

Technoscope weckt deine Sinne. Durch richtiges Falten kannst du verschiedene Sinnesorgane zusammensetzen. Findest du alle?

Impressum

SATW Technoscope 3/18 | September 2018 | www.satw.ch/technoscope

Konzept und Redaktion: Beatrice Huber | Redaktionelle Mitarbeit: Christine D'Anna-Huber | Alexandra Rosakis

Bilder: Fotolia | William Gammuto, Alimentaryum | Scott Lederer, NIH Record, National Institutes of Health | EPFL | Alexandra Rosakis (Illustrationen)

Gratisabonnement und Nachbestellungen

SATW | St. Annastrasse 18 | CH-8001 Zürich | technoscope@satw.ch | Tel. +41 44 226 50 11
Technoscope 1/19 erscheint im Januar 2019 zum Thema «CSI Technoscope».

Der Aal könnte einen einzigen Tropfen Blut im dreifachen Volumen des Bodensees riechen. Das macht ihn, auch im Dämmerlicht trüber Gewässer, zu einem hocheffizienten Jäger.

Auch mit chemischer Analyse lassen sich sehr geringe Mengen messen. Im Trinkwasser sollten zum Beispiel weniger als 0,1 Mikrogramm Pestizide pro Liter sein. Diese Menge entspricht einem Reiskorn auf 20 000 Kilogramm Reis.

Beim Menschen ist ab einer Frequenz von rund 20 000 Hertz Schluss. Höhere Töne hören wir nicht mehr. Fledermäuse und Delfine nehmen Töne bis 200 000 Hz wahr.

Ein ausgezeichnetes Sehvermögen haben Spionagesatelliten. Aber Nummernschilder von Autos können sie nicht lesen. Dafür ist die Höhe von etwa 300 Kilometern über dem Boden zu viel.

Mit 1,5 Millionen Sehzellen kann ein Turmfalke eine Maus aus 1,5 Kilometern Höhe noch sehen. Mit einem solchen Sehvermögen könnte man aus 30 Metern Entfernung ein Buch lesen.

WOW

TechnoScope

by satw 3/18

Technik für die Sinne

Unsere Sinne und ihre technischen Pendants

	SEHEN	HÖREN	RIECHEN	SCHMECKEN	FÜHLEN/ TASTEN	KÖRPER- EMPFUNDUNG, TIEFEN- SENSIBILITÄT	TEMPERATUR- SINN	GLEICH- GEWICHTS- SINN	SCHMERZ- EMPFUNDUNG	POSITIONS- EMPFUNDUNG	DISTANZ- EMPFUNDUNG	GEWICHTS- EMPFUNDUNG
Menschliche Sinne	Visuelle Wahrnehmung mit den Augen (Gesichtsempfindung, Gesicht)	Auditive Wahrnehmung mit den Ohren (Gehör)	Olfaktorische Wahrnehmung mit der Nase (Geruch)	Gustatorische Wahrnehmung mit der Zunge (Geschmack)	Taktile Wahrnehmung mit der Haut (Gefühl)	Propriozeption (Eigenwahrnehmung des Körpers, Position des Körpers im Raum, Stellung der Gelenke)	Thermozeption (Wärme)	Vestibulärer Sinn (Balance halten)	Nozizeption			
Beim Menschen verbessern/ersetzen	Brille/ Kontaktlinsen Blindenstock Mit der Zunge sehen Pfeifen	<i>Hörgerät</i> <i>Cochlea-Implantat</i> Kopfhörer			Druckempfindliche Sensorhaut für Prothesen	Propriozeption mit Prothesen	Wärmeempfindliche Sensorhaut für Prothesen	Vestibular-Implantat				
Technische Sensoren	Kamera/ Fotoapparat Infrarotkamera Bildgebende Verfahren in der Medizin (Ultraschall/MRI/CT)	Mikrofon Stethoskop Bodenmikrofon Hörgerät Kopfhörer	Elektronische Nasen zur Überwachung, Alarmierung	Künstliche Zunge (um Qualität von Getränken, Lebensmitteln zu standardisieren)	Touchpad, Touchscreen	Wasserwaage	Infrarotkamera Pyrometer Thermometer			GPS (geografische Lage) Kompass (Orientierung)	Abstandswarner z. B. bei Auto (Radar)	Waage (Gewichtsmessung)
Sensoren im Smartphone	Kamera Lichtsensor, um Displayhelligkeit anzupassen	Hörer Mikrofon	ev. künftig Detektor für Luftschadstoffe		Touchscreen Fingerabdrucksensor (optisch oder kapazitiv)	Gyrosensor und Beschleunigungssensor (Displaydrehung)	Temperaturfühler (innen und aussen)			GPS Kompass	Näherungssensor (Infrarot)	

Fett geschrieben sind Techniken, die du hier im Magazin beschrieben findest. *Kursiv* geschrieben sind Techniken, die auf www.satw.ch/technoscope gezeigt werden.

Aus den Augen ... auf die Zunge



Wir Menschen verlassen uns beim Erkunden der Umgebung sehr stark auf die Augen. Menschen mit einer Sehbehinderung sind auf technische Hilfsmittel angewiesen, um auch zu «sehen» und so sich im Alltag besser zurechtzufinden.

Mit dem BrainPort wird ein Bild auf die Zunge «projiziert» und so können Blinde wie der erfolgreiche Kletterer Erik Weihenmayer sehen.

Blinde sehen wieder

Es gibt aber auch Technologien, die dem blinden Benutzer ein visuelles Bild vermitteln. Hier macht man sich das Prinzip zunutze, dass der visuelle Eindruck nicht im Auge, sondern im Gehirn entsteht. Das bedeutet, dass man den Bilddetektor, also das Auge, durch einen anderen Sinn, z.B. die Zunge, ersetzen kann. Dies nutzt der BrainPort. Diese spezielle Brille registriert visuelle Informationen über eine Kamera. Das stark vereinfachte Kamerabild wird in elektrische Signale umgewandelt und auf ein Plättchen mit 400 Elektroden übertragen, das auf der Zunge des Benutzers liegt. Die elektrische Stimulation, welche die Zunge erfährt und die sich wie ein Kribbeln anfühlt, wird im Gehirn in einen visuellen Eindruck übersetzt. Diese vereinfachten, niedrig aufgelösten Bilder erlauben blinden Menschen, sich frei im Raum zu bewegen, einen Ball zu fangen oder sogar eine Kletterwand zu bezwingen wie der erfolgreiche Kletterer Erik Weihenmayer.

Der Blindenstock bietet Menschen mit Sehbehinderung quasi als Verlängerung ihres Arms die Möglichkeit, ihre Umgebung zu ertasten und so Hindernissen auszuweichen oder einer Bodenmarkierung zu folgen. Durch das Klopfen mit dem Blindenstock auf den Boden entstehen Echos, die den Raum dreidimensional hörbar machen.

Eine moderne Version des Blindenstocks erkennt Hindernisse mittels Ultraschall-Wellen und überträgt die Information über haptisches Feedback auf die Hand des Benutzers. So kann die Person zum Beispiel Objekte erfühlen, die sich auf Kopfhöhe befinden.



Das Video mit Erik Weihenmayer findest du auf www.satw.ch/technoscope

Der sechste Sinn

Von ihm ist nur selten die Rede, aber ohne ihn wären wir arm dran. Der sechste Sinn sagt uns genau, wo wir uns im Raum befinden und wie schnell wir uns darin bewegen.

Beim Gehen müssen wir nicht ständig auf unsere Füße starren, sondern setzen einfach einen Fuss vor den anderen. Wir putzen die Nase, ohne dafür vor einem Spiegel stehen zu müssen. Wir können genau einschätzen, wie viel Kraft wir zum Heben eines Glases und wie viel zum Heben einer schweren Tasche einsetzen müssen. Und auch im Dunkeln verlieren wir nicht das Gleichgewicht. All dies ist dem sechsten Sinn zu verdanken. Die Wissenschaft spricht von Eigenwahrnehmung, Körpersinn oder Propriozeption.

Wo steckt der sechste Sinn?

Wie die anderen Sinne ist auch der sechste mit einem Organ verknüpft: dem so genann-

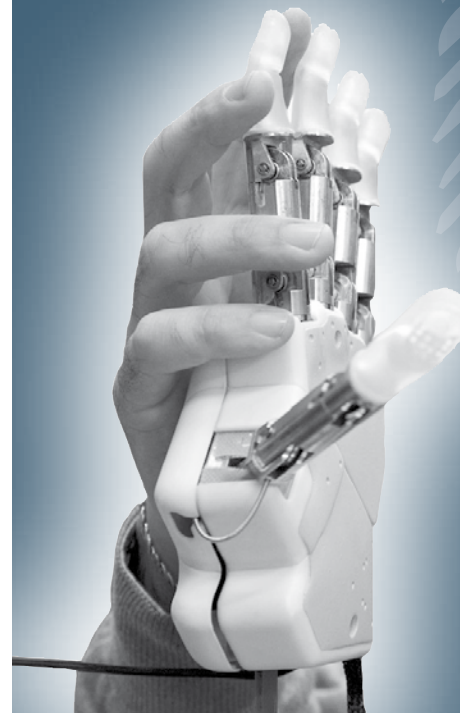
ten Golgi-Organ. Es besteht aus einem Nervenplexus überall im Körper am Übergang zwischen Muskel und Sehnen und dient der Messung und Regelung der Muskelspannung. Drei weitere Typen von Propriozeptoren leiten ständig Informationen ans Gehirn weiter, wo sie unbewusst, das heisst sozusagen im Hintergrund verarbeitet werden. Die Muskelspindel erfassen den Dehnungszustand der Skelettmuskulatur und zwei Mechanorezeptoren (das Ruffini-Körperchen und das Vater-Pacini-Körperchen) nehmen selbst kleinste Vibrationen wahr und messen Stellung, Dehnung und Bewegung der Gelenke und die Spannung der Haut. Zusammen erzeugen sie «den inneren Sinn, dank dem der Körper sich seiner selbst bewusst ist». So umschreibt der berühmte Neurologe Oliver Sacks die Eigenwahrnehmung. Er schildert den Fall einer Frau, die den sechsten Sinn durch eine Nervenkrankheit verloren hat und kaum noch aufrecht sitzen kann. Um sich wieder zu bewegen, muss sie lernen, ihren Körper mit den Augen zu kontrollieren.

Prothesen mit sechstem Sinn

Auch Bein- oder Arm-amputierte Menschen verlieren die Eigenwahrnehmung für ihr verlorenes Glied. Die Forschung arbeitet daran, sie mithilfe künstlicher Sensoren in den Prothesen wiederherzustellen. Dafür müssen Nervenimpulse aus dem Gehirn in elektrische Signale im künstlichen Arm umgewandelt werden und umgekehrt.



Mehr zu Prothesen findest du auf www.satw.ch/technoscope



Elektronische Spürnasen

Unser Geruchssinn gibt uns im Alltag Hinweise auf die Qualität von Nahrungsmitteln: Sind die Erdbeeren bereits reif? Ist das Fleisch verdorben? Er kann uns auch vor Gefahren wie einem Schmelbrand warnen. Für spezielle Anwendungen wie die Kreation eines Dufts oder das Testen eines Weins braucht es einen überdurchschnittlich guten Geruchssinn. Und für das Aufspüren von Drogen oder Trüffelpilzen braucht es noch bessere Nasen, zum Beispiel Hundenasen. Da es aus praktischen Gründen nicht immer möglich ist, einen Menschen oder einen Hund einzusetzen, sind technische Mittel sehr hilfreich.

Messen von Gaskonzentrationen

Elektronische Nasen detektieren mittels Sensoren Gasmoleküle in der Luft. Die Sensoren messen dabei keine Gerüche, denn diese sind subjektive Wahrnehmungen unseres Gehirns, sondern einfach nur Gaskonzentrationen. Es gibt verschiedene Arten von Sensoren, die unterschiedliche Typen von Substanzen erkennen (zum Beispiel niedermolekulare, polare oder höhermolekulare Stoffe). Mehrere Gassensoren sind häufig auf einem Mikrochip gruppiert (Chemosensor-Arrays), um gleichzeitig verschiedene Substanzen messen zu können.

Elektronische Nasen kommen häufig zum Einsatz, wenn die Gaskonzentrationen sehr gering sind und vor allem wenn diese kontinuierlich überwacht werden müssen. Menschen und auch Tiere können diese Aufgabe nämlich nicht bewerkstelligen, da Geruchsrezeptoren bei Daueraktivierung ermüden. Eine solche Dauerüberwachung ist zum Beispiel in Bergwerken überlebensnotwendig, um rechtzeitig zu erkennen, wenn die Konzentration des giftigen Gases Kohlenmonoxid zu hoch wird. In Chemielagern wird der Austritt gasförmiger Substanzen detektiert und bei der Erdgasversorgung können Gaslecks aufgespürt werden.

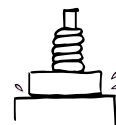
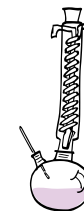
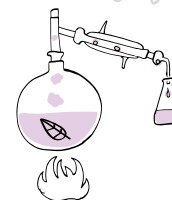
Krankheit in der Atemluft detektieren

Besonders spannend ist der Einsatz von Gassensoren in der Medizin. Da Erkrankungen den Stoffwechsel beeinflussen und sich dadurch die Zusammensetzung der Atemluft ändert, sollen elektronische Nasen anhand der Atemluftanalyse eine Diagnose ermöglichen. Erste Versuche lieferten positive Resultate bei Alzheimer und Lungenkrebs.

Wie wird ein Duft kreiert?

Sammeln

Duftstoffe aus Pflanzen und anderen Rohstoffen mit verschiedenen Verfahren isolieren



Auspressen

Schalen von Zitrusfrüchten, die reich an ätherischen Ölen sind, mechanisch pressen und den gewonnenen Extrakt filtrieren.

Destillation

Pflanzen in Wasser erhitzen. Zusammen mit dem Dampf steigen die Duftstoffe auf. Durch rasches Abkühlen kondensiert der Dampf. Ätherische Öle und Wasser trennen sich wieder.

Extraktion

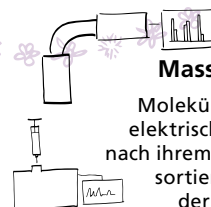
Ein flüssiges Lösungsmittel, zum Beispiel Alkohol, nimmt die Duftstoffe der Pflanze auf. Destillation entfernt das Lösungsmittel wieder.

Headspace

Ein Gefäß über den Ausgangsstoff stülpen und verschliessen. Der Headspace saugt die gasförmigen Duftmoleküle ab und fängt diese mit einem Lösungsmittel oder adsorbierenden Stoffen ein.

Gaschromatografie

Gasförmiges Gemisch in einzelne chemische Verbindungen gemäss ihrer Polarität und ihres Dampfdrucks auftrennen und mit Standardsubstanzen vergleichen.



Massenspektrometrie

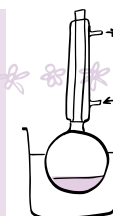
Moleküle ionisieren, durch ein elektrisches Feld beschleunigen, nach ihrem Masse-Ladung-Verhältnis sortieren und so die Masse der Moleküle messen.

Analyse

Chemische Zusammensetzung der isolierten Duftstoffe untersuchen.

Synthese

Auch natürlich vorkommende Düfte werden chemisch hergestellt, da ansonsten riesige Mengen an teilweise sehr teurem und seltenem Ausgangsmaterial gebraucht würden.



Sammlung

Die Duftsammlung einer Parfumerstellungsfirma kann über 30 000 verschiedene Düfte umfassen.



Ein Parfum besteht aus:
Kopfnote: verflüchtigt sich nach 10 Minuten.
Herznote: besteht etwa 2 Stunden.
Basisnote: bildet das Fundament und hält mehrere Stunden an.



Mischen

Ein einzelnes Parfum kann aus über 300 Düften bestehen. Bei der Zusammensetzung ist eine feine Nase gefragt.



Digitaler Wegweiser zum Traumberuf

Wie sollen Schülerinnen und Schüler eine Lehrstelle finden, die wirklich zu ihnen und ihren Fähigkeiten passt? Welche Berufe gibt es überhaupt? Und ist das, was vielleicht spannend tönt, auch wirklich im Berufsalltag so? Online-Plattformen helfen.

Im Internet stundenlang surfen, Broschüren und Tipps von gutmeinenden Erwachsenen sammeln, auch mal das Telefon in die Hand nehmen und Schnuppertage in verschiedenen Lehrbetrieben vereinbaren – die Mühe scheint endlos zu sein. Manche mögen resignieren und sich sagen: Dann lerne ich halt einfach x (hier den Beruf einsetzen, den in der Familie, Gotti inklusive, schon immer alle ausgeübt haben).

Über 80 000 Schülerinnen und Schüler befassen sich jedes Jahr mit der Lehrstellensuche. Weitere 90 000 setzen sich mit der Berufswahl auseinander. Die Unterstützung dazu hat sich innert kürzester Zeit aus dem Offline- in den Online-Bereich verlagert. In einer Umfrage, die das Onlineportal yousty.ch vor drei Jahren durchgeführt hat, gaben noch gut die Hälfte der Schülerinnen und Schüler an, dass sie ihre Bewerbung per Post versenden würden. Heute hat sich die Onlinebewerbung fest etabliert.

Tipps und Tricks für die Berufswahl

Pionierin im Bereich Online-Berufswahl ist die Plattform yousty.ch. Dort finden Schülerinnen und Schüler Informationen, Tipps und Tools rund ums Thema Berufswahl und Lehrstellensuche. Neben umfassenden Berufsbeschreibungen sind jeweils alle verfügbaren Lehrstellen und Schnupperlehren in der gesamten Schweiz ausgeschrieben. Aktuell sind für den Lehrstart 2018 noch über 18 000 Lehrstellen offen. yousty.ch bietet den Jugendlichen zudem die Möglichkeit, bei Firmen online zu schnuppern. Das Yousty-Team sowie 6500 Lernende von Firmen in der ganzen Schweiz stehen auch bei Fragen und für Ratschläge zur Verfügung.

www.yousty.ch | community@yousty.ch



«Sinne» erleben



Alimentarium

Das Alimentarium in Vevey am Genfersee ist das erste umfassend der Ernährung gewidmete Museum der Welt und erforscht seit über 30 Jahren die zahlreichen Facetten von Essen und Ernährung aus einem universalen und unabhängigen Blickwinkel. www.alimentarium.org/de

Sensorium

In der bernischen Gemeinde Walkringen lädt das Sensorium mit 80 Stationen zum Ausprobieren und Beobachten ein. Klänge, Farben, Schwingungen, Düfte, Licht und Dunkelheit erregen Staunen und lassen Naturgesetze erforschen. www.ruettihubelbad.ch/sensorium

Noch mehr erleben



educamint.ch

Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) können viel Spass machen! Auf educamint.ch findest du unter rund 800 MINT-Angeboten zahlreiche spannende Freizeitaktivitäten in der ganzen Schweiz. www.educamint.ch

SimplyScience

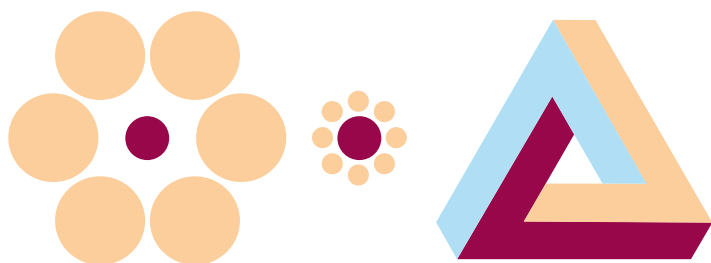
Immer noch nicht genug? Dann besuche die Website SimplyScience. Dort findest du auch Inspiration für deine Berufs- oder Studienwahl. www.simplyscience.ch

Science Guide App

Erlebe Wissenschaft in der Schweiz. Erhältlich bei [google play](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.scienceguide) oder [app store](https://apps.apple.com/ch/app/science-guide/id1444444444)

Sinne täuschen

Was wir zu sehen glauben, entspricht nicht immer dem Bild, das unser Auge eigentlich einfängt und an unser Gehirn weiterleitet. Dieses muss Bilder unter Hochdruck analysieren und interpretieren. Deshalb kann das Gehirn es sich nicht leisten, jedes neue Bild von Grund auf neu zu verarbeiten. Eine kurze Suchabfrage im Gedächtnis muss genügen. Wissen, Erinnerungen, Erlerntes und Erlebtes kommen dabei zum Zug. Meistens ist das sehr effizient. Es **führt beispielsweise dazu, dass ihr die Anfang des Satzes** lesen könnt, obwohl viele Buchstaben vertauscht sind. Aber eigentlich verlässliches Wissen kann auch zu Fehlschlüssen führen, wie die Beispiele zeigen:



Wie steht es mit der Grösse der pinken Kreise?
Wie viele Dimensionen hat das Dreieck?

Aus denselben Gründen sind auch unsere Ohren nicht immer verlässliche Zeugen. Sicher ist euch die heisse Diskussion um den Audioclip nicht entgangen, bei dem die einen mit Bestimmtheit «Laurel» hören, während die anderen darauf schwören, dass es «Yanny» ist. Die Erklärung lautet simpel, ist aber technisch anspruchsvoll: Neben der Qualität des Abspielgeräts und der eigenen Erwartungshaltung (weiss man schon, was die meisten in unserem Umfeld hören), kommt es offenbar vor allem auf den «Frequenzfilter» an, den unser Gehirn einsetzt. Ältere Menschen zum Beispiel tendieren dazu, die hohen Frequenzen, die sie nicht mehr hören können, zu kompensieren.

MP3 nutzt Sinnestäuschung

Sinnestäuschungen des Gehörs werden auch für sehr praktische Dinge genutzt. Beispielsweise MP3: Dieses weit verbreitete Verfahren, um Audiodateien zu komprimieren, nutzt den Umstand, dass wir von zwei Tönen, die ähnlich hoch sind, nur den lautereren wahrnehmen. MP3 «löscht» die Töne, die wir nicht wahrnehmen, und die Dateien werden viel kleiner.

Studien- und Berufswahl



Jacqueline Beriger-Zbinden, Berufs-, Studien- und Laufbahnberatung Graubünden

Liebe Frau Beriger-Zbinden

Nach der Matura habe ich ein Praktikum in einem Heim für Menschen mit Behinderungen absolviert. Die vielen technischen Möglichkeiten, die diesen Menschen das Leben erleichtern, haben mich fasziniert. Welche Studiengänge kann ich absolvieren, damit ich mich an der Entwicklung solcher Hilfsmittel beteiligen kann?

(Elena, 20)

Liebe Elena

Sie interessieren sich für ein sehr innovatives Forschungsgebiet, das sich an den Schnittstellen unterschiedlichster Disziplinen aller Hochschultypen bewegt. Berufsleute aus der Medizin, Therapie und Pflege geben den Anstoss für die Forschung und Entwicklung neuer Hilfsmittel und Methoden und sind besonders bei der Umsetzung in die Praxis gefragt. Ein Studium im Gesundheitsbereich ist also die erste Möglichkeit, die Sie in diesen Forschungszeit führen könnte.

Wenn Sie sich dafür interessieren, wie elektrische Signale die Funktion von Augen übernehmen und direkt im Gehirn Bilder erzeugen, sind Sie als Naturwissenschaftlerin oder als Spezialistin aus den technischen Bereichen wie Physik, Elektrotechnik, Maschinenbau, Materialwissenschaften oder Informatik gefragt. Bereits mit dem Doktorat beteiligen Sie sich an der Forschung, die Sie entscheidend mitbestimmen können.

Als weitere Möglichkeit gibt es auch interdisziplinäre Studienrichtungen wie Biomedizinische Wissenschaften, die naturwissenschaftliche, medizinische und technische Grundlagen und Methoden verbinden. Oder ein spezialisierter Masterstudiengang Biomedical Engineering kann Sie darauf vorbereiten, roboter- und computergestützte Geräte zur Erhöhung der Mobilität behinderter Menschen zu entwickeln.

Das Cochlea-Implantat ersetzt das geschädigte Innenohr und ist ein erfolgreiches Beispiel, wie befruchtend die Zusammenarbeit von Biologie, Medizin und Technik sein kann. In der aktuellen Forschung werden Absolventen der Medizin- und Mikrotechnik, der Life Sciences Technologies wie auch der rechnergestützten Wissenschaften beigezogen.

Und wenn Sie sich vorstellen können zwischen Ingenieuren und Medizinerinnen zu vermitteln, kommt als zusätzliche Option auch der Studiengang Gesundheitswissenschaften und Technologie in Frage. Hier bewegen Sie sich mitten im Spannungsfeld Mensch-Gesundheit-Technologie.

Infos & Links

Beschriebe und Studienorte der erwähnten Richtungen: www.berufsberatung.ch, mit Verlinkungen zu den Institutsseiten der Unis/ ETHs und Fachhochschulen. Ein Forschungsteam an der EPFL der Disziplinen Elektrotechnik, Bionik und Neurochirurgie haben eine Prothese mit Tastsinn entwickelt: <https://actu.epfl.ch/news/amputee-feels-in-real-time-with-bionic-hand/>