



INNOVATIONS

12/2021

Medizinroboter & robotische Assistenzsysteme



Your Connection
to MedTech
Expertise

Clinical Affairs

Regulatory-Affairs

Forschung & Entwicklung

Produktion

Qualitätsmanagement



Inhalt

Medizinroboter & robotische Assistenzsysteme - Historie, Trends und Einsatzgebiete	3
Aktuelle Haupttrends im Gesundheitssektor	5
• OP der Zukunft durch intelligente, robotische Systemlösungen • Robotics as a Service (RaaS) • Kognitive Medizinroboter	
Gamechanger (national / international)	6
Interview	9
• Herr Thomas Wiesner (BHS Technologies GmbH) berichtet über Medizinroboter, Visualisierungstechnik, Zukunftsaussichten und Herausforderungen der Branche	
Deep Dive	13
• UV-C Technologie • Exoskelette • Laborrobotik • Diagnoserobotik • Pflegerobotik	
Herausforderungen & Ausblick	18
Umfrageergebnisse	20
ABOUT arcoro	25

Medizinroboter & robotische Assistenzsysteme

– Historie, Trends und Einsatzbereiche –

Roboter sind generell keine Neuheit. In der Industrie werden sie bereits seit Jahrzehnten zur Konstruktion, Transport und Logistik eingesetzt. Maschinen, die autonom durch Sensorsignale oder vorprogrammierte Einstellungen Tätigkeiten ausführen. Automaten, die ferngesteuert, den Befehlen des Menschen gehorchen und diesen in seinen täglichen mechanischen Aufgaben unterstützen. In der Medizin hingegen sind robotische Lösungen bislang nur vereinzelt eingesetzt worden, etablieren sich nun aber zunehmend und flächendeckend in vielseitigen Einsatzbereichen.

Die ersten Prototypen für Medizinroboter werden bereits seit dem Jahr 1985 im Rahmen von Universitäts- und Forschungsprojekten entwickelt. Diese waren jedoch mehr experimenteller Natur und brachten viele Rückschläge mit sich. Computer Motion stellte einen der ersten chirurgischen Roboter her. Der Chirurgieroboter Aesop 1000 erhielt im Jahr 1993 die behördliche Zulassung für medizinische Eingriffe in den USA.

Medizinroboter zählen zu der Kategorie der Serviceroboter, die einen starken Wachstumsmarkt darstellen. Die stärksten Branchen für Serviceroboter sind Medizin, Logistik und Agrarwirtschaft, wovon der Marktanteil von Medizinrobotern 2019 bereits bei 47% lag und die mit Abstand höchsten Anteile in Bezug auf die Verkaufswerte erbrachte. 2018 erzielten Serviceroboter in der Medizin einen Umsatz von weltweit rund 3,5 Milliarden USD. Im Jahr 2020 stieg dieser Wert bereits auf 5,7 Milliarden USD an und für das Jahr 2023 werden Verkaufswerte in Höhe von 10,8 Milliarden USD prognostiziert.

Die International Federation of Robotics (IFR) erwartet, dass bis 2023 eine jährliche Wachstumsrate von rund 31% im professionellen Bereich und ungefähr 26% im Endverbrauchersegment erreicht wird. Im Bereich der Medizinrobotik bietet das Portfolio an robotergestützten Chirurgielösungen mit rund 51% die höchsten verkauften Stückzahlen an. Robotische Systeme, die bei der Rehabilitation von Patienten unterstützen, folgen diesen mit weiteren 41%.

Betrachtet man die jüngste Generation von Medizinrobotern fällt auf, dass diese im Regelfall auf eine spezifische Indikation setzen. Der Fokus eines Medizinroboters liegt also auf der Ausführung eines konkreten Eingriffs oder der Behandlung ein und derselben wiederkehrenden Aufgabe. Unternehmen, Forschungs- und Entwicklungsinstitute arbeiten nun auch vermehrt an innovativen Lösungen für den universellen Einsatz. Das Ziel: intelligente Medizinroboter, die für verschiedene Eingriffe genutzt werden können und dabei benutzerfreundlich und erschwinglich sind.

Roboter sollen durch die Kombination aus modernster Bildverarbeitungstechnik, fortschrittlichster Sensorik, dem Einsatz von künstlicher Intelligenz sowie individuell abgestimmter Softwarelösungen das Gesundheitssystem in Zukunft revolutionieren. Patienten und medizinischem Fach- und Pflegepersonal sollen optimal versorgt und gewinnbringend unterstützt werden. Dennoch: selbst die besten Medizinroboter und robotischen Assistenzsysteme werden vermutlich in Zukunft auch noch auf den Menschen angewiesen sein.

Medizinroboter und robotische Assistenzsysteme lassen sich in folgende Einsatz- und Funktionsbereiche gliedern:

EINSATZBEREICH	FUNKTIONSBEREICH
Diagnose	• Bildgebende Verfahren • Scans • KI-gestützte Erkennung von Krankheitsbildern durch Symptomerfragung
Therapie	• Funktionelle Bewegungstherapie • Psychotherapeutischer Einsatz bei Autismus und Demenz • Bestrahlung bei Tumorerkrankungen
Chirurgie	• Minimal invasive Eingriffe • Viszeralchirurgische Eingriffe • Neurochirurgische Eingriffe • Urologische Eingriffe • Gynäkologische Eingriffe • Orthopädische Eingriffe (z.B. Knie- und Hüftgelenksoperationen) • Kieferchirurgische Eingriffe
Rehabilitation	• Exoskelette
Pflege & Betreuung	• Medikamentenverabreichung • Sturzerkennung • Unterhaltung / soziale Interaktion
Medizinische Ausbildung	• Simulation von Operationen
Desinfektion	• Autonome Desinfektion von Gesundheitseinrichtungen zur Prävention bakterieller Infektionen
Labor	• Zentrifugen be-/ entladen • Pipettieren • Reagenzgläser aufnehmen und sortieren • Blutprobentransporte

Aktuelle Haupttrends im Gesundheitssektor sind:

1) OP der Zukunft durch intelligente, robotische Systemlösungen

Umfrageergebnisse einer internationalen Studie von PwC zeigen, dass heutzutage rund 50% der Teilnehmer ihr Einverständnis erteilen würden, sich von einem Roboter operieren zu lassen. Eine andere Studie illustriert, dass bereits 35% der Deutschen glauben, dass Roboter bereits jetzt besser operieren können als ein menschlicher Arzt und 65% sind davon überzeugt, dass in spätestens 20 Jahren Roboter ihren menschlichen Pendanten weit überlegen sein werden. In die robotergestützte Chirurgie wird viel Hoffnung gesetzt. Robotische Assistenzsysteme bieten vielfältige Vorteile für Krankenhäuser und Operationen, wie eine bessere Ergonomie des Operators, mehr Beweglichkeit bei besserer Bildgebung, höhere Präzision und Durchhaltevermögen bei längeren, komplizierten OPs. Des Weiteren werden die Operationsresultate für den Patienten optimiert und die Risiken reduziert. Erfahrungen weisen weniger Schmerzmittelbedarf, einen verkürzten Genesungsprozess und schnellere Gewinnung an Mobilität der Patienten auf.

Ein besonders vielversprechender Trend besteht in der Durchführung von Operationen, bei denen Chirurg und Patient nicht nur räumlich sondern teilweise sogar kontinental getrennt sind. Während der Operateur seinen Patienten mit Hilfe hochauflösender Kameras und Bildgebungsverfahren vor sich sieht als stünde er selbst am Operationstisch, können die Bewegungen und Handgriffe präzise und um ein Vielfaches kleiner von einem Roboter vor Ort durchgeführt werden. Dieser empfängt die Signale darüber, dass der Chirurg per Joystick oder spezifischer Ausrüstung Instrumente führt.

2) Robotics as a Service (RaaS)

Robotics as a Service ist ein Geschäftsmodell, das es Unternehmen ermöglicht teure Roboterhardware für einen vertraglich vereinbarten Zeitraum zu mieten oder zu leasen. Auf diese Weise werden Unternehmen nicht durch fest gebundenes Kapital oder hohe Fixkosten eingeschränkt. Das bietet dem Gesundheitssektor die Möglichkeit robotische Lösungen zu testen, die Akzeptanz und Offenheit von Patienten gegenüber den Serviceassistenzen zu analysieren und die Vorteile der Innovation selbst zu testen ohne das Risiko zu haben auf hohen Anschaffungskosten sitzen zu bleiben.

3) Kognitive Medizinroboter

In der Entwicklung kognitiver Medizinroboter sehen Experten vielversprechende Chancen gegenüber konventionellen Chirurgierobotern. Durch Machine Learning sollen robotische Systeme von und mit medizinischem Fachpersonal lernen und Operationsprozesse optimieren. Die Roboter sollen dann in der Lage sein Demonstrationen von komplexen Aufgaben zu verfolgen, das Vorgehen zu dokumentieren und im weiteren Verlauf selbst nachzuahmen. Außerdem kann robotisches Verhalten extrahiert werden, um somit Tätigkeiten durchzuführen, bei denen der Roboter aus den eigenen Erfahrungen lernt und das eigene Vorgehen für die Zukunft optimiert. Die größte Herausforderung bei lernenden Systemen weist die Verarbeitung von Sensordaten auf. Dies ist jedoch ausschlaggebend für die Entwicklung zuverlässiger, autonom agierender Robotersysteme, die eine ausgereifte Wahrnehmung der Umgebung voraussetzt.



Gamechanger

UNTERNEHMEN	EINSATZBEREICH	WEBSITE
Merck KGaA	• Diagnoseroboter	https://www.merckgroup.com/de
KUKA AG	• Diagnose- / OP-Roboter	https://www.kuka.com/de-de
Hanson Robotics Ltd	• Psychotherapie (Autismus)	https://www.hansonrobotics.com/
LuxAI S.A.	• Psychotherapie (Autismus)	https://luxai.com/
AIST	• Psychotherapie (Demenz)	www.aist.go.jp
Softbank Robotics (Aldebaran Robotics)	• Psychotherapie	https://us.softbankrobotics.com/
Accuray Inc	• Bestrahlungsroboter	https://www accuray.com/
BHS Technologies GmbH	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://www.bhs-technologies.com/?lang=de
Intuitive Surgical Inc	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://www.intuitive.com/en-us
Avatera Medical GmbH	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://www.avatera.eu/home
Robocath Inc	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://www.robocath.com/fr/
Procept BioRobotics Corporation	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://www.procept-biorobotics.com/
Corindus Vascular Robotics, Inc (Siemens Healthineers)	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://www.corindus.com/
CMR Surgical Ltd	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://cmrsurgical.com/
Kinova Robotics	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://www.kinovarobotics.com/de
Zimmer Biomet Holdings Inc	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://www.zimmerbiomet.com/en
Zhongrui Funing Robotics Co Ltd (FN Robotics)	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	http://www.zrfnrobotics.com/
Titan Medical Inc	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://titanmedicalinc.com/
Asensus Surgical Inc	• OP-Roboter / Chirurgieroboter	https://asensus.com/
Myoswiss AG	• Rehabilitation / Exoskelette	https://myo.swiss/
Wearable robotics srl - Kinetek	• Rehabilitation / Exoskelette	http://www.wearable-robotics.com/kinetek/
German Bionic Systems GmbH	• Rehabilitation / Exoskelette	https://www.germanbionic.com/
Ekso Bionics Holdings Inc	• Rehabilitation / Exoskelette	https://eksobionics.com/
Fourier Intelligence Internationale Pte. Ltd	• Rehabilitation / Exoskelette	https://www.fftai.com/
Able Human motion sl	• Rehabilitation / Exoskelette	https://www.ablehumanmotion.com/
B-Temia Inc	• Rehabilitation / Exoskelette	https://b-temia.com/
Rex Bionics Ltd	• Rehabilitation / Exoskelette	https://www.rexbionics.com/
Hocoma AG	• Rehabilitationsroboter	https://www.hocoma.com/
Fraunhofer IPA	• Pflegeroboter	https://www.ipa.fraunhofer.de/
Zhongrui Funing Robotics Co Ltd (FN Robotics)	• Pflegeroboter	http://www.zrfnrobotics.com/
F&P Robotics	• Pflegeroboter	https://www.fp-robotics.com/de/
Furhat Robotics	• Pflegeroboter / Sozialroboter	https://furhatrobotics.com/
UVD Robots (Blue oceans robotics)	• Desinfektionsroboter	https://uvd.blue-ocean-robotics.com/robots
Corvus Robotics	• Desinfektionsroboter	https://www.corvus-robotics.com/
Xenex Disinfection Services Inc	• Desinfektionsroboter	https://xenex.com/
ABB Asea Brown Boveri Ltd	• Laborroboter	https://global.abb/group/en
Essert GmbH	• Laborroboter	https://www.essert.com/
Flow robotics A/S	• Laborroboter	https://flow-robotics.com/



Nachfolgend möchten wir Ihnen gerne einige Unternehmen aus der Liste näher vorstellen. Die ausgewählten Unternehmen sind internationale Big Player der Medizintechnik und jeweils auf unterschiedliche medizinische Fachbereiche spezialisiert. Jahrelange Erfahrung, umfangreiche Expertise, visionäre Innovationsgedanken sowie die Risikobereitschaft und der Wunsch das Gesundheitswesen nachhaltig und kontinuierlich zu verbessern, treiben diese Firmen an. Gerne stellen wir einen Kontakt zwischen Ihnen und dem Unternehmen her.

MERCK KGaA



Gründungsjahr: 1668
Standort: Darmstadt, Deutschland
CEO: Belen Garijo
Mitarbeiteranzahl (weltweit): ≈ 58.000
Medizinisches Fachgebiet: Diagnoseroboter
Produkt: Petra

SOFTBANK ROBOTICS (Aldebaran Robotics)



Gründungsjahr: 2005
Standort: Tokio, Japan
CEO: Fumihide Tomizawa
Mitarbeiteranzahl (weltweit): ≈ 500
Medizinisches Fachgebiet: Therapie
Produkt: Nao & Pepper

BHS TECHNOLOGIES GmbH



Gründungsjahr: 2017
Standort: Innsbruck, Österreich
CEO: Robert Kovacs
Mitarbeiteranzahl (weltweit): ≈ 50
Medizinisches Fachgebiet: Chirurgieroboter
Produkt: RoboticScope



F&P ROBOTICS AG



Gründungsjahr: 2014
Standort: Zürich, Schweiz
CEO: Michael Früh
Mitarbeiteranzahl (weltweit): ≈ 50
Medizinisches Fachgebiet: Pflegeroboter
Produkt: Lio

MYOSWISS AG



Gründungsjahr: 2017
Standort: Zürich, Schweiz
CEO: Jaime Duarte
Mitarbeiteranzahl (weltweit): ≈ 10
Medizinisches Fachgebiet: robotische Exoskelette
Produkt: Myosuit

UVD ROBOTS



Gründungsjahr: 2016
Standort: Odense, Dänemark
CEO: Juul Nielsen
Mitarbeiteranzahl (weltweit): ≈ 30
Medizinisches Fachgebiet: Desinfektionsroboter
Produkt: UV-C disinfection robot

FLOW ROBOTICS A/S



Gründungsjahr: 2015
Standort: Kopenhagen, Dänemark
CEO: Annika Isaksson
Mitarbeiteranzahl (weltweit): ≈ 30
Medizinisches Fachgebiet: Laborroboter
Produkt: Flowbot ONE

Interview

Mit der Absicht tiefere und persönliche Einblicke in das Branchengeschehen zu erhalten, haben wir es uns zur Aufgabe gemacht uns mit Branchenexperten auszutauschen, um ihre Perspektive und Gedanken zu maßgeblichen Innovationen der Medizintechnik zu erfahren und Hintergründe zu erforschen. Diesmal hatten wir die Möglichkeit mit Herrn Thomas Wiesner der BHS Technologies GmbH zu sprechen. Erfahren Sie auf den folgenden Seiten mehr über Medizinroboter und Visualisierungstechnik, Zukunftsaussichten und Herausforderungen der Branche.



Name: Thomas Wiesner
Unternehmen: BHS Technologies GmbH
Fachgebiet: Mikrochirurgie
Position: Team Leader Sales EMEA
Im Unternehmen seit: 2021

Welche Vision verfolgen Sie in bei BHS Technologies?

Jedes Unternehmen hat mehrere Banner, die es gerne vor sich herträgt. Im Wesentlichen sind das bei uns die Tatsachen, dass wir zum einen noch ein sehr junges Unternehmen sind und zum anderen, dass immer noch alle Gründer im Unternehmen in den verschiedenen Fachabteilungen mitarbeiten. Diese haben sich einst das Ziel gesetzt Medizintechnik tragbarer und nutzbarer zu machen. Man hat dabei zuerst versucht bestehende Systeme zu optimieren, sich mehr und mehr Expertise angeeignet und letztlich ein brauchbares und fortschrittliches Robotermikroskop entwickelt. Die Fragestellung, die uns dabei stets begleitet ist wie bekommt man den Roboter noch benutzerfreundlicher, noch ergonomischer und noch besser, um an der oberen Kante im Investitionsgüterbereich mitagieren zu können.

Was unterscheidet ihr Produkt - RoboticScope - von anderen? Wie positionieren Sie sich in Bezug auf Innovationen und wie nehmen Sie sich selbst dabei wahr?

Dabei sind zwei wesentliche Dinge zu beachten. Zum einen sind wir nicht mit einem Standard-Operationsroboter, wie beispielsweise DaVinci zu vergleichen, denn diese berühren im Gegensatz zu unserem Produkt den Patienten. Wir sind im Bereich der Visualisierung angesiedelt und haben dadurch, dass keine direkte Berührung der Patient*innen stattfindet, einige Vorteile unter anderem auch im Zulassungsverfahren. Das ist ein wesentliches Merkmal in der Unterscheidung, welches auch den Direktvergleich unmöglich macht.

Wir sehen uns als ein ergänzendes Modul. Es gibt aktuell verschiedene Ansätze, um die „Lücke“ zwischen traditioneller Roboterchirurgie und Visualisierung künftig zu schließen oder zu verkleinern. Generell sollte man sich die Frage stellen „was machen Roboter?“ – gleichgültig ob in der Produktion oder im OP – sie präzisieren. Im weitesten Sinne bringen OP-Roboter oder robotische Assistenzsysteme Chirurg*innen „weg“ von Patient*innen. Im besten Fall befindet er sich dabei immer noch neben dem Operationstisch und im worst case am anderen Ende der

Welt. Der Roboter stellt dabei einen Erfüllungsgehilfen dar, der unendlich präzise arbeitet, nicht zittert, und so manches berechnen und optimieren kann.

Einen Nachteil, den alle Systeme mit sich bringen, ist das sichergestellt sein muss, dass alles exakt zu sehen ist bzw. dargestellt wird.

Dies bedeutet aber im Umkehrschluss, dass Chirurg*innen wiederum direkt an die Patient*innen stehen müssen, während sie durch ein traditionelles Mikroskop schauen und gleichzeitig mit den Armen und Händen arbeiten.

Die Alternative dazu ist es ein Kamerasystem zu verwenden, von denen es unzählige gibt und die auch in den letzten 10 bis 15 Jahren zum state-of-the-art wurden. Unglücklicherweise sind diese jedoch nicht in der Lage die Qualität eines Mikroskops zu ersetzen und genau dort setzen wir an. Wir sind mit unserem RoboticScope in der Lage Chirurg*innen ein nahezu ideales Bild zu verschaffen. Vergleichbar mit dem Blick durchs Mikroskop. Der große Vorteil: Chirurg*innen können sich dabei gleichzeitig frei bewegen bzw. weitgehend entspannen, weil diese aufrecht sitzen können.

Welche Chancen bieten sich dem Gesundheitssektor durch den Einsatz des Robotic-Scopes in den nächsten Jahren?

Durch den Einsatz des Roboticscope können Chirurg*innen entscheiden, wo sie sich am OP-Tisch befinden und können ihre Haltung selbst bestimmen. Man wird in keine Stresshaltung gezwungen, bekommt kein Blickfeld aufgezwungen und kann entspannter und ergonomischer arbeiten. Das Thema Ergonomie ist bereits für einige Krankenhausträger ein Thema, für welches sie bereit sind, Geld zu investieren, da sie den personellen/zeitlichen Ausfall durch berufsbedingte Haltungsschäden und den damit verbundenen Ausfall von Operationen gegenrechnen. Ein subjektives Argument, welches man an dieser Stelle noch anbringen kann, ist, dass entspannte Chirurg*innen im Regelfall präziser, exakter, fehlerfreier und somit noch besser arbeiten werden.

Man kann die Chancen für den Gesundheitssektor durch Medizinroboter jedoch auch noch aus einem anderen Blickwinkel betrachten. Es ist kein Geheimnis, dass der medizinische Sektor unter einem erheblichen Fachkräftemangel leidet. Bereits jetzt geht man davon aus, dass ein Drittel der Anästhesist*innen in Deutschland verloren gehen werden. Auf mittlere und lange Sicht werden auch Ärzt*innen im OP fehlen. Daher muss das Gesundheitssystem lernen mit weniger Ressourcen einen besseren Outcome zu erreichen. Durch die Unterstützung von Medizinrobotern und Assistenzsystemen sinkt die Fehlerquote und wenn diese Tatsache in den Köpfen ankommt, bietet dies eine Perspektive, mit der man durch überschaubare Investitionen eine Technologie anbieten kann, die es vor 5 Jahren noch nicht gab und vor 10 Jahren noch reine Fiktion war.

Welche Technologie verbirgt sich hinter dem chirurgischen Roboter und welche externen Bedrohungen halten Sie für möglich?

Wir kommen mit unserer Technologie bzw. dem Bildempfinden nach dem Augenabstand des Menschen viel näher als zahlreiche 3D-Mikroskope. Hierzu ein kurzer Exkurs: Man kann Licht biegen, diese Möglichkeit bietet jedoch kein Standardmikroskop an, weshalb der traditionelle Weg (in der Aufricht-Mikroskopie) darin besteht einem geraden Lichtstrahl zu folgen. Diese kann man zwar spiegeln, knicken oder durch Prismen schicken aber am Ende wird es ein gerader vielleicht



gestreuter Lichtstrahl bleiben. Was wir mit unserer Technologie machen ist, dass wir das Licht biegen, indem wir es ganz vorne am Kamerakopf digitalisieren. Das ist sehr spannend, denn wir haben vorne Optiken wie jedes Mikroskop und erhalten dabei ebenfalls die Qualität und Auflösung wie sehr gute Operationsmikroskope. Das RoboticScope hat einen Kamerakopf, einen Roboterarm mit sechs Achsen und den fixierenden, stabilen Körper. Wir greifen das Bild mit zwei Kameras ganz vorne ab, dass im Head-Mounted Display wiedergegeben wird. Hierbei haben Chirurg*innen zwei Monitore vor den Augen, wodurch diesen der gewohnte Eindruck des Sehens vermittelt wird. Ist jemand es gewohnt durch ein Mikroskop zu operieren, so hat er gelernt mit zwei Augen in zwei kleine „Höhlen/Röhren“, die Okulare zu schauen. Mit unserem System sieht man das volldigitalisierte Bild, und zwar so, dass die Aufnahmen von der rechten Kamera auf dem rechten Auge und die der linken Kamera auf dem linken Auge erscheinen. Die beiden Bilder werden dann vom Gehirn automatisch zu einem Bild zusammengefügt. Durch die Zusammenführung der Informationen wird es dreidimensional, weshalb wir auch immer wieder hören, dass wir deutlich „tiefer“ Einblicke geben als andere Systeme bzw. mehr Tiefenwirkung in der Betrachtung entstehen.

Da unser System keine direkte Berührung mit den Patient*innen hat, sehe ich rein rechtlich zunächst keine Bedrohung. Das kann perspektivisch in Zukunft anders sein, wenn wir z.B. beginnen sollten künftig Laser anzubieten, um nur eine Fantasie zu bedienen. Oder Systeme entwickeln, die invasiv arbeiten. Eine realistische Gefahr besteht jedoch darin, dass sich große Unternehmen über uns ärgern und uns versuchen zu kopieren oder aufzukaufen.

Was ist Ihre Prognose für die nächsten 5 bis 10 Jahre? Wo sehen Sie ihr Unternehmen und robotische Assistenzsysteme im Allgemeinen?

Der Roboter ist im Operationssaal angekommen. Es gibt Häuser, wie beispielsweise die Barmherzigen Brüder, welche bereits vor Jahren die Grundsatzentscheidung getroffen haben, Innovationen im frühen Stadium zu folgen. Umrüstzeiten wurden verringert, ein und derselbe Roboter ist mehrmals täglich im Einsatz und das fünf Tage die Woche. So wurde OP-Ressourcen geschaffen. Bei Unikliniken wiederum steht weniger die Praxistauglichkeit und die Entlastung im Vordergrund, sondern die generelle Option den Fortschritt voranzutreiben. Dies wird sich auch in den nächsten 5-10 Jahren kaum ändern. Was sich jedoch ändern wird, ist dass der routinemäßige Einsatz im OP nicht mehr wegzudenken sein wird – auch wenn die Branche träge und zurecht vorsichtig ist.

Ein weiteres zu berücksichtigendes Kriterium ist, dass Medizingeräte aus der Tradition heraus extrem lange Nutzungsdauern haben, die je nach Fachrichtung stark variieren. Eine Nutzungsdauer von 10-15 Jahren ist keine Seltenheit, zum Teil darüber hinaus. Das heißt, selbst wenn jemand die Innovationskraft und das Potential eines Produktes sieht, ist es schwer zu argumentieren ein bestehendes, noch intaktes Medizingerät dafür auszutauschen.

Wenn ich an die Entwicklung unseres Unternehmens denke, möchte ich mehrere Aspekte miteinbeziehen. Unsere eigene Entwicklung haben wir zum Großteil selbst in der Hand. Die Entwicklung des Marktes und wie schnell man uns folgt hingegen nicht. Ein Kriterium, das wir gar nicht in der Hand haben, ist die Verfügbarkeit von Rohstoffen. Aktuell sind viele nicht verfügbar oder mit langen Lieferzeiten verbunden und auch die Preise sind um ein Vielfaches angestiegen. Am Ende des Tages hat dies maßgebliche Auswirkungen auf Unternehmen und somit den Gesundheitssektor. Entscheidungsträger werden sich - in der Momentan zusätzlich angespannten Situation im Gesundheitsbereich - einmal mehr überlegen, ob man sich ein weiteres Medizinprodukt wie einen Medizinroboter anschafft oder nicht.

Wie sieht der Medizinroboter der Zukunft aus und welche weltweiten Trends sehen Sie als besonders interessant an?

Speziell im Bereich der Mikrochirurgie wird die Lupenbrille zukünftig nicht mehr ausreichen. Man könnte sich jetzt fragen ab wann ein Produkt am Markt angekommen ist und ich für mich würde sagen, wenn ein Richter in einer Verhandlung sagt, dass Gold Standards nicht eingehalten wurden, weil nicht-zeitgemäße Produkte verwendet wurden. Es wird der Zeitpunkt kommen, an dem nicht mehr ohne Bildspeicherung gearbeitet werden darf – wenn auch nur aus forensischen Gründen. Die Vorteile liegen klar in der Präzision, Exaktheit und Reduzierung der Fehlerquote. Die große Mehrheit der Chirurg*innen wird auch zukünftig mit einem mikroskopischen System operieren. Durch die Volldigitalisierung unseres Systems bieten wir künftig die unkomplizierte Archivierung und Bildaufzeichnung an. Die Zukunft aller Robotersysteme besteht vermutlich auch darin vollständige Aufzeichnungen über das Geschehen anbieten zu können - Quasi als Nebenprodukt oder als Mehrwert. Ein Fokus wird sich weiterhin in Richtung Sicherheit verlagern – sowohl hinsichtlich Anwender- als auch Patientensicherheit.

Welche Herausforderungen sehen Sie in Bezug auf medizinische Roboter und robotische Assistenzsysteme in der Zukunft?

Die Hauptherausforderung aus meiner Sicht ist ärztlicherseits getrieben. Patient*innen können zwar Bedenken äußern aber sind letztendlich abhängig von der Aufklärung von Ärzt*innen. Es ist üblich, dass Patient*innen vor einem operativen Eingriff fragen welche Materialien, aber nicht welche Instrumente verwendet werden. Genauso wird es auch beim Einsatz eines Roboters im OP sein. Wir und jeder andere Roboteranbieter sehen das in unserem täglichen Handeln: Anwender*innen müssen sich auf die Technologie einlassen und erst dann kann sich das System etablieren. Das ist die größte Hürde, die wir nehmen müssen. Es ist kaum möglich zu beweisen, dass ein Roboter in der Medizin exakter arbeitet als ein Mensch – ist es doch der Mensch, der den Roboter nutzt und bedient! Die Herausforderung ist also, dass Anwender*innen neue Technologien zulassen. Wenn die Ärzteschaft dahintersteht und diese Expertise verkörpert, werden Patient*innen sich im Normalfall nicht gegen die Behandlung aussprechen.

Was ist der verrückteste Use Case mit Zukunftspotential, den Sie sich im Bereich Medizinroboter in den nächsten 10 Jahren vorstellen können?

Es ist vielleicht nicht besonders verrückt aber noch sehr weit weg – die Kombination verschiedener Robotertechnologien und Sprachsteuerungen. Vor allem die Sprachsteuerung ist zum jetzigen Zeitpunkt kaum oder nur sehr schwierig einsetzbar. Gerade im OP gibt es viele Geräusche, die dann als Störfaktor dienen und es somit für Systeme nahezu unmöglich macht, Anweisungen zu filtern und diese direkt umzusetzen. Denn im OP darf es keine Verzögerung geben und es gibt keine Zeit, um die Anweisung mehrfach zu wiederholen wie beispielsweise bei der Eingabe einer Adresse in ein Navigationssystem. Verzögerung oder Missverständnisse können im OP bedrohlich werden. Daher ist mein Use Case die Interaktion verschiedener robotischer Systeme miteinander, sodass ein reproduzierbarer Mehrwert entsteht.



Deep Dive

Medizinroboter, robotische Assistenzsysteme und Innovationen der Medizintechnik im Allgemeinen sind von technologischen Fortschritten getrieben. Ein dynamischer Markt, der über die Gesundheit und das Leben von Menschen entscheidet, bedarf kontinuierliche Optimierungen und Möglichmachen des Unmöglichen! In unserer Kategorie „Deep Dive“ widmen wir uns erfolgreichen und innovativen Schlüsseltechnologien, die im Kontext mit Medizinrobotern stehen. Wir bieten Ihnen Einblicke in das Kernstück der robotischen Assistenzsysteme, erklären die Funktionsweisen und nehmen Bezug zu Firmen, die die Technologie entwickelt haben oder anwenden.

Kennen Sie sich mit den Schlüsseltechnologien von Medizinrobotern aus? Kompakt und aggregiert. Erfahren Sie jetzt mehr und bleiben Sie up-to-date.

1. UV-C Technologie

Jährlich sterben europaweit rund 37.000 Menschen an Infektionskrankheiten, die sie sich in einer Gesundheitseinrichtung zugezogen haben. Man spricht hierbei von sogenannten Health-Associated Infections (HAI). In Amerika sind jährlich sogar 99.000 Todesfälle nachweislich auf HAI zurückzuführen. Gesundheitseinrichtungen stehen daher weltweit vor der Herausforderung die Ausbreitung von Bakterien, Viren und anderen gesundheitsschädlichen Mikroorganismen in der Einrichtungsumgebung einzudämmen und nachhaltig zu eliminieren.

Ein Unternehmen, das sich bereits vor der Pandemie mit der Thematik der Desinfektionsrobotik in Krankenhäusern und anderen Healthcare Einrichtungen gewidmet hat, ist UVD Robots, eine Tochtergesellschaft von Blue Ocean Robotics. Das Produkt verspricht durch seine UV-C-Desinfektionstechnologie in Kombination mit dem robotischen System die Infektionsprävention deutlich zu verbessern.

Das technologisch fortschrittliche Produkt Modell C ist ein vollständig autonom agierendes Robotersystem, das keine zusätzliche Bedienung durch einen Menschen benötigt und dabei schnell und chemiefrei Räumlichkeiten desinfiziert.

Das System wird mit Hilfe einer Karte der Einrichtung programmiert und desinfiziert daraufhin selbstständig die konfigurierten Bereiche. Dies ist durch den Einsatz von hochwirksamen keimtötenden und gleichzeitig oberflächenschonendem UV-C-Licht mit Wellenlängen von 200 bis 300nm möglich. Auf diese Weise werden DNA-Strukturen von Mikroorganismen in wenigen Sekunden vollständig zerstört und die Infektionsverbreitung aufgehalten. Damit der Roboter zuverlässig und gleichmäßig

INNOVATIVE ANSÄTZE

- **Unternehmen:**
UVD Robots ApS
- **Produkt:**
Modell C
- **Verfahren:**
UV-C Desinfektion
- **Vorteile:**
vollständig autonom;
Benutzerfreundlich;
Schnell (dekontaminiert 25m² in 10 Minuten);
Eliminiert die Gefahr von Schattenbildung und nicht desinfizierten Bereichen;
Wirksame mikrobielle Abtötung von Bakterien, Pilzen und Viren;
Reduzierung von Patienteninfektionen im Krankenhaus
- **Website**
<https://uvd.blue-ocean-robotics.com/>

desinfizieren kann, bewegt er sich basierend auf den konfigurierten Daten selbstständig durch den Raum. Durch die Ausstattung mit einem Laserscanner und 3D-Kameras kann er sich sicher um Hindernisse bewegen und somit die Gefahr von räumlich-bedingten Abschattungen gezielt entfernen. Da UV-C Licht für den Menschen schädlich ist, sind die Sensoren zudem in der Lage Menschen im Raum zu erkennen und die Desinfektion sofort zu unterbrechen.

Betrieben wird der UVD Robot Modell C mit Li-MNC Batterien, die eine große Reichweite ermöglichen. Außerdem ist der Roboter smart genug, um zu erkennen, wann es Zeit ist den Ladevorgang einzuleiten und sich daraufhin selbstständig an die Dockingstation zu begeben.

Die Bedienung des Modell C geschieht über ein Tablet, über das der Nutzer den Roboter bei der Erstreinigung einfach an den gewünschten Ort schicken kann. Während des Desinfektionsprozesses dokumentiert der Roboter den Desinfektionsfortschritt und -qualität in den einzelnen Bereichen, kann eine Wärme- als auch Expositionskarte erstellen und signalisiert dem Nutzer sobald er die Desinfektion vollständig abgeschlossen hat.

2. Exoskelette

Das Exoskelett als Rehabilitationsassistent unterstützt Patienten in Kraft, Gleichgewicht und Stabilisation. Das technologische Hilfsmittel ermöglicht Menschen mit erheblichen Mobilitätseinschränkungen oder sogar Querschnittslähmungen das Stehen und Gehen wiederzuerlernen oder zu optimieren. Aber wie kann ein Exoskelett dabei helfen, gelähmte Gliedmaßen wieder zu aktivieren?

Exoskelette zählen aufgrund ihres technischen Aufbaus zu der Gruppe der aktiven und passiven Stützstrukturen. Aktive Exoskelette haben neben mechanischen Elementen auch aktive Antriebskomponenten, die zur Reduktion der Belastung des Patienten verhelfen. Passive Exoskelette besitzen keinen aktiven Antrieb, sondern unterstützen lediglich mechanisch durch Gewichte, Dämpfer und Federn.

Bei aktiven Exoskeletten wird der Unterkörper im Regelfall durch einen festen Rahmen umschlossen, der das Gewicht des Exoskelettes selbst und dessen Anwender, sowie die Elektronik hält. Der Rahmen ist nicht nur aufgrund seiner Stützfunktion wichtig, sondern hilft dem Patienten dabei eine aufrechte und sichere Rumpfhaltung einnehmen zu können und einen natürlichen Gang zu erlernen. Um die Beweglichkeit zu gewährleisten, besitzt das Exoskelett Gelenke an den Hüften, Knien und Fußknöcheln. Integrierte bio-elektrische Sensoren sind in der Lage automatische Gewichtsverlagerungen zu erkennen und senden Signale an eine Smart Assist Software, über die der Therapeut informiert wird. Der Antrieb geschieht über eine wiederaufladbare Batterieeinheit, die sich meistens in einer Art Rucksack am Rücken befindet.

INNOVATIVE ANSÄTZE

- **Unternehmen:**
Ekso Bionics Inc
- **Produkt:**
eksoNR
- **Anwendungsfelder:**
Rehabilitation nach Schlaganfällen, Gehirnschäden oder Rückenmarksverletzungen
- **Besonderheit:**
individuelle Anpassung und real-time Analyse über Bewegungsabläufe
- **Website**
<https://eksobionics.com/>

Das neuro-rehabilitative Training mit Exoskeletten kann individuell auf den Patienten angepasst werden und bietet durch die erhobenen Daten wie Trainingslänge, Laufristanz und -geschwindigkeit wichtige Informationen über Fortschritte und Veränderungen. Diese werden in einer Cloud gespeichert. Die Anforderungen und motorische Unterstützung können bei modernen Exoskeletten für jedes Bein - je nach Beeinträchtigungsgrad - einzeln festgelegt und nachvollzogen werden. Das Spektrum reicht von einer hundertprozentigen Unterstützung bis hin zur patienten-initiierten Bewegung und kann sowohl in den Stand- als auch Schwungphasen des Gehprozesses kontrolliert werden. Die Sensoren übermitteln dauerhaft Informationen und mit Hilfe der Software können Schonhaltungen frühzeitig erkannt und korrigiert werden.

3. Laborrobotik

Roboter und robotische Assistenzsysteme etablieren sich in vielen verschiedenen medizinischen Bereichen – unter anderem auch im Einsatz in medizinischen Fachlaboren. Dabei unterstützen sie nicht nur das Fachpersonal, sondern leisten einen entscheidenden Beitrag zur Optimierung und Verbesserung der Probenqualität, sowie der Auslastung. Auch die Betriebskosten können durch die robotischen Systeme gesenkt werden.

Der größte Vorteil von Laborrobotern ist ihre Schnelligkeit, kontinuierliche Präzision und ihre Unermüdlichkeit bei immer wiederkehrenden Aufgaben. Dank des technischen Fortschritts sind heutige Roboter kleiner, flexibler in ihren Jobrollen und erfüllen höhere hygienische Ansprüche. Außerdem enthalten die meisten Roboter ein integriertes Vision-System und sind leicht zu programmieren.

Die häufigsten Tätigkeiten, die Roboter in Laboren übernehmen, sind Dosieren, Mischen, Automatisierung von Pipettierabläufen, Zusammenstellen steriler Instrumente und das Be- und Entladen von Zentrifugen.

Der Flowbot ONE widmet sich der Automatisierung von Pipettierabläufen. Dank seiner intuitiven Benutzeroberfläche ist es möglich problemlos und ohne aufwändige Programmierung Anpassungen an Verfahrensänderungen vorzunehmen. Im Gegensatz zu anderen Roboter Technologien ist der Flowbot ONE so entwickelt worden, dass er sich Arbeitsabläufen und Laborprozessen anpasst.

INNOVATIVE ANSÄTZE

- **Unternehmen:**
Flow Robotics
- **Produkt:**
Flowbot ONE
- **Auszeichnungen:**
DIRA Technology Award 2021
- **Vorteile:**
Steigerung der Produktivität bis zu 40%

Intuitive Benutzeroberfläche / keine aufwändige Programmierung notwendig
- **Website:**
<https://flow-robotics.com/>

Um den Liquid-Handling-Roboter ideal in das Tagesgeschäft zu integrieren, muss vorab eine Verbindung zu einem WLAN fähigen Computer oder Tablet hergestellt werden. Die spezifische Anforderung der Ausführung kann problemlos eingestellt und zu jeder Zeit verändert werden. Durch einfache Drag&Drop Lösung ist es möglich die einzelnen Komponenten direkt am Roboter zu verändern. Diese werden automatisch durch die AR-Technologie erkannt. Dabei können sowohl Standardplattenformate als auch kundenspezifische Rack-Formate verwendet werden. Über QR-Codes und Computer Vision Technology kann die Einrichtung geleitet und die richtige

Protokollprozedur ausgeführt werden. Durch den integrierten Barcode Scanner und die Erstellung von Ausgabe CSV-Dateien kann eine exakte Rückverfolgbarkeit der Proben gewährleistet werden.

Außerdem kann der Roboter durch zusätzliche, integrierte Geräte wie einem Shaker oder Heater-Cooler in seinem Anwendungsspektrum erweitert und optimiert werden. Die integrierten Gerätefunktionen ermöglichen eine vollständige Start-Stop-Steuerung im Arbeitsablauf.

4. Diagnoserobotik

Technologische Entwicklungen optimieren das Gesundheitssystem unter anderem damit, dass das Potential von Medizinrobotern kontinuierlich auf neue Anwendungsbereiche erweitert und zunehmend mehr ausgeschöpft wird. Während Roboter bereits vielseitig bei Operationen, bei Rehabilitationsmaßnahmen und im Labor eingesetzt werden, ist das Gebiet der Roboterunterstützten Diagnostik noch nicht stark erschlossen.

Diagnoseroboter sollen zukünftig zur Interaktion mit Patienten eingesetzt werden, um autonom anhand bestehender Symptome konkrete Krankheitsbilder zu bestimmen, Ratschläge zur Verbesserung des eigenen Gesundheitszustandes zu geben und weitere Behandlungsschritte vorzuschlagen, ohne dass ein Arzt konsultiert werden muss. Neben dem Vorabscreening muss der Roboter dabei auch soziale Komponenten erfüllen, sodass Patienten gerne und vertrauensvoll Inhalte teilen und natürlich mit dem medizinischen Assistenten interagieren.

Moderne Sozialroboter sind technologisch so weit, dass sie menschliche Gesichtszüge annehmen und spiegeln können, Gespräche führen und deren Inhalte auswerten sowie darauf reagieren können. Durch die Unvoreingenommenheit der Roboter können auf diese Weise rational Diagnosen gestellt werden durch ein einfaches Abfragen der Symptome und deren Kontext.

Welche technologischen Feinheiten machen den Medizinroboter zu einem sozialen Assistenten? Furhat Robotics & Merck arbeiten gemeinsam an einem Diagnoseroboter, der menschliche Gesichtszüge durch eine einzigartige Kombination aus Gesichtsanimation und individuell auswechselbaren Masken vereint. Um dies zu ermöglichen ist im Inneren des Roboterkopfes ein Projektor integriert, der eine 3D-Animation auf eine durchscheinende Maske projiziert. Auf diese Weise ist es auch möglich, dass lebensechte Ausdrücke, Kopfbewegungen und Mimikgesten nachgestellt werden können. Dank der hohen Auflösung und Kontrast der Maske kann Licht, das von einer optischen Projektionsposition einfällt, direkt absorbiert werden, weshalb das digital animierte Gesicht real und lebendig erscheint. Die hochmoderne Advanced 3D Face Engine ist in der Lage die Gesichtstexturen mit Hilfe graphischer Werkzeuge und einem System von Charakterparametern so zu verändern, dass unterschiedliche Gesichtsgeometrien erstellt und somit ausdrucksstarke Gesichtsausdrücke gesteuert werden können.

INNOVATIVE ANSÄTZE

- **Unternehmen:**
Furhat Robotics & Merck KGaA
- **Produkt:**
Petra (Prescreening Experience Through Robot Assessment)
- **Anwendungsbereich:**
Erkennung und Pre-Diagnostik von Krankheiten (Alkoholismus, Schilddrüsenunterfunktion, Prädiabetes)
- **Vorteile:**
KI-Diagnostik ermöglicht Patienten Aufschluss über ihren Gesundheitszustand, ohne vorab einen Arzt zu konsultieren
- **Website:**
<https://furhatrobotics.com/>

Der Roboter ist neben einer Kamera, leistungsstarken Lautsprechern sowie einem externen USB-Mikrofon-Array ausgestattet. Zudem verfügt er über ein präzises Gesichtserkennungssystem und Multi-User-Tracking das eine Interaktion mit bis zu 10 Personen gleichzeitig ermöglicht. Dadurch ist der Diagnoseroboter in der Lage Patienten zu hören und durch einen Single-Shot-Detektor präzise zu erkennen sowie diesen konkret von anderen zu unterscheiden. Mit Hilfe von erweiterter Computer Vision ist er zudem in der Lage Mimikanalysen durchzuführen. Die Kombination aus Bild- und Audioeingabe, sowie die Erwidern von Augenkontakt und Lächeln und der Einsatz von Conversational Intelligence ermöglicht eine zwischenmenschliche Kommunikation in mehreren Sprachen Dank integrierter NLU-Engine.

5. Pflegerobotik

Pflegeroboter der neuen Generation: Was steckt dahinter?

Der Pflegeroboter Lio von F&P Robotics ist in der Lage sich selbstständig in den Räumlichkeiten einer Einrichtung zu bewegen. Um dies zu ermöglichen sind an der mobilen Plattform Sensoren eingebaut, die ein schnelles und sicheres Ausweichen und Stoppen veranlassen. Bei der Ersteinführung wird der Roboter durch die Räumlichkeiten geführt, um sich einzuprägen, wo er sich aufhalten darf und wo sein Ladeplatz sein wird.

Integrierte Kameras unterstützen zusätzlich dabei Personen und Objekte zu erkennen und zuzuordnen. Sobald der mobile Assistent seinen Patienten und dem Fachpersonal vorgestellt wurde, ist er in der Lage die Personen wiederzuerkennen, diese namentlich anzusprechen und mit ihnen zu interagieren.

Außerdem ist er mit speziellen Berührungssensoren auf seiner sensitiven Oberfläche ausgestattet. Der Pflegeroboter zeichnet sich primär durch einen beweglichen, funktionalen Arm aus, mit der er viele verschiedene Tätigkeiten im Pflegealltag präzise ausführen kann. Zudem verfügt er über ein interaktives Display sowie ein Mikrofon und Lautsprecher, durch die eine reibungslose und flüssige Kommunikation mit Lio möglich ist.

Über die eigens entwickelte Software kann der Pflegeroboter Situationen erkennen und ermöglicht Deep Learning. Der Roboter kann auf die institutionsspezifischen Bedürfnisse programmiert werden und kontinuierlich hinzulernen.

Obwohl Pflegeroboter wie Lio bereits technologisch weit entwickelt sind, benötigen sie noch weitere Entwicklungsstufen, um zukünftig das Pflegepersonal auch in Tätigkeiten wie dem Waschen und Anziehen von Patienten, dem Umbetten und anderen sensiblen und körperlich anstrengenden Aufgaben zu unterstützen.

INNOVATIVE ANSÄTZE

- **Unternehmen:**
F&P Robotics AG
- **Produkt:**
Lio Pflegeroboter
- **Einsatzbereiche:**
Pflege- und Alterszentren, Rehazentren, privat zuhause
- **Vorteile:**
Unterstützung des Pflegefachpersonals

gibt Patienten Selbstständigkeit und Unabhängigkeit

24 Stunden Verfügbarkeit

Steigerung des Wohlbefindens und der Bewegungsaktivitäten
- **Website:**
<https://www.fp-robotics.com/de/>

Herausforderungen & Ausblick

Medizinroboter und robotische Assistenzsysteme haben im vergangenen Jahrzehnt ein erhebliches Wachstum verzeichnet und sich in den unterschiedlichsten medizinischen Fachbereichen etabliert. Die Roboter sind nicht nur ein Teil der medizinischen Ausstattung geworden, die unter anderem bei der Diagnostik, Behandlung und Rehabilitation unterstützen, sondern sind dabei den gesamten Gesundheitssektor zu revolutionieren.

Medizinroboter bieten Ärzten, Kranken- und Pflegepersonal eine Entlastung im Berufsalltag. Erhöhte Präzision und Genauigkeit, eine Steigerung der Versorgungsqualität sowie schnellere Durchführung von Operationen einhergehend mit geringerem Trauma sind die größten Vorteile, die robotische Systeme bieten. Die fortschrittlichen Maschinen sind in der Lage chirurgische Interventionen zu optimieren, Fernoperationen durchzuführen und zum Teil bereits autonom kleine, non-invasive Eingriffe vorzunehmen. Ein weiterer erheblicher Vorteil, der zum einen dem Anwender Schutz bietet und zum anderen den Zeitaufwand deutlich reduziert ist die automatische und lückenlose Prozesserfassung und Dokumentation. Diese kann im weiteren Verlauf auch bei der Entscheidungsfindung unterstützen sowie Verfahrensaufgaben automatisieren.

Patienten bieten sie Unterstützung in kognitiven, sozialen und emotionalen Prozessen und sind bereits in der Lage in der privaten Umgebung bei Akutsituationen zu handeln. Insgesamt ermöglichen die robotischen Systeme einen tieferen Zugang zur inneren Anatomie und eine ganzheitliche effektive und effiziente Verbesserung der Patientenversorgung.

Jedoch werden Medizinroboter und deren Hersteller ebenfalls mit einer Reihe an Herausforderungen konfrontiert.

Medizinroboter, die einen direkten Kontakt zum Patienten haben, sind wie andere Medizinprodukte auch, von strengen Regulatorien durch das MDR geregelt. Die Zulassungsprozesse und die Durchführung klinischer Studien ist langwierig und zäh. Robotische Assistenzsysteme wie beispielsweise spezielle, chirurgische Visualisierungssysteme, die den Patienten nicht direkt berühren, sind von dieser Herausforderung weitestgehend ausgeschlossen.

Hinzukommt, dass die Nutzungsdauer bei den meisten Robotertypen viele Jahre beträgt, sodass trotz der hohen Innovationskraft die Hemmnis von Gesundheitseinrichtungen hoch liegt, sich einen weiteren, wenn auch fortschrittlicheren Roboter anzuschaffen, wenn bereits ein anderes Modell vorhanden ist. Um kostendeckend arbeiten zu können, müssen die Einrichtungen

Eine weitere Herausforderung stellen Ärzte, Therapeuten und andere Anwender dar. Solange die Anwender nicht hinter den Technologien stehen und diese wohlwollend in ihrem beruflichen Alltag einsetzen, können sich existierende Medizinroboter oder neue Generationen nicht etablieren.

Zudem stehen Medizinroboter vor vielen komplexen, technischen Herausforderungen und einem starken Wettbewerb. Daher rücken Datenkonnektivität und moderne, skalierbare Softwarearchitektur immer weiter in den Vordergrund. Systeme bestehen aus Sensoren, Kameras, Rechenknoten und anderen Geräten, die gemeinsam als ein integriertes System agieren müssen. Dabei muss ein hohes Maß an Zuverlässigkeit, Leistung und Interoperabilität bei gleichzeitiger Cybersicherheit gewährleistet sein. Entwicklerteams greifen auf Konnektivitäts-Frameworks zurück, um sich auf die Kernkompetenzen und Anwendungsentwicklung konzentrieren zu können und gleichzeitig die Markteinführungszeit zu verkürzen.

Dennoch wird in Medizinroboter und robotische Assistenzsysteme ein großes Potential gesehen. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass es bereits heute an medizinischem Fachpersonal mangelt und auch in Zukunft ein weiterer Rückgang erwartet wird. Das Gesundheitssystem muss sich entsprechend mit neuen bzw. zusätzlichen Ressourcen aufstellen, um denselben Output und Service bieten zu können. Robotische Systeme bieten durch ihre Ausdauer, Präzision und ihr intelligentes Lernverhalten eine großartige Möglichkeit, um gemeinsam mit dem menschlichen Fachpersonal die Lücken zu schließen und die Qualität der Gesundheitsversorgung aufrechtzuerhalten. Der Nachfrage nach Medizinrobotern und die Ausbreitung auf weitere Anwendungsfelder soll auch in den nächsten Jahren weiter steigen.

Market Insights

arcoro hat es sich zur Aufgabe gemacht die Zukunft der Medizintechnik aktiv mitzugestalten, indem wir MedTech-Unternehmen und Fachexperten zusammenbringen. Durch unser großes Netzwerk und den persönlichen Austausch mit Branchenexperten der Medizintechnik sind wir in der Lage Ergebnisse zu liefern, die auch Ihnen einen echten Mehrwert und spannende Einblicke in die aktuelle Umgebung aber auch in die Zukunft bieten. Durch Umfragen spezifischer Zielgruppen, dem geballten Fachwissen der Spezialisten und umfassender Recherche sind Sie dank uns nah am Markt. Das Resultat: bundesweit aggregiertes und detailliertes Insiderwissen für Sie kompakt zusammengefasst. Kandidaten erlangen die Möglichkeit Ihre eigene Perspektive zu teilen und sich in den Vergleich mit Branchenkollegen zu stellen. Unternehmen bekommen eine zusätzliche, unabhängige Quelle, um wertvolle Eindrücke des Medizintechnikmarktes zu gewinnen und dessen Entwicklung in Bezug auf verschiedene Innovationsbereiche zu verfolgen.

Innovationen der Medizintechnik: Medizinroboter

Umfragehintergrund:

Zeitraum der Befragung: 22.10.2021 bis 06.12.2021

Anzahl der Teilnehmer: 46

Art der Befragung: Fragebogen (Fokus auf offene Fragen)

Tool: Survey Monkey

Teilnehmerprofil: Nationale und internationale Spezialisten aus dem Bereich Medizinroboter und robotische Assistenzsysteme

1. Entwicklung der gesundheitlichen Versorgung durch Medizinroboter oder robotische Assistenzsysteme

- Entlastung des medizinischen Personals in Routineaufgaben
- Exakte und zeitlich lückenlose Prozessdokumentation
- Höhere Präzision
- Steigerung der Durchführungszeiten in Akkordtätigkeiten (z.B. Labor)
- Patientenindividuelle Behandlung
- Verkürzung stationärer Aufenthalte durch Reduktion von Post-OP-Trauma
- Patientenmarketing
- KI der Diagnostik intraoperativ
- Erhöhung des Standardisierungsgrades
- Trainingsoptionen für junge Ärzte und Studenten
- bestehender und zukünftiger Mangel an Ärzten / medizinischem Personal kann durch robotische Ressourcen eingedämmt und derselbe Output erreicht werden
- Unterstützung in Entscheidungen während operativen Eingriffen



2. Medizinroboter – welche Produkte versprechen hohes Erfolgspotential?

KI basierte OP-Roboter	★ ★ ★ ★
Visualisierungssysteme	★ ★ ★ ★
Humanoide Roboter für Pflegeheime	★ ★ ★ ★
Orthopädische Roboter (z.B. für patientenindividuelle Hüftimplantate)	★ ★ ★
Robotische Exoskelette	★ ★ ★
Telerobotische Systeme	★ ★ ★
Rehabilitationsroboter	★ ★
Roboter mit Sprachsteuerung / Integration verschiedener robotischer Systeme	★ ★
Roboter zur Tumorerkennung	★
Kardiologische Roboter (z.B. für Herzkatheter)	★
Roboter zur klinischen Raumdesinfektion	★
Diagnoseroboter	★

3. Gamechanger und Forschungsinstitute – wer prägt den Markt auf nationaler und internationaler Ebene?

GAMECHANGER

Kuka AG	Medtronic Ltd	Intuitive Surgical Inc
Asenus Surgical Inc	Virtual Incision Corp.	Stryker Corp.
Reactive Robotics GmbH	Quantum Surgical SAS	Quantum Surgical SAS
Auris Health Inc	UVD Robots	MicroPort Inc
Stereotaxis Inc	Engineered Arts Ltd.	Verb Surgical Inc.



FORSCHUNGsinSTITUTE

DLR - Institute of Robotics and Mechatronics	IRCAD France
DFKI Robotics Innovation Center	TMC Innovation Institute
Multiscale Medical Robotics Center	University of Leeds
TU München	Northeastern University - Institute for Experiential Robotics
Institute of Medical Robotics at Shanghai Jiao Tong University	SIAT - Center for Medical Robotics and Minimally Invasive surgical Devices
STORM Lab	

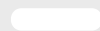
4. Chancen und Risiken der Medizintechnik durch den Einsatz von Healthcare Wearables

Chancen



- Unterstützung bei kognitiven Prozessen (z.B. Demenzerkrankungen)
- Qualitätssteigerung bei gleichbleibender Leistung
- Präzision & Genauigkeit
- Entlastung des medizinischen Personals
- schnellere Durchführung von Operationen
- Bewahrung der Privatsphäre in der Pflege von häuslichen Patienten (keine fremden Personen im Haushalt)
- Unterstützung bei sozialen Prozessen
- Steigende Sicherheit chirurgischer Interventionen
- Möglichkeit zur lückenlosen Dokumentation
- Rehabilitationsfortschritte
- Geringeres Trauma
- Fernoperationen

Risiken



- Hohe Anschaffungskosten
- Technische Ausfälle / Systemfehler
- Soziale Isolation
- Länderspezifische Rechtsauffassungen und -differenzen (z.B. bei Fern OPs)
- Cyber Angriffe für computerbasierte Chirurgie
- Verantwortung / Haftung (wer ist verantwortlich - Arzt vs Roboter)
- Ethische Faktoren
- Skepsis bei Anwendern erschwert die weitreichende Etablierung robotischer Systeme im Alltag
- Lange Nutzungsdauer der Medizinroboter verringert die Nachfrage nach neuen, innovativen Roboterlösungen aufgrund der Zusatzkosten

5. High Potentials - Roboterlösungen der Zukunft?

ROBOTERLÖSUNG	ZUKUNFTSPOTENTIAL
Laborroboter	85 Prozent 
OP-Roboter	91 Prozent 
Companionroboter / Serviceroboter	79 Prozent 
Pflegeroboter	32 Prozent 
Diagnoseroboter	46 Prozent 
Robotische Exoskelette	76 Prozent 
Humanoide Roboter zur psychotherapeutischen Behandlung	67 Prozent 
Rehabilitationsroboter	81 Prozent 
robotische Visualisierungss- ysteme	87 Prozent 
Telerobotische Systeme	85 Prozent 

6. Mögliche Einsatzbereiche in der Zukunft

(Früh-) Rehabilitation	Nutzung als Telemanipulator	autonome non-invasive Eingriffe	innovative Bildgebung (ICG, HSI, etc.)
automatische Tumorerkennung im OP	künstliche Intelligenz als Entscheidungsträger	Diagnostik Device	Unterstützung des Pflegepersonals in körperlichen Aktivitäten

7. Use cases die in naher Zukunft Alltag sein könnten

- Roboter oder robotische Assistenzsysteme, die bereits bei der Frührehabilitation eingesetzt werden können und durch gezielte körperliche Entlastung und kontinuierlichen, präzisen Unterstützung von Bewegungsabläufen dabei unterstützen Mobilität, Kraft, Gleichgewicht und Beweglichkeit zurückzuerlangen.
- Robotische Systeme werden in Zukunft auch als Telemanipulator genutzt und unterstützen durch innovative Bildgebungstechniken (ICG, HSI etc.) bei der medizinischen Behandlung.
- Roboter, die in der Lage sind automatisch Gewebeveränderungen und Tumore zu erkennen und während einer Operation diese präzise entfernen können.
- Die Kombination aus künstlicher Intelligenz und Roboterlösungen können in Zukunft daten-basierte Entscheidungs- und Handlungsempfehlungen ableiten und somit bei der Diagnose, chirurgischen Eingriffen und Behandlungen sowie Rehabilitationsverfahren optimieren.
- Smarte, KI-integrierte Roboterlösungen für die Diagnose und Behandlung individueller Krankheitsbilder wie beispielsweise Diabetes und Demenz im privaten Alltag.
- Optimierung von Pflegerobotern durch verstärkten Fokus auf Feinmotorik und Unterstützung des Personals bei körperlichen Aktivitäten.
- Interaktion verschiedener robotischer Systeme miteinander, sodass ein reproduzierbarer Mehrwert entsteht
- Optimierte Lösungen in der Integration von Sprachsteuerung in medizinische Roboter oder robotische Assistenzsysteme, sodass Chirurgen oder Pflegepersonal Anweisungen geben und gleichzeitig die Hände am Patienten behalten können.

ABOUT arcoro

arcoro ist eine renommierte, hochspezialisierte Personaldienstleistungsboutique mit dem visionären Ziel „MedTech-Unternehmen der Zukunft zu verbinden“. Hierzu bieten wir flexible und vielfältige Lösungen für Medizintechnikunternehmen und Medizintechnikexperten. Wir verstehen uns als Vermittler von Expertise und jahrelanger Erfahrung unserer Branchen-experten in Unternehmen, die bedeutende, innovative und spannende Projekte in der Branche verfolgen.

Dabei konzentrieren wir uns auf unterschiedliche Kompetenzbereiche, die die Fachgebiete Clinical Affairs, Regulatory Affairs, Forschung und Entwicklung sowie Produktion und Qualitätsmanagement umfassen. Unternehmen ermöglichen wir den Zugang zu mehr als 3000 medizintechnischen Fachexperten aus unserer Datenbank. Kandidaten bieten wir neue Entwicklungsmöglichkeiten und Impulse durch Einsatz in innovativen Projekten der Zukunft in einem stetig wachsenden Umfeld namhafter Unternehmen mit hoher Innovationskraft.

Was treibt uns an? Persönlicher Kontakt, jahrelange Expertise im dynamischen Umfeld der Medizintechnikbranche und das Streben nach Innovation. Lassen Sie uns gemeinsam die Medizintechnik revolutionieren.

Wir sind an 2 arcoro Standorten für Sie da!

Gerne helfen wir Ihnen weiter!

Büro München

arcoro GmbH
Innere Wiener Straße 36
81667 München

Tel +49 89 2620 9940
E-Mail: info@arcoro.de



Büro Heidelberg

arcoro GmbH
Ziegelhäuser Landstraße 39
69120 Heidelberg

Tel +49 6221 4784 20
E-Mail: info@arcoro.de

