



Physik in der Schweiz – für eine innovative Wirtschaft und eine mündige Bevölkerung

In den letzten Jahrhunderten hat die Physik die grössten industriellen Revolutionen ermöglicht und die Art und Weise geprägt, wie wir die Welt verstehen. Heute ist die Physik in allen technisch orientierten Industriezweigen allgegenwärtig und die Vermittlung von Physikkenntnissen in der Gesellschaft daher unerlässlich. Eine erfolgreiche Schweizer Wirtschaft ist somit auch das Ergebnis einer langfristigen Förderung der Physik in Bildung und Forschung. Deshalb hat die Schweizerische Physikalische Gesellschaft (SPS) den Einfluss der Physik auf die Schweizer Wirtschaft und Gesellschaft erstmals quantitativ untersucht. Die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen des SPS-Fokus «Impact of Physics on Swiss Society»¹ sind im vorliegenden Factsheet zusammengefasst.

Kernaussagen

1. Die physikbasierten Industrien (PBI) spielen in der Schweizer Wirtschaft eine wichtige Rolle, vergleichbar mit derjenigen der Sektoren Produktion oder Handel. Die wirtschaftliche Effizienz der PBI übertrifft sogar diejenige der Produktion, des Handels und des Baugewerbes.
2. Die Zusammenarbeit zwischen physikalischer Grundlagenforschung und Industrie ist intensiv und vielfältig: Sie erstreckt sich von der Entwicklung von Produkten aus der akademischen Forschung bis hin zum Beitrag, den Physikerinnen und Physiker in kleinen und mittleren Unternehmen leisten.
3. Die Schweizer Physik Institute sind in sämtlichen Bereichen tätig – von der Grundlagenforschung bis zur angewandten Forschung. Die Schweizer Forschungstätigkeiten finden international hohe Beachtung.
4. Um die grossen Herausforderungen unserer Zeit zu bewältigen, etwa die Klima- und Energieversorgungskrise sowie globale Gesundheitsprobleme, benötigen wir verstärkt neue Erkenntnisse und Technologien aus der physikalischen Forschung.
5. Eine solide physikalische Grundbildung ist in einer Welt, die zunehmend von Technologien abhängig ist, für eine funktionierende Demokratie von zentraler Bedeutung. Deshalb ist es wichtig, dass es der Schweiz gelingt, das Interesse der Bevölkerung an der Physik während der gesamten Schulzeit aufrechtzuerhalten.

¹ Der SPS Focus Nr. 2 «Impact of Physics on Swiss Society» herausgegeben von der Schweizerischen Physikalischen Gesellschaft ist erhältlich unter www.sps.ch/artikel/sps-focus/sps-focus-2

Ein wichtiger Impulsgeber für die Industrie

Seit Beginn der Industrialisierung im 19. Jahrhundert stammt technisches Wissen aus der universitären Forschung. Vielversprechende Ergebnisse wurden an technische Universitäten weitergegeben, wo sie weiterentwickelt wurden. Dann übernahm die Industrie und entwickelte erste Prototypen, die schliesslich zu marktreifen Produkten führten.

Dieser akademische Wissenstransfer ist auch heute noch das Rückgrat von Spin-off-Unternehmen und Start-ups. Die physikalische Komplexität hat jedoch in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. Für eine moderne Wirtschaft ist es deshalb unerlässlich, das Potenzial der modernen Physik voll auszuschöpfen. Deshalb hat die Schweizerische Physikalische Gesellschaft (SPS) sich die Aufgabe gestellt, den Einfluss der Physik auf die Schweizer Wirtschaft eingehend zu untersuchen.

Gegenwärtig wird der Umsatz physikbasierter Industrien (PBI) in der Schweiz auf über 274 Milliarden CHF geschätzt und eine weitere Steigerung ist zu erwarten. Die als PBI klassifizierten Branchen sind stark von Technologien abhängig, die von Physikerinnen und Physikern entwickelt wurden. Die elf in Abbildung 1 dargestellten PBI-Kategorien decken daher ein relativ breites Spektrum ab, das von der pharmazeutischen Industrie und medizinischen Instrumenten über die Stromversorgung bis hin zur hoch automatisierten Industrie reicht.

Der Anteil der PBI an der Bruttowertschöpfung (BWS) der Schweiz betrug 91,5 Mrd. CHF oder 13% von insgesamt 701,6 Mrd. CHF im Jahr 2019. Die Zahl der vollzeitäquivalenten Arbeitsplätze (VZÄ) betrug 417 000 oder 9,8% von insgesamt 4 237 000 Stellen (Abb. 1 und 2).

Ein aussagekräftiger Indikator für die wirtschaftliche Effizienz ist die spezifische BWS, definiert als BWS pro VZÄ. Diese Kennzahl liegt für PBI im Jahr 2019 bei 219 400 CHF pro VZÄ und damit höher als beispielsweise die spezifische BWS der Produktion oder des Handels. Sie liegt auch deutlich über dem schweizerischen Durchschnittswert von 165 600 CHF pro VZÄ. Das zeigt, dass die PBI für die Schweiz wirtschaftlich genauso bedeutsam sind wie Produktion und Handel. Vergleicht man die wirtschaftliche Effizienz der PBI mit derjenigen der PBI in den direkten Nachbarländern Deutschland, Frankreich, Italien und Österreich, so zeigt sich, dass die Schweizer PBI eine Spitzenposition einnehmen.

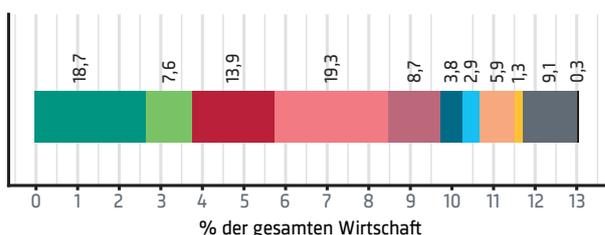
In der Schweiz stieg die spezifische BWS für PBI von 2015 bis 2019 um 6,3%, was deutlich über dem durchschnittlichen Anstieg von 2,3% aller Wirtschaftszweige im selben Zeitraum liegt.

In den hier aufgeführten Zahlen für BWS und VZÄ sind die Beiträge von Physikern und Physikerinnen, die in Nicht-PBI-Branchen beschäftigt sind, nicht enthalten. Zusätzliche wirtschaftliche Auswirkungen wie die Ausgaben privater Haushalte im Zusammenhang mit der Wirtschaftstätigkeit in den PBI sind ebenfalls nicht berücksichtigt. Es ist daher anzunehmen, dass der Gesamteinfluss der Physik in der Schweizer Wirtschaft die hier angeführten Kernzahlen noch deutlich übersteigt. Der BWS-Multiplikator, der diese Auswirkungen beschreibt, wurde auf 2,31 bis 2,49 geschätzt;² das bedeutet, dass für jeden CHF an direkter physikbezogener Produktion insgesamt 2.31 bis 2.49 CHF an gesamtwirtschaftlicher Produktion realisiert wird (Tab. 1).

² Basierend auf: 'The Importance of Physics to the Economies of Europe. A study by Cebr for the period 2011-2016', Centre for Economics and Business Research for the European Physical Society, 2018. https://www.eps.org/resource/resmgr/policy/eps_pp_physics_ecov5_full.pdf

Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten (BWS)

Milliarden CHF



- Pharmazeutische Instrumente
- Medizinaltechnik
- Messgeräte
- Technische Dienstleistungen
- Telekommunikation
- Elektronik
- Elektrotechnik
- Maschinen
- Fahrzeug-, Flugzeug- und Schiffbau
- Elektrizitätsversorgung
- Herstellung übrige

Anzahl der Angestellten in Vollzeitäquivalenten Arbeitsplätzen in Tausend (VZÄ)

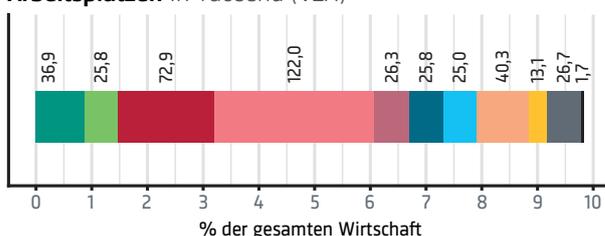
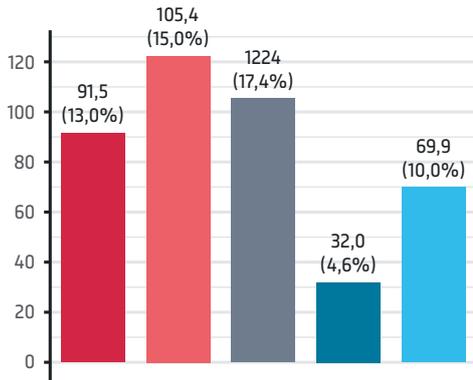


Abbildung 1: Bruttowertschöpfung (BWS) und Vollzeitäquivalente Arbeitsplätze (VZÄ) für die Schweiz im Jahr 2019 für 11 Industriecluster, die die Kategorie der physikbasierten Industrien (PBI) bilden.

Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten (BWS)
in Milliarden CHF



Vollzeitäquivalente Arbeitsplätze (VZÄ)
in Tausend

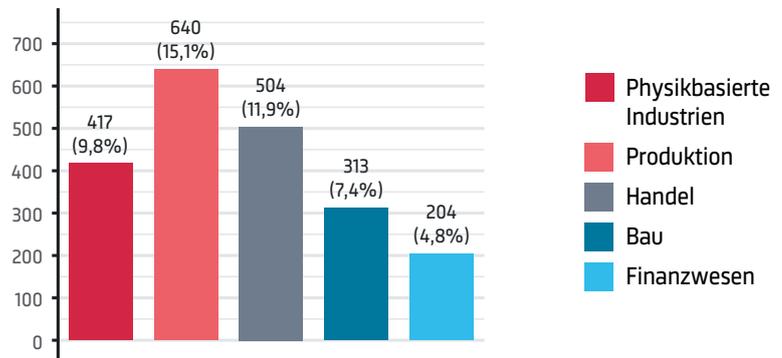


Abbildung 2: BWS in Mrd. CHF und Zahl der VZÄ in Tausend für die fünf Kategorien der Statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE) für 2019.

PBI BWS Multiplikator (= 2.31)	
Direkte Auswirkung CHF 1.00	Die Produktion von PBI-Waren und -Dienstleistungen hat Auswirkungen auf die gesamte vorgelagerte Lieferkette, etwa wenn ein PB-Unternehmen Waren und Dienstleistungen für sein eigenes Geschäft bezieht. Diese und andere Effekte werden durch einen Multiplikator ausgedrückt. Als Grundlage sei CHF 1.00 aus der BWS der PBI angenommen.
Indirekte Auswirkung CHF 0.65	Um ihr Angebot zu steigern, müssen PBI mehr Leistungen von ihren Zulieferern beziehen, diese wiederum eine höhere Nachfrage an ihre Zulieferer stellen und so weiter entlang der gesamten Lieferkette. Daraus ergeben sich die indirekten Auswirkungen: ein Anstieg der BWS über die gesamte Lieferkette von CHF 0.65 für jeden CHF 1.00 aus der BWS der PBI.
Induzierte Auswirkung CHF 0.66	Die direkten und indirekten Auswirkungen haben einen Einfluss auf das Haushaltseinkommen der gesamten Wirtschaft, sei es durch erhöhte Beschäftigung, höhere Gewinne usw. Ein Teil dieses Einkommens wird reinvestiert, etwa für Konsumartikel und Dienstleistungen, was zu einer Umsatzsteigerung bei den Herstellern dieser Waren und Dienstleistungen führt und Auswirkungen auf deren Lieferketten hat. Daraus ergibt sich die induzierte Wirkung von CHF 0.66 für jeden CHF 1.00 aus der BWS der PBI.

Tabelle 1: Zusammensetzung des BWS Multiplikators.

Vom Prototyp zum Industrieprodukt

Die Zusammenarbeit zwischen der physikalischen Grundlagenforschung und der Industrie kann auf vielfältige Art erfolgen. Besonders wichtig ist der direkte Kontakt zwischen Forscherinnen und Industrieentwicklern, um ein Produkt rasch zur Marktreife zu bringen. Das kann über Personen geschehen, die ein Start-up gründen, oder über spezielle Technologie-Transferprogramme, wie die von Innosuisse oder über europäische Forschungsrahmenprogramme.

Eine oft benutzte Kennzahl zur Bewertung des technischen Entwicklungsstands zwischen physikalischem Experiment und verkäuflichem Produkt ist der Technology Readiness Level (TRL), der die verschiedenen Reifegrade einer Technologie klassifiziert. Für den Physik- und Technologiesektor in der Schweiz skizziert Abbildung 3 die verzahnte Struktur zwischen den verschiedenen Akteuren in diesem Wechselwirkungsprozess.

Neben dem direkten Technologietransfer ist die Anstellung von Hochschulabsolventen und -absolventinnen der Physik eine der effektivsten Möglichkeiten, damit modernstes Wissen in ein Unternehmen gelangt. Daher ist auch eine hervorragende akademische Physikausbildung in der Schweiz ein wichtiger Faktor für die Industrie. Dies zeigt sich ausserdem daran, dass immer mehr globale Hightech-Unternehmen versuchen, diese Talente anzuwerben, indem sie Forschungs- und Entwicklungslabors in der Schweiz einrichten.

Eine weitere Form der Zusammenarbeit ist die Nutzung von Forschungseinrichtungen durch Industrieunternehmen. Die physikalische Grundlagenforschung erfordert immer komplexere experimentelle Methoden und Maschinen, wie zum Beispiel die grossen Beschleuniger am CERN und am Paul Scherrer Institut (PSI). Diese Anlagen können oft für die Beantwortung industrieller Fragestellungen genutzt werden, etwa in der Materialforschung oder der Medizinaltechnik.

Der Weg von der physikalischen Grundlagenforschung zu einem marktreifen Produkt kann lang und kurvenreich sein.

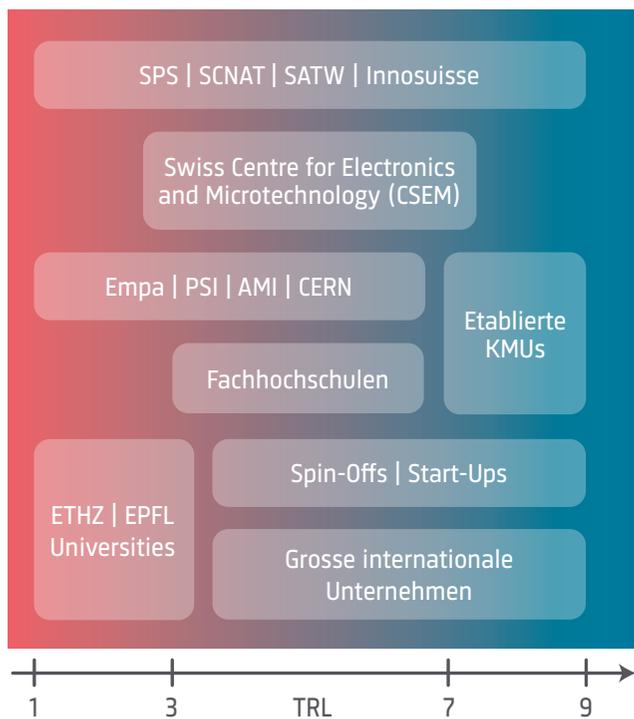


Abbildung 3: Die relevanten Akteure nach Technology Readiness Level (TRL) in der Innovationslandschaft des physik- und technologiebezogenen Sektors in der Schweiz. TRL = 1: Grundprinzipien bestätigt, TRL = 9: herstellbares System im betrieblichen Umfeld erprobt.

Die effiziente Umsetzung von Innovationen in verkaufbare Produkte erfordert daher anhaltende gemeinsame Bemühungen – zum einen von den Hochschulen und der Industrie, aber auch von Organisationen wie Innosuisse, der Schweizerischen Akademie der Technischen Wissenschaften (SATW), der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) und der SPS. Das Zusammenspiel dieser Einrichtungen sorgt dafür, dass der Weg von der Forschung zum Produkt im Vergleich zum Lebenszyklus des Produkts kurz ist.

Das Potenzial der Physik für die Schweizer Industrie

Die Grundlagenforschung der Schweiz in der Physik wird hauptsächlich vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF) unterstützt. Sie umfasst folgende Bereiche:

- **Physik der kondensierten Materie:** Entwicklung neuartiger Materialien und Instrumente, z. B. Halb- und Supraleiter, sowie Nano- und Quantenmaterialien.
- **Neutronenwissenschaft:** zerstörungsfreie Neutronenbildung verschiedener Proben, *in-situ* und *in-operando*.
- **Photonenwissenschaft:** Entwicklung von Lasertechnologie und Lichtquellen für reaktionsschnelle Hightech-Bildgebung, insbesondere in medizinischen Anwendungen.
- **Myonenspektroskopie:** grundlegende Studien der Teilchenphysik und Analyse sehr empfindlicher Proben, wie z. B. archäologischer Artefakte.
- **Teilchenphysik:** Verständnis der Bestandteile der Materie und ihrer Wechselwirkungen auf der grundlegendsten Ebene.

- **Astronomie und Astrophysik:** Verständnis des Universums, der Galaxien, der Sterne und Planeten und extremer Objekte wie Schwarzer Löcher und Neutronensterne.
- **Geophysik (Erd-, Atmosphären- und Umweltphysik):** Überwachung und Simulation von Klimawandel, Umweltverschmutzung, seismischen Gefahren und natürlichen Ressourcen.
- **Energiewissenschaft:** Erforschung neuer Energiequellen und Innovationen bei Energienetzen und -speicherung.
- **Weiche Materie, Bio- und Medizinphysik:** Verständnis biologischer Prozesse, Entwicklung neuartiger organischer Materialien, Diagnose- und Behandlungsmethoden in der Medizin.
- **Plasmaphysik:** Erforschung neuer Technologien für Fusionsenergie und Mikroelektronik.

Gegen den Fachkräftemangel und das Geschlechtergefälle

Der Mangel an hochqualifizierten Arbeitskräften im Bereich der technischen Wissenschaften und des Ingenieurwesens ist in der Schweiz seit vielen Jahren ein dringliches Thema. Es zeigt sich, dass dieses Phänomen auch eine bedeutende geschlechtsspezifische Dimension hat, die in der Schweiz besonders ausgeprägt ist. Seit Anfang der 1990er Jahre verbessern sich die Zahlen zwar, aber die Fortschritte verlaufen auffallend langsam. Dies zeigt sich an der immer noch sehr geringen Anzahl Mädchen, die sich beim Eintritt in die Gymnasialstufe für einen Lehrplan mit den Schwerpunkten Physik und angewandte Mathematik entscheiden.

Es ist wichtig, das Interesse der Mädchen an technischen Wissenschaften in den frühen Stadien ihrer Ausbildung zu erhöhen. Dies reicht aber nicht aus, um das Problem des Ungleichgewichts zwischen den Geschlechtern in der Physik zu lösen. Die Karrierebedingungen für Frauen müssen verbessert und die Zahl von Frauen in Führungspositionen erhöht werden, um dem Phänomen der «leaky pipeline» vorzubeugen, d. h. des allmählichen Schwindens des Anteils von Frauen entlang der Laufbahn in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT).

Derzeit gibt es mehrere Initiativen der SCNAT, des SNF, sowie vieler Schweizer Universitäten und Berufsverbände, die das Ziel haben, weibliche Vorbilder zu ermutigen und als Identifikationsfiguren zu etablieren. Viele dieser Aktionen fördern die MINT-Fächer im Allgemeinen. Dies genügt allerdings nicht, um Stereotypen gegenüber den technischen Wissenschaften im Besonderen wirksam zu bekämpfen. Es sind Massnahmen nötig, die sich speziell auf die Fächer Physik, Technologie und Ingenieurwesen konzentrieren.

Informelle oder ausserschulische Outreach-Initiativen können dazu beitragen, die Neugier und das Interesse der Bevölkerung an MINT-Fächern im Allgemeinen und an Physik im Besonderen zu fördern. Wissenschaftsmuseen oder -zentren spielen eine wichtige Rolle bei der Vermittlung von Wissenschaft und informeller Bildung, etwa das Swiss Science Center Technorama in Winterthur, öffentliche Ausstellungen des CERN bei Genf und das Besucherzentrum «psi forum» des PSI in Villigen.

Das Potenzial der Physik für die Schweizer Industrie

Die Physik und die daraus abgeleiteten Technologien spielen eine zentrale Rolle in vielen Industriezweigen und für die Entwicklung der Wirtschaft, indem sie Waren und Dienstleistungen produzieren und viele hochqualifizierte Arbeitsplätze schaffen.



Photonik

Die sich rasant entwickelnden Märkte erfordern deutlich schnellere, leistungsfähigere, miniaturisierte und energieeffiziente Systeme, die mit den heute verfügbaren Standardtechnologien nicht mehr realisierbar sind. Die Photonik stellt hier neue Technologien zur Verfügung, wie z.B. neuartige Bildverarbeitungskonzepte und optische Messtechnik, medizinische Instrumente, optische Bauteile, Kommunikationstechnik mit Datenübertragungsraten von Terabyte pro Sekunde, leistungsstarke Lichtquellen, Photovoltaik, Fertigungstechnologie mit Lasern, Informationstechnologie, Sicherheits- und Verteidigungstechnologie. Die jährliche Wachstumsrate der Photonik liegt bei 6 bis 8%.



Sensorik, Bildgebung, Messung und Instrumentierung

Die Schweiz hat seit jeher den Ruf als Herstellerin höchstpräziser Messinstrumente. Ihre modernen Hightech-Versionen sind Atomuhren, die in Satelliten und für Zeitnormale gebraucht werden. Satellitengestützte optische Sensorsysteme sind unerlässlich für amtliche Vermessungs- und öffentliche Navigationsanwendungen. In den letzten Jahrzehnten wurden zudem neue physikalische Messmethoden instrumental umgesetzt, z. B. Kernspinresonanzspektrometrie, Kryo-Elektronenmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie und optische Terahertz-Technologien. Sie bilden die Grundlage neuartiger Geräte für die biologische, pharmazeutische, medizinische und die Umweltforschung.



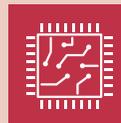
Medizinische und biologische Physik

Die Teilchenphysik hat zu neuartigen Diagnose- und Bildgebungsverfahren geführt, die weltweit zu Standardmethoden wurden. Teilchenstrahlen wie die hochenergetischen Protonen am PSI werden z. B. zur Behandlung von Tumoren eingesetzt. Sie sind fokussierbar auf räumlich genau definierte Geweberegionen. Zudem kommen Fortschritte in der Mikro- und Nanotechnologie der Entwicklung kleinster Komponenten im Biotech-Sektor zu Gute.



Kommunikation

Moderne Kommunikationstechnologien kombinieren elektrische Hochfrequenzkomponenten mit hochintegrierten optischen Miniaturkomponenten. Dank der Weiterentwicklung photonischer Materialien gehört den rein photonischen Systemen mit ihren ungleich höheren Datenraten die Zukunft. Die Datensicherheit wird durch neueste Ergebnisse aus der Physik der Quantenkommunikation (Quantenkryptographie) gewährleistet.



Verarbeitung grosser Datenmengen und Quantencomputer

Teilchenbeschleuniger und astronomische Infrastrukturen produzieren Petabytes an Messdaten, aus denen die relevante Information extrahiert werden muss. Das bedarf leistungsstarker Algorithmen. Neben der vorherrschenden Digitaltechnik nutzen Quantencomputer die Grundprinzipien der Quantenmechanik zur Problemlösung innerhalb sehr grosser und kompliziert verknüpfter Datenkollektive. Die Schweiz ist in der Quantenforschung weltweit mit an vorderster Stelle aktiv.



Simulation und Modellierung

Dank massiver Fortschritte in der digitalen Rechenleistung sind Simulation und Modellierung neben experimenteller und theoretischer Methodik zur dritten Säule der Wissenschaft geworden. Ein prominentes Beispiel sind Erdsystemmodelle, die für tägliche Wettervorhersagen und Projektionen des zukünftigen Klimas der Erde verwendet werden. Die Grundlagen dieser Modelle beruhen auf Fluidodynamik, Thermodynamik und physikalischer Chemie.



Cyberphysische Systeme

Die oben genannte Simulation und Modellierung physikalischer Systeme eignet sich auch für industrielle Anwendungen. Man bezeichnet mit «Industrie 4.0» die vollständige Digitalisierung von Produktionssystemen und deren Verbindung untereinander, wie auch mit externen Quellen (Internet of Things – IoT). Zudem gewinnt die virtuelle Spiegelung realer Abläufe an Bedeutung. Damit können Prozessschritte effizient und flexibel simuliert und auf mögliche Fehlereinflüsse getestet werden. In der Physik werden bereits heute reale und virtuelle Messdaten mittels leistungsstarker Schätzalgorithmen miteinander verglichen. Im Falle industrieller Anwendungen sind jedoch zur korrekten Modellbildung fundierte physikalische Kenntnisse aller Subprozesse nötig. Dafür gewinnt man eine höhere Robustheit und geringere Störanfälligkeit der Fertigungsabläufe.

Dabei werden wichtige langfristige Ziele verfolgt: Erstens, mehr Schüler und insbesondere Schülerinnen zu motivieren, sich für eine Schullaufbahn und ein Studium in diesem Bereich zu entscheiden, und zweitens der breiten Öffentlichkeit Informationen über die Forschung aus erster Hand zur Verfügung zu stellen. Denn allzu oft treten zweifelhafte, leicht verfügbare Quellen im Internet an die Stelle von Qualität und aufgeschlossener Reflexion, die das Markenzeichen der Wissenschaft sind.

Für eine mündige Bevölkerung

Es gibt mehr Gründe für eine gründliche Physikausbildung als nur die Schaffung motivierten, innovativen Personals für die Industrie. Am wichtigsten ist, dass die Konzepte und Gesetze der Physik den Schülerinnen und Schülern wissenschaftliche Kompetenz vermitteln. Ob sie ihr Smartphone benutzen, sich zu medizinischen Zwecken einer Magnetresonanztomographie unterziehen müssen oder über die Entdeckung extrasolarer Planeten staunen – dahinter steckt

immer eine Fülle von physikalischen Erkenntnissen. Sie bilden die Grundlage für das Verständnis dessen, wie die Welt, in der sie leben, aufgebaut ist.

In einer Demokratie werden Entscheidungen definitionsgemäss mit demokratischen Mitteln getroffen, was nur dann Erfolg hat, wenn ein breites öffentliches Verständnis für die zu entscheidenden Fragen vorhanden ist. Der Physik als Grundlagenwissenschaft kommt hier eine besondere Rolle zu. Es geht nicht darum, Quantenphysik und Relativitätstheorie im Detail zu verstehen, sondern um ein Grundverständnis der wesentlichen Begriffe und Zusammenhänge sowie der wissenschaftlichen Vorgehensweise bei der Gewinnung und Überprüfung von Erkenntnissen im Allgemeinen.

Nur so können die Bürgerinnen und Bürger Falschmeldungen in den Medien erkennen, sich eine fundierte Meinung bilden und sich an der Diskussion über gesellschaftlich wichtige Themen und schliesslich auch an Abstimmungen und Wahlen zu diesen Themen beteiligen.

SDGs: die internationalen Nachhaltigkeitsziele der UNO

Mit dieser Publikation leistet die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz einen Beitrag zu SDGs 4, 5 und 9:

«**Inklusive, gleichberechtigte und hochwertige Bildung gewährleisten und Möglichkeiten lebenslangen Lernens für alle fördern**»,
 «**Geschlechtergleichstellung erreichen und alle Frauen und Mädchen zur Selbstbestimmung befähigen**»,
 «**Eine widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, breitenwirksame und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen**».

> sustainabledevelopment.un.org

> eda.admin.ch/agenda2030/de/home/agenda-2030/die-17-ziele-fuer-eine-nachhaltige-entwicklung.html



Eine PDF-Version dieses Factsheets ist erhältlich unter scnat.ch/de/id/8Vqd7

Der SPS Focus Nr. 2 «Impact of Physics on Swiss Society» herausgegeben von der SPG ist erhältlich unter www.sps.ch/artikel/sps-focus/sps-focus-2

IMPRESSUM

HERAUSGEBERIN UND KONTAKT

Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT)
 Plattform Mathematik, Astronomie und Physik (MAP)
 Haus der Akademien • Laupenstrasse 7 • Postfach • 3001 Bern • Schweiz
 +41 31 306 93 65 • map@scnat.ch • map.scnat.ch @scnatCH

ZITIERVORSCHLAG

Kohli A (2022) Physik in der Schweiz – für eine innovative Wirtschaft und eine mündige Bevölkerung. Swiss Academies Factsheets 17 (5)

AUTORIN

Alice Kohli (Schweizerische Physikalische Gesellschaft)

EDITORINNEN UND EDITOREN

Andres Jordi (SCNAT) • Anina Steinlin (SCNAT) • Marc Türlér (SCNAT)

PROJEKTLEITUNG

Johan Chang (Präsident SPG) • Hans Peter Beck (SPG) • Bernhard Braunecker (SPG) • Marc Türlér (SCNAT)

LAYOUT

Monique Borer

TITELBILD

Rasterkraftmikroskopie-Daten der wahrscheinlich kleinsten topografischen Karte der Schweiz, die je erstellt wurde. Mit einer Grösse von 30 × 20 Mikrometern würde sie leicht auf ein menschliches Haar passen, und das Matterhorn ist dabei weniger als 400 Atome hoch (vertikaler Massstab im Bild übertrieben). Es verkörpert die Entwicklung und die Verbindung von mit dem Nobelpreis ausgezeichnete Physik «made in Switzerland» zum zukunftsweisenden Bereich der Nanotechnologie.

Quelle: Armin Knoll (IBM Research Europe – Zürich),
 Visualisation Thilo Stöferle (IBM Research Europe – Zürich)

ISSN (print): 2297-1580

ISSN (online): 2297-1599

DOI: 10.5281/zenodo.7261175



Cradle to Cradle™-zertifiziertes und klimaneutrales
 Faktenblatt, gedruckt durch die Vögeli AG in Langnau.

