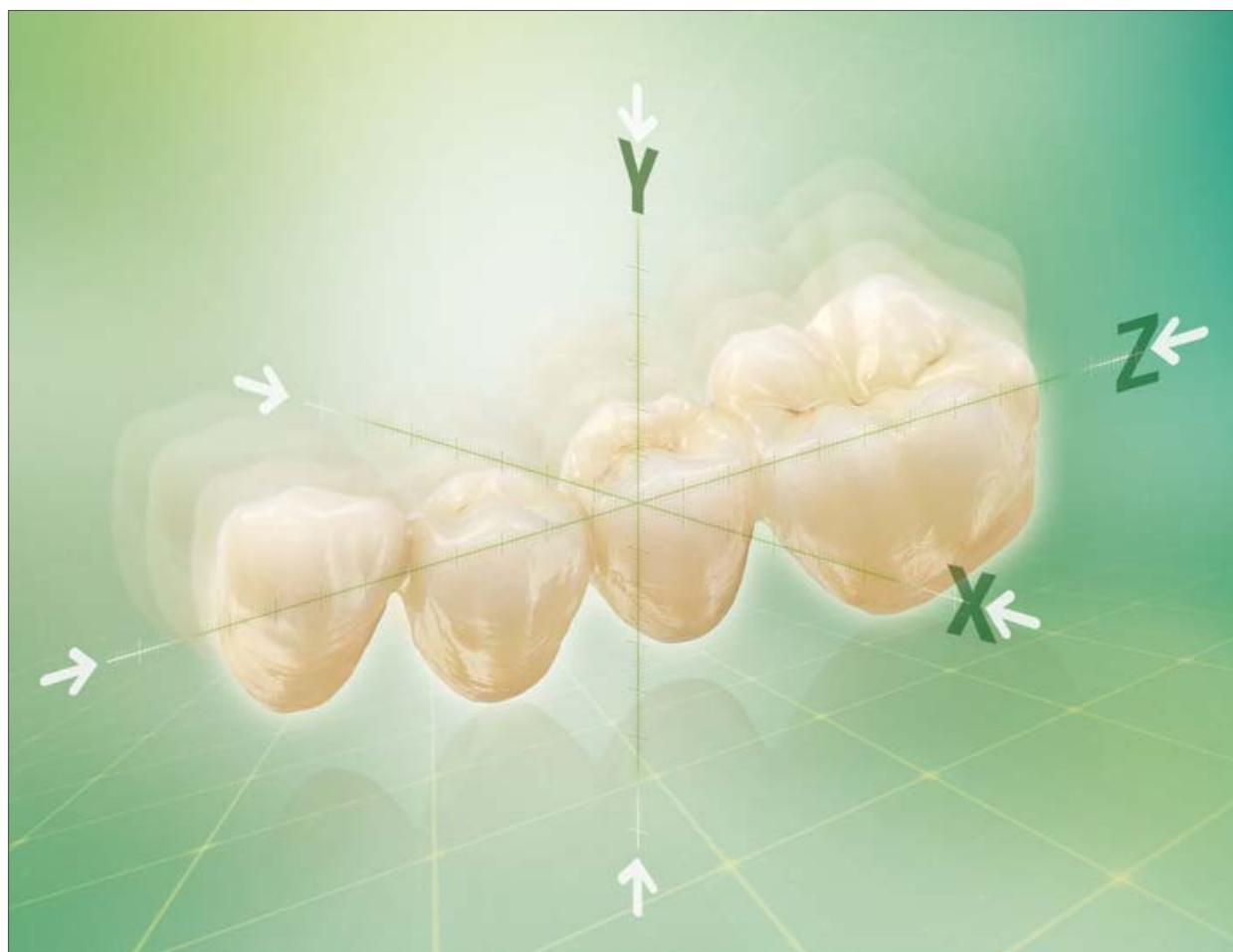


VITA YZ[®] SOLUTIONS

Documentazione tecnico-scientifica



VITA Determinazione del colore

VITA Comunicazione del colore

VITA Riproduzione del colore

VITA Controllo del colore

Data 2025-05



VITA – perfect match.

VITA

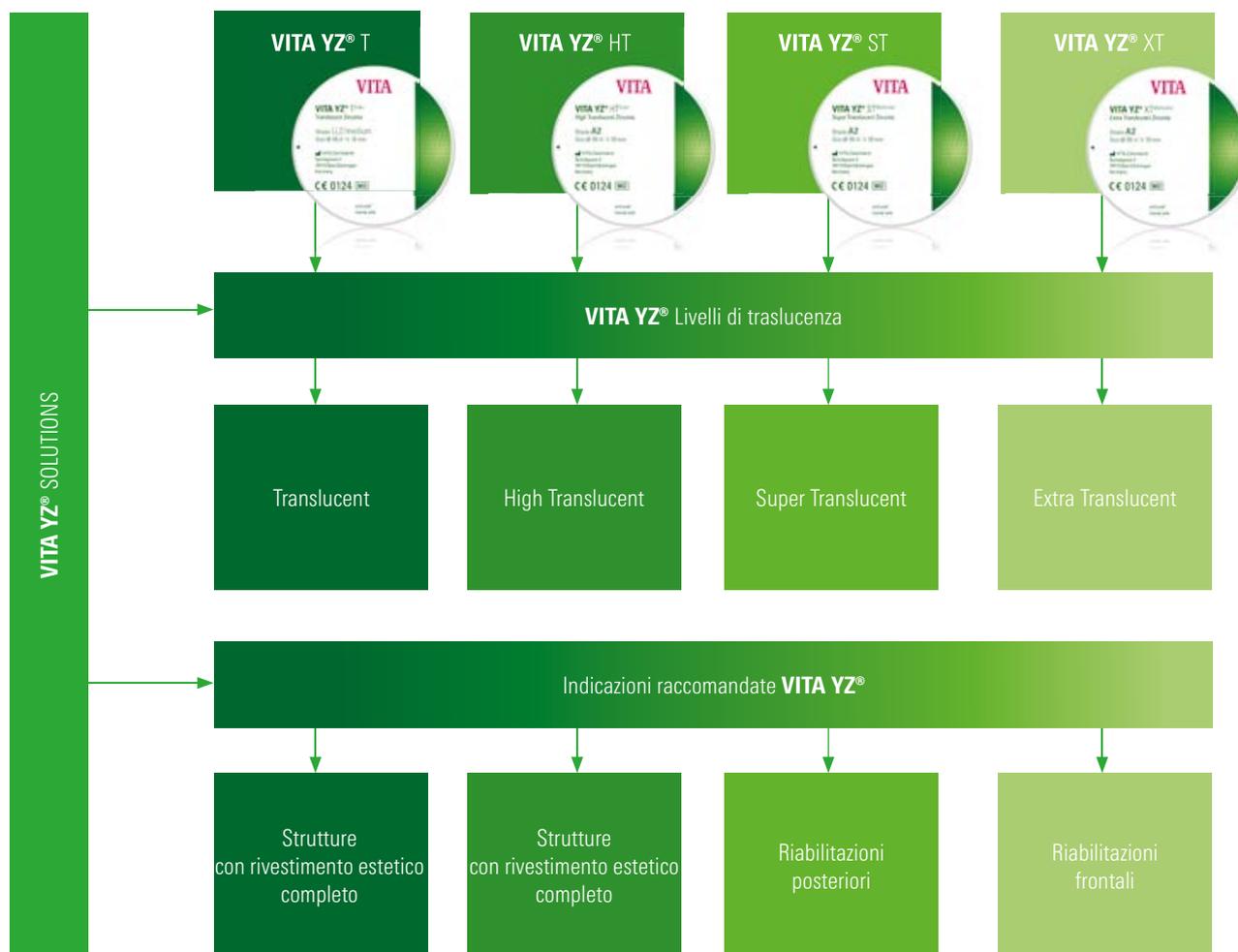
1. Introduzione	3
1.1 Composizione chimica	5
1.2 Caratteristiche fisico-meccaniche	5
1.3 Standard di produzione e qualità	6
1.4 Controllo del comportamento di sinterizzazione	7
1.5 Qualità merceologica/strutturale	9
1.6 Analisi della struttura	10
1.7 Aspetto strutturale dei diversi tipi di traslucenza	11
2. Caratteristiche fisico-meccaniche (in vitro)	12
2.1 Resistenza a flessione a 3 punti di VITA YZ	12
2.2 Resistenza a flessione a 3 punti a confronto	13
2.3 Carico di rottura statico con diverse sezioni dei connettori	14
2.4 Carico di rottura statico prima e dopo invecchiamento idrotermico	15
2.5 Tenacità a rottura	16
2.6 Affidabilità / Modulo di Weibull	17
2.7 Traslucenza	18
2.8 Precisione dopo il processo di sinterizzazione	19
2.9 Prova della lavorabilità CAM mediante geometrie per corone/strutture	20
2.10 Prova della lavorabilità CAM mediante geometria "Merlon"	21
2.11 Influenza della lavorazione CAM sulla caricabilità	22
2.12 Comportamento di sinterizzazione	23
2.12.1 Influenza della temperatura di sinterizzazione	23
2.12.2 Influenza del processo di sinterizzazione HighSpeed	24
2.13 Finitura manuale / Trattamento superficiale	25
2.13.1 Influenza dei sistemi di fresaggio per ceramica	25
2.13.2 Influenza della sabbiatura	26
2.14 Analisi della qualità del legame adesivo	27
2.15 Resistenza all'abrasione	28
2.16 Biocompatibilità	29
3. Ceramica di rivestimento estetico VITA VM 9	29
3.1 Caratteristiche fisico-meccaniche	29
3.2 Composizione chimica	29
3.3 Coefficiente di espansione termica	30
3.4 Resistenza ai cicli termici alternati	31
3.5 Qualità del legame tra VITA YZ T e VITA VM 9	32
3.6 Zona di legame tra VITA YZ T e VITA VM 9	33
4. Referenze	34

1. Introduzione

Attualmente è disponibile un'ampia gamma di materiali CAD/CAM per lo studio ed il laboratorio. Un'importante pietra miliare all'inizio di questo millennio è stato l'uso del biossido di zirconio (ZrO_2) nel settore dentale. Per la prima volta si sono potuti realizzare ponti in ceramica integrale, a più elementi.

VITA Zahnfabrik è pioniere in questo settore e fin dal 2002 offre grezzi in biossido di zirconio per la produzione con tecnica CAD/CAM di riabilitazioni in ceramica integrale (introdotti con la denominazione VITA In-Ceram YZ).

Sono ora disponibili quattro livelli di traslucenza (T, HT, ST, XT) per ponti monolitici, con rivestimento estetico parziale e completo.



Resistenza a flessione a 3 punti di VITA YZ nel quadro del controllo qualità

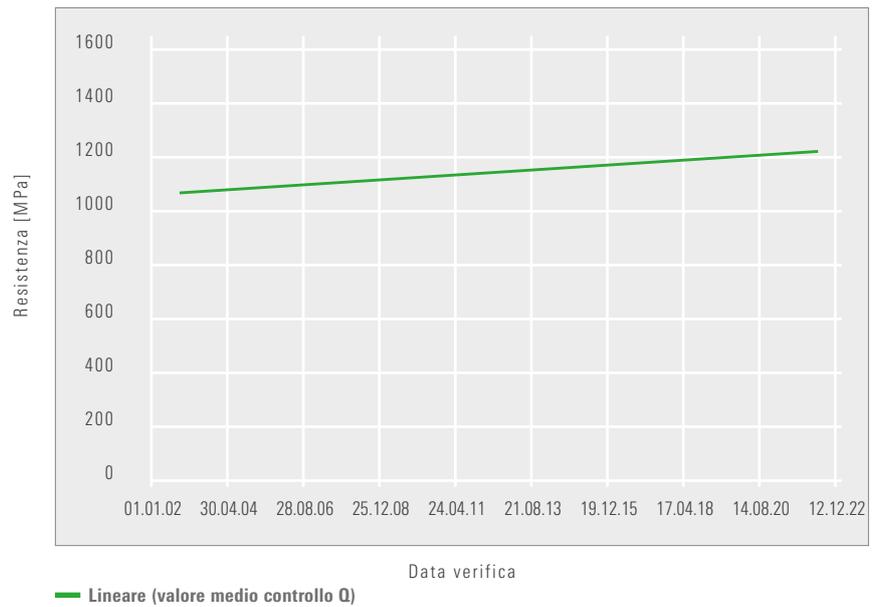


Figura 1: Valori di resistenza a flessione dal 2002 al 2022; rilevazioni nel quadro delle prove interne di qualità
Fonte: Prove interne, R&S VITA, (Gödiker, 12/2022, [1] v. pag. 35)

La VITA Zahnfabrik si attiene a standard qualitativi molto elevati. L'obiettivo è migliorare continuamente materiali e procedimenti. Un esempio è il miglioramento delle caratteristiche meccaniche di VITA YZ T come la resistenza a flessione a 3 punti (v. Fig. 1). Questa documentazione fornisce un riepilogo sui principali dati tecnici e scientifici di VITA YZ SOLUTIONS.

1.1 Composizione chimica

Componenti [% in peso]	VITA YZ T	VITA YZ HT	VITA YZ ST	VITA YZ XT
ZrO ₂	90 – 95	90 – 95	88 – 93	86 – 91
Y ₂ O ₃	4 – 6	4 – 6	6 – 8	8 – 10
HfO ₂	1 – 3	1 – 3	1 – 3	1 – 3
Al ₂ O ₃	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1
Pigmenti	0 – 1	0 – 1	0 – 1	0 – 1

1.2 Caratteristiche fisico-meccaniche

componenti testati [Unità]	VITA YZ T	VITA YZ HT	VITA YZ ST	VITA YZ XT
CET ¹⁾ [10 ⁻⁶ /K]	10.5	10.5	10.3	10.0
Solubilità chimica ¹⁾ [µg/cm ²]	< 20	< 20	< 20	< 20
Densità di sinterizzazione ²⁾ [g/cm ³]	6.05	6.08	6.05	6.03
Resistenza a flessione a 3 punti ¹⁾ [MPa]	1350	1350	1200	850
Tenacità a rottura ³⁾ (Metodo CNB) [MPa m ^{0.5}]	4.5	4.5	3.5	2.5
Modulo di elasticità ⁴⁾ [GPa]	210	210	210	210
Durezza ⁵⁾ [HV 10]	12	12	13	13
Modulo di Weibull ¹⁾	14	14	13	11

¹⁾ Definizione sec. DIN EN ISO 6872:2015

²⁾ Definizione sec. DIN EN 623-2:1993

³⁾ Definizione sec. ISO 24370:2005

⁴⁾ Definizione sec. DIN EN 843-2:2007

⁵⁾ Definizione sec. DIN EN 843-4:2005

1.3 Standard di produzione e qualità

Attualmente vi è un grande numero di produttori che offrono grezzi in biossido di zirconio. Diversi studi e laboratori si chiedono pertanto: „Biossido di zirconio è = biossido di zirconio?“ Benché generalmente ad un primo sguardo molti grezzi non presentino differenze significative alla vista e al tatto, un'analisi più approfondita della qualità e delle caratteristiche merceologiche mostra differenze notevoli.

VITA Zahnfabrik ha continuato ad ottimizzare il procedimento di produzione del biossido di zirconio VITA di qualità e adotta elevati standard processuali e rigidi criteri di controllo. Per la produzione di VITA YZ si usano esclusivamente materie prime di qualità eccellente. Al fine di assicurare elevati livelli qualitativi per ogni nuovo lotto di materie prime vengono eseguite non solo misure standard sulla granulometria, la capacità di scorrimento ed il comportamento di sinterizzazione, ma anche accurati controlli di qualità per garantire affidabilità.

Misure dilatometriche su diversi granuli nell'ambito della temperatura di pre-sinterizzazione

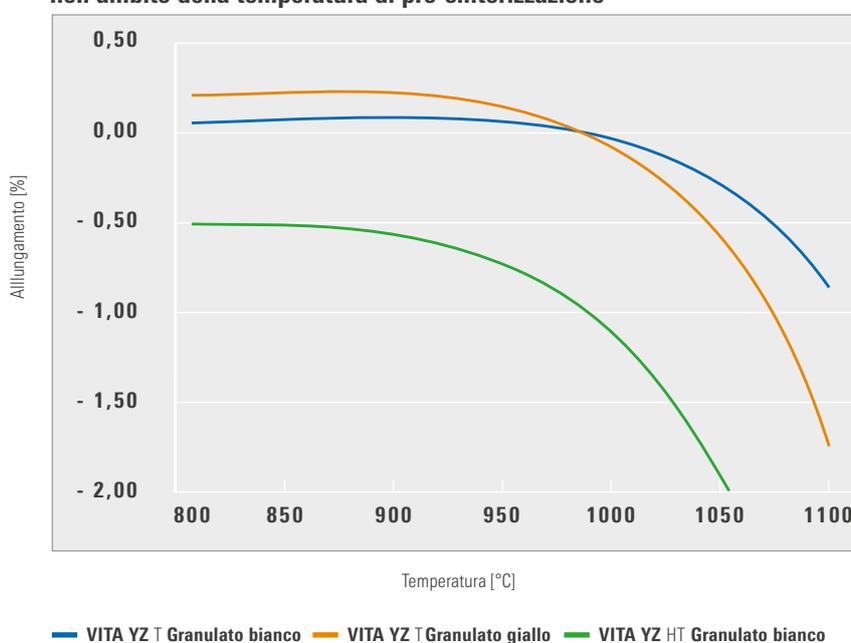


Figura 2: Analisi del comportamento di sinterizzazione di diversi granuli VITA YZ
Fonte: Studio interno, VITA R&S, (Gödiker, 11/2014 [1] v. pag. 35)]

Con gli elevati standard qualitativi VITA Zahnfabrik vuole assicurare agli utilizzatori dello studio e del laboratorio risultati perfettamente riproducibili indipendentemente dalla variante di materiale usata. I granuli di biossido di zirconio non cromatizzato (ad es. VITA YZ HT White) e precromatizzato industrialmente (ad es. VITA YZ HT Color) presentano ad esempio differenze nel comportamento di sinterizzazione per l'influenza dovuta all'aggiunta di pigmenti.

VITA punta pertanto su moderne procedure e tecniche di misura (v. Fig. 2), per poter definire esattamente le differenze. I granuli vengono quindi ottimizzati in un processo a monte della produzione industriale (ad es. con una pre-sinterizzazione specifica per variante), in modo che le diverse varianti non presentino più differenze nel comportamento di sinterizzazione e nella fresabilità in studio e laboratorio.

1.4 Controllo del comportamento di sinterizzazione

Controllare o mettere a punto il comportamento di sinterizzazione del biossido di zirconio in modo che studi e laboratori ottengano risultati di sinterizzazione precisi e riproducibili è la sfida centrale per ogni produttore. Parametri importanti sono ad esempio la qualità delle materie prime ed il controllo del processo di formatura e pre-sinterizzazione.

Step 1: Processo di pressatura uniassiale bilaterale

Step 2: Processo di pressatura isostatico

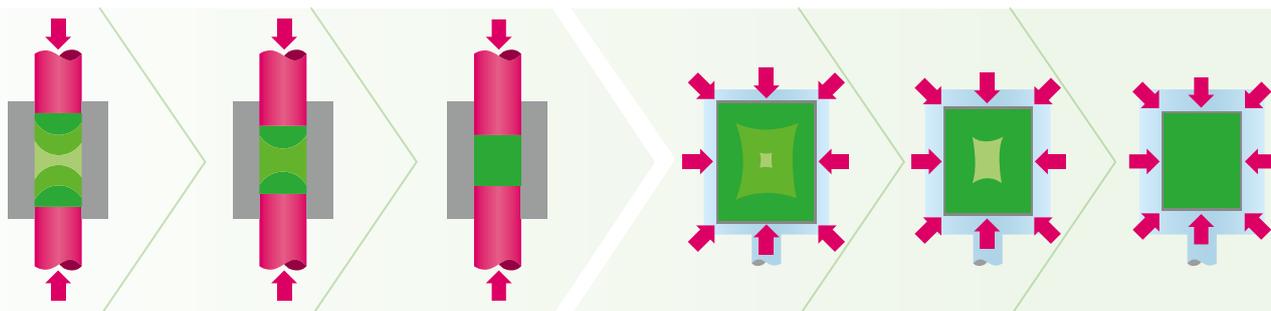


Figura 3: Rappresentazione schematica del processo di pressatura per grezzi VITA YZ SOLUTIONS

I grezzi in biossido di zirconio della VITA Zahnfabrik assumono la forma base in un processo di pressatura uniassiale e quindi vengono sottoposti a sinterizzazione in contenitori ad alta pressione. La densità omogenea così ottenuta è un presupposto essenziale per un comportamento di sinterizzazione uniforme. Inoltre il processo di pre-sinterizzazione, vale a dire il procedimento di cottura industriale, viene adattato esattamente al singolo lotto e alla geometria del grezzo.



Figura 4: Esempio di retrazione di sinterizzazione (dimensione X, Y, Z)

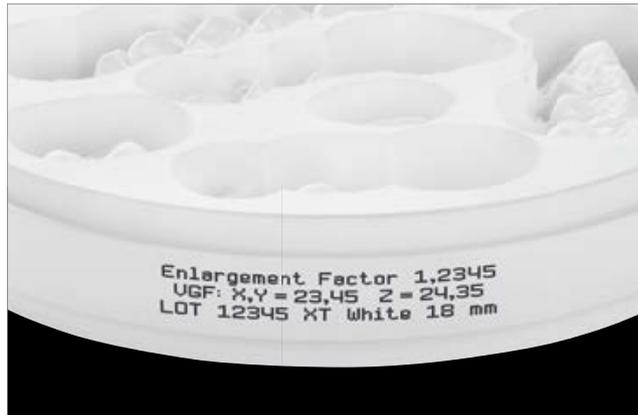


Figura 5: Indicazione dei fattori di ingrandimento sul grezzo

Un altro passo importante per l'ottenimento di risultati di sinterizzazione precisi è l'esatta determinazione del fattore di ingrandimento. La VITA Zahnfabrik rileva questo fattore per ogni singolo lotto di produzione nelle tre dimensioni spaziali (direzione X, Y, Z) ed integra l'informazione nella stampigliatura sul grezzo (come codice a barre o testo in chiaro). Alcuni produttori rilevano e indicano solo valori medi. L'esatta determinazione della retrazione di sinterizzazione e conseguentemente la precisione di adattamento del manufatto odontotecnico dopo la post-sinterizzazione è particolarmente importante nelle strutture di ponti a più elementi.



Figura 6: Esempio della retrazione di sinterizzazione del biossido di zirconio pari a ca. 20 %



Figura 7: Controllo della precisione di adattamento con modello di prova in metallo

Presso VITA il controllo finale di qualità viene effettuato mediante prove di precisione. Si realizza con tecnica CAD/CAM una struttura per ponte con indicazione massima per il singolo materiale adottando il fattore di ingrandimento rilevato per il singolo lotto, si sinterizza e quindi se ne verifica la precisione (v. 2.8) su un modello di acciaio standardizzato (v. Fig. 7).

1.5 Qualità merceologica/strutturale

La qualità strutturale è un importante fattore per l'elevata caricabilità dei restauri in biossido di zirconio. E' assicurata principalmente dalla qualità della materia prima e da un processo di produzione studiato in funzione della materia prima. Se fasi di processo come formatura, eliminazione del legante e pre-sinterizzazione sono correlati si otterrà una struttura omogenea e priva di porosità. In tal modo utilizzatori dello studio e del laboratorio avranno a disposizione grezzi di elevata qualità. Se questa procedura non è assicurata possono verificarsi difetti nella struttura, che possono compromettere la stabilità di lungo periodo del manufatto nell'uso clinico.

1.6 Analisi della struttura

a) Materiali e metodi

Analisi SEM della struttura di provini post-sinterizzati in VITA YZ T e in un biossido di zirconio di altro produttore dopo lucidatura e mordanatura termica.

b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 11/2014, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

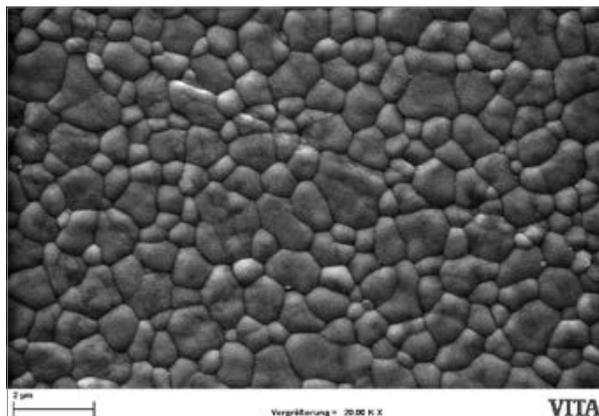


Figura 8: VITA YZ T con ingrandimento 20.000x

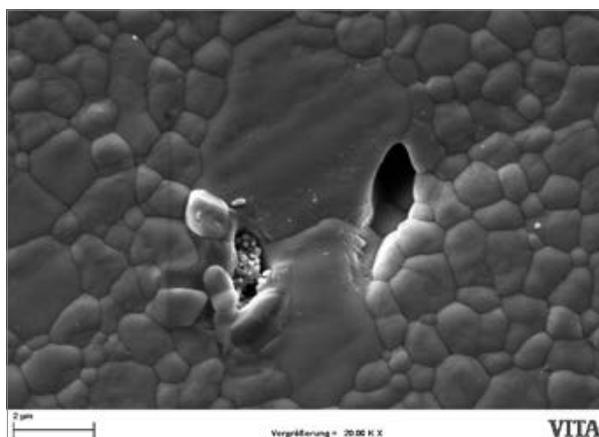


Figura 9: Biossido di zirconio concorrente con ingrandimento 20.000x

d) Conclusione

Grazie a standard qualitativi particolarmente elevati VITA YZ presenta una struttura omogenea priva di porosità e difetti (v. Fig. 8). La struttura sinterizzata ha una dimensione media delle particelle di ca. 500 nm.

Nei grezzi in biossido di zirconio di bassa qualità (spesso prodotti nel segmento a basso prezzo) si osservano parzialmente impurità e difetti strutturali (v. Fig. 9). Eventuali difetti si possono tuttavia osservare generalmente solo con alti ingrandimenti.

A seconda delle dimensioni e della posizione nella struttura i difetti possono compromettere le caratteristiche meccaniche.

1.7 Aspetto strutturale dei diversi tipi di traslucenza

a) Materiali e metodi

Analisi SEM della struttura di provini postsinterizzati in VITA YZ T, HT, ST e XT dopo la sinterizzazione secondo istruzioni del produttore. L'analisi è stata eseguita dopo lucidatura e mordenzatura termica.

b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 03/2017, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

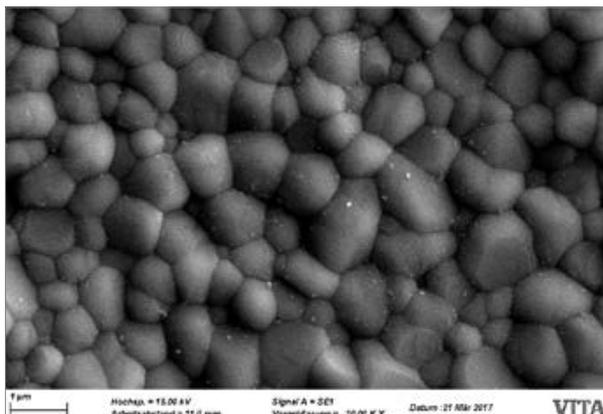


Figura 10: VITA YZ T con ingrandimento 20.000x

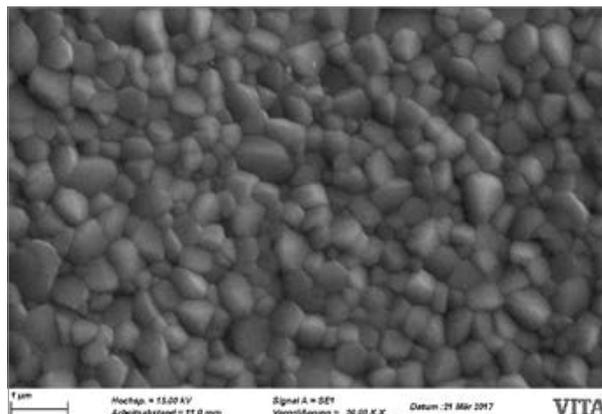


Figura 11: VITA YZ HT con ingrandimento 20.000x

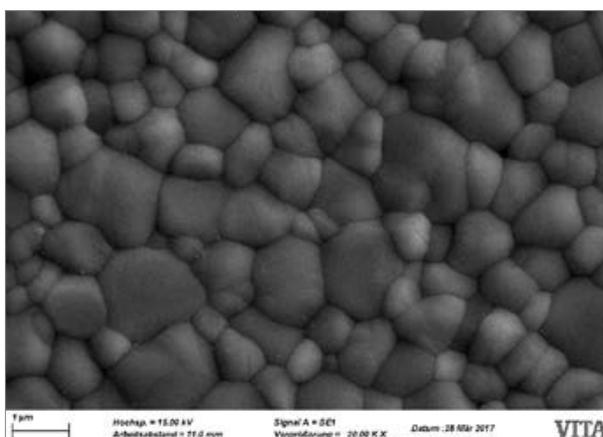


Figura 12: VITA YZ ST con ingrandimento 20.000x

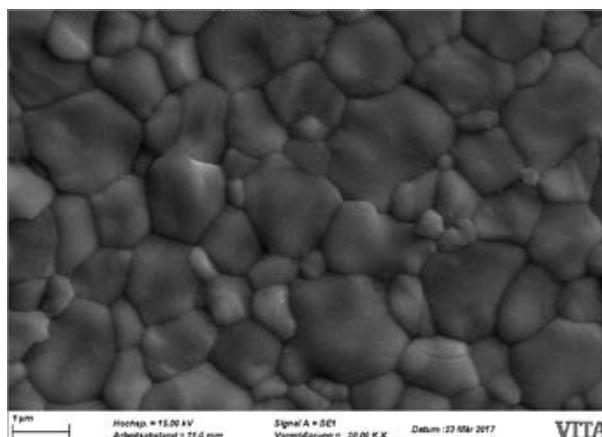


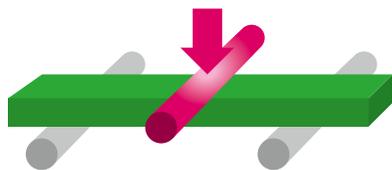
Figura 13: VITA YZ XT con ingrandimento 20.000x

d) Conclusione

Le dimensioni delle particelle (e con esse l'entità delle superfici di interfaccia dei granuli) influiscono direttamente sulla traslucenza dei diversi materiali. Quanto più grandi sono le particelle, tanto minori sono le superfici di interfaccia, su cui la luce può essere rifratta. Per questo motivo materiali come VITA YZ XT (granulometria ~ 1,0 µm) risultano relativamente traslucenti. Anche la composizione chimica, in particolare il tenore di ossido di ittrio, e l'arricchimento con ossido di alluminio (Al_2O_3) all'interfaccia dei granuli si riflettono sul comportamento di rifrazione della luce. VITA YZ T contiene ad es. un tenore decisamente più elevato di Al_2O_3 (ca. 0,25 % in peso) rispetto alle altre tre varianti VITA YZ e presenta una granulometria di ca. 0,5 µm. Ne consegue che questa variante risulta relativamente opaca.

2. Caratteristiche fisico-meccaniche (in vitro)

2.1 Resistenza a flessione a 3 punti di VITA YZ



a) Materiali e metodi

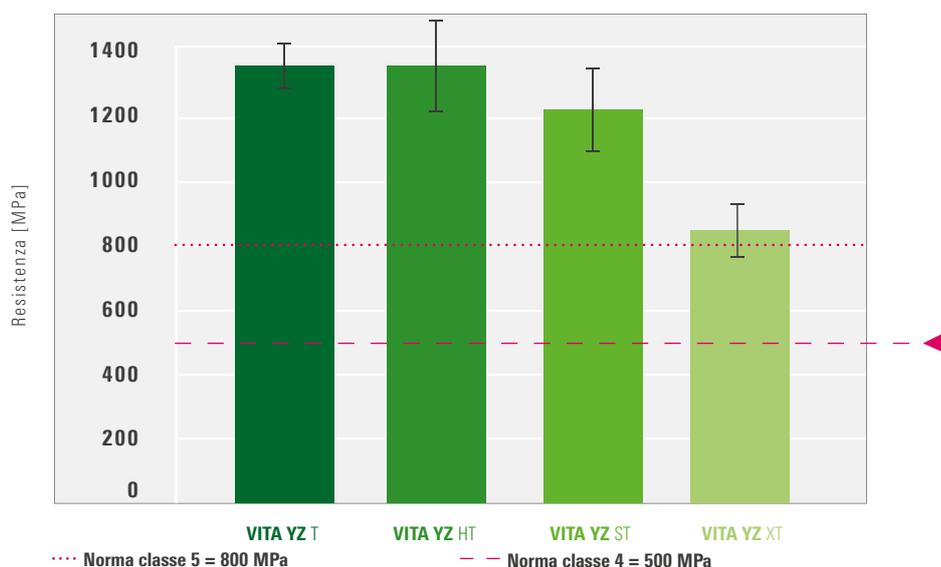
Dai grezzi in biossido di zirconio VITA sono stati ricavati provini a forma di parallelepipedo con una fresa a filo diamantato. I provini sono stati molati manualmente con carta SiC (granulometria P1200). Con una fresa è stata inoltre praticata una smussatura di 45° nei due bordi del lato sottoposto a trazione. Dopo la sinterizzazione secondo le istruzioni del produttore le dimensioni finali dei provini sono 20,0 x 4,0 x 1,2 mm³. Per ogni materiale 36 provini sono stati sottoposti in un'apparecchiatura di prova universale a carico fino alla rottura ed è stata rilevata la resistenza a flessione a 3 punti.

b) Fonte

Studio interno, R&S VITA, resistenza a flessione a 3 punti dei diversi materiali VITA YZ-sec. DIN EN ISO 6872:2015 + mod.1:2018, (Gödiker, 08/2022), [1] cfr. pag. 35

c) Risultato

Resistenza a flessione a 3 punti delle diverse varianti VITA YZ



Norma classe 4¹⁾: ≥ 500 MPa
corone o strutture coronali monolitiche
ponti o strutture per ponti monolitici con ≤ tre elementi
Norma classe 5¹⁾: ≥ 800 MPa
ponti o strutture per ponti monolitici ≥ quattro elementi

1) sec. DIN EN ISO 6872:2015 + mod.1:2018

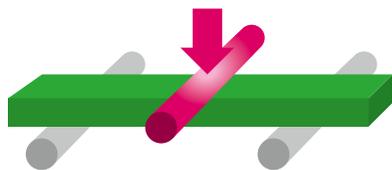
d) Conclusione

VITA YZ T e VITA YZ HT hanno ottenuto in questa serie di test valori di rigidità medi di 1.350 MPa, mentre VITA YZ ST ha ottenuto un valore medio di 1.200 MPa. Questi valori sono superiori ai requisiti normativi per le indicazioni della classe 5, tutti e tre i materiali possono essere utilizzati per la costruzione di ponti con quattro o più elementi.

In questo test, VITA YZ XT raggiunge un valore medio di 850 MPa. A causa della minore tenacità a rottura (v. punto 2.5), le indicazioni raccomandate corrispondono alla classe 4.

2.2 Resistenza a flessione a 3 punti - confronto

a) Materiali e metodi



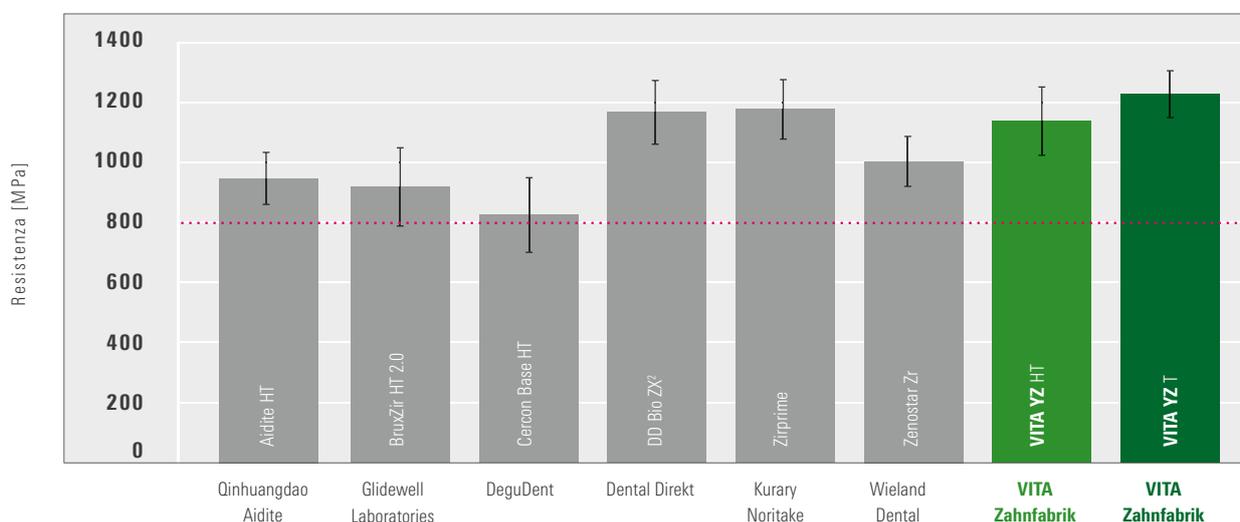
Dai grezzi in biossido di zirconio VITA sono stati ricavati provini a forma di parallelepipedo con una fresa a filo diamantato. I provini sono stati molati manualmente con carta SiC (granulometria P1200). Con una fresa è stata inoltre praticata una smussatura di 45° nei due bordi del lato sottoposto a trazione. Dopo la sinterizzazione secondo le istruzioni del produttore le dimensioni finali dei provini sono 20,0 x 4,0 x 1,2 mm³. Per ogni materiale 10 provini sono stati sottoposti in un'apparecchiatura di prova universale a carico fino alla rottura ed è stata rilevata la resistenza a flessione a 3 punti.

b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 01/2014, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

Resistenza a flessione a 3 punti - confronto



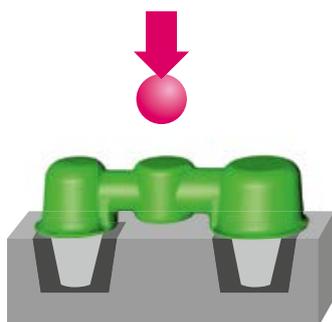
..... Norma classe 5 = 800 MPa

d) Conclusione

In questo test tutti i biossidi di zirconio esaminati hanno superato i requisiti di norma (> 800 MPa) per la classe 5. Nel confronto con la concorrenza i valori di resistenza rilevati per VITA YZ SOLUTIONS si trovano ad un livello molto elevato.

Le differenze di resistenza rilevate possono risalire anche alla diversa pre-sinterizzazione dei materiali, che in parte rende più difficoltosa la preparazione dei provini. Per esaminare questo aspetto è stata rilevata anche la resistenza a rottura allo stato presinterizzato dei provini. I valori erano compresi tra 40 e 90 MPa, che stanno ad indicare differenze delle caratteristiche di lavorazione.

2.3 Carico di rottura statico con diverse sezioni dei connettori



a) Materiali e metodi

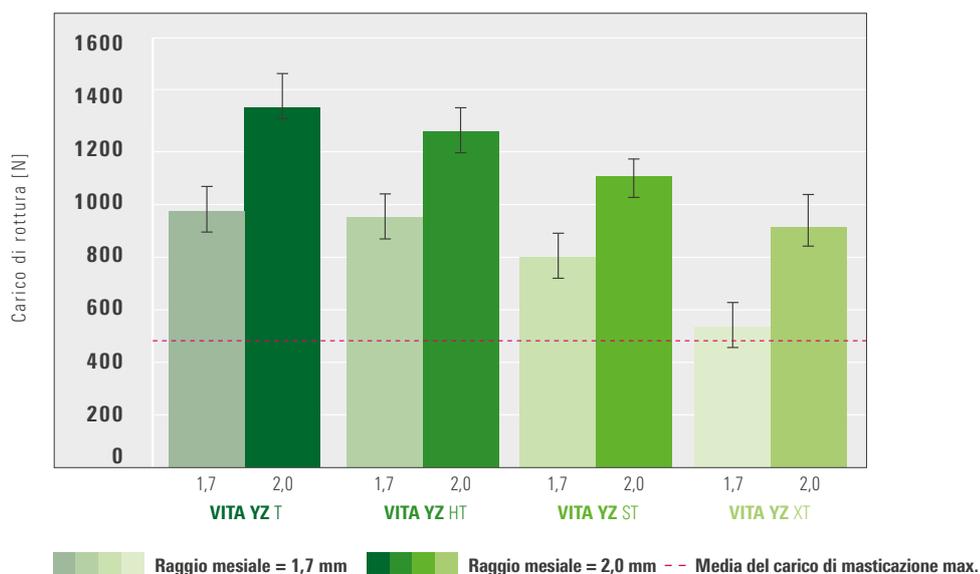
Con un'unità CAM sono stati realizzati ponti posteriori stilizzati a 3 elementi in VITA YZ T, HT, ST e XT e post-sinterizzati come da indicazioni del produttore. Il connettore „mesiale” più sottile presentava un raggio di 1,7 mm (superficie della sezione ~ 9,0 mm²), quello „distale” più spesso un raggio di 2,0 mm (~ 12,0 mm²). I ponti con sezione dei connettori maggiorata presentavano analogamente raggi di 2,0 mm („mesiale”) e 2,3 mm („distale”). Tutti i pilastri avevano uno spessore unitario della parete di 0,5 mm. Tutti i ponti sono stati fissati con cemento al fosfato di zinco su monconi in acciaio. Per ogni materiale sei ponti con sezione dei connettori ridotta e sei con sezione dei connettori incrementata sono stati sottoposti a carico nell'apparecchiatura di prova universale fino alla rottura.

b) Fonte

Prove interne, VITA R&S, (Kolb, 08/2017, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

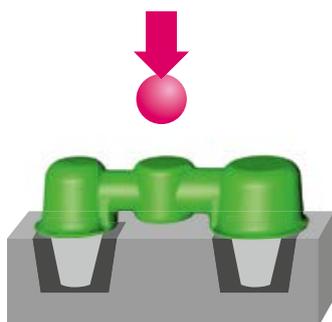
Carico di rottura di ponti VITA YZ con diversa sezione dei connettori



d) Conclusione

Tutti i valori medi misurati in questo test – anche quelli dei ponti con sezione ridotta dei connettori – erano superiori alla media della forza di masticazione massima, indicata in ca. 490 N [5]. Analogamente alla prova di flessione a 3 punti la rottura si è sempre verificata nell'area del connettore più sottile („mesiale”) sottoposta a trazione. Da un minimo incremento della sezione dei connettori risulta un chiaro aumento del carico di rottura. Si raccomanda pertanto di sfruttare al massimo lo spazio disponibile in sede di configurazione dei connettori, per ottenere strutture di elevata caricabilità. In base a questa serie di prove, per VITA YZ XT nel settore molare si consiglia una sezione dei connettori di min. 12 mm² (v. indicazioni per la configurazione nelle istruzioni d'uso 10446M/1).

2.4 Carico di rottura statico prima e dopo invecchiamento idrotermico



a) Materiali e metodi

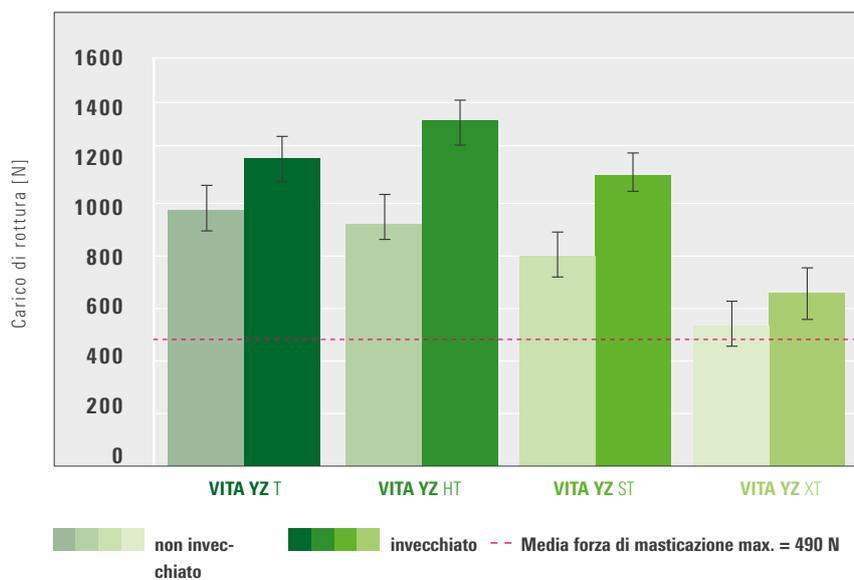
Con questo test è stato simulato l'uso clinico di un materiale per mezzo dell'invecchiamento merceologico per verificarne la resistenza. Con un'unità CAM sono stati realizzati ponti posteriori stilizzati a 3 elementi in VITA YZ T, HT, ST e XT e postsinterizzati come da indicazioni del produttore. Il connettore „mesiale“ più sottile presentava un raggio di 1,7 mm (superficie della sezione ~ 9,0 mm²), quello „distale“ più spesso un raggio di 2,0 mm (~ 12,0 mm²). Tutti i pilastri avevano uno spessore unitario della parete di 0,5 mm. La metà dei provini di ogni materiale sono stati invecchiati per un periodo di 72 ore a 134°C in vapor d'acqua in autoclave. Tutti i ponti sono stati fissati sui monconi con cemento al fosfato di zinco. Per ogni materiale sei ponti sottoposti a invecchiamento e sei non invecchiati sono stati sottoposti a carico nell'apparecchiatura di prova universale fino alla rottura.

b) Fonte

Prove interne, VITA R&S, (Kolb, 08/2017, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

Carico di rottura di ponti VITA YZ dopo invecchiamento



d) Conclusione

Sia per i provini sottoposti a invecchiamento simulato che per i provini non invecchiati sono stati conseguiti valori medi superiori alla prevedibile forza di masticazione massima [5], che fanno prevedere una buona resistenza di lungo periodo nell'ambiente orale. Il fenomeno del carico di rottura più elevato dopo invecchiamento idrotermico sarà oggetto di futuri studi.

2.5 Tenacità a rottura



a) Materiali e metodi

Dato che secondo DIN EN ISO 6872:2015 il procedimento SEVNB non andrebbe usato per misurare la tenacità a rottura di materiali a granulometria inferiore a $1\ \mu\text{m}$, la prova della tenacità a rottura è stata eseguita per mezzo di "Chevron-notched beam" sec. ISO 24370 (Fine ceramics [advanced ceramics, advanced technical ceramics] – Test-method for fracture toughness of monolithic ceramics at room temperature by chevron-notched beam [CNB] method). Con una sega diamantata su provini di flessione ($3 \times 4 \times 30\ \text{mm}^3$) sono stati praticati incavi definiti (v. schizzo a sinistra) e quindi sottoposti a carico nell'apparecchiatura di prova universale fino a rottura. Per ogni serie sono stati realizzati cinque provini.

b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 07/2017, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

Tenacità a rottura di VITA YZ con metodo CNB sec. ISO 24370



d) Conclusione

Il test mostra una correlazione tra composizione chimica e resistenza meccanica. Analogamente all'incremento del tenore di ossido di ittrio (v. Tabella 1.1 Composizione chimica) la tenacità a rottura delle diverse varianti cresce costantemente. Ciò si riflette anche nel carico di rottura o nella resistenza a flessione dei materiali. Studi in corso [12] si occupano intensamente dei fattori di influenza e dei metodi di prova relativi alla tenacità a rottura.

2.6 Affidabilità / Modulo di Weibull

a) Materiali e metodi

"Con l'aiuto della teoria sviluppata da Weibull, secondo la quale l'insuccesso è imputabile all'elemento più debole, è possibile descrivere matematicamente il comportamento di dispersione della resistenza di materiali ceramici. [...] Conoscendo i parametri di distribuzione, ne deriva una chiara correlazione tra carico e probabilità di rottura." [2] Il modulo di Weibull di VITA YZ T, HT, ST e XT è stato rilevato su 30 provini / materiale sulla base dei valori della prova di flessione a 3 punti.

b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 08/2017, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

Modulo di Weibull dei diversi materiali VITA YZ



d) Conclusione

Per i diversi materiali VITA YZ in questo test con moduli di Weibull di scarsi 11 - 16 si sono conseguiti ottimi valori.. La ridotta distribuzione dei valori di misura è un indice per un'elevata affidabilità ed una qualità costante del materiale. Se si rilevano scostamenti di misura ridotti rispetto al valore medio (rispetto ai valori minimi rilevati), si può prevedere che un materiale possa essere utilizzato in sicurezza nell'ambito delle rispettive indicazioni.

2.7 Trasparenza

a) Materiali e metodi

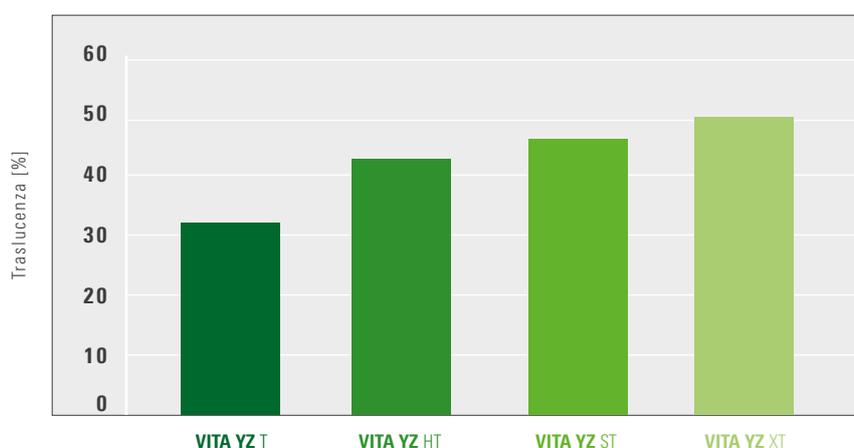
La misura della trasparenza è stata effettuata con un fotospettrometro. I provini utilizzati hanno uno spessore delle pareti di 1,0 mm e sono stati lucidati a specchio su entrambi i lati. Il valore di misura è la media calcolata su cinque provini per serie.

b) Fonte

Studi esterni, Tosoh Corporation, (Technical Report, 08/2017, [10] v. pag. 35)

c) Risultato

Trasparenza dei diversi materiali VITA YZ



Valori medi della trasparenza rilevata		
VITA YZ T	32 %	
VITA YZ HT	42 %	
VITA YZ ST	46 %	
VITA YZ XT	50 %	

d) Conclusione

I valori rilevati in questo test sono paragonabili solo nel quadro dello stesso, perchè i valori di misura dipendono dallo spessore dei provini, dall'apparecchiatura di misura e dai filtri usati. Dato che la trasmissione è influenzata anche dal colore, è difficile effettuare un confronto diretto con la vetro-ceramica.

I valori misurati per VITA YZ XT sono di entità analoga.

2.8 Precisione dopo il processo di sinterizzazione

a) Materiali e metodi

Sulla base di un modello digitale sono stati progettati diversi restauri (progettazione CAD). È stato quindi fresato un modello di precisione in alluminio con un'apparecchiatura CNC. Con la stessa apparecchiatura sono stati realizzati i rispettivi restauri in dimensioni maggiorate per tener conto della retrazione di sinterizzazione. In questo modo si dovrebbero escludere eventuali imprecisioni di misura, che potrebbero crearsi con il processo di scansione. Infine la precisione delle strutture sinterizzate viene sottoposta a controllo visivo e tattile mediante sovrapposizione della struttura digitale a quella reale con il Wrap-Software. In questa documentazione viene mostrato l'esempio di un ponte a 14 elementi in VITA YZ T.

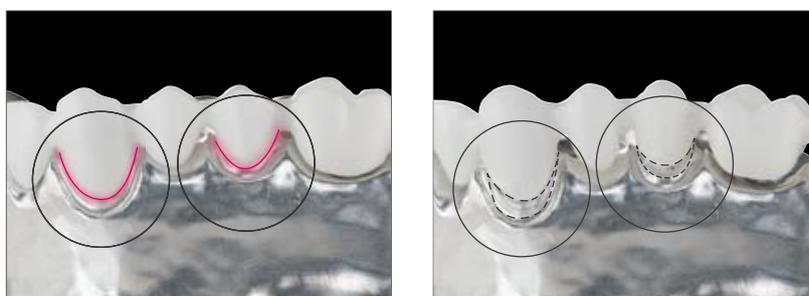
b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 10/2014, [1] v. pag. 35)

c) Risultato



Figura 14a/b/c: a) Modello; b) Struttura a più elementi fresata in VITA YZ; c) Wrap-Software con strutture sovrapposte (d. s. a. d.)



VITA YZ T

ZrO₂ di altro produttore

Figura 15/16: Controllo visivo della precisione dopo il processo di sinterizzazione per mezzo di modello di precisione per VITA YZ T/concorrente

d) Conclusione

Per VITA YZ SOLUTIONS il fattore di ingrandimento viene calcolato esattamente nelle tre dimensioni spaziali per ogni lotto, di modo che anche strutture di ponti a più elementi in VITA YZ raggiungano un'elevata precisione. Tutte le tolleranze rilevate in questo studio sono dell'ordine di grandezza della fessura di cementazione (50 µm). La precisione del biossido di zirconio di altro produttore qui esaminato è insufficiente già al controllo visivo (v. Fig. 16).

2.9 Prova della lavorabilità CAM mediante geometrie per corone/strutture

a) Materiali e metodi

Per verificare la lavorabilità CAM e la precisione di riproduzione delle aree marginali progettate virtualmente, sono stati realizzati meccanicamente diversi restauri in VITA YZ T e in biossido di zirconio di altro produttore. La stabilità dei bordi dei restauri è stata quindi esaminata al microscopio ottico. Dato che i pigmenti possono influire sul comportamento di sinterizzazione e sulla resistenza a rottura allo stato presinterizzato di un materiale, in questo test è stata esaminata specialmente la lavorabilità di grezzi precromatizzati.

b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 01/2014, [1] v. pag. 35)

c) Risultato



Figura 17: VITA YZ T (materiale precromatizzato)



Figura 18: Biossido di zirconio di altro produttore (materiale precromatizzato)

d) Conclusione

Questo test mostra sull'esempio di una struttura coronale che grazie all'elevata stabilità dei bordi con VITA YZ T si possono realizzare riabilitazioni di alta precisione (v. Fig. 17). Dopo il processo CAM il materiale di altro produttore presenta invece fratture marginali (v. Fig. 18). Presso VITA Zahnfabrik la resistenza a rottura di un grezzo (senza legante e presinterizzato) per le varianti VITA YZ non cromatizzate e precromatizzate vengono tarate allo stesso livello, per consentire agli utilizzatori dello studio e del laboratorio risultati riproducibili, indipendentemente dalla variante usata.

2.10 Prova della lavorabilità CAM mediante geometria „Merlon“



a) Materiali e metodi

Per una migliore valutazione della lavorabilità CAM e della precisione di riproduzione delle aree marginali progettate virtualmente delle diverse varianti VITA YZ (T, HT, ST, XT), per ogni variante sono stati realizzati sette cosiddetti „Merlons“ (geometria provini con quattro rialzi, v. figura a sinistra) con spessori di 0,2 mm, 0,3 mm o 0,4 mm con un'unità CAD/CAM (v. Fig. 19). Per tutti i provini è stata adottata la stessa strategia di fresaggio. Infine le geometrie dei provini nei tre spessori sono stati valutati visivamente ed è stata verificata l'ev. esistenza di difetti sui rialzi dei singoli provini. Il grafico mostra per ogni variante di materiale e spessore la cosiddetta „quota di successo“ dei rialzi per ogni geometria di provini.

b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 08/2017, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

Lavorabilità CAM dei diversi materiali VITA YZ

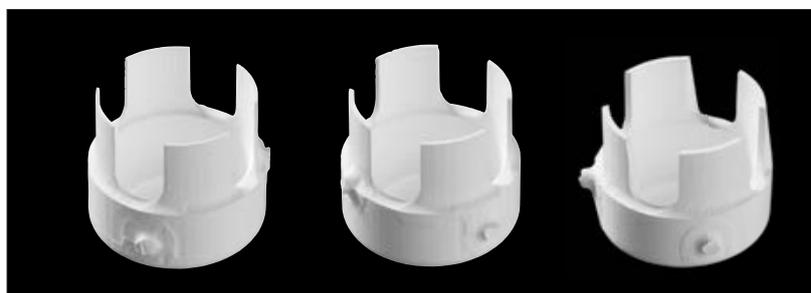
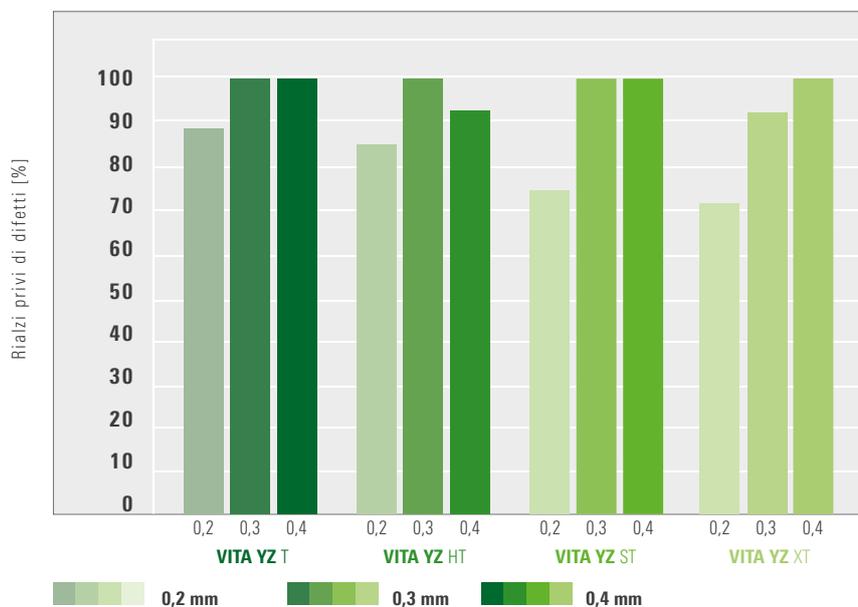
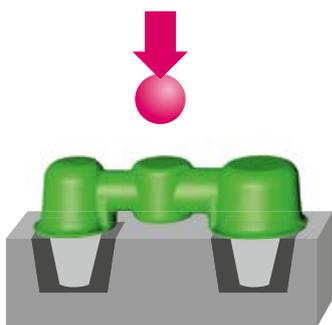


Figura 19: Geometrie „Merlon“ in VITA YZ con spessori di 0,2 mm, 0,3 mm e 0,4 mm (da sinistra a destra)

d) Conclusione

Questo test mostra che grazie all'elevata stabilità dei bordi con tutte le varianti VITA YZ SOLUTIONS si possono realizzare riabilitazioni di alta precisione (v. Fig. 19). Per la ridotta resistenza propria tuttavia, soprattutto nel caso di geometrie particolarmente sottili (v. 0,2 mm) la cosiddetta „quota di sopravvivenza“ si abbassa e la probabilità di difetti dopo la lavorazione CAM aumenta conseguentemente.

2.11 Influenza della lavorazione CAM sulla caricabilità



a) Materiali e metodi

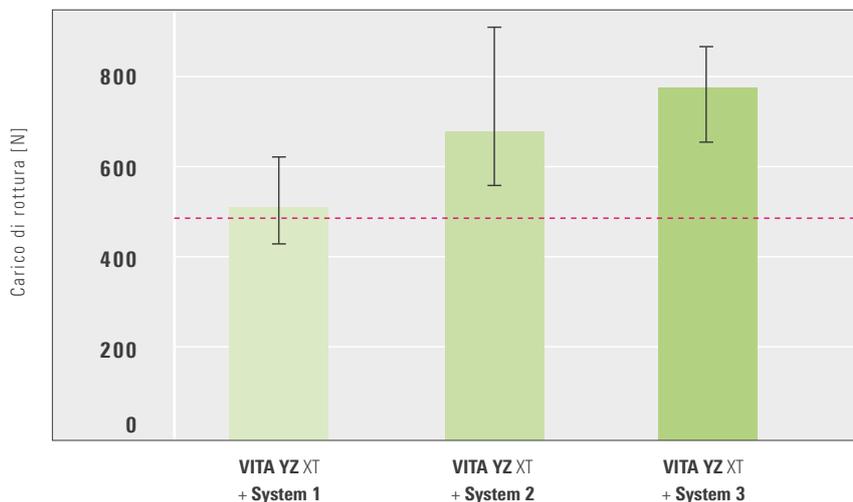
Per esaminare l'azione della lavorazione CAM (ad es. per le diverse strategie di fresaggio) sulla caricabilità di ponti, sono stati fresati ponti posteriori stilizzati in VITA YZ XT con tre diversi sistemi CAD/CAM e postsinterizzati secondo le indicazioni del produttore. Il connettore „mesiale“ più sottile presentava un raggio di 1,7 mm (superficie della sezione ~ 9,0 mm²), quello „distale“ più spesso un raggio di 2,0 mm (~ 12,0 mm²). Tutti i pilastri avevano uno spessore unitario della parete di 0,5 mm. Tutti i ponti sono stati fissati con cemento al fosfato di zinco su monconi in acciaio. Per ogni sistema CAD/CAM usato sei ponti sono stati sottoposti a carico con l'apparecchiatura universale di prova fino alla rottura.

b) Fonte

Prove interne, VITA R&S, (Kolb, 11/2017, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

Carico di rottura dopo realizzazione CAM con diversi sistemi



-- Media forza di masticazione max. = 490 N

d) Conclusione

Il risultato di questo test mostra che il sistema CAD/CAM usato per la realizzazione può avere un'influenza significativa sul carico di rottura di una riabilitazione a ponte. Sia i parametri del software (velocità di rotazione, avanzamento, alimentazione) che le frese (tipo, stato) o l'unità di fresaggio possono influire ad es. sulla qualità superficiale del restauro e conseguentemente sulla sua caricabilità. Per la durata delle riabilitazione è pertanto essenziale osservare esattamente le indicazioni del produttore (del materiale e del sistema). Per consigli sulla lavorazione di VITA YZ consultare: www.vita-zahnfabrik.com

2.12 Comportamento di sinterizzazione

2.12.1 Influenza della temperatura di sinterizzazione

a) Materiali e metodi

Da studi di Piconi [4] si conosce l'influenza della temperatura di sinterizzazione sulla granulometria. A temperature troppo basse la post-sinterizzazione della struttura può essere incompleta. A temperature troppo alte il materiale tende ad accrescimento dei granuli. Questi scostamenti termici influiscono sul risultato finale sia sotto l'aspetto ottico che meccanico. Materiali non abbastanza sinterizzati risultano opachi.

Materiali eccessivamente sinterizzati sono traslucenti, ma generalmente presentano caratteristiche meccaniche ridotte. Per il confronto diretto provini in VITA YZ HT e XT sono stati sinterizzati alla temperatura massima di 1370 °C, 1450 °C, 1530 °C e 1600 °C. La singola temperatura è stata mantenuta per due ore. Le strutture sono quindi state analizzate al microscopio elettronico a scansione (SEM).

b) Fonte

Prove interne, VITA R&S, (Kolb, 10/2017, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

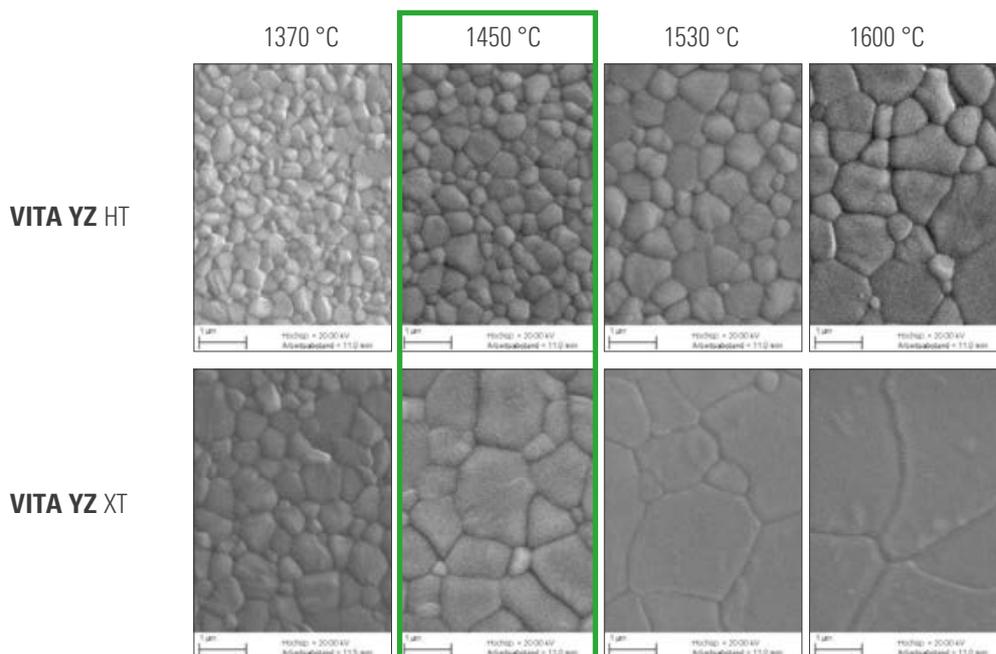


Figura 20: Struttura VITA YZ a diverse temperature, ingrandimento 20.000x

d) Conclusione

Secondo le indicazioni del produttore la temperatura di sinterizzazione ottimale per VITA YZ HT e XT è di 1450 °C. Con questa temperatura le varianti VITA YZ citate raggiungono caratteristiche ottiche e meccaniche ottimali. Se VITA YZ viene sinterizzato ad una temperatura superiore (ad es. 1600 °C), si verifica una crescita dei granuli chiaramente visibile. In tal modo si aumenta la traslucenza del materiale, ma nel contempo si riducono le caratteristiche meccaniche. Nel caso di VITA YZ XT l'aumento di temperatura comporta una riduzione della resistenza di ca. 100 MPa. E' da temere che anche la resistenza di lungo periodo venga influenzata negativamente dall'emorme crescita dei granuli.

2.12.2 Influenza del processo di sinterizzazione HighSpeed

a) Materiali e metodi

Restauri in VITA YZ T e HT possono essere postsinterizzati con l'unità di cottura VITA ZYRCOMAT 6000 MS in 80 minuti. Parametri di riscaldamento e raffreddamento appositamente adattati lo rendono possibile. Tuttavia il processo di sinterizzazione HighSpeed non deve influire negativamente sulla qualità strutturale, sulle proprietà meccaniche e sulla precisione. Nella seguente serie di test, ad es. provini in VITA YZ T sono stati sottoposti a sinterizzazione sia convenzionale che veloce. La struttura è stata quindi analizzata al SEM nel corso di diversi altri test.

b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 10/2011, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

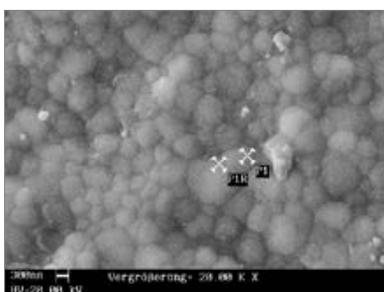


Figura 21a: Struttura VITA YZ T, sinterizzata con processo convenzionale, ingrandimento 20.000x

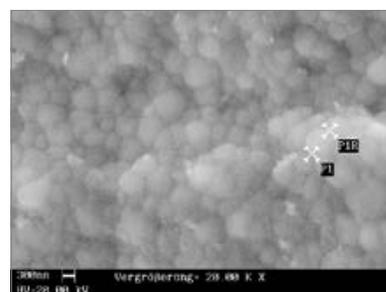


Figura 21b: Struttura VITA YZ T, sinterizzata con processo veloce, ingrandimento 20.000x

Dati caratteristici VITA YZ	Processo di sinterizzazione convenzionale	Processo di sinterizzazione HighSpeed
Densità di sinterizzazione [g/cm ³]	6,06	6,07
Resistenza a flessione a 3 punti [MPa]	1.200	1.278
Struttura cristallina	tetragonale	tetragonale
Dimensione particelle [nm]	500	500
Precisione ponti	molto buona	molto buona

d) Conclusione

Sia con il processo di sinterizzazione convenzionale (17° C/min, 2 h tempo di mantenimento) che HighSpeed per VITA YZ T e VITA YZ HT si ottengono analoghi risultati positivi per quanto riguarda struttura, caratteristiche meccaniche e precisione. Nelle varianti traslucenti VITA YZ ST e XT con il crescente tenore di ittrio si osserva un chiaro incremento dell'opacità dopo la sinterizzazione HighSpeed, per cui questo procedimento non va consigliato anche solo per motivi estetici.

2.13 Finitura manuale / Trattamento superficiale

2.13.1 Influenza dei sistemi di molaggio per ceramica

a) Materiali e metodi

In questo studio è stata esaminata l'influenza degli abrasivi e della sabbatura sul materiale strutturale VITA YZ T. Sono stati usati complessivamente 158 abrasivi di 12 diversi produttori. Per assicurare procedimenti di molaggio standardizzati, è stato sviluppato uno speciale sistema di prova per questi test. Dopo il trattamento superficiale (abrasivo o sabbatura) i provini sono stati esaminati al SEM.

b) Fonte

Influenza dei sistemi di molaggio ceramici, Quintessenz Zahntechnik 2009 ([6], vgl. S. 35)

c) Risultato

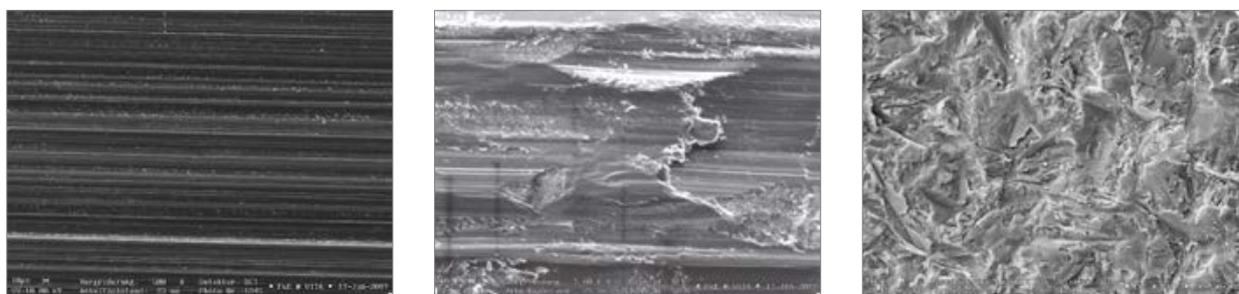


Figure 22 – 24: Superfici VITA YZ lucidate, rifinite con abrasivi e sabbiate (da sinistra a destra); ingrandimento 5.000x

d) Conclusione

Strumenti e metodi differenti causano lesioni di diverso grado sulle superfici di biossido di zirconio (v. Fig. 22 - 24). Si raccomanda di finire i manufatti odontotecnici allo stadio presinterizzato passando sempre dalla granulometria grossa a quella fine. L'ultima fase dovrebbe essere la lucidatura delle superfici, per minimizzare eventuali „difetti” posti in superficie. A confronto, il procedimento di sabbatura causa superfici visibilmente frammentate. I „difetti” così apportati possono ridurre le caratteristiche meccaniche e causare tensioni nella zona di legame con la ceramica di rivestimento.

2.13.2 Influenza della sabbiatura

a) Materiali e metodi

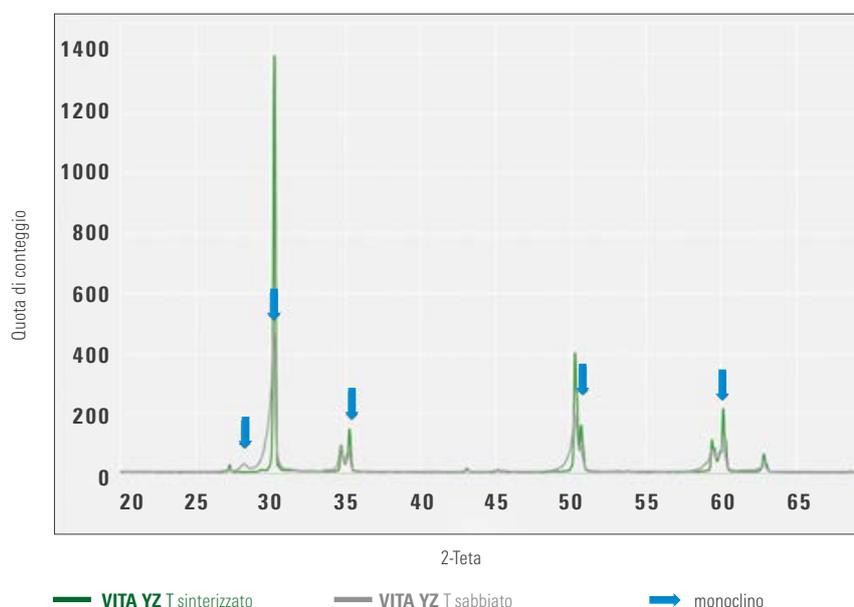
Per questo test sono stati realizzati e sinterizzati provini identici in VITA YZ T. Nella prima serie non è stata eseguita finitura dei provini. I provini della seconda serie sono stati trattati superficialmente con una sabbiatrice (corindone 50 µm, 2 bar). È seguita l'analisi delle strutture cristalline con diffrattometro a raggi X. Nello schema sotto illustrato i picchi dei provini non trattati mostrano che in superficie sono identificabili solo strutture cristalline tetragonali. Gli altri picchi e gli allargamenti dei picchi dopo la sabbiatura indicano tensioni strutturali e componenti fasiche monocline.

b) Fonte

Prove interne, VITA R&S, (Gödiker, 12/2017 [1]) v. pag. 35)

c) Risultato

Misura diffrattometrica di VITA YZ T prima e dopo la sabbiatura

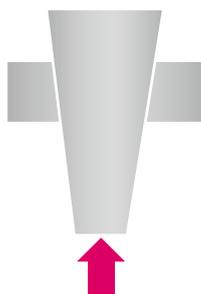


d) Conclusione

Come conseguenza della sabbiatura il reticolo tetragonale del biossido di zirconio si trasforma in una struttura cristallina monoclina. Proprietà merceologiche positive come tenacità a rottura e resistenza all'invecchiamento, imputate alla modifica tetragonale, in questo caso non sono più garantite. La fase monoclina presenta inoltre un differente CET, che in combinazione con la ceramica di rivestimento estetico può causare tensioni sfavorevoli nella zona di legame.

Presunti effetti positivi della sabbiatura, come un incremento della rugosità superficiale, non sono dimostrabili rispetto a strutture non trattate dopo il processo CAM. Con la sabbiatura non è pertanto prevedibile un miglioramento della bagnabilità da parte della ceramica di rivestimento estetico. Per questo motivo si raccomanda di non sabbiare le superfici da rivestire. La sabbiatura delle superfici interne per migliorare il legame adesivo è tuttavia possibile e utile.

2.14 Analisi della qualità del legame adesivo



a) Materiali e metodi

E' stata esaminata la resistenza a pressione-taglio di due compositi di fissaggio rispetto a VITA YZ SOLUTIONS. A questo scopo coni tronchi definiti in VITA YZ T e XT sono stati incollati su dischi provvisti di foro realizzati nell'identico materiale; successivamente i coni sono stati sottoposti a spinta nell'apparecchiatura universale di prova e caricati fino alla rottura.

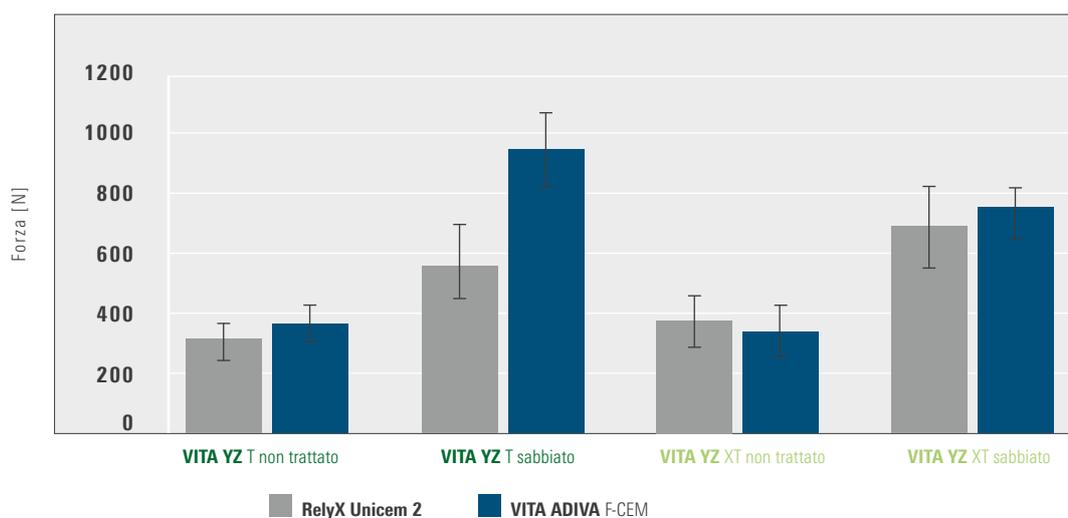
Per il fissaggio sono stati usati i compositi RelyX™ Unicem 2 (3M ESPE) e VITA ADIVA F-CEM (VITA Zahnfabrik). Una parte dei provini è stata incollata senza trattamento ed un'altra parte è stato preconditionata. I provini non trattati presentavano la tipica superficie conseguente alla lavorazione meccanica mediante fresaggio. L'altra serie di provini è stata sabbiata con particelle di Al₂O₃ da 50 µm, pressione 2,0 bar. Complessivamente sono stati esaminati 10 provini per serie.

b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 10/2017, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

Resistenza di pressione-taglio: compositi di fissaggio rispetto a varianti VITA YZ

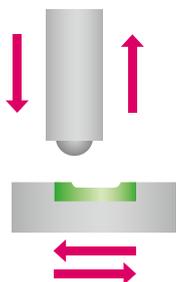


d) Conclusione

I risultati dei test mostrano che dopo un preconditionamento mediante sabbiatura la resistenza a pressione-taglio rispetto a VITA YZ cresce significativamente. Si raccomanda pertanto la sabbiatura delle superfici coronali interne con una pressione di 2,0 bar e particelle di Al₂O₃ da 50 µm. I valori di resistenza a pressione-taglio rilevati rispetto a VITA YZ T e VITA YZ XT non presentano differenze significative. Solo per i provini sabbiati in VITA YZ T in combinazione con VITA ADIVA F-CEM sono stati rilevati valori di pressione-taglio comparativamente molto più elevati. Nel complesso praticamente non si notano differenze tra i due sistemi di fissaggio per quanto riguarda il legame adesivo rispetto a VITA YZ.

2.15 Resistenza all'abrasione

Abrasione su due materiali



a) Materiali e metodi

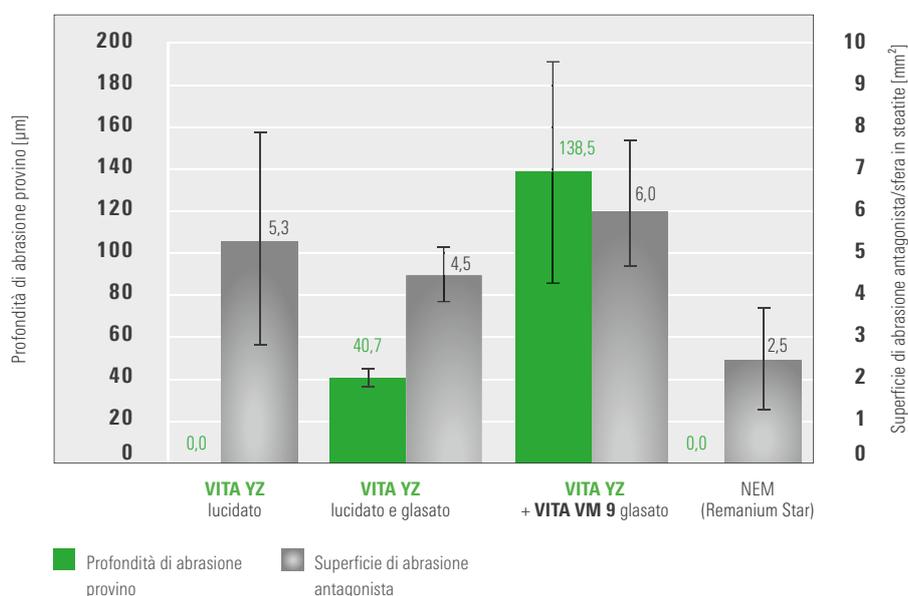
Per determinare l'abrasione del biossido di zirconio rispetto a leghe non nobili è stato eseguito un "Pin-on-block wear test" nel simulatore della masticazione (EGO Regensburg) con i seguenti parametri: sfere in steatite per l'antagonista; forza di carico 50 N; 1,2 x 105 cicli; 1,6 Hz e 600 cicli termici alternati a 5-55 °C. Al termine della simulazione masticatoria è stata misurata l'asportazione di sostanza. Sono stati esaminati otto provini per serie.

b) Fonte

Università di Regensburg, Report (Dr. Rosentritt 09/2011 ([3], v. pag. 35)

c) Risultato

Studi sull'abrasione



d) Conclusione

Nei provini in biossido di zirconio lucidati a specchio (v. risultati dei test per VITA YZ), come pure per le leghe non nobili, non è misurabile alcuna asportazione di materiale. Se si applica uno strato di glasura sui provini VITA YZ, è nuovamente misurabile un'asportazione di materiale. L'applicazione di glasura ha lo scopo di adattare i manufatti odontotecnici in biossido di zirconio ad un comportamento di abrasione simile a quello dello smalto (v. provini VITA YZ sottoposti a glasura). Nuovi studi in-vivo mostrano che sia sul restauro in biossido di zirconio che sull'antagonista non è prevedibile un incremento dell'abrasione, se la qualità superficiale è sufficiente.

Attuali studi in-vitro con biossido di zirconio di diversa composizione chimica a seconda della lavorazione superficiale portano a risultati simili [11].

2.16 Biocompatibilità

VITA YZ viene controllato e verificato da istituti indipendenti secondo la serie di norme ISO 10993 - Valutazione biologica di Dispositivi Medici. VITA YZ è stato valutato biocompatibile in tutte le varianti. Con accurati controlli di qualità su ogni nuovo lotto, ad es. misure della radioattività, si accerta che la biocompatibilità sia sempre garantita.

3. Ceramica di rivestimento estetico VITA VM 9

3.1 Caratteristiche fisico-meccaniche

VITA VM 9	Unità di misura	Valore
Coefficiente di espansione termica CET (20 - 500°C)	$10^{-6} \cdot K^{-1}$	8,8 – 9,2
Temperatura di plastificazione	°C	670
Temperatura di trasformazione (TG)	°C	600
Solubilità chimica (ISO 6872)	$\mu g/cm^2$	9,9
Granulometria media	$\mu m (d_{50})$	18
Resistenza a flessione a 3 punti (ISO 6872)	MPa	102
Durezza Vickers (Transpa Dentine)	HV1	670

Definizione sec. DIN EN ISO 6872

3.2 Composizione chimica

Componenti	% in peso
SiO ₂	60 – 64
Al ₂ O ₃	13 – 15
Na ₂ O	4 – 6
K ₂ O	7 – 10
CaO	1 – 2
ZrO ₂	0 – 1
B ₂ O ₃	3 – 5

3.3 Coefficiente di espansione termica

a) Materiali e metodi

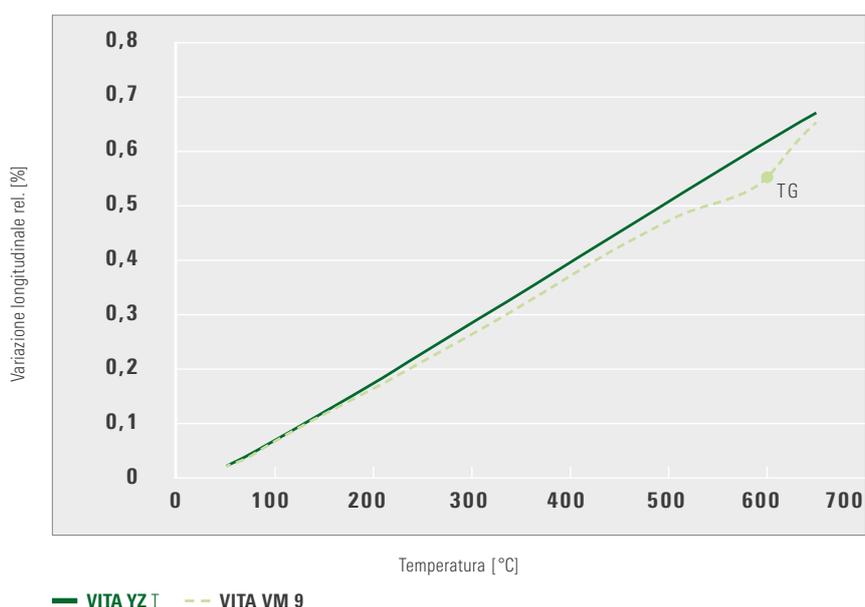
Provini in VITA YZ e VITA VM 9 sono stati misurati con un dilatometro (Netzsch) e confrontati direttamente. Sono stati scaldati fino al punto di plastificazione con un gradiente di 5 °C/min. Mediante misura dell'espansione lineare fino ad una temperatura definita (qui: 500 °C) si ottiene il coefficiente di espansione termica (CET) per il singolo materiale.

b) Fonte

Test interni, VITA R&S, (Gödiker, 10/2009, [1] v. pag. 35)

c) Risultato

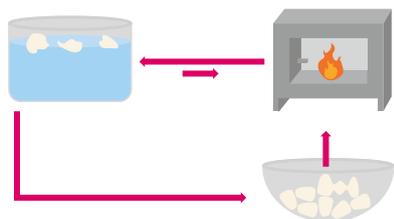
Espansione termica di VITA YZ T e VITA VM 9



d) Conclusione

VITA YZ T ha un CET di ca. $10,5 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$. Per assicurare rapporti ottimali di tensione, la ceramica di rivestimento VITA VM 9 ha un CET leggermente inferiore, pari a ca. $9,2 \cdot 10^{-6} \cdot K^{-1}$. L'obiettivo è accertare un legame stabile e caricabile nel lungo periodo tra ceramica di rivestimento e ceramica strutturale. In questo metodo di misura per la ceramica di rivestimento è stata rilevata una temperatura di trasformazione (TG) di ca. 600 °C.

3.4 Resistenza ai cicli termici alternati



a) Materiali e metodi

Il test di resistenza ai cicli termici alternati (TWB) è una affermata procedura di prova interna adottata da VITA, per valutare l'affinità tra materiale strutturale e ceramica di rivestimento, ovvero le tensioni residue nel sistema complessivo.

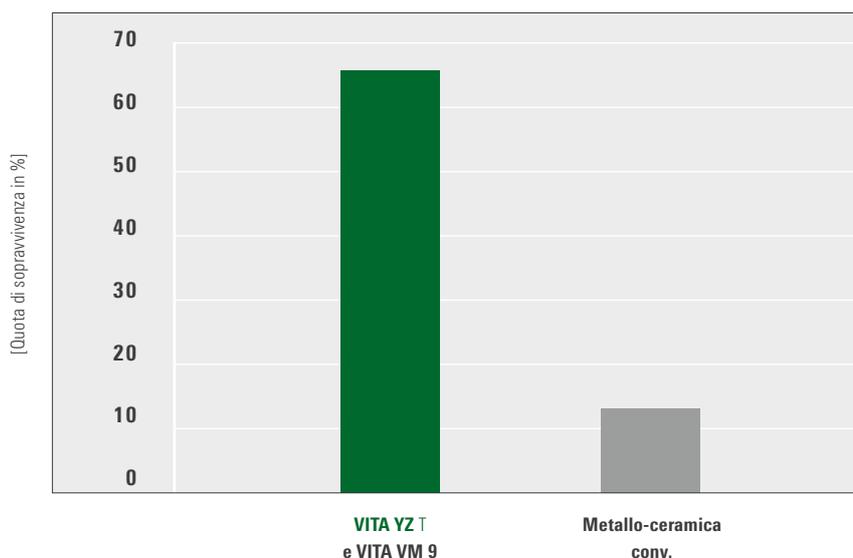
Per questo test sono state realizzate sei corone ed una struttura a tre elementi in VITA YZ T e rivestite con VITA VM 9. Successivamente i restauri sono stati riscaldati in forno a 105 °C e mantenuti a questa temperatura per 30 minuti. Infine sono stati immersi in acqua ghiacciata ed esaminati in merito all'esistenza di crepe o distacchi della ceramica. I restauri integri sono stati riscaldati a intervalli di 15° C al successivo livello di temperatura (120 °C), fino ad una temperatura max. di 165°C.

b) Fonte

Prove interne, VITA R&S, (Gödiker, 10/2009 [1] v. pag. 35)

c) Risultato

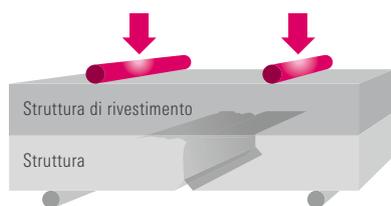
Quota di sopravvivenza ai cicli termici alternati



d) Conclusione

In questo test quanto maggiore è la quota di sopravvivenza dei restauri, tanto minore è il rischio di crepe e distacchi della ceramica di rivestimento, come risulta dalla pratica pluriennale in studio e laboratorio. In questo test VITA YZ T in combinazione con VITA VM 9 presenta una quota di sopravvivenza decisamente superiore rispetto alla metallo-ceramica. I valori medi rilevati per VITA YZ in combinazione con VITA VM 9 vengono confrontati con i risultati medi di prove eseguite su metallo-ceramiche (differenti generazioni di metallo-ceramiche in combinazione con diverse leghe) degli anni passati.

3.5 Qualità del legame tra VITA YZ T e VITA VM 9



a) Materiali e metodi

Questi metodi di prova servono a valutare la qualità del legame, vale a dire la caricabilità del legame tra materiale strutturale e materiale di rivestimento. Si utilizza ad es. il „test di Schwickerath“ (v. ISO 9693) come prova di flessione a 3 punti per la metallo-ceramica. Per i sistemi di ceramica integrale non esistono test ISO standard. In questo test è stata eseguita una prova a flessione a 4 punti con lo scopo di far propagare una fessura nella zona di legame, per rilevare l'energia che si libera in questa fase (v. quota di liberazione dell'energia). Questo metodo (istituito da Charalambides et al.) [7]) viene utilizzato ad es. dalla NASA (National Aeronautics and Space Administration) per gli strati di lacca applicati sull'esterno dei missili.

b) Fonte

Haftverbundmechanismen in dentalen Schichtsystemen (Tholey, 2007, [8] v. pag. 35)

c) Risultato

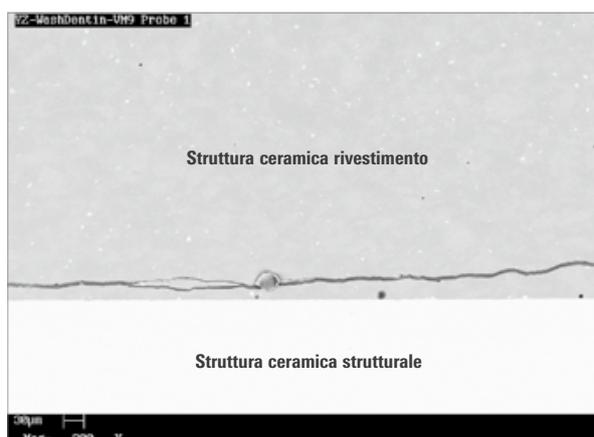
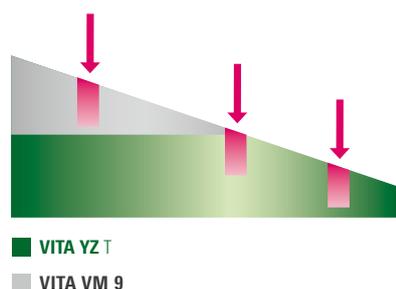


Figure 25: VITA YZ T rivestito con VITA VM 9, propagazione della fessura nel rivestimento, ingrandimento 300x

d) Conclusione

Il legame tra VITA YZ T e VITA VM 9 può essere valutato come eccellente, dato che nella serie di prove eseguite non si è mai osservata la formazione di fessure nella zona di legame, bensì attraverso lo strato di ceramica di rivestimento (v. immagine SEM; struttura della ceramica strutturale grigio chiaro, struttura del rivestimento grigio scuro). Pertanto non è possibile rilevare un valore (di energia) misurabile relativo al legame effettivo.

3.6 Zona di legame tra VITA YZ T e VITA VM 9



a) Materiali e metodi

Per esaminare in modo dettagliato la zona di legame tra VITA YZ T e VITA VM 9, provini in VITA YZ T sono stati rivestiti con VITA VM 9 e quindi segati in forma di cunei. Successivamente i provini sono stati trattati per 20 secondi con VITA CERAMICS ETCH (acido fluoridrico in gel, al 5 %) e le superfici esaminate al microscopio elettronico a scansione (SEM).

b) Fonte

SEM observations of porcelain YTZP interface (Tholey, 2009, [10] v. pag. 35)

c) Risultato

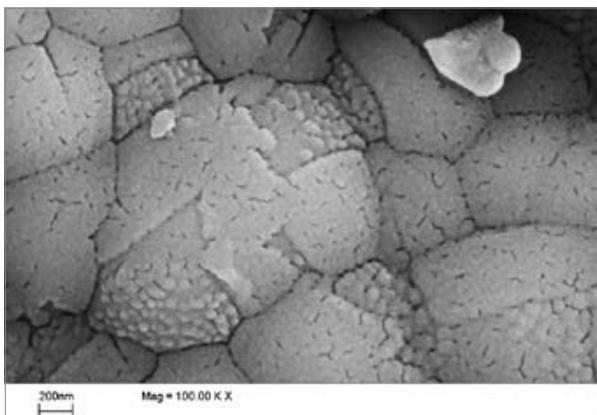


Figura 26: Struttura VITA YZ T dopo rivestimento, ingrandimento 100.000x

d) Conclusione

Il processo di rivestimento (applicazione della ceramica e cottura) modifica la struttura cristallina di VITA YZ T nella zona di legame, per cui si forma una nuova struttura cristallina. La fotografia al SEM mostra questa nuova superficie con un ingrandimento di 100.000x. I risultati consentono di prevedere che la nuova struttura instauri un eccellente legame chimico con la struttura della ceramica di rivestimento VITA VM 9 e si possa quindi conseguire un'unione altamente caricabile tra struttura e rivestimento.

4. Referenze

1. Studi interni, VITA R&S:
VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co. KG
Divisione Ricerca e Sviluppo
Spitalgasse 3
79713 Bad Säckingen
Dipl.-Ing. Michael Gödiker, Capoprogetto
Eva Kolb MSc, Capoprogetto R&S, Bad Säckingen
2. Brevier Technische Keramik, Verband der Keramischen Industrie e.V., 2003
3. Abrasionsuntersuchungen Universitätsklinikum Regensburg, Bericht: Pin-on-block wear test of different ceramics, 09/2011 Prof. Dr.-Ing. Martin Rosentritt, Forschungsbereichsleiter, Universitätsklinikum Regensburg, Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Regensburg
4. Piconi, C., Maccauro, G. (1999). Review Zirconia as a ceramic biomaterial. *Biomaterials*, 1999, 1–25.
5. Körber, K., Ludwig, K. (1983). Maximale Kaukraft als Berechnungsfaktor zahntechnischer Konstruktionen. *Dent Lab*, 1983, 55–60.
6. Coldea, A. et. al. (2009). Untersuchung des Einflusses verschiedener Keramikschleifersysteme auf Zirkoniumdioxid, *Quintessenz Zahntech*, 2009, 470–483.
7. Charalambides P. G. et al. Near-Tip Mechanics of Stress-Induced Microcracking in Brittle Materials, *J. Am. Ceram. Soc.* 1988, 465–472.
8. Tholey M. J., Stephan M. Haftverbundmechanismen in dentalen Schichtsystemen. *Quintessenz Zahntech*, 2007; 160–168.
9. Tholey M. J., Swain M. V. , Thiel N. SEM observations of porcelain YTZP interface. *Dental Materials*, 2009, 857–862.
10. Tosoh Corporation, Japan, Technical Report, 2017
11. Preis V. et al. Cycle-dependent in vitro wear performance of dental ceramics after clinical surface treatments, *Dental Materials*, 2015, 49–58
12. Kailera A., Stephan M. On the feasibility of the Chevron Notch Beam method to measure fracture toughness of fine-grained zirconia ceramics *Dental Materials*, 2016, 1256–1262

SIAMO A VOSTRA DISPOSIZIONE

› Per ulteriori informazioni sui prodotti e la lavorazione consultare anche www.vita-zahnfabrik.com

Hotline Supporto vendite

Udo Wolfner ed il team Servizio Clienti sono a vostra disposizione per ordini, richieste sulle forniture, dati di prodotto e materiali informativi.

Tel. + 49 (0) 7761 / 56 28 90

Fax + 49 (0) 7761 / 56 22 33

▶ **Dalle 8:00 alle 17:00 CET**

Mail info@vita-zahnfabrik.com

Hotline tecnica

 Per soluzioni di prodotto VITA potete contattare il dott. Michael Tholey e il suo team di assistenza tecnica.

Tel. + 49 (0) 7761 / 56 22 22

Fax + 49 (0) 7761 / 56 24 46

▶ **Dalle 8:00 alle 17:00 CET**

Mail info@vita-zahnfabrik.com

Per altri contatti internazionali consultare

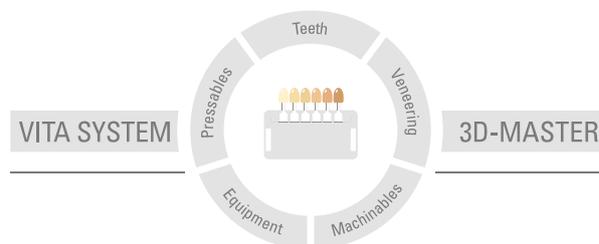
www.vita-zahnfabrik.com/contacts

Altre informazioni su VITA YZ SOLUTIONS:

www.vita-zahnfabrik.com/cadcam



Per ulteriori informazioni su **VITA YZ SOLUTIONS**
consultare: www.vita-zahnfabrik.com/cadcam



Avvertenza: I nostri prodotti vanno utilizzati in conformità alle istruzioni d'uso. Non assumiamo responsabilità per danni che si verificano in conseguenza di incompetenza nell'uso o nella lavorazione. L'utilizzatore è inoltre tenuto a verificare, prima dell'utilizzo, l'idoneità del prodotto per gli usi previsti. Escludiamo qualsiasi responsabilità se il prodotto viene utilizzato in combinazioni non compatibili o non consentite con materiali o apparecchiature di altri produttori e ne consegue un danno. La VITA Modulbox non è necessariamente parte integrante del prodotto. Data di queste informazioni d'uso: 2025-05

Con la pubblicazione di queste informazioni d'uso tutte le versioni precedenti perdono validità. La versione più recente è disponibile nel sito www.vita-zahnfabrik.com

VITA Zahnfabrik è certificata e i seguenti prodotti sono marcati

CE 0124

VITA YZ® T, VITA YZ® HT, VITA YZ® ST, VITA YZ® XT, VITAVM®9

VITA YZ® e **VITAVM®9** sono marchi registrati della VITA Zahnfabrik.

I prodotti di altri produttori citati in questo documento sono marchi registrati dei produttori citati.

MD

VITA

 VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co.KG
Spitalgasse 3 · D-79713 Bad Säckingen · Germany
Tel. +49(0)7761/562-0 · Fax +49(0)7761/562-299
Hotline: Tel. +49(0)7761/562-222 · Fax +49(0)7761/562-446
www.vita-zahnfabrik.com · info@vita-zahnfabrik.com
 facebook.com/vita.zahnfabrik