

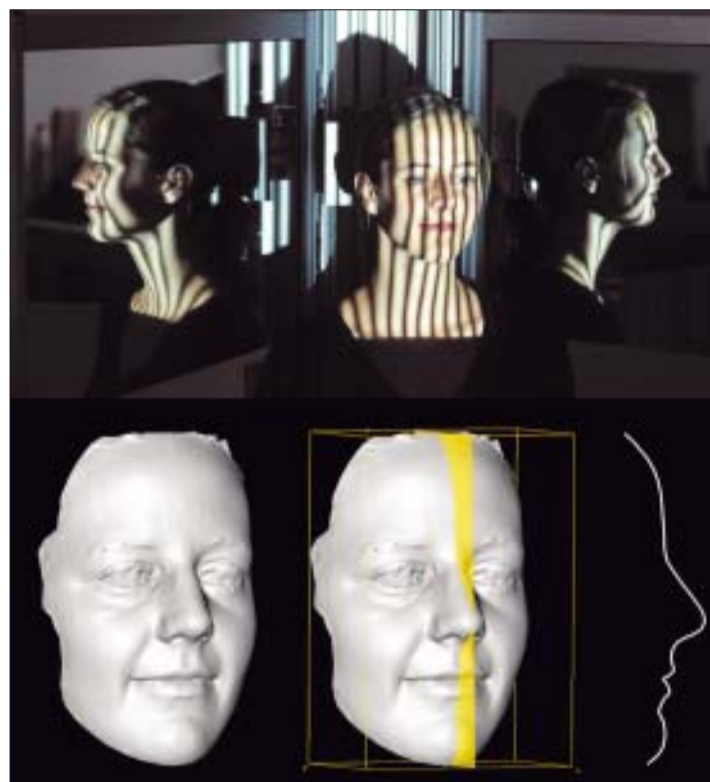
## Enge Kooperation bei Problemlösung

„Möglichkeiten und Grenzen der optischen 3-D-Formfassung in der Zahnheilkunde“ war das Thema des Vortrages von Prof. Dr.-Ing. Gerd Häusler auf der Jahrestagung der DGKFO – KN befragte ihn im Anschluss zu seiner Arbeit.

**KN** Die optische 3-D-Erfassung hat in der Zahnmedizin gegenüber den technischen Fachrichtungen erst sehr spät Einzug gehalten. Welche Möglichkeiten bestehen derzeit für die Erfassung von weichen und spiegelnden Oberflächen (Haut, Schleimhaut) im Vergleich zu harten, stabilen Oberflächen (Modelle, Zähne, Gebisse)?  
Weiche Oberflächen sind nicht

ist die Messung inzwischen problemlos und für fast alle Fälle mit ausreichender Genauigkeit möglich. Für extreme Genauigkeitsforderungen ist Volumenstreuung ein Problem. Bei Zähnen misst man immer „zu klein“, weil das Licht eindringt. Deshalb wird ja auch mit Titandioxid gesprüht. Auch blaues Licht wird benutzt, das nicht so tief eindringt, oder farbiger Gips.

Optik, Information und Photonik, gleichzeitig Max-Planck-Forschungsgruppe, versuchen wir genau das: in Kooperation mit Anwendern Sensoren zu erforschen und schließlich mit unserer Ausgründung 3D-SHAPE GmbH\* zu bauen und zu vermarkten. Dabei darf man nicht vergessen, dass der Anwender nicht Sensordaten speichern, sondern Probleme lösen will. Das bedeutet enge Zusammenarbeit bei der Erforschung und Entwicklung von Algorithmen. Wir tun dies z.B. im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 603 bereits seit neun Jahren. Dort arbeiten wir mit vielen medizinischen Fachgebieten zusammen. Um etwas konkreter zu werden: Heutige Sensoren für den makroskopischen Bereich, d.h. für Kopf, Brust, Füße, funktionieren bereits recht gut. Die Genauigkeit reicht aus, wenn auch die Rundum-Erfassung immer noch zu lange dauert – dazu auch meine Bemerkung zur ersten Frage. Für ganze Menschen, gar in Bewegung, gibt es noch keine wirklich praktikable Lösung. Für Messungen im Mikrobereich, z.B. der Haut oder der Netzhaut, sogar tomografisch, entwickelt sich die „Optische Kohärenztomographie (oct)“ sehr schnell. Wir haben diese Methode seit 1993 erforscht. Inzwischen gibt es bei verschiedenen Herstellern kommerzielle Geräte.



Gesichtsscanning mit dem FaceSCAN3D-Sensor in 1/3-Sekunde von Ohr zu Ohr – 3-D-Modell und Profilschnitt. (Quelle: 3D-SHAPE)

das Problem, wenn man sie ca. 300 ms ruhig stellen kann. Man braucht also unbedingt einen schnellen Sensor. Schwieriger ist es, „weiche“ Oberflächen sequenziell aus verschiedenen Richtungen aufzunehmen (um sie später zu registrieren), weil sie sich möglicherweise während der Prozedur verformen.

Feuchte, spiegelnde Schleimhaut ist definitiv ein Problem, weil die Glanzlichter die diffuse Streuung überdecken. Da ist „trocknen“ angesagt.

**KN** Welche Probleme sind zu bedenken, um eine ideale 3-D-Erfassung zu erreichen?  
Ideal heißt wohl einerseits,

**KN** Wie groß können die Objekte sein und mit welchen Verfahren können sie gescannt werden?

Wie gesagt, Brust, Rücken, Gesicht sind kein Problem, d.h. wir sprechen von Gesichtsfeldern bis etwa 1.000 mm x 600 mm. Größere Objekte sind auch noch messbar, allerdings wird die Messung etwas länger dauern, weil es für schnelle Messungen nicht genug Licht gibt. Das ist aber kein fundamentales Problem. Das gängigste Verfahren ist die sogenannte Streifenprojektion, wir nennen es „phasenmessende Triangulation“. Für die Aufnahme des gesamten Körpers gibt es recht aufwendige (und nicht sehr schnelle) Laserscanner.

**KN** Welche Genauigkeit ist derzeit möglich und mit welchen Auflösungen muss man arbeiten, um kieferorthopädische Modelle insgesamt exakt genug wiedergeben zu können?

Die Messunsicherheit ist in der Praxis etwa 1/1.000–1/2.000 des Gesichtsfeldes. Ein Gesicht kann man also mit weniger als 0,3 mm Fehler akquirieren. Für Zahnmodelle gehen die Forderungen in den Bereich 10–20 Mikrometer. 20 Mikrometer sind prinzipiell möglich, wir haben einen solchen Scanner im Programm. Die laterale Auflösung ist für extrem hochwertige Messungen oft ein Problem. Kameras haben gewöhnlich nur 1.000 x 1.000 Pixel. Das bedeutet, wenn man ein Zahnmodell mit 40 x 40 mm Feld abtastet, kann man nur 40 Mikrometer auflösbare Distanz erwarten. Aufgrund von Schärfentiefe Problemen und technischen Unzulänglichkeiten ist



Optische 3-D-Vermessung mit Farbtexur. (Die Darstellung als Dreiecksnetz wurde gewählt, weil sich sonst das Bild von einem Foto nicht unterscheidet.) (Quelle: 3D-SHAPE)

Ein typischer Fall ist die Gesichtsmessung aus mehreren Richtungen, bei der eine Veränderung der Mimik auftreten kann. Aber mit etwas Geduld konnten wir durchaus Rundum-3-D-Aufnahmen von Köpfen machen. Für Gesichter oder andere Teile des Körpers

dass die Anforderungen des Mediziners (bleiben wir bei der Medizin) erfüllt werden, das ist die Mindestforderung – und andererseits, dass wir Sensoren bekommen, die so gut sind wie die Physik und Informationstheorie es erlauben. In unserer Arbeitsgruppe am Institut für



3-D-Modell eines Gebisses anhand einer CT-Aufnahme (Computertomografie). Bearbeitung: Stefan Zachow, www.zib.de



3-D-Modell eines Gebissabdruckes anhand SCAN3D-Dateien mit deutlich besserer Detailtreue. (Quelle: 3D-SHAPE)

Fortsetzung auf Seite 10

# IMMER MEHR KIEFER-ORTHOPÄDEN VERLIEREN DIE NERVEN

**RICHTIG ABHEBEN! \*  
SEGELFLIEGEN  
UND DAS PANDRAMA  
GENIEßEN!**

➔ mit ihrer alten Praxissoftware. Sie wollen ein EDV-System mit der Technologie von morgen. LinuDent KFO. Die multifunktionale Komplettlösung, die keine Wünsche offen lässt. Hinterlegen von Musterplänen, einfache Bedienung der KFO-Leistungserfassung und einmalig nur von LinuDent: ORTHOmetric, die erste Software mit automatischer Berechnung der Punkte und des Profils. 3D-Scan gefällig? Kein Problem. Erleben Sie jetzt modernste Technologie im neuen Format. Sie wollen auch mal schnell in ein spezielles Format einsteigen? Kein Problem! Dann erwartet Sie ein atemberaubender Segelflug! Einfach anrufen und bei Neuvertrag eine von vielen Prämien kassieren!

Mehr Infos unter: [www.linudent.de](http://www.linudent.de)

HOTLINE VON 8-18 UHR

**LinuDent**

01805 / 54 68 33 68

\* 2007 nur zum Transfer von Existenten Praktikern

\* Prämie bei Abschluss eines Neuvertrages. Gültig bis einschließlich 31.12.2006. Gültig nur für Neukunden.

SOFTWARE FÜR DIE ERFOLGREICHE PRAXIS

**LinuDent**

**PHARMATECHNIK**  
WIR PROGRAMMIEREN IHREN ERFOLG