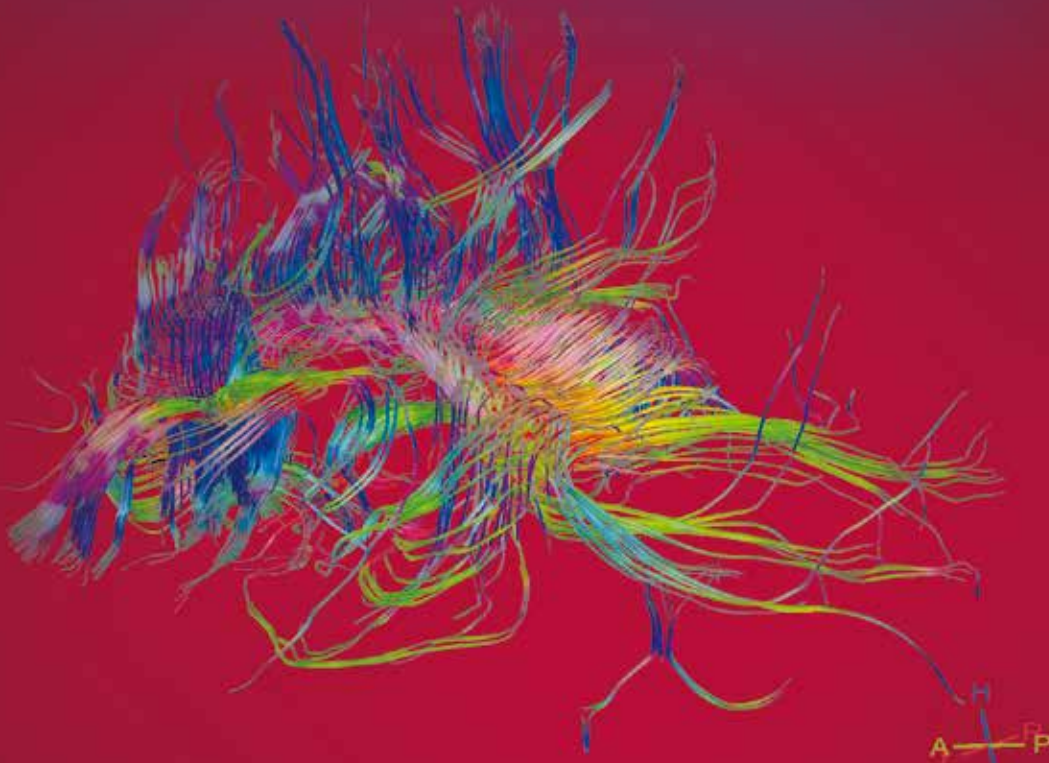


# TechnoScope

by satw 2/21



## MEDIZINTECHNIK

Technik, die Menschen hilft

## Technik auf der Intensivstation

Auf der Intensivstation werden Personen betreut, die sich in einer lebensbedrohlichen Lage befinden. Neben speziell geschultem Personal sind technische Geräte zur Überwachung und Behandlung des Patienten oder der Patientinnen unabdingbar. Eine zentrale Rolle übernimmt der Überwachungsmonitor, der kontinuierlich die Lebenszeichen/Vitalzeichen oder Grundfunktionen des Körpers misst, unter anderem die Herzrhythmusmittels Elektroden und **EKG**, die Sauerstoffsättigung im Blut mittels eines **Pulsoximeters** mit Lichtsensor am Finger, die Pumpleistung des Herzens mittels einer Blutdruckmanschette. Weichen die Werte von den erwarteten ab, geben die Geräte ein Alarmsignal ab.

Um beeinträchtigte oder ausgefallene Organfunktionen zu kompensieren, können invasive Verfahren nötig sein, bei denen ein Katheter, meist ein dünner flexibler Schlauch, in den Körper eingeführt wird. Über Venenkatheter werden Medikamente verabreicht, ein Blasenkatheter misst die Urinproduktion und entleert die Blase, über eine Magensonde wird die

Person ernährt. Benötigt sie Unterstützung bei der Atmung, kann er über einen Beatmungsschlauch, der in die Luftröhre eingesetzt wird, mit sauerstoffangereicherter Luft versorgt werden. Ist die Atemfunktion besonders stark beeinträchtigt, kann über ein **ECMO-Gerät** das Blut aus dem Körper geführt, über eine künstliche Membran mit Sauerstoff angereichert sowie von Kohlendioxid befreit und wieder dem Körper zugeführt werden.

Auf einer Intensivstation ist mehr Personal im Einsatz als auf einer normalen Krankenstation, damit die engmaschige Kontrolle und Betreuung der Patienten oder Patientinnen gewährleistet ist. Die besonderen Anforderungen auf der Intensivstation verlangen nach spezialisiertem Fachwissen und Know-how bei der Bedienung der Geräte. In der Schweiz ist zur Erlangung des Titels **Facharzt/-ärztin der Intensivmedizin** eine sechsjährige Weiterbildung Voraussetzung, während für Pflegefachpersonen ein berufsbegleitendes Nachdiplomstudium höhere Fachschule von mindestens 2 Jahren Pflicht ist.







# Virtuelle Realität in der Medizin

Die Technik der virtuellen Realität (VR) ist nicht mehr der Unterhaltungsindustrie vorbehalten, sondern wird in verschiedenen Bereichen der Medizin bereits eingesetzt oder ist Gegenstand der Forschung.

Auch bei der Planung echter Operationen kann VR ein hilfreiches Instrument sein und wird unter anderem im Unispital Basel eingesetzt. Ein 3D-Modell des Gehirns eines Patienten oder Patientin zum Beispiel erlaubt dem Arzt oder der Ärztin einerseits, die genaue Lage eines Aneurysmas zu erkunden und sich auf die OP vorzubereiten, andererseits kann er damit dem Patienten oder den Patientinnen den bevorstehenden Eingriff anschaulich erklären. Während der OP wird das 3D-Bild noch nicht eingesetzt, aber direkt im Anschluss daran kann über eine Angiografie, die noch am OP-Bett gemacht wird, das Ergebnis des Eingriffs in 3D erfasst und beurteilt werden.

Bei der Neurorehabilitation könnte VR eine sinnvolle Ergänzung der konventionellen Physiotherapie werden. Die Schweizer Firma MindMaze zum Beispiel bietet digitale Therapien an, bei denen der Patient oder die Patientin bestimmte Bewegungen ausführen muss, um ein Game zu steuern. Dabei sollen die motorischen Fähigkeiten und kognitiven Funktionen gefördert werden. Wie VR die Medizin unterstützen kann, erzählt uns Jasmine Ho.

## Jasmine Ho

Neurowissenschaftlerin am Psychologischen Institut der Universität Zürich, forscht an Anwendungen der virtuellen Realität (VR) im Bereich der Schmerztherapie sowie der Plastizität des körperlichen Selbst.

**Technoscope: Wie kann VR in der Neuropsychologie von Nutzen sein?**

**Jasmine Ho:** VR kann unter anderem in der Behandlung posttraumatischer Belastungsstörungen, bei chronischen Schmerzen oder Phobien eingesetzt werden. Der Patient oder die Patientin wird damit in eine bestimmte Situation versetzt und z. B. mit seiner Höhenangst in einer kontrollierten Umgebung konfrontiert. Das ist möglich, weil VR ein starkes Gefühl der Präsenz induziert, das Gefühl, dass man sich an einem Ort befindet.





### Woran forschen Sie zurzeit?

Ich untersuche den Effekt von VR bei chronischen Schmerzen. Diese hängen mit einem verzerrten Körperbild zusammen. Ein Patient oder die Patientin könnte zum Beispiel seinen schmerzenden Arm als gross und geschwollen wahrnehmen, obwohl er das gar nicht ist. Ein Avatar kann diesem verzerrten Bild entgegenwirken. Der Patient oder die Patientin sieht dann über eine VR-Brille einen Körper, den sein Gehirn als den eigenen interpretiert. Hat dieser Avatar einen verkleinerten oder durchsichtigen Arm, kann dies das Schmerzgefühl reduzieren.

### Wie funktioniert das technisch?

Der Patient trägt Tracker am Handgelenk. Basisstationen im Raum registrieren seine Handbewegungen und mit inverser Kinematik wird die Bewegung des ganzen Arms nachvollzogen. Der Avatar vollzieht zeitgleich die gleiche Bewegung wie der eigene Körper, was der Patient über die VR-Brille wahrnimmt.

### Brauchen Sie für Ihre Forschung Programmierkenntnisse?

Es ist sicher hilfreich, für angehende Neurowissenschaftler/-wissenschaftlerinnen und Psychologen /Psychologinnen, aber auch in jedem anderen Forschungsbereich, zumindest ein Grundverständnis zu



haben, wie Programmieren funktioniert. Für meine Tests mit Patienten programmiere ich für die VR die Grundlagen wie den Raum, das Skelett und den Avatar, die tiefere Programmierung für die Kinematik wird von einem Programmierer erstellt.

## «VR ist eine Ergänzung zu herkömmlichen Therapien»

### Wieweit ist die Technologie ausgereift?

VR in der Neurowissenschaft ist noch im Forschungsstadium und es gibt immer technische Probleme wie Softwareupdates, die einen Teil des Codes lahmlegen, oder Probleme beim Tracking. Bei den Avatars und dem Body-Tracking ist noch grosses Entwicklungspotential, sicher ein interessantes Feld für angehende Programmierer oder Programmiererinnen.



In einer weiteren Studie untersucht Jasmine Ho den Effekt von VR auf Menschen mit Body Integrity Disphoria (BID), die einen eigenen Körperteil als fremd und unerwünscht empfinden. Diese Patienten bekommen einen Avatar, bei dem der störende Körperteil (hier ein Bein) fehlt, während ihre Hirnaktivität untersucht wird.



Im Video sieht man einen BID-Patienten, der an der Studie von Jasmine Ho teilnimmt.  
[bit.ly/bid\\_basel](https://bit.ly/bid_basel)



### Was sind die Vor- und Nachteile verglichen mit herkömmlichen Behandlungsmethoden?

VR ist im Vergleich zu schmerzstillenden Drogen weniger invasiv und zeigt nur wenige Nebenwirkungen wie Schwindel oder Übelkeit. Natürlich muss noch genauer untersucht werden, ob z. B. bei BID-Patienten /-Patientinnen das Risiko besteht, den Amputations-

wunsch zu vergrössern oder bei Schmerzpatienten die Schmerzen verstärkt werden. Wenn man an die Opioid-Krise in den USA denkt, könnte VR dazu beitragen, den Gebrauch von Opioiden zu senken. Insgesamt hat VR sicher grosses Potential, aber es wird natürlich nicht die Lösung aller Probleme sein. Ich sehe VR nicht als Ersatz herkömmlicher Therapien, sondern als Ergänzung.



Video zu Unispital Basel  
[bit.ly/vr\\_medicine](https://bit.ly/vr_medicine)

Video über virtuelles OP-Training und Forschung zu Augmented Reality während der OP  
[bit.ly/vr\\_chirurgie](https://bit.ly/vr_chirurgie)

MindMaze  
[www.mindmaze.com](http://www.mindmaze.com)



# TECHNEK, die den Menschen hilft

Früher Morgen. Auf dem Neuschnee glitzert bereits die Sonne, als Nico und sein Freund in der Bergstation aus der Kabine drängen.



So schnell wie möglich auf die Bretter und dann nichts wie los, quer über die markierte Piste hinaus zum Waldrand. Denn dort liegt der Schnee noch unberührt und tief. Den halben Vormittag powdern die beiden, dass es nur so spritzt. «Ich mach jetzt mal Pause», sagt der Freund gegen Mittag in der Kabine. «Man sieht sich», antwortet Nico und fährt allein los.

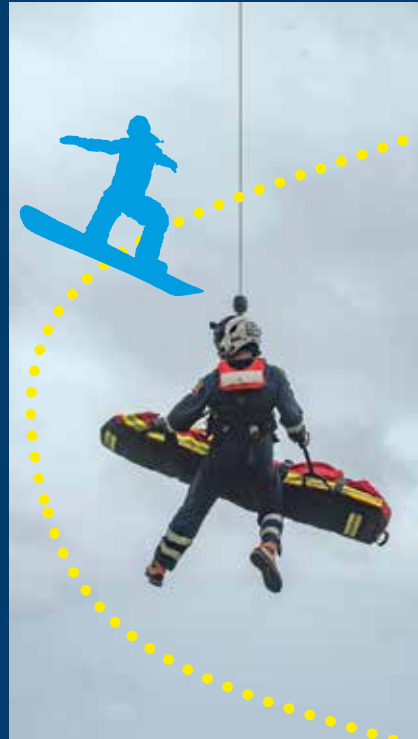
# AARGHH!



Dass Nico hungrig ist, und das Wetter umgeschlagen hat, verdrängt er. Dass auch die Sicht besser sein könnte, merkt er zu spät: Er schätzt die Distanz falsch ein, der Sprung missglückt, er stürzt. Rund um ihn wird es dunkel.



Ein Freerider, allein, schwer verletzt, ohnmächtig im Schnee: Dass diese Geschichte trotzdem gut endet, verdankt Nico einer App, die er seinen Eltern zuliebe auf seinem Smartphone installiert hat: Uepaa. Uepaa kann selbst aus einem Funkloch heraus die Rettungsflygwacht allarmieren, indem sie alle Handys in der Umgebung ortet und zwischen ihnen ein Netz aufbaut. Und zwar tut sie das, wenn der Verunfallte nicht selber Hilfe anfordern kann, ganz von selber: Dann versucht sie zuerst, Personen im näheren Umkreis zu alarmieren. Antwortet niemand, nimmt sie als nächstes direkt mit der Notrufzentrale Verbindung auf. «Totmann-Alarm» heisst diese Funktion.



Inzwischen hat es zu schneien begonnen. Nebel zieht auf. Dank dem Instrumentenflugverfahren (IFR), das Flüge bei schlechter Sicht ermöglicht, kann der Rettungshelikopter trotzdem fliegen. Zudem macht ein Synthetic-Vision-System den Piloten auch bei schlechten Sichtverhältnissen auf mögliche Gefahren und Hindernisse aufmerksam. Um den ohnmächtigen Nico zu bergen, müssen die Rettungssanitäter die Winde einsetzen, wie immer, wenn sie nicht in der Nähe der Verunfallten landen können.

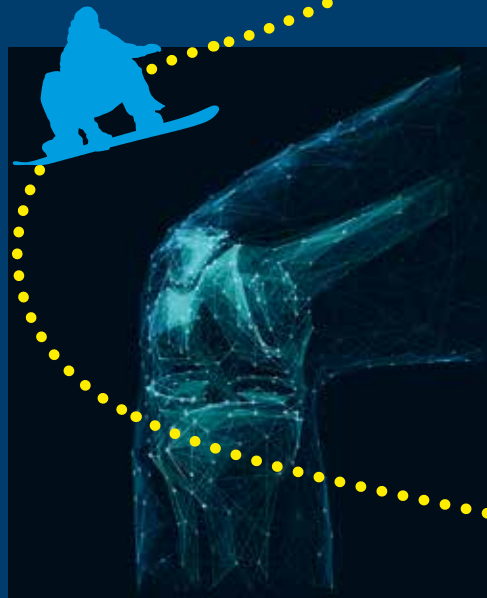


Im Helikopter wird der Bewusstlose auf die Roll-In-Trage gebettet. Dank dem darunter geklappten Fahrgestell wird die Crew ihn bei der Ankunft im Krankenhaus nicht auf eine neue Tragebetten müssen.





Vor allem aber wird die Roll-In-Trage ihn vom Helikopterlandeplatz bequem bis zum Operationsaal rollen können. Das freut die Notärztin besonders: Er befürchtet nämlich, dass Nico sich an der Wirbelsäule verletzt haben könnte, und will ihm unnötige Erschütterungen beim Transport möglichst ersparen.



Inzwischen ist es Nacht. Nico, bereits unter Vollnarkose, liegt im OP. Seine Eltern sitzen im Wartezimmer. Seit sie mit der Chefärztin sprechen konnten, sind sie ruhiger. Die Verletzung des Rückenmarks ist minim und sollte höchstens vorübergehende Lähmungserscheinungen verursachen. Dafür bereitet den Ärzten Nicos Knieverletzung Sorgen: Das Gelenk ist praktisch zertrümmert und muss durch eine Prothese ersetzt werden.

Dieses präzise Abbild seines Knies hält Nico ein paar Tage später in der Hand. Noch liegt er ziemlich groggy im Krankenhausbett, aber er gibt sich Mühe, den Worten des Oberarztes zu folgen. Der Mann im weißen Kittel erklärt ihm anhand des 3D-Modells baargenau, was mit seinem Knie passiert ist und warum es jetzt einiges brauchen wird, bis es wieder voll funktioniert. «Aber du hast Glück», sagt er, «nächste Woche kommst du in den Lokomat.»



Trotzdem sind sie zuversichtlich. Mithilfe der 3D-Operationsplanung haben sie den hochkomplizierten Eingriff Schritt für Schritt an einem dreidimensionalen Computermodell am Bildschirm simuliert und die Form der benötigten Prothese passgenau berechnet. Dafür wird der Computer mit Bilddaten, beispielsweise von Röntgenaufnahmen oder MRT-Bildern, gefüttert. Die so errechneten Modelle können auch in einen 3D-Drucker importiert und ausgedruckt werden.





# Personalisierte Medizin

In der sogenannten personalisierten (auch individualisierte, stratifizierende oder Präzisions-) Medizin werden beim einzelnen Patienten unter anderem<sup>1</sup> individuelle genetische Unterschiede identifiziert und basierend darauf Voraussagen über die Wirksamkeit und Verträglichkeit eines Medikaments getroffen und die passende Therapie gewählt.

Ein Gebiet, in dem Präzisionsmedizin bereits zum Einsatz kommt, ist die Onkologie. Bei fortgeschrittenem Darmkrebs zum Beispiel ist bekannt, dass bestimmte Wirkstoffe nur dann wirken, wenn im Tumor ein bestimmtes Gen (kras) keine Mutation aufweist. Ein Gentest zeigt auf, ob dies beim einzelnen Patienten der Fall ist. Falls das Gen doch mutiert ist (und das betrifft 40% der Patienten), muss der Patient auf andere Weise behandelt werden.

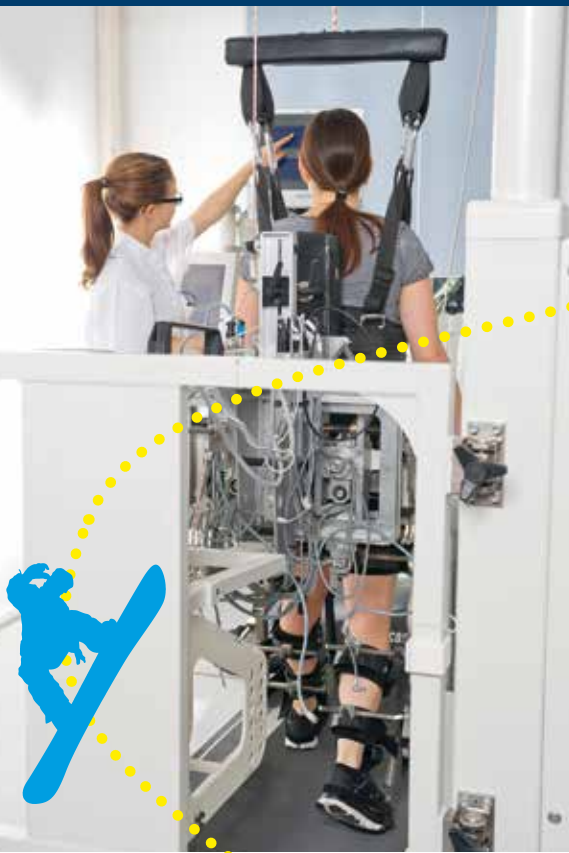
Auch bei AIDS wird die Wahl der Therapie vom Ergebnis eines Gentests mitbestimmt. Vor Therapiebeginn wird festgestellt, ob der Patient eine spezifische Variante eines Gens trägt (HLA-B\*5701). Ist dies der Fall, darf der Patient ein bestimmtes Kombinationspräparat nicht erhalten, da das Risiko einer schweren Nebenwirkung bei ihm zu hoch wäre.

Solche Erkenntnisse sind den gewaltigen Fortschritten in der DNA-Sequenzierung, der Big Data-Analyse und im Cloud-Computing zu verdanken. Mit «Next Generation Sequencing» zum Beispiel können Milliarden von Genen gleichzeitig sequenziert werden. Die anhand einer Referenzsequenz identifizierten genetischen Varianten werden dann mithilfe riesiger Datenbanken und prädiktiver Software hinsichtlich ihrer potenziellen Auswirkung auf Erkrankung oder Therapie analysiert.

<sup>1</sup>auch Proteomics, Metabolomics, Wearables zählen zur personalisierten Medizin



Während ihn eine Krankenpflegerin im Rollstuhl durch die Gänge schiebt, schwört sich Nico, niemanden merken zu lassen, wie sehr er sich davor fürchtet, wieder gehen lernen zu müssen.



Wenig später hängt er mit Gurten und Schlaufen gesichert über einem Laufband, die Hüften, Knie und Füße in ein Gerät eingespannt, in dem Elektromotoren summen. Während einer halben Stunde gibt dieser Gehroboter den Takt vor, setzt mit der genau richtig dosierten Unterstützung und im richtigen Tempo einen seiner Füße vor den anderen. So werden Bewegungsmuster reaktiviert und trainiert, die dem Körper durch den Unfall abhandengekommen sind. Nach dem Training ist Nico fix und fertig. Aber zuversichtlich: «Das kriegen wir hin», hat die Pflegerin gesagt. Und Nico weiß, dass er recht hat.

## Im Dienste der Gesundheit

Medizintechnik ist Technik für den Menschen. An der Schnittstelle von Ingenieurwissenschaften und Medizin hilft sie dabei, Krankheiten zu verhindern oder rechtzeitig zu erkennen (Diagnose), sie zu heilen oder zu lindern (Therapie). Und sie unterstützt Kranke dabei, wieder gesund zu werden (Rehabilitation). In Sachen High-Tech-Innovation hat die Medizintechnik die Nase ganz vorn (siehe Wow!): Bildgebende Verfahren, 3D-gedruckte Implantate, Medizinroboter, intelligente Prothesen...







An: **Jacqueline Beriger-Zbinden**

Kopie:

Betreff: **Studien- und Berufswahl**

**Liebe Frau Beriger-Zbinden**

**Mit der Schule haben wir eine Firma besucht, die medizinische Geräte herstellt. Im hauseigenen Museum haben wir die rasante Entwicklung der Technik mitverfolgen können. Mit welcher Studienrichtung könnte ich auch einen Beitrag leisten?**

Lieber Yann

In der Medizin werden tatsächlich in verschiedenen Bereichen dank technischer Neuerungen riesige Fortschritte ermöglicht. Unzählige Geräte und Systeme werden in der Diagnose und Therapie eingesetzt. Es geht also immer um die Kommunikation zwischen den beiden Welten Technik und Medizin.

Eine wichtige Voraussetzung für ein Studium im Bereich Medizintechnik ist die Freude an Naturwissenschaften und Technik, aber auch die Bereitschaft, sich mit wirtschaftlichen und ethischen Fragen auseinanderzusetzen.

Wenn es dir darum geht, möglichst schnell in die Entwicklung und Produktion komplexer Medizinprodukte einzusteigen, ist die interdisziplinäre Ausbildung in Medizintechnik an verschiedenen Fachhochschulen eine interessante Variante. Du befindest dich hier an der Schnittstelle zwischen Medizin und Ingenieurwissenschaften.

Wenn du lieber an einer universitären Hochschule studieren möchtest, kannst du in der Deutschschweiz an den Universitäten Zürich

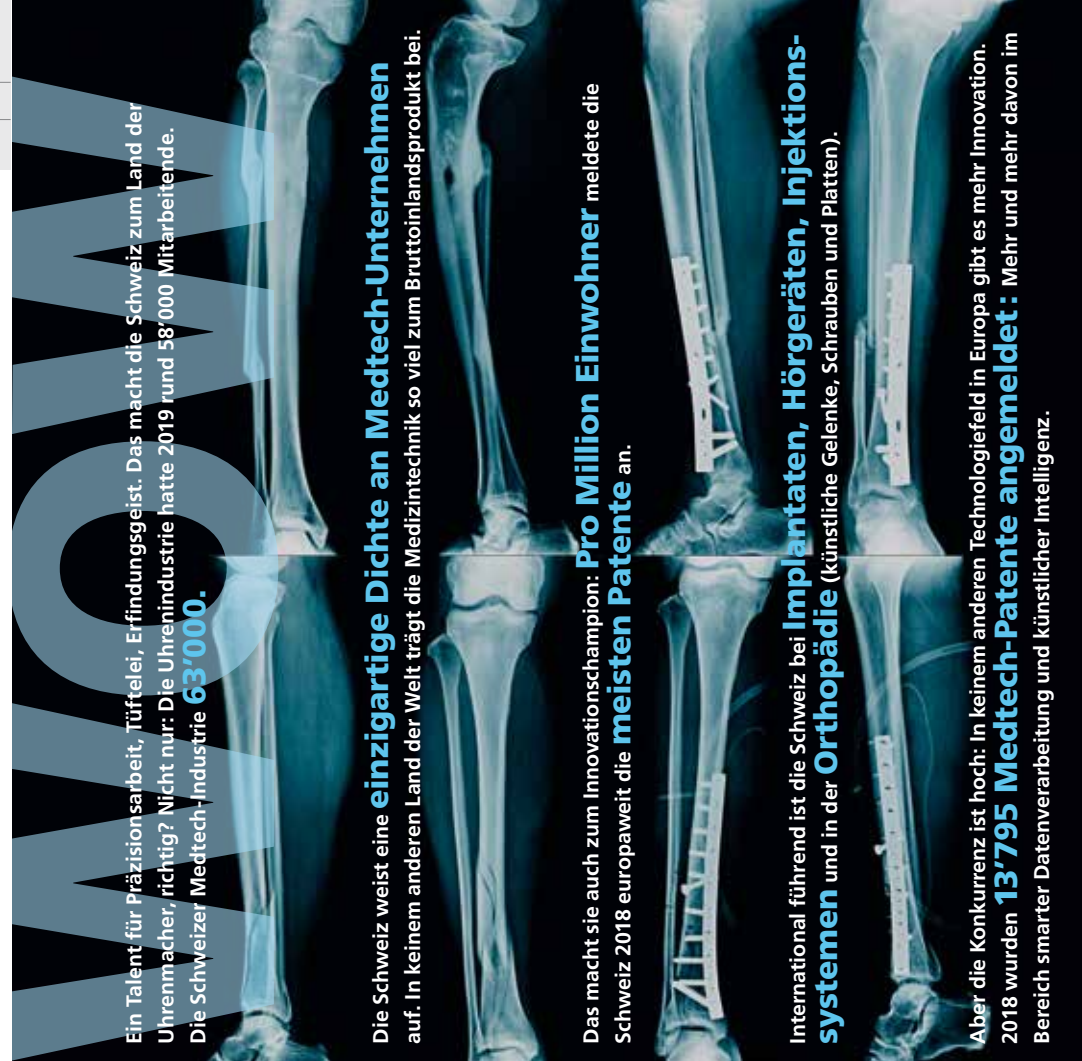
oder Fribourg einen Bachelor und Master in Biomedizin belegen. Dieser interdisziplinäre Studiengang vermittelt dir ein fundiertes Wissen in Naturwissenschaften und verbindet medizinische und ingenieurwissenschaftliche Grundlagen und Methoden.

Masterprogramme in Biomedical Engineering werden an verschiedenen Universitäten angeboten und richten sich an Bachelorabgänger aus medizinischer, naturwissenschaftlicher oder technischer Richtung.

Den Zugang zur Medizintechnik kannst du auch erlangen, indem du zuerst ein grundlegendes Universitätsstudium in Mathematik oder Naturwissenschaften absolvierst oder an der ETH Zürich den Studiengang interdisziplinäre Naturwissenschaften belegst. Auch ein technisches Studium wie Maschinenbau oder ein Studium der Informationsverarbeitung wie Informatik kann dich in die Medizintechnik führen. Mit Minorprogrammen wie z.B. in Neurowissenschaften oder Bioinformatik kannst du dich bereits im Bachelorstudium spezialisieren.



Jacqueline Beriger-Zbinden,  
Berufs-, Studien- und Laufbahn-  
beratung Graubünden



Ein Talent für Präzisionsarbeit, Tüftelei, Erfindungsgeist. Das macht die Schweiz zum Land der Uhrenmacher, richtig? Nicht nur: Die Uhrenindustrie hatte 2019 rund 58'000 Mitarbeitende. Die Schweizer Medtech-Industrie **63'000**.

Die Schweiz weist eine **einzigartige Dichte an Medtech-Unternehmen** auf. In keinem anderen Land der Welt trägt die Medizintechnik so viel zum Bruttoinlandsprodukt bei.

Das macht sie auch zum Innovationschampion: **Pro Million Einwohner** meldete die Schweiz 2018 europaweit die **meisten Patente** an.

International führend ist die Schweiz bei **Implantaten, Hörgeräten, Injektions-systemen** und in der **Orthopädie** (künstliche Gelenke, Schrauben und Platten).

Aber die Konkurrenz ist hoch: In keinem anderen Technologiefeld in Europa gibt es mehr Innovation. 2018 wurden **13'795 Medtech-Patente angemeldet**: Mehr und mehr davon im Bereich smarter Datenverarbeitung und künstlicher Intelligenz.

Das Titelbild zeigt Nervenfasern, die je nach Ausrichtung unterschiedlich gefärbt sind. Dieses neue MRI-Verfahren stellt Verbindungen zwischen Teilen des Gehirns dar und wurde von Forschenden des Instituts für Biomedizinische Technik (UBT) der ETH Zürich und der Universität Zürich entwickelt.

**Impressum**

SATW Technoscope 02/21 | April 2021 | [www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)  
Konzept und Redaktion: Ester Elices | Redaktionelle Mitarbeit: Christine D'Anna-Huber | Alexandra Rosakis  
Grafik: Andy Braun | Bilder: Adobe Stock | Rega | Institute for Biomedical Engineering, ETH Zurich & University Zurich | Universitätsklinik Balgrist | Jasmine Ho | Titelbild: Adobe Stock | Lektorat: Ars Linguae | Druck: Egger AG

**Gratisabonnement und Nachbestellungen**

SATW | St. Annagasse 18 | CH-8001 Zürich | [technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch) | Tel +41 44 226 50 11  
Technoscope 3/21 erscheint im September 2021 zum Thema «Architektur»



**Infos & Links**

Auf [www.berufsberatung.ch](http://www.berufsberatung.ch) finden Sie die Beschreibungen aller Bachelor- und Masterstudiengängen der Schweiz sowie Beispiele von Berufslaufbahnen nach dem Studium.

**satw** it's all about technology

Hast du Fragen oder Anregungen an das Technoscope-Team? Dann schreibe uns! [technoscope@satw.ch](mailto:technoscope@satw.ch)