



APPLICATION NOTE

LuxaPrint Ortho Plus

Validierter Workflow mit DMG DentaMile



LuxaPrint Ortho Plus

Lichthärtender 3D-Druck-Kunststoff zur generativen Herstellung von Schienen und kieferorthopädischen Apparaturen

- Klar transparent
- Exakte Passung
- Nicht spröde

Angenehm zu tragen

LuxaPrint Ortho Plus ist als Medizinprodukt der Klasse IIa optimal geeignet zur Herstellung von Aufbisschienen und Apparaturen im Rahmen kieferorthopädischer Behandlungen. Die hohe Transparenz steht der von tiefgezogenen Schienen in nichts nach und bildet die Grundlage für eine optimale Passungskontrolle. Eine extrem glatte Oberfläche sorgt zusammen mit der Geruchs- und Geschmacksneutralität für hohen Tragekomfort.

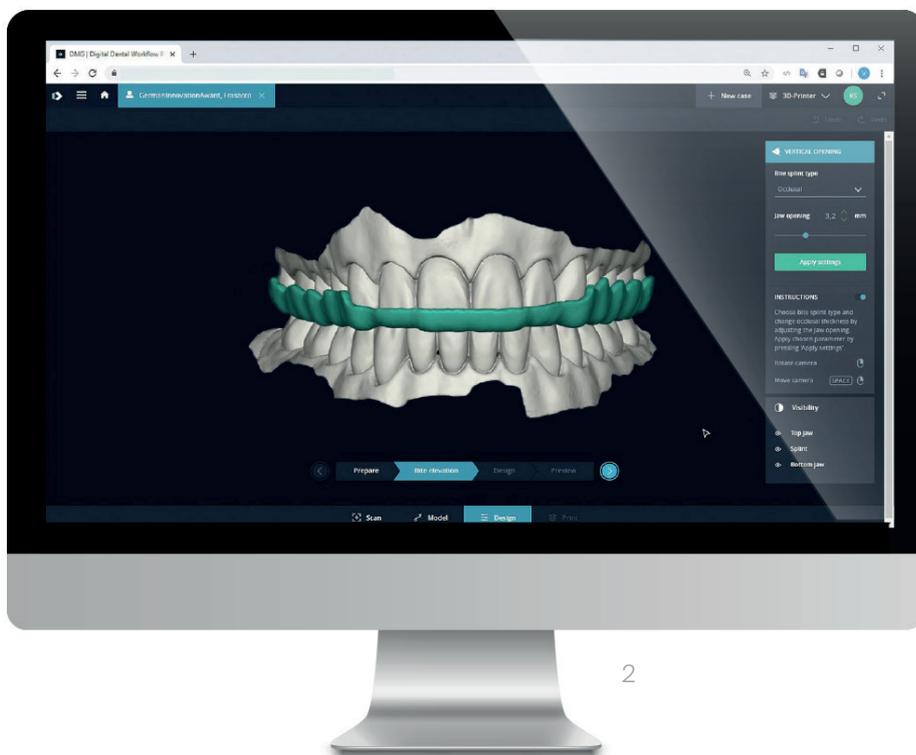
Stabilität, auf die Verlass ist

Die hervorragenden Fließigenschaften des Harzes führen zu einer besonders dichten Oberfläche. Die hohe Schlagfestigkeit ohne Sprödigkeit erlaubt die Herstellung von extrem robusten Produkten für eine komfortable Anwendung.

Validierter Workflow mit DMG DentaMile

In diesem Anwendungsleitfaden stellen wir Ihnen unseren validierten DentaMile Workflow vor, mit dem Sie einfach und sicher zu einem Ergebnis kommen, das hinsichtlich Biokompatibilität, Stabilität, Optik und Präzision die hohen Anforderungen dentaler Anwenderinnen und Anwender erfüllt.

Der DentaMile Workflow wurde bei DMG nach strengen Kriterien erarbeitet und in unserem Digitalen Anwendungszentrum sorgfältig überprüft. Bitte halten Sie sich genau an den hier beschriebenen Ablauf. So können Sie sicher sein, dass Ihre Arbeiten immer die höchste Qualität erreichen.



Inhalt

Scan	5
Design	6
Druckvorbereitung	11
Druck	23
Nachbearbeitung	24
Validierte Passgenauigkeit	28
Produktivitätsvergleich Orientierung 0° vs. 90°.....	29



Benötigte Geräte und Hilfsmittel

➤ Scan

Intraoralscanner oder optischer Desktopscanner

➤ Design

Dentale Designsoftware zur Erstellung von Schienen (z. B. DMG DentaMile connect)

➤ Print

Validierte Drucksysteme



Drucker	Reinigungseinheit	Nachbelichtung
DMG 3Demax DMG 3Delite DMG DentaMile Lab 5 (Pro)	DMG 3Dewash Ultraschallbad	DMG 3Decure Otoflash G171
DMG DentaMile Desk MC-5	DMG DentaMile Wash MC DMG 3Dewash	DMG DentaMile Cure MC
Rapidshape D10+ Rapidshape D20+ Rapidshape D50+ Straumann P10+ Straumann P20+ Straumann P50+	RS Wash Straumann P Wash Ultraschallbad	RS Cure Straumann P Cure Otoflash G171
Asiga MAX UV Asiga Max 2 Asiga Ultra Asiga PRO 4K	Ultraschallbad	Otoflash G171
Shining 3D AccuFab-D1s	Ultraschallbad	FabCure 2

Praxistipp:

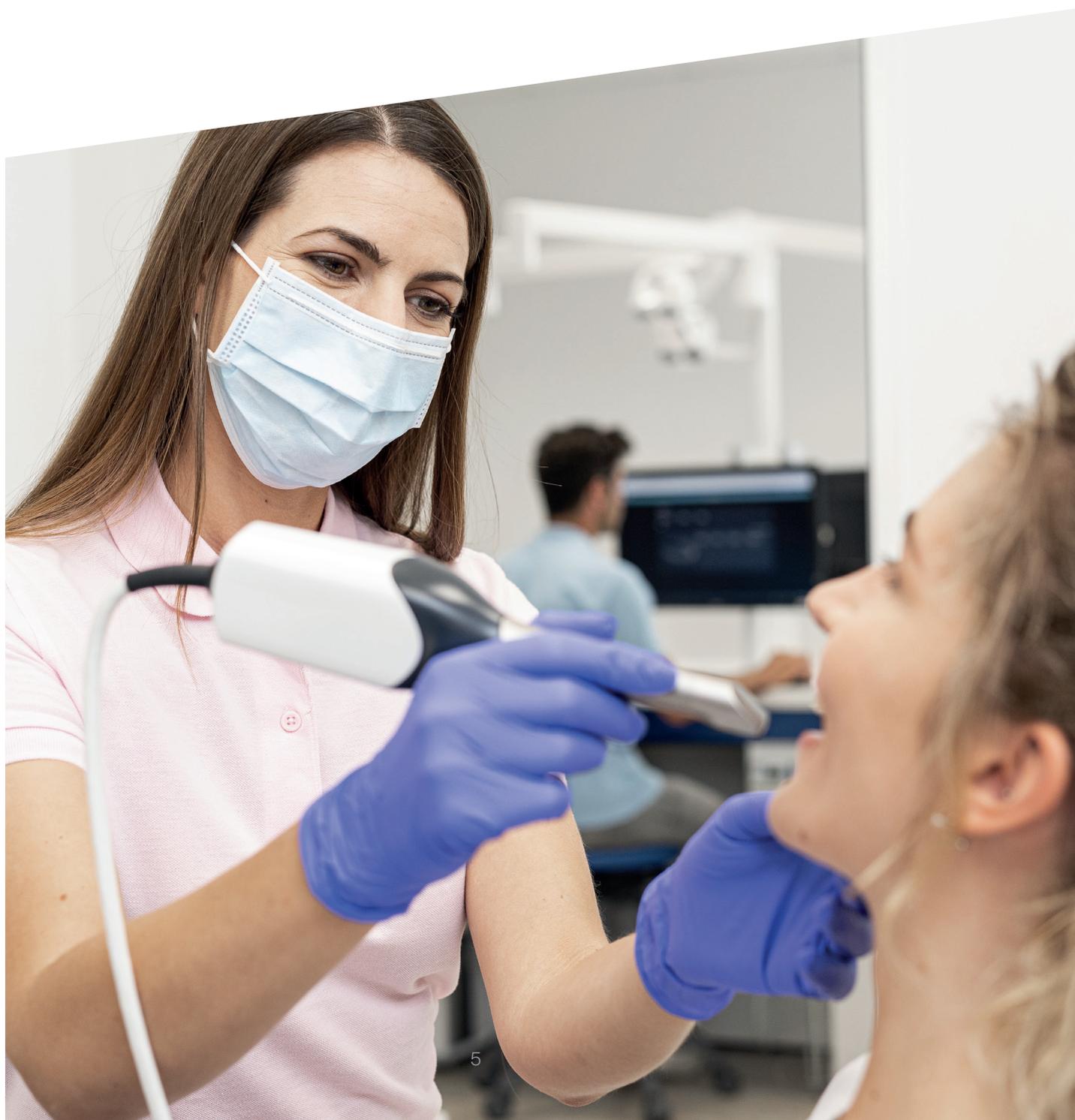
Bitte verwenden Sie immer die zu Ihrem Drucksystem passende Slicing-Software mit validierten Printparametern (z. B. Autodesk Netfabb für DMG DentaMile Lab5 (Pro), 3Demax und 3Delite oder DMG DentaMile CAM MC für DMG DentaMile Desk MC-5).



1 Scan

Für die digitale Erstellung einer Aufbissschiene müssen zunächst digitale Patientendaten generiert werden. Dies kann bei der Zahnärztin oder dem Zahnarzt mit einem Intraoralscanner erfolgen oder im Dentallabor mit einem Laborscanner. Mit dem

Laborscanner können je nach Ausführung direkt Abformungen des Patientengebisses oder Gipsmodelle eingescannt werden. Die digitale Patientensituation kann dann weiter in die Designsoftware exportiert werden.

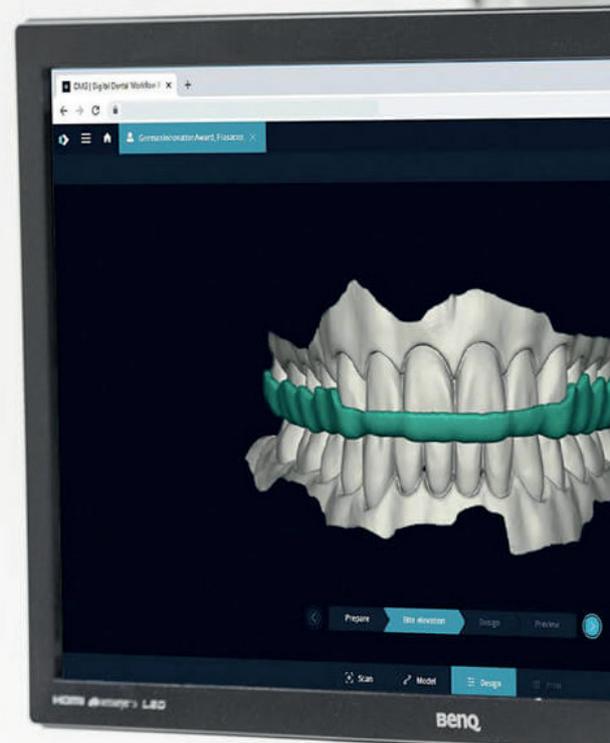


2 Design

Beim Design der Schienen sind dem Zahnarzt oder -techniker keine Grenzen gesetzt. LuxaPrint Ortho Plus eignet sich für alle Anwendungen, bei denen ein hartes Schienenmaterial benötigt wird. Die Konstruktion der Schiene kann mit jeder geeigneten Software erfolgen.

Um eine sichere und biokompatible Schiene zu erhalten, müssen die folgenden materialspezifischen Einstellungen eingehalten werden.

Mindestmaterialstärke	Maximale Materialstärke
1,5 mm	7 mm



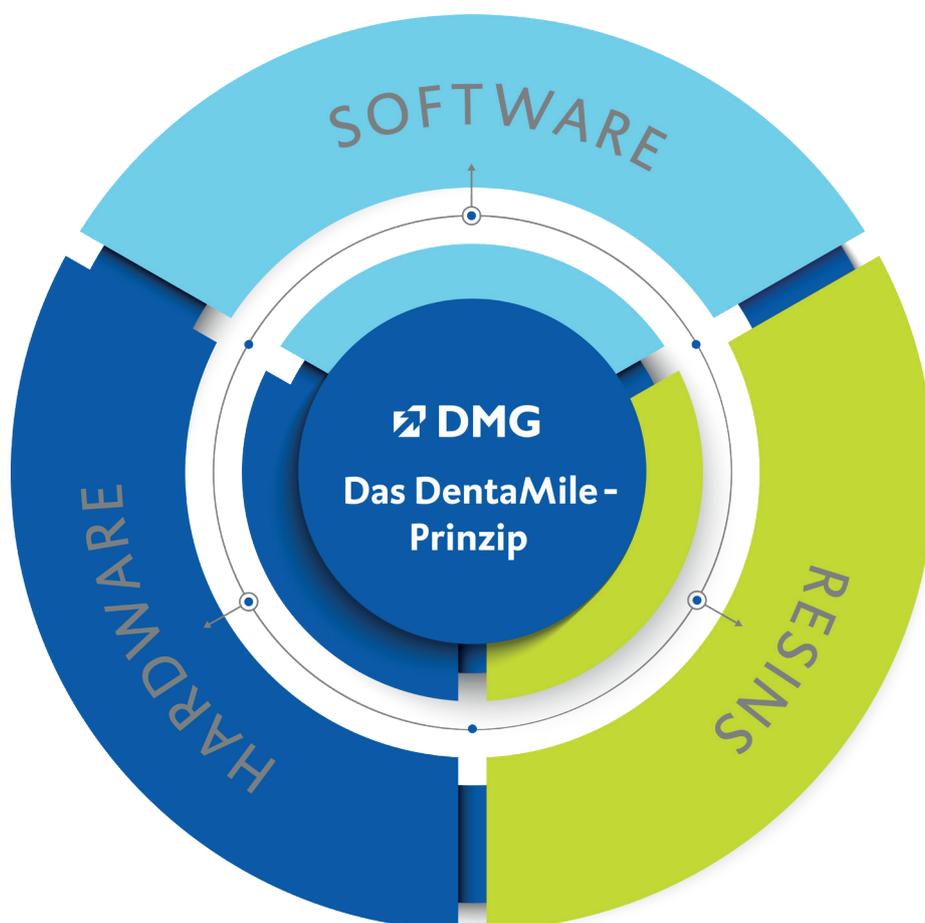
2.1 DentaMile connect

Die von DMG entwickelte cloudbasierte Software vereinfacht das 3D-Drucken so stark, dass die Technologie komplett in den Arbeitsalltag integriert werden kann – ohne Technikbarrieren. Dafür erhielt DentaMile connect den German Innovation Award 2020.

Aufbissschienen-Workflow

Der validierte digitale Aufbissschienen-Workflow in der DentaMile connect Software ermöglicht die Herstellung exakt angepasster Zahnschienen für die unterschiedlichsten Zwecke. Adjustierte Aufbissschienen für den Oberkiefer oder Unterkiefer, Knirscherschienen gegen Bruxismus, CMD Aufbissschienen oder eine Zahnschiene für die Nacht, um Schnarchen oder Schlafapnoe zu lindern: kein Problem – und das in nur einer Sitzung für Ihre Patienten.

Für weiterführende Informationen besuchen Sie www.DentaMile.com



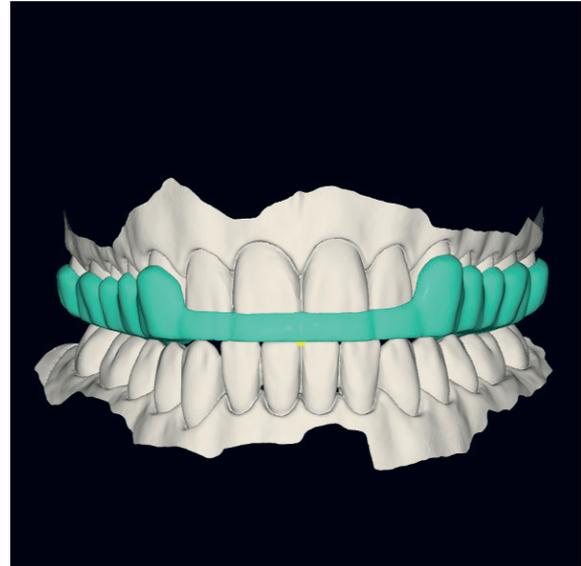
2.2 Dentale CAD-Software von Drittanbietern (z. B. exocad oder 3Shape)

Importieren Sie zunächst die gescannten Patientendaten in die Designsoftware. Die Software führt Sie in mehreren Arbeitsschritten durch den Designprozess der digitalen Schiene. Befolgen Sie dabei unbedingt die Vorgaben des Softwareherstellers.

Ein gutes Schienendesign ist entscheidend für den Tragekomfort, die Passung beim Patienten und für die klinische Wirksamkeit der Arbeit. Unsere 3D-Drucker und Materialien sind so eingestellt, dass die digitalen Daten hochpräzise wiedergegeben werden. Das Design der Schiene sollte dementsprechend sorgfältig und exakt erfolgen.

Für die Software von 3Shape und exocad gibt es geprüfte Voreinstellungen für die Konstruktion von Aufbisschienen mit LuxaPrint Ortho Plus. Wir empfehlen, diese Voreinstellungen als Grundlage für Ihre Designs zu nutzen. Falls Sie eine andere Software verwenden, können Sie sich an den folgenden Einstellungen orientieren. Nach Fertigstellung der Schienenkonstruktion wird das finale Design für die Drucksoftware als STL-Datei (oder ein anderes unterstütztes Dateiformat) exportiert.

Für eine detaillierte Anleitung zum Design von dentalen Schienen wenden Sie sich bitte an Ihren Softwarehersteller.



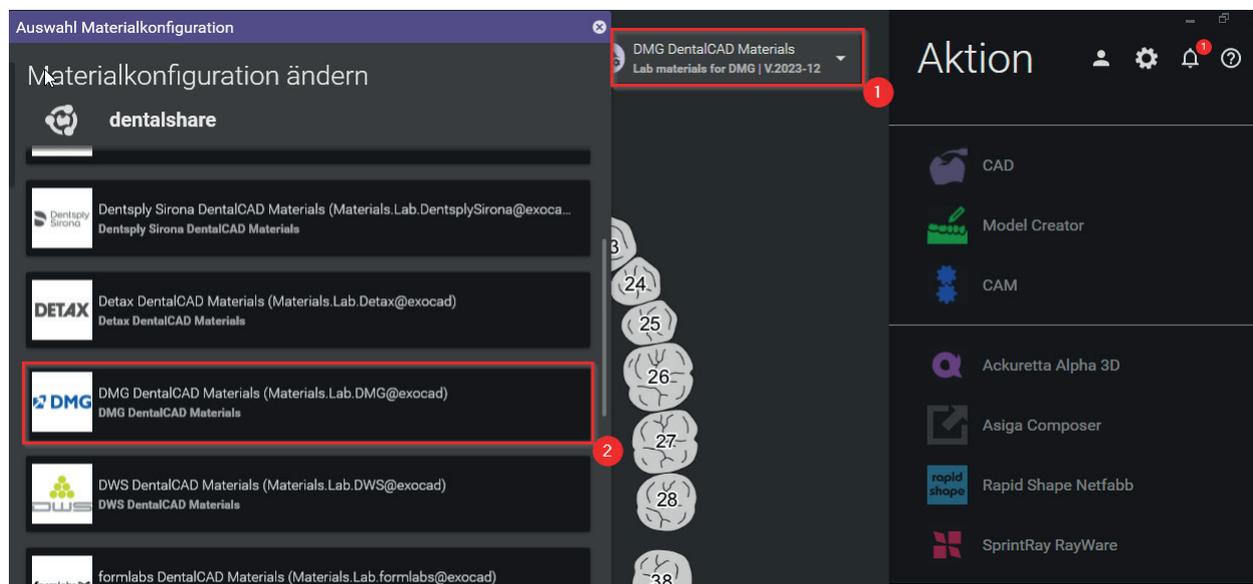
Ansicht Schiene im Gesamtkiefer



Fertiges Schienendesign

2.2.1 exocad – Designeinstellungen

Verwenden Sie die DMG Materialkonfiguration, nachdem Sie die Indikation Schiene ausgewählt haben, um die Voreinstellungen für LuxaPrint Ortho Plus zu nutzen.



Geprüft mit dem DentaMile Workflow

Drucker	Reinigungseinheit	Nachbelichtung
DMG 3Demax DMG 3Delite DMG DentaMile Lab 5 (Pro)	DMG 3Dewash Ultraschallbad	DMG 3Decure

Material	5-Achse / Laser / 3D-Druck LuxaPrint Ortho Plus
Unterschnitte ausblocken	
Abstand	0,03 mm
Winkel	0°
Unterschnitte zulassen bis	0,1 mm
Eigenschaften der Unterseite	
Glättung	17 %
Mindestdicke	1,5 mm
Oberflächeneigenschaften	
Okklusale Dicke	1,6 mm
Periphere Dicke	1,6 mm
Glättung	3 mm

2.2.2 3Shape – Designeinstellungen

Nutzen Sie die Voreinstellungen für LuxaPrint Ortho Plus.

Geprüft mit dem DentaMile Workflow

Drucker	Reinigungseinheit	Nachbelichtung
DMG 3Demax DMG 3Delite DMG DentaMile Lab 5 (Pro)	DMG 3Dewash Ultraschallbad	DMG 3Decure

Maschinentyp	DMG 3Delite / DMG 3Demax
Material	DMG LuxaPrint Ortho Plus
Splint thickness	1,5 mm
Recommended minimum local thickness	1,5 mm
Offset from teeth to splint	0,03 mm
Undercuts removed	Yes
Retention amount	0,0 mm

3 Druckvorbereitung

Die digital konstruierte Schiene muss nun in die Druckersoftware importiert werden, um sie für den Druck vorzubereiten.

In diesem Schritt werden die digitalen Schienen im Bauraum des 3D-Druckers orientiert, angeordnet und im Anschluss mit Stützstrukturen versehen.

3.1 DentaMile connect

Mit DentaMile connect von DMG wird die Druckvorbereitung vollautomatisiert für Sie in der Cloud erledigt. Orientierung, Anordnung, Supportierung und die Übertragung auf Ihren DMG 3D-Drucker erfolgen in einem validierten Prozess im Hintergrund. Starten Sie einfach den Druckjob auf Ihrem Drucker.

Praxistipp:

Bitte achten Sie immer auf die Einhaltung der korrekten Maschinen- und Materialparameter. Eine Auswahl falscher Einstellungen kann zu Fehldrucken und Schienen mit schlechter Passung sowie unzureichenden mechanischen Eigenschaften und fehlender Biokompatibilität führen.



3.2 Autodesk Netfabb für DMG 3Demax und 3Delite (und Rapidshape-D-Serie)

3.2.1 Material und Maschine wählen

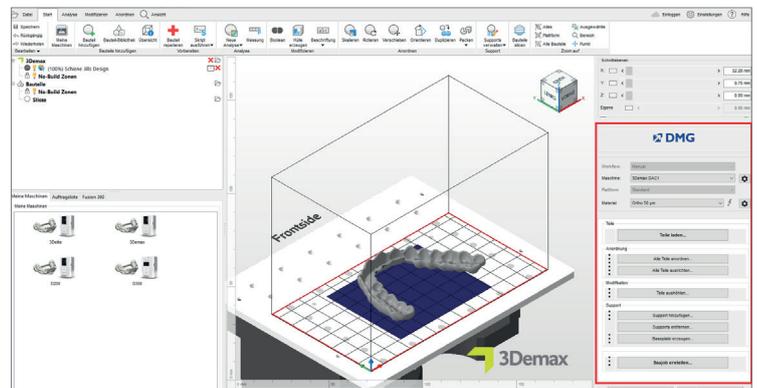
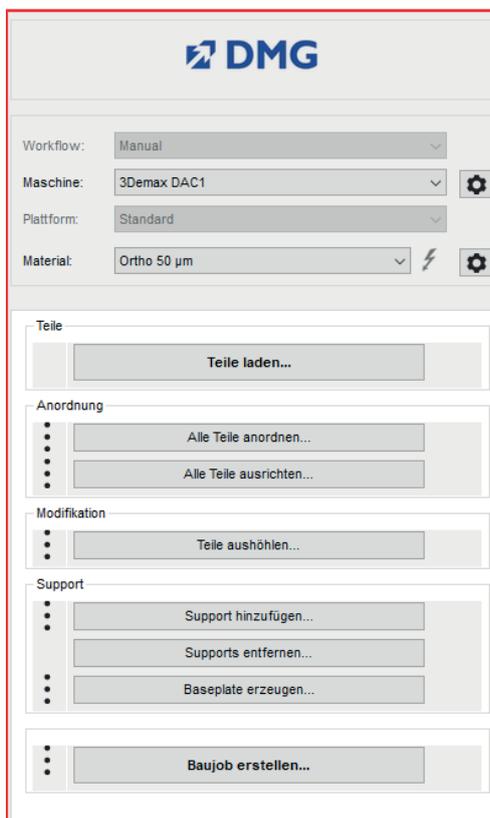
Öffnen Sie Netfabb und wählen Sie Ihre Maschinen-umgebung (z. B. DMG 3Demax). Im rechten Bereich des Bildschirms erscheint der DMG Workflow-Bereich (gekennzeichnet durch das blaue DMG Logo). Hier werden Sie von oben nach unten durch alle relevanten Schritte geführt.

Wählen Sie zunächst Ihren Drucker und das Material »DMG LuxaPrint Ortho Plus« sowie die gewünschte Schichtstärke. Falls Sie noch nie mit dem Material gearbeitet haben, müssen Sie es ggf. über das Einstellungsradchen neben der Materialzeile in der Software anlegen (s. Betriebsanleitung 3Demax / 3Delite, Punkt 6.7).

Alle verfügbaren Schichtstärken wurden in unserem Digitalen Anwendungszentrum geprüft und liefern ein exaktes und sicheres Druckobjekt. Eine geringere Schichtstärke führt zu einer feineren Oberflächenstruktur, höherer Genauigkeit und längerer Druckzeit. Bitte beachten Sie, dass eine feinere Oberfläche unter Umständen zu einer Zeitersparnis bei der Nacharbeit führen kann. Wählen Sie die passende Schichtstärke je nach Ihren Vorgaben zu verfügbarer Zeit und gewünschter Oberflächenqualität.

3.2.2 Import in Netfabb

Importieren Sie das zuvor erstellte Schienendesign in die Netfabb-Software. Dazu ziehen Sie Ihre Datei einfach in die 3D-Ansicht der Software oder wählen Sie im DMG Workflow-Bereich den Punkt »Teile laden ...« und navigieren Sie zu Ihrem Design.



Benutzeroberfläche Autodesk Netfabb

3.2.3 Ausrichtung der Schienen

Richten Sie die Schienen so aus, dass die für die Passung relevante Innenseite der Schiene von der Bauplattform abgewandt ist. So wird die höchste Genauigkeit erzielt und sichergestellt, dass an diesen Flächen keine Supportstrukturen generiert werden.

Die besten Ergebnisse werden bei einer horizontalen Ausrichtung der Schienen (zwischen 0° und 20°) erzielt. Bei steileren Winkeln können Passform und Präzision der Teile beeinträchtigt werden.

Hintergrundinformationen

Ein Grund für die schlechtere Passung bei Orientierungswinkeln größer als 20° ist die Überhärtung in z-Richtung, die nötig ist, um die einzelnen Schichten miteinander zu verbinden. Die Überhärtung tritt nur bei untersichgehenden Stellen und Löchern oder Hohlräumen im Objekt in Erscheinung, nämlich immer dann, wenn in z-Richtung (Strahlengang der Lichtstrahlen von unten nach oben bzw. von Wanne in Richtung Bauplattform) keine Objektstruktur die Aushärtung in das Harz verhindert. Bei einer Ausrichtung von 0° bis 20° liegt die Passungsfläche der Schiene (Innenseite) im Gegensatz zu einer 90°-orientierten Schiene typischerweise in Richtung der Materialwanne, so dass hier keine Überhärtungsphänomene auftreten, sondern nur auf der Antagonistenseite, die ohnehin aufgrund der vorhandenen Stützstrukturen nachbearbeitet werden muss.

Eine exakte Wiedergabe der digitalen Daten ist daher bei Winkeln größer als 20° (z. B. 60°, 90°) nicht mehr gewährleistet.

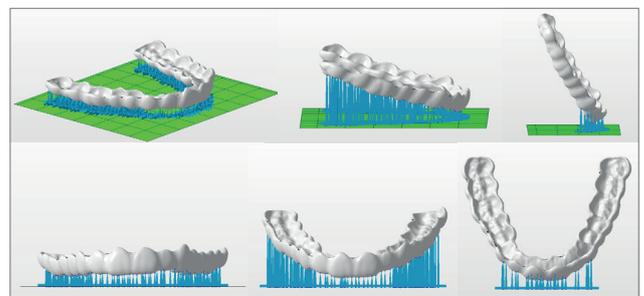
Praxistipp:

In den meisten Fällen ist der Druck von Schienen in 0°- oder 20°-Orientierung schneller und produktiver als der Druck in 90°-Orientierung.

Für weitere Informationen s. Punkt 7:
Produktivitätsvergleich 0° vs. 90°.



Ausrichtung der Schienen (v. l. n. r.) 20° (empfohlen), 60°, 90°



Ausrichtung der Schienen in Netfabb inkl. Stützstrukturen.
Links: 0° (empfohlen), Mitte: 20° (empfohlen), rechts: 60° (nicht empfohlen)

3.2.4 Stützstrukturen hinzufügen

Wählen Sie im Anschluss »Support hinzufügen ...« und im nächsten Dialogfenster »Integrierten Support verwenden« sowie im Dropdown-Menü »Splint«, um Ihr Objekt mit Stützstrukturen zu versehen.

Der Menüpunkt »Bauteile vor Support anheben (in mm)« sollte ebenfalls gewählt werden, um Ihr Bauteil um wenige Millimeter von der Bauplattform anzuheben. Ein Wert von 2–4 mm ist für Schienen ideal. Auf diese Weise können in späteren Arbeitsschritten die Stützstrukturen einfacher entfernt werden und Sie erhalten ein präzises Druckergebnis.

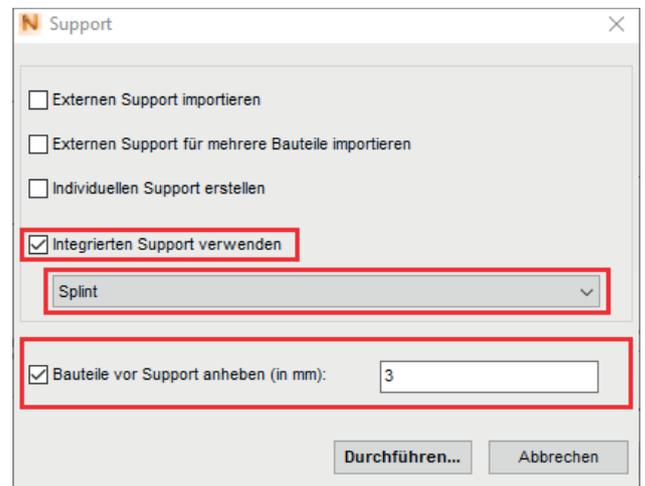
Die Software berechnet automatisch die optimale Lage der Stützen und fügt diese zwischen Bauplattform und Schiene ein. Bitte untersuchen Sie Ihr Objekt auf fehlerhaft gesetzte Stützstrukturen. Auf den für die Passung relevanten Innenflächen sollten keine Stützstrukturen aufzufinden sein. Entfernen Sie bei Bedarf einzelne Stützstrukturen mit der Bearbeitungsfunktion.

Das integrierte automatische Supportskript funktioniert in den meisten Fällen einwandfrei. Aufgrund der Individualität der gedruckten Objekte kann es allerdings in Einzelfällen zu fehlerhaft gesetzten Strukturen kommen, die manuell entfernt werden müssen. Ein Hinzufügen von einzelnen Strukturen ist in der Regel nicht notwendig.

Auch extern konstruierte Stützstrukturen können in die Software importiert werden.

Praxistipp:

Platzieren Sie die Schienen nicht direkt auf der Bauplattform! Die längere Belichtung der ersten Schichten des Druckjobs, die für die Anhaftung des Objekts an der Bauplattform notwendig ist, führt hier zu einer geringeren Wiedergabepräzision.



Dialogfenster »Support«

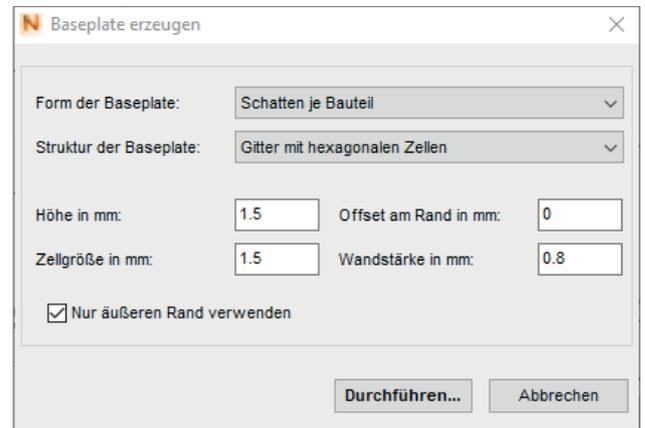
3.2.5 Basisplatte (Baseplate)

Bei Bedarf kann der Arbeit im Anschluss eine Basisplatte als hexagonales Gitter hinzugefügt werden. Eine Basisplatte sorgt für eine bessere Haftung an der Bauplattform und damit zur Minimierung von Fehldrucken. Die von Netfabb vorgeschlagenen Grundeinstellungen führen in den meisten Fällen zu guten Ergebnissen (Gitter mit hexagonalen Zellen, Höhe: 1,5 mm, Zellgröße: 1,5 mm, Offset am Rand: 0 mm, Wandstärke: 0,8 mm).

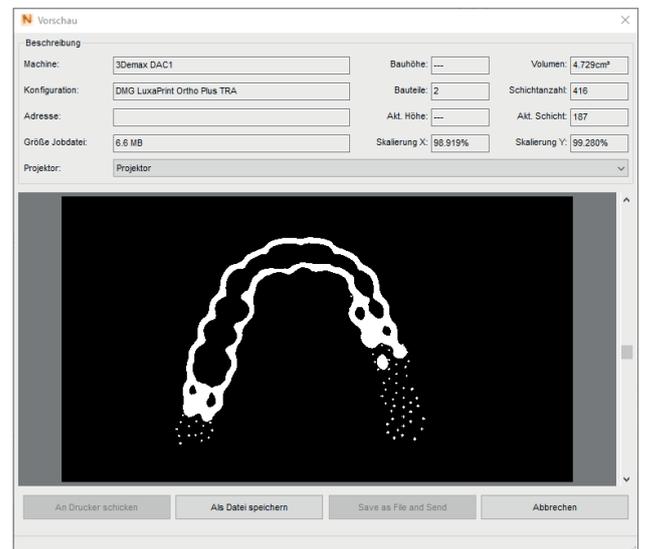
3.2.6 Baujob erstellen (Slicing) und auf den Drucker übertragen

Sobald Sie mit der Anordnung der Teile auf der Bauplattform, den Stützstrukturen und Basisplatten zufrieden sind, kontrollieren Sie nochmals die Material- und Maschineneinstellungen und erstellen nun über »Baujob erstellen« eine druckerlesbare Datei. Nach der Berechnung der einzelnen Druckschichten, dem sogenannten Slicing, erscheint ein Vorschaufenster. Hier können Sie durch die Schichten des Druckjobs scrollen und Ihre Arbeit abschließend überprüfen.

Übertragen Sie nun den fertigen Druckjob via Netzwerk oder USB-Stick auf Ihren 3D-Drucker.



Dialogfenster »Baseplate erzeugen«



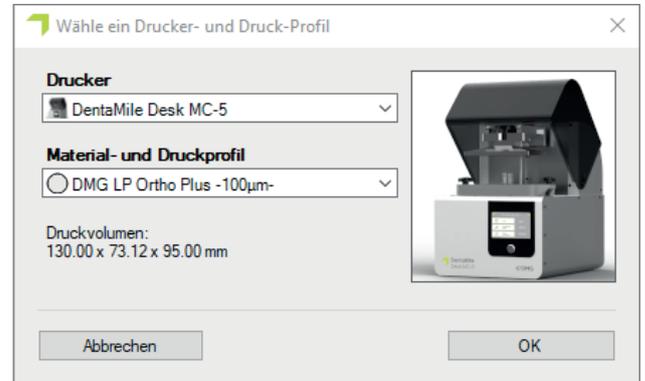
Vorschau des berechneten Druckjobs

Schwarz dargestellt ist der gesamte Bauraum, weiß dargestellt sind die zu belichtenden Bereiche. Exemplarisch in der Darstellung ist die aktuelle Schicht 187, bei der zum Teil noch Supportstrukturen erstellt werden, aber auch zu großen Teilen bereits die Schienenkontur erkennbar ist.

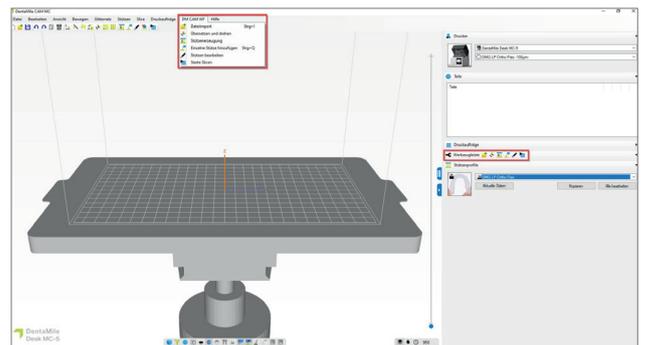
3.3 DentaMile CAM MC für DentaMile Desk MC-5

3.3.1 Drucker und Material auswählen

Öffnen Sie DentaMile CAM MC und wählen Sie Ihren Drucker (DentaMile Desk MC-5) sowie das Material- und Druckprofil für LuxaPrint Ortho Plus.

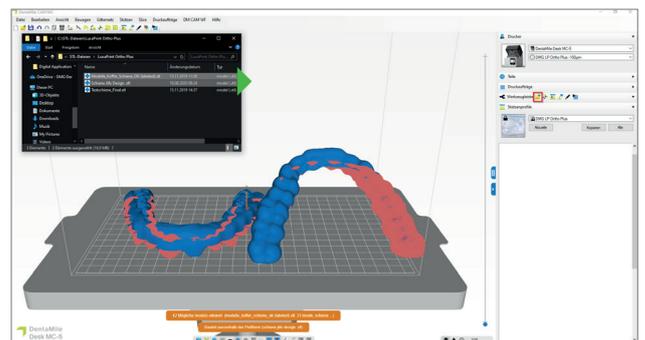


Oben im Reiter »DM CAM WF« sowie auf der rechten Seite des Bildschirms in der Werkzeugleiste finden Sie den DentaMile CAM Workflow-Bereich. Hier werden Sie durch die wichtigsten Schritte der Software geführt.



3.3.2 Import der Druckobjekte

Importieren Sie die Schienen einfach mittels Drag-and-Drop aus dem entsprechenden Ordner oder wählen Sie die Funktion »Dateiimport« und navigieren Sie zu Ihren Schienendateien. In beiden Fällen können Sie auch mehrere Objekte auswählen.



3.3.3 Ausrichtung im Bauraum

Auf dem DentaMile Desk MC-5 System können Schienen grundsätzlich in **allen Orientierungen** passgenau gedruckt werden. Bei einer horizontalen oder gewinkelten Orientierung sollte die für die Passung relevante Innenseite der Schiene von der Bauplattform abgewandt sein (s. Abbildung „Ausrichtung der Schienen“), damit an diesen Flächen keine Supportstrukturen erstellt werden.

Für die höchste Genauigkeit und schnellste Druckzeit für einzelne Schienen empfehlen wir eine horizontale Ausrichtung (0–20°). Für den Druck von mehreren Schienen und einen möglichst geringen Aufwand bei der Entfernung der Supportrückstände ist die vertikale Ausrichtung (hochkant) ideal.

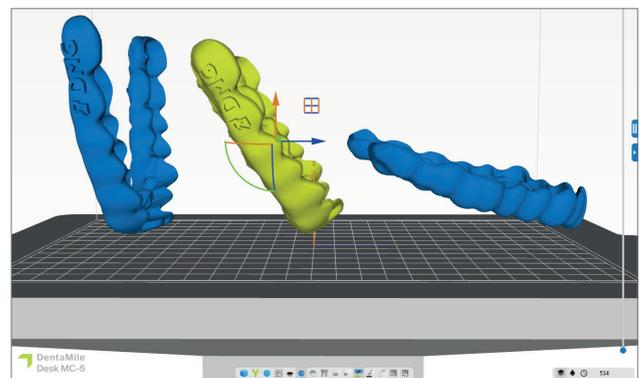
3.3.4 Stützstrukturen (Support) hinzufügen

Für einen fehlerfreien Bauprozess benötigen die Schienen Supportstrukturen. Wählen Sie in der Werkzeugleiste den Punkt »Stützenerzeugung« (1). Das Stützenprofil »DMG LP Ortho Plus« (2) wurde speziell für das Material entwickelt und liefert optimale Ergebnisse. Mit einem Klick auf »Automatisch erstellen alle« (3) werden die Stützen für alle Objekte auf der Bauplattform erstellt. Die Teile werden dabei automatisch wenige Millimeter oberhalb der Bauplattform positioniert und mit einer Grundplatte ausgestattet.

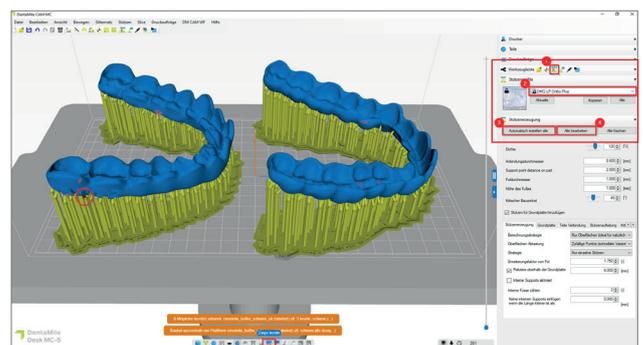
Bitte kontrollieren Sie Ihre Schienen auf nicht optimal gesetzte Stützstrukturen. Stützen, die mit dem Bauteil kollidieren, werden in Rot dargestellt und sollten entfernt werden. Dafür können Sie die Stützen einfach mit der Maus markieren und mit »entf« entfernen. Achten Sie darauf, dass Sie sowohl Spitze als auch Pol der Stütze entfernen.

Praxistipp:

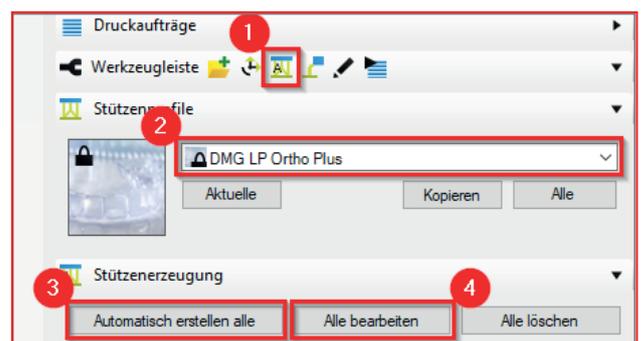
Für den Druck in Hochkant-Orientierung kann es notwendig sein, die Konstruktionsparameter in der CAD-Software anzupassen. In der Regel muss der Spacer (Abstand zwischen Schiene und Zahn) um 0,1 bis 0,2 mm erhöht werden, im Vergleich zu einer horizontal gedruckten Schiene.



Ausrichtung der Schienen



Stützstrukturen (Support) hinzufügen



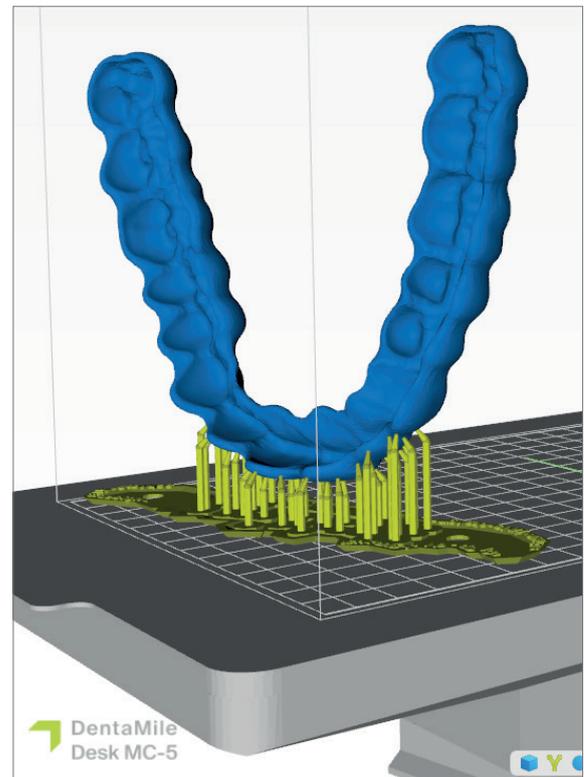
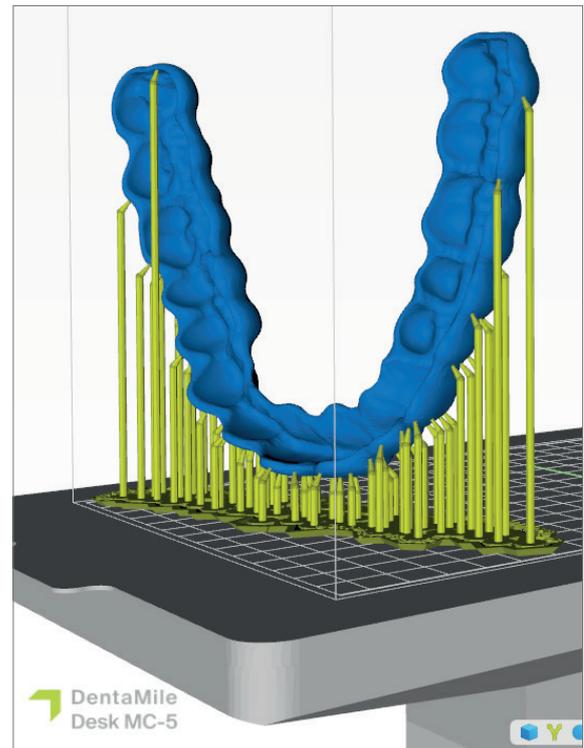
Die Funktion »Zeige Inseln« in der Ansichtsleiste am unteren Bildschirmrand ist äußerst hilfreich, um die Druckbarkeit der Objekte zu beurteilen. Als Inseln werden Überhänge bezeichnet, die für einen fehlerfreien Bauprozess gestützt werden müssen. In Ausnahmefällen können diese Inseln vom automatischen Supportsript ignoriert werden und müssen anschließend manuell gestützt werden.

Wählen Sie zum Hinzufügen einzelner Stützen die Funktion »Alle bearbeiten« (4). Aus der Ansicht von unten können Sie bequem alle Inseln mit Stützen ausstatten und anschließend »Übernehmen«.

Druck in Hochkant-Orientierung

Beim Druck in vertikaler Orientierung werden mit dem automatischen Supportsript mehr Stützen gesetzt als notwendig. Auch hier können Sie mit der Funktion »Alle bearbeiten« (4) überflüssige Strukturen entfernen. Ziehen Sie dafür mit gedrückter Maustaste ein Rechteck um den Bereich, aus dem die Stützen entfernt werden sollen.

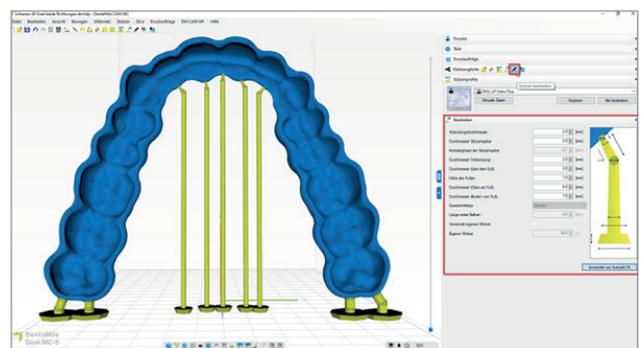
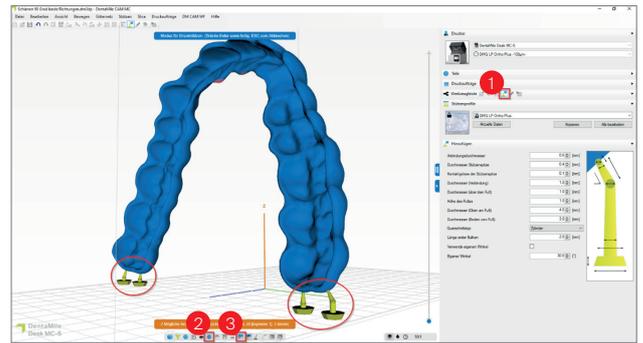
Wenn die Schiene labial in Richtung der Bauplattform gedruckt wird, ist es in der Regel ausreichend, wenn die Schienen im Frontzahnbereich vollständig gestützt werden (s. Abbildung). Auf diese Weise haben Sie einen minimalen Aufwand beim Verschleifen der Supportrückstände.



Es ist ebenfalls möglich, Schienen **hochkant auf den Molaren** zu drucken. Am einfachsten werden die Schienen manuell gestützt, da die automatische Stützerzeugung zu viele Supports generieren würde. Orientieren Sie die Schiene(n) zunächst wie gewünscht auf der Bauplattform (eine leichte Neigung in okklusaler Richtung, wie in der Abbildung gezeigt, führt zu weniger Überhängen und ist daher vorteilhaft) und heben Sie sie dann um ca. 3–4 mm an. Setzen Sie nun mit der Funktion »Einzelne Stützen hinzufügen« (1) jeweils mindestens zwei Stützen an die tiefsten Stellen der Molaren. Aktivieren Sie die Funktion »Hilfe zu Schnittstelle« (2) in der unteren Funktionsleiste, um die tiefsten Stellen der Schiene einfach zu finden. Aktivieren Sie im Anschluss zusätzlich die Funktion »Zeige Inseln« (3, ebenfalls in der unteren Funktionsleiste), um alle weiteren Überhänge sichtbar zu machen.

Stützen Sie nun alle sichtbaren Inseln und ggf. noch wenige weitere Punkte, um einen optimalen Druckprozess sicherzustellen. Nun sind alle kritischen Stellen der Schiene unterstützt.

Wechseln Sie jetzt in den Modus »Stützen bearbeiten« und markieren Sie mit »Strg+Mausklick« die vier Stützen unter den Molaren. Damit diese die gesamte Schiene tragen können, müssen sie etwas massiver gestaltet sein. Ändern Sie die Parameter dieser Stützen wie unten angegeben und bestätigen die Änderung mit »Anwenden zur Auswahl«. Die Schiene ist nun ausreichend gestützt und kann gedruckt werden. Auch wenn dieses Vorgehen zunächst kompliziert erscheint, wird es nach wenigen Schienen schnell von der Hand gehen und spart Aufwand bei der Nachbearbeitung der Schienen.



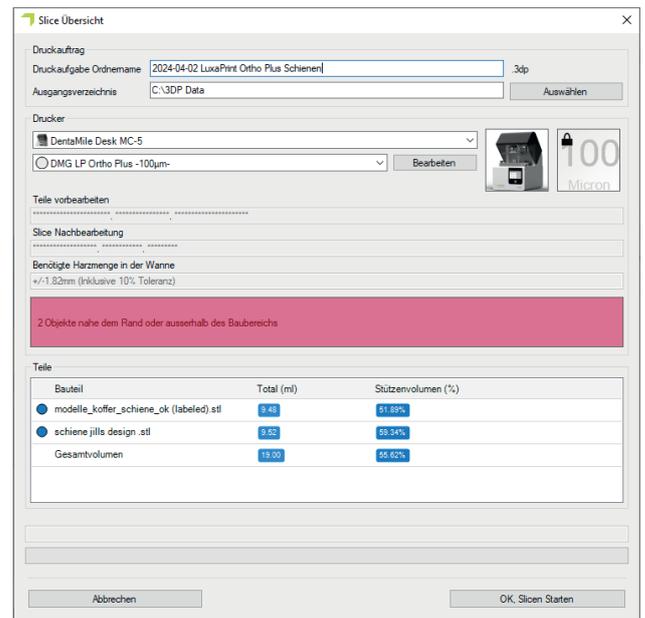
3.3.5 Baujob erstellen und auf den Drucker übertragen

Sobald Anordnung, Orientierung und Unterstützung der Bauteile abgeschlossen sind, können Sie über »Starte Slicen« mit dem Slicing-Prozess beginnen.

Im nächsten Dialogfenster können Sie Ihrem Druckjob einen passenden Namen geben oder die vorgeschlagene Benennung beibehalten. Als Ausgangsverzeichnis muss ein Ordner auf der lokalen Festplatte des Rechners ausgewählt werden. In diesem Verzeichnis wird der Druckjob gespeichert. Weiterhin können hier nochmals Drucker- und Materialparameter überprüft und geändert werden.

Sollten Sie wie hier eine Warnmeldung erhalten, dass Objekte nahe dem Rand oder außerhalb des Baubereichs liegen, überprüfen Sie, ob es sich um die Objekte oder die Bodenplatten handelt. Sollten es (wie hier) die Bodenplatten sein, können Sie die Warnung ignorieren. Wenn sich Schienen außerhalb des Baubereichs befinden, müssen diese anders angeordnet oder orientiert und ggf. nochmals supportet werden.

Mit einem Klick auf »OK, Slicen Starten« wird der Baujob erstellt. Übertragen Sie nun den fertigen Druckjob via Web-Interface oder USB-Stick auf Ihren DentaMile Desk MC-5.



3.4 Asiga Composer

3.4.1 Material und Maschine wählen

Öffnen Sie die Asiga-Composer-Software und wählen Sie ein neues Projekt bzw. öffnen Sie ein bereits gespeichertes Projekt. Wählen Sie Ihren Drucker und das Material »DMG LuxaPrint Ortho Plus TRA«. Die von DMG validierte Schichtstärke ist 0.050 mm (= 50 µm) und führt zu den besten Ergebnissen.

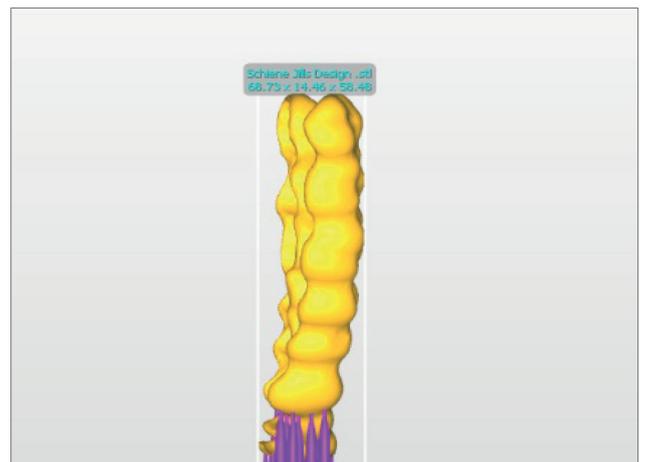
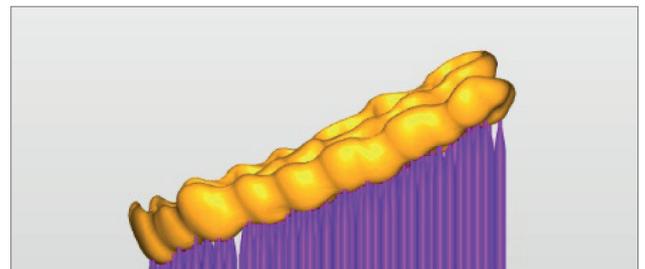
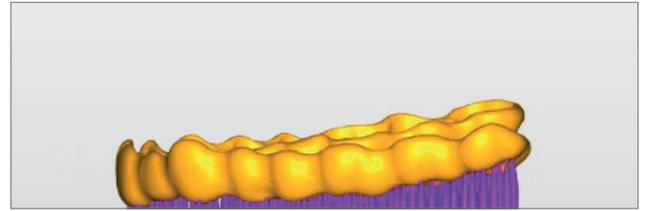
3.4.2 Import in den Asiga Composer

Importieren Sie das zuvor erstellte Schienendesign in die Asiga Composer Software. Dazu ziehen Sie Ihre Datei einfach in die 3D-Ansicht der Software oder wählen den Menüpunkt »Add Parts ...«.

3.4.3 Ausrichtung der Schienen in Asiga Composer inkl. Stützstrukturen

Richten Sie die Schienen so aus, dass die für die Passung relevante Innenseite der Schiene von der Bauplattform abgewandt ist. So wird die höchste Genauigkeit erzielt und sichergestellt, dass an diesen Flächen keine Supportstrukturen generiert werden.

Die besten Ergebnisse werden Sie bei einer horizontalen Ausrichtung der Schienen (zwischen 0° und 20°) erhalten. Bei steileren Winkeln können Passform und Präzision der Teile beeinträchtigt werden.



Oben: 0° (empfohlen), Mitte: 20° (empfohlen), unten: 90° (nicht empfohlen)

Praxistipp:

In den meisten Fällen ist der Druck von Schienen in 0°- oder 20°-Orientierung schneller und produktiver als der Druck in 90°-Orientierung.

Für weitere Informationen s. Punkt 7:
Produktivitätsvergleich 0° vs. 90°

3.4.4 Stützstrukturen hinzufügen

Wählen Sie den Menüpunkt »Generate Support«, um Ihrer Arbeit Stützstrukturen hinzuzufügen. Die in der Software vorgeschlagenen Werte wurden bereits für das Material optimiert, so dass Sie mit einem Klick auf »Apply« die automatische Generierungsfunktion starten können. Die Software analysiert Ihr Objekt und setzt die Strukturen an alle notwendigen Punkte. Gleichzeitig wird Ihr Objekt ein kleines Stück von der Bauplattform angehoben. So funktioniert die Entfernung der Stützstrukturen in einem späteren Arbeitsschritt mit Leichtigkeit.

Bitte untersuchen Sie Ihr Objekt auf fehlerhaft gesetzte Stützstrukturen. Auf den für die Passung relevanten Innenflächen sollten keine Stützstrukturen aufzufinden sein. Entfernen Sie bei Bedarf einzelne Stützstrukturen.

3.4.5 Druckjob an den Drucker senden

Über den Menüpunkt »Build« gelangen Sie zum Build Wizard. Hier können Sie Ihre Einstellungen noch einmal überprüfen und bei Bedarf eine Basisplatte unter Ihrer Arbeit erzeugen. Sind Sie zufrieden mit Ihrer Arbeit, senden Sie den Druckjob an Ihren Drucker.

Praxistipp:

Platzieren Sie die Schienen nicht direkt auf der Bauplattform! Die längere Belichtung der ersten Schichten des Druckjobs, die für die Anhaftung des Objekts an der Bauplattform notwendig ist, führt hier zu einer geringeren Wiedergabepräzision.

4 Druck

4.1 Material schütteln

DMG LuxaPrint Ortho Plus sollte vor Verwendung mindestens eine Minute aufgeschüttelt werden. So erhalten Sie stets ein homogenes Produkt und damit eine gleichbleibend hohe Ergebnisqualität.

4.2 RFID-Tag scannen

Scannen Sie den RFID-Code des Materials für eine höhere Prozesssicherheit. Das Gerät kann mögliche falsche Materialangaben in der Software erkennen und wird Sie ggf. warnen (unterstützt von DMG 3Demax, 3Delite und DentaMile Lab 5 (Pro), Rapidshape-D-Serie sowie Straumann P-Serie).

4.3 Material einfüllen

Füllen Sie LuxaPrint Ortho Plus in das Harzreservoir Ihres 3D-Druckers. Achten Sie auf eine ausreichende Füllhöhe, damit das Harz auch bei einer voll belegten Bauplattform nachfließen kann. Bitte füllen Sie das Harzreservoir niemals randvoll, sonst kann das Harz überlaufen und Ihren Drucker verschmutzen.

4.4 3D-Druck starten

Starten Sie den Druck auf Ihrem 3D-Drucker.



5 Nachbearbeitung

Intelligent Connectivity

Als Nutzer eines DMG 3D-Drucksystems bestehend aus 3Demax, 3Dewash und 3Decure können Sie von der intelligenten Verknüpfung der Geräte profitieren. Sobald der Druckjob auf dem Drucker fertiggestellt ist, werden alle relevanten Informationen auf die Nachbearbeitungsgeräte übertragen, an denen Sie nur noch den passenden Druckjob auswählen müssen, um die individuelle Nachbearbeitung zu starten.

5.1 Abtropfen

Lassen Sie Ihre Schienen nach Fertigstellung des Druckprozesses optimalerweise noch etwa zehn Minuten im Drucker hängen, damit flüssiges Harz abtropfen kann. So sparen Sie Material und Reinigungsaufwand.



5.2 Teile von der Bauplattform lösen

Lösen Sie die gedruckten Objekte vorsichtig von der Bauplattform. Verwenden Sie dafür einen Spachtel oder ein vergleichbares Werkzeug. Schieben Sie die Klinge möglichst flach zwischen Bauplattform und Basisplatte der Schiene. Das Druckobjekt sollte sich langsam von der Bauplattform lösen.

Falls Sie einen DMG 3Delite (DMG), D10+ (Rapidshape) oder P10+ (Straumann) verwenden, belassen Sie die Objekte an der Bauplattform und hängen Sie die ganze Plattform in das vorgesehene Reinigungsgerät (DMG 3Dewash, RS wash oder P wash).

5.3 Reinigung

Die Schienen müssen nach dem Druck sorgfältig gereinigt werden, um flüssige Harzrückstände von der Bauteiloberfläche zu entfernen. Bitte nutzen Sie die für Ihr Drucksystem passenden und validierten Reinigungsgeräte (s. Benötigte Geräte und Hilfsmittel).

5.3.1 3Dewash (oder RS wash / P wash)

Legen Sie Ihre gedruckten Objekte mit der Innenseite nach unten in die Reinigungskammer und wählen Sie das Programm für DMG LuxaPrint Ortho Plus oder den passenden Druckjob aus. Die Reinigung sollte mit Isopropanol ($\geq 99\%$) erfolgen.

5.3.2 DMG DentaMile Wash MC

Legen Sie die gedruckten Schienen mit der Innenseite nach unten in die Reinigungskammer der DentaMile Wash MC. Achten Sie auf eine ausreichende Sauberkeit des verwendeten Isopropanols und wechseln Sie dieses bei Bedarf.

Wählen Sie das Reinigungsprogramm „Low“ und stellen Sie den Timer auf fünf Minuten für eine gründliche Reinigung der Druckobjekte.

5.3.3 Ultraschallbad

Falls Sie keines der oben angegebenen Reinigungsgeräte besitzen, können Sie Ihre Modelle in einem Ultraschallbad mit Isopropanol (ca. 99%) reinigen. Benutzen Sie dafür am besten zwei separate Bäder. Das erste ist für die Vorreinigung (maximal drei Minuten), um den Großteil des Harzes von den Teilen zu waschen. Dieses Bad wird schnell durch das Harz verschmutzt, kann allerdings für die Vorwäsche von weiteren Teilen verwendet werden. Das zweite Bad sollte sauberes Isopropanol enthalten und dient zur vollständigen Entfernung der letzten Harzreste (maximal zwei Minuten).

Praxistipp:

Nach einigen Reinigungsvorgängen wird auch das saubere Reinigungsbad Verschmutzungen aufweisen. Sie können diesen Behälter für die Vorwäsche weiterverwenden und das stark verschmutzte Bad der Vorwäsche ordnungsgemäß entsorgen. Ein Behälter mit frischem Isopropanol kann schließlich wieder als sauberes Reinigungsbad für die Endreinigung benutzt werden.

Schritt 1 (Vorreinigung)	Schritt 2 (Endreinigung)	Trocknen
Ultraschall	Ultraschall	Druckluft/ Luft
Isopropanol	Isopropanol (sauber)	
3 min	2 min	10–60 s/ 30 min

5.4 Trocknen und abschließende Prüfung

Vor der Nachbelichtung sollten die Schienen vollständig getrocknet sein. Verwenden Sie dafür Druckluft oder lassen Sie die Teile ca. 30 Minuten an der Luft trocknen.

Untersuchen Sie die gedruckten Schienen nach dem Trocknen gründlich und stellen Sie sicher, dass

- 7 die Modelle sauber und vollständig getrocknet sind,
- 7 keine Reinigungsflüssigkeit oder Harzreste auf der Oberfläche verbleiben (erkennbar an einer glänzenden Oberfläche),
- 7 keine Fehlstellen oder feste Harzpartikel auf der Oberfläche aufzufinden sind.

Sollten sich noch flüssige Harzreste auf den Objekten befinden, können Sie diese z. B. mit einer Spritzflasche mit Isopropanol oder einem mit Isopropanol getränkten Tuch entfernen. Trocknen Sie Ihre Schienen im Anschluss vollständig wie vorstehend beschrieben.

5.5 Nachbelichtung

Die richtige Nachhärtung der Teile ist wichtig, um eine biokompatible Arbeit mit optimalen mechanischen Eigenschaften sowie einer perfekten Passung zu erhalten. Achten Sie daher stets auf die korrekte Nachhärtung und halten Sie sich exakt an die Vorgaben. Legen Sie die Schienen nicht übereinander in die Belichtungskammer und achten Sie darauf, dass die Teile von allen Seiten Licht bekommen.

5.5.1 DMG 3Decure

Legen Sie Ihre Druckobjekte in die dafür vorgesehene Kammer des Belichtungsgeräts und wählen Sie das Programm für DMG LuxaPrint Ortho Plus bzw. den passenden Druckjob (erfordert Intelligent Connectivity) aus.

5.5.2 DMG DentaMile Cure MC

Legen Sie Ihre Druckobjekte in die Belichtungskammer der DentaMile Cure MC und wählen Sie das Programm für LuxaPrint Ortho Plus aus. Achten Sie darauf, dass die Objekte nicht übereinanderliegen und ausreichend Licht von allen Seiten bekommen.

5.5.3 Otoflash / Heraflash / HiLitePower3D

Legen Sie Ihre Druckobjekte in die dafür vorgesehene Kammer des Belichtungsgeräts und härten Sie mit den nachfolgend angegebenen Einstellungen nach.

Praxistipp:

Eine zu kurze, aber auch eine zu lange oder zu intensive Nachhärtung führt zum Verlust der Genauigkeit durch Verzüge im Bauteil sowie zu einer Verfärbung der Teile.

Belichtungsgerät	Belichtungszeit	Tipps
Otoflash G171 (N360 Wanne)	2x 2000 Blitze	Nach den ersten 2000 Blitzen Druckobjekt abkühlen lassen und wenden
Heraeus Heraflash/ Kulzer HiLite power 3D	2x 180 Sekunden	Nach den ersten 180 Sekunden Druckobjekt abkühlen lassen und wenden

5.6 Entfernen der Stützstrukturen

Entfernen Sie vorsichtig die Stützstrukturen. Verwenden Sie dabei am besten ein Handstück mit Trennscheibe oder einen kleinen Seitenschneider. Die Rückstände der Stützstrukturen können anschließend mit einer Fräse behutsam entfernt werden.

5.7 Politur

- 7 Vorbehandlung: Grobe Reste der Stützstrukturen sollten zunächst mit Schleif-/ Korundpapier (z. B. Körnung 120 µm) verschliffen werden.
- 7 Formschliff: Für Formänderungen und das Kürzen von Schienenrändern können Keramikfräser oder feine, kreuzverzahnte Kunststofffräsen verwendet werden.
- 7 Vorpolitur: Zum Abtragen, Abrunden und Glätten von Rändern und Oberflächen empfehlen wir ein silikongetränktes Faservliesrad (optional).
- 7 Die Vorpolitur der Schienen sollte mit Bimssteinpulver und einer Ziegenhaarbürste am Poliermotor erfolgen.
- 7 Hochglanz: Schließlich können Sie mit einem Hochglanzschwabbel und einer universalen Kunststoffpolierpaste Hochglanz erzeugen.



6 Validierte Passgenauigkeit

Alle unsere Materialien und Druckprozesse werden hinsichtlich der erzielten Genauigkeit untersucht und bewertet.

In einer Studie von Spies et al. (**Wesemann, C.; Spies, B. C.; Schaefer, D.; Adali, U.; Beuer, F.; Pieralli, S. J. Mech. Behav. Biomed. Mater. 2021, 114, 104179**) wurde die Genauigkeit von 3D-gedruckten Schienen und deren Einfluss auf die Passung im Vergleich mit herkömmlich hergestellten Schienen untersucht. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass mittlere Abweichungen von bis zu 174 μm bezogen auf die Passfläche, also die den Zähnen zugewandte Innenseite der Schiene, im Rahmen einer klinischen Anwendbarkeit liegen. In der gleichen Studie wurden für die Passflächen herkömmlich hergestellter dentaler Schienen im Spritzgussverfahren mittlere Abweichungen von 42 μm gefunden. Bei gefrästen Schienen lagen die mittleren Abweichungen ebenfalls bei 42 μm .

Die Passflächen dentaler Schienen, die im validierten Workflow unter Verwendung von LuxaPrint Ortho Plus Resins, DMG 3Demax Drucker, DMG 3Dewash Reinigungseinheit und DMG 3Decure Nachhärteeinheit hergestellt wurden, zeigen mittlere Abweichungen von 40 μm und sind damit laut oben genannter Studie hinsichtlich der erzielten Genauigkeit vergleichbar mit herkömmlich hergestellten Schienen sowie gefrästen Schienen. Anders ausgedrückt: 99,4 % der Objektfläche liegen innerhalb von 150 μm der digitalen Ausgangsdaten. 92,5 % der Fläche liegen innerhalb einer Genauigkeit von 100 μm .



Flächenvergleich der Passfläche einer im validierten DentaMile Workflow hergestellten dentalen Schiene im Vergleich mit den digitalen Ausgangsdaten. 99,4 % der Datenpunkte liegen innerhalb einer Toleranz von 150 μm . Die mittlere Abweichung beträgt 40 μm .

7 Produktivitätsvergleich

Orientierung 0° vs. 90°

Ein Druck von Schienen in vertikaler Ausrichtung wirkt zunächst sehr effizient, da hier mit einem Druckvorgang im Vergleich zu einer flachen Orientierung mehr Teile auf einmal hergestellt werden können (bis zu elf Schienen in 90° vs. 3–4 Schienen in 0° auf einer Bauplattform des DMG 3Demax).

Aufgrund der notwendigen Überhärtung in DLP- und SLA-Verfahren sinkt bei steileren Orientierungswinkeln der Schienen (größer als 30°) auch die erzielte Wiedergabegenauigkeit des Druckjobs (s. auch 3.2.3). Dies kann zu Schwierigkeiten bei der Passung am Patienten führen. Im schlimmsten Fall kann die Schiene nicht verwendet werden.

Nicht nur aus dem oben genannten Grund ist der 3D-Druck von Aufbisssschienen in flacher Orientierung empfehlenswert. Bei genauerer Betrachtung des Gesamtprozesses wird deutlich, dass ein Druck in flacher Orientierung in den meisten Fällen zusätzlich einen deutlichen Vorteil in Bezug auf Produktivität und Geschwindigkeit bedeutet.

Im Folgenden wird ein Vergleich der Produktivität zwischen den beiden Druckorientierungen 0° und 90° beim Druck von Aufbisssschienen gezeigt. In unserem Testszenario haben wir jeweils sechs Schienen in vertikaler (90°) und horizontaler (0°) Ausrichtung gedruckt und wie in diesem Dokument beschrieben nachbearbeitet. Die Zeitaufwände für die einzelnen Vorgänge wurden dabei aufgezeichnet (LuxaPrint Ortho Plus, DMG 3Demax, DMG 3Dewash, DMG 3Decure).

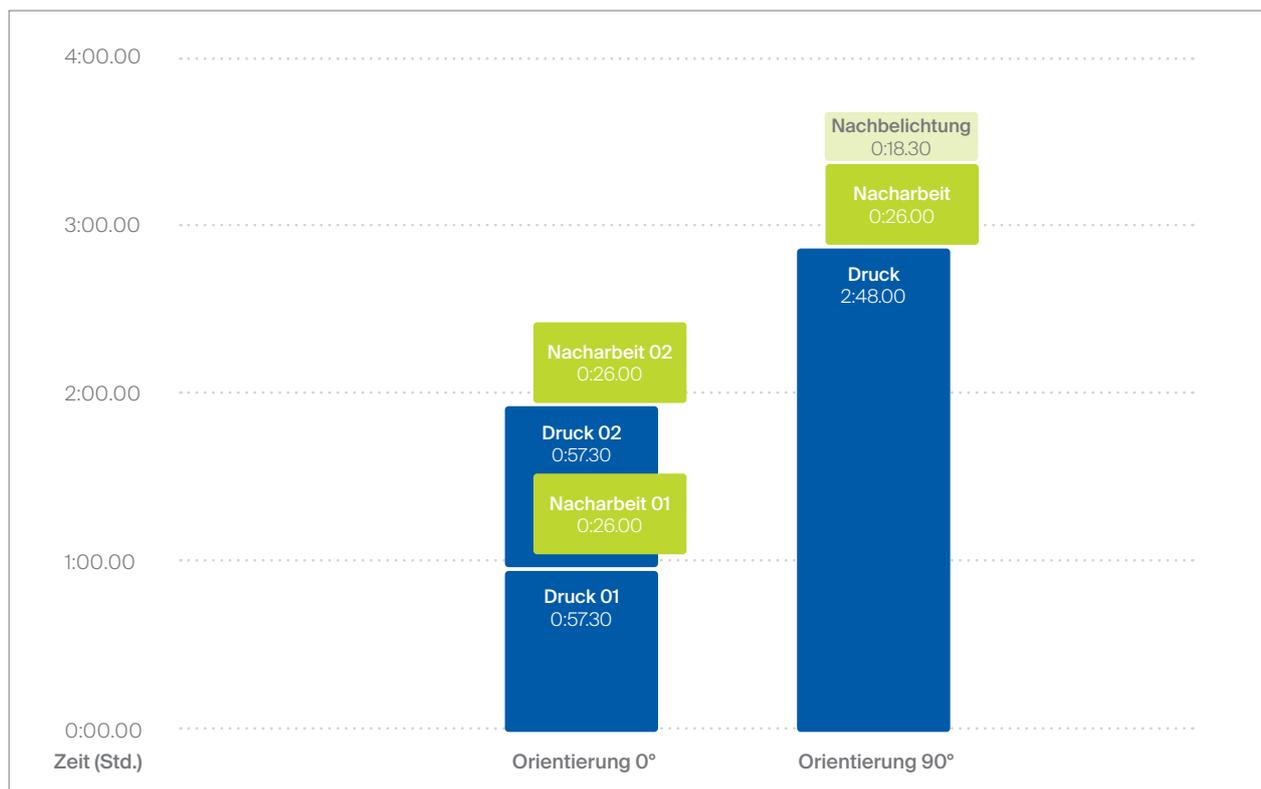
Druck		
Orientierung	Anzahl (max.)	Dauer
0°	3–4	00:45:30
90°	11	02:36:00

Nachbearbeitung		
Vorgang	Anzahl (max.)	Dauer
Abtropfen (optional)	–	00:10:00
Teile lösen	–	00:02:00
3Dewash	5	00:07:30
3Decure	5	00:18:30

Zeitbedarf für Schienendruck und Nachbearbeitung

Da das Abtropfen und Lösen der Teile immer unmittelbar zu einem Druckvorgang dazugehört, wurden diese Vorgänge mit dem Druck der Teile für eine bessere Übersicht zusammengefasst. Da die Nachbelichtungseinheit DMG 3Decure genug Platz für fünf Schienen bietet, muss in beiden Orientierungen zweimal nachgehärtet werden. Für den 0°-Druck kann dies allerdings schon während des zweiten Druckvorgangs erledigt werden, während beim 90°-Druck der zweite Nachbelichtungsvorgang erst im Anschluss stattfinden kann. Die dafür erforderliche Zeit muss daher im Gesamtprozess berücksichtigt werden. Für sechs gedruckte Schienen ergibt sich je nach Druckorientierung ein Zeitbedarf von

02:21 Stunden (0°-Orientierung) bzw. 03:33 Stunden (90°-Orientierung), wie in nachfolgender Abbildung grafisch dargestellt. In 0°-Orientierung müssen zwei Druckvorgänge mit je drei Schienen durchgeführt werden. Während des zweiten Druckvorgangs (Druck O2: blau) kann die gesamte Nachbearbeitung (Zeitbedarf 26 Minuten) des ersten Drucks erledigt werden. Im Anschluss muss die Nachbearbeitung (grün) des zweiten Druckjobs durchgeführt werden. Beim Druck in 90° reicht ein Druckjob aus (blau; Zeitbedarf: 2 Stunden, 48 Minuten). Im Anschluss können maximal fünf Schienen gleichzeitig in der 3Decure nachbelichtet werden. Daher muss ein weiterer Nachhärtevorgang (hellgrün) erfolgen.



Zeitbedarf in Stunden für den 3D-Druck von sechs Schienen im validierten DentaMile Workflow in 0°- (links) und 90°-Orientierung (rechts). Beim Druck von sechs Schienen in flacher Orientierung kann demnach eine Zeitersparnis von über einer Stunde im Vergleich zum Druck in vertikaler Ausrichtung erzielt werden.