

SWR2 Wissen

## **Wissenschaft 2023 - Der Jahresrückblick**

Von Sonja Striegl, Uwe Gradwohl, Ulrike Till, David Beck, Veronika Simon und Gábor Paál

Sendung vom: Samstag, 23. Dezember 2023, 08.30 Uhr

Redaktion: Gábor Paál

Produktion: SWR 2023

**Eine Handvoll Asteroidenstaub, Gentherapie, Alzheimerbekämpfung, KI-Revolution und die lang ersehnte Einstein-Kachel – das waren Wissenschafts-Highlights 2023.**

SWR2 Wissen können Sie auch im **SWR2 Webradio** unter [www.SWR2.de](http://www.SWR2.de) und auf Mobilgeräten in der **SWR2 App** hören – oder als **Podcast** nachhören:  
<https://www.swr.de/~podcast/swr2/programm/podcast-swr2-wissen-100.xml>

---

### **Bitte beachten Sie:**

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

---

### **Die SWR2 App für Android und iOS**

Hören Sie das SWR2 Programm, wann und wo Sie wollen. Jederzeit live oder zeitversetzt, online oder offline. Alle Sendung stehen mindestens sieben Tage lang zum Nachhören bereit. Nutzen Sie die neuen Funktionen der SWR2 App: abonnieren, offline hören, stöbern, meistgehört, Themenbereiche, Empfehlungen, Entdeckungen ...

Kostenlos herunterladen: [www.swr2.de/app](http://www.swr2.de/app)

## MANUSKRIFT

### Sonja Striegl im Gespräch mit Uwe Gradwohl, Teil 1 von 5:

#### **Sonja Striegl:**

Die Welt ist nicht mehr die gleiche wie vor einem Jahr. Das betrifft auch die Welt der Wissenschaft und der Forschung und da insbesondere die Erforschung neuer KI-Anwendungen. 2023 wurden weltweit so viele interessante Projekte vorgestellt, dass Wirtschaft und Politik überzeugt sind, dass KI unser Leben tiefgreifend verändern wird. Und wir, die Bürger? Nur jede und jeder fünfte Deutsche glaubt das auch. Bei den Jüngeren ist es jeder Dritte.

Die KI ist eines unserer Themen im Wissenschafts-Rückblick 2023, neben wissenschaftlichen Durchbrüchen in Medizin und Mathematik und neuen Erkenntnissen aus der Astronomie. Und damit herzlich willkommen zu SWR2 Wissen, mit Sonja Striegl und den Fachredakteuren und -redakteurinnen unserer SWR-Wissenschaftsabteilung.

Als Ersten begrüße ich Uwe Gradwohl, als Physiker erklärt und informiert er in den verschiedenen Programmen des SWR und auch bei Tagesschau24, was Sonden und Teleskope an neuen Entdeckungen aus dem Weltall zu uns auf die Erde schicken. Hallo Uwe!

#### **Uwe Gradwohl:**

Hallo Sonja.

#### **Sonja Striegl:**

Was ist Dein persönliches Highlight aus dem Kosmos?

#### **Uwe Gradwohl:**

Also ich habe mir gedacht, ich bringe heute zwei sehr staubige Geschichten mit. Und die erste staubige Geschichte, die spielt eigentlich an einem kleinen Asteroiden, was heißt klein? 500 Meter Durchmesser! Aber für Universums-Verhältnisse eben doch eigentlich ein Krümel im All. Und der wurde besucht von einer Raumsonde, einer Nasa-Raumsonde. Die ist über zwei Jahre dahingeflogen, hat ihn zwei Jahre lang umkreist und ist zwei Jahre dann wieder zurückgeflogen und kam dieses Jahr eben wieder zurück. Die ist im September gelandet. Wer sich erinnern mag, das war Osiris Rex, die Nasa-Sonde Osiris Rex, der Asteroid war Benno, und es ist tatsächlich gelungen, von diesem Asteroiden 250 Gramm Material zurückzubringen. Also so, so viel hört sich jetzt so wieder wenig. Aber man muss wissen, die Japaner haben das Kunststück vorher schon versucht. Die haben ein Gramm oder so eine Handvoll von fünf Gramm mitgebracht. 250 Gramm ist echt eine völlig neue Dimension. Es ist so viel Material, dass man inzwischen auch schon Stücke davon an Museen in den USA abgegeben hat. Da kann man sich angucken, und es wird sehr viel Materialien an die Forschung weltweit dann verschickt werden. Und es wird auch Material zurückgehalten, damit man in einigen Jahrzehnten noch Untersuchungen machen kann, dann mit neuen Instrumenten, neuen Analysegeräten, die man jetzt noch gar

nicht hat. Also das ist wirklich ein Schatz, der da dieses Jahr zurückgebracht wurde von einem Asteroiden auf die Erde.

**Sonja Striegl:**

Wie hat das genau funktioniert mit dem „Staubpusten“ im All?

**Uwe Gradwohl:**

Ja, also staubige Sache. Aber letztendlich würde man meinen, wenn man zum Asteroiden fliegt und da Material mitnehmen will, gibt es zwei Möglichkeiten: kleinen Rover aussetzen, der da irgendwas abbaggert. Aber das ist nicht so geschickt, das ist sehr schwierig mechanisch, also eigentlich will man was wegsaugen mit einem Staubsauger am liebsten. Aber Achtung! Asteroid hat keine Atmosphäre. Wo kein Gas ist, kann ich auch nicht gut saugen. Auf der Erde sauge ich deshalb so gut, weil ich kann die Luft von der Erdatmosphäre einsaugen, und die reißt dann den Staub mit, und das kann ich auf dem Asteroiden nicht machen. Deshalb haben die einen Staubbläser gebaut, langes Rohr an die Sonde dranmontiert, Stickstoff durchgepustet, fünf Sekunden lang. Das hat dann dieses Material um den Asteroiden aufgewirbelt. Und dann wurde das eingefangen in so einem Auffangbehälter, und der wurde dann über der Erde abgeworfen, von der Sonde, die ist schon auf dem Weg zum nächsten Asteroiden. Der Behälter ist dann gelandet, man hat den aufgemacht, da war viel mehr drin, als man vermutet hat. Also eine ganz tolle Geschichte.

**Sonja Striegl:**

Du hast eben ein zweites Staub-Highlight in diesem Jahr angekündigt – welches war das?

**Uwe Gradwohl:**

Jetzt gehen wir in die ganz großen Dimensionen. Wir waren bei den kleinen Krümeln, Sonja, jetzt gehen wir zu Riesensternen. In den Entstehungszeiten unseres Weltalls gab es definitiv mehr von diesen Riesenmonster-Sternen. Die unwahrscheinlich stark strahlend, gibt es heute nicht mehr so häufig. Damals gab es die häufiger und diese Strahlung von diesen Sternen. Die führt dazu, dass sie in ihrer Umgebung den ganzen Staub wegpusten. Mit dem Strahlungsdruck geht dann auch der Staub weg, das heißt wenn man in so eine Wolke reinguckt, eine Staub- und Gaswolke, wo so ein Stern entsteht. Dann hat er sich so um sich herum so einen kugelförmigen Bereich, der ist freigeblasen von Staub. Da ist nix. Aber es gibt in diesen Bereichen auch noch andere kleinere Sterne, die da drin entstehen. Und die sind ähnlich wie unsere Sonne und könnten eigentlich erdähnliche Planeten haben. Aber wenn der Monsterstern in der Nachbarschaft den ganzen Staub wegbläst, bleibt für den Kleinen möglicherweise nichts mehr übrig, dass er seine Planeten bilden kann. Das war bislang so. Diese Frage können sich da Planeten bilden oder nicht in der Nähe von diesen Monstersternen. Und jetzt gibt es ein neues Ergebnis, dass der sagt, ja, es geht tatsächlich. Man hat Staub in der Nähe entdeckt. Das ist auch ein wissenschaftlicher Durchbruch in diesem Jahr. Man weiß jetzt auch an diesen kleineren Sternen, die in der Nähe von diesen sehr, sehr hart strahlenden Riesensternen sind, gibt es genügend Staub, dass sich da Planeten bilden könnten, und der Punkt des nun, dass man damit vermuten kann, dass es viel mehr erdähnliche Planeten im Universum gibt, als man das bislang so vermutet hat. Er hatte die Chance ist, so eine zweite Erde zu finden, die steigt dadurch.

**Sonja Striegl:**

Wie konnten die Forscher das so genau erkennen, dass da trotz der starken Strahlung der Riesensterne noch Staub um ihre kleineren Nachbarn kreist?

**Uwe Gradwohl:**

Dafür braucht es ein besonderes Teleskop und da sind wir beim James Webb Space Telescope, James Webb-Weltraumteleskop. Nur damit ist es gegangen, so genau hinzugucken. Also das ist wieder ein Forschungsdurchbruch, der dieser Mission zu verdanken ist. Und da ist eigentlich laufend irgendetwas Neues. Auch im Lauf dieses Jahres kamen unwahrscheinlich viele Publikationen, also das James Webb Teleskop ist dabei, die Astronomie zu revolutionieren.

**Sonja Striegl:**

Wir haben jetzt einiges über Methoden gelernt, wie aufwändig es ist, das Weltall zu erforschen. Nun sind 2023 einige Projekte nicht zustande gekommen, die aber angekündigt worden waren. Welche Vorhaben waren das?

**Uwe Gradwohl:**

Naja, ich hätte ganz gerne gesehen, dass sich das Versprechen erfüllt, das Elon Musk mit dem Starship von SpaceX, den japanischen Milliardär, einmal um den Mond fliegen lässt. Das war 2018 für 2023 angekündigt, kam nicht so weit, das Starship ist zweimal dieses Jahr geflogen, jedes Mal ein bisschen weiter. Aber es ist noch weit davon entfernt, dass es ein Mondraumschiff sein könnte. Also da sind große Fragezeichen, ob dieses Projekt in den nächsten Jahren wirklich so schnell ins Laufen kommt. Und die NASA, die möchte das für ihre Mondlandungen auch mitbenutzen. Mond ist das nächste Thema. Da hat die NASA angekündigt, für 2023 mehrere Mond-Frachtfähren, dort zu landen. Die stehen jetzt bereit. Dieses Jahr sind sie nicht gelandet, stehen aber bereit für Missionen. Im kommenden Jahr dürfen wir uns überraschen lassen. Und bei der europäischen Raumfahrt war eigentlich angekündigt, dass die Rakete Ariane sechs die neueste europäische Rakete für den Satellitentransport an den Start geht, hat auch nicht funktioniert, ist jetzt für Mitte des kommenden Jahres angekündigt. Also schauen wir mal, ob das alles dann klappt.

**Sonja Striegl:**

**Dankeschön!** Uwe Gradwohl, er leitet bei uns die SWR Wissen-Aktuell-Redaktion und kennt sich bestens mit Astro-Themen aus. Ich wünsche Dir schöne Weihnachten!

**Uwe Gradwohl:**

Danke, gern, wünsche ich Dir auch, Sonja.

**Sonja Striegl im Gespräch mit Ulrike Till, Teil 2 von 5:****Sonja Striegl:**

Kein medizinischer Fortschritt, ohne dass Ulrike Till darüber nicht für uns berichten würde. Sie ist unsere Medizin-Expertin und auf allen Wellen des SWR zu hören. Und sie begrüße ich jetzt im Studio, Hallo Ulli!

**Ulrike Till:**  
Hallo Sonja.

**Sonja Striegl:**

Du hast das ganze Jahr über die neuesten Entwicklungen in der medizinischen Forschung verfolgt – was ist für Dich 2023 das wichtigste Thema gewesen?

**Ulrike Till:**

Für mich als Medizinjournalistin sind die Fortschritte bei der Bekämpfung von Alzheimer und Parkinson herausragend. Aber *der Hype* (auch weltweit) war natürlich die „Abnehmspritze“. Rund die Hälfte aller Deutschen sind übergewichtig und die Wirkstoffe in den Diätspritzen wirken rasch, sie unterbinden das Hungergefühl. Eigentlich sind die Spritzen für Diabetiker entwickelt worden. Das Problem: Man muss die Spritzen dauerhaft nehmen. Eine Studie jetzt gerade vom Dezember belegt, dass Patientinnen und Patienten wieder zunehmen, wenn sie die Therapie nach 36 Wochen absetzen. Eine Gefahr ist auch: die Spritzen entwickeln sich zum Lifestyle-Mittel für Wohlhabende mit ein bisschen Hüftspeck. Aber es handelt sich hier um Medikamente.

**Sonja Striegl:**

Wir beide haben im Wissenschaftsrückblick vor einem Jahr schon kurz über einen Wirkstoff zur Behandlung von Alzheimer gesprochen, weil im Dezember 2022 erste Studienergebnisse vorlagen. Was hat sich 2023 getan, dass Du sagst: Diese Fortschritte waren für mich das wichtigste Thema in diesem Jahr?

**Ulrike Till:**

Gleich zwei neue Wirkstoffe, Lecanemab und Dohanemab, wecken große Hoffnungen bei Betroffenen und ihren Familien. In Deutschland könnten sie nächstes Jahr auf den Markt kommen.

**Sonja Striegl:**

Wie funktionieren die Mittel denn genau?

**Ulrike Till:**

Lecanemab und Dohanemab sind sogenannte monoklonale Antikörper. Beide zielen auf bestimmte Eiweiß-Ablagerungen im Gehirn von Patientinnen und Patienten. Diese Plaques gelten als eine zentrale Ursache für die Entwicklung von Alzheimer; seit Jahrzehnten versuchen Forscherteams wirksame Mittel dagegen zu entwickeln. Erst jetzt zeigen sich erste Erfolge. Deshalb ist die Aufregung in der Fachwelt auch so groß. Mit Dohanemab lassen sich viele Plaques entfernen; Lecanemab setzt noch früher an und soll verhindern, dass sich die Ablagerungen überhaupt bilden. Ob das jetzt schon der große Durchbruch ist, ist aber umstritten: einige Experten sprechen von einem Meilenstein, andere sind noch sehr skeptisch. Bei Gedächtnistests schnitten die Versuchspersonen, die die Antikörper bekommen hatten, zwar etwas besser ab als die Vergleichsgruppe, die nur Placebo-Infusionen erhalten hatte. Einige konnten auch Alltagsaufgaben wieder besser bewältigen. Aber die Studien dauerten jeweils nur 18 Monate; im Schnitt war der Krankheitsverlauf durch die Behandlung rund fünf Monate verzögert.

**Sonja Striegl:**

Lässt sich denn absehen, ob die Mittel auf lange Sicht noch besser wirken?

**Ulrike Till:**

Das ist genau die entscheidende Frage. Dafür muss man aber deutlich längere Studien machen, möglichst über drei Jahre. Dann lassen sich auch Nutzen und Risiken viel besser gegeneinander abwägen. Denn die Antikörper können erhebliche Nebenwirkungen haben: vor allem Schwellungen und Blutungen im Gehirn wurden häufiger beobachtet. Meist ließen sie sich gut behandeln – allerdings ist es unter Dohanemab auch zu zwei Todesfällen gekommen; bei einem dritten Fall sind die Ursachen umstritten. Offen ist auch die Frage, wer am meisten von den neuen Wirkstoffen profitiert: bei Lecanemab haben detaillierte Analysen der Studiendaten gezeigt, dass der Antikörper bei Frauen und Menschen unter 65 schlechter anschluss als bei Männern und Älteren. Und die Kosten dürften auch ein Problem werden: in den USA geht man pro Patient von rund 27.000 Dollar im Jahr aus.

**Sonja Striegl:**

Das klingt jetzt doch ziemlich ernüchternd. Warum lösen die neuen Wirkstoffe trotzdem so viel Euphorie aus?

**Ulrike Till:**

Weil es ein ganz entscheidender erster Schritt im Kampf gegen Demenz sein könnte. „Wir haben fast eine Therapie“, hat der renommierte Tübinger Alzheimerforscher Matthias Jucker im Sommer dazu gesagt. Aber man wisse es eben noch nicht sicher, weil alles noch brandneu sei. Klar ist aber jetzt schon, dass die neuen Antikörper umso besser wirken, je eher sie zum Einsatz kommen. Und da es auch bei der Frühdiagnostik Fortschritte gibt, weckt das neue Hoffnungen: wenn es Medizinern gelingt, eine beginnende Alzheimer-Demenz aufzuspüren, solange sich noch kaum Symptome zeigen, könnte man Betroffene gleich behandeln – und so die Krankheit vielleicht lange in Schach halten.

**Sonja Striegl:**

Wann könnten die neuen Mittel in Deutschland verfügbar sein?

**Ulrike Till:**

Fachleute rechnen damit, dass sie ab Frühsommer 2024 bei uns auf den Markt kommen könnten. Neurologinnen und Neurologen bereiten sich auch schon darauf vor: die Medikamente müssen alle zwei bis vier Wochen in mehrstündigen Infusionen verabreicht werden; außerdem braucht es engmaschige Kontrollen der Behandelten. Darauf ist unser Gesundheitssystem im Moment noch gar nicht eingestellt.

**Sonja Striegl:**

Eine weitere Plage der Menschen ist Parkinson, auch eine neurodegenerative Erkrankung wie Alzheimer. Hier führt der Verlust von Nervenzellen in der *Substantia Nigra*, einem Bereich im Hirnstamm, zu einem Mangel am Botenstoff Dopamin. Folge sind Bewegungsstörungen wie das Zittern und maskenhafte Gesichtszüge. Schreitet die Krankheit voran, bekommen viele Betroffene Probleme mit dem Gehen. Nahezu spektakulär klingt, was eine französisch-schweizerische Forschungsgruppe entwickelt hat, um die Gangstörung zu beheben.

**Ulrike Till:**

Ja, das ist wirklich aufsehenerregend: ein französischer Parkinsonpatient kann jetzt dank einer neuartigen Neuroprothese zum ersten Mal seit Jahren wieder weitgehend normal laufen. Vorher war er täglich mehrfach gestürzt und konnte nur stockend gehen. Eine Chirurgin in Lausanne hat dem Mann mehrere kleine Pulsgeber direkt am Rückenmark implantiert. Und zwar genau an den Stellen, an denen die Nervensignale für die Beinbewegungen abgehen. Denn dass der Patient nicht gut laufen konnte, liegt nicht an seinen Beinen, auch die Nerven an sich sind in Ordnung. Das Problem sind die Informationen, die aus dem Gehirn Richtung Beine losgesendet werden. Genau hier hat das Forschungsteam angesetzt: durch elektrische Signale haben sie diese Informationen korrigiert. Manche wurden abgeschwächt, andere verstärkt. Allerdings ist die Operation an der Wirbelsäule riskant; und die Krankheit schreitet auch mit Neuroprothese weiter fort. Nächstes Jahr sollen nun sechs weitere Menschen mit Parkinson in Lausanne behandelt werden – dann wissen wir mehr darüber, wie aussichtsreich der Ansatz auch für andere Patienten ist.

**Sonja Striegl:**

Wie bei Alzheimer gilt auch für Parkinson: Ein Heilmittel ist nicht in Sicht, aber es gibt viel mehr Möglichkeiten, eine gute Lebensqualität zu erhalten.

**Ulrike Till:**

Absolut, und bei vielen neuen Ansätzen trägt jetzt jahrelange Grundlagenforschung erste Früchte. Einen internationalen Spitzenplatz nimmt da Tübingen ein: der wichtige Breakthrough Preis ging dieses Jahr an den Tübinger Neurologen Professor Thomas Gasser: er und sein Team haben unter anderem bestimmte Gene entdeckt, die eine Schlüsselrolle bei Parkinson spielen. Das könnte zu neuen Therapien führen: nächstes Jahr sollen bei Menschen mit besonders hohem Risiko erste klinische Tests beginnen: vielleicht können die experimentellen Wirkstoffe die Parkinson-Symptome deutlich hinauszögern. Das könnte dann ein Thema für den Jahresrückblick im nächsten oder übernächsten Jahr werden.

**Sonja Striegl:**

Vielen Dank Ulrike Till, SWR-Medizin-Redakteurin, ich wünsche Dir ein schönes Weihnachtsfest.

**Ulrike Till:**

Danke Sonja, das wünsche ich Dir auch.

**Sonja Striegl im Gespräch mit David Beck, Teil 3 von 5:****Sonja Striegl:**

Die Lebensqualität kranker oder pflegebedürftiger Menschen zu erhöhen, das ist auch ein Ziel vieler Entwickler von KI-Anwendungen. Oder: Die Treffsicherheit medizinischer Prognosen zu erhöhen. KI kann uns Menschen helfen und uns entlasten, sie kann zum Beispiel auch bei Sitzungen teilnehmen, kann Argumente bündeln und neue Ideen generieren. Die Schattenseiten der KI: Wir können nicht unterscheiden, wer hinter einer Aktion steckt. Im Internet kursieren Millionen Fakes, falsche Bilder, falsche Videos, falsche Stimmen. Trotzdem und deshalb:

2023 war **das Jahr der Künstlichen Intelligenz!** Diesen Markt der rasanten Entwicklungen beobachtet in der SWR-Wissen-Abteilung mein Kollege, David Beck, Hallo, David!

**David Beck:**  
Tag, Sonja.

**Sonja Striegl:**  
Wie ist Deine Einschätzung: Was ist nur Hype und helle Aufregung und was kommt einer *Revolution gleich*?

**David Beck:**  
Ich würde sagen, es ist auf jeden Fall von beidem was dabei. Revolution, weil es einfach eine wahnsinnig mächtige Technologie ist, die viele Aufgaben in vielen Bereichen einfacher machen wird, bzw. auch Aufgaben übernehmen wird, die für uns dann ganz wegfallen. Ich glaube jeder, der schon mal mit Chat-GPT geschrieben hat, sieht dieses Potential dafür. Hype ist es, weil das jetzt für sehr viele Menschen sehr überraschend kam, was KI schon alles kann. Für die meisten war Chat-GPT wirklich der Sprung von 0 auf 1.000. Es wird zwar schon seit Jahrzehnten dran geforscht, aber das haben viele einfach nicht auf dem Schirm. Und das fasziniert dann einerseits, hat aber sicher auch viele Ängste geweckt. Und dadurch hat es wahrscheinlich ein bisschen mehr Aufmerksamkeit bekommen als eigentlich nötig gewesen wäre.

**Sonja Striegl:**  
Von künstlicher Intelligenz ist schon seit Jahrzehnten die Rede. Was genau war 2023 der qualitative Sprung gegenüber dem, was man früher so bezeichnet hat?

**David Beck:**  
Für diese generativen KIs, die zum Beispiel Sprache gefühlt aus dem Nichts erstellen können, wie Chat-GPT – oder mit Bildern funktioniert es ja auch sehr gut – sind in den letzten Jahren neue Technologien entwickelt worden, andere wurden weiterentwickelt und viel wichtiger ist aber, dass wir mittlerweile ganz einfach die Rechenpower haben, um diese KIs zu trainieren, dass sie so gut werden.

Die Leistung von Computerchips verdoppelt sich grob alle zwei Jahre, das heißt vor zwei, drei, vier Jahren war die Hardware einfach noch nicht so weit, auch wenn die Technologie es vielleicht schon gewesen wäre.

Wie wichtig die Chips sind, hat man dieses Jahr auch aus wirtschaftlicher Sicht gesehen: Die Hochleistungs-Chips, die man braucht, um KI zu entwickeln, waren eigentlich durchgehend ausverkauft. Der Marktführer in dem Bereich, das ist Nvidia, konnte sich vor Bestellungen kaum retten und das Unternehmen ist dann auch im Mai das achte Unternehmen geworden, das in den sogenannten Trillion Dollar Club aufgenommen wurde, also zu den Unternehmen gehört, die mehr als eine Billion Dollar wert sind.

**Sonja Striegl:**

Die Entwicklungen gehen rasend schnell. Jetzt haben Forschende in den USA schon Nervenzellen mit einem Computer verbunden, um ein KI-Programm energiesparend laufen zu lassen. Die KI konnte Sprache erkennen und Mathe-Gleichungen lösen. Was ist Dir noch aufgefallen: Was hat sich innerhalb der vergangenen 12 Monate weiterentwickelt oder schon wieder verändert?

**David Beck:**

Insgesamt hat sich in der Branche verändert, dass Open-AI mit der Veröffentlichung von Chat-GPT ein Wettrennen losgetreten hat. Die Entwicklung hat sich nochmal beschleunigt, alle wollen da mithalten. Im März hat Open-AI dann sein neuestes Sprachmodell rausgebracht, GPT-4, das nochmal deutlich besser ist als das vorherige. Google hat jetzt gerade nachgezogen, Gemini heißt deren Sprachmodell, das auch nochmal besser als GPT-4 sein soll, allerdings ist das noch nicht veröffentlicht, deswegen können wir das noch nicht genau sagen. Und bei Open-AI gibt es gerade das geheimnisvolle Projekt Q\*, das – wenn man den Gerüchten glauben will – in die Richtung von menschlicher Intelligenz kommen könnte. Ich glaub es nicht so ganz, aber wir werden sehen.

Und die ganze Tech-Branche hat sich total verändert. Vor Chat-GPT kannten eigentlich nur Insider so Namen wie Open-AI oder deren Chef Sam Altman. Dieses Jahr lief es in der Hauptausgabe der Tagesschau als Altman erst gefeuert wurde und dann nach einem Machtkampf mit dem Aufsichtsrat zu Open-AI zurückkam.

Das ganze Silicon Valley verspürt gerade einen Aufschwung. In den letzten Jahren gab es bei den großen Namen wie Google, Amazon oder Apple viele Entlassungen und jetzt siedeln sich wieder viele neue Startups an, die wachsen und Geld zurück ins Valley bringen.

**Sonja Striegl:**

KI hat so viel Potential, um zu täuschen und zu tricksen. Welche Gefahren bestehen für die Wissenschaft?

**David Beck:**

Das finde ich gerade schwer zu sagen. Letztens gab es die Schlagzeile „Wissenschaftliche Daten mit KI täuschend echt gefälscht“, oder sowas, aber bei genauerem Hinschauen hat sich rausgestellt, dass die Daten schon noch als Fälschung erkennbar waren. Natürlich wird die Technologie nur besser, wir müssen also damit rechnen, dass es immer schwieriger wird, Fälschungen zu erkennen.

Aber ich glaube, es ist in der Wissenschaft wie bei Falschnachrichten und Deep Fakes in den Medien: Die Fälschungen gab es schon vorher, jetzt sind sie halt zum Teil sehr viel einfacher herzustellen. Das heißt das Problem an sich ändert sich an sich nicht, es wird nur größer und es wird für Fachmagazine, die Studien veröffentlichen, immer wichtiger die Plausibilität der Ergebnisse zu überprüfen.

**Sonja Striegl:**

Bekannte KI-Forscher melden sich regelmäßig zu Wort und mahnen an, die Entwicklungen genau zu prüfen und am besten zu regulieren. Handelt die deutsche Regierung bzw. die EU?

**David Beck:**

Ja, tun sie. Der AI-Act der EU, der weltweit erste Versuch KI zu regulieren, wurde ja gerade erst fertig – zwar noch nicht ganz, aber jetzt sind es nur noch Kleinigkeiten und Formalitäten, die ausgearbeitet werden müssen – und für viele war das mit dem AI-Act wahrscheinlich ähnlich wie mit Chat-GPT: Man hat dieses Jahr das erste Mal davon gehört, aber tatsächlich ist es schon älter.

Die EU verhandelt schon seit 2021 über das KI-Gesetz, weil man eben nicht erst hinterherrennen wollte, wie sonst immer, sondern von Anfang an für einen sicheren Umgang mit der Technologie sorgen wollte. Man versucht das auch alles möglichst zukunftssicher zu machen – ob das aber so funktioniert, werden wir erst sehen, wenn das Gesetz dann mal in Kraft getreten ist.

**Sonja Striegl:**

Dem Öffentlich-Rechtlichen Rundfunk wird gern vorgeworfen, wir würden zu langsam auf gesellschaftliche Entwicklungen reagieren. Du hast 2023 selbst bei einem informativen KI-Podcast von BR24 und SWR mitgearbeitet. Wie siehst Du die Reaktion der ARD und des SWR auf KI?

**David Beck:**

In der ARD passiert überraschend viel. Beim BR gibt es schon seit 2021 das AI + Automation Lab, wo einerseits investigativ über KI berichtet wird, aber auch Anwendungen entwickelt werden, die zum Teil auch schon in Redaktionen zum Einsatz kommen. Beim WDR wird auch sehr viel ausprobiert, gerade mit Sprachmodellen, wie dem das hinter Chat-GPT steckt. Der WDR steckt da bei Open GPT-X mit drin, da sind noch Forschungsinstitute und Unternehmen mit dabei, die das mitentwickeln. Und wir beim SWR testen gerade verschiedene Anwendungen, zum Beispiel ein Tool, das Beiträge schnell in einfache Sprache übersetzen kann.

Aber wir haben da natürlich auch eine Verantwortung, dass KI nur sicher zum Einsatz kommen darf – vor allem wenn es um Nachrichten und Berichterstattung geht – und da sind viele Tools noch nicht so weit, dass wir die für alles Mögliche einsetzen können. Chat-GPT zum Beispiel halluziniert noch sehr viel, also erfindet einfach Dinge, das können wir nicht nutzen, um Beiträge schreiben zu lassen.

Deswegen dauert es bei uns vielleicht länger, bis wir KI einsetzen, als in anderen Unternehmen, aber wir haben den Schuss gehört, das merkt man. Und die paar Monate, die das jetzt bei uns länger dauert, die sorgen dann dafür, dass wir die Tools später sicher und zuverlässig einsetzen können.

**Sonja Striegl:**

Und es kommen bei uns nur echte Stimmen zum Einsatz.

**David Beck:**

Bis jetzt, ja. 😊

**Sonja Striegl:**

Vielen Dank, im Wissenschaftsrückblick 2023 war das David Beck aus der SWR-Wissenschaftsredaktion. David, ich wünsche Dir eine schöne Weihnachtszeit.

**David Beck:**

Die wünsch ich Dir auch, Sonja.

### **Sonja Striegl im Gespräch mit Veronika Simon, Teil 4 von 5:**

**Sonja Striegl:**

Wir haben uns entschlossen, ein weiteres Medizin-Thema in den Wissenschafts-Rückblick aufzunehmen, denn es ist ein großer Durchbruch, dass seit 8. Dezember die erste Gentherapie zugelassen wurde, bei der die Genschere CRISPR/Cas zum Einsatz kommt – und zwar von Behörden in Großbritannien und den USA und für Europa kam vor wenigen Tagen die Empfehlung. In der SWR-Wissenschaftsredaktion verfolgt Veronika Simon die Entwicklung der Gentherapien seit langem. Hallo Veronika!

**Veronika Simon:**

Hallo Sonja.

**Sonja Striegl:**

Bei der zugelassenen Gentherapie handelt es sich um ein „CRISPR-Medikament gegen Bluterkrankungen“, nämlich die Sichelzellanämie, das ist die weltweit häufigste Erbkrankheit, und beta-Thalassämie. Warum hältst Du das für so einen großen Fortschritt?

**Veronika Simon:**

Es ist ein historischer Moment in der Gentherapie. Denn ab jetzt gibt es Therapien, bei denen man Gene einfach noch viel präziser bearbeiten kann als vorher. Und das gerade mal elf Jahre, nachdem die Technik das erste Mal vorgestellt wurde. Das ist in der medizinischen Forschung eine unfassbar kurze Zeit. Also das sorgt einfach für Euphorie, nicht nur bei mir.

**Sonja Striegl:**

**Das heißt aber auch:** Die technische Seite dieser Gentherapie ist noch neu. Ist die Therapie trotzdem sicher? Da sind viele schnell skeptisch.

**Veronika Simon:**

Na klar, das ist ein großes Thema. Deswegen werden die Gentherapien aktuell auch nur bei sehr schweren Erkrankungen eingesetzt, wo man irgendein gewisses Risiko eingehen kann bei der Behandlung. Denn man muss tatsächlich noch genau beobachten, ob da Dinge passieren, die man so eigentlich nicht wollte. Man hat auch bei älteren Gentherapien schon gesehen, dass Leukämien, also Blutkrebs, entstanden ist. Dafür gibt es jetzt aber im Fall von dieser ersten CRISPR-

Gentherapie bisher keine Hinweise. Man kann einfach sagen, wir stehen noch am Anfang. Auch wenn es recht präzise schon ist, ist die Technik ehrlich gesagt, noch recht grob. Das kann man vielleicht mit Herzoperationen vergleichen. Früher musste man immer den Brustkorb öffnen, um ans Herz ranzukommen. Aber das wurde weiterentwickelt. Heute geht das viel schonender für die Patienten, minimalinvasiv zum Teil, und bei Gentherapien sind wir aktuell er noch im Stadium des Brustkorb Öffnen, aber das wird sich ändern. Und schon jetzt bringt es eben die Möglichkeit, Krankheiten zu behandeln, bei denen man sonst bisher nicht viel tun konnte.

**Sonja Striegl:**

Es gab aber auch schlechtere Nachrichten aus der Gentherapie dieses Jahr: Eine kürzlich in den USA zugelassene Gentherapie bei der Duchenne-Muskeldystrophie scheint kaum wirksam zu sein. Wie schwer ist dieser Rückschlag für das Feld?

**Veronika Simon:**

Ja, das war schon eine wirklich schlechte Nachricht ohne Frage. Man hatte die Therapie gegen diese sehr schwere Art Muskelerkrankung in den USA zugelassen. Aber die Studienergebnisse zur Wirksamkeit, die kamen erst vor kurzem, und die haben gezeigt, dass das eben lange nicht so wirksam war, wie man gehofft hat. Das bedeutet nicht, dass die Therapie nutzlos ist. Aber man hat eben gesehen, bloß weil so eine Behandlung bei einer bestimmten Muskelerkrankung ganz toll wirkt, ist das nicht ohne weiteres auf andere übertragbar. Also da wird noch ganz viel gelernt auf diesem Feld.

**Sonja Striegl:**

Welche Erkrankungen eignen sich denn überhaupt für eine Gentherapie?

**Veronika Simon:**

Das Wichtigste ist, man muss die Erkrankung wirklich verstanden haben, und zwar zum Teil auf molekularer Ebene. Hier ist also im Vorfeld ganz, ganz viel Grundlagenforschung nötig. Ein Beispiel dafür ist die Bluterkrankheit oder Hämophilie. Da weiß man schon ziemlich lange, wie genau die vererbt wird. Und gegen eine schwere Form dieser Erkrankung wurde dieses Jahr in der EU eine Gentherapie zugelassen. Und diese Bluterkrankheit hat noch eine relevante Eigenschaft. Sie ist nämlich recht häufig, einer von 6000 Männern ist betroffen. Und das ist wichtig, weil die Entwicklung von solchen Therapien einfach sehr, sehr teuer ist, und damit Pharmafirmen das auf sich nehmen, muss es sich für sie lohnen. Also es muss genug potenziell zahlender Patienten geben.

**Sonja Striegl:**

Forschung und Entwicklung werden weitergehen. Was erwartest Du für 2024?

**Veronika Simon:**

Das eine ist die technische Weiterentwicklung. Da gibt es das sogenannte Base Editing, also eine Verfeinerung der Genschere, wo man eben dann nicht mehr so brachial vorgehen muss. Da werden demnächst die ersten Ergebnisse erwartet. Und man erforscht, wie man die Genschere in den Körper der Menschen bringen kann, damit sie dort schneidet. Bisher hat man für CRISPR Stammzellen aus dem Patienten rausgeholt, im Labor verändert und wieder in den Körper eingebracht. Aber

das geht natürlich nicht, wenn man zum Beispiel Leberzellen mit der Genschere verändern will. Die kann man ja nicht rausnehmen und wieder reinsetzen, da wird gerade dran gearbeitet und da auch schon an Patienten erforscht. Das ist also nicht mehr weit weg. Und da werden wir 2024 sicher von hören. Und ein dritter wichtiger Punkt wird sein, dass einfach immer mehr Krankheiten dazu kommen, die man behandeln kann, mit CRISPR, aber auch mit anderen Gentherapie-Ansätzen. Da gab es dieses Jahr schon einige interessante Forschungsergebnisse. Und da könnte 2024 noch einiges kommen.

**Sonja Striegl:**

Veronika Simon, mit einer vorsichtigen Prognose. Sie berichtet vor allem über Biologie und Medizin für uns. Veronika, ganz herzlichen Dank und frohe Weihnachten!

**Veronika Simon:**

Gern geschehen und auch Dir und den Hörerinnen und Hörern schöne Weihnachten.

**Sonja Striegl im Gespräch mit Gábor Paál, Teil 5 von 5:**

**Sonja Striegl:**

Es gibt Menschen, die suchen nach der Lösung für scheinbar unsinnige Probleme, aber wenn sie die Antwort haben, nimmt die halbe Fachwelt Anteil und ist begeistert. So war es, als der Hobby-Mathematiker David Smith im März eine 13-eckige Form veröffentlichte, die entfernt an einen Hut erinnert. Damit ist ihm ein mathematischer Durchbruch gelungen: Er hat die Einstein-Kachel entdeckt. Und das hat auch Gábor Paál so entzückt, dass er darüber im Jahresrückblick von SWR2 Wissen sprechen wollte. Hallo Gábor!

**Gábor Paál:**

Hallo Sonja.

**Sonja Striegl:**

Warum hat es Dir die Einstein-Kachel angetan?

**Gábor Paál:**

Da geht es um etwas, was man sich zumindest vorstellen kann, denn geht um Geometrie in einer nur zweidimensionalen Fläche, nämlich, wie man eine Wand fliesen kann. Die normale Badezimmerwand hat quadratische Kacheln. Da nicht viel falsch machen. Man setzt eine Kachel neben oder unter die andere, bis die ganze Wand zugekacheln ist. Diese quadratischen Kacheln bilden dann ein periodisches Muster, das bedeutet: Wählt man einen beliebigen Ausschnitt – beispielsweise aus vier Kacheln – dann wiederholt sich dieselbe Anordnung von Kacheln immer wieder.

**Sonja Striegl:**

Müssen es Quadrate sein?

**Gábor Paál:**

Standardmäßig sind es Quadrate, aber es geht natürlich auch mit Rechtecken, oder wenn man an die Pflastersteine in einem Carport denkt, die sind nicht immer streng viereckig – die haben zum Beispiel manchmal so eine Knochenform, trotzdem lassen sie sich lückenlos zu einem periodischen Muster zusammenfügen. Man kann sich auch leicht vorstellen, dass man eine Wand lückenlos mit gleichseitigen Dreiecken fliesen kann und auch mit Sechsecken – dann würde ein Wabenmuster entstehen. Mit Waben kann man ja auch eine Fläche ausfüllen. Aber mit den meisten Formen geht das nicht. Wenn du versuchst, mit einem regelmäßigen Fünfeck oder einem Siebeneck die Wand zu fliesen, wirst du scheitern, denn es würden immer Lücken bleiben – und das willst du ja nicht.

**Sonja Striegl:**

Und was hat die Mathematik hier jetzt noch Neues herausgefunden.

**Gábor Paál:**

In den 1970er-Jahren hat ein berühmter Mathematiker, Roger Penrose, eine Entdeckung gemacht, er hat nämlich eine Möglichkeit gefunden, eine ebene Fläche auf eine ganz neue Art und Weise zu pflastern.

**Sonja Striegl:**

Roger Penrose – das ist der mit den Schwarzen Löchern?

**Gábor Paál:**

Ja – Penrose ist inzwischen 92. Er hat 2020 den Nobelpreis bekommen, weil er zusammen mit Stephen Hawking bahnbrechende Erkenntnisse über Schwarze Löcher herausgefunden hat. Ich habe Penrose vor vielen Jahren mal zu einem Interview getroffen, und er hat mir gesagt, dass er immer sehr stark von der Geometrie her denkt – selbst wenn es um Schwarze Löcher geht. Aber Penrose ist ein extrem vielseitiger und auch verspielter Mathematiker, der auch viel mit dem holländischen Grafiker M.C. Escher gearbeitet hat. Es gibt einiger Bilder von Escher, die auf Ideen von Penrose zurückgehen. Und Penrose hat sich eben auch mit solchen Fragen beschäftigt, auf welche kuriose Weise man Fliesen verlegen kann. Und er hat herausgefunden, dass es möglich ist, eine Fläche mit nur zwei Fliesenformen lückenlos auf eine Weise zu kacheln, bei der sich das Muster an der Wand gerade nicht wiederholt, und zwar niemals. Es ist deshalb ein aperiodisches oder quasi-periodisches Muster. Quasi-Periodisch deshalb, weil es zwar auf den ersten Blick so aussieht, als würde sich ein Grundmuster wiederholen, aber tatsächlich stimmt das nicht, sondern ist überall ein bisschen anders. Hier ist ein kurzes Statement von Roger Penrose aus meinem Interview mit ihm damals.

**O-Ton:**

Also er sagt, dass er sich für Strukturen interessiert, die im Kleinen sehr einfach sind, aber im Großen sehr komplex. Dazu gehört für ihn das Universum, ein bekanntlich sehr komplexes Gebilde, das aber aus einer überschaubaren Zahl von Teilchen aufgebaut ist. Dazu gehören aber auch aperiodische Muster. Und Penrose kam bei seinem Muster mit nur zwei viereckigen Formen aus – also zwei verschiedenen rautenförmigen Fliesen. Also sehr einfache Formen, aus denen Penrose ein komplexes Fliesenmuster erzeugt hat, das überall anders aussieht und sich nicht

wiederholt. Und seit Penrose in den 1970er-Jahren diese Muster fand, haben sich die Mathematik-Freaks gefragt, ob das, wofür Penrose noch zwei verschiedene Fliesen brauchte, auch mit einer einzigen Form möglich ist. Lässt sich also mit nur einer Art von Kacheln oder Pflastersteinen eine Fläche so verlegen, dass keine Lücke bleibt, aber sich trotzdem das Muster nie wiederholt? Und ...

**Sonja Striegl:**

Hurra, das ist jetzt gelungen ...

**Gábor Paál:**

So ist es, und zwar gleich mehrfach: Im November 2022 hat ein englischer Hobbymathematiker namens David Smith eine 13-eckige Fliesenform gefunden, mit der das möglich ist. Die hatte allerdings noch den Schönheitsfehler, dass er zwar mit nur einer Form auskam, aber die lückenlose Pflasterung funktionierte nur, wenn man auch das dazugehörige Spiegelbild einsetzte. Aber ein paar Monate später hat David Smith auch noch diesen Makel beseitigt und eine Form gefunden, bei der das auch ohne die gespiegelte Form klappt.

**Sonja Striegl:**

Und das ist jetzt die sogenannte Einstein-Kachel – die hat aber dann nichts mit Albert Einstein zu tun?

**Gábor Paál:**

Nein, sie heißt nur so, weil das Kunststück einer nicht-periodischen Fliesenwand eben mit einer Form – mit *einem* Stein gelungen ist und man nicht mehr zwei oder mehrere braucht.

**Sonja Striegl:**

Wer ist dieser David Smith und wie hat er das gemacht – einfach rumprobiert?

**Gábor Paál:**

David Smith ist ein englischer Druckanlagentechniker im Ruhestand, und er hat, sagt er wirklich erstmal mit Papierschnipseln gearbeitet, die er auf dem Boden in seiner Wohnung ausgelegt hat. Als er sich dann ziemlich sicher war, hat er noch drei Profis kontaktiert, einen Mathematiker und zwei Informatiker, die dann innerhalb weniger Wochen auch die dazu passenden Beweise geliefert haben.

**Sonja Striegl:**

Wie sieht diese Fliesenform nun aus?

**Gábor Paál:**

Sie sieht ein bisschen aus wie ein etwas komplizierteres Puzzle-Stück – erstmal war es eckig und sah ein bisschen aus wie Gespenst, dann hat David Smith noch die Ecken etwas abgerundet und heraus kam dann eine Form, die aussieht wie ein Puzzle-Stück von einem besonders schwierigen Puzzle, jedes Stück hat nämlich sieben Ausstülpungen. Wer es sich angucken will, findet es auf der Website zu dieser SWR2 Wissen Folge – oder aber auf dem Bild hier im Podcast.

**Sonja Striegl:**

Dass es Spaß machen kann, an so einer Frage zu tüfteln, kann ich nachvollziehen. Aber gibt auch einen praktischen Sinn?

**Gábor Paál:**

Man weiß nie..., denn nachdem Penrose in den 1970er-Jahren die quasiperiodischen Muster entdeckt hat, stellte man ein paar Jahre später fest, das ist nicht nur eine mathematische Spielerei, sondern es gibt auch chemische Substanzen, die dreidimensional ähnlich aufgebaut sind, sogenannte Quasi-Kristalle, und die kommen inzwischen auch industriell zur Anwendung, als Zusatzstoffe in der Stahlherstellung, weil sie einfach sehr beständig sind. Insofern kann sein, dass die Einstein-Kachel unnützes Wissen bleibt – aber man weiß nie ...

**Sonja Striegl:**

Der eine Stein, der eine Fläche so pflastert, dass sich das Muster nirgends wiederholt - Ist damit wieder ein mathematisches „Jahrhunderträtzel“ gelöst?

**Gábor Paál:**

Kann man so sagen. Die Mathematik-Welt war begeistert, dass nach so vielen Jahrzehnten endlich die Existenz eines Einsteins bewiesen wurde, aber Mathematiker mögen es ja elegant und schlicht. Die Frage ist also jetzt: Ist dieses komplizierte Puzzle-Stück mit 7 Ausstülpungen schon die einfachste Form, mit der das geht, oder geht es noch minimalistischer, wie sieht der einfachste aller Einsteins aus? Da sind also noch Wünsche offen.

**Sonja Striegl:**

Und Wünsche sind ja was Schönes und müssen auch nicht immer in Erfüllung gehen. Danke, das war Gábor Paál, der die SWR Wissen-Abteilung leitet. Auch Dir ein besinnliches Weihnachtsfest, Gábor.

**Gábor Paál:**

Für Dich auch, Sonja.

**Sonja Striegl:**

Das war in SWR2 Wissen mit Sonja Striegl unser Rückblick auf wissenschaftliche Durchbrüche im zu Ende gehenden Jahr 2023. Wenn Sie mehr davon hören möchten, eine längere Fassung steht in der ARD-Audiothek und auf den anderen Podcast-Plattformen. Ich bedanke mich für Ihr Interesse an SWR2 Wissen heute und das ganze Jahr über. Und wünsche Ihnen und Ihren Lieben ein friedliches Weihnachtsfest.

\* \* \* \* \*