



APPLICATION NOTE

LuxaPrint Model

Validierter Workflow mit DMG DentaMile



Application Note: LuxaPrint Model

Die Basis für exaktes Arbeiten

Dem Dentalmodell kommt auch im digitalen Workflow eine wichtige Rolle zu. LuxaPrint Model ist ein lichthärtender Präzisions-Kunststoff zur Herstellung unterschiedlichster Modelle im 3D-Druck – ob Voll- oder Teilmodelle, mit oder ohne herausnehmbare Stümpfe, massiv oder hohl für ästhetisch anspruchsvolle Arbeiten.

Optisch und mechanisch top

Die Oberfläche der mit LuxaPrint Model erstellten Modelle ist außergewöhnlich fein, glatt und porenfrei. Die Modelle bieten eine sehr hohe Detailwiedergabe und exzellente Detailtreue. Die gewählte opake Farbe ermöglicht die optimale Erkennbarkeit aller Modellkonturen und Präparationsgrenzen an Stumpfmodellen und bildet entsprechend die Grundlage für höchst präzisen Zahnersatz.

Dank maximaler Oberflächenhärte und Dimensionsstabilität werden die Modelle höchsten Ansprüchen an die mechanischen Eigenschaften gerecht.



Validierter Workflow mit DMG DentaMile

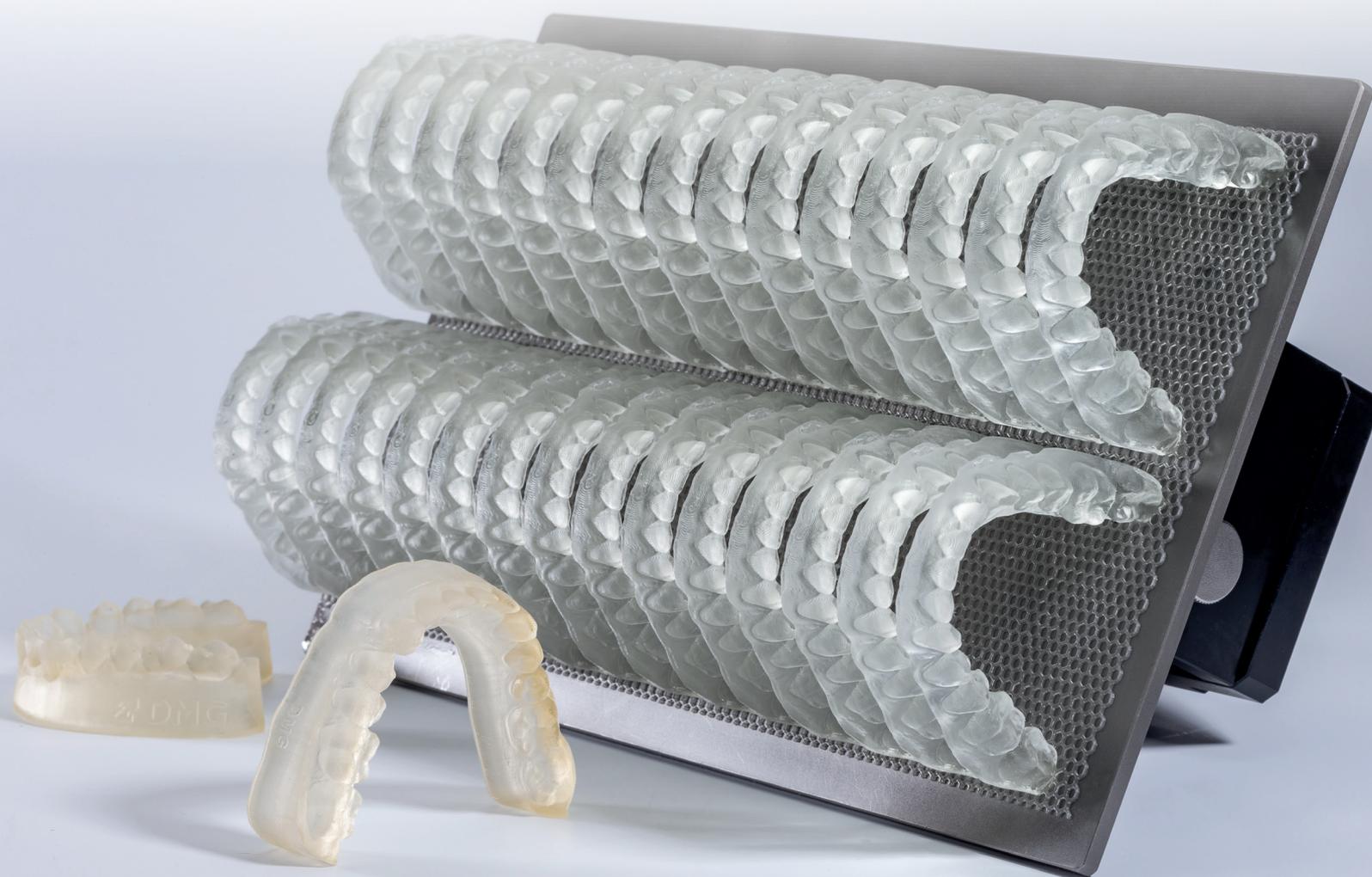
In diesem Anwendungsleitfaden stellen wir Ihnen unseren validierten DentaMile Workflow vor, mit dem Sie einfach und sicher zu einem Ergebnis kommen, das hinsichtlich Stabilität, Optik und Präzision die hohen Anforderungen dentaler Anwender erfüllt.

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.



Inhaltsverzeichnis

1. Scan	6
2. Design (z.B. exocad, 3Shape, BISS)	7
3. Druckvorbereitung	13
4. Druck	30
5. Nachbearbeitung	31
6. Validierte Passgenauigkeit	38



Benötigte Geräte und Hilfsmittel

▶ SCAN

Intraoralscanner oder optischer Desktopscanner

▶ DESIGN

Dentale Designsoftware zur Erstellung von Modellen (z.B. exocad, 3Shape, BISS)

▶ PRINT

In der folgenden Tabelle sind alle Kombinationen an 3D-Druckern und Post-Process-Geräten aufgeführt, mit denen **LuxaPrint Model (DMG)** nach validiertem Workflow gedruckt werden kann. Für die Drucker sollte immer die passende Slicing-Software mit den validierten Printparametern verwendet werden (z.B. Autodesk Netfabb für DMG DentaMile Lab5 (Pro), 3Demax und 3Delite oder DMG DentaMile CAM MC für DMG DentaMile Desk MC-5).

Drucker	Reinigungseinheit	Nachbelichtung	Farbvarianten
DMG 3Demax DMG 3Delite DMG DentaMile Lab 5 (Pro)	DMG 3Dewash Ultraschallbad	DMG 3Decure Otoflash G171	Beige (BGE) Grey (GRY) Ivory (IVR) Transparent (TRA)
DMG DentaMile Desk MC-5	DMG 3Dewash	DMG DentaMile Cure MC	Beige (BGE) Grey (GRY) Ivory (IVR) Transparent (TRA)
Rapidshape D10+ Rapidshape D20+ Rapidshape D50+	RS Wash Straumann P Wash Ultraschallbad	RS Cure Straumann P Cure Otoflash G171	Beige (BGE) Grey (GRY) Ivory (IVR) Transparent (TRA)
Asiga MAX UV	Ultraschallbad	Otoflash G171	Beige (BGE) Grey (GRY) Ivory (IVR) Transparent (TRA)
Ackuretta SOL	Ackuretta Cleani	Ackuretta Curie	Grey (GRY) Transparent (TRA)



1. Scan

Für die Erstellung eines digitalen Modells müssen zunächst digitale Patientendaten generiert werden. Dies kann beim 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.

Eine sehr gute Erstellung des digitalen Modells ist wichtig für eine erfolgreiche und problemlose Behandlung. Da die digitalen Modelle nur so gut sein können wie der Intraoralscan oder die Abformung, auf der sie basieren, sollte hier besonders sorgfältig gearbeitet werden. Für die Erstellung von Stumpfmodellen sollten Sie darauf achten, dass die Präparationsgrenzen deutlich sichtbar sind.

PRAXIS-TIPP

Für die Herstellung von Meistermodellen mit herausnehmbaren Stümpfen empfehlen wir eine Schichtstärke von 50 µm. Dies ist erforderlich für eine exakte und verlässliche Stumpfpassung.

2. Design (z.B. exocad, 3Shape, BISS)

Das Design von dentalen Modellen kann aufgrund der Vielzahl von Anwendungszwecken unterschiedlich ausfallen. Grundsätzlich wird hier zwischen Meistermodellen, auf denen z.B. restaurative Arbeiten hergestellt werden, und Situationsmodellen, welche z.B. als KFO-Modelle oder für die Herstellung von orthopädischen Schienen im Tiefziehverfahren häufig Anwendung finden, unterschieden. Auch innerhalb dieser Hauptklassen von Modellen können deutliche Unterschiede bestehen. So werden z.B. für die Herstellung von Modellgüssen Meistermodelle mit Gaumen benötigt, während für die Herstellung einer Einzelkrone nur ein Teil eines Kiefers mit herausnehmbarem Zahnstumpf verwendet wird.

Für den 3D-Druck dieser Modelle gibt es verschiedene Designprinzipien, die sich je nach Verwendungszweck unterscheiden können. Im Rahmen dieser Application Note werden Meistermodelle mit entnehmbaren Stümpfen sowie Situationsmodelle zur Herstellung von Schienen im Tiefziehverfahren fokussiert behandelt. Die hier vorgestellten Designrichtlinien lassen sich einfach auf weitere Modelltypen übertragen.

In der folgenden Tabelle finden Sie eine Übersicht der Hauptanwendungsklassen und die Eignung unserer LuxaPrint Materialien in den jeweiligen Schichtstärken:

Modellklasse	Material	Schichtstärken
Meistermodelle	LuxaPrint Model, Grey (GRY) LuxaPrint Model, Beige (BGE) LuxaPrint Model, Ivory (IVR)	50 µm
Situationsmodelle	LuxaPrint Model, Transparent (TRA) LuxaPrint Model, Grey (GRY) LuxaPrint Model, Beige (BGE) LuxaPrint Model, Ivory (IVR)	50 - 150 µm

PRAXIS-TIPP

Bei dentalen Modellen, die nur aus einem Zahnbogen bestehen (ohne Gaumenbereiche oder Sockel), empfehlen wir einen zusätzlichen Steg zur Stabilisierung zu konstruieren.

Der Stabilisierungssteg ist notwendig, da es bei der Nachbelichtung der Druckobjekte zur Induktion von Polymerisations-
spannungen kommt. Diese sind normal für Druckharze, entstehen im weitesten Sinne durch Dichteänderungen im Material und führen zu einem Aufgehen der beiden Schenkel und damit zu einer reduzierten Genauigkeit.

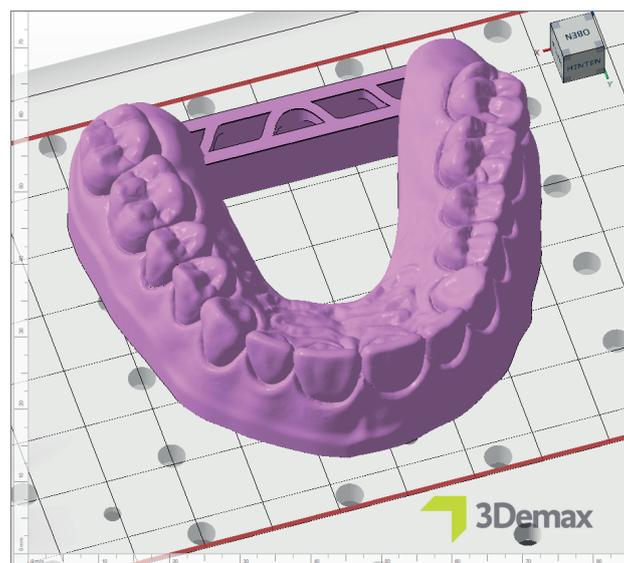
Unabhängig von der verwendeten Software sollten einige materialspezifische Vorgaben eingehalten werden:

Minimale Wandstärke des Druckobjekts	2 mm
Maximale Materialstärke des Druckobjekts	7 mm
Modellhöhe bei Stumpfmodellen	min. 21 mm
Steg bei Modellen ohne Gaumenbereich	✓
Modelle aushöhlen	✓

Für die Konstruktion eines Modells importieren Sie zunächst die gescannten Patientendaten in die Designsoftware. Die Software führt Sie in mehreren Arbeitsschritten durch den Designprozess des dentalen Modells. Befolgen Sie dabei unbedingt die Vorgaben des Softwareherstellers.

Ein gutes Modelldesign ist entscheidend für den Erfolg der Behandlung. Unsere 3D-Drucker und Materialien sind so eingestellt, dass die digitalen Daten hochpräzise wiedergegeben werden. Das Modell sollte dementsprechend sorgfältig konstruiert werden.

Steg zur Stabilisierung bei Modellen ohne Gaumenbereich



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

2.1. Modelle mit herausnehmbaren Stümpfen

Bei Modellen mit herausnehmbaren Stümpfen spielt neben der absoluten Genauigkeit der gedruckten Objekte die Stumpfpassung in den Stumpffächern eine entscheidende Rolle. Da hier schon geringe Abweichungen vom Workflow signifikante Änderungen bei der Stumpfpassung hervorrufen können, ist ein besonders sorgfältiges Vorgehen erforderlich.

Bitte prüfen Sie, ob für Ihre Software bereits Voreinstellungen für LuxaPrint Model (DMG) vorhanden sind. Die hier aufgeführten Designprogramme und Drucksysteme wurden zum Zeitpunkt der Verfassung dieses Dokumentes bereits validiert. Weitere Programme und Drucksysteme werden folgen. Sofern für Ihr System keine Voreinstellungen vorhanden sind, können Sie die passenden Einstellungen an einem konstruierten Modell selbst erarbeiten. In der Regel muss dies für einen Workflow (Kombination aus Design-Software, Drucker, Material, Materialparameter und Nachbelichtungsbedingungen) nur einmalig durchgeführt werden. Die entscheidende Einstellung ist der Abstand zwischen Zahnstumpf und Stumpffach (auch als **horizontaler Spalt** bezeichnet).

PRAXIS-TIPP

Der Modelltyp **Plateless Model - extra dies** liefert ein Modell mit festen Stümpfen und separaten Einzelstümpfen zum Aufpassen der restaurativen Arbeiten. Bei diesem Modelltyp ist keine Stumpfpassung erforderlich und macht die Suche nach passenden Spalteinstellungen überflüssig. Falls diese Eigenschaften für Sie zufriedenstellend sind, erhalten Sie so bei jedem Druck ein perfektes und funktionales Modell.

2.1.1. exocad - Modelle mit herausnehmbaren Stümpfen

Legen Sie wie üblich in exocad einen neuen Auftrag an und wechseln Sie in den **Model Creator**. Wählen Sie **Plateless Model - cutout dies** als Modelltyp und trimmen Sie Ihre importierten Scan-Daten, sofern erforderlich.

Nachdem Sie die entnehmbaren Zähne ausgewählt und die Präparationsgrenzen definiert haben, kommen Sie zur Gestaltung der Eigenschaften von Modell und Zahnstümpfen. Die richtige Kombination dieser Einstellungen führt zu einer verlässlichen und exakten Stumpfpassung sowie zu einer hochwertigen Modellkonstruktion. Die hier vorgeschlagenen Einstellungen wurden in unserem Digitalen Anwendungszentrum sowie von Zahn Technikern und Zahn Technikern entwickelt und führen zu Modellen mit ausgezeichneten Eigenschaften und validierter Genauigkeit im 3D-Druck. Bei Verwendung anderer Systeme können die optimalen Einstellungen für die horizontale Spaltbreite abweichen.



PRAXIS-TIPP

Auch andere Parameterkombinationen können zu guten Ergebnissen führen. Bitte beachten Sie, dass die Angaben zu Spaltbreiten in diesen Fällen abweichen können.

Designparameter für Exocad

Geprüft mit dem DentaMile Workflow:

Drucker	Reinigungseinheit	Nachbelichtung	Materialien
DMG 3Demax DMG 3Delite DMG DentaMile Lab 5 (Pro)	DMG 3Dewash Ultraschallbad	DMG 3Decure Otoflash G171	LuxaPrint Model, Beige (BGE) LuxaPrint Model, Grey (GRY) LuxaPrint Model, Ivory (IVR) LuxaPrint Model, Transp. (TRA)

Voreinstellungen:	DMG - 3Demax LuxaPrint Model Beige/Grey/Ivory/Transparent - (hollow model)		
Basis			
Spaltbreite horizontal	0,02 mm / Grey	0,02 mm / Beige	0,01 mm / Ivory
Spaltbreite vertikal	0,08 mm		
Sockelhöhe	3 mm		
Präparation freilegen	√		
Breite	0,1 mm		
∅ Tiefe	0,6 mm		
∅ Höhe	0 mm		
Pins aussparen	√		
Breite	2 mm		
Tiefe	1 mm		
Hohles Model	√		
Wandstärke	3 mm		
Bodenschwelle	1 mm		
Hohlraumdurchmesser	3 mm		
Stümpfe			
Pinhöhe	1,5 mm		
Extrusion Präpgrenze	0,15 mm		
Breite Auflagefläche	1,5 mm		
Schaftverjüngung	3° / Grey	3° / Beige	0° / Ivory
Verjüngungshöhengrenze	7 mm		
Hohlkehlpräparation	√		
Stumpfunterseite parallel zur Modellbasis	√		

Im Konstruktionsschritt **Attachments hinzufügen** wählen Sie den **Transversal Connector ... mm** (oder einen vergleichbaren Connector), um einen einfachen Steg zwischen den Schenkeln des Modells einzufügen. Dies ist erforderlich, um die höchste Genauigkeit der gedruckten Objekte zu erhalten (Siehe ebenfalls Praxis-Tipp zum Stabilisierungssteg in Kapitel 2).

2.1.2. 3Shape - Modelle mit herausnehmbaren Stümpfen

Für die Konstruktion eines Modells in der 3Shape Software verwenden Sie bitte folgende Einstellungen. Bei Verwendung anderer Drucksysteme können die optimalen Einstellungen abweichen.

Geprüft mit dem DentaMile Workflow:

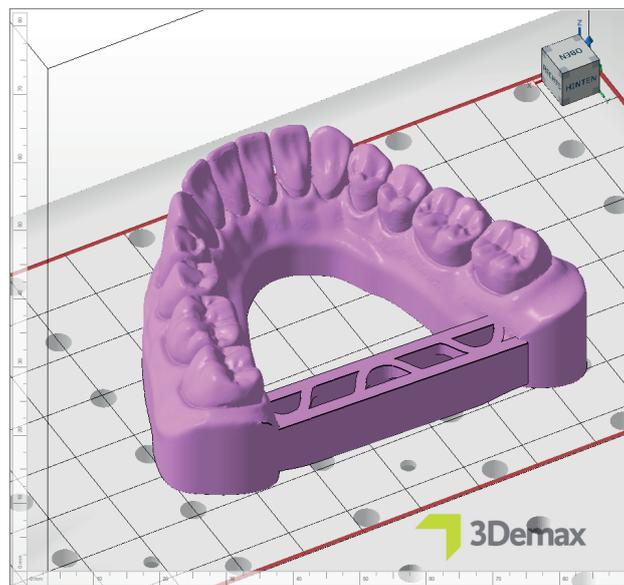
Drucker	Reinigungseinheit	Nachbelichtung	Materialien
DMG 3Demax DMG 3Delite DMG DentaMile Lab 5 (Pro)	DMG 3Dewash Ultraschallbad	DMG 3Decure Otoflash G171	LuxaPrint Model, Grey (GRY)

Einstellungen:		LuxaPrint Model, Grey
Stumpfpassung		
Abstand Stumpf zum Modell		0,1 mm
Friktionsstegbreite		0,7 mm
Anzahl der Friktionsstege		8
Modellherstellungsprozess		
Modell aushöhlen		√
Mindesthöhe Modellbasis		2 mm
Flächenstärke		2,5 mm
Größe der unteren Ablauföffnung		5 mm
Seitliche Ablauföffnungen		√
Typ		CADCylindricalSideDrainHole 3x3
Zentrum Höhe		3 mm
Abstand		10 mm
Artikulator		Simple Full Arch v2.3

2.2. Situationsmodelle

Für die Herstellung von Situationsmodellen können Sie auf die gleiche Weise wie mit Stumpfmodellen verfahren. Da hier keine Stumpfpassung notwendig ist, haben Sie mehr Freiheiten bei der Wahl der Modelleigenschaften. Für die Herstellung von Modellen für Tiefziehschienen ist es ausreichend, wenn ausschließlich der Zahnbogen mit oder ohne Sockel und mit niedriger Modellhöhe konstruiert wird. Im Druckprozess kann so Material und Zeit für die Herstellung eingespart werden. Für eine maximale Wiedergabegenauigkeit ist auch hier ein Verbindungssteg zwischen den Backenzähnen notwendig.

Beispiel eines Situationsmodells



PRAXIS-TIPP

Bitte achten Sie immer auf die Einhaltung der korrekten Maschinen- und Materialparameter. Die Auswahl der falschen Einstellungen kann zu Fehldrucken und Modellen mit schlechter Passung sowie unzureichenden mechanischen Eigenschaften führen.

3. Druckvorbereitung

Das digital konstruierte Modell und die zugehörigen Stümpfe müssen nun in die Druckersoftware importiert werden, um sie für den 3D-Druck vorzubereiten.

In diesem Schritt werden Modelle und Stümpfe im Bauraum des Druckers orientiert, angeordnet und im Anschluss mit Stützstrukturen versehen.

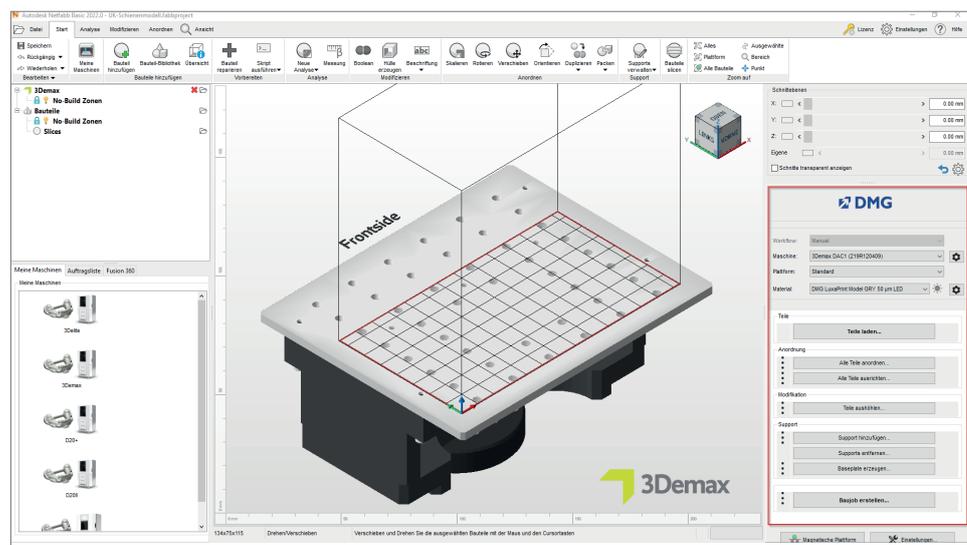
3.1. Autodesk Netfabb für DMG DentaMile Lab5 (Pro), DMG 3Demax, DMG 3Delite und Rapidshape D-Serie

3.1.1. Material und Maschine wählen

Öffnen Sie Autodesk Netfabb und wählen Sie Ihre Maschinenumgebung (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 der Software geführt.

DMG Workflow Bereich in Netfabb



Wählen Sie zunächst Ihren Drucker und das Material **LuxaPrint Model (DMG)** in der entsprechenden Farbvariante sowie die gewünschte Schichtstärke. Falls Sie noch nie mit dem Material gearbeitet haben, müssen Sie es ggf. über das Einstellungs-Rädchen neben der Material-Zeile in der Software anlegen (s. Betriebsanleitung 3Demax/3Delite, Punkt 6.7).

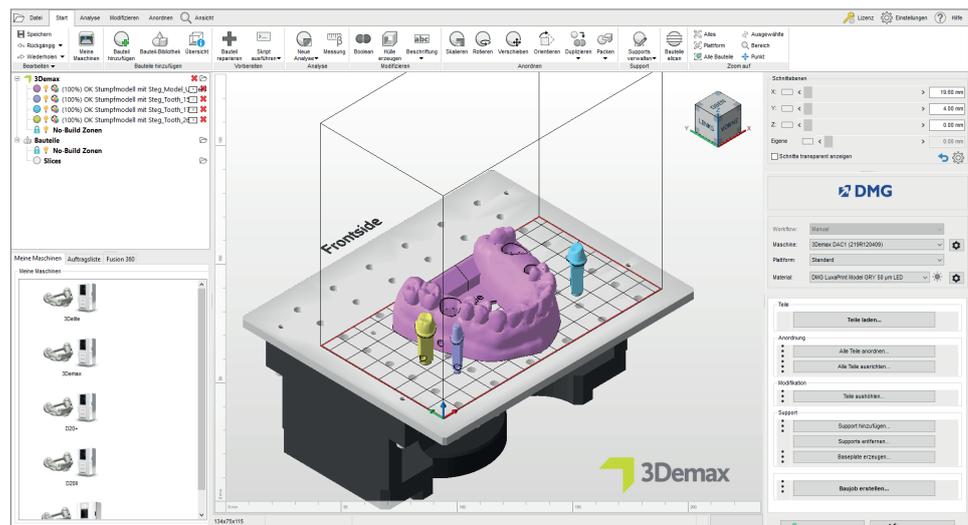
SCHICHTSTÄRKEN

Alle verfügbaren Schichtstärken wurden in unserem Digitalen Anwendungszentrum geprüft und liefern ein exaktes und sicheres Druckobjekt. Eine geringere Schichtstärke führt zu einer feineren Oberflächenstruktur, höheren Genauigkeit und längerer Druckzeit. Wählen Sie die passende Schichtstärke je nach Ihren Vorgaben zu verfügbarer Zeit und gewünschter Oberflächenqualität. Für Modelle mit herausnehmbaren Stümpfen empfehlen wir die Schichtstärke 50 Mikrometer.

3.1.2. Import in Netfabb

Importieren Sie das zuvor erstellte Modelldesign in die Netfabb Software. Dazu ziehen Sie Ihre Dateien einfach in die 3D-Ansicht der Software oder wählen im DMG Workflow-Bereich den Punkt **Teile laden ...** und navigieren zu Ihrem Design. Die importierten Objekte erscheinen sofort in der 3D-Ansicht.

Import in Netfabb

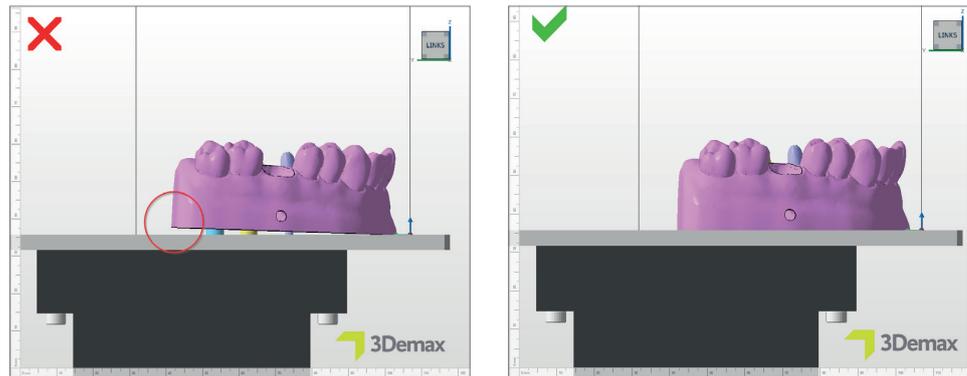


3.1.3. Ausrichtung der Modelle

Ordnen Sie die Objekte auf der Bauplattform an. Aktivieren Sie die Funktion **magnetische Plattform**, um Ihre Objekte auch beim Verschieben auf der Bauplattform zu halten.

Falls ein Objekt auf dem Kopf steht, nutzen Sie die **Rotieren**-Funktion, während Sie das Teil aktiviert haben, um es zu drehen. Achten Sie nach der Drehung darauf, dass die Unterseite des Objekts flach auf der Bauplattform aufliegt.

Optimale Orientierung
verschiedener Abformlöffel in
DentaMile CAM MC

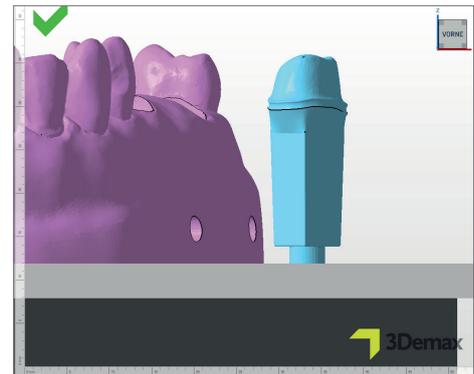
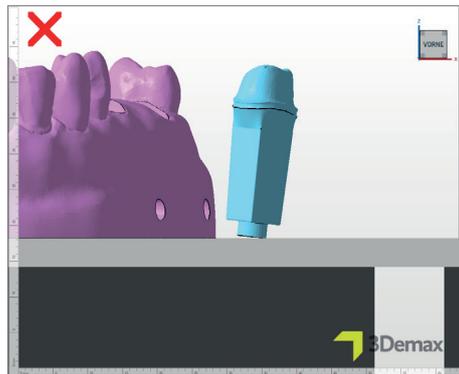


Die Funktion **Ausrichten** (Reiter **Anordnen** → Gruppe **Ausrichten** → Funktion **Ausrichten**) kann enorm hilfreich bei der Orientierung von verdrehten Objekten sein. Nach dem Anwählen des betreffenden Objektes wählen Sie die o.g. Funktion und klicken auf die Oberfläche, die in Kontakt mit der Bauplattform stehen soll (in der Regel die Unterseite des Modells). Das Objekt orientiert sich nun selbständig und sollte mit der gewählten Ebene nun auf der Bauplattform aufliegen.

Verfahren Sie mit den Stümpfen auf die gleiche Weise wie mit dem Modell. Wenn Sie die oben vorgeschlagenen Einstellungen in der Design-Software verwenden, stehen die Stümpfe bereits nach dem Import aufrecht auf der Bauplattform. Sollte dies nicht der Fall sein, können Sie auch hier die **Ausrichten** Funktion nutzen.

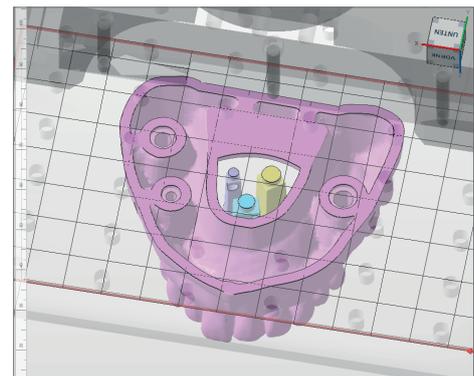
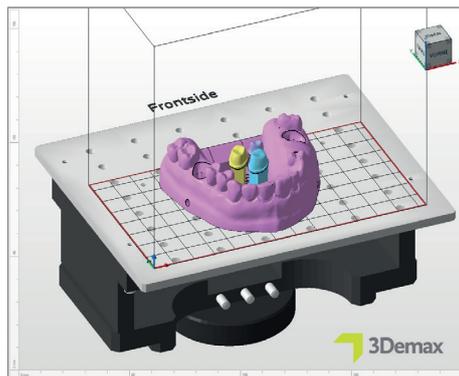
Platzieren Sie die Stümpfe möglichst zentral in dem Bereich der Bauplattform, der keine Löcher enthält. Dieser Bereich ist speziell für die Stümpfe vorgesehen und es wird sichergestellt, dass sich die Stümpfe nicht über den Löchern der Bauplattform befinden und somit fehlerfrei gedruckt werden. Bei mangelndem Platz oder Modellen mit Gaumen ist auch die Platzierung außerhalb des Modells möglich.

Ausrichtung der Stümpfe in Netfabb



Vergewissern Sie sich durch einen Blick von unten, ob alle Objekte eine ausreichende Auflagefläche auf der Bauplattform haben. Die Auflagefläche auf der Bauplattform wird in Netfabb durch eine leicht unterschiedliche Farbgebung dargestellt (s. Abbildung unten).

Fertige Ausrichtung von Modellen und Stümpfen in Netfabb

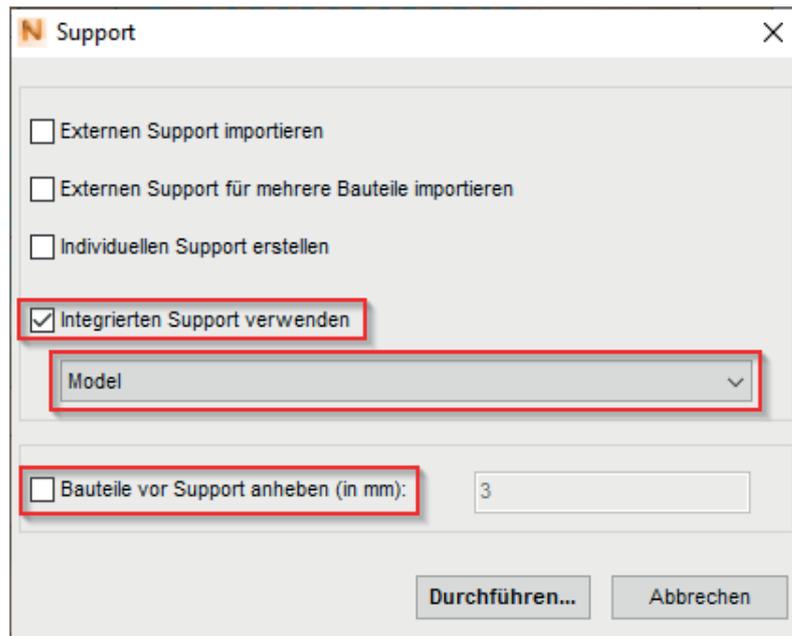


3.1.4. Stützstrukturen (Support) hinzufügen

Da die Modelle in der Regel direkt auf der Bauplattform gedruckt werden, ist das Zufügen von Stützstrukturen nicht zwingend erforderlich. Bei hohlen Modellen ist es trotzdem zu empfehlen, um die Stabilität im Druckprozess zu erhöhen und somit Fehldrucke zu vermeiden und hohe Genauigkeiten zu erzielen.

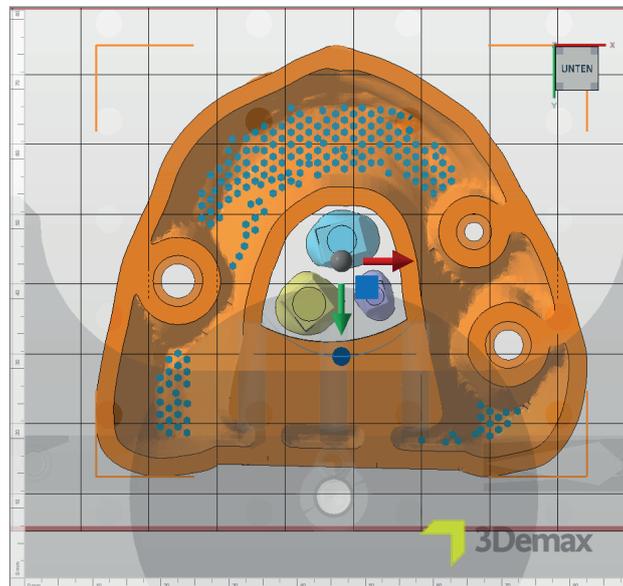
Wählen Sie zunächst Ihr Modell (nicht die Stümpfe) mit einem Linksklick an und anschließend im DMG Workflow-Bereich **Support hinzufügen** ... Im nächsten Dialogfenster klicken Sie auf **integrierten Support verwenden** und wählen den Eintrag **Model** in der Drop-Down-Box. Der Menüpunkt **Bauteile vor Support anheben (in mm)** muss deaktiviert sein, damit das Modell weiterhin flach auf der Bauplattform aufliegt.

Supporteinstellungen in Netfabb



Die Software berechnet automatisch die optimale Lage der Supportstrukturen und fügt diese zwischen Bauplattform und Modell ein.

Sicht von unten auf das Modell inkl. Supports



Die Zahnstümpfe benötigen keine Supportstrukturen, wenn sie mit den oben angegebenen Parametern erstellt wurden, da sie sicher auf einem kleinen Sockel (oder Pin) stehen.

3.1.5. Basisplatte (Baseplate)

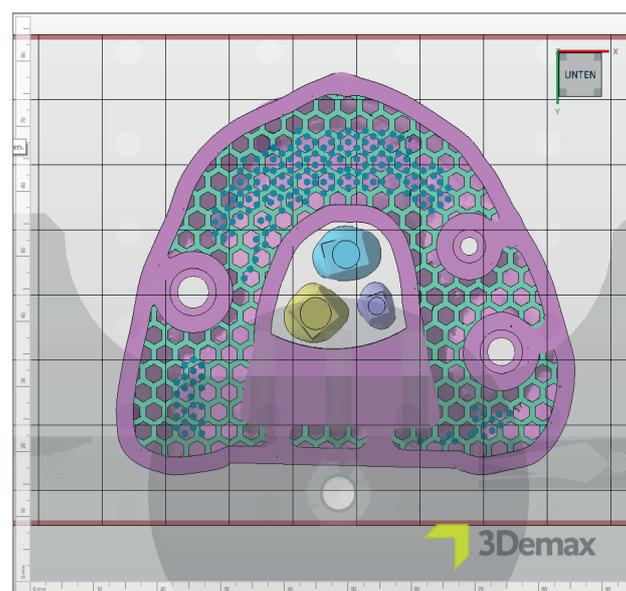
Eine Basisplatte sorgt für bessere Haftung an der Bauplattform und für mehr Stabilität im Sockelbereich des Modells. Beim Druck mit LuxaPrint Model sollten Sie immer eine Basisplatte verwenden.

Wählen Sie zunächst Ihr Modell an (nicht die Stümpfe) und klicken Sie im DMG Workflow-Bereich auf **Bodenplatte erzeugen**. Bitte verwenden Sie die in der Abbildung gezeigten Einstellungen.

Einstellungen für die Basisplatte

Das Modell sollte nach Hinzufügen von Supports und Basisplatte aus der Ansicht von unten in etwa so aussehen wie hier dargestellt:

Druckfertiges Modell mit Supportstrukturen und hexagonaler Basisplatte



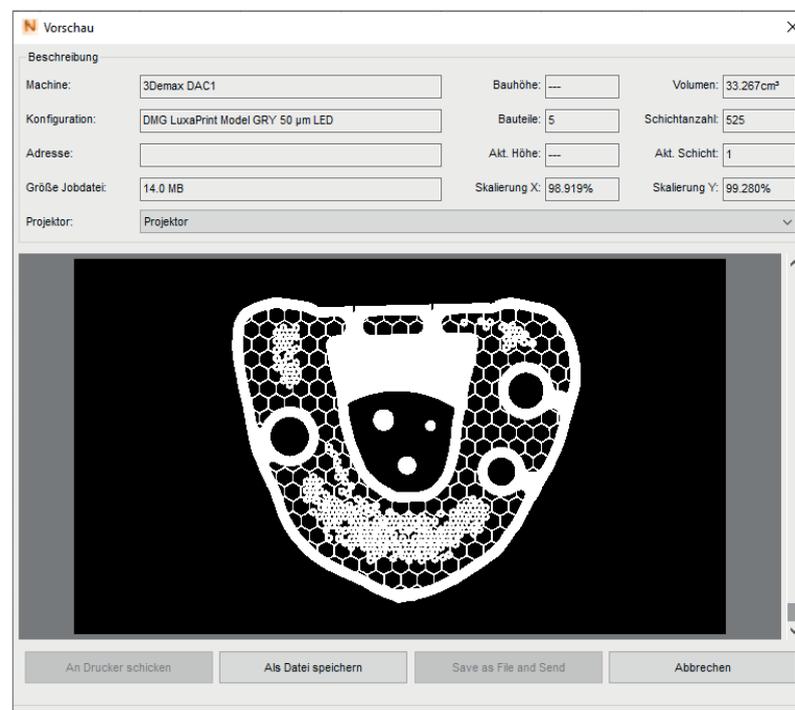
3.1.6. Baujob erstellen und auf den Drucker übertragen (Slicing)

Sobald Sie mit der Anordnung der Modelle und Stümpfe auf der Bauplattform zufrieden sind, sollten Sie nochmals die Material- und Maschineneinstellungen auf Richtigkeit überprüfen. Im Anschluss erstellen Sie über **Baujob erstellen** im DMG Workflow Bereich eine druckerlesbare Datei, den Baujob.

Nach der Berechnung der einzelnen Druckschichten, dem sogenannten Slicing, erscheint ein Vorschauenfenster mit den gewählten Maschinen- und Materialeinstellungen sowie einer Schwarz-Weiß-Darstellung der einzelnen Druckschichten. Hier können Sie durch die Schichten scrollen und Ihre Arbeit abschließend überprüfen.

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

Druckvorschau in Netfabb



3.2. DentaMile CAM MC für DentaMile Desk MC-5

3.2.1. Drucker und Material wählen

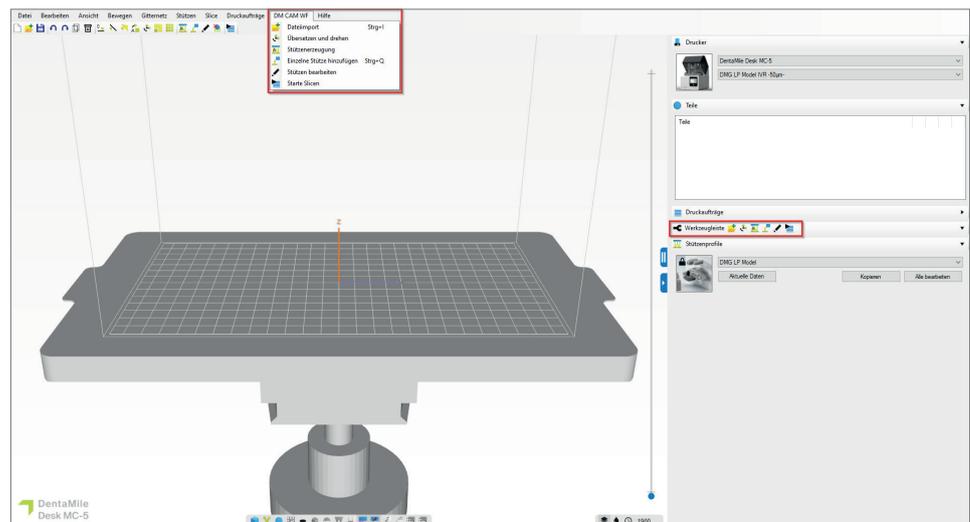
Öffnen Sie die DentaMile CAM MC Software und wählen Sie Ihren Drucker (DentaMile Desk MC-5) sowie das passende Material- und Druckprofil für Ihr LuxaPrint Model Resin.

Auswahl der Drucker- und Materialparameter



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 alle relevanten Schritte der Software geführt.

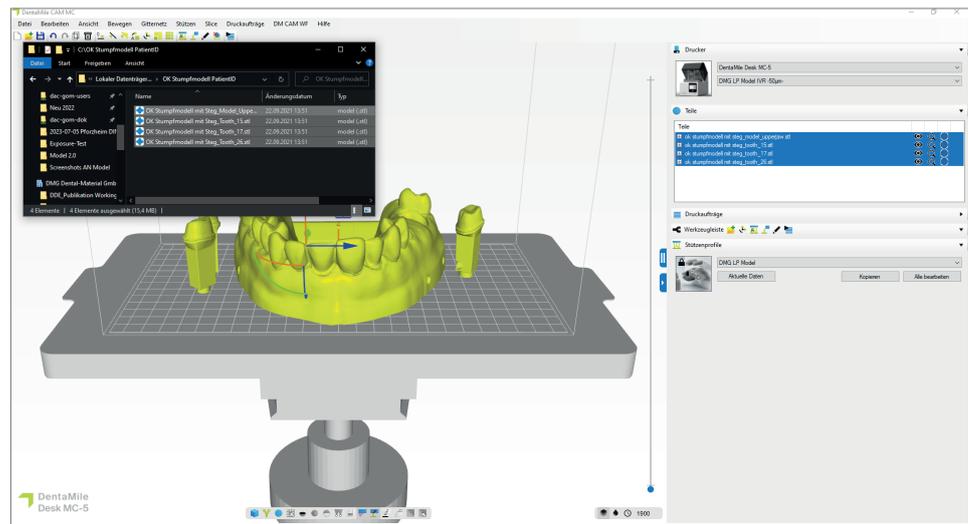
DentaMile CAM Workflow-Bereich mit den wichtigsten Funktionen der Software



3.2.2. Import der Modelle und Stümpfe

Importieren Sie die vorbereiteten digitalen Objekte einfach mittels Drag-and-Drop aus dem entsprechenden Ordner, oder wählen Sie die Funktion **Dateiimport** und navigieren Sie zu Ihren Modelldateien. In beiden Fällen können Sie direkt mehrere Dateien auswählen, so dass gleichzeitig Modell und Stümpfe in die Software übertragen werden.

Import von Modelldaten in
DentaMile CAM MC

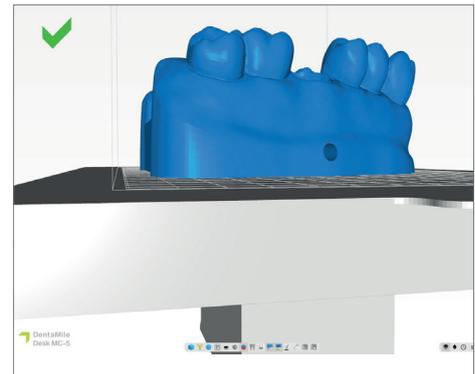
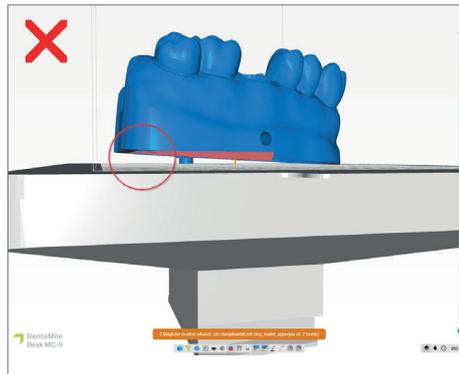


3.2.3. Ausrichtung der Modelle

In den meisten Fällen werden Modell und Stümpfe bereits in der CAD-Software korrekt ausgerichtet, so dass eine weitere Ausrichtung nicht notwendig ist. Das Modell sollte flach auf der Bauplattform aufliegen, die Stümpfe sollten (bei Verwendung der unter 2.1. angegebenen Einstellungen) ebenfalls flach auf dem konstruierten Sockel stehen.

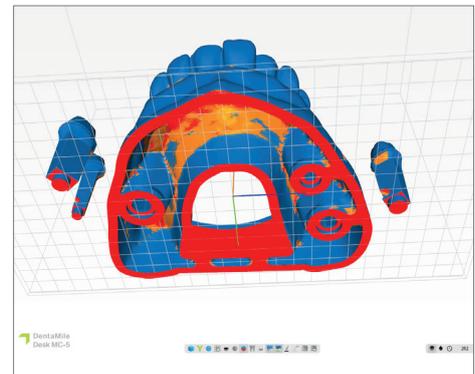
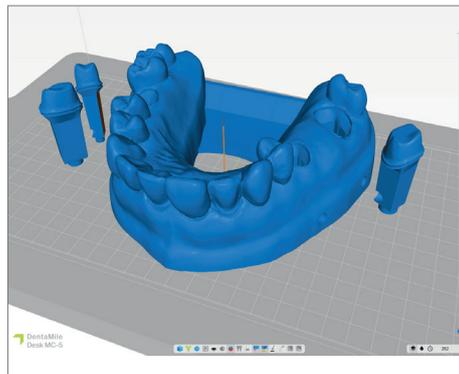
Falls sich die Objekte nicht in der richtigen Orientierung befinden, können Sie die Funktion **Wähle die Fläche, mit welcher das Bauteil auf die Bauplattform gelegt werden soll** in der oberen Menüleiste nutzen. Klicken Sie einfach auf die Fläche, die auf der Bauplattform liegen soll, z.B. der untere Sockelrand oder der Verbindungssteg, und die Software dreht das Bauteil in die richtige Ausrichtung. Verfahren Sie mit den Stümpfen auf die gleiche Weise wie mit dem Modell.

Ausrichtung der Modelle mit vollständigem Kontakt zur Bauplattform



Sobald Sie mit der Ausrichtung und Platzierung der Bauteile zufrieden sind, vergewissern Sie sich durch einen Blick von unten, ob alle Objekte eine ausreichende Auflagefläche auf der Bauplattform haben.

Fertige Ausrichtung von Modellen und Stümpfen in DentaMile CAM MC



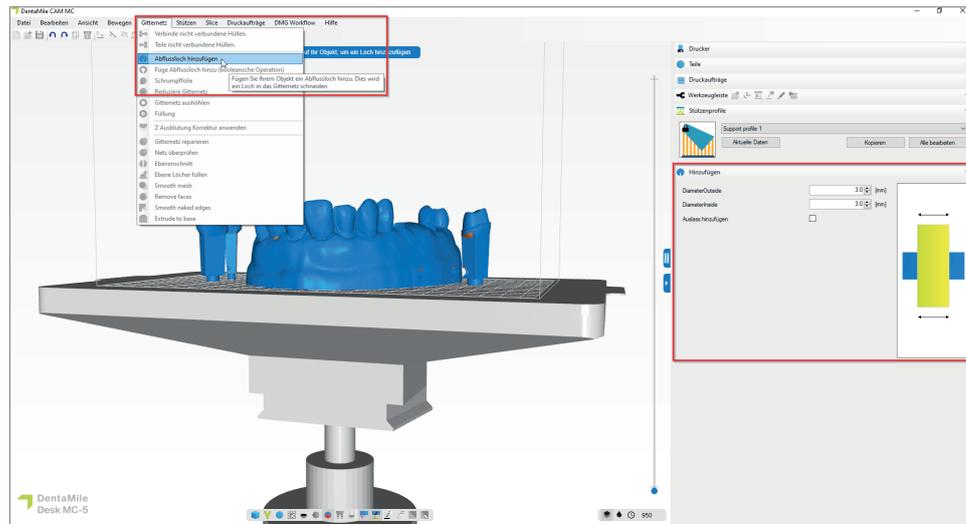
3.2.4. Abflusslöcher hinzufügen

DentaMile CAM MC bietet eine einfache Möglichkeit, Ihrem Modell Abflusslöcher hinzuzufügen, falls Sie dies nicht bereits in der CAD-Software getan haben.

Abflusslöcher sind wichtig, damit das flüssige Harz aus dem hohlen Modell wieder abfließen kann. Außerdem verhindern sie den sogenannten Sauglocken-Effekt, der immer dann auftritt, wenn ein hohles, aber geschlossenes Volumen gedruckt wird. Der Sauglocken-Effekt führt zu höheren Abzugskräften im Druckprozess und daher zu unsauberen Druckergebnissen, insbesondere im Bereich des Sockels.

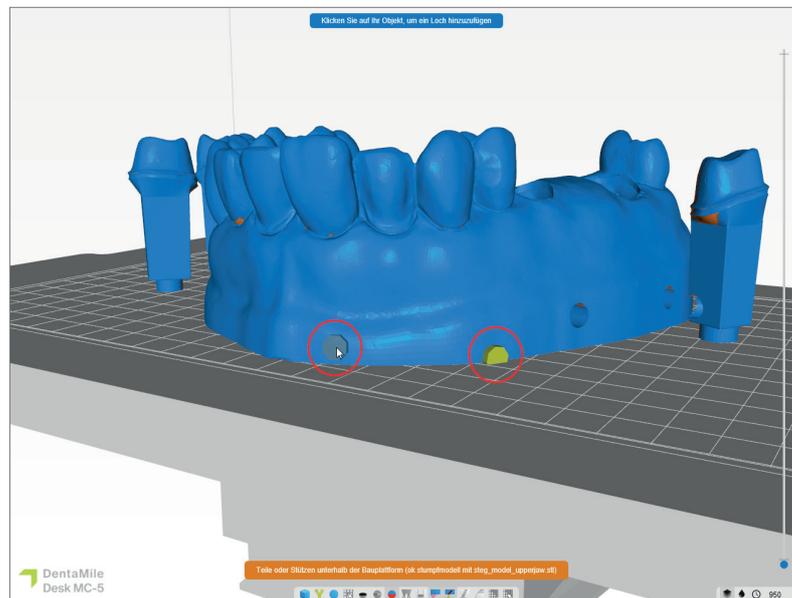
Wählen Sie im Reiter **Gitternetz** die Option **Abflussloch hinzufügen**. Im Dialogfenster kann der innere und äußere Durchmesser der Löcher gewählt werden. Die Standardeinstellung von 3 mm ist ausreichend, um einen guten Harzfluss und Druckausgleich zu erzielen.

Menüpunkt **Abflussloch hinzufügen** und optimale Einstellungen



Fügen Sie Ihrem Modell nun Abflusslöcher hinzu, indem Sie mit dem Cursor auf den Sockelbereich des Modells klicken. Drei bis fünf Löcher sind ideal. Die Löcher können sowohl direkt auf der Bauplattform als auch etwas oberhalb im Sockelbereich des Modells gesetzt werden.

Abflusslöcher hinzufügen.
Option 1) Auf Höhe der Bauplattform,
Option 2) Im unteren Sockelbereich
des Modells



Sobald Sie alle Abflusslöcher eingefügt haben, können Sie den Dialog mit Escape beenden und mit der Erstellung von Stützstrukturen fortfahren.

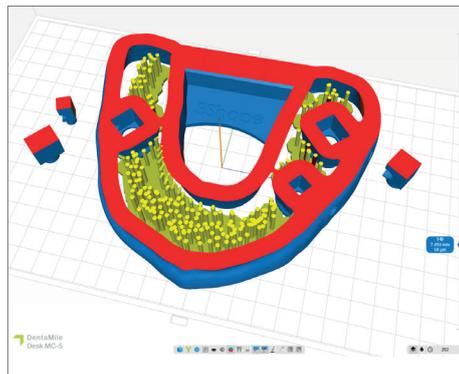
3.2.5. Stützstrukturen (Support) hinzufügen

Da die Modelle in der Regel direkt auf der Bauplattform gedruckt werden, ist das Zufügen von Stützstrukturen nicht zwingend erforderlich. Bei hohlen Modellen ist es trotzdem zu empfehlen, um die Stabilität im Druckprozess zu erhöhen und somit Fehldrucke zu vermeiden und hohe Genauigkeiten zu erzielen.

Wählen Sie zunächst Ihr Modell (nicht die Stümpfe) mit einem Linksklick an. Das angewählte Bauteil wechselt die Farbe zu gelb. Wählen Sie anschließend im DentaMile Cam Workflow-Bereich den Punkt **Stützerzeugung** und das passende Stützenprofil **Model**. In dem erweiterten Reiter können nun durch Klick auf **Automatisch erstellen selektierte** die Stützen erzeugt werden.

Die Zahnstümpfe benötigen keine Supportstrukturen, wenn sie mit den oben angegebenen Parametern erstellt wurden, da sie sicher auf einem kleinen Sockel (oder Pin) stehen.

Schnitt durch das Modell inklusive Stützstrukturen

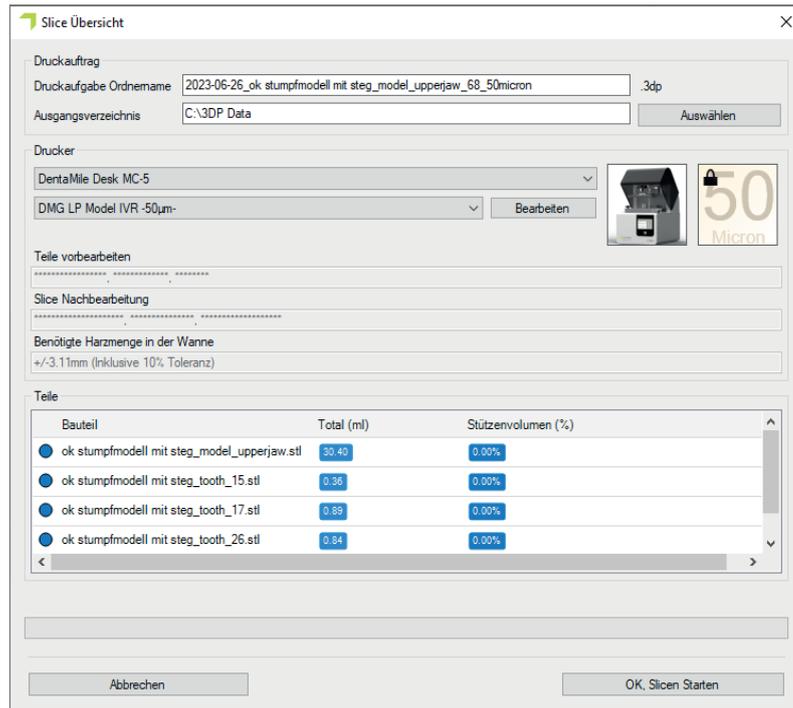


3.2.6. Baujob erstellen und auf den Drucker übertragen (Slicing)

Sobald Sie mit der Anordnung der Modelle und Stümpfe auf der Bauplattform zufrieden 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 Maschinen- und Materialparameter überprüft und geändert werden. Mit einem Klick auf **OK, Slicen Starten** wird der Baujob erzeugt.

Slice Übersicht in DentaMile CAM MC



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

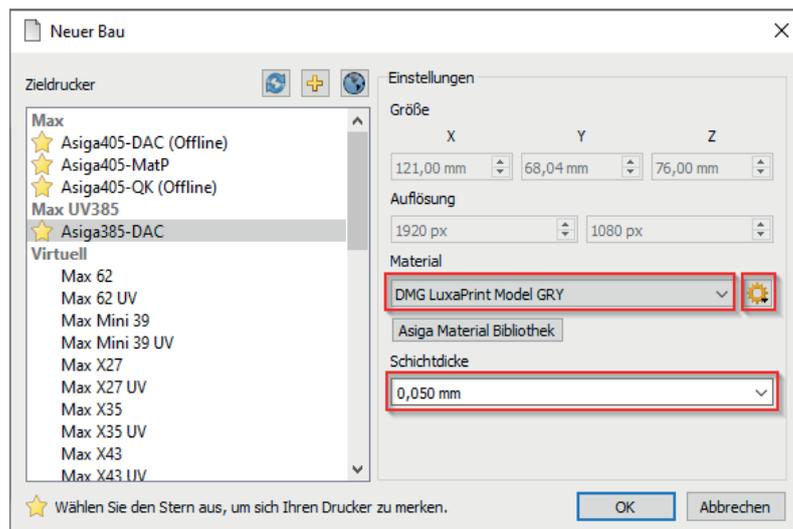
3.3. Asiga Composer für Asiga 3D-Drucker (z.B. Asiga MAX UV)

3.3.1. Material und Maschine wählen

Öffnen Sie die Asiga Composer Software und wählen Sie ein neues Projekt oder öffnen ein bereits gespeichertes Projekt. Wählen Sie Ihren Drucker und das Material **LuxaPrint Model (DMG)** in der entsprechenden Farbvariante sowie die gewünschte Schichtstärke (für Stumpfmodelle empfehlen wir 50 µm).

Falls Sie noch nicht mit dem Material gearbeitet haben, können Sie sich den Druckparameter auf der Asiga Website in Ihrem Account-Bereich in der Material Library herunterladen (myaccount.asiga.com/accounts) und über das Rädchen neben der Materialauswahl in die Composer Software importieren.

Material und Schichtstärkeauswahl im Asiga Composer



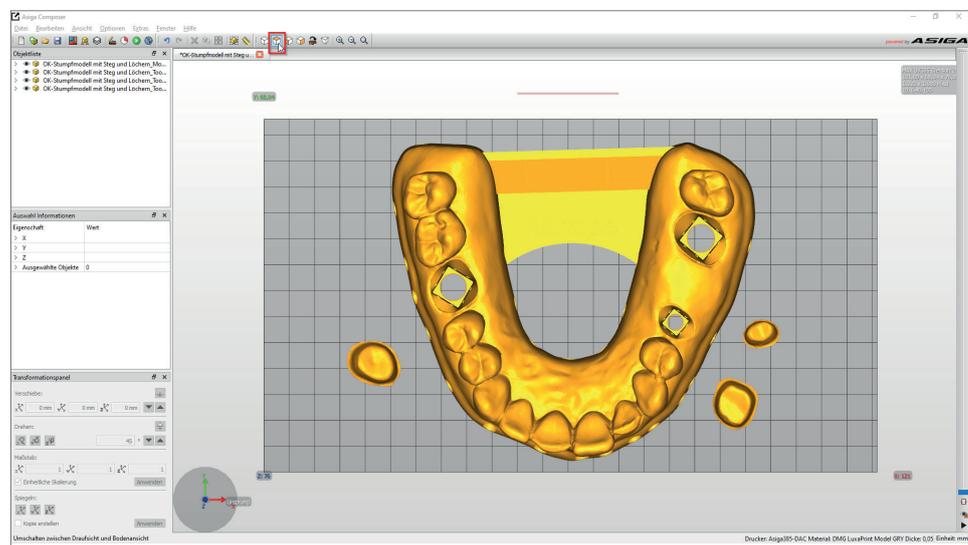
3.3.2. STL-Dateien importieren

Importieren Sie das zuvor erstellte Modelldesign in den Asiga Composer. Ziehen Sie dazu die Dateien einfach per Drag-and-Drop in die 3D-Ansicht der Software oder wählen den Menüpunkt **Füge Objekte hinzu ...**. Sie können mehrere Dateien gleichzeitig importieren (z.B. Modell und Stümpfe), indem Sie alle Dateien markieren und in die Software ziehen.

3.3.3. Ausrichtung der Modelle und Stümpfe im Bauraum

Ordnen Sie zunächst alle Ihre Objekte auf der Bauplattform an. Achten Sie im Composer darauf, dass Sie dies nur in der Ansicht von oben durchführen, damit die Objekte mit der Unterseite auf der Bauplattform bleiben.

Ausrichtung des Modells im Asiga Composer aus der Ansicht von oben



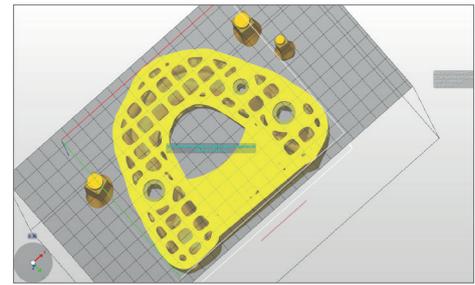
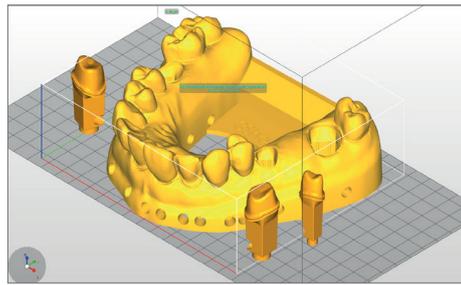
In der Regel werden Modelle und Stümpfe bereits in der richtigen Orientierung in die Software geladen, daher ist eine Drehung der Objekte in den meisten Fällen nicht erforderlich. Prüfen Sie trotzdem aus der Vorder- oder Seitenansicht, ob alle Objekte auf der Bauplattform aufliegen.

Die Funktion **Drehen der Facette nach unten** (Im Transformationspanel links unten bei der Drehen-Funktion) kann hilfreich bei der Orientierung von verdrehten Objekten sein. Nach dem Anwählen des betreffenden Objektes wählen Sie die o.g. Funktion und klicken auf die Oberfläche, die in Kontakt mit der Bauplattform stehen soll (in der Regel die Unterseite des Modells). Das Objekt orientiert sich nun selbständig und sollte mit der gewählten Ebene nun auf der Bauplattform aufliegen.

Verfahren Sie mit den Stümpfen auf die gleiche Weise wie mit dem Modell. In der Regel stehen die Stümpfe bereits nach dem Import aufrecht auf der Bauplattform. Sollte dies nicht der Fall sein, können Sie auch hier die **Drehen der Facette nach unten** Funktion nutzen.

Schließlich sollten Sie sich durch einen Blick von unten vergewissern, dass alle Objekte eine ausreichende Auflagefläche auf der Bauplattform haben.

Die Kontaktfläche zur Bauplattform wird farblich hervorgehoben.

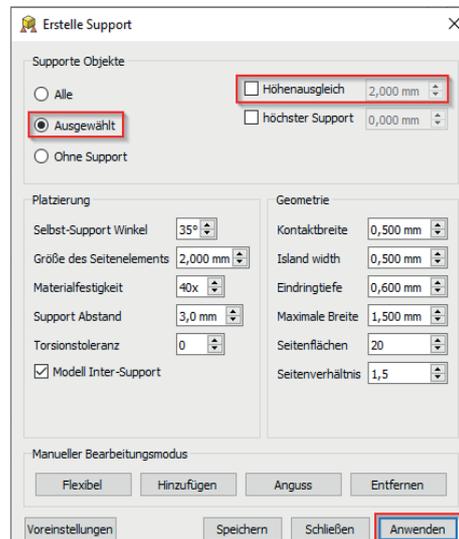


3.3.4. Stützstrukturen (Support) hinzufügen

Da die Modelle in der Regel direkt auf der Bauplattform gedruckt werden, ist das Hinzufügen von Stützstrukturen nicht zwingend erforderlich. Bei hohlen Modellen ist es trotzdem zu empfehlen, um die Stabilität im Druckprozess zu erhöhen und somit Fehldrucke zu vermeiden und hohe Genauigkeiten zu erzielen.

Wählen Sie zunächst das Modell bzw. die Modelle an (nicht die Stümpfe) und klicken Sie auf **Erstelle Support** in der Menüleiste. Wählen Sie im oberen Bereich des Supportfensters Supporte Objekte: **Ausgewählt** und deaktivieren Sie den Höhenausgleich. Alle anderen Optionen sind bereits auf das Material optimiert und müssen nicht verändert werden. Durch einen Klick auf **Anwenden** wird die Software die optimale Lage der Supportstrukturen berechnen und diese zwischen Modell und Bauplattform einfügen.

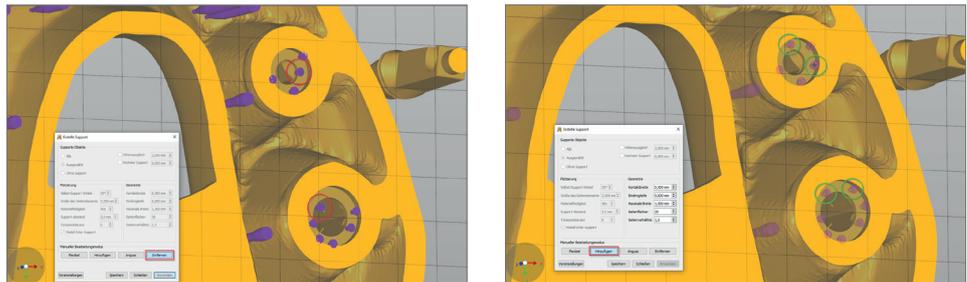
Supporteinstellungen im Composer



Bitte untersuchen Sie Ihr Modell auf fehlerhaft gesetzte Stützstrukturen. Für eine optimale Passung der Stümpfe stellen Sie sicher, dass sich keine Supportstäbe in den Stumpffächern befinden. Entfernen Sie bei Bedarf einzelne Supportstäbe und/oder fügen Sie welche hinzu.

Bild links:
Einzelne Supportstrukturen
entfernen

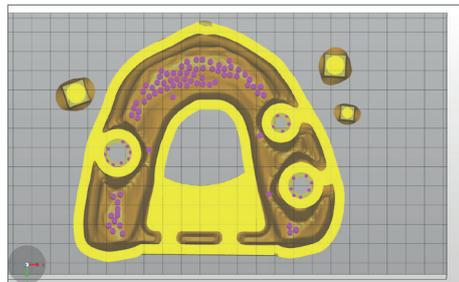
Bild rechts
Hinzufügen einzelner
Supportstrukturen



Die Zahnstümpfe benötigen keine Supportstrukturen, sofern sie mit den oben angegebenen Parametern erstellt wurden, da sie sicher auf einem kleinen Sockel (oder Pin) stehen.

Nach der Objektanordnung und -orientierung sowie der Supporterstellung sollte Ihr Modell inklusive Stümpfe in etwa wie folgt aussehen:

Kontrolle der Supportstrukturen und
Auflageflächen aus der Ansicht von
unten



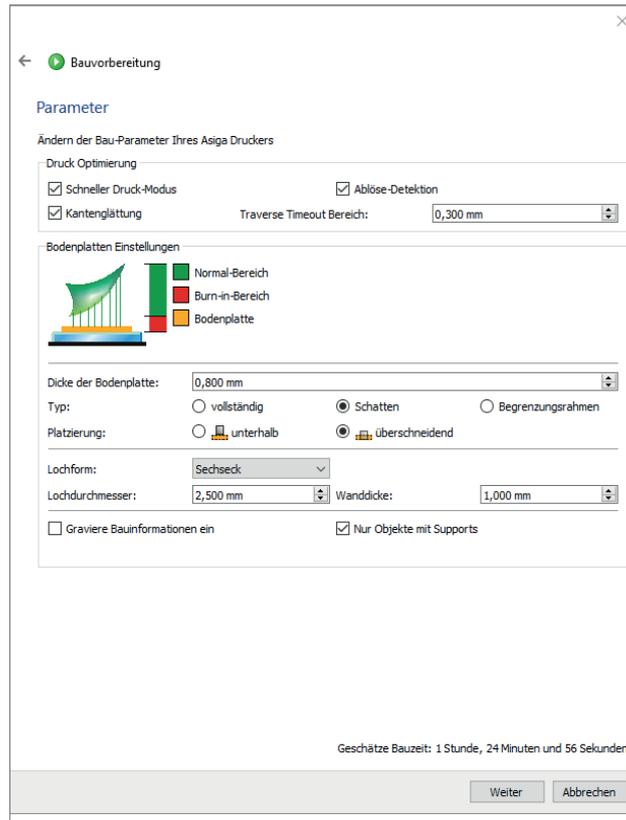
Die hellgelb hervorgehobenen Flächen zeigen die Kontakte mit der Bauplattform an. Das hier gezeigte Modell hat eine ausreichende Auflagefläche auf der Bauplattform und kann daher problemlos gedruckt werden.

3.3.5. Basisplatte hinzufügen und Druckjob an den Drucker senden

Eine Basisplatte sorgt für bessere Haftung an der Bauplattform und für mehr Stabilität im Sockelbereich des Modells. Beim Druck mit LuxaPrint Model sollten Sie immer eine Basisplatte verwenden.

Die Basisplatte wird bei Asiga unmittelbar vor dem Slicing erstellt. Klicken Sie auf **Bau** (das grüne **Play**-Symbol in der Menüleiste), um in den Build-Wizard zu gelangen. Hier können Sie zunächst Ihre Einstellungen nochmals überprüfen. Durch Klick auf **Weiter** gelangen Sie zu der Erstellung einer Basis- oder Bodenplatte. Nutzen Sie die in der Abbildung gezeigten Einstellungen, um nur das Modell und nicht die Stümpfe mit einer gelochten Basisplatte zu versehen.

Basisplatten-Einstellungen im Composer



Durch Klick auf **Weiter** können Sie die erweiterten Parameter kontrollieren und gelangen schließlich zu der Zusammenfassung. Hier müssen Sie Ihrem Druckjob einen passenden Titel geben, um ihn dann an den Asiga 3D-Drucker zu senden. Sie können sich außerdem die einzelnen Druckschichten als Schwarz-Weiß-Darstellung anzeigen lassen und so Ihren Druckjob abschließend überprüfen.

Druckvorschau im Composer





4. Druck

≥ 1 min.



4.1. Material schütteln

LuxaPrint Model (DMG) sollte vor Verwendung mindestens 1 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 falsche Materialangaben in der Software erkennen und wird Sie ggf. warnen (unterstützt von DMG 3Demax/DMG 3Delite (DMG), D30/D20+/D20+ cartridge/D10+ (Rapidshape), P20+/P10+ capsule (Straumann)).



PRAXIS-TIPP

Wenn das passende LuxaPrint Model Material über Nacht oder über einen längeren Zeitraum in der Materialwanne des Druckers gelagert wurde, muss es aufgemischt werden. Hierzu verwenden Sie am besten eine Rakel, einen Spatel oder Schaber aus Silikon, um die Materialwanne nicht zu beschädigen.

4.3. Material einfüllen

Füllen Sie LuxaPrint Model Material 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 Modelle nach Fertigstellung des Druckprozesses optimalerweise noch etwa 10 Minuten im Drucker hängen, damit flüssiges Harz abtropfen kann. So sparen Sie Material und Reinigungsaufwand.

PRAXIS-TIPP

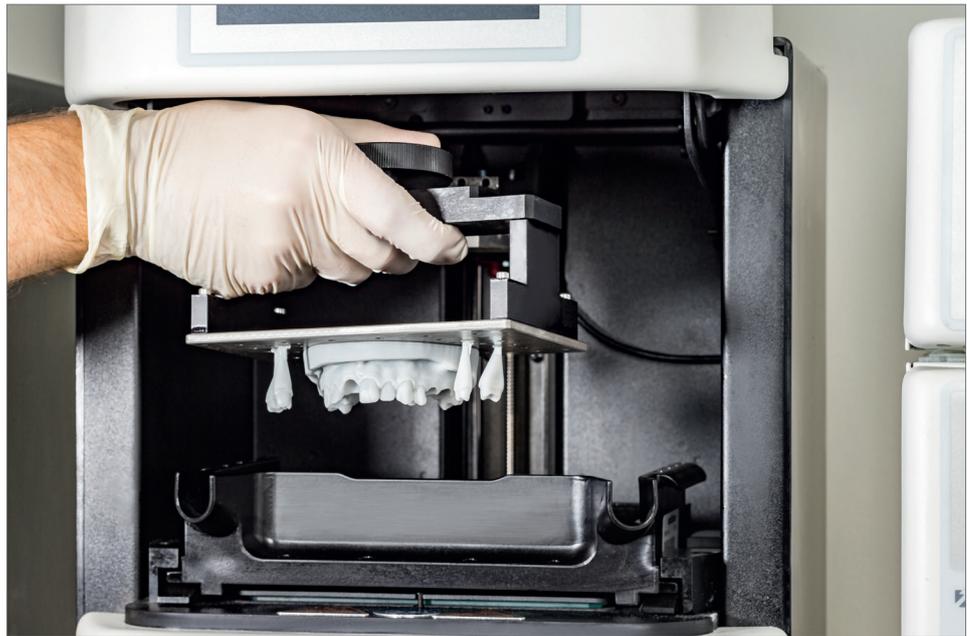
Nutzen Sie den Abtropfphasen, damit das flüssige Harz noch schneller und gründlicher von Ihren Druckobjekten abtropfen kann. So sparen Sie Druckmaterial und müssen seltener das Isopropanol Ihres Reinigungsgerätes wechseln.



Der Abtropfphase zum selbst drucken kann direkt von der DentaMile Website heruntergeladen werden <https://www.dentamile.com/de/news/detail/ostern-ist-vorbei-aber-der-abtropfphase-leistet-immer-gute-hilfe>



Entnahme der gedruckten Modelle aus dem 3Demax



5.2. Teile von der Bauplattform lösen

Lösen Sie die gedruckten Objekte vorsichtig von der Bauplattform. Verwenden Sie dafür einen dem Drucker beiliegenden Spachtel, ein Cutter-Messer, einen Rasierklingschaber oder ein vergleichbares Werkzeug. Schieben Sie die Klinge möglichst flach zwischen Bauplattform und Objekt. Das Objekt sollte sich langsam, aber sicher von der Bauplattform lösen.

ACHTUNG!

Seien Sie vorsichtig bei der Verwendung von Rasierklingen, Cutter-Messern oder anderen scharfen Klingen. Schneiden Sie niemals in Richtung der eigenen Hand oder des eigenen Körpers!

Beim DentaMile Desk MC-5 können Modelle schnell und einfach von der Bauplattform entfernt werden, indem die magnetische Platte von der Bauplattform gelöst und leicht gebogen wird.

Einige Modelle lassen sich nicht einfach von der Bauplattform lösen. In dem Fall können Sie einen Spachtel an Objekt und Bauplattform anlegen und vorsichtig mit einem Hammer auf den Griff schlagen. Das Modell sollte sich so problemlos von der Bauplattform lösen lassen.

Lösen der Objekte von der Bauplattform



PRAXIS-TIPP

Ein längerer Kontakt mit den Reinigungsmitteln kann die Genauigkeit der Objekte sowie deren mechanische Eigenschaften beeinflussen. Bitte halten Sie sich an die hier angegebenen Zeiten und entnehmen Sie die Teile möglichst unmittelbar nach der Reinigung aus den Geräten.

5.3. Reinigung

Die dentalen Modelle 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 Reinigungsoptionen (s. Einleitung).

5.3.1. DMG 3Dewash (oder RS wash/P wash)

Legen Sie Ihre gedruckten Teile einfach in die Reinigungskammer der 3Dewash und wählen das Programm für LuxaPrint Model bzw. den passenden Druckjob (erfordert Intelligent Connectivity) aus. Die Stümpfe sollten Sie in dem mitgelieferten Körbchen reinigen, damit sie nicht durch das Gitter im Geräteboden rutschen und die Propeller stören. Die Reinigung sollte mit Isopropanol (ca. 99 %) erfolgen.

Lösen der Objekte von der Bauplattform



5.3.2. DMG DentaMile Wash MC

Legen Sie die gedruckten Modelle und Stümpfe in die Reinigungskammer der DentaMile Wash MC. Kleine Stümpfe sollten in einem Sieb gereinigt werden, damit diese nicht in die Zwischenräume des Reinigungseinsatzes gelangen.

Wählen Sie das Reinigungsprogramm **Low** und stellen Sie den Timer auf 5 Minuten für eine gründliche Reinigung der Druckobjekte.

PRAXIS-TIPP

Nach einigen Reinigungsvorgängen wird auch das saubere Reinigungsbad verschmutzen 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.

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 für die Vorreinigung (maximal 3 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 2 Minuten).

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

5.3.4. Abschließende Prüfung

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

Trocknen eines Modells mit ölfreier Druckluft



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

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

PRAXIS-TIPP

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

5.4. Nachbelichtung

Die richtige Nachbelichtung der gedruckten Teile ist wichtig, um Modelle mit optimalen mechanischen Eigenschaften sowie einer perfekten Stumpfpassung und Maßhaltigkeit zu erhalten. Achten Sie daher stets auf die korrekten Nachbelichtungseinstellungen und halten Sie sich exakt an die Vorgaben. Bitte nutzen Sie die in der Einleitung angegebenen für Ihr Drucksystem passenden und validierten Nachbelichtungsgeräte.

Legen Sie Ihre gedruckten und gereinigten Objekte niemals übereinander in die Nachbelichtungsgeräte, lassen Sie ausreichend Platz und achten Sie darauf, dass die Teile von allen Seiten Licht bekommen.

Lassen Sie die Objekte nach der Nachbelichtung 5-10 Minuten abkühlen. Aufgrund der Konstruktionsweise der Modelle und Stümpfe ist keine weitere Nachbearbeitung nötig und Sie können die Teile sofort verwenden.

Nachbelichtung in der 3Decure



5.4.1. DMG 3Decure (oder RS cure/P cure)

Legen Sie Ihre Druckobjekte in die dafür vorgesehene Kammer des Belichtungsgerätes und wählen Sie das Programm für Ihre gewählte Farbvariante von LuxaPrint Model (DMG) bzw. den passenden Druckjob (erfordert Intelligent Connectivity) aus.

5.4.2. DMG DentaMile Cure MC

Legen Sie Ihre Druckobjekte in die Belichtungskammer der DentaMile Cure MC und wählen Sie das Programm für Ihre gewählte Farbvariante von LuxaPrint Model (DMG).

5.4.3. Otoflash / Heraflash / HiLite Power3D

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

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

5.5. Stumpfpassung für Modelle mit herausnehmbaren Stümpfen

Nachdem Sie nun den vollständigen, digitalen und validierten DMG Workflow angewandt haben, sollten Sie ein Modell mit optimal passgenauen Stümpfen erhalten haben.

Aufgrund der Individualität der hergestellten Modelle, persönliche Anpassungen an das Modelldesign, geringe Variationen im Workflow oder Verwendung von anderen Druck-, Reinigungs- oder Nachbelichtungsgeräten kann es passieren, dass auch mit den von uns geprüften Einstellungen Stümpfe zu viel Spiel in den Stumpffächern haben, oder nicht in die vorgesehenen Stumpffächer passen. In diesem Kapitel finden Sie einige Tipps, wie sie mit nicht passenden Stümpfen umgehen können.

5.5.1. Das Stumpffach ist minimal zu eng, der Stumpf passt nicht oder nur mit viel Kraft in das Stumpffach

Sie können übliche Trenn- oder Gleitmittel verwenden, um den Stumpf in das Stumpffach zu drücken. Nach wenigen Einsteck- und Entnahmevorgängen sollte der Stumpf eine gute Passung aufweisen.

Überprüfen Sie sowohl Stumpf als auch das Fach auf mögliche Defekte aus dem Druckprozess, oder Harzreste, die nicht vollständig durch die Reinigung entfernt worden sind.

5.5.3. Ein einzelner Stumpf sitzt zu locker oder zu fest, während die anderen Stümpfe eine gute Passung aufweisen

exocad:

Im Expertenmodus des Model-Builders gibt es die Funktion **dynamische Spaltbreite**. Hier können Sie definieren, dass Stümpfe ab einer bestimmten Größe eine andere Spaltbreite besitzen als die restlichen Stümpfe. Mit dieser Funktion ist es in der Regel möglich, alle Stümpfe auf eine optimale Passung einzustellen. Die Einstellungen sollten auch hier für alle Modelle gelten, die nach demselben Workflow hergestellt werden.

Andere Konstruktionsprogramme (z.B. 3Shape):

Überlegen Sie, ob mit einer geänderten Spaltbreite eine ausreichende Passung aller Stümpfe möglich ist. Wenn z.B. ein kleiner Stumpf zu fest sitzt, während die größeren Stümpfe gut passen, kann mit einer minimal größeren Spaltbreite auch der kleine Stumpf passend gemacht werden, während die größeren Stümpfe noch immer in die Stumpffächer passen.

Falls die Stumpfpassung nach wie vor problematisch ist, überlegen Sie, ob ein Modell mit festen Stümpfen und separaten Stümpfen zum Anfertigen der restaurativen Arbeiten (s. Praxis-Tipp unter 2.1.1.) für Ihre Anwendung in Frage kommt. Auf diese Weise ist die Stumpfpassung nicht relevant und Sie erhalten in jedem Druck ein optimales und passgenaues Modell.

6. Validierte Passgenauigkeit

In unserem Digitalen Anwendungszentrum wird die Passgenauigkeit all unserer Materialien und Workflows nach einem festgelegten Validierungsprozess eingestellt, überprüft und bewertet. Jeder Workflow muss strenge Kriterien erfüllen, die für jede Anwendung individuell und nach klinischer Relevanz und Anwendbarkeit erarbeitet wurden.

Die klinischen Akzeptanzgrenzen für die Genauigkeit von dentalen Modellen richten sich nach den darauf hergestellten restaurativen oder kieferorthopädischen Arbeiten.

Für Restaurationen gibt es einen allgemeinen Konsens, dass die Größe des Randspaltes für den klinischen Erfolg der Arbeiten ausschlaggebend ist. In zahlreichen Laborstudien werden unterschiedliche Untersuchungsmethoden vorgestellt, die unter anderem Silikonabformungen der Randspalte licht- oder rasterelektronenmikroskopisch untersuchen [1, 2] oder vollständige Restaurationen in Scheiben zerteilen [3]. Klinische Methoden beschränken sich in der Regel auf haptische Überprüfungen z. B. mittels einer Zahnsonde [4] oder radiographische Untersuchungen [5]. Die klinischen Akzeptanzgrenzen für den Randspalt von Restaurationen liegen in den meisten Fällen zwischen 50 und 100 μm [6, 7, 8]. Das Ziel für die lokale Genauigkeit eines 3D-gedruckten Zahnstumpfs liegt daher bei einer maximalen Abweichung von 50 μm bzw. einer mittleren Abweichung von maximal 20 μm .

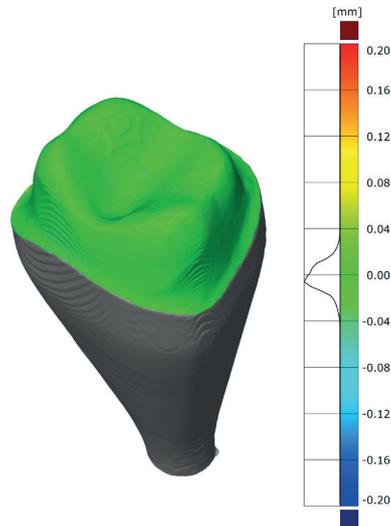
Die Anforderung an die globale Genauigkeit gedruckter Modelle ist maßgeblich abhängig von der klinischen Akzeptanz darauf gefertigter kieferorthopädischer Arbeiten wie tiefgezogene Aufbisschienen oder Zahnspangen. In einer aktuellen Studie ist Spies [9] zu dem Schluss gekommen, dass mittlere Abweichungen von bis zu 174 μm bezogen auf die Passfläche von Aufbisschienen klinisch akzeptabel sind. Herkömmlich hergestellte Schienen weisen mit mittleren Abweichungen von 42 μm allerdings deutlich geringere Differenzen auf. Das Ziel für die globale Wiedergabegenauigkeit von 3D-gedruckten Modellen nach dem DMG validated Workflow liegt daher bei mittleren Abweichungen von 50 μm bzw. maximal zulässigen Abweichungen von 150 μm auf mindestens 80% der Fläche.

Für die Genauigkeitsanalyse unseres Workflows wird das gedruckte Modell mittels 3D-Scanner erfasst und die Fläche mit der digitalen Ausgangsdatei verglichen. Für restaurative Arbeiten wird dabei ein einzelner Zahnstumpf inklusive Präparationsgrenze bewertet, für die globale Genauigkeit wird die gesamte, relevante Fläche des Modells miteinbezogen.

Das hier gezeigte Modell wurde mit dem DMG validated Workflow unter Verwendung von LuxaPrint Model Material, DMG 3Demax Drucker (50 μm Schichtstärke), DMG 3Dewash Reinigungseinheit und DMG 3Decure Nachbelichtungseinheit hergestellt.

6.1. Herausnehmbarer Zahnstumpf (lokale Genauigkeit)

Stumpfgenaugigkeit



	Ziel	Ergebnis
Mittlere Abweichung	20 µm	9 µm
Max. Abweichung (80%-Quantil)	50 µm	14 µm

6.2. Vollständiges Modell (globale Genauigkeit)

Modellgenauigkeit



	Ziel	Ergebnis
Mittlere Abweichung	50 µm	41 µm
Max. Abweichung (80%-Quantil)	150 µm	65 µm

Die Ergebnisse der Genauigkeitsanalyse zeigen, dass die erhaltenen Druckobjekte im Bereich der klinischen Akzeptanz liegen und die gesetzten Ziele deutlich erfüllen oder übertreffen. Die gedruckten Modelle können demnach für viele restaurative oder kieferorthopädische Anwendungen eingesetzt werden und klassische Gipsmodelle in vielen Fällen ersetzen.

6.3. Literaturnachweis

- [1] Diedrich P, Erpenstein H: Rasterelektronenmikroskopische Randspaltanalyse von in vivo eingegliederten Stufenkronen und Inlays. Schweiz Monatsschr Zahnmed 1985, 95: 575-586
- [2] Groten M, Girthofer S, Pröbster L: Marginal fit consistency of copy-milled all-ceramic crowns during fabrication by light and scanning electron microscopic analysis in vitro. J Oral Rehabil 1997, 24: 871-81
- [3] Boening KW, Walter MH, Reppel P-D: Non-cast titanium restorations in fixed Prosthodontics. J Oral Rehabil 1992, 19: 281-287
- [4] Rappold AP, Ripps AH, Ireland EJ. Explorer sharpness as related to margin evaluations. Oper Dent. 1992 Jan-Feb; 17(1): 2-6.
- [5] Sharkey S, Kelly A, Houston F, O'Sullivan M, Quinn F, O'Connell B. A radiographic analysis of implant component misfit. Int J Oral Maxillofac Implants. 2011 Jul-Aug; 26(4): 807-15.
- [6] Dreyer Jørgensen K: Prüfungsergebnisse zahnärztlicher Gussverfahren. Dt.Zahnärztl. Z. 1958, 7: 461-469
- [7] Spiekermann H: Marginale Passform. Dt.Zahnärztl. Z. 1986, 41: 1015-1019
- [8] Pameijer JH, Westermann W: Von der erreichbaren Genauigkeit festsitzender Restaurationen. ZWR 1982, 91 (10): 46-49
- [9] Wesemann C, Spies BC, Schaefer D: Accuracy and its impact on fit of injection molded, milled and additively manufactured occlusal splints. J. Mech. Behav. Biomed. Mater. 2021, 114