

Vierteljahrschrift

3 | 2023
Jahrgang 168

der Naturforschenden Gesellschaft
in Zürich NGZH



4 Der zunehmenden Hitze trotzen

Das Risiko von Hitzewellen wird in den nächsten Jahren weiter steigen. Vor allem in den Städten braucht es deshalb griffige kühlende Massnahmen.

Brief des Präsidenten

Das vorliegende Heft widmet sich Themen, die dieses Jahr Schlagzeilen machten: Klimawandel sowie Banken- und Energiekrisen. Die Titelgeschichte «Hitzewellen werden zur neuen Norm» zeigt, dass sich die Häufigkeit von extremen Hitzewellen an praktisch allen Orten der Welt bereits in den vergangenen zwei Jahrzehnten deutlich erhöht hat. War der Hitzesommer 2003 in der Schweiz noch ein Jahrhundertereignis, ist heute eine solche Situation alle 10 bis 20 Jahre zu erwarten. Eine Projektion in die Zukunft mit Hilfe von Klimamodellen ergibt, dass längerfristig alle 2 bis 5 Jahre mit einem solchen Ereignis gerechnet werden muss, d.h. solche extrem heissen Sommer werden langsam zur neuen Norm!

Mein anschliessender Artikel über Kryptowährungen ist im Spannungsfeld zwischen Bankenkrise und Energiekrisen angesiedelt. Da die Krypto-Bezahlsysteme so einfach wie Kreditkartenzahlungen funktionieren, wird die Ausschaltung der Banken durch überzeugte Krypto-Anhänger gefeiert. Der damit einhergehende ungeheure Verschleiss an elektrischer Energie (BitCoin allein braucht fast doppelt soviel elektrische Energie wie die Schweiz) ist jedoch etwas schwieriger zu verstehen und wird deshalb meist als unglaubwürdig oder als «fake news» abgetan. Ich zeige mit einfachen Überlegungen und wenigen Multiplikationen, allerdings mit ungewöhnlich grossen Zahlen, wie dieses katastrophale Resultat zustande kommt. Die Kryptowährungen haben das Potenzial, die Energiekrisen der Zukunft erheblich zu verschärfen!

Ich möchte Sie noch auf eine bevorstehende Veränderung aufmerksam machen, die erst im nächsten Heft ausführlicher behandelt wird: Unsere Homepage, die 2014 entwickelt wurde, muss einer kompletten Neukonzeption unterzogen werden. Unsere Homepage funktioniert mit dem aktuell gültigen PHP-System, auf dem alle Homepages beruhen, nicht mehr, und unser Provider Hostpoint lässt aus Sicher-



Gebrauchsanweisung für BitCoin: Um die Energieverschwendung zu kompensieren, verzichten Sie bitte nach jeder Transaktion auf 9000 km Fahrten mit Ihrem Auto! Für Begründung vgl. Artikel ab Seite 7. (Bild: Satoshi Nakamoto, Public domain)

heitsgründen unsere Homepage, die mit einer älteren PHP-Version funktioniert, nur noch bis Ende Januar 2024 weiterlaufen.

Versuche eines Updates haben sich als unmöglich erwiesen und wir sind daran, bis zum Ende Januar 2024 mindestens eine provisorische NGZH-Homepage auf dem Internet anbieten zu können, die die wichtigsten (aber lange nicht alle) Funktionen erfüllen wird. Was uns voraussichtlich nicht so schnell gelingen wird, ist die Verlinkung aller Neujahrsblätter und Vierteljahrsschriften, da die Namensstrukturen der tausenden von pdf-Files über Jahrzehnte entstanden und deshalb teilweise nicht einheitlich sind.

Beachten Sie bitte auch die Vorschau auf die diesjährige Vortragsreihe auf Seite 17. Wir versuchen erstmals, Sie am Programm mitzubeteiligen und hoffen deshalb auf Ihre Vorschläge und Anregungen an sekretariat@ngzh.ch. Wir freuen uns auf zahlreiche Ideen aus Ihrem Kreis.

Fritz Gassmann

ngzh

• • • • •

Naturforschende
Gesellschaft in Zürich
www.ngzh.ch

– AKTUELL

4 **Hitzewellen
werden zur
neuen Norm**

– PHYSIK IM ALLTAG

7 **BitCoin – ein geniales oder ein
katastrophales Zahlungssystem?**

– BOTANIK

12 **Eine Blütezeit der «Scientia amabilis»:
Zwei Pflanzenliebhaber und Rivalen**

– PHYSIK

16 **Atom für Atom: ein präzise
hergestellter Supraleiter**

– VORTRAGSREIHE

17 **Vortragsreihe 2023: Sie bestimmen mit!**

– ONLINE-MEDIEN

18 **Podcast, Instagram, Wikipedia: Das
Spektrum an Kanälen erweitert sich**

– BUCHBESPRECHUNG

20 **Erzählte Physik – Paul Scherrer und
die Anfänge der Kernforschung**22 **IMPRESSUM**23 **AGENDA****AUS DEM ARCHIV**

Die NGZH verfügt über ein reichhaltiges Archiv an interessanten Publikationen, die im Laufe ihrer langen Geschichte veröffentlicht wurden. Das umfangreiche Material ist auf unserer Webseite frei zugänglich.

Alle Dokumente und auch die Aufzeichnungen der Online-Vorträge vom letzten Winter finden sich unter: www.ngzh.ch/publikationen

Hitzewellen werden künftig zur neuen Norm

In den letzten Jahren hat sich das Risiko von Hitzewellen bereits deutlich erhöht. Und es wird in den kommenden Jahrzehnten nochmals markant zunehmen, warnen ETH-Forschende. Neben der Bekämpfung des Klimawandels durch eine Reduktion der emittierten Treibhausgase braucht es auch griffige Massnahmen, damit die hohen Temperaturen in den Städten reduziert werden können.

Auch in diesem Sommer brachten Hitzewellen die Bevölkerung in verschiedenen Regionen der Welt zum Ächzen, beispielsweise in Südeuropa, in den USA oder in China. Auch in der Schweiz kletterte das Thermometer im August nochmals auf aussergewöhnlich hohe Werte. Solche Hitzewellen sind besonders für ältere, kranke und arme Menschen eine grosse Gefahr und haben für diese oft tödliche Folgen. Die Hitzewelle von 2003 etwa gehörte mit geschätzten 45 000 bis 70 000 Todesopfern innert weniger Wochen zu den schlimmsten Naturkatastrophen der vergangenen Jahrzehnte.

Trotzdem ist die öffentliche Aufmerksamkeit für die Risiken solcher Hitzewellen im Vergleich zu anderen klimabedingten Extremen noch gering – eine riskante Fehleinschätzung, wie eine kürzlich veröffentlichte Studie von ETH-Forschenden verdeutlicht. Denn Hitzewellen wie diejenige von 2003 könnten in den kommenden Jahren zur neuen Norm werden.

Epidemiologie und Klimamodellierung kombiniert

Die Wissenschaftler vom ETH-Institut für Umweltentscheidungen haben mit einer internationalen Gruppe von Epidemiologinnen und Epidemiologen Daten zur täglichen hitzebedingten Übersterblichkeit für 748 Städte und Gemeinden in 47 Ländern Europas, Südostasiens, Lateinamerikas, in den USA und Kanada seit 2013 ausgewertet. Daraus haben sie die Beziehung zwischen täglicher Durchschnittstemperatur und Mortalität für sämtliche untersuchten Orte berechnet. Für jeden dieser Orte

haben sie danach eine Idealtemperatur ermittelt, bei der es zur geringsten Übersterblichkeit kommt. In Bangkok zum Beispiel liegt dieser Wert bei 30 Grad, in São Paulo bei 23, in Paris bei 21 und in Zürich bei 18 Grad.

Hitze ist nicht gleich Hitze

Die Unterschiede verdeutlichen, dass Hitze nicht gleich Hitze ist. Dieselbe Temperatur wirkt sich beispielsweise in Athen und Zürich komplett unterschiedlich auf die Bevölkerung aus. Denn neben der Temperatur spielen auch andere Faktoren wie Gewöhnung, das Verhalten, die Städteplanung, die Bevölkerungsstruktur und das jeweilige Gesundheitssystem eine wichtige Rolle, wie hoch die Sterblichkeit ausfällt.

Basierend auf diesen Idealwerten berechneten die Forschenden, wie sich die Übersterblichkeit bei einer durchschnittlichen globalen Erwärmung von 0,7 Grad bis 2 Grad entwickeln wird. Dazu kombinierten sie Daten von fünf Klimamodellen mit einem epidemiologischen Modell, um die entsprechende Hitzemortalität zu ermitteln.

Ein dramatischer Anstieg

Die Ergebnisse zeigen, dass das Risiko von Hitzewellen mit grosser Übersterblichkeit bereits in den vergangenen 20 Jahren stark zugenommen hat. Galt ein Hitzesommer wie 2003 früher als Extremereignis, das einmal in 100 Jahren vorkommt, muss heute alle 10 bis 20 Jahre mit einem solchen Ereignis gerechnet werden, in einer um zwei Grad wärmeren Welt an vielen Orten sogar alle zwei bis fünf Jahre. Unter der Annahme, dass keine Anpassung an die Hitze geschieht, erhöht sich dadurch die Sterbewahrscheinlichkeit bei solch extremen Hitzewellen um den Faktor 69.

Dabei sind manche Regionen besonders von zunehmenden Hitzewellen bedroht, etwa die Ostküste der USA, die Pazifikküste Lateinamerikas, der Mittlere Osten, Südostasien und die Mittelmeerregion. Dass das Risiko in Europa und insbesondere in Südeuropa deutlich stärker zunehmen wird als in anderen Regionen der Welt, liegt an zwei Faktoren: Die Temperaturen steigen hier doppelt so



Der MFO-Park in Oerlikon entstand 2002 im Rahmen der Gebietsentwicklung «Zentrum Zürich-Nord». Die verzinkte Stahlkonstruktion mit Rankhilfen aus Stahlseilen wird von diversen Kletterpflanzen begrünt. Im Herbst sorgt ein wilder Wein für ein grossartiges Farbenspiel, während die Besucherinnen und Besucher des Parks im Sommer von einem üppigen Grün begrüsst werden. (Bild: Claudio Schwarz / Usplash)

schnell wie im globalen Mittel und die Bevölkerung ist überdurchschnittlich alt.

Die Berechnungen der Forschenden sind auch deshalb beängstigend, weil aufgrund der aktuellen Treibhausgasemissionen mit einer maximalen globalen Erwärmung von bis zu 2,6 Grad gerechnet werden muss und nicht, wie in der Studie angenommen, mit 1,5 bis 2 Grad Celsius. Zudem haben die Forschenden bei ihren Berechnungen das Bevölkerungswachstum, die Migration in die Städte und die Zunahme der älteren Bevölkerung noch nicht berücksichtigt – alles Faktoren, die die hitzebedingte Übersterblichkeit weiter erhöhen dürften. Nicht vergessen werden darf, dass für die Studie epidemiologische Daten zu Afrika und Indien fehlten, beides Regionen, die stark von der Klimakrise und von Armut betroffen sind.

Es braucht kühlende Massnahmen

Die Berechnungen der ETH-Forschenden verdeutlichen, dass es neben der Reduktion der Treibhausgasemissionen auch vermehrt Anpassungsmassnahmen braucht, um insbesondere in den Städten die Folgen der immer höheren Temperaturen zu dämpfen. Dazu ist es nötig, sogenannte blau-grüne Infrastrukturen zu realisieren, also neue Grünflächen, Bäume, Teiche, Brunnen und dergleichen. Allerdings: Bis diese Infrastrukturen messbar wirken, vergeht Zeit. Wieviel genau, hängt von verschiedenen Umweltfaktoren ab, aber auch von der Gestaltung der Anlagen und deren Unterhalt.

Ein Forscherteam der Eawag in Dübendorf hat nun basierend auf Satellitendaten am Beispiel der Stadt Zürich berechnet, wie schnell solche Massnahmen ihre Wirkung erzielen. Quantifiziert wurden



Nach der Neugestaltung des Tessinerplatzes vor dem Bahnhof Enge (hier in einer Aufnahme aus dem Jahr 2010) wurden Bäume gepflanzt, um den Platz im Sommer zu kühlen. (Bild: Roland Fischer, Zürich; Wikimedia Commons CC BY-SA 3.0)

die Effekte von sechs ab 2002 in Zürich erstellten Strukturen – von neuen Bäumen am Tessinerplatz beim Bahnhof Enge bis zu Rankgerüsten und Wasserbecken im Park der Maschinenfabrik Oerlikon (MFO-Park).

Auf den sechs untersuchten Flächen resultieren gegenüber direkt benachbarten Grundstücken reduzierte Oberflächentemperaturen zwischen 0,5 und gut 3 Grad Celsius. Dabei zeigt sich, dass Anlagen mit Bäumen oder Kletterpflanzen relativ lange – nämlich zwischen sieben bis zehn Jahre – benötigen, bevor eine nennenswerte Veränderung der Oberflächentemperaturen sichtbar wird. Grasflächen, Wiesen oder künstlich bewässerte Systeme hingegen wirken bereits innert einem bis drei Jahren. Wie effizient die Temperaturminderung tatsächlich ausfällt, hängt jedoch noch von zahlreichen weiteren Faktoren ab.

Stadtplanung unterstützen

Besonders wirksam waren die kühlenden Massnahmen bei einem Umbau an der Heinrichstrasse: Statt heisse Fabrikdächer messen die Satelliten dort seit der Erstellung eines begrünten Atriums 2005 um bis zu 3,5 Grad tiefere Oberflächentemperaturen. Dies

liegt nicht nur an den begrünten Flächen im Atrium, sondern auch an der zusätzlichen Beschattung durch die Gebäude und vor allem an der Bewässerung. Das Beispiel zeige, so die Forscher, dass es sich lohne, Wasser während starker Regenfälle zurückzuhalten und es später für die Bewässerung einzusetzen.

Mit ihrer Arbeit haben die Forschenden eine Methodik entwickelt, wie man mit Hilfe von Satellitendaten blau-grüne Infrastruktur künftig optimaler planen und realisieren kann. Dies soll die Stadtplanung unterstützen und dazu beitragen, dass Hitzeperioden in Städten für die Bevölkerung weniger belastend sind.

Felix Würsten

Dieser Artikel basiert auf Medienmitteilungen der ETH Zürich und der Eawag Dübendorf.

Literatur

Lüthi S. et al. 2023. Rapid increase in the risk of heat-related mortality. *Nature Communications* 14, 4894. doi: 10.1038/s41467-023-40599-x

Gobatti L. et al. 2023. Using satellite imagery to investigate Blue-Green Infrastructure establishment time for urban cooling. *Sustainable Cities and Society*, 97. doi: 10.1016/j.scs.2023.104768

BitCoin – ein geniales oder ein katastrophales Zahlungssystem?

Das Ziel: Ein sicheres weltweites System zur Abwicklung von billigen Geldüberweisungen ohne vertrauenswürdige Vermittler (Banken). Dabei soll die Buchhaltung öffentlich einsehbar sein, aber trotzdem die Anonymität der beteiligten Personen gewährleisten. Das System soll sich selbst organisieren und das begleitende Überwachungsinstitut soll keine Eingriffsmöglichkeiten in die Transaktionen haben. BitCoin und andere Kryptowährungen erreichen dieses Ziel auf ähnliche Weise. Der Artikel zeigt, wie BitCoin dies tut und zu welchem Preis.

Am 31. Oktober 2008 hat eine japanische Arbeitsgruppe unter dem Pseudonym Satoshi Nakamoto einen kurzen Artikel veröffentlicht (Nakamoto 2008). Darin wird dargelegt, wie ein bankenloses, sich selbst organisierendes Zahlungssystem funktionieren kann, dessen Buchhaltung transparent, öffentlich einsehbar und trotzdem anonym, unzerstörbar und fälschungssicher ist.

Die BitCoin Blockchain

Eine Blockchain ist eine nach bestimmten Regeln aufgebaute Datei. Ihr Bauplan unterscheidet sich von demjenigen von Textdateien, Bilddateien oder Videodateien, indem eine Blockchain-Datei aus einer Kette von zusammenhängenden Blöcken besteht – daher der Name Blockchain oder auf Deutsch Blockkette.

Die BitCoin-Blockchain kann wie andere Dateien auf jeden Computer heruntergeladen werden, sofern gegen 500 Gigabyte freier Speicher zur Verfügung steht. Auf diese Grösse ist die BitCoin-Blockchain seit der Erzeugung ihres ersten Blocks am 9. Januar 2009 gewachsen. Durchschnittlich wird alle 10 Minuten ein Datenblock angefügt, der alle in dieser Zeit mit BitCoin durchgeführten Zahlungen (Überweisungen, Transaktionen) enthält.

Mitte Januar 2023 enthielt ein neuer Block im Mittel jeweils 1700 Transaktionen; ein mittel-

grosser Block war dementsprechend 850 000 Byte lang (ein Byte besteht aus 8 Bit; der Leadtext dieses Artikels ist beispielsweise 536 Byte lang). Die Blockchain umfasste zu diesem Zeitpunkt rund 770 000 Blöcke.

Diese stetig wachsende Datei ist die öffentlich einsehbare (unverschlüsselte) Buchhaltung über die gesamte Lebensdauer des BitCoin.

Drei grundsätzliche Forderungen

Die Blockchain muss drei Forderungen erfüllen, damit das oben formulierte Ziel eines anonymen, billigen und vertrauenswürdigen Zahlungssystems erreicht werden kann: Sie muss (a) die Anonymität der an den Transaktionen beteiligten Personen sicherstellen, (b) nachträgliche Manipulationen müssen sofort festgestellt werden können und (c) es sollte unmöglich sein, eine korrekte, aber gefälschte Fake-Blockchain innert nützlicher Frist herzustellen, welche die authentische Blockchain ersetzen könnte. Für alle drei Anforderungen spielt das im nächsten Abschnitt vorgestellte Gütesiegel eine zentrale Rolle. Die drei Forderungen werden folgendermassen erfüllt:

a) Anonymität: Alle Transaktionen werden über anonyme Nummernkonti abgewickelt, wobei die Kontonummer aus den Personendaten, dem Eröffnungszeitpunkt des Kontos (dem sog. «Wallet») und weiteren Angaben automatisch als Gütesiegel gebildet wird. Auf diesen Punkt wird hier nicht mehr weiter eingegangen.

b) Manipulationssicherheit: Gütesiegel halten die aufeinanderfolgenden Blöcke zusammen. Sie garantieren, dass Manipulationen durch periodische Überprüfungen der Integrität der Blockchain rasch entdeckt werden und korrigiert werden können (vgl. folgenden Abschnitt).

c) Fake-Blockchain: Damit niemand eine manipulierte, aber trotzdem korrekte Fake-Blockchain herstellen kann, wird ein rechentechnisch sehr aufwändiges Verfahren eingesetzt. Dabei wird jeweils automatisch eine Wettbewerbsaufgabe generiert, die gelöst werden muss, bevor ein neuer Datenblock an die Blockchain angehängt werden kann (vgl. späteren Abschnitt).

8 FORSCHUNG – PHYSIK IM ALLTAG

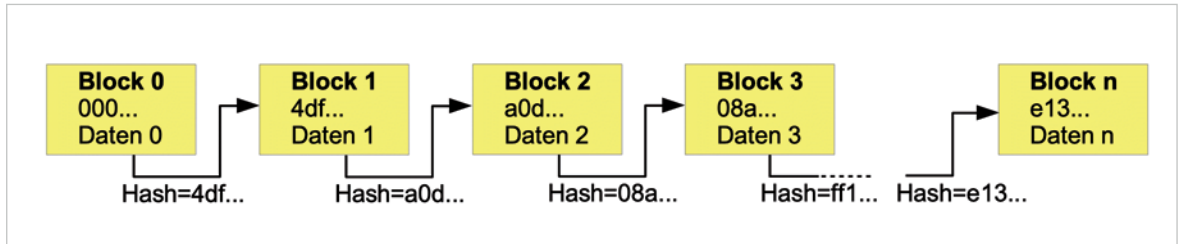


Abb. 1: Schematischer Aufbau einer Blockchain. Der Hash Code des ganzen Blocks 0 sei 4df... (die 3 Punkte stehen für die weiteren 61 Hexadezimalstellen). Dieser Hash Code wird an den Anfang des Blocks 1 geschrieben, gefolgt von einer beliebigen Anzahl Daten. Dieses Verfahren wird analog weitergeführt. Die BitCoin Blockchain wächst durchschnittlich um 6 Blöcke pro Stunde. (Bild: F. Gassmann)

Sicheres Gütesiegel für digitale Daten

Digitale Gütesiegel wurden entwickelt, damit im Internet Computerprogramme (z.B. Updates) verteilt werden können, bei denen kein einziges Bit falsch sein darf. Gütesiegel sollen schnell berechenbar sein und sich bei kleinsten Fehlern drastisch verändern. So wird vermieden, dass eine Kombination mehrerer Fehler dasselbe Gütesiegel ergibt.

Ein weit verbreitetes Gütesiegel-Programm ist der Secure Hash Algorithm, der ein 256 Bit langes Gütesiegel produziert: SHA-256 (manchmal auch SHA-2 genannt). Er wurde 2002 durch die US National Security Agency entwickelt und es gelang seither nie, durch Mehrfachfehler dasselbe Gütesiegel zu erzeugen.

SHA-256 wird beispielsweise für Internet-Zertifikate oder im Rahmen der Kryptowährung BitCoin verwendet. SHA-256 Gütesiegel kann jedermann selbst herstellen (vgl. Lit. [SHA-256](#)). Aus jeder beliebigen Datei lässt sich mit SHA-256 ein «Hash Code» genanntes Gütesiegel mit einer Länge von 64 Zeichen zu je 4 Bit (Hexadezimalsystem) erzeugen. Das folgende Beispiel zeigt, wie drastisch das [SHA-256 Gütesiegel](#) auf die Änderung eines einzigen Bits reagiert (2 geändert in 3):

Hans Muster Beispielstrasse Zürich Tel. 0441234567
Email h_muster@bluewin.ch
[7f3e 3d81 212e 49b8 db29 a953 d51e ac7c 2022 458b eb6d c2a7 c6aa 764b 5033 c684](#)
Hans Muster Beispielstrasse Zürich Tel. 0441334567
Email h_muster@bluewin.ch
[36d9 62e4 3522 5f36 e25b 934a 95d4 358e 7826 fa88 a443 c025 1159 72f5 12ec 4825](#)

Es gibt keine Möglichkeit, vom Hash Code auf den Originaltext zurückzurechnen. Würde man im obigen Beispiel alle Zeichen der Adresse ausser der

Telefonnummer zusammen mit dem Hash Code vorgeben, könnte man die fehlende Telefonnummer nur ermitteln, wenn man mit allen rund 500 Millionen möglichen Telefonnummern die Hash Codes bestimmt und mit dem vorgegebenen Hash Code vergleicht. Nur bei der genau der richtigen Telefonnummer würden die beiden 64-stelligen Hexadezimalzahlen übereinstimmen!

Aufbau der BitCoin Blockchain

Wie kann man eine durchschnittlich alle 10 Minuten wachsende Kette von ungleich grossen Datenblöcken mit einem Gütesiegel versehen, das die gesamte Kette schützt? Man bestimmt den Hash Code für alle Daten eines Blocks und schreibt diesen zu Beginn des nächsten Blocks.

Abb. 1 zeigt, wie auf diese Weise eine Kette von Blöcken entsteht, die durch Hash Codes zusammengehalten wird. Niemand kann an irgendeiner Stelle irgendwelche Daten verändern, ohne dass eine Bruchstelle entsteht. Ein Computer, der alle Hash Codes der Blockchain überprüft, würde diese in kurzer Zeit finden. Da weltweit Tausende von Kopien der BitCoin Blockchain existieren, kann ein fehlerhafter Block rasch durch einen korrekten ausgetauscht werden. Die BitCoin Blockchain ist also etwa gleich unzerstörbar wie ein weltweit verbreitetes Buch!

Es liegt auf der Hand, dass diese Blockchain-Technologie für viele verschiedene Datensätze anwendbar ist, die gegen Manipulation geschützt werden müssen. Es wäre auch möglich, digitalisierte Film- oder Tondokumente auf diese Weise mit einem Zertifikat zu versehen, so dass Veränderungen sofort festgestellt werden könnten. Noch so raffiniert manipulierte Film- oder Tondokumente könnten entlarvt werden. Weiter können die Blöcke ergänzt werden durch Zeitmarken (sog. Timestamps),

die beweisen, dass ein Dokument zu einem bestimmten Zeitpunkt existiert hat, oder es können öffentliche Schlüssel und Unterschriften darin eingeschlossen werden. Alle diese Zusätze sind ebenfalls im Hash-Code enthalten und Manipulationen würden sofort entdeckt.

Wer erzeugt die Blockchain?

Eine entscheidende Frage ist nun: Wer erzeugt die Blockchain und sorgt damit dafür, dass die Daten fälschungssicher abgespeichert werden? In der traditionellen Vorstellung übernimmt diese Aufgabe ein vertrauenswürdiger Vermittler, also eine Bank oder ein Staat.

Diese Rolle wird bei Bitcoin der Öffentlichkeit übergeben. Wer jeweils den nächsten Block an die Blockchain anfügen darf, wird in einem Wettbewerbsverfahren entschieden, an dem sich jeder Mann beteiligen darf. Die Wettbewerbsaufgabe besteht darin, dass die Teilnehmer eine aufwändige Rechenaufgabe lösen müssen. Der oder die schnellste erhält als Belohnung einen Gewinn in Form von Bitcoins.

Die Wettbewerbsaufgabe wird im folgenden Abschnitt genauer beschrieben. Es sei aber bereits

hier erwähnt, dass es keine intelligendere mathematische Methode gibt, um die Aufgabe zu lösen, als das völlig stupide Durchprobieren aller möglichen Zahlen, genau wie beim oben erwähnten Beispiel mit der Telefonnummer von Hans Muster. Per Zufall stolpert einer der vielen Computer (nicht unbedingt der schnellste), die am Wettbewerb teilnehmen, über die korrekte Kombination und gewinnt! Diese einer Spielbank ähnliche Zufallssituation hält die Teilnehmenden bei der Stange und lässt sie grosse Beträge in Hardware und Stromkosten investieren, um die Gewinnchancen zu erhöhen!

Die Gewinnerin darf den nächsten Block (zusammen mit der gefundenen Lösung der Wettbewerbsaufgabe) an die Blockchain anfügen und auch den Gewinn in Form von Bitcoins auf ihr Konto gutschreiben. Dieser Gewinn belastet niemanden, da er nur die Menge der im Umlauf befindlichen Bitcoins erhöht. Es ist nicht möglich, sich einen höheren Gewinn gutschreiben als der durch das Nakamoto Institut festgelegte, weil dies durch alle anderen Bitcoin-Knoten (sog. «Nodes») bemerkt würde. Der neue Block würde nicht akzeptiert und das Recht, den neuen Block anzuhängen, ginge an den zweitschnellsten Knoten.

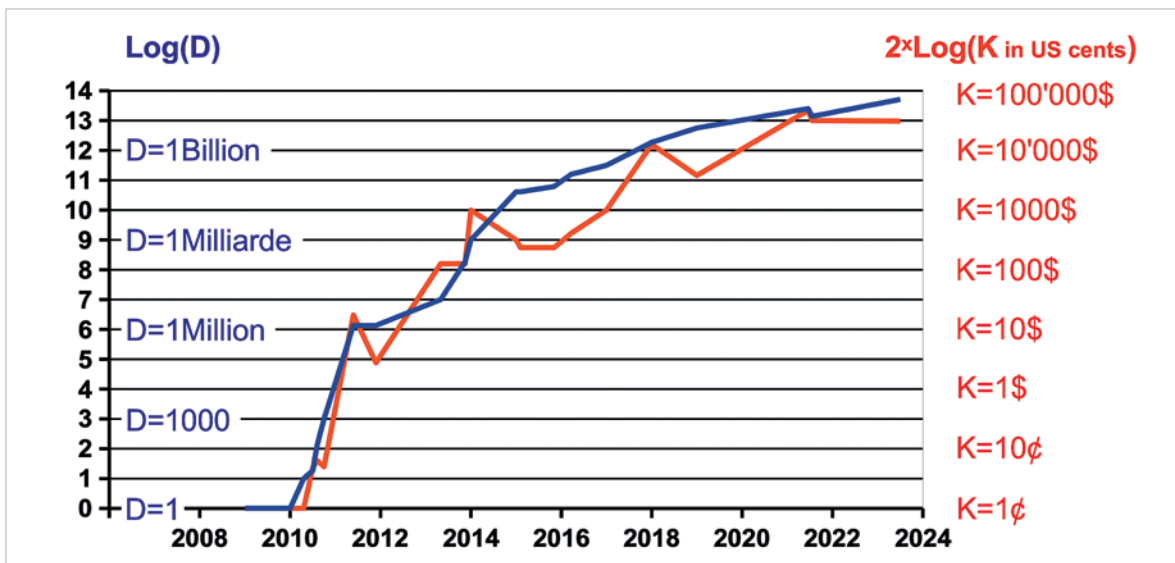


Abb. 2: Die Mining Difficulty D (2009 bis Juli 2023) ist mit dem Bitcoin-Kurs K korreliert. Es gilt etwa $K \approx \sqrt{D}$, wenn K in US cents gemessen wird. D ist proportional zur Rechenleistung der gesamten Miningflotte, die eng mit dem Energieverbrauch des Bitcoin-Systems verknüpft ist. Der Bitcoin-Kurs ist also ein Indikator für die durch Bitcoin verursachte Umweltbelastung. (Bild: Daten aus: https://en.bitcoinwiki.org/wiki/Difficulty_in_Mining und weitere Quellen, Kurven durch Autor geglättet)

10 FORSCHUNG – PHYSIK IM ALLTAG



Abb. 3: Bitcoin Mining Rechnerfarm in Medicine Hat, Alberta, Canada im Oktober 2018. Jede Einheit ist mit Lastwagen transportierbar, um Orte mit niedrigem Strompreis aufzusuchen. Hinter den Jalousien sind Ventilatorfelder zur Kühlung der vielen parallel arbeitenden Computer angebracht. Mining ist in der Schweiz nicht rentabel, da der Strom zu teuer ist. (Bild: Curtis Huisman, CC BY 4.0)

Die Blockchain ist so durch weltweit rund 44 000 Knoten (in der Schweiz 500-600) stabilisiert, die sich gegenseitig kontrollieren und keine Verstöße gegen die Regeln tolerieren, weil sie selbst von der einwandfreien Funktion des Systems profitieren. Ein einzelner Knoten kann deshalb das System nicht betrügen. Es ist aber offen, was einer grossen kriminellen Organisation mit einer genügend mächtigen Flotte von Knoten gelingen würde oder was der Einsatz eines Quantencomputers verursachen würde.

Die Mathematik der Wettbewerbsaufgabe

Die Wettbewerbs-Aufgabe entspricht dem oben erwähnten Problem, aus dem Hash Code die Telefonnummer zu bestimmen. Weltweit schätzt man, dass darin heute über 300 000 «Miners» (moderne Goldgräber) involviert sind. Diese beschäftigen sich jedoch zum grössten Teil nicht mit Computern, sondern haben ein Abo bei einem Mining-Center und sind gewinnbeteiligt, wenn ihr Center gewinnt.

Die Wettbewerbs-Aufgabe kann von jedem Knoten formuliert werden. Ich habe sie mit einem Minicomputer (Raspberry Pi) simuliert: Zuerst habe ich den Hash Code HT von einem beliebigen Text gebildet und dessen letzte 8 Hexadezimalzahlen als sog. «**once**»-Feld definiert. Die Aufgabe ist, das

once-Feld so lange zu verändern, bis der Hash Code von HT mit variiertem once-Feld mit **5 Nullen** beginnt. Ein korrektes Resultat sieht dann so aus:

000002ebb511568536d56ce04506886dc7f48ef4a2a4a5ad1d77986a**4264039f**

Ich habe dieses Resultat erreicht, indem ich mit Hilfe eines Zufallszahlengenerators das once-Feld von HT so lange neu gewählt habe, bis der Hash Code von HT mit 00000 begann. Dafür habe ich 610 582 mal probieren müssen. Für eine zweite Lösung habe ich weitere 484 706 mal probiert. Insgesamt habe ich mit 49 Mio. Versuchen 50 Lösungen gefunden.

Der SHA-256 Algorithmus ist derart ausgefeilt, dass man alle diese Zusammenhänge statistisch einfach verstehen kann: Die 16^8 verschiedenen möglichen Werte des once-Feldes werden regelmässig auf die 16^5 möglichen Werte des führenden 5er-Feldes verteilt (man hätte statt Nullen irgendeine Zahlenfolge nehmen können, z.B. 12345 oder man hätte auch das 5er-Feld mehr rechts hinsetzen können oder man hätte es sogar aufteilen können auf ausgewählte Stellen irgendwo: das Resultat wäre dasselbe geblieben). Zusammengefasst gibt es also $16^{8-5} = 4096$ mögliche Lösungen. Es erstaunt deshalb nicht, dass meine 50 Lösungen alle verschiedenen waren!

Aus dieser Überlegung folgt auch, dass die Wahrscheinlichkeit für eine Lösung bei jedem Versuch 16^{-5} ist. (Analog ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich ein Zahlenschloss mit drei Zahlen im Zehnersystem öffnet, bei jedem Versuch ein Promille oder 10^{-3} .)

Eine Transaktion mit BitCoin verschwendet ca. 1300 kWh Strom

Nun berechnen wir den für den Anwender von BitCoin versteckten Preis des an sich genialen Zahlungssystems. Zuerst bestimmen wir die Wahrscheinlichkeit, dass der Computer eines Miners mit einem einzigen Versuch einen Treffer erzielt.

Bei Bitcoin wurde als «Target M» die folgende Hexadezimalzahl definiert, bei der unüblicherweise auch die **führenden Nullen** angegeben sind, die die Zahl auf 64 Stellen ergänzen:

TM = 0000 0000 FFFF ...52 Nullen.

Damit der Aufwand zur Lösung der Wettbewerbsaufgabe in kleinen Schritten so geregelt werden kann, dass die gesamte Miner-Computerflotte im Mittel 10 Minuten braucht, wird nicht die Anzahl führender Nullen verlangt, sondern vorgegeben, dass dasjenige once-Feld gesucht werden muss, das einen Hash Code ergibt, der kleiner ist als $T = TM/D$.

D ist die «Difficulty», die das Nakamoto Institut als Justierschraube benutzt. Für $D=1$ wird $T=TM$ und die Aufgabe entspricht dem obigen Beispiel, wobei anstelle von 5 Nullen nun 8 Nullen gefordert werden. Die dafür im Mittel benötigte Anzahl Versuche $N = 1/p = 16^8 \approx 4,3 \times 10^9$ kann mit der heutigen Computerflotte in etwa einer hundertstel Nanosekunde erledigt werden. 2009 wurden dafür jedoch rund 10 Minuten gebraucht! Abb. 2 zeigt den Anstieg der Difficulty seit der Geburt des BitCoin zusammen mit der Kursentwicklung.

Für den Block Nr. 773 097, der am 22. Januar 2023 vom Knoten *F2Pool* an die BitCoin-Blockchain angehängt wurde, betrug $D = 37,5905 \times 10^{12}$ und die führenden 21 Stellen von T waren 0000 0000 0000 0000 0000 0000 00078...

F2Pool hatte eine once-Zahl gefunden, bei der der entsprechende Hash Code kleiner war als dieses T, nämlich 0000 0000 0000 0000 00052... Er hat dafür einen Gewinn von 6,25 BitCoins erhalten, was umgerechnet einem Betrag von rund 143 000 US-Dollars entspricht (vgl. Lit. Block 773 097).

Die gesamte Rechnerflotte, die sich am BitCoin-Wettbewerb beteiligt, führt in 10 Minuten im Mittel $D \times 16^8 \approx 1,62 \times 10^{23}$ Versuche durch. Pro Sekunde leistet die Flotte also 270×10^{18} Versuche, was als 270 EHash/s bezeichnet wird (E = Exa = 10^{18}). Ein für die Flotte repräsentativer Computer mit Baujahr 2019 leistet etwa 20 GHash/s pro Watt elektrische Leistung (vgl. <https://minerstat.com/hardware/>). Abb. 3 zeigt ein Beispiel einer grossen, mobilen Mining Rechnerfarm.

Die durch die gesamte Rechnerflotte benötigte elektrische Dauerleistung beträgt demnach etwa $(270 \text{ EHash/s}) / (20 \text{ GHash/s/W}) = 13,5 \text{ GW}$ (Gigawatt). Aufsummiert über ein Jahr sind dies 118 TWh (Terawattstunden), was dem 1,9-fachen des schweizerischen Elektrizitätsverbrauchs (nach BfE 2022) oder 0,43 Prozent des globalen Elektrizitätsverbrauchs entspricht.

Mit 1710 Transaktionen pro Block ergeben sich $13,5 \text{ GW} \times 1/6 \text{ h} / 1710 \approx 1300 \text{ kWh}$ pro Transaktion. In der Schweiz würde dies je nach Tarif um 260 CHF kosten! Ein Elektroauto, das 15 kWh/100 km verbraucht, könnte mit 1300 kWh rund 8800 km weit fahren, also je nach Fahrleistung ein halbes bis ein ganzes Jahr in Gebrauch sein!

Diese Überlegungen zeigen, dass BitCoin als Zahlungssystem für eine Massenanwendung zur Überweisung von Kleinbeträgen nicht zukunftsfähig ist, obschon Reklameschriften genau dies glaubhaft machen wollen.

Fritz Gassmann

Literatur

Block 773 097: <https://blockchair.com/bitcoin/block/773097> (entsprechende Angaben sind für jede andere Blocknummer abrufbar)

Nakamoto S. 2008. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Download von: <https://nakamotoinstitute.org/bitcoin/>

SHA-256: <https://xorbin.com/tools/sha256-hash-calculator> oder mit Download von Hash Generator oder ähnlichen Programmen aufs Handy.

Eine Blütezeit der «*Scientia amabilis*»: Zwei Pflanzenliebhaber und Rivalen

Der aus einer traditionsreichen Arztfamilie stammende Zürcher Landarzt und Regierungsrat Johannes Hegetschweiler war in seinen Mussestunden ein leidenschaftlicher Alpenforscher und Pflanzensammler. Der siebzehn Jahre jüngere Bündner Alexander Moritzi war dagegen ein studierter Botaniker mit progressiven Ansichten und wenig Geduld für traditionellere Pflanzenfreunde. In der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts haben die beiden die Erforschung unserer einheimischen Pflanzenwelt mitgeprägt – heute sind ihre Leistungen und botanischen Werke beinahe vergessen.

Im Jahre 1839, dem Jahr in dem Johannes Hegetschweiler noch vor seinem fünfzigsten Geburtstag unter dramatischen Umständen ums Leben kommen sollte, veröffentlichte der ehrgeizige Zürcher Medizinstudent Albert Kölliker ein Verzeichnis der Pflanzenarten des Kantons Zürich und widmete diese Schrift mit «dankbarem Herzen seinem verehrten Lehrer Oswald Heer, Professor der Botanik und Entomologie». Oswald Heer seinerseits war obgleich von bescheidener Herkunft aus dem Glarner Sernftal noch in jungen Jahren Professor an der neugegründeten Universität in Zürich geworden. Den schnellen akademischen Aufstieg in den Naturwissenschaften gelang dem studierten Theologen insbesondere dank seinen engen Beziehungen zum Unternehmer Heinrich Escher (dem Vater von Alfred Escher) und zum Regierungsrat Johannes Hegetschweiler.

Mit Escher teilte Heer die Leidenschaft für Insekten. Er half diesem dabei, seine umfangreiche Privatsammlung zu kuratieren (und nebenbei seinen Sohn in Naturkunde zu unterrichten). Und mit Hegetschweiler – einem zwanzig Jahre älteren Landarzt und liberalen Staatsmann – verband ihn eine gemeinsame Liebe zur einheimischen Pflanzenwelt, insbesondere die der Alpen. Es war auch Hegetschweiler, der Heer in unsere Naturforschende Gesellschaft einführte und der die visionäre Umfunktionierung der Kasematten des Schanzenbollwerkes «zur Katz» in einen

botanischen Garten vorantrieb. So wurde Oswald Heer dann auch zum wissenschaftlichen Direktor dieser zukunftsgerichteten Institution berufen.

Unter Kranken und Pflanzen

Hingegen hatte Hegetschweiler als Arzt zu dieser Zeit des Aufbruches im Kanton Zürich auch mit Krankheiten zu kämpfen, die man heute gemeinhin mit Bildern der Rückständigkeit und Armut assoziiert, Krankheiten wie Typhus und Cholera. Als zunehmend einflussreicher Politiker würde er sich darum später für den Bau eines Kantonsspitals und die Einrichtung einer medizinischen Fakultät an der 1833 gegründeten Universität Zürich einsetzen.

Gleichzeitig erlebte in den drei Jahrzehnten von 1820 bis 1850 die floristische Bearbeitung der ganzen Schweiz eine Blütezeit. Gleich mehrere Projekte gelangten zur Publikation: Neben Johannes Hegetschweiler und Oswald Heer waren dabei Jean Gaudin, Johann Rudolf Suter und Alexander Moritzi die Protagonisten und in ihren botanischen Einschätzungen bisweilen auch streitlustige Konkurrenten. Die erarbeiteten schweizweiten Florenwerke unter-



Arzt, Freimaurer, Staatsmann, Alpinist und Amateurbotaniker: Johannes Hegetschweiler war eine facettenreiche Zürcher Persönlichkeit. (Bild: Lithographie von J. C. Scheuchzer, aus der Erinnerung gezeichnet von J. J. Schulthess)



Links: Seinem Schützling gewidmet: *Aretia heerii* (Fig. 7, 8, 9) wurde von Hegetschweiler als neue Mannschildart beschrieben; heute gilt die Pflanze als Hybrid zwischen *Androsace alpina* und *A. helvetica*. (Bild: Kolorierte Lithographie von Jonas David Labram) Rechts: Das materielle Vermächtnis: Das Privatherbar Hegetschweilers besteht aus etwa 5000–6000 zu 38 Folianten zusammengebundenen Bögen und wurde von Heer an den Botanischen Garten überführt. (Bild: Stefan Ungricht)

scheiden sich auch formal stark. Während etwa die siebenbändige «Flora Helvetica» Gaudins noch ein Werk für die geistige Elite des Landes darstellte – der Text war durchgehend lateinisch abgefasst – so wirkt die einbändige, kleinformatige Flora von Hegetschweiler geradezu modern. Noch heute in unseren Zeiten von Pflanzen-Apps auf Smartphones gibt es solche handlichen, feldtauglichen Bücher, die üblicherweise als Exkursionsfloren bezeichnet werden. In Hegetschweilers Buch im äusserst kompakten 18×10 cm-Format sind auf gut 1000 Seiten alle damals von ihm anerkannten Arten von Schweizer Blütenpflanzen beschrieben und nach dem (künstlichen) System von Carl Linnaeus geordnet.

Der Botaniker als Sisyphus

Floristische Werke geniessen in den Naturwissenschaften einen eher zweifelhaften Ruf und werden bisweilen – mal despektierlich, mal selbstironisch – als «*petite science*» bezeichnet. Das Anhäufen von Daten und der etwas buchhalterische Charakter von

rein beschreibenden Inventaren wurde bereits von Charles Darwin in einem berühmt gewordenen Bonmot gequält: “A man might as well go into a gravel-pit and count the pebbles and describe their colours.”

Ist der beobachtend-beschreibende Wissenschaftler also bloss ein Sisyphus? Kommt bei floristischen Botanikern erschwerend hinzu, dass seltene oder gar noch unbekannte Arten auf diese Autoren schon immer eine unendlich grössere Faszination ausgeübt haben als häufige, «banale» Arten. Nüchtern betrachtet bestand damit die reale Gefahr, dass taxonomische Fehlentscheidungen getroffen würden, d.h. dass bei Neubeschreibungen von Pflanzenarten diese sich schon bald als jüngere und darum ungültige Synonyme entpuppen würden, da die Arten eben bereits früher aus anderen Gegenden beschrieben worden waren. Deshalb gilt in der biologischen Taxonomie bis heute vielmehr die Bearbeitung einer vollständigen Tier- oder Pflanzengruppe innerhalb einer sogenannten Revision oder Monographie – möglichst mit weltweiter Abdeckung – als Goldstandard.

Aufbruch in eine neue Ära

Die wissenschaftliche Bedeutung der vom vielbeschäftigten Arzt und Politiker Hegetschweiler in seiner denkbar spärlichen Freizeit erarbeiteten Flora liegt folglich auch weniger im eigentlichen Arteninventar sondern vielmehr in der angewandten Methodik. Er war 1831 in einer wichtigen Vorabstudie einer der ersten gewesen, der sich intensiv mit dem sogenannten Artkonzept auseinandersetzte und dabei versuchte zu ergründen, was denn nun eigentlich eine Art überhaupt ausmacht.

Für Carl Linnaeus, dem Vater der modernen Taxonomie im 18. Jahrhundert, wäre diese Frage bestenfalls belanglos wenn nicht gar ketzerisch gewesen. Als selbstbewusster, aber gottesfürchtiger Mann glaubte er an die Schöpfung der Arten und ihre Ausprägung durch den Allmächtigen. Oder wie er seine Philosophie auf den Punkt brachte: "*Deus creavit, Linnaeus disposuit*". Gott schuf, Linnaeus ordnet.

Hegetschweiler hingegen versuchte, der Artkonstanz bzw. den Artgrenzen durch innovative Transplantations- und Kultivierungsversuche, in welchen er den Einfluss von Standortfaktoren wie Exposition, Beschattung oder Bodensubstrat auf die Pflanzenform untersuchte, auf die Schliche zu kommen. Man kann Hegetschweiler darum durchaus als Pionier einer ökologisch-experimentellen Pflanzensystematik bezeichnen.

Sturm und Drang

Und der gar noch fortschrittlichere Alexander Moritzi, der in Leipzig, München und schliesslich in Genf bei Augustin-Pyramus de Candolle Botanik studiert hatte, veröffentlichte 1842 eine hundertseitige Abhandlung über das Wesen von Arten bzw. über die von Botanikern oft angetroffene Unmöglichkeit deren scharfer Abgrenzung. Er hatte auch keine Scheu vor Vertretern der älteren Generation von Botanikern – einschliesslich Hegetschweiler – und synonymisierte bisweilen kurzerhand neubeschriebene Arten, wenn diese seiner Meinung nach schlecht begründet waren.

Moritzi gilt, da er verschiedene Arten in expliziten Verwandtschaftsbäumen zueinander in Beziehung setzte, heute mancherorts als Vorläufer von Charles Darwin. Dessen epochales Werk "*On the Origin of Species*" (dt. «Über die Entstehung der Arten») – dem Startschuss für die moderne Evolutionsbiologie aus dem Jahre 1859 – zeigte als einzige Ab-

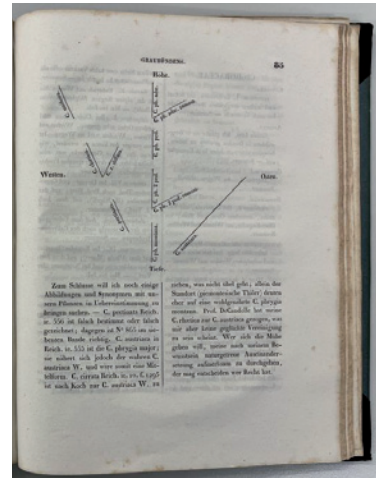
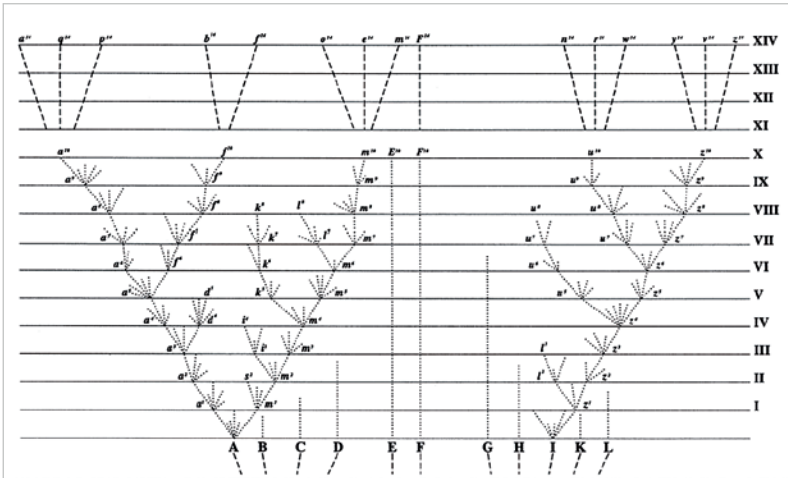


Unabhängiger, eigenwilliger Charakter: Im Alleingang veröffentlichte Alexander Moritzi 1832 «Die Pflanzen der Schweiz» und 1844 «Die Flora der Schweiz». (Bild: Zeitgenössisches Portrait)

bildung ebenfalls einen evolutiven Stammbaum. Alexander Moritzi sollte diese Zeitenwende in der Naturkunde nicht mehr erleben. Er starb 1850 bereits mit 44 Jahren und seine Publikationen und Ideen gerieten danach schnell in Vergessenheit.

Der Tod auf dem Paradeplatz

Johannes Hegetschweiler war bereits 1839 ein Opfer der Wirren im Zuge des Aufstandes der Zürcher Landbevölkerung gegen die Regierung in der Stadt geworden. Auf dem Paradeplatz traf ihn ein Schuss einer Schrotbüchse am Kopf. Er hatte den Befehl zur Einstellung des Feuers überbringen wollen.



Links: Das Jahr 1859 als Zeitenwende in der Biologie: Mit der Publikation von Darwins «*On the Origin of Species*» wird erstmals auch ein Mechanismus – die natürliche Auslese – als Triebkraft für die Evolution postuliert. (Bild: Charles Darwin). Rechts: Das fortschrittliche Artkonzept und die postulierten Phylogenien in seinem Werk «Die Pflanzen Graubündens» von 1839 lassen Alexander Moritzi heute als Vorläufer von Charles Darwin erscheinen. (Bild: Stefan Ungricht)

Oswald Heer sorgte danach dafür, dass das umfangreiche Privatherbar Hegetschweilers an den Botanischen Garten Zürich gelangte und vollendete auch das Manuskript der «Flora der Schweiz», das dann schliesslich bereits im Jahr nach Hegetschweilers Tod in den Druck gehen konnte, zusammen mit einer 24-seitigen Würdigung seines ehemaligen Protégés als Vorwort.

Für den bescheidenen im Botanischen Garten «zur Katz» errichteten Gedenkstein wäre auch Hegetschweilers Zitat zu seinen vier gescheiterten Erstbesteigungsversuchen des Tödi passend gewesen: «So wenig bedarf der Mensch zu seinem Glücke – wenn ihn eine Idee beherrscht.»

Stefan Ungricht

Literatur

Burga C. A. (Hrsg.) 2013. Oswald Heer (1809–1883) – Paläobotaniker, Entomologe, Gründerpersönlichkeit. Verlag Neue Zürcher Zeitung, Zürich. 511 Seiten.

Echte B. (Hrsg.) 2002. Jonas David Labram: Vom Schönen der Natur. Nimbus Kunst und Bücher, Wädenswil. 163 Seiten.

Friedman W.E. & Endress P.K. 2020. Alexander Moritzi: A Swiss pre-Darwinian evolutionist. *Journal of the History of Biology*, 53: 549–585.

Kramer K.U. 1982. Kommentar aus heutiger Sicht zu Johann Hegetschweilers botanischen Arbeiten. *Ritterhaus-Vereinigung Urikon-Stäfa – Jahresbericht mit Abhandlungen*, 1982: 15–27.

Lang A. 1904–1906. Alexander Moritzi: Ein schweizerischer Vorläufer Darwins. *Mitteilungen*

der Naturforschenden Gesellschaft Solothurn, 3: 227–239.

Mörgeli C. 1986. Dr. med. Johannes Hegetschweiler (1789–1839) – Opfer des «Züriputschs», Wissenschaftler und Staatsmann zwischen alter und moderner Schweiz. *Juris Druck + Verlag*, Zürich. 222 Seiten.

Schröter C. 1913. Johannes Hegetschweiler insbesondere als Naturforscher. Mit Beiträgen von Christ H., Keller R., Stapf O., Buser R. & Thellung A. *Neujahrsblatt zum Besten des Waisenhauses in Zürich*, 76: 1–81.



Unerfüllter Traum: Ein Gedenkstein für Alexander Moritzi befindet sich in seiner Geburtsstadt Chur auf dem ehemaligen Galgenhügel, wo er einen botanischen Garten nach Zürcher Vorbild schaffen wollte. (Bild: Sarah Schott)

Atom für Atom: ein präzise hergestellter Supraleiter

Die Elektronik der Zukunft basiert auf neuen Materialien. Doch manchmal sind die natürlichen Anordnungen von Atomen nicht optimal, um neue physikalische Effekte zu erzeugen. Forschenden der Universität Zürich ist es nun gelungen, Supraleiter Atom für Atom so zu bauen, dass sie neue Zustände erzeugen konnten.

Wie wird der Computer der Zukunft aussehen? Nach welchen Prinzipien wird er arbeiten? Diese Fragen zu beantworten ist eine wichtige Triebkraft der physikalischen Grundlagenforschung. Dabei gibt es verschiedene Szenarien, wie die klassische Elektronik weiterentwickelt werden kann. Allen Ansätzen gemein ist, dass sie auf neuen physikalischen Effekten beruhen, von denen einige bisher nur theoretisch vorhergesagt wurden. Dazu braucht es unter anderem auch neue Materialien, mit denen sich diese Effekte realisieren lassen. Aber was ist, wenn sich in der Natur kein geeignetes Material finden lässt?

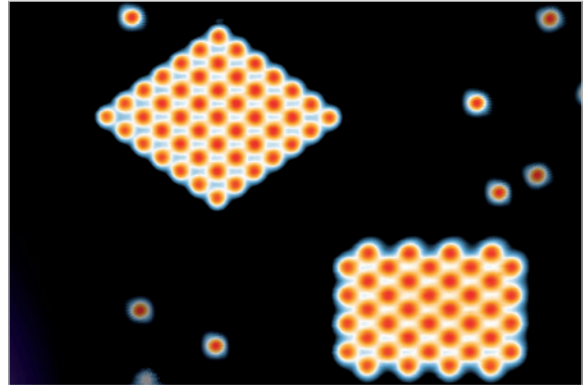
Neues Vorgehen bei der Herstellung

In einer jüngst veröffentlichten Studie zeigten Forschende der Universität Zürich in enger Zusammenarbeit mit Physikern am Max-Planck-Institut in Halle einen Lösungsansatz. Sie bauen die gewünschten Materialien selbst, und zwar Atom für Atom.

Der Fokus der Wissenschaftler liegt vorerst auf neuartigen Supraleitern, die aufgrund ihres verschwindenden elektrischen Widerstandes bei niedrigen Temperaturen interessant sind. Als «ideale Diamagneten» werden sie wegen ihrer aussergewöhnlichen Wechselwirkung mit Magnetfeldern in vielen Quantencomputern eingesetzt. Theoretische Physiker haben in jahrelanger Forschung verschiedene supraleitende Zustände vorausgesagt. Allerdings haben sich nur wenige davon bisher definitiv in Materialien nachweisen lassen.

Zwei neue Arten von Supraleitung

In einem spannenden Wechselspiel haben die Zürcher Forscher theoretisch vorhergesagt, wie die Atome für eine neue supraleitende Phase angeordnet



Rastertunnelmikroskop-Aufnahme von zwei der erzeugten supraleitenden Strukturen, die aus einzelnen Chromatomen bestehen. (Bild: UZH)

sein sollten, und die Arbeitsgruppe in Halle hat diese Anordnung dann experimentell umgesetzt. Dazu verwendeten sie ein Rastertunnelmikroskop mit einer beweglichen Spitze, mit der sie Atome anheben und an die geeignete Stelle platzieren konnten. Mit der gleichen Spitze wurden auch die magnetischen und supraleitenden Eigenschaften des Systems gemessen. Indem die Wissenschaftler Chromatome auf einer Nioboberfläche verschieden angeordnet haben, konnten sie nun zwei neue Arten von Supraleitung realisieren.

Vergleichbare Methoden wurden schon zur Manipulation von Metallatomen und Molekülen benutzt, aber bisher ist es noch nie gelungen, zweidimensionale Supraleiter auf diese Weise herzustellen.

Die Ergebnisse bestätigen nicht nur theoretische Voraussagen über diese Supraleiter, sondern geben den Physikern auch Anlass zur Spekulation, welche neuen Zustände von Materie auf diese Weise noch erzeugt werden könnten, und wie diese Materialien in zukünftigen Quantencomputern eingesetzt werden könnten.

Medienmitteilung Universität Zürich

Literatur

Soldini M.O. et al. 2023. Two-dimensional Shiba lattices as a possible platform for crystalline topological superconductivity. *Nature Physics*, 10 July 2023. doi: 10.1038/s41567-023-02104-5

Vortragsreihe 2023: Sie bestimmen mit!

Unsere Online-Vorträge erfreuen sich nach wie vor einer grösseren Reichweite als die früheren Vorträge im Hörsaal, die 10 bis 30 und in wenigen Ausnahmefällen 50 Teilnehmende mobilisieren konnten. Bei den Vorträgen via Zoom sind am eigentlichen Vortragsabend etwa dieselbe Anzahl Teilnehmende online, aber in den darauffolgenden zwei Monaten registrieren wir zusätzlich 20 bis 50 Downloads des aufgezeichneten Vortrags, so dass wir pro Vortrag rund 50 und manchmal bis zu 80 Interessierte erreichen können. Besonders ermutigend ist, dass die Online-Vorträge auch von Studierenden besucht werden!

Leider werden unsere Vortragseinladungen per E-Mail immer noch von weniger als der Hälfte der Mitglieder empfangen. Falls Sie ebenfalls Einladungen zu den Vorträgen erhalten möchten, dann teilen Sie uns doch Ihre E-Mail-Adresse mit – am besten per E-Mail an sekretariat@ngzh.ch.

Flexibles Vortragsprogramm 2023

Aus den oben genannten Gründen möchten wir am Online-Vortragsprogramm festhalten und die hohe Flexibilität nutzen, um unsere Mitglieder an der Programmgestaltung zu beteiligen. In unserem Vorstand haben wir Personen, die selbst grosse Gebiete der Naturwissenschaften kennen und auch ein Netzwerk haben, um Referenten für spezifische Themen zu finden, die ausserhalb ihrer Expertise liegen.

Wir sehen folgende Ansatzpunkte für Vortragsthemen:

- Auf Wunsch könnten Artikel von Neujahrsblättern oder Vierteljahrsschriften vertieft besprochen oder erweitert werden.
- Es könnten Vortragsthemen gewünscht werden, die noch nie angesprochen wurden.
- Es wäre auch möglich, Unterthemen in bereits gehaltenen Vorträgen weiter zu vertiefen.
- Auch Fragen, die nicht einfach mit Wikipedia beantwortet werden können, würden

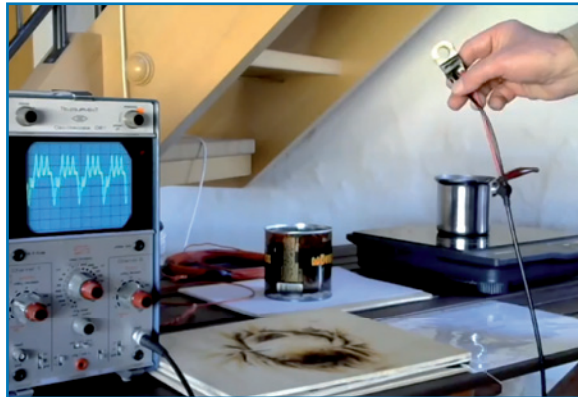


Bild aus dem Experimentalvortrag vom 20. Dez. 2021. Das Induktionskochfeld rechts im Bild erzeugt Streufelder, die durch die Spule in der Hand aufgefangen und im Oszillografen links angezeigt werden.

interessante Vortragsthemen ergeben. Eine physikalisch-philosophische Frage dieser Art könnte beispielsweise lauten: «Gibt es Vakuumfluktuationen wirklich oder sind dies nur theoretische Modelle, um rechnen zu können?»

- Gerne würden wir auch Diskussionen zu bestimmten Themen durchführen, wenn wir eine Gruppe von aktiven Teilnehmern bilden könnten, die mit Fragen und Bemerkungen eine lebendige Diskussion ermöglichen.
- Online-Vorträge eignen sich auch gut, um Experimente zu zeigen: Ein vor zwei Jahren gehaltener Experimentalvortrag über Induktionskochfelder stiess auf besonders hohe Resonanz.

Wir sind gespannt auf Wünsche und Vorschläge zu Vortragsthemen auf sekretariat@ngzh.ch und werden die Einladungen wie üblich per E-Mail versenden. Vorgesehen sind mindestens 6 Vorträge jeweils am Montag ab 19:00 Uhr via Zoom, beginnend Ende Oktober 2023.

Fritz Gassmann

Podcast, Instagram, Wikipedia: Das Spektrum an Kanälen erweitert sich

Publikationen, Exkursionen und Vorträge bilden seit jeher den Schwerpunkt der Aktivitäten der NGZH. Doch vermehrt macht sich unsere Gesellschaft auch digitale Medien zunutze, um auf ihre Aktivitäten aufmerksam zu machen und Erkenntnisse aus dem Bereich Naturwissenschaften, Technik und Medizin einem grösseren Publikum zugänglich zu machen – und stösst damit auf beachtliche Resonanz.

Podcast: Der Start ist geglückt

Wie bereits in der letzten Vierteljahrsschrift erwähnt, ist die NGZH seit letztem Mai auch in der Podcastwelt vertreten. Die Biologin Barbara Schnüriger, der Physiker Fritz Gassmann und der Chemiker René Oetterli sprechen in der ersten Ausgabe über aktuelle Publikationen zu NGZH-Themen und ordnen sie in einen grösseren Kontext ein. Dabei lassen sie zwischendurch auch persönliche Erfahrungen und Erinnerungen einfließen, die das Gespräch auflockern.

Die Ausgabe vom Mai 2023 wurde inzwischen schon 67 Mal angehört. Das katalysiert das neue Projekt gleich auf den 8. Platz im Bereich «Podcast Naturwissenschaften Schweiz».

Ab Ende September werden auf dem NGZH-Kanal weitere Podcast-Specials publiziert. Vorgesehen sind Interviews mit verschiedenen Zürcher Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen, die über ihr Forscherleben, ihre liebsten Papers sowie über Höhe- und Tiefpunkte ihrer akademischen Karriere sprechen.



Den Anfang dieser Spezialreihe macht Roger Alberto, seit kurzem emeritierter Professor für anorganische Chemie an der Universität Zürich. Alberto war unter anderem bis 2021 Leiter des universitären Forschungsschwerpunkts «Von Sonnenlicht zu chemischer Energie». Ziel dieses Forschungsschwerpunktes ist es, mit neuartigen Materialien und Prozessen Energie aus dem Sonnenlicht direkt als Wasserstoff zu speichern, ohne den Umweg über photovoltaische Elektrolyse gehen zu müssen. Oder anders gesagt: die Photosynthese im Labor nachzubilden.

Der NGZH-Podcast ist über Spotify (zu finden unter <https://open.spotify.com>) und iTunes abrufbar (über das Stichwort «NGZH» leicht zu finden) – oder direkt über den QR-Code unten links auf der Seite.



QR-Code NGZH-Podcast



QR-Code Instagram-Kanal der NGZH

Schnelles Wachstum auf Instagram

Positiv entwickelt sich auch die Präsenz der NGZH auf Instagram. Die wöchentlichen Kurzbeiträge (Posts) «Paper der Woche», «Bild der Woche» und allerlei Ankündigungen von aktuellen naturwissenschaftlichen Veranstaltungen finden immer mehr Interessierte. Das ist insofern erfreulich, weil Instagram als Kanal beim jüngeren Publikum sehr beliebt ist.

Die Zahl der erreichten Konten beträgt inzwischen 509, die Reichweite hat sich also im Vergleich zu Februar 2023 mehr als verdoppelt. Die Followerzahl beträgt inzwischen 348, was im Vergleich zu Februar 2023 einem Plus von 10 Prozent entspricht.

Die NGZH-Beiträge auf Instagram finden sich unter https://www.instagram.com/naturforschende_gesellschaft/ – oder über den QR-Code auf der vorherigen Seite unten rechts.

Übrigens: Die NGZH ist auch auf Facebook aktiv; als Gruppe hat die NGZH bereits 100 Mitglieder. Der Auftritt der NGZH auf Facebook ist zu finden unter: <https://www.facebook.com/groups/naturforschendegesellschaft>

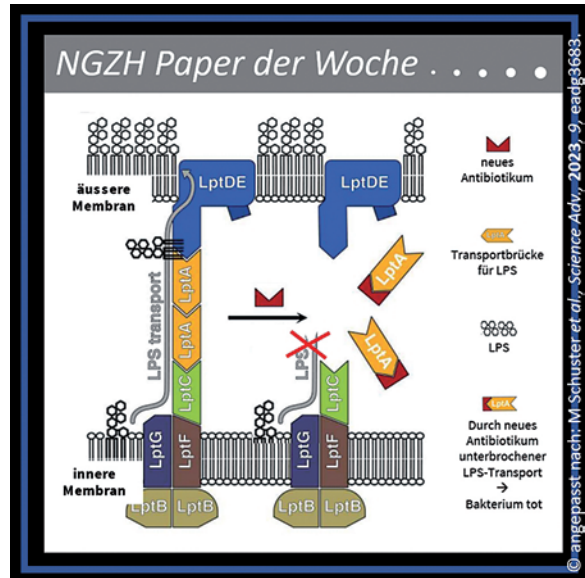
Vernetzung auf Wikipedia

Auch auf Wikipedia hat die NGZH inzwischen einen eigenen Eintrag: Neben einem kurzen Abriss der Geschichte der Gesellschaft sowie einer Darstellung der heutigen Aktivitäten finden sich auf dieser Seite Links zu berühmten Mitgliedern, die ebenfalls eigene Wikipedia-Einträge haben.

Der Eintrag der NGZH in der Online-Enzyklopädie findet sich unter: https://de.wikipedia.org/wiki/Naturforschende_Gesellschaft_in_Zürich

Präsenz bei den Erstsemestrigen

Neben den verschiedenen Online-Aktivitäten versucht die NGZH auch im direkten Kontakt, neue Mitglieder für unsere Gesellschaft zu gewinnen. Unser Vorstandsmitglied René Oetlerli, der auch die verschiedenen Online-Kanäle der Gesellschaft betreut, stellt unsere Vereinigung jeweils Ende September den Erstsemester-Studierenden in naturwissenschaftlich-technischen Fächern an der



Das Paper, das Forschende um Oliver Zerbe von der Universität Zürich Anfang Juni in Science Advances publiziert haben, war auch Thema auf den Social-Media Kanälen der NGZH. Die Forschenden haben einen Wirkstoff entwickelt, der an einem neuen Angriffspunkt im Stoffwechsel von Bakterien ansetzt. Damit hoffen sie einen Weg gefunden zu haben, wie man Antibiotika-resistente Bakterien künftig bekämpfen kann.

Universität und der ETH Zürich vor. Durch dieses Engagement kann sich die NGZH so vor insgesamt beinahe 1000 jungen Menschen präsentieren, die sich für Naturwissenschaften begeistern.

Helfen Sie mit!

Auch Sie können den Online-Auftritt der NGZH aktiv unterstützen: Indem Sie die verschiedenen Kanäle abonnieren, Beiträge auf den Sozialen Medien teilen und den Podcast hören – und indem Sie möglichst viele Ihrer Bekannten auf unsere Aktivitäten hinweisen.

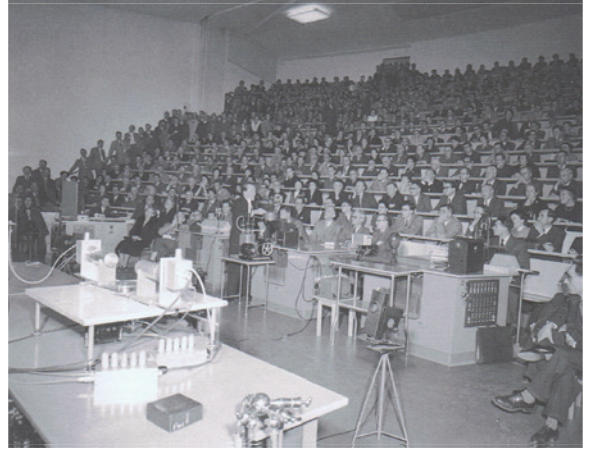
Erzählte Physik – Paul Scherrer und die Anfänge der Kernforschung

Anfang 2017 verabschiedete sich Monika Gisler von einer Kollegin mit der Bemerkung, dass man doch einmal etwas über Paul Scherrer machen müsste. Spontan wurde ein Verein gegründet, der mit Quellenmaterial und auch finanziell unterstützt wurde durch die Familie Scherrer, durch Scherrers akademischen Nachwuchs, durch den ETH-Rat, die ETH Zürich, das Paul Scherrer Institut, mehrere Stiftungen, den Kanton Aargau sowie diverse Einzelpersonen. Daraus strickte die Historikerin und Dozentin für Geschichte an der ETH und Universität Zürich eine spannende und facettenreiche Collage der «vielen Leben» von Paul Scherrer (1890-1969).

«Paul Scherrers Passion galt der Physik» zieht sich als Leitfaden durch die ganze Biographie, die keineswegs so hoffnungsvoll begann. Scherrer wuchs in St. Gallen auf und durchlief auf Wunsch seines Vaters die Eidg. Handels- und Verkehrsschule. Doch mit 18 immatrikulierte er sich, nach einem Jahr Vorbereitung für die Aufnahmeprüfung, am Polytechnikum (heute ETH Zürich) und begann ein Studium der Botanik. Aus unbekanntem Gründen fing er ein Jahr später Feuer für die Physik und erlebte als Student eine glänzende Periode der Zürcher Physik.

1912 heiratete er die gleichaltrige Irina Sonderegger aus Heiden bei einem Studienaufenthalt in Königsberg. Trotz anfänglicher Verstimmung finanzierte ihm ihr wohlhabender Vater einen weiteren Studienaufenthalt in Heidelberg. Nun war er im damaligen Weltzentrum der theoretischen Physik angekommen und traf auf jene Lehrer, die ihn prägen sollten, allen voran Peter Debye. Die sich aus der Zusammenarbeit ergebende Debye-Scherrer Röntgen-Analysemethode zur Bestimmung von Atomabständen wurde weltberühmt.

1920 wurde Debye an die ETH Zürich berufen und sein Ruf erlaubte ihm, auch für Scherrer eine Professur zu fordern. Dieser entdeckte seine Fähigkeit, Studenten zu begeistern. Seine Experimentalvorlesung war derart interessant

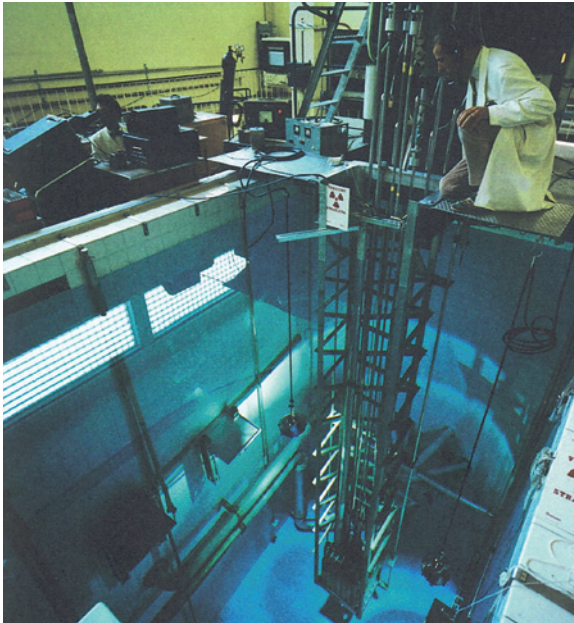


Paul Scherrer im Neuen Physik-Hörsaal 1954. Auch fachfremde Studentinnen sind vertreten im beliebten «Cabaret Scherrer».

und kurzweilig, dass sie zunehmend auch von fachfremden Studenten und vor allem auch Studentinnen besucht wurde. Scherrer war nun definitiv auf seiner Lebensspur angelangt und er vergrösserte sein Netzwerk stetig durch begeisterte Studenten und Kontakte, die er durch die Organisation internationaler Kongresse gewann. Er trug viel dazu bei, dass Zürich langsam zur «Physikweltstadt» wurde. Es folgten die goldenen Jahre der Kernphysik und die Entstehung der Quantenphysik, die durch Schrödinger und Pauli eng mit Zürich verbunden ist.

Während der sich verdüsternden Zeit im zweiten Weltkrieg geriet Scherrer in den Fokus des US-Geheimdienstes, der sich dafür interessierte, wie weit die deutsche Atombombe wohl entwickelt sein könnte. Da Scherrer mit Werner Heisenberg seine früheren Heidelberger-Kontakte weiter pflegte, war er einer der wichtigsten Kontakte des Secret Service in Europa.

Die auf vertrauenswürdigen Quellen beruhende Recherche der Autorin ergab dazu eine Episode, die einem Agentenfilm gleichkommt: Am Nachmittag des 18. Dezember 1944 hielt Heisenberg auf Einladung Scherrers einen Vortrag in Zürich. Neben vielen Physiker-Kollegen



Swimmingpool-Reaktor «Saphir» an der Reaktor AG 1960.

war auch der US-Agent Moe Berg im Hörsaal mit dem Befehl, Heisenberg sofort zu erschiessen, falls es den Anschein machen sollte, dass sich die deutsche Atombombe nicht mehr verhindern liesse. Glücklicherweise sprach Heisenberg nur über die Streumatrix in der Quantentheorie, die der ehemalige Profibaseballspieler wohl nicht ansatzweise verstehen konnte. Die Pistole kam jedenfalls nicht zur Anwendung und es ist anzunehmen, dass Scherrer zu diesem Zeitpunkt keine Kenntnis dieses Mordplans hatte.

Nach Ende des Krieges schaltete sich unter dem Motto «Atoms for Peace» von US Präsident Eisenhower die Industrie ein mit Vorschlägen, Reaktoren zu bauen. Das CERN wurde diskutiert und die Partei der Arbeit lancierte eine Volksinitiative zu dessen Verhinderung aus Gründen der Neutralität der Schweiz. In allen wichtigen Gremien, die in diesem Zusammenhang geschaffen wurden, war Scherrer vertreten oder sogar deren Präsident. Die Grundsteinlegung des CERN fand schliesslich am 10. Juni 1955 im Beisein von Bundespräsident Max Petitpierre statt. Im selben Jahr wurde eine internationale Konferenz über Kernenergie in Genf organisiert, zu der die Amerikaner einen Swimmingpool-Reaktor als Exponat in die

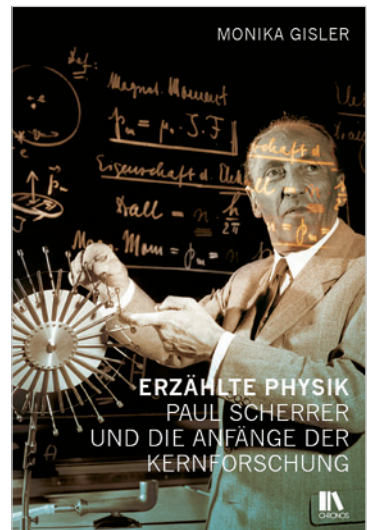
Schweiz brachten, der durch Eisenhower persönlich in Betrieb gesetzt wurde. Das geheimnisvolle blaue Leuchten (Tscherenkow-Strahlung) erregte enorme Aufmerksamkeit und trug viel zur positiven Aufnahme der Kernenergie bei.

Am Schluss der Ausstellung brachte es Scherrer fertig, diesen Reaktor für 180 000 USD zu kaufen und nach Würenlingen zu transportieren, wo grosse Firmen wie Brown Boveri, Sulzer und Escher Wyss die Reaktor AG gründeten. Er diente hauptsächlich der Isotopenproduktion und war bis 1993 in Betrieb!

1960 erfolgte bereits die Übernahme der Reaktor AG durch den Bund. Sie wurde zum Eidg. Institut für Reaktorforschung EIR, das 1968 auf der gegenüberliegenden Flussseite ein Schwesterinstitut bekam, das Schweizerische Institut für Nuklearforschung SIN in Villigen. Jean-Pierre Blaser, ein Student und Mitarbeiter Scherrers, war erster und einziger Direktor des Instituts. 1988 fusionierten die beiden Institute zum heutigen Paul Scherrer Institut PSI, rund zwei Jahrzehnte nach dem Tod «unseres» Physik-Pioniers.

Fritz Gassmann

Gisler M. 2023. Erzählte Physik — Paul Scherrer und die Anfänge der Kernforschung. Chronos Verlag Zürich. 260 S., 72 Abb. s/w ISBN 978-3-0340-1714-5 (Print, Fr. 38.--)



Die Vierteljahrsschrift (VJS) erscheint viermal jährlich:
März, Juni, September, Dezember

Herausgeber

Naturforschende Gesellschaft in Zürich NGZH

NGZH-Vorstand

Dr. Fritz Gassmann (Präsident)
Dr. Stefan Ungricht (Vizepräsident)
Dr. Felix Würsten (Quästor)
Dr. René Oetterli (Soziale Medien)
Dr. Heinzpeter Stucki (Archivar)
Prof. em. Dr. Conradin A. Burga
Nicole Dettwiler (Studierendenvertreterin)
Prof. Dr. Rita Gobet
Prof. em. Dr. Rolf Rutishauser
Prof. em. Dr. Martin Schwyzer
Prof. em. Dr. Wilfried Winkler
Prof. Dr. Felix Zelder

Redaktionskomitee

Fritz Gassmann
Martin Schwyzer

Gestaltungskonzept

Barbara Hoffmann
www.barbara-hoffmann.com

Redaktion und Satz

Felix Würsten

Druck

Koprint AG, Alpnach Dorf

Auflage

900

Kontakt

Sekretariat der NGZH
Sekretariat a.i.
Fritz Gassmann
Limmatstrasse 6
5412 Vogelsang
sekretariat@ngzh.ch

redaktion@ngzh.ch
www.ngzh.ch

Redaktionsschluss

31. Januar / 30. April
31. Juli / 31. Oktober

ISSN

0042-5672

Nachdruck

Mit Quellenangabe erlaubt

Mit Unterstützung von:



Veranstaltungen

Sa, 21. Oktober 2023, 11:00-17:00 Uhr
Botanischer Garten der Universität Zürich
Zollikerstr. 107, Zürich

Herbstmarkt

Früchte, Wildfrüchte und Produkte daraus
können in grosser Auswahl gekauft werden.
www.bg.uzh.ch

Ausstellungen

bis 29. November 2023
focusTerra
ETH Zürich, Sonneggstr. 5, Zürich

The flux under your skin

Diese Sonderausstellung geht unter die Haut! Forschende untersuchen, ob man Bakterien als Träger von Medikamenten einsetzen und mithilfe eines Magnetfeldes gezielt in der Blutbahn steuern kann. Könnten Bakterien so helfen, Krebszellen zu bekämpfen?

Die Ausstellung «The flux under your skin» (dt. «Der Fluss unter deiner Haut») der Künstlerin Prof. Susanne Winterling in Zusammenarbeit mit dem Labor für Reaktionsfähige Biomedizinische Systeme der ETH Zürich nimmt sich künstlerisch dieser Frage an. In einer Umgebung von 37 Grad, unserer Körpertemperatur, können die Besuchenden die Wärme spüren, die uns und alles Leben in uns nährt, während sie durch eine visuelle Installation von dichtem Krebsgewebe gehen.

Die Wärme als Energie ermöglicht das Wachstum von Zellen und Bakterien in unserem Körper und ihren Austausch untereinander. Dieser Austausch kann durch Magnetfelder beeinflusst werden, was die Besuchenden in einer interaktiven Simulation erfahren können.

Die in *focusTerra* gezeigte immersive Rauminstallation lädt ein, Technologie, Forschung und Vorstellungskraft verschmelzen zu lassen und den Bakterien auf ihrem magnetischen Fluss zu folgen.

<https://focusterra.ethz.ch/sonderausstellungen/aktuell.html>



ab 1. September 2023
Kulturama, Museum des Menschen
Englischviertelstrasse 9, Zürich

Wie viel Urzeit steckt in dir?

Welche Spuren der Urzeit finden wir im eigenen Körper? Was verbindet die Höhlenzeichnung mit dem Smartphone? Auf welchen Innovationen beruht unsere tägliche Kaffeepause? Wie kalt war es in der Eiszeit im Vergleich zu einem Wintertag heute? Weshalb ist es unwahrscheinlich, dass wir jemals zum Fossil werden? Was hat unser aktueller Energiebedarf mit der Erfindung des Feuers zu tun?

Die Sonderausstellung «Wie viel Urzeit steckt in dir?» wirft einen weiten Blick zurück und zeigt, wie die Urzeit unser Leben heute beeinflusst. Sie lässt uns die Gegenwart mit anderen Augen sehen und wirft Fragen über die Zukunft auf – eine interaktive und interdisziplinäre Spurensuche für alle Generationen.

Weitere Informationen: www.kulturama.ch/ausstellungen/sonderausstellung/

Weitere Daten von Veranstaltungen werden laufend in unserer Agenda auf www.ngzh.ch veröffentlicht.

