

Renfert

making work easy



Il modello digitale:

Il futuro dell'efficiente realizzazione di modelli nell'ortodonzia

Indice

Il futuro dell'efficiente realizzazione di modelli nell'ortodonzia _____	Pag. 3
La realizzazione digitale di modelli – da CAI a CAD fino a CAM _____	Pag. 4
Vantaggi del modello digitale _____	Pag. 6
Catena di investimenti: il processo di lavoro digitale _____	Pag. 7
Processo di stampa 3D di modelli _____	Pag. 9
Stampa a resina a confronto con stampa a filamento _____	Pag. 10
Stampanti a filamento per l'ortodonzia _____	Pag. 13
Prospetto generale del processo di lavoro: stampa a filamento con SIMPLEX _____	Pag. 14

Renfert GmbH

Untere Giesswiesen 2
78247 Hilzingen

Tel. +49 (0) 77 31 82 08-0
Fax +49 (0) 77 31 82 08-70

www.renfert.com

Il futuro dell'efficiente realizzazione di modelli nell'ortodonzia

I processi digitali stanno conquistando l'odontoiatria. Anche in ortodonzia vengono utilizzate sempre più spesso procedure digitali, ad esempio nella diagnostica e pianificazione e nella fabbricazione di apparecchi o ferule. Il modello fisico resta indispensabile. Ma come si crea un modello di alta qualità nel processo di lavoro digitale in modo efficiente e allo stesso tempo ecologico? Il white paper degli esperti fornisce le risposte.

L'integrazione dei processi digitali nella pratica ortodontica quotidiana presenta molti vantaggi. Con l'aiuto dei processi digitali, la terapia diventa più veloce, più precisa e più confortevole. Diagnostica, pianificazione e risultati possono essere simulati e ottimizzati al computer. I processi di lavoro diventano più efficienti; il risparmio di tempo si traduce in un vantaggio economico. Ma cosa significa questo per lo studio e il laboratorio ortodontico? Come può avvenire il primo approccio alla digitalizzazione?

Per l'approccio all'ortodonzia digitale è necessario innanzitutto considerare gli aspetti di base: acquisizione dati (CAI), elaborazione dati (CAD), produzione (CAM). Su questa base possono essere prese decisioni di investimento ben ponderate.

La realizzazione digitale di modelli – da CAI a CAD fino a CAM

I processi digitali in ortodonzia non sono nuovi. Il software dedicato consente da lungo tempo la diagnostica virtuale e la pianificazione della terapia. Ciò che è cambiato è il potenziale dei moderni scanner intraorali. Gli scanner intraorali hanno portato a un enorme impulso all'innovazione e stanno cambiando le regole del gioco nell'ortodonzia digitale.

È indubbio che alcuni studi adottano le possibilità di digitalizzazione anche senza un proprio scanner intraorale, utilizzando ad esempio

- ☑ lo scanner per impronte (digitalizzazione dell'impronta convenzionale),
- ☑ lo scanner da tavolo (digitalizzazione del modello in gesso),
- ☑ l'outsourcing (modello in gesso a fornitore di servizi esterno).

Queste opzioni portano tuttavia al modello digitale solo attraverso un percorso indiretto, connesso a una deviazione. Lo scanner intraorale è una vera chiave di accesso al mondo digitale. L'intero processo di lavoro ortodontico può essere mappato solo digitalmente con la diretta acquisizione digitale dei dati. Senza una deviazione complessa in termini di tempo e sensibile agli errori, il preciso* record di dati del modello digitale viene creato dal cavo orale del paziente.

*Studi attuali mostrano che sia il rilevamento dell'accuratezza regionale che l'accuratezza di una scansione ortodontica completa con i moderni scanner intraorali sono almeno equivalenti alla procedura convenzionale.

Modello digitale = modello virtuale nel software CAD (formato STL)

Modello fisico = modello ortodontico tangibile sulla postazione di lavoro

Realizzazione digitale del modello = realizzazione CAM del modello
(stampa 3D, fresatura CAM)

Il risultato della scansione intraorale è l'impronta digitale (**Computer-Aided Impressioning (CAI)**) che viene utilizzata nel software per il lavoro successivo (**Computer-Aided Design (CAD)**). Un modello fisico è necessario per molte indicazioni. Anch'esso viene prodotto all'interno del processo di lavoro digitale (**Computer Aided Manufacturing (CAM)**). Uno studio o un laboratorio ortodontico può arrivare al modello fisico in diversi modi. Mentre la realizzazione sottrattiva (fresatura CAM del modello) è pochissimo utilizzata a causa dell'elevato tempo e denaro necessari, si è affermata la stampa 3D. Le comuni strade percorse per la realizzazione digitale di modelli sono:

- ☑ realizzazione additiva nello studio o nel laboratorio (stampa 3D del modello)
- ☑ outsourcing (spedizione a fornitore di servizi esterno)

Per il modello ortodontico realizzato digitalmente si applicano gli stessi consueti elevati standard: rappresentazione precisa dei denti, della cresta alveolare, della base della mascella, della piega e della gengiva nella mascella superiore e inferiore.

A differenza della fresatura, la stampa 3D dei modelli è molto economica. Solo da quando è stata introdotta questa tecnologia è disponibile una vera alternativa alla realizzazione analogica di modelli. L'investimento nella stampante è generalmente minore, si consuma meno materiale e i tempi di produzione sono più brevi. Come svantaggio, spesso vengono menzionati i costi e i tempi aggiuntivi dovuti alla post-elaborazione (lavorazione finale) che si presentano con alcune tecnologie di stampa (DLP, SLA). È quindi importante confrontare le varie tecniche di stampa 3D e scegliere il metodo migliore per scopi ortodontici. Ad esempio, con la stampa a filamento (processo FDM/FFF) non è necessaria la finitura del manufatto.

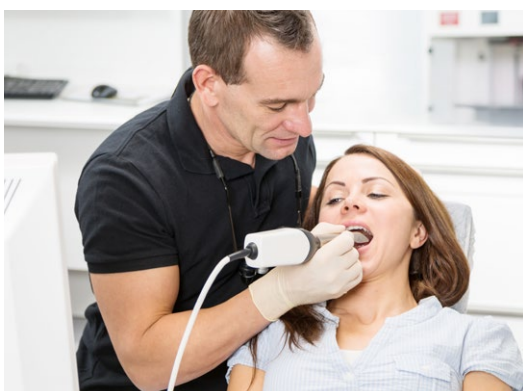
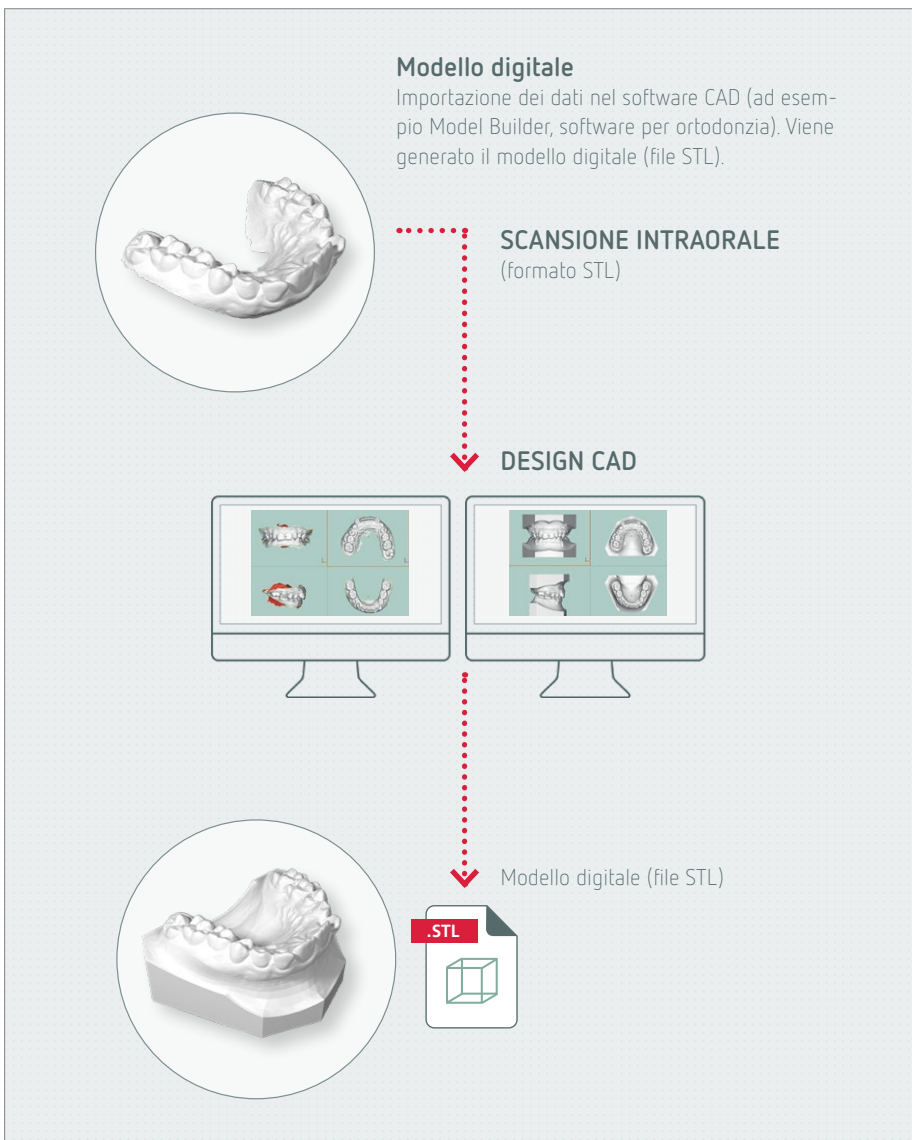


Fig. 1. Digitalizzazione tramite scanner intraorale
Fig. 2. Modello ortodontico realizzato digitalmente

Vantaggi del modello digitale

I vantaggi di un modello digitale (record di dati STL) sono principalmente: risparmio di tempo, di risorse, di costi e di spazio, pianificazione esatta, riproducibilità. La realizzazione del modello nel software richiede solo pochi clic. Poi il modello virtuale può essere valutato e preparato a tutti i livelli. Il software analizza lo stato del paziente e pianifica il trattamento ortodontico. Che si tratti di misurare la grandezza e la posizione dei denti o di creare il set-up: gli strumenti digitali forniscono un utile supporto. Gli scenari di trattamento possono essere simulati in modo semplice. Un altro vantaggio: il modello digitale può essere archiviato risparmiando spazio. Il record di dati viene salvato digitalmente. Un suo successivo richiamo è possibile in qualsiasi momento richiamando i dati del paziente. Se necessario, viene prodotto anche un modello fisico.



Catena di investimenti: il processo di lavoro digitale

Se si considera il processo di lavoro digitale in ortodonzia, è necessario distinguere tra diverse fasi, che formano idealmente un'unità adottando interfacce coordinate.

1. Record di dati dal CAI
2. Software Model Builder CAD
3. Software di slicing CAM
4. Apparecchio di riproduzione (stampante 3D)

1. Scanner intraorale: acquisizione dei dati della superficie

La scansione della superficie della situazione orale viene eseguita con lo scanner intraorale*. I dati vengono solitamente archiviati in formato STL (Standard Triangulation/Tesselation Language come formato standard di molti sistemi CAD). Tramite un'interfaccia, questi dati possono essere importati nel software CAD (software di pianificazione ortodontica o software Model Builder).

*Gli scanner intraorali sono disponibili in un'ampia fascia di prezzo. Il confronto vale la pena. L'attenzione non dovrebbe essere rivolta solo al prezzo, ma anche alla gamma di opzioni offerta. Molti scanner intraorali sono da tempo molto più di un semplice strumento per acquisire i dati dell'impronta! Per l'ortodonzia si aprono prospettive completamente nuove.

2. Model Builder: generazione del modello digitale

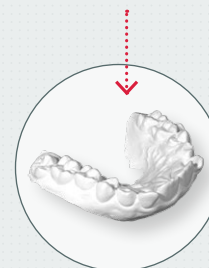
Con l'ausilio di speciali applicazioni software, il modello digitale viene creato in pochi passaggi. Nel modulo Model Builder*, le fasi di lavoro di base per la realizzazione del modello vengono generalmente eseguite automaticamente (ad esempio zoccolo, raddrizzamento, squadratura, allineamento del piano occlusale, ecc.).

*Model Builder: questa applicazione può essere integrata nel pacchetto software CAD o aggiunta opzionalmente. In alternativa, è disponibile software autonomo.

1.



Scanner intraorale



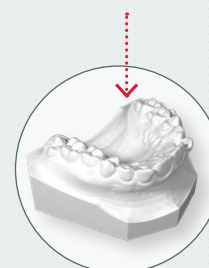
Record di dati digitale



2.



Applicazione software



Modello digitale



3. Software di slicing CAM: preparazione della stampa del modello

In molte situazioni, oltre al modello digitale è necessario un modello fisico, ad esempio:

- ☑ Realizzazione di allineatori
- ☑ Modello di pianificazione
- ☑ Modello di diagnostica
- ☑ Modello di lavoro

La stampa 3D è il metodo preferito per produrre un modello preciso dai dati digitali. Economica, ecologica (a seconda del processo di stampa), precisa, rapida e semplice: ecco i vantaggi della stampa di modelli. Per stampare il modello digitale, il record di dati deve essere importato in un software di slicing*. Ciò funziona senza problemi tramite interfacce coordinate e quasi in modo inosservato dall'utilizzatore. Il software di slicing prepara il modello digitale per la stampa. Come si capisce già dal nome (slicing, letteralmente affettare), il software suddivide il modello digitale in singoli strati o fette. La stampante viene "alimentata" con i dati sottoposti a slicing (codice G).

*Software di slicing: spesso il software è integrato nel sistema di stampa 3D. In alternativa, è disponibile software autonomo. Sono importanti la facilità d'uso, la rappresentazione senza errori dei dati STL, il rapido calcolo dei dati e del materiale e il coordinamento specifico della stampante.

Il record di dati per la stampante 3D viene generato nel software di slicing. Il software di slicing fa parte del sistema di stampante 3D (ad esempio il sistema di stampante 3D a filamento SIMPLEX di Renfert) e semplifica notevolmente il lavoro. Il coordinamento individuale tra software, filamento e stampante garantisce risultati ottimali, in quanto la funzionalità del software di slicing è determinante per il risultato di stampa e la gestione del sistema. Per i neofiti è ideale un software che controlla il processo di stampa da solo tramite automatismi.

4. Apparecchio di riproduzione: stampante 3D

Il record di dati per la stampante 3D viene generato nel software di slicing. Stampa 3D ≠ stampa 3D: Le differenze fondamentali tra le tecnologie di stampa 3D sono cruciali per la scelta della stampante giusta.

3.



Software di slicing



Codice G

Il codice G integra tutte le informazioni necessarie per la stampa 3D

4.



Stampante a filamento
(ad esempio stampante a filamento)



Modelli pronti



Processo di stampa 3D di modelli

La produzione additiva (stampa 3D) comprende una serie di processi diversi. Il materiale viene applicato strato per strato o il materiale in polvere viene fuso tramite laser. Il risultato è l'oggetto tridimensionale. Anche per le applicazioni dentali esiste anche un gran numero di stampanti 3D con diversi processi di stampa. Sono comuni, ad esempio:

- ☑ Stereolitografia (SLA)
- ☑ Digital Light Processing (DLP)
- ☑ Stampa a filamento / estrusione (FDM (= Fused Deposition Modelling)/FFF (= Fused Filament Fabrication))
- ☑ Sinterizzazione laser (SLM) (stampa di metallo)

Ciò che hanno in comune è che il modello viene costruito strato per strato. Attualmente sono comuni, ad esempio per molte applicazioni nel laboratorio odontotecnico, stampanti SLA **1** o DLP **2**. Il punto di partenza è un fotopolimero liquido, che solidifica dopo un certo tempo di esposizione. Nel processo di stereolitografia (SLA), la resina liquida viene polimerizzata in determinati punti utilizzando un raggio laser. La stampante DLP funziona invece con un proiettore DLP come sorgente di luce.

In entrambi questi processi (DLP, SLA), l'oggetto stampato (resina) deve essere pulito e polimerizzato esponendolo alla luce UV (post-processing complesso).

Una conveniente alternativa (ad esempio per i modelli ortodontici) sono le stampanti che funzionano con il processo FDM/FFF: le stampanti a filamento **3**. In esse il filamento (materiale termoplastico in forma di filo avvolto su un rotolo) viene riscaldato e applicato mediante un estrusore; il processo è simile a quello di una pistola per colla a caldo.

I modelli stampati con filamento non richiedono fasi di finitura. Sono completamente induriti e puliti già direttamente dopo la stampa.

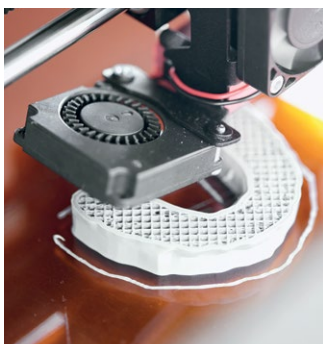
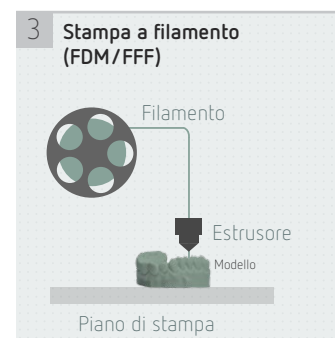
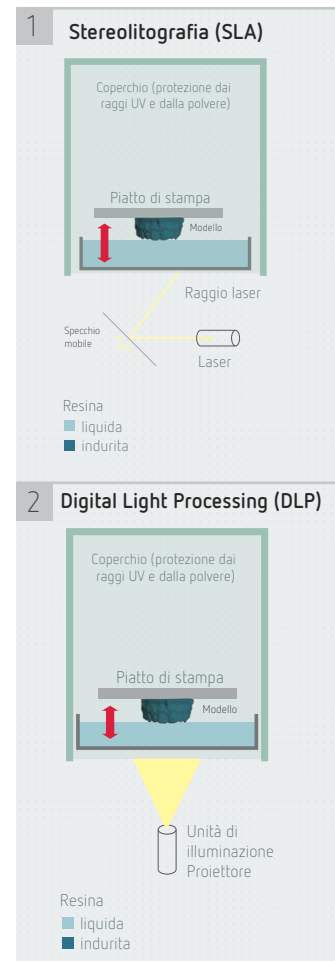


Fig. 3. Stampa a filamento (processo FDM/FFF)

Fig. 4. Modelli ortodontici pronti direttamente dopo la stampa



Stampa a resina a confronto con stampa a filamento

Dal confronto tra le stampanti a filamento (processo FDM/FFF) e le stampanti a resina (processo SLA / DLP) è chiaro che entrambe presentano vantaggi e svantaggi a seconda dell'applicazione. Se si considera la stampa del modello dentale (ad esempio modelli ortodontici), la stampante a filamento convince per i suoi vantaggi. Per comprendere meglio i pro e i contro, è utile gettare uno sguardo alla tecnologia della stampante, ai materiali e ad alcuni aspetti pratici.

Costi

La fascia di prezzo delle stampanti dentali è ampia. I prezzi vanno da 600 euro a 40.000 euro e oltre. Con un budget relativamente basso si possono acquistare stampanti a filamento con un buon equipaggiamento (ad esempio la SIMPLEX). A parte il materiale, non ci sono costi di gestione. Oggigiorno sono disponibili anche stampanti a resina a prezzo contenuto. Per esse si devono tuttavia sostenere costi aggiuntivi per l'apparecchio di pulizia e di fotopolimerizzazione.

- ☑ Stampanti a filamento (FDM/FFF):
acquisto e costi di gestione contenuti
- ☑ Stampanti a resina (SLA/DLP):
acquisto e costi di gestione sostenuti

Precisione

Entrambi i processi di stampa possono raggiungere un livello di precisione molto elevato per i modelli ortodontici, a seconda della stampante e dei parametri di stampa. La precisione di una stampante a filamento dipende, tra l'altro, dall'ugello (risoluzione degli strati fino a 50 µm). Gli ugelli di diametro più piccolo raggiungono una risoluzione/precisione molto elevata, come quella richiesta, ad esempio, per i modelli ortodontici.

- ☑ Stampa a filamento:
precisione elevata dei modelli e dei mezzi ausiliari
- ☑ Stampa a resina:
è possibile una precisione molto elevata

Materiale di stampa

Nel processo FDM/FFF, un filamento viene riscaldato e fuso in un estrusore e quindi stampato dall'ugello su un piano di stampa. Ci sono diversi materiali per il filamento. I filamenti sono spesso costituiti da PLA (acido polilattico) ottenuto da materie prime naturali rinnovabili ed è biodegradabile. Nella stampa a resina si lavora una resina liquida fotosensibile, spesso in una vaschetta del materiale. Nella stampa a resina è necessario prestare attenzione a non smaltire la resina liquida o parzialmente indurita nello scarico del lavandino o insieme ai rifiuti domestici. La resina sintetica liquida è classificata come rifiuto pericoloso e deve quindi essere smaltita correttamente.

- ☑ Filamenti:
spesso ottenuti da materie prime rinnovabili
- ☑ Resina:
resina sintetica fotoindurente, biologicamente problematica

Finitura*

Qui la stampante a filamento mostra tutti i suoi vantaggi. Gli oggetti stampati a resina devono essere sottoposti a post-processing: pulizia con isopropanolo (IPA) e fotopolimerizzazione. Nel frattempo sono disponibili anche liquidi per la pulizia non contenenti IPA, ma sono relativamente costosi. Con la stampa a filamento non è necessaria nessuna di queste operazioni di finitura.

- ☑ Stampa a filamento:
nessuna finitura
- ☑ Stampa a resina:
pulizia, fotopolimerizzazione

*La durata della stampa dipende, tra l'altro, dallo spessore degli strati. Strati più spessi consentono velocità più elevate con una minore risoluzione. Strati più sottili richiedono un tempo di stampa più lungo, ma offrono una risoluzione migliore.

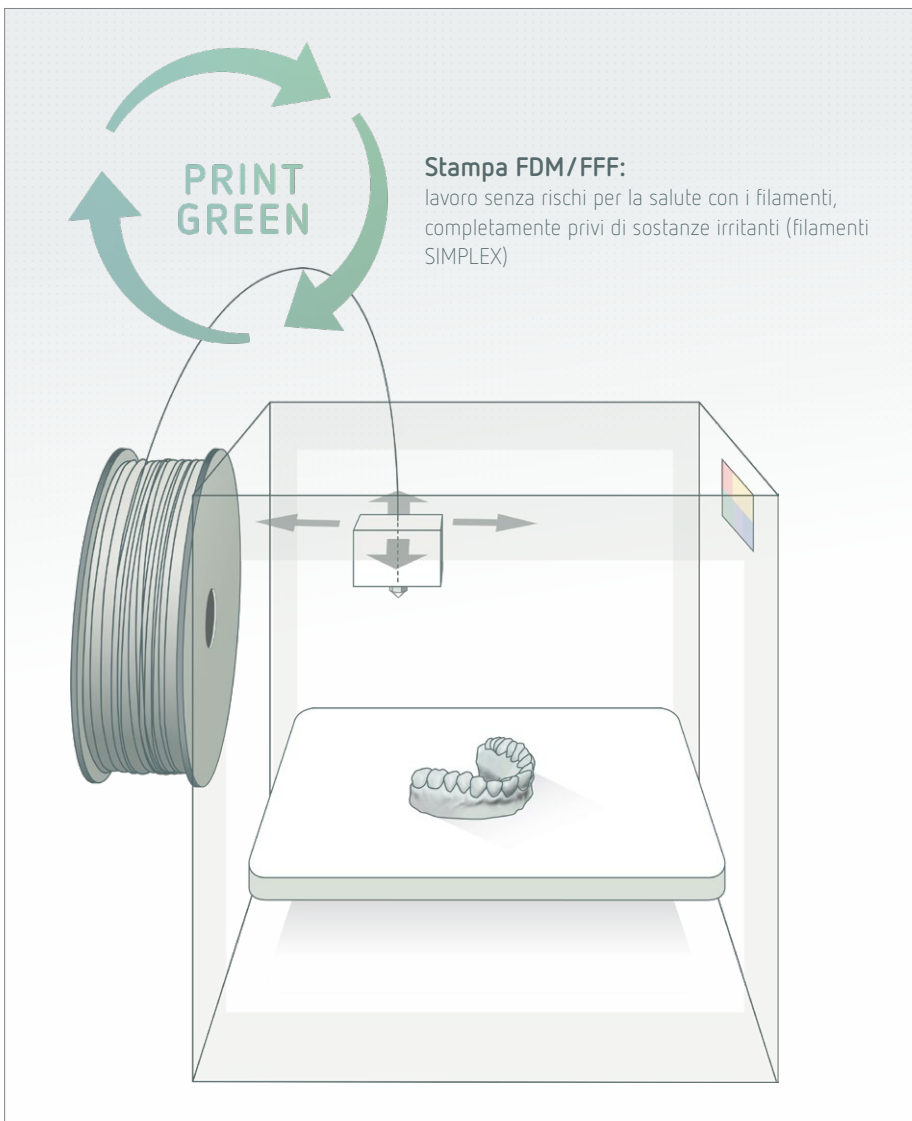


Fig. 5. Filamenti SIMPLEX: realizzati con materiali di alta qualità e innocui alla salute (prodotti in Germania), particolarmente adatti per la realizzazione di modelli ortodontici.

Odore e vapori

Le stampanti FDM/FFF che lavorano con filamenti PLA quasi non emettono vapori. Per le stampanti a resina la situazione è diversa. Esse emettono odori evidenti e vapori nocivi. Per questo, nella stampa a resina si consiglia di lavorare con una protezione delle vie respiratorie (dispositivi di protezione) e di indossare guanti in nitrile resistenti agli agenti chimici. Le resine sintetiche e i solventi possono causare irritazioni e reazioni allergiche cutanee. Gli oggetti stampati in resina vengono inoltre puliti con isopropanolo e anche durante questa fase vengono rilasciati vapori. A seconda del filamento utilizzato, la stampa a filamento non produce invece sostanze nocive.

- ☑ Stampa a filamento:
lavoro senza rischi per la salute con filamenti completamente privi di sostanze irritanti (filamenti SIMPLEX)
- ☑ Stampa a resina:
formazione di odori sgradevoli e chimici durante la stampa e la pulizia (principalmente isopropanolo). Non del tutto innocui per la salute.



Stampanti a filamento per l'ortodonzia

Le stampanti a filamento progettate appositamente per applicazioni dentali, ad esempio la SIMPLEX di Renfert, offrono molti vantaggi. Parlare di "soltanto" una stampante 3D sarebbe un modesto eufemismo. Si tratta di un sistema di stampante 3D a filamento per ortodonzia con software di slicing coordinato, filamenti specifici per modelli ortodontici e una precisa stampante. Il tutto è coordinato con la specifica indicazione (ad esempio modello di allineatori). I parametri preimpostati nel software garantiscono un grande praticità e un uso intuitivo.

Uso semplice

La SIMPLEX rende facile e conveniente iniziare con la tecnologia di stampa 3D. "Plug & Print" senza conoscenze preliminari e il tutto anche completamente pulito – senza sostanze chimiche biologicamente pericolose. I modelli stampati non necessitano inoltre di alcuna finitura. L'apparecchio è facile da usare, può essere installato ovunque, funziona in modo silenzioso e offre un'alta risoluzione. Gli speciali filamenti di alta qualità soddisfano i particolari requisiti dell'ortodonzia. Gli errori di applicazione relativi ai parametri vengono evitati mediante preimpostazioni automatiche.

- ☑ completamente priva di componenti irritanti
- ☑ polimerizzazione nel forno di fotopolimerizzazione non necessaria
- ☑ fase di finitura con sostanze chimiche non necessaria
- ☑ stampa a basso impatto ambientale e innocua per la salute
- ☑ fedeltà cromatica, resistente ai raggi UV

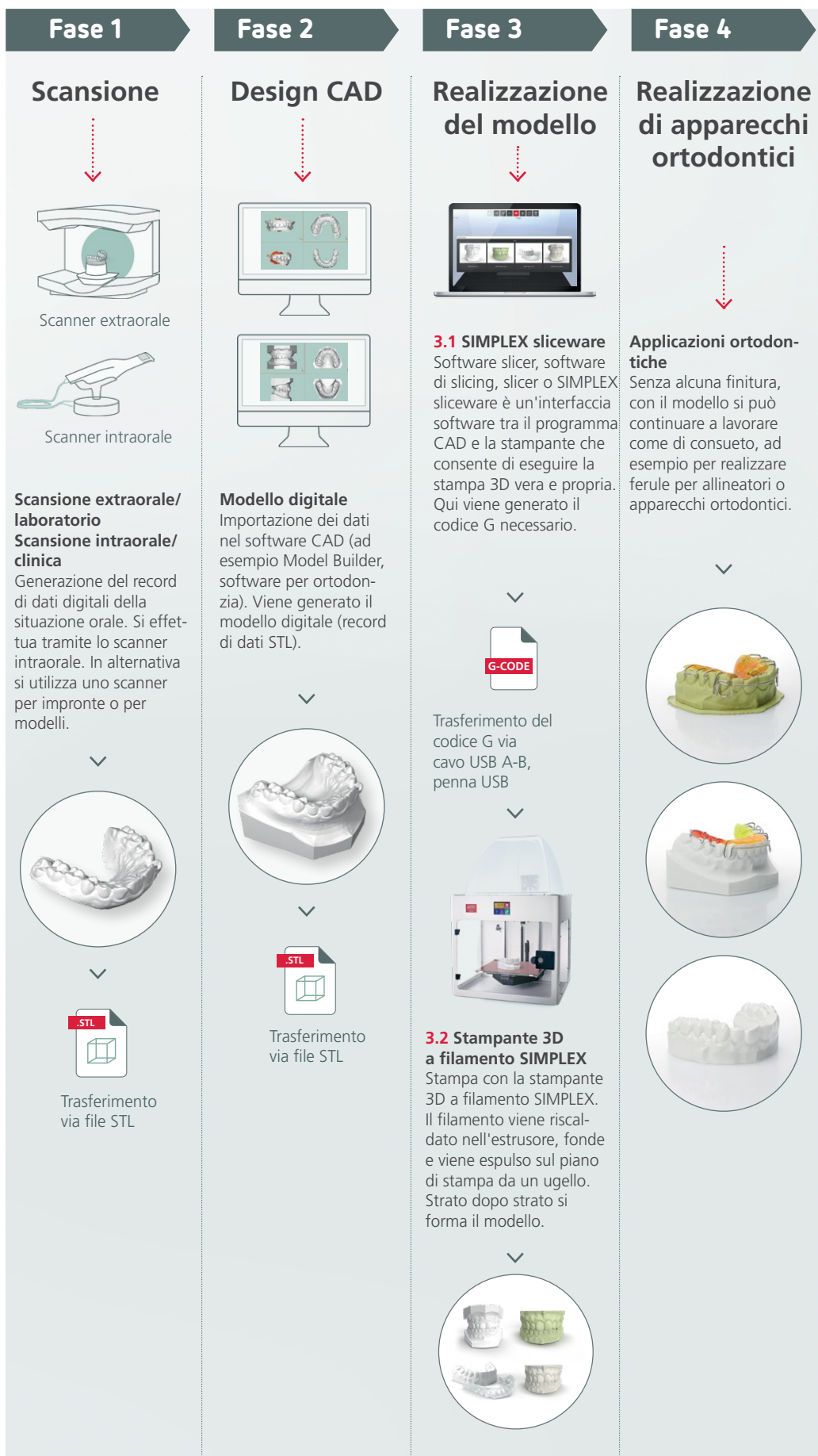
Ecologia e sostenibilità

I filamenti per la stampa con la SIMPLEX sono costituiti in gran parte da materie prime rinnovabili (ad esempio amido di mais). Non è necessaria alcuna finitura, per cui nemmeno l'uso di isopropanolo. Non vengono utilizzati prodotti chimici. Questo è ecologico e innocuo per la salute. La formazione di vapori nocivi (emissioni) nello studio o nel laboratorio ortodontico durante il processo di stampa è esclusa.

[Ulteriori informazioni sulla SIMPLEX – Il sistema di stampante 3D a filamento appositamente per il settore ortodontico:](#)



Prospetto generale del processo di lavoro: stampa a filamento con SIMPLEX



fatto!

