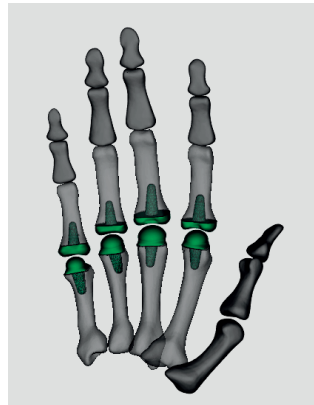


# AI-based individual oxide ceramic finger joint implant



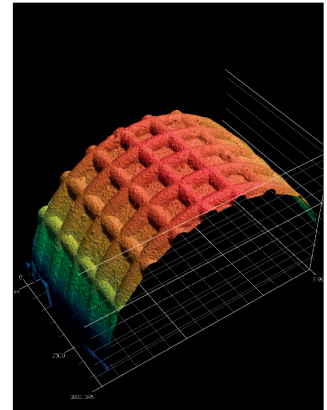
*X-Ray of diseased hand.*



*Digital model for simulation of natural movements.*



*Patient-specific design generated by AI.*



*Macro-microstructure on shaft of slip-cast implant made of ATZ.*

Patient-specific implants promise a high accuracy of fit and thus better functionality and durability. Furthermore, individualization is a great opportunity for areas in which the possibilities of implant fitting and remobilization are still insufficient, e.g. for small joints such as finger joints. Several Fraunhofer institutes (IAPT, IKTS, ITEM, IWM and MEVIS) have for the first time developed a continuous automatable process chain for the manufacturing of patient-specific implants. This ranges from design to production to certification-compliant testing.

Based on X-ray and CT scans, a digital patient-specific implant design is generated. Simulations of all natural movements of the joint are included in the design process. Using multiple data sets, an AI is trained to perform the design process fully independently. The slip casting process for oxide ceramic materials enables direct molding via a porous, structured mould. The alumina-toughened zirconia (ATZ) prototypes feature an osseointegrative macro/micro surface texturing of the shaft. Due to near-net-shape manufacturing no further hard machining is necessary. The high quality of the microstructure results in mechanical properties that far exceed the loads that occur in the implanted state.

For applications in the field of medical technology we provide the customized development of oxide ceramic components and technologies as well as customized manufacturing of semifinished products. For this scope we are certified according to DIN EN ISO 13485.



*Slip-cast patient-specific implant made of ATZ.*

## Highlights of ceramic finger joints

Material	ATZ
Design	Patient-specific, AI-generated
Density	> 99.9 % TD
Grain size	0.3 $\mu\text{m}$
Roughness of osseointegrative surface $R_a$	12.5 $\mu\text{m}$
Height of structure at osseointegrative surface	200 $\mu\text{m}$
Strength	> 1000 MPa

### Dr.-Ing. Daniel Schumacher

Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS  
Michael-Faraday-Str. 1, 07629 Hermsdorf, Germany  
Phone +49 36601 9301-4202  
daniel.schumacher@ikts.fraunhofer.de

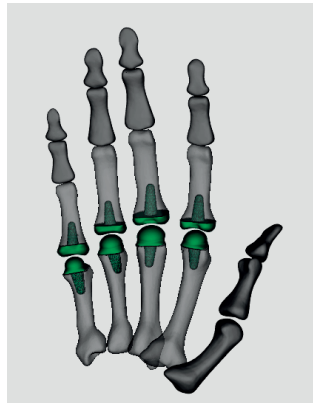
643-W-23-02-03



# KI-generiertes individuelles oxidkeramisches Fingergelenkimplantat



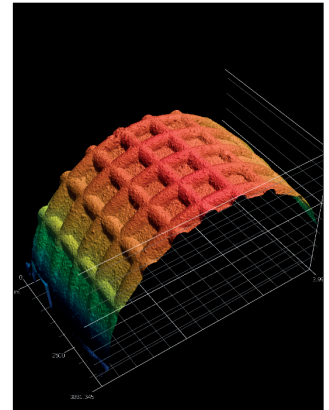
Röntgenaufnahme erkrankter Hand.



Digitales Modell zur Simulation der Gelenkbewegungen.



KI-generiertes patientenspezifisches Implantat.



Makro-/Mikrostruktur des gegossenen ATZ-Implantats.

Patientenspezifische Implantate versprechen eine hohe Passgenauigkeit und damit eine bessere Funktionalität und Lebensdauer. Die Individualisierung ist darüber hinaus eine große Chance für die Bereiche, in denen die Möglichkeiten der Remobilisierung noch unzureichend sind, z. B. bei Kleingelenken wie Fingergelenken. Mehrere Fraunhofer-Institute (IAPT, IKTS, ITEM, IWM und MEVIS) haben erstmals eine durchgängige automatisierbare Prozesskette bei der Herstellung patientenindividueller Implantate vom Design über die Fertigung bis hin zur zertifizierungskonformen Prüfung erarbeitet.



Gegossenes patientenspezifisches Fingergelenksimplantat aus ATZ.

Ausgehend von Röntgen- und CT-Daten wird ein patientenspezifisches Implantatdesign abgeleitet. Dabei wird die Simulation der natürlichen Gelenkbewegungen berücksichtigt und eine künstliche Intelligenz mit Datensätzen erkrankter Patienten trainiert, um das Design selbstständig zu generieren. Das Schlickergussverfahren für keramische Materialien ermöglicht eine endformnahe Formgebung. Die Prototypen aus Aluminiumoxid-verstärktem Zirkonoxid (ATZ) weisen ohne Hartbearbeitung eine osseo-integrative Makro-/Mikrostrukturierung des Schaftes auf. Die hohe Gefügequalität führt zu mechanischen Eigenschaften, die die auftretenden Belastungen im implantierten Zustand bei Weitem übertreffen.

Für Anwendungen in der Medizintechnik bietet das Fraunhofer IKTS die kundenspezifische Entwicklung von oxidkeramischen Komponenten und Technologien sowie die kundenspezifische Fertigung von Halbfabrikaten an. Hierfür sind wir nach DIN EN ISO 13485 zertifiziert.

## Wichtige Parameter keramischer Fingergelenkimplantate

Material	ATZ
Design	Patientenindividuell, KI-generiert
Dichte	> 99,9 % TD
Korngröße	0,3 µm
Rauheit osseointegrative Fläche $R_a$	12,5 µm
Höhe Struktur osseointegrative Fläche	200 µm
Festigkeit	> 1000 MPa

### Dr.-Ing. Daniel Schumacher

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS  
Michael-Faraday-Str. 1, 07629 Hermsdorf  
Telefon +49 36601 9301-4202  
daniel.schumacher@ikts.fraunhofer.de

643-W-23-02-03

