

# Neue Zürcher Zeitung

NZZ – GEGRÜNDET 1780

ZUKUNFT DER WISSENSCHAFT  
VERLAGSBEILAGE

Mittwoch, 9. Oktober 2024 · Nr. 235 · 245. Jg.

AZ 8021 Zürich · Fr. 5.50



DOMINIC NAHR FÜR NZZ

## Jaroslawa sucht ihren Mann

Am 1. April 2023 nimmt Jaroslawa Korohodina auf dem Bahnhof von Kramatorsk Abschied von ihrem Mann Olexander. Der Ukrainer muss zurück an die Front. Seither hat sie ihn nicht mehr gesehen. Er ist bei der Verteidigung von Bachmut gegen die russischen Invasoren gefallen. Das erfährt sie aber erst nach einer gefährlichen Suche – einer Odyssee zwischen Elend und Hoffnung. *International, Seite 4, 5*

## Designierter Nasrallah-Nachfolger angeblich getötet

In Libanon sind rund 1,2 Millionen Menschen auf der Flucht

rol. · Israel habe «Tausende Terroristen ausgeschaltet, unter ihnen Nasrallah selbst und Nasrallahs Nachfolger und der Nachfolger seines Nachfolgers», sagte Ministerpräsident Benjamin Netanyahu in einer am Dienstagabend veröffentlichten Videoansprache. Ohne ihn namentlich zu nennen, bezog er sich dabei auf Hachem Saffiedine, der als aussichtsreichster Kandidat für die Nachfolge von Hassan Nasrallah als Hizbullah-Chef galt. Zuvor hatte sich bereits Verteidigungsminister

Yoav Gallant entsprechend geäußert. Nasrallah, der langjährige Anführer der Schiitenmiliz, kam am 27. September bei einem israelischen Luftangriff im Beiruter Vorort Dahiye ums Leben.

Saffiedine ist ein Cousin Nasrallahs und soll sich ebenfalls in Dahiye aufgehalten haben. Der Ort ist seit Beginn der israelischen Offensive in Südlibanon immer wieder Ziel von Angriffen aus der Luft. Bereits am vergangenen Freitag hiess es, der Hizbullah habe keinen Kontakt mehr zu

Saffiedine und wisse nicht, wo er sich aufhalte. Zu dessen angeblichem Tod hat sich die Miliz bisher nicht geäußert.

Der Krieg zwischen den israelischen Streitkräften und dem Hizbullah richtet in Libanon gewaltige Schäden an. Der Staat, der schon zuvor praktisch handlungsunfähig war, ist der humanitären Katastrophe nicht gewachsen. 2000 Menschen sind seit Beginn der Bodenoffensive getötet worden, 1,2 Millionen sind auf der Flucht. *International, Seite 2*

## Hurrikane mischen die US-Wahlen auf

Wirbelsturm «Milton» bewegt sich auf Florida zu

Kaum ist ein grosser Wirbelsturm vorüber, droht dem Gliedstaat Florida eine neue Katastrophe. Kamala Harris will sich als Krisenmanagerin beweisen. Donald Trump wirft der Regierung Versagen vor.

CHRISTIAN WEISFLOG, WASHINGTON, SVEN TITZ

Naturkatastrophen sind für die betroffene Bevölkerung schrecklich. Aber kurz vor einer Wahl sind sie für Politiker eine Chance, um sich als starke und mitfühlende Anführer in Szene zu setzen. Dank seinem untrüglichen politischen Instinkt hat Donald Trump dies sofort erkannt. Nachdem die Ausläufer des Hurrikans «Helene» in den beiden Swing States Georgia und North Carolina für zerstörerische Überschwemmungen gesorgt hatten, reiste er vergangene Woche gemeinsam mit einem evangelikalen Prediger und einer Ladung Hilfsgütern als Erster in die Krisenregion.

Insgesamt forderte der Sturm über 230 Todesopfer. Wassermassen, Erdbeben und zusätzliche Tornados zerstörten Häuser, Strassen und Brücken. Trump versuchte das mediale Narrativ zu prägen, bevor die staatliche Katastrophenhilfe richtig in Gang kam. Der republikanische Gouverneur von Georgia, Brian Kemp, habe vergeblich versucht, Präsident Joe Biden anzurufen, behauptete er. Kemp dementierte dies umgehend: In Tat und Wahrheit habe er zunächst einen Anruf von Biden verpasst. Der Präsident habe ihm schliesslich jegliche Hilfe angeboten, die Georgia brauche.

### Kontroverse um Krisenhilfe

Trump liess es nicht bei diesem widerlegten Gerücht bewenden. In North Carolina liessen die Regierung und der demokratische Gouverneur Roy Cooper den Gebieten mit hohem republikanischem Wähleranteil kaum Hilfe zukommen, schrieb Trump auf seinem Kurznachrichtendienst Truth Social. Bei einem Wahlkampfauftritt bezichtigte er Kamala Harris zudem, sie habe Milliarden aus dem Haushalt der Behörde für Katastrophenhilfe (Fema) abgezweigt, um die Unterbringung von «illegalen Migranten» zu finanzieren. Die Fema hat mittlerweile eine Website eingerichtet, um die zahlreichen Falschinformationen zu widerlegen.

Kurz nach Trump eilten auch Biden und Harris in die Region. Der Wiederaufbau werde Milliarden kosten. Der Kongress habe «die Verpflichtung», diese Gelder zur Verfügung zu stellen, meinte der Präsident. Harris traf sich unter anderem mit Opfern der Naturkatastrophe und besuchte einen Stützpunkt der Nationalgarde in North Carolina. Dabei liess sie sich am Kopf eines langen Tisches mit lokalen Politikern und Rettungskräften über die Lage informieren. Dank der Hilfe der Regierung, des Gliedstaats, von Freiwilligen und privaten Organisationen sei die

Reaktion auf das «präzedenzlose Desaster» bis anhin «riesig», erklärte der Gouverneur Cooper. Harris meinte: «Diese Krisenmomente bringen das Beste, was in uns steckt, zum Vorschein.»

In Meinungsumfragen liegen Harris und Trump in Georgia und North Carolina auf Augenhöhe. Jede Stimme kann entscheidend sein.

### Tampa stark bedroht

Während die Aufräumarbeiten nach dem Hurrikan «Helene» andauern, bewegt sich mit «Milton» ein weiterer starker Wirbelsturm auf Florida zu. Am Dienstagabend war er noch vor der Küste der mexikanischen Halbinsel Yucatán. Auf Satellitenbildern zeichnete sich eine riesige weisse Wolkenspirale mit einem schwarzen Auge ab. Der Wind wehte anhaltend mit einer Geschwindigkeit von 230 Kilometern pro Stunde – ein Hurrikan der zweithöchsten Kategorie.

Laut Vorhersagen soll «Milton» in der Nacht zum Donnerstag auf die Küste von Florida treffen. Der Wirbelsturm werde in seiner Intensität schwanken, aber bis zum Erreichen der Küste ein extrem gefährlicher Hurrikan bleiben, teilte das National Hurricane Center (NHC) am Dienstag mit. Voraussichtlich wird «Milton» auf die Stadt Tampa treffen, in deren Ballungsraum drei Millionen Menschen leben. Sie wurde letztmals 1921 von einem solch starken Wirbelsturm getroffen.

Das NHC gab für die gesamte Westküste von Florida sowie für einen Teil der Ostküste eine Sturmflutwarnung heraus. Dies erklärt auch die umfassenden Massnahmen zur Evakuierung. Hunderttausende haben die Region bereits verlassen. Präsident Joe Biden verschob wegen des sich anbahnenden Desasters seine für Donnerstag geplante Reise nach Deutschland.

Das Wasser im Golf von Mexiko hat derzeit Temperaturen zwischen 29 und 30 Grad Celsius. Diese ungewöhnlich grosse Wärme trägt nicht nur zur hohen Windgeschwindigkeit des Wirbelsturms bei, sondern auch zu grossen Regenmengen.

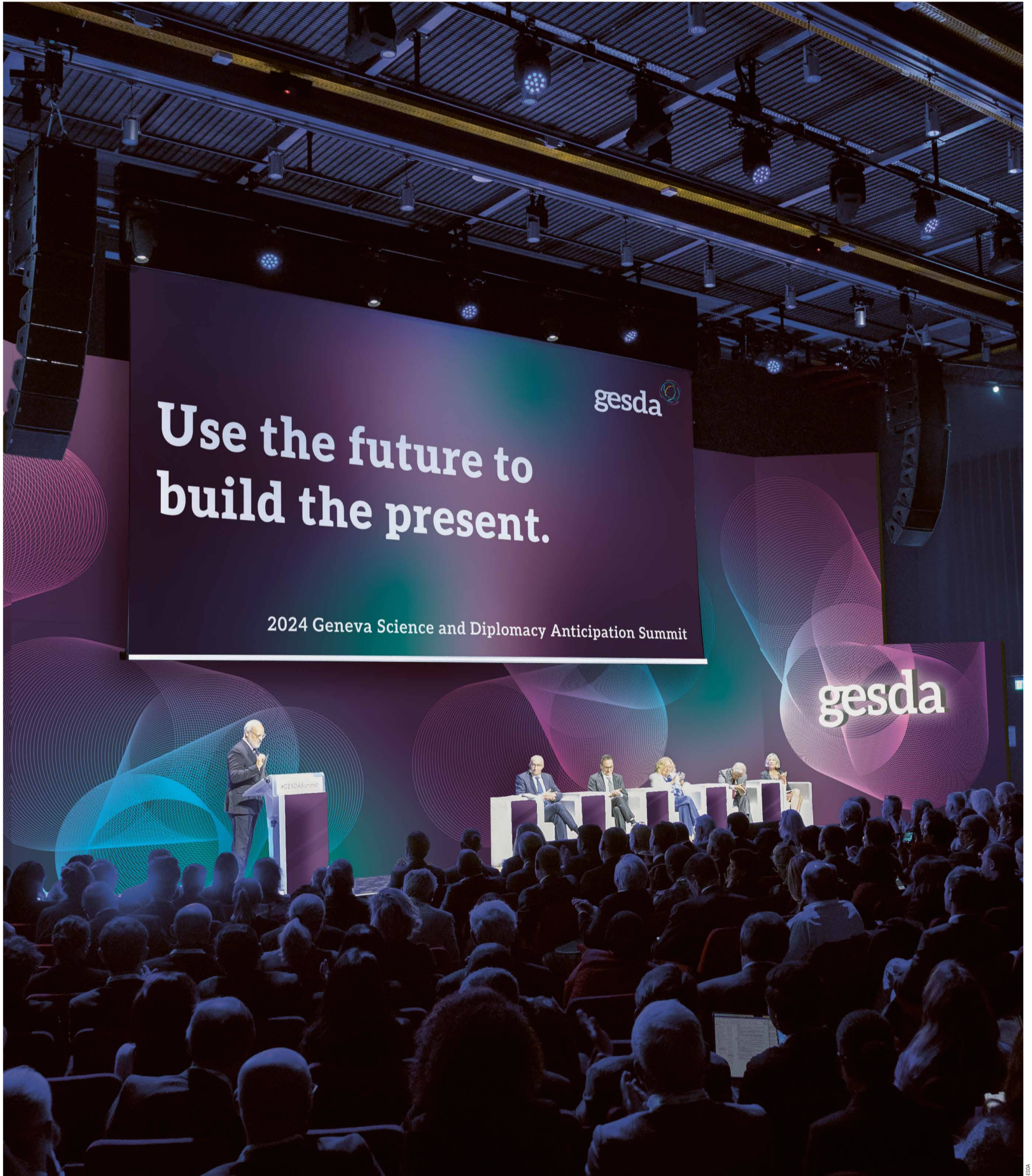
Mit «Milton» und der Zerstörung, die er anzurichten droht, dürfte die Debatte um das Krisenmanagement in eine weitere Runde gehen, auch wenn der Sturm voraussichtlich nicht nach Norden weiterziehen wird. Gleichzeitig könnte ein bisher vernachlässigtes Wahlkampfthema stärker in den Fokus rücken: der Klimawandel. Trump hat diesen als Schwindel bezeichnet. Biden und Harris schrieben sich 2020 den Kampf für saubere Energie und gegen die Erdölindustrie auf die Fahne. Doch weil sich viele Wähler über die stark gestiegenen Benzinpreise ärgern, stellte Harris das Thema in den Hintergrund. Bis jetzt scheint sie daran nichts ändern zu wollen. Aber Biden meinte bei seinem Besuch in North Carolina: «Niemand kann mehr die Folgen der Klimakrise verleugnen. Wer dies tut, muss hirntot sein.»

Klar ist: Neben dem Krieg im Nahen Osten, den gestiegenen Lebenskosten oder der Migration könnten nun auch die Hurrikane das Rennen um das Weisse Haus mitentscheiden.

# Verlagsbeilage

# Zukunft der Wissenschaft

Die Schweizer Stiftung GESDA stellt am 4. Genfer Summit wissenschaftliche Durchbrüche für eine verantwortungsvolle Zukunftsgestaltung vor.



# Die Zukunft voraussehen, um die Gegenwart zu gestalten

*GESDA antizipiert wissenschaftliche Durchbrüche für eine verantwortungsvolle Zukunftsgestaltung. Ein Editorial von Stiftungspräsident Peter Brabeck-Letmathe und Vizepräsident Patrick Aebischer.*

Als vor etwas mehr als fünf Jahren der Bund, der Kanton und die Stadt Genf die Stiftung Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA) gründeten, wollten sie sicherstellen, dass die Schweiz und Genf auch in der Zukunft ein bevorzugter Platz für den Multilateralismus bleibt und GESDA durch seine vier Fora ein effizientes Werkzeug für innovative Wissenschaft und Diplomatie wird. Eine Verpflichtung, die wir in der Formel «Use the future to build the present» zusammengefasst haben.

Dies versuchen wir täglich mit der Unterstützung von rund 2100 Wissenschaftlern und Experten aus 87 Ländern, die zu den vier Ausgaben des GESDA Science Breakthrough Radar® beigetragen haben, dessen jüngste Ausgabe wir Ihnen in dieser NZZ-Verlagsbeilage vorstellen. In diesem Jahr hat GESDA acht wissenschaftliche Trends ausgewählt, die Ihr Leben verändern könnten (mehr dazu auf der folgenden Doppelseite).

Die Beschleunigung der wissenschaftlichen Durchbrüche in den letzten fünf

Jahren hat unsere Grundannahme bestätigt. Wir dachten an GESDA, bevor die Anwendungen der künstlichen Intelligenz, die unseren Alltag verändern, fast unvermittelt in unser Leben traten.

Weitere Durchbrüche, die insbesondere darauf abzielen, die fast unendlichen Möglichkeiten unseres Gehirns besser zu nutzen, oder die Entwicklung von Quantencomputern mit einer Leistung und Geschwindigkeit, die weit über das hinausgehen, was wir heute kennen, werden unser Leben in nicht allzu ferner Zukunft ebenfalls beeinflussen.

GESDA hat beschlossen, sich dieser Herausforderung zu stellen und daran zu arbeiten, diese Innovationen und ihre Anwendungen frühzeitig zu thematisieren, damit die Menschen besser darauf vorbereitet sind, sie in ihr berufliches und privates Leben zu integrieren. GESDA hat insbesondere die Aufgabe, konkrete Vorschläge zu machen, damit alle davon profitieren können. Dazu haben wir drei Instrumente entwickelt:

■ Den Science Breakthrough Radar, der die Entwicklung von vierzig Themen auf fünf wissenschaftlichen Plattformen in den nächsten 5, 10 und 25 Jahren antizipiert.

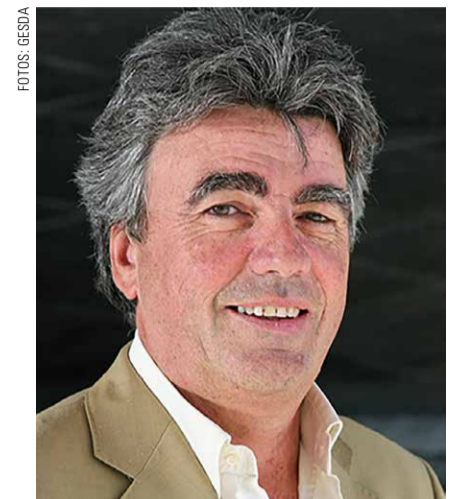
■ Den GESDA Summit, zu dem jedes Jahr im Oktober rund 1000 Entscheidungsträger nach Genf kommen, um über die vielversprechendsten wissenschaftlichen Durchbrüche zu diskutieren.

■ Initiativen, die sich aus den Diskussionen während des Gipfels ergeben. Im vergangenen Jahr haben wir die Initiative «Quantum for All» ins Leben gerufen, die den Zugang zum Quantencomputing demokratisieren und die Nutzung zum Wohle der Allgemeinheit beschleunigen soll.

Das Abenteuer GESDA geht weiter. Die wissenschaftlichen Entwicklungen vollziehen sich in rasantem Tempo und treiben unsere Arbeit voran. GESDA bleibt am Ball. Wir laden Sie ein, unsere Debatten und Initiativen zu verfolgen!



Peter Brabeck-Letmathe



Patrick Aebischer



## Der Science Breakthrough Radar

*Ein einzigartiges Instrument zur Antizipation wissenschaftlicher Durchbrüche und technologischer Entwicklungen für eine faire Gestaltung der Welt von morgen. Ein Überblick.*

Der Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA) ist eine vom Bund sowie von der Stadt und vom Kanton Genf gegründete Stiftung. Ihr Ziel ist es, Interessengruppen und die Bürger auf eine Welt vorzubereiten, die sich durch die Wissenschaft und Technologie immer schneller verändert. Das Radar antizipiert wissenschaftliche und technologische Fortschritte der nächsten 5, 10 und 25 Jahre. Ausschlaggebend sind hierbei die Entwicklungen, welche die grösste Auswirkung auf die Weltbevölkerung, die Wirtschaft und die Politik haben werden. Als Think- und Do-Tank arbeitet GESDA mit Mitgliedern der Wissenschaft, des diplomatischen Korps, der Wirtschaft und Gesellschaft zusammen und erkundet, wie diese Durchbrüche zum Wohle aller genutzt werden können. Das wichtigste Instrument der GESDA ist das Science Breakthrough Radar®, ein Radar für wissenschaftliche Durchbrüche.

### Was ist das?

Das GESDA Science Breakthrough Radar® ist:

1. Ein Instrument zur Förderung des Multilateralismus, informierter Diskussionen und zielgerichteter Handlungen.
2. Ein zentrales Portal, über das die Menschen Zugang zu Informationen aus offiziellen Quellen erhalten, die über die wichtigsten Fortschritte aus der Wissenschaft informieren. Somit bleibt das Publikum über die sich rasant verändernden Entwicklungen in der Wissenschaft und Technologie auf dem neusten Stand.
3. Eine Faktenbasis für Lösungsansätze zu den voraussichtlichen Auswirkungen künftiger wissenschaftlicher Entdeckungen auf den Menschen, die Gesellschaft und den Planeten.
4. Ein interaktives, sich ständig weiterentwickelndes Instrument, das jährlich aktualisiert wird und heute leichter zugänglich ist dank benutzerdefinierter und durch künstliche Intelligenz unterstützter Suchmaschinen.

### Für wen ist es gedacht?

Das GESDA Science Breakthrough Radar® ist eine zentrale Informationsquelle, die allen praxisbezogenen Gemeinschaften zugutekommt, die zu den Frühanwendern wissenschaftlicher Durchbrüche gehören. Dies können Wissenschaftler, Politiker, Diplomaten, Mitarbeitende internationaler Organisationen oder NGOs, Unternehmer oder Bürger der Welt sein.

### Wie funktioniert es?

Das GESDA Science Breakthrough Radar® bietet einen Überblick über die aufkommenden Trends in den fünf grossen Bereichen der Wissenschaft und Technologie:

1. Quantenrevolution und fortgeschrittene KI
2. Optimierung des Menschen
3. Ökoregeneration und Geoengineering
4. Wissenschaft und Diplomatie
5. Grundlagen des Wissens

Jede Plattform verfügt über einen reaktiven Teil, in dem Impulse aus den verschiedenen Bereichen gegeben werden. Diese «Pulses» ermöglichen den verschiedenen Gemeinschaften, ihre Meinungen zu den auf dem Radar vorkommenden Themen zu äussern.

■ Der Pulse of Science fasst die Erkenntnisse führender Wissenschaftler über mögliche Entwicklungen in der Forschung in den nächsten 5, 10 und 25 Jahren zusammen. Er beschreibt die antizipierten wissenschaftlichen Trends in 40 aufkommenden Themengebieten, die ein breites Spektrum von Forschungsbereichen in den Natur- und Sozialwissenschaften, den Ingenieur- und Geisteswissenschaften abdecken. Diese Trends geben eine Richtung an; eine unvorhersehbare Entwicklung kann aber nicht ausgeschlossen werden. Jedoch leistet die Feststellung ihrer Prä-

senz einen wichtigen Beitrag zu den Debatten über die Zukunft der Menschheit und die Rolle, welche die internationale Gemeinschaft spielen kann.

■ Der Pulse of Diplomacy beschreibt die Ausblicke der internationalen diplomatischen Gemeinschaft – Staatschefs oder Leiter internationaler Organisationen, Minister, Diplomaten und andere politische Entscheidungsträger oder Regierungsbeamte – auf die Auswirkungen, die die antizipierten wissenschaftlichen und technologischen Durchbrüche auf globale Themen wie Menschenrechte, internationaler Frieden und Sicherheit sowie Wohlstand haben können.

■ Der Pulse of Impact, 2024 im Radar ergänzt, liefert zusätzliche Daten über Investitionen des Privatsektors und beschreibt ausgewählte neue Themenfelder. Ob wissenschaftliche und technologische Durchbrüche erfolgreich aus dem Labor in die Welt getragen werden, hängt bis zu einem gewissen Grad vom Privatsektor ab, bzw. die Prozedur kann durch dessen Investitionen beschleunigt werden. Der Pulse of Impact veröf-

fentlicht die jüngsten Zahlen zu Patentanmeldungen, Unternehmensgründungen und private Investitionen in die im Radar zusammengefassten Gebiete.

■ Der Pulse of Society liefert Analysen zur öffentlichen Wahrnehmung und zu den jüngsten Debatten, die in den Mainstream- und sozialen Medien zu den im Radar zusammengefassten Themen gefunden werden können. Die in der diesjährigen Ausgabe veröffentlichten Daten sind eine Erweiterung früherer Analysen und spiegeln eine verbesserte und standardisierte Methodik wider, die eine aufschlussreiche Beschreibung der Entwicklung der öffentlichen Meinung im Laufe der Jahre bietet.

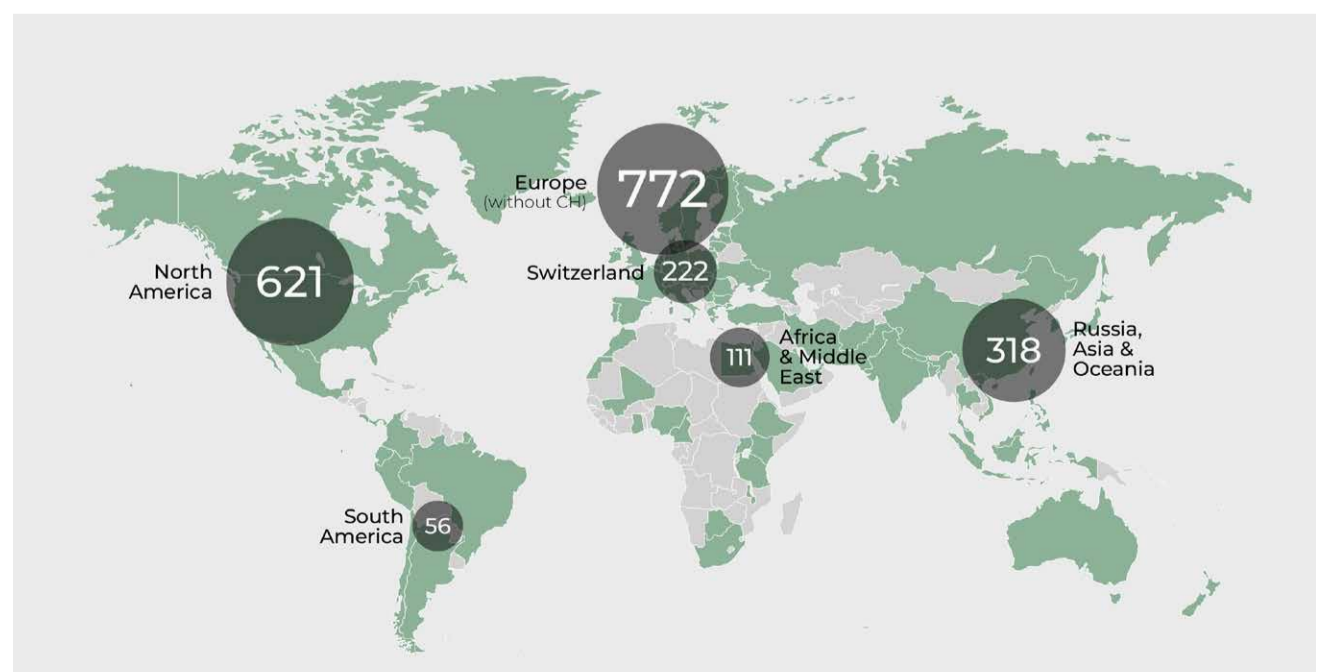
### Wer ist beteiligt?

Das GESDA Science Breakthrough Radar® ist ein Projekt von mittlerweile 2100 internationalen Wissenschaftlern. Diese stetig wachsende Gemeinschaft unterstreicht die Bedeutung des GESDA Academic Forums unter dem Vorsitz des GESDA-Verwaltungsrats Professor Michael Hengartner.

Jedes Jahr im Oktober kommen rund 1000 Entscheidungsträger am von der Stiftung veranstalteten Gipfel zusammen. Während des dreitägigen Treffens tauschen sie sich über die neusten wissenschaftlichen Trends und deren Nutzung aus. Zudem wird die jährliche Ausgabe des Radars offiziell vorgestellt und veröffentlicht.

### Wieso braucht es GESDA?

Wenn wir die Zukunft verstehen, können wir die wichtigsten wissenschaftlichen und technologischen Fortschritte, die unser Leben, Denken und Verhalten beeinflussen, antizipieren. Angesichts des Tempos, in dem sich Wissenschaft und Technologie entwickeln, ist es wichtiger denn je, jedes Jahr zukünftige wissenschaftliche Durchbrüche und die jüngsten Trends in allen Forschungsbereichen zu erkunden. Nur wenn man versteht, was sich in den Natur- und Sozialwissenschaften bis hin zu den Ingenieur- und Geisteswissenschaften tut, kann die Menschheit sich auf den Moment vorbereiten, in dem einige dieser Durchbrüche Teil des Alltags werden.



Insgesamt 2100 Wissenschaftler weltweit tragen zum GESDA-Radar bei.

# Für eine vorausschauende Wissenschaftsdiplomatie

*Aussenminister Ignazio Cassis erklärt, warum das in Genf gegründete Open Quantum Institute ein Meilenstein für Zukunftstechnologien ist.*

Die Schweiz gründete den Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA), um der multilateralen Politik im Allgemeinen und dem internationalen Genf im Besonderen neue Impulse zu verleihen. Und zwar mit konkreten Initiativen. Teil dieses Ansatzes ist das im Frühling eröffnete Open Quantum Institute (OQI), das aus einer Zusammenarbeit mit dem GESDA und dem CERN sowie der Unterstützung der UBS und von rund dreissig diplomatischen Vertretungen in Genf hervorging.

Quantencomputer, die uns unvorstellbare Rechenleistungen versprechen, sind in greifbare Nähe gerückt. Die Wissenschaft bleibt nicht stehen. Die technologischen Fortschritte bringen uns mit atemberaubender Geschwindigkeit einer Zukunft näher, die wir noch weit entfernt glaubten. Unsere neue Realität steht der Science-Fiction in nichts nach. Was gestern noch als blühende Fantasie galt, wird heute möglich.

Die Quantentechnologie hat grundlegende Auswirkungen auf das Verhältnis zwischen Mensch und Institutionen sowie zwischen Menschheit und Umwelt. Sie verändert die Art und Weise, wie wir uns als Gesellschaft organisieren. Das ist nichts Neues: Man denke nur an die Mechanisierung der Produktion während der industriellen Revolution. Neu ist jedoch die Geschwindigkeit, mit der diese Veränderungen erfolgen, während die menschliche Biologie immer noch gleich ist. Die Kluft wird immer grösser. Die öffentliche Hand und der Privatsektor investieren weltweit massiv in die Quanteninformatik, und das aus gutem Grund: Wer über den leistungsfähigsten Supercomputer verfügt, wird zur führenden Nation; die anderen hinken hinterher, auch wenn sich dadurch das Kräftegleichgewicht zwischen den Staaten und den Volkswirtschaften dieser Welt schlagartig ändert.

In Anbetracht dieser Dynamik setzt sich die Schweiz für eine verantwortungsvolle und solidarische interna-

tionale Ordnung ein. Wir müssen die Quantenrevolution begleiten und dafür sorgen, dass die Chancen und Risiken in geordneten Bahnen bleiben und die Technologien im Umgang mit öffentlichen Gütern umsichtig eingesetzt werden. Wir müssen dafür sorgen, dass sie allen Menschen und nicht nur einer privilegierten Minderheit zugutekommen.

Dies ist die Aufgabe des Open Quantum Institute (OQI). In diesem Institut werden die besten Quantencomputer stehen. Sie sollen Institutionen, die nicht unbedingt über die für solche Rechner erforderlichen Mittel verfügen, sowie Forschenden zugänglich sein, die für das Gemeinwohl arbeiten. Letzteres ist eine ambitionierte Voraussetzung: Um Zugang zu diesen Computern zu erhalten, müssen die interessierten Personen nachweisen, dass sie bestrebt sind, die Herausforderungen der UNO-Ziele für nachhaltige Entwicklung zu lösen. Und das ist durchaus möglich!

Verschiedenen Wissenschaftern zufolge wird es mit Quantencomputern möglich sein, Antibiotikaresistenzmuster schneller und genauer vorherzusagen und neue, auf bestimmte Bakterien ausgerichtete Medikamente zu entwickeln. Antibiotikaresistenzen gehören laut WHO zu den zehn grössten Bedrohungen für die öffentliche Gesundheit. Mithilfe der Quantentechnologie hoffen Fachleute auch, das Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) in der Atmosphäre reduzieren zu können, indem der katalytische Prozess verbessert wird, der für die Kohlenstoffbindung an der Oberfläche von Materialien verantwortlich ist. Dank dem neuen Institut können unterschiedlichste Gruppen und geografische Regionen die Quantentechnologie nutzen und die oft lebensbedrohlichen Herausforderungen bewältigen, mit denen sie konfrontiert sind.

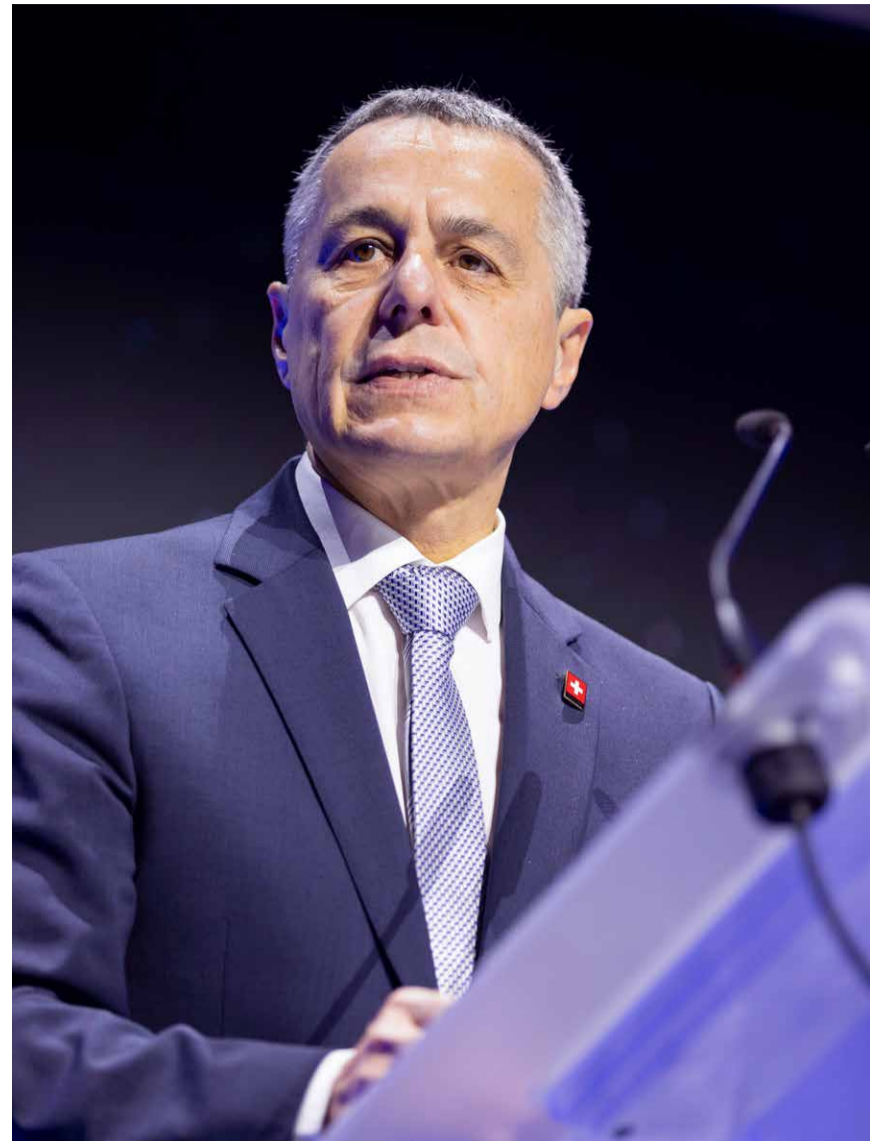
Die Gründung des OQI steht im Einklang mit dem Auftrag der GESDA-Stiftung, den sie 2019 vom Bundesrat sowie von Kanton und Stadt Genf erhielt: die

Entwicklung von Instrumenten, die es erlauben, Technologien zu antizipieren, um die Festlegung von Regeln zu beschleunigen und die gemeinsame Nutzung der Technologien sicherzustellen. Mit solchen Tools können wir nach dem Vorbild der Quantentechnologie die Kontrolle über neue «Trends» behalten und Handlungsfähigkeit bewahren.

Wir alle wurden überrascht von der rasanten Verbreitung der künstlichen Intelligenz (KI), die unsere Denk-, Arbeits- und Lebensweise gerade tiefgreifend verändert. Es wäre klug gewesen, die Debatte über diese neue Technologie bereits vor einigen Jahren zu führen. So hätten wir uns bereits Gedanken über deren Regelung machen können. Heute verläuft die Diskussion so hektisch, dass sie der Suche nach konstruktiven Lösungen kaum förderlich ist. Wir sollten versuchen, daraus Lehren für künftige technologische Durchbrüche zu ziehen. Die Quantentechnologie zum Beispiel gehört zu den Innovationen, die unser Leben verändern können. Die Menschen haben das Recht, über solche wissenschaftliche Durchbrüche zu diskutieren, bevor sie in unserem Alltag Einzug halten.

Die Schweiz hat aus zwei Gründen ein Interesse daran: Sie möchte einerseits, dass Spitztechnologien im Rahmen einer demokratischen Gouvernanz entwickelt werden und dass sich andererseits das internationale Genf als Zentrum dieser innovativen Gouvernanz im Dienste der Weltgemeinschaft positionieren kann. Die aktuelle geopolitische Lage macht es zwar schwieriger, in multilateralen Prozessen einvernehmliche Lösungen zu erzielen, aber es ist uns nach wie vor ein Anliegen, stets das Primat des Rechts gegenüber der Macht des Stärkeren zu verteidigen. Die internationale Glaubwürdigkeit der Schweiz beruht zu einem grossen Teil auf dem internationalen Genf.

Prognosen sind schwierig, besonders wenn sie die Zukunft betreffen! Was die



Bundesrat Ignazio Cassis am GESDA Summit 2023.

GESDA / VON LOEBELL

**Die Menschen haben das Recht, über wissenschaftliche Durchbrüche zu diskutieren, bevor sie in unserem Alltag Einzug halten.**

Schweiz mit dem GESDA anstrebt, ist etwas Neues. Und gleichzeitig auch etwas Schwieriges. Es ist allein schon eine Herausforderung, Antizipation und Aktion – das heisst vorausschauendes Denken und das Handeln im Hier und Jetzt – unter einen Hut zu bringen. Aber die Welt braucht eine vorausschauende Wissenschaftsdiplomatie.

Mit dem Open Quantum Institute verfügen wir über ein konkretes Instrument, das es uns erlaubt, uns für künftige Herausforderungen zu wappnen. Ich bin überzeugt, dass die Schweiz den Mut haben muss, diesen Weg zu beschreiten. Es gibt keine sinnvolle Alternative zum Binom «Science-Diplomacy». Und es gibt keinen besseren Ansatz für die Schweiz als das internationale Genf als Zentrum der globalen – auch digitalen – Gouvernanz des 21. Jahrhunderts.

# Quantencomputer im Kampf gegen Wasserverschwendung

*Neue Technologie ermöglicht die Aufspürung der Lecks in Wasserleitungen.*

JEAN-MARC CREVOISIER

Um der dramatischen Wasserknappheit in den Grossstädten der Welt entgegenzuwirken, verspricht der Einsatz von Quantencomputern zur Erkennung und Verhinderung von Rohrleitungslecks spektakuläre Ergebnisse. Diese sind in vielen Städten der Welt ein immenses Problem. 30 bis 40 Prozent des aufbereiteten Wassers gehen verloren, bevor es die Verbraucher erreicht, schätzte kürzlich Graham Alabaster, Leiter des Genfer Büros von UN Habitat.

Diese Verluste treffen vor allem die ärmsten Bevölkerungsschichten, die ohnehin nur begrenzten Zugang zu sauberem Wasser haben. Ohne Leitungswasser müssen sie es in Flaschen kaufen, was ihr knappes Budget zusätzlich belastet. In Städten wie Kapstadt in Südafrika oder São Paulo in Brasi-

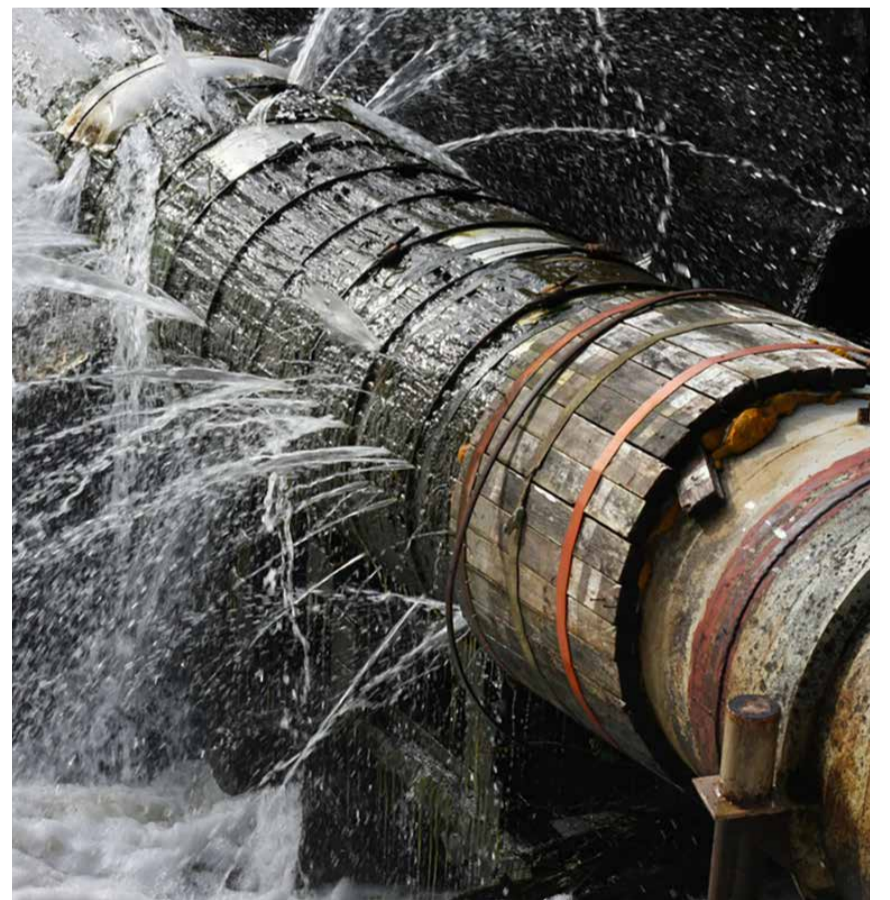
lien ist es bereits zu sogenannten «Day zero»-Szenarien gekommen, bei denen die Wasserversorgung einer Stadt fast erschöpft war. Es besteht also dringender Handlungsbedarf.

Allerdings erschwert die Komplexität der Wasserversorgungsnetze die Aufgabe, Lecks zu finden, enorm. Die oft unterirdisch verlaufenden und schlecht kartierten Leitungen bilden verschlungene Systeme. Es ist zwar möglich, Sensoren zur Überwachung von Lecks zu installieren, aber die Optimierung der Anzahl und der Platzierung dieser Sensoren bleibt eine Herausforderung für herkömmliche Computer, deren Rechenleistung begrenzt ist.

Der Einsatz von Quantenalgorithmen zur Optimierung der Leck-Erkennung ist eines der Themen, an denen das von GESDA initiierte Open Quantum Institute (OQI) und UN Habitat mit Unter-

stützung von Experten aus der Privatwirtschaft arbeiten. Ziel ist es, einen Algorithmus zu entwickeln, der in der Lage ist, die optimale Platzierung der Sensoren zu bestimmen und damit die Verluste zu begrenzen.

Obwohl sich das Projekt noch in der Pilotphase befindet, erwarten die Forscher, dass seine Wirkweise auch auf andere Arten von komplexen Leitungsnetzen wie Gas- oder Ölnetze angewendet werden kann. Durch die Optimierung könnten diese Fortschritte auch einen erheblichen Einfluss auf die Senkung des Energieverbrauchs haben. «Die Reduzierung von Verschwendung, die das Durchsickern verursacht, ist der beste Weg, um Wasserknappheit zu bekämpfen», sagt Graham Alabaster, der darin auch ein probates Mittel zur Armutsbekämpfung sieht.



Mithilfe neuer Technologien können Lecks frühzeitig erkannt und behoben werden.

SYMBOLBILD





# Ein Wegweiser für die Z

Als internationales Gemeinschaftsprojekt fasst der Science Breakthrough Radar der GESDA die wichtigsten Forschungsrichtungen über die Möglichkeiten und Auswirkungen neuer Technologien zu informieren und ihr Verständnis dafür zu fördern.

## Optimierung des Menschen

### 1. Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten

Fortschritte in der Neurotechnologie, wie in das Gehirn implantierte Schnittstellen oder gentechnisch manipulierte Gehirnzellen, machen eine Optimierung fehlender oder beschädigter Sinnesreize möglich – und sogar die Steigerung von derzeit möglichen Fähigkeiten – wie die Konzentrationsfähigkeit, Empathie oder das Gedächtnis. Diese Innovationen verändern das Gesundheitswesen und das individuelle Wohlbefinden, sie werfen aber auch ethische Fragen auf.

#### Zeithorizonte

**5 Jahre:** Geräte zur Hirnstimulation werden zunehmend eingesetzt. Hirnimplantate der nächsten Generation ermöglichen eine verbesserte Stimulation und Aufzeichnung. Tiefe Hirnstimulation (THS) hilft, die geeignete Gehirnregion für Implantate bei Alzheimer-Patienten zu finden, während tragbare Echtzeit-EEGs den Schlaf verbessern.

**10 Jahre:** Kognitive Modulation wird zur Behandlung von Krankheiten eingesetzt. KI und Miniaturisierung ermöglichen die verbreitete Anwendung von kognitiver Modulation. Krankheiten wie Depressionen können behandelt werden. Es besteht die Möglichkeit, das menschliche Gedächtnis durch elektrische Stimulation zu verbessern.

**25 Jahre:** KI verbessert die Traumabewältigung. KI-gestützte, adaptive Closed-Loop-Systeme lesen Hirnsignale und entscheiden, spezifische Hirnregionen zu stimulieren und die Signale anzupassen, damit Symptome von Verletzungen oder Krankheiten geschwächt werden.



### 2. Länger leben

Neue Ansätze in der genetischen Modifikation ermöglichen extrem präzise gentechnische Veränderungen, die die Lebenserwartung verlängern. Die aufkommenden Fachgebiete Epigenom-Engineering und Metagenomik ermöglichen die Analyse des gesamten genetischen Materials einer kompletten Gemeinschaft von Mikroorganismen in einem Mikrobiom. Mit diesem neu gewonnenen Verständnis können fein abgestimmte Optimierungen an umweltbezogenen und symbiotischen Faktoren vorgenommen werden, die schliesslich zu einem längeren und gesünderen Leben führen.

#### Zeithorizonte:

**5 Jahre:** Klinische Studien zu Anti-Aging-Medikamenten werden durchgeführt und KI-Tools personalisieren gesundheitsfördernde Interventionen. Erste Studien, bei denen Substanzen wie Rapamycin und Metformin an Hunde und Primaten verabreicht werden, zeigen Alterungsmechanismen und mögliche Behandlungen auf.

**10 Jahre:** Therapien, die den Alterungsprozess verlangsamen, werden verschrieben. In klinischen Studien werden Interventionen angewendet, die aus der Forschung langlebiger Arten und Darmmikrobiomen stammen. Kombinationstherapien mit beispielsweise Metformin und Rapamycin werden erprobt.

**25 Jahre:** Präventive Behandlungsmethoden nehmen vorzeitiges Altern ins Visier und verwerfen gängige medizinische Paradigmen. Medikamente werden an Risikopatienten verschrieben, möglicherweise bereits im Alter von 20 Jahren, um altersbedingten Erkrankungen vorzubeugen.



## Quantenrevolution und Fortgeschrittene KI

### 3. Hirninspirierte Computersysteme

Unsere Erwartungen an Computer und ihre Fähigkeiten passen sich stetig an die Fortschritte in der Quanteninformatik an. Diese Computer arbeiten mit Licht statt mit Elektronen sowie mit «neuromorphen» (vom Gehirn inspirierte) Maschinen, die die Leistung, Flexibilität und Effizienz des menschlichen Gehirns nachahmen sollen.

#### Zeithorizonte

**5 Jahre:** Hauptsächlich in der Forschung helfen neue, energieeffiziente Computer kleinen Robotern mit gepulsten neuronalen Netzen (SNN) dabei, sich zu bewegen und zu navigieren. Vom Gehirn inspirierte Technologien, die Sinne wie Sehen und Riechen imitieren, werden allmählich ihr Potenzial entfalten.

**10 Jahre:** Dank optimierter neuronaler Netzwerke und Deep Learning, die gut mit energieeffizienter Hardware funktionieren, werden hirnspirierte Computer immer besser. Mit dieser Technologie verarbeiten Roboter Sinnesdaten und kontrollieren die

Motorik, die das Ausführen komplexer Aufgaben ermöglicht. Geräte mit geringem Stromverbrauch verarbeiten Sinnesinformationen effizienter.

**25 Jahre:** Ein besseres Verständnis über die Funktionsweisen des Gehirns ermöglicht die Entwicklung von Computern, die das Erinnerungsvermögen und die Logik eines Gehirns nachahmen können. Roboter, die mit dieser Technologie ausgestattet sind, sind in Gebieten wie Landesverteidigung und Gesundheitswesen üblich. Darüber hinaus ist die mit hirnspirierter Technologie ausgestattete künstliche Intelligenz (KI) Teil des Alltags.



## Grundlagen des Wissens

### 4. Archäologie neu definieren

Bedeutende Fortschritte bei der Analyse archäologischer Überreste auf molekularer Ebene ermöglichen die detaillierte Forschung der Biologie und des Verhaltens unserer Vorfahren, der Geschichte unserer Umwelt, des Klimas und der Gesellschaft. Dieser beispiellose Einblick in unsere Vergangenheit führt zu einem besseren Verständnis über uns Menschen in der Gegenwart und Zukunft.

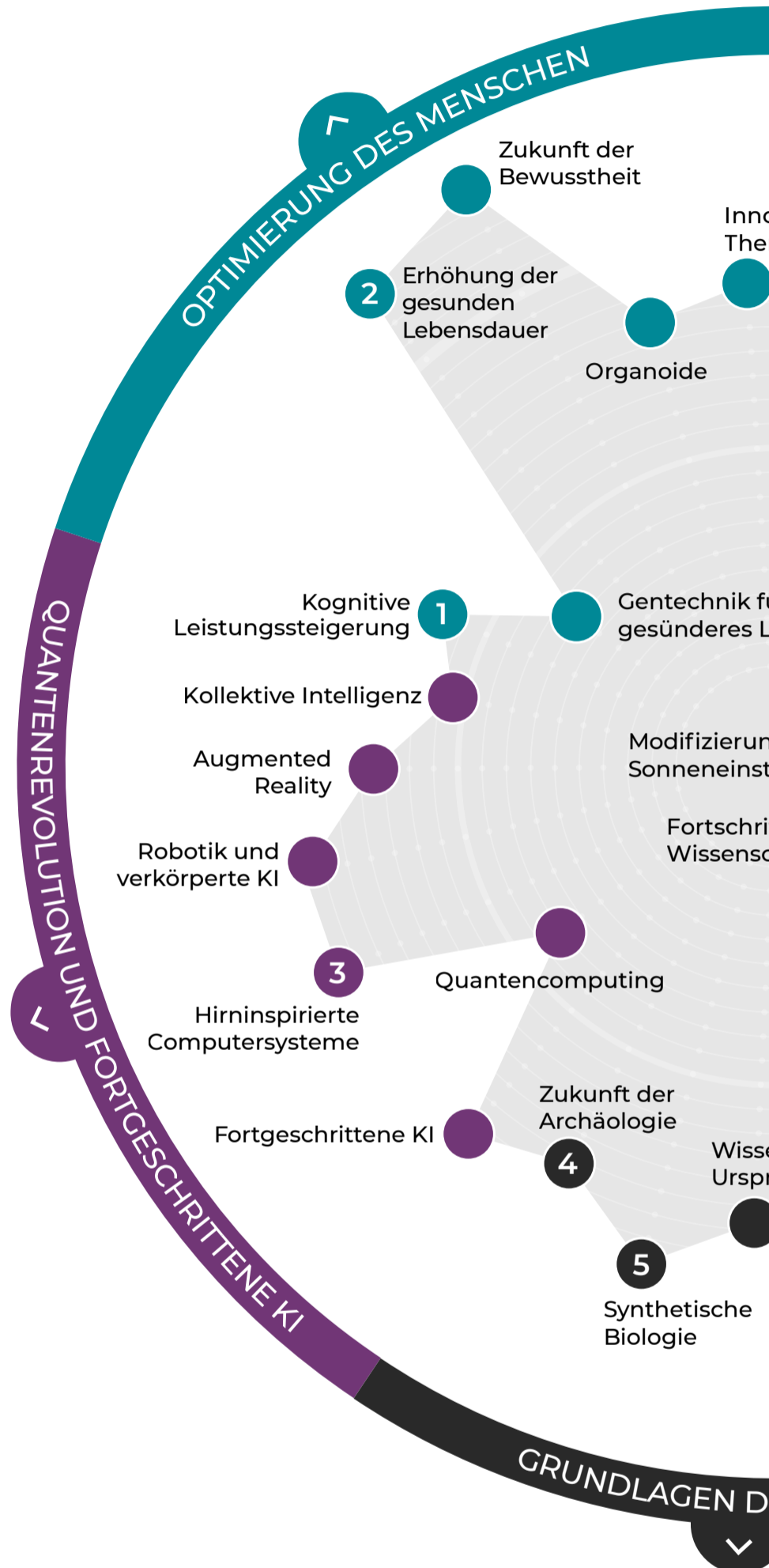
#### Zeithorizonte

**5 Jahre:** Neue Werkzeuge und kostengünstigere Techniken zur Probenahme ermöglichen eine weitläufigere Erforschung vergangener Klimaverhältnisse, einschliesslich Luftdruck und Windmuster. Kostengünstigere und zugänglichere Techniken zur Probenahme fördern die Erweiterung der Paläoklimaforschung in bis dato von der Wissenschaft vernachlässigte Regionen wie Zentralasien und Südamerika.

**10 Jahre:** Forschende standardisieren die Methoden der Analyse indirekter paläoklimatischer Indi-

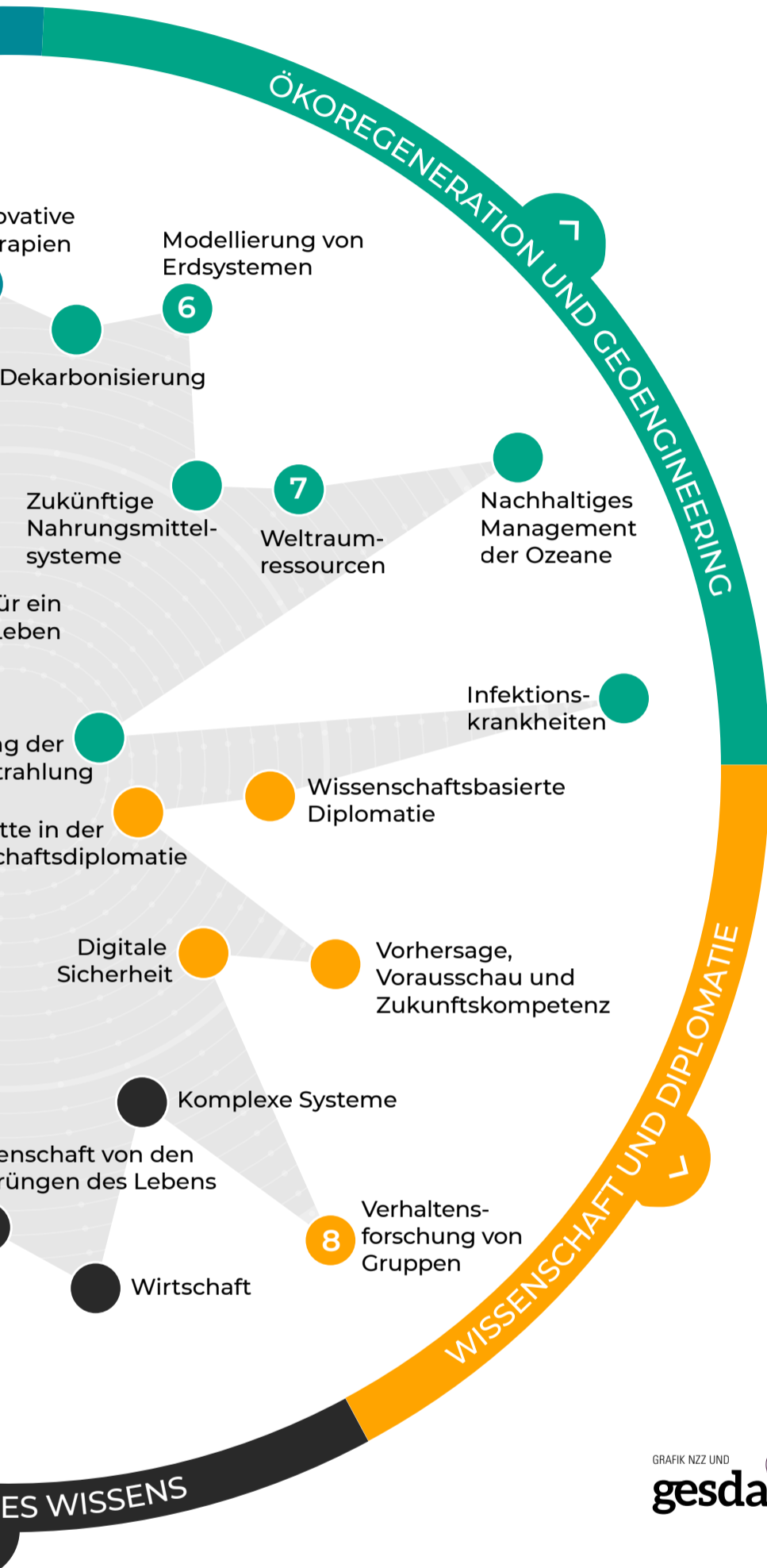
katoren und ermöglichen somit eine zuverlässigere Rekonstruktion, die schliesslich die Identifikation von Langzeittrends und Klimazyklen ermöglicht. KI-basierte Übersetzer erzeugen ungefähre Übersetzungen von Texten aus antiken Sprachen.

**25 Jahre:** Hochaufgelöste Aufzeichnung des Weltklimas und der homininen Evolutionsgeschichte – sieben Millionen Jahre – verbessern das Verständnis davon, wie Klimaveränderungen die menschliche Evolution beeinflusst haben. Forschende rekonstruieren die globale Geschichte homininer Erkrankungen, vom Ursprung unserer Spezies bis zur Gegenwart. Genom-Editing wird angewendet, um Anpassungen bestimmter Populationen an spezifische Umgebungen wiederherzustellen, um deren Funktion zu analysieren.



# Zukunft der Wissenschaft

Trends weltweit in fünf Schlüsselbereichen zusammen. Ziel ist, Entscheidungsträger, Diplomaten und die Öffentlichkeit zu informieren. Acht ausgewählte Brennpunkte aus Wissenschaft und Forschung, die unser Leben in Zukunft verändern können.



## Ökoregeneration und Geoengineering

### 6. Modellierung von Erdsystemen

Ein besseres Verständnis für die Mechanismen der Evolution und des Lebens ermöglicht eine bewusste und strategische Modifikation der Natur zur Entwicklung von robusteren und nachhaltigeren sozial-ökonomischen Systemen. Das zunehmend kontrollierte Eingreifen in Ökosysteme oder sogar die Schaffung neuer Ökosysteme beeinflusst die zukünftige Wechselwirkung zwischen Menschen und Umwelt.

*Zeithorizonte:*

**5 Jahre:** Technologien wie Fernerkundung und KI helfen dabei, Ökosysteme zu überwachen und Krankheiten zu erkennen. Wissenschaftler untersuchen, wie Ökosysteme kritische Kippunkte erreichen, und erfahren mehr über die Dynamik der Stratosphäre.

**10 Jahre:** Digitale Modelle, auch «Digitale Zwillinge» genannt zur Darstellung von Ökosystemen,

ermöglichen die automatisierte Überwachung der Biodiversität. Kleine Organismen lassen sich leichter analysieren und Deep Learning wird zur Überwachung der Meeresflora und -fauna eingesetzt. Auch die Kartierung von Tiefsee-Ökosystemen nimmt zu und die Erstellung von Biobanken zur Sammlung von Biomaterialien setzt sich durch.

**25 Jahre:** Wie Ökosysteme mit Stress und globalem Wandel umgehen, kann zuverlässig prognostiziert werden. Komplexe Ökosysteme können wieder aufgebaut werden, wobei der Schwerpunkt auf der Wiederherstellung funktioneller Wechselwirkungen liegt, zum Beispiel, wie sich Nährstoffe durch das System bewegen.



### 7. Weltraumressourcen

Von der Entdeckung neuer Arzneistoffe bis hin zur Verbesserung von Halbleitern machen sich Forschende die einzigartigen Eigenschaften des Weltalls – wie Mikrogravitation, Strahlung und ein kontinuierliches Beinahe-Vakuum – zunutze, um Produkte mit aussergewöhnlichen Eigenschaften zu entwickeln, die es auf der Erde nicht gibt. Mit der Zunahme der ressourcenbasierten Weltraumnutzung und Infrastruktur steigt auch die Notwendigkeit eines friedlichen Umgangs mit unserer orbitalen Umwelt.

*Zeithorizonte*

**5 Jahre:** Das Artemis-Programm der NASA und andere Raumfahrtprojekte wecken weltweites Interesse an lunaren Rohstoffen und führen zu Debatten darüber, wie das Wasser und die Metalle des Mondes auf verantwortungsvolle Weise gewonnen und fair verteilt werden sollen, ohne dabei der einzigartigen Umgebung zu schaden.

**10 Jahre:** Die Übertragung von Solarenergie aus der Umlaufbahn der Erde wurde erfolgreich demonstriert und unterstützt insbesondere Länder mit begrenzten Ressourcen dabei, ihr Netto-Null-Ziel zu erreichen. Die damit verbundenen Kosten werfen aber Fragen auf, wie die Produktion angepasst werden kann, damit die höchstmögliche Wirkung erreicht wird.

**25 Jahre:** Mondgestützte Produktion von Baustoffen, Treibstoff und lebenserhaltendem Sauerstoff unterstützt die Aussicht auf die Errichtung einer autarken Mondbasis, die wiederum weitere Erkundungen im gesamten Sonnensystem ermöglichen.



## Wissenschaft und Diplomatie

### 5. Biologische Systeme neu entwerfen

Präzisionswerkzeuge für die Bearbeitung und das Engineering biologischer Systeme ermöglichen die Modifikation von Organismen auf grundlegende und langanhaltende Weise, gar die Schaffung völlig neuer Lebensformen. Die Entwicklung preiswerter, gebrauchsfertiger Bausätze, mit denen biologische Systeme neu entworfen werden, bringen zahlreiche neue Möglichkeiten im Anwendungsgebiet der Synthetischen Biologie. Dies wirft aber auch Fragen auf, wie diese einflussreiche Technologie reguliert werden soll.

*Zeithorizonte*

**5 Jahre:** Die KI ist in der Lage, Rückschlüsse aus den Funktionen aller biologischer Moleküle zu ziehen, was wiederum die Art verändern wird, wie wir Genome entwerfen, verändern oder benennen. Künstliches Fleisch auf Pilzbasis wird auf dem Lebensmittelmarkt üblich sein.

**10 Jahre:** Zellfabriken ermöglichen die Herstellung neuer Therapeutika im Hochleistungsverfahren.

ren. Rationales Design von Geweben zur Synthese von Chemikalien und Materialien wird zur Routine. Synthetische Systeme werden zur Produktion im grossen Umfang zahlreicher Produkte angewendet. Im Labor gezüchtetes Steak ist vom echten Fleisch nicht unterscheidbar.

**25 Jahre:** Die Integration von KI in Systeme der synthetischen Biologie ermöglicht es, Anweisungen in menschlicher Sprache zu geben. Diese werden dann von der Plattform umgesetzt, um die erforderlichen Moleküle zu konstruieren. Langlebige mikrobiombasierte Therapeutika setzen Medikamente kontinuierlich im Darm frei und machen somit die Einnahme von Tabletten überflüssig. Weiter können aus Stammzellen Organe für Transplantationen gezüchtet werden. Kunstleder ist in der Modebranche weit verbreitet. Biotechnologische Verfahren ermöglichen die Herstellung von nicht tierischem Fleisch für eine bessere Ernährung.



### 8. Verhaltensforschung von Gruppen

Neue Technologien wie die KI, Quantenmechanik und das Internet der Dinge haben Online-Aktivitäten massiv verstärkt. Die vielen Daten ermöglichen es heute, Gruppenverhalten nachzuahmen, etwas, das zuvor nur geschätzt oder vermutet werden konnte. Detaillierte Daten über soziales Verhalten und Interaktionen geben ein besseres Verständnis über die Entstehung von Konflikten, Polarisierungen und Extremismus und ermöglichen somit die Entwicklung von gezielten Interventionen, mit denen gefährliche Situationen entschärft werden können.

*Zeithorizonte*

**5 Jahre:** Die Vorhersage von Konfliktrisiken wird durch maschinelle Lernmodelle immer besser. Interventionen werden, gestützt auf die gesammelten Daten, vorgeschlagen.

**10 Jahre:** Noch nutzerfreundlichere maschinelle Lernmodelle verbessern Konfliktprognosen einschliesslich dafür ausschlaggebender sozialer

und politischer Faktoren, was zu ersten Interventionen in der realen Welt führt.

**25 Jahre:** Neuedefinierte, massgeschneiderte Interventionen verbessern intergrupale Beziehungen. Globale Organisationen wenden Modelle zur Konflikt-Prognose an, entwickeln ethische Richtlinien, um Vertrauen aufzubauen und gewährleisten, dass jegliche Intervention die Autonomie der Betroffenen respektiert.



# «Nicht alle Lebewesen folgen den gleichen Regeln des Alterns»

Vera Gorbunova erforscht die Geheimnisse der Langlebigkeit und sieht Potenzial für ein gesundes Leben bis 120 Jahre. Im Interview erklärt die Expertin, welche Fortschritte die Altersforschung macht, und was wir dabei von Nacktmullen lernen können.

**Frau Gorbunova, wie alt sind Sie?**  
Ich bin 53.

**Und wie alt möchten Sie werden?**  
Gleich die schwerste Frage am Anfang! (lacht) Ich bin mit meinem Leben sehr zufrieden und möchte gerne lange leben, solange ich gesund bleibe. Sagen wir mal, 120 Jahre?

**Warum genau 120 Jahre?**  
Es wird derzeit als die maximale Lebensdauer des Menschen angesehen. Mit dem Fortschritt der Wissenschaft sollten wir bald in der Lage sein, vielen Menschen zu helfen, dieses Alter bei guter Gesundheit zu erreichen.

**Langlebigkeit ist ein Schwerpunkt Ihrer Karriere als Biologin. Sie haben mehrere Jahre lang die Krebsresistenz von Nacktmullen erforscht. Was haben Sie da über das Altern gelernt?**  
Der Nacktmull ist eines der Tiere mit einer aussergewöhnlich langen Lebensdauer. Diese Nagetiere, die in unterirdischen Kolonien in Ostafrika leben, können über 40 Jahre alt werden. Eine wichtige Entdeckung war, dass ihr Gewebe eine grosse Menge an Hyaluronsäure enthält. Diese Substanz macht ihr Gewebe elastisch, weshalb es oft in Kosmetika verwendet wird. Nacktmulle haben zehnmals mehr Hyaluronsäure als Mäuse. Wir haben also Mäuse mit einem Nacktmull-Gen ausgestattet, und das Ergebnis war, dass sie deutlich länger lebten.

**Was genau ist passiert?**  
Erstens entwickelten sie weniger Krebs. Zweitens hatten sie weniger Entzündungsreaktionen. Das ist entscheidend für die Langlebigkeit, denn chronische Entzündungen nehmen mit dem Alter tendenziell zu. Diese Entzündungen treten spontan auf, nicht unbedingt durch Krankheitserreger. Die Mäuse mit dem Nacktmull-Gen hatten jedoch weniger altersbedingte Entzündungen. Es scheint, dass die hohe Hyaluronsäure-Expression dazu beigetragen hat, diese Prozesse zu verlangsamen oder sogar zu stoppen. Nacktmulle sind auch ein hervorragendes Modell, um die Mechanismen des gesunden Alterns zu untersuchen, da sie gegen die meisten altersbedingten Krankheiten, einschliesslich Alzheimer, resistent sind.

**Gab es Erkenntnisse aus der Humanforschung, was zu einer längeren Lebensdauer beitragen könnte?**  
Wir haben mit Forschungsgruppen zusammengearbeitet, welche die DNA von Menschen analysiert haben, die über 100 Jahre alt geworden sind. Einige dieser Menschen hatten eine spezielle Form des Enzyms Sirtuin 6. Es ist wichtig zu wissen, dass Sirtuine Enzyme sind, die an der Regulierung von Stoffwechsel- und Stressreaktionen beteiligt sind. Bei einigen Hundertjährigen enthielt Sirtuin 6 zwei verbundene Mutationen und war deutlich aktiver als in der Allgemeinbevölkerung. Das war eine bemerkenswerte Entdeckung. Forscher versuchen nun herauszufinden, wie man

Sirtuin 6 auch bei normalen Menschen in ähnlichem Masse aktivieren kann. Auch hier spielt die Entzündung eine Rolle – eine höhere Sirtuin-6-Aktivität scheint viele Arten von Entzündungen zu hemmen.

**Gab es bisher konkrete Erfolge in der Langlebigkeitsforschung beim Menschen?**

Lange Zeit befand sich dieses Forschungsfeld in der experimentellen Phase, aber jetzt beschleunigt sich der Fortschritt. Es werden mehrere placebokontrollierte klinische Studien mit Anti-Aging-Wirkstoffen durchgeführt oder sind in Planung. Wir planen zum Beispiel eine klinische Studie, in der wir Menschen eine Sirtuin-aktivierende Verbindung, die in Braunalgen vorkommt, verabreichen. Bei Mäusen verlängerte diese Verbindung ihre Lebensdauer. Die Effekte sollten bei Menschen ähnlich sein. Wie Sie sehen, bewegt sich die Forschung in viele verschiedene Richtungen – eine davon wird wahrscheinlich zu einem Durchbruch führen.

**Halten Sie Altern für eine grundlegende Notwendigkeit oder wäre ein Leben ohne Altern vorstellbar?**

«In naher Zukunft könnte es möglich sein, dass wir die magische 120-Jahre Grenze überschreiten.»

Normalerweise funktioniert die Evolution, indem eine Generation durch die nächste ersetzt wird. Altern und Tod sind notwendige Bestandteile dieses Prozesses. Allerdings folgen nicht alle Lebensformen dieser Regel. Bestimmte Qualitäten können zwischen sterblichen und praktisch unsterblichen Formen wechseln. Im Allgemeinen haben langlebige Arten aktivere DNA-Reparaturmechanismen und können ihre Zellen nach Schäden oder Stress schnell reparieren. Sie bleiben im Wesentlichen ewig jung.

**Wäre das für Menschen wünschenswert?**  
Das ist eine hypothetische Frage. Aber Fakt ist, dass die Menschheit vor einer demografischen Herausforderung steht. Immer weniger Menschen bekommen Kinder. In ein paar Jahren wird es viele ältere Menschen geben, aber nicht genug jüngere, um sich um sie zu kümmern. Es liegt also im Interesse aller, dass wir nicht nur länger leben, sondern auch länger gesund und unabhängig bleiben.

**Wie alt könnten Menschen theoretisch werden, wenn der Alterungsprozess genetisch gestoppt würde? Wo liegen die biologischen Grenzen?**

Das ist ein sehr spekulatives Gebiet. Derzeit glauben wir, dass die Grenze bei etwa 120 Jahren liegt, weil viele Organsysteme zu diesem Zeitpunkt zu stark abgenutzt sind. Aber die Wissenschaft kann uns helfen, diese Grenzen zu überwinden, und wir erforschen vielversprechende Richtungen in der Altersforschung: genetische Umprogrammierung, Organersatz, Stammzelltherapie. In naher Zukunft könnte es möglich sein, dass wir die magische 120-Jahre Grenze überschreiten.

**Wie alt könnten heute geborene Menschen dank des wissenschaftlichen Fortschritts werden?**

Ich würde schätzen, dass wir ihre Lebensdauer um etwa 50 Prozent verlängern könnten, aber das ist hoch spekulativ. Das Hauptziel muss sein, die Menschen gesund zu halten. Niemand möchte 200 Jahre alt werden, wenn er bettlägerig oder pflegebedürftig ist.

**Würden Sie sich selbst als Teil der Langlebigkeitsbewegung beschreiben?**

Als Wissenschaftlerin werde ich hauptsächlich von Neugierde getrieben, nicht von einem persönlichen Wunsch nach Unsterblichkeit. Aber ich sehe die Langlebigkeitsbewegung positiv, weil die Menschen heute mehr auf ihre Gesundheit achten, anstatt zu rauchen oder sich schlecht zu ernähren. Das ist ein wichtiger Schritt in unserer Evolution.

**Sie unterstützen GESDA, den Geneva Science and Diplomacy Anticipator, mit Ihrer Expertise. Warum? Und was ist der grösste Nutzen der Stiftung?**

Ich halte es für enorm wichtig, die Kluft zwischen Wissenschaftlern und Politikern zu überbrücken. Politiker müssen über die neuesten wissenschaftlichen Entwicklungen informiert bleiben. Es ist gefährlich, wenn Entscheidungen auf veralteten Informationen basieren, besonders, da sich die Wissenschaft so schnell weiterentwickelt.

Interview: Mirko Plüss



Vera Gorbunovas Forschung konzentriert sich auf das Verständnis der Mechanismen der Langlebigkeit.

ROCHESTER.EDU

## Langlebigkeit und Altern

Vera Gorbunova ist Professorin für Biologie an der University of Rochester in New York und Co-Direktorin des Rochester Aging Research Centers. Ihre Forschung konzentriert sich auf Mechanismen der Langlebigkeit und auf die Untersuchung von aussergewöhnlich langlebigen Säugetieren.



# «Die Zukunft kann Angst machen, deshalb braucht es heute schon einen klaren Rahmen»

*Michael Hengartner ist Vorsitzender des akademischen GESDA-Ausschusses. Der Präsident des ETH-Rats und ehemalige Rektor der Universität Zürich über den Sinn von Voraussagen und mögliche Zukunftsszenarien.*

*Herr Hengartner, wie haben Sie sich als junger Wissenschaftler das Jahr 2024 vorgestellt? Fliegende Autos? Nanoroboter, die unsere Zellen reparieren?*

Damals machte ich mir nicht viele Gedanken über die Zukunft, auch wenn ich ein grosser Star-Trek-Fan war. Ich war beeindruckt genug davon, was rund um mich herum passierte. In meinem Bereich, der Molekularbiologie, gab es revolutionäre neue Mikroskopiermethoden. Ich verschlang jedes Wort dazu in den Magazinen «Nature» und «Science». Und im Digitalen wuchs die Rechenleistung, Speichermedien wurden immer kleiner, es kamen Farbdruker auf den Markt...

*Nun schreiben Sie in einem aktuellen Essay: «Wir leben in einer Welt der revolutionären KI, der experimentellen Gentherapie, mit hypervernetzten digitalen Gesellschaften und synthetischen biologischen Organismen.» Welche war denn für Sie die bemerkenswerteste Entwicklung der letzten Jahre?*

Ganz eindeutig die über Jahrzehnte stetig wachsende Rechenleistung unserer Computer, die auch heute noch zunimmt. Das fasziniert mich. Anwendungen mit künstlicher Intelligenz wären ja mit der Rechenleistung der 90er Jahre gar nicht möglich gewesen, erst heute sind sie es. Ein anderer Bereich, in dem die Entwicklung dramatisch schnell voranschreitet, ist die Molekularbiologie. Da erwarte ich weitere Durchbrüche in den nächsten Jahren.

*Sie sind Vorsitzender des akademischen GESDA-Ausschusses. Wie stark soll man sich auf die Voraussagen der GESDA verlassen?*

Der Physiker Niels Bohr soll gesagt haben: «Prognosen sind schwierig, insbesondere wenn sie die Zukunft betreffen.» Mit dieser Demut muss man an die Sache herangehen. Doch gleichzeitig ist die Futurologie oder Zukunftsforschung eine Wissenschaft für sich geworden. Es gibt Themen, Megatrends, die muss man heute den Entscheidungsträgern vermitteln, damit sie morgen handlungsfähig sind. Das gilt übrigens nicht nur für die Politik. Ich finde, auch jeder Firmenchef und Businessleader müsste die Themen unseres Zukunftsrads selber auf dem Radar haben.

*Wer entwirft diese GESDA-Voraussagen? 2100 Wissenschaftler aus 87 Ländern arbeiten in verschiedenen Projektgruppen auf ihren Fachgebieten. Sie tun das ehrenamtlich. Zu Beginn haben sie jeweils etwas Mühe mit der Projektion, sie sprechen dann lieber davon, worüber sie gerade forschen. Doch mit der Zeit kommen sie in die Denkweise hinein, wie man ein Stück weit in die Zukunft blicken kann. Fünf Jahre sind noch relativ einfach – das ist auch der Horizont, in dem Forschungsgelder beantragt werden. Zehn Jahre sind schon schwieriger, bei Prognosen für 25 Jahre gilt es vieles zu berücksichtigen.*

*GESDA versucht, technologische Entwicklungen zu antizipieren. Geht das in Zeiten von KI überhaupt noch? Wird die Entwicklung nicht immer noch schneller?*

Die Unterstützung durch KI ist für die Forschung tatsächlich ein wahnsinniger Sprung in qualitativer und quantitativer Hinsicht. Aber nicht nur wegen KI leben wir in stark beschleunigten Zeiten. Es leben heute auch mehr Wissenschaftler, als es in der ganzen Weltgeschichte zusammen gab. Wenn man viel mehr Forschung hat, hat man einfach auch mehr Resultate. Das heisst nicht, dass all diese Resultate automatisch gut sind.

*Und dieses Tempo gab es früher nicht? Wer Ende des 19. Jahrhunderts geboren*



*Gedanken in Echtzeit lesen zu können, ist bald keine Fiktion mehr, sagt Michael Hengartner.*

SAMUEL SCHALCH FOTOGRAFIE

wurde und vom Pferd bis zur Mondlandung alles mitgemacht hat, der erlebte natürlich ebenfalls dramatische Veränderungen. Aber KI und die Entwicklung der Rechenleistung haben das Potenzial, als massive Multiplikatoren zu wirken, und dies in ganz unterschiedlichen Wissenschaftsgebieten.

*Besteht die Gefahr, dass die Gesellschaft irgendwann gar nicht mehr nachkommt?*

Es gibt durchaus Forscherinnen und Forscher, die das so sehen. Aber dass man von technologischen Neuerungen überrollt wird, gab es auch schon früher. Während der Industrialisierung in der Schweiz schmissen Arbeiter die neuartigen Maschinen in den Fluss, aus Angst, ihren Job zu verlieren. Irgendwann war die Technologie dann ganz normal.

*Insbesondere im Bereich KI und «large language models» scheint die Zivilgesellschaft derzeit definitiv nicht am Steuer zu sitzen. Techgiganten haben das Monopol der Innovation und definieren die Regeln.*

Das war bei technologischen Revolutionen immer so: Die Entwicklung eilte der Gesetzgebung voraus. Ab einem gewissen Zeitpunkt brauchte es dann ein juristisches Korrektiv, das Aufbrechen von Monopolen, um diese technische Vorherrschaft wieder etwas einzuhegen.

*Soll auch die GESDA mit ihren Prognosen als Korrektiv wirken?*

Nein. Wir wollen, dass so früh über Trends diskutiert wird, dass ein hartes Korrektiv gar nicht mehr nötig ist, dass man eben nicht immer allem nacheilen muss. Wir müssen uns bei gewissen Zukunftsthemen heute schon einigen, was wir davon wollen, und was eher nicht.

*Sie haben den jährlich aktualisierten GESDA Science and Diplomacy Breakthrough Radar mitverfasst. Was sticht dieses Jahr heraus?*

Total spannend finde ich das Feld der Neurowissenschaft. Wir können heute schon Elektroden ins Hirn führen und Informationen rauslesen, diese interpretieren und daraus eine Reaktion ableiten. Paraplegiker können so ihre Beine wieder bewegen, einzig mit ihrem Willen. Das funktioniert erst grob, aber die Folgen sind sensationell: Gelähmte können wieder gehen. Und schauen sie sich meinen Mund an, wenn ich spreche. Auch Sprechen ist bloss eine Abfolge von Muskelbewegungen. Mit Brain-Computer-Interfaces können deshalb künftig auch Gedanken in Echtzeit gelesen werden.

*Welche Entwicklungen sind diesbezüglich denkbar?*

Neben medizinischen Anwendungen könnte man natürlich auch die Gedanken von gesunden Personen lesen. Vielleicht überlegt sich eine Armee, dass ihre Soldaten statt miteinander zu sprechen, miteinander denken könnten. Einer denkt etwas, die anderen hören

es im Ohr. Reine Telepathie! Ein anderes Beispiel: So wie man schon bald versuchen wird, traumatische Gedanken vergessen zu machen, kann man auch bei gesunden Menschen Gedanken löschen. Und wenn man löschen kann, wird man später auch lernen zu schreiben und gänzlich neue Gedanken zu kreieren. Für mich ist klar: Man wird das Gedächtnis schon in wenigen Jahren auch verbessern können. Stellen Sie sich vor, Eltern, die ihren Kindern dann nicht mehr nur Ritalin, sondern auch ein Brain Implant geben, um an der Gymprüfung durchzukommen.

*Das tönt sehr dystopisch.*

Die Zukunft kann Angst machen, ja. Genau deshalb muss es heute schon darum gehen, einen Rahmen zu setzen. Analog zum Dopingverbot im Sport braucht es einen Konsens, wann man neurologische Technologie anwenden darf und wann nicht. Wir sind aber schon etwas spät dran, Elon Musk hat bereits seine Firma Neuralink – er will aus Menschen Cyborgs machen und unser Denken mit Computerhilfe beschleunigen. GESDA leistet hier einen wichtigen Beitrag, damit politische und gesellschaftliche Akteure von diesen Entwicklungen nicht einfach überrollt werden.

*Auch in anderen von GESDA festgelegten Zukunftsbereichen geht es um eine «Verbesserung» des menschlichen Lebens. Stichwort Verlängerung der Lebensspanne – was kommt da auf uns zu?*

Das meiste, was zurzeit gemacht wird, ist aus wissenschaftlicher Sicht interessant, aber «game changers» habe ich noch keine gesehen. Nicht rauchen, gesund essen und etwas Sport treiben ist immer noch das beste Rezept für ein langes Leben. Es wird aber dann spannend – und eine grössere gesellschaftliche Herausforderung – wenn man eine Technologie oder einen Cocktail von Massnahmen entwickelt, welche das Leben zuverlässig um weitere 10 bis 20 Jahre verlängern kann. Es ist gut möglich, dass Sie und ich das noch erleben werden.

*Sie selber haben viel zu Zelltod geforscht. Sind Sie dem Geheimnis eines längeren Lebens etwas auf die Schliche gekommen?*

Unser Forschungsobjekt war der Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*. Tatsächlich konnten Forscher Würmer generieren, die viermal länger lebten als normal. Auf den Menschen übertragen wären das ein paar Hundert Jahre. Beim Wurm ging das mit nur zwei kleinen genetischen Veränderungen. Menschen sind komplizierter, einzelne Genmutationen haben wohl einen kleineren Einfluss. Aber was, wenn man in einer Person gleich mehrere lebensverlängernde Veränderungen zusammenbringen würde?

*GESDA fokussiert auch auf ganz andere Themen, beispielsweise auf die Zukunft der Archäologie. Was kann man sich da erhoffen?*

Die Ausgrabungen, die im 19. Jahrhundert stattfanden, wurden, verglichen mit heute, extrem grob durchgeführt. Man zerstörte viel. Wenn man heute in Ägypten einen neuen Thronraum findet, kann man mittels DNA-Sequenzierung und Proteomik herausfinden, wer diese Person war und was sie gegessen hat. Mit Molekular- und Isotopenanalyse kann man das Alter und den Entstehungsort von Artefakten bestimmen. Mit Wellenlängenuntersuchung sieht man in Räume hinein – ohne zu buddeln. Mit Satellitenunterstützung findet man verdeckte Ruinen im Gelände. An vielen Orten der Welt ist da noch sehr viel zu holen. Archäologie wandelt sich so zu einer Geisteswissenschaft, die immer enger mit den technischen Wissenschaften zusammenarbeitet.

*Wie unterstützt GESDA konkret Diplomatie und Politik bei Entscheidungen?*

Es gibt eine Methode, die wir an Diplomatie und Politik vermitteln, die auf drei simplen Fragen beruht: Was könnte passieren? Was würde das bedeuten? Was können wir heute schon tun? Unser Radar gibt vor, was passieren könnte. Gleichzeitig geben wir auch eine Einordnung, wie gross die Möglichkeit ist, dass eine Entwicklung uns als Menschheit stark beeinflusst. Wir geben aber keine Anweisungen zur Umsetzung. Was man heute allenfalls schon tun soll, müssen Politik, Wirtschaft und Gesellschaft entscheiden. Das internationale Genf ist der ideale Ort, um ganz verschiedene Akteure miteinander ins Gespräch zu bringen. Der Bund, der uns gegründet hat und auch finanziell unterstützt, ist sehr interessiert an unserer Arbeit. Aussenminister Ignazio Cassis sieht GESDA als wichtigen Beitrag, um multilateral den grossen Entwicklungen unserer Zeit zu begegnen.

Interview: Mirko Plüss







# Join us for the Geneva Science and Diplomacy Anticipation Summit

From 9-11 October under the theme of “the Great Scientific Acceleration”

You can watch the Summit live on our platforms. Key sessions include:

- The launch of the 2024 GESDA Science Breakthrough Radar®, showcasing 8 anticipatory briefings on future scientific advancements.
- Geneva Political Talks including the launch of the GESDA Anticipation Gateway initiative to democratize access to knowledge.
- Insights on the Open Quantum Institute’s progress and future plans.
- Discussions on Human Augmentation, Eco Augmentation and Data Augmentation.

Top speakers include



Ignazio Cassis  
Federal Councillor  
Minister of Foreign Affairs  
Switzerland



Anousheh Ansari  
CEO XPRIZE  
Foundation



Baiba Braže  
Minister of Foreign Affairs  
Latvia



Mark Chen  
Vice President  
Frontier Research  
OpenAI



Nam-Hai Chua  
Senior Investigator  
(Emeritus), Temasek Life  
Sciences Laboratory



Ariel Garten  
Founder & Chief  
Evangelist Officer  
Muse



Fabiola Gianotti  
Director-General  
CERN



Rebeca Grynspan  
Secretary General  
UNCTAD



Alok Jha, Science and  
Technology Editor  
The Economist



Debbie Senesky  
EXTreme Environment  
Microsystems Laboratory  
Stanford University



Tatiana Valovaya  
Director-General of the  
United Nations Office  
at Geneva

Geneva Science and Diplomacy  
Anticipator Foundation

## Use the future to build the present

The Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA), established by Switzerland, is a foundation created to prepare leaders and citizens for a world of rapid and accelerating change. It does so by anticipating scientific and technological developments that could have a significant impact on people, politics and economy over the next 5, 10 and 25 years. As a think and do tank, its mission is to work with all actors from academia, diplomacy, business and society to ensure the opportunities of science benefit everyone.

Join us live  
online



# LE TEMPS

CHF 4.50 / France € 4.50

MERCREDI 9 OCTOBRE 2024 / N° 8045

## Supplément

Retrouvez l'actualité et toutes les offres immobilières



## Opinion

Pour Micheline Calmy-Rey, il faut craindre désormais que la guerre prépare la guerre ●●● PAGE 2

## Cinéma

Kate Winslet incarne Lee Miller, une source d'inspiration pour les jeunes femmes ●●● PAGES 16, 17

## Science

Le Prix Nobel de physique récompense deux pionniers de l'IA ●●● PAGE 9

### ÉDITORIAL

## Droits humains: la nécessaire cohérence occidentale

STÉPHANE BUSSARD  
X @StephaneBussard

L'élection de nouveaux membres du Conseil des droits de l'homme (CDH), qui a lieu aujourd'hui à l'Assemblée générale de l'ONU à New York, devrait être un bon indicateur de l'état du monde. Elle pourrait donner lieu à un duel inédit entre le Qatar et l'Arabie saoudite, parmi les six candidats du groupe Etats d'Asie et du Pacifique qui se disputent les cinq sièges disponibles.

Riyad, qui se profile comme l'un des porte-parole du «Sud global», tente ces jours-ci de modifier le mandat du rapporteur spécial du CDH sur le climat pour le rendre plus compatible avec son économie pétrolière. Tout un symbole. Dans la perspective de la COP29 sur le climat en Azerbaïdjan, le signal est préoccupant. Mais au Conseil des droits de l'homme basé à Genève, l'un des Etats les plus en pointe pour contester la proposition saoudienne est un autre Etat du Sud, les îles Marshall, prouvant que la notion de Sud global est trompeuse.

Parmi les Occidentaux, on est moins euphorique qu'au début du CDH, créé en 2006 pour succéder à la discréditée Commission des droits de l'homme.

Les rapports de force y changent. Depuis qu'elle s'affirme de façon déterminée sur la scène internationale, la Chine, qui

**Américains et Européens creusent un fossé entre eux et les pays du Sud**

conteste l'universalité des droits humains, notion très occidentale selon elle, a compris le levier extraordinaire que représente le Conseil des droits de l'homme pour faire avancer ses intérêts sur la scène multilatérale. Elle a saisi que la restructuration d'un ordre mondial conçu par les Occidentaux et en particulier les Américains passe aussi par Genève. Pendant ce temps, les Etats-Unis renoncent à un second mandat au CDH.

Les Occidentaux, qui insistent à juste titre sur les mérites de la démocratie basée sur le respect des droits fondamentaux, seraient bien avisés de travailler à la cohérence de leurs politiques. S'ils peuvent encore se targuer de proposer des systèmes plus attrayants que les régimes autoritaires, ils sont de plus en plus accusés d'appliquer une politique de deux poids, deux mesures – la critique s'adresse aussi aux pays du Sud – qui sape les fondements mêmes de leur message. Américains et Européens semblent ne pas se rendre compte du fossé qu'ils creusent entre eux et les pays du Sud en condamnant, avec raison, les horreurs commises par le Hamas tout en refusant de mettre Israël devant ses responsabilités face au droit international. Dans la même logique, tant que restera en place la prison américaine de Guantanamo, où sont maintenues dans un vide juridique quelques dizaines de détenus de la guerre contre le terrorisme, la parole de Washington manquera de crédibilité. ●●● PAGE 4

# Un déluge de désinformation accompagne l'ouragan Milton

**ÉTATS-UNIS** Deux semaines à peine après le passage de «Hélène», «Milton» est attendu en Floride dans la nuit de mercredi à jeudi. Le gouverneur, le républicain Ron DeSantis, a ordonné des évacuations sur 500 kilomètres le long de la côte du Golfe du Mexique

■ La succession des catastrophes agit comme un catalyseur à dérapages sur la campagne électorale: Trump a accusé l'administration Biden de ne pas avoir secouru la Géorgie dévastée par «Hélène», quand bien même le gouverneur de cet Etat affirmait le contraire

■ Plus étonnant: une élue trumpiste de Géorgie a accusé de mystérieux conspirateurs d'avoir influencé la météo pour envoyer l'ouragan «Hélène» sur des régions pro-Trump et ainsi perturber les opérations de vote, qui ont déjà débuté dans certains Etats



●●● PAGE 6

## Des Casques bleus pris entre deux feux

**LIBAN** Une trentaine de soldats irlandais sont aux premières loges du conflit entre l'armée israélienne et le Hezbollah. Cantonnés dans leur avant-poste, ces Casques bleus de la Finul établis le long de la ligne bleue, soit la frontière entre le Liban et Israël, ont cessé de patrouiller depuis une semaine. Ils regardent désormais les chars hébreux stationnés à deux pas. Créée en 1978, la mission de la paix de l'ONU, intitulée Finul, compte près de 10 000 soldats d'une cinquantaine de pays. Malgré les dangers sécuritaires, la Finul a rejeté une récente demande israélienne qui appelait au retrait de ses troupes dans certaines zones de combats: «Les soldats de la paix restent sur toutes leurs positions et le drapeau de l'ONU continue de flotter.» ●●● PAGE 6

## ABB à l'avant-garde du virage énergétique

**INDUSTRIE** Le géant suisse affiche des résultats solides et son action surperforme à la bourse suisse

■ A la fois présent dans l'électrification et l'automatisation, il est bien placé pour tirer parti de la transition énergétique

■ Mais des défis subsistent: l'actuel ralentissement conjoncturel pèse et sa division d'électromobilité péclote

●●● PAGE 3

## Le flegme des ministres PLR face à leur parti

**ÉDUCATION** Le PLR veut que l'école revienne aux fondamentaux. Le parti bourgeois livrera vendredi des sujets prioritaires à suivre pour les sections cantonales: interdiction des smartphones, moins d'école inclusive, moins de bureaucratie, plus de neutralité. Du côté des trois conseillers d'Etat PLR romands chargés de l'Éducation, on tempore. «Quand on est dans le champ théorique, on parle autrement que lorsqu'on a les mains dans le cambouis», indique la Genevoise Anne Hiltbold. «L'école inclusive n'est rien d'autre que le reflet de la société», relève le Vaudois Frédéric Borloz. Quant à la Neuchâteloise Crystel Graf, elle précise que «chaque canton a ses propres réalités. Je regarde les propositions du PLR avec distance.» ●●● PAGE 8

Supplément partenaire

# La science de demain

La fondation Gesda, Geneva Science and Diplomacy Anticipator, réunit pour la 4e fois près de 1000 décideurs à l'occasion de son sommet à Genève

**SUPLÉMENT  
PARTENAIRE**

Contenu produit par  
un partenaire. Réalisé  
indépendam-  
ment de la rédac-  
tion du « Temps ».  
Voir notre charte  
des partenariats.



IGESDAI

## 2 LA SCIENCE DE DEMAIN

SUPPLÉMENT PARTENAIRE **gesda**

# Pour une révolution quantique démocratique

Dans le cadre de ce cahier spécial du Geneva Science and Diplomacy Anticipator, le ministre des Affaires étrangères Ignazio Cassis revient sur l'importance du lancement, au printemps dernier, d'un Open Quantum Institute dédié à la technologie quantique

Par Ignazio Cassis, conseiller fédéral

La Suisse a créé le Geneva Science and Diplomacy Anticipator (Gesda) avec l'ambition de redonner de l'élan à la politique multilatérale en général et à la Genève internationale en particulier. Avec des initiatives concrètes. Le lancement, le printemps dernier, d'un Open Quantum Institute (OQI), résultat des efforts conjoints du Gesda, du CERN, du soutien de l'UBS et de l'impulsion d'une trentaine de missions diplomatiques installées à Genève s'inscrit dans cette démarche.

La technologie quantique, qui nous promet des ordinateurs d'une puissance à peine imaginable, est à notre porte. La science ne s'arrête pas. L'innovation technologique qui en résulte nous rapproche à une vitesse vertigineuse d'un futur que nous pensions lointain. Notre nouvelle réalité n'a rien à envier au domaine de la science-fiction. Ce qui était considéré hier comme de l'imagination débordante relève aujourd'hui du domaine du possible.

Cette innovation est en passe de transformer profondément le rapport de l'individu face aux institutions et de l'humanité face à son environnement. Elle change la manière dont nous nous organisons en tant que société. Cela n'est pas nouveau, il suffit de penser à la mécanisation des outils de production, à l'origine de la révolution industrielle. Ce qui est inédit, en revanche, c'est la vitesse à laquelle les changements ont lieu, alors que la biologie humaine n'a pas accéléré. Un clivage de plus en plus marqué. L'informatique quantique fait l'objet d'investissements publics et privés massifs dans le monde entier,

et pour cause: ceux qui disposeront du superordinateur le plus puissant prendront la tête du concert des nations, les autres suivront, quitte à modifier d'un coup l'équilibre des forces entre les Etats et les économies mondiales.

### Encadrer les opportunités et les risques

Face à une telle dynamique, la Suisse s'engage pour un ordre international responsable et solidaire. Nous devons accompagner la révolution quantique et veiller à ce que les opportunités et les risques soient encadrés de manière rigoureuse, pour que ces technologies soient utilisées à bon escient dans la gestion des biens communs. Nous devons veiller à ce que ces bénéfices soient mis à disposition de toutes et tous, et non à l'unique discrétion d'une minorité de bénéficiaires privilégiés.

C'est la mission de l'Open Quantum Institute (OQI). Cet institut rassemblera les meilleurs ordinateurs quantiques. Ils seront mis à disposition d'institutions qui n'ont pas forcément les moyens de se doter de tels ordinateurs ou de scientifiques travaillant pour le bien commun. Cette dernière condition est ambitieuse: pour avoir accès à ces ordinateurs, il faudra démontrer que l'on cherche à résoudre les défis posés par les Objectifs de développement durable de l'ONU. Et c'est possible!

### Défis vitaux

Certains chercheurs estiment que les solutions d'informatique quantique permettront de prédire plus rapidement et plus précisément les schémas de résistance des bactéries aux antibiotiques et d'identifier ainsi

de nouveaux composés chimiques plus ciblés. La résistance aux antibiotiques est considérée par l'OMS comme l'une des dix menaces les plus graves pour la santé publique. Grâce à la technologie quantique, les experts espèrent également réduire le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) dans l'atmosphère en améliorant le processus catalytique responsable de la fixation du carbone à la surface des matériaux. Grâce à la création de l'Open Quantum Institute, les groupes et les régions géographiques les plus divers pourront utiliser les technologies quantiques et relever les défis, souvent vitaux, auxquels ils sont confrontés.

**Ce qui était  
de l'ordre  
de l'imagination  
relève aujourd'hui  
du domaine  
du possible**

En développant l'OQI, la fondation Gesda poursuit la mission qui lui a été confiée en 2019 par le Conseil fédéral et le canton et la ville de Genève: développer des outils capables d'anticiper les nouvelles technologies, dans le but d'accélérer le cadrage réglementaire pour assurer le partage des nouvelles technologies. De tels outils nous permettront, à l'exemple de la technologie quantique, de garder le contrôle des nouveaux trends et de



Ignazio Cassis, conseiller fédéral, ministre des Affaires étrangères, ici lors du sommet Gesda en 2023. (GESDA)

## Le Science Breakthrough

Un outil unique pour anticiper les percées scientifiques et trans

Le Geneva Science and Diplomacy Anticipator (Gesda), créé en 2019 par la Suisse pour le monde, est une fondation destinée à préparer les dirigeants et les citoyens à un monde où la science et la technologie jouent un rôle d'accélérateur vers le progrès. Pour ce faire, elle anticipe les percées scientifiques et technologiques des cinq, dix et vingt-cinq prochaines années qui pourraient avoir un impact significatif sur la politique, l'économie et les personnes. En tant que groupe de réflexion et d'action, le Gesda travaille avec tous les acteurs du monde universitaire, de la diplomatie, des affaires et de la société afin d'utiliser les possibilités offertes par la science au profit de tous. Son principal outil d'anticipation est le Science Breakthrough Radar®.

### QUOI

**Le Gesda Science Breakthrough Radar® est:**

1. Un nouvel outil pour le multilatéralisme, les discussions éclairées et les actions concertées.
2. Un point d'entrée unique où les personnes intéressées peuvent accéder à des informations récentes et importantes sur les avancées technologiques, ce qui

leur permet de suivre le rythme sans précédent de la science et de la technologie.

3. Un fondement factuel pour des réflexions stimulantes sur l'impact des futures découvertes scientifiques sur les personnes, la société et la planète.
4. Un instrument interactif et évolutif mis à jour une fois par an, dont la consultation est désormais facilitée par un moteur de recherche s'appuyant sur l'intelligence artificielle.

### POUR QUI

Le Gesda Science Breakthrough Radar® offre un point d'entrée unique à toutes les communautés intéressées, qu'il s'agisse de scientifiques, d'autorités politiques, de diplomates travaillant dans des ambassades ou des organisations internationales, d'acteurs économiques, d'ONG ou de citoyens du monde entier, souhaitant devenir des utilisateurs précoces des avancées scientifiques.

### COMMENT

**Le Gesda Science Breakthrough Radar® donne un aperçu des tendances émergentes dans cinq grands domaines de la science et de la technologie:**

1. L'intelligence artificielle avancée et la révolution quantique.
2. L'augmentation des capacités humaines
3. La régénération des écosystèmes et la géo-ingénierie.
4. La science et la diplomatie.
5. Les fondements de la connaissance.

Chaque plateforme est accompagnée d'une partie interactive – «les poulx» de la science, de la diplomatie, de l'impact et de la société – qui permet à différentes communautés de donner leur avis sur les conclusions tirées du radar.

– **Le poulx de la science** fournit un résumé des idées des principaux experts de la communauté scientifique sur la manière dont la recherche dans différents domaines pourrait progresser au cours des cinq, dix et vingt-cinq prochaines années. Il décrit les tendances scientifiques anticipées dans 40 thèmes scientifiques émergents, couvrant un large éventail de domaines de recherche en sciences naturelles, sciences de l'ingénieur, sciences sociales et humaines. Ces tendances ne sont pas des prédictions absolues – elles peuvent évoluer de manière imprévue –

mais le fait de noter leur émergence apporte une contribution importante aux débats sur l'avenir de l'humanité et le rôle que la communauté internationale peut y jouer. – **Le poulx de la diplomatie** présente les perspectives de la communauté diplomatique mondiale – chefs d'Etat et ministres, dirigeants d'organisations internationales, décideurs politiques et diplomates – sur les implications des avancées scientifiques et technologiques anticipées décrites dans le Gesda Science Breakthrough Radar®. Présenté sous la forme d'une sélection d'actes du sommet annuel du Gesda sur l'anticipation scientifique et diplomatique, le poulx de la diplomatie décrit l'impact des avancées futures sur des questions mondiales telles que les droits de l'homme, la paix, la sécurité et la prospérité. – **Le poulx de l'impact**, un nouvel ajout au Gesda Science Breakthrough Radar®, fournit des données sur les investissements privés dans des sujets émergents sélectionnés. La réussite de la mise en œuvre des avancées scientifiques et technologiques issues des laboratoires dépend dans une certaine mesure des investissements du secteur privé qui peuvent jouer un rôle d'accélérateur. Le poulx de l'impact rapporte les informations les plus récentes sur le dépôt de brevets, la

conserver notre capacité d'action démocratique.

Tout le monde s'est fait surprendre par l'irruption de l'intelligence artificielle (AI), qui est en train de profondément modifier nos modes de raisonnement, de travail et d'existence. Il eut été sage d'en débattre il y a quelques années déjà, pour en anticiper le cadrage. Aujourd'hui, la discussion se fait dans une précipitation guère propice à la recherche de solutions constructives. Essayons d'en tirer des leçons pour d'autres percées technologiques. La technologie quantique, par exemple, fait partie des innovations qui peuvent changer nos vies. Les individus ont le droit de débattre de ces futures percées scientifiques avant qu'elles ne fassent irruption dans leur quotidien.

#### Genève au centre

L'intérêt de la Suisse est double: d'une part, à ce que les technologies de pointe se développent au sein d'une gouvernance démocratique, et, d'autre part, à ce que la Genève internationale se positionne en tant que centre de cette gouvernance innovante au service de la communauté mondiale. Dans la situa-

tion géopolitique actuelle, il est devenu difficile d'obtenir des solutions consensuelles dans les processus multilatéraux, mais il demeure essentiel pour nous de toujours défendre la «force du droit» contre «le droit à la force». La crédibilité de la Suisse sur la scène internationale est en bonne partie liée à Genève.

Les prédictions sont difficiles, surtout en ce qui concerne l'avenir! Ce que la Suisse cherche à faire avec le Gesda est quelque chose de nouveau, une entreprise ambitieuse. Combiner l'anticipation, qui porte sur l'avenir, et l'action, qui prend effet immédiatement, est un défi en soi. Mais le monde a besoin d'une diplomatie scientifique anticipative.

Avec l'Open Quantum Institute, nous disposons d'un exemple juste et concret d'anticipation pour nous préparer aux défis de l'ère à venir. La Suisse doit oser s'engager sur cette voie, j'en suis persuadé. Il n'y a pas d'alternative valable au binôme science-diplomacy. Et il n'y a pas d'approche plus prometteuse pour notre pays que la Genève internationale comme centre de la gouvernance mondiale – y compris digitale – du XXI<sup>e</sup> siècle. ■

## Des ordinateurs quantiques pour détecter les fuites d'eau dans les villes

Pour faire face au dramatique manque d'eau dans les grandes villes de la planète, l'utilisation de l'informatique quantique pour détecter et prévenir les fuites dans les réseaux de distribution promet des résultats spectaculaires. Ces fuites sont un véritable fléau dans de nombreuses villes à travers le monde: 30 à 40% de l'eau traitée sont perdus avant d'atteindre les consommateurs, a récemment estimé Graham Alabaster, chef du bureau genevois de UN-Habitat.

Ces pertes affectent particulièrement les populations les plus pauvres où l'accès à l'eau potable est déjà limité. Sans eau, les habitants de ces quartiers doivent l'acheter en bouteilles, ce qui grève des budgets déjà très modestes. Des scénarios dits «Day Zero», où l'approvisionnement en eau d'une ville est presque totalement épuisé, se sont déjà matérialisés dans des métropoles comme Le Cap en Afrique du Sud ou São Paulo au Brésil. Il y a donc urgence!

#### Un algorithme dédié

La complexité des réseaux de distribution d'eau rend la détection des fuites extrêmement difficile. Les canalisations, souvent souterraines et mal cartographiées, forment des systèmes enchevêtrés où les

réparations peuvent être longues et coûteuses. Bien que des capteurs puissent être installés pour surveiller les fuites, l'optimisation de leur placement et de leur nombre reste un défi pour les ordinateurs classiques, dont la puissance de calcul est limitée face à des systèmes de cette envergure.

L'utilisation des algorithmes quantiques pour optimiser la détection des fuites est un des cas qui occupe l'OQI et UN-Habitat, appuyés par des experts de l'industrie privée (Pasqal, Reply). L'objectif est de créer un algorithme capable de déterminer l'emplacement optimal des capteurs afin de maximiser la détection des fuites et, ainsi, de limiter les pertes.

Bien que ce projet soit encore dans une phase pilote, les chercheurs espèrent qu'il pourra être appliqué à d'autres types de réseaux complexes, tels que ceux du gaz ou du pétrole. En optimisant les infrastructures de distribution, ces avancées pourraient également avoir un impact significatif sur la réduction de la consommation d'énergie.

«Réduire le gaspillage et les fuites est le meilleur moyen de lutter contre la pénurie d'eau», affirme Graham Alabaster, qui y voit également un moyen de lutter contre la pauvreté. ■

## Editorial

### Utiliser l'avenir pour construire le présent

Lorsque la Confédération, le canton et la ville de Genève ont créé la fondation Geneva Science and Diplomacy Anticipator (Gesda) il y a un peu plus de cinq ans, ils voulaient s'assurer que la Suisse et Genève restent un lieu privilégié pour le multilatéralisme et que le Gesda devienne un outil efficace pour la science et la diplomatie innovantes à travers ses quatre forums. Un engagement que nous avons résumé dans la formule: «Use the future to build the present».

C'est ce que nous essayons de faire chaque jour, avec le soutien de quelque 2100 scientifiques et experts de 87 pays qui ont contribué aux quatre éditions du Gesda Science Breakthrough Radar®, dont nous vous présentons la dernière édition dans ce cahier spécial. Cette année, le Gesda a sélectionné huit tendances scientifiques qui pourraient changer votre vie (plus d'informations en pages 4 et 5).

L'accélération des découvertes scientifiques au cours des cinq dernières années a confirmé notre hypothèse de base. Nous avons imaginé le Gesda avant que les applications de l'intelligence artificielle, qui transforment notre quotidien, n'entrent dans nos vies de manière presque soudaine.

D'autres percées, visant notamment à mieux exploiter les possibilités quasi infinies de notre cerveau, ou le développement d'ordinateurs quantiques d'une puissance et d'une vitesse bien supérieures à ce que nous connaissons aujourd'hui auront également un

impact sur nos vies dans un avenir pas si lointain.

Le Gesda a décidé de relever ce défi et de travailler sur ces innovations et leurs applications à un stade précoce, afin que les gens soient mieux préparés à les intégrer dans leur vie professionnelle et leur vie privée. Le Gesda a notamment pour mission de faire des propositions concrètes pour que chacun puisse en bénéficier. Pour ce faire, nous avons développé trois instruments:

- Le Science Breakthrough Radar®, qui anticipe l'évolution de 40 thèmes sur cinq plateformes scientifiques dans les cinq, dix et vingt-cinq prochaines années.
- Le sommet annuel du Gesda, qui réunit chaque année en octobre un millier de décideurs à Genève pour discuter des avancées scientifiques les plus prometteuses.
- Les initiatives qui découlent des discussions menées lors du sommet. L'année dernière, nous avons lancé l'initiative «Quantum for All» (voir page de gauche), qui vise à démocratiser l'accès à l'informatique quantique et à accélérer son utilisation au service du bien commun.

L'aventure du Gesda se poursuit. Les développements scientifiques se succèdent à un rythme effréné et font avancer notre travail. Le Gesda reste aux avant-postes. Nous vous invitons à suivre nos débats et nos initiatives! ■



Peter Brabeck-Letmathe, président du conseil de fondation. (GESDA)



Patrick Aebischer, vice-président du conseil de fondation. (GESDA)

VON LOEBELL

## Radar en un coup d'œil

former le monde de demain au bénéfice du plus grand nombre

création de start-up et les investissements privés dans les domaines couverts par le radar.

– **Le pouls de la société**, enfin, fournit une analyse de la perception des citoyens dans les médias grand public et les médias sociaux sur les thèmes du Gesda Science Breakthrough Radar®. Dans le prolongement des analyses précédentes, les données présentées dans l'édition de cette année reflètent une méthodologie améliorée et standardisée qui permet de décrire l'évolution du sentiment du public au fil des ans.

#### QUI

Le Gesda Science Breakthrough Radar® est une œuvre collective résultant des contributions de quelque 2100 scientifiques à travers le monde. Ils construisent la communauté Radar au sein du Gesda Academic Forum, présidé par le professeur Michael Hengartner (lire son interview en page 7), membre du conseil d'administration du Gesda.

Chaque année, pendant trois jours au mois d'octobre, la fondation Gesda réunit des représentants des communautés de pratique intéressées par la discussion et l'utilisation des tendances scientifiques émergentes décrites dans le Radar. La tenue du Geneva Science and Diplomacy

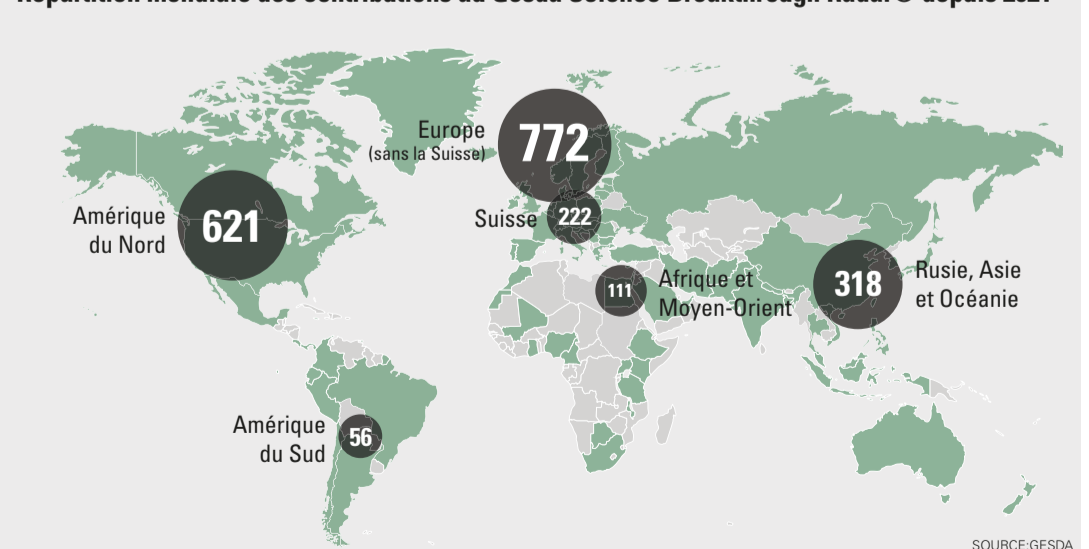
Anticipation Summit est l'occasion de présenter et de diffuser officiellement la nouvelle édition annuelle du Radar.

#### POURQUOI

En nous projetant dans l'avenir, nous cherchons à anticiper les grandes découvertes scientifiques et technologiques qui changeront nos modes de vie, de pensée et de comportement. L'activité consistant à repérer chaque année les futures percées et les tendances émergentes dans tous les domaines scientifiques, des sciences naturelles et sociales à l'ingénierie en passant par les sciences humaines, est plus importante que jamais en raison du rythme auquel la science et la technologie évoluent. C'est le seul moyen d'être prêt au moment où certaines de ces percées deviendront réalité.

Le travail du Gesda donne aux gens le temps de se préparer à ces changements avec les meilleures transitions possibles. Comme nous le montrent les débats actuels sur l'adoption rapide de l'intelligence artificielle (IA), qui modifie presque toutes les industries et commence à avoir un impact sur la société, il devient plus difficile de construire des solutions à long terme une fois que les débats ont commencé et qu'ils deviennent parfois confus. ■

### Répartition mondiale des contributions au Gesda Science Breakthrough Radar® depuis 2021



# 4 LA SCIENCE DE DEMAIN

SUPPLÉMENT PARTENAIRE **gesda**

## Découvrez huit percées scientifi

Le Gesda Science Breakthrough Radar® 2024 identifie et anticipe les princip

### Augmentation des capacités humaines

#### 1. Amélioration des capacités cognitives

Les progrès dans les neurotechnologies, tels que les interfaces implantées dans le cerveau ou les cellules nerveuses génétiquement modifiées, permettent d'optimiser les stimuli sensoriels manquants ou endommagés – et même d'augmenter les capacités naturelles. Par exemple la capacité de concentration, l'empathie ou la mémoire. Ces innovations modifient en profondeur le secteur de la santé et le bien-être individuel, mais soulèvent également des questions éthiques.

##### Horizons temporels:

**5 ans.** Des appareils pour la stimulation cérébrale sont de plus en plus utilisés. Des implants cérébraux de nouvelle génération permettent une meilleure stimulation et un meilleur enregistrement. La stimulation cérébrale profonde (SCP) aide à déterminer la région du cerveau appropriée pour la mise en place d'implants cérébraux destinés aux patients souffrant de la maladie d'Alzheimer, tandis que des systèmes d'électroencéphalogramme (EEG) portables en temps réel améliorent la qualité du sommeil.

**10 ans.** La modulation cognitive est utilisée pour le traitement de certaines maladies. L'intelligence artificielle (IA) et la miniaturisation permettent un usage à grande échelle de la modulation cognitive. Des maladies comme la dépression peuvent être traitées. Il est possible d'améliorer la mémoire humaine par stimulation électrique.

**25 ans.** L'IA améliore le traitement des traumatismes. Des systèmes adaptatifs à boucle rétroactive basés sur l'IA lisent les signaux cérébraux et décident de stimuler des régions spécifiques du cerveau et d'adapter les signaux, afin d'atténuer les symptômes de lésions ou de maladies. ■



#### 2. Prolongation de la vie

De nouvelles approches dans la manipulation génétique permettent des modifications génétiques extrêmement précises, permettant d'augmenter l'espérance de vie. Les nouvelles disciplines comme l'édition épigénomique et la métagénomique permettent l'analyse de l'ensemble du matériel génétique d'une communauté entière de micro-organismes d'un microbiote. Grâce à ces nouvelles connaissances, il est possible de réaliser des optimisations ciblées de facteurs environnementaux et symbiotiques, qui permettent au final d'améliorer la qualité de vie et de vivre plus longtemps.

##### Horizons temporels:

**5 ans.** Des études cliniques sur des médicaments anti-âge sont réalisées et des outils d'IA personnalisent des interventions destinées à améliorer l'état de santé. Les premières études dans le cadre desquelles des substances comme la rapamycine et la metformine ont été administrées à des chiens et à des primates mettent en évidence des mécanismes de vieillissement et des traitements potentiels.

**10 ans.** Des thérapies ralentissant le processus de vieillissement sont prescrites. Des interventions issues de la recherche sur les espèces à longue durée de vie et les microbiomes intestinaux sont appliquées dans le cadre d'études cliniques. Des thérapies combinées, par exemple avec de la metformine et de la rapamycine, sont explorées.

**25 ans.** Des méthodes de traitement préventives ciblent un vieillissement prématuré et renversent les paradigmes usuels de la médecine. Des médicaments sont prescrits à des patients à risque, possiblement dès l'âge de 20 ans, afin de prévenir des maladies liées à l'âge. ■



### Révolution quantique et intelligence artificielle avancée

#### 3. Systèmes neuromorphiques

Nos attentes vis-à-vis des ordinateurs et de leurs capacités évoluent avec les progrès de l'informatique quantique. Ces ordinateurs utilisent des photons à la place d'électrons, ainsi que des machines neuromorphes (inspirées de la structure du cerveau) destinées à reproduire les performances, la flexibilité et l'efficacité du cerveau humain.

##### Horizons temporels:

**5 ans.** Principalement dans la recherche, de nouveaux ordinateurs à haute efficacité énergétique aident de petits robots à réseaux neuronaux pulsés («SpiNNaker») à se déplacer et à naviguer. Des technologies neuromorphes, qui imitent des sens comme la vue et l'odorat, déploient peu à peu leur potentiel.

**10 ans.** Grâce à des réseaux neuronaux optimisés et à l'apprentissage profond (*deep learning*) fonctionnant avec un matériau à haute efficacité énergétique, les ordinateurs neuromorphes ne cessent de s'améliorer. Grâce à cette technologie, les robots traitent des données sensorielles et contrôlent la motricité permettant la réa-

lisation de tâches complexes. Des appareils à faible consommation traitent les informations sensorielles plus efficacement.

**25 ans.** Une meilleure compréhension du fonctionnement du cerveau permet de développer des ordinateurs capables d'imiter la mémoire et la logique d'un cerveau. Des robots dotés de cette technologie sont courants dans des secteurs comme la défense nationale et la santé. En outre, l'intelligence artificielle (IA) dotée d'une technologie neuromorphe fait partie du quotidien. ■



### Fondements de la connaissance

#### 4. Archéologie du futur

Des progrès importants dans l'analyse des vestiges archéologiques au niveau moléculaire permettent une recherche détaillée de la biologie et du comportement de nos ancêtres, de l'histoire de notre environnement, du climat et de la société. Cette fenêtre unique sur notre passé offre une meilleure compréhension de l'espèce humaine et de son avenir.

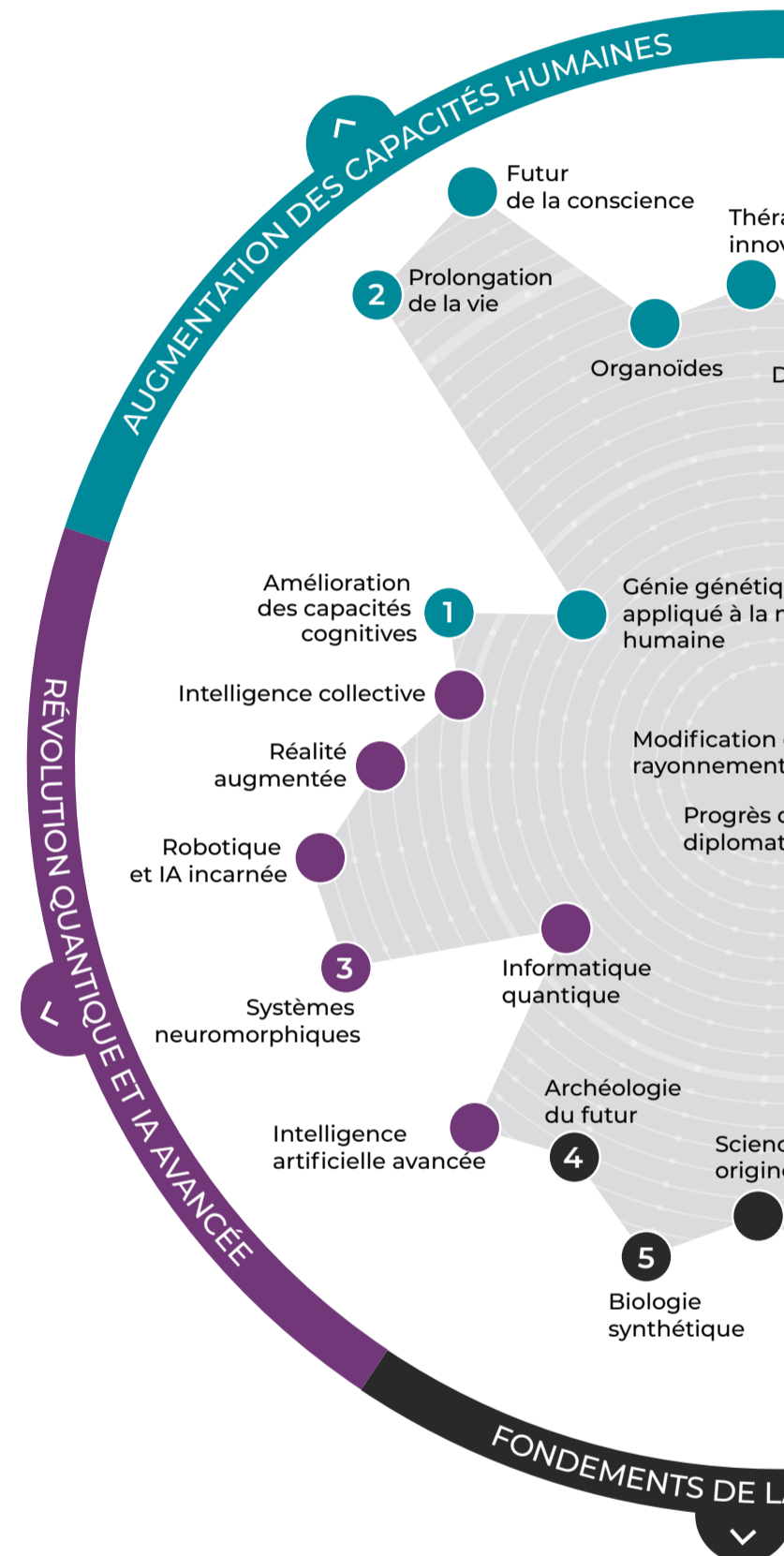
##### Horizons temporels:

**5 ans.** De nouveaux outils et des techniques d'échantillonnage moins coûteuses permettent d'explorer plus largement les conditions climatiques passées, y compris la pression atmosphérique et les modèles de vent. Ces avancées favorisent également l'extension de la recherche paléoclimatique à des régions jusqu'alors négligées par la science, comme l'Asie centrale et l'Amérique du Sud.

**10 ans.** Les chercheurs standardisent les méthodes d'analyse des indicateurs paléoclimatiques indirects (proxys) et permettent ainsi une reconstitution plus fiable, qui permet finalement d'identifier les tendances

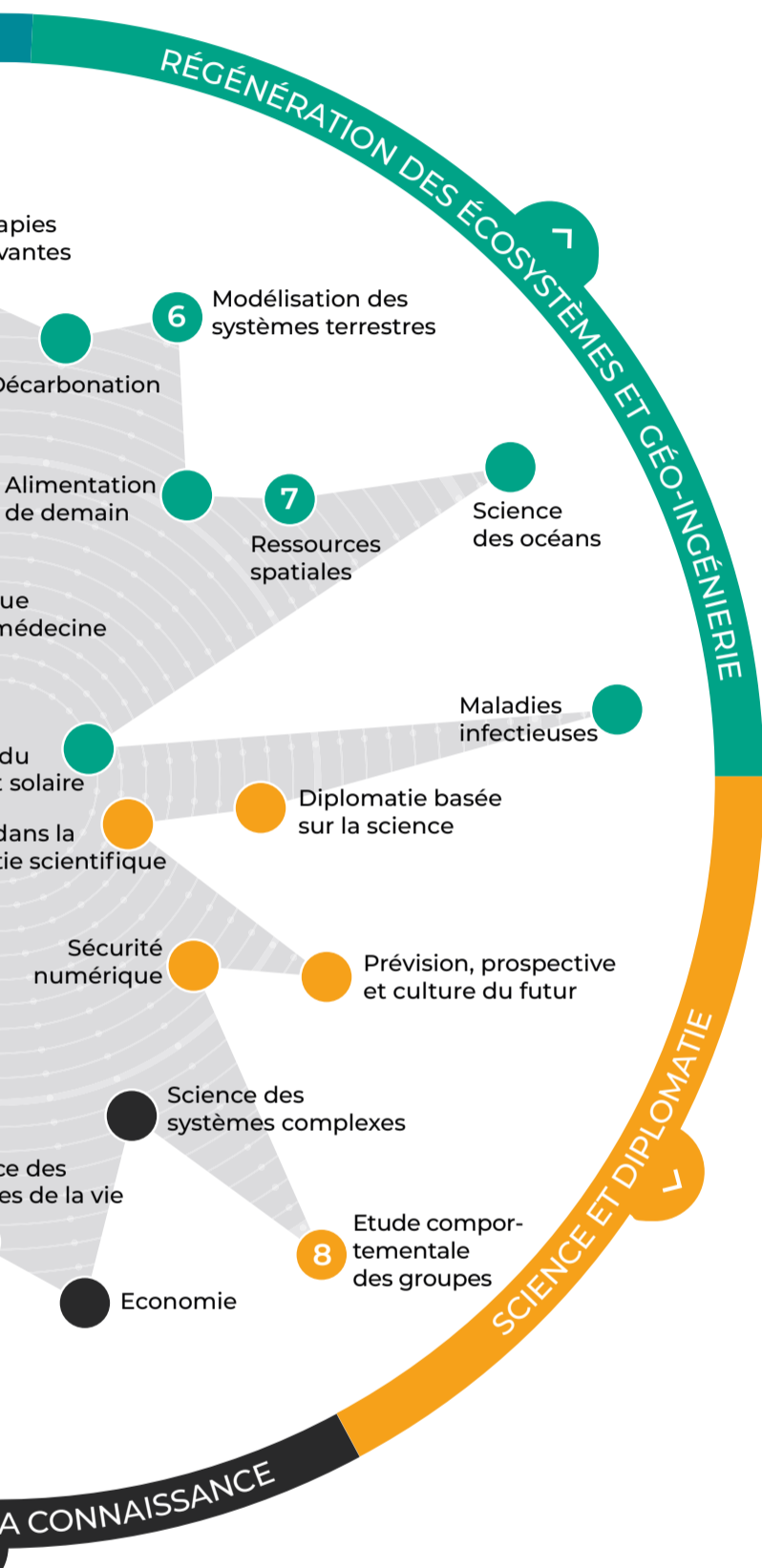
et les cycles climatiques à long terme. Des logiciels basés sur l'IA fournissent des traductions partielles de textes en langues anciennes.

**25 ans.** Des enregistrements en haute résolution du climat mondial et de l'évolution des hominidés – depuis 7 millions d'années – aident à comprendre comment les changements climatiques ont influencé l'évolution de la lignée humaine. Des chercheurs reconstruisent l'histoire complète des maladies humaines, de l'origine de notre espèce à nos jours. L'édition génomique est utilisée pour reconstituer les adaptations de certaines populations à des environnements spécifiques, afin d'analyser leur fonctionnement. ■



# Technologies qui changeront vos vies

Les principales tendances de la science mondiale dans cinq domaines clés. Décryptage



## 5. Conception de nouveaux systèmes biologiques

Des outils de prévision pour l'édition et l'ingénierie de systèmes biologiques permettent la modification d'organismes de manière fondamentale et durable, voire la création de formes de vie entièrement nouvelles. Le développement de kits peu coûteux et prêts à l'emploi pour reconstituer des systèmes biologiques offre de nombreuses possibilités dans le domaine d'application de la biologie synthétique. Cela soulève toutefois également la question de la régulation de cette technologie susceptible d'avoir un impact majeur.

### Horizons temporels:

**5 ans.** L'IA est capable de faire des déductions sur les fonctions de toutes les molécules biologiques, ce qui, à son tour, changera la façon dont nous concevons, modifions ou nommons les génomes. La viande artificielle à base de champignons devient courante sur le marché alimentaire.

**10 ans.** La production de cellules permet la production à haut débit de nouveaux médicaments. La conception intelligente de tissus pour la synthèse de produits

chimiques et de matières devient une pratique courante. Les techniques de synthèse sont utilisées pour la production à grande échelle de nombreux produits. Le steak produit en laboratoire est indiscernable d'une viande authentique.

**25 ans.** L'intégration de l'IA dans des systèmes de biologie synthétique permet de donner des instructions en langage humain. Ces instructions sont ensuite exécutées par la plateforme pour construire les molécules nécessaires. Des produits thérapeutiques à longue durée de vie basés sur le microbiote libèrent des médicaments de manière continue dans l'intestin, évitant ainsi la prise de comprimés. Par ailleurs, des organes destinés à des transplantations peuvent être cultivés à partir de cellules souches. Le cuir artificiel est largement répandu dans le secteur de la mode. Des processus biotechnologiques permettent la production de viande non animale, pour une meilleure alimentation. ■



## Régénération des écosystèmes et géo-ingénierie

### 6. Modélisation des systèmes terrestres

Une meilleure compréhension des mécanismes de l'évolution et de la vie permet une modification ciblée et stratégique de la nature, afin de développer des systèmes socioéconomiques plus robustes et plus durables. L'intervention de plus en plus contrôlée dans les écosystèmes, voire la création de nouveaux écosystèmes influence les futurs échanges entre l'homme et l'environnement.

### Horizons temporels:

**5 ans.** Des technologies comme la télédétection et l'IA aident à surveiller les écosystèmes et à détecter les maladies. Des scientifiques étudient comment les écosystèmes atteignent des points de bascule critiques et améliorent les connaissances sur la dynamique de la stratosphère.

**10 ans.** Des modèles numériques également appelés jumeaux numériques pour la représentation d'écosystèmes permettent une surveillance automatisée de la

biodiversité. Les petits organismes peuvent être mieux analysés et l'apprentissage profond est mis en œuvre pour la surveillance de la flore et de la faune marines. La cartographie des écosystèmes des zones abyssales progresse et des biobanques se mettent en place pour la collecte de matériel biologique.

**25 ans.** La manière dont les écosystèmes répondent au stress et au changement global fait l'objet de prévisions fiables. Des écosystèmes complexes peuvent être reconstitués, l'accent étant mis sur la reconstitution des interactions fonctionnelles, à l'image de la façon dont les nutriments se déplacent dans le système.



### 7. Ressources spatiales

De la découverte de nouvelles substances thérapeutiques à l'amélioration des semi-conducteurs, les chercheurs mettent à profit les propriétés uniques de l'espace – microgravité, rayonnement, quasi-vide continu – pour développer des produits aux propriétés extraordinaires, qui n'existent pas sur terre. Avec le développement de l'exploitation spatiale orientée ressources et des infrastructures correspondantes, la nécessité d'une gestion pacifique de notre environnement orbital augmente également.

### Horizons temporels:

**5 ans.** Le programme Artemis de la NASA, ainsi que d'autres projets spatiaux éveillent un intérêt mondial pour les matières premières lunaires et soulèvent un débat sur la manière d'exploiter l'eau et les métaux lunaires de manière responsable et de les distribuer de manière équitable, sans nuire à cet environnement unique.

**10 ans.** La démonstration de la transmission d'énergie solaire depuis l'espace, ou depuis l'orbite de la Terre,

est réalisée avec succès, et aide notamment les pays avec des ressources limitées à atteindre leur objectif de zéro net d'émission de gaz à effet de serre. Les coûts correspondants soulèvent toutefois des questions quant à la manière d'adapter la production, afin d'atteindre une efficacité maximale.

**25 ans.** La production sur la lune de matériaux de construction, de carburant et d'oxygène nécessaire à la vie soutient la perspective de la réalisation d'une base lunaire autonome, permettant à son tour de nouvelles explorations dans l'ensemble du système solaire. ■



## Science et diplomatie

### 8. Étude comportementale des groupes

De nouvelles technologies comme l'IA, la mécanique quantique et l'internet des objets ont considérablement augmenté les activités en ligne. Les nombreuses données permettent de simuler les comportements de groupe, ce que l'on ne pouvait autrefois qu'estimer ou supposer. Des données détaillées sur le comportement et les interactions sociales permettent une meilleure compréhension du développement de conflits, de polarisations et d'extrémismes, et permettent ainsi le développement d'interventions ciblées susceptibles de désamorcer des situations dangereuses.

### Horizons temporels:

**5 ans.** La prévisibilité des risques de conflits s'améliore sans cesse grâce à des modèles d'apprentissage automatique (*machine learning*). Des interventions sont proposées sur la base des données collectées.

**10 ans.** Des modèles d'apprentissage automatique encore plus simples d'utilisation améliorent la prévision de conflits, en tenant compte également de facteurs sociaux et politiques, ce qui conduit aux premières interventions dans le monde réel.

**25 ans.** Des interventions redéfinies et sur mesure améliorent les relations intergroupes. Des organisations mondiales appliquent des modèles pour la prévision de conflits et développent des lignes directrices éthiques afin de favoriser la confiance et de garantir que chaque intervention respecte l'autonomie des personnes concernées. ■



## 6 LA SCIENCE DE DEMAIN

SUPPLÉMENT PARTENAIRE 

## «Les êtres vivants n'obéissent pas tous aux règles du vieillissement»

Vera Gorbunova explore les mystères de la longévité.

Dans cet entretien, elle évoque l'état de la recherche et dévoile les secrets de l'hétérocéphale, encore appelé «rat-taupe nu» **Propos recueillis par Mirko Plüss****Madame Gorbunova, quel âge avez-vous?** 53 ans.**Et quel âge voudriez-vous atteindre?** D'emblée la question la plus compliquée! Je suis très satisfaite de ma vie et j'aimerais bien vivre longtemps, tant que j'ai la santé. Disons jusqu'à 120 ans?**Pourquoi 120 ans?** On considère actuellement que c'est la longévité maximale de l'être humain. Avec les progrès de la science, nous devrions bientôt être en mesure d'aider de nombreuses personnes à atteindre cet âge en bonne santé.**La longévité est au cœur de votre travail de biologiste. Vous avez étudié plusieurs années la résistance au cancer de l'hétérocéphale. Qu'avez-vous appris en termes de longévité?** L'hétérocéphale est un des animaux à la longévité la plus extraordinaire. Ce rongeur qui vit dans des colonies souterraines en Afrique de l'Est peut atteindre plus de 40 ans. On a découvert, et c'est important, que son tissu contenait de grandes quantités d'acide hyaluronique. Cette substance améliore l'élasticité de ses tissus, raison pour laquelle elle est souvent utilisée dans les cosmétiques. Les hétérocéphales, ou rats-taupes nus, possèdent dix fois plus d'acide hyaluronique que les souris. Nous avons donc doté des souris d'un gène d'hétérocéphale. Résultat: elles vivent nettement plus longtemps.**Que s'est-il passé exactement?** Premièrement, ils ont développé moins de cancers. Deuxièmement, ils ont eu moins de réactions inflammatoires, ce qui est déterminant pour la longévité, car les inflammations chroniques ont tendance à augmenter avec l'âge. Ces inflammations surgissent spontanément, pas forcément en raison d'agents pathogènes. Les souris munies d'un gène d'hétérocéphale ont moins souffert d'inflammations liées à l'âge. Il semble que le taux élevé d'acide hyaluronique ait contribué à ralentir ces processus ou même à les stopper. Les hétérocéphales sont également des modèles exceptionnels pour étudier les mécanismes du vieillissement en bonne santé, puisqu'ils s'avèrent résistants à la plupart des maladies liées à l'âge, y compris l'alzheimer.**Avez-vous fait des découvertes sur ce qui pouvait contribuer à une plus grande longévité humaine?** Nous avons collaboré avec des groupes de recherches qui ont analysé l'ADN de personnes devenues plus que centenaires. Certaines d'entre elles étaient porteuses d'une forme particulière de l'enzyme sirtuine 6. Il faut savoir que les sirtuines

Les recherches de Vera Gorbunova se concentrent sur la compréhension des mécanismes de la longévité. (ROCHESTER.EDU)

sont des enzymes qui participent à la régulation des réactions métaboliques et du stress. Chez certains centenaires, la sirtuine 6 comportait deux mutations associées et s'avérait nettement plus active que dans la population en général. Ce fut une découverte remarquable. Maintenant, les chercheurs tentent de comprendre comment on pourrait activer dans la même mesure la sirtuine 6 chez des individus «normaux». Là aussi, l'inflammation joue un rôle: une forte activité de la sirtuine 6 semble entraver beaucoup de types d'inflammation.

**A-t-on constaté jusqu'ici des succès concrets dans la recherche sur la longévité humaine?** Ce domaine de recherche est longtemps resté en phase expérimentale. Mais désormais les progrès s'accroissent. Plusieurs études cliniques contrôlées versus placebo avec des substances actives anti-âge ont été

réalisées ou sont en vue. Nous prévoyons par exemple une étude clinique dans laquelle nous administrerons à des sujets un composé tiré de l'algue brune qui active la sirtuine. Chez les souris, ce composé a prolongé la vie. Les effets devraient être les mêmes chez les humains. Comme vous le voyez, la recherche s'oriente dans toutes sortes de directions. L'une d'elles nous conduira sans doute à une percée.

**Considérez-vous le vieillissement comme incontournable ou une vie sans vieillissement est-elle imaginable?** En principe, l'évolution fonctionne selon un schéma où une génération est remplacée par la suivante. Le vieillissement et la mort sont des éléments incontournables de ce processus. Mais toutes les formes de vie ne respectent pas ces règles. Certaines espèces de méduses peuvent passer d'une forme mortelle à

une autre quasi-immortelle. De façon générale, les espèces longévives possèdent des mécanismes de réparation de l'ADN plus actifs et peuvent rapidement rafistoler leurs cellules après un accident ou du stress. Dans l'ensemble, elles demeurent éternellement jeunes.

**Est-ce souhaitable pour l'être humain?** Question compliquée. Mais le fait est que l'humanité affronte un défi démographique. Il y a toujours moins de gens qui font des enfants. Dans quelques années, il y aura beaucoup de personnes âgées et pas assez de jeunes pour s'en occuper. Il est donc dans l'intérêt de tout le monde que nous ne fassions pas que vivre plus longtemps mais que nous restions plus durablement indépendants et en bonne santé.**Théoriquement, quel âge pourrait atteindre l'être humain si le proces-****sus de vieillissement était génétiquement stoppé? Où se situent les limites biologiques?** C'est une question très spéculative. Nous pensons actuellement que la limite est autour des 120 ans, parce qu'à ce moment-là beaucoup de systèmes organiques sont usés. Mais la science peut nous aider à surmonter ces limites. Nous creusons toutes sortes d'axes prometteurs dans la recherche sur le vieillissement: reprogrammation génétique, remplacement d'organes, thérapies par cellules souches. Dans un avenir proche, il pourrait être possible de franchir la limite symbolique des 120 ans.**«Dans un avenir proche, il pourrait être possible de franchir la limite symbolique des 120 ans»****Quel âge pourraient atteindre, grâce aux progrès scientifiques, des gens nés aujourd'hui?** Je dirais que nous pourrions prolonger leur vie d'environ 50%, mais c'est parfaitement spéculatif. L'objectif doit être de maintenir les gens en bonne santé. Personne ne voudrait atteindre 200 ans en étant grabataire et demandeur de soins.**Vous-même, vous décririez-vous comme partie prenante du mouvement en faveur de la longévité?** En tant que scientifique, je suis surtout animée par la curiosité, pas par un désir personnel d'immortalité. Mais je considère le mouvement en faveur de la longévité comme positif parce qu'aujourd'hui les gens prennent mieux soin de leur santé, au lieu de fumer et de se nourrir n'importe comment. C'est une étape importante dans notre évolution.**Vous soutenez le Gesda, le Geneva Science and Diplomacy Anticipator. Pourquoi? Quelle est la principale utilité de cette fondation?** Je juge extrêmement important de combler le fossé entre les scientifiques et les politiques. Les politiques doivent demeurer informés des derniers développements scientifiques. Il est dangereux que des décisions soient prises sur la base d'informations périmées. Or la science évolue très vite. ■**Impressum**

Ce cahier est un supplément partenaire dont le contenu a été réalisé par les équipes de GESDA et de la NZZ, via son prestataire interne pour le storytelling journalistique NZZ Content Creation, indépendamment de la rédaction du «Temps».

**Gestion de projet**

Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA)

**Sponsorisé par la Fondation Hippomène**  
Jean-Marc Crevoisier (concept).

**NZZ**

Alexander Vitolic (coordination), Sara Sparascio (conception et graphisme) et Michael Zweifel (vente).

**«Le Temps»**

Julia Chivet (responsable des suppléments), Martin Nieva (conception et

graphisme) et Géraldine Schönenberg (responsable correction).

**Contact**

publicite@letemps.ch  
Le Temps SA,  
avenue du Bouchet 2,  
1209 Genève,  
+ 41 22 575 80 50

**Profil**

Vera Gorbunova est professeure de biologie à l'Université de Rochester et codirectrice du Rochester Aging Research Center. Ses recherches se focalisent sur les mécanismes de la longévité et sur l'étude de mammifères à la longévité extraordinaire. ■



# «L'avenir peut faire peur. C'est pourquoi il faut un cadre clair dès aujourd'hui»

Michael Hengartner est président du Forum académique du Gesda et président du Conseil des EPF. Dans cet entretien, il décrypte le sens des projections et des futurs possibles en matière scientifique **Propos recueillis par Mirko Plüss**

**Monsieur Hengartner, comment imaginez-vous en tant que jeune scientifique le monde en 2024? Des voitures volantes? Des nanorobots qui réparent nos cellules?** A l'époque, je ne me préoccupais pas vraiment de l'avenir, même si j'étais un grand fan de *Star Trek*. J'étais suffisamment impressionné par ce qui se passait autour de moi. Dans mon domaine, la biologie moléculaire, il y avait de nouvelles méthodes de microscopie révolutionnaires. Je devorais chaque mot à ce sujet dans les magazines *Nature* et *Science*. Et dans le domaine numérique, la puissance de calcul augmentait, les supports de stockage devenaient de plus en plus petits, les imprimantes couleur arrivaient sur le marché...

**Vous écrivez dans un récent essai: «Nous vivons dans un monde d'intelligence artificielle révolutionnaire, de thérapie génique expérimentale, avec des sociétés numériques hyperconnectées et des organismes biologiques de synthèse». Quelle a été pour vous l'évolution la plus remarquable de ces dernières années?** Très clairement, la puissance de calcul de nos ordinateurs qui n'a cessé d'augmenter au fil des décennies et qui continue de croître aujourd'hui encore. Cela me fascine. Les applications d'intelligence artificielle (IA) n'auraient pas été possibles avec la puissance de calcul des années 1990. La biologie moléculaire est un autre domaine dans lequel l'évolution est extrêmement rapide. Je m'attends à de nouvelles percées dans les années à venir.

**Vous êtes président du Forum académique du Gesda. Dans quelle mesure doit-on se fier aux prédictions du Gesda?** Le physicien Niels Bohr aurait dit: «Prévoir est très difficile, surtout lorsque cela concerne l'avenir». C'est avec cette humilité que doit être abordée cette question. Mais en même temps, la futurologie, ou étude du futur, est devenue une science en soi. Il y a des thèmes, des méga-tendances, qu'il faut transmettre aujourd'hui aux décideurs pour qu'ils soient capables d'agir demain. Cela ne vaut d'ailleurs pas seulement pour la politique. Je pense que chaque chef d'entreprise et chaque dirigeant devraient également avoir les thèmes de notre radar d'anticipation sur leur radar.

**Qui élabore les prévisions du Gesda?** 2100 scientifiques de 87 pays travaillent dans différents groupes de projet dans leurs domaines de spécialisation. Ils le font bénévolement. Au début, ils ont un peu de mal à se projeter et préfèrent parler de ce sur quoi ils travaillent. Mais avec le temps, ils arrivent à penser à la manière dont on peut se projeter un peu dans l'avenir. Cinq ans, c'est encore relativement facile – c'est aussi l'horizon dans lequel les fonds de recherche sont demandés. Dix ans, c'est déjà plus difficile, et lorsqu'on fait des prévisions à vingt-cinq ans, il faut tenir compte de beaucoup d'éléments.

**Le Gesda essaie d'anticiper les évolutions technologiques. Est-ce encore possible à l'heure de l'IA? Le développement ne s'accélère-t-il pas?** L'apport de l'IA constitue effectivement un bond en avant considérable pour la recherche, tant du point de vue qualitatif que quantitatif. Mais ce n'est pas seulement à cause de l'IA que nous vivons des temps fortement accélérés. Il y a aujourd'hui plus



Michael Hengartner, président du Forum académique du Gesda et président du Conseil des EPF. (SAMUEL SCHALCH)

de scientifiques qu'il n'y en a eus dans toute l'histoire du monde. Quand on a beaucoup plus de recherche, on a aussi beaucoup plus de résultats. Cela ne veut pas dire que tous ces résultats sont systématiquement bons...

**Et ce rythme n'existait pas auparavant?** Ceux qui sont nés à la fin du XIXe siècle et qui ont tout vécu, du cheval à l'alunissage, ils ont bien sûr également connu des changements spectaculaires. Mais l'IA et le développement de la puissance de calcul ont le potentiel d'agir comme des multiplicateurs massifs, et ce dans des domaines scientifiques très différents.

**Y a-t-il un risque que la société finisse par ne plus pouvoir suivre?** Certains chercheurs sont de cet avis. Mais le fait d'être pris au dépourvu par les innovations technologiques existait déjà auparavant. Pendant l'industrialisation en Suisse, les ouvriers jetaient les nouvelles machines dans la rivière par peur de perdre leur emploi. Puis, à un moment donné, la technologie s'est banalisée.

**Dans le domaine de l'IA et «des grands modèles de langage» en particulier, la société civile ne semble définitivement pas être aux commandes actuellement. Les géants de la technologie ont le monopole de l'innovation et définissent les règles.** Il en a toujours été ainsi lors des révolutions technologiques: le développement précède la législation. A partir d'un certain moment, il a fallu un correctif juridique, le démantèlement de monopoles, pour endiguer quelque peu cette domination technique.

**Le Gesda doit-il également agir comme un correctif avec ses prévi-**

**sions?** Non. Nous voulons que les tendances soient discutées tôt, assez tôt pour qu'un correctif sévère ne soit plus nécessaire, qu'on ne soit pas toujours forcé de suivre le mouvement. Pour certains thèmes d'avenir, nous devons nous mettre d'accord dès aujourd'hui sur ce que nous voulons et ce que nous ne voulons pas.

**Vous avez participé à la rédaction du Gesda Science and Diplomacy Breakthrough Radar, actualisé chaque année. Qu'est-ce qui sort du lot cette année?** Je trouve le domaine des neurosciences tout à fait passionnant. Aujourd'hui, nous pouvons déjà introduire des électrodes dans le cerveau et en extraire des informations, les interpréter et en déduire une réaction. Les paraplégiques peuvent ainsi bouger à nouveau leurs jambes, uniquement grâce à leur volonté. Cela ne fonctionne qu'approximativement, mais les résultats sont sensationnels: les personnes paralysées peuvent à nouveau marcher. Et maintenant, regardez ma bouche quand je parle: la parole n'est elle aussi qu'une succession de mouvements musculaires. Les «interfaces cerveau-ordinateur» permettront donc à l'avenir de lire les pensées en temps réel.

**Quels développements sont envisageables à cet égard?** Outre les applications médicales, on pourrait bien sûr aussi lire dans les pensées de personnes en bonne santé. Peut-être qu'une armée réfléchira à la possibilité que ses soldats, au lieu de se parler, pensent entre eux. L'un pense quelque chose, les autres l'entendent dans leur oreille. De la pure télépathie! Autre exemple: de même que l'on tentera bientôt de faire oublier les pensées traumatisantes, on peut aussi effacer des pensées chez des personnes en bonne santé. Et si l'on peut effacer, on appren-

dra plus tard à écrire et à créer des pensées entièrement nouvelles. Pour moi, il est clair que dans quelques années, on pourra également améliorer la mémoire. Imaginez des parents qui donneraient alors à leurs enfants non seulement de la Ritaline, mais aussi un implant cérébral pour passer l'examen de maturité.

**Cela semble très dystopique.** L'avenir peut faire peur, oui. C'est précisément pour cette raison qu'il faut dès aujourd'hui fixer un cadre. Comme pour l'interdiction du dopage dans le sport, il faut un consensus pour savoir quand on peut utiliser la technologie neurologique et quand on ne le peut pas. Mais nous sommes déjà un peu en retard, Elon Musk a déjà son entreprise Neuralink – il veut faire des hommes des cyborgs et accélérer notre pensée avec l'aide des ordinateurs. Le Gesda apporte ici une contribution importante pour que les acteurs politiques et sociaux ne soient pas simplement dépassés par ces développements.

**Dans d'autres domaines d'avenir définis par le Gesda, on évoque également une «amélioration» de la vie humaine. Le mot clé est l'allongement de la durée de vie – qu'est-ce qui nous attend?** La plupart des choses qui se font actuellement sont intéressantes d'un point de vue scientifique, mais je n'ai pas encore vu de *game changers*. Ne pas fumer, manger sainement et faire un peu de sport est toujours la meilleure recette pour vivre longtemps. Mais cela devient passionnant – et un défi social plus important – lorsque l'on développe une technologie, ou un cocktail de mesures, qui permet de prolonger la vie de dix à vingt ans supplémentaires de manière fiable. Il est fort possible que vous et moi en soyons encore témoins.

**Vous avez vous-même fait de nombreuses recherches sur la mort cellulaire. Avez-vous réussi à percer le secret d'une vie plus longue?** Notre objet de recherche était le nématode *Caenorhabditis elegans*. En effet, les chercheurs ont pu générer des vers qui vivaient quatre fois plus longtemps que la normale. Transposé à l'homme, cela représenterait quelques centaines d'années. Chez le ver, cela a été possible avec seulement deux petites modifications génétiques. Nous, les humains, sommes plus complexes; des mutations génétiques individuelles ont probablement un impact plus faible. Mais que se passerait-il si l'on réunissait chez une même personne plusieurs modifications permettant de prolonger la vie?

**«Les «interfaces cerveau-ordinateur» permettront à l'avenir de lire les pensées en temps réel»**

**Le Gesda se concentre également sur des thèmes très différents, par exemple sur l'avenir de l'archéologie. Que peut-on espérer y trouver?** Les fouilles menées au XIXe siècle l'ont été de façon très grossière par rapport à aujourd'hui. On a beaucoup détruit. Actuellement, lorsque l'on découvre une nouvelle salle du trône en Egypte, il est possible d'utiliser le séquençage de l'ADN et la protéomique pour connaître l'identité de cette personne et ce qu'elle mangeait. Grâce à l'analyse moléculaire et isotopique, on peut déterminer l'âge et le lieu de création des artefacts. L'analyse des longueurs d'onde permet de voir à l'intérieur des pièces sans avoir à creuser. Grâce à des satellites, on peut trouver des ruines enfouies. Il reste encore beaucoup à faire dans de nombreux endroits du monde. L'archéologie se transforme ainsi en une science humaine qui collabore de plus en plus étroitement avec les sciences techniques.

**Comment le Gesda aide-t-il concrètement la diplomatie et la politique à prendre des décisions?** Il existe une méthode que nous transmettons à la diplomatie et à la politique et qui repose sur trois questions simples: que pourrait-il se passer? Qu'est-ce que cela signifierait? Que pouvons-nous faire dès aujourd'hui? Notre radar indique ce qui pourrait se passer. En même temps, nous donnons aussi une classification de la possibilité qu'un développement nous influence fortement en tant qu'humanité. Mais nous ne donnons pas d'instructions pour la mise en œuvre. C'est à la politique, à l'économie et à la société de décider ce qu'il faut éventuellement faire dès aujourd'hui. La Genève internationale est le lieu idéal pour faire dialoguer des acteurs très différents. La Confédération, notre fondateur qui nous soutient également financièrement, est très intéressée par notre travail. Le ministre des Affaires étrangères Ignazio Cassis considère le Gesda comme une contribution importante pour faire face de manière multilatérale aux grandes évolutions de notre époque. ■





# Join us for the Geneva Science and Diplomacy Anticipation Summit

From 9-11 October under the theme of “the Great Scientific Acceleration”

You can watch the Summit live on our platforms. Key sessions include:

- The launch of the 2024 GESDA Science Breakthrough Radar®, showcasing 8 anticipatory briefings on future scientific advancements.
- Geneva Political Talks including the launch of the GESDA Anticipation Gateway initiative to democratize access to knowledge.
- Insights on the Open Quantum Institute's progress and future plans.
- Discussions on Human Augmentation, Eco Augmentation and Data Augmentation.

Top speakers include



Ignazio Cassis  
Federal Councillor  
Minister of Foreign Affairs  
Switzerland



Anousheh Ansari  
CEO XPRIZE  
Foundation



Baiba Braže  
Minister of Foreign Affairs  
Latvia



Mark Chen  
Vice President  
Frontier Research  
OpenAI



Nam-Hai Chua  
Senior Investigator  
(Emeritus), Temasek Life  
Sciences Laboratory



Ariel Garten  
Founder & Chief  
Evangelist Officer  
Muse



Fabiola Gianotti  
Director-General  
CERN



Rebeca Grynspan  
Secretary General  
UNCTAD



Alok Jha, Science and  
Technology Editor  
The Economist



Debbie Senesky  
EXTreme Environment  
Microsystems Laboratory  
Stanford University



Tatiana Valovaya  
Director-General of the  
United Nations Office  
at Geneva

Geneva Science and Diplomacy  
Anticipation Foundation

## Use the future to build the present

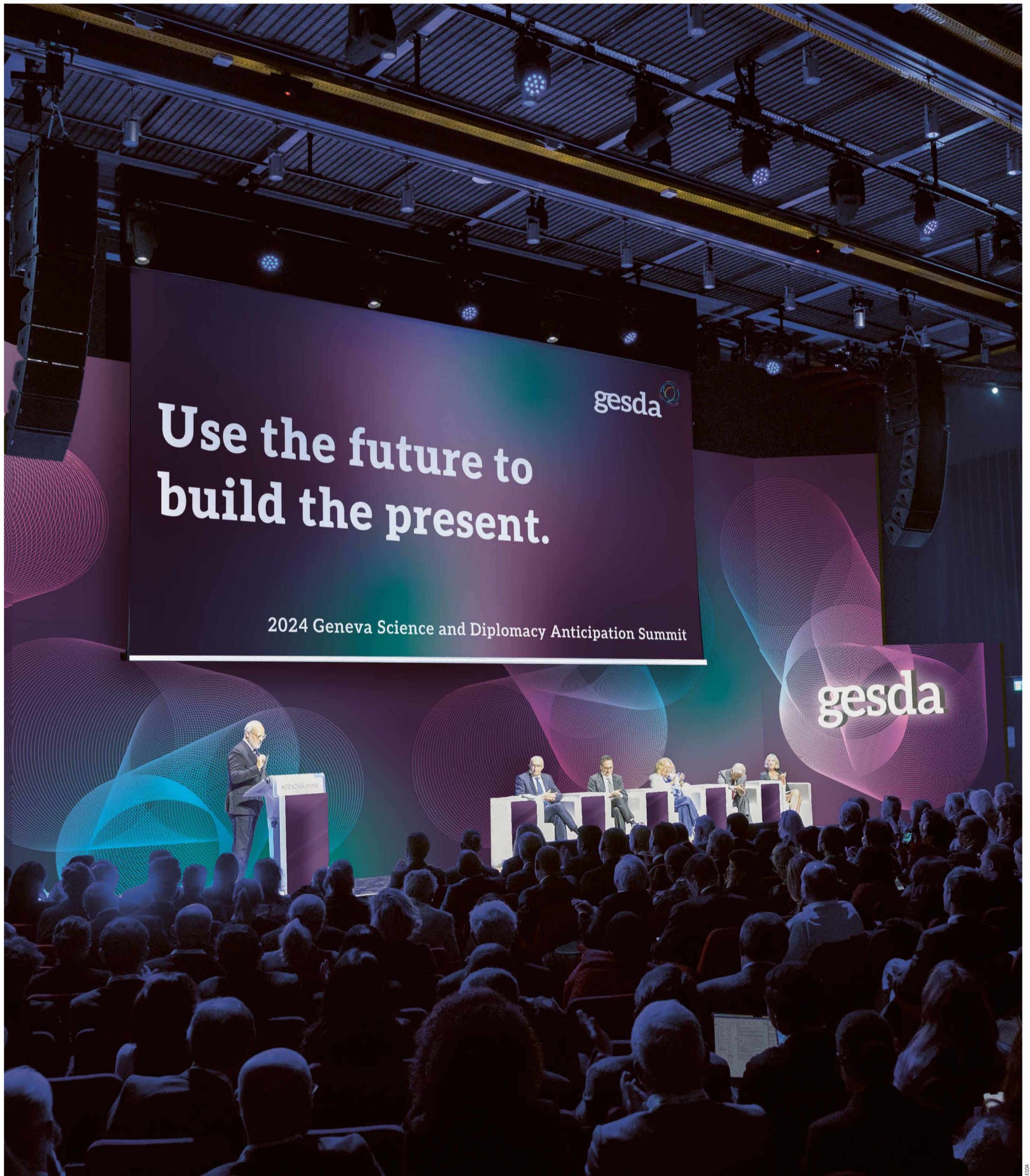
The Geneva Science and Diplomacy Anticipation (GESDA), established by Switzerland, is a foundation created to prepare leaders and citizens for a world of rapid and accelerating change. It does so by anticipating scientific and technological developments that could have a significant impact on people, politics and economy over the next 5, 10 and 25 years. As a think and do tank, its mission is to work with all actors from academia, diplomacy, business and society to ensure the opportunities of science benefit everyone.

Join us live  
online



# Publisher's supplement Anticipating Science

The GESDA Foundation, Geneva Science and Diplomacy Anticipator, is bringing together around 1,000 decision-makers from around the world for the fourth time at its annual summit.



# Use the future to build the present

Editorial by GESDA's Chairman Peter Brabeck-Letmathe and Patrick Aebischer, vice-chairman of the GESDA Board of Directors

When the Swiss Confederation and the Canton and City of Geneva founded the Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA) Foundation just over five years ago, they wanted to ensure that Switzerland and Geneva would remain a preferred hub for multilateralism in the future, and that GESDA, through its four fora, would become an efficient tool for innovative science and diplomacy. It's a commitment that is summed up in our vision to «use the future to build the present.»

We work each day to accomplish this with the support of some 2,100 scientists and experts from 87 countries who have contributed to four editions of the GESDA Science Breakthrough Radar®, including the latest edition that we present to you in this special edition of the NZZ. This year, GESDA selected eight scientific trends that could change your life (for more, read pages 4 and 5).

The acceleration of scientific breakthroughs over the past five years has confirmed our basic assumption. And

we envisioned the founding of GESDA even before the applications of artificial intelligence abruptly entered our lives and began changing them daily.

Further breakthroughs, particularly those aimed at making better use of the almost infinite possibilities of our brains, or the development of quantum computers with a performance and speed far beyond what we know today, will also impact our lives in the not too distant future.

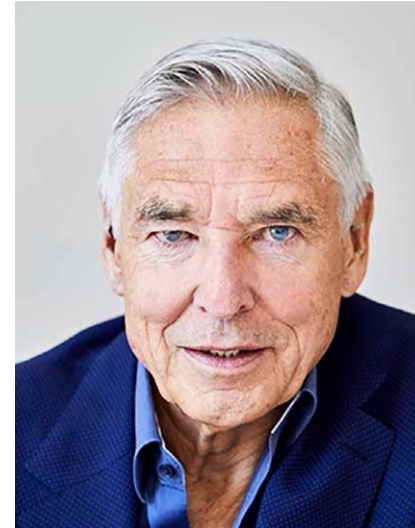
GESDA decided to take up this challenge and work to address these innovations and their applications at an early stage, so people are better prepared to integrate them into their professional and private lives. In particular, GESDA's main task is to make concrete proposals so that everyone can benefit from them. We developed three instruments for this purpose:

- The Science Breakthrough Radar, which anticipates the development of 40 topics on five scientific platforms over the next five, 10 and 25 years.

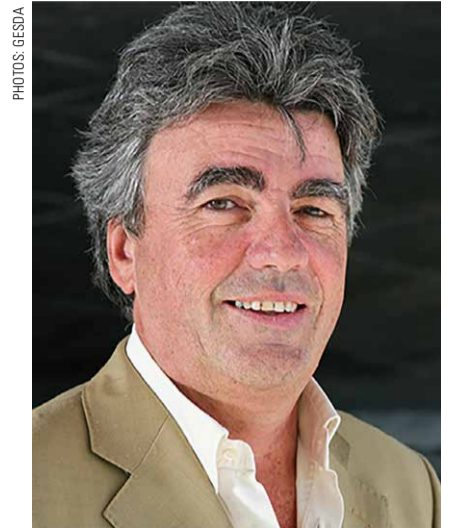
- The annual GESDA Summit, which brings about 1,000 decision-makers to Geneva each October to discuss the most promising scientific breakthroughs.

- Specific initiatives that arise from discussions at the summits. Last year, we launched the «Quantum for All» initiative (see page 3), which aims to democratize access to quantum computing and accelerate its use for the benefit of the general public.

The GESDA adventure continues. Scientific developments are occurring at a rapid pace and driving our work forward. GESDA stays on the ball. We invite you to follow our debates and initiatives!



Peter Brabeck-Letmathe



Patrick Aebischer

## The Science Breakthrough Radar at a glance

A unique tool for anticipating scientific breakthroughs and transforming tomorrow's world to benefit as much of humanity as possible.

The Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA) Foundation was established by Switzerland in Geneva to prepare leaders and citizens for a world accelerated by science and technology. It anticipates scientific and technological developments over the next 5, 10, 25 years that are likely to have the most impact on the global population, economy and politics. As a think and do tank, its mission involves working with members of academia, diplomatic corps, business and society to use scientific opportunities for the benefit of all. GESDA's main tool for anticipation is the Science Breakthrough Radar®.

### What is it?

The GESDA Science Breakthrough Radar® is:

1. A new tool for multilateralism, informed discussions, and concerted action.
2. A one-stop portal where people can gain access to authoritative information about the latest and most important research and advances, bringing themselves up to speed with the unprecedented pace of science and technology.
3. A factual basis for eye-opening reflections on the anticipated impacts of future scientific discoveries on people, society and the planet.
4. An interactive, evolving instrument that is updated annually and can now be more easily accessed through a custom search engine facilitated by artificial intelligence.

### Who is it for?

The GESDA Science Breakthrough Radar® provides a single entry point of access to a unique source of information intended to benefit all communities of practice that are interested in becoming early adopters of scientific advances, regardless of whether they are fellow scientists, political authorities, diplomats working at embassies, staff of international organizations or NGOs, business people, or citizens from around the world.

### How does it work?

The GESDA Science Breakthrough Radar® gives an overview of the emerging trends in five major fields of science and technology:

1. Advanced AI and Quantum Revolution
2. Human Augmentation
3. Eco-Regeneration and Geoengineering
4. Science & Diplomacy
5. Knowledge Foundations

Each platform is accompanied by a reactive part - the pulses of science, diplomacy, impact and society - that allows different communities to offer their opinions on the findings drawn from the Radar.

- The pulse of science provides a summary of insights from leading experts in the scientific community on how research in different fields may advance over the next 5, 10 and 25 years. It describes anticipated science trends across 40 emerging scientific topics, covering a broad range of research areas in natural and social sciences, engineering and the humanities. These trends are not absolute predictions — they may develop in unforeseen ways. But noting their emergence makes an important contribution to debates about the future of humanity, and the role that the international community can play.

- The pulse of diplomacy provides perspectives from the global diplomatic community — heads of states or international organizations, ministers, diplomats and other policymakers or government officials - on the implications of the anticipated science and technology advances described in the Radar. Presented as selected proceedings from the annual Geneva Science and Diplomacy Anticipation Summit, it describes the impact of future breakthroughs on global issues such as human rights, international peace and security, and prosperity.

- The pulse of impact, a new addition to the Radar, provides additional data about

investments in the private sector on selected emerging topics. Whether science and technology breakthroughs are successfully deployed from the lab into the world depends to a certain extent — and can be accelerated by - investments from the private sector. The pulse of impact describes the latest data about patent filing, start-up creation and private investments in topics covered by the Radar.

- The pulse of society, finally, provides analyses of the public perception and latest debates that can be found in mainstream media and social media about the Radar's selected topics. Extending past analyses, the data presented in this year's edition reflects an enhanced and standardized methodology that offers an insightful description of the evolution of public sentiment over the years.

### Who is involved?

The GESDA Science Breakthrough Radar® is a collective work resulting from

collaboration among 2,100 scientists around the world. Their participation reflects the growing Radar community within the GESDA Academic Forum that is chaired by Professor Michael Hengartner (see his interview on page 7), who is a member of the GESDA Board of Directors.

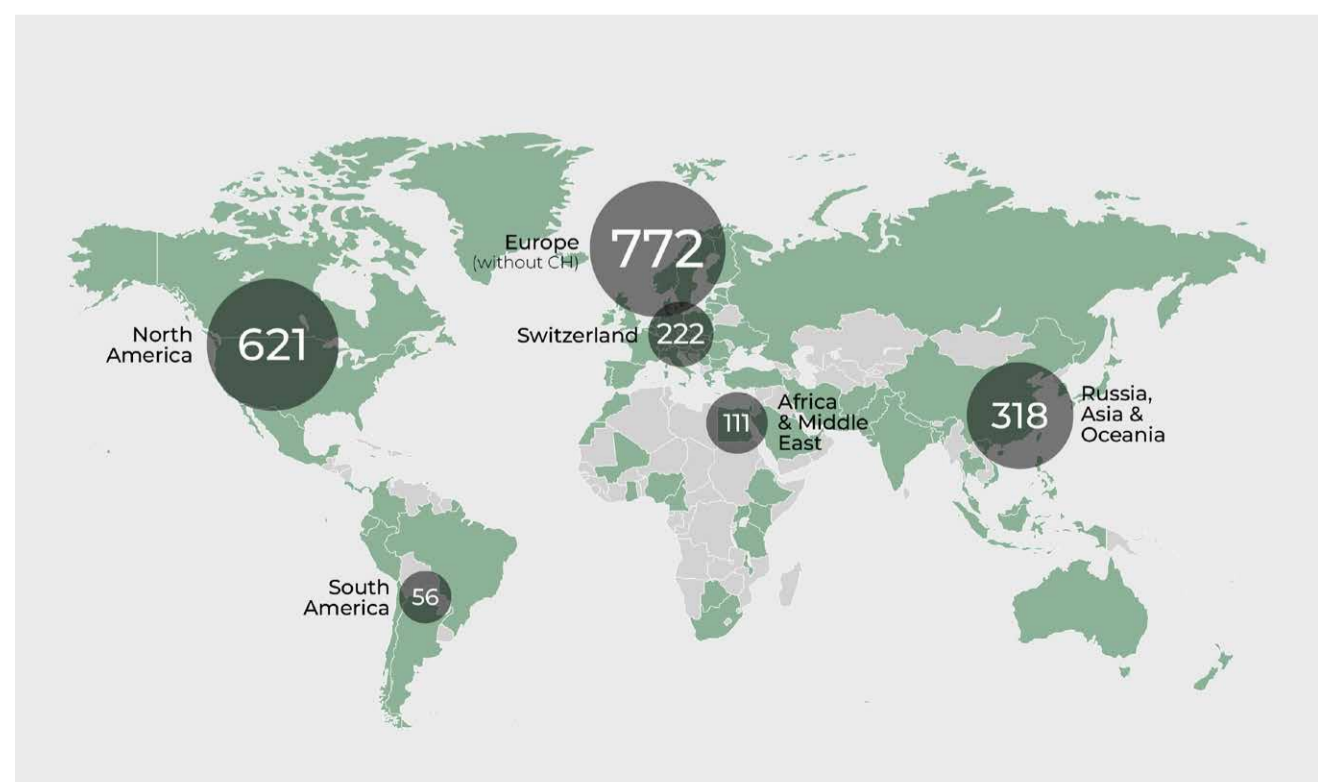
For three days every year in October, the Geneva Science and Diplomacy Anticipation Summit, hosted by the GESDA Foundation, gathers representatives of the communities of practice who are interested in discussing and using the emerging scientific trends depicted in the Radar. It's also the event where the new annual edition of the Radar is officially presented and released.

### Why is it done?

By projecting ourselves into the future, we aim to detect in advance the major scientific and technological advances that will change the ways we

live, think, and behave. The activity of scouting each year for future breakthroughs and emerging trends across scientific domains, from natural and social sciences to engineering and the humanities, is more critical than ever due to the pace at which science and technology are evolving. It's the only way for humanity to be ready for the time when some of these breakthroughs become a reality.

The work that GESDA carries out gives people time to prepare for these anticipated changes with the best possible transitions, and empowers them to develop uses for emerging science and technology that can benefit as many people as possible. The rapid adoption of artificial intelligence that is changing almost every industry and starting to impact society illustrates how much more difficult it is to construct long-term solutions when the debates lag behind the science and technology, creating a rushed atmosphere.



A total of 2,100 scientists worldwide contribute to the GESDA radar.

# Towards a democratic quantum revolution

*OpEd by Federal Councillor Ignazio Cassis, head of the Federal Department of Foreign Affairs.*

In establishing the Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA), Switzerland sought to enable concrete initiatives to boost multilateral policy in general and International Geneva in particular. As part of this process, GESDA joined forces with CERN last spring to launch the Open Quantum Institute (OOI), supported by UBS and some thirty diplomatic missions based in Geneva.

Quantum technology, which holds out the promise of unimaginably powerful computing capability, is fast approaching. The science has been steadily developing, producing technological breakthroughs which are bringing the future ever closer at dazzling speed. The stuff of science fiction is becoming a lived reality. What only recently felt like a distant dream is now within the realms of possibility.

The technology is profoundly altering the relationship between individuals and organisations, and between humanity and its environment. It is also changing the way we organise ourselves as a society. This is hardly new. After all, the mechanisation of production drove the Industrial Revolution. What is unusual, however, is that this progress greatly outpaces human evolution, resulting in an ever greater divide. Across the globe, the public and private sectors are investing heavily in quantum computing for good reason: nations with the most powerful supercomputers will have a comparative advantage, with the rest playing catch-up. However, we must be aware that this could also alter the balance of power between the world's nations and economies.

Given this dynamic, Switzerland is committed to ensuring a responsible international order based on solidarity. We need to support the quantum revolution, ensuring that opportunities and risks are carefully controlled and technologies are used wisely in terms of managing

**We must make sure that scientific and technological breakthroughs benefit all of humanity, not just a select few.**

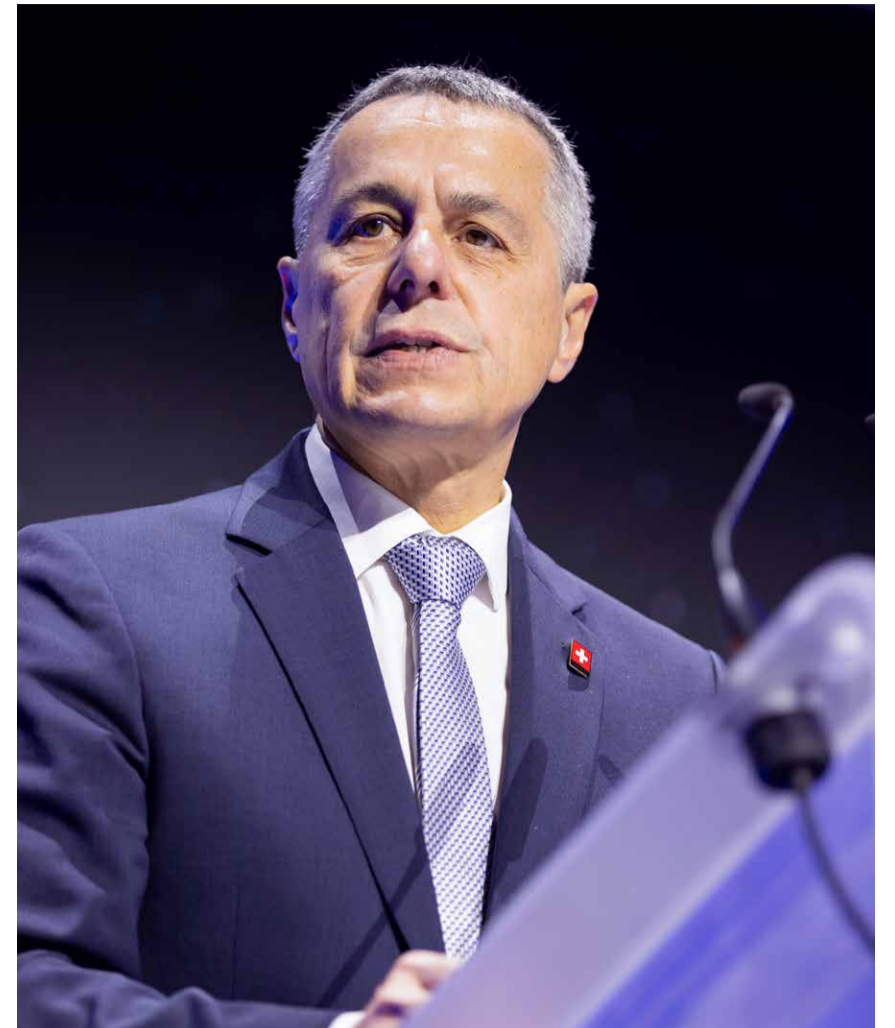
common resources. We must make sure that scientific and technological breakthroughs benefit all of humanity, not just a select few.

This is the mission of the Open Quantum Institute. It intends to harness the best quantum computers for the benefit of organisations that do not have the means to acquire them or for scientists working for the common good. This poses a significant challenge: to gain access to these computers, it will be necessary to demonstrate that we are seeking to achieve the UN's Sustainable Development Goals. And this is possible!

Some researchers believe that quantum computing solutions will make it possible to predict bacterial resistance patterns to antibiotics more quickly and accurately, and thus identify new, more targeted chemical compounds. The World Health Organisation recognises antibiotic resistance as one of the ten greatest threats to public health. Thanks to quantum technology, experts also hope to reduce carbon dioxide in the atmosphere by improving the catalytic process responsible for fixing carbon to the surface of materials. The OOI will enable a wide range of groups and geographical regions to use quantum technologies to address critical challenges.

In establishing the OOI, the GESDA Foundation is carrying out the task assigned to it in 2019 by the Federal Council and the Canton and City of Geneva, which is to develop tools capable of anticipating new technologies, with a view to expediting the regulatory framework required to ensure that new technologies are shared. As in the case of quantum technology, these tools will enable us to maintain control in the face of new trends and retain our ability to take democratic action.

Everyone has been taken by surprise by the lightning speed advancement of artificial intelligence, which is funda-



Ignazio Cassis at the GESDA Summit 2023.

GESDA / FROM LOEBELL

mentally altering the way we think, work and live. It would have been sensible to discuss the issues several years ago and plan ahead. Now people are rushing to get on top of the issues, which is not conducive to finding constructive solutions. We should seek to learn lessons to help us prepare for further technological breakthroughs. Quantum technology is among the innovations with the potential to change lives. People have the right to debate anticipated scientific breakthroughs before they affect people's day-to-day lives.

Switzerland's interest is twofold. Firstly, it seeks to ensure that cutting-edge technologies are developed within a democratic governance framework. Secondly, it seeks to position International Geneva as a centre for innovative governance at the service of the global community. Although the current geopolitical climate makes it more difficult to agree solutions

within multilateral processes, we must continue to defend the rule of law against the rule of force. Switzerland's credibility on the international stage is essentially linked to Geneva.

It is difficult to make predictions, especially about the future! With GESDA, Switzerland is aiming to achieve something new – a truly ambitious venture. Combining anticipation and action, or rather acting now while looking ahead, is a significant challenge. But the world needs anticipatory science diplomacy.

The OOI is a perfect example of anticipation in action to help us prepare for future challenges. I am convinced that Switzerland should take this path. There is no viable alternative to science diplomacy. And the most promising approach for Switzerland is for International Geneva to serve as a focal point for 21st century global governance, including digital governance.

## Quantum computers to reveal urban water leaks

*New technology makes it possible to detect leaks in water pipes.*

JEAN-MARC CREVOISIER

The use of quantum computers to detect and prevent leaks in distribution networks promises to deliver impressive results in tackling the dramatic problem of water shortages among the world's major cities. Such leaks have become a real scourge in many cities around the world. Thirty to forty percent of treated water is lost before it reaches consumers, Graham Alabaster, head of UN-Habitat's Geneva office, recently estimated.

These losses particularly affect the poorest populations, where access to drinking water is already limited. Residents must buy it in bottles, straining already modest budgets. So-called "Day Zero" scenarios, in which a city's water supply is almost completely exhausted, have already occurred in cities such as Cape Town in South Africa and São Paulo in Brazil. The situation is urgent!

The complexity of water distribution networks makes leak detection extremely difficult. The pipes, often underground and poorly mapped, form a tangled

system where repairs can be lengthy and costly. While sensors can be installed to monitor leaks, the work of optimizing their placement and number remains a challenge for conventional computers, which have limited processing power when faced with systems of this scale.

The use of quantum algorithms to optimize leak detection is one of the use cases of the GESDA-initiated Open Quantum Institute. The OOI and UN-Habitat are working on it with the help of experts from the private sector. The goal is to create an algorithm capable of determining the optimal location of sensors to maximize leak detection and, thus, limit losses.

Although the project is still in a pilot phase, the researchers hope that it can be applied to other types of complex networks, such as gas or oil. By optimizing distribution infrastructures, these advances could also have a significant impact on reducing energy consumption.

"Reducing waste and leakage is the best way to fight water scarcity," says Alabaster, who also sees it as a way to fight poverty.



Computers can help to combat water shortages by monitoring the infrastructure.

PD



# The GESDA Science

Eight anticipated scientific trends

## Human Augmentation

### 1. Neuro-augmentation

Advances in neurotechnology such as brain-machine interfaces or genetically engineered brains mean that it's now possible to augment missing or damaged sensory inputs to the brain – or even to enhance specific aspects beyond current limits, such as attention, empathy and memory. Such innovations are transforming healthcare and personal well-being but they also raise fundamental questions for humanity and society.

**5-year horizon:** Brain stimulation devices proliferate. Next-generation brain implants enable optimised stimulation and recording. Deep brain stimulation for Alzheimer's patients help find the best area for brain implants, while wearable electroencephalogram devices improve sleep.

**10-year horizon:** Cognitive modulation treats diseases. Aided by AI and miniaturisation, widespread

adoption of cognitive modulation becomes possible. Diseases such as depression can be treated. Electrical stimulation may give healthy people a boost in memory.

**25-year horizon:** AI improves trauma recovery. AI-enabled adaptive closed-loop systems can read brain signals, then decide to stimulate specific areas to modify those signals, helping to reduce symptoms of injury or disease.



### 2. Living longer

New approaches to genetic modification will allow us to make extremely precise changes that offer healthspan extension. The emerging fields of epigenome editing and metagenomics, which can provide a complete profile of all of the diverse organisms in a given microbiome, will take this further, allowing fine-tuned optimisation of environmental and symbiotic factors for a longer, healthier life.

**5-year horizon:** Anti-aging drugs enter clinical trials and AI tools personalise health interventions. Early trials on dogs and primates, using drugs such as rapamycin and metformin, reveal ageing mechanisms and potential treatments.

**10-year horizon:** Age-delaying therapies are prescribed, with human trials testing interventions from long-lived species and gut microbiome re-

search. Drug combinations such as metformin and rapamycin are explored.

**25-year horizon:** Preventive treatments target ageing early, disrupting current medical paradigms. Drugs will be prescribed to high-risk individuals, possibly as early as their 20s, to prevent age-related diseases.



## Quantum Revolution and AI

### 3. Unconventional computing

Our expectations of what computers are and what they will be able to do are being rapidly reshaped by the advances in quantum computing, computers that operate with light rather than electrons, and “neuromorphic” (brain-inspired) machines which seek to emulate the power, flexibility, and efficiency of the human brain.

**5-year horizon:** New energy-efficient computers will help small robots move and navigate using spiking neural networks, although these will mostly be used in research. Brain-inspired technologies that mimic senses such as sight and smell will show potential.

**10-year horizon:** Computers modelled on the brain will improve, with better neuron models and deep learning that works well with energy-efficient hardware. This will become the main way robots process sensory data and control motion to perform complex tasks. Low-power devices will process data from sensors more efficiently.

**25-year horizon:** A deeper understanding of how the brain works will allow us to build computers that mimic brain-like memory and logic. Robots with this technology will be common in fields such as defense and healthcare, and Artificial Intelligence (AI) powered by brain-inspired technology will become part of everyday life.



## Knowledge Foundation

### 4. Redefining archaeology

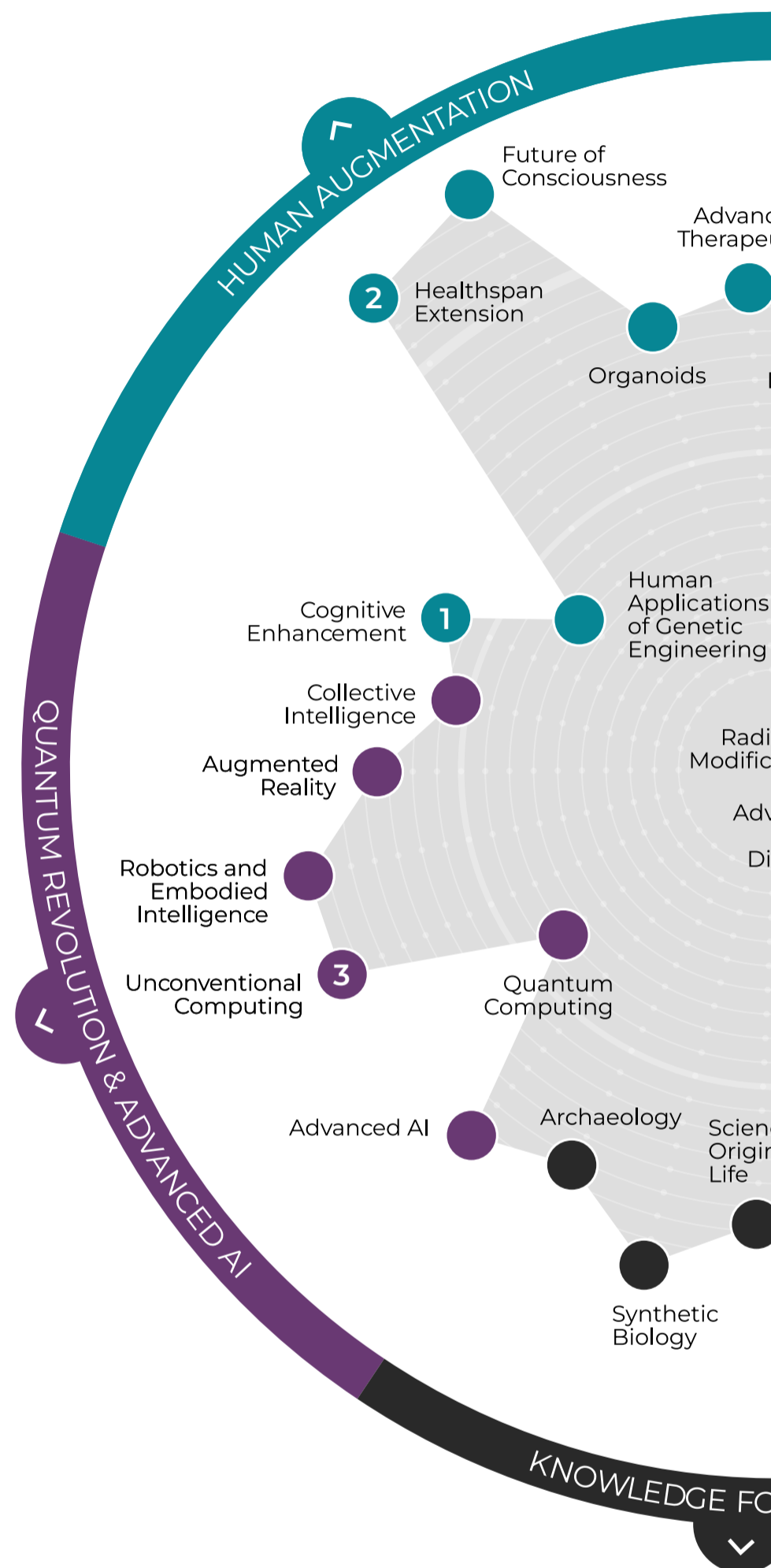
Significant advances in molecular-level analyses of archaeological remains are allowing us to detail the biology and behaviours of our ancestors, as well as the history of our environment, climate and societies. Such an unparalleled insight into our past will have revelatory implications for our understanding of who we are as humans in the present and future.

**5-year horizon:** New tools and cheaper sampling techniques allow the exploration of a wider range of past climate conditions, including pressure and wind patterns. Cheaper and more accessible sampling techniques facilitate the expansion of palaeoclimate studies to previously understudied regions, such as Central Asia and South America.

**10-year horizon:** Researchers standardise methods for analysing palaeoclimate proxies, making reconstructions more reliable and enabling the identification of long-term trends and climate cycles.

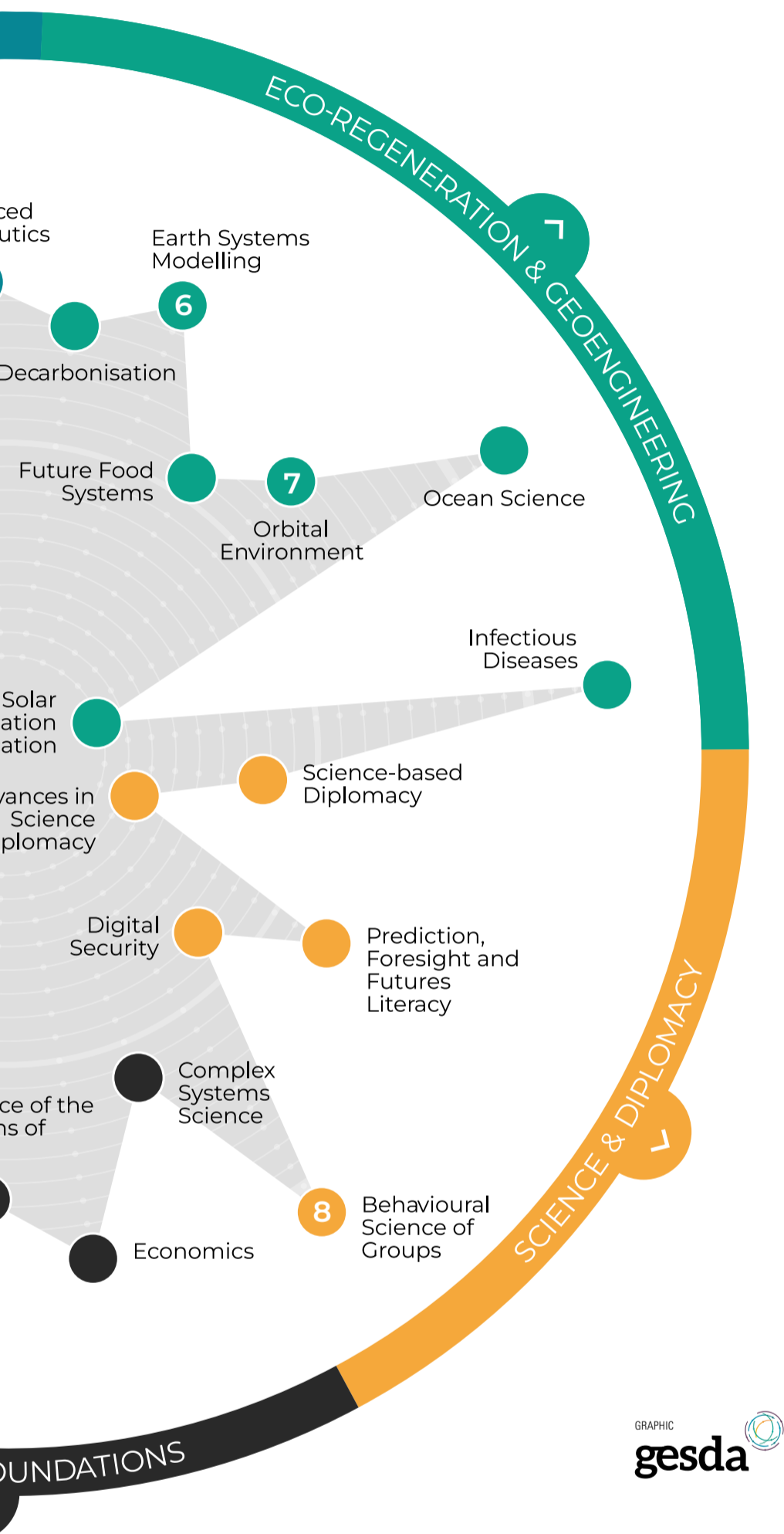
AI-based translators give approximate translations of texts in ancient languages.

**25-year horizon:** High-resolution global climate records covering the entire span of hominin evolution – 7 million years – enhance understanding of how climate changes influenced human evolution. Researchers construct a global history of hominin diseases, from the origin of our species to the present. Gene editing is used to restore adaptations from particular populations in specific environments, enabling the study of their function.



# Breakthrough Radar

...roads that could change your life.



## Eco-Regeneration & Geoengineering

### 6. Space-based R&D

From discovering new drug compounds to improving semiconductors, researchers are harnessing the unique properties of space – such as microgravity, radiation and a continuous near-vacuum – to create products with exceptional properties not found on Earth. An increase in space-based resourcing and infrastructure, however, is intensifying the need to peacefully manage our orbital environment.

**5-year horizon:** NASA's Artemis programme, amongst other missions, sparks global interest in lunar resources, leading to debates on how to manage the Moon's water and metals responsibly for all humanity while preserving its unique environment.

**10-year horizon:** Solar power transfer from orbit to Earth is successfully demonstrated, supporting net-zero goals, especially for resource-limited countries, but the associated cost raises questions about the

ability to scale production to levels that will have significant impact.

**25-year horizon:** Moon-based manufacturing of building materials, propellant and life-support oxygen supports the prospect of a self-sustaining lunar base to enable further space exploration throughout the solar system.



### 7. Eco-augmentation

Advances in our understanding of the mechanisms of evolution and life are allowing us to deliberately and strategically modify nature to develop more robust and sustainable social-ecological systems. This increasing control over how to intervene in or even create new ecosystems – and for what – will redefine the future relationship between humankind and the environment.

**5-year horizon:** Technologies such as remote sensing and AI will help us monitor ecosystems and detect diseases. Scientists will study how ecosystems reach critical tipping points of change and learn more about the dynamics of the stratosphere.

**10-year horizon:** Biodiversity monitoring is automated with the use of digital models (or "digital twins") to represent ecosystems. Tracking of small organisms will improve, and deep learning will be

used to monitor marine life. There will also be more mapping of deep-sea ecosystems, and the creation of biobanks to store ecosystem data will become more common.

**25-year horizon:** How well ecosystems can cope with stress and global change can be reliably predicted. Complex ecosystems can be rebuilt with a focus on how to restore functional interactions such as how nutrients move through it.



## Science and Diplomacy

### 5. Redesigning life

Precision tools for editing and engineering biological systems are enabling the modification of organisms in fundamental and enduring ways, or the creation of entirely new life forms. The development of cheap, off-the-shelf kits for designing biology from scratch will provide huge opportunities for new applications of synthetic biology but also raise questions of how such powerful technology will be regulated.

**5-year horizon:** AI is able to infer the function from the structure of all biological molecules, changing how we design, alter and annotate genomes. Fungi-based artificial meat becomes common in the food market.

**10-year horizon:** Cellular factories allow high-throughput production of new therapeutics. Rational design of tissues for synthesising chemicals and materials becomes routine, and synthetic systems start to be used for manufacturing many

products at scale. Lab grown steak becomes indistinguishable from real meat.

**25-year horizon:** Integration of AI into synthetic biology systems enables us to give instructions in human language, which are then implemented by the platform to construct the required molecules. Long-lasting microbiome-based therapeutics can release drugs steadily in the gut, eliminating the need to take pills, and organs can be grown from stem cells for transplants. Synthetic leather is widely used in fashion and biomanufacturing creates large-scale, non-animal meat for improved nutrition.



### 8. Datafication of society

New technologies such as AI, quantum mechanics and the Internet of Things have greatly amplified online activity, providing a wealth of material for modelling group behaviour that was previously estimated or assumed. Equipped with granular data about social behaviour and interactions will allow us to understand how conflict, polarisation and extremism arise – and develop targeted interventions to defuse dangerous situations before they ignite.

**5-year horizon:** Machine learning models get better at predicting conflict risks and assessing interventions, validated by past data.

**10-year horizon:** More understandable machine learning models improve conflict predictions by including social and political factors, leading to initial real-world interventions.

**25-year horizon:** Refined, customisable interventions improve intergroup relations. Global organ-

isations adopt conflict prediction models, developing ethical guidelines to build trust and ensure any interventions respect the autonomy of those affected.



# “Not all living organisms follow the rules of aging”

Vera Gorbunova researches longevity. In this interview, the biologist discusses the current state of longevity science and the secrets of the naked mole rat.

*Professor Gorbunova, how old are you? I'm 53.*

*And how old would you like to live to be?*

Starting with the hardest question! I am quite happy with my life, and I would love to live a long time, as long as I remain healthy. Let's say 120 years?

*Why exactly 120 years?*

It's currently recognized as the maximum lifespan for humans. With advancements in science, we should soon be able to help many people reach this age in good health.

*Longevity has been a focus throughout your career as a biologist. You've spent several years researching the cancer resistance of naked mole rats. What did you learn about aging from that?*

The naked mole rat is one of the animals with an extraordinary lifespan. These rodents, which live in underground colonies in East Africa, can live over 40 years. One important discovery was that their tissues contain a large amount of hyaluronic acid. This substance makes their tissues elastic, which is why it's often used in cosmetics. Naked mole rats have ten times more hyaluronic acid than mice. So, we engineered mice with a naked mole rat gene, and the result was that they lived significantly longer.

*What exactly happened?*

First, they developed less cancer. And second, they had fewer inflammatory responses. This is crucial for longevity because chronic inflammation tends to increase with age. These inflammations occur spontaneously, not necessarily because of pathogens. However, the mice with the naked mole rat gene had lower levels of age-related inflammation. It appears that the high levels of hyaluronic acid expression helped slow down or even stop these processes. The naked mole rats are also an excellent model to study the mechanisms of healthy aging as they are resistant to most age-related diseases including Alzheimer's.

*Have there been any findings in human research on what could contribute to a longer lifespan?*

We collaborated with research groups that analyzed the DNA of people who

lived to be over 100. Some of these individuals had a special form of the enzyme Sirtuin 6. It's important to note that sirtuins are enzymes involved in regulating metabolism and stress responses. In some centenarians, Sirtuin 6 contained two linked mutations and was significantly more active than in the general population. This was a remarkable finding. Researchers are now trying to figure out how to activate Sirtuin 6 in regular people to a similar extent. Once again, inflammation plays a role here—higher Sirtuin 6 activity seems to inhibit many types of inflammation.

*Have there been any concrete successes in human longevity research so far?*

For a long time, this field was in the experimental phase, but now progress is accelerating. Several randomized placebo-controlled clinical trials of anti-aging compounds are being conducted or are in the planning stages. For example, we plan a clinical study where we will administer Sirtuin-activating compound found in brown seaweed to humans. When given to mice, it extended their lifespan. The effects should be similar in humans. As you can see, research is moving in many different directions—one of them will likely lead to a breakthrough.

**“We're exploring promising directions in aging research: In the near future, it may be possible to surpass the magical 120-year mark.”**

*Do you see aging as a fundamental necessity, or could a life without aging be conceivable?*

Typically, evolution operates by replacing one generation with the next. Aging and death are necessary parts of that process. However, not all life forms follow this rule. Certain species of jellyfish can switch between mortal and practically immortal forms. In general, long-lived species have more active DNA repair and can rapidly fix their cells after damage or stress. They essentially stay young forever.

*Would that be desirable for humans?*

That's a hypothetical question. But the fact is, humanity is facing a demographic challenge. Fewer people are having children. In a few years, there will be many elderly people, but there won't be enough younger people to care for them. So, it's in everyone's interest that we not only live longer lives but also remain healthy and independent for a longer period of time.

*How old could humans theoretically live if the aging process were genetically stopped? Where are the biological limits?*

This is a very speculative area. Currently, we think the limit is around 120 years because, by that point, many organ systems experience too much wear and tear. But science can help us over-

come these limits, and we're exploring promising directions in aging research: genetic reprogramming, organ replacement, stem cell therapy. In the near future, it may be possible to surpass the magical 120-year mark.

*How old could people born today become with scientific advancements?*

I'd guess we could extend their lifespan by about 50 percent, but that's highly speculative. The primary goal must be to keep people healthy. No one wants to live to be 200 if they're bedridden or unable to care for themselves.

*Would you describe yourself as part of the longevity movement?*

As a scientist, I'm driven mostly by curiosity rather than a personal desire for immortality. But I view the longevity movement positively because people today are more focused on their health, rather than smoking or eating poorly. That's an important step in our evolution.

*You're supporting GESDA, the Geneva Science and Diplomacy Anticipator, with your expertise. Why? And what is the foundation's greatest benefit?*

I believe it's immensely important to bridge the gap between scientists and policymakers. Politicians need to stay informed about the latest scientific developments. It's dangerous when decisions are made based on outdated information, especially as science continues to evolve so rapidly.

Interview: Mirko Plüss

## Longevity and Aging

Vera Gorbunova is a professor of biology at the University of Rochester and co-director of the Rochester Aging Research Center. Her research focuses on the mechanisms of longevity and studies of exceptionally long-lived mammals.



Aging is one of the biggest mysteries of biology, says Vera Gorbunova.



# “The future can be scary. That’s why we need a clear framework today”

Michael Hengartner is Chairman of the GESDA Academic Forum and President of the ETH Board.  
A conversation about the meaning of predictions and possible futures.

Professor Hengartner, how did you imagine the year 2024 as a young scientist? Flying cars? Nanorobots that repair our cells?

I didn't think much about the future back then, even though I was a big Star Trek fan. I was impressed enough by what was going on around me. In my field, molecular biology, there were revolutionary new microscopy methods. I devoured every word about them in the magazines Nature and Science. And in the digital world, computing power grew, storage media became smaller and smaller, color printers came onto the market ...

You wrote in a recent essay: «We live in a world of revolutionary AI, experimental gene therapy, hyper-connected digital societies and synthetic biological organisms.» What do you think has been the most remarkable development in recent years?

Clearly, the steady increase in the computing power of our computers over the decades, which is still growing today. That fascinates me. Applications with artificial intelligence would not have been possible with the computing power of the 1990s; they are only possible today. Another area in which development is progressing dramatically is molecular biology. I expect further breakthroughs in this area in the next few years.

You're the chairman of the GESDA Academic Forum. How much should we rely on GESDA's predictions?

The Danish physicist Niels Bohr is quoted as saying: “Predictions are difficult, especially when they concern the future.” We must approach the matter with this same humility. But at the same time, futurology or futures research has become a science in its own right. There are topics and megatrends that need to be communicated to decision-makers today, so they can act tomorrow. Incidentally, this doesn't just apply to politics. I think the head of every company and business leader should also have the topics of our Breakthrough Radar on their own radar.

Who drafts GESDA's predictions?

There are 2,100 scientists from 87 countries who work in various project teams within their specialist fields. They do this voluntarily without pay. At the outset, they each usually have a little trouble with the projections, preferring to only talk about their current research. But over time, they get into the mindset of how to look a little further into the future. Five years is still relatively easy - that is also the horizon that applies to research funding. Ten years is more difficult for them, and a lot has to be taken into account when forecasting for 25 years.

GESDA tries to anticipate technological developments. Is that still possible in the age of AI? Isn't development getting faster and faster?

The support provided by AI really is an incredible leap for research in terms of quality and quantity. But it's not just because of AI that we are living in highly accelerated times. There are also more scientists alive today than there have been in the entire history of the world put together. When you have a lot more research, you simply have more results. That doesn't mean that all these results are automatically good ...

And this pace didn't exist in the past?

If you were born at the end of the 19th century and experienced everything from horses as a means of transportation to the moon landing, you naturally also experienced dramatic changes. But



“Pure telepathy!”: Being able to read minds in real time will soon no longer be fiction, says Michael Hengartner.

SAMUEL SCHALCH

AI and the development of computing power have the potential to act as massive multipliers, and in very different fields of science.

Is there a danger that at some point society will no longer be able to keep up?

No. We want scientific and technological trends to be discussed early on so a tough corrective is no longer necessary, and so we won't always have to be in a rush to catch up afterward. We need to agree today on what we want and what we don't want, when it comes to certain future topics.

Especially in the field of AI and large language models, civil society definitely doesn't seem to be in the driver's seat. Tech giants have a monopoly on innovation, and they define the rules.

This has always been the case with technological revolutions: their development raced ahead of legislation. At a certain point, a legal corrective, the breaking up of monopolies, was needed to rein in this technological dominance.

Should GESDA also act as a corrective with its forecasts?

No. We want scientific and technological trends to be discussed early on so a tough corrective is no longer necessary, and so we won't always have to be in a rush to catch up afterward. We need to agree today on what we want and what we don't want, when it comes to certain future topics.

“We want scientific and technological trends to be discussed early on so we won't always have to rush to catch up afterward.”

You co-authored the annually updated GESDA Science Breakthrough Radar. What stands out this year?

I find the field of neuroscience absolutely fascinating. We can already insert electrodes into the brain and read out information, interpret it, and derive a reaction from it. Paraplegics can move their legs again using only their will. This works only roughly, but the results are sensational: paraplegics can walk again. And now look at my mouth when I speak; speaking is also just a sequence of muscle movements. With

brain-computer interfaces, it will therefore also be possible to read thoughts in real time in the future.

What developments are conceivable in this regard?

In addition to medical applications, it would of course also be possible to read the thoughts of healthy people. An army might consider having its soldiers think together, instead of talking to each other. One thinks something, the others hear it in their ears. Pure telepathy! Another example: just as we will soon be trying to make people forget traumatic thoughts, we can also erase thoughts in healthy people. And if we can erase something, we will later learn to write and create completely new thoughts. It is clear to me that we will be able to improve people's memory in just a few years. Imagine parents who no longer just give their children Ritalin, but also a brain implant to help them pass their high school exams.

That sounds very dystopian.

The future can be scary, yes. That is precisely why we need to set a framework today. Similar to the ban on doping in sport, we need a consensus on when neurological technology can and cannot be used. However, we are already a little late to the game. Elon Musk already has his company, Neuralink - he wants to turn people into cyborgs and accelerate our thinking with the help of computers. GESDA is making an important

contribution here, so political and social players are not simply overrun by these developments.

Other future areas defined by GESDA are also concerned with 'improving' human life. Keyword: extending the life-span - what is in store for us?

Most of what is currently being done is interesting from a scientific point of view, but I haven't seen any 'game changers' yet. Not smoking, eating in a healthy manner, and playing some sports are still the best ingredients for a long life. However, it will be exciting - and a major social challenge - if a technology or some cocktail of other measures is developed that can reliably extend life by another 10 to 20 years. It is quite possible that you and I will live to see this.

You yourself have done a lot of research into cell death. Have you discovered the secret of a longer life?

Our research subject was the nematode *Caenorhabditis elegans*. Researchers were actually able to generate worms that lived four times longer than normal. Transferred to humans, that would be a few hundred years. In the case of the worm, this was possible with just two small genetic changes. We humans are more complicated; individual genetic mutations probably have a smaller impact. But what if several life-prolonging changes were to be brought together in one person?

GESDA also focuses on completely different topics, such as the future of archaeology. What can we hope for there?

The excavations that took place in the 19th century were extremely crude compared to today. A lot was destroyed. If you find a new throne room in Egypt today, you can use DNA sequencing and proteomics to find out who this person was and what they ate. Molecular and isotope analysis can be used to determine the age and place of origin of artifacts. Wavelength analysis can be used to see inside rooms - without digging. With satellite support, hidden ruins can be found in the terrain. There is still a great deal to be discovered in many places around the world. Archaeology is thus becoming a humanities discipline that is working ever more closely with the technical sciences.

How does GESDA specifically support diplomacy and politics in decision-making?

There is a method that we convey to diplomats and politicians that is based on three simple questions: What could happen? What would that mean? What can we do today? Our Radar indicates what could happen. At the same time, we also provide a classification of how great the possibility is that a development will have a major impact on us as humanity. However, we do not give instructions on how to implement them. It is up to politics, business and society to decide what action should be taken today. International Geneva is the ideal place to bring very different players into conversation with each other. The federal government, which also supports us financially, is very interested in our work. Foreign Minister Ignazio Cassis sees GESDA as an important contribution to addressing the major developments of our time on a multilateral basis.

Interview: Mirko Plüss





# Join us for the Geneva Science and Diplomacy Anticipation Summit

From 9-11 October under the theme of “the Great Scientific Acceleration”

You can watch the Summit live on our platforms. Key sessions include:

- The launch of the 2024 GESDA Science Breakthrough Radar®, showcasing 8 anticipatory briefings on future scientific advancements.
- Geneva Political Talks including the launch of the GESDA Anticipation Gateway initiative to democratize access to knowledge.
- Insights on the Open Quantum Institute’s progress and future plans.
- Discussions on Human Augmentation, Eco Augmentation and Data Augmentation.

Top speakers include



Ignazio Cassis  
Federal Councillor  
Minister of Foreign Affairs  
Switzerland



Anousheh Ansari  
CEO XPRIZE  
Foundation



Baiba Braže  
Minister of Foreign Affairs  
Latvia



Mark Chen  
Vice President  
Frontier Research  
OpenAI



Nam-Hai Chua  
Senior Investigator  
(Emeritus), Temasek Life  
Sciences Laboratory



Ariel Garten  
Founder & Chief  
Evangelist Officer  
Muse



Fabiola Gianotti  
Director-General  
CERN



Rebeca Grynspan  
Secretary General  
UNCTAD



Alok Jha, Science and  
Technology Editor  
The Economist



Debbie Senesky  
EXTreme Environment  
Microsystems Laboratory  
Stanford University



Tatiana Valovaya  
Director-General of the  
United Nations Office  
at Geneva

Geneva Science and Diplomacy  
Anticipator Foundation

## Use the future to build the present

The Geneva Science and Diplomacy Anticipator (GESDA), established by Switzerland, is a foundation created to prepare leaders and citizens for a world of rapid and accelerating change. It does so by anticipating scientific and technological developments that could have a significant impact on people, politics and economy over the next 5, 10 and 25 years. As a think and do tank, its mission is to work with all actors from academia, diplomacy, business and society to ensure the opportunities of science benefit everyone.

Join us live  
online

