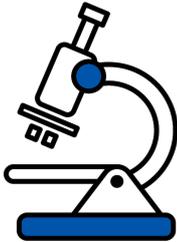


6 Forschung: Woran wird in der Schweiz geforscht?



Die Forschung im Bereich der personalisierten Gesundheit schreitet rasant voran. In diesem Abschnitt sollen konkrete Forschungsprojekte und gesamtschweizerische Forschungsinitiativen vorgestellt werden. Weiter wird auch beleuchtet, wo die Herausforderungen für die Forschung liegen.

6.1 Beispiele von Forschungsprojekten in der Schweiz

6.1.1 Lichtblicke im Kampf gegen die Erblindung

Retinitis pigmentosa ist eine Erbkrankheit, die normalerweise während der Adoleszenz einsetzt und in den meisten Fällen zur teilweisen oder vollständigen Erblindung der Betroffenen führt. Carlo Rivolta erforscht am Departement für computergestützte Biologie der Universität Lausanne die Ursachen des Leidens, um Ansätze zu seiner Behandlung zu entwickeln.

Interview mit Carlo Rivolta

Woran forschen Sie, und welche Methoden kommen dabei zum Einsatz?

Bei unserem Forschungsobjekt, der Retinitis pigmentosa, handelt es sich um eine Erbkrankheit, die dazu führt, dass die lichtempfindlichen Zellen der Netzhaut unaufhaltsam absterben. Zunächst sehen die Betroffenen im Dämmerlicht schlecht. Nach und nach schrumpft ihr Gesichtsfeld immer stärker, bis zur schwersten Sehstörung. Die Krankheit ist sehr selten, weltweit leidet eine von 4'000 Personen daran. Die Ursache ist zu hundert Prozent genetisch, Umwelteinflüsse oder Lebensstil spielen keine Rolle.

In unserem Labor suchen wir nach genetischen Mutationen, welche die Krankheit herbeiführen könnten. In der Theorie wurden rund hundert Gene mit der Krankheit in Verbindung gebracht, von denen wir etwa die Hälfte kennen. Für diese Suche setzen wir die Informatik ein, indem wir aus einer Blutprobe des Patienten seine DNA analysieren und mit den Daten des sequenzierten menschlichen Genoms vergleichen. Aus den 6 Milliarden Basenpaaren müssen wir die seltenen fehlerhaften finden – das ist nur dank enormer Rechenleistung mit Computern möglich. In einem zweiten Schritt untersuchen wir, ob die Treffer, die wir dank der Informationstechnik gefunden haben, biologisch Sinn ergeben. Dazu können wir beispielsweise die DNA eines Betroffenen mit derjenigen eines gesunden Verwandten oder mit den Daten einer internationalen Datenbank vergleichen. Meine Gruppe ist Teil eines europäischen Netzwerks, an dem viele Wissenschaftler angeschlossen sind, die diese Krankheit erforschen.

Findet Ihre Forschung direkte klinische Anwendung in der Praxis?

Wir leisten Grundlagenforschung für gentherapeutische Ansätze, die bereits erste Erfolge verzeichnen. Weil das Auge ein in sich abgeschlossenes Organ ist, gibt es nur sehr geringe Chancen, dass die genetische Intervention den restlichen Körper beeinflusst. Daher ist die Gentherapie bei

Augenkrankheiten weit fortgeschritten. Es fanden klinische Versuche zu einer Krankheit statt, die Retinitis pigmentosa sehr ähnlich ist, und bei denen das entdeckte fehlerhafte Gen durch die gesunde Version ersetzt wurde; als «Gen-Taxi» wurde ein unschädlich gemachtes Virus verwendet, das zunächst in eines der Augen gespritzt wurde. Am anderen, unbehandelten, Auge liess sich der Erfolg der Intervention bemessen. Die klinischen Versuche waren vielversprechend, sodass der Behandlungsansatz demnächst in die medizinische Routine übergehen kann.

Wo sehen Sie den Zusammenhang Ihrer Arbeit mit der personalisierten Gesundheit?

Unsere Arbeit ist stark personalisiert: Wir untersuchen eine seltene Krankheit, die zudem durch Mutationen auf verschiedenen Genen verursacht werden kann; dies führt also zu noch kleineren Untergruppen von Patienten, für die es eine jeweils passende Behandlung zu entwickeln gilt.

Denken Sie, dass die personalisierte Gesundheit, die sich auf kleine Patientengruppen stützt, anderswo in der medizinischen Versorgung zu Problemen führt?

Wenn wir uns mit seltenen Krankheiten befassen, haben wir es, wie bereits erwähnt, zwangsläufig mit kleinen Patientengruppen zu tun. Die internationale Zusammenarbeit kann uns jedoch genügend Daten liefern, um verlässliche wissenschaftliche Erkenntnisse und Anwendungen für grössere Patientengruppen zu gewinnen. In dem Fall hilft uns auch die Statistik: So hat eine breit angelegte epidemiologische Studie in den USA, gefolgt von einer klinischen Studie zur Retinitis pigmentosa, gezeigt, dass Betroffene, die als Nahrungsergänzungsmittel Vitamin A zu sich nahmen, ihr Augenlicht bis zu 10 Jahre länger bewahren konnten als Personen, die kein entsprechendes Supplement konsumierten. Für bestimmte Ausprägungen der Krankheit hat sich daher eine Verabreichung von Vitamin A in der Therapie etabliert.

6.1.2 Seltene Krankheiten mit vielfältigen Ausprägungen

Der klinische Forschungsschwerpunkt für seltene Krankheiten radiz (für: Rare Disease Initiative Zurich) vereint das Fachwissen der Zürcher Standorte Kinderspital, Universität und Universitätsspital. radiz wird geleitet von Matthias R. Baumgartner, Professor für Stoffwechselkrankheiten an der Universität Zürich und ärztlicher Leiter des Neugeborenen-Screenings der Schweiz am Kinderspital Zürich.

Interview mit Matthias Baumgartner

Woran forschen Sie, und welche Methoden kommen dabei zum Einsatz?

Es gibt über 500 angeborene Stoffwechselkrankheiten, und in meiner eigenen Forschung stehen zwei davon im Blickpunkt. Bei beiden ist die Verstoffwechslung des Vitamin B12 in der Zelle gestört. Es gibt nur zwei Enzyme, die dieses Vitamin brauchen; das eine befindet sich in den Mitochondrien, das andere im Cytosol. Je nachdem, welches der beiden Enzyme betroffen ist, entsteht entweder Homocystinurie oder Methylmalonazidurie, wobei auch Kombinationen vorkommen. Aufgrund genetischer Analysen und anhand von Zellkulturen, am Mausmodell sowie durch die Untersuchung von Stoffwechselprodukten wollen wir die Krankheit besser verstehen, die Genmutationen und ihre Auswirkung auf den Umwandlungspfad des Vitamin B12 durchleuchten und bisher unbekannt Formen des Stoffwechsels in der Zelle aufdecken.

Findet Ihre Forschung direkte Anwendung in der Praxis?

Wir sind eines von weltweit zwei Referenzlabors für diese schwer zu diagnostizierenden Leiden. Die Symptome sind vielfältig und reichen von neurologischen Störungen über Veränderungen des Blutbildes bis zur vollständigen Erblindung der Patienten. Wird der Defekt allerdings gleich nach der Geburt erkannt, stehen die Chancen gut, dass dank der passenden Behandlung viele Symptome nicht entstehen. Wir befassen uns auch mit der Lebensqualität der Patienten, die eine strenge Diät einhalten müssen und auch unter anderen Einschränkungen leiden. Dazu haben wir eigens einen Fragebogen entwickelt.

Wo sehen Sie einen Zusammenhang zwischen Ihrer Forschung und personalisierter Gesundheit?

Die beiden Krankheiten sind äusserst vielschichtig. Die Umwandlung des Vitamin B12 erfolgt in mehreren Schritten, und jeder kann fehlerhaft verlaufen. Es ist möglich, dass das Enzym selber defekt ist, oder dass der Co-Faktor nicht funktioniert. Auch kommt es darauf an, welches Protein betroffen ist oder auch, welche Mutation im Protein vorliegt. Das Protein selber kann instabil und daher in seiner Funktion beeinträchtigt sein, oder es wird gar nicht gebildet. Die Behandlung muss auf die genauen Ursachen der Krankheit abgestimmt werden und ist daher extrem personalisiert. Wenn beispielsweise das Enzym noch eine Restaktivität aufweist, kann es durch direkt in den Muskel gespritzte hohe Gaben von Vitamin B12 stabilisiert werden, sodass keine oder weniger starke Krankheitssymptome auftreten. Diese Behandlung bleibt aber im Fall eines gänzlich inaktiven Enzyms wirkungslos.

In welchen Bereichen sind Fortschritte unabdingbar, damit sich die personalisierte Gesundheitsversorgung weiter entwickeln kann?

Zusammenarbeit ist unerlässlich! Wir müssen die Daten teilen, denn sonst kann die Forschung nicht auf genügend Fallzahlen dieser sehr seltenen Krankheiten zurückgreifen. Wir haben dazu ein Register entwickelt, um weltweit alle Fälle zu erfassen. Dabei ist es zwingend, die Fälle einheitlich, d.h. nach übereinstimmenden Kriterien, digital einzugeben. Nur so wird es möglich sein, die verschiedenen «-omics» zu verstehen und die einzelnen Patienten optimal zu behandeln.

6.1.3 Veränderungen in Tumorzellen

Die personalisierte Gesundheit stützt sich auf grosse Datenmengen. Giovanni Ciriello leitet die Forschungsgruppe für computersystemgestützte Krebswissenschaft (Computational Systems Oncology) an der Universität Lausanne und verwendet Genomdaten, um mehr über die Tumore zu erfahren.

Interview mit Giovanni Ciriello

Woran forschen Sie, und welche Methoden kommen dabei zum Einsatz?

Mithilfe verschiedener Informatiktechniken analysieren wir genomische Daten von Tumoren. Dank der grossen technischen Fortschritte der letzten Jahre können wir aufdecken, inwiefern sich Tumorzellen gegenüber normalen Zellen unterscheiden, beispielsweise wie sie Proteine mutieren, um deren Funktion zu verändern. Meine Gruppe schaut aber nicht die einzelnen Veränderungen an, sondern analysiert insbesondere ganze Gruppen von Abwandlungen. Dies, um zu verstehen, welche Kombinationen häufig vorkommen oder besonders zerstörerisch sind. Man kann es ein wenig mit einem Menu im Restaurant vergleichen: Zu einem zarten Fisch passt ein leichter Weisswein besser als ein schwerer Bordeaux. Wir suchen also nach Gruppen von Zellveränderungen, die zusammen auftreten, weil sie gut miteinander funktionieren.

Findet Ihre Forschung direkte Anwendung in der Praxis? Und wo sehen Sie einen Zusammenhang zwischen Ihrer Forschung und personalisierter Gesundheit?

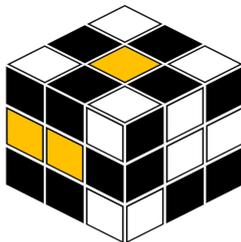
Wir betreiben Grundlagenforschung, die noch nicht direkt in der medizinischen Praxis angewandt wird. Für die Medikamentenforschung ist unsere Arbeit wichtig. Denn wir haben gezeigt, dass es oft nicht reicht, aufgrund einer bestimmten genetischen Abwandlung des Tumors den passenden Wirkstoff zu empfehlen. Oft reagieren Patienten mit der gleichen charakteristischen Veränderung in der Tumorzelle unterschiedlich auf den Wirkstoff, der auf die Veränderung abzielt. Dies ist darauf zurückzuführen, dass jeder Patient auch noch andere Mutationen in seinen Tumorzellen hat, welche die Reaktion auf die Behandlung beeinflussen können.

In welchen Bereichen sind Fortschritte unabdingbar, damit sich die personalisierte Gesundheitsversorgung weiter entwickeln kann?

Um weitere Fortschritte in der personalisierten Gesundheitsversorgung zu erzielen, wäre es wichtig, die Veränderungen von Tumoren eng verfolgen zu können. Dazu wären nicht invasive Methoden des Tumormonitorings erforderlich, beispielsweise auf der Grundlage von Blutanalysen. Wenn wir heute einen Patienten behandeln, kann sich sein Tumor in einem Monat stark verändern, und man müsste die Behandlung entsprechend anpassen können.

Wichtig ist auch zu sehen, dass sich ein einzelner Tumor aus Zellen mit unterschiedlichen Veränderungen zusammensetzt. Ein Medikament, das bei der einen Veränderung gut wirkt, bleibt bei einer anderen unter Umständen ohne Effekt. Es gehen also nicht alle Tumorzellen zugrunde, und diejenigen, die die Behandlung überleben, breiten sich unter Umständen umso mehr aus. Solche Phänomene müssten wir besser verstehen können, um die medizinische Behandlung erfolgreich zu gestalten.

6.2 Umgang mit Daten – Herausforderung für die Forschung



Die Forschung im Bereich der personalisierten Gesundheit schreitet voran. Daten spielen dabei eine wichtige Rolle. Mit Hilfe der neuen Technologien werden sie immer schneller, in besserer Qualität und in immer grösseren Mengen produziert. So ist das Sequenzieren eines ganzen Genoms heute relativ einfach und nicht mehr sehr kostspielig. Die Sequenz alleine bringt jedoch noch kein neues Wissen: Die Daten müssen analysiert und interpretiert werden.

In der Forschung im Bereich der seltenen oder teils auch sehr seltenen Krankheit wird normalerweise nach der einen oder den zwei Mutationen im Genom gesucht, die für die Krankheit verantwortlich sind. Sie sind oft die einzigen Faktoren, die zum Ausbruch der Krankheit führen. Die Herausforderung ist jedoch, diese Mutationen unter all den anderen Veränderungen im Genom zu finden und zu erkennen. Da sich die Genome von zwei Personen, unabhängig von Krankheiten, an Tausenden von Stellen unterscheiden (normale Polymorphismen), braucht es sehr leistungsstarke Computersysteme, um die relevante Veränderung zu erkennen. Die Suchen nach der für die Krankheit verantwortlichen Mutation wird deshalb oft mit der Suche nach der Nadel im Heuhaufen verglichen.

Auch bei der Erforschung häufiger Krankheiten, zum Beispiel Herz-Kreislaufkrankungen, sind grosse Datensätze essentiell. Diese Krankheiten sind meist nicht nur genetisch bedingt, sondern es ist das Zusammenspiel von Genetik und Umwelt, das zum Ausbruch der Krankheit führt. Um zu verstehen, was die Ursache ist, braucht es auch hier grosse Datenmengen von einer möglichst diversen Population. Nur so kann erforscht werden, welche genetischen Veränderungen relevant sind und welche nicht.

Da jede vollständige Sequenzierung eines menschlichen Genoms mindestens 300 Gigabyte Datenvolumen produziert, sind die Forschenden auf entsprechend grosse Datenspeicher angewiesen, nicht nur für die Datenverarbeitung, sondern auch für die Datensicherung. Der wichtigste Faktor ist aber wohl die Expertise der Fachkräfte. Um die Daten zu analysieren und interpretieren, braucht es Spezialistinnen und Spezialisten, die sich in verschiedenen Gebieten auskennen: biologisches und medizinisches Verständnis, sowie Expertise in Statistik und Informationstechnologien.

6.3 Initiativen in der Schweiz



Um die Forschungstätigkeiten im Bereich der personalisierten Gesundheit zu fördern und zu koordinieren, gibt es grosse Forschungsinitiativen. Das Swiss Personalized Health Network (SPHN) ist eine Initiative, die vom Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation und des Bundesamtes für Gesundheit gestartet wurde. Hauptziel der Initiative ist der Aufbau einer national koordinierten Dateninfrastruktur. Der Forschungsschwerpunkt Personalized Health and Related Technologies der Institutionen des ETH-Bereichs fokussiert ebenfalls auf diesen Bereich.

6.3.1 Swiss Personalized Health Network - SPHN

Das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation und das Bundesamt für Gesundheit haben 2016 die Initiative „Swiss Personalized Health Network“ (SPHN) gestartet. Das Ziel ist es, durch das SPHN die personalisierte Gesundheit in der Schweiz zu stärken und zu fördern. In einer ersten Phase (2017-2020) soll eine national koordinierte Dateninfrastruktur aufgebaut werden. Dies ermöglicht den Austausch von harmonisierten Daten zwischen den verschiedenen Spitälern und Forschungsinstitutionen. Langfristig ist zudem die Integration von öffentlichen Gesundheitsdaten und Daten von gesunden Bürgern denkbar. Die Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften (SAMW) trägt die organisatorische Verantwortung des SPHNs.

Interview mit Adrien Lawrence, Geschäftsleiter SPHN

Was ist das übergeordnete Ziel des SPHNs?

Das Ziel ist eine national koordinierte Dateninfrastruktur aufzubauen. Dies ermöglicht den Austausch von harmonisierten Daten zwischen den verschiedenen Spitälern und Forschungsinstitutionen.

Welche Projekte werden durch das SPHN gefördert?

Das SPHN unterstützt verschiedene Arten von Projekten:

- Projekte, die die Infrastruktur implementieren, und ein gemeinsam nutzbares Datensystem schaffen. Dadurch wird die landesweite Interoperabilität ermöglicht.
- Projekte, die neue Methoden, Technologien und Infrastrukturen für die Forschung in personalisierter Gesundheit entwickeln.
- Projekte in einem speziellen Forschungsgebiet, die die Interoperabilität von Daten im gesamten Netzwerk getestet.

Eine Liste der geförderten Projekte ist auf der Webseite des SPHNs verfügbar.

Wieso sollen Daten zwischen Spitälern und Forschungsinstituten ausgetauscht werden können?

Damit medizinische Studien zu aussagekräftigen Resultaten führen, ist eine gewisse Menge an Daten erforderlich. Damit dieser Datenumfang in einem relativ kleinen Land wie der Schweiz erreicht werden kann, müssen die relevanten Akteure im Bereich der personalisierten Medizin und Gesundheit ihre Kräfte bündeln und die Ressourcennutzung optimieren.

Wieso sollte eine Patientin oder ein Patient seine Daten zur Verfügung stellen?

Die Forschung ist auf Daten angewiesen. Oft kommt diese Forschung vielleicht dem einzelnen Patienten nicht direkt zu Gute, aber sie ist wichtig für zukünftige Patienten und Patientinnen und vor allem für die Gesellschaft als Ganzes. Das zur Verfügung stellen der eigenen Daten kann also auch als Akt der Solidarität gesehen werden, denn wir alle profitieren von einer qualitativ hochstehenden medizinischen Versorgung. So können wir alle einen Beitrag leisten.

Wer hat Einblick in diese Daten?

Spitäler sind verpflichtet, geeignete Massnahmen zu treffen, um die Gesundheitsdaten und Proben zu schützen. Eine Ethikkommission prüft bei der Bewilligung eines Forschungsprojekts, ob diese Schutzbestimmungen umgesetzt sind. Neben dieser institutionellen Verantwortung gilt zudem die individuelle Verantwortung; jeder einzelne Arzt und Forscher ist für den korrekten Umgang mit Daten und Proben seiner Patienten verantwortlich.

Alle Daten und Proben, die der Forschung zur Verfügung gestellt werden, sind verschlüsselt, das heisst, der Spender oder die Spenderin wird nicht erkannt. Zu den unverschlüsselten Daten haben nur berechnete Personen Zugang (z.B. behandelnder Arzt). Die Voraussetzungen für die Entschlüsselung sind in der Verordnung zum HFG in Artikel 27 geregelt.

6.3.2 Personalized Health and Related Technologies - PHRT

PHRT ist ein strategischer Forschungsschwerpunkt der Institutionen des ETH-Bereichs. Diese spielen eine führende Rolle bei der Entwicklung neuartiger Technologien, einerseits für den personalisierten Gesundheitsbereich, aber auch für die Entwicklung und den Einsatz grosser und hochspezialisierter Forschungsinfrastrukturen. Ziel der personalisierten Gesundheit ist es, gesundheitsrelevante Daten durch geeignete Technologien zusammenzuführen und für eine optimierte Gesundheitsversorgung durch frühere und bessere Diagnose z.T. basierend auf der einzigartigen molekularen Zusammensetzung eines Patienten einzusetzen. Neben der individuell optimierten Therapie liegt ein weiterer Schwerpunkt darauf, die Gesundheit der Gesellschaft insgesamt zu fördern, indem aus den verfügbaren Daten mögliche Gesundheitsrisiken früh erkannt werden. Das Know-how des ETH-Bereichs in Grundlagenwissenschaften und Technologie wird durch PHRT den Kliniken und dem Gesundheitsbereich zugänglich gemacht. Diese Zusammenarbeit ermöglicht den Aufbau und die Etablierung der personalisierten Medizin basierend auf der entsprechenden Spitzenforschung des ETH-Bereichs.

Interview mit Daniel Vonder Mühl, Geschäftsleiter PHRT

Was ist das übergeordnete Ziel des PHRTs?

Mit dem strategischen Fokusbereich "Personalized Health and Related Technologies" verfolgen die Institutionen des ETH-Bereichs einerseits das Ziel, weiterhin eine der führenden Institutionen im Bereich der weltweit stattfindenden Revolution der Lebenswissenschaften zu bleiben. Andererseits bringt PHRT die Kompetenzen und Erfahrungen des ETH-Bereichs (insbesondere Forschung und Technologie) durch die Zusammenarbeit mit Kliniken und den Patienten in die medizinische und klinische Forschung ein. Konkret werden innovative Projekte finanziert, um beispielweise fortgeschrittenen bildgebende Verfahren für medizinische Anwendungen zu verfeinern, oder moderne Mikro- und Nanosysteme für implantierbare/tragbare Geräte zu entwickeln. Ebenso hat PHRT zwei Plattformen aufgebaut, um qualitativ hochwertige molekulare Daten von klinischen Proben zu messen: die Genomik-Plattform befindet sich in Genf, die Proteomik-Plattform in Zürich. Diese ermöglichen - zusammen mit weiteren klinischen Patientendaten - eine individualisierte Therapie.

Auf welcher Art von Daten liegt der Fokus?

Dank der Fortschritte in den Lebenswissenschaften und Informationstechnologien werden heute enorme und rasant wachsende Mengen an gesundheitsbezogenen Daten generiert: klinische Daten, genomische und phänotypische Daten oder Daten aus Biobanken. Die «Personalisierte Medizin» hat zum Ziel, diese Daten zur Untersuchung und zum Verständnis wichtiger Prozesse und Mechanismen konkreter Krankheitsbilder zu nutzen um dann die medizinische Versorgung jedes einzelnen Patienten zu optimieren. Das Konzept der «Personalisierten Gesundheit» geht noch einen Schritt weiter: es bezieht auch die Gesundheitsdaten mit ein, welche Menschen selber sammeln (self-tracking, citizen data). Daraus gewonnene Erkenntnisse kommen nicht nur Patienten, sondern auch der gesunden

Bevölkerung zugute, indem z.B. Krankheitsrisiken frühzeitig erkannt und entsprechende Gesundheitsstrategien entwickelt werden können.

Wieso können die Daten heute nicht schon genutzt werden und wer hat in Zukunft Zugriff auf die Daten?

Um die „Big Data“-Analysen durchführen zu können, müssen die entsprechenden Daten zusammengetragen und homogenisiert werden. Aktuell sind in Schweizer Spitälern die IT-Systeme innerhalb eines Spitals verschieden. Eine zentrale Aufgabe des SPHN-Netzwerkes ist die Sicherstellung der Datenkompatibilität zwischen den Schweizerischen Spitälern und Forschungsinstitutionen. SPHN gibt es erst seit 2017.

Neben der technischen Machbarkeit muss aber auch der verantwortungsvolle Umgang mit Daten sowie die Datensicherheit gewährleistet werden. Es werden erhebliche Anstrengungen unternommen, um Gesundheitsdaten vor Missbrauch zu schützen. Bezüglich Datensicherheit wählen wir stets, den allersichersten Weg, nicht den schnellsten. Unsere Institutionen sind bestrebt höchste Standards zu erfüllen, damit wir das öffentliche Vertrauen verdienen.

Welche Projekte werden durch PHRT gefördert?

PHRT unterstützt folgende vier Projekttypen, welche aufeinander abgestimmt sind:

- Technologieplattformen, die qualitativ hochwertige und individualisierte molekulare Profile und medizinische Kohorten generieren. Die Daten sollten zwischen den Forschungspartnern leicht austauschbar („interoperabel“) sein. Es werden zwei Phasen von Technologieplattformen angestrebt: (a) zunächst reife, etablierte Technologien für Genomik und Proteomik für klinische Proben, (b) danach neuartige Technologieplattformen, die sich aus Technologie-Translations-Projekten entwickeln und der raschen Entwicklung für die klinische Entscheidungsfindung dienen.
- Technologie-Translation-Projekte: Fortgeschrittene, innovative Technologien, die im ETH-Bereich entwickelt werden und in der Medizin zur Anwendung kommen. Einige könnten die Basis für Technologieplattformen bilden oder bereits existierende Technologieplattformen ergänzen.
- Personalisierte Medizin/Gesundheit Forschungsprojekte mit direkter Relevanz für den Patienten.
- Interdisziplinäre Forschung und Ausbildung für die nächste Generation von Forschern im Feld der Personalisierten Gesundheit. Es gibt zwei Ebenen von Projekten: (a) Interdisziplinäre Doktoratsprojekte (iDoc), welche die Brücke zwischen Naturwissenschaften/Ingenieurwesen und Medizin schlagen, und (b) Interdisziplinäre Postdoktoranden-Stipendien für den Übergang von jungen Wissenschaftlern zur interdisziplinären Forschungskultur für Personalisierte Gesundheit.

Wenn immer möglich werden die Projekte vom Swiss Data Science Center (SDSC) unterstützt. Einige Projekte werden gemeinsam mit SPHN gefördert.

Literatur

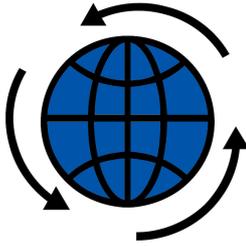
Lawrence A, Selzer L (2017) Swiss Personalized Health Network (SPHN): Die nationale Initiative im Überblick. Schweizerische Ärztezeitung. DOI: 10.4414/saez.2017.05640

Meier-Abt P et al (2018) The Swiss approach to Precision Medicine, Swiss Medical Weekly

SPHN (2018) SPHN at a Glance.

Vayena E (2017) Ein ethischer Rahmen für den Austausch von Gesundheitsdaten. Schweizerische Ärztezeitung, DOI: 10.4414/saez.2017.05941

Über das Portal



Das Themenportal „Personalisierte Gesundheit“ wird vom Forum Genforschung der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) herausgegeben.

Dieses Themenportal liefert Hintergrundinformationen, zeigt mögliche Anwendungsgebiete und aktuelle Forschungsarbeiten auf. Die Grundversion des Portals wurde 2018 veröffentlicht und wird laufend mit weiteren Themen ergänzt.

Das Portal entstand im Rahmen des Projekts „Mensch nach Mass – personalisierte Gesundheit“.

Expertinnen und Experten

Martine Jotterand, Prof hon CHUV et Université de Lausanne

Eric Kübler, Fachhochschule Nordwestschweiz

Stefan Kohler, Vischer AG

Patrick Matthias, Friedrich Miescher Institut Basel

Vincent Mooser, CHUV

Heinz Müller, Eidgenössisches Institut für geistiges Eigentum

Carlo Rivolta, Université de Lausanne

Redaktion

Luzia Guyer, Geschäftsstelle Forum Genforschung

Andres Jordi, Kommunikation SCNAT

Stefan Kohler, Vischer AG

Franziska Oeschger, Geschäftsstelle Forum Genforschung

Lucienne Rey, texterey

Benedikt Vogel, Dr. Vogel Kommunikation

Übersetzungen

CVB-International

Martine Jotterand, Prof hon CHUV et Université de Lausanne

Illustrationen

Natascha Jankovski (Grafiken)

<https://thenounproject.com> (Icons)