

PEEK in der Zahnheilkunde

FACHBEITRAG Polymere sind chemische Stoffe, die hauptsächlich aus Makromolekülen (Riesenmolekülen) bestehen. Diese Moleküle definieren das Eigenschaftsprofil des Kunststoffes und bestimmen, ob es sich um einen Standardkunststoff, einen technischen Kunststoff oder einen Hochleistungskunststoff handelt. Ein Gruppe aus der Vielzahl der Polymere sind die Polyaryletherketone (PAEK).

Das Polymer mit der größten Bedeutung in dieser Gruppe der Hochleistungskunststoffe ist das Polyetheretherketon (PEEK). Es wurde 1978 erfunden, in den 1990er-Jahren kommerzialisiert und findet sich heute in einer Vielzahl unterschiedlichster Anwendungen als Metallsatz im Bereich Luft- und Raumfahrt, Automotive, Elektronik und auch in der Medizintechnik wieder. PEEK ist ein hochtemperaturbeständiger, thermoplastischer, teilkristalliner Kunststoff mit einem Schmelzpunkt von 343 °C und einer Glasübergangstemperatur von 143 °C.

Seine physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften ermöglichen die Herstellung von definitivem Zahnersatz in allen Indikationsbereichen.

Seit über 18 Jahren wird PEEK bereits im Bereich unterschiedlichster Humanimplantate in der Medizintechnik verwendet. Entscheidend für den Erfolg sind die herausragenden Eigenschaften wie das geringe spezifische Gewicht in Relation zur Festigkeit, die Chemikalien- und Korrosionsbeständigkeit, die hohe Temperaturbeständigkeit und die hohe Reinheit und Biokompatibilität des unveränderten Naturmaterials.



PEEK in reiner Form ohne Füllstoffe, z. B. YuDent von Yunyi Medical, hat eine hellbeige Farbe und ist nahezu röntgentransluzent. Durch Zugabe von Metalloxidpigmenten kann es eingefärbt werden. Dabei ist aber zu beachten, dass nur das reine, pigmentfreie PEEK eine außergewöhnlich gute klinisch nachgewiesene Biokompatibilität besitzt. Unsere eigene klinische Erfahrung im Bereich Zahnersatz basiert auf nun zehnjähriger Anwendung und Nachsorge. Für die Herstellung von Einzelstücken, wie in der zahnärztlichen

Prothetik üblich, ist die subtraktive Methode, d. h. das Herausfräsen von virtuell konstruierten Strukturen mit CAD/CAM-Programmen, z. B. exocad oder 3Shape, aus industriell hergestellten Scheiben (Ronden oder Discs) mit 5-Achs-Fräsmaschinen seit 2012 der Goldstandard. Es hat sich gezeigt, dass mit dieser Methode die sehr guten Materialeigenschaften vollständig erhalten bleiben und hochpräzise Teile erstellt werden können. Auf dem Dentalmarkt sind mittlerweile Ronden von einer Vielzahl verschiedener Hersteller erhältlich.

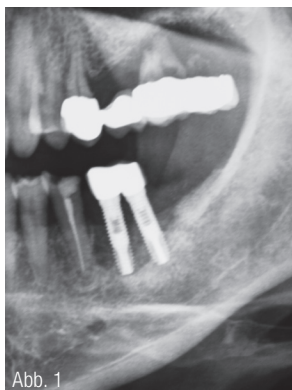


Abb. 1

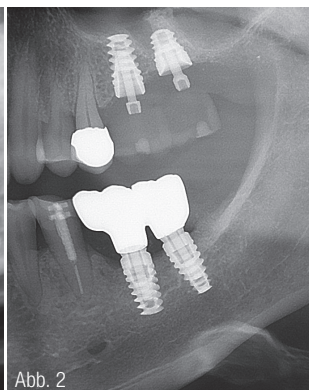


Abb. 2



Abb. 3

Abb. 1: Ausgangssituation. Abb. 2: Behandlungsabschluss. Abb. 3: Implantate 26 und 27 nach Freilegung.

PEEK kommt in unserer Praxis bei folgenden Indikationsgruppen zum Einsatz:

- 1 Festsitzender Zahnersatz (bedingt herausnehmbar)
 - 1.1 Verschraubt auf Titanimplantaten (metallreduziert, nur Titan)
 - 1.1.1 Brücken und vorklockte Kronen im Seitenzahnbereich
 - 1.1.2 Kieferumspannende Brücken (zahnloser Kiefer)
 - 1.2 Teleskopierend auf Zirkonimplantaten (100 % metallfrei, zahnloser Kiefer)



Abb. 4



Abb. 5

Abb. 4: Kompositverblendetes PEEK-Gerüst mit gefräster Implantatverbindung (Tipo Astra, 26, und BEGO, 27). **Abb. 5:** Situation 26/27 intraoral von vestibulär.

- 2 Zementierter Zahnersatz (nicht herausnehmbar)
- 3 Herausnehmbarer Zahnersatz
 - 3.1 Modellgussprothese (100 % metallfrei)
 - 3.2 Kombiniertes Zahnersatz (100 % metallfrei)
 - 3.3 Prothesenverstärkung (100 % metallfrei)
 - 3.4 Stegversorgung auf Implantaten

Die für die zahnärztliche Prothetik wichtigen physikalischen Parameter von ungefülltem PEEK sollen an den folgenden klinischen Fallbeispielen dargestellt werden.

1.1.1 Brücken und vorklockte Kronen im Seitenzahnbereich, verschraubt auf Implantaten

Dolores, 69 Jahre, arbeitet in England und war bei ihrer Vorstellung in der Praxis im März 2017 besorgt über die ungefähr 20 Jahre alte Versorgung. Die Implantate zeigten Periimplantitis sowie Mobilität und mussten entfernt werden, wie auch die Brücke in zweiten Quadranten (Abb. 1 und 2). In der klinischen Anamnese wurde der Habit des Pressens diagnostiziert, d.h. die Patientin presst unbewusst nachts und tags die Kiefer gegeneinander. Dadurch entstehen Kräfte pro Molar von 70 bis 80 Kilogramm, also extrem destruktive Kräfte, im Vergleich zu den zehn bis 15 Kilogramm pro Molar, welche beim normalen Kauvorgang aktiv werden.¹ Die vorklockten Kronen auf den Implantaten 26 und 27 (Abb. 3) haben eine überdurchschnittlich große vertikale Dimen-

**Intelligente Maschine.
Mühelose Fertigung.
Überragende Ergebnisse.**



DWX-42W
Dental-Nassschleifeinheit

Einführung der neuen 4-Achs-Nassschleifeinheit DWX-42W für hochpräzise Fertigung von ästhetischem Zahnersatz

Die Dental-Nassschleifeinheit DWX-42W holt das Optimum aus ihren Werkstoffen heraus. Das Nassschleifen von Glaskeramik- und Komposit Block-Rohlingen (Pin-Type) ermöglicht eine hochpräzise Fertigung äußerst ästhetischen Zahnersatzes – insbesondere von Kronen, Kappen, Brücken, Inlays, Onlays usw. Die DWX-42W lässt sich problemlos in alle Labor- und Klinik-Workflows integrieren. In hocheffizienten Laboren erweitert die DWX-42W den Fertigungsumfang und ermöglicht die Bearbeitung einer größeren Anzahl von Werkstoffen. So wird der ästhetische, finanzielle und klinische Bedarf jeder Patientin und jedes Patienten erfüllt. In Kliniken ermöglicht die DWX-42W die mühelose Anfertigung von Zahnersatz innerhalb eines Tages.

Entdecken Sie mehr auf www.rolanddg.de



Abb. 6: Klinische Situation nach Abnahme der Brücke. Abb. 7: Osseointegrierte Implantate gemäß dem All-on-4-Protokoll nach Abnahme der provisorischen Sofortversorgung. Abb. 8: Per CAD/CAM erstelltes Brückengerüst aus ungefülltem PEEK noch in der Runde. Abb. 9: Klinische Situation nach Eingliederung durch Verschraubung der vier Halteschrauben. Abb. 10: Klinischer Aspekt nach Abnahme der Brücke während des Recall-Termins 1/2019. Abb. 11: Klinischer Aspekt mit Brücke 1/2019; es ist die beidseitige Unterfütterung von 2014 sichtbar. Abb. 12: Okklusale Ansicht mit Spiegel, stabiles Okklusionsmuster. 37 und 47 sind unverblendet und Teil des PEEK-Brückengerüsts. Abb. 13: Situation 1/2019 sechs Jahre und zwei Monate nach Implantation. Abb. 14: Klinische Situation nach Zementierung der Zirkon-Innenteleskope.

sion, kurze Implantate und Keramik im Gegenkiefer.

In dieser Situation ist eine Kronenkonstruktion mit geringem Gewicht und kaukraftabsorbierenden Eigenschaften von Vorteil. Aus diesem Grund wurde ein Gerüst aus PEEK mit integriertem Implantatabutment und Emergenzprofil gefräst und mit Komposit (Gradia, GC) verblendet (Abb. 4). Der Zahnersatz wiegt 3,8 Gramm und hat eine 26-mal höhere Stoßdämpfung als Titan. Die Verschraubung erfolgt direkt im PEEK mit 15Ncm. Der Schraubenkanal als Teil des Gerüsts wird bis zur Okklusalfäche hochgezogen, um einen definierten und sauberen Verschluss zu gewährleisten.

Mit dem optimalen Polierprotokoll kann die PEEK-Oberfläche auf Hochglanz gebracht werden und zeigt bei einer

guten Mundhygiene im Recall keine Entzündungsmerkmale. Es wurden klinisch keine Schraubenlockerungen bei Kontrollabnahmen festgestellt (Abb. 5). Dolores ist mit dem Resultat, bei dem auf Knochenaugmentate verzichtet wurde, sehr zufrieden und hatte schon beim Einsetzen der verblockten Kronen 26 und 27 ein natürliches Kaugefühl.

1.1.2 Kieferumspannende Brücken (zahnloser Kiefer)

Maria, heute 73 Jahre alt, stellte sich in unserer Praxis im Oktober 2012 mit einer insuffizienten Brückenversorgung im Unterkiefer vor. Der Restzahnbestand (Abb. 6) musste entfernt werden. Die Patientin akzeptierte unseren Therapievorschlag einer All-on-4-Versorgung mit Sofortbelastung durch eine reduzierte Kunststoffbrücke (35–45)

und nach vier Monaten (Abb. 7) Austausch der provisorischen Brücke durch eine definitive Brücke mit einem anatomisch gestalteten PEEK-Gerüst und Verblendung mit Kompositmaterialien.

Eine verschraubte, bedingt herausnehmbare, kieferumspannende Brücke auf Titanimplantaten sollte unserer Meinung nach folgende Kriterien erfüllen:

- Dem Knochen ähnliches Elastizitätsmodul
- Kaukraftdämpfendes Gerüst
- Metallfrei zur Vermeidung von Korrosion
- Einfach in der Herstellung
- Kompensation geringer Fehlpassungen um Passive-Fit zu gewährleisten



Abb. 15: Gefrästes, noch unverblendetes PEEK-Gerüst auf dem Meistermodell ohne Zahnfleischmaske. **Abb. 16:** PEEK-Brückengerüst von basal mit im CAD/CAM-Design integrierten Außenteleskopen und Verblendung von vestibulär und okklusal mit Komposit. **Abb. 17:** Situation nach zementfreiem Aufsetzen der Brücke und einem Jahr Tragezeit. **Abb. 18:** Ausschnitt der Panoramaschichtaufnahme zur Kontrolle nach 20 Monaten Tragezeit. Bei genauem Hinsehen ist die Brücke zu erkennen. **Abb. 19:** Zustand vier Monate nach Implantation der Zirkonimplantate. **Abb. 20:** Klinischer Zustand nach leichtem Beschleifen der Implantatschulter vestibulär und Gingivektomie palatinal. **Abb. 21:** Situation wie Abbildung 20 von okklusal. **Abb. 22:** Basaler Aspekt der verblockten Kronen. **Abb. 23:** Zementierte Kronen in situ.

- Trotz großen Volumens, typisch für implantatgestützte Brücken, geringes Gewicht (14 Gramm Gesamtgewicht)

Die dritte Generation unserer kiefer-
 spannenden Brücken mit vollanatomischem PEEK-Gerüst, mit Komposit oder Vollzirkon-Einzelzähnen verblendet, im zahnlosen Kiefer nach dem All-on-4(5-6-)Prinzip berücksichtigt alle Punkte. Das gefräste PEEK-Brückengerüst direkt auf Multi-Unit Abutments (Abb. 8) und PEEK-gelagerten Fixierungsschrauben vermeidet Verklebungen, und die Kompositverblendung garantiert eine über Jahre stabile Okklusion (Abb. 9). Klinisch haben wir keine Schraubenlockerungen festgestellt, das von uns empfohlene Drehmoment der Fixierungsschrauben ist 15 Ncm.

Die Patientin hatte vom ersten Augenblick an ein angenehmes Gefühl, und die vollanatomische Gestaltung des PEEK-Gerüsts gibt der Zunge die notwendige Freiheit und ist optimal hygienefähig. Die natürliche Bezahnung des Gegenkiefers wird, durch die physiologischen Kaukräfte, gesund erhalten. Der zervikale Knochen am Implantat ist über die Jahre stabil. Im Januar 2019, sechs Jahre nach Eingliederung, zeigen sich bei der Nachsorgeuntersuchung stabile Verhältnisse (Abb. 10 bis 13). 2014 erfolgte eine Unterfütterung der Brücke im Bereich der Pontics zwischen Implantat 32–35 und 42–45.

1.2 Teleskopierend auf Zirkonimplantaten (100 % metallfrei, zahnloser Kiefer)
 Ana, 68 Jahre, stellte sich im Juni 2015 vor, weil sie mit ihrer Unterkieferprothese

nicht zurechtkam und Probleme mit der Verdauung als auch Schmerzen im linken Kiefergelenk hatte. Der Oberkiefer präsentierte sich mit fehlenden Backenzähnen. Normalerweise ein Routinefall, aber die Patientin wollte eine 100 Prozent metallfreie feststehende Versorgung. Im Oberkiefer waren drei einteilige Straumann Pure Ceramic Implantate mit zementierten Vollzirkonbrücken die Lösung. Der zahnlose Unterkiefer war sicherlich die größere Herausforderung. Die Behandlungsplanung sah die Implantation von vier Straumann Pure Ceramic Implantaten, trotz reduziertem Knochenangebot im Seitenzahnbereich, vor. Zur Erlangung einer ausreichenden Friktion und gemeinsamer Einschubrichtung wurden vier auf ein Grad gefräste Vollzirkon-Innenteleskope erstellt (Abb. 14).

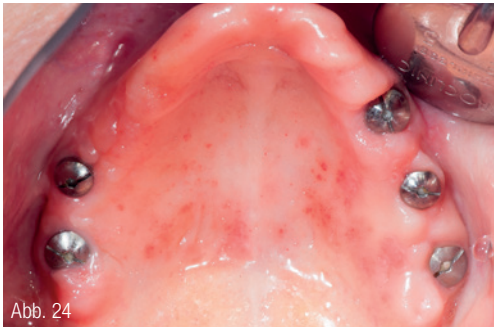


Abb. 24

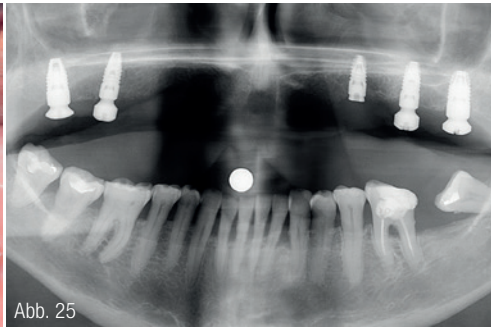


Abb. 25



Abb. 26



Abb. 27



Abb. 28

Abb. 24: Klinischer Zustand vier Monate postoperativ. Abb. 25: Ausschnitt der Panoramaschichtaufnahme zur Überprüfung der Osseointegration vier Monate postoperativ. Abb. 26: Die zwei gefrästen Stegsegmente in PEEK mit integrierter Implantatverbindung. Abb. 27: Überprüfung der in der Fräsmaschine eingestellten Friktionspassung. Abb. 28: Fertiggestellte Oberkieferprothese.

Nach Einprobe der Innenteleskope und Überabdruck wurde die Situation im Labor neu gescannt und in PEEK gefräst (Abb. 15). Verblendet wurde in diesem Fall mit Komposit auf dem reduzierten PEEK-Gerüst, wie es auch bei der Metallkeramik gemacht wird (Abb. 16). Die Gleiteigenschaften von PEEK auf PEEK beziehungsweise von PEEK auf Zirkon sind sanft rollend und frei von Abnutzung. Bei Arbeiten, die schon über fünf Jahre in Funktion sind, konnten wir keinerlei Friktionsverlust feststellen. Die Patientin hat nun die Wahl, die Brücke wie einen festsitzenden oder einen herausnehmbaren Zahnersatz zu behandeln, da die Friktion so gut eingestellt ist, dass kein Zement zur Fixierung erforderlich ist (Abb. 17).

Das Kontrollbild ein Jahr nach Eingliederung zeigt gesunde Verhältnisse. Die Patientin ist überglücklich, und ihre Erwartungen hinsichtlich Komfort und Kaufunktion wurden übertriften. Das Kiefergelenk beruhigte und die gestörte Verdauung normalisierte sich. Die Panoramaschichtaufnahme 20 Monate nach Behandlungsabschluss zeigt stabile Verhältnisse (Abb. 18). Ohne das Material PEEK wäre dieser Fall nicht lösbar. Die Flexibilität des Polymers kompensiert die Eigenflexion der Unterkieferspange und schützt die Implantate. Die Kompositverblendungen sind bruchfest, auch wenn die Brücke in das Waschbecken fallen sollte, und bei Bedarf einfach zu repara-

rieren. Andererseits ist die Abstrahlungsbeständigkeit ausreichend und höher als bei konventionellen Prothesenzähnen. Bei Patienten mit ganzheitlicher Gesundheitseinstellung kommt es nicht nur auf die Metallfreiheit an, sondern auch auf die Verwendung von verträglichen Materialien. Auch hier bietet die gezeigte Versorgung Vorteile, weil der Materialmix auf ein Minimum reduziert ist und kein Zement zur Anwendung kommt.

2 Zementierter Zahnersatz (nicht herausnehmbar)

Susana, 54 Jahre, hat eine Titan- und Metallunverträglichkeit, nachgewiesen über den MELISA-Test. Der Zahn 17 hatte einen Knochendefekt palatinal sowie apikal und wurde nur von der vestibulären Knochenlamelle, die auch noch in Regio 16 erhalten ist, gehalten. Sechs Monate nach einer vertikalen und horizontalen Knochenaugmentation in Regio 16 und 17 wurden zwei einteilige Z-Systems-Keramikimplantate inseriert (Abb. 19).

Die Patientin hat die Angewohnheit, zu pressen. Deshalb wurden in diesem Fall die Keramikimplantate mit zwei verblockten kompositverblendeten PEEK-Kronen versehen. Die Befestigung erfolgte mit kunststoffverstärktem Glasionomerzement (Abb. 20 bis 23).

3.4 Stegversorgung auf Implantaten

Vor fünf Jahren stellte sich Herme, damals 73 Jahre alt und eine ehemalige Lehrerin an der Waldorfschule in Madrid, in unserer Praxis vor. Sie kam mit ihrer Oberkiefervollprothese nicht zurecht, da aufgrund der starken Knochenresorption keine Haftung mehr möglich war. Das erstellte DVT zeigte ein stark reduziertes Knochenvolumen. Es konnten fünf Titanimplantate mit interner Astra-Verbindung inseriert werden (Abb. 24 und 25). Es wurden zwei in PEEK gefräste Stege mit integrierter Implantatverbindung und Emergenzprofil gefräst und eine Vollprothese mit integrierter PEEK-Sekundärstruktur (Abb. 26 bis 30) erstellt.

Zirkon. Die Farbe muss stimmen. Immer!

VITA YZ[®] SOLUTIONS



VITA – perfect match.

VITA

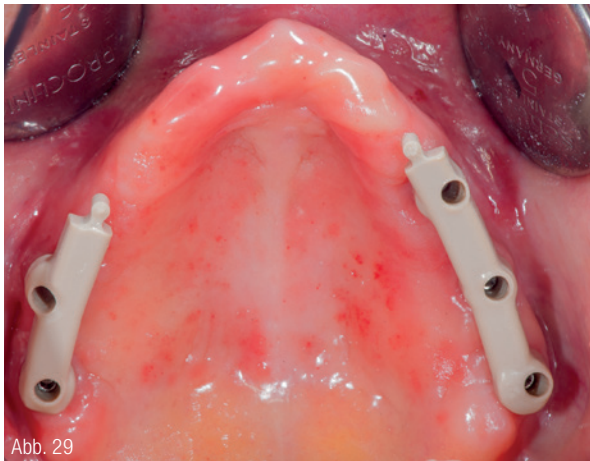


Abb. 29



Abb. 30



Abb. 31

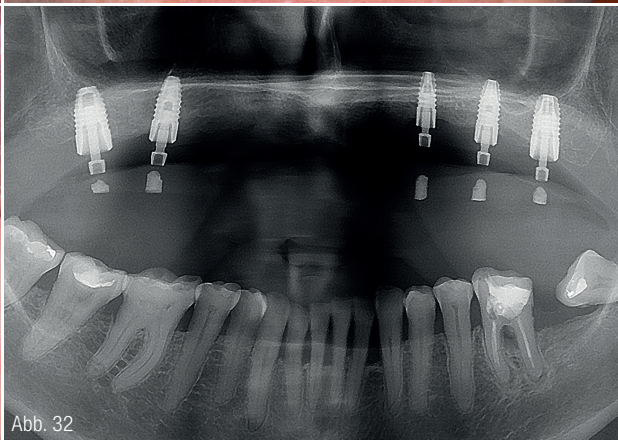


Abb. 32

Abb. 29: Aufgeschraubte PEEK-Stege, die Schleimhaut ist durch die Vollprothese noch gereizt. **Abb. 30:** Zufriedene Patientin, harmonische Integration des Zahnersatzes. **Abb. 31:** Recall bei vierjähriger Tragezeit, gesundes Weichgewebe. **Abb. 32:** Ausschnitt Panoramaschichtaufnahme nach vierjähriger Tragezeit zeigt stabilen Knochen.

Die Patientin kann durch die guten Rolleigenschaften von PEEK auf PEEK die Prothese leicht abziehen und einsetzen. Wir haben keine Friktionsminderung in den fünf Jahren der Benutzung feststellen können und die Tefloneinsätze mussten bisher nicht ausgetauscht werden. Trotz großer Aufbauhöhe werden die Implantate durch PEEK geschützt. Die Schrauben haben sich nicht gelockert. Bei Abnahme der Stege ist keine Geruchsbildung bemerkbar, was auf eine gute Dichtigkeit zwischen der gefrästen konischen PEEK-Verbindungsgeometrie und dem Implantat (kein Mikrogap) schließen lässt. Nach vierjähriger Tragezeit sind stabile Verhältnisse bei Weich- und Hartgeweben sichtbar. Die Friktion hat nicht nachgelassen und die Patientin ist glücklich und gesund (Abb. 31 und 32). Eine metallfreie Versorgung auf Titanimplantaten wird in unserer Praxis als metallreduziert bezeichnet. Wenn nicht auf Titanimplantate verzichtet werden kann, sehen wir bei die-

ser Art der Versorgung bessere Langzeitergebnisse im Vergleich zu prothetischen Versorgung mit Metall, da jegliche Art der Korrosion ausgeschlossen wird.

Resümee

Obwohl der Werkstoff PEEK nun schon mehr als zehn Jahre in der zahnärztlichen Prothetik Anwendung findet, ist er in der praktischen Anwendung bei einigen Zahntechnikern und Zahnärzten, unserer Ansicht nach unberechtigter Weise, mit Vorurteilen behaftet. Hier sind Plaqueaffinität, Materialbrüche, Abplatzen von Verblendungen bzw. Verklebungen etc. zu nennen. Vor Jahren hatten auch wir mit diesen Problemen zu kämpfen. All diese Punkte haben als Ursache Fehler in der Anwendung, wie es bei der Einführung eines neuen Werkstoffes normal ist, und sind mittlerweile bei sachgemäßer Umsetzung kein Thema mehr.

1 Bruxism: Theory and Practice, Daniel A. Paesani, Quintessenz.

INFORMATION

Dr. Bernd Siewert

Clínica Somosaguas
Su salud dental es nuestra pasión
Calle Aquilón, 2
C.C. Prado de Somosaguas
28223 Madrid, Spanien
siewert@dental-med.com
www.dental-med.com

Jörg Schlegel

Dipl.-Ing. (FH) Chemie/Kunststoffe
Medical Polymers Consulting & Sales
Schumannstraße 19
72458 Albstadt
consulting@schlegel-albstadt.de

Dr. Bernd Siewert



STARK - PRODUKTIV - MODERN



**5 - ACHS
SIMULTANBEARBEITUNG**



**20 - FACH WERKZEUGWECHSLER
MIT MAGAZIN-SYSTEM**



**SPINDEL MIT
HOHER SPANNKRAFT**



**PRÄZISES SCHLEIFEN
KERAMISCHER WERKSTOFFE**



**MULTI-BLANKWECHSLER
MIT AUTOMATION**



**KÜHLMITTELKREISLAUF
ZUR NASSBEARBEITUNG**



**SPINDELFORM ERMÖGLICHT
GROSSEN ANSTELLWINKEL**



**SICHERE ABUTMENT-FERTIGUNG
IM BLANK- WECHSLER**



**MIT WORK NC® ODER
HYPERDENT® CAM-SOFTWARE**



**VERSTÄNDLICHE BEDIENBARKEIT
DURCH DC CONTROL STEUERUNG**



**MASCHINEN KALIBRIERUNG
FÜR HYBRID-BEARBEITUNGEN**

