Abteilung Zahnärztliche Prothetik

- Direktorin: Prof. Dr. med. dent. Meike Stiesch-Scholz (ab 01.10.2005)
- Direktor: Prof. Dr. med. dent. Albrecht Roßbach (bis 30.09.2005)

Forschungsprofil

Gemäß der traditionellen Mittlerrolle der Zahnärztlichen Prothetik zwischen den klinischen Fächern der Zahnheilkunde und der Zahnärztlichen Werkstoffkunde erstrecken sich die Forschungsaktivitäten der Abteilung von der klassischen Prothetik über benachbarte zahn- und allgemeinmedizinische Disziplinen bis in naturwissenschaftlich-technisches Gebiet. So werden im Rahmen werkstoffkundlicher Projekte Innovationen in der Herstellung, der Funktionalisierung und der Prüfung dentaler Werkstoffe erarbeitet sowie die Wirkung dieser Materialien auf das biologische System untersucht. Werkstoffkundliche Lösungsansätze werden in experimentellen Untersuchungen grundlegend charakterisiert und mit Simulationsverfahren nach der Methode der finiten Elemente abgebildet. Nach der experimentellen Erprobung der Materialien und Technologien werden prospektive kontrollierte klinische Studien zur Langzeitbewährung durchgeführt.

Ein weiteres Forschungsziel stellt die Entwicklung innovativer funktioneller Oberflächenschichten von Implantatabutments dar, die einerseits die Bildung eines Biofilms mit parodontalpathogenen Keimen verhindern, andererseits jedoch die Anlagerung der Gingiva fördern. Im Rahmen interdisziplinärer Forschungsprojekte werden in In-vitro- und In-vivo-Experimenten ultrastrukturelle Analysen des mikrobiellen Biofilms nach Oberflächenmodifikation der Implantate durchgeführt. Außerdem wird die orale Biofilmbildung auf Implantaten im Zusammenhang mit operativer und konservativer Tumortherapie analysiert.

Ein weiterer Schwerpunkt befasst sich mit den Dysfunktionen des kraniomandibulären Systems. Im Mittelpunkt des Forschungsinteresses stehen ätiologische Zusammenhänge mit Wirbelsäulenerkrankungen, zahnärztliche und physikalische Therapiemöglichkeiten sowie die Untersuchung und Weiterentwicklung computergestützter Verfahren zur Registrierung von Unterkieferbewegungen. Außerdem werden neuromuskuläre Steuerungsvorgänge im stomatognathen System mit Hilfe von funktioneller Kernspintomographie sowie Elektromyographie, -encephalographie, oku- lographie und -kardiographie analysiert. Weitere klinische und grundlagenorientierte Projekte außerhalb dieser Schwerpunkte runden das Forschungsprogramm ab. Die Forschungsaktivitäten beinhalten Kooperationen mit verschiedenen Abteilungen der Medizinischen Hochschule sowie in- und ausländischen Universitäten. Im Bereich der Normierung zahnärztlicher Werkstoffe besteht eine enge Zusammenarbeit mit Gremien des DIN und der ISO.

Forschungsprojekte

Untersuchung mechanischer Spannungen an viergliedrigen Seitenzahnbrücken aus Zirkoniumdioxid mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente

Mit der Entwicklung von Hochleistungskeramiken aus Zirkoniumdioxid, die eine höhere Festigkeit und Bruchzähigkeit als konventionelle Keramiken aufweisen, ist es möglich, dem Wunsch der Patienten nach ästhetisch ansprechendem Zahnersatz auch im Seitenzahnbereich nachzukommen. Neben der Ästhetik bietet die Vollkeramik weitere Vorteile wie sehr gute Biokompatibilität, Mundbeständigkeit, geringe Plaqueanlagerung und geringe Wärmeleitfähigkeit. Die seit kurzem vorliegenden klinischen Erfahrungen mit dreigliedrigen Brücken aus Zirkoniumdioxid im Molarenbereich sind vielversprechend. In verschiedenen experimentellen Versuchsreihen und in einer numerischen Simulation am Rechner wird zur Zeit in der Abteilung Zahnärztliche Prothetik untersucht, ob diese Art vollkeramischer Brücken auch für größere Spannweiten die erforderliche Belastbarkeit aufweist. Darüber hinaus soll das Rechenmodell nach Verifizierung durch die Experimente für verschiedene Zwecke eingesetzt werden, auf die am Ende dieses Berichts eingegangen wird.

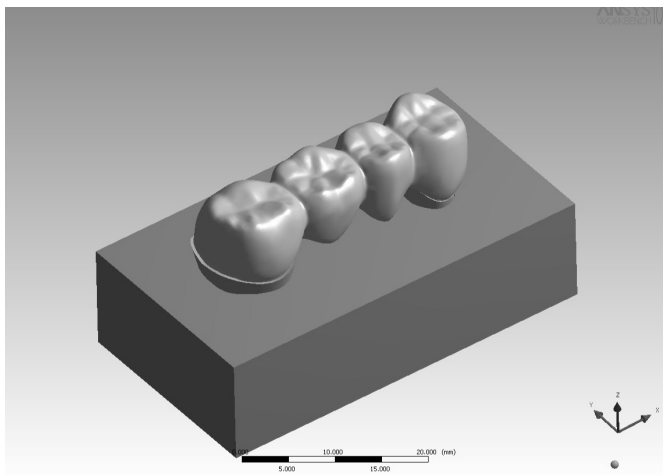

Abb. 1: CAD-Modell einer vollkeramischen Brücke zwischen den Zähnen 24 und 27, eingebettet in einen Polyurethansockel

Ausgangspunkt für die Untersuchung ist eine Situation im Seitenzahnbereich, in der die Zähne 24 und 27 zum Ersatz der dazwischen fehlenden Zähne überbrückt werden (Abb. 1). Zur Entwicklung eines möglichst originalgetreuen virtuellen Modells wurde eine für die In-vitro-Experimente vorgesehene viergliedrige Brücke aus Zirkoniumdioxid vor und nach Beschichtung mit einem glaskeramischen Verblendmaterial optisch vermessen. Dabei wurde ein Streifenprojektionsverfahren angewandt (ATOS II SO, Fa. GOM. Braunschweig), das nach Auswertung gemäß dem Triangulationsprinzip eine Messgenauigkeit von ca. 3 µm ermöglichte. Die erhaltenen Punktwolken wurden in sogenannte Freiformflächen überführt (Programm Pointmaster, Fa. Knotenpunkt, Balingen), die die Oberfläche der eingescannten Brücken ma-

thematisch repräsentierten. Nach Import in ein Programmsystem, das sowohl geometrische Modellierung nach Methoden des Computer Aided Design (CAD) und Belastungssimulation nach der Methode der Finiten Elemente (FEM) ermöglicht (ANSYS Workbench, Fa. Ansys, Canonsburg, PA, USA), konnte das Modell am Rechner vervollständigt werden. So wurde zunächst durch eine Volumenoperation das Brückengerüst von der verblendeten Brücke subtrahiert, um die Verblendmasse als separaten Modellteil zu erhalten. Anschließend wurden in die Lumina der Brückenkronen passende Zahnstümpfe einschließlich Wurzeln modelliert. Ferner wurde zwischen Kronen und Zähnen jeweils ein Spalt von ca 125 µm geschaffen und virtuell mit Befestigungszement gefüllt. Um die Wurzeln wurde in Anlehnung an die experimentelle Situation eine Latexschicht von 0,5 mm Stärke modelliert, um die Resilienz des natürlichen Parodontiums zu imitieren. Als Basis der gesamten Konstruktion diente in vitro ein Polyurethansockel, welcher ebenfalls virtuell nachgebildet wurde. Das komplette CAD-Modell zeigt Abb. 1.

Zur Vorbereitung auf die geplanten Spannungsanalysen wurde das Modell in einem rechenintensiven Prozess automatisch in ein Netz aus annähernd 100.000 Tetraedern, den so genannten Finiten Elementen, zerlegt (Abb. 2). In einem weiteren Schritt wurden den

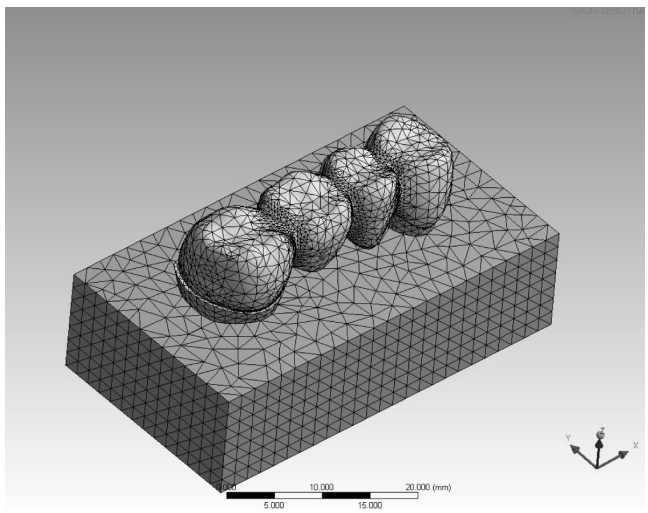

Abb. 2: Brückenmodell mit Sockel nach Aufteilung in Finite Elemente

Zur Zeit befindet sich das Modell noch im Endstadium der Entwicklung. Bei ersten vorläufigen Analysen, die von einer im Bereich des mittleren Verbinders angreifenden Vertikalkraft von 1500 N ausgehen, zeichnen sich deutliche Spannungsspitzen an der Unterfläche der Brücke ab (Abb. 3). In diesen Bereichen ist auch der Bruchausgang bei den In-vitro Belastungsexperimenten zu finden.

Die zukünftige Aufgabe wird es zunächst sein, das Modell noch besser an die Realität anzupassen und die Maschenweite des Netzes ortsabhängig zu optimieren, sodass bei möglichst geringem Rechenbedarf eine größtmögliche Übereinstimmung zwischen experimentell und

rechnerisch ermittelten Ergebnissen resultiert. Mit einem derart verifizierten Rechenmodell sollen letztlich folgende Ziele verfolgt werden:

1. Abschätzung der statischen Bruchgefährdung bei unterschiedlicher Krafteinleitung,
2. Reduzierung von Spannungsspitzen durch Gestaltoptimierung des Brückenkörpers,
3. Abschätzung von möglicherweise schädlichen Eigenspannungen in der Keramik, die durch unterschiedliche Wärmeausdehnungskoeffizienten von Gerüst- und Verblendmaterial beim Brennvorgang entstehen, und
4. Erstellung von Lebensdauerprognosen für funktionell belastete Brücken durch Kombination von Ergebnissen der Spannungsanalyse mit bruchmechanischen Modellen.

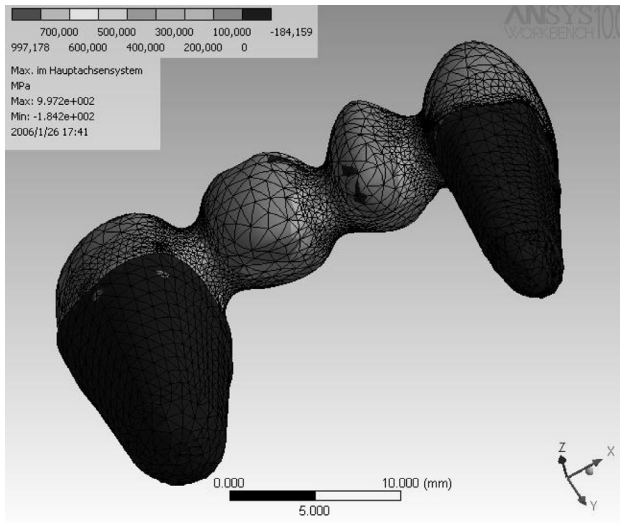

Abb. 3: Verteilung der maximalen Hauptspannung bei mittig wirkender vertikaler Kraft von 1500 N. Ansicht von basal, Modellsockel zur besseren Übersicht entfernt.

■ Projektleiter: L. Borchers, M. Dittmer, M. Stiesch-Scholz in Zusammenarbeit mit P. Blanke, F.-E. Wolter (Inst. f. Mensch-Maschine-Kommunikation der Universität Hannover)

Weitere Forschungsprojekte

Fraktographische Analysen von Zirkoniumdioxid- und Leuzitkeramiken

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz, L. Borchers, P. Schneemann; Förderung: Industrie

In-vitro-Untersuchung zur Bruchfestigkeit von Seitenzahnbrücken aus hochfester Strukturkeramik in Abhängigkeit von Material, Vorschädigung und Gestalt

■ Projektleiter: L. Borchers, P. Kohorst, M. Stiesch-Scholz; Förderung: Industrie

In-vitro-Untersuchung zur Bruchfestigkeit von Seitenzahnbrücken aus hochfester Strukturkeramik in Abhängigkeit von der Art der Zementierung

■ Projektleiter: L. Borchers, M. Stiesch-Scholz, P. Kohorst; Förderung: Industrie

In-vitro-Untersuchung zum Randschlussverhalten von Seitenzahnbrücken aus hochfester Strukturkeramik

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz, L. Borchers; Förderung: Industrie

Glasfaserverstärkung von Langzeitprovisorien aus Kunststoff im Seitenzahnbereich

■ Projektleiter: L. Borchers, M. Stiesch-Scholz; Förderung: Industrie

Randomisierte klinische Vergleichsstudie zur Bewährung von glasfaserverstärkten Langzeitprovisorien aus Kunststoff

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz, L. Borchers, M. Senge; Förderung: Industrie

Entwicklung prothetischer Konzepte zur Sofortversorgungen auf enossalen Implantaten

■ Projektleiter: B. Bremer, M. Stiesch-Scholz

Korrelationen zwischen kraniomandibulären Dysfunktionen und Erkrankungen der Wirbelsäule

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz, H. Tschernitschek; in Kooperation mit der Abteilung Physikalische Medizin und Rehabilitation

Prospektive kontrollierte Untersuchung der Kiefergelenkfunktion nach Schienentherapie und physikalischer Therapie von kraniomandibulären Dysfunktionen

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz, F. Ismail

Experimentelle Untersuchungen der Messgenauigkeit optoelektronischer und ultraschallgestützter Registrierverfahren

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz, A. Demling

Computergestützte Analyse der Kondylenveränderung im Temporomandibulargelenk nach Eingliederung verschiedener Okklusionsschienen

■ Projektleiter: A. Demling, M. Stiesch-Scholz; Förderung: Industrie

Untersuchung des Einflusses der Okklusion auf das Gleichgewichtssystem mit Hilfe der computergestützten dynamischen Posturographie (Equitest)

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz; in Kooperation mit der Abteilung Physikalische Medizin und Rehabilitation und der Abteilung HNO

Epidemiologische Studien zum Vorliegen der Kraniomandibulären Dysfunktion in der Bevölkerung

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz, L. Schwabe; in Kooperation mit der Abteilung Epidemiologie (Prävention und Rehabilitation in der System- und Versorgungsforschung)

Neuromuskuläre Steuerungsmechanismen im stomatognathen System

■ Projektleiter: J. Strempel

Einsatz der Elektromyographie zur Untersuchung der Kaumuskulatur

■ Projektleiter: J. Strempel, H. Tschernitschek

Diagnostik von oralen Parafunktionen mit Hilfe der Elektromyographie

■ Projektleiter: J. Strempel, H. Tschernitschek

Kortikale Aktivierungen bei unterschiedlichen Bewegungsabläufen im stomatognathen System

■ Projektleiter: J. Strempel, H. Tschernitschek, in Kooperation mit H. Hinrichs, M. Rotte (Neurologische Klinik II der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg)

Quantitative und qualitative Differenzierung der supra- und subgingivalen Biofilmbildung auf implantatgetragenen Suprastrukturen

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz, W. Heuer; in Kooperation mit dem Institut für Medizinische Mikrobiologie der MHH und der Klinik für Zahnerhaltungskunde der Universität Homburg/Saar

Modifikation der oralen Biofilmbildung durch Oberflächenkonditionierung von Implantatsuprastrukturen (PVD-Beschichtung mit Zirkoniumnitrid / Titannitrid, Ätzung)

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz, C. Elter; in Kooperation mit dem Institut für Werkstoffkunde der Universität Hannover

Orale Biofilmbildung auf Implantaten im Zusammenhang mit operativer und/oder konservativer Tumortherapie (Radiatio, Chemotherapie), insbesondere nach Ersatz von Mundhöhlenstrukturen mittels mikrovaskulärer oder gestielter Weichgewebetransplantate

■ Projektleiter: M. Stiesch-Scholz, in Kooperation mit der Abteilung für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie der MHH

Entwicklung innovativer antiadhäsiver Beschichtungen auf oral exponierten Implantatoberflächen

■ Projektverantowortliche: M. Stiesch-Scholz; in Kooperation mit dem Institut für Tecchnische Chemie der Universität Braunschweig und mit der GBF Braunschweig

Berechnung der chemischen Aktivierungsenergie der Schmelzerosion mit Hilfe des Arrhenius-Plots

- Projektleiter: M. Eisenburger

Chemische Analyse der erosiven Schmelzdemineralisation

- Projektleiter: M. Eisenburger

Erosion von Befestigungszementen und Zahnhartsubstanz im Kronenrandbereich

- Projektleiter: M. Eisenburger, S. Victoria; Förderung durch Fa. Haffner, Pforzheim

Verdrehung von gusstechnisch hergestellten Einzelkronen und von gefrästen Keramikkronen beim Zementieren in Abhängigkeit vom Verlauf der Präparationsgrenze und vom Vorhandensein eines Verdrehungsschutzes

- Projektleiter: M. Eisenburger; Förderung durch Fa. Heraeus-Kulzer, Hanau

Studentische Akzeptanz eines internetbasierten Lernsystems für die vorklinische Lehre

- Projektleiter: M. Eisenburger, S. Victoria

Originalpublikationen

Ibrahim Z, Strempel J, Tschernitschek H. Jahreszeitliche Einflüsse auf kraniomandibuläre Dysfunktionen. Dtsch Zahnärztl Z 2005; 60: 464-9.

Ibrahim Z, Strempel J, Tschernitschek H. The Effects of Seasonal Changes on Temporomandibular Disorders. CRANIO 2005; 23: 67-73.

Ibrahim Z, Strempel J, Zöllner A, **Tschernitschek H.** Einfluss von implantatgetragenen prothetischen Versorgungen auf die bakterielle Besiedelung. ZWR 2005; 114: 259-67.

Ibrahim Z, Tschernitschek H, Roßbach A. Therapie und Rezidivprophylaxe einer Periimplantitis. Z Zahnärztl Impl 2005; 21: 174-8.

Kramer FJ, Baethge C, Swennen G, **Bremer B**, Schwestka-Polly R, Dempf R. Dental implants in patients with orofacial clefts: a long-term follow-up study. Int J Oral Maxillofac Surg 2005; 34: 715-21.

Kramer FJ, Dempf R, **Bremer B.** Efficacy of dental implants placed into fibula-free flaps for orofacial reconstruction. Clin Oral Implants Res 2005; 16: 80-8.

Schneemann P, Borchers L, Stiesch-Scholz M. Belastbarkeit viergliedriger Seitenzahnbrücken aus Vollkeramik. Zahnärztl Welt 2005; 114: 28-36.

Schulz K, Borchers L, Stiesch-Scholz M. Belastbarkeit viergliedriger glasfaserver-

stärkter Kompositbrücken. Dtsch Zahnärztl Z 2005; 60: 32-6.

Shellis RP, Finke M, **Eisenburger M**, Parker DM, Addy M. Relationship between Enamel Erosion and Liquid Flow Rate. Eur J Oral Sci 2005; 11: 232-8.

Stiesch-Scholz M, Kempert J, Wolter S, Tschernitschek H, Roßbach A. Comparative prospective study on splint therapy of anterior disc displacement without reduction. J Oral Rehabil. 2005; 32: 474-9.

Stiesch-Scholz M, Roßbach A. Einfluss okklusaler Faktoren auf die Messwerte dynamischer Funktionsparameter des Kausystems. Dtsch Zahnärztl Z 2005; 60: 394-7.

Stiesch-Scholz M, **Schmidt S**, Eckhardt A. Condylar motion after open and closed treatment of mandibular condylar fractures. J Oral Maxillofac Surg. 2005; 63: 1304-9.

Strempel J, Tschernitschek H, Hinrichs H, Feistner H, **Roßbach A.** Bruxismus-Erkennung mit einem digitalen EMG-Recorder. Dtsch Zahnärztl Z 2005; 60: 288-91.

Strempel J, Tschernitschek H, Hinrichs H, Rotte M. Einfluss der Kieferbewegung auf die regionale Hirndurchblutung: eine funktionelle Kernspintomographie-Untersuchung. Dtsch Zahnärztl Z 2005; 60: 571-9.

Übersichten

Tschernitschek H, Borchers L, Geurtsen W. Nonalloyed titanium as a bioinert metal – A review. Quintessence Int 2005; 36: 523-530.

Tschernitschek H, Fink M. Angewandte Kinesiologie – ein kritischer Überblick. Wiener Med Wochenschr 2005; 155: 59-64.

Tschernitschek H, Schwarze Th. Werkstoffkundliche Eigenschaften von Wurzelkanalstiften – Eine Übersicht. Endodontie 2005; 14: 113-126.

Bücher, Buchbeiträge, Lehrbücher

Borchers L. Modellwerkstoffe. In: Eichner K, Kappert HF (Hrsg.): Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung. Bd. 1: Grundlagen und Verarbeitung. 8. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2005. S. 1-33.

Jung T, Borchers L. Schleif- und Poliermittel. In: Eichner K, Kappert HF (Hrsg.): Zahnärztliche Werkstoffe und ihre Verarbeitung. Bd. 1: Grundlagen und Verarbeitung. 8. Aufl. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 2005. S. 373-84.

Abstracts

2005 wurden insgesamt 15 Abstracts publiziert.

Dissertationen

Bertram, M. (Dr. med. dent.): Versuche zur Steifigkeit und Haftfestigkeit von weichbleibenden Kunststoffen zur Unterfütterung von Prothesenbasen.

Demling, A. (Dr. med. dent.): Reproduzierbarkeit elektronisch ermittelter Funktionsparameter bei Patienten und Probanden.

Schwabe, L. (Dr. med. dent.): Untersuchung zum Einfluss verschiedener Parameter auf das Abbindeverhalten von phosphatgebundener Einbettmasse.

Vogt, S. (Dr. med. dent.): Untersuchung der quantitativen Entwicklung oraler Mikroorganismen im zeitlichen Verlauf einer prothetischen Versorgung mit festsitzendem Zahnersatz.

Weitere Tätigkeiten in der Forschung

L. Borchers: Mitgliedschaft im Normenausschuss Dental des DIN in folgenden Arbeitsgruppen): D 9 (Gipse, Wachse, Einbettmassen) als Obmann, D 17i (Keramik-/Metallkeramik-Systeme), D 22 (Dentale Abformmaterialien); Mitarbeit im Subcommittee 2 des Technical Committee 106 (Dentistry) der International Organization for Standardization (ISO) als nationaler Delegierter in folgenden Arbeitsgruppen ; WG 1 (Dental Ceramics), WG 7 (Impression Materials), WG 13 (Dental Investments), WG 18 (Dental Waxes)

M. Stiesch-Scholz: Hochschulmentorin für den DGZMK / BZÄK / Dentsply-Förderpreis

B. Bremer: Beisitzer im Vorstand des Landesverbandes Implantologie Niedersachsen der Deutschen Gesellschaft für Implantologie