



Abb. 1 Die Tätigkeit in der Werkstoffkunde-Forschung spricht Frauen und Männer gleichermaßen an. Derzeit arbeiten zahlreiche Naturwissenschaftler (Werkstoffwissenschaftler, Dentaltechnologien und Verfahrenstechniker) und Zahntechniker an der Schnittstelle zwischen Technik und Medizin. Eine Managerin unterstützt das Team in organisatorischen Aufgaben.

**SCHNITTSTELLE  
ZAHNMEDIZIN  
ZAHNTECHNIK**

*Dentale Werkstoffkunde an der  
Poliklinik für Zahnärztliche  
Prothetik an der  
LMU München*

**Prof. Dr. Dipl.-Ing. (FH) Bogna Stawarczyk leitet seit mehr als acht Jahren die Werkstoffkunde-Forschungsgruppe an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik (Direktor: Prof. Dr. Edelhoff) des Klinikums der Universität München (LMU München) und begleitet gemeinsam mit ihrem Team spannende Projekte rund um die dentale Werkstoffkunde. Weltweit genießt die Gruppe hohes Ansehen. Wir haben uns die zukunftsweisende Arbeit des Werkstoffkunde-Teams genauer angeschaut.**

Es wird geschliffen, geprüft, gerechnet, kontrolliert und ausgewertet. Verteilt auf verschiedene Laborräume stehen moderne Prüfmaschinen, spezifische Computersysteme und Messwerkzeuge zur Verfügung. Hoch technologisiert, modern ausgestattet und bemerkenswert engagiert – das ist die Forschungsgruppe der Werkstoffkunde an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der LMU München. Ein Besuch vor Ort zeigt, dass Werkstoffkunde alles andere als langweilig ist. Routinierte Abläufe beeindrucken ebenso wie das sympathisch-offene Miteinander der Kollegen. Die Mitarbeiter sind bestens ausgebildet und verfolgen die dentale Werkstoffkunde mit Leidenschaft und Ambition – erfolgreich, wie die hohe Reputation und die vielen wissenschaftlichen Publikationen zeigen. So ist die Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik der LMU München international für ihre Forschungen rund um Zirkonoxid, PAEK-Materialien, Verbundtechnologien und vieles mehr bekannt.

**DER BLICK UNTER DIE OBERFLÄCHE**

Was die Wissenschaftler an der Werkstoffkunde fasziniert? „Mit dem bloßen Auge betrachtet, mögen zum Beispiel Dentalkeramiken langweilig weiß wirken. Die Faszination liegt darin, dass eine dentale Keramik nie einfach nur weiß ist. Sie verfügt über spezifische lichtoptische Eigenschaften, mit denen die Erscheinung eines natürlichen Zahnes nachgeahmt werden kann. Hinzu kommen die mechanischen Eigenschaften und das charakteristische Werkstoffverhalten, das sich innerhalb der Keramiken vollzieht. So verhalten sich Kera-



Annett Kieschnick  
Freie Fachjournalistin, Berlin  
E-Mail: [ak@annettkieschnick.de](mailto:ak@annettkieschnick.de)

miken verschiedener Zusammensetzung stets unterschiedlich, wodurch sich deren spezifische Indikationsbereiche ergeben. Auch im Bereich der Metalle und Kunststoffe lohnt sich ein Blick hinter die Kulissen der Werkstoffe. Denn auch dort zeigen sich viele interessante Mechanismen, von denen man als Laie gar nichts ahnt.“

**INGENIEUR- UND NATURWISSENSCHAFT TRIFFT ZAHNMEDIZIN UND ZAHNTECHNIK**

Die Tätigkeit an der Schnittstelle zwischen Technik und Medizin spricht Frauen und Männer gleichermaßen an (Abb. 1). In der Werkstoffkunde-Forschungsgruppe arbeiten acht Naturwissenschaftler (Werkstoffwissenschaftler, Dentaltechnologien und Verfahrenstechniker) und ein Zahntechniker. Vier der acht Naturwissenschaftler sind selber Zahntechniker. Eine Zahnärztin ist Vollzeit, weitere fünf sind neben ihrer klinischen Arbeit interdisziplinär forschend tätig. Eine Managerin unterstützt das Team in einer Vielzahl organisatorischer Aufgaben. 2018 ist die neue strukturierte Promotionsordnung an der LMU in Kraft getreten. Diese Änderung sieht vor, dass Zahnmedizin-Doktoranden für mindestens acht Monate in Vollzeit auf einem Forschungsprojekt beschäftigt sind. Momentan promovieren fünf Doktoranden in der Werkstoffkunde-Forschung der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik. Zudem ist die Abteilung gut mit anderen Universitäten sowie internationalen Forschungseinrichtungen vernetzt. Auf Grund neuer innovativer Projekte sucht die Forschungsgruppe auch stets nach neuen Mitarbeitern. Je nach Abschluss ist es hier möglich im Rahmen der Forschungsprojekte zu promovieren. „Das Tolle an der universitären Arbeit ist die Unabhängigkeit und Neutralität. Es wird keine Philosophie in der Entwicklungs- und Vertriebsrichtung vertreten, sondern unabhängig geforscht.“

**PRÜFVERFAHREN**

Die Werkstoffkunde ist ein Innovationstreiber der Dentalbranche. In der Zahnmedizin findet eine Vielzahl von Materialien Anwendung, die entsprechend ihrem Einsatz spezifische Eigenschaften erfüllen müssen. An der LMU stehen unter anderem CAD/CAM-Fräseinheiten, 3-D-Drucker, verschiedenste Simulationsmaschinen und Messtechniken zur Verfügung, um dentale Materialien auf Langzeitstabilität, Verschleißerscheinungen, Verformungsneigungen, Materialermüdungen und vieles mehr zu prüfen (Abb. 2). Natürlich wird der Workflow aus der Praxis beziehungsweise dem La-

bor in den in-vitro-Studien mit einbezogen. So sind die Prüfkörper oft an Realstrukturen wie Kronen- und Brückengeometrien angelehnt. Die Prüfkörperherstellung erfolgt in der Regel entsprechend den Bedingungen im Dentallabor. Mit einem Kausimulator werden beispielsweise mechanische Tests vorgenommen, die eine künstliche Alterung implizieren beziehungsweise den Verschleiß eines Materials durch Kauvorgänge simulieren (Abb. 3). Ausgewertet werden die Ergebnisse unter anderem mit einem speziellen 3-D-Laserscanner. Basierend auf statistischen Aufzeichnungen können Rückschlüsse auf die Stabilität bei Kaubelastung gezogen werden. Untersuchte Alterungsprozesse kommen solchen in der menschlichen Mundhöhle sehr nahe. Aber auch mit in-vitro durchgeführten Plaqueadhäsions-Tests oder Biokompatibilitätsprüfungen werden wichtige Informationen für den Einsatz dentaler Materialien im Patientenmund aufbereitet.

**HERAUSFORDERUNGEN IM ALLTAG**

Die Finanzierung des Personals und der Studien sowie Gerätschaften sind wiederkehrende Herausforderungen. Der Hauptteil der Personalstellen wird durch die Forschungsgruppe selbst finanziert, indem Drittmittelgelder über Forschungsprojekte generiert werden. Dies erfolgt über Kooperationsprojekte, Fördermittel vom Staat sowie Drittmittel von Unternehmen für bestimmte Untersuchungen. Eine weitere Herausforderung sind die Versuchsaufbauten. „Hier entwickeln wir oft selbst – nach intensiver Recherchearbeit – die



Abb. 2 Auswertung von Daten eines Messgerätes zum höhenelastischen Verhalten.

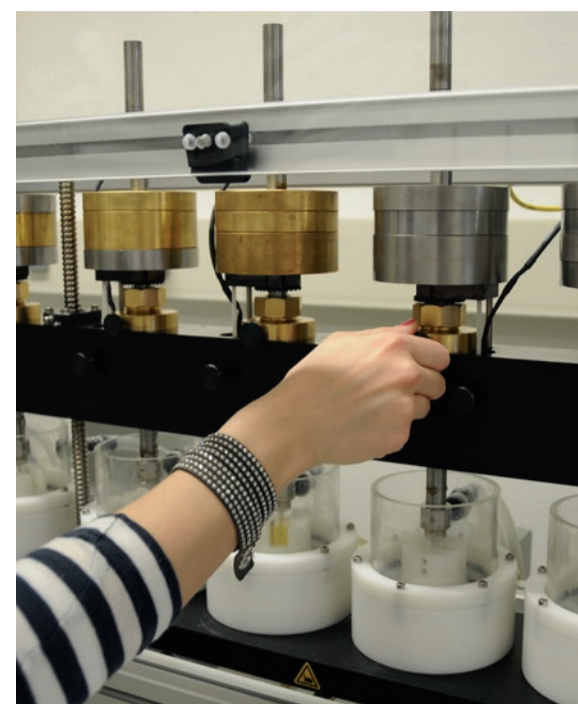


Abb. 3 Einsetzen von Prüfkörpern in den Kausimulator.

„**DAS TOLLE AN DER UNIVERSITÄREN ARBEIT IST DIE UNABHÄNGIGKEIT UND NEUTRALITÄT**“

passenden Vorgehensweisen. Manchmal werden spezielle Prüfmaschinen konzipiert und extra für uns hergestellt“, erklärt Frau Prof. Stawarczyk. Es wurde beispielsweise im Rahmen eines geförderten Entwicklungsprojekts zusammen mit SD Mechatronik eine Maschine für die Prüfung der Alterungsbeständigkeit respektive der Langzeitstabilität von diversen Werkstoffen entwickelt, in der eine sehr lange in-vitro-Alterung in kürzester Zeit in-vitro geprüft werden kann. Und der universitäre Alltag? In Vorlesungen werden Studierende in die Werkstoffkunde eingeführt, wissenschaftliche Vorgehensweisen erläutert, Bachelor- und Masterarbeiten sowie Dissertationen betreut, Projektideen entwickelt, Anträge geschrieben und in-vitro-Studien durchgeführt. Außerdem werden Statistiken erstellt, wissenschaftliche Publikationen verfasst und in internationalen Fachjournalen veröffentlicht. Die gewonnenen Erkenntnisse dienen häufig als Grundlage für klinische Studien und die klinische Anwendung der untersuchten und entwickelten Werkstoffe.

**AKTUELLE PROJEKTE**

Den neuen Technologien und Fertigungsverfahren ist es zu verdanken, dass die dentale Werkstoffwissenschaft einen enormen Antrieb erlebt. Derzeit im Fokus der Werkstoffkunde an der LMU stehen zusätzlich zu Zirkonoxid die Hochleistungsthermoplaste und deren Verarbeitung als Restaurationmaterial sowie ästhetische Befestigungsmaterialien. Eines der großen dentalen Trendthemen ist die additive Fertigung (3-D-Druck). Während die Technologie immer ausgereifter erscheint, besteht seitens der Materialien hohes Forschungspotenzial. Auch hier ist die Forschungsgruppe aktiv. Bogna Stawarczyk resümiert: „3-D-Druck-Materialien für den dauerhaften Einsatz in der Mundhöhle und ihre Biokompatibilität sowie Langzeitstabilität werden die Herausforderungen der dentalen Werkstoffkunde in den kommenden Jahren sein“. Und so wird weiter geschliffen, geprüft, gerechnet, kontrolliert und ausgewertet – ganz im Sinne einer vielfältigen, hochwertigen zahnärztlichen Prothetik.

Weitere Infos zur Werkstoffwissenschaft der LMU unter [www.facebook.com/werkstoffkundeforschung](https://www.facebook.com/werkstoffkundeforschung)

**TEIL 5 DES „WERKSTOFFKUNDE-KOMPENDIUM - MODERNE DENTALE MATERIALIEN IM PRAKTISCHEN ARBEITSALLTAG“**

*als E-Book verfügbar*

Seit März steht der fünfte Teil der E-Book-Reihe „Werkstoffkunde-Kompodium - Moderne dentale Materialien im praktischen Arbeitsalltag“ zum Download bereit. In diesem Teil gehen die Autoren auf PAEK-Werkstoffe ein. Die Publikation ist als interaktives iBook für Apple-Endgeräte (Apple iBooks-Store) sowie als PDF (eingeschränkte Inhalte) verfügbar.

Das digitale „Werkstoffkunde-Kompodium – Moderne dentale Materialien im praktischen Arbeitsalltag“ vermittelt als Fachbuch die Grundlagen der dentalen Werkstoffkunde in Zahnmedizin und Zahntechnik. Aufgeteilt in verschiedene Bücher werden Werkstoffe vorgestellt, die in der prothetischen Zahnmedizin gängig sind. Das „jüngste“ Buch der Reihe beschäftigt sich mit den „PAEK-Werkstoffen“, und auch dieses Mal vermittelt das Autorenteam – Bogna Stawarczyk, Annett Kieschnick und Martin Rosentritt – komprimiert und übersichtlich Grundlagen für Labor und Praxis und liefert weiterführende Informationen. Bildmaterial von ZTM Philipp von Osten und seinem Team (Dentaldesign Erlangen) komplettieren das digitale Buch (Abb. 1).

**AUFBAU DES INTERAKTIVEN BUCHS**

Dem Leser des interaktiven E-Books werden „spielerisch“ fundierte Aspekte rund um PAEK-Werkstoffe nahegebracht. Ein kurzer Text führt durch die Schritte beim Herstellen des daraus zu fertigenden Zahnersatzes. Dargestellt wird der gesamte Herstellungsprozess – von der Materialwahl bis zur Politur und Reinigung. Um den Haupttext so einfach wie möglich zu halten, wurde auf detaillierte Erläuterungen verzichtet. Bei Bedarf können diese über Icons abgerufen werden. Ein ausführliches Glossar begleitet den Leser durch das Buch und beantwortet viele Fragen. Lernende können über die Lernfunktion (ähnlich Karteikarten) ihren Wissensstand jederzeit prüfen. Eine Vielzahl von Abbildungen, Tabellen und Videos veranschaulicht einzelne Aspekte. Individuelle Tipps und Verarbeitungshinweise helfen in verzwickten Situationen weiter. Wer tiefer in die Materie einsteigen möchte, findet Grundlagen-Informationen. Zudem stehen wertvolle Informationen verschiedener Hersteller und entsprechende Verlinkungen bereit.

**INHALT „PAEK-WERKSTOFFE“**

Seit 2006 findet die Werkstoffgruppe der Polyaryletherketone (PAEK) Verbreitung in der prothetischen Zahnmedizin. Zu unterscheiden sind drei Untergruppen von PAEK:

- PEEK (Polyetheretherketon),
- PEKK (Polyetherketonketon) und
- AKP (Arylketonpolymer).

PAEK-Werkstoffe werden für die dentale Anwendung gefräst, gepresst, gedruckt oder tiefgezogen. In der Zahnmedizin geeignet ist PAEK je nach Materialmodifikation für festsetzende oder herausnehmbare Restaurationen und für provisorische Versorgungen. Die Herstellung der Restaurationen erfordert zusätzlich zu entsprechenden Fertigungstechnologien ein hohes Fachwissen auf dem Gebiet der Werkstoffkunde. Das mit der Restauration betraute Team (Zahnarzt als auch Zahntechniker) muss sich mit den Werkstoffeigenschaften auseinandersetzen. Das Buch widmet sich den PAEK-Werkstoffen in vollem Umfang und die Leser werden in zehn Kapiteln durch die verschiedenen Thematiken geführt (Abb. 2). Wo liegen die Unterschiede zwischen den PAEK-Varianten? Wie erfolgt die



Abb. 1 und 2 Dem Leser des interaktiven E-Books werden „spielerisch“ fundierte Aspekte rund um PAEK-Werkstoffe nahegebracht.

Verblendung von PAEK-Gerüsten und was ist beim Einschleifen und bei der Politur zu beachten? All dies wird im Buch ausführlich und praxisgerecht beschrieben. In einem eigenen Kapitel des Buches geben die Autoren wichtige Hinweise für die intraorale Befestigung. Zudem erfährt der Leser mehr über die Reinigungsmöglichkeiten von PAEK-Restaurationen und die Optionen für eine etwaige Reparatur. Im Produkt-Supplement erhält der Leser zusätzliche Informationen über interessante Produkte und deren Anwendung. Industrie-Partner sind die Unternehmen Amann Girrbach, bredent, Cendres + Métaux, Gehr, NTI und Zirkonzahn.

**FAZIT**

Mit dem digitalen Werkstoffkunde-Kompodium gehen die Autoren neue Wege in der dentalen Fachliteratur. In einzelnen Büchern werden verschiedene Werkstoffe für die prothetische Zahnmedizin vorgestellt. Nicht nur der Inhalt ist auf aktuellem Stand, auch die Aufmachung ist modern und zeitgemäß. Die Komplexität der Informationen ist dank der durchdachten Struktur einfach zu erfassen. Nach dem Kauf des digitalen Buches im Apple iBooks-Store kann das iBook auf jedem MacOS-Endgerät (iPad, iPhone, MacBook, iMac etc.) gelesen werden. Zudem können die einzelnen Bücher als PDF (eingeschränkte Funktion) gekauft werden. Das neue Buch „PAEK-Werkstoffe“ steht seit März 2021 zum Download für 6,99 EUR bereit.

Weitere Infos unter [www.Werkstoffkunde-Kompodium.de](http://www.Werkstoffkunde-Kompodium.de)



QR-Code zum Download des E-Books