

## Nano-3D-Druck in der Medizin

**Nano-3D-Druck wird immer beliebter – auch in der Medizin: ob personalisierte Implantate, passgenauer Organersatz oder Bioprinting – additive Fertigung bietet heute faszinierende Möglichkeiten, die vor ein paar Jahren noch undenkbar gewesen wären. Von bahnbrechenden Innovationen rund um die Medizintechnik können sich auch die Besucher der MedtecLIVE, die vom 21. – 23. Mai im Messezentrum Nürnberg stattfindet, in ihren Bann ziehen lassen.**

### Nanotechnologie als Enabling-technology

Neue Technologien machen es möglich: Mit automatisierter Präzisionsarbeit können immer kleinere Bauteile hergestellt werden – und das bis hin zur Nanogröße. „Nanotechnologie ist eine Enabling-technology“, erklärt Prof. Dr. Harald Fuchs, Direktor am Physikalischen Institut der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster. „Das heißt, sie verbessert an sich bestehende Verfahren und kann Ergebnisse erzielen, die mit klassischen Methoden so nicht möglich wären.“ Ihre Einsatzfelder sind divers: Ob zur Diagnostik, zu Operationen oder Behandlung, an vielen Feldern wird bereits geforscht. So wird beispielsweise an der Entwicklung von ultrakleinen Linsen für mikrooptische Elementen von Endoskopen gearbeitet. „Auf diese Weise könnte der Durchmesser von Endoskopen verringert werden“, erklärt Prof. Dr. Matthias Rebhan, Professor der Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule München. Ebenso werde beispielsweise an Nanoclips gearbeitet, um Nervenzellen miteinander zu verbinden.

Über technische Innovationen, die unter anderem auch in der Präzisionsmedizin einsetzbar sind, können sich die Besucher auf der MedtecLIVE informieren: „Vom 21. – 23. Mai präsentieren im Messezentrum Nürnberg Top-Hersteller auf dem Gebiet der Feinmechanik

**Ideeller Träger**  
**Honorary sponsor**  
Forum MedTech Pharma e. V.  
Am Tullnaupark 8  
90402 Nürnberg  
Germany

**Veranstalter**  
**Organizer**  
MedtecLIVE GmbH  
Messezentrum  
90471 Nürnberg  
Germany  
medteclive.com

**Geschäftsführer**  
**Managing Director**  
Richard Krowoza

**Registergericht**  
**Registration Number**  
HRB 35124 Nürnberg

**Durchführung im Auftrag**  
**des Veranstalters**  
**Realization on behalf of**  
**the organizer**  
NürnbergMesse GmbH  
Messezentrum  
90471 Nürnberg  
Germany  
T +49 9 11 86 06-0  
F +49 9 11 86 06-82 28  
medteclive@nuernbergmesse.de

wie die Beutter Präzisions-Komponenten GmbH & Co. KG oder die LOEW-Präzisionsteile GmbH ihre neuesten Produkte“, betont Alexander Stein, Director MedtecLIVE bei der NürnbergMesse.

Eine spannende Zukunftsentwicklung, die sich Prof. Dr. Harald Fuchs vorstellen könnte, sind winzige, von außen steuerbare Nanoroboter. An eben solchen arbeiten bereits Wissenschaftler des Stuttgarter Max-Planck-Instituts. Gemeinsam mit einem internationalen Forschungsteam haben sie propellerförmige Nanoroboter entwickelt, die selbst das dichte Gewebe im Auge durchbohren können. Die Propeller sind lediglich 500 nm breit und mit einer glitschigen Antihafbeschichtung versehen. Dies ermöglicht es den Robotern, sich fortzubewegen, ohne das empfindliche Gewebe zu verletzen. Getestet wurde dieses Szenario an einem seziierten Schweineauge. Das Ziel des Forschungsteams ist es, die Roboter dahingehend zu entwickeln, dass sie – mit Medikamenten beladen – eines Tages Krankheiten aller Art minimalinvasiv behandeln können.

### **Kleinstgrößen möglich**

Entscheidend dafür, derartige Eingriffe auf diese Art vornehmen zu können, ist die geringe Größe der medizintechnischen Nanobauteile. „Der Durchschnitt von einem Haar beträgt 100nm und entspricht zugleich der Größe der kleinsten Features, die sich mit einem normalen 3D-Drucker anfertigen lassen“, erklärt Dr. Benjamin Richter von [Nanoscribe](#), einem Unternehmen, das sich auf die Herstellung von 3D-Druckern für die Nano- und Mikrofabrikation spezialisiert hat. „Der kleinste Voxel, also der kleinste Gitterpunkt, der mit unserem Gerät produziert werden kann, beträgt ca. 150-200 nm in XY-Richtung sowie 600 nm in Z-Richtung und gleicht in seiner Form einem Ei. Es ist zugleich der kleinste 3D-Pixel, der sich mit dieser Methode drucken lässt“, fährt Richter fort.

### **Nano-3D-Druckverfahren**

Gemeint ist damit das Verfahren der 2-Photonen-Polymerisation, auf das Nanoscribe mit seinen Druckern setzt. Die Technik basiert auf Lasern, die sehr kurze Pulse, 100 femtosekunden, in das Material reinfokussieren. Das langwellige Licht wird dabei so stark gebündelt, dass unter Ausnutzung des 2-Photoneneffekts – das heißt, immer zwei Photonen werden gleichzeitig absorbiert – eine Aushärtung des Materials erreicht wird. Das Material

außerhalb der gewünschten Form wird anschließend ausgewaschen. Wie diese Form aussehen soll, steht dabei ganz am Anfang des Produktionsprozesses: Als ersten Schritt zur Herstellung eines Nano 3D-Druckes nennt Prof. Dr. Matthias Rebhan den Entwurf des gewünschten Objekts, was in der Regel mithilfe von Standard CAD-Software umgesetzt werden kann. „Die CAD-Daten werden anschließend in das 3D-Nano-Lithographie-Gerät überspielt, so dass die Strukturen dann mit einem stark fokussierten Laser in einen fotoempfindlichen Lack geschrieben werden“, fährt der Professor der Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule München fort. „Bei diesem Schreibprozess verfestigt sich der flüssige Lack. In dem nun folgenden sogenannten Entwicklungsprozess wird der überschüssige flüssige Lack gewaschen. Im Englischen wird dieses Verfahren unter anderem auch 2-photon polymerisation (2PP) genannt.“

## **Anforderungen und Freiheiten bei der Materialauswahl**

Das Material, das für den Nano-3D-Druck verwendet werden kann, muss eine wichtige Eigenschaft mitbringen: „Es muss durch Licht polymerisierbar sein“, erklärt Richter und veranschaulicht seine Aussage mit dem Beispiel eines Nagellackes, der unter Licht nach einer gewissen Zeit aushärten würde. Ihren Kunden bietet Nanoscribe ein Sortiment an flüssigen Negativ-Fotolacken, mit denen die Drucker des Unternehmens optimale Ergebnisse erzielen. „Genauso gibt es aber auch Kunden, die ihr eigenes Material zusammen mischen. Auch das ist möglich“, so Richter. Ein großer Fortschritt zu den Anfängen des Nano-3D-Drucks vor gut zehn Jahren: „Anfangs gab es nur sehr wenige Lacke, die mit Nano 3D-Druck strukturiert werden konnten. Inzwischen hat sich deren Palette erweitert. Es wird beispielsweise derzeit versucht, Nano-3D-druckbaren biokompatiblen Lack herzustellen. Darüber hinaus gibt es Arbeitsgruppen, die Lacke herstellen wollen, die nano-Glaspartikeln enthalten, so dass dann quasi Glas auf Nano- & Mikrometermaßstab gedruckt werden könnte“, berichtet Rebhan. Zudem spielt die Verträglichkeit eine entscheidende Rolle: „Für den Einsatz im oder am menschlichen Körper ist es wichtig, dass die Sensoren biokompatibel sind, das heißt, dass sie keine Abstoßungsreaktionen hervorrufen. In der Regel sind das Entzündungen“, so Fuchs. Gerade, wenn die Sensoren aus Metall bestehen, wie etwa aus Titan, ist es ein

gängiges Vorgehen, diese zusätzlich mit einer äußeren Schutzschicht zu überziehen. Denn umgekehrt ist es ebenso wichtig, dass der Sensor die physiologische Umgebung im Körper verträgt. „Das bedeutet, er darf keinesfalls korrodieren“, gibt Dr. Rebhan zu bedenken. „Wenn ein solcher Nanosensor gut gemacht ist, ist er für den Menschen nicht schädlich“, kann Fuchs beruhigen. Querschnittsmaterialien mit chemisch technischem Hintergrund sind ein weiterer Schwerpunkt der [RAS AG](#), an deren Stand sich die Besucher der MedtecLIVE über Produkte und Additive, die sich unter anderem in der Medizintechnik einsetzen lassen, informieren.

## **Nano-3D-Druck für Sensoren**

In unserer Blutbahn schwimmende Sensoren, tumorzerstörende Nanoroboter und elektronische Adleraugen in Kleinstgröße – auch in der Medizintechnik hält die sich rasant fortentwickelnde Nanotechnologie ihren Einzug. Manches davon lässt sich mithilfe eines Nano-3D-Druckes realisieren. Nicht zuletzt auch im Bereich der Sensorik bietet diese Technologie Möglichkeiten, die vor Jahren noch nicht denkbar waren. Doch was davon ist heute schon realisierbar und was erträumen sich die Experten für die Zukunft?

Neuheiten der Medizintechnik wie diese stehen auch im Mittelpunkt des internationalen Kongresses MedTech Summit, der gemeinsam mit der Fachmesse MedtecLIVE vom 21. – 23. Mai im Messezentrum Nürnberg stattfindet: „Beim MedTech Summit 2019 trifft Medizintechnik auf Innovationen und zukunftsweisende Technologien. In wissenschaftlichen und marktrelevanten Vorträgen erhalten unsere Besucher aktuelle Einblicke in Cross-Technology-Ansätze, Branchentrends und Prozesse“, kündigt

Dr. Matthias Schier, Geschäftsführer des Forums MedTech Pharma e.V., an. Informationen zum Kongressprogramm unter: [www.medtech-summit.de](http://www.medtech-summit.de)

## **Sensoren in der Medizin**

„Ein Sensor wandelt ein physikalisches oder chemisches Eingangssignal in ein - in der Regel - elektrisches Ausgangssignal um“, erklärt Prof. Dr. Matthias Rebhan, Professor der Fakultät für Wirtschaftsingenieurwesen an der Hochschule München. „Sensoren, die im Bereich der Medizin

eingesetzt werden, liefern dem Arzt beispielsweise Daten über den Zustand von Körperfunktionen“, ergänzt Prof. Harald Fuchs. So gibt es etwa Glykosesensoren oder Sensoren, die einen Herzschrittmacher automatisch steuern sowie Sensoren, die die Muskelspannung messen. Eine Vielzahl an Ausstellern, die sich auf die Herstellung von Sensoren spezialisiert hat, können Sie auf der MedtecLIVE im Messezentrum Nürnberg antreffen.

### **Je kleiner, desto kompatibler**

Das Besondere an Nanosensoren ist, dass sie deutlich kleiner sind. „Ein Nanodehnungssensor ist lediglich 0,3 Mikrometer (das sind 300 Nanometer) lang und breit. Damit hat ein menschliches Haar einen rund 250-mal so großen Durchmesser wie ein Nanosensor lang ist. Anders formuliert: Es können rund 900 Nanosensoren auf dem Umfang des menschlichen Haars gedruckt werden.“, erklärt Dr. Konstantin Klopstech, Technischer Leiter der Firma NanoScale Systems GmbH, die sich auf den Nano 3D-Druck von Sensoren spezialisiert hat. Ein großer Vorteil ist das vor allem für Sensorsysteme, die direkt in den Menschen implantiert werden. Diese nämlich werden vom Körper in der Regel automatisch als Fremdkörper wahrgenommen. „Die Folge: das Immunsystem wehrt sich“, so Klopstech. Je kleiner das Sensorsystem jedoch ist, desto weniger reagiert der Körper. Zudem könne es minimalinvasiv eingesetzt werden. Nanogrößen spielen auch auf der MedtecLIVE eine Rolle: So ist beispielsweise mit der RAS AG ein Unternehmen vertreten, das an der Spitze der Nanotechnologie forscht und entwickelt.

### **nano3DSense**

Ein wesentlicher Vorzug der Herstellung von Nanosensoren im 3D-Nano-Druckprozess ist die große Freiheit bezüglich der Materialwahl: „Der stärkste Vorteil der Nanosensoren liegt darin, dass diese sich in einem 3D-Nano-Druck-Prozess auf nahezu beliebige Materialien aufdrucken lassen. Damit können z.B. Standard MEMS Materialien wie Siliziumoxid und Siliziumnitrid, Keramiken, Glas, Polymere aber auch sehr biokompatible Materialien wie Titan mit der Eigenschaft versehen werden, Kräfte und Drücke unmittelbar am Material zu messen“, erklärt Klopstech. Um Sensoren auch in Kleinstgröße produzieren zu können, verwendet NanoScale keine marktüblichen 3D-Drucker. Stattdessen findet der Nano-

3D-Druckprozess in einem technologisch erweiterten Elektronenstrahlmikroskop im Vakuum statt. Es handelt sich dabei um ein patentiertes Verfahren, als nano3DSense bezeichnet. Die Idee dahinter ist folgende: „Das gasförmige Ausgangsmaterial des Nanodehnungssensors, ein sogenanntes metallorganisches Prekursorgas, wird über eine feine Kapillare bereitgestellt. Mittels eines fokussierten Elektronenstrahls, dessen Durchmesser nur wenige Nanometer beträgt, wird dieses Ausgangsmaterial zersetzt“, erklärt Klopstech. „Das Material des Nanosensors bildet sich hierdurch an Ort und Stelle auf dem gewünschten Material. Dabei wird das Sensormaterial nur dort gebildet, wo der Elektronenstrahl auf das Substratmaterial trifft. Hierdurch können, dank des feinen Elektronenstrahls, sehr kleine Sensoren an definierten Orten hergestellt werden. Um den Nanosensor elektrisch kontaktieren zu können, muss das Substratmaterial Mikroelektroden tragen.“ Innovative Technologien auch jenseits von 3D-Drucken präsentiert die MedtecLIVE ihren Besuchern aus aller Welt bei ihrer Premiere im Mai 2019.

### **Mini-Linsen für Sensoren aus dem 3D-Drucker**

Doch nicht nur die eigentlichen Sensoren, auch damit realisierbare Funktionen können mittels 3D-Druck entstehen. So haben Forscher der Universität Stuttgart eine Art mikroskopisches Adlerauge entwickelt: Ein Fotosensor mit vier darauf gedruckten, winzigen Linsen unterschiedlicher Brennweite liefert gestochen scharfe Bilder. Die Linsen haben exakt geformte Oberflächen, deren Abweichung von der Idealform nur wenige Mikrometer beträgt. Eingesetzt als Endoskopie-Sensor werden damit hochauflösende Aufnahmen möglich und entscheidende Fortschritte in der Diagnostik erreichbar. Die Linsen wurden mit einem 3D-Drucker von Nanoscribe direkt auf den Sensor aufgedruckt. Das Unternehmen setzt auf ein hochpräzises 3D-Druckverfahren mittels der lasergestützten Zwei-Photonen-Polymerisation. Feinmechanisch optische Module für die verschiedensten Anwendungsgebiete sind auch ein Spezialgebiet des MedtecLIVE-Ausstellers [Askion](#).

### **Grenzen des Nano-3D-Drucks**

Auch wenn Nano-3D-Druck immer kleinere Bauteile ermöglicht, so ist der Aspekt der Größe noch immer ein Punkt, an der andere

21. – 23.5.2019  
NÜRNBERG, GERMANY

Herstellungsverfahren einen Schritt voraus sind. Mit der Rasterkraftmethode, wie Fuchs sie beispielsweise anwendet, sind Kleinstgrößen von bis zu 40 nm möglich, obenauf Strukturen mit der Präzision von einem Nanometer. „Streng genommen sind die Erzeugnisse jedoch 2,5-dimensional“, so Fuchs. Ein solch präziser Druck sei mit einem 3D-Drucker nicht zu erzielen. Eine weitere Herausforderung, die Fuchs thematisiert, ist die Geschwindigkeit: Gerade, wenn zum Drucken nur eine oder wenige Düsen verwendet werden, könne die Produktion vergleichsweise lange dauern. Ein Punkt, den auch Rebhan anspricht: „Der Nano-3D-Druck ist derzeit noch zu langsam für Applikationen, in denen beispielsweise viele Sensoren hergestellt werden sollen. Für den Einsatz in der Massenproduktion von Sensoren ist sicherlich eine weitere Steigerung der Geschwindigkeit um einen Faktor 100 bis 1000 notwendig“. Doch mit der Zeit hat sich die Technologie immer weiterentwickelt. Ende 2018 hat Nanoscribe einen Meilenstein erreicht: Jetzt können auch bis zu acht Millimeter hohe Objekte mit einer um den Faktor zehn gesteigerten Geschwindigkeit gedruckt werden. „Der Druck von Millimeterobjekten in Mikrometerpräzision braucht natürlich eine gewisse Zeit. Aufgrund des digitalen Workflows bietet diese Methode jedoch den Vorteil, individuell zu drucken. So gelingt die Herstellung von Prototypen schneller als mit anderen Verfahren. Zudem wird es kostengünstiger, eine kleine Serie von unterschiedlichen Bauteilen anzufertigen,“ sagt Dr. Benjamin Richter von der Firma Nanoscribe. Zu den Grenzen des Verfahrens, wenn es um Massenherstellung in hohen Stückzahlen geht, sagt der Geschäftsführer von NanoScale, Dr. Alexander Kaya: „Als serielles beziehungsweise additives Verfahren lassen sich mit einem einzelnen Elektronenmikroskop derzeit ein bis zwei Millionen Sensoren pro Jahr fertigen. Allerdings kann durch den parallelen Betrieb solcher Anlagen die Produktionsstückzahl beliebig skaliert und damit kostengünstig bereitgestellt werden.“ Ob Einzelfertigung oder Serienproduktion – auf der MedtecLIVE können Unternehmen ihren individuell passenden Produktionspartner finden.

## Zukunftsvisionen

Obwohl die Produkte aus dem Nano 3D-Druck im Bereich der Medizin große Chancen bieten – eingesetzt in der Praxis werden sie noch nicht.

„Die meisten unserer Kunden sind Universitäten und Forschungseinrichtungen“, berichtet Richter. Denn derzeit werden verschiedenste Produkte und Anwendungen erforscht, die mit dem Verfahren der 3D Mikrofabrikation herstellbar sind. Auch im medizintechnischen Bereich gibt es vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, wie z.B. den direkten Druck von Mikrooptiken auf Glasfasern für die minimal-invasive Endoskopie oder die Herstellung von Mikronadeln zur schmerzfreien Medikamentengabe durch die Haut. Mit der Einführung dieser Anwendungen in der medizinischen Praxis ist in den nächsten Jahren zu rechnen.

Ähnlich verhält es sich bei [NanoScale](#): Derzeit wird der 3D-Nanodruck im Bereich Medizin getestet und soll schon in zwei bis drei Jahren in ersten Produkten verfügbar sein. „Technologische Entwicklungen im medizinischen Umfeld sind aufgrund geltender Regularien äußerst zeitintensiv. Es gilt dabei, einen hohen Qualitätsstandard zu gewährleisten“, sagt Kloppstech. Qualitätsstandards sind natürlich auch ein Thema, das im Fokus der Nürnberger MedtecLIVE steht.

Eine Entwicklung skizziert Kaya: „Unsere Zukunftsvision ist es, neue Sensorsysteme mittels unserer Nanotechnologie in unterschiedlichen medizinischen Produkten sowie Sensoren für die industrielle Anwendung mittel- bis langfristig als neuen technologischen Standard zu etablieren.“ Der Geschäftsführer von NanoScale denkt dabei zum Beispiel an den Einsatz der Technologie um Bioparameter wie Blut- oder Hirndruck mittels einer stark miniaturisierten, neuen Generation von hoch biokompatiblen Langzeit-Implantaten messbar zu machen. Aufgrund ihrer Größe und guten Bioverträglichkeit soll es zudem möglich sein, sie in minimalinvasiver Technik schonend zu implantieren. Auch für Herzkatheter-Untersuchungen, die bisher mit einem hohen Aufwand und großem Risiko einhergehen, sollen die Produkte entscheidende Verbesserungen ermöglichen.

## Die Trends von morgen auf der MedtecLIVE

Darum, wie die Zukunftsvisionen von Herstellern und Zulieferern in marktfähige, erfolgreiche Produkte um- und in Diagnostik und Therapie eingesetzt werden können geht es auch auf der MedtecLIVE – und das weit über den 3D-Druck hinaus: „Bei Europas zweitgrößter Fachmesse zum Thema Herstellung von Medizintechnik, die vom 21. – 23. Mai im

Messezentrum Nürnberg stattfindet, informieren rund 400 Unternehmen nicht nur über aktuelle Entwicklungen, sondern auch über die Trends von morgen,“ sagt Alexander Stein, Director MedtecLIVE bei der NürnbergMesse.

**21. – 23.5.2019**  
NÜRNBERG, GERMANY

## **Ansprechpartner für Presse und Medien**

Jens Fuderholz, TBN Public Relations  
Leonie Hagen, Simon Kögel, NürnbergMesse GmbH  
T +49 9 11 86 06-89 02  
simon.koegel@nuernbergmesse.de

Alle Presstexte sowie weiterführende Infos und Fotos finden Sie unter:

**[www.medteclive.com/news](http://www.medteclive.com/news)**

Weitere Services für Journalisten und Medienvertreter unter:

**[www.medteclive.com/presse](http://www.medteclive.com/presse)**