

# Vierteljahrschrift

4 | 2024  
Jahrgang 169

der Naturforschenden Gesellschaft  
in Zürich NGZH



## 4 Neue Ansätze für Batterien

An der Empa in Dübendorf entwickeln Forschende neue Materialien und Fertigungstechniken, die Batterien effizienter, umweltschonender und kostengünstiger machen sollen.

## Brief des Präsidenten

Glücklicherweise wurde die Abschaltung unserer alten Homepage auf Ende 2024 verschoben, so dass der Einsatz der bereitstehenden Not-Homepage überflüssig wurde. Ende Oktober hat unsere Webagentur pr24 die neue Homepage erfolgreich aufgeschaltet. Eine kurze Beschreibung sehen Sie auf den Seiten 18-19. Wir hoffen, dass Sie sich gut zurecht finden mit Ihrem Computer oder auch Handy. Das Backend der mit WordPress betriebenen Homepage ist derart benutzerfreundlich aufgebaut, dass auch ausgewählte Personen nach einer Einführung weitgehende Änderungen ausführen können.

Falls Sie Fragen oder Probleme haben, bitten wir Sie, uns auf sekretariat@ngzh.ch zu benachrichtigen und wir werden uns bemühen, Ihnen zu helfen.

Die beiden Exkursionen, Perlen am Wegrand mit einer Wanderung zum Itlimoosweiher (oberhalb Samstagern) und die Salomon-Schinz-Jubiläumsexkursion auf den Üetliberg wurden gemeinsam mit der Zürcherischen Botanischen Gesellschaft durchgeführt. Dadurch konnte rund ein Dutzend Naturliebende gefunden werden, die die Wanderungen mit den erklärenden Ausführungen der begleitenden Fachpersonen Sofia Rudin (Perlen am Wegrand) und Nina Richner (Üetliberg) geniessen konnten.

Die diesjährige Vortragsreihe (vgl. Artikel auf Seite 16) war bisher gut besucht und deckt wiederum verschiedenste Wissensgebiete ab: DNA-Origami (Chemie), Künstliche Intelligenz (Physik), Zinnäthyl-Metall (Chemie), Bären (Verhaltensforschung) und die Weihnachtsvorlesung mit Experimenten (Physik).

Am 2. Januar erwartet uns in der Zentralbibliothek ein ganz besonderes Neujahrsblatt mit dem Titel «Biodiversität im Park der Universität Zürich-Irchel» mit 19 Autorinnen und Autoren. Die Herausgeber Thomas Geissmann, Stefan Hose und Rolf Rutishauser haben das 168



Grosse Königslibelle (*Anax imperator*). Bei der Eiablage in schwimmende Pflanzenteile sind Weibchen besonders verletzlich. (Bild aus dem Neujahrsblatt 2025)

Seiten umfassende Buch besonders attraktiv gestaltet. In einem ersten Bildteil zeigen rund 160 grosse Fotografien Tiere und Pflanzen, die den Park besiedeln. Der anschliessende Textteil behandelt seine Geschichte, seine Naturräume, seine Funktion als grüne Lunge, seine Tiere, Pflanzen und Moose sowie angelegte Studienprogramme und die Zukunft des Irchel-parks.

Wir hoffen, Sie möglichst zahlreich am Bäächtelistag zwischen 10 und 12 Uhr in der Zentralbibliothek begrüssen zu können, wo NGZH-Mitglieder ihr Exemplar des Neujahrsblattes abholen und auch Neujahrsblätter anderer Gesellschaften zu reduziertem Preis kaufen können..

Fritz Gassmann

**ngzh**

• • • •  
Naturforschende  
Gesellschaft in Zürich  
www.ngzh.ch

- AKTUELL
- 4 **Die Batterie,  
die dem Feuer  
trotzt**
- PHYSIK IM ALLTAG
- 8 **Physik Nobelpreis 2024 –  
Grundlagen der künstlichen  
Intelligenz**
- HOCHSCHULLEHRE
- 13 **KI macht auch vor der universitären  
Lehre keinen Halt**

- VORTRAGSREIHE
- 16 **Gute Reichweite der Online-Vorträge**
- WEBSEITE
- 18 **Unsere neue Webseite ist online!**
- UKRAINE
- 20 **Kontakte der NGZH mit dem  
Winogradsky-Club in Kiew**
- NEUJAHRSBLATT
- 21 **Eine Hommage an eine Zürcher  
Natuuroase**
- 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 finden sich unter:  
<https://ngzh.ch/events>

## Die Batterie, die dem Feuer trotzt

**Ursprünglich wurde sie für Elektroautos entwickelt, heute versorgt sie Mobilfunkantennen mit Strom, und morgen vielleicht ganze Wohngebiete: Die Salzatterie ist eine sichere und langlebige Batterietechnologie mit enormem Potenzial. Empa-Forscher arbeiten mit einem Industriepartner daran, diese besonderen Batterien weiterzuentwickeln.**

1997 kippte die Mercedes-Benz-A-Klasse beim Elchtest aus der Kurve. Eine der Ursachen für den berühmtesten Unfall: Die A-Klasse war ursprünglich als Elektroauto konzipiert. Durch den Wechsel auf den Verbrennungsmotor entfiel die schwere Batterie, und der Schwerpunkt verlagerte sich zu weit nach oben.

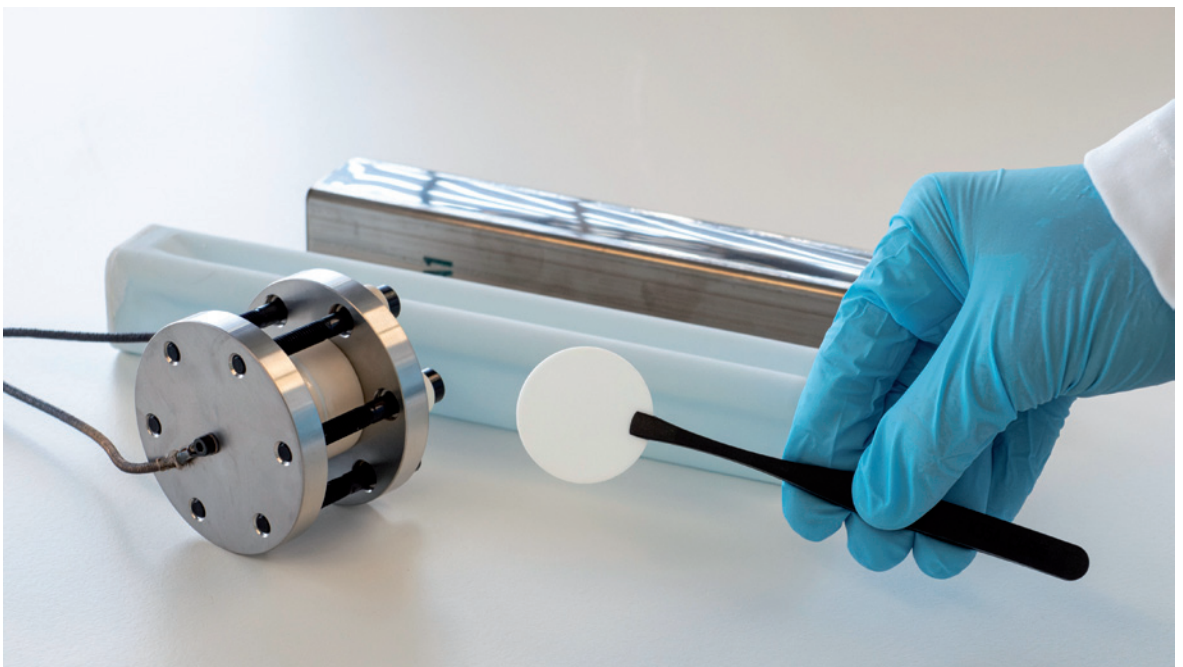
Die Batterie, die in der A-Klasse hätte verbaut werden sollen, war eine sogenannte Salzatterie. Im Gegensatz zu den meisten anderen Batterien, bei denen Kathode und Anode in einem gemeinsamen flüssigen Elektrolyten «schwimmen», ist der Elektrolyt bei einer Salzatterie ein Feststoff, na-

mentlich ein keramischer Ionenleiter auf Natriumaluminiumoxid-Basis. Der Festelektrolyt ist nicht brennbar und ermöglicht zudem eine Abtrennung von Anode und Kathode, was die Lebensdauer der Batterie erhöht. Die Kathode einer Salzatterie basiert auf einem Granulat aus Kochsalz und Nickelpulver, die Natriummetallanode entsteht erst beim Aufladen.

Für die Elektromobilität hat sich diese Batterietechnologie nicht bewährt: Heutige Elektroautos fahren mit Lithiumionen-Akkus, die leichter sind und sich schneller laden lassen. Doch in anderen Anwendungsbereichen ist die Salzatterie ihrer Lithiumionen-Konkurrenz überlegen. Deshalb werden Salzatterien heute aktiv erforscht – unter anderem an der Empa.

### Langlebig und sicher

Die Forschungszusammenarbeit begann 2016, als der Tessiner Salzatterierhersteller Horien Salt Battery Solutions, ehemals bekannt als FZSoNick, auf die Empa zuzug. Das Unternehmen wollte im Rahmen eines Innosuisse-Projekts den keramischen Natriumaluminiumoxid-Elektrolyten in ihren Bat-



Im Hintergrund ist eine kommerzielle Salzatterie samt ihrem Elektrolyten zu sehen, im Vordergrund links eine Laborzelle, wie sie gegenwärtig an der Empa entwickelt wird. Vorne links ist ein Scheibchen des Keramikelektrolyten zu sehen. (Bild: Empa)



Die Empa-Forschenden Enea Svaluto (links) und Meike Heinz im neuen Batterielabor auf dem Empa Campus in Dübendorf. (Bild: Empa)

teriezellen verbessern. Daraus folgten weitere Projekte zu Zellgeometrie und Elektrochemie der Salzbatte­rie, denn diese unterscheidet sich stark von anderen Batterietypen. «Der Zusammenbau von Salzbatte­riezellen für Forschungszwecke ist sehr aufwändig, und es gibt kaum Studien zu deren genauer Funktionsweise. Das macht diese Projekte so interessant für uns: Wir können sehr viel lernen und entwickeln unser Verständnis zusammen mit dem Industriepartner weiter», sagt Empa-Forscherin Meike Heinz aus der Abteilung «Materials for Energy Conversion», die von Corsin Battaglia geleitet wird.

Ihr andersartiger Zellaufbau bringt der Salzbatte­rie aber auch einige Vorteile gegenüber Lithiumionen-Batterien. Zum Beispiel in Sachen Sicherheit: Zwar brauchen Salzbatte­rien eine Betriebstemperatur von rund 300°C, aber sie können weder brennen noch explodieren. Deshalb kommen sie auch an Orten zum Einsatz, wo Lithiumionen-Akkus gar nicht erst zugelassen sind, etwa im Berg- und Tun-

nelbau und auf Offshore-Öl- und Gasförderplatt­formen. Durch die hohe Betriebstemperatur sind Salzbatte­rien ausserdem wesentlich weniger temperaturempfindlich als ihre Lithiumionen-Kontra­henten. Dies macht sie zu idealen Notstromspeichern für kritische Infrastruktur, beispielsweise Mobilfunkantennen. Selbst an abgelegenen und exponierten Orten können die langlebigen und wartungsfreien Salzbatte­rien ihre Arbeit über Jahrzehnte zuverlässig verrichten.

Die Betriebstemperatur ist aber auch ein Nachteil dieser Batterietechnologie: Salzbatte­rien brauchen eine «Standheizung», um einsatzbereit zu sein. Aber ist eine Batterie, die Strom braucht, überhaupt wirtschaftlich? «Je nach Anwendung ist es wirtschaftlicher, eine Batterie warmzuhalten als sie zu kühlen», erklärt Meike Heinz. «Beim Laden und Entladen entsteht durch die natürlichen Zellwiderstände Wärme. In einem optimalen System kann sich eine grosse Batterie dadurch selbst heizen», fügt Empa-Forscher Enea Svaluto-Ferro hinzu.

# Speichertechnologien für die Energiezukunft

Ob im Elektroauto, im Handy oder im Keller als stationärer Stromspeicher – Batterien sind ein Schlüsselement für die Energiewende und spielen bereits heute in unserem Alltag eine zentrale Rolle. Und ihre Bedeutung wird in den kommenden Jahren noch weiter zunehmen.

## Vielfältige Anforderungen

Je nach Anwendung brauchen Batterien ganz unterschiedliche Eigenschaften. Mal müssen sie möglichst kompakt und leicht sein, mal möglichst grosse Energiemengen speichern können, mal sollten sie möglichst rasch geladen werden können, mal eine lange Lebensdauer haben. Und nicht zuletzt sollten Batterien idealerweise auch noch aus nachhaltigen Materialien bestehen, sicher sein – und natürlich kostengünstig. Das sind ganz schön viele Anforderungen. Doch gerade durch diese Vielfalt entsteht auch eine enorme Chance für neue interessante Technologien.

Empa-Forschende arbeiten in ihren Labors eng mit Industriepartnern zusammen und suchen nach neuen Ansätzen, wie sich die Energiespeicher weiter optimieren lassen. Es geht einerseits darum, basierend auf Experimenten und Modellierungen neue Materialien und Prozesse zu entwickeln, welche die Leistung, Stabilität und Nachhaltigkeit der Speicher verbessern und gleichzeitig zu tieferen Produktionskosten führen. Andererseits wollen die Forschenden auch dazu beitragen, dass die wertvollen Materialien in den Batterien möglichst effizient genutzt und recycelt werden.

## Speicher aus Papier

Dabei gehen die Forschenden auch ungewohnte Wege. So entwickelt beispielsweise die Gruppe um Gustav Nyström Energiespeicher auf Papierbasis, die sich nach dem Gebrauch ohne Probleme entsorgen lassen. Solche Batterien eignen sich beispielsweise für elektronische Geräte mit geringem Stromverbrauch wie etwa Wecker mit LCD-Anzeigen. Da sowohl das Pa-

pier als auch die anderen Komponenten der Batterien biologisch abbaubar sind, könnten sich die Umweltauswirkungen von Wegwerf-Elektronik so deutlich minimieren lassen.

## Alternative zu Lithium-Akkus

Eine besonders wichtige Rolle spielen heute Lithium-Ionen-Akkus. Sie werden nicht nur in Smartphones und Laptops eingesetzt, sondern auch in Autos und Satelliten. Obwohl es sich um die derzeit ausgereifteste Batterietechnologie handelt, sind diese Akkus nicht für alle Anwendungen ideal. Lithium-Ionen-Batterien büssen mit jedem Lade- und Entladezyklus an Kapazität ein, sie laden sich verhältnismässig langsam auf und funktionieren nur in einem engen Temperaturbereich richtig gut.

Das Empa-Spin-off «BTRY» will nun eine Alternative entwickeln. Das junge Unternehmen arbeitet an Dünnschichtbatterien, die nicht nur sicherer und langlebiger sind als herkömmliche Lithium-Ionen-Akkus, sondern auch wesentlich umweltfreundlicher in der Herstellung. Besonders interessant ist, dass sich diese neuartigen Speicher in nur einer Minute auf- und entladen lassen.

## Recycling mit Roboter

In den nächsten Jahren werden immer mehr gebrauchte Batterien und Akkus anfallen. Umso wichtiger ist es, dass die heiklen Rohstoffe aus den Batterien zurückgeholt werden können, so dass ein Kreislauf der wertvollen Metalle und Materialien entsteht. Im Batterieforschungsprojekt «CircuBAT» untersuchen die Empa-Forschenden Nora Bartolomé und Roland Hischier vom Technology and Society Labor, wie sich Autobatterien mithilfe von Roboterarmen demontieren lassen.

### Zellchemie für die Zukunft

Als Materialforschende fokussieren sich Meike Heinz und ihr Team auf die Zellchemie. Die Rohstoffe für Schmelzsaltzbatterien sind mehrheitlich günstig und in grossen Mengen verfügbar. Die Architektur der Zelle ermöglicht zudem ein einfaches Recycling. Da das Kathodenmaterial Nickel aber zunehmend als kritisch eingestuft wird, machten sich Horien und die Empa im Rahmen des durch das Bundesamt für Energie (BFE) geförderten Projektes «HiPerSoNick» unter anderem daran, den Nickelgehalt der Zellen zu reduzieren. Keine leichte Aufgabe, da für eine effiziente und langlebige Salzbatte­rie die Zusammensetzung und die Mikrostruktur in der Zelle sehr genau aufeinander abgestimmt sein müssen.

Im Rahmen des EU-Projekts «Solstice», das noch bis Mitte 2025 läuft, untersuchen Horien und die Empa, gemeinsam mit weiteren Projektpartnern, ob sich das Nickel in Schmelzsaltzbatterien sogar ganz durch Zink ersetzen liesse. «Der niedrige Schmelzpunkt von Zink ist bei der aktuellen Betriebstemperatur aber eine Herausforderung», so Meike Heinz. Dennoch konnten die Forschenden bereits vielversprechende Ansätze finden, um

die Kathodenmikrostruktur zu stabilisieren. Auch weitere Folgeprojekte sind bereits angedacht, in denen die Empa-Forschenden versuchen wollen, Nickel-freie Salz­batterien weiter zu verbessern – und zu skalieren. Denn mit ihrer Sicherheit, ihrer langen Lebensdauer und dem Verzicht auf kritische Rohstoffe würden sich Salz­batterien ausgezeichnet als stationäre Speicher eignen. Wenn es gelingt, Salz­batterien günstig und in grossen Mengen herzustellen, könnten sie eines Tages nicht nur Mobilfunkantennen, sondern ganze Wohngebiete mit Strom versorgen.

Anna Etlin, Empa Dübendorf

Der vorliegende Artikel erschien erstmal im Oktober 2024 auf dem Online-Portal der Empa.



Empa-Forscherin Meike Heinz hält ein Scheibchen des Keramikelektrolyten für die Salzbatte­rie. Bild: Empa

# Physik Nobelpreis 2024 – Grundlagen der künstlichen Intelligenz

**Es schlug wie eine Bombe ein, als Microsoft die von der kalifornischen Firma OpenAI lizenzierte Technik in seine Produkte integrierte. Die Öffentlichkeit war erstaunt durch die menschliche Sprache, die ChatGPT generierte. Wer die neue Technologie nicht verabscheute, versuchte, sie zur Unterstützung in sein Leben einzubauen. Der vorliegende Artikel beleuchtet die physikalischen Konzepte, die diesen Durchbruch ermöglichten, mit besonderem Augenmerk auf die Leistungen der beiden Träger des Physik Nobelpreises 2024, John J. Hopfield und Geoffrey Hinton.**

Um selbst einen Eindruck vom Wesen des *Open-AI GPT-4o mini* zu erhalten, habe ich es nach einem Thema der Psychologie von C. G. Jung gefragt: «Hast du auch einen persönlichen Schatten?» In wenigen Sekunden rieselte die folgende Antwort über den Bildschirm meines Computers: *«GPT-4o mini: Als KI habe ich kein Bewusstsein, keine Emotionen und keine persönliche Identität, daher habe ich auch keinen persönlichen Schatten im psychologischen Sinne. Der Begriff «persönlicher Schatten» bezieht sich auf unbewusste Aspekte der menschlichen Psyche, die mit individuellen Erfahrungen, Emotionen und Persönlichkeitsmerkmalen verbunden sind. Da ich keine menschlichen Erfahrungen oder Emotionen habe, kann ich keine solchen Aspekte besitzen. Mein Ziel ist es, Informationen bereitzustellen und Fragen zu beantworten, basierend auf dem Wissen, das mir zur Verfügung steht.»*

Verdutzt über diese treffende Antwort verspürte ich ein grosses Verlangen, die Basis für diese technische Wunderleistung besser zu verstehen. Dabei wird sofort klar, dass Künstliche Intelligenz (KI oder engl. AI für Artificial Intelligence) auf Strukturen basieren muss, die wenig mit der Architektur herkömmlicher Computer zu tun haben. Abb. 1 zeigt die Kreativität eines anderen auf Bilder spezialisierten KI-Systems. Während herkömmliche Computermodelle wenige bis vielleicht hunderte

von Parametern besitzen, die sorgfältig kalibriert werden müssen, enthält GPT-3 (GPT steht für *Generative Pre-trained Transformer*) 175 Milliarden Gewichtsparameter, die während der Lernphase automatisch immer präziser eingestellt werden. Jeder Parameter ist 16 Bit oder 2 Byte lang (d.h. es gibt 65536 verschiedene Einstellungen) und der Speicherplatz allein für diese Parameter beträgt 350 Gigabyte.

Da ein KI-System eine gigantische Menge Stoff lernen muss und dabei dauernd der 350 Gigabyte-Speicher angepasst werden muss, ist klar, dass sehr schnelle Maschinen gebraucht werden und möglichst viele Prozesse parallel ablaufen müssen. Weiter ist verständlich, dass die gespeicherte Information (das Wissen der Maschine) über den gesamten Speicher verteilt ist und nicht wie bei normalen Computern in einzelnen Bytes steckt. So wird man Begriffe wie Relativitätstheorie oder Einstein nirgends finden, da sie nicht lokal, sondern als gegenseitige Grösse aller 175 Milliarden Gewichte gespeichert sind.

Normalerweise stürzt ein Computer ab, wenn ein einziges Memorybyte nicht korrekt funktioniert. Nicht so bei KI-Systemen: Bei einem Ausfall von Tausenden von Gewichtsbytes kann das System in seiner Genauigkeit wohl beeinträchtigt werden, aber es wird weiter funktionieren und nicht abstürzen.

## **Alles begann mit dem Ising-Modell zur Erklärung des Ferromagnetismus**

In den 1920er-Jahren entwickelte der deutsche Physikprofessor Wilhelm Lenz (1888 - 1957) an der Universität Hamburg ein mathematisches Modell, um die Eigenschaften des Ferromagnetismus besser zu verstehen. Man kann einen Eisenstab magnetisieren, indem man ihn mit einem Draht umwickelt und darin einen starken Gleichstrom fliessen lässt, der ein Magnetfeld in Längsrichtung des Stabs erzeugt. Nach Abschalten des Stroms bleibt die Magnetisierung erhalten, falls der Eisenstab deutlich kühler ist als 761°C (Curie-Temperatur, benannt nach Pierre Curie 1859-1906). Oberhalb dieser kritischen Temperatur geht jedoch die Magnetisierung verloren. Durch Arbeiten des französischen Physi-





Abb. 1: Resultat eines auf Bilder spezialisierten KI-Systems, das am 17.8.2023 durch folgende Aufgabenstellung aktiviert wurde: «A photograph of an astronaut riding a horse». (Bild: VulcanSphere - Generated with NightCafe Studio in Stable Diffusion XL mode (1.0), wikimedia commons, Public Domain)

kers Pierre-Ernest Weiss (1865 - 1940) als Professor an der ETH Zürich von 1902 bis 1919 waren die mikroskopischen Weisschen Bezirke und die quantenhaften Eigenschaften der magnetischen Momente in den Atomen (sog. Magnetone) bekannt.

Lenz betrachtete ein zweidimensionales Gitter mit magnetischen Dipolmomenten (sog. Spins), die zur Vereinfachung nur 2 Zustände einnehmen konnten, nämlich +1 (Spin up) und -1 (Spin down). Das Faszinierende war, dass z.B. ein  $N=25 \times 25$ -Gitter  $2^{625}$  oder umgerechnet  $10^{188}$  verschiedene Zustände einnehmen kann. Dies sind sehr viel mehr Zustände als es Atome im Weltraum gibt! Lenz fragte sich, was geschieht, wenn sich benachbarte Spins beeinflussen und formulierte eine einfache Energiefunktion, die für jeden Zustand die dazugehörige innere Energie des Systems liefert. Sie ist minimal, wenn alle Spins in dieselbe Richtung zeigen.

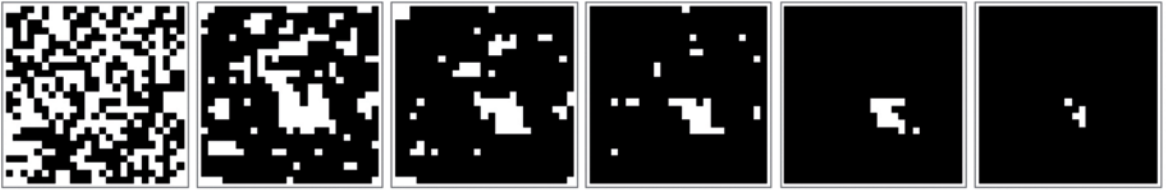
Lenz hat die Aufgabe zur Untersuchung eines eindimensionalen Modells seinem Studenten Ernst Ising gegeben und deshalb das Modell als Ising-Modell bezeichnet. Verschiedenste Physiker haben sich über mehrere Jahrzehnte mit Ising-Modellen beschäftigt und es wurde zum fundamentalen Modell der statistischen Thermodynamik. So

wurde z.B. gefunden, dass zwei- und mehrdimensionale Modelle einen Phasenübergang zeigen, wie in Abb. 2 dargestellt: Für hohe Temperaturen herrscht eine ungeordnete Phase vor (Paramagnetismus) und sobald die Temperatur eine kritische Schwelle unterschreitet, zeigt sich eine ferromagnetische Ordnung, bei der alle Spins in dieselbe Richtung zeigen.

### Hopfield verwendet das Ising Modell für ein neuronales Netzwerk

Obwohl der Physiker John J. Hopfield (geb. 1933 in Chicago und tätig an der Princeton University im Bundesstaat New Jersey, USA) den sog. *Backpropagation-Algorithmus* bekannt machte, der in frühen KI-Modellen extensiv angewendet wurde, sah er in den 1980er-Jahren, dass damit nicht weiterzukommen war. In seinen Publikationen von 1982 betonte er, dass dieser zutiefst mathematische Algorithmus kaum als Modell für evolutive Nervenzentren dienen kann. Er versuchte deshalb einen Neuanfang und knüpfte an das erfolgreiche physikalische Ising-Modell an, das wesentlich einfacher aufgebaut war und trotzdem mit seinen vielen quasistabilen Zuständen kollektive emergente Phänomene zeigen konnte (vgl. Abb. 2b).

a) Unterhalb Curie-Temperatur mit Magnetfeld: **Ferromagnetismus**



b) Unterhalb Curie-Temperatur ohne Magnetfeld: **Weissche Bezirke**



c) Oberhalb Curie-Temperatur ohne Magnetfeld: **Paramagnetismus**



Abb. 2: Simulationsrechnungen mit einem zweidimensionalen Ising-Modell in einem 25x25-Gitter.

a) Ferromagnetismus: Deutlich unterhalb der Curie-Temperatur ordnet ein äusseres Magnetfeld eine zufällige Ausrichtung der Spins. Da die Energie dieser Anordnung minimal ist, bleibt die Magnetisierung auch nach Abschalten des äusseren Magnetfeldes bestehen.

b) Weissche Bezirke: Ohne äusseres Magnetfeld entstehen zusammenhängende Bezirke. Diese Klumpen-Struktur ist weitgehend stabil, da sich die Energie in einem lokalen Minimum befindet. Es gibt verschiedene solche Strukturen, die bei einem KI-Memory als Erinnerungs-Speicher verwendet werden.

c) Paramagnetismus: Wird ein magnetisierter Ferromagnet über die Curie-Temperatur aufgeheizt, zerfällt die geordnete Struktur auf Grund der thermischen Bewegungen und die Magnetisierung verschwindet.

(Bilder und Rechnungen mit Mathematica durch Fritz Gassmann)

In einer seiner 1982er-Publikationen (Hopfield 1982) findet man als Formel (7) die Kopie der Energiefunktion des Ising-Modells, obschon sein neuronales Netzwerk (es wird heute als Hopfield-Netzwerk bezeichnet) keine energetischen Zustände besass. Das Ising-Modell musste also umgedeutet und auch erweitert werden. Hopfield hat einen Muster-Speicherungs Algorithmus erfunden, der es erlaubte, vorgegebene Muster auf verblüffend einfache Weise im Netzwerk zu speichern und wieder abzurufen. Wichtig war ihm dabei, dass es so aufgebaut war, dass ein evolutives Analogon möglich erschien. Die Speicherarchitektur unterschied sich radikal von herkömmlichen Computern, wo Informationen an genau spezifizierten Adressen untergebracht werden und sich gegenseitig absolut nicht beeinflussen können.

Diese lokale Strategie hat einen grossen Nachteil: Der Ausfall einzelner Bits führt dazu, dass In-

formationen nicht mehr korrekt abgerufen werden können, oder nicht mehr gefunden werden oder dass sogar das gesamte System «abstürzt». In einem Hopfield-Netzwerk werden die Muster nicht lokal gespeichert, sondern über das ganze Netzwerk verteilt, indem der Speicher-Algorithmus die Kopplungsstärken  $w_{ik}$  zwischen den Neuronen  $i$  und  $k$  modifiziert. Ein solches Netzwerk ist relativ stabil gegenüber dem Ausfall von einzelnen Neuronen und «stürzt nicht ab».

Während normale Computer synchron und seriell funktionieren und als Taktgeber eine Uhr haben, die das gesamte System steuert (heute im Gigahertz-Rhythmus), funktioniert ein Hopfield-Netzwerk asynchron und parallel, d.h. jedes Neuron arbeitet für sich. Zugeschnitten auf die langsamen Computer der 1970er-Jahre musste sich Hopfield mit wenigen simulierten Neuronen zufrieden geben: er arbeitete mit  $N = 30$  und  $N = 100$  Neuronen

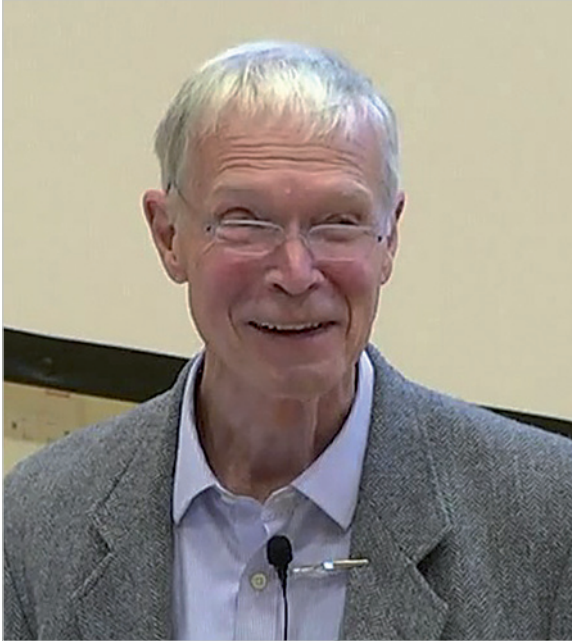


Abb. 3: Der Physiker John J. Hopfield (geb. 1933) aufgenommen 2016. Er ist sehr beunruhigt durch die neuesten Entwicklungen der KI und verglich sie mit der Entdeckung der Kernspaltung, die Nuklearenergie aber auch Atombomben ermöglichte. (Bild: bhadeshia123, wikimedia commons CC BY 3.0)



Abb. 4: Der Informatiker und Kognitionspsychologe Geoffrey E. Hinton (geb. 1947) bei einem Vortrag in Toronto 2024. Er kündigte 2023 seine Zusammenarbeit mit Google, um offen über Risiken der KI sprechen zu können. (Bild: Vaughn Ridley, wikimedia commons CC BY 2.0)

entsprechend rund 900 und 10 000 Gewichtungsfaktoren  $w_{ik}$ . Trotz dieser mikrigen Netze fand er wichtige Resultate. So konnte er rund 0,15 N verschiedene Muster speichern, also rund 5 und 16.

Mit dem 30er-Netzwerk testete er, was oberhalb der Kapazitätsgrenze passiert. Er fand, dass bei 15 (statt nur 5) aufgeprägten Mustern viele Fehler passieren, das «Gedächtnis» funktionierte jedoch immer noch und blockierte nicht mit einer Error-Meldung. Er sah auch, dass nicht nur symmetrische Gewichtsmatrizen  $w_{ik} = w_{ki}$  funktionieren und konnte ohne grosse Einbussen die halbe Matrix auf Null setzen. Dieses Resultat war wichtig im Hinblick auf biologische Netzwerke, die nicht symmetrisch verbunden sind (biologische Neuronen machen nicht Synapsen vom Neuron  $i$  zum Neuron  $k$  und gleichzeitig vom Neuron  $k$  zum Neuron  $i$ ).

### Hinton verbessert das Hopfield Netzwerk

Der Informatiker und Kognitionspsychologe Geoffrey G. Hinton, Professor am Computer Science Department der Universität Toronto (Kanada) seit 1987, entwickelte 1985 zusammen mit Terrence

J. Sejnowski das Hopfield-Netzwerk weiter zur sog. Boltzmann-Maschine. Er behob damit einen Schwachpunkt des Hopfield-Netzwerks, das vielfach in suboptimalen lokalen Minima stecken blieb.

Wie zuvor Hopfield, liess er sich dafür beim Ising-Modell inspirieren. Dieses Modell enthielt nicht nur eine Energiefunktion, sondern verwendete auch die für viele physikalische Problemstellungen äusserst nützliche Boltzmann-Statistik. Diese wurde begründet durch den österreichischen Physiker Ludwig E. Boltzmann (1844 - 1906) und beschreibt die Energieverteilung bei Systemen mit sehr vielen Freiheitsgraden, die im Kontakt mit einem Wärmereservoir der Temperatur  $T$  stehen.

Die Boltzmann-Statistik drückt mathematisch aus, wie wahrscheinlich es ist, dass das System einen Zustand mit um  $dE$  höherer Energie einnimmt, also von der Energie  $E$  zufällig zur Energie  $E+dE$  wechselt. Die Wahrscheinlichkeit für einen Zustand mit Energiezuwachs  $dE$  ist nach Boltzmann proportional zu  $e^{-dE/kT}$  ( $k$  ist die Boltzmann-Konstante und  $T$  die absolute Temperatur). Damit kann man beispielsweise berechnen, wie der Luftdruck mit zunehmender Höhe abnimmt oder wieviele

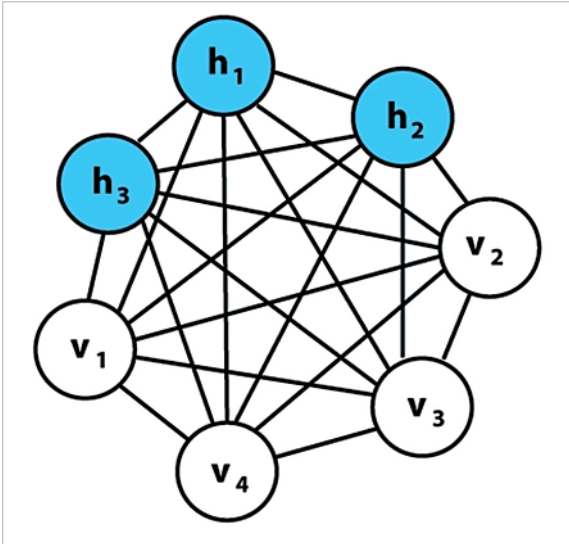


Abb. 5: Grafische Darstellung einer Boltzmann-Maschine mit 3 versteckten Neuronen (Blau) und 4 sichtbaren Neuronen (Weiss). Für Inputs (Lernen) und Outputs (Abfragen) werden nur sichtbare Neuronen verwendet. Man beachte, dass jedes Neuron mit jedem anderen gekoppelt ist. Die 7 Neuronen besitzen also  $7 \times 6/2$  unidirektionale Verbindungen (Anzahl Linien), die durch je ein Gewicht  $w_{ik}$  charakterisiert werden. (Bild wikimedia commons, gemeinfrei)

Elektronen in einem Halbleiter (Diode, Transistor) das Leitungsband erreichen können.

Obwohl ein Neuronales Netz weder eine Energie  $E$  noch eine Temperatur  $T$  hat, übernahm Hinton den physikalischen Zusammenhang und bezeichnet sein Netzwerk als «Boltzmann-Maschine» (Hinton 2014). Um zu unterstreichen, dass es sich hierbei um eine Analogie zum entsprechenden physikalischen Modell handelt, spricht er nicht von Energie sondern von Kosten und statt von Temperatur spricht er lieber von zufälligen Störungen (die Boltzmann-Konstante  $k$  lässt er ganz fallen, da diese in Neuronalen Netzen keinen Sinn macht).

Hinton musste auch das Lernprozedere seiner Boltzmann-Maschine anpassen, das die Aufgabe lösen muss, die riesige Anzahl Gewichte  $w_{ik}$  (bei GPT-3 sind dies 175 Milliarden) bei jedem Lernschritt so anzupassen, dass die Kostenfunktion für den jeweils neuen Datenvektor (Muster) minimal wird. Je kleiner die Kostenfunktion, desto grösser ist die Wahrscheinlichkeit, diesen Datenvektor bei einer Suchanfrage wieder zu finden, was bedeutet, eine korrekte Antwort zu produzieren.

Da ein Neuronales Netz sehr viele Informationen (Muster) lernen muss, ist es entscheidend,

dass dieser mathematisch aufwändige Lernschritt möglichst effizient gestaltet wird. Hinton erfand dafür einen effizienten Algorithmus, den er *Contrastive Divergence* nannte (Hinton 2002). Neben weiteren Optimierungen hat Hinton die Wahrscheinlichkeiten durch deren Logarithmus ersetzt, was den Rechenaufwand deutlich reduziert ( $p$  proportional  $e^{-dE}$  wird zu  $\ln(p)$  proportional  $-dE$ ).

### Heutige KI-Systeme mit vielen zusätzlichen Komponenten

Obwohl das neuronale Netz der Kern eines KI-Systems ist, sind viele zusätzliche Komponenten nötig, um das System brauchbar zu machen. So wird eine gestellte Frage durch eine Interpretationskomponente in kleinere Einheiten (sog. Tokens) zerlegt. Diese müssen dann in Muster transformiert werden, die das neuronale Netz als Input verstehen kann. Durch geeignete Steuerung wird erreicht, dass das Netz die Kostenfunktion fortlaufend weiter reduzieren kann und so von allgemeineren Aussagen (Output-Muster) zu immer spezielleren gelangt.

Diese Muster müssen anschliessend wieder in Begriffe der geforderten Sprache rückübersetzt werden. Eine Semantik- und Grammatik-Komponente formuliert in der Folge für Menschen verständliche Sätze. Falls auch ein Sprachmodul angeschlossen wird, kann man mit dem KI-System auch telefonieren. Jede dieser Komponenten ist für sich je ein komplexes System, in dem eine lange Entwicklungsgeschichte und sehr viel Know-how steckt. Die verblüffendsten Leistungen wie Flexibilität und eine Art Kreativität stammen jedoch zum grössten Teil aus dem oben erläuterten neuronalen Netz, also aus einem rein mathematisch-physikalisch beschreibbaren System.

Fritz Gassmann

#### Literatur

Hinton G. E. 2002. Training Products of Experts by Minimizing Contrastive Divergence. *Neural Computation* 14: 1771 - 1800.

Hinton G. E. 2014. Boltzmann Machines. *Encyclopedia of Machine Learning and Data Mining*. Springer Science+Business Media New York.

Hopfield J. J. 1982. Neural networks and physical systems with emergent collective computational abilities. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, Vol. 79: 2554 - 2558.

# KI macht auch vor der universitären Lehre keinen Halt

**Die künstliche Intelligenz (KI) breitet sich immer stärker in unserem täglichen Leben aus. Und sie verändert auch die Lehre an den Universitäten. Die neuen Technologien stellen die Dozentinnen und Dozenten vor anspruchsvolle Herausforderungen – und bieten ihnen auch Chancen.**

Für Bildungsexperten war es ein regelrechter Schock: ChatGPT kann eine Universitätszulassungsprüfung meistern, es meistert naturwissenschaftliche Einführungskurse und kann Essays und Präsentationen mit bemerkenswert plausiblen Inhalten erstellen. Selbst Expertinnen und Experten staunen, wie gut ChatGPT programmieren, Sprachen übersetzen und Texte zusammenfassen kann. «Wir werden Zeit brauchen, um herauszufinden, was das über KI aussagt, aber auch, was es über unser Bildungssystem aussagt», meint Gerd Kortemeyer, Direktor der Abtei-

lung Lehrentwicklung und -technologie an der ETH Zürich.

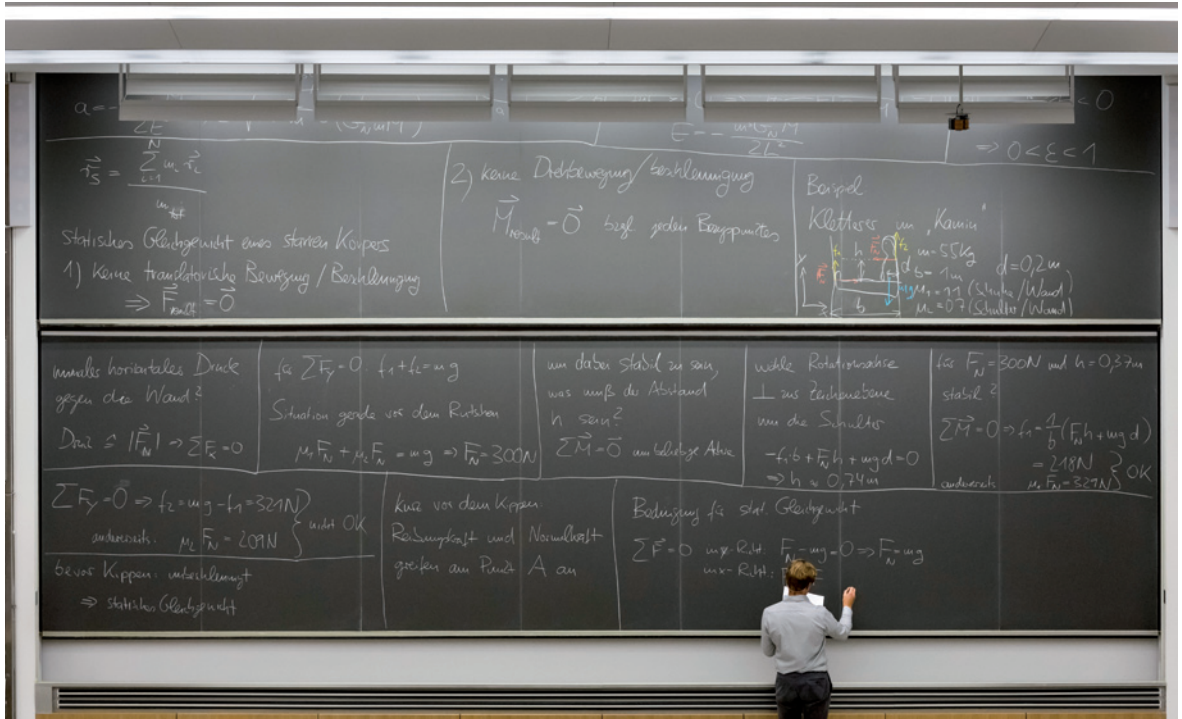
## Vermeehrt mündliche Prüfungen

Jan Vermant, Prorektor für Curriculumentwicklung an der ETH Zürich, bestätigt: «Als Dozierende stehen wir vor der Herausforderung, bei Prüfungen und schriftlichen Abgaben sicherzustellen, dass das Können unserer Studierenden im Vordergrund steht und nicht die Fähigkeiten eines Sprachmodells. Deshalb müssen wir sorgfältig darüber nachdenken, wie wir Prüfungsformate künftig so gestalten können, dass sie die individuellen Kompetenzen und kreativen Ansätze der Studierenden erfassen.»

Vermant selbst reagiert auf diese Entwicklung, indem er vermehrt mündlich prüft. Die Diskussionen mit den Studierenden und das Feedback der Lehrassistentinnen und -assistenten habe an Bedeutung gewonnen. Dadurch werde das Prüfen für die Dozierenden aufwändiger.



Die universitäre Lehre verändert sich zunehmend, weil KI-Modelle immer stärkere Verbreitung finden. Im Bild zu sehen sind ETH-Studierende während einer Projektarbeit. (Bild: ETH Zürich / Alessandro Della Bella)



Auch im Zeitalter von ChatGTP & Co. wird der Frontalunterricht mit Tafel und Kreide nicht so schnell verschwinden. (Bild: ETH Zürich / Alessandro Della Bella)

Gleichzeitig bringen die neuen Tools auch Erleichterungen. So können heute Studierende kleine Programme, die sie beispielsweise für eine bestimmte Aufgabe schreiben müssen, schneller korrekt verfassen, da die Sprachmodelle ihnen helfen, Fehler schneller zu entdecken. Dadurch steht mehr Zeit für den eigentlichen Inhalt zur Verfügung. Gleichzeitig müssen die Dozierenden mehr Zeit dafür aufwenden, die Antworten der KI-Modelle kritisch zu besprechen.

### Neue Kompetenzen vermitteln

«Der Einsatz generativer KI wird Teil der Kompetenzen sein, die wir vermitteln müssen», hält Vermant fest. (Unter generativer KI versteht man KI-Modelle, die in der Lage sind, neue Inhalte zu erzeugen.) Dafür gebe es an der Hochschule bereits hervorragende Beispiele. Im Bauingenieurwesen zum Beispiel werden KI-Kompetenzen in einem Kurs zum digitalen Ingenieurwesen sehr strukturiert und schrittweise aufgebaut. Studierende arbeiten dort mit Sprachmodellen, um den Programmcode besser zu verstehen, den Code zu vervollständigen, Fehler zu identifizieren und den Code zu dokumentieren.

Ein anderes Beispiel: In einem Biologie-Kurs kommt ein AI-Tutor zum Einsatz, der Unterrichtsmaterialien verwendet und die Studierenden mit gezielten Rückfragen unterstützt, ihr Wissen zu vertiefen. Diese Beispiele ermutigen die ETH Zürich, künftig noch mehr Kurse einzuführen, die generative KI einsetzen. Dazu stellt sie über ihren Fonds für Lehrinnovationen entsprechende finanzielle Mittel zur Verfügung.

### Personalisiertes Feedback

Gerade als Tutor werde die KI künftig einen Mehrwert in der Lehre leisten, ist Vermant überzeugt. «KI ermöglicht uns, den Studierenden automatisiert personalisiertes Feedback zu geben.» Im Rahmen des Projektes Ethel testet die ETH kursspezifische Chatbots, die beim Lernen helfen oder Übungsaufgaben korrigieren und sich dabei auf die jeweiligen Kursunterlagen stützen.

Der Vorteil: Sie tun dies so oft man will, zu jeder Tages- und Nachtzeit. Einem Chatbot kann man auch Fragen stellen, die man in einem grossen Auditorium eventuell nicht stellen würde. Langfristig sieht Vermant gerade in dieser niederschweligen Interaktion und dem unmittelbaren, indivi-

duellen Feedback ein grosses Potenzial. «Doch wir stehen hier noch in den Anfängen.»

### KI-Avatare als Dozenten

Denkbar ist auch, dass künftig der Stoff nicht mehr von echten Dozierenden vermittelt wird, sondern von sogenannten Avataren, die mit KI-generiert wurden. Dass dies bereits keine Zukunftsmusik mehr ist, konnte Torbjørn Netland, ETH-Professor für Produktions- und Operations-Management, nachweisen. Er hat in einer Studie untersucht, ob sich der Lerneffekt ändert, wenn Lernvideos mit KI-generierten Avataren statt mit echten Dozierenden verwendet werden. In einem Online-Experiment liess er 447 Teilnehmende normale und KI-Videos ansehen, eine Prüfung ablegen und einen Fragebogen ausfüllen. Das Resultat: Videos von echten Menschen werden leicht bevorzugt, aber die Lernergebnisse sind unter dem Stich in beiden Fällen gleich gut.

### Es braucht die Interaktion mit realen Menschen

Die Resultate beunruhigen Vermant nicht. Es sei klar, dass generative KI bei der reinen Wissensvermittlung interessante Perspektiven eröffne. Dank ihr können beispielsweise Lernvideos in viel kürzerer Zeit erstellt werden. Allerdings würden die Sprachmodelle immer ein Hilfsmittel bleiben und den Austausch zwischen Menschen nicht ersetzen können. «In einer akademischen Ausbildung braucht es die Interaktion mit Menschen. Erst wenn Wissen in Kontext gestellt und immer weiter differenziert wird, erreichen wir das Level, für das die ETH bekannt ist», hält Vermant fest. «Unser Ziel ist es ja, die Studierenden so zu fordern, dass sie immer noch einen Schritt weiterdenken und in die Tiefe gehen. Das ist für ein Sprachmodell schwierig.»

Vermant stützt seine Aussage auf die Beobachtung, dass das, was die Mehrheit macht, nicht dem entspricht, was die Besten machen. Doch die Sprachmodelle berücksichtigen meist nicht das Wissen der Pioniere, sondern stützen sich quasi auf einen «Mittelwert». «Ich habe Sprachmodelle nach meinem Fachgebiet befragt», erklärt Vermant. «Die Antworten waren noch nicht so intelligent.»

### Statistisch wahrscheinliche Zusammenstellung von Textfetzen

Dem stimmt auch Kortemeyer zu: ChatGTP liefert zwar plausible Inhalte, aber diese seien letztlich

fiktive Inhalte. Bei den Antworten der Maschine handle es sich um eine statistisch wahrscheinliche Zusammenstellung von Textfetzen, welche nicht durch Quellen belegt werden könnten. «Der zum Training verwendete Textkorpus ist proprietär, der Algorithmus wirbelt alles durcheinander, und wenn man ChatGPT auffordert, Referenzen zu liefern, so sind diese komplette Fiktion», stellt Kortemeyer fest.

### Ausbilden für eine veränderte Welt

Dass angesichts der dramatischen Wucht, mit der sich KI-Modelle im Alltag ausbreiten, der Impuls auftraucht, den Einsatz dieser Werkzeuge zu beschränken, insbesondere auch in der Lehre, kann Kortemeyer zwar nachvollziehen. Dennoch warnt er davor, vorseilend einschneidende und über das Ziel hinausschiessende Regeln und Vorschriften zu erlassen, um die Ausbreitung von KI zu bremsen.

Die Studierenden, so ist Kortemeyer überzeugt, kommen an die Hochschulen, weil sie lernen wollen und weil sie kritisches, unabhängiges Denken und letztlich Kreativität schätzen. Es liege daher in der Verantwortung der Hochschulen, ihnen die Fähigkeiten, Konzepte, Methoden und Kompetenzen zu vermitteln, die es ihnen ermöglichen, sich in einer Welt, in der KI allgegenwärtig sein wird, zu behaupten.

Felix Würsten

#### Verwendete Quellen

Kortemeyer G. 2023. KI ist keine Pandemie. Beitrag im ETH-Zukunftsblog.

Walther, M. 2024. «Einen Chatbot kann man auch fragen, was man sich in der Vorlesung vielleicht nicht wagt». Interview mit Jan Vermant auf ETH-News. (In diesem Artikel ist auch ein You-Tube-Video über die Studie von T. Netland eingebettet.)

Netland T. 2025. Comparing human-made and AI-generated teaching videos: An experimental study on learning effects. *Computers & Education* 224. doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105164

# Gute Reichweite der Online-Vorträge

Unsere Online-Vorträge erfreuen sich nach wie vor einer grösseren Reichweite als die früheren Vorträge im Hörsaal, die jeweils 10 bis 30 Teilnehmerinnen und Teilnehmer 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 jeweils 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!

Die aufgezeichneten Vorträge finden sich auch auf unserer neuen Homepage, und zwar unter der Rubrik Events. Auf dieser Seite bitte runterscrollen bis zum Abschnitt «Vorträge».

Vortragsprogramm 2024 ist angelaufen

Aus oben genannten Gründen möchten wir an diesem flexiblen Format auch künftig festhalten, nicht zuletzt auch weil bei diesem Format das Programm durch die NGZH-Mitglieder via Wünsche an sekretariat@ngzh.ch gesteuert werden kann.

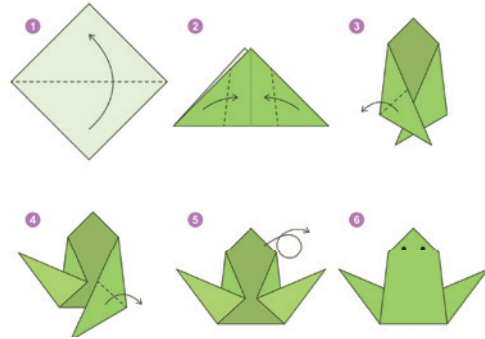
Wie bisher verschicken wir eine Woche vor dem Vortrag jeweils eine Einladungs-E-Mail mit dem Link zur direkten Teilnahme. Am Tag des Vortrags kommt eine zusätzliche Erinnerungs-E-Mail.

Die ersten drei Vorträge dieses Jahres sind bereits abrufbar auf unserer Homepage und befassen sich mit folgenden Themen:

René Oetterli

Wie sich unsere Erbsubstanz faltet

Unser Vorstandsmitglied René Oetterli schlägt eine Brücke zwischen Origami, also der Kunst des Papierfaltens, und den hochinteressanten Faltungen unserer Erbsubstanz, der DNA-Moleküle. Viele aber längst nicht alle Geheimnisse dieser Faltungen konnten bisher gelüftet wer-



den und zeigen uns, dass die DNA mehr ist als nur der Bauplan für die Proteine, die unseren Körper bilden.

Fritz Gassmann

Wie funktioniert künstliche Intelligenz?

In seinem Vortrag erläutert Fritz Gassmann die Grundlagen der künstlichen Intelligenz – ein brisantes Thema, das in der heutigen Zeit immer wichtiger ist. Besonders spannend ist dabei, dass die Grundlagen auf mathematischen Formeln beruhen, die für ganz andere physikalische Bereiche entwickelt wurden.

Prof. em. Walter Remo Caseri

Zinnäthyl – ein besonderes Metall

Der emeritierte ETH-Professor Walter Remo Caseri beleuchtet in seinem Referat einen Artikel, der 1852 in den Mitteilungen der NGZH veröffentlicht wurde. Darin wurde der erste entdeckte Vertreter der Klasse der molekularen Metalle vorgestellt, nämlich das Zinnäthyl SnAe. Der Vortragende zeichnet die Synthese und die spannenden Eigenschaften des sonderbaren dickköligigen Metalls SnAe nach, das erst unterhalb von  $-12^{\circ}\text{C}$  fest wird und ein für Metalle äusserst kleines spezifisches Gewicht hat.

Noch offen sind zwei Vorträge

René Sommerhalder

Bärenhunger – Geschichten und Köstlichkeiten aus der Wildnis

Mo, 9. Dezember 2024, 19 Uhr

Ein multimediales Referat über die Ähnlichkeiten der Essgewohnheiten zwischen Menschen





und Bären. Mit Fotos und Videos aus Alaska, Russland, Kanada und Europa wird den Zuschauern das Tier Bär näher gebracht. Der Vortrag ist eine Mischung aus Kochen und Abenteuer unterlegt mit vielen Fotos dieser prächtigen Tiere. Dies soll zeigen, wie nahe uns diese Vierbeiner in Nahrung und auch Verhaltensweisen sind.

Fritz Gassmann

Verblüffende Experimente

Mo, 23. Dezember 2024, 19 Uhr

Fritz Gassmann wird versuchen, mit einfachen aber verblüffenden Experimenten Kinder, Eltern und Grosseltern zu begeistern. Die Experimente werden einen direkten Bezug zu diversen Artikeln des Vortragenden in der Vierteljahrsschrift haben und können teilweise mit kleinem Aufwand reproduziert werden. Einen ersten Eindruck davon zeigt das Foto rechts.

Sie erhalten noch keine Einladungen? Schicken Sie eine Email an sekretariat@ngzh.ch und wir werden Sie umgehend in unsere Versandliste eintragen.

Bilder: <https://static.vecteezy.com/system/resources/previews/011/363/652/original/frog-origami-scheme-tutorial-moving-model-origami-for-kids-step-by-step-how-to-make-a-cute-origami-frog-illustration-vector.jpg> / Reno Sommerhalder / Sofia Tsintsifa



# Unsere neue Webseite ist online!

Rund 10 Jahre ist es nun her, seit die NGZH ihre Präsenz im Internet erneuert hat. Für die damalige Zeit war es ein moderner und erfrischender Look, der den Wandel der Gesellschaft gut widerspiegelte.

Doch 10 Jahre sind im heutigen digitalen Zeitalter fast schon eine Ewigkeit. Dementsprechend war es nun an der Zeit, unseren Web-Auftritt an die neuen Gegebenheiten anzupassen. Zugegeben: Diesen Schritt unternahm die NGZH nicht ganz freiwillig. Beim Content-Management-System, mit dem die bisherige Webseite betrieben wurde, handelte es sich um ein Produkt, das von unserem Provider Hostpoint nicht aktiv unterstützt wurde. Das heisst: Wir waren selber verantwortlich dafür, dass alle Komponenten auf dem neusten Stand bleiben und der Betrieb der Webseite sichergestellt bleibt.

Ende letztes Jahr wurde klar, dass wir damit an unsere Grenzen kommen. Das PHP-Protokoll, ein zentrales Element für den Betrieb der Webseite, musste aktualisiert werden, da die bisherige Version nur noch bis allerspätestens Ende 2024 verwendet werden kann. Der Versuch, unsere Webseite mit dem neuen PHP-Protokoll zu betreiben, scheiterte, trotz intensiver Bemühungen und unzähligen Stunden Arbeit.

Der Vorstand entschloss sich daher, die Webseite auf eine neue Plattform zu migrieren und diese Gelegenheit gleich auch für ein Redesign zu nutzen. Wir entschieden uns, unsere Webseite künftig mit WordPress zu betreiben. Aufgrund der grossen Verbreitung dieser Plattform unterstützt Hostpoint die Aktualisierung aller Komponenten, was uns eine gewisse Sicherheit gibt. Zudem gibt es viele Anwenderinnen und Anwender, welche mit WordPress vertraut sind, so dass es ohne weiteres möglich sein sollte, die Webseite weiterzuentwickeln, auch wenn einzelne Mitglieder unserer Gesellschaft, welche die nötigen Spezialkenntnisse haben, nicht mehr verfügbar sind.

Nach einer Evaluationsphase entschieden wir uns, die neue Webseite von der Firma pr24 gestalten zu lassen. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis war bei dieser Agentur am besten, zudem war diese Firma auch mit den Beson-

derheiten einer naturwissenschaftlich orientierten Gesellschaft wie der unseren vertraut.

Nach einer zügigen Entwicklungsphase konnten wir nun die neue Webseite Ende Oktober live schalten. Damit kann ein natloher Betrieb sichergestellt werden.

Im Moment ändert sich für die Nutzerinnen und Nutzer unserer Webseite nicht viel, abgesehen vom modernen Erscheinungsbild. Alle Publikationen bis zurück zu den Anfängen der Gesellschaft sind frei zugänglich. Die prominente Suchleiste oben auf der Webseite erlaubt es, das wertvolle Material im Handumdrehen zu erschliessen.

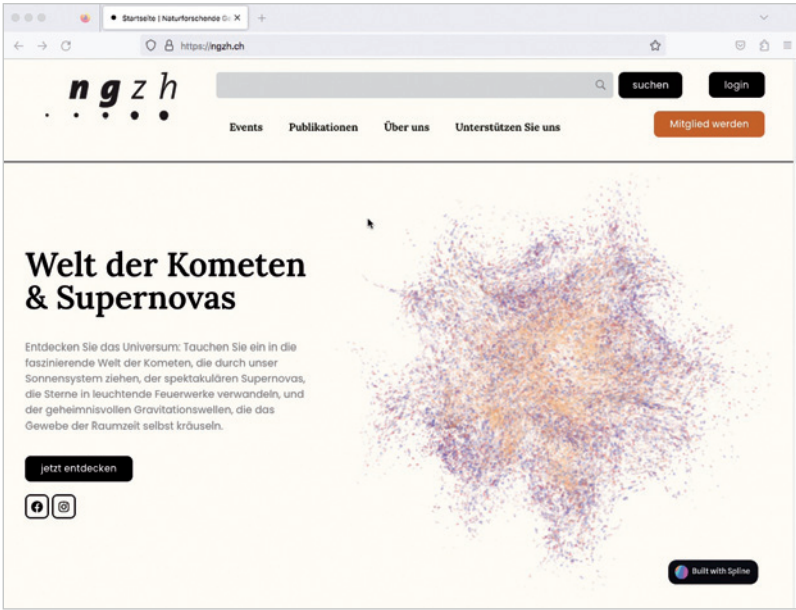
Die Vierteljahrsschrift werden wir nach wie vor mit etwas Verzögerung aufschalten, ebenso ist das Neujahrsblatt erst ab Ende Jahr in der Vollversion erhältlich. Damit wollen wir sicherstellen, dass unsere Mitglieder nach wie vor einen klaren Mehrwert haben.

Ein zentrales Anliegen war für uns, dass die neue Webseite responsiv ist, sich also automatisch an die Bildschirmgrösse der Nutzerin oder des Nutzers anpasst. Das ist mit dem neuen System nun gewährleistet. Zudem haben wir die Webseite so gestaltet, dass wir für die künftigen Herausforderungen gut gerüstet sind. Dazu gehören eine engere Verknüpfung mit den sozialen Medien sowie die Möglichkeit, unseren Newsletter zu abonnieren.

Nicht zuletzt haben wir die neue Webseite so aufgestellt, dass es zu einem späteren Zeitpunkt möglich sein wird, die Vierteljahrsschrift als Online-Magazin zu publizieren. Dies könnte aufgrund der kritischen finanziellen Situation leider bereits in absehbarer Zeit notwendig werden.

Vorerst wünschen wir Ihnen viel Spass an unserer neuen Webseite und hoffen, Sie finden in unserem Archiv viele anregende Beiträge. Falls Sie Anmerkungen oder Kommentare haben: Wir sind gespannt über Ihre Reaktionen!

Fritz Gassmann & Felix Würsten



So präsentiert sich die Startseite der neuen NGZH-Webseite. Gut sichtbar ist das prägnante Suchfeld, mit der Artikel aus dem umfangreichen NGZH-Archiv im Handumdrehen gefunden werden können. Der Login-Bereich ist noch nicht aktiv. Die NGZH-Mitglieder werden zu gegebener Zeit ein Passwort erhalten, mit dem sie sich einloggen können.



Auf der Unterseite ngzh.ch/publikationen finden sich alle Publikationen seit den Anfängen unserer Gesellschaft.

## Kontakte der NGZH mit dem Winogradsky-Club in Kiew

Im März 2023 erreichte mich als NGZH-Präsident ein E-Mail gefolgt von einem Telefon aus Kiew. Der Anrufende war Prof. Alexander Kotlinskiy, Präsident des Serhiy Winogradsky Club, der mich bat, einen Academic Solidarity Greeting Letter als Vorwort für The Herald of Serhiy Winogradsky Club zu schreiben. Der Club erinnert an den grossen ukrainischen Mikrobiologen aus Kiew. Gerne nahm ich die Herausforderung an und mailte mein Vorwort zusammen mit dem Artikel von Helmut Brandl aus der Vierteljahrsschrift 2|2015 über Die Mikrobiologie des Händeschüttelns, den ich auf Englisch übersetzte, nach Kiew. Folgendes ist ein Auszug aus meinem Vorwort:

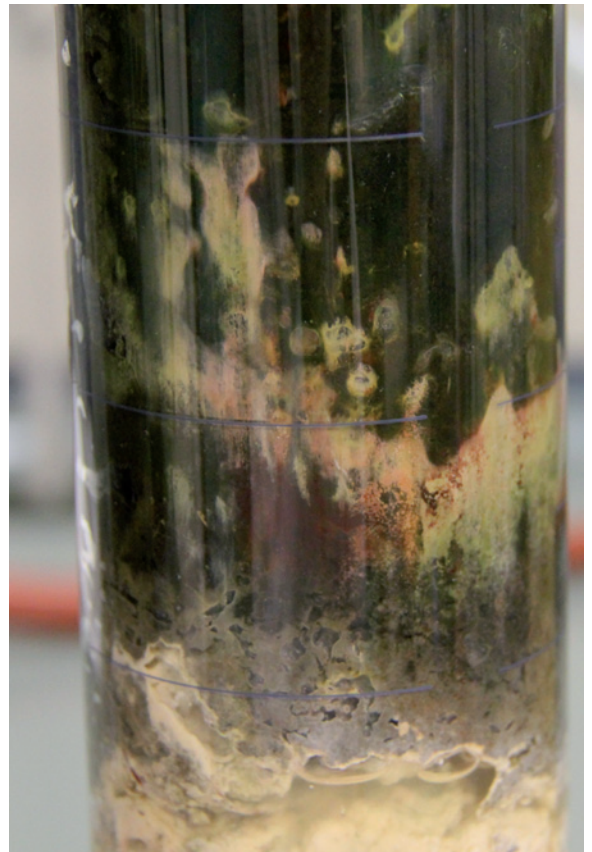
*Serhiy Winogradsky, a founder of modern microbiology and the first microbial ecologist, was born in Kyiv 1856. He got his Master's degree for his work on nutrition and growth physiology of the yeast Mycoderma vini at the University of St. Petersburg in 1883. After this, Winogradsky left to more liberal western Europe and continued 1885 his studies in the laboratory of Anton de Bary in Strassburg on sulfur-oxidising bacteria. By happy circumstances, he found the way to the Polytechnic Institute in Zurich which was famous for its chemistry laboratories. There, he began around 1890 his epochal studies on nitrification by isolating the first pure cultures of nitrifying bacteria. He demonstrated the two-step conversion of ammonia to nitrite and then of nitrite to nitrate. This discovery led him to the formulation of the important concept of the cycles of sulfur and nitrogen in nature.*

*Winogradsky gave a presentation for NGZH (Winogradsky 1891) entitled Ueber die Organismen der Nitrification . I am not aware of all the academic contacts connecting Kyiv and Zurich during the 20th century, but among these was a young man studying History of Science at the University of Zurich. He invited me now as Prof. Alexander Kotlinskiy to write this Academic Solidarity Greeting Letter. This sequence of events is far from being by chance; it is the result of a common historical development with numerous social and academic interactions not only between Kyiv and*

*Zurich, but also between Ukraine and France, Germany, Switzerland and many other west-European countries.*

Im Juli 2024 erreichte mich ein Hilferuf von Prof. Kotlinskiy nach einem besonders unmenschlichen russischen Bombardement, mit der Bitte, ob die NGZH eine Charity Help von Fr. 800 leisten könnte. Der Vorstand unterstützte die einmalige Hilfe und einige Mitglieder steuerten aus eigener Tasche Fr. 300 bei, um das Budget der NGZH zu entlasten. Weitere Beiträge von NGZH-Mitgliedern wären willkommen!

Fritz Gassmann



Winogradsky-Säule mit anoxygenen, phototrophen Bakterien nach 17 Tagen Inkubation bei Raumtemperatur, beleuchtet. In Rot sind Rhodospirillaceae zu sehen. (Bild: Blu igel, wikimedia commons CC BY-SA 4.0)

# Eine Hommage an eine Zürcher Naturoase

Seit seiner Eröffnung im Jahr 1986 hat sich der Irchelpark auf dem Campus der Universität Zürich-Irchel zu einer wahren Naturoase entwickelt. Zahlreiche Pflanzen und Tiere finden in diesem weitläufigen Park ihren Lebensraum. Den wenigsten Besucherinnen und Besuchern dürfte bewusst sein, wie vielfältig die Flora und Fauna an diesem Ort ist.

Das Neujahrsblatt 2025 der NGZH will dieser grünen Insel zu mehr Sichtbarkeit verhelfen. Entstanden ist ein bildbetontes Werk, das eine Momentaufnahme in der Entwicklung des Parks zeigt. Die meisten Bilder des Buches stammen von Thomas Geissmann, dem Erstherausgeber dieser Publikation. Er hat in den letzten vierzehn Jahren den Irchelpark immer wieder durchstreift und fotografisch festgehalten, was er an Tieren, Pflanzen und anderen Lebewesen beobachten konnte.

Seine beiden Mitherausgeber sind ebenfalls eng mit diesem Park verbunden. Unser Vorstandsmitglied Rolf Rutishauser hat als ehemaliger UZH-Dozent für Botanik den Irchelpark seit 1986 immer wieder besucht. Stefan Hose war als Naturschutzbeauftragter von Grün Stadt Zürich am Aufstellen des Irchelpark-Schutzvertrags beteiligt, der zwischen Stadt und Kanton Zürich 2020 abgeschlossen wurde.

Das Neujahrsblatt zeigt aber nicht nur eindrucksvolle Bilder, welche die vielfältige Lebenswelt des Parks zeigen. Gerwin Engel als Landschaftsarchitekt der ersten Stunde und Judith Rohrer, Gartendenkmalpflegerin von Grün Stadt Zürich, zeichnen auch nach, wie der Park entstanden ist. In den Jahrzehnten seit der Umgestaltung des 44 Hektaren grossen Geländes der ehemaligen Landwirtschaftlichen Schule Strickhof (gegründet 1853) zum Irchelpark wurde den Verantwortlichen der Universität Zürich immer deutlicher bewusst, dass im städtischen Raum Sorge zur Biodiversität getragen werden muss.

Alain Schneuwly (Chefgärtner im Irchelpark) und ein Autorenteam um Ann-Michelle Hartwig (Bryologie) erklären zudem, wie wichtig die vorhandene Biodiversität für die Stadt Zürich ist und wie diese gepflegt, erhalten und

gefördert werden kann. Christian Saller als Nutzungsplaner der UZH zeigt schliesslich auf, wie die aktuelle Biodiversität trotz den UZH-Neubauplänen bis 2065 erhalten werden kann.

Das Neujahrsblatt ist auch eine «Werbebroschüre» für das neue UZH-Studienprogramm Biodiversität. Es soll als Alternative zum UZH-Biologiestudium junge Leute animieren, sich intensiver mit der Biodiversität unserer Erde zu befassen.

Dazu nehmen u. a. Oliver Hawlitschek und Cornelia Krug Stellung, die beide als Umweltfachleute am Campus UZH Irchel forschen und unterrichten. Die Universität Zürich als international renommierter Forschungsplatz ist am Standort Irchel eingebettet in einen Park, dessen erstaunliche Biodiversität auch weiterhin erforscht werden soll.



Das Neujahrsblatt 2025 der NGZH ist erstmals am 2. Januar in der Zentralbibliothek Zürich erhältlich. Mitglieder der NGZH bekommen es ein paar Tage später per Post zugestellt.

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. em. Dr. Rolf Rutishauser  
Prof. em. Dr. Martin Schwyzer  
Prof. em. Dr. Wilfried Winkler  
Prof. Dr. Felix Zelder

Gestaltungskonzept

Barbara Hoffmann  
[www.barbara-hoffmann.com](http://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](mailto:sekretariat@ngzh.ch)

[redaktion@ngzh.ch](mailto:redaktion@ngzh.ch)  
[www.ngzh.ch](http://www.ngzh.ch)

Redaktionsschluss

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

ISSN

0042-5672

Nachdruck

Mit Quellenangabe erlaubt

Mit Unterstützung von:



# Ausstellungen

bis 9. März 2025

Graphische Sammlung

ETH Zürich, Hauptgebäude

## ALBRECHT DÜRER. NORM SPRENGEN UND MASS GEBEN

Wer die Augen schliesst und an Albrecht Dürer (1471–1528) denkt, der sieht etwas. Sei es sein Selbstbildnis aus dem Jahr 1500, in dem er es wagte sich ikonenhaft und christusgleich zu inszenieren, sei es das in Aquarell ausgeführte Rasenstück, mit dem er den Boden unter unseren Füßen zum Bildgegenstand auf Augenhöhe erhob oder sei es sein omnipräsenter Kupferstich der nackten Ureltern, in dem er seine Studien zur Proportion des menschlichen Körpers zusammenfasste und zugleich bewies, dass Künstler wie er keine Farben brauchen, um die Natur selbst zu übertreffen.

Ob die Wirkmacht eines Künstlers oder einer Künstlerin über die Zirkel eines elitären kunstaffinen Publikums hinausreicht, bemisst sich daran, ob man ihn oder sie auch ausserhalb von wohltemperierten Museumsräumen antrifft. Reproduktionen von Albrecht Dürers Bildschöpfungen haben so ziemlich jeden erdenklichen Ort erobert: vom Schulbuch, über das grosselterliche Schlafzimmer oder zuletzt die öffentlichen Freibäder, gehören doch seine «Betenden Hände» oder die rätselhafte «Melencolia I» inzwischen zum Standartrepertoire eines jeden Tattoostudios.

Die Graphische Sammlung ETH Zürich besitzt Albrecht Dürers druckgraphisches Werk in beneidenswerter Qualität und Quantität. Die Auswahl der Werke für die Ausstellung konzentriert sich darauf, ihn als einen Künstler zu würdigen, dem es vor allem in seinem druckgraphischen Werk gelang, nicht allein Norm sprengend, sondern auch Mass gebend zu sein.

Als Ausdruck der ungebrochenen Anziehungskraft Dürers auf ein breites Publikum werden

in einem Teil der Ausstellung auch Photographien von Tätowierungen gezeigt, die auf Dürers Graphiken zurückgehen.

Weitere Informationen: <https://gs.ethz.ch/aktuell/>

bis Juli 2025

Kulturama, Museum des Menschen

Englischviertelstrasse 9, Zürich

## ERLEBNISRAUM STEINZEIT

In diesem interaktiven Erlebnisraum können Sie verschiedene Fertigkeiten aus der Steinzeit selbst ausprobieren und dabei die Errungenschaften und Herausforderungen der Steinzeitmenschen erleben.

Lernen Sie, wie unsere Vorfahren mit einfachen Werkzeugen Löcher in Steine bohrten und diese für verschiedene Zwecke nutzten, oder mahlen Sie Getreide mit einem originalen Mahlstein aus der Steinzeit. Erfahren Sie, wie aus Naturmaterialien wie Pflanzenfasern robuste Schnüre und Seile und feine Stoffe hergestellt wurden, und probieren Sie selbst Leder mit einer Knochennadel zu nähen.

Tauchen Sie ein in die faszinierende Welt der Steinzeit und entdecken Sie die handwerklichen Techniken unserer Vorfahren.

Zugang für Kinder ab 6 Jahren unter Aufsicht einer erwachsenen Person.

Weitere Informationen: [www.kulturama.ch/ausstellungen/sonderausstellung/](http://www.kulturama.ch/ausstellungen/sonderausstellung/)

Weitere Daten von Veranstaltungen werden laufend in unserer Agenda auf [www.ngzh.ch](http://www.ngzh.ch) veröffentlicht.

