

Wie intelligente Wissenssysteme die dentale Werkstoffkunde und digitale Fertigung verändern

Mit digitalen Fertigungsverfahren und neuen Werkstoffen wächst die Herausforderung, material- und prozessbezogenes Wissen sicher einzuordnen. Der folgende Beitrag zeigt, wie intelligente Wissenssysteme wissenschaftliche Evidenz, kuratierte Inhalte und KI-gestützte Analyse zur strukturierten Wissensbasis für Praxis und Labor verbinden können.

Annett Kieschnick, Amanda M. Von Hornstein, Lukas Tschech, Mike Kieschnick, Univ.-Prof. Dr. Dipl.-Ing. (FH) Bogna Stawarczyk, M.Sc.

Jahrzehntelang basierte die dentale Werkstoffkunde auf stabilen Materialklassen und gewachsenen Erfahrungswerten. Diese Vorhersehbarkeit hat sich mit digitalen Fertigungsprozessen gewandelt. Da additive und subtraktive Verfahren die Werkstoffeigenschaften durch spezifische Prozessparameter und Nachbearbeitungsschritte unmittelbar beeinflussen, lassen sich Werkstoffe kaum noch isoliert betrachten. Festigkeit, Oberflächenqualität und Langzeitverhalten sind das Ergebnis eines komplexen Zusammenspiels innerhalb der Prozesskette. Diese stellt neue Anforderungen an den Wissenstransfer: Informationen müssen über die bloße Abrufbarkeit hinaus fachlich eingeordnet werden können.

Wie werkstoffkundliches Wissen heute entsteht

Werkstoffkundewissen entsteht aus einer Vielzahl unterschiedlicher Quellen. Die Forschung ist deutlich gewachsen und hat sich zunehmend spezialisiert. Studien befassen sich häufig mit abgegrenzten Fragestellungen, einzelnen Materialien oder spezifischen Prozessschritten. Ein Großteil der Erkenntnisse basiert auf In-vitro-Untersuchungen, ergänzt durch präklinische Studien und praktische Erfahrungswerte. Hinzu kommen Fallberichte, anwendungsorientierte Veröffentlichungen und Herstellerinformationen mit unterschiedlicher Zielsetzung.

Für den Praxis- und Laboralltag bedeutet die hohe Vielfalt weniger einen Mangel an Informationen als eine erschwerte Einordnung. Herkömmliche Suchanfragen – ob über wissenschaftliche Datenbanken, klassische Suchmaschinen oder KI-gestützte Systeme – ermöglichen zwar einen schnellen Zugang zu Informationen, lösen das grundlegende Problem jedoch nicht.

Die Verlockung der schnellen Antwort

Noch nie war es so einfach, fachliche Antworten zu erhalten. Eine kurze KI-Anfrage genügt, um in Sekunden plausibel formuliert klingende Antworten zu generieren. Im Alltag wirkt dies zunächst entlastend. Informationen sind schnell verfügbar, Recherchezeiten verkürzen sich, Entscheidungen scheinen leichter zu fallen. Doch auch in der Werkstoffkunde zeigt sich: Antworten allein ersetzen keine Erkenntnis. Es braucht eine Wissensbasis, die Zusammenhänge sichtbar macht und Einordnung ermöglicht. Vor diesem Hintergrund wird materials evidens entwickelt. Ziel der Wissensplattform ist die Strukturierung des wachsenden Fachwissens. Entlang der Prozessketten werden Werkstoffgruppen und Fertigungsverfahren so abgebildet, dass Zusammenhänge sichtbar und Evidenz nachvollziehbar werden.

KI im werkstoffkundlichen Wissensmanagement

Hinter materials evidens steht kein Chatbot und kein allgemeines Sprachmodell, das Antworten aus einem unbestimmten digitalen „Gedächtnis" generiert. In der Werkstoffkunde wäre das Risiko für Halluzinationen – fachlich falsche, aber plausibel klingende Aussagen – zu hoch. Stattdessen basiert materials evidens auf einem Multi-Agent-RAG-System (Retrieval-Augmented Generation). Die KI fungiert dabei nicht als eigenständige Wissensquelle, sondern als Zugangs- und Navigationsschicht innerhalb eines Wissensraums. Relevante Inhalte werden zunächst aus definierten, freigegebenen Quellen abgerufen und anschließend kontextbezogen verarbeitet. Auf dieser Grundlage entstehen nachvollziehbare, fachlich überprüfbare Antworten, die an ihre jeweiligen Randbedingungen und Quellen gebunden bleiben. Ziel ist nicht die schnelle Generierung plausibel klingender Antworten, sondern die Einordnung von Wissen.

Der Wissensaufbau folgt einer systematischen Struktur. Während das evidens-Expertenteam zentrale Grundlagen – z.B. polymerbasierter 3D-Druckwerkstoffe – aufbereitet, wird der Ausbau des Systems teilweise durch wissenschaftliche Projektarbeiten begleitet. Diese unterstützen die Vorstrukturierung der Fachliteratur zu ausgewählten Themenfeldern. Im Mittelpunkt steht die Analyse der vorhandenen Literatur, orientiert an definierten Fragestellungen (PICO). Bereits bei der initialen Recherche zeigte sich ein typisches Phänomen der werkstoffkundlichen Forschung: Zu vielen Themenfeldern liegt eine große Anzahl an Publikationen vor, deren fachliche Aussagekraft jedoch variiert. Studien unterscheiden sich u. a. in Methodik, Untersuchungsumfang und in der Dokumentation relevanter Prozessparameter. Die im Rahmen der Projektarbeiten recherchierten Inhalte dienen als Grundlage für die fachliche Bewertung, Einordnung und Validierung durch das Expertenteam.

Informationsfülle und Vergleichbarkeit: Beispiele aus 3D-Druck-Keramiken und -Legierungen

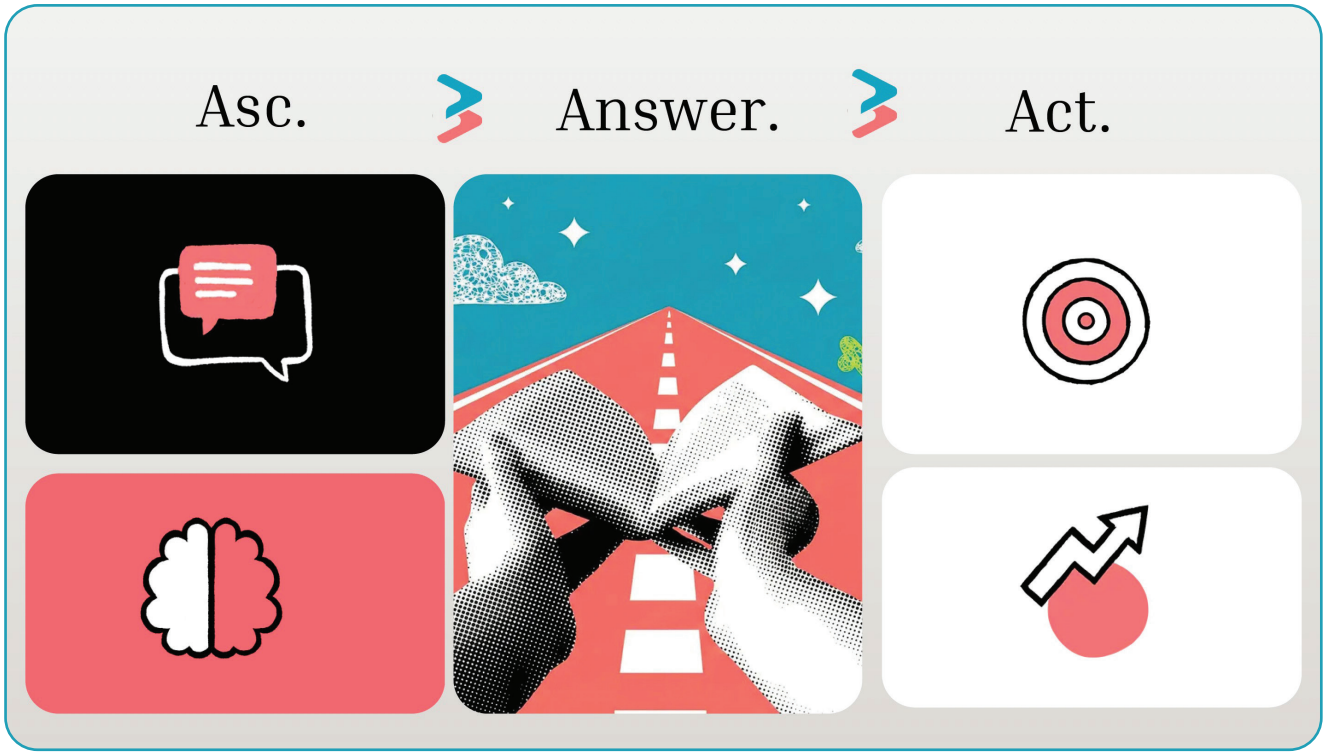
Die systematische Literaturrecherche zu 3D-Druck-Keramiken und additiv zu fertigenden Legierungen verdeutlicht die Herausforderung. Während Datenbanken Hunderte Treffer liefern, weist nur ein Bruchteil die notwendige Tiefe für eine werkstoffkundliche Vergleichbarkeit auf. Beim Keramik-3D-Druck erschweren variierende Feedstock-Systeme sowie unterschiedliche Entbinderungs- und Sinterstrategien die Einordnung der Ergebnisse, da zentrale Parameter häufig unvollständig dokumentiert sind. Ähnlich verhält es sich bei additiven Legierungen. Identische Zusammensetzungen führen je nach Fertigungsverfahren, Wärmebehandlung und Oberflächenzustand zu unterschiedlichen Gefügeausbildungen und Eigenschaftsprofilen.

Diese Beispiele zeigen, dass auch eine hohe Publikationszahl keine belastbare Entscheidungsgrundlage bietet. Solange Ergebnisse nicht systematisch entlang der Prozesskette vergleichbar sind, bleibt die klinische und labortechnische Relevanz der Daten eingeschränkt.



Anforderungen an ein zeitgemäßes Wissenssystem

Werkstoffkundliches Wissen sollte daher nicht isoliert betrachtet werden, sondern erfordert eine Strukturierung entlang von Werkstoffgruppen und Prozessketten. Fachinformation gewinnt ihre Relevanz durch die Verknüpfung mit Rahmenbedingungen und wissenschaftlicher Evidenz. Zudem sollte ein modernes System flexibel auf neue Erkenntnisse reagieren und unterschiedliche Anwendungskontexte adressieren (Praxis, Labor, Lehre). Digitale Suchsysteme und KI erleichtern zwar den Datenzugriff, doch die rein sprachliche Verdichtung von Informationen führt nicht zwangsläufig zu Erkenntnis. In diesem Sinne fungiert das klassische Fachbuch als Vorbild: Es zwingt zur Syste-



Alle Abbildungen: © evidens

matik und baut Themen logisch auf. materials evidens überführt diese Prinzipien in eine digitale Wissensinfrastruktur, die auf drei zentralen Säulen beruht:

- **evidens-book:** Ein digitales Fachbuch sorgt für die grundlegende Orientierung.
- **evidens-blog:** Dieses Modul gewährleistet die Aktualität, indem neue wissenschaftliche Erkenntnisse eingeordnet werden.
- **evidens-agent:** Ein KI-gestützter Wissensagent gibt Antworten auf Basis kuratierter Fachinhalte.

Als ergänzendes Modul ist evidens-marketplace konzipiert, das Forschungswissen mit Produkten bzw. Materialien in Beziehung setzt. Die Wissensplattform arbeitet mit kuratierten Quellen – darunter wissenschaftliche Publikationen, Forschungsergebnisse und später validierte Material- und Herstellerdaten. Die Inhalte durchlaufen einen fachlichen Validierungsprozess, bei dem Informationen geprüft und nach Freigabe in die Wissensstruktur übernommen werden. Die Datenbasis wird kontinuierlich erweitert. Aktuell befindet sich die Plattform in der Beta-Phase.

Fazit: Bedeutung für Praxis, Labor und Lehre

Ein intelligentes Wissenssystem kann dazu beitragen, unterschiedliche Perspektiven der Werkstoffkunde besser miteinander zu verbinden. In der zahnärztlichen Praxis unterstützt sie die Einordnung von Material- und Prozessentscheidungen, im zahntechnischen Labor erleichtert sie das Verständnis werkstoffabhängiger Effekte entlang der Prozessketten. In der Lehre eröffnet der Ansatz die Möglichkeit, komplexe Zusammenhänge systematisch zu erfassen und den Umgang mit wissenschaftlichen Unsicherheiten einzuüben. Moderne Wissenssysteme verändern den Umgang mit Fachinformationen. Wissen liegt nicht mehr nur als Sammlung einzelner Aussagen vor, sondern wird als verknüpfte, kontinuierlich wachsende Ressource nutzbar.

Mehr Informationen unter: **www.materials-evidens.com**

kontakt.

Univ.-Prof. Dr. Dipl.-Ing. (FH) Bogna Stawarczyk, M.Sc.
Amanda M. Von Hornstein
Lukas Tschech
Werkstoffkundeforschung an der Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik am Klinikum der LMU München
wsk-prothetik@med.uni-muenchen.de

Univ.-Prof. Dr. Dipl.-Ing. (FH) Bogna Stawarczyk, M.Sc. [Infos zur Autorin]

Annett Kieschnick
Freie Fachjournalistin für Zahntechnik & Zahnmedizin
dentaletexte.de

Annett Kieschnick [Infos zur Autorin]

Mike Kieschnick
Neondots Kapstadt
neondots.com