

Zentrum Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik
Direktor: Prof. Dr. med. dent. A. Roßbach

Forschungsprofil der Abteilung

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 ist ein klinischer Forschungsschwerpunkt der prothetischen Versorgung von Patienten mit zahnärztlichen Implantaten gewidmet und berührt somit die Zahnärztliche Chirurgie. Im Rahmen eines interdisziplinären Forschungsprojektes wird die orale Biofilmbildung auf implantatgetragenen Suprastrukturen nach unterschiedlicher Oberflächenkonditionierung untersucht. Außerdem erfolgt eine Analyse der Biofilmbildung in Abhängigkeit von der Art der Tumorthherapie (operativ oder konservativ).

Ein weiterer klinischer Schwerpunkt befasst sich mit den vielfältigen Dysfunktionen des kranio-mandibulären Systems. Im Mittelpunkt des Forschungsinteresses stehen hier ätiologische Zusammenhänge mit allgemeinen Wirbelsäulenerkrankungen, zahnärztliche und physikalische Therapiemöglichkeiten sowie die Untersuchung und Weiterentwicklung computergestützter elektronischer Verfahren zur Registrierung von Unterkieferbewegungen. Ein dritter klinischer Schwerpunkt, der den Bereich der Neurophysiologie berührt, hat die Erforschung neuromuskulärer Steuerungsvorgänge im stomatognathen System sowie die Diagnose oraler Parafunktionen mit Hilfe von funktioneller Kernspintomographie sowie Elektromyographie, -encephalographie, -okulographie und -kardiographie zum Inhalt. Ferner werden chemisch-technologische Methoden eingesetzt, um die Vorgänge bei der Zerstörung von Zahnschmelz durch Erosion aufzuklären, und mit Mitteln der Werkstoffprüfung und Strukturmechanik wird die Eignung neu entwickelter Materialien (Keramiken, Verbundwerkstoffe) für zahnärztliche Restaurationen getestet. Weitere klinische und werkstoffkundliche Projekte außerhalb dieser Schwerpunkte runden das Forschungsprogramm ab. Die Forschungsaktivitäten beinhalten Kooperationen mit verschiedenen Abteilungen der Medizinischen Hochschule sowie in- und ausländischer Universitäten. Im Bereich der Normierung zahnärztlicher Werkstoffe besteht eine enge Zusammenarbeit mit Gremien des DIN und der ISO.

Forschungsprojekte

1 Einfluss der Kieferbewegung auf die regionale Hirndurchblutung

Bewegungen werden in spezifischen Regionen im menschlichen Hirn initiiert und kontrolliert. Die damit verbundene neuronale Aktivität bewirkt regional begrenzte Änderungen des Hirnstoffwechsels und ruft Veränderungen des Blutflusses im Gehirn hervor. Für das Verständnis der Bewegungsabläufe oraler Funktionen ist es wichtig, die Hirnareale zu identifizieren, die einen Beitrag zur Ausführung der Bewegung leisten. Das gilt sowohl für Diagnose und Therapie von bewegungsbezogenen Erkrankungen des Kauapparats als auch für die Erforschung der physiologischen Grundlagen.

Mit Hilfe der funktionellen Kernspintomographie (fMRT) können Änderungen der Hirndurchblutung und damit der Hirnaktivität während der Ausführung einer Aufgabe mit hoher räumlicher Auflösung untersucht werden. Ein Problem bei fMRT-Untersuchungen von Kaubewegungen ist die Anfälligkeit der Messmethode gegenüber Kopfbewegungen, die Artefakte

verursachen. Das Ziel der hier vorgestellten Studie bestand darin, zu untersuchen, welche Hirnregionen an der Steuerung der Kieferbewegungen beim Klappern mit den Zähnen beteiligt sind. Diese Bewegung wurde ausgewählt, um sensorische Aktivierungen, die mit dem Kauen und der Bewegung der Zunge verknüpft sind, soweit wie möglich zu vermeiden. Weiterhin sollte untersucht werden, ob die mit den gewählten Kieferbewegungen einhergehenden Kopfbewegungen in einem ausreichenden Maß reduziert werden können, um standardmäßige fMRT-Scan-Prozeduren sowie die Auswertung von Gruppenmittelwerten mit Standardverfahren der statistischen Parameter-Mapping-Analyse (SPM) zu verwenden, wie sie in der neuropsychologischen Forschung zur Anwendung kommen.

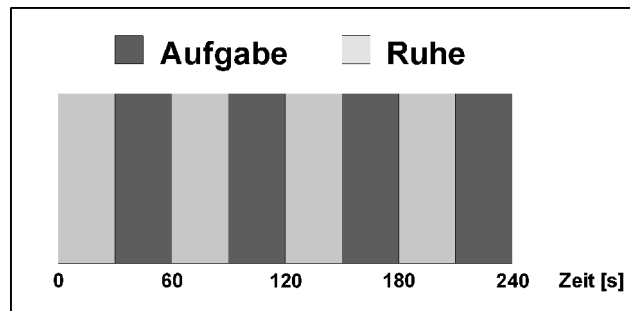


Abbildung 1: Experimentelles Paradigma der Studie (ein Durchlauf). Die Aufgabe der Probanden bestand darin, abwechselnd jeweils für 30 Sekunden die Kieferbewegung auszuführen bzw. auszuruhen. Pro Durchlauf wurden 125 Messungen mit jeweils 23 Schichten durchgeführt.

Zehn gesunde freiwillige Probanden (5 Männer und 5 Frauen, Durchschnittsalter 30,4 Jahre) nahmen an der Studie teil. Alle Probanden waren Rechtshänder, neuropsychiatrische oder kranio-mandibuläre Erkrankungen wurden im Vorfeld ausgeschlossen. Das experimentelle Paradigma beinhaltete ein Block-Design mit zwei Durchläufen. Jeder Durchlauf bestand aus 8 Teilabschnitten von jeweils 30 s Dauer, wobei 30 s der Ruhe jeweils 30 s der Aktivität folgten (Abb. 1). Die fMRT-Untersuchung wurde mit einem 1,5-Tesla-Scanner der Fa. General Electric (GE Medical Systems, Milwaukee, WI, USA) und der Standard-Quadratur-Kopfspule durchgeführt. Vor der Untersuchung wurden die Probanden instruiert und trainiert, um das Zähneklappern mit minimalen Kopfbewegungen auszuführen. Die Probanden lagen in Rückenlage auf der Liege des Scanners, der Kopf war mit Schaumkissen fixiert. Es wurde eine anatomische Aufnahme mit einer hochauflösenden T1-gewichteten 3D-Gradienten-Echo-Pulssequenz mit 60 Schichten von 2,8 mm Dicke durchgeführt, außerdem eine konventionelle Spinecho-Pulssequenz mit 23 Schichten in derselben Ausrichtung wie die anschließenden T2*-gewichteten Sequenzen. Die funktionellen Daten wurden gewonnen mit einer T2*-gewichteten Echo-Planar-Imaging-Sequenz zur Darstellung der BOLD-Kontraste (TR=2000 ms, TE=35 ms, Kipp-Winkel=80°, Bandbreite=83,33 kHz, 23 Schichten mit einer Dicke von 5 mm mit 1 mm Zwischenraum, Auflösung in der Schicht 3,25 x 3,25 mm²). Bei jedem Durchlauf wurden 125 Volumina aufgezeichnet. Die Probanden wurden angewiesen, die Augen während der fMRT-Aufzeichnung nicht zu bewegen, und wurden während der Aufnahme visuell kontrolliert.

Die Auswertung der Aufzeichnungen erfolgte mittels statistischen Parameter-Mappings (SPM99, Wellcome Department of Cognitive Neurology, Institute of Neurology, University College, London, UK), implementiert mit MATLAB 5.3 (Maths Works, Inc., Natick, MA, USA). Nach einer Bewegungskorrektur aller Bilder bezogen auf das fünfte Bild der Aufzeichnung (die ersten 4 Volumina wurden nicht in die Analyse einbezogen, da sich in dieser Zeit das Magnetisierungsgleichgewicht einstellt) wurden die Daten mit einer Transformation an das Referenzmuster des Montreal Neurological Institute angepasst. Bei der räumlichen Normalisierung wurden die funktionellen Bilder in Voxel von 4,0 x 4,0 x 4,0 mm³ Größe umgerechnet. Die Glättung der funktionellen Bilder erfolgte mit einem Gaußschen Kern von 7,8 x 8,1 x 10,2 mm³ Halbwertsbreite. Die Analyse der einzelnen Probanden wie auch der über die gesamte Probandengruppe gemittelten Daten erfolgte mit einer multiplen Regressionsanalyse.

Hirnareale, die eine mit den Aufgaben verknüpfte Aktivität zeigten, wurden durch die einfache Subtraktion der Kontraste der Bewegungs- von den Ruhe-Perioden ermittelt. Aktivitätsareale waren definiert durch einen Signifikanz-Schwellwert von $T=3,5$ und einen Volumen-Schwellwert der Größe von $k=10$ Voxeln. Die statistische Analyse erfolgte mit einem Signifikanzniveau von 0,05 (korrigiert für multiple Vergleiche). Die Kopfbewegungen, die für jeden Probanden ermittelt wurden, betragen weniger als 1,5 mm in jede Richtung und weniger als 1° um jede Achse. Eine Bewegungskorrektur wurde mit den innerhalb der SPM-Software angebotenen Verfahren vorgenommen.

Während des Zähneklapperns war eine Zunahme der Hirnaktivität bilateral im primären motorischen Kortex sowie in den motorischen Supplementärfeldern und im Kleinhirn zu sehen. Der Vergleich der Daten der einzelnen Probanden zeigte große interindividuelle Unterschiede. In keinem Fall waren die Aktivierungsmuster symmetrisch. Die Analyse der Gruppendaten mit einem Modell mit festen Effekten ermöglichte die Bestimmung von Hirnarealen, die im Mittel über alle Probanden beim Zähneklappern die stärkste Aktivitätserhöhung verglichen mit dem Ruhezustand aufwiesen (Abb. 2, Tab. 1). Die starken kortikalen Aktivierungen im primären motorischen Kortex stimmen mit den Resultaten von fMRT-Untersuchungen beim Kaugummikauen überein. Da Kauen jedoch in hohem Maße sensitive Elemente beinhaltet (durch die taktile Stimulation von Schleimhaut und Gingiva sowie durch ausgeprägte Zungenbewegungen), ist die kortikale Aktivität beim Kaugummikauen vermutlich in erheblichem Maß auf sensorische Aktivierungen zurückzuführen, die jedoch nicht von motorisch bedingten Aktivierungen unterschieden werden können. Die insgesamt vergleichsweise geringere kortikale Aktivierung in unserer Untersuchung könnte somit durch die stärkere Beschränkung auf den motorischen Aspekt der Aufgabe erklärt werden. Sensorische Beiträge zur Aktivierung lassen sich aber auch in unserer Studie nicht völlig ausschließen. Immerhin löst das Aufeinanderstoßen der Zähne zumindest Reflexe aus, die von Rezeptoren im Zahnhalteapparat und vermutlich auch von Rezeptoren in den Kiefergelenken sowie den Muskelspindeln getriggert werden.

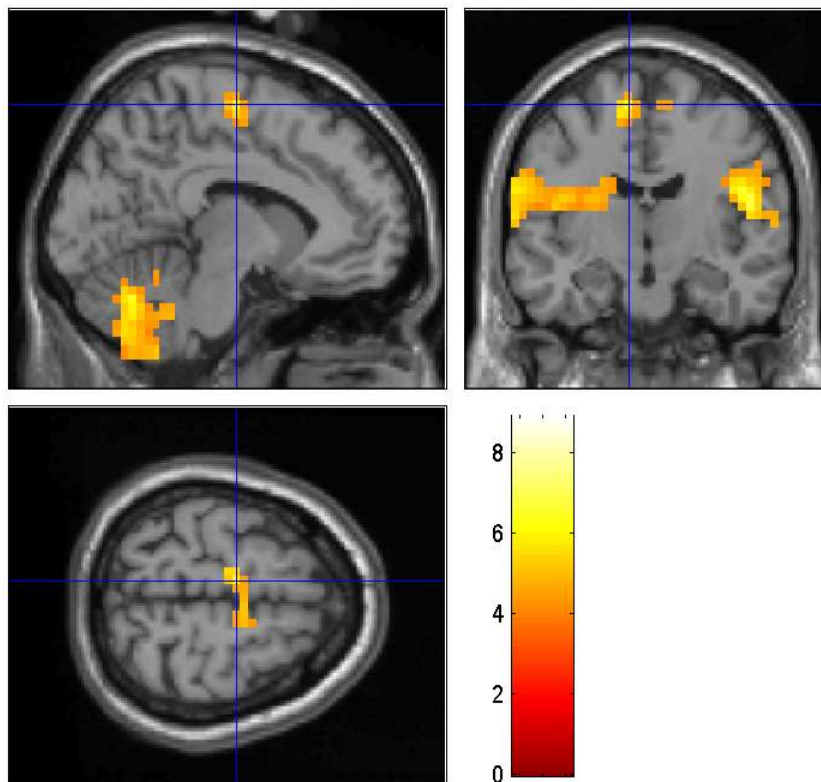


Abbildung 2: Aktivierungen beim Zähneklappern verglichen mit dem Ruhezustand. In den Schnittbildern des Referenzgehirns sind die Areale mit einer erhöhten zerebralen Aktivität eingezeichnet, wobei die farbige Kodierung den maximalen T-Werten der entsprechenden Voxel entspricht. Die aktuelle Lokalisation (Schnittpunkt der blauen Linien) entspricht dem rechten motorischen Supplementärfeld (Brodmann-Areal 6). In den Schnitten ist auch die Aktivierung im primären motorischen Kortex sowie im Kleinhirn zu erkennen. Bei den dargestellten Aktivierungen handelt es sich um die Gruppenmittelwerte (grand average).

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie demonstrieren die Durchführbarkeit von fMRT-Experimenten mit Paradigmen, die Kieferbewegungen wie das Zähneklappern beinhalten. Durch eine sorgfältige Fixierung des Kopfes und das vorangegangene Training der Bewegungsausführung ließen sich die Kopfbewegungen während der Messung ausreichend begrenzen, um das statistische Parameter-Mapping ohne vorhergehende zusätzliche Bewegungskorrekturverfahren verwenden zu können. Die Bewegungsartefakte überschritten nicht die Grenzwerte, die gegenwärtig in der neuropsychologischen Forschung akzeptiert werden. Es konnte gezeigt werden, dass die funktionelle Kernspintomographie trotz der Empfindlichkeit gegenüber Bewegungsartefakten gut zur Lokalisierung der Areale des Gehirns, die an der Steuerung der Kieferbewegungen beteiligt sind, geeignet ist. Damit eröffnet sie neue Möglichkeiten zur Erforschung der funktionellen Neuroanatomie der Kaubewegung.

Lokalisation	BA	Clustergröße	T _{max}	Talairach-Koordinaten		
				x	y	z
primärer motorischer Kortex rechts	3, 4	87	6,92	52	-12	20
primärer motorischer Kortex links	3, 4	246	6,06	-64	-16	12
motorisches Supplementärfeld	6	34	6,19	-8	-12	64
Kleinhirn rechts		585	8,89	12	-68	-24
Kleinhirn links		585	6,45	-24	-64	-32

Tabelle 1: Aktivierte Hirnareale beim Zähneklappern. Für die jeweiligen Lokalisationen werden die Brodmann-Areale (BA), die Größe der aktivierten Cluster (Anzahl der Voxel), der maximale T-Wert sowie die Position des Maximums in den Koordinaten des Talairach-Systems angegeben.

Mitarbeiter: J. Stempel, H. Tschernitschek in Zusammenarbeit mit H. Hinrichs, M. Rotte (Neurologische Klinik II der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg)

Weitere Forschungsprojekte

Neuromuskuläre Steuerungsmechanismen im stomatognathen System

Mitarbeiter: J. Stempel

Einsatz der Elektromyographie zur Untersuchung der Kaumuskulatur

Mitarbeiter: J. Stempel, H. Tschernitschek

Diagnostik von oralen Parafunktionen mit Hilfe der Elektromyographie

Mitarbeiter: J. Stempel, H. Tschernitschek

Kortikale Aktivierungen bei unterschiedlichen Bewegungsabläufen im stomatognathen System

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

Entwicklung von Sofortversorgungen auf enossalen Implantaten

Mitarbeiter: B. Bremer

Versiegelung von Implantathohlräumen zur Therapie und Prophylaxe von Periimplantitiden

Mitarbeiter: H. Tschernitschek, A. Roßbach

Zusammenhänge zwischen kranio-mandibulären Dysfunktionen und Erkrankungen der Wirbelsäule

Mitarbeiter: M. Stiesch-Scholz, M. Fink, H. Tschernitschek

Prospektive kontrollierte Untersuchung der Kiefergelenkfunktion nach Schienentherapie und physikalischer Therapie von kranio-mandibulären Dysfunktionen

Mitarbeiter: M. Stiesch-Scholz, F. Ismail

Experimentelle Untersuchungen der Messgenauigkeit optoelektronischer und ultraschallgestützter Registrierverfahren

Mitarbeiter: M. Stiesch-Scholz, A. Demling

Klinische Untersuchungen zur Reproduzierbarkeit computergestützter Registrierverfahren

Mitarbeiter: M. Stiesch-Scholz

Einfluss okklusaler Faktoren auf die Messwerte dynamischer Funktionsparameter des Kausystems

Mitarbeiter: M. Stiesch-Scholz

Differenzierung der supra- und subgingivalen Biofilmbildung auf implantatgetragenen Suprastrukturen im Bereich der festen und der beweglichen Gingiva

Mitarbeiter: M. Stiesch-Scholz, in Kooperation mit der Klinik für Zahnerhaltungskunde der Universität Homburg/Saar

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

Mitarbeiter: 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

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

Mundhygiene und orale Keimbelastung

Mitarbeiter: H. Tschernitschek, J. Stempel; Förderung durch die Firmen Bristol-Myers Squibb, München, und Ivoclar-Vivadent, Ellwangen

Einfluß der zyklischen Fluoridierung auf die Schmelzerosion

Mitarbeiter: M. Eisenburger

Bestimmung des Demineralisationsgrades des erodierten Zahnschmelzes

Mitarbeiter: M. Eisenburger

Messung der chemischen Aktivierungsenergie der Schmelzerosion

Mitarbeiter: M. Eisenburger

Erosion von Befestigungszementen im Kronenrandbereich - Eine in vitro Studie

Mitarbeiter: M. Eisenburger; Förderung durch Fa. Haffner, Pforzheim

Randomisierte klinische Vergleichsstudie zur Bewährung von glasfaserverstärkten Langzeitprovisorien aus Kunststoff

Mitarbeiter: M. Stiesch-Scholz, L. Borchers, A. Roßbach; Förderung durch Fa. 3M ESPE Dental, Seefeld

Glasfaserverstärkung von Langzeitprovisorien aus Kunststoff im Seitenzahnbereich

Mitarbeiter: L. Borchers, M. Stiesch-Scholz; Förderung durch Fa. StickTech, Turku, Finnland, Ivoclar-Vivadent, Ellwangen, 3M ESPE Dental, Seefeld

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

Mitarbeiter: L. Borchers, M. Stiesch-Scholz; Förderung durch Fa. 3M ESPE Dental, Seefeld, Girschbach, Pforzheim, Ivoclar-Vivadent, Ellwangen, KaVo, Leutkirch, Vita, Bad Säckingen, Degudent, Hanau

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

Mitarbeiter: M. Stiesch-Scholz, L. Borchers; Förderung durch Fa. 3M ESPE Dental, Seefeld, Girschbach, Pforzheim, Ivoclar-Vivadent, Ellwangen, KaVo, Leutkirch, Vita, Bad Säckingen, Degudent, Hanau

Haftung von Keramik auf unterschiedlich vorbereiteten Titanoberflächen

Mitarbeiter: L. Borchers; Förderung durch Fa. Degudent, Hanau, Dentaurum, Ispringen, Vita, Bad Säckingen

Einfluß eines Verdrehungsschutzes auf die Zementspaltbreite von Kronen

Mitarbeiter: M. Eisenburger

Studentische Akzeptanz eines internetgestützten Lernsystems für die vorklinischen Lehrinhalte der Zahnärztlichen Prothetik

Mitarbeiter: M. Eisenburger

Originalpublikationen

1. **Eisenburger M**, Shellis RP, Addy M. Scanning electron microscopy of softened enamel. Caries Res 2004; 28:67-74.

Fink M, **Tschernitschek H**, Wähling K, **Stiesch-Scholz M**. Einfluss okklusaler Veränderungen auf die Funktion der Wirbelsäule. Zahnärztl Welt 2004; 113: 314-317

Jung T, **Tschernitschek H**, **Hippen H**, Schneider B, **Borchers L**. Elongated styloid process: when is it really elongated? Dentomaxillofac Radiol 2004; 33: 119-124.

Kempert J, Stempel J, Hülsemann JL, Tschernitschek H. Klinische Anwendung eines Rheumafragebogens für CMD – Patienten. Dtsch Zahnärztl Z 2004; 59: 154 - 158

Scheel H, Stiesch-Scholz M, Tschernitschek H. Initiale subjektive Einschätzung von Aufbisschienen in Abhängigkeit von individuellen anamnestischen und morphologischen Gegebenheiten. Dtsch Zahnärztl Z 2004; 59: 146-149.

Schmidt S, Eckhardt A, Stiesch-Scholz M. Klinische Vergleichsstudie zur Kiefergelenkfunktion nach chirurgischer und konservativer Versorgung von Kollumfrakturen. Dtsch Zahnärztl Z 2004; 59: 444-447.

Stiesch-Scholz M, Kempert J, Wolter S, Tschernitschek H, Roßbach A. Prospektive randomisierte Vergleichsstudie zur Schienentherapie bei Diskusanteriorverlagerungen. Dtsch Zahnärztl Z 2004; 59: 439-443.

Tschernitschek H, Ibrahim Z, Rossbach A. Einsatz endodontischer Materialien in der zahnärztlichen Implantologie. BIOMaterialien 2004; 5: 52-53

Übersichtsartikel

Im Berichtszeitraum wurden keine Übersichtsartikel publiziert.

Bücher, Buchbeiträge, Lehrbücher

Schwarze Th, **Tschernitschek H.** Neuerungen der Radiologie. In: **Tschernitschek H**, Visser H, Sinikovic B, Kirchner B, Seeberger B, Schwarze Th, Kramer F-J, Dempf R (Hrsg.): Fachkunde Strahlenschutz für Zahnärzte. Hannover, Zahnärztekammer Hannover 2004 S. 23 – 27

Anzahl der veröffentlichten Abstracts

Im Berichtszeitraum wurden 9 Abstracts publiziert.

Dissertationen

Hennig, O. (Dr. med. dent.). Ausgewählte Eigenschaften von Materialien für temporäre Kronen und Brücken – Eine vergleichende Untersuchung.

Schulz, K. (Dr. med. dent.). Belastbarkeit glasfaserverstärkter Kompositbrücken – Eine In-vitro-Studie.

Vogt, B. (Dr. med. dent.): Zufriedenheit von Patienten mit verschiedenen Arten von Teilprothesen – Eine Beurteilung anhand eines Fragebogens.

Patente

Im Berichtszeitraum wurden keine Patente erteilt.

Weitere Tätigkeiten in der Forschung

Mitgliedschaft im Normenausschuss Dental des DIN in folgenden Arbeitsgruppen (L. Borchers):
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 (L.
Borchers):
WG 1 (Dental Ceramics), WG 7 (Impression Materials), WG 13 (Dental Investments), WG 18
(Dental Waxes)

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

Leiter der Enquetekommission zur Novellierung der Approbationsordnung für Zahnärzte beim
BM für Gesundheit (A. Roßbach)

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