

**Zuverlässigkeit und Festigkeit vollkeramischen Zahnersatzes hergestellt im DCM-Verfahren.**

F. Filser, P. Kocher, F. Weibel, A. Lüthy, P. Schärer, L.J. Gauckler

Vollkeramische Zahnbrücken für den Seitenzahnbereich sind heute nicht kostengünstig verfügbar. Das neue Direct Ceramic Machining (DCM)-Verfahren ermöglicht für diese Anwendung die einfache, sichere und schnelle Herstellung von hochfestem, bioverträglichem vollkeramischem Zahnersatz.

Hierbei wird ein Grundgerüst aus einem vorgefertigten porösen und daher leicht zu bearbeitenden Zirkonoxid-Rohling vergrößert herausgefräst und anschließend dichtgesintert. Eine zeitaufwendige Hartbearbeitung ist nicht mehr notwendig. Verblendungen aus Porzellan ermöglichen die Anpassung an individuelle ästhetische Bedürfnisse.

Zirkonoxid-Grundgerüste besitzen mehr als zweifach höhere Festigkeit als solche aus In-Ceram Alumina und IPS Empress2. Auch die höchsten Kaukräfte im Seitenzahnbereich können durch Zahnbrücken mit Zirkonoxid-Grundgerüst aufgenommen werden. Die Zuverlässigkeit der mit dem DCM-Verfahren hergestellten Zirkonoxidzahnbrücken ist wesentlich höher als diejenige der von In-Ceram Alumina und IPS Empress2.

Einjährige klinische Resultate von dreigliedrigen Zahnbrücken im Seitenzahnggebiet zeigen keinerlei Beanstandung.

## **Klinische Studie von Zirkonoxidbrücken im Seitenzahnggebiet hergestellt mit dem DCM-Verfahren**

B. Sturzenegger, A. Fehrer, H. Lütthy, M. Schumacher, O. Loeffel, F. Filser, P. Kocher, L. Gauckler, P. Schärer

Zahnärztliche Therapien verlangen nach Rekonstruktionen von höchster ästhetischer Qualität und Biokompatibilität. Vollkeramische Rekonstruktionen vermögen diese Forderungen weitgehend zu erfüllen, vom Inlay bis zur Einzelkrone und kleinen Frontzahnbrücke. Bei mehrgliedrigen Brücken waren die interdentalen Verbinder (connectors) die Schwachstellen.

Die Hochleistungskeramik ZrO<sub>2</sub>-TZP könnte sich auf Grund einiger Laborversuche auch für mehrgliedrige Brücken im Seitenzahnbereich eignen.

22 Seitenzahnbrücken mit Zirkonoxidgerüst (auf 19 Molaren und 25 Prämolaren) wurden mit dem DCM-Verfahren (Direct Ceramic Machining; ETH Zürich) hergestellt und klinisch eingesetzt. Sämtliche Brücken waren durch Antagonisten belastet. Nach einer Beobachtungszeit von durchschnittlich 385 Tagen (307 bis 488 Tage) waren alle 22 Brücken noch intakt. Weder Risse noch Absplitterungen konnten beobachtet werden. Die Patienten waren zufrieden mit den Zirkonoxidrekonstruktionen, insbesondere wurde die geringe Wärmeleitfähigkeit als angenehm empfunden. Ein sich ergebendes endodontisches Problem konnte nicht in Zusammenhang mit den vollkeramischen Brückengerüsten gebracht werden.

Die erfolgversprechenden Resultate dieser klinischen Studie gelten nur für mit dem DCM-Verfahren hergestellten Zahnersatz. Über mit anderen CAD/CAM-Systemen hergestellte Zirkonoxidbrücken kann keine klinische Aussage abgeleitet werden.

**High load bearing, high reliable all-ceramic dental bridges by the direct ceramic machining process**

F. Filser, H. Lütthy, P. Kocher, P. Schärer, L.J. Gauckler

All-ceramic dental bridges are highly desired as they offer the advantages of a metal-free treatment. Due to the weak mechanical properties of traditional dental ceramics ceramic bridges have to be designed up to now with thick connectors (about 16 to 20 mm<sup>2</sup>) for bearing the mastication loads in the posterior region (880 N). Zirconia in its tetragonal yttria stabilized polycrystal form (TZP) offers highest strength combined with highest toughness. However, TZP is difficult to machine in its dense state and has therefore found only limited application for dental bridges. A new Direct Ceramic Machining (DCM) process uses porous, easy-to-machine TZP blanks and machines the frameworks in an enlarged shape to compensate for the sintering shrinkage. We compare the load bearing and reliability of frameworks and bridges fabricated by the DCM process to other dental ceramic materials and evaluated their failure probability.

**All-ceramic dental bridges are desirable substitutes for today's metal-porcelain composite bridges.**

F. Filser, H. Lüthy, P. Schärer, L. Gauckler

All-ceramic dental bridges show improved aesthetics, avoid allergenic reactions, offer high biocompatibility, and radiotransparency. High performance ceramic materials, eg. zirconia in its dense sintered form exhibit excellent mechanical properties and therefore are suitable for dental application.

To overcome the existing shaping difficulties of ceramics a new process Direct Ceramic Machining DCM was developed. DCM allows the fabrication of complex three dimensional shaped objects, like zirconia bridges, by machining a soft presintered blank which is sintered to full density afterwards. Surface shape data are recorded by mechanically digitising a wax model of the bridge and are linearly enlarged to compensate the final sintering shrinkage. All these data serve for generating the tool paths for the milling step. No further machining is necessary to achieve the desired accuracy.

The absolute dimensional accuracy of DCM was determined to be 19  $\mu\text{m}$  plusminus 12 $\mu\text{m}$  using homogeneous presintered blanks of 30 mm length. These blanks showed isotropic predictable shrinkage. For blank fabrication four parameter sets were evaluated in terms of maximum relative density and minimal density scattering. One appropriate parameter set was chosen for dental bridge manufacturing. For testing mechanical properties of pure and veneered frameworks made of zirconia by the DCM process a bridge test setup was developed simulating clinical failure. Zirconia frameworks exceed 3 times the reliability of commercially available Vita-Celay glass-infiltrated porous alumina. Load bearing capacity of zirconia frameworks is more than 2.5 times of In-Ceram frameworks. Increasing the cross sectional area of the interdental connector results in a decrease of reliability and an increase of load bearing capacity in case of zirconia frameworks. Veneer porcelain of different thicknesses has no effect on load bearing capacity in case of zirconia and In-Ceram. The strength of the framework's material determines the total strength of the dental bridge. Veneered zirconia frameworks showed a visible crack in the porcelain coinciding with load peaks on load-strain diagrams in contrast to veneered In-Ceram frameworks. They do not show either load peaks nor visible cracks in porcelain before total failure. The FEA analysis of the bridge test set-up revealed a qualitative conformance of the high tensile stresses at the gingival surface of the interdental connector with the failure initiation. Maximum tensile stress of 340 MPa account for only 50 % of the strength measured on polished specimen in 3-point bend test. A clinical study with patients will be performed where the all-ceramic bridges made with zirconia framework can prove their clinical feasibility. The study will give a feedback for improvements of the DCM process, of the tools, and of the ceramic materials. Pre-clinical studies may be extended to longterm behaviour of the all-ceramic dental bridges. FE analysis and simulation will be refined and performed with various clinical relevant load situations and different designs of frameworks.