Dienste“, sagt Köster. Als günstigere Einstiegsvariante nennt er den „H2“ von Shining.

produkt bezeichnet Köster den „Artec Leo“ – unempfindlich gegenüber Licht, aber teuer. Günstiger sei man mit dem „Revopoint Miraco“ unterwegs. Das Digicam-Format überzeugt, die Rechenkapazitäten sind allerdings überschaubar. „Ich würde die Daten nicht auf dem Gerät fertig berechnen, sondern auf einem gesonderten PC“, lautet Kösters Tipp. Ebenfalls erwähnt er – wenn auch

„Universalscanner sind das Schweizer Taschenmesser unter den Scannern.“

Beide Geräte können Objektfarben erfassen und liefern im Hinblick auf die Genauigkeit gute Scanergebnisse. Bei der Softwarefunktionalität punktet im Vergleich jedoch der „Artec Eva“. Wer im Betrieb scannt, kann auf solche kabelgebundenen Scanner zurückgreifen. Der Vorteil: „Die Daten sind schnell auf dem Rechner“, so Köster. Kabellose Geräte dagegen eignen sich unter anderem für Außeneinsätze. Als Premium-

etwas zurückhaltender – den „Vega“ von Shining. Wer weiß, dass er am Tag häufig scannt und unterwegs keine Möglichkeit zum Aufladen hat, dem rät der Experte von der Nutzung ab. „Wir haben festgestellt, dass der eingebaute Akku eine sehr geringe Laufzeit hat.“ Universalscanner sind für Köster das „Schweizer Taschenmesser“ unter den Scannern. Stößt jemand mit einem Gerät an Grenzen, könne er darauf immer ausweichen.



Das Digicam-Format des „Revopoint Miraco“ überzeugt Antonius Köster, die Rechenkapazitäten eher weniger.



Gut und günstig: Als Variante für den Einstieg empfiehlt Köster den „H2“ der Firma Shining.



Zwei Universalscanner aus dem Hause Artec: der Spider und der Eva.

Smartphone- und Tablet-Scanner

Auch wenn die Auflösung im Vergleich zu professionellen Geräten deutlich geringer sei: „Smartphone- und Tablet-Scanner haben ihre absolute Berechtigung auf dem Markt“, sagt Köster, besonders aufgrund ihrer Mobilität und einfachen Bedienung. Und: Im Vergleich zu Universalscannern, bei denen wie etwa beim „Artec Eva“ ein Abstand von rund 70 Zentimetern eingehalten werden muss, sind es bei der Face-ID-Kamera in aktuellen Apple iPhones nur um die 15 bis 20 Zentimeter. Das kann laut Köster bei bestimmten Versorgungen, wie zum Beispiel Kinderfüßen, von Vorteil sein. Zum mobilen 3D-Scanner wird auch das Apple iPad durch einen zusätzlichen Kamera-Aufsatz (Structure Sensor).

„Structure Sensor und Face-ID-Kamera liefern erstaunlich gute Ergebnisse“, weiß Köster. Die Standard-Apps bieten allerdings keine umfassenden Funktionen zur Fusionierung und Registrierung von

„Artec Studio“ oder „Geomagic Freeform“ erforderlich. Das letzte Update der Artec-Studio-Software macht es möglich, aus einem Video oder zahlreichen Fotos ein 3D-

„Structure Sensor und Face-ID-Kamera liefern erstaunlich gute Ergebnisse.“

Scandaten. Um einzelne Scans zusammenzufügen, unnötige Bereiche herauszulöschen und so ein korrektes Modell erstellen zu können, sind zusätzliche Programme wie

Modell zu generieren. Das Ergebnis komme an das der Face-ID-Kamera heran. Köster gibt mit Blick auf den Einsatz von Smartphone und Tablet noch einen Faktor zu bedenken: die Datenhoheit. Viele Apps bieten keine Möglichkeit, die Scan-Daten in neutralen Formaten zu speichern bzw. zu archivieren. „Bei jedem digitalen Werkzeug, das man in der Fertigung einsetzt, sollte man sich für etwas entscheiden, das einen offenen Datenaustausch ermöglicht“, empfiehlt der Experte. So könne man auch dann noch auf Projektdaten zurückgreifen, wenn der Anbieter nicht mehr auf dem Markt ist, sich die Hard- oder Software verändert hat oder man auf eine andere Software umsteigen möchte. „Ich würde immer eine – wenn auch kostspieligere – Lizenzgebühr in Kauf nehmen, um die Datenhoheit zu behalten.“

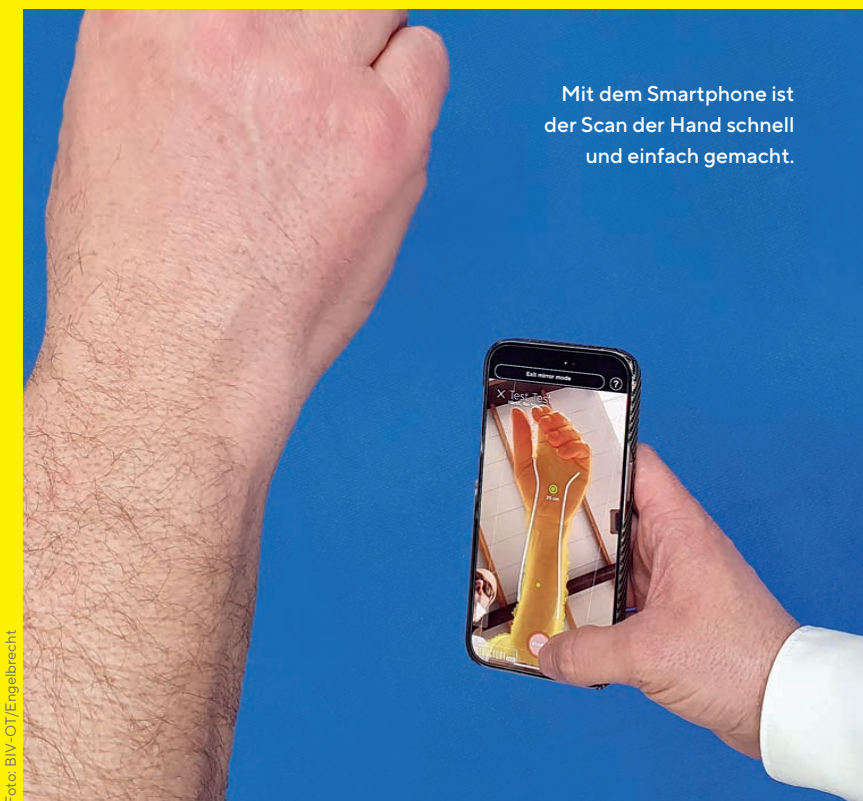


Foto: BIV-OT/Engelbrecht

Körperscanner

Körperscanner können den gesamten Körper oder große Bereiche digital erfassen. Eingesetzt werden sie zur Fertigung von Kompressionsstrümpfen, Bandagen und Orthesen. Beim „Bodytronic“ der Firma Bauerfeind steht der Patient auf einer Plattform und dreht sich während des Scans einmal um die eigene Achse. Dabei werden die für die Versorgung nötigen Körpermaße, Umfänge und Längen erfasst. Der Vorgang läuft in weniger als einer Minute sowie berührungslos und in der Regel auf Knopfdruck ab. Der Scanner muss also nicht aktiv bewegt werden. „Wichtig ist darauf zu achten, dass der Kunde enganliegende Unterwäsche trägt, wenn die Beine vermessen werden sollen“, betont Andreas Körner, Softwareentwickler bei Bauerfeind. Nur so

erhalte man die korrekten Daten. Zudem empfiehlt er, das System nicht auf ein Fenster auszurichten. Das einfallende Tageslicht könne ansonsten mit dem Infrarotlicht kollidieren und die Messergebnisse beeinträchtigen. Seit 2023 arbeitet das Sanitätshaus Straube mit der transportablen Version des „Bodytronic“. Die Mitarbeiter waren zunächst skeptisch. „Sie sagten: Das kann nicht so gut sein wie unsere Messungen, und sie haben dann immer noch ihre eigenen Kontrollmaße genommen“, erklärt Geschäftsführer Haiko Laufenberg. Die Probemessungen bestätigten jedoch: Das Messsystem funktioniert. Um die Daten direkt weiterverarbeiten zu können, kann eine Schnittstelle zur Branchensoftware des Betriebs hergestellt werden.



Das digitale Messsystem „Bodytronic“ ermöglicht eine Vermessung des Körpers.

Fußscanner

Egal, ob die Einlage später geätzt, gedruckt oder klassisch aufgebaut wird – ein Scan des Fußes, oder besser gesagt: der Füße, ist in jedem Fall sinnvoll für den Techniker und bietet zahlreiche Vorteile.

Je nach verfügbarer Technik kann das digitale Bild der Fußunterseite binnen weniger Sekunden erstellt werden. Beim „GP FussScan s4“ beispielsweise gibt der Hersteller eine Aufnahmedauer von zwei Sekunden an. Dank der 2D-LED-Lichttechnologie muss zudem der Scanner nicht groß aufgewärmt werden, sondern ist direkt einsatzbereit.

Mit einer Größe von 63,8 x 40,3 Zentimetern (Außenmaße) bietet der Scanner genügend Fläche, sodass sich

die Patienten mit beiden Füßen daraufstellen können. Das bedeutet, dass auch nur ein Scan nötig ist, um beide Füße optisch zu erfassen. Aus den Aufnahmen werden die relevanten Fußmaße, wie beispielsweise die exakte Länge und Breite, ermittelt. Die berechneten Maße und das farbige Bild der Fußunterseite können anschließend – je nach Verwendungszweck – weitergeleitet oder ausgedruckt werden. Im Sanitätshaus Graf (siehe auch Praxisbeispiel Einlagen ab. S.42) werden beispielsweise die gescannten Daten für nicht additiv gefertigte Einlagen analog zur Trittspur genutzt und daher ausgedruckt und weiterverarbeitet. Die digitale Speicherung hat allerdings den Vorteil, dass Entwicklungen am Fuß besser dokumentiert werden können.



Der „GP FussScan“ bietet farbige 2D-Aufnahmen in nur wenigen Sekunden.

Mit Punktwolke zur Präzision

Warum der Scan der Schlüssel zum Erfolg ist



Zur Person

Axel Ruppert ist Orthopädieschuhmacher- und Orthopädietechnik-Meister sowie staatlich geprüfter Podologe. 35 Jahre lang war er Inhaber des Vital-Zentrums Ruppert in Schlüchtern, bevor er das Unternehmen 2021 an die Sanitätshaus Kaphingst-Gruppe übergab. 1992 gründete er die Beratungsfirma Ruppert GmbH, die sich heute auf die Unterstützung bei der Einführung digitaler Konstruktions- und Fertigungsprozesse spezialisiert hat. Er betreut außerdem für die Springer Aktiv AG als Technischer Key-Account das „proprio AFO Konzept“ mit 3D-gedruckten, pädiatrischen Orthesen in der praktischen Umsetzung bei Betrieben vor Ort.

Ohne präzisen Scan kein hochwertiges Endprodukt. Im Gespräch mit der OT-Redaktion gibt Orthopädieschuhmacher- und Orthopädietechnik-Meister Axel Ruppert, geschäftsführender Inhaber der gleichnamigen Beratungsfirma, praxisnahe Tipps, wie Betriebe passende Geräte auswählen, Fehler vermeiden und ihren digitalen Workflow optimieren können. Dabei macht er auch deutlich, dass Betriebe nicht blind in die digitale Technik starten sollten, sondern nur durch gezielte Planung und strategisches Vorgehen langfristig profitieren.

Am Ende der digitalen Prozesskette steht der Druck. Doch diesem gehen wichtige Schritte voraus. Welche Rolle spielt der Scan für das Endprodukt?

Axel Ruppert: Eine riesige Rolle. Digitale Technik funktioniert nach dem Prinzip „Shit in, shit out“. Wenn ich vorne etwas Schlechtes hineingebe, kann ich nicht erwarten, dass hinten etwas Gutes herauskommt.

Was zeichnet Ihrer Meinung nach einen perfekten Scan aus?

Wenn er die Oberfläche so erfasst, dass für den nachfolgenden Produktionsschritt alles Notwendige daraus hervorgeht.

Mit jedem Teil ihres Werkzeugkastens sind Techniker bestens vertraut. Scanner waren jedoch lange kein klassischer Bestandteil. Kann man diese Technik ganz einfach integrieren?

Grundsätzlich ja, aber es braucht ein Verständnis dafür. Es ist wichtig, sich darüber klar zu werden, wie Scanner arbeiten und wie ein Scankörper entsteht. Es ist – wie viele denken – kein Foto, sondern eine Stück für Stück entstehende Punktwolke. Der Scanner erfasst also einzelne Kontaktpunkte. Er sendet zum Beispiel Infrarot-Licht

zum zu scannenden Objekt und erhält eine Reflexion zurück. Diese Reflexion registriert er als einen bestimmten Punkt. In der Nähe gibt es dann die nächste Reflektion und die nächste und nächste. Über diese Sammlung von Reflexionspunkten entsteht letztendlich die Punktwolke. Wenn man das verstanden hat, tut man sich bei der Arbeit wesentlich leichter.

Wie finde ich heraus, welcher Scanner zu meinem Betrieb passt?

Es ist wichtig, dass man sich überlegt, was man scannen will. Ist es zum Beispiel ein „totes“ Anbauteil für einen Rollstuhl, also eine geometrische Form, brauche ich gegebenenfalls eine andere Scantechnik, als wenn ich einen lebendigen Körper, also eine anatomische, runde Form vor mir habe, an der sich der Scanner während des Scanprozesses nicht gut „festhalten“ (das sog. Tracking) kann. Es macht auch einen Unterschied, ob ich einen Erwachsenen vor mir habe, der stillhalten kann, oder ein Kind, das sich bewegt. Im zweiten Fall brauche ich einen Scanner, der sich extrem gut am Objekt „festhält“ und dazu am besten zusätzlich auf dem Objekt angebrachte Markerpunkte nutzt. Diese Reflexionspunkte geben dem Scanner eine Orientierung – er erkennt zum Beispiel, wenn sich das Objekt dreht, und kann die nächste erfasste Fläche trotzdem sicher der Form zuordnen.

Für Einsteiger ist es zudem hilfreich, wenn man den Scanvorgang pausieren kann. Stellt man fest, dass man eine Stelle übersehen hat, kann man einfach wieder einsteigen und den Scan komplettieren.

Es gibt verschiedene Dateiformate, in denen ein 3D-Modell zur Verfügung gestellt werden kann. Die beiden gängigen sind OBJ und STL. Welches sich am besten anbietet, hängt davon

ab, was man scannen will. Das STL-Format beschreibt nur die Oberflächengeometrie eines Objekts, das OBJ-Format enthält zusätzlich die Textur, also quasi das Oberflächenfoto. Wenn man keine prominenten Stellen wie erhabene Knöchel oder Zehenballen markieren muss, reicht das STL-Format aus. Arbeitet man aber mit Anzeichnungen bei der Konstruktion, ist das OBJ-Format die bessere Wahl.

Gibt es weitere Punkte, die Betriebe beachten sollten?

Auf jeden Fall die Auflösung des Scans. Welchen Anspruch habe ich? Wie genau muss der Scan sein? Man könnte denken: Je höher die Auflösung, desto besser das Ergebnis. Das stimmt aber so nicht. Es kommt immer darauf an, was ich scannen und später damit machen will. Brauche ich viele Details, benötige ich auch eine hohe Scan-Auflösung. Geht es nicht um Details, kann zu viel Genauigkeit dagegen zu unnötig großen Scan-Dateien führen. Aus meiner Sicht wurde hier früher in unserer Branche etwas übertrieben – da sprach man von notwendigen Auflösungen von 0,5 Millimetern. Wenn man sich im Bereich um 1,5 Millimeter bewegt, fährt man meiner Meinung nach heute ganz gut.

Für Einsteiger bietet zum Beispiel die Firma Shining eine hilfreiche Funktion an: die „Datenqualitätsanalyse“. Die Punktwolke entsteht zu Beginn des Scans in der Farbe Rot und wechselt dann zu Grün, wenn die gesamte Fläche sicher erfasst wurde.

Betriebe sollten auch den Einsatzort berücksichtigen. Wer nicht vor Ort scannt, benötigt maximale Mobilität. Dafür eignen sich schnurlose all-in-one-Geräte. Will ich mobil arbeiten, dann lande ich momentan unweigerlich beim Modell „Einstar Vega“ von der Firma Shining oder bei den „Miraco“-Scannern von Revopoint.

Besonders beim Einsatz schnurgebundener Scanner muss man die Systemvoraussetzungen für den angeschlossenen Laptop/PC beachten. Denn die Software, mit der ich den Scan erstelle bzw. nachbearbeite, muss darauf

dem sonst die Abrechnungssoftware läuft und dann am besten auch noch alles auf demselben Laufwerk ablegen. Man sollte von Beginn an eine Ablagestrategie für die Scandaten festlegen und auch Archivierungsfristen definieren – dabei gilt es, immer den Datenschutz zu beachten.

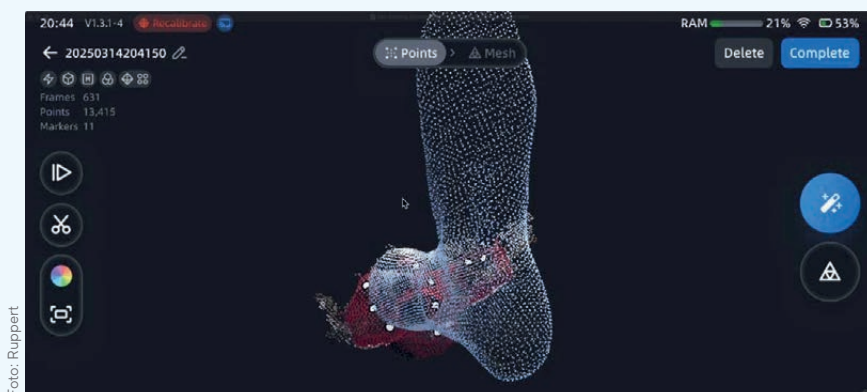
Wer unterwegs im Einsatz ist, muss auch die Möglichkeit haben, die Daten schnell und einfach zu übertragen. Shining bietet eine Cloud an, in der die Daten direkt vom Scanner abgelegt und mit Kollegen an anderen Standorten geteilt werden können.

„Es ist wichtig, sich darüber klar zu werden, wie ein Scanner arbeitet und wie ein Scankörper entsteht.“

schließlich auch sauber laufen. Gut bedient ist man wegen der hohen Grafikleistung oft schon mit einem Gerät, das für Gamer ausgelegt ist, und man packt sicherheitshalber zusätzlichen Arbeitsspeicher drauf. Eine „Nvidia“-Grafikkarte – das ist „State of the Art“ – mit 32 Gigabyte Speicher und einem Arbeitsspeicher von 64 Gigabyte verhindert Verdruss bei den Mitarbeitern und sichert ein flüssiges Arbeiten im 3D-Bereich. Man kann einem Mitarbeiter keinen einfachen Rechner aus der Werkstatt an die Hand geben, auf

Privat ist das Handy für mehr und mehr Dinge im Einsatz. Auch Scannen ist per Handy und Tablet möglich. Mit welchen Geräten haben Sie gute Erfahrungen gemacht?

Sehr bekannt in der Branche ist der „Structure Sensor“, der auf das iPad gesteckt wird und daraus einen vollwertigen 3D-Scanner macht. Das hört sich erst einmal gut an, doch es gibt auch Schattenseiten. Apple hatte zum Beispiel Ende 2023 aufgrund von Sicherheitsbelangen in kurzer Folge ein Update nach dem anderen herausgegeben. Die Versionsprüge hatten negative Auswirkungen auf die Scanqualität und verschlechterten die Kommunikation zwischen Sensor, Betriebssystem und Scan-App. Weit verbreitet sind die iOS Scan-App „3DSizeMe“ von Qwadra und die PC-Nachbearbeitungssoftware „MSoft“, die beide speziell für die Orthopädie-Technik ausgelegt sind. Im Gegensatz zu anderen Scan-Lösungen sind diese Tools für das Scannen des menschlichen Körpers optimiert. Auch das anatomisch korrekte Schließen von Löchern im Scan funktioniert hier besonders gut. Das macht die Nachbearbeitung deutlich einfacher. Die Firma bietet zur



Punktwolke mit Anzeige der Textur (Oberflächenbild). Die großen weißen Punkte sind Scan-Marker auf dem Schraubstock.

Nutzung ein spannendes Lizenzmodell an. Die Scan-App steht kostenlos im App-Store zur Verfügung. Auch die PC-Software ist kostenlos zu haben. Erst beim Speichern der Daten im STL- oder OBJ-Format fallen Kosten an. Durch das Pay-per-use-Modell handelt es sich also nicht um eine permanent laufende Lizenz. Das ist gerade zum Start von Vorteil, wenn man noch gar nicht weiß, wie oft man damit tatsächlich scannen will. Damit geht man quasi kein Risiko ein.

Derzeit begeistert mich die iOS Springer-3D-Scan-App von Springer Aktiv, die auf der Basis der App Snugfit mit einem iPhone/iPad Pro funktioniert. Das Besondere: Es ist kein Aufstecksensor erforderlich. Geräte

Führungsebene sowie die technische Führungsebene in der Werkstatt gefragt. Man kann den Mitarbeitern nicht einfach einen Scanner in die Hand drücken und sie loslaufen lassen.

Gerade wenn man Neues lernt, kann Ausprobieren auch ein wichtiger Teil des Lernprozesses sein, oder?

Definitiv, aber wir sind ja nicht mehr in der Phase, in der wir graue Flecken auf der Landkarte erkunden, von denen wir noch nichts wissen. Wir müssen das Rad nicht neu erfinden. Es gibt mittlerweile Erfahrungswerte, es gibt genügend Experten, die sich mit dem Thema beschäftigen. Wenn man sich noch außerhalb dieser Informationsblase befindet, muss man sich eben hineinbegeben.

probiert und auch die Nachbearbeitung oder der Versand der Daten an Fertigungspartner durchgespielt werden.

Wie klappt aus Ihrer Sicht der Start in die digitale Welt der 3D-Fertigung am besten?

Von der Führungsebene braucht es eine Vision, eine Strategie, die ins Team getragen wird. Gute Erfahrungen mache ich dort, wo eine verantwortliche technische Führungskraft benannt ist und auf Arbeitsebene interessierte Mitarbeitende von Beginn an eingebunden werden. Dann kann es nur gut werden und es macht auch allen Beteiligten Spaß. Und wenn es Spaß macht, wird die Sache zum Selbstläufer. Ich kann nur raten: Setzt früh eure jungen Kräfte ein, die motiviert sind, sich mit neuen digitalen Themen auseinanderzusetzen, und signalisiert ihnen, dass die Verantwortung künftig bei ihnen liegen wird. Fordert und fördert sie!

Es werden sich auch ganz neue Arbeitsabläufe ergeben, wenn man sich die Frage stellt: Welche Kraft mit welcher Kompetenz setze ich wie lange für welchen Arbeitsschritt ein? Mit einem abgestuften Rechtesystem können auch Azubis schon früh in die digitale Fertigung eingebunden werden – die Kontrolle und Bestellung selbst übernimmt dann anschließend die Führungskraft. Es gibt Systeme, wie beispielsweise das proprio AFO-Konzept von Springer Aktiv, die solche Abläufe ermöglichen.

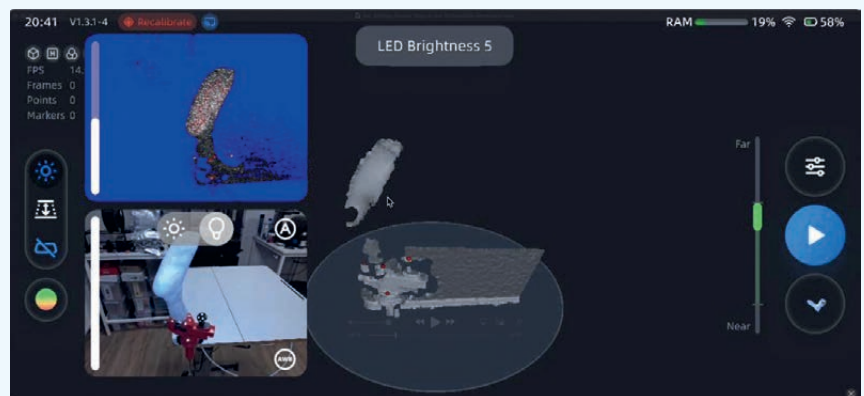
„Von der Führungsebene braucht es eine Vision, eine Strategie, die ins Team getragen wird.“

ab dem iPhone 11 Pro oder iPad Pro haben den notwendigen Sensor über ihre Face-ID-Funktion bereits integriert. Die App macht wirklich einen guten Job und läuft ebenfalls im Pay-per-use Modell. Und die Entwicklung geht weiter. Snugfit arbeitet derzeit an einer Software, die aus einer einfachen Videoaufnahme eine 3D-Datei generiert. Ich glaube, künftig geht die Technik genau dorthin. Auch Antonius Köster präsentierte auf der 3D-Druck-Messe Formnext in Frankfurt eine Software, die aus einem Video eine perfekte 3D-Datei generieren kann.

Wie nimmt man die Mitarbeiter auf dem Weg mit? Wie etabliert man den digitalen Workflow?

Wenn man nicht von Anfang an Acht gibt, kann es passieren, dass man sich verspielt und unnötige „Kreativität“ in Prozesse hineinsteckt, die viel Zeit fressen, aber ins Leere laufen. Es müssen Standards definiert werden. Mit Blick auf die strategische, zentrale Datenablage sind insbesondere die

Nicht nur für große Betriebe kann es günstiger sein, für einen Tag einen Experten ins Haus zu holen, mit dem dann gemeinsam ein Prozess aufgesetzt wird. Sollen nicht nur ein Mitarbeiter, sondern mehrere mit der Technik arbeiten, lohnt es sich auch, hierfür einen Schulungstag anzubieten. Dann können Testscans von verschiedenen Versorgungen durch-



3D-Scanner mit integriertem Licht wie beim „Einstar Vega“ verbessern die Qualität der Texturaufnahme mit einer guten Ausleuchtung.



Foto: BIV-OT/Cordes

Der Besuch der Formnext in Frankfurt, so wie hier im Jahr 2024, ist für Axel Ruppert ein Muss.

In welche Bereiche muss das Team während der Implementierung noch eingebunden werden?

Ganz wichtig ist es, frühzeitig für die Dateiablage eine Verzeichnisstruktur und eine klare, abteilungsübergreifende Dateibezeichnung für die Scans zu definieren. Nur so wird ein Wiederauffinden sichergestellt und man kann später auch effizient aufräumen – nach zehn Jahren zum Beispiel sagen: „Lösche alle Dateien mit der Endung XX von 2014.“ Aber solche Prozesse sollte man auch im QM-System festlegen. Außerdem braucht es auch eine Datenschutzstrategie – schließlich reden wir hier über sensible digitale Daten.

Gibt es typische Anfängerfehler?

Ein Klassiker ist es zum Beispiel, beim Scannen zu nah an das Objekt zu gehen. Der Mensch neigt einfach dazu, wenn etwas genau werden soll, näher heranzugehen. Beim 3D-Scan brauche ich aber einen gewissen Abstand. Die meisten Scanner zeigen an, ob es passt oder nicht, und wenn man sich daran orientiert, dann funktioniert die Erfassung auch sauber.

Mich auf den Arbeitsabstand des Scanners einzulassen, kann auch bedeuten, dass ich meine Umgebung anpassen muss. Ich brauche Bewegungsfreiheit rund um den Patienten. So habe ich dann einen ausreichend großen Radius, in dem ich den Scanner um den Patienten herumführen kann. Ein mitten im Raum frei-

stehender Schraubstock eignet sich besser, um ein Gipsmodell zu scannen, als ein an der Werkbank montierter. Das sind Kleinigkeiten, mit denen ich mir im Alltag aber Probleme ersparen kann.

Müssen bei der Arbeitsumgebung weitere Faktoren berücksichtigt werden?

Ja, ich brauche eine gute Raumausleuchtung oder ein Licht am Scanner, um eine gleichmäßige Oberflächenstruktur zu erhalten. Auch der Einsatz eines Structure Sensors, der mit Infrarot-Detektion arbeitet, und pralle Sonne im Raum funktionieren zum Beispiel nicht zusammen. Weißlichtscanner dagegen sind lichtunempfindlicher. Aus diesem Grund kombinieren mittlerweile Scanner, wie zum Beispiel der Einar Vega von Shining, mehrere Scan-Technologien. Die doppelte Erfassung führt zu sichereren Scanergebnissen.

Gibt es noch andere Tipps oder Kniffe, die Sie Anfängern mit auf den Weg geben möchten?

Schwarze Gegenstände, ein Klarsichtschiff oder reflektierende Gegenstände kann ich nicht einscannen – da die

kann. Es gibt nicht die eine Lösung. Es gibt mittlerweile zahlreiche Lösungen. Wir müssen uns aber im Klaren darüber sein, dass diese nicht alle für die Orthopädie-Technik ausgelegt sind. Autoteile zum Beispiel haben Ecken und Kanten – die sind „einfach“ zu scannen im Gegensatz zu anatomischen, runden Formen in der Orthopädie-Technik.

Was ich jedem ans Herz legen kann: Besucht die Formnext in Frankfurt. Die Messe ist inzwischen absolut in der Branche etabliert. Und sei es nur, um die Scheuklappen ein wenig zu öffnen und einfach mal zu schauen, welche Neuerungen es gibt. Es lohnt sich, Mitarbeitern, die regelmäßig scannen und drucken, einen Einblick in diese Welt zu ermöglichen.

Um beim Blick in die Zukunft zu bleiben: Sehen Sie weitere Entwicklungen kommen?

Aus einer Videoaufnahme eine 3D-Datei zu generieren, ist – wie gesagt – bereits möglich. Dabei muss das Objekt aber ein unbewegliches Modell oder ein Körper sein, der stillhält. Die nächste Stufe wäre es, ein bewegtes Modell aufnehmen zu können. Pendelt

„KI wird uns neue Möglichkeiten eröffnen, wo wir heute noch vor Herausforderungen stehen.“

Reflektion gestört oder unmöglich ist. Wenn Prothetiker einen Testschaft scannen wollen, gibt es die Möglichkeit, sogenannte Tanning-Sprays einzusetzen. Dank des Sprays wird die Oberfläche für eine gewisse Zeit weiß. Die Farbe verschwindet anschließend aber von allein rückstandslos.

So simpel es klingt: sich informieren und austauschen. Das Wissen ist vorhanden. Holt euch jemanden ins Haus, der euch berät, oder fragt Kollegen nach Empfehlungen. Jeder sammelt eigene Erfahrungen, von denen man gegenseitig profitieren

beispielsweise ein Fuß beim Sitzen auf der Liege hin und her oder wird verdreht, wird es dann kein Problem mehr sein, daraus eine 3D-Datei zu erzeugen. KI wird uns hierbei neue Möglichkeiten eröffnen, wo wir heute noch vor Herausforderungen stehen.

Die Fragen stellte Pia Engelbrecht.

Neue Perspektive aufs Bekannte

Wie digitales Konstruieren die Orthopädie-Technik verändert



Konstruieren

Foto: BIV-OT/Rausch

Digitales Konstruieren für die Additive Fertigung unterscheidet sich grundlegend von herkömmlichen Konstruktionsmethoden. Während bei der umformenden Fertigung geometrische Beschränkungen durch Werkzeuge oder Fertigungsverfahren bestehen, ermöglicht der 3D-Druck nahezu beliebige Geometrien – theoretisch. In der Praxis sind jedoch verschiedene Faktoren zu beachten.

CAD-Programme (CAD = Computer-Aided Design) bilden das Fundament des digitalen Konstruierens. Sie ermöglichen es, dreidimensionale Modelle zu erstellen, die anschließend in maschinenlesbare Daten umgewandelt werden. Dieser Prozess, das sogenannte Slicing, zerlegt das digitale Modell in einzelne Schichten, die der 3D-Drucker nacheinander aufbaut.

Simulation statt physischem Modell

Die Vorteile digitaler Konstruktion liegen auf der Hand: Änderungen lassen sich ohne Materialverlust vornehmen, verschiedene Varianten können parallel entwickelt werden, und die Daten können problemlos zwischen verschiedenen Standorten ausgetauscht werden. Simulationen ermöglichen es zudem, das Verhalten des Bauteils unter verschiedenen Belastungen bereits vor der Fertigung zu testen.

Nachteile zeigen sich vor allem in der Komplexität der Software und der Notwendigkeit spezialisierter Kenntnisse. Die Lernkurve ist steil, und nicht jede Geometrie, die digital konstruierbar ist, lässt sich auch wirtschaftlich fertigen. Stützstrukturen, Schichtaufbau und materialspezifische Eigenschaften müssen bereits im Konstruktionsprozess berücksichtigt werden.

Von einfachen Prototypen zu komplexen Strukturen

Die Geschichte des 3D-Drucks beginnt in den 1980er-Jahren mit Chuck Hulls Stereolithografie. Damals beschränkte sich das Modellieren auf einfache geometrische Formen, die hauptsächlich zur Visualisierung dienten. Die verwendeten CAD-Programme waren rudimentär, und die Druckauflösung ließ präzise Strukturen kaum zu.

In den 1990er- und 2000er-Jahren entwickelten sich sowohl die Hardware als auch die Software weiter. Parametrische Modellierung ermöglichte es, Bauteile durch veränderbare Parameter anzupassen. Programme wie Solid-Works oder Autodesk Inventor etablierten sich als Industriestandard. Gleichzeitig entstanden erste spezialisierte Tools für die Additive Fertigung, die druckspezifische Anforderungen berücksichtigten.

Auf den Punkt:

Digitales Konstruieren eröffnet neue Optionen für Bauteile.

Es können in der Konstruktion bereits Tests simuliert werden, um Eigenschaften und Reaktionen zu testen.

KI wird zum Tempomacher in Sachen Umwandlung von Bilddateien in Konstruktionen.



Hilfsmittel können digital konfiguriert und modelliert werden.

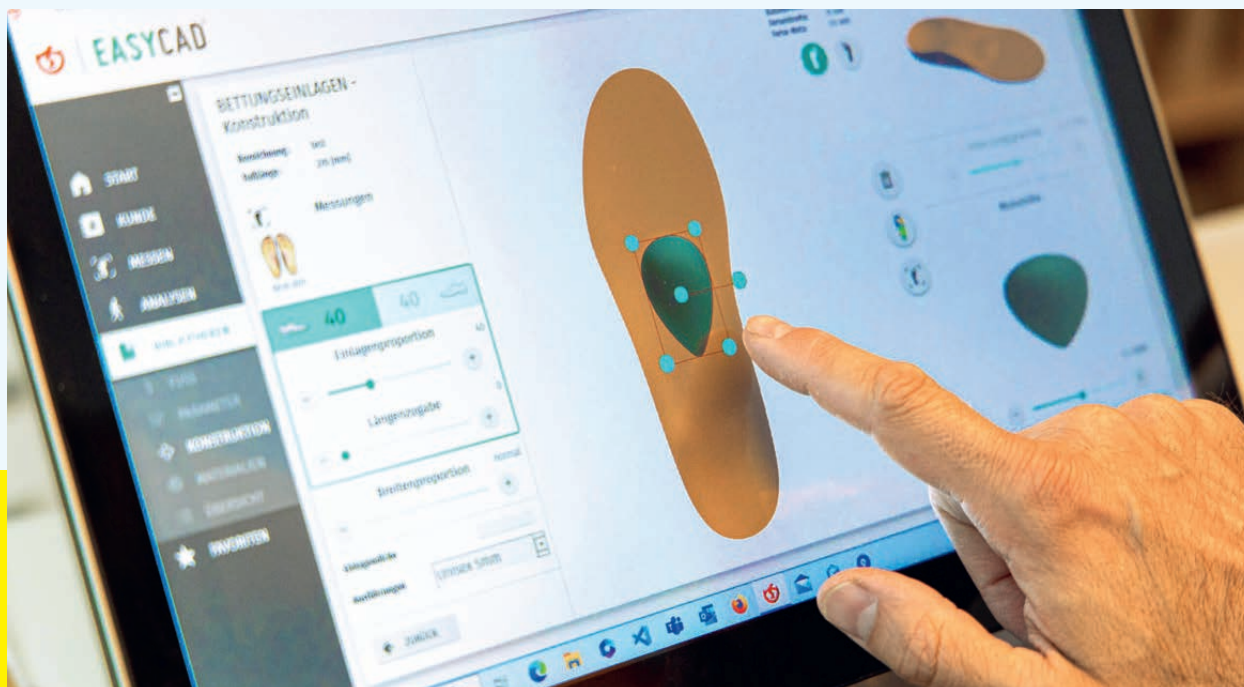


Foto: Springer Aktiv

Manche Hersteller bieten Online-Konfiguratoren an, um das Konstruieren zu erleichtern.

Der Durchbruch kam mit der Entwicklung leistungsfähiger Computer und verbesserter Algorithmen. Topologieoptimierung – ein Verfahren zur automatischen Materialverteilung unter Berücksichtigung von Belastungen – revolutionierte das Konstruieren für den 3D-Druck. Strukturen, die mit herkömmlichen Methoden nicht herstellbar waren, wurden plötzlich möglich.

Heute ermöglichen generative Design-Ansätze und Künstliche Intelligenz (KI) es, dass Computer eigenständig Konstruktionslösungen vorschlagen. Die Software berücksichtigt dabei nicht nur mechanische Anforderungen, sondern auch Fertigungsrestriktionen und Materialkosten.

Spezifische Anforderungen

Die Orthopädie-Technik stellt besondere Anforderungen an das digitale Konstruieren. Jeder Patient ist anatomisch einzigartig, was individuelle Lösungen erforderlich macht. Gleichzeitig müssen strenge medizinische und regulatorische Vorgaben eingehalten werden.

Die Datengrundlage bilden meist Scan-Aufnahmen, die in 3D-Modelle umgewandelt werden. Diese dienen als Basis für die Konstruktion von Prothesen, Einlagen oder Orthesen.

Ein zentraler Aspekt ist die Biokompatibilität. Nicht jedes Material, das sich technisch verarbeiten lässt, ist für den dauerhaften Kontakt mit dem menschlichen Körper geeignet. Die Konstruktion muss daher von Anfang an auf zertifizierte Materialien ausgelegt sein. Zudem sind die mechanischen Anforderungen komplex.

Orthopädische Hilfsmittel stellen spezifische Herausforderungen an das digitale Konstruieren. Bei Prothesenschäften beispielsweise ist die exakte Anpassung an den Stumpf entscheidend für den Tragekomfort. Traditionell erfolgte dies durch – nicht selten zeitaufwendige – Anpassungsschritte am Patienten. Mit digitaler Konstruktion können verschiedene Varianten simuliert und optimiert werden, bevor das erste physische Exemplar entsteht. Gitterstrukturen haben sich als vielversprechender Ansatz erwiesen.

Sie reduzieren das Gewicht bei gleichzeitig hoher Stabilität. Die Konstruktion solcher Strukturen erfordert jedoch spezialisierte Software und tiefes Verständnis der biomechanischen Zusammenhänge.

Zukunftsperspektiven

Ein Blick in andere Branchen zeigt, dass die Entwicklung weiter in Richtung vollautomatisierter Konstruktionsprozesse geht. Auch im Bereich der Gesundheitsversorgung wird dieser Trend wahrscheinlich Einzug halten. Künstliche Intelligenz soll künftig beispielsweise aus medizinischen Bilddaten direkt optimierte Konstruktionen ableiten. Cloudbasierte Plattformen ermöglichen es, Expertenwissen global zu teilen und Konstruktionsprozesse zu standardisieren. Virtual und Augmented Reality bieten zudem neue Möglichkeiten für die Konstruktionsvalidierung. Die Integration von Sensoren in gedruckte Hilfsmittel eröffnet neue Perspektiven für die Überwachung und Anpassung und ist bereits heute in einigen Versorgungsszenarien Realität.

Formvollendet: Software im Überblick

Welche Werkzeuge unterstützen den Workflow?

Das Modellieren und Konstruieren verlangt leistungsfähige Software. Der Markt bietet eine Vielzahl an Lösungen, die sich in Bedienung, Funktionsumfang und Nutzungsmodell deutlich unterscheiden. Die OT-Redaktion hat bei Antonius Köster, Geschäftsführer der gleichnamigen Beratungsfirma, nachgefragt, welche Lösungen sich für den Einsatz in der Orthopädie-Technik und Orthopädie-Schuhtechnik bewährt haben.

Bevor man sich zu sehr in den Details verliert, rät Köster, sich erst einmal grundlegende Fragen zu stellen: Welche Philosophie vertritt mein Unternehmen? Welche Ziele möchte ich erreichen? Welche Probleme möchte ich mit der Technik lösen? Und welche personellen und finanziellen Ressourcen stehen mir dabei zur Verfügung? Das ausschlaggebende Kriterium ist für ihn die Entscheidung für

ein Geschäftsmodell: Will ich selbst modellieren oder Dienstleistungen einkaufen? Für eine nachhaltige und effektive Digitalisierung im Betrieb ist laut Köster eine bewusste Entscheidung zwischen offenem und geschlossenem System essenziell. Die Wahl sollte auf Basis von Arbeitsweise, Individualisierungsgrad, interner Expertise, gewünschter Unabhängigkeit und wirtschaftlicher Langzeitbetrachtung getroffen werden.

Offene Systeme bieten volle Kontrolle über die Daten sowie Freiheit über die Konstruktion und eignen sich für Betriebe mit hohem Individualisierungsbedarf und digitalen Kompetenzen. Geschlossene Systeme führen



Ist Verfechter von
offenen Schnittstellen:
Antonius Köster.

den Anwender durch standardisierte Workflows bis zur fertigen Versorgung – das reduziert den Modellieraufwand und erfordert weniger technisches Know-how. Dafür ist das individuelle Arbeiten eingeschränkt; bei diesen oftmals günstigen Einstiegsangeboten per Pay-per-Use-Modell können sich die Kosten

mit der Zeit zudem summieren. „Ich bin Verfechter von offenen Schnittstellen, und ich halte es für wichtig, dass der Orthopädietechniker die Hoheit über die gesamten Daten behält“, betont Köster, nennt aber auch einen entscheidenden Nachteil: Es gibt von einigen Anbietern nur einen begrenzten Support. Wer wenig Vorkenntnisse hat, muss sich das Wissen dann beispielsweise in Eigeninitiative und durch Videos aneignen. „Am Ende ist die teuerste Ressource der Mensch und seine Zeit“, so Köster. Er rät zudem dazu, die Entwicklungsschritte der verschiedenen Systeme zu berücksichtigen. Wie oft kommen neue Versionen? Und gibt es zum Beispiel die Möglichkeit, eigene Feature-Requests – also neue Funktionen – als Wunsch zu kommunizieren? Egal, für welchen Weg sich ein Betrieb entscheidet: „Man kommt nie komplett ans Ziel“, sagt Köster mit Blick auf eine Technologie, die sich stetig verändert. „Der Fortschritt ändert auch kontinuierlich die Möglichkeiten, Wünsche und Erwartungen.“



Schritte wie das Modellieren von Hilfsmitteln können mit Unterstützung des Teams von Invent Medical ausgelagert werden.

Offene Systeme

Köster beschreibt zwei wesentliche Dimensionen innerhalb der offenen Systeme: den technischen Zugriff und die Kontrolle über die Daten sowie die gestalterische und konzeptionelle Freiheit über den klassischen Einsatzbereich hinaus. Der Nutzer kann die Daten (z. B. im STL- oder OBJ-Format) über neutrale Schnittstellen frei importieren und exportieren; diese sind langfristig verfügbar und unabhängig vom Systemanbieter. Das ist wichtig für die Kombination verschiedener Konstruktionssysteme, die Archivierung, die spätere Analyse z. B. bei Behandlungsverläufen sowie bei einem Wechsel des Anbieters. Köster betont: „Wer in ein System investiert, sollte fragen, in welchem Format er seine Daten nach Projektabschluss erhält – und was passiert, wenn das System eingestellt wird.“

„Offen“ kann auch heißen, dass das System es erlaubt, eigene (auch fachfremde) Ideen umzusetzen, ohne Vorgaben oder Einschränkungen des Anbieters. „Das kommt dem Tüftlertum des Handwerks entgegen, also all jenen Anwendern, die nicht warten können, bis eine Lösung vom Softwareentwickler angeboten wird, sondern ihren eigenen Weg gehen.“ Die Software kann so zum Werkzeug für Produktinnovationen werden.

Langjährige Erfahrung hat Köster u. a. mit Geomagic Freeform. Von herkömmlicher Konstruktionssoftware unterscheidet sich diese durch die spezielle Ausrichtung auf organische Formen und eignet sich laut Köster deswegen besonders für den Einsatz in der Orthopädie-Technik und Orthopädie-Schuh-technik. Das Programm der Firma Hexagon (zuvor 3D Systems) ermöglicht die Bearbeitung von Scandaten über eine sogenannte „Digital Clay“-Oberfläche. Anwender können wie mit Gips arbeiten –

formen, auftragen, abziehen –, ohne sich in Maßen auszudrücken. Neben der Form (STL-Dateien) können weitere Informationen wie Farben (OBJ-Dateien) und damit gesetzte Markierungen erfasst werden. Die Software wird nicht wie gewohnt mit einer Maus bedient, sondern mit einem haptischen Eingabegerät. Dadurch wird die Oberfläche fühlbar. „Das ist keine Spielerei“, sagt Köster, „sondern erlaubt mir, Kanten zu fühlen – von innen wie von außen.“ Mit 10.000 bis 26.000 Euro zählt das Programm zu den höherpreisigen am Markt.

Zu den offenen Systemen gehört auch Rhino von Robert McNeel & Associates. Köster beschreibt es mit aktuell unter 1.000 Euro als einen günstigeren Einstieg im kommerziellen Bereich, das trotz seines Ursprungs auf NURBS-Flächen immer mehr Tools ergänzt und mittlerweile z. B. auch leichter zu verarbeitende polygonale Scandaten unterstützt. Über das Modul Grasshopper ist das Programm erweiterbar und kann Arbeitsabläufe z. B. für Serienanpassungen automatisieren. Der Einsatz erfordert fortgeschrittene Kenntnisse von den Anwendern.

Ein weiteres Beispiel ist Rodin Cube der Firma Qwadra (ehemals Rodin), das im Gegensatz zu seinem Schwesterprogramm Neo mehr Freiheiten beim Modellieren bietet – ähnlich zu Freeform. Während Neo stark auf Parametrik und Modellbibliotheken setzt, erlaubt Cube ein organischeres, direkteres Arbeiten mit den 3D-Daten – eine wichtige Voraussetzung für komplexere, individuelle Versorgungen. Cube wird in verschiedenen Lizenzversionen angeboten, auch als halboffenes System (z. B. als Kombination aus offenem Datenimport und eingeschränktem Export).

Kostenlose Open-Source-Programme wie Blender (Blender Foundation) oder Meshmixer (Autodesk) bieten ebenfalls viele Möglichkeiten, erfordern aber einen hohen Einarbeitungsaufwand, da es weder strukturierten Support noch eine spezielle Ausrichtung auf die Orthopädie-Technik gibt. Diese Tools stammen ursprünglich aus der 3D-Animation und ermöglichen grundsätzlich auch medizinisches Modellieren – jedoch ohne gezielten orthopädietechnischen Fokus. Köster sieht die Programme eher zum Ausprobieren für Technikinteressierte.



Durch das haptische Eingabegerät Touch fühlt der Anwender die 3D-Daten am Bildschirm.

Foto: Köster

Geschlossene Systeme

Einige Unternehmen haben sich auf Versorgungsbereiche spezialisiert. Invent Medical beispielsweise bietet über ein Online-Portal eine Gesamtlösung vom Scan über das Modellieren bis hin zum Fertigen von Cranio-Orthesen und Versorgungen der unteren Extremitäten an. Auch hier können Betriebe, die weniger Erfahrung haben, Schritte auslagern und auf die Expertise des Dienstleisters zurückgreifen. Für den Techniker bedeutet das: weniger Aufwand, dafür aber auch wenig Eingriffsmöglichkeiten. „Die Produkte, die da rauskommen, funktionieren und haben einen sehr hohen Qualitätsstandard“, lobt Köster.

Eine Gesamtlösung zur Einlagenherstellung gibt es zum Beispiel von PLT Systems. Während der iPad-Scan im Betrieb erfolgt, kann die Modellierung auch vom Dienstleister übernommen werden. Der Arbeitsablauf erfolgt teilweise automatisiert, Schulungen des Unternehmens unterstützen bei der Umsetzung. Spentys mit Sitz in Belgien bietet einen „Katalog“ an verschiedenen Versorgungsbereichen wie Orthesen und Prothesen an. Der Nutzer wird Schritt für Schritt durch den Prozess geführt. Da die Arbeit cloudbasiert er-

folgt, sollte eine stabile Internetverbindung sichergestellt sein. Zudem gibt Köster zu bedenken: „Sobald der Datensatz zu umfangreich oder die Scan-Daten nicht ganz korrekt sind, stoßen solche Systeme an ihre Grenzen. Sie haben dann Schwierigkeiten, die Daten sauber zu verarbeiten, und der Prozess gerät ins Stocken.“ Flexiblere Werkzeuge wie Freeform lassen aus seiner Erfahrung heraus mehr Spielraum für indivi-

duell personalisieren, also zum Beispiel Tieferlegungen, Pelotten oder Randerhöhungen bearbeiten. Um die Position der Elemente exakt an die individuellen Maße anzupassen, wird der Scan zur Hilfe herangezogen.

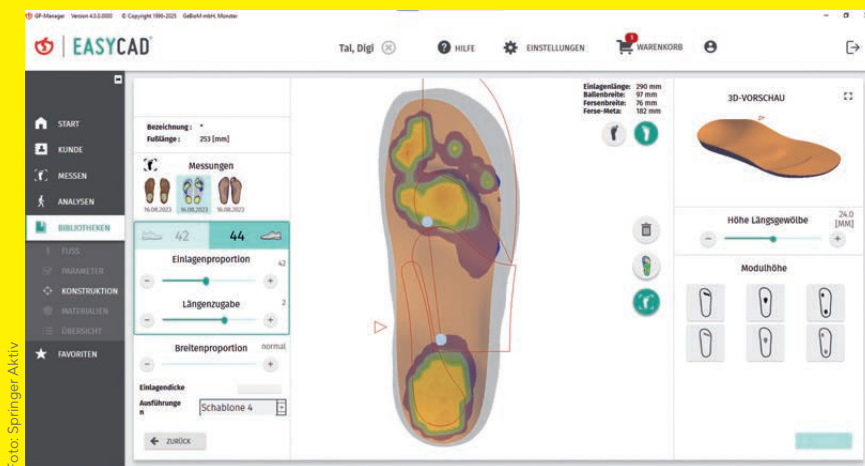
Cloud-Lösungen wie Flex-Fit und Fusion-Fit von 3D-Up! sind speziell für den Bereich Orthopädie-Technik entwickelt worden und richten sich an Anwender, die intuitiv modellie-

**„Am Ende ist die
teuerste Ressource der Mensch
und seine Zeit.“**

duelle Anpassungen und eine stabilere Verarbeitung auch bei anspruchsvolleren Datensätzen.

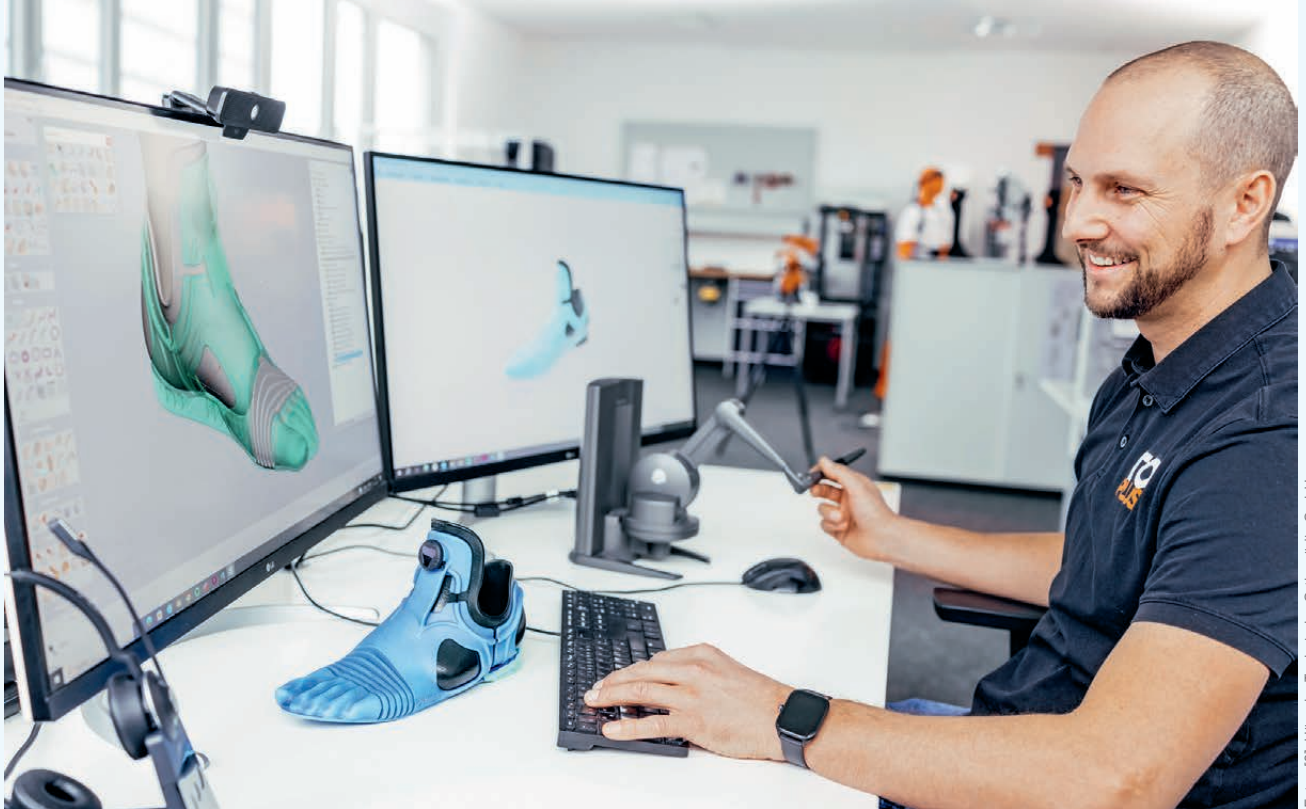
Mit Easycad hat Springer Aktiv eine Modelliersoftware zur Erstellung orthopädischer Einlagen entwickelt. In den Basisbibliotheken können Techniker verschiedene biomechanische und sensomotorische Grundmodelle auswählen und anschließend

ren und konstruieren möchten, ohne auf eine große CAD-Erfahrung angewiesen zu sein. Die Software arbeitet browserbasiert, es ist also keine Installation notwendig. Sie basiert auf einem modularen Aufbau, der verschiedene Versorgungstypen unterstützt. Die Anwendung eignet sich für OT-Betriebe, die ihren Workflow standardisieren, aber nicht vollständig aus der Hand geben möchten. Auch bei 3D-Up! ist das Angebot Teil einer Gesamtlösung – vom Scan bis zum Druck.



Einlagen können mit der CAD-Software Easycad modelliert werden.

Klassische CAD-Systeme wie SolidWorks oder Autodesk Inventor sowie noch kostspieligere, wie Siemens NX, Catia oder Creo, kommen aus dem Maschinenbau, sind für komplexe mechanische Konstruktionen gedacht und eignen sich eher für technische Bauteile wie Kniegelenke – weniger für patientenindividuelle Modellierungen. Köster sagt dazu: „Die sind gewöhnlich wirtschaftlich nicht geeignet, um eine Einzelversorgung für einen einzelnen Patienten auf Basis einer Scandatei umzusetzen.“



Fotos [2]: Häussler Technische Orthopädie GmbH

Steffen Matyssek setzt auf offene Softwaresysteme, um größtmöglichen Einfluss auf die Gestaltung des Hilfsmittels zu haben.

Gut modelliert wird doppelt belohnt

Ulmer Experten raten zu Geduld, um gute Ergebnisse im 3D-Druck zu erzielen

Was braucht man eigentlich für den Einstieg in die Additive Fertigung von Hilfsmitteln? Scanner, Drucker, Software? Drei Mal „Ja“ würde Steffen Matyssek sagen. Der Leiter der Abteilung „Forschung und Entwicklung“ bei Häussler Technische Orthopädie GmbH erklärt im OT-Interview, warum man von Anfang an auf gute Software Wert legen sollte und warum Zeit eine wichtige Zutat für den Erfolg bei additiv gefertigten Hilfsmitteln ist.

Modellieren und Konstruieren sind in der digitalen Hilfsmittelfertigung der zweite Schritt im Fertigungsprozess. Wenn Sie dieser Aufgabe eine Gewichtung zusprechen müssten, wie wichtig ist das Modellieren für den Prozess?

Steffen Matyssek: Das Modellieren ist nach wie vor der entscheidende Arbeitsschritt bei der Herstellung unserer Sonderanfertigungen. Hier wird die Passform festgelegt und der Sitz

des Hilfsmittels am Patienten definiert. Fehler an dieser Stelle des Herstellungsprozesses können bei der Anpassung und Abgabe zu erheblicher Mehrarbeit bis hin zur erneuten Produktion auf der Grundlage eines überarbeiteten Modells führen. Es lohnt sich also doppelt, an dieser Stelle sehr gewissenhaft zu arbeiten. Zum einen sorgen wir dadurch für den bestmöglichen Sitz des Hilfsmittels am Patienten und zum anderen ersparen wir uns unter Umständen viel zusätzliche Arbeitszeit für aufwendige Anpassungen bei der Anprobe.

Damit die digitale Modellierung des Körpermodells auch bestmöglich und vor allem einem Standardprozess folgend vonstattengehen kann, ist es ratsam, auch der Körperabformung die nötige Aufmerksamkeit zu widmen. Im Zuge dessen muss im Vorfeld festgelegt werden, wann welche Art der Körperabformung gewählt wird. 3D-Scan-

ning, das Skalieren von Körpermodellen oder die klassische Gipstechnik haben ihre spezifisch festgelegten Einsatzgebiete. Im Besonderen bei der Erstellung von 3D-Scans im Bereich Orthetik können Scanwerkzeuge, wie Positionierungshilfen, ein wichtiges ergänzendes Werkzeug darstellen und den Gesamtprozess zuverlässiger machen.

Fazit: Ein guter Körperabdruck führt zu einem tendenziell besseren Modell, welches die Konstruktion eines voraussichtlich gut passenden Hilfsmittels ermöglicht. Das war schon immer so und bleibt auch in Zukunft ein entscheidender Faktor im individuellen Hilfsmittelbau.

Die Konstruktion des Hilfsmittels wirkt unter den vorangegangenen Argumenten bezüglich der Körpermodellierung schon fast unscheinbar. Der wichtigste Punkt bei der Konstruktion

eines Hilfsmittels besteht darin, die geplante Fertigung bereits im Vorfeld eindeutig festgelegt zu haben, um Materialeigenschaften oder spezifische Auswirkungen des Druckverfahrens auf das Bauteil beachten zu können.

Sie haben Erfahrung im digitalen Modellieren und Konstruieren. Auf welche Software setzen Sie?

Wir setzen bei der organischen Modellierung und Konstruktion auf die Software Geomagic Freeform. Bei der Konstruktion von standardisierten Baugruppen – beispielsweise Gelenkverbindungen oder Adapteraufnahmen – greifen wir auf die CAD-Software Autodesk Fusion 360 zurück.

Warum haben Sie sich für diese Lösung entschieden?

Bei der Auswahl der Softwarelösung für die digitale Produktion waren uns zwei Dinge besonders wichtig. Zum einen wollten wir in der Lage sein, alle unsere Modelle und Hilfsmittelkonstruktionen frei und unabhängig bearbeiten zu können und zum anderen auch perspektivisch gesehen keine gestalterischen Grenzen zu haben.

Die Software Freeform erfüllt beide Aspekte hervorragend. Es können alle gängigen Datenformate offen verarbeitet werden, was uns auch den Datenaustausch zwischen Freeform und der Standard CAD-Software Fusion 360 erleichtert. Darüber hinaus bietet Freeform eine aus unserer Sicht einzigartige Fülle an Möglichkeiten für die Modellierung und organische Konstruktion über dessen Werkzeugpalette. Diese Kombination sorgt dafür, dass man in der digitalen Hilfsmittelproduktion auch wirklich jedes Hilfsmittelkonzept verwirklichen kann. Zusätzlich bietet uns Freeform die Möglichkeit, wiederkehrende Modellier- und Konstruktionsschritte zu automatisieren, wodurch sehr standardisiert und vor allem zeitsparend gearbeitet werden kann.

Haben Sie eine Entscheidungshilfe für Einsteiger in die digitale Produktion parat? Was müssen diese bei der Softwareauswahl beachten?

Ich würde dazu raten, lieber direkt von Beginn an auf hochwertige und offene

Systeme wie Freeform zu setzen. Am Anfang erscheint der Einstieg im Vergleich zu scheinbar „fertigen Systemen“ vielleicht schwerer, mit zunehmender Einarbeitung zahlt sich der gegebenenfalls höhere Zeitaufwand im Vorfeld allerdings aus.

Welche weiteren technischen Voraussetzungen benötigen die Betriebe?

Ein leistungsstarker 3D-Scanner, die für das Versorgungsfeld passenden Scanwerkzeuge sowie eine Software für das Modellieren und Konstruieren

Fertigungsingenieur ohne spezifisches Fachwissen in der OT.

Wie beurteilen Sie die derzeitigen Ausbildungsinhalte zum Thema Additive Fertigung im Bereich der Orthopädie-Technik?

Leider bisher sehr unzureichend. Die digitale Fertigung bringt derart viele Vorteile und neue Möglichkeiten mit sich, dass sie in vielen Bereichen die konventionelle Produktion ablösen wird. Erfreulicherweise haben das eigentlich alle Bildungseinrichtungen unserer Branche erkannt und treffen

„Ich würde dazu raten, direkt von Beginn an auf hochwertige und offene Systeme zu setzen.“

ren sollten von Beginn an angeschafft werden. Es bietet sich außerdem an, einen 3D-Drucker zu kaufen, der zumindest den Druck von Testorthesen ermöglicht. Das können kleine bis mittelgroße FDM-Drucker (*FDM steht für Fused Deposition Modeling. Bei diesem Verfahren wird ein thermoplastisches Filament schichtweise aufgetragen. Anm. d. Red.)* sein, die in der Lage sind, gängige und thermoplastisch nachformbare Materialien wie PLA, PP oder PETG zu verarbeiten. Da es sich hier zweifelsohne um eine Investition in die produktionstechnischen Fähigkeiten des Unternehmens handelt, sollten diese Werkzeuge nicht als nettes Spielzeug betrachtet werden, sondern als nötige Infrastruktur.

Was halten Sie von einem Tandem aus CAD-affinen Ingenieuren und Technikern bei der Erstellung der digitalen Dateien?

Das funktioniert erfahrungsgemäß sehr gut. Bei Häussler Technische Orthopädie GmbH arbeiten wir seit Jahren arbeitsteilig. Das heißt, unsere Orthopädietechniker übernehmen den Patientenkontakt sowie die Hilfsmittelplanung, während unsere digitale Produktion für die Herstellung zuständig ist. In diesem Rahmen beschäftigen wir unter anderem einen

bereits erste konkrete Maßnahmen. Wir unterstützen über die Akademie unserer Marke „TOplus“ diese Entwicklung sehr gerne über Gastvorträge oder externe Lehrtätigkeiten an Hochschulen und Fachschulen.

Wie kann man da eine Verbesserung erzielen, oder muss man vielleicht sogar einen neuen Beruf schaffen, um den Anforderungen aus handwerklicher und digitaler Technik gerecht zu werden?

Ich denke, dass hier im Moment viel unternommen wird und sich die Ausbildungslandschaft auch tatsächlich in die richtige Richtung entwickelt. Digitale Inhalte werden nach und nach fest-



Ein hochwertiger Scan ist die Grundlage für eine erfolgreiche Konstruktion.



Zur Person

Steffen Matyssek begann seine berufliche Ausbildung mit einer Lehre zum Orthopädietechniker. Anschließend absolvierte er ein Bachelor-Studium in Gießen, gefolgt von dem Masterstudiengang in Erlangen, bei dem er sich inhaltlich weiter mit Lösungen für und aus der Orthopädie-Technik beschäftigte. Seit 2016 ist er bei Häussler Technische Orthopädie GmbH der Leiter der Abteilung Forschung und Entwicklung und ist verantwortlich für die Digitale Produktion.

ter Bestandteil der Bildungspläne. Der Umfang der Lehrinhalte im Bereich digitale Produktion sollte allerdings noch massiv steigen, um nötige Fähigkeiten auch wirklich in der Lehre und Ausbildung entwickeln zu können.

Es gibt auch bereits tolle Studiengänge in unserem Fachbereich, zum Beispiel an der Bundesfachschule für Orthopädie-Technik in Dortmund, in Göttingen oder auch in Münster, die einen akademischeren Ansatz unseres Berufsbildes verfolgen. Ich persönlich halte nach wie vor sehr viel von der klassischen Ausbildung zum Orthopädietechniker, aber bitte zukünftig mit umfangreichen Inhalten aus dem Bereich der digitalen Produktion. Das 3D-Scannen oder auch das rudimentäre digitale Modellieren sollte in jedem Falle beherrscht werden. Die Kombination aus Berufsausbildung und Studium ist eine weitere Möglichkeit, sich sowohl ingenieurstech-nisch ausbilden zu lassen als auch die

Was sind typische Fehler beim Scannen und wie lassen sie sich vermeiden, um Folgefehler in der Versorgung auszuschließen?

Uns fällt auf, dass oft zu schnell gearbeitet wird. Man sollte sich bei der Patientenpositionierung und beim 3D-Scannen unbedingt die nötige Zeit nehmen, bis der Datensatz auch wirklich sauber und vor allem geschlossen im PC erscheint. Ein gewissenhaftes Arbeiten an dieser Stelle spart unter Umständen viel Zeit bei den darauffolgenden Herstellungsprozessen.

Darüber hinaus ist es ratsam, wenn Anzeichnungen direkt auf dem zu scannenden Objekt oder dem Körperteil vorgenommen werden und mit einem 3D-Scanner gearbeitet wird, der diese dann auch aufnehmen kann. Wird ohne Anzeichnungen gearbeitet, steigt das Fehlerpotenzial, vor allem bei arbeitsteiliger Arbeitsweise. Natürlich müssen auch die grundlegenden Bedingungen

**„Uns fällt auf,
dass oft zu schnell
gearbeitet wird.“**

Grundfertigkeiten und Inhalte unseres Berufsbildes zu erlernen. An der Technischen Hochschule Ulm (THU) wurde bereits ein entsprechendes Pilotprojekt gestartet, das zukünftig verbessert und ausgebaut werden wird.

Um noch einmal einen Schritt zurückzugehen: Basis für die Modellierung und Konstruktion ist meistens ein Scan. Können Sie beschreiben, wie wichtig das Scanergebnis für die Modellierung ist?

Das Scanergebnis ist ausschlaggebend für die Güte des Modells. Lücken im Scan, Artefakte oder falsch vernetzte Scanfragmente führen zu unberechenbaren Fehlern im Gesamtprozess und sollten daher unbedingt vermieden werden. Der Schlüssel zum Erfolg sind hochwertige 3D-Scanner und gegebenenfalls Scanwerkzeuge für die Patientenpositionierung.

beachtet werden: keine direkten Lichtquellen, Schmuck oder reflektierende Gegenstände ablegen und Haare unter Umständen plattdrücken.

Welches sind für Sie die größten Hürden für Neueinsteiger beim Modellieren und Konstruieren?

Bei Neueinsteigern ohne Vorerfahrung sehe ich gar keine Hürden. Die digitalen Fertigkeiten werden erlernt, als Standard verinnerlicht und angewendet. Techniker mit Erfahrung im Hilfsmittelbau stehen zu Beginn natürlich immer vor der Hürde, eine Tätigkeit altbewährt konventionell auszuführen oder mit Mehraufwand – zumindest zu Beginn – auf einem neuen, digitalen Weg. Das ist im Alltagsgeschäft durchaus eine Herausforderung, der man nur durch das konsequente Einräumen der nötigen Einarbeitungszeit in die neuen Verfahren begegnen kann.

Gibt es einen Versorgungsbereich, der sich besonders gut für den Einstieg eignet?

Ich würde sagen, dass sich der Bereich Orthetik, egal ob für die obere oder die untere Extremität, sehr gut für den Einstieg eignet.

Wie können interessierte Techniker ihren Vorgesetzten bzw. Betriebsinhabern den Einstieg in die digitale Produktion „schmackhaft“ machen?

Konsequent angewendet spart eine digitale Produktion teils massiv Zeit, begünstigt eine gleichbleibende Qualität, trägt zur Fehlervermeidung im Produktionsprozess bei, schafft gänzlich neue Möglichkeiten bei der Hilfsmittelgestaltung und hat dadurch das Potenzial, die Kundenzufriedenheit zu verbessern. Darüber hinaus wird Kompetenz im Umgang mit neuen Technologien im eigenen Haus aufgebaut, wodurch auch langfristig unabhängig und mit hoher Wertschöpfung produziert werden kann.

Wo können sich die Techniker informieren über neueste Trends und Entwicklungen? Gibt es Messen, Veranstaltungen und Webinare, die Sie empfehlen können?

Natürlich ist das Thema digitale Produktion auf jeder Messe allgegenwärtig. Es ist allerdings nicht leicht, bei der Fülle an Möglichkeiten einen passenden Weg für das eigene Unternehmen zu finden. Hier setzen wir mit unserer TOplus Akademie an und bieten mit unserem kostenlosen Know-how-Wiki eine umfangreiche Informationsgrundlage. Sofern die Inhalte auch



Fotos [2]: Häussler Technische Orthopädie GmbH

Bei Häussler Technische Orthopädie könnten 2030 bereits 70 Prozent der Versorgungen zumindest anteilig durch die Additive Fertigung umgesetzt werden.

praktisch gefestigt werden sollen, zeigen wir in unseren Seminaren im Detail, wie eine digitale Hilfsmittelproduktion ablaufen kann. Außerdem kann sich jeder sehr gerne mit spezifischen Herausforderungen an uns wenden und wir erarbeiten über unser Consultingprogramm zusammen eine maßgeschneiderte und garantiert anwendbare Lösung.

Wie hoch schätzen Sie, wird der Anteil an Versorgungen unter Zuhilfenahme des 3D-Drucks im Jahr 2030 in der Orthopädie-Technik sein?

Das wird sehr stark von der jeweiligen Struktur und Firmenstrategie abhängen. Bei Häussler Technische Orthopädie GmbH schätze ich den auf circa 70 Prozent.

Welche Trends bzw. Entwicklungen beim Scannen, Modellieren und 3D-Druck finden Sie interessant

und was davon könnte in den kommenden Jahren Einzug in die Orthopädie-Technik halten?

Natürlich werden 3D-Scanner und 3D-Drucker immer leistungstärker und zudem günstiger. Die bereits zur Verfügung stehenden digitalen Werkzeuge sind allerdings schon jetzt sehr gut anwendbar, daher rechne ich nicht mit tiefgreifenden Neuerungen in naher Zukunft.

Für uns sind standardisierte Vorgehensweisen der Schlüssel zum Erfolg. Wir werden den Fokus auf umfangreiche und sehr detaillierte Prozessdefinitionen legen. Der Trend geht also hin zu einwandfrei beschriebenen und im besten Falle teilautomatisierten Herstellungsprozessen im individuellen Hilfsmittelbau.

Die Fragen stellte Heiko Cordes.

ANZEIGE



OTWorld | Halle 1 | Stand F40

Ergänzend im Fokus: Vereinfachte Fertigung durch KI-gestützte Leistenmodellierung.

Präzision und Effizienz

Dreve

Digitale Workflows und additive Fertigung prägen die moderne Orthopädietechnik.

Unsere 3D-gedruckten AFO-Leisten sind millimetergenau, leicht, stabil und innerhalb von 24 Stunden für Sie gefertigt. Gipsabdrücke entfallen, Durchlaufzeiten verkürzen sich und Ihre Werkstatt wird durch den Einsatz unserer AFO-Leisten um einige wertvolle Arbeitsstunden entlastet.

Das Ergebnis: Geringere Materialkosten und eine nahtlose Integration in bestehende Prozesse.

ortho.dreve.de



Die Revolution aus dem Drucker

Eine (kurze) Geschichte des 3D-Drucks

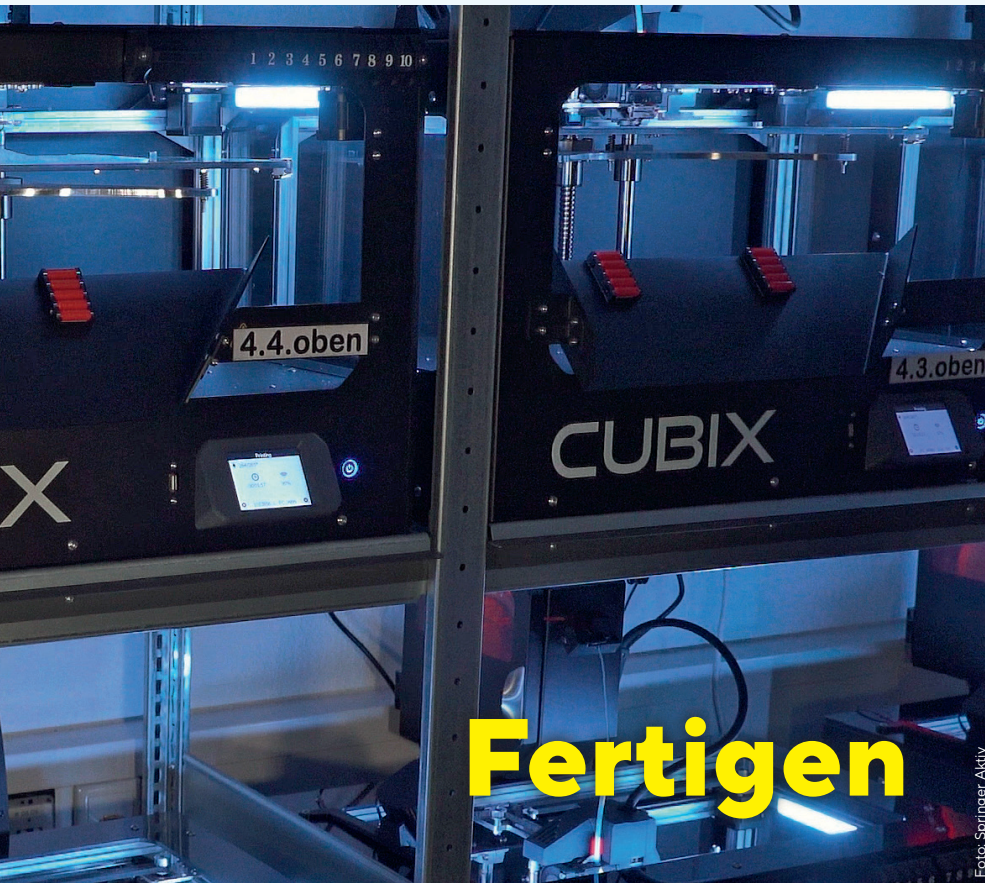
Wer einmal durch die Messehallen der Formnext in Frankfurt geht, der spürt: Additive Fertigung – das ist etwas für Gegenwart und Zukunft. Vielleicht keine industrielle Revolution 2.0, wie die Künstliche Intelligenz (KI) die Industrie, Dienstleistungen und Verwaltung nachhaltig verändert, aber mit Sicherheit ein neuer Horizont in Sachen maschineller Fertigung. Und die Entwicklung der beteiligten Hard- und Software nimmt von Monat zu Monat Geschwindigkeit auf. Aber steckt der 3D-Druck wirklich noch in den Kinderschuhen? Die Antwort darauf lautet nein.

Hull ist Geburtshelfer des heutigen 3D-Drucks

Bereits vor ungefähr vier Jahrzehnten entwickelte und patentierte der amerikanische Physiker Chuck Hull den ersten 3D-Drucker. Zur schichtweisen Fertigung dreidimensionaler Objekte wurden räumliche Daten in digitaler Form an einen Extruder geschickt. Ein Extruder ist eine Maschine, die feste oder dickflüssige Materialien wie Kunststoff, Gummi oder sogar Lebensmittel unter hohem Druck und hoher Temperatur durch eine formgebende Düse presst. Bei Hull beruhte das Druckverfahren auf

seinem Patent für die Aushärtung lichtempfindlicher Polymere durch UV-Strahlung, Hinzufügen von Partikeln, chemischen Reaktionen oder Laserstrahlen. Unter dem Namen „SLA-1“ erlangte der erste 3D-Drucker die Marktreife und kam 1987 in den Verkauf.

Parallel entwickelte Scott Crump 1989 das Fused Deposition Modeling (FDM), bei dem geschmolzener Kunststoff durch eine beheizte Düse extrudiert wird. Sein Unternehmen Stratasys setzte auf ABS-Kunststoff – das gleiche Material, aus dem Lego-Steine bestehen.



Einblick in das Herzstück der Fertigung: der Druckerraum bei Springer Aktiv in Berlin.

hochspezialisierter Werkstoffe für jeden erdenklichen Einsatz.

High-Performance-Polymere wie PEEK (Polyetheretherketon) eroberten die Medizintechnik. Dieser Superkunststoff ist nicht nur biokompatibel, sondern auch röntgendurchlässig – perfekt für Implantate, die nicht bei jeder Untersuchung stören. Mit einem Schmelzpunkt von über 300 Grad Celsius ist PEEK allerdings anspruchsvoll zu drucken und erfordert entsprechend teure Drucker.

Am anderen Ende des Spektrums etablierten sich wasserlösliche Stützmaterialien wie PVA und HIPS. Sie ermöglichten komplexere Geometrien, da überhängende Strukturen gedruckt und die Stützen anschließend einfach aufgelöst werden konnten.

Besonders spannend wurde die Entwicklung von Verbundwerkstoffen. Kunststoffe mit Kohlefaser-Verstärkung erreichten die Festigkeit von Aluminium bei einem Bruchteil des Gewichts. Glas- und Kevlar-verstärkte Filamente brachten weitere Eigenschaften ins Spiel – von elektrischer Isolierung bis zu extremer Schlagfestigkeit.

Geschwindigkeit und Präzision: die technische Evolution der Drucker

Parallel zur Materialentwicklung machten auch die Drucker selbst gewaltige Sprünge. Die ersten SLA-Drucker von 1988 benötigten Stunden für kleine Objekte und erreichten bestenfalls 0,1 Millimeter Auflösung. Moderne Resin-Drucker schaffen heute Details von 0,01 Millimetern – zehnmals feiner als ein menschliches Haar.

Der Durchbruch kam mit LCD-basierten Druckern um 2016. Statt jeden Punkt einzeln mit einem Laser zu belichten, härteten diese Geräte ganze Schichten gleichzeitig aus. Ein Objekt, für das frühere Generationen

Plötzlich konnten nicht nur lichtempfindliche Harze, sondern auch thermoplastische Kunststoffe verarbeitet werden.

Ein Kassenschlager wurde die Technologie nicht, da trotz des Potentials für beispielsweise den schichtweisen Aufbau von komplexen Werkstücken, die Industrie noch nicht so weit war und auch der Einführungspreis von 300.000 US-Dollar abschreckte. Eine Zukunftstechnologie ohne Zukunft also?

Millennium-Boost für 3D-Druck

Die Jüngeren werden sich daran nicht erinnern können, doch im Jahr 1999 beschäftigte viele Nutzer von Computern eine Frage: Wird mein PC noch am 1. Januar 2000 funktionieren? Ganze Fernsehsendungen, Zeitungsartikel und Radiobeiträge wurden diesem Thema gewidmet. Doch als die Zeiger der Uhr an Silvester die Mitternacht passierten, passiert nichts, außer, dass die Computer weiterhin funktionierten. Ein digitaler Super-GAU blieb also

aus, doch die Beschäftigung mit dem Thema PC in der Öffentlichkeit, brachte neue Aufmerksamkeit zu den noch nicht entfaltenen Potenzialen dieser Geräte. Auch der 3D-Druck wurde als Nutzungsmöglichkeit identifiziert.

Die Medizintechnik war eine der ersten Branchen, die das Potenzial erkannte. Schon in den frühen 2000er-Jahren begannen unter anderem Orthopädietechnikerinnen und -techniker, individuelle Prothesen digital zu konstruieren und zu drucken. Als einer der Meilensteine lässt sich das Jahr 2005 benennen, als neue biokompatible Kunststoffe wie medizinisches Nylon und spezielles TPU (Thermoplastisches Polyurethan) verfügbar wurden.

Die Materialschlacht: Kunststoffe für jeden Zweck

Die 2010er-Jahre brachten eine wahre Explosion neuer 3D-Druck-Materialien. Was einst mit wenigen Standard-Kunststoffen begann, entwickelte sich zu einem Arsenal



Verschiedene Shore-Härtegrade in einem Produktionsschritt sind dank 3D-Druck möglich und fühlbar.

einen ganzen Tag brauchten, war plötzlich in zwei Stunden fertig.

Auch FDM-Drucker wurden revolutioniert. Multi-Material-Systeme können bis zu fünf verschiedene Kunststoffe gleichzeitig verarbeiten. Wasserlösliche Stützen, farbige Akzente oder die Kombination von starren und flexiblen Bereichen in einem Bauteil sind dadurch möglich geworden.

Die Temperaturkontrolle wurde immer präziser. Moderne Drucker überwachen nicht nur die Düsen- und Betttemperatur, sondern die gesamte Baukammer. Das ermöglicht das Verarbeiten anspruchsvoller Hochleistungskunststoffe, die früher nur in Industrieanlagen gedruckt werden konnten.

Von der Garage zur Fabrik: industrieller 3D-Druck

Was in Hobbykellern begann, eroberte schnell die Fabrikhallen. Industrielle 3D-Drucker sind heute wahre Fertigungsmonster – mit Bauraum-Größen von mehreren Kubikmetern und der Fähigkeit, rund um die Uhr zu produzieren.

Besonders beeindruckend ist die Entwicklung des Pulverbettverfahrens (SLS – Selective Laser Sintering). Hier wird Kunststoffpulver schichtweise mit einem Laser verschmolzen. Da unverschmolzenes Pulver als

natürliche Stütze dient, sind extrem komplexe Geometrien möglich – hohle Strukturen, bewegliche Gelenke oder ineinander verschachtelte Bauteile.

Neue Kunststoffe für industrielle Anwendungen bringen extreme Eigenschaften mit: flammhemmende Materialien für die Luftfahrt, anti-statische Compounds für die Elektronik oder UV-beständige Formulierungen für Außenanwendungen.

Die Zukunft ist schon da: aktuelle Trends und Ausblick

Der 3D-Druck steht heute an einem Wendepunkt. Was einst Prototyping-Technologie war, wird zunehmend zur Serienfertigung. Adidas druckt mittlerweile Millionen von Schuhsohlen, Automotive-Zulieferer produzieren Endverbrauchsteile, und in der

Orthopädie-Technik sind gedruckte Hilfsmittel längst Standard.

Die neuesten Entwicklungen versprechen weitere Quantensprünge. Multi-Jet-Fusion (MJF) von HP kann verschiedene Eigenschaften innerhalb eines Bauteils realisieren – harte und weiche Bereiche, leitfähige und isolierende Zonen oder verschiedene Farben. Carbon hat mit seinem DLS-Verfahren (Digital Light Synthesis) die Geschwindigkeit noch einmal dramatisch gesteigert – was früher Stunden dauerte, ist in Minuten erledigt.

Besonders spannend ist die Entwicklung neuer nachhaltiger Materialien. Recycelte Kunststoffe, ozeanplastikbasierte Filamente und sogar aus Algen gewonnene Polymere zeigen, dass 3D-Druck Teil der Lösung für unsere Umweltprobleme werden kann, statt sie zu verstärken.

Nachhaltigkeit: Recycling statt Abfall

Ein oft übersehener Aspekt des 3D-Drucks ist sein Nachhaltigkeitspotenzial. Traditionelle Fertigung ist subtraktiv – aus einem großen Block wird das gewünschte Teil herausgefräst, der Rest ist Abfall. 3D-Druck ist additiv – es wird nur Material verwendet, das auch im Endprodukt landet.

Moderne Recycling-Systeme können alte Drucke wieder zu neuem Filament verarbeiten. Unternehmen wie Polymaker haben geschlossene Kreislaufsysteme entwickelt, bei denen aus Fehldrucken und Stützmaterial wieder hochwertiges Druckmaterial wird.

Heiko Cordes

Die wichtigsten 3D-Druck-Kunststoffe

PLA: einsteigerfreundlich, biologisch abbaubar

ABS: robust, hitzebeständig, chemikalienresistent

PETG: klar, lebensmittelecht, einfach zu drucken

TPU: flexibel, gummiartig, stoßdämpfend

Nylon (PA): sehr fest, verschleißresistent, chemikalienbeständig

PEEK: Hochleistungskunststoff für Implantate

PVA: wasserlöslich, für Stützstrukturen

Jeder kann 3D-Druck.

Wir haben die Lösung, die zu Ihnen passt.
Zentral gefertigt – ohne Risiko oder eigenes Gerät.



WEBSHOP

Vorgefertigte Modelle



BESTELLFORMULAR

Einfach konfigurieren



EASYCAD

Individuelle CAD-Konstruktion



Mehr Info zu unseren
3-Stufen-Konzept.

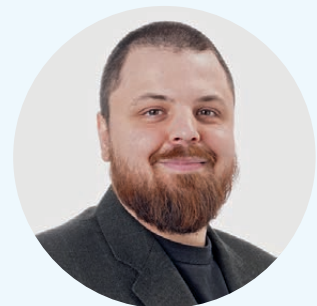
3D-Druckverfahren im Überblick

Wo welches System seine Stärken ausspielt

„Der 3D-Druck hat, besonders in den vergangenen zwei, drei Jahren, einen großen Sprung gemacht“, sagt Leopold Strey, Head of Business Development bei 3Ddimensionals. „Gerade im FDM-Bereich ist es inzwischen sehr einfach, von der Datei zum Bauteil zu kommen. Man muss kein Techniker mehr sein, um gute Ergebnisse zu erzielen.“ Das Spektrum erstreckt sich vom kompakten FDM-Drucker bis zur professionellen SLS-Anlage – und jedes System hat seine Stärken, Grenzen und Zielgruppen. Strey kennt die Bandbreite aus der täglichen Beratungspraxis: „Entscheidend ist, was man drucken will, wie groß, mit

welchem Material und mit welcher Weichheit.“

Während FDM-Drucker vor allem durch günstige Anschaffungskosten und unkomplizierte Bedienung punkten, bieten SLS-Drucker deutlich mehr Designfreiheit und Materialvielfalt – sind aber teurer in der Anschaffung. Ergänzt wird das Feld durch SLA-Systeme, die in der Orthopädie-Technik bislang eine eher untergeordnete Rolle spielen. Der folgende Überblick zeigt, welche Druckverfahren sich in der Orthopädie-Technik und Orthopädie-Schuhtechnik etabliert haben – und worauf es bei der Auswahl ankommt.



„Man sollte immer von der Anwendung ausgehen – und daraus das passende Material und den geeigneten Drucker ableiten“, so Leopold Strey.

Fused Deposition Modeling (FDM)

Fused Deposition Modeling (FDM) ist laut Strey das am weitesten verbreitete Verfahren im orthopädietechnischen Alltag, auch weil viele Betriebe die Geräte aus dem Heimgebrauch kennen, und eignet sich gut für Einsteiger. FDM-Druck arbeitet mit thermoplastischem Kunststoff in Form von Filamenten. Dieses Filament wird erhitzt und Schicht für Schicht aufgetragen, wobei jede neue Schicht an der darunterliegenden haftet. „Viele Betriebe favorisieren Geräte von Bambu Lab, etwa die Modelle H2S und H2D“, so Strey.

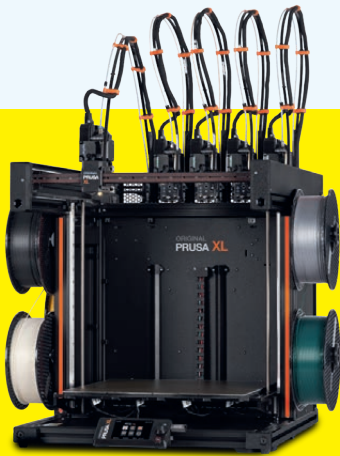
Der H2S bietet mit einem Bauraum von rund 340 × 320 × 340 Millime-

tern genügend Platz, um Einlagen, Orthesen oder auch Oberschenkel-schäfte zu drucken. Zudem verfügt er über eine hohe Druckgeschwindigkeit bei geringem Geräuschpegel – ein wichtiges Argument für den Werkstatteinsatz. Die Variante H2D kann zusätzlich unterschiedlich weiche Kunststoffe miteinander kombinieren, was besonders für die Fertigung von Orthesen von Vorteil sein kann.

Als Alternativen nennt Strey den Prusa XL und den Ultimaker S6. Der Prusa XL bietet den größten Bauraum im Vergleich (36 cm Kantenlänge) und kann bis zu fünf Materialien gleichzeitig verarbeiten – ideal für



Schnell und leise: der „Bambu Lab H2S“.



Der Prusa XL bietet einen großen Bauraum.

komplexe Geometrien oder Materialkombinationen. Der Ultimaker S6 überzeugt durch seine hohe Präzision und ein geschlossenes System mit zertifizierter IT-Sicherheit – ein Pluspunkt für Betriebe, die sensible Patientendaten schützen müssen. Im Unterschied zu den cloudbasierten Bambu-Lab-Geräten arbeitet der Ultimaker vollständig lokal über Netzwerk oder USB-Stick.

In der Praxis punkten FDM-Drucker vor allem durch ihre günstigen Anschaffungskosten (ab etwa 1.100 Euro), den überschaubaren Wartungsaufwand und die große Materialvielfalt. Grenzen zeigt das Verfahren bei sehr weichen Materialien oder wenn besonders glatte Oberflächen gefordert sind. Oft werden zusätzliche Stützstrukturen benötigt, um komplexe Formen zu drucken.

„Man sollte immer von der Anwendung ausgehen – und daraus das passende Material und den geeigneten Drucker ableiten“, betont Strey. Am Ende sei es zum Teil auch Geschmackssache. „Wir empfehlen, sich vor dem Kauf die Software des jeweiligen Druckerherstellers herunterzuladen – die ist immer kostenfrei.“ Damit könne man „einfach mal ein bisschen herumexperimentieren und schauen, was gut für einen passt“. Denn, so Strey weiter: „Letztendlich hat man viel mit dem Drucker zu tun, aber natürlich auch mit der Software – das entsprechende Software-Paket muss dazu passen.“

Selektives Lasersintern (SLS)

Das Selektive Lasersintern (SLS) gilt als das Verfahren für professionelle Anwendungen und Serienfertigung. „SLS ist der heilige Gral für die großvolumige Produktion“, so Leopold Strey. Gearbeitet wird nicht mit Filament, sondern mit Kunststoffpulver, das Schicht für Schicht von einem Laser punktuell aufgeschmolzen wird. Da keine Stützstrukturen benötigt werden, bietet das Verfahren volle Designfreiheit. In der Orthopädie-Schuhtechnik wird SLS vor allem dann eingesetzt, wenn Einlagen oder komplexe Formen gefertigt werden sollen. Während FDM-Drucker meist für Einzelversorgungen genutzt werden, eignet sich SLS für halbautomatisierte oder seriennahe Prozesse.

Die Anschaffungskosten sind im Vergleich jedoch deutlich höher – Strey spricht von etwa 50.000 Euro je



Fotos [5]: 3Ddimensionals

SLS-Drucker wie der Formlabs Fuse benötigen keine Stützstrukturen.

nach Ausstattung. Dafür liefern die Geräte sehr stabile Bauteile mit hoher Präzision und gleichbleibender Qualität. Als Hersteller ist in diesem Bereich beispielsweise Formlabs mit der „Fuse-Serie“ vertreten. Diese Systeme sind auf den professionellen Einsatz ausgelegt und können TPU-Materialien verarbeiten, wie sie für flexible, aber belastbare Einlagen oder Orthesenteile typisch sind.

Stereolithografie (SLA)

Das Stereolithografie-Verfahren (SLA) arbeitet mit flüssigen Harzen, die durch Licht ausgehärtet werden. In der Orthopädie-Technik spielt es derzeit eher eine Nebenrolle. „SLA ist in der Medizintechnik weiter verbreitet, insbesondere im Dentalbereich.“ Hersteller wie Formlabs bieten Geräte wie den Form 4L an, die mit biokompatiblen Harzen arbeiten können. Diese



Geräte wie der Form 4L ermöglichen es, mit biokompatiblen Harzen zu drucken.

Systeme überzeugen durch sehr hohe Präzision und glatte Oberflächen und eignen sich daher für besonders feine Strukturen oder für den Druck von Silikongussformen.

Was Strey unabhängig vom Fertigungsverfahren zu Bedenken gibt: „Man sollte sich gut überlegen, ob man überhaupt einen eigenen Drucker braucht oder lieber auf einen Dienstleister zurückgreift, der mehr Verfahren abdecken und komplexere Bauteile realisieren kann.“ Oder aber man hilft sich gegenseitig: Strey erlebt die Branche als sehr hilfsbereit. „Gerade in Sanitätshäusern oder in orthopädietechnischen Werkstätten gibt es häufig Experten, die sich untereinander austauschen und unterstützen – das ist immer eine wertvolle Möglichkeit.“

„Ich glaube nicht an Wunderdrucker“

Warum gute Ergebnisse mehr als nur Technik brauchen



Foto: Trans2form

Zur Person

Martin Jaeger ist CEO der Firma Trans-2-Form e. K. mit Sitz im rheinland-pfälzischen Braubach, die Betriebe und Hersteller aus den Bereichen Orthopädie-Schuhtechnik und Orthopädie-Technik auf dem Weg in die digitale Produktion berät. Zudem ist der gelernte Orthopädienschuhmacher-Meister als Dozent unter anderem am Bildungszentrum für Orthopädie-Schuhtechnik Südwest (BOSS) in Langen tätig und hat, um Kollegen an das Thema additive Fertigung heranzuführen die 3D-Piraten-Gruppe gegründet. Hier vermittelt er in wöchentlich stattfindenden Webinaren den Umgang mit u. a. der frei verkäuflichen CAD-Software „Rhino CAD“, um damit schnell und kostengünstig Hilfsmittel vor allem für die Orthopädienschuhtechnische Werkstatt zu modellieren und zu produzieren.

Nachdem Scan- und Konstruktionsprozesse die Grundlage geschaffen haben, entscheidet sich in der Fertigung, ob aus den digitalen Daten hochwertige und passgenaue Hilfsmittel werden. Im Gespräch mit der OT-Redaktion erläutert Orthopädienschuhmacher-Meister Martin Jaeger, welche Verfahren und Materialien sich in der Branche bewährt haben – und warum handwerkliches Können auch im digitalen Zeitalter unverzichtbar bleibt.

Angenommen, der Scan ist präzise, die Konstruktion sauber umgesetzt – ist die Fertigung dann nur noch einen Mausklick entfernt?

Martin Jaeger: Wir sind nah dran. Die Technik ist erwachsen geworden: Scanner liefern verlässliche Daten, CAD-Tools sind mächtig und immer einfacher zu bedienen, Drucker laufen

und verlässlicher Versorgung. Wichtig ist mir: Wir reden hier nicht mehr über eine zarte Pionierphase, sondern über tragfähige Arbeitsmittel. Gleichzeitig bleibt genug Luft nach oben, vor allem beim Materialverhalten über die Zeit, bei der Oberflächenqualität direkt aus der Maschine und bei smarter Unterstützung in den Software-Werkzeugen, dem sogenannten Parametrisieren.

Welche Verfahren sind aktuell besonders relevant in der OT und OST? Und wie entscheidet man, ob ein Teil besser gedruckt oder gefräst wird?

Im Alltag haben sich drei Druckverfahren etabliert: Filamentdruck ist robust und flexibel, Pulverbettverfahren liefern leichte und erstaunlich belastbare Bauteile, und Harzsysteme spielen ihre Stärken bei feinen Oberflächen aus. Daneben existiert

„Es braucht technisches und vor allem klassisch handwerkliches Know-how.“

stabiler als noch vor wenigen Jahren, und die Materialien sind wesentlich besser geworden – vor allem zertifiziert. Trotzdem braucht es nach wie vor viel technisches und vor allem klassisch handwerkliches Know-how, damit aus dem tollen Scan ein gutes Hilfsmittel wird.

Ich würde sagen: Der „Mausklick“ ist heute realistisch, wenn man weiß, was man tut – und genau dort beginnt der Unterschied zwischen Versuchsmodell

das Fräsen auf sehr hohem Niveau – besonders bei Einlagen und überall dort, wo planare Geometrien und Tempo zählen. Die Entscheidung ist weniger Ideologie als gesunder Menschenverstand: Wo Formfreiheit, lokale Steifigkeitsabstufungen und innere Strukturen einen echten Vorteil bringen, ist der Druck kaum zu schlagen. Wo Klarheit, Geschwindigkeit und bewährte Materialien dominieren, bleibt die Fräse ein hervorragendes Werkzeug. Die gute

Nachricht: Es gibt nicht mehr das eine „richtige“ Verfahren – es gibt passende Werkzeuge für sinnvolle Aufgaben.

Welche Kriterien spielen bei der Auswahl des richtigen Geräts eine Rolle?

Ich schaue auf das, was am Ende beim Patienten ankommt: Teilequalität, Wiederholbarkeit und wie entspannt das Team damit arbeiten kann. Ein großzügiger Bauraum ist schön, aber entscheidend ist, wie gut die Maschine mit unseren typischen Hilfsmittelgeometrien zurechtkommt. Außerdem zählt, ob die Software vernünftige Voreinstellungen bietet, ob Daten offen exportierbar bleiben und ob ich nicht an einen einzigen Anbieter gekettet bin. Service und Ersatzteile sind eher unspektakulär, werden im Alltag aber schnell zum Zünglein an der Waage. Und bitte: Wer kaufen will, sollte mit echten Fällen testen, nicht nur mit Demo-Hasen und Firmenlogos. Dann merkt man sehr schnell, was wirklich passt.

Welche Materialien haben sich für den Einsatz in der Orthopädie- und Orthopädiesschuh-technik bewährt – und warum gerade diese?

Es gibt inzwischen eine Handvoll Werkstoffe, auf die man sich verlassen kann. Polyamide im Pulverbett – also im Lasersinter- oder Multi-Jet-Fusion-Verfahren gedruckt – liefern stabile, leichte und gut nachbearbeitbare Bauteile. Auch TPU hat sich in vielen Anwendungen bewährt. Im Filamentbereich überzeugt PETG als unkomplizierter Allrounder, faserverstärkte Polyamide bringen spürbare Steifigkeit; sie sind zwar nicht so leicht und dabei stabil wie laminierte Kunststoffe, aber bei entsprechendem Design durchaus vergleichbar. Bei Harzen sind die Fortschritte groß, solange man die Grenzen der Zähigkeit im Blick behält und ordentlich nachhärtet. Auch das Thema Lichtalterung, also das Verspröden durch Einwirkung von Tageslicht, ist noch eine Herausforderung. Für Einlagen liegen EVA/PU-Fräsblöcke weiterhin vorn, auch wenn das Abfall- und das Recyclingproblem noch nicht wirklich gelöst ist. Additiv gefertigte TPU-Einlagen sind dann spannend, wenn wir wirklich mit

Zonierungen und Gittern arbeiten. Kurz: Wir wählen nicht aus dem Bauch, sondern nach beweisbarer Alltagstauglichkeit – und genau da liegt der Fortschritt.

Gibt es typische Fehler, die während des Drucks passieren können, – und wie lassen sie sich vermeiden?

Die meisten Missgeschicke entstehen nicht aus großen Fehlern, sondern aus kleinen Nachlässigkeiten: zu feuchtes Material, ungünstige Bauteilorientierung, übersehene Warnhinweise in der Software. Wer seine Werkstoffe ernst

Scans, CAD-Modelle und Slicing-Profile sind Daten – und die können geteilt oder gemeinsam in einem Zoom-Call bearbeitet werden. Umso wichtiger ist es aber auch, die Hoheit über die eigenen Daten zu behalten.

Wenn ein Bauteil aus dem Drucker kommt: Ist es damit fertig oder sind Nachbearbeitungsschritte notwendig?

Ganz ehrlich: In den meisten Fällen braucht es noch eine Runde Handarbeit. Entpulvern, glätten, Kanten bearbeiten, eventuell färben oder

„Wir wählen nicht aus dem Bauch, sondern nach beweisbarer Alltagstauglichkeit.“

nimmt, Teile nicht „gegen das Material“ konstruiert und die Maschine nicht nur einschaltet, sondern auch versteht, bekommt sehr zuverlässig gute Ergebnisse. Ich plädiere hier für entspannte Professionalität: dranbleiben, nachdenken und dann verbessern – so wie wir das schon immer gemacht haben. Kleine Probedrucke sagen einem oft mehr über die Eigenschaften eines Materials oder einer Maschine als drei Seiten Datenblatt.

Wie lässt sich gleichbleibende Qualität im Alltag sicherstellen?

Ich glaube nicht an Wunderdrucker oder Wundermaterialien, sondern an Menschen, die ihr Werkzeug kennen. Konstante Qualität entsteht, wenn wir wissen, was wir tun, und wenn wir uns gegenseitig den Rücken stärken. Ein Team, das offen über kleine Abweichungen spricht, Probleme gemeinsam löst und Erfahrungen teilt, hält die Streuung niedrig – ganz ohne große Worte. Und noch ein Punkt, der mir wichtig ist: Die besten Ergebnisse entstehen dort, wo man additive und handwerkliche Kompetenz zusammenbringt – idealerweise in Zusammenarbeit mit Kolleginnen und Kollegen. Auch hier revolutioniert die Digitalisierung unser Handwerk.

versiegeln oder beziehen und dann noch die Feinanpassung am Patienten. Das ist kein Makel der Technologie, sondern eher der Punkt, an dem aus „gedruckt“ wirklich „brauchbar“ wird. Ich sehe darin sogar einen Vorteil: Wir behalten die Kontrolle über Haptik und Passform und können dem Bauteil den letzten Schliff geben, statt auf eine „Wird-schon-irgendwie-passen“-Illusion zu hoffen. Das hat in unserem Handwerk noch nie funktioniert und wird es auch mit dem 3D-Druck nicht. Dazu sind die Herausforderungen bei der Anfertigung von Hilfsmitteln einfach zu komplex – auch für eine KI!

Wann lohnt sich die Anschaffung eines eigenen Druckers – und wann ist ein externer Dienstleister besser?

Ein eigener Drucker lohnt sich, wenn man regelmäßig ähnliche Aufgaben hat, kurze Wege schätzt und die Fähigkeiten im Haus aufbauen will. Wer dagegen schwankende Mengen, exotische Materialien oder erst einmal ein Gefühl für die Möglichkeiten bekommen möchte, fährt mit einem guten Dienstleister hervorragend. Ich persönlich mag das Hybridmodell: Wir erledigen das, was nahe am Patienten und zeitkritisch ist,

selbst und geben Spezialfälle nach draußen. So bleiben wir beweglich und lernen stetig dazu.

Wie stark verändert die Additive Fertigung den Arbeitsalltag im Betrieb?

Der Alltag wird ruhiger, übersichtlicher und in vielen Dingen schneller. Wir verbringen mehr Zeit am Patienten, zum Beispiel zur Anamnese und Analyse, und weniger Zeit an immer gleichen Handgriffen in der Werkstatt. Außerdem sind wir dabei

zunehmend befreit von gebückter Haltung beim Schleifen und vom Kontakt mit gesundheitsschädlichen Stäuben und Dämpfen. Das ist auch ein wesentlicher Aspekt bei der positiven Darstellung unserer Handwerke. Ich erlebe das als Entlastung, nicht als Verlust.

Was waren Ihre persönlich wichtigsten Learnings aus Ihren ersten Druckprojekten – und welchen Tipp möchten Sie Einsteigern unbedingt mitgeben?

Mein größtes Learning war, auch wenn es schwerfällt, klein anzufangen und gezielt besser zu werden. Nicht alles auf einmal, sondern eine typische Anwendung so gut im Griff haben, dass sie fast langweilig zuverlässig läuft. Das zweite Learning: Material und Umgebung ernst nehmen. Wer Feuchte und Temperatur vernachlässigt, verschenkt Qualität. Und drittens: früh an die letzte Meile denken. An Haptik, Kanten, Befestigungspunkte, Reinigung. Mein Tipp an Einsteigerinnen und Einsteiger ist wenig spektakulär, aber wirksam. Schließen Sie sich mit Kolleginnen oder Kollegen kurz, die schon drucken, und schauen ihnen über die Schulter. In unserer Branche ist Wissen kein Schatz, den man versteckt. Je mehr wir teilen, desto schneller werden wir alle besser. Deshalb habe ich die „3D Piraten“-Community ins Leben gerufen, in der ich Kolleginnen und Kollegen per Webinar mein Wissen vermittele mit dem Ziel nach dem „Train the Trainer“-Prinzip das Wissen über die digitalisierte Fertigung schnell in unseren Branchen zu etablieren.

Sehen Sie Trends, die den Fertigungsalltag verändern werden?

Ich erwarte deutlich mehr Unterstützung durch die Software, auch durch KI, die uns unauffällig an den richtigen Stellen hilft: automatische Hinweise auf kritische Wandstärken, sinnvolle Ausrichtungen, realistische Vorschläge für flexible Zonen. Auch das Thema FEM, also das Testen der Eigenschaften von Modellen, bevor sie gedruckt werden, wird Einzug in unser Handwerk halten. Dazu kommt ein Schub bei Materialien, die sich im Alltag länger „gut benehmen“, also weniger empfindlich auf Schweiß, Temperatur-



Foto: Trans2form

Martin Jaeger unterstützt Betriebe und Hersteller aus der Orthopädie-Schuhtechnik und Orthopädie-Technik bei der Digitalisierung ihrer Produktionsprozesse.

wechsel und mechanische Dauerlast reagieren. In der Nachbearbeitung wird es bequemer und einfacher werden, weil mehr Schritte automatisiert oder zumindest verlässlicher geführt werden. Und über allem schwebt ein Thema, das mir sehr am

Was braucht es aus Ihrer Sicht, damit das Handwerk die Chancen der Digitalisierung wirklich für sich nutzen kann?

Additive Fertigung ist keine disruptive Technologie, die unser Handwerk zerstört, sondern ein weiteres Werkzeug,

Deckungsbeiträge im Handwerk sichern, und wir müssen die Frage klären, wem unsere Daten eigentlich gehören. Unsere handwerklichen Fähigkeiten, unsere Versorgungsideen und unsere klinischen Erfahrungen sind ein wichtiger, wenn nicht der wichtigste Teil der Digitalisierung. Wenn wir diese Werte bündeln, teilen und schützen, dann behalten wir die Hoheit über unsere Arbeit und vermeiden, dass wir uns in Abhängigkeiten verheddern, aus denen man später nur schwer herauskommt. Das heißt aber auch, dass der vermeintlich bequeme Weg, also zum Beispiel das externe Modellieren und Fertigen, nicht unbedingt langfristig der richtige ist. Kurz gesagt: Die Technik kann viel, und sie wird noch mehr können. Ob wir davon wirklich profitieren, entscheiden wir selbst – am besten gemeinsam.

Die Fragen stellte Pia Engelbrecht.

„In unserer Branche ist Wissen kein Schatz, den man versteckt.“

Herzen liegt: offene Formate, nachvollziehbare Schnittstellen und echte Datensouveränität. Wenn wir als Branche hier klug handeln, behalten wir die Kontrolle und bleiben flexibel – auch gegenüber branchenfremden Anbietern, die ein Auge auf unsere Branche geworfen haben.

mit dem wir Menschen versorgen. Damit wir auf diesem Weg unabhängig bleiben, sollten wir als Kolleginnen und Kollegen enger zusammenrücken und zusammenarbeiten. Gemeinschaft, Community ist auch hier das Zauberwort. Wir brauchen offene Dateiformate und faire Preise, die die

ANZEIGE

EinScan Medixa

All-in-One-3D-Scanner für die Orthopädiertechnik

Kabelloser All-in-One-3D-Scanner für Orthesen und Prothesen – mit integrierter Datenverarbeitung, ganz ohne externen Computer. Die berührungslose, digitale Erfassung ermöglicht eine effiziente, präzise und einfache Patientenversorgung.

SHINING 3D



MEHR INFOS



EinScan Medixa + FootStation2 Kombi-Angebot

Bessere Scans mit dem passenden Bundle!

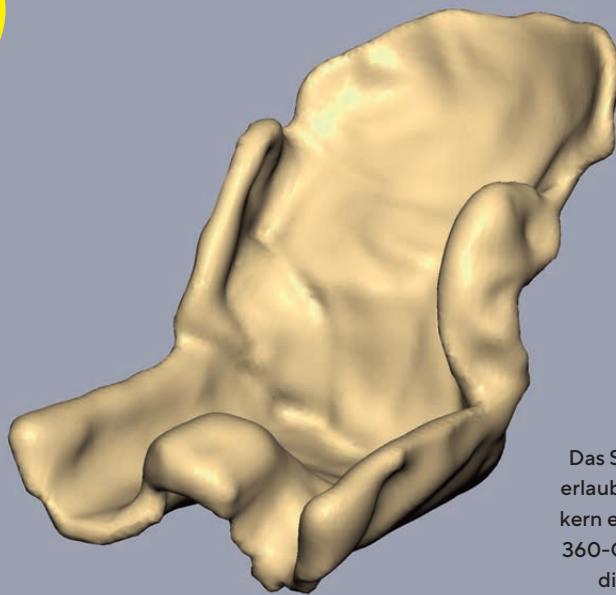
Ihr zuverlässiges Setup für präzise Fußerfassung – sofort einsatzbereit.



Neuland erkunden

Praxisbeispiel zur additiv gefertigten Sitzschalenversorgung bei RAS Melle

Reha-
Technik



Das Scan-Ergebnis erlaubt den Technikern einen digitalen 360-Grad-Blick auf die Versorgung.

Foto/Screenshot: RAS Melle

Die Einführung von Additiver Fertigung in den eigenen Betrieb ist Chefsache, weil sie viele – auch wirtschaftliche – Entscheidungen voraussetzt. In welchem Umfang dies geschieht, was für Versorgungen damit gefertigt werden und wie die Kostenträger auf diese neue Fertigungstechnik reagieren – all das hat Einfluss auf die Meinungsbildung. Bei RAS Melle hat man sich vor gut einem Jahrzehnt diese und noch weitere Fragen gestellt und ist zu dem Ergebnis gekommen, dass die Einführung der Additiven Fertigung eine Win-win-Situation ist – für die Techniker und Patienten.

Seit 2015 wird in Niedersachsen nun gescannt, zwei Jahre später kam die digitale Modellierung dazu. Die Fertigung der Sitzschalen wurde an einen Fräs-Dienstleister übergeben. Und 2023 folgte dann die erste 3D-gedruckte Sitzschalen-Versorgung eines jungen Patienten. Diesem CP-Patienten mit Tetraspastiken

drohte eine fortschreitende Wirbelsäulenversteifung. Sein Versorger überstellte den Jungen dem RAS-Team, um einen neuen Lösungsansatz zu finden, beziehungsweise die vorhandenen Anforderungen noch einmal neu bewerten zu lassen. Orthopädietechniker Jan-Hendrik Warnke erinnert sich an die erste Versorgung des Patienten im Jahr 2022. „Wir haben zunächst ganz klassisch eine Sitzschalenversorgung mit RG60-Schaum gemacht.“ Eine Lösung, die nicht lange Bestand haben sollte. „Der Patient hat die Sitzschale durch seine Spastiken stark abgenutzt. Im ersten Jahr musste mehrfach ausgebessert werden. Dazu kam, dass der Patient extrem stark schwitzte“, so Warnke. Durch die ständige Feuchtigkeit entstand unter dem Sitzbezug ein Pilzbefall – eine Katastrophe aus hygienischer Sicht. „Eigentlich hätte es klar sein müssen, dass da was kommt, da der Bezug immer wieder feucht war und nicht gelüftet werden konnte.“

Neue Herausforderung erfordert neue Lösung

Die Versorgung mit einer gefrästen Sitzschale war gescheitert – was nun? Hier kommt Paul Hagedorn ins Spiel. Der Mitarbeiter der digitalen Fertigung bei RAS Melle kam mit dem dänischen Hersteller „Create it real“ in Verbindung, der durch sein Material und seine Druckverfahren eine 3D-gedruckte Sitzschalenversorgung möglich machen konnte. Eine neue Lösung für eine neue Herausforderung.

Doch bevor die Sitzschale gedruckt werden konnte, stand zunächst der Kontakt mit dem Kostenträger an. „Bei einem Hausbesuch konnten wir den Kostenträger von unserer Idee für die Versorgung des Patienten überzeugen“, so Warnke. Die Kostenübernahme wurde gewährt, und das RAS-Team machte sich an die Arbeit.

Drei Scans als Basis

Erster Schritt der Reha-Experten war der Scan. Dafür wurde ein Vakuum-

Welches Dateiformat?

Scanner geben verschiedene Dateiformate aus. Entweder eine STL-Datei oder eine OBJ-Datei. Im Bereich der Sitzschalenversorgung lohnt es sich, das OBJ-Format zu wählen, weil es auch Strukturen erkennt und nicht die reine Geometrie. Wofür ist das hilfreich? Vor allem, wenn der Techniker Zeichnungen mit einem Filzschreiber auf dem Vakuumsack vornimmt, können diese vom Scanner erkannt und übernommen werden.

Abdruck des jungen Patienten genommen. Der Junge saß auf einer Art Sitzsack, aus dem die Luft herausgesogen wurde, um so die Körperform exakt zu bestimmen. Dieser Sack wurde anschließend mit einem iPad-Scanner mit Structure Sensor digitalisiert. Außerdem scannten Warnke und Hagedorn den Schalenkorpus und die alte Hartschaum-Sitzschale mit einem Artec Leo-Scanner. Aus diesen drei digitalisierten Bildern wurden die entscheidenden Informationen extrahiert und in die Modellierung überführt.

„Wir haben den Artec Leo benutzt, weil wir ihn bereits im Betrieb hatten. Gerade in letzter Zeit sind aber auch viele Modelle auf den Markt gekommen, die preisgünstiger sind und ebenfalls vernünftige Ergebnisse liefern“, erklärt Hagedorn und beschreibt damit, dass die Hürden für

eine etwaige Investition in die Technik nicht mehr so hoch sind.

Für alle drei Scans benötigte das Duo übrigens rund eine Stunde. Die Erfahrung aus den Vorjahren mit Scans für gefräste Sitzschalenversorgungen hat natürlich ein Stück weit geholfen. Entscheidend war aus Sicht der Experten jedoch, dass nicht der Patient, sondern der Abdruck eingescannt wurde.

„Ich weiß nicht, ob das sinnvoll ist, den Patienten überhaupt zu scannen“, so Warnke. Hagedorn ergänzt: „Aus meiner Sicht ist es vollkommen unmöglich, dies bei Patienten wie in diesem Fall zu tun.“ Sein Credo: Scans funktionieren am besten, wenn das zu scannende Objekt sich nicht bewegt und nicht glänzt. „Dann kann das fast jeder problemlos scannen“, lautet Hagedorns Meinung.

Gefühlvolles Arbeiten

Modellieren ist Handarbeit, auch wenn sie am Computer durchgeführt wird. Um die Software Geomagic Freeform zu bedienen, braucht man ein haptisches Eingabegerät (Geomagic Touch oder Geomagic Touch X). Durch diese Art der 3D-Navigation bekommen gerade Nutzer, die aus der händischen Arbeit kommen, eine schnelle Beziehung zu dem digitalen Modell. Das haptische Feedback, durch das sie das Modell „fühlen“, hilft bei Veränderungen, die händisch auch immer mit „Gefühl und Erfahrung“ eingebracht wurden.

ANZEIGE

Die wichtigsten News in mein Postfach

Die Redaktion des Verlags Orthopädie-Technik informiert wöchentlich über:

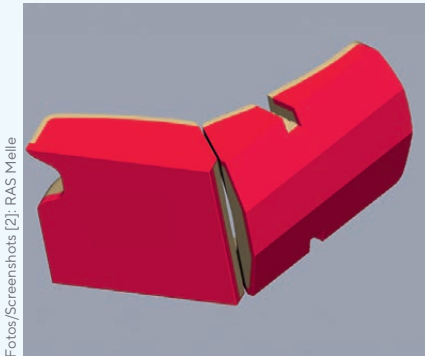
- Branchennews
- Innovative Versorgungsbeispiele
- Neueste Entwicklungen bei der Additiven Fertigung
- Best-Practice-Beispiele aus dem Sanitätshaus
- Alle Fakten zur eVerordnung
- Top-Jobs des Monats

Wer mit wem?
Was und Wie?
Warum?

Der OT-Newsletter



Jetzt
anmelden



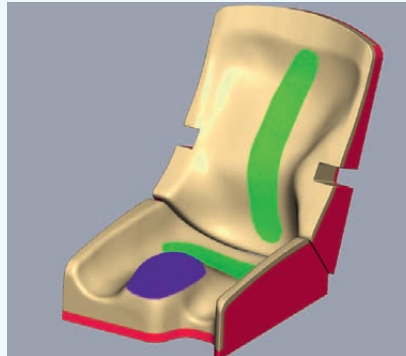
Mehrere Scans wurden angefertigt, um eine aussagekräftige Basis für die digitale Konstruktion der Sitzschale zu haben.

Vom Scan zum Modell

Aus den drei Scan-Bildern konnte Paul Hagedorn die nötigen Informationen für die Modellierung zusammensammeln. In der Software Geomagic Freeform entwickelte der Mitarbeiter der Digitalen Fertigung bei RAS Melle und Industrial-Design-Student dann das finale Modell, das so auch gedruckt werden sollte.

„Es ist deutlich mehr Präzision gefragt als beispielsweise bei der Modellierung eines Modells für eine Fräsung“, so Hagedorn. Der Unterschied sei, dass man bei Fräsung einen auf den Körper angepassten Sitzschalenrohling modellieren würde. Erst die handwerkliche Nachbearbeitung sorgt dafür, dass aus dem Rohling eine richtige Sitzschale wird. Eine 3D-gedruckte Sitzschale dagegen muss passen, eine Nachbearbeitung ist weder vorgesehen noch praktikabel. „Man kann nacharbeiten, aber es ist aufwendig. Das Ziel sollte daher sein, direkt so zu modellieren, dass alles passt“, erklärt Hagedorn. Im vorliegenden Fall nahm das komplette Modellieren etwa einen Arbeitstag in Anspruch.

„Der Vorteil der gedruckten Versorgung gegenüber der gefrästen Sitzschale ist aus meiner Sicht, dass eine noch individuellere Lösung für den Patienten möglich ist. Man kann zum Beispiel direkt die Thorax-Pelotten einarbeiten, statt es hinterher aufwendig auf die gefräste Sitzschale wieder aufzuarbeiten“, erklärt Warnke aus Sicht des Technikers, wo



eine Erleichterung gegenüber anderen Verfahren zu finden ist.

Druck braucht Raum

Nach der Vorarbeit von Scan und Modellierung wurden die Daten aus Niedersachsen gen Dänemark geschickt. Auf die Frage, warum die Sitzschale nicht mit dem eigenen 3D-Drucker im Betrieb gedruckt wurde, hat Hagedorn eine einfache Antwort: „Der benötigte Bauraum des Druckers für eine Sitzschale ist bei uns nicht vorhanden. Und sich für die erste Versorgung dieser Art ein Modell dieser Größenordnung anzuschaffen, ist auch nicht wirtschaftlich.“ Bei „Create it real“ in Aalborg ist man auf Drucke in dieser Größenordnung vorbereitet und bot

noch einen weiteren Vorteil: Durch die Drucktechnik dort ließen sich verschiedene Härtegrade innerhalb eines Drucks realisieren, was eine enorme Erleichterung bei der Fertigung gegenüber gefrästen Sitzschalen hatte. Dort mussten die unterschiedlichen Materialien einzeln ausgeschnitten und hinterher miteinander verklebt werden – eine mühsame, materialaufwändige und zeitintensive Aufgabe.

Präzision gefragt

Wenn die gedruckte Sitzschale da ist, dann ist sie auch grundsätzlich fertig. Lediglich der Bezug mit einem Stoff ist noch nötig. Eine Nacharbeit ist nicht vorgesehen, denn beim Schleifen beispielsweise würde die gedruckte Struktur aufgebrochen. Dennoch sind kleinere Korrekturen grundsätzlich möglich, sollten aber im besten Fall vermieden werden. „Wer hier nicht sauber vorgearbeitet hat, der muss gegebenenfalls eine komplett neue Versorgung machen“, weist Warnke auf eine mögliche Konsequenz hin.

Mit den gemachten Erfahrungen will das RAS-Team in Zukunft weitere individuelle Sitzschalenversorgungen per 3D-Druck lösen.

Heiko Cordes



Durch den Druck konnte die Sitzschale in einem Produktionsschritt gefertigt werden. Größere Nachbearbeitungen – außer dem Beziehen mit Stoff – waren nicht nötig.





Mehr als 1000 OT-Werkstätten nutzen Invent Medical, weil:

- Erzielen Sie bessere klinische Ergebnisse mit 3D-gedruckten Knöchel-Fuß-Orthesen
- Wechseln Sie nahtlos vom Scan über den 3D-gedruckten Prothesenschaft zum endgültigen Prothesenschaft – dank eines vollständig digitalen Arbeitsablaufs
- Bieten Sie bequemere Kopforthesen an, die Eltern wirklich bevorzugen
- Bieten Sie sicherere, 3D-gedruckte und optimierte Schutzhelme an
- Drucken Sie bequeme Einlegesohlen innerhalb von 2 Stunden direkt in Ihrer Praxis
- Verkürzen Sie die Wartezeiten und steigern Sie gleichzeitig die Patientenzufriedenheit
- Gewinnen Sie neue Patienten, senken Sie Kosten und stärken Sie Ihre Geschäftsleistung
- Setzen Sie neue Technologien mit Zuversicht ein – dank Garantie und engagiertem Support

Wann fängst du an?
www.inventmedical.com



Invent Medical ist weltweit führend im Bereich 3D-Druck und digitaler Arbeitsabläufe in der Orthopädietechnik.

Besuchen Sie uns auf der OT World.
Weitere Informationen finden Sie unter:
www.inventmedical.com/dach/otworld/



Piro Spring: Modulare 3D-gedruckte AFO zur Echtzeit-Optimierung des Gangs

Piro Spring steht für eine neue Generation maßgefertigter pädiatrischer Knöchel-Fuß-Orthesen, die sich an das Wachstum von Kindern und an Veränderungen ihres Gangbildes anpassen.

Basierend auf einem modularen **3D-Druck-Konzept** ermöglicht das System Behandlern, Widerstand und Ausrichtung in Echtzeit anzupassen – mithilfe austauschbarer Federn sowie Tuning-Elemente wie auswechselbarer Federaufnahmen in unterschiedlichen Winkeln in PF/DF und einer verstellbaren Ferse – sowohl bei der Anprobe als auch bei Nachkontrollen.

Dieser Ansatz bietet einen entscheidenden Vorteil in der pädiatrischen Versorgung, da sich die Biomechanik durch Wachstum, Muskeltonus, Kraft und motorische Entwicklung schnell verändern kann.

Anstatt auf ein starres Design zu setzen, ermöglicht Piro Spring eine individuellere orthopädietechnische Versorgung, die im Verlauf gezielt weiter angepasst werden kann.

Dies ist vergleichbar mit der Einführung endoskelettaler Prothesendesigns im Gegensatz zum exoskelettalen Ansatz.

Klinische Beobachtungen zeigen, dass die Möglichkeit, Widerstand (posteriore Steifigkeit), den SVA-Winkel und den Sprunggelenkwinkel in Echtzeit zu verändern, eine verbesserte Tibiaprogression, effizientere Gangmechanik, bessere Symmetrie und reduzierte Ausweichbewegungen unterstützen kann.

Die schnelle Anpassbarkeit verbessert zudem die klinische Effizienz und kann den Bedarf an wiederholten Neuanfertigungen verringern.

Mit Piro Spring geht die additive Fertigung über eine verbesserte Passform und mehr Komfort hinaus – sie ermöglicht ein flexibleres und reaktionsfähigeres Modell der orthopädietechnischen Versorgung.

Besuchen Sie uns auf der OTWorld:
Halle 5, Stand F10

www.piroafo.com

Sehen Sie sich das
Video an, um mehr
zu erfahren:



Digitale Stärke des Handwerks zeigen

Praxisbeispiel zur additiv gefertigten Einlagenversorgung im Sanitätshaus Graf

Einlagen



Christopher Quirin führte beim Sanitätshaus Graf die Additive Fertigung vor mehr als einem Jahrzehnt ein und ist mit der Entwicklung der Fertigungstechnik seitdem zufrieden.

Der ehemalige US-amerikanische Präsident John F. Kennedy soll einst gesagt haben: „Einen Vorsprung im Leben hat, wer da anpackt, wo die anderen erst einmal reden.“ Beim Sanitätshaus Graf aus Merseburg hat man – was die Einführung der Additiven Fertigung angeht – bereits früh „angepackt“. Vor mehr als einem Jahrzehnt wurde die Entscheidung getroffen, dass man im Bereich der sensomotorischen Einlagen auf additiv gefertigte, in diesem Fall gefräste Einlagen setzt. Ein erster Schritt, wie Orthopädietechniker Christopher Quirin im Gespräch mit der OT-Redaktion erzählt, um am

Ende an dem Punkt anzukommen, an dem man sich jetzt befindet. Rund 1.500 Einlagen fertigt das Sanitätshaus Graf im Jahr; ob konventionelle Bettungseinlagen, CNC-gefräste sensomotorische Einlagen oder gedruckte Einlagen: Alles ist dabei.

Alles aus einer Hand

Doch wie sind die Merseburger dahin gekommen? 2013 fiel die Entscheidung, auf die neue Technik zu setzen. Das Anforderungsprofil seitens des Betriebs lautete, dass möglichst alles aus einer Hand kommen und es für das Haus dieser Größe weiter wirt-

schaftlich bleiben sollte. Deswegen entschied man sich für das Angebot von Springer Aktiv, das sowohl einen großen Teil der Hardware als auch Software beinhaltet. „Es war für uns das attraktivste Angebot, weil wir sowohl Scanner als auch Druckmessplatte bekommen konnten, ebenso wie die dazu passende Software zum Modellieren und die daran angeschlossene Fertigung bei Springer in Berlin“, so Quirin.

Beim Sanitätshaus Graf setzte man anfangs auf den „GP Fuss Scann S3“, ein Modell, das die entsprechenden Bilder liefert und dazu noch langlebig



Fotos [3]: Sanitätshaus Graf

Auf dem 2D-Scanner wird ein Bild der Unterseite des Fußes erzeugt, anhand dessen der Techniker beispielsweise die exakte Größe bestimmen kann.

ist. „Wir haben den Scanner im Rahmen unserer Umbaumaßnahmen jetzt ausgetauscht, aber nicht, weil es nötig gewesen wäre. Der Scanner funktioniert nach über einem Jahrzehnt immer noch tadellos“, erklärt Quirin.

In den ersten Jahren wurden allerdings nur die Patientinnen und Patienten gescannt, die mit sensorischen Einlagen versorgt wurden. Konventionelle Einlagen wurden weiterhin mit dem bekannten Trittschaum gebaut. „Das war sehr teuer, dreckig und hat unfassbar viel Müll produziert“, bilanziert Quirin. Vor allem vor dem Hintergrund eines nachhaltigen Arbeitens war den Technikern das Entsorgen der Trittschaum-Sets ein Dorn im Auge. Schließlich musste das Set händisch auseinandergenommen und dann getrennt entsorgt werden. Außerdem, so erinnert sich Quirin, musste nach jedem Patienten die entsprechende Kabine gesaugt und gereinigt werden, weil der Trittschaum in dem dort verlegten Teppichboden hängen blieb. Eine Arbeit, die nun der Vergangenheit angehört. Vor mehr als zwei Jahren hat das Sanitätshaus komplett auf den Scan umgestellt.

Erstausstattung

2D-Scanner	(Kosten Ø 5.000 €)
Druckmessplatte	(Kosten Ø 4.000 €)
Computer	(Kosten Ø 1.200 €)
Software	(Kosten je nach Hersteller)

Warum nicht früher? „Gerade bei der Einführung 2013 hatten wir noch ältere Kollegen im Haus, denen die Arbeit mit dem Computer nicht so leicht fiel und die sich aufgrund der sich nähernden Rente auch nicht mehr auf Neues einstellen wollten“, erklärt Quirin und spricht damit einen wichtigen Faktor für die Einführung von Additiver Fertigung in den Betrieben an: die eigenen Mitarbeiter. Beim Sanitätshaus Graf können mittlerweile alle Techniker mit der Hard- und Software umgehen. Ein Techniker hat sich zwar auf den Bereich Einlagen spezialisiert, doch in dessen Abwesenheit kann jeder aus dem Team einspringen.

Keine Angst vor dem Scan

Quirin nimmt jedem, der sich an das Scannen erstmals herantraut, auch die Bedenken: „Es ist grundsätzlich wirklich einfach.“ Schließlich stellen sich die Patienten auf den Scanner, der Lichtstrahl fährt, ähnlich einem Dokumentenscanner, den Fuß einmal entlang und das Bild erscheint auf dem Bildschirm des angeschlossenen Laptops oder Computers. In seinen über zehn

Jahren Erfahrung mit dem Scannen gab es nur ganz wenige Einzelfälle, in denen ein Patient das Prozedere verweigerte. „Da waren eigentlich nur zwei ältere Damen, die sich geweigert haben, sich vom Trittschaum umzustellen in ihrem Alter, und kleine Kinder, die Angst vor dem Lichtstrahl bekommen haben und deshalb nicht stehen geblieben sind“, so Quirin. Seine Empfehlung: Für Patientinnen und Patienten im Alter von 5 bis 75 Jahren ist der Scanner das absolut richtige Werkzeug.

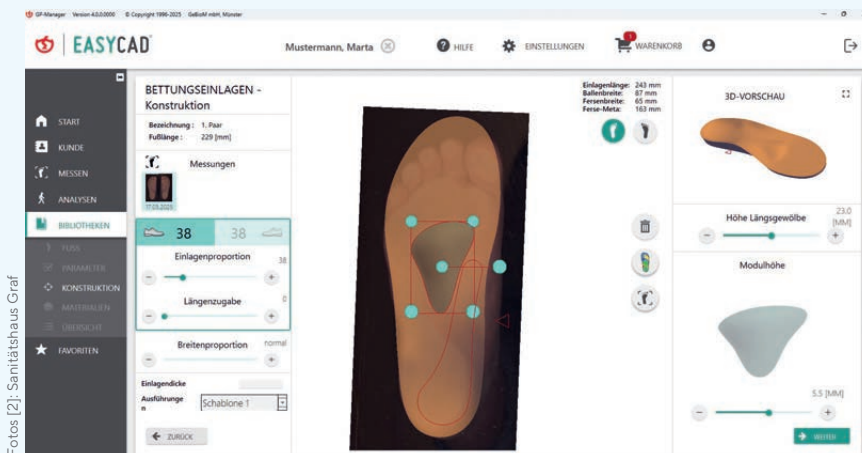
Ein weiterer Vorteil gegenüber dem Trittschaum oder dem Blauabdruck ist, dass die Scans abgespeichert werden und dadurch die Entwicklung des Fußes dokumentiert werden kann. Besonders bei Kindern, die in der Regel alle fünf Monate zur Einlagenversorgung kommen, ein wichtiger Hinweisgeber.

Wertvolle Erkenntnisse

Neben dem 2D-Scanner ist beim Sanitätshaus Graf auch eine Druckmessplatte im Einsatz. Besonders für gefräste oder gedruckte Einlagen gibt die Druckverteilung hier wertvolle



Die Druckmessplatte erhebt wichtige Daten für die Konstruktion.



Fotos [2]: Sanitätshaus Graf

Der Konfigurator von Springer Aktiv erlaubt den Technikern vor Ort eine einfache Konstruktion der Einlage. Die Fertigung wird anschließend in Berlin vorgenommen.

Erkenntnisse, die in die Konstruktion mit einfließen. Denn dank der besseren Datenlage lässt sich die Einlage individueller anpassen.

„Easy“ Einlagenkonstruktion

Wie wird aus dem gescannten Fuß eine Einlage? Dafür benutzt man beim Sanitätshaus Graf „EasyCAD“. Computer Aided Design (kurz CAD) steht für computergestütztes Erstellen von Zeichnungen – in diesem Fall um die Modellierung einer dreidimensionalen Einlage auf Basis eines zweidimensionalen Scans des Fußes. „Die Software haben wir bei Springer Aktiv gekauft und sind sehr zufrieden. Wie der Name schon sagt, ist es wirklich ‚easy‘, mit der Software zu konstruieren“, erklärt Quirin.

Wie funktioniert es nun konkret? Die Techniker legen zunächst den Patienten in dem Tool an, können wichtige Daten wie Größe und Gewicht hinterlegen und vorab auswählen aus welchem Produktbereich von Springer Aktiv die spätere Einlage erzeugt werden soll. Dann laden sie aus der Datenbank „GP Manager“ die zuvor erstellten Scans der Patienten in das Programm. Dort erscheinen in der ersten Maske nun die Bilder der Füße. Mithilfe der Maus-Eingabe können die Füße nun in das vorgegebene Raster eingepasst werden. Außerdem werden Informationen, wie Länge und Breite der Füße angezeigt. In der Übersicht kann der

Techniker nun die erforderlichen Unterstützungen oder Entlastungen digital einbauen.

Fräsen vs. Drucken

Bevor mit der Konstruktion begonnen werden kann, muss der Techniker sich sicher sein, welches Produktionsverfahren er am Ende haben will. Denn während bei der Fertigung mit der CNC-Fräse durchaus gewisse Toleranzen bei der Konstruktion eingebaut werden können und müssen, ist bei der gedruckten Einlage von Anfang an höchste Genauigkeit gefragt. Eine Nachbearbeitung ist aufgrund der geschlossenen gedruckten Strukturen nämlich nicht mehr möglich.

Techniker werden an die Hand genommen

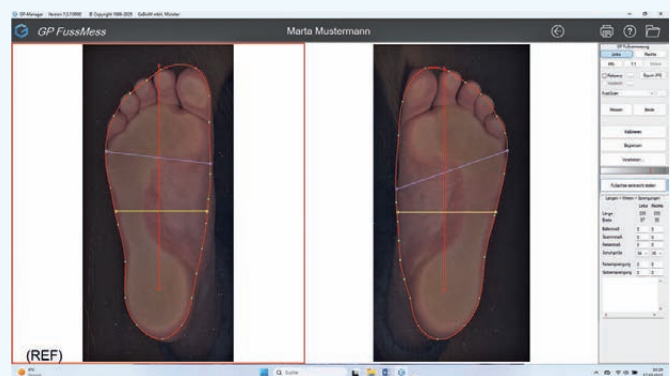
„Ein Vorteil der Software ist, dass die Menüführung erstens kinderleicht ist

und zweitens alle relevanten Details bei den Technikern erfragt“, erklärt Quirin. Auch hier rät er interessierten Betrieben, keine Bedenken wegen der Schulung der Mitarbeiter zu haben. Das nötige orthopädietechnische bzw. orthopädiesschuhtechnische Fachwissen wird im Rahmen der Ausbildung vermittelt. Die Benutzung der Modellierungssoftware lässt sich zum Beispiel vergleichen mit der Online-Konfiguration eines neuen Autos. Wer ein wenig Affinität für digitale Technik hat, der sollte mit der Umsetzung wenig Probleme haben.

Handwerkliche Leistung verschiebt sich

Allerdings verschiebt sich die handwerkliche Leistung des Technikers eher in den Bereich Scannen bzw. Konstruieren. Gerade beim Konstruieren ist aber durch die neue Fertigungsmethode nicht nur mehr Präzision gefragt, sondern damit auch mehr Freiheit im Design verbunden. Quirin erklärt es folgendermaßen: „Während ich bei einem Einlagenrohling mehr oder weniger keine Möglichkeit habe, dass das Material verschiedene Shore-Härten hat, so könnte ich bei einer CNC-gefrästen Einlage mit relativ viel Aufwand wenigstens punktuell Variationen einbringen. Bei der Konstruktion einer 3D-gedruckten Einlage ist das aber kein Problem, weil ich durch die Dichtigkeit der Struktur in einer Einlage mehrere Härtegrade vereinen kann.“ Ein deutliches Plus also, das auch wirtschaftlich sinnvoll ist. Denn die erbrachte Arbeitszeit für die Anpas-

Vom Scan zur Konstruktion: Der 2D-Fußscan ist die Basis für die Konstruktion im Konfigurator.



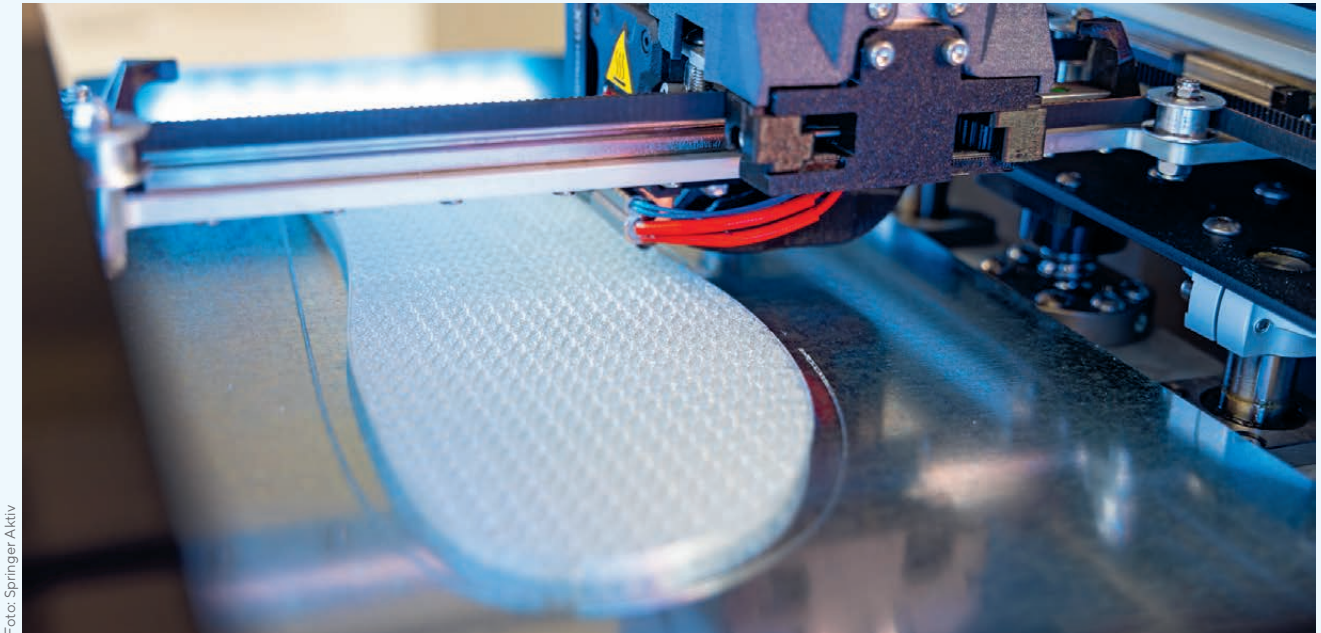


Foto: Springer Aktiv

Schicht auf Schicht entsteht im Filamentdruck die Einlage.

sung einer gefrästen Einlage steht in keinem vernünftigen Verhältnis zu den Mehrkosten einer gedruckten Einlage.

Die 3D-gedruckte Einlage ist allerdings (noch) kein Massenprodukt. „Die Krankenkassen übernehmen den Großteil der Kosten nicht. Es ist also ein Produkt, das von der finanziellen Zahlungsbereitschaft des Patienten lebt“, berichtet Quirin. Doch dies sollte nicht als Gegenargument für einen Einstieg in die Additive Fertigung sprechen. Schließlich kann mit der gedruckten Einlage eine viel individuellere Versorgung gewährleistet werden – und das weiß auch der Kunde entsprechend zu schätzen. Ein einfaches Beispiel für Quirin ist die Größe der Einlage. „Bei einem Einlagenrohling bekommt man immer ein Paar in einer Größe. Aber die Füße sind nie gleich groß. Das heißt, rechts oder links ist tendenziell eine Einlage immer zu groß. Bei einer gedruckten Einlage kann man individueller darauf eingehen.“

Essenziell wichtig für den Erfolg der gedruckten Einlage ist das Schablonenset aus dem Hause Springer für die Brandsohle. Von Schuhgröße 36 bis 50 und dann in sieben verschiede-

nen Formen werden diese Schablonen angeboten. Wenn der Patient in den Betrieb kommt und sich für eine gedruckte Einlage entscheidet, lautet Quirins wichtigste Frage: „Kommt die Einlage in diesen Schuh?“ Sollte die Antwort „Nein“ lauten, dann muss der Kunde noch einmal in den Laden kommen und den richtigen Schuh mitbringen, denn Einlage und Schuh müssen am Ende eine perfekte Verbindung eingehen. Deshalb wird mithilfe der Schablonen und des Schuhs die richtige Basis gewählt, die Einlage konstruiert und dann die Konfiguration an Berlin geschickt, zum Druckservice von Springer Aktiv. Dort wird die Einlage dann im FDM-Verfahren gedruckt. Bei dem verwendeten Material handelt es sich um thermoplastisches Polyurethan.

Nach spätestens zwei Werktagen wird die Einlage wieder nach Merseburg geschickt und kann dort dann noch mit Obermaterial bezogen werden.

Ein großer Vorteil der gedruckten Einlagen ist laut Quirin die Möglichkeit, jene hygienisch zu reinigen – inklusive eines Waschgangs in der Waschmaschine. „Wir haben mit dieser Einlage zum Beispiel Personal in einer Klinik versorgt. Selbst mehrfaches Desinfizieren macht den

Einlagen nichts aus und sogar in der Waschmaschine gab es lediglich das Problem, dass sich irgendwann der Kleber des Bezugs gelöst hat. Wenn man eine anders gefertigte Einlage in die Waschmaschine steckt, hat man am Ende nur einen Klumpen Müll übrig.“

Stärke des Handwerks demonstrieren

Am Anfang des Entscheidungsprozesses stellte sich auch für das Sanitätshaus Graf die Frage: Einen eigenen Drucker kaufen oder einen Dienstleister beauftragen? Man habe sich schnell für den Dienstleister entschieden, so Quirin. „Dafür sind unsere Stückzahlen einfach zu gering“, erklärt er. Dass sich die Additive Fertigung weiter etablieren wird, dass möchte man in Zukunft besser sichtbar machen in Merseburg. „Wir überlegen uns, einen eigenen Drucker zu kaufen – allerdings nicht für die Herstellung von Hilfsmitteln, sondern mehr aus Showzwecken. Beispielsweise im Schaufenster könnte abends der Drucker laufen, und die vorbeigehenden Passanten sehen dann, was in unserem schönen Handwerk alles möglich ist.“

Heiko Cordes

Per Korrekturgestell zum individuellen Korsett

Praxisbeispiel zur Implementierung eines digitalen Workflows
in der Versorgung der Orthopädie-Technik Pohlig

Orthetik



Fotos [2]: Pohlig

Vor dem Scan nimmt Miriam Bommer zwecks Dokumentation und Kontrolle die Maße von Nathalie.

Oft bringt man einen Stein gezielt ins Rollen, manchmal aber auch nur durch Zufall. Bei der damals 13-jährigen Nathalie ist es ein Sturz auf den Rücken, der sie zum Orthopäden führt. Weil die Schmerzen anhalten, schaut sich ihre Mutter den Rücken genauer an und stellt fest: Hier stimmt etwas nicht. Und sie behält Recht: Nathalie hat eine Skoliose.

Statt mit Schmerzmitteln verlässt das Mädchen die Arztpraxis mit einem Röntgenbild und einer Verordnung für ein Korsett. Ihr nächstes Ziel: die Orthopädie-Technik Pohlig in Traunstein. „Viele Patienten und deren Eltern fühlen sich von der Diagnose überrumpelt und reagieren emotional“, sagt Orthopädiotechnik-

Meisterin (OTM) Miriam Bommer. Nathalie dagegen zeigt sich der Versorgung gegenüber von Anfang an sehr aufgeschlossen – auch, weil sie viel Unterstützung von Familie und Freunden bekommt. Aus dem „Stück Kunststoff“ wird später ihr täglicher Begleiter namens Horst.

Während des ersten Beratungsgesprächs macht die OTM deutlich, auf welches Ziel die Beteiligten zusteuern: durch eine gezielte Wachstumslenkung eine Verschlechterung der Wirbelsäulenverkrümmung aufhalten. Um das zu erreichen, muss Nathalie das Korsett für einige Jahre rund 18 bis 23 Stunden am Tag tragen. In Ergänzung erhält sie regelmäßige Physiotherapie.

Auf welchem Wege das Korsett entsteht, ist für Bommer direkt klar: per 3D-Scan. „Gegipst habe ich einen Patienten mit Skoliose zuletzt vor sechs Jahren. Und das auch nur, weil er und die Eltern es nicht anders kannten und darauf bestanden haben“, berichtet die 32-Jährige. Sie selbst sei mit dem Scan sozusagen „groß geworden“. Mit jeder neuen Versorgung bewährt sich das Verfahren aufs Neue. Auch die Patienten wollen nicht mehr zur warmen und einengenden Gipsmasse zurück.

Scan in Korrekturstellung

Gescannt wird aber nicht einfach so, sondern mit Unterstützung des „Simbrace“-Verfahrens aus dem Hause Pohlig. Das Gerät besteht aus einer Grundplatte, auf der die Patienten je nach Bedarf stehend oder sitzend von seitlichen Streben samt Pelotten eingespannt werden. Der Vorteil: Während ein klassischer Gipsabdruck in Fehlstellung genommen und gespiegelt worden wäre, kann Nathalies Rumpf mithilfe des Simbrace in eine 3D-Korrekturstellung gebracht und gescannt werden. „Der Prozess früher war mit viel Erfahrung, Gefühl und Wissen verbunden. Es war schwierig, das entsprechende Hintergrundwissen transparent an die Nachwuchsmeister weiterzugeben“, sagt Bommer.

Vor dem Scan werden zwecks Dokumentation und Kontrolle die Maße von Nathalie genommen. Damit sie sich trotz wenig Kleidung wohler fühlt, zieht sie sich einen Trikotschlauch über. Dieser erzeugt

eine leichte Kompressionswirkung und simuliert das Hemd, das später unter dem Korsett getragen wird. Vom Gipsprozess schaut sich Bommer dann aber doch etwas ab: Da es für das Korsett eine Aufhängung braucht und es nicht am Körper rotieren soll, markiert sie den Tailleneinzug mit einem Leinengewebe-Band. Für die spätere Modellierung sind das hilfreiche Referenzpunkte.

Da es eine feste Grundebene braucht, ist das Simbrace von unten nach oben aufzubauen. „Einen Korsettbau kann man sich wie einen Hausbau vorstellen“, zieht Bommer einen bildhaften Vergleich: Es braucht eine stabile Basis. Erst wenn das Kellergeschoss steht, können das Erdgeschoss und weitere Etagen darüber gebaut werden. Zunächst wird bei Nathalie also das Becken, der „Keller“, fixiert, anschließend mit den Pelotten seitlich herangefahren und die nächste Ebene mit einer lumbalen Korrektur aufgebaut. Von dort arbeitet sich Bommer systematisch weiter über den thorakalen bis hin zum axialen Bereich, um einen Gegenhalt zu gewährleisten. Damit folgt sie dem typischen 3-Punkt-Korrektur-Prinzip, das über einen festen Beckenring die Bereiche Schambein, Brustbein und Wirbelsäule verbindet. „Wir lassen die Patienten immer gern einen Moment im Simbrace stehen, damit sie sich hineinfinden können.“ Nathalie spürt, wie sich ihr Körper in aufrechter Position anfühlt und welchen Grad an Korrektur sie ohne Schmerzen aushalten kann. Sie bekommt also eine konkrete Vorstellung davon, wie das Korsett später ihren Körper korrigieren wird. „Als sie das erste Mal gerade stand, war für sie jedoch klar: Ich bin schief“, erinnert sich Bommer. Fotos im Vorher-Nachher-Vergleich überzeugen Nathalie schließlich, dass das schiefe Gefühl trügt. Wieder einmal zeigt sich: Der Versorgungsprozess ist kein Alleingang der Techniker. „Für ein optimales Ergebnis ist es wichtig, mit den Patienten zu sprechen und sich Rückmeldungen einzuholen“, sagt die OTM. Mit einem Laserlot wird zwar kontrolliert, wie Nathalies Wirbelsäule steht, „letztendlich haben wir so



Das Simbrace bringt Nathalies Rumpf in Korrekturstellung.

lange nachjustiert, bis wir für uns optisch und für sie gefühlsmäßig das optimale Ergebnis gefunden haben“.

Bommer legt allen Technikern nahe, sich selbst einmal in das Simbrace zu stellen, um es „gefühlt“ zu haben. Während des Prozesses ist eine Frage ihr treuer Begleiter: Geht's dir gut? „Man bekommt mit, ob jemand die Zähne zusammenbeißt“, sagt sie.

Im eigenen Tempo

Zum Einsatz kommt der handgeführte 3D-Scanner Artec Eva. „Die Bildgebung ist sehr genau. Mit einer Genauigkeit von bis zu 0,1 mm liegt kaum eine Abweichung zum Modell vor“, betont Bommer. Je schärfer die Konturen sind, desto einfacher sei es, die definierten Pelotten im Scan zu sehen und die Datei zu modellieren. Zudem können in der Bearbeitungs-Software des Artec-Scanners die einzelnen Frames einander zugeordnet werden. Das heißt, sobald

Bewegung des Patienten im Spiel ist, verliert sich der Scan nicht und die Software kann die einzelnen Frames zu einem gesamten Bild zusammensetzen. „Wir nutzen den Artec auch, weil wir damit nicht auf einen Bereich festgelegt sind“, so Bommer. Sowohl der Rumpf also auch die verschiedenen Extremitäten und der Kopf können gescannt werden.

Für den Scan folgt die Technikerin stets einem festen Ablauf: Sie fängt an einer Seite des Rückens an und geht dann von oben nach unten einmal um den Patienten herum. Auch wenn bei der stationären Variante die Möglichkeit besteht, die Patienten auf der Platte drehen zu lassen – sie gibt gern ihr eigenes Tempo vor. Dabei achtet sie darauf, dass sie den passenden Abstand zum Patienten einhält. Der liegt zwischen 64 und 76 Zentimetern. Ob sie sich tatsächlich im „grünen“ Bereich befindet, macht die Anzeige deutlich. Ist die Entfernung zu groß, verliert sich der Scanner.



Fotos [3]: Pohlig

Per Scan wurden die Daten erhoben. Darauf folgt der nächste Schritt: die Modellierung.

Die Folge: Überlagerungen. Die können zwar in der Software bearbeitet werden, leichter und schneller geht es aber, wenn diese erst gar nicht entstehen. Ebenfalls problematisch wird es, wenn der Abstand zu gering ist: „Man nimmt dadurch weniger von der Gesamtfläche auf und muss deswegen mehr Fläche über eine Schwenkbewegung des Scanners aufnehmen. Auch das kann am Ende zu Überlagerungen führen“. Mit Blick auf die Anfänge mit Scan und Simbrace empfiehlt Bommer, sich auszuprobieren, vielleicht auch mal mit den Händen vorzukorrigieren und zu fühlen.

Trotz digitaler Möglichkeiten bleiben die Hände sowie Erfahrung und Gespür die wichtigsten Werkzeuge in der Orthopädie-Technik. Ein weiterer kleiner Tipp am Rande: Stolperfallen eliminieren – und das Kabel vom Scanner nicht vor, sondern hinter sich herlaufen lassen.

Nach dem Scan wird Nathalie aus dem Gerät gelöst statt „befreit“ – ohne

Gipsreste am Körper und nicht aus einer festen, beklemmenden, warmen Gipschale am Körper. Der fertige Scan bedarf dann nur noch wenig Nachbearbeitung in der Software Artec Studio. Unnötige Bereiche wie Arme, Kopf und die Stangen des Gestells werden in kurzer Zeit gelöscht, die Datei im STL-Format gespeichert und somit für den nächsten Schritt – die Modellierung – vorbereitet.

Und passt das, was auf dem Röntgenbild zu sehen ist, auch zu dem, was gescannt wurde? Um das zu beurteilen, arbeitet das Team nach dem Vier-Augen-Prinzip: Bommer scannt also, und ein Kollege kontrolliert. Im Falle von Nathalie gibt es direkt grünes Licht. Die Meisterin kann das Datenpaket freigeben – anschließend wird es in die Zentralfertigung eingespeist. Die Fertigungssteuerung terminiert die nächsten Schritte.

Atemfreiraum geben

Nun geht es an die Modellierung. An dieser Stelle übernimmt ein Kollege

aus der Konstruktion, der fest definierten Prozessschritten folgt. „Die Meister werden irgendwann keine Zeit mehr dafür haben, alles selbst zu machen“, vermutet Bommer mit Blick auf den fortschreitenden Fachkräftemangel und befürwortet diesen Schritt der Arbeitsteilung daher sehr. „Die Expertise von uns Meisterinnen und Meistern wird vor allem am Patienten gebraucht“, betont die Fachfrau. Während der Kollege modelliert, kann sie sich schon dem Scan ihres nächsten Patienten widmen. Erneut zahlt sich für sie der Einsatz des Simbrace aus. Denn anders als beim Gipsabdruck braucht es für die Modellierung des bereits in Korrekturstellung vorgenommenen Scans deutlich weniger orthopädietechnische Fachkenntnis. „Die Stellung bleibt unantastbar, sie wird nicht mehr verändert“, erläutert die Expertin. Die Pelotten, die Nathalie Körper genau in diese Position brachten, löscht der Konstrukteur mittels der CAD-Software „Geomagic Freeform“. Diese eignet sich gut für die Bearbeitung organischer, anatomischer Formen und damit für den Rumpfbereich. Außerdem trägt der Konstrukteur die notwendigen Atemfreiräume ein und glättet, wo nötig, die Oberfläche. Dafür nutzt er keine klassische Maus, sondern das haptische Eingabegerät „Touch X“. Dieses simuliert taktile Empfindungen wie Berührungen, Oberflächenstrukturen und Kräfte und lässt die digitalen Daten so fühlbar werden.

Durch die CAD-Software wird letztlich der Zuschnitt für das spätere Fräsen definiert. Bommer schaut sich das Ergebnis an, für Rückfragen steht sie während des Modellierprozesses jederzeit bereit. „Der Austausch, auch zwischen unseren Standorten, läuft schnell und unkompliziert“, berichtet sie.

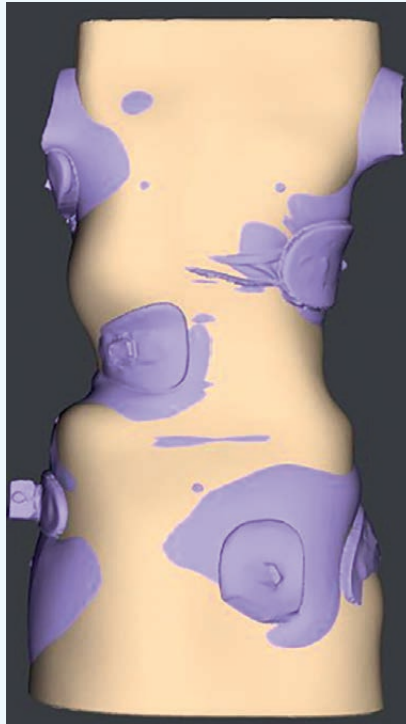
Was digital erstellt wird, wird selbstverständlich auch digital abgelegt und archiviert. Da bei Pohlig alle Arbeitsbereiche mit Tablets ausgestattet sind, können sämtliche Mitarbeiter auf das ERP-System „SaniVision“ des Softwareanbieters



Scandatensatz bereit zur Einspeisung in die Modellierung.

Noventi zugreifen und anhand der Patientennummer und der Vorgangsnummer direkt die gewünschten Daten einsehen und weiterverarbeiten. Dadurch ist die Nachverfolgbarkeit der gesamten Prozesskette gewährleistet: An welchem Tag wurde welcher Scan von Nathalie aufgenommen? Wo befindet sich das Modell gerade? Welcher Mitarbeiter arbeitet aktuell daran? Diese und weitere Informationen werden in der Software abgebildet.

Mit einem klassischen Gipsabdruck zu arbeiten, ist für Bommer im Vergleich nicht komplizierter, dafür sieht sie in der digitalen Vorgehensweise aber eine Zeitersparnis. Durch Modellierung mit der Software entfallen Arbeitsschritte – wie den Gips anzurühren – oder Wartezeiten – wie den Gips aushärten zu lassen. Im Durchschnitt nimmt die Modellierung für den Konstrukteur damit weniger Zeit in Anspruch. Im Gegenzug dazu erhöhen sich die Kosten für die Herstellung (Fräsröbter, Zurichtung etc.) und des Grundmaterials des Modells. Das System spuckt am Ende eine modellierte



In der CAD-Software wird der Rumpf modelliert und für die Fräse vorbereitet.

Datei im STL-Format aus. Diese wird an die 5-Achs-CNC-Fräse übergeben, die das Modell millimetergenau aus großen Schaumblöcken herausarbeitet. Anschließend wird der Schaumkörper ausgespannt und mit Druckluft abgepustet, um die Reste des Materials zu entfernen. Jedes Modell erhält einen QR-Code,

verklebt. Währenddessen wärmt sich die Kunststoffplatte im Ofen auf. Ist ein Farb- oder Musterpapier gewünscht, wird dieses auf die Platte gelegt, kurz mit erhitzt und dann wieder entfernt. „Die Erfahrung zeigt, dass das Muster dann besser auf dem Material sichtbar ist“, erläutert Bommer.

Passgenaue Form

Das Tiefziehen selbst erfolgt in Teamarbeit. Während sich eine Person unter dem Modell positioniert, um die Naht mittig zu schließen, wird das erwärmte Thermoplast durch zwei weitere Personen gleichmäßig auf das Formmodell appliziert. Während der Absaugung legt sich das erhitzte Material passgenau um das Modell und kühlt anschließend aus. Die Techniker schneiden überschüssigen Kunststoff vom Modell ab und entfernen den Schaumkern, sodass nur die Kunststoffschale übrig bleibt. Danach reinigen sie das Korsett gründlich, um alle Rückstände zu beseitigen, und bringen die Klettverschlüsse an. Das Korsett ist fertig und bereit für die Anprobe: „In vielen Unternehmen führen die Meister diese Anprobe durch, während die Gesellen in der Werkstatt die notwendigen Änderungen umsetzen“, sagt Bommer. „Bei uns ist das anders: Die Gesellen führen bei uns

„Die Meister werden irgendwann keine Zeit mehr dafür haben, alles selbst zu machen.“

über den sich nachvollziehen lässt, in welchem Abschnitt der Produktion es sich befindet und wer aktuell daran arbeitet.

In Vorbereitung auf den nächsten Schritt überzieht das Team die Oberfläche mit einem Trikotstoff, der als Trennschicht dient. Ein wachsbasiertes Trennmittel verhindert, dass das thermoplastische Material am Schaum haftet bzw. mit diesem

die Anproben mit den Meistern im Team durch, wobei die Kontrolle und Endabnahme der Versorgung grundsätzlich durch die Meister erfolgt.“

Auf dem Prüfstand

Während der Anprobe wird geprüft, wie Nathalie im Lot steht und ob gegebenenfalls Korrekturdruck aufgebaut oder verringert werden muss.



Foto: Pohlig

Das Tiefziehen des Modells erfolgt in Teamarbeit.

Außerdem werden der Kantenzuschnitt und mögliche Druck- oder Blockierstellen kontrolliert. Das junge Mädchen testet das Korsett in verschiedenen Alltagssituationen – beim Stehen, Sitzen, Gehen und Liegen. Nach dem Motto „so viel Orthese wie nötig, aber so wenig wie möglich“ wird der Zuschnitt minimal angepasst. Anschließend wird das Korsett poliert und an den vorgesehenen Stellen die Polster angebracht. Zudem werden unter den Polstern dünne Drähte eingearbeitet, damit die Lage der Korrekturflächen in künftigen Röntgenbildern genau nachvollzogen werden kann.

Nathalie trägt das Korsett noch einmal für etwa eine halbe bis Dreiviertelstunde, um dWen Sitz zu testen. Dabei untersucht Bommer die Haut auf Rötungen und Druckstellen. Das Ergebnis: Das Korsett passt, Nathalie kann ihren neuen Alltagsbegleiter mit nach Hause nehmen. Nach vier bis sechs Wochen Eingewöhnungszeit steht ein Besuch beim Arzt an. „Von außen kann ich zwar sehen, dass Nathalie wunderbar dasteht“, betont die Technikerin,

„aber was im Inneren passiert, zeigt nur das Röntgenbild“.

Alle drei bis vier Monate finden Kontrolltermine durch den Behandler sowie den Orthopädietechnik-Meister statt. Es wird geprüft, ob der Korrekturdruck ggf. angepasst werden kann und wie sich die Wirbelsäule verändert hat. Bei Nathalie muss – wie bei vielen anderen Patienten auch – die axillare Höhe nachgearbeitet werden. „Das ist ein wichtiger Gegenhalt, der weder zu hoch noch zu tief liegen darf“, betont Bommer. Gerade bei jungen Mädchen, die sich im Wachstum befinden, seien zudem Anpassungen im Bereich der Unterbrust üblich.

Bommer erinnert sich noch gut an Nathalies erste Anprobe. „So viel Korsett“, zeigt sie sich zunächst überrascht. „Im Laufe der Anpassung wird das Korsett kleiner und sportlicher werden“, kann die OT-Meisterin sie beruhigen. Nathalies erste Fragen: Kann ich darin überhaupt schlafen? Und wie binde ich meine Schuhe? „Natürlich kann man sich mit Korsett nicht einfach nach vorne beugen, um

Schuhe zu binden. Aber eigentlich wäre es für uns alle gesünder, wenn wir dafür in die Knie gehen würden“, sagt Bommer. Nach kurzer Eingewöhnung kommt Nathalie gut zurecht: „Ich hätte es mir schlimmer vorgestellt – es ist gar nicht so dramatisch, eher wie eine zweite Haut.“

Das erste Korsett bekommt Natalie verhältnismäßig spät, als sie schon 14 Jahre alt ist. Eine letzte Versorgung findet rund drei Jahre später vor Wachstumsabschluss statt. Zunächst trägt sie das Hilfsmittel konsequent 23 Stunden täglich, später und in der Abschulungsphase dann teilweise nur noch nachts. „Entscheidend hierfür ist immer der jeweilige Verlauf der Behandlung und das Ausmaß der Deformität zum Abschluss der Behandlung“, erläutert Bommer. Die Physiotherapie begleitet diesen Prozess kontinuierlich und vermittelt noch in der Abschulungsphase Tipps für die Folgezeit. „Die Skoliose hat sich nicht verschlechtert“, sagt Bommer zufrieden. „Das war unser Ziel.“

Pia Engelbrecht

Weiterbildung mit Seminaren

seminar.programm

Kalkulationen – Richtig abrechnen, Fehler vermeiden

PG 24: effiziente Anwendung der neuen Vertragsstruktur

Interimsversorgung PG24: Rechte, Pflichten, Fristen

Vertragsschulung Basiswissen: Verträge sicher anwenden

Armprothetik
Basiskurs Qualitätsstandards

MDR meistern – umsetzen statt stolpern

Kompressionsversorgung optimal abrechnen



Bitte scannen für
weitere Infos und
Buchungsmöglichkeiten.

Seminare für die
Technische Orthopädie

www.confairmed.de

con.fair.med
Gesellschaft für Congressmanagement mbH

**„Ich lese die OT, weil
gute Versorgung Herzblut
und Wissen braucht.“**

Philipp Althof, Orthopädietechnik-Meister

Kompetenz, die regelmäßig ankommt. Die OT im Abo.

Als Printmagazin

12 gedruckte Ausgaben
pro Jahr. Inklusive
aller Sonderausgaben.

Als Printmagazin mit OT+

12 gedruckte Ausgaben
pro Jahr. Inklusive
aller Sonderausgaben.
Zugriff auf alle Inhalte der
Website 360-ot.de inklusive
aller Fachartikel.

Als E-Paper mit OT+

12 digitale Ausgaben
pro Jahr. Inklusive
aller Sonderausgaben.
Zugriff auf alle Inhalte der
Website 360-ot.de inklusive
aller Fachartikel.



Weitere
Informationen und
Bestellmöglichkeit