



# The “Virtual Patient” in Medicine and Dentistry

## Der „virtuelle Patient“ in Medizin und Zahnmedizin

Ein sicheres Indiz dafür, dass neue Technologien in der Praxis angekommen sind, besteht darin, dass man deren Konzepte, Einsatzgebiete und auch Vor- und Nachteile nicht mehr erklären muss. So geschehen nun bei der CAD/CAM-Technik: Dieser Begriff impliziert klare Vorstellungen und bedarf keiner Erläuterung mehr. Im Gegenteil, die CAD/CAM-Technik ist inzwischen so ubiquitär, dass diese zum Status-Quo in der Ausbildung und Behandlung gehört. Andererseits bedingt dies aber auch, dass die Auseinandersetzung mit aktuellen Weiterentwicklungen und Trends zu diesem Thema ein Muss ist, wozu sich z. B. die IDS in diesem Jahr wieder als herausragende Leistungsschau auf diesem Gebiet eignet.

In konsequenter Weiterführung der CAD/CAM-Technik taucht am Horizont schon ein weiteres Konzept auf: der „virtuelle Patient“. Ob nun der Begriff gelungen ist oder nicht: Dahinter verbirgt sich jedenfalls die Fusion von Daten aus unterschiedlichsten Informationsquellen, die von einem Patienten stammen, zu einer umfassenderen Einheit. Möglich wird dies dadurch, dass in den verschiedenen Teilbereichen der Zahnmedizin unabhängig voneinander große Fortschritte erzielt werden konnten: Das sind z. B. das 3-D-Röntgen mit der Volumetomographie, intraorale 3-D-Scanner mit Echtfarbinformationen, 3-D-Gesichtsscanner inkl. Aufzeichnung der Mimik, elektronische Registriersysteme für die Kieferbewegung, elektronische Messung der Muskelaktivität, Kräftermessungen, digitale Diagnostiksysteme für Karies und Taschenmessung und natürlich jede Menge Software zur Analyse von Daten und Durchführung von Verlaufskontrollen. Moderne Techniken bieten nun den Vorteil, diese Daten nicht nur einfach zu sammeln, sondern auch räumlich und zeitlich in Relation zueinander zu setzen, also zu einer Funktionseinheit zusammenzufassen – analog wie beim Patienten. Neben einer deutlich verbesserten Behandlungsplanung könnten sich damit auch neuartige diagnostische Erkenntnisse ableiten lassen. Ein weiterer Fortschritt für die Zahnmedizin bahnt sich hier an.

A sure sign that a new technology has been widely adopted is that its concepts, applications, advantages, or disadvantages no longer require explanations. CAD/CAM technology, too, has now reached this point. CAD/CAM represents a clear concept, and no more explaining needs to be done. On the contrary: CAD/CAM has become so ubiquitous that it is now part of the status quo in education and clinical treatment. On the other hand, this requires constantly following current developments and trends in the field; this year's IDS in Cologne will once again be an unsurpassed showcase for the field.

The logical next step beyond CAD/CAM has already appeared on the horizon: the concept of the “virtual patient.” Whether or not you feel this is a well-coined term, it is still a convenient shorthand for the fusion of data from different sources but related to a single patient, resulting in a more comprehensive knowledge entity. This has become possible because the various fields of dentistry have independently made tremendous progress. Take for example 3D radiographs and cone-beam computed tomography, intraoral 3D scanners with true-color information, 3D face scanners that can record facial expressions, digital registration of jaw movements, digital measurements of muscle activity, force measurements, digital diagnostic systems for detecting caries and measuring pocket depths – and of course plenty of software for analyzing the data and implementing sensible regimes of follow-up care. Modern technology does not simply amass data but relates them in time and space yielding a functional unit – just like the patients themselves are functional units. This will not only improve treatment planning significantly, but also lead to new diagnostic insights. We are looking at even more imminent progress within dentistry.

And medicine? Medical research, too, is making a major effort toward creating the “virtual patient.” But while dentistry focusses more on the identification of structures, movements, and forces, i.e. the “biomechanical” parameters, medicine as a whole emphasizes the information



content of the patient's completely decoded genome, that is, the more biochemical and biological aspects. The resultant patient-specific findings are related to the functions of internal organs, immune response, and metabolic processes, all of which have been captured in the form of complex biomathematical models. The ambitious goal is to simulate the interaction of medications in a patient-specific model to determine the most suitable combination of active substances. This would open up completely new avenues not only to drug therapy, but also upstream, in the development of new pharmaceutical drugs.

One term – two different approaches. These two “virtual patients” could conceivably complement each other perfectly. At least, synergies already exist in the processing of large datasets. Methods of modern learning theory and machine learning are applied here, methods that are capable of detecting correlations and rule-guided behavior where conventional investigative approaches must fail. This will provide practitioners with additional support and protection with regard to diagnostic and therapeutic issues. Science is tasked with defining new trends and with evaluating – and challenging – the current state of the art, so that virtual knowledge can be turned into treatment success. Because this is what the “virtual patient” really is: an avatar in a positive sense, a representation of the patient that can be used to simulate treatment plans and possible outcomes and that, if successful, can then be implemented in real life for the benefit of the patient. So let us keep curious, regardless of whether we happen to like the latest twists and turns in technical terminology!

Sincerely,  
Albert Mehl

Und die Medizin? Auch in der Medizin gibt es große Anstrengungen zum „virtuellen Patienten“. Während aber in der Zahnmedizin der Fokus mehr auf der Erfassung von Strukturen, Bewegungen und Kräften liegt, also eher auf den „biomechanischen“ Parametern, steht in der Medizin der Informationsgehalt des vollständig entschlüsselten patientenindividuellen Genoms im Mittelpunkt, also mehr die biochemische und biologische Seite. Die daraus gefundenen individuellen Parameter beeinflussen die Funktionen der inneren Organe, des Immunsystems und der Stoffwechselforgänge, die alle als komplexe biomathematische Modelle vorliegen. So kann, das ist das ehrgeizige Ziel, die Wechselwirkung von Medikamenten im patientenspezifischen Organismus simuliert und die optimale Wirkstoffkombination ermittelt werden. Damit sind nicht nur bei der Therapie, sondern auch bei der Entwicklung neuer Pharmazeutika ganz neue Wege möglich. Ein Begriff, zwei unterschiedliche Herangehensweisen. Die beiden „virtuellen Patienten“ könnten sich in Zukunft natürlich auch optimal ergänzen. Zumindest gibt es jetzt schon Synergien bei der Verarbeitung der großen Datenmengen: Hier kommen Methoden der modernen Lerntheorie und des maschinellen Lernens zum Einsatz, Methoden, die selbst noch dort Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten erfassen, wo normale Untersuchungsverfahren scheitern. Dies bietet in Zukunft zusätzliche Unterstützung und Absicherung bei diagnostischen und therapeutischen Fragestellungen.

Neue Trends zu setzen und zu gestalten und den aktuellen Stand zu bewerten und zu hinterfragen, dieser Aufgabe ist Wissenschaft verpflichtet: Damit aus virtuellem Wissen auch realer Nutzen entsteht. In diesem Sinne ist auch der „virtuelle Patient“ zu verstehen: Als Avatar des Patienten im positiven Sinne könnten Planungen und Therapien im Voraus simuliert und dann mit realem Nutzen am Patienten umgesetzt werden. Bleiben wir also neugierig ob der Möglichkeiten, unabhängig von positiv oder eher unangenehm belegten Begrifflichkeiten.

Ihr Albert Mehl



**Address/Adresse:** Prof. Dr. Dr. Albert Mehl, Abteilung für Computergestützte Restaurative Zahnmedizin, Zentrum für Zahnmedizin, Universität Zürich, Plattenstr. 11, 8032 Zürich, Schweiz, Tel.: +41 (0) 44 634 32 72, Fax: +41 (0) 44 63 44 308, E-Mail: [albert.mehl@zzm.uzh.ch](mailto:albert.mehl@zzm.uzh.ch)

#### **Prof. Dr. Dr. Albert Mehl**

1984–1992 Studium der Zahnheilkunde und Physik an der Universität Erlangen  
 1989 Staatsexamen und Approbation  
 1990 Ausbildungsassistent in freier Praxis  
 1991 Stabsarzt in Klosterlechfeld  
 1992 Promotion (Dr. med. dent.) und Universitäts-Diplom (Dipl.-Phys.)  
 1992 Assistent an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universität Erlangen  
 1993 Assistent an der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der Universität München  
 1997 Oberarzt  
 1998 Habilitation (Dr. med. dent. habil.)  
 1999 Erteilung der Lehrbefugnis (Privatdozent)  
 2002 Ruferteilung (ausserordentliche Professur)  
 2003 Promotion Dr. rer. hum. biol.  
 2006 Forschungsaufenthalt an der Universität Zürich  
 seit 2010 Stiftungsprofessur für Computergestützte Restaurative Zahnmedizin an der Universität Zürich

#### **Prof Dr Dr Albert Mehl**

1984–1992 Studies of dentistry and physics at the University Erlangen  
 1989 Graduation as a DDS  
 1990 Assistant in dental practice  
 1991 Military service as a dentist in Klosterlechfeld  
 1992 Dissertation (Dr med dent) and Master's Degree (Dipl.-Phys.)  
 1992 Assistant Professor in the Department of Restorative Dentistry, Periodontology and Pediatric Dentistry (University Erlangen)  
 1993 Assistant Professor in the Department of Restorative Dentistry, Periodontology and Pediatric Dentistry (University Munich)  
 1997 Associate Professor (LM-University of Munich)  
 1998 Post-doctoral qualification (Dr. med. dent. habil.)  
 1999 Professorial teaching certification  
 2002 Full Professor (Professor) (LM-University of Munich)  
 2003 Dissertation (Dr. rer. hum. biol.)  
 2006 Research Semester at the University of Zurich  
 since 2010 Professor at the Department of Computerized Dentistry (University of Zurich)