

medizin & technik

Ingenieurwissen für die Medizintechnik www.medizin-und-technik.de

Sonderausgabe



Medical Technology
Germany

1-2 Juli 2026
Ulm-Messe

Messe-Guide zur Medical Technology Germany 2026

Konferenzprogramm

Seite 17

Hallenplan

Seite 18

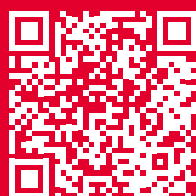
Ausstellerverzeichnis

Seite 19





Abonnieren Sie unsere
kostenlosen Newsletter



[medizin-und-technik.industrie.de/
newsletter/](https://medizin-und-technik.industrie.de/newsletter/)



Messe-Guide: Treffpunkt Ulm auch im Jahr 2026

Mit der Messe **Medical Technology Germany** in **Ulm** bietet der Veranstalter Medtech Media auch im Jahr 2026 für zwei Tage einen Treffpunkt für alle Akteure aus der Medizintechnik-Branche. Die Ausstellung wird begleitet von einer Konferenz, deren Programm sich über beide Tage erstreckt.

Diese **Sonderausgabe von medizin&technik** erscheint exklusiv im Vorfeld der Messe im Juli 2026. Im **offiziellen Messe-Guide** finden Sie natürlich

- das **Konferenzprogramm** für beide Messetage (Seite 17)
- den **Hallenplan** (Seite 18) und
- das **Ausstellerverzeichnis** (Seite 19).

Lesen Sie im **Grußwort der Veranstalter** ab der Seite 6, wie diese die **Entwicklung der Messe** sehen und warum der **Veranstaltungsort Ulm** die Philosophie des Events unterstützt.

Dass sich spannende Entwicklungen in der Medizintechnik abzeichnen, spiegelt sich auch im Messe-Guide wider. Beispiel **Knieendoprothese**: Das von vorn gesehen gerade Bein war bisher das Ziel. Heute scheint ein individuelleres Vorgehen wünschenswert. Wie **Roboter, KI, Daten** sowie **Implantate** dazu beitragen, das Ziel zu erreichen, erläutert Orthopäde Prof. Rüdiger von Eisenhart-Rothe im Interview ab Seite 8.

Für die Bildgebung tauchen derzeit neue Verfahren auf, die ohne Strahlung auskommen – wie die **Magnetpartikelbildung** von Gefäßen (Seite 13). Und fürs **MRT** arbeiten Forscher an einer Lösung, mit der Dritte **herstellerunabhängig** und konform zu regulatorischen Vorgaben **MR-Sequenzen als Medizinprodukt zulassen** und in die Klinik bringen können (Seite 12).

Lassen Sie sich von den Inhalten zur Diskussion mit den Ausstellern der Medical Technology Germany inspirieren. Das **Team von medizin&technik** finden Sie am Stand 210. Bis dahin!

Birgit Oppermann

Dr. Birgit Oppermann

When performance is vital.

ÜBERNEHMEN SIE
DIE KONTROLLE DER
PRÄZISIONSBEWEGUNGEN
FÜR DIE HERSTELLUNG
MEDIZINISCHER GERÄTE.



Sonderausgabe



Herausgeberin: Katja Kohlhammer
Verlag: Konradin-Verlag
 Robert Kohlhammer GmbH
 Ernst-Mey-Straße 8,
 70771 Leinfelden-Echterdingen,
 Germany
Geschäftsführer: Peter Dilger

REDAKTION

Chefredakteurin: Dr. Birgit Oppermann (op),
 Phone +49 711 7594-459
Redaktion: Susanne Schwab (su),
 Phone +49 711 7594-444
Ständige freie Mitarbeiter: Sabine Koll (sk),
Redaktionsassistent: Barbara Diviggiano,
 Phone +49 711 7594-415,
 Fax +49 711 7594-1415
 E-Mail: barbara.diviggiano@konradin.de
Layout: Ana Turina, Phone +49 711 7594-273

ANZEIGEN

Gesamtanzeigenleiter: Joachim Linckh,
 Phone +49 711 7594-565,
 Fax +49 711 7594-1565
Auftragsmanagement: Melanie Strauß,
 Phone +49 711 7594-403,

Gekennzeichnete Artikel stellen die Meinung des Autors, nicht unbedingt die der Redaktion dar. Für unverlangt eingesandte Manuskripte keine Gewähr. Alle in medizin&technik erscheinenden Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch Übersetzungen, vorbehalten. Reproduktionen gleich welcher Art nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages.

Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Stuttgart.

Druck: FLYERALARM GmbH, Alfred-Nobel-Str. 18, 97080 Würzburg
 Printed in Germany

© 2026 by Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH,
 Leinfelden-Echterdingen
 ISSN 1863-7604

konradin
 mediengruppe

■ Grußwort der Veranstalter

Medical Technology Germany

Zur Premiere der Messe in Deutschland äußern sich die Veranstalter von Medtech Media.....06

■ Technik

Knieendoprothesen

Das von vorn gesehen gerade Bein nach einer Knieendoprothesen-OP führt nicht immer zu zufriedenen Patienten. Wie Roboter, KI, Daten und Implantate etwas verbessern, erläutert Orthopäde Prof. Rüdiger von Eisenhart-Rothe.08

08



(Bild: Klinikum rechts der Isar)

Bessere OPs für Knieendoprothesen

Prof. Rüdiger von Eisenhart-Rothe ist Vizepräsident der AE – Deutsche Gesellschaft für Endoprothetik e. V.

Chirurgische Laser

Mit einem chirurgischen Laser lässt sich deutlich tiefer und schneller schneiden, wenn der Laserstrahl ein anderes Profil bekommt.10

KI für die Hüft-OP

Aus Daten der Gangbiomechanik soll ein KI-Modell schätzen, wie gut sich ein Patient nach der OP bewegen kann10

Automatisierung beim Ultraschall

Ein Dokumentationssystem kann die räumliche Aufnahmeposition von Ultraschallscans in Relation zum Patienten-körper automatisch erfassen11

Viskose Medikamente spritzen

Computersimulationen beschleunigen die Entwicklung von Antikörpermedikamenten für die Spritze. Diese dürfen nicht zu dickflüssig sein.....11

Schneller zu MRT Software

Wie Steuerungssoftware für die MRT schneller und herstellerunabhängig in die Klinik kommt12

Bilder ohne Strahlenbelastung

Magnetpartikelbildgebung (MPI) zeigt menschliche Blutgefäße in Echtzeit....13

Cybersecurity und BCI

Ein systematischer Neuro-Cybersecurity-Ansatz verbindet mehrere Perspektiven zu einem Sicherheitskonzept13

13



(Bild: ZiaUr – stock.adobe.com)

Forschende entwickeln neuartige Sicherheitskonzepte zum Schutz von sensiblen neuronalen Daten und vor Manipulation

Freiformteile aus Glas

Präzise und komplexe dreidimensionale Strukturen lassen sich mit Selective Laser Etching (SLE) aus Glas herstellen.....14

Spezielle Zahnpasta

Wie man Erreger ausbremst, aber die Mundflora schont16

Maßgeschneiderte Zahnimplantate

Mit Simulation und 3D-Druck entstehen personalisierte Zahnimplantate, antibakteriell beschichtet und passend zu den Strukturen im Kieferknochen16

■ Rahmenprogramm

Konferenz: Vorträge und Zeitplan

Über diese Themen berichten die Referenten an beiden Messtagen17

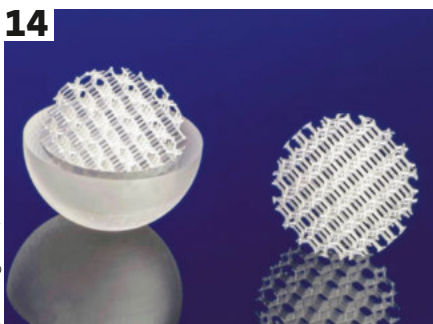
■ Ausstellung

Hallenplan und Ausstellerverzeichnis

Zu Ihrer schnellen Orientierung: Was ist wo in der Donau-Halle18

Zum Titelbild: Die Vielfalt der Medizintechnik von Diagnostik und Implantaten über KI bis zu Disposables repräsentiert auch die Messe Medical Technology Germany (Bilder: guguart /stock.adobe.com, st.kolesnikov/stock.adobe.com, Jrgen/stock.adobe.com, Sonja Birkelbach/stock.adobe.com)

14



(Bild: Lightfab)

Aus einem kugelförmigen Ausgangskörper lässt sich mit SLE eine 3D-Gitterstruktur herstellen

additive
Die Plattform für additive Fertigung

**Automations
praxis**

 **batterie-produktion.de**

Beschaffung
aktuell

cav

dei

EPP

EPP
EUROPE

**Industrie
anzeiger**

 **Industrie.de**

KEM Konstruktion
Automation

mav

**medizin
& technik**

phpro

**QUALITY
ENGINEERING**

 **Sicherheits-
beauftragter**

 **Sicherheits-
ingenieur**

Das Kompetenz- Netzwerk der Industrie



- **17 Medienmarken** für alle wichtigen Branchen der Industrie
- **Information, Inspiration und Vernetzung** für Fach- und Führungskräfte in der Industrie
- **Praxiswissen** über alle Kanäle: Fachzeitschriften, Websites, Newsletter, Whitepaper, Webinare, Events
- Ihr kompetenter Partner für die **Zukunftsthemen** der Industrie



Die passenden Medien für Sie und Ihre Branche:

› konradin.de/industrie
› media.industrie.de

› **konradin**
Industrie

MEDICAL TECHNOLOGY GERMANY: FERTIGUNGSNETZWERK STÄRKEN

Grußwort zur Messe 2026 | Unter hohem Zeit- und Regulierungsdruck braucht die Medizintechnik relevante Kontakte und konkrete Lösungen ohne Umwege. Genau hier setzt die Medical Technology Germany in Ulm an – als kompakte Zwei-Tage-Messe, die sich konsequent auf Design, Entwicklung und Fertigung von Medizinprodukten fokussiert.

Der Medizintechniksektor bewegt sich weiterhin in einem Umfeld, das von Präzision, Innovation und hohem Umsetzungsdruck geprägt ist. In den Bereichen Design, Entwicklung und Fertigung stehen Unternehmen vor der Aufgabe, Produkte schneller auf den Markt zu bringen, zunehmend komplexe regulatorische Anforderungen zu bewältigen, die Effizienz zu steigern, Lieferketten zu stärken und gleichzeitig höchste Qualitätsstandards einzuhalten. Vor diesem Hintergrund war der Bedarf an fokussierten, relevanten und zeiteffizienten Branchenveranstaltungen nie größer. Die Messe Medical Technology Germany wurde geschaffen, um genau diesem Bedarf gerecht zu werden.

Nach ihrem erfolgreichen Start etabliert sich die Veranstaltung zunehmend als zielgerichteter Treffpunkt für die Medizintechnik-Fertigungsbranche und bringt OEM-Ingenieure, technische Spezialisten, Fertigungsleiter, Einkaufsexperten und spezialisierte Zulieferer in einer der bedeutendsten Medizintechnikregionen Europas zusammen. Statt alles für alle sein zu wollen, konzentriert sich Medical Technology Germany weiter konsequent auf einen Bereich der Branche: das Design, die Entwicklung und die Herstellung von Medizinprodukten. Gerade diese klare Ausrichtung macht den Reiz der Veranstaltung aus.

Ein Format, das auf Effizienz ausgelegt ist

Das klassische Messemodell hat weiterhin seine Berechtigung. Doch viele Unternehmen entlang der Medizintechnik-Lieferkette entscheiden heute bewusster, wo sie Zeit und Budget investieren. Groß angelegte Veranstaltungen über mehrere Tage hinweg erfordern häufig erhebliche Ressourcen – sei es für Standbau, Reisen, Personal oder die Abwesenheit vom Tagesgeschäft.

Medical Technology Germany wurde als effizientere Alternative entwickelt. Das kompakte Zwei-Tage-Format der Veranstaltung, mit klaren Standpaketen und fokussierter Zielgruppe, macht das Ausstellen und Besuchen einfacher, kosteneffizienter und produktiver. Zulieferer setzen ihre Zeit hier für hochwertige Gespräche ein – mit genau den Menschen, die sie erreichen möchten. Gleichzeitig können Besucher relevante Technologien und Dienstleistungen in einem konzentrierten Umfeld bewerten, ohne sich durch eine Veranstaltung bewegen zu müssen, die weit über ihren eigentlichen Interessensbereich hinausgeht.

Für viele in der Branche ist genau das gefragt: eine praktische, professionelle Veranstaltung mit klarer geschäftlicher Zielsetzung – und die einzige jährlich stattfindende Veranstaltung ihrer Art in Süddeutschland, die sich ausschließlich auf Design, Entwicklung und Herstellung von Medizinprodukten konzentriert.

Fokussierte Veranstaltung für eine spezialisierte Branche

Eine der wesentlichen Stärken von Medical Technology Germany ist ihre Spezialisierung. Es handelt sich weder um eine breit angelegte Life-Sciences-Veranstaltung noch um eine allgemeine Fertigungsmesse mit einem Medtech-Bereich. Vielmehr ist sie gezielt auf die Anforderungen in den Bereichen Engineering, Lieferkette, Produktion und technische Dienstleistungen ausgerichtet. Bereiche, die erforderlich sind, um Medizinprodukte vom Konzept bis zur Serienfertigung zu bringen.

Diese Fokussierung ist entscheidend. Für Aussteller bedeutet sie Zugang zu einem hochrelevanten und wirtschaftlich wertvollen Publikum. Besucher sind in der Regel keine zufälligen Teilnehmer, sondern Ingenieure, Entwickler, Einkaufsteams, Betriebsleiter und technische Entscheidungsträger, die aktiv daran arbeiten, Probleme zu lösen, Kompetenzen zu beschaffen und neue Partner zu identifizieren.

Für Besucher liegt der Mehrwert in der Qualität und Relevanz dessen, was sie vorfinden. Sie treffen auf ausstellende Unternehmen, die die spezifischen Anforderungen der Medizinproduktebranche verstehen – sei es bei Präzisionskomponenten, Reinraumfertigung, Materialien, Spritzguss, Zerspanung, Automatisierung, Verpackung, Prüfdienstleistungen, regulatorischer Unterstützung oder Auftragsfertigung. Das Ergebnis ist auf beiden Seiten ein zielgerichteteres und sinnvollereres Veranstaltungserlebnis.

Warum Deutschland – und warum Ulm?

Deutschland bleibt eines der bedeutendsten Zentren Europas für Medizintechnik und fortschrittliche Fertigung. Seine Stärke liegt nicht nur in der Größe seiner industriellen Basis, sondern auch in der Tiefe und Qualität seiner Ingenieurskompetenz, seinen regionalen Clustern und seiner lang etablierten Kultur der Präzisionsfertigung. Ulm ist der ideale Standort für eine Veranstaltung, die auf diesen Stärken aufbaut. In Süddeutschland gelegen, befindet sich die Stadt in Reichweite wichtiger Medizintechnik- und Fertigungszentren in Baden-Württemberg und Bayern sowie nahegelegener Märkte in Österreich und der Schweiz. Dieser geografische Vorteil verschafft Medical Technology Germany Zugang zu einem breiten und hochrelevanten regionalen Publikum und macht die Veranstaltung zugleich attraktiv für Aussteller und Besucher aus ganz Europa.

Ebenso wichtig ist, dass der Veranstaltungsort die Philosophie des Events unterstützt. Die Messe Ulm ist kompakt, gut erreichbar – ideal für ein Format, bei dem es mehr um Effizienz, Übersichtlichkeit und hochwertige Interaktion geht als um Größe.



Bringen die Fachmesse und Konferenz Medical Technology Germany am Standort Ulm in die zweite Runde: die drei Medtech-Media-Direktoren Jason Moss, Guido Küpper, Colin Martin (v.l.)

Dynamik im Markt aufbauen

Während sich Medical Technology Germany weiterentwickelt, ist einer der deutlichsten Belege für ihre Relevanz die anhaltend starke Unterstützung aus der gesamten Lieferkette. Die Veranstaltung bringt spezialisierte Zulieferer zusammen, die jede Phase des Designs und der Produktion von Medizinprodukten abdecken, und schafft so unter einem Dach einen starken Mix aus Kompetenzen und Fachwissen. Diese Bandbreite ist wichtig, weil moderne Produktentwicklung auf Zusammenarbeit angewiesen ist. OEMs und Produktentwickler benötigen zunehmend nicht nur einen Lieferanten oder einen einzelnen Prozess, sondern ein breiteres Ökosystem spezialisierter Partner, die zu Performance, Herstellbarkeit, Compliance, Skalierbarkeit und einer schnelleren Markteinführung beitragen können.

Medical Technology Germany bildet diese Realität ab. Sie bietet eine Plattform, auf der Unternehmen neue Lieferanten entdecken, bestehende Beziehungen vertiefen, Technologien vergleichen und praktische Lösungen für ihre Entwicklungs- und Produktionsherausforderungen identifizieren können. Das verleiht der Veranstaltung Substanz: Sie ist ein Ort, an dem Geschäfte gemacht werden.

Eine Konferenz mit echter Branchenexpertise

Neben der Ausstellung macht die Konferenz die Veranstaltung attraktiv und profitiert von der Mitwirkung von medizin&technik, einer Fachpublikation mit langjähriger Erfahrung in der Berichterstattung über den Medizinproduktesektor und einem Fokus auf Design, Entwicklung und Herstellung von Medizintechnik. Das macht diese Partnerschaft zu einer natürlichen und stimmigen Verbindung.

Im heutigen Medtech-Umfeld sind technisches Wissen, regulatorisches Verständnis und strategische Einordnung von entscheidender Bedeutung – doch Fachbesucher brauchen auch Inhalte, die praktisch, zugänglich und nah an den Realitäten des Tagesgeschäfts sind. Genau das soll die diesjährige Konferenz liefern.

Die Themen spiegeln die zentralen Kräfte wider, die den Sektor prägen – von Fertigungseffizienz und Automatisierung über Materialien, Innovation, Qualität und Compliance bis hin zur zukünftigen Ausrichtung der Entwicklung und Produktion von Medizinprodukten. In Kombination mit der Ausstellung erweitert die Konferenz das Besuchererlebnis um eine wichtige Dimension: nicht nur die Möglichkeit, Lieferanten zu treffen, sondern auch zu lernen, sich zu orientieren und neue Perspektiven zu gewinnen.

Der Wert persönlicher Begegnungen

Digitale Werkzeuge haben die Art und Weise verändert, wie Unternehmen kommunizieren, vermarkten und Lieferanten finden – doch sie haben den Wert persönlicher Begegnungen nicht ersetzt. In technischen Branchen wie der Medizintechnik entstehen Vertrauen, Verständnis und Zusammenarbeit nach wie vor am wirkungsvollsten im direkten Gespräch. Das gilt insbesondere dann, wenn Projekte komplex sind, Toleranzen eng gefasst sind und Lieferantenbeziehungen eine erhebliche strategische Bedeutung haben.

Medical Technology Germany schafft den Rahmen für solche Gespräche. Ingenieure können technische Herausforderungen im Detail besprechen. Einkaufsteams können potenzielle Partner fundierter bewerten. Zulieferer können ihre Kompetenzen klarer darstellen – in einem Umfeld, das Relevanz, Zugänglichkeit und produktive Interaktion in den Mittelpunkt stellt. In vielerlei Hinsicht liegt darin die eigentliche Stärke der Veranstaltung: nicht nur in der Zahl der Aussteller oder Besucher, sondern in der Qualität der Verbindungen, die sie ermöglicht.

Besuchen, vernetzen und registrieren

Während Medical Technology Germany weiter wächst, wird ihr langfristiges Potenzial immer deutlicher. Die Veranstaltung ist hervorragend positioniert, um sich als fester jährlicher Treffpunkt für die Medizintechnik-Fertigungsbranche in Deutschland und darüber hinaus zu etablieren – als vertrauenswürdiger Ort für Unternehmen, die an Design, Entwicklung und Produktion von Medizinprodukten beteiligt sind.

Ihre Stärke liegt in ihrer Klarheit: fokussiertes Publikum, relevante Ausstellerbasis, praxisnahes Format, starkes Konferenzprogramm und ein Standort im Herzen einer der führenden Medizintechnikregionen Europas. Für Unternehmen, die ihre Lieferketten stärken, neue Partner identifizieren, technische Lösungen entdecken und nah an den sich wandelnden Anforderungen des Sektors bleiben möchten, bietet Medical Technology Germany einen überzeugenden Grund für einen Besuch.

Ob Sie neue Lieferanten suchen, Fertigungskompetenzen erkunden, mit der Branchenentwicklung Schritt halten oder einfach persönliche Gespräche mit den richtigen Ansprechpartnern führen möchten – Medical Technology Germany wird genau das ermöglichen: effizient, produktiv und im richtigen Umfeld. ■

Informieren und anmelden unter
www.medicaltechnologygermany.com

JEDER SOLL DAS KNIE BEKOMMEN, DAS AM BESTEN ZU IHM PASST

Individuellere Knieendoprothetik | Das von vorn gesehen gerade Bein war bisher das Ziel, wenn eine Knieendoprothese eingesetzt wurde. Gerade verändert sich diese Sicht, denn ein individuelleres Vorgehen kann zu zufriedeneren Patienten führen. Warum das so ist und wie Roboter, KI und Daten und Implantate dazu beitragen, erläutert Orthopäde Prof. Rüdiger von Eisenhart-Rothe.



(Bild: Klinikum rechts der Isar)

Prof. Rüdiger von Eisenhart-Rothe ist Direktor der Klinik für Orthopädie und Sportorthopädie, Facharzt für Orthopädie und Unfallchirurgie am Klinikum rechts der Isar und Vizepräsident der AE – Deutsche Gesellschaft für Endoprothetik e. V.

■ Herr Professor von Eisenhart-Rothe, wie gut läuft heute der Ersatz eines Kniegelenks durch eine Endoprothese?

Die Knie-Operationen an sich laufen gut. Wir müssen uns aber auch anschauen, wie zufrieden die Patienten mit ihrem Ergebnis sind. Dabei fällt auf, dass die Zufriedenheit im Vergleich zur

Hüftendoprothese deutlich niedriger ist. Bis zu 20 Prozent der Patienten sind nach Knie-OPs nämlich nicht ganz zufrieden. Deshalb beschäftigen sich Mediziner damit, was wir anders machen können, um die Situation zu verbessern.

■ Welche Gründe gibt es für diesen Unterschied?

Auf jeden Fall mehrere. Ein Kniegelenk ist deutlich komplexer aufgebaut als ein Hüftgelenk. Es gibt daher mehr Faktoren, auf die man beim Ersatz achten muss. Darüber hinaus spielen auch die Erwartungen der Patienten eine Rolle, die weiteren Erkrankungen, das Alter, das Gewicht oder auch die individuelle Schmerztoleranz.

■ Was kann man künftig erreichen?

Wir werden es vermutlich auch in Zukunft nicht schaffen, wirklich alle Faktoren zu berücksichtigen und zu 100 Prozent Zufriedenheit zu kommen. Aber 90 Prozent zufriedene Patienten halte ich mittelfristig für erreichbar – und das wäre schon ein gutes Ziel.

■ Wo sind die Ansatzpunkte dafür?

Bisher war die Vorgabe, dass jedes Bein nach der OP in der Frontalansicht gerade sein sollte. Aktuelle Studien haben aber gezeigt, dass nur 15 Prozent der Menschen von Natur aus so gerade Beine haben. Wenn das Bein nach dem Eingriff bei vielen Patienten also gerade ist als vorher, kann sich das in der Bewegung sehr ungewohnt anfühlen. Der Patient merkt, dass er eine Prothese hat und ist weniger zufrieden. Inzwischen ist die Tendenz in der Medizin daher, das OP-Ergebnis eher an den natürlichen Zustand anzupassen, der vor Beginn der Arthrose vorhanden war. Abweichungen von der Geraden kann es aber auch in der seitlichen Achse geben, und die Bandspannung beeinflusst das Ergebnis ebenfalls.

■ Wie operiert man individueller?

Wir wollen versuchen, möglichst früh möglichst viele Daten zu jedem Patienten zu haben, um die Operation zu planen. Daten aus der Zeit vor der Erkrankung, Daten rund um die OP und Daten, die uns ermöglichen, die Ergebnisse nach etwa einem Jahr zu bewerten. Wenn wir diese Daten – im Grunde einen digitalen Zwilling – haben, sollten wir für jeden Patienten das am besten passende OP-Verfahren, Implantat, Inlay oder Ausrichtung auswählen können.

IHR STICHWORT

- Neue Philosophie für Knieendoprothetik
- Gerades Bein ist nicht mehr das Ziel
- OP-Vorbereitung auf Basis gesammelter Daten verbessern
- Anpassungen an Implantaten

■ Woher kommen all diese Daten?

Wir wissen heute schon, dass sich Arthrose lange vor den ersten Schmerzen im Gangbild bemerkbar macht. Das lässt sich aus Daten ableiten, die ein Smartphone erfasst, wie Stabilität und Schrittlänge. Lizenzen für solche Daten kann man kaufen. Würden die Daten systematisch ausgewertet, wäre sogar Prävention denkbar, damit Arthrose erst gar nicht auftritt. Daten rund um die OP können wir erheben, wenn ein Roboter dabei ist – und damit auch die vorgegebenen Winkel besser einhalten.

Roboter im OP: Daten zum Knie sammeln und den Outcome bewerten

■ Warum ist der Winkel so wichtig?

Der Winkel, in dem wir das Implantat einsetzen, bestimmt zum Einen, wie gerade das Bein ist, zum Anderen aber auch die Position der Komponenten zueinander und somit den Bewegungsablauf.

■ Wie verschieden sind die Menschen denn, wenn man ihre Knie betrachtet?

Sehr verschieden. Wir wissen heute, dass nur rund 50 bis 60 Prozent der Patienten den Bewegungsmustern entsprechen, die in der Lehre beschrieben sind. Inlays für Knie-Implantate sind aktuell an diesen Haupttyp angepasst. Für Patienten mit einem abweichenden Bewegungsmuster passt das aber im Grunde nicht. Und je nach Lesart gibt es allein in der Frontalebene bis zu 130 verschiedene knöcherne Typen von Kniegelenken. Für die Situation der Bänder außen, innen und in der Mitte des Knies sind wiederum neun Typen beschrieben. Nehmen Sie noch die Kniescheibe hinzu und die Bewegungstypen, die beschreiben, wie genau das Gelenk abrollt – dann kommen Sie zu rund 10 000 Typen, die man unterscheiden könnte, um ein optimales Ergebnis zu erzielen.

■ Was heißt das für die künftige Behandlung?

Wir brauchen mehr Daten, um die Vielfalt besser berücksichtigen zu können,

und profitieren bei deren Erhebung von Robotern. Bei Implantaten etwa gibt es Maximalwerte für die Winkel, in denen sie eingesetzt werden können. Darüber oder darunter tritt zum Beispiel mehr Abrieb auf. Deswegen ist die Präzision der Roboter hilfreich, denn wir messen genau, was wir tun. Wir nutzen so genannte semiaktive Systeme, um exakt im geplanten Winkel zu sägen. Der Roboter schaltet die Säge aus, sobald der Mensch um ein Grad vom geplanten Winkel abweicht. So genau kann ein Mensch allein nicht sägen – und schon gar nicht, wenn es um Winkel in zwei Ebenen geht. Die Spannung der Bänder lässt sich beim Einsatz eines Roboters ebenfalls genau und vergleichbar erfassen. Solche exakten Messwerte brauchen wir für geplante Datenbanken und Auswahlverfahren.

■ Wie kommt man dann zu detaillierten Daten auch nach der OP?

Bei uns in München haben wir ein modernes System aufgebaut, das Wearables nutzt. Damit lassen sich Ergebnisse in der Zeit nach einem Eingriff und spätere Veränderungen sehr gut erfassen. Am Ende haben wir natürlich Datenmengen in der Größenordnung von Big Data und brauchen KI-Lösungen, um diese auszuwerten. Aber ich bin überzeugt, dass das der Weg ist, um zu besseren Knie-OP-Ergebnissen zu kommen.

■ Wie sehr sind Implantate auf die standardisierte Therapie ausgerichtet?

Die meisten Implantate entsprechen heute den Standardvorgaben. Es gibt aber schon andere Ansätze, die etwa mittels biomechanischer Versuche eingrenzen, wie weit man die Prothese in verschiedenen Richtungen kippen darf. Dann zeigt ein Navigationstool an, ob man sich noch im erlaubten Bereich für dieses Implantat bewegt. Auch lässt sich etwa das Gewicht des Patienten bei der Planung mit berücksichtigen.

■ Welche Rolle spielen Implantate und Inlays für die Patienten-Zufriedenheit?

Sowohl Prothese als auch Inlay sind wichtig. Die größten Auswirkungen hat die Form des Inlays, denn es bestimmt die Kinematik im Knie. Bisher sind symmetrische Inlays üblich. Aus den USA

kennen wir aber schon andere Formen, die in bis zu 20 Prozent der Fälle eingesetzt werden. Erste Daten dazu gibt es, allerdings bisher nur über einen Zeitraum von vielleicht einem Jahr. Deutschland ist etwas langsamer, aber ich denke, in Richtung weiterer Anpassungen wird die Entwicklung gehen.

■ Ist ein Zugriff auf die digitalen Zwillinge für Implantathersteller angedacht?

Wir gehen davon aus, dass es die Aufgabe der Ärzte ist, die Daten zunächst zu erfassen, auszuwerten und den besten Outcome ausfindig zu machen. Wenn wir wissen, wie Implantate aussehen müssen, ist es an der Zeit, diese Informationen an die Hersteller weiterzugeben. So ist sichergestellt, dass beim Auswerten mit komplexen Algorithmen das oberste Kriterium das Patientenwohl bleibt.

■ In welchen zeitlichen Größenordnungen ist mit Veränderungen bei den Knie-OPs und Endoprothesen zu rechnen?

Derzeit arbeiten wir daran, Daten zu sammeln und auszuwerten und dabei möglichst viele Faktoren zu berücksichtigen. Um zu verwertbaren Ergebnissen zu kommen, brauchen wir eine Datenbasis von rund 100 000 Fällen. Bei 200 000 Fällen pro Jahr denkt man, das sollte schnell erreichbar sein. Noch fehlt es uns aber an der Infrastruktur, um die Daten zusammenzuführen. Insgesamt denke ich, dass wir noch fünf bis zehn Jahre brauchen werden, bis sich die neuen Philosophien beim Einsatz künstlicher Kniegelenke in der Breite durchgesetzt haben.

Dr. Birgit Oppermann
birgit.oppermann@konradin.de

Weitere Informationen

Die AE – Deutsche Gesellschaft für Endoprothetik ist eine Sektion der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie (DGOU) und zuständig für alle Fragen, die die Endoprothetik betreffen.
www.ae-germany.com/

Knochen mit Laser tiefer schneiden

Chirurgische Laser | Mit einem chirurgischen Laser lässt sich deutlich tiefer und schneller schneiden, wenn der Laserstrahl ein anderes Profil bekommt.

Da Laser bei der Knochenchirurgie keinen mechanischen Druck ausüben, können sie das Risiko für Mikrorisse reduzieren und speziellere Schnittformen ermöglichen. Damit ließen sich beispielsweise Gelenkimplantate besser einfügen, selbst maßgeschneiderte, 3D-gedruckte Implantate. Bei Knochen waren Schnitte bisher aber nur bis zu einer Tiefe von 2 bis 3 cm möglich. Für das Einsetzen von Gelenkimplantate ist das viel zu wenig. Einer der Gründe für die mangelnde Schneidleistung liegt in der Form des Laserstrahls.

Forschenden um Dr. Ferda Canbaz vom Department of Biomedical Engineering der Universität Basel ist es nun gelungen, Schnitte bis in eine Tiefe von 4,5 cm durchzuführen. Indem sie ein anderes Profil des Laserstrahls, also eine andere Verteilung der Energie im Strahl, verwenden, können sie das Knochenmaterial effizienter und schneller abtragen. „Die Energie des Laserstrahls zu erhöhen, wäre keine gute Lösung. Der Knochen könnte verkohlen und schlechter heilen“, erklärt Ferda Canbaz.



(Bild: © Catherine Weyer, Universität Basel)

Mit einer anderen Energieverteilung im Laserstrahl schneiden Forschende tiefer als zuvor, hier einen Rinderknochen

Deshalb haben die Forscher die Form des Lasers verändert, also sein Profil.

Beim üblichen Profil ist der Strahl in der Mitte am stärksten und wird zum Rand hin schwächer. Beim neuen Profil ist die Spitze gekappt, so dass die Energie des Laserstrahls gleichmäßiger über die gesamte Fläche verteilt ist, bevor sie am Rand abrupt abfällt. Weil die Energie dabei gleichmäßiger übertragen wird, schneidet der Laser effizienter und schneller, wie Tests an Rinderknochen zeigten

Die Forschenden sind nun daran, die Schnitttiefe und Schnelligkeit ihres Lasers weiter zu optimieren. Noch ist die Laser-Knochensäge deutlich langsamer als jene aus Metall. In einer Sekunde kann sie rund 0,4 mm³ abtragen, eine mechanische Säge 11 mm³, also über 20-mal mehr. Damit ist der Laser zwar noch zu langsam, aber er nähert sich erstmals der nötigen Tiefe.

www.unibas.ch

KI schätzt Ergebnis von Hüft-OPs

Arthrose | Daten der Gangbiomechanik von Hüftgelenkarthrose-Patienten haben Forscher genutzt, um ein KI-Modell zu entwickeln. Es schätzt, wie gut sich ein Patient nach der Hüft-OP bewegen kann.

Wie gut Patienten mit Hüftgelenkarthrose nach der OP gehen können, lässt sich vorhersagen: mit einem KI-Modell, das Bewegungsabläufe untersucht. Forschende am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) haben es entwickelt. Die Analyse der Gangbiomechanik erlaubt es, die Reha anzupassen.

Patienten reagieren auf den Einsatz einer Hüfttotalendoprothese unterschiedlich, was Beweglichkeit und Schmerzfreiheit betrifft. Diese Unterschiede besser zu verstehen, ist Ziel eines Projekts an

der Klinik für Unfallchirurgie und Orthopädie der Universitätsmedizin Frankfurt und am Institut für Sport und Sportwissenschaft (IfSS) des KIT. Die Forschenden haben dazu Daten zur Gangbiomechanik von Personen mit Hüftgelenkarthrose vor und nach der Operation genutzt und ein KI-Modell entwickelt, das die Bewegungsabläufe untersucht. Wie Dr. Bernd J. Stetter, Leiter der Forschungsgruppe Muskuloskeletale Gesundheit und Technologie am IfSS des KIT erläutert, ist das Modell derzeit auf künstliche Hüftgelenke trainiert.

Von allen Teilnehmenden wurden dreidimensionale Gelenkwinkel und Gelenkbelastungen anhand muskuloskelettaler Modellierung bestimmt. Die Analyse ergab, dass Menschen mit Hüftgelenkarthrose in drei Gruppen fallen. Auf die Operation reagierten diese unterschiedlich: Bei manchen verbesserte sich die Gangbiomechanik durch das künstliche Hüftgelenk mehr, bei anderen weniger. Manche Personen konnten fast normal gehen, andere zeigten Abweichungen von der Kontrollgruppe.

www.kit.edu

Hüftgelenkarthrose betrifft eine große Zahl von Patientinnen und Patienten. Eine Operation verspricht eine Verbesserung – und eine neue KI sagt auf der Basis komplexer biomechanischer Daten vorher, wie gut die Aussichten auf Erfolg sind

(Bild: peterschreiber.media/stock.adobe.com)



Automatisierung beim Ultraschall

Ultraschalluntersuchungen | Ein Dokumentationssystem kann die räumliche Aufnahmeposition von Ultraschallscans in Relation zum Patientenkörper automatisch erfassen. Dabei hilft eine Tiefenkamera.

Ärzte führen jährlich mehrere Millionen Ultraschalluntersuchungen in Deutschland durch. Die Dokumentation der Ultraschallaufnahmen ist bislang jedoch zeitaufwendig. Entdecken Ärzte etwa eine Zyste oder einen Tumor im Körper eines Kindes, müssen sie diese zunächst ausmessen und ihre Position manuell in einem 2D-Piktogramm festhalten. Dafür müssen sie die Lage des Ultraschallkopfes auf dem Patientenkörper in ein Piktogramm auf dem Bildschirm des Ultraschallsystems übertragen. Diese manuelle Dokumentation nimmt im hektischen Klinikalltag nicht nur etwa ein Viertel der Behandlungszeit in Anspruch, sie ist auch potenziell ungenau.

Im Projekt „Sonomap“ arbeiten Forschende des Fraunhofer IPA nun an einer Verbesserung. „Dank einer Tiefenkamera können wir nicht nur die Aufnahmeposition des Ultraschallkopfes automatisch erfassen und dreidimensional visualisieren, sondern auch festhalten, aus welchem Winkel wir das Bild angefertigt haben“, erklärt Oliver Gölz, wissenschaftlicher Mitarbeiter am



(Bild: Werner, stock.adobe.com)

Mit Hilfe einer neuen Tiefenkamera wollen Forschende künftig automatisch Ultraschallaufnahmen in 3D visualisieren

Fraunhofer IPA. Denn es mache einen sichtbaren Unterschied, von welcher Seite und aus welchem Winkel ein Objekt beschallt wird. „Die zusätzlichen Informationen über Neigung und Winkel in der 3D-Aufnahme könnten helfen, Tumore oder Zysten schneller wieder zu finden – und Folgeuntersuchungen damit effizienter gestalten.“

Eine Tiefenkamera, die in diesem Verfahren erstmals zum Einsatz kommt, erkennt den Ultraschallkopf und misst die Körperoberfläche ab. Dann ermitteln KI-basierte Bildverarbeitungsalgorithmen die Position des Ultraschallkopfes und stellen sie in Relation zur abstrahierten Körperoberfläche dar. Das System erstellt daraus eine automatische 3D-Visualisierung, die sich drehen und abspeichern lässt. Nach Abschluss der Studie möchten die Forschenden gemeinsam mit Industriepartnern Ultraschallsysteme mit der neuen Funktion ausstatten.

www.ipa.fraunhofer.de

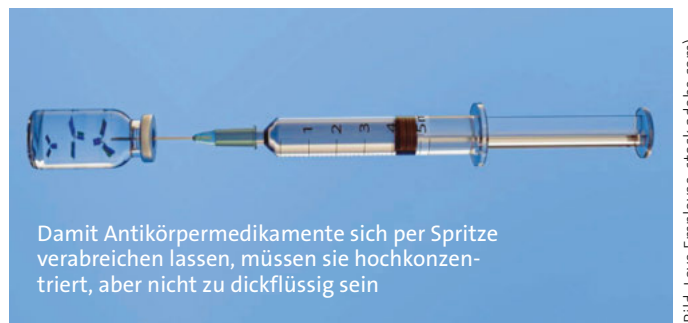
Viskoses Medikament per Spritze

Antikörper als Medikament | Computersimulationen beschleunigen die Entwicklung von Antikörpermedikamenten für die Spritze. Diese müssen hochkonzentriert, aber nicht zu dickflüssig sein.

Monoklonale Antikörper helfen etwa gegen Autoimmun- oder Krebserkrankungen. Patienten müssen sie sich bislang alle paar Wochen per Infusion abholen. Einfacher wäre es, sie könnten sich die Medikamente zu Hause selbst unter die Haut spritzen. Das ginge aber nur, wenn die Medikamente hochkonzentriert, aber nicht zu dickflüssig wären. Um das zu bewerkstelligen, hat ein Team der Ruhr-Universität Bochum unter Leitung von Prof. Lars Schäfer vom Lehrstuhl für Theoretische Chemie und der Boehringer Ingelheim Pharma eine schnelle und realistische Simulationsmethode entwickelt. Damit lässt sich das Verhalten von Formulierungen vorhersagen.

Will man ein Antikörpermedikament unter die Haut spritzen, kann man höchstens 2 ml pro Spritze injizieren. Damit das Medikament ausreichend wirksam ist, muss diese kleine Menge Flüssigkeit eine sehr große Menge Antikörper enthalten. Dadurch wird das Medikament sehr dickflüssig.

Um Formulierungen zu verbessern, waren Hersteller bisher weitgehend auf Versuch und Irrtum angewiesen. Tests unzähliger



(Bild: Love Employee, stock.adobe.com)

Damit Antikörpermedikamente sich per Spritze verabreichen lassen, müssen sie hochkonzentriert, aber nicht zu dickflüssig sein

Kombinationen von Inhaltsstoffen und Bedingungen kosteten Zeit und Geld. Chemisch realistische Computersimulationen sollen nun die Konsistenz von Formulierungen vorhersagen helfen. Die Forschenden entwickelten einen grobkörnigen Simulationsansatz, der effizienter ist als atomistische Simulationen. So konnte das Forschungsteam etwa vorhersagen, wie Zusatzstoffe – beispielsweise die Aminosäure Arginin – die Viskosität von Antikörperformulierungen verringern. Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co. KG und die Deutsche Forschungsgemeinschaft finanzieren die Forschung im Rahmen der Exzellenzstrategie.

www.ruhr-uni-bochum.de

Schneller zu neuer MRT-Software

Steuerungssoftware | Eine Softwareplattform für MRT-Scanner soll es ermöglichen, neu entwickelte Steuerungssoftware schneller und herstellerunabhängig in die klinische Anwendung zu bringen.



(Bild: © Fraunhofer MEVIS)

Gamma-Star ist ein herstellerneutrales MRT-Framework zur Entwicklung, Simulation und Rekonstruktion von Sequenzen

Die Magnetresonanztomographie (MRT) gilt als eines der wichtigsten bildgebenden Verfahren in der Medizin. Die Fachwelt arbeitet laufend an Steuerungssoftware für die Scanner, den so genannten MR-Sequenzen. Von ihnen hängt ab, wie aussagekräftig ein MRT-Bild ist. Sie legen fest, wann und wie der MRT Hochfrequenzimpulse sendet, Magnetfelder schaltet und Signale ausliest.

„Eine MR-Sequenz beschreibt exakt, wie die verschiedenen Komponenten zeitlich anzusteuern sind, um am Ende den gewünschten Bildkontrast zu erzeugen“, erklärt Dr. Daniel Hoinkiss. Er ist Principal Scientist am Fraunhofer-Institut für Digitale Medizin Mevis in Bremen. Neue MR-Sequenzen können Untersuchungszeiten verkürzen oder neuartige Bildkontraste für präzisere Diagnosen ermöglichen.

Ein Schwerpunkt der Entwicklung seien Sequenzen, die den Scan-Vorgang beschleunigen und statt einer halben Stunde nur noch wenige Minuten brauchen. Das Problem: Komplexe Zulassungswege

behindern oft einen Transfer neuer Sequenzen in die Klinik. Hoinkiss und sein Team am Fraunhofer Mevis in Bremen schließen nun diese Lücke.

Mit der Softwareplattform Gamma-Star und dem Projekt Spinit arbeiten sie mit Industriepartnern daran, innovative MR-Sequenzen herstellerunabhängig, qualitätsgesichert und systematisch in die klinische Anwendung zu überführen – zum Vorteil von Patienten sowie Kliniken.

Bislang werden MR-Sequenzen in firmeneigenen Entwicklungsumgebungen der Gerätehersteller programmiert und zusammen mit der Hardware zugelassen. „Für spezialisierte oder neue Ansätze ist diese Hürde aber oft schwer zu überwinden“, so Projektleiter Hoinkiss. „Wir wollen den Prozess der Zertifizierung vereinfachen und gewissermaßen demokratisieren, um ihn auch für Drittanbieter leichter zugänglich zu machen.“

Dafür hat das Fraunhofer Mevis „Spinit“ initiiert, ein Projekt im Rahmen des Förderprogramms Exist des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Es

soll Start-ups und Forschungsgruppen erleichtern, neue MR-Sequenzen zertifizieren zu lassen und auf unterschiedlichen MRT-Systemen zu nutzen.

Ausgangspunkt ist die am Fraunhofer Mevis entwickelte Softwareplattform Gamma-Star. Sie erlaubt, MR-Sequenzen herstellerunabhängig zu implementieren und über standardisierte Treiber auf unterschiedlichen MR-Scannern auszuführen. Forschende können Sequenzen in Gamma-Star entwickeln, ohne sich tief in herstellereigenspezifische Programmiersprachen einarbeiten zu müssen. „Wir haben diese Plattform so entworfen, dass die MR-Sequenzen bereits einem Qualitätsstandard entsprechen, der grundsätzlich eine spätere Medizinprodukte-Zulassung erlaubt“, sagt Dr. Nora-Josefin Breutigam, verantwortlich für Qualitäts- und Partnermanagement am Fraunhofer Mevis.

Plattform Gamma-Star für Zertifizierung weiterentwickeln

Mit dem Spinit-Projekt entwickelt das Fraunhofer-Team Gamma-Star gezielt in Richtung Zertifizierung weiter. Ziel ist ein klarer, reproduzierbarer Prozess, mit dem MR-Sequenzen als Medizinprodukt eine Zulassung erhalten. „Das Ganze ist Pionierarbeit“, betont Breutigam. „Es gibt bis heute keinen Fall, in dem eine MR-Sequenz eines Drittanbieters unabhängig vom Hersteller zugelassen wurde.“

Eine wichtige Rolle in diesem Innovationsprozess spielt der Industriepartner Siemens Healthineers. Der Medizintechnikhersteller unterstützt diese Art der offenen Innovation durch die Bereitstellung einer zertifizierten Schnittstelle für externe Softwarelösungen.

Am Ende der 18-monatigen Exist-Phase soll feststehen, ob aus Spinit eine Ausgründung hervorgeht, die als Dienstleister für Zulassung und Qualitätssicherung von MR-Sequenzen agiert. (op) ■

www.mevis.fraunhofer.de

Gefäße zeigen ohne Strahlenbelastung

Neues Bildgebungsverfahren | Die Magnetpartikelbildung (MPI) setzen Forschende erstmals in vivo am Menschen ein, um Blutgefäße in Echtzeit zu sehen.

Das die Magnetpartikelbildung (MPI, englisch: Magnetic Particle Imaging) funktioniert, hat der Physiker Dr. Patrick Vogel als gesunder Proband gezeigt. Er hielt seinen Arm in den MPI-Scanner. Vogel ist am Lehrstuhl für Experimentelle Physik 5 der Julius-Maximilians-Universität Würzburg (JMU) tätig und war an der Entwicklung dieser Technologie beteiligt. Er führte das Experiment mit Dr. Viktor Hartung vom Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie des Uniklinikums Würzburg (UKW) durch.

MPI gehört zu einer neuen Generation bildgebender Verfahren. Anstelle von Röntgenstrahlung oder radioaktiven Tracern nutzt MPI winzige magnetische Eisenoxid-Nanopartikel als Kontrastmittel. Diese werden in die Blutbahn injiziert und anschließend mit speziellen Magnetfeldern detektiert. Das Besondere daran: MPI detektiert ausschließlich die Nanopartikel, das umliegende

Cybersecurity für Neurotechnologien

IT-Sicherheitskonzept | Gehirn-Computer-Schnittstellen und neuromodulatorische Implantate brauchen Schutz vor Datenklau und Manipulation. Ein systematischer Neuro-Cybersecurity-Ansatz verbindet mehrere Perspektiven zu einem Sicherheitskonzept.

Neurotechnologien wie Brain-Computer Interfaces, kurz BCI, und neuromodulatorische Implantate haben sich rasant entwickelt. BCI lesen neuronale Signale aus und greifen teilweise direkt durch elektrische Stimulation in Gehirnprozesse ein. Diese Eigenschaften machen sie therapeutisch äußerst wirkungsvoll, zugleich aber anfällig für neuartige Cyberangriffe. Besonders bei implantierten Systemen wie der Tiefenhirnstimulation wären die möglichen Folgen gravierend. Das Forschungsprojekt Brainguard entwickelt nun passende Sicherheitskonzepte, die die sensiblen neuronalen Daten vor Manipulationen schützen. Beteiligt sind die Arbeitsgruppen der Ruhr-Universität Bochum um Projektleiter Prof. Christian Klaes und Prof. Christian Zenger sowie die Unternehmen Physec und Snap Discovery aus Bochum.

Im Mittelpunkt von Brainguard steht der Aufbau eines systematischen Neuro-Cybersecurity-Ansatzes. Dieser verbindet technische, regulatorische und ethische Perspektiven und trägt der besonderen Sensibilität neuronaler Daten Rechnung. Das Projekt verfolgt dabei ein mehrstufiges Sicherheitskonzept von der neu-

(Bild: © Patrick Vogel (JMU), Viktor Hartung (UKW))



Live-Monitoring im Blick: Patrick Vogel (Arm im MPI-Scanner), Viktor Hartung (links) und Sicherheitsbeauftragter Philipp Gruschwitz

Gewebe erzeugt kein Hintergrundsignal. So entstehen kontrastreiche Bilder mit hoher zeitlicher Auflösung, ionisierende Strahlung ist nicht erforderlich.

Mit der ersten Anwendung von MPI am Menschen erreicht die Technologie einen Meilenstein. Seit rund 20 Jahren arbeiten die Teams in Würzburg an der Entwicklung – von ersten physikalischen Konzepten über experimentelle Scanner bis zur Integration der Technologie in ein klinisches Umfeld.

Im Rahmen der Studie führten die Forschenden eine Gefäßdarstellung am Arm durch. Dazu injizierten sie klinisch zugelassene Eisenoxid-Nanopartikel und nahmen deren Verteilung mit einem speziell entwickelten MPI-Scanner auf. „Die Bilder zeigen, dass wir die relevanten Gefäßstrukturen und den Blutfluss in Echtzeit darstellen können“, erklärt der Radiologe Viktor Hartung.



(Bild: ZiaUr – stock.adobe.com)

Forschende entwickeln neuartige Sicherheitskonzepte zum Schutz von sensiblen neuronalen Daten und vor Manipulation

ronalen Identifikation und Autorisierung über den datenschutzfreundlichen Umgang mit neuronalen Signalen bis hin zu umfassenden Schutzmaßnahmen gegen Cyberangriffe auf Hard- und Softwareebene.

Gleichzeitig entwickeln die Forscher Verschlüsselungs-, Authentifizierungs- und Monitoring-Verfahren, die auf implantierbare und vernetzte neurotechnologische Systeme zugeschnitten sind. Das Projekt reagiert auch auf regulatorische Unsicherheiten. Aktuelle gesetzliche Rahmenwerke sind oft nicht spezifisch genug, um den Schutz neuronaler Integrität, mentaler Privatsphäre und individueller Autonomie angemessen zu berücksichtigen. Brainguard schafft Grundlagen für zukünftige Standards und Richtlinien und stärkt das Bewusstsein für Neuro-Cybersecurity.

<https://klaeslab.de>

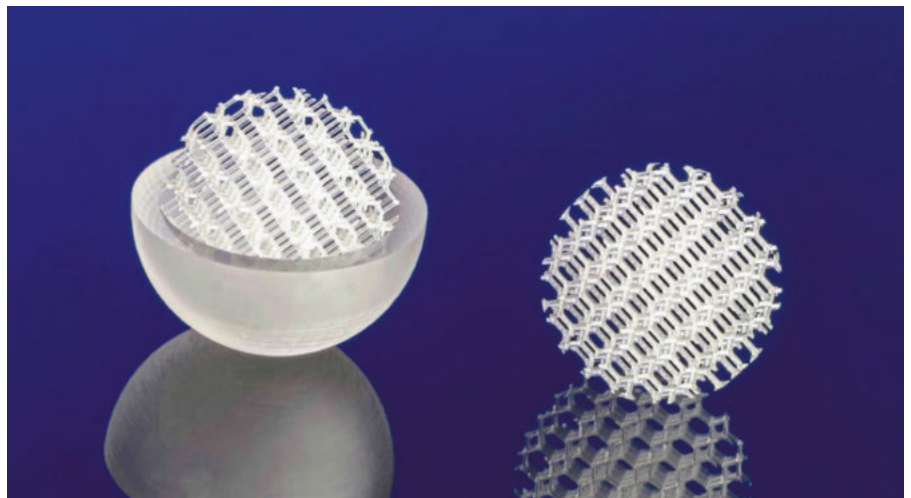
Mit subtraktiver Fertigung zu Freiformteilen aus Glas

Selective Laser Etching | Präzise Bauteile und komplexe dreidimensionale Strukturen lassen sich mittels Selective Laser Etching (SLE) aus Glas herstellen. Die Design-Freiheit ist die gleiche wie bei der additiven Fertigung. Das Verfahren bietet auch für die Medizintechnik Optionen, wie die Aachener SLE-Spezialisten von Lightfab betonen.

Glas ist ein Werkstoff, der mehr kann, als die meisten Ingenieure vermuten würden. Optiken und Elemente für die Mikrofluidik sind noch nicht überraschend. Aber wie sieht es mit individuellen Steckverbindungen, Zahnrädern, Getrieben oder Pinzetten und Greifern aus? Oder, generell, mit komplexen dreidimensional geformten Bauteilen, mit Hinterschnitten und Kavitäten?

Den Möglichkeiten, die Glas in dieser Hinsicht für technische Anwendungen bietet, widmet sich die Aachener Lightfab GmbH. Die Fachleute haben sich dabei auf Anwendungen spezialisiert, die erst durch ein besonderes Fertigungsverfahren realisierbar sind: das selektive laserinduzierte Ätzen (Selective Laser Etching, SLE). SLE wird seit einigen Jahren von weltweit wenigen Anbietern auch industriell eingesetzt, um präzise Glasbauteile mit viel Konstruktionsfreiheit in dreidimensionalen Formen herzustellen.

Anders als bei den im 3D-Druck bekannten additiven Prozessen, bei denen das Ausgangsmaterial etwa in Pulverform vorliegt und zur gewünschten Struktur verschmolzen wird, startet SLE mit einem Vollkörper aus Glas. In einem zweistufigen subtraktiven Prozess wird das daraus zu entfernende Material kontrolliert aufgelöst. Dafür wird zunächst mittels Laser das zu entfernende Glas angegriffen. Dafür belichtet der Lightfab-3D-Printer mi-



(Bild: Lightfab)

Aus einem kugelförmigen Ausgangskörper lässt sich mit SLE eine 3D-Gitterstruktur herstellen – wobei nach dem Ätzen nur etwa 10 % des ursprünglichen Materials das Bauteil ergeben

krometer-genau die gewünschte Kontur des Bauteiles mit UKP-Lasern. Durch die Wahl der richtigen Parameter modifiziert der Laser die Glasstruktur, lokal und dauerhaft. Wichtig ist, dass – anders als bei lasergeschriebenen 3D-Bildern in Gläsern – hierbei keine Mikrorisse im Material auftreten. Die molekulare Glasstruktur der Produkte ist also so makellos wie die des Ausgangsmaterials.

Der zweite Prozessschritt lässt sich mit dem Entwickeln eines Fotos vergleichen. Der „belichtete“ Glas-Block wird einem nasschemischen Ätzbad ausgesetzt. Über einen definierten Zeitraum löst das Reagenz das vom Laser modifizierte Glas auf. Da Säure oder Lauge auf Dauer auch das nicht belichtete Glas angreifen, sind die Laserparameter im ersten Schritt entscheidend für die Qualität des Bauteils. Heißt: Bei optimalen Voraussetzungen verändert das Ätzen eines Kanals mit 100 µm Durchmesser auch den Vollkörper, der etwa 0,1 µm vom Maß verliert.

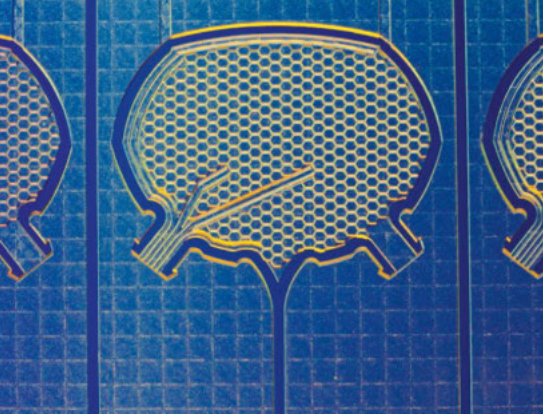
Im Detail hängt das Ausmaß dieser minimalen Verluste auch vom gewählten Werkstoff ab. Quarzglas etwa liefert hier eines der besten Aspektverhältnisse mit einer Selektivität von etwa 1000:1. Generell lässt sich mittels SLE eine Vielzahl von Gläsern und sogar Saphir bearbeiten. Da jedes der Materialien Vor- und Nachteile bietet, ist die Werkstoffauswahl ein wichtiger Schritt in der Produktentwicklung.

Glas bietet als Werkstoff viele Vorteile, auch im Vergleich mit Alternativen, wie etwa vielen Kunststoffen oder im speziellen Silikon. So ist Glas zum Beispiel chemisch inert und bildet eine perfekte Barriere für Flüssigkeiten und Gase. Es ist sterilisierbar, transparent, langlebig und frei von Weichmachern. Glas ist nachhaltig, stabil und trotzdem flexibel. Die mit Glas erreichbare Fertigungspräzision liegt bei unter 1 µm.

Auch Hinterschnitte und komplexe Formen sind in Glas herstellbar. „Mit dem SLE-Prozess können wir solche Aufgaben

IHR STICHWORT

- Selective Laser Etching SLE in Glas
- Subtraktiver 3D-Druck
- Komplexe Freiformen fertigen
- Mikro- und Makrobauteile
- Industriell nutzbares Verfahren



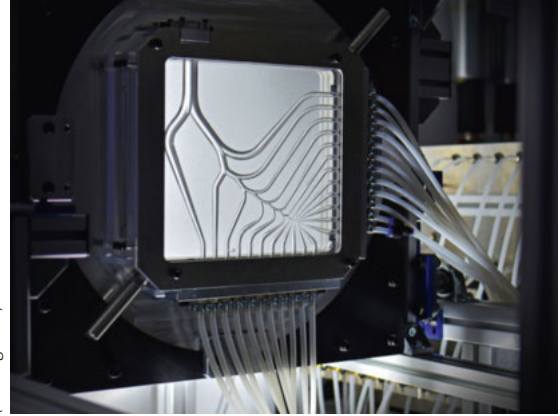
(Bild: Lightfab)

Ein Abformwerkzeug, mit dem sich bioreabsorbierbare Implantate für die Behandlung von Rückenmarksverletzungen erstellen lassen, entstand an der Uni Hamburg-Harburg



(Bild: Lightfab)

Mit einer Lavaldüse lässt sich Überschallströmung erzeugen. Hier verengt sich eine Düsenöffnung im Millimeterbereich auf 30 µm im engsten Querschnitt – was zeigt, wie flexibel SLE ist



(Bild: Lightfab)

Eine „Glaslunge“ nutzen Forscher der WSA an der RWTH Aachen als Modell für die optische Analyse der Ausbreitung und Ablagerung von Aerosolen

lösen“, sagt Lightfab-Geschäftsführer Dr. Jens Gottmann. Und: Glas sei längst zu einem ernst zu nehmenden Werkstoff „für jegliche technische Herausforderungen“ geworden.

In Abhängigkeit von Stärke, Form, Materialzusammensetzung und Finishing lassen sich daraus robuste und belastbare Bauteile wie produktoptimierte Ansaugplatten, Verbindungsstücke, Adapter und Steckverbindungen oder auch Filter herstellen. Flexible Mechaniken wie Federn, Pinzetten und Greifer, Biegebalken in Sensoren oder auch Zahnräder und Getriebe sind machbar und können auch innerhalb einer Glas-Kavität liegen. Starre Mechaniken kommen als Maßstab für Messsysteme in Frage oder als Werkbank für optische Linsensysteme.

Auch für aero- und hydrodynamische Funktionselemente, die man etwa in Lab-on-Chip-Systemen findet, eignet sich das SLE-Verfahren. So entstehen komplex geformte Kanäle, Düsen für die Injektion und Zerstäubung – etwa von Medikamenten –, aber auch Mischer, Droplet-Fallen oder individuelle Vakuum-Greifer.

„Typische Serienprodukte unserer Kunden sind komplexe 3D-Bauteile mit Abmessungen zwischen einem und zwei-

hundert Millimetern“, sagt Gottmann. Dabei gehe es in der Regel um Glaskörper mit vielen 3D-geformten Kanälen und komplexen Mikrostrukturen. Und er ergänzt: „Solche Bauteile gehören in große Produkte mit einer großen Wertschöpfung, so dass eine Bearbeitungszeit von mehreren Stunden auf der Lasermaschine lohnenswert ist.“

Mikrofluidiken oder Düsen zu wettbewerbsfähigen Preisen

Doch auch sehr kleine und damit sehr günstig herstellbare Produkte mit einer Bearbeitungszeit von wenigen Minuten lassen sich mittels SLE fertigen. Hierbei geht es um Mikrofluidiken, Bohrungen, Düsen oder auch kleine 3D-Bauteile aus Glas, die als Schüttware für unterschiedliche Märkte versandt werden. „Solche Teile können wir zu wettbewerbsfähigen Preisen herstellen“, betont der Geschäftsführer. „Erst recht, wenn es nicht auf einen Mikrometer ankommt.“

Doch mit SLE hergestellte Glas-Bauteile können auch helfen zu verstehen, was in einem Gerät passiert. „Wenn man einige Bauteile ersetzt, ermöglicht die Transparenz des Glases ganz neue Einsichten“, sagt Gottmann.

Universitäten und Start-ups, aber auch Erfinder sowie KMU bis hin zu international agierenden Konzernen nutzen SLE bereits. Lightfab ist aber nicht nur als Hersteller der Bauteile aktiv, sondern bietet auch eigens entwickelte Printer an. „Wir wollen unsere Kunden dazu befähigen, eine eigene Maschine betreiben zu können“, sagt Gottmann. Die Glasteile-Produktion im eigenen Haus werde vor allem von Medizinprodukte-Herstellern, aber auch von High-Tech-Unternehmen bevorzugt. „Dadurch ist nicht nur eine hundertprozentige Kontrolle über die eigenen Produkte gewährleistet, sondern auch,

dass alle marktspezifischen regulatorischen Vorgaben stets berücksichtigt und eingehalten werden.“

Kai Haesser
Lightfab, Aachen

Glas schweißen im Printer

Neben dem SLE-Verfahren lässt sich mit dem Lightfab 3D-Printer auch Glas schweißen. Das Überbrücken eines Spalts ohne Zusatzmaterial ist damit möglich. So werden auch lange, filigrane Kanäle und Strukturen mit hoher Präzision hergestellt, was etwa für ein medizinisches Forschungsprojekt mit der Charité in Berlin erforderlich war.

In ein und demselben Werkstück können so auch Teile aus verschiedenen Ausgangsgläsern eingesetzt werden. Und: Innerhalb eines Glaskörpers lassen sich gefüllte Kavitäten vorsehen, in denen etwa Luft oder Stickstoff vorhanden sind – oder ein Vakuum. Auch Beschichtungen im Bauteil sind möglich: in Hohlräumen, die nach der Beschichtung wieder verschlossen werden.

Abgesehen vom Fehlen des Zusatzmaterials zwischen den Verbindungspartnern gibt es beim Verschweißen im Printer lediglich eine sehr lokale Wechselwirkung zwischen den verbundenen Teilen. Mögliche thermische Veränderungen treten also nur im Mikrometerbereich entlang der Schweißnaht auf.

Weitere Informationen

Das Technologieunternehmen Lightfab wurde 2013 gegründet und ist darauf ausgerichtet, mittels UKP-Laser Mikrostrukturen in Glas zu erzeugen. Die Grundlagen der heute verwendeten Technologie entstanden an der RWTH Aachen und am Fraunhofer Institut für Lasertechnik ILT.

www.lightfab.de

Spezielle Zahnpasta bremst Erreger aus

Mikrobiom-Zahnpasta | Es gibt nützliche und schädliche Bakterien in der Mundflora. Die Vermehrung der Erreger von Parodontitis lässt sich mit einem Wirkstoff kontrollieren, der die übrige Mundflora verschont.

Parodontitis kann gravierende Folgen haben. Eine Substanz, die gezielt nur Keime ausbremst, die Parodontitis auslösen, haben Fraunhofer-Forschende entdeckt. Periotrap, ein Spin-off, hat die Technologie als Zahnpflegeprodukte auf den Markt gebracht.

Von den mehr als 700 Bakterienarten im oralen Mikrobiom können einige Parodontitis verursachen. Sie haften in der Plaque vor allem am Zahnfleischrand und können Entzündungen (Gingivitis) verursachen. Eine möglicherweise resultierende chronische Parodontitis führt nicht nur dazu, dass sich das Zahnfleisch zurückzieht und die Zähne locker werden. Gelangen die Bakterien in den Blutkreislauf, kann das die Entstehung von Diabetes, Rheuma, Arthritis, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, chronisch entzündliche Darmerkrankungen und Alzheimer begünstigen.

Maßgeschneiderte Zahnimplantate

Implantat per 3D-Druck | Mit computergestützter Simulation und 3D-Druck stellen Forschende personalisierte Zahnimplantate her. Diese sind antibakteriell beschichtet und auf Knochenstrukturen und Spannungen im Kieferknochen angepasst.

Implantate können fehlende Zähne ersetzen. Mitunter heilt das Implantat jedoch nicht fest im Kieferknochen ein oder verliert nachträglich den Halt. Den Implantatverlust möglichst zu verhindern, ist das Ziel des Forschungsverbundes FOR 5250. Forschende aus Medizin und Ingenieurwesen entwickeln hier maßgeschneiderte, personalisierte Implantate. Diese sollen

- die individuelle Knochensituation der Patienten berücksichtigen,
- die Kaubelastung für das Implantat möglichst optimieren und
- die Besiedelung mit krankmachenden Bakterien der Mundflora und dadurch bedingte Entzündungen verhindern.

Verantwortlich für die medizinische Seite ist Prof. Meike Stiesch, Direktorin der Klinik für Zahnärztliche Prothetik und Biomedizinische Werkstoffkunde der Medizinischen Hochschule Hannover (MHH). Für technische Fragen ist die TU Dortmund dabei. Um diese Belastungen an der Grenze vom Knochen zum Implantat vorab zu bestimmen, nutzen die Forscher ein computerge-



(Bild: Periotrap)

P. gingivalis (orange), der wirksame Inhaltsstoff (blau) und gesundes Mikrobiom am Übergang von Zahnfleisch zu Zahn

Herkömmliche Mundpflegeprodukte töten zwar die Pathogene, aber auch alle anderen Keime. Wenn sich die Mundflora dann wieder aufbaut, haben pathogene Keime wie Porphyromonas gingivalis einen Startvorteil, weil sie sich auf entzündetem Zahnfleisch besonders gut vermehren können.

Forschende aus dem Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI am Standort Halle haben eine Substanz identifiziert, die gezielt schädliche Erreger wie Porphyromonas gingivalis blockiert. Die Basis der Technologie geht auf ein EU-Projekt zurück, an dem viele internationale Partner beteiligt waren.

Für die Entwicklung neuartiger Zahnpflegeprodukte wurde 2018 das Spin-off Periotrap Pharmaceuticals GmbH gegründet. In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZI und dem Fraunhofer IMWS entstand die Mikrobiom-Zahnpasta.

Die Periotrap-Technologie soll künftig auch für die Entwicklung weiterer Produkte für die Pflege von Zähnen und Mundflora genutzt werden. So arbeiten Forscher an einem Mundwasser, und Haustiere könnten in Zukunft ebenfalls in den Genuss der Zahnpflege kommen.



(Bild: © Karin Kaiser, MHH)

Osman Akbas (links), Dr. Andreas Greuling und Prof. Meike Stiesch testen die Belastbarkeit der Implantatmodelle am Kausimulator

stütztes Simulationsverfahren. So können sie die Festigkeit eines Implantats berechnen, Spannungen und Verformungen analysieren und den individuellen und an die Belastung angepassten Innenaufbau festlegen. Im 3D-Druck wird dann ein patientenspezifisches, so genanntes gradiertes Implantat gefertigt, das an die Knochenstrukturen und Spannungen innerhalb des Kieferknochens angepasst ist.

Die Oberfläche behandeln die Forschenden mechanisch und chemisch mittels Sandstrahlen und Ätzen, damit sich knochenbildende Zellen besser anlagern können. Magnesium-Legierungen sorgen für eine bessere Knocheneinheilung und wirken antibakteriell. Ein erstes Modellsystem liegt vor. Nun geht es um spezielle Anforderungen, etwa für ältere Menschen.

www.mhh.de

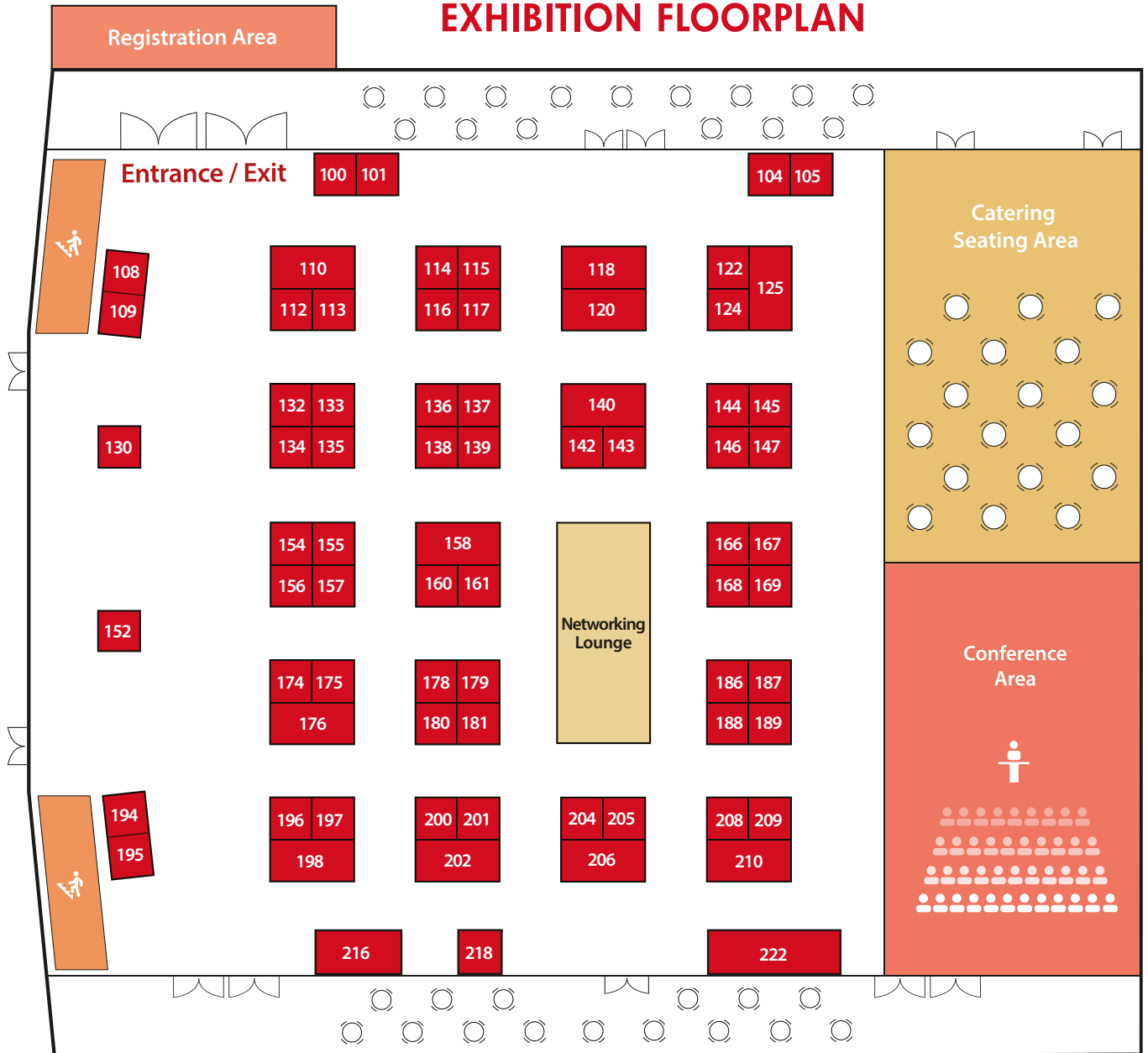
Uhrzeit	Vorträge am Mittwoch, 1. Juli 2026	Uhrzeit	Vorträge am Donnerstag, 2. Juli 2026
BLOCK 1	Digitalisierung und KI	BLOCK 3	Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft, Entwicklung
10:00 – 10:30	Keynote Medizinische Wearables Prof. Walter Karlen, Institut für Biomedizinische Technik Universität Ulm	10:00 – 10:30	Keynote SustainMed 2.0 - Die Zukunft des Gesundheitswesens ist nachhaltig und vernetzt Dr. Felix Stöppelmann, BioRegio Stern Management
10:30 – 10:50	KI beginnt mit Daten: Zeiss als Enabler intelligenter Qualitätssicherung Roger Landolt, Zeiss Industrial Quality Solutions	10:30 – 10:50	Kreislaufwirtschaft im OP: Nachhaltige Innovationen bei Medizinverpackungen Jan-Willem Bruijsten, Coveris
10:50 – 11:10	Die Zukunft vernetzter Medizintechnik – Was wir aus anderen Branchen lernen können Daniel Heinzler, HMS Industrial Networks	10:50 – 11:10	Wenn Pflicht zur Chance wird: PPWR als Innovationstreiber in der Pharma- und MedTech-Verpackung Ina Führlein, Peku Folien
11:10 – 11:30	Aktuelle Entwicklungen bei der offenen Vernetzung von Medizingeräten via SDC Dr.-Ing. Frank Portheine, OR.Net e.V.	11:10 – 11:30	Zu teuer, zu energieintensiv, nicht wettbewerbsfähig? Medizinische Einmalprodukte zwischen Nachhaltigkeit, Hygiene und Kostendruck Joalene Schmitt, Bison Polymer
11:30 – 11:50	Smarte Logistik für sensible Materialien in der Herstellung von Medizinprodukten: Automatisiert. Konditioniert. Kontrolliert. Sebastian Eise, ASYS Automatisierungssysteme	11:30 – 11:50	Biokompatibilität 2.0: Was für die nächste Generation sicherer Materialien berücksichtigt werden sollte Tetiana Bilozorova, Eurofins Medical Device Services
11:50 – 12:10	Entwicklungen in der Leiterplattentechnologie für zukünftige Medizinelektronik Manfred Bucher, Dyconex	11:50 – 12:10	The Monocyte Activation Test Philipp Langenbach, Cormica
	MITTAGSPAUSE		MITTAGSPAUSE
BLOCK 2	Smart Factory und Produktionstechnik, Märkte und Regulatory Affairs, Qualitätssicherung	BLOCK 4	Additive Manufacturing, Oberflächentechnik
13:00 – 13:30	Keynote Cyberisiken in der digitalisierten Produktion – Herausforderungen und Chancen für die Industrie Maximilian Ortman, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologien IPT	13:00 – 13:30	Keynote Ich kam, sah und druckte – Selbstzweck oder Mehrwert des 3D Drucks in der Medizin Alexander B. Xepapadeas, Universitätsklinikum Tübingen
13:30 – 13:50	Ultraschallentgraten: Der Entgratprozess für medizinische Bauteile Jonas Münz, UltraTEC innovation	13:30 – 13:50	Präzision für Herzimplantate Stefan Rädler, 1zu1scale
13:50 – 14:10	Aufbereitung von Medizinprodukten 2026: Von regulatorischen Anforderungen zu strategischem Wettbewerbsvorteil Judith Leschhorn, Eurofins Medical Device Services	13:50 – 14:20	Keynote Mehr als nur Oberfläche – Dünnschichttechnik für die Medizin von morgen Prof. Udo Klotzbach, EFDS e.V.
14:10 – 14:30	Rechtliche Anforderungen an die Cybersicherheit von (Medizin-)Produkten Christina Ziegler-Kiefer, Reuschlaw	14:20 – 14:40	How improve the surface finishing in orthopedic implants (Knees - Hips - Screws - Tibial Trays) Erik Zaninelli, RS Robot Service
14:30 – 14:50	Heat Seal Inspection & Monitoring Thomas Zimmermann, Thomas Zimmermann GmbH	14:40 – 15:00	From Concept to Readiness: Preparing Your Medical Device for Design Transfer Duncan Keeble, OxDevice Medical, part of the Kaleidex Group
14:50 – 15:10	Digital Microscopy for Medical Technology: Precision You Can Trust Ondrej Chrappa, Tagarno Denmark		



Medical Technology
Germany
 1-2 Juli 2026
 Ulm-Messe

ulmesse

EXHIBITION FLOORPLAN



Stand	Aussteller	Land
196	1zu1scale part of PROTOTAL GROUP	Österreich
134	Aerotech	Deutschland
168	Amcor	Schweiz
154	Applied Membrane	USA
143	Appra Gruppe	Deutschland
142	ASH	Irland
169	Asys	Deutschland
222	AV&R	Kanada
136	Backer Calesco	Schweden
105	Bioinicia Fluidnatek	Spanien
154	Boston Centerless	USA
146	Cendres+Métaux	Schweiz
167	CeramTec	Deutschland
144	Circum Medtech Pharma	Frankreich
139	Cormica	Großbritannien
194	Coveris - Mediflex	Österreich
110	Design Pro	Irland
145	DP Patterning	Schweden
124	Dyconex	Schweiz
130	ELEKTRISOLA Medical Technologies	Schweiz
187	Elevaris Medical Devices	USA
216	Enterprise Ireland DACH	Irland
166	Eurofins Medical Device Services	Deutschland
143	Evosys Laser Services	Deutschland
175	Forefront Medical Technology	Singapur
118	Fried Kunststofftechnik	Deutschland
160	Genthner Schneidtechnik	Deutschland
160	Genthner SystemTechnologie	Deutschland
110	Gimac	Italien
108	HMS Technology	Deutschland
154	Hoop Medical	Irland
116	IMOS Gubela	Deutschland
176	IMS	Niederlande
158	INDO-MIM Limited	Indien
143	InTiCa Systems	Deutschland
208	IPC - Innovative Polymer Compounds	Irland
222	Itaya	Japan
181	Kaleidex Group	Großbritannien
155	Klaus Müller Oberflächentechnik	Deutschland
154	K-Tube	USA
143	Kundisch	Deutschland
138	Laubscher Präzision	Schweiz
110	Lawrence Engineering	Irland
197	Lercher Medical	Österreich
114	LESJOFORS Springs and Pressings	Deutschland
154	Lighteum	USA
109	Lindström – SNA Europe	Deutschland
117	Liveo Research	Deutschland
186	LPKF WeldingEquipment	Deutschland
132	LX Precision	Portugal

Stand	Aussteller	Land
210	M&T	Deutschland
152	M.A.i –innovative Automation	Deutschland
110	Mathias Synergy Solutions - MSS	Irland
198	Medical Marketing	Großbritannien
195	Med Tech Media Europe	Deutschland
154	Medical Device Components	USA
206	Medical Technology Germany	Deutschland
202	Medical Technology Ireland	Irland
202	Medical Technology UK	Großbritannien
143	Mekoprint Seritronic	Dänemark
154	MER - Europe	Niederlande
189	MetShape	Deutschland
133	MicroLumen	USA
143	MKI Solutions	Deutschland
157	Murrplastik Medizintechnik	Deutschland
112	NMi Testlab	Deutschland
110	Onex RF	USA
113	Optics Balzers	Liechtenstein
188	OTEC Präzisionsfinish	Deutschland
137	Otto Klumpp	Deutschland
110	Pilot Line	USA
110	Poba Medical	USA
110	ProPlate	USA
110	Protomed	Frankreich
143	querdenker engineering	Deutschland
206	Readiness Europe	Deutschland
140	Resonetics	USA
156	rose plastic medical packaging	Deutschland
201	RS Robot Service	Italien
110	S3V Vascular	Indien
200	Scan Innovations	Großbritannien
104	Schumag Precision	Deutschland
218	Shannon Coiled Springs	Irland
174	Silicone Value	Israel
154	SiMEDEX	USA
110	Six Sigma	Israel
100	Sonoco Plastics	Niederlande
115	Specialty Coating Systems	Deutschland
222	Studer	Schweiz
123	Tagarno	Dänemark
120	TAKTOMAT	Deutschland
179	Tegra Medical	USA
101	TEQ Europe - A Toppan Company	Polen
154	Topsil Global	Polen
143	tw-Electric	Deutschland
161	ultraTEC Innovation	Deutschland
222	UMAC	Irland
205	Walther Systemtechnik	Deutschland
204	XENON Automatisierungstechnik	Deutschland

Technik für Menschen



medizin&technik zeigt die interessantesten Seiten der Medizintechnik

medizin&technik informiert über Technologien, Komponenten, Verfahren, kurz über alles, was für die Entwicklung und Fertigung innovativer Medizinprodukte gebraucht wird. Mit aktuellen Trends aus Medizin, Forschung und Wirtschaft gibt sie Impulse für den Markt

Kontakt:
Joachim Linckh
Phone +49 711 7594-565
joachim.linckh@konradin.de



Die passenden Medien für Sie und Ihre Branche:

› konradin.de/industrie
› media.industrie.de



medizin&technik-Newsletter abonnieren