



## OPTISCHER 3D-HANDSCANNER FÜR PATIENTENINDIVIDUELLE ATEMMASKEN

## OPTICAL HAND-HELD 3D SCANNER FOR INDIVIDUAL RESPIRATORY MASKS

Mobiles 3D-Scannen gewinnt in Industrie, Medizin, Archäologie und Kriminalistik eine immer größere Bedeutung. Im Unterschied zu anderen handgeführten Scannern, die vornehmlich mit Laserlicht arbeiten, wurde am Fraunhofer IOP der mobile handgeführte 3D-Scanner »kolibri CORDLESS« /1/ auf Basis der Streifenprojektions-technik entwickelt (Abb. 1), mit dem es möglich ist, an jedem Ort und in kurzer Zeit ohne großen Aufwand eine berührungslose 3D-Vermessung vorzunehmen.

Basis des Messsystems /2/ ist eine Hochgeschwindigkeitsprojektion und -aufnahme einer Sequenz von Streifenmustern mit einer Frequenz von 60 Hz, wodurch kurze Messzeiten (kleiner 250 ms) realisiert werden. Die Messgenauigkeit liegt bei bis zu 50 µm für die Vermessung eines Messfelds von 24 cm x 17,5 cm bei einem Arbeitsabstand von 40 cm. Innerhalb weniger Sekunden werden die Messpunkte in ein digitales 3D-Bild umgerechnet. Durch seine ergonomische Gestaltung und sein geringes Gewicht von 1,6 kg ist der Sensorkopf sehr gut zu handhaben. Die Steuerung und Energieversorgung erfolgt über ein mobiles System (Laptop), das über der Schulter getragen werden kann (Abb. 2). Ein iPod am Handgelenk dient zur schnellen Kontrolle und Visualisierung der Messung.

1 Sensorkopf »kolibri CORDLESS«. /2/ Gesamtsystem »kolibri CORDLESS«; Sensorkopf + iPod + Steuereinheit.

Mobile 3D scanning devices are gaining in importance in industry, medicine, and archaeology. Hand-held systems usually use laser technique and mobile fringe projection systems normally use a tripod for the sensor head positioning. In comparison the mobile optical 3D scanner "kolibri CORDLESS" /1/ (Fig. 1) based on fringe projection technique can be used both moveable and hand-held. It was developed at Fraunhofer IOP in Jena. The scanner makes contactless measurement of several measuring objects possible at any location in a short time with low effort.

The system /2/ is based on high velocity projection of a fringe pattern sequence and recording by a stereo camera pair with a frequency of 60 Hz which allows measurement times below 250 ms. The accuracy for a measuring field of 240 mm x 175 mm and a working distance of about 400 mm is up to 50 µm. The measuring values are converted into a digital 3D image within a few seconds. The handling of the sensor is very easy because of its small weight of 1.6 kg and its ergonomic design. Control and the power supply is realized by a mobile system (laptop) which can be carried over the shoulder (Fig. 2). An iPod at the wrist is used for a quick evaluation of the measurement and visualization of the measuring values.

1 Sensor head "kolibri CORDLESS". /2/ Complete system "kolibri CORDLESS", sensor head + iPod + control unit.



Eine Vollkörpervermessung ist durch softwaregestütztes Matching der Messdaten, die aus verschiedenen Ansichten gewonnen werden, möglich. Ebenso sind Farbe und Textur in hoher Auflösung erfassbar.

Speziell bei der Herstellung patientenangepasster Atemmasken wird dieses System zukünftig von der Firma Medizintechnik Kleeblatt in Regensburg eingesetzt. Diese Masken sind für alle Patienten gedacht, die langfristig beatmet werden müssen.

Herkömmliche Atemmasken können teilweise erhebliche Probleme verursachen, die auf schlechten Tragekomfort zurückzuführen sind.

Zu diesen Beschwerden zählen z. B.

- Empfindlichkeiten im Nasenrückenbereich,
- Luftaustritt an undichten Randbereichen,
- Schmerzen infolge von Druckbelastungen,
- Trockenheit im Mund,
- Belastendes Restvolumen beim Ein- und Ausatmen,
- Stresssituationen während der Abdrucknahme,
- Gewebedeformation durch die Verwendung von Silikon oder Gips zur Abdrucknahme.

Um diese Beschwerden signifikant zu lindern oder abzustellen, bestand das Ziel, die Atemmaske so genau wie möglich der Gesichtsform anzupassen und damit eine individuelle Maske zu realisieren. Hierzu wurde die nachfolgend dargestellte durchgängige Prozesskette von der Datenaufnahme bis zur Maskenfertigung aufgebaut.

A whole body measurement is possible by using software driven matching of the measuring data which are obtained from different views. Additionally, color and texture may be obtained in high resolution.

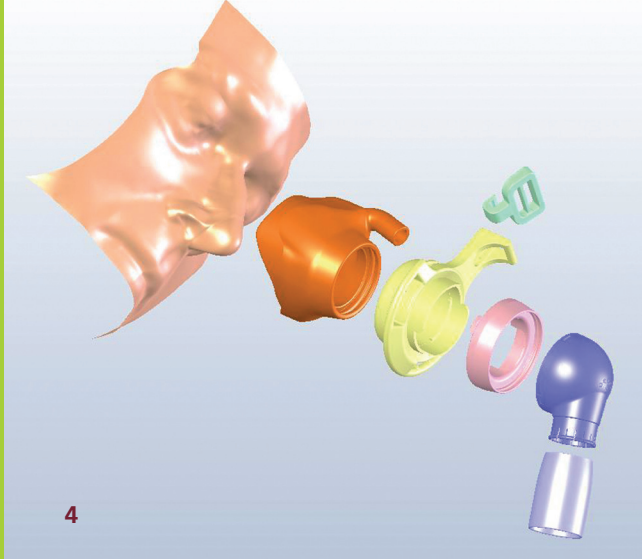
Especially for the production of individually fitted respiratory masks, the scanner system will be used by Medizintechnik Kleeblatt in Regensburg. The masks are designed for so called sleep apnoeics, i.e. patients with a range of breathing difficulties which require the carriage of respiratory masks during the night (Fig. 3).

Usual respiratory masks may sometimes cause considerable problems, attributable to bad comfort of carriage.

These complaints may include

- Increased sensitivity in the area of the bridge of the nose,
- Air emission at leaking marginal areas,
- Pains resulting from compressive loads,
- Dry mouth,
- Stressing remaining volume on inhalation and expiration.
- Stressing at impression taking
- Tissue deformation using silicon or cast.

In order to reduce or prevent these complaints, the goal was to fit the mask as well as possible to the face shape of the patient, thus creating an individual mask. In order to achieve this goal, the following process chain from the data recording to the mask production was developed.



Ausgangspunkt ist die berührungslose schnelle Erfassung der Gesichtsgeometrie mit Hilfe des 3D-Handscanners. Diese 3D-Daten werden via Internet an die Firma KET übermittelt, wo unter Verwendung von CAD-CAM-Technologien aus den individuellen Gesichtsdaten ein angepasster Dichtwulst für die Atemmaske konstruiert und gefertigt wird. Dieser Dichtwulst wird mit dem restlichen Maskenkörper verbunden und bildet das Kernstück der individuellen Gesichtsmaske, die aus den Teilen Individualmaske mit Dichtwulst und Füllventil – orange, Maskengrundkörper – gelb, Gurthaken – grün und Drehwinkel – rosa + blau besteht (Abb. 4). Der Dichtwulst bietet die Möglichkeit, die Luftfüllung nach individueller »Tagesform« anzupassen.

In einem ersten Test wurden im schlafmedizinischen Zentrum Dresden die individuellen Atemmasken bei zehn Patienten mit einer vierwöchigen Anwendungsdauer untersucht (Abb. 5). Das Ergebnis dieser Untersuchung wird im Augenblick ausgewertet. Nach einem ersten Eindruck erscheint die klinische Erprobung positiv verlaufen zu sein.

An der Weiterentwicklung und Vermarktung der neuen Maske unter dem Namen »AEROplus« arbeitet derzeit die Firma Medizintechnik Kleehaupt.

After the fast contactless scan of the face geometry by the 3D scanner the data are transmitted via internet to the KET company. There an adopted sealing bulge is designed and produced from the individual face data using CAD-CAM technologies. This sealing bulge is connected with the remaining mask body and becomes the key part of the individual breathing mask consisting of the individual mask with sealing bulge and filling valve parts – orange, basic mask body – yellow, belt hook – green, turning angle – pink and blue (Fig.4). The sealing bulge makes individual air filling possible.

The individual breathing masks were initially tested at the center for sleep medicine in Dresden on ten patients over four weeks (Fig.5). The results of the clinical testing are currently analyzed and seem to be positive.

Medizintechnik Kleehaupt is currently working on the further development and merchandizing of the product under the label "AEROplus".

4 Aufbau der individuell angepassten Atemmaske (orange: individualisierter Teil). © KET Kunststoff- und Elasttechnik GmbH.

5 Anprobe zweier Masken auf einer Gesichtsform. Die Form wurde aus den Gesichtsmessdaten durch 3D-Druckverfahren hergestellt. © KET Kunststoff- und Elasttechnik GmbH.

4 Structure of the individually adopted breathing mask (orange: individualized part). © KET Kunststoff- und Elasttechnik GmbH.

5 Fit of two masks to a face shape. The shapes were produced from the face data by 3D impression techniques. © KET Kunststoff- und Elasttechnik GmbH.

## Literatur/References

/1/ Munkelt, C.; Bräuer-Burchardt, C.; Kühmstedt, P.; Schmidt, I.; Notni, G.: Cordless hand-held optical 3D sensor, Proc. SPIE Vol. 6618, 66180D-1, (2007).

/2/ Munkelt, C.; Schmidt, I.; Bräuer-Burchardt, C.; Kühmstedt, P.; Notni, G.: Cordless portable multi-view fringe projection system for 3D reconstruction, Proc. CVPR, (2007).

## AUTHORS

*Peter Kühmstedt*

*Gunther Notni*

*Ingo Schmidt*

*Konrad Kleehaupt<sup>1</sup>*

*Gunter Böttcher<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Medizintechnik Kleehaupt*

<sup>2</sup>*KET Kunststoff- und Elasttechnik  
GmbH*

## CONTACT

*Dr. Peter Kühmstedt*

*Phone +49 3641 807-230*

*peter.kuehmstedt@iof.fraunhofer.de*