

## MDR Aktuell – Gesundheits-Kompass

Donnerstag, 20. Juli 2023

#29

**Susann Böttcher, Moderatorin**

MDR Aktuell – Das Nachrichtenradio

**Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. Alexander S. Kekulé, Experte**

Professor für Medizinische Mikrobiologie und Virologie an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg sowie Direktor des Instituts für Biologische Sicherheitsforschung in Halle

**Redaktioneller Hinweis: Am Ende dieser Folge beantwortet Alexander Kekulé eine Hörerfrage zum Zusammenhang von Solarien-Besuchen und Hautkrebs. Dazu gab es nach der Veröffentlichung kritische Anmerkungen. Wir gehen darauf im nächsten Podcast (Folge #30) ein.**

### Links zur Sendung:

KI kann EEG zuverlässig auswerten (20.6.2023)

<https://jamanetwork.com/journals/jamaneurology/fullarticle/2806244>

Bericht (20.07.2023): [https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/144057/Epilepsie-Kuenstliche-Intelligenz-kann-EEG-zuverlaessig-auswer-](https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/144057/Epilepsie-Kuenstliche-Intelligenz-kann-EEG-zuverlaessig-auswer-ten?rt=34c18fab0793588c74738d9b9baa7cec)

[ten?rt=34c18fab0793588c74738d9b9baa7cec](https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/144057/Epilepsie-Kuenstliche-Intelligenz-kann-EEG-zuverlaessig-auswer-ten?rt=34c18fab0793588c74738d9b9baa7cec)

KI zur Leberfleckkontrolle (Bereits 2018 sehr gute Erfahrungen)

<https://www.nature.com/articles/sdata2018161>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36944317/>

Entwicklung eines Medikaments gegen eine Lungenkrankheit mittels KI- aktuell in der klinischen Testphase. Unternehmen aus Hongkong (20.07.2023)

<https://www.cNBC.com/2023/06/29/ai-generated-drug-begins-clinical-trials-in-human-patients.html>

### Donnerstag, 20. Juli 2023

- Was haben heutige Frage und Aufgabenstellungen der Medizin mit einem Stanley Kubrick Film von vor 55 Jahren zu tun?
- Ist eine Maschine womöglich der bessere Arzt?

- Kann KI schneller und günstiger Medikamente gegen seltene Krankheiten entwickeln?
- Und was ist eigentlich Intelligenz?

### Susann Böttcher

Diese und andere Fragen beantworten wir in der 29. Folge von Kekulé's Gesundheits-Kompass. Wie immer werbefrei und ohne Anmeldung in der App der ARD-Audiothek und überall dort, wo es sonst noch Podcasts gibt.

00:43

### Susann Böttcher

Ich bin Susanne Böttcher, Redakteurin und Moderatorin bei MDR aktuell. Alle 14 Tage, immer donnerstags sprechen wir mit dem Arzt und Wissenschaftler Professor Alexander Kekulé. Wir liefern Schwerpunkte zu aktuellen Gesundheitsfragen und gehen natürlich gern auf ihre Themenwünsche ein. Hallo, Herr Kekulé.

### Alexander Kekulé

Guten Tag, Frau Böttcher.

### Susann Böttcher

Und damit zum eingangs erwähnten Kubrick.

### Filmzitat

*„Öffne das Schleusentor. - D, das Gespräch hat keinen Zweck mehr. Es führt zu nichts. Lebwohl. - HAL!“*

01:19

### Susann Böttcher

Die Geschichte vom bösartigen Computerhirn im Film *2001 Odyssee*, in Deutschland als *Odyssee im Weltraum*, von Stanley Kubrick, bekannt. Der Mensch erschafft einen künstlichen Assistenten, der ihm dienen soll, aber die Maschine übertrifft seinen Schöpfer, indem die Maschine lernt, zu lernen. Schließlich entwickelt das Geschöpf eigene Interessen und verfolgt eigene Ziele. Ja, gleich mal ein dystopischer Einstieg ins heutige Thema, Herr Kekulé. Künstliche Intelligenz in der Medizin. Wir haben uns allerdings vorab überlegt den Bogen etwas größer zu spannen. Allgemeine Frage an Sie, Professor Kekulé - was ist denn für Sie Intelligenz und vor allem wann ist sie künstlich?

### Alexander Kekulé

Ich mag den Ausdruck künstliche Intelligenz eigentlich nicht so gerne, ich kann auch gleich

sagen warum. Intelligenz. Also mir gefällt am besten die Definition – da gibt es natürlich ganz viele - die Rudolf Amthauer vor vielen Jahren mal gegeben hat, das war einer der Väter der Intelligenzforschung, ein Deutscher. Und er hat gesagt: Intelligenz ist nicht mehr und nicht weniger als das, was Intelligenztests messen. Das finde ich eigentlich gut, weil es so völlig wertfrei ist. Da kann man nicht sagen jemand, der weniger intelligent ist, ist weniger wert oder ähnliches. Sonst ist man ja immer so stolz auf das intelligente Kind mit dem hohen IQ. Da halte ich jetzt nicht so viel davon, den Menschen über die Intelligenz zu definieren. Also Intelligenz ist eine bestimmte Kategorie von menschlichen Gehirnleistungen, kann man sagen, die eben durch Intelligenztests bestimmt wird. Und künstliche Intelligenz? Ja, das ist so ein Begriff, der hat sich so in den 60er-Jahren herausgemeldet. So nach und nach. Ist heute auch eher so ein Werbebegriff schon fast geworden für alles Mögliche. Das ist eigentlich im Prinzip die Fähigkeit von Computern, Probleme zu lösen oder auch Entscheidungen zu treffen, so wie es der Mensch macht, also sozusagen den Menschen zu kopieren. Das ist so die klassische Definition von künstlicher Intelligenz. Manche sagen auch so ein bisschen idealisiert: künstlich intelligente Systeme denken und handeln rational. Also noch sozusagen einen Tick besser als der Mensch, der ja nicht immer rational ist.

03:32

### **Susann Böttcher**

Was es ja auch im Prinzip spannend macht, gerade was kreative Neuschöpfungen angeht, wenn man Richtung Hollywood schaut. Da ist ja gerade auch die künstliche Intelligenz „AI“ ein großes Thema, auch vor Gericht schon. Darauf wollen wir erstmal nicht schauen, sondern auf die künstliche Intelligenz in ihren unterschiedlichen Wirkungsweisen.

### **Alexander Kekulé**

Ja, also so grundsätzlich, wenn man so von künstlicher Intelligenz spricht heutzutage, meint man eigentlich zwei verschiedene Begriffe in der Computertechnik, kann ich mal so sagen. Das eine ist Maschinenlernen, also das Maschinen etwas lernen? Gibt es noch die Unterscheidung Deep Learning - noch eine Stufe drüber. Das ist das eine und das andere ist die

generative Intelligenz, wenn man so will. Dass Maschinen in der Lage sind, etwas zu produzieren, Texte zu produzieren, Bilder selber zu produzieren. Also diese zwei großen Kategorien gibt es, auf die man vielleicht ein bisschen genauer eingehen könnte.

### **Susann Böttcher**

Wenn wir noch mal auf Kubrick zurückkommen, die Maschine, die sich selbständig macht und gegen ihren Schöpfer arbeitet, das ist gar nicht so weit entfernt. Sie haben da ein paar Beispiele, die selbständig denken und handeln.

### **Alexander Kekulé**

Ja das ist tatsächlich so, dass diese, nennt man Expertensysteme. So ganz grob. Das gehört quasi zu den lernenden Maschinen. Also die sind jetzt noch nicht kreativ. Die Kubrick-Maschine hat in dem Sinn auch keine Bilder gemalt oder so was seinerzeit, sondern sie hat ein Raumschiff gesteuert, letztlich eine Mission gesteuert. Das Einzige, was sie künstlerisch konnte, das wissen viele aus meiner Generation, ist, ein Liedchen singen. In der deutschen Übersetzung singt der Computer, kurz bevor er dann abgeschaltet wird „Hänschen klein“. Aber sonst sind die nicht unbedingt kreativ, diese Systeme, aber sie treffen letztlich Entscheidungen für den Menschen. Und während der Mensch ja eigentlich immer so ist, dass er erst eine Entscheidung trifft und dann auf einen Knopf drückt, muss der Computer keinen Knopf drücken, weil der sozusagen das elektronisch im System schon drinnen hat. Und darum können natürlich Computer theoretisch hervorragend Flugzeuge steuern, weil sie viel mehr Parameter beobachten können als ein menschlicher Pilot, weil sie im Prinzip keine Fehler machen. Rein theoretisch machen Computer keine Fehler, wenn sie einmal mit einer Sache programmiert sind. Praktisch muss ich sagen: ich verstehe auch nicht, warum beim Booten mein Computer manchmal plötzlich einen schwarzen Bildschirm hat und ich das wiederholen muss, obwohl es doch genau die gleiche Hardware ist, die das Gleiche noch einmal machen soll. Oder warum Programme manchmal abstürzen, die bis jetzt immer funktioniert haben. Aber im Prinzip machen Computer keine Fehler, zum Beispiel als Piloten oder auch beim autonomen Fahren. Das ist ja eine

Riesendiskussion, ob Autos eben vollautomatisch gesteuert werden, bis hin zu Drohnen, ja. Das weiß man ja, dass Kriegsdrohnen, Kampfdrohnen heutzutage auch künstliche Intelligenz eingebaut haben, nicht, damit die selber entscheiden, wen sie bombardieren sollen, sondern zum Beispiel, wenn der Funkkontakt mit dem Steuersoldaten verloren geht, wenn der Pilot nicht mehr steuern kann, dann sind die in der Lage, weil sie ihr Ziel kennen und weil sie ihre Mission kennen, die dann auch allein, autonom sozusagen, zu Ende zu führen.

06:41

### Susann Böttcher

So indirekt haben Sie gesagt so ein Computer ist ja auch nur ein Mensch mit kleinen Macken und Fehlern. Aber der große Vorteil liegt ja darin, dass so eine Maschine 24 Stunden am Tag arbeiten kann, theoretisch, und damit auch den Mediziner ein Stückchen voraus ist. Wir wollen natürlich in dieser Ausgabe, in diesem 29. Kekulé's Gesundheitskompass auch auf die Gefahren hinweisen, aber natürlich auch auf die Chancen. Und da schauen wir jetzt zunächst mal auf die Entwicklung von Medikamenten. Da gibt es ein Interview in Davos, Anfang des Jahres, geführt mit einer leitenden Chemikerin bei der Merck-Tochter *Millipore-Sigma*, und sie sagt das zur Medikamentenentwicklung:

*„Wenn man sich den kompletten Prozess ansieht, dauert es im Schnitt zwölf Jahre, um 2,6 Milliarden, um ein Medikament zur Marktreife zu bringen. So ist es bei allen Herausforderungen nicht überraschend, dass Wissenschaftler und Forscher mit Blick auf künstliche Intelligenz großes Interesse daran haben, Medikamenten- und Therapieforschung zu beschleunigen.“*

### Susann Böttcher

Und da sind einige schon ziemlich weit in der Forschung, aktuell sogar in der klinischen Testphase. 800 Unternehmen weltweit sind gerade dabei, KI-gestützte Medikamentenentwicklung anzubieten. Bevor wir aber ins Detail gehen, Herr Kekulé, erklären Sie uns doch mal: Wie werden Medikamente grundsätzlich entwickelt?

08:11

### Alexander Kekulé

Also das Prinzip, was wir heute haben, das ist natürlich in der Geschichte ganz unterschiedlich gewesen. Aspirin ist völlig anders entwickelt oder entdeckt worden als heutige Medikamente. Muss man sagen, dass heutzutage die moderne Medikamentenforschung eigentlich erst mal überlegt, wo sind sogenannte Targets, also wo ist im Körper irgendeine Zielstruktur, die von einem Medikament verändert werden könnte? Klassisch wäre, wenn man einen Virus hat, was man ausschalten will durch einen Antikörper. Oder wenn man Bakterien hat, die durch Antibiotika ausgeschaltet werden sollen. Oder wenn man, was weiß ich, der Zuckerspiegel ist zu hoch und dann will man eben bestimmte Zellen im Körper veranlassen, mehr Insulin zu produzieren oder den Zucker aufzunehmen oder schneller abzubauen, was auch immer. Das sind ja, wenn man so will kleine biologische Schalter, immer Proteine, die so etwas machen. Und im Prinzip greifen Medikamente an der einen oder anderen Stelle in der Regel an solchen Proteinen ein - oder an. Und wenn man so ein Target hat, dann macht man das bisher eigentlich so, dass man ganz viele mögliche Wirkstoffe in riesigen Testserien ausprobiert und auf diese Targets loslässt. Und das ist halt extrem zeitraubend, wie gerade auch gesagt wurde, geht auch häufig schief, für einen Treffer hat man hundert, die daneben gehen - mindestens. Und man versucht das schon lange, das ist eigentlich nicht unbedingt künstliche Intelligenz, aber das versucht man schon lange mit Hilfe von Computern zu optimieren, dass man irgendwie versucht, vorherzusagen wie die Struktur solcher Proteine aussieht und dann zu überlegen, welches Medikament könnte daran binden. Das war früher ein extrem aufwendiger Prozess mit viel Physik, wo man Wochen gebraucht hat oder Monate, manchmal Jahre, um eine einzige Proteinstruktur aufzuklären. Und jetzt ist es so ein ganz tolles Anwendungsgebiet von der künstlichen Intelligenz. Es gibt nämlich tatsächlich jetzt Programme, die kann man sogar im Internet verwenden, jeder Wissenschaftler kann sich einloggen und das benutzen, die vorhersagen, wie sich so ein Protein faltet. Und das ist eigentlich spektakulär, weil das kann man sich so vorstellen wie so eine ganze lange

Kette von Legosteinen oder so, die aneinandergebunden wurden, die also fest zusammenhängen, die aber natürlich untereinander dann auch Verbindungen eingehen können. Also, so Lego, kann man ja zusammenklippen oder auseinandernehmen. Und da gibt es, kann man sich sofort vorstellen, fast unendlich viele Möglichkeiten, so etwas zusammenzubauen. Aber es gibt immer bestimmte Strukturen, Konformationen sagen wir, die etwas stabiler sind, und die typischerweise dann stabil sind in biologischen Systemen. Die konnte man bisher nicht vorhersagen. Und dann hat man aber diese berühmten selbstlernenden Systeme. ChatGPT ist so eins von denen, oder die Basis davon ist eins dieser selbstlernenden Systeme. Oder vielleicht kennt der eine oder andere auch diese Computerprogramme, die also schon lange die Weltmeister geschlagen haben und die Weltmeister im Go sind, also AlphaGo war eines dieser dieser frühen Programme, die so etwas konnten. Da hat man diesen Programmen, die eigentlich Schach gelernt haben, die Brettspiele gelernt haben, die natürlich Sprachen gelernt haben und ganz toll übersetzen können, denen hat man gesagt: Denen bringen wir jetzt mal die Sprache und die Grammatik der Biologie bei. Und dann haben die wirklich gelernt, was ein Mensch nicht versteht, wie Proteine sich falten, also nach welchen Regeln, indem man denen einfach unendlich viele Proteine oder zumindest so viele, wie man halt hat im Moment, hat man denen gezeigt als Beispiele und dann die Aminosäurestruktur dazu, also die Basisstruktur quasi des Proteins. Und dann haben jetzt diese modernen Systeme, das heißt AlphaFold heißt dieses Programm, das kann die Faltung vorhersagen, die haben jetzt tatsächlich, wenn Sie so wollen, die Sprache der Natur, die Sprache der Biologie so gelernt, dass sie verstehen, vorhersagen können, wie sich so ein Protein faltet und womöglich möglicherweise ein Medikament angreifen könnte. Das ist, wenn Sie so wollen, etwas, was keiner der Lehrer dieser Programme, keiner der Menschen, die das programmiert hat, irgendwie jemals kapieren wird, weil wir das nie alles im Kopf haben können, was so ein Computerprogramm berücksichtigt. Wir stellen nur mit offenem Mund, sozusagen als Biologen fest, dass das, was dabei rauskommt, in der Regel der Wirklichkeit entspricht. Das kann man

dann mit bestimmten Methoden überprüfen, und so kann man Medikamente, wenn Sie so wollen, am Computer entwickeln.

12:26

#### **Susann Böttcher**

Ohne je wissenschaftlichen Hintergrund zu haben, sondern einfach nur, weil ich eine Software bedienen kann? Nein ...

#### **Alexander Kekulé**

Noch nicht, aber das kommt so weit. Also im Moment müssen Sie schon ganz schön Ahnung haben. Aber diejenigen, die Ahnung haben, können es viel schneller machen und die brauchen nicht mehr ganze Abteilungen von Fachidioten, die sozusagen das machen, wie man das früher gemacht hat. Aber die Zukunft jetzt sieht tatsächlich so aus, und das ist ganz interessant, das ist bei den meisten KI-Programmen so, dass der Computer einem einen hohen Teil der Expertise abnimmt. Man nennt sie ja deshalb auch Expertensysteme, diese Systeme, das heißt, es kann dann jemand, der keine Ahnung hat von Virologie - da ist sogar gerade mal ein Experiment gemacht worden an einer amerikanischen Universität - da kann jemand, der keine Ahnung hat von Virologie einfach so einen Chatbot, wie man so was ja dann nennt, also so wie dieses berühmte ChatGPT-Programm, der kann dann da fragen: Gib mir mal einen Tipp, ich möchte gern die Welt zerstören, welche Krankheitserreger wären denn da zum Beispiel geeignet? Ja... Und dann spuckt der also dann, hat man gemacht, innerhalb von einer Stunde ein Konzept aus, von den geeigneten Krankheitserregern, über die Methoden wie man sie anzüchten kann, wo man die Reagenzien dafür herkriegt und so weiter und so weiter, quasi eine Gebrauchsanweisung, die quasi wie ein Kochbuch ist. Das gleiche können Sie machen, indem sie eintippen, was weiß ich: Ich möchte gerne Metamphetamin, eine vor allem in den USA sehr beliebte Droge, sehr gefährliche Droge, möchte ich gern richtig Geld mitverdienen, zeig mir mal, wie man so etwas herstellt, dann druckt der ihnen mal schnell die Kochanleitung dazu

aus. Also Sie brauchen nicht mehr die Expertise wie früher und das ist eben gut und schlecht, das heißt, dass dann jetzt jeder mitmachen kann, auch Leute vielleicht mal was erfinden, die eigentlich gar nicht so viele Titel haben. Man kennt das ja schon aus der Musik, dass der eine oder andere in seinem Keller an einem kleinen Computer ganz tolle Musiken komponiert hat, seit sowas möglich ist, und so was wird dann im biologischen Bereich möglich sein. Viele arme Länder haben Zugang zu Techniken, wo sie einfach nicht das Personal, nicht die Expertise haben bis jetzt. Auf der anderen Seite ist das eigentliche Know-how ja in den Händen der wenigen Firmen ... Microsoft, Google und Meta, das sind die, die im Moment die großen künstlichen Intelligenz-Programme haben. Also OpenAI ist zusammen mit Microsoft ... und diese wenigen riesigen Firmen, die haben eben alles unter Kontrolle, sodass man einerseits eine Versozialisierung der Möglichkeiten hat, andererseits eine Monopolisierung der eigentlichen Macht und der Gewalt über die Strukturen, die das dann ermöglichen.

15:15

**Susann Böttcher**

Wer bekommt denn am Ende des Patent für das Medikament?

**Alexander Kekulé**

Na, die Firma, die das gemacht hat, das ist heutzutage leider so, dass nicht mehr der Erfinder da beglückt wird. Also früher war das ja so, wenn man da angestellt bei einer Firma war, da gab es einige, die sind wirklich Millionäre geworden, sehr, sehr reich geworden mit einzelnen Erfindungen, die sie mehr oder minder allein gemacht haben, gerade in Deutschland, als wir noch die Apotheke der Welt waren. Aber heutzutage ist es so, die Firma zahlt natürlich an die Mitarbeiter, die da beteiligt waren, schon erhebliche Anteile an den Patenteinnahmen. Aber unterm Strich ist es so, dass die Rechte typischerweise dann bei der Firma landen, weil die ja auch häufig Milliarden investiert haben, um Medikamente zu entwickeln. Also den Nutzen von dem, was sozusagen die intelligenten Maschinen so ausbrüten, den ziehen die Firmen. Interessanterweise gar nicht so sehr der Mensch, also der Mensch ist nicht unbedingt automatisch der Nutznießer.

Und ich warte auf den Tag, wo der erste Computer sich beschwert, dass er keine eigenen Patentrechte bekommt.

16:21

**Susann Böttcher**

Wir schauen mal weiter in Sachen Medikamentenentwicklung. Also Sie haben jetzt gesagt, bei der Identifizierung dieser Targets, dieser Interventionsziele, ist es natürlich hilfreich, um Zeit und damit auch Kosten zu sparen. Wie geht das denn weiter? Ich könnte mir zum Beispiel vorstellen, dass zum Beispiel in der medizinischen Studie geeignete Kandidaten über große Datensätze viel schneller auffindbar sind.

**Alexander Kekulé**

Ja, das ist eine der Anwendungen, das hat natürlich nicht so viel mit richtig künstlicher Intelligenz zu tun. Also das ist eine Anwendung von, sage ich mal, der niedrigsten Stufe der künstlichen Intelligenz. So wie es Lebewesen gibt, also ist ein Hund intelligent - Ja oder Nein? Oder ist eine Katze intelligent? Was ist mit Würmern, haben die so eine Restintelligenz vielleicht? Es ist ja so, dass es da auch bei dem, was wir als Menschen als Intelligenz bezeichnen, Abstufungen gibt. Und so gibt es auch bei Maschinen eigentlich, und es wird immer ganz viel Werbung gemacht mit ... „Wir haben das hier mit künstlicher Intelligenz entwickelt.“ Es ist im Moment eben total in, auch um Gelder von Investoren zu bekommen. Aber eigentlich gibt es, wenn Sie so wollen, da mehrere Stufen. Und diese unterste Stufe, diese einfache Form der künstlichen Intelligenz, die ist eben so, dass man zum Beispiel dann aus einem großen Kollektiv, aus dem Datensatz einzelne geeignete Kandidaten rausfischen kann. Ich selber finde eigentlich diese höheren Stufen von künstlicher Intelligenz, wenn man sich das klar macht, weil Sie am Anfang Stanley Kubrick angesprochen haben, *HAL 9000*, dieser berühmte Computer, in meiner Generation kennt ihn jeder, weiß übrigens auch jeder, warum der so hieß. *HAL*, wenn Sie da einen Buchstaben...

17:59

**Susann Böttcher**

Hat etwas mit Halle zu tun?

### Alexander Kekulé

Nein, das hat nichts mit Halle an der Saale zu tun, auch nicht mit Halle Berry. Sondern, es ist so, *HAL*, wenn sie einen Buchstaben weitergehen, kommt *IBM* dabei heraus. Das war damals eben, Big Blue hießen die damals, das war der Weltkonzern für Computer und alle haben natürlich gedacht, dass, wenn so eine Maschine mal kommt, dass die von *IBM* eben wahrscheinlich entwickelt wird und darum war das so kleiner Spaß von den Machern des Films, dass man das so genannt hat. Aber was dieser Computer konnte, war ja im Grunde genommen wirklich richtig zu lernen, also das, was wir Deep Learning dann nennen. Und da kann man vielleicht noch einmal sagen, was da der Unterschied ist, wenn man jetzt so hört, künstliche Intelligenz. Was ist mit Alexa, die da bei Amazon mit mir redet? Ist die intelligent? Ja, das ist auch die unterste Stufe, man nennt das auch enge oder schwache, man sagt *narrow AI*, also schwache oder enge künstliche Intelligenz dazu. Aber die höhere Form, die jetzt eben interessant ist, die funktioniert letztlich so, dass das System vor allem selbstlernend ist. Also sie können einem Computer beibringen, zum Beispiel ein EKG zu verstehen, also die Herzströme abzuleiten, um zu erkennen, ob jemand einen Herzstillstand hat. Das ist ja bekannt, dass in den U-Bahn-Stationen und sonst wo, hängen manchmal so Defibrillatoren, die man im Notfall rausnehmen kann und jemanden anhalten kann, auf die Brust halten kann, dann drücken Sie auf einen Knopf und das System entscheidet selber, indem es ein kleines EKG aufnimmt, ob es einen Elektroschock verabreicht oder nicht. Das ist noch nicht wirklich künstliche Intelligenz, sondern da ist es so, dass man einfach das System trainiert hat, wahrscheinlich mit so-und-so-viel Leuten, die keinen Herzstillstand hatten, und dann eben mit EKG-Kurven von Leuten, die Kammerflimmern oder Ähnliches hatten, also wirklich eine Situation, wo man einen Elektroschock verabreichen muss, und das System hat das, wenn Sie so wollen, ein bisschen gelernt und entscheidet dann selber, soll ich den Puls applizieren oder nicht. Das ist so die unterste Stufe. Aber da muss man immer dazusagen, da müssen Ärzte dazusagen, in diesem Fall bitte feuern, in diesem Fall nicht feuern. Da trainiert man das System und das Ergebnis korrigiert

man dann sozusagen, sagt okay, da hast du recht gehabt Computer, da nicht. Und ganz am Schluss, wenn man den eine Weile trainiert hat, sozusagen linear trainiert hat, wie man das dann auch nennt, dann kann der das gut genug, dass man so ein System dann einbauen kann, in so einen Defibrillator zum Beispiel. Aber die nächste Stufe und das ist eben das Interessante, das nennt man dann *Deep Learning*, das ist so, dass das System eigene Fehlerkorrekturen eingebaut hat. Die einfachste Variante ist, dass es zunächst einmal selber erkennt, wenn es einen Fehler gemacht hat und dann einen Schritt zurückgeht und einen anderen Ausgangsparameter ausprobiert, quasi so eine Art eingebaute Fehlerkorrektur der einfachen Art hat, und probiert es dann aus. So wie jemand, der Schach spielt, und das macht man ja mit Kindern gerne, dass man sagt, okay, du kann den Zug zurücknehmen, unter Profis gibt es das gar nicht, aber Kindern sagt man, dass es einen Zug zurücknehmen kann. Und dann probiert das Kind einen anderen Zug aus, der vielleicht besser ist. Und so macht das diese erste Stufe der *Deep-Learning-Systeme*. Die nächste Stufe ist dann, dass die, so ähnlich wie unser Gehirn, quasi eine interne Rückkopplung haben, die sich merkt, welche Schritte früher erfolgreich waren. In unserem Gehirn funktioniert das so, dass Nervenzellen, die öfters benutzt werden, sich merken, dass sie öfters benutzt werden, in bestimmten Situationen und deshalb schon auf niedrigere, niederschwellige Eingangssignale reagieren. Das heißt also, bei diesen Deep-Learning-Systemen, die also dann rekursiv sind, also so eine rekursive Funktion drinnen haben, da steuert dann quasi der Computer selber und sagt, aha, das war erfolgreich, so wie ein Schachspieler, der sagt, aha, mit den Zügen habe ich damals gewonnen, mache ich nochmal und deshalb wird es sozusagen leichter ausgelöst. Der kann quasi durch das Ergebnis seiner Prozessierung, kann der die Eingangsschwelle für bestimmte Algorithmen quasi niedriger stellen. Das ist schon bis vor kurzem hohe Kunst gewesen, dauert aber auch ziemlich lange, weil, dann müssen sie eben rekursiv dann immer wieder zurück, neu einbauen, das geht sozusagen Stufe für Stufe immer im Kreis herum, wenn sie so wollen. Das kann man sich so vorstellen, als wenn man was stricken will und eben merkt, okay, das Muster

gefällt mir nicht, trenne ich wieder ein Stück auf, fange wieder von vorne an. Und dann ist das ganz neue, was eben jetzt seit ein paar Jahren funktioniert und das hat die Revolution gemacht, das sind die sogenannten Transformer. Das hat in dem Fall nichts mit Filmen zu tun, die es ja auch gibt, sondern ein Transformer, der muss nicht zurückgehen sozusagen, um einen Fehler zu korrigieren, sondern der hat eine Aufmerksamkeit, das nennt man *Attention-System* oder *surf-attention*, der hat eine Aufmerksamkeit für alle Parameter, die er zur Verfügung hat, zugleich. Das kann man in dem Bild sozusagen vergleichen mit jemandem, der ein Puzzle legt und das ganze Puzzle von Weitem auf einmal anschaut und alle Steine sieht, und sieht: Okay, wenn ich den Stein jetzt verändere, dann passt es da oben besser. Oder der muss von oben da runter gelegt werden. Also sozusagen das ganze Bild auf einmal, auf der Ebene jedes einzelnen Puzzlesteins. Und diese Puzzlesteine sind bei Computern eben die Datenpunkte, die man eingibt, die Rohdaten, was weiß ich, die Daten von einem EKG oder irgendwelche anderen medizinischen Entscheidungen, Fotos von Hautkrebs oder sonst was und diese Transformer, die sind in der Lage zu sagen: Okay, ich muss meine ganze Datenstruktur umstellen, damit es besser passt. Darum heißen sie Transformer, weil sie das eben transformieren können. Und die können ohne rekursiv zu sein, ohne wieder zurückzugehen, in einer Wahnsinnsgeschwindigkeit lernen, weil sie parallel arbeiten, weil sie quasi nicht nacheinander das abarbeiten und dann wieder zurückgehen, sondern weil sie Parallelprozieren. Und da kann man sozusagen ganz viele Computer zugleich engagieren, die das parallel machen. Und denen kann man dann eben so Sachen eingeben wie: Verarbeite bitte mal schnell alle Bilder, die es bei diesem Internet gibt. Oder alles, was bei Wikipedia drinnen ist. Oder selbst sämtliche medizinischen Fotos, die je irgendwo veröffentlicht sind, kann man denen sozusagen zum Fraß vorwerfen. Und die lernen dann auch automatisiert selbst, also da müssen jetzt nicht mehr irgendwelche Ärzte sitzen und sagen: Okay, richtig, falsch, richtig, falsch. Bis der dann kapiert hat, wie man Krebs von nicht-Krebs unterscheidet oder Herzinfarkt von nicht-Infarkt, sondern der lernt das tat-

sächlich selber, der baut sich selber Algorithmen, mit denen er erkennt, wie was mit wem zusammenhängt, bis hin zu biologischen Erkenntnissen, die er vielleicht hat, wie so eine Zelle funktioniert. Der kann quasi alles, was er in seinem System hat, zusammenführen zu möglichen Algorithmen. Und der ist dann auch fit für jede beliebige Aufgabe. Also, das sind so Universalsysteme, die nennt man Basismodelle oder *Foundation-Modelle*. Die haben dann erst mal alles gelernt und sagen dann: Okay, was soll ich jetzt damit machen? Und dann kann man sagen, schreib mir mal ein Gedicht, was so klingt wie Eichendorff. Ja, dann nimmt der alle Eichendorff-Gedichte, die er kennt und schreibt ihnen eins, wo sie echt gut sein müssen, um zu erkennen, dass das nicht von dem ist. Oder mal mir mal ein Bild von Rembrandt oder so was oder generiere mir – das geht jetzt noch nicht, aber in Kürze – generiere mir mal einen Schauspieler, der aussieht wie Brad Pitt oder wenn sie die nächste *Mission Impossible* Folge produzieren wollen, aber leider der Held inzwischen trotz vieler Schönheitsoperationen nicht mehr zu gebrauchen ist, können Sie das dann eben mit solchen Systemen theoretisch machen. Die sind also zu allem in der Lage, weil sie Zugriff auf alle Daten haben und beliebige Aufgaben damit lösen können.

25:57

### **Susann Böttcher**

Und das ist gar nicht so weit in der Zukunft liegt, sondern aktuell auch genutzt wird, zeigt dieser O-Ton hier. Beim Norddeutschen Rundfunk wurde der Dermatologe Dr. Philipp Buck befragt, wie er denn die künstliche Intelligenz und *Deep Learning* nutzt, um wirklich täglich gut arbeiten zu können.

### **Dr. Phillip Buck**

*„Die KI ist praktisch ein Professor für Dermatoskopie, der mir über die Schulter schaut und mir mit seiner Zweitmeinung immer zur Verfügung steht und damit sowohl die Akkuratess, als auch die Schnelligkeit bei der Diagnostik noch mal verbessert. Die KI hat ein Ergebnis von 0,05 ergeben, das ist der niedrigste Score und solche Scores sind möglich, weil der Computer mit über 120.000 Leberflecken trainiert worden ist und da waren so viele Varianten von gutartigen und bösartigen Leberflecken dabei,*

dass selbst so vermeintlich auffällige Flecken sicher als harmlos erkannt werden.“

26:52

**Susann Böttcher**

Die Frage, die sich insgesamt aber auch stellt, ist, wo zieht diese KI ihre Informationen her? Also Sie haben im Vorgespräch gesagt, der durchforstet aktuell das komplette Internet und man weiß nicht so richtig, auf welche Informationen er zurückgreift - vielleicht ja auf unseren Podcast hier - und auf welche nicht. Sehen Sie darin eine große Gefahr?

27:13

**Alexander Kekulé**

Naja, das kann man so oder so sehen ist, das muss man letztlich so machen. Wenn sie ein System haben wollen, was quasi ein *Foundation System* ist, also was für alles quasi geeignet sein soll, dann haben Sie nicht nur einen Professor so wie ich einer bin, der so ein Fachidiot für irgendetwas ist, sondern da haben Sie einen Professor, der alles weiß. Das ist ja schonmal als Basis ganz gut, um irgendwelche Probleme zu lösen. Drum sehe ich jetzt darin, dass man möglichst breites Wissen importiert, zunächst mal keine Gefahr, dass ist nur so, man kann bei diesen Unmengen von Daten natürlich nicht mehr Menschen hinsetzen, die dem Computer beibringen, wie es funktioniert. Das Beispiel, was Sie genannt haben, die Erkennung von Hautkrebs, viele kennen das vielleicht auch vom Hautarzt, das da heutzutage Fotos gemacht werden, es wird dann verglichen mit den Fotos, die vor einem Jahr gemacht wurden und dann kann man bei der Vorsorge natürlich ganz früh erkennen, ob so ein Hautkrebs da ist oder nicht. Also ich sage mal, ein erfahrener Hautarzt ist genauso schnell wie das System, wahrscheinlich schneller, aber man hat halt nicht so viele gute, erfahrene Ärzte in dem Bereich. Sodass viele, sage ich mal, so jemand, der vielleicht Allgemeinmediziner ist, gar nicht spezialisiert auf so was, der kann sich dann so eine Maschine anschaffen, die ihn unterstützt. Aber das ist ja eigentlich noch die erste Stufe, wo Menschen dem Computer das gezeigt haben, also dieses Hautkrebs-Programm zum Beispiel, das ist natürlich bekannt, da ist es so, dass man ganz viele Fotos, also klar Großaufnahmen von

Hautkrebs, Melanomen, hat man verglichen, hat man eingespeichert, und da wurde dann von Experten bewertet, von Fachleuten bewertet, was sieht aus wie Krebs und was sieht nicht aus wie Krebs. Und diese Bewertung hat man dem Computer gegeben und der hat dann daran versucht, sozusagen den gemeinsamen Nenner zu finden, das ist so ein gewisses Wiedererkennungsphänomen, was aber eben nur mit dem menschlichen Input funktioniert. Diese erste Stufe ist noch relativ unproblematisch, weil da kann man ja zumindest nachlesen, wer die Experten waren. Und wenn man da Experten genommen hat, die keine guten Experten sind, dann ist der Computer auch nicht gut, nicht? Dann kann der eben das, was die Experten können, der wird nicht besser als seine Lehrmeister auf die Weise, er wird nur schneller und macht keine Flüchtigkeitsfehler. Aber es ist so, das selbstlernende System sucht sich die Daten zusammen, und sie kriegen gar nicht mehr raus, wo es herkommt. Also die neue Version von ChatGPT, das kennt man ja wahrscheinlich, vielleicht noch einmal zur Erklärung, das ist dieses Programm, wo sie Textoutput eben generieren können, das heißt, sie können sagen, schreibt mir mal ein Deutsch-Aufsatz, so-und-so-vielte Klasse, das-und-das ist das Thema, so-und-so-viel Wörter möchte ich haben, in dem-und-dem Stil, und der macht Ihnen das dann sozusagen postwendend per Knopfdruck und es ist echt schwer zu erkennen, ob es vom Computer war oder ob es von den Menschen gemacht wurde. Und diese selbstlernenden Systeme, naja, die schreiben halt alles Mögliche, da wissen Sie... das ist halt zum Beispiel Wikipedia, also ein ganz großer Teil ist Wikipedia. Und da weiß ja jeder, dass bei Wikipedia auch ziemlich häufig Unsinn steht. Was übrigens ...

30:18

**Susann Böttcher**

Bei ihrem Artikel auch.

**Alexander Kekulé**

Bei meinem, ja, völlig richtig. Bei Wikipedia stand bei mir zumindest in der Vergangenheit, ich habe es jetzt gar nicht ausprobiert, bösartiger Unsinn drinnen, weil halt irgendwo ein böser Geist reingeschrieben hat, was ihm irgendwie gerade gefällt. Sie können sich vorstellen,



im Zusammenhang mit der Pandemie ist so etwas auch ausgeübt. Und das ist nicht so einfach, dagegen vorzugehen, weil die Firma sitzt irgendwo in den USA und verklagen sie die mal auf irgendetwas. Amerikanische Abgeordnete machen das so, weil das eben auch politisch genutzt wird, zum Teil eben auch von automatisierten Systemen genutzt wird, dann die Wikipedia-Einträge zu verändern, dass die so Teams haben. Also ich habe mir sagen lassen zwischen 10 und 20 Studenten, die fast Tag und Nacht am Computer sitzen, die wachen ständig über das Profil des jeweiligen Abgeordneten. Weil natürlich irgendjemand, sei es ein russischer Bot oder sei es irgendwelche Konkurrenten von einer anderen Partei, immer an deren Profilen rumschrauben und irgendetwas ändern und etwas Gemeines reinschreiben, was gar nicht stimmt, was man aber nicht wieder rauskriegt, außer sie haben jemand, der sich sofort einloggt, und es wieder ändert und das machen die quasi aktiv so. Jetzt stellen Sie sich vor, jetzt hätten sie noch künstliche Intelligenz drüber. Aber dieses Wissen, was die künstliche Intelligenz benützt, das ist eben nicht transparent und das ist nicht überprüft und der lernt halt, der Computer lernt, wie er halt meint, dass es richtig ist, so wie ein Kind, was quasi nur aus Büchern lernen würde und keinen Lehrer hätte, der mal grundsätzliche Fehler korrigiert. Oder man kann sich im Prinzip ja auch jedes Instrument selber beibringen, aber da weiß man dann, wie der dann die Geige hält, das ist dann eigentlich nicht so nach den Regeln der Kunst oder bestimmte Töne spielt er vielleicht falsch. Oder beim Klavierspielen gibt es auch so klassische Fehler, die man macht, wenn man nie einen Lehrer hatte. Und so machen diese Computer dann eben auch Fehler. Also in den USA gibt es gerade mehrere Prozesse, in einem Fall ist jemand vorgegangen gegen diese ChatGPT-Leute, also gegen *OpenAI* heißt diese Firma. Dort gibt es auch ein Hearing gerade, der Geschäftsführer dort, der Sam Altman aus San Francisco, der wird jetzt quasi offiziell vernommen, gerade dieser Tage, weil diese Software eben den einen oder anderen Fehler gemacht hat. Zum Beispiel sind Zeitungsberichte aufgetaucht, wo behauptet wurde, dass jemand auf einer Reise, irgendwie nach Alaska, Schüler-

reise, hätte ein Lehrer irgendwie ... hätte es sexuelle Übergriffe mit den Schülern gegeben. Und in diesem Artikel stand dann auch drinnen, der in mehreren Zeitungen dann erschienen ist, da wird ja viel voneinander abgeschrieben, dass das Ganze ursprünglich in der Washington Post, einer sehr renommierten Zeitung berichtet worden sei. Tatsächlich ist der nie dort gewesen, es gab diese Übergriffe nicht und es gab auch keinen Originalbeitrag in der Washington Post, sondern das hat diese künstliche Intelligenz sich selber ausgedacht. Und das kommt tatsächlich vor. Ein Phänomen, was ich persönlich ganz faszinierend finde, weil es natürlich dann schon so ein bisschen an die alten Science-Fiction-Filme auch erinnert. Man weiß, dass diese künstlichen generativen Systeme, so heißen die dann, wenn sie etwas produzieren können, Bilder oder Texte, dass die, wenn ihnen Fragen gestellt werden, die sie nicht beantworten können, wo sie eigentlich keine Antwort, keine richtige Antwort haben, dann erfinden die was. Also man nennt es in der Computertechnik „Halluzinationen“, also das heißt bei den Halluzinieren, ich finde, beim Schüler würde man sagen, der fabuliert.

#### **Susann Böttcher**

Ich musste da gerade an mündliche Prüfungen denken.

#### **Alexander Kekulé**

Ja, ja, genauso. Der berühmte Biologiestudent, der sich auf den Elefanten vorbereitet ... auf den Regenwurm vorbereitet hat, aber zum Elefanten gefragt wird und dann über den Rüssel des Elefanten doch auf den Regenwurm zu sprechen kommt. Also so gibt es eben alle möglichen Tricks, die man so als Student kennt oder als Schüler kennt und diese Computer, die reden sich dann auch so raus. Also die sagen nicht, „Nö, weiß ich nicht“, sondern weil ja der Auftrag heißt, schreibt mir einen Text, schreiben sie halt dann einen und füllen dann eben, weil sie intern ja nur mit Wahrscheinlichkeiten arbeiten, füllen die das dann mit einer wahrscheinlichen, aus ihrer Sicht wahrscheinlichen Antwort, die aber dann auch krass falsch sein kann. Und das Interessante ist eben zum einen, sie haben gefragt, wo kommen die Daten her, dass diese Firmen, die das machen, im Moment gnadenlos das Internet abgrasen und quasi alles kopieren, was sie irgendwie kriegen

können und erstmal speichern, weil sie wissen, sie brauchen das als Futter für ihre künftigen generativen, künstlichen Intelligenz-Programme. Und sie ahnen, dass demnächst die Gesetzgebung, irgendwann mal, wenn sich der Amtshimmel ein paarmal gedreht hat, die Gesetzgebung in vielen Ländern so sein wird, dass sie nicht mehr alles nehmen dürfen. Da werden ja auch Urheberrechte verletzt, ja, die nehmen ja vom Roman über Gedichte, über journalistische Artikel, eben Wikipedia-Einträge, einfach alles. Und deshalb sammeln die das im Moment alles ein. Ein anderes Verfahren oder anderes Problem, was aufgetaucht ist, war in Italien, da hat man ChatGPT vorübergehend, im März war es glaube ich, verboten, weil man festgestellt hat, dass dieses System eingesammelt hat, irgendwie aus irgendwelchen Chatverläufen, Leute, die sich miteinander unterhalten haben, hat es einfach die Daten gespeichert, wer was gesagt hat und hatte von den Leuten dann auch noch die Zahlungsinformationen, Kontoinformationen und so gespeichert für alle Fälle, falls mal die Frage kommt von einem Polizisten.

**Susann Böttcher**

(lacht) Klar, falls mal was ist.

**Alexander Kekulé**

Falls mal was ist, genau. Ja, also bei der Kriminalpolizei, Strafverteidiger schimpfen ja auch über die Sammelwut der Kriminalpolizei. Und das ist noch viel, viel schlimmer. Und man weiß ja, dass zum Beispiel in China das so ist, die haben während der Corona-Krise solche Gesichtserkennungsprogramme, die aus dem gleichen Algorithmus funktionieren, die werden eben darauf trainiert, dann Gesichter zu erkennen. Die haben die verwendet, um festzustellen, wenn zwei Leute diesen Mindestabstand nicht eingehalten haben oder wenn eine auf der Straße war ohne Maske. Das ist eine Fingerübung für so ein Programm, so etwas zu erkennen. Und das hat man dann mit den Passdaten, auf die dieses System natürlich auch Zugriff hat, verbunden. Und dann haben die dann quasi da die Polizei hingeschickt, um irgendwelche Strafen zu verhängen. Und China hat jetzt, habe ich gerade gelesen, dieses Programm oder diese Software verkauft an den Iran. Und die Sittenpolizei im Iran benutzt das jetzt, nicht um zu gucken, ob jemand eine

Maske im Gesicht hat, sondern ob die Frauen ihren Hijab brav aufsetzen oder nicht. Also, das heißt, man sieht schon, das ist ... also ich sage es mal so, wenn immer so geredet wird über Risiken, es gibt ganz viele Vorteile, ganz viel nutzen, ganz viele Dinge sind toll und die Risiken sind nicht in dem System selber. Es ist nicht wie in den Science-Fiction-Filmen, dass die Maschinen komplett durchdrehen und selber dann Unsinn machen, zumindest die nächsten 20 Jahre noch nicht, sondern der Mensch ist es, der den Unsinn macht. Der Mensch benutzt diese Technik, so wie er viele andere Techniken benutzt hat, um Unsinn zu machen, eben für gefährliche Anwendungen. Ja, das ist bei der Kernspaltung genauso gewesen, die kann man so oder so verwenden.

37:33

**Susann Böttcher**

Nun leben wir ja nicht in China und nicht im Iran, sondern in Deutschland und das ist doch bestimmt die künstliche Intelligenz reguliert. Oder Herr Kekulé? Ich frag mal ganz zynisch.

**Alexander Kekulé**

Wüsste ich nicht. Also ich glaube, in Deutschland ist es so wie in vielen Demokratien, Demokratie hat ja Vor- und Nachteile, ist eigentlich, irgendjemand hat mal gesagt, es ist ein ganz fürchterliches System, aber das Beste, was wir haben. Und es ist so ... es wird überall diskutiert und es wird gesagt ja, da müssen wir uns noch etwas überlegen, wie wir das kontrollieren können. Und ja, das ist ja alles ganz toll, aber wir müssen diese und jene Auswüchse möglicherweise beherrschen. Und das ist deshalb eine schwierige Diskussion, weil die wissenschaftliche Entwicklung auch hier, da gibt es viele andere Beispiele, viel schneller ist, als die philosophische Diskussion, die ethische Diskussion und auch die juristische Diskussion, die hinterherhinkt. Diese Systeme wirken sich ja auch auf unser Weltbild aus. Also gerade noch war das ein Grusel, wenn so ein Computer ein Eigenleben hatte, wenn man sich an den Film *Matrix* erinnert, den vielleicht viele noch kennen, da war das so eine Schauervorstellung, dass die Welt irgendwie so virtuell ist. Da gab es einen Bösewicht, der dann freiwillig in die virtuelle Welt zurückgegangen ist, aber der Held Neo, Keanu Reeves, hat eben natürlich gekämpft gegen die bösen Maschinen. Aber

heute ist es ja so, dass sich viele freiwillig in diese Situation begeben, dass sie eigentlich in dieser virtuellen Realität, in der zweiten Realität zu Hause sind, einen großen Teil ihres Lebens. Und je besser diese zweite Realität wird, desto mehr verschmilzt es mit der ersten Realität, sodass man dann, wenn man sowieso gewohnt ist, dass einem bei irgendwelchen Restaurantbuchungen nur noch künstliche Stimmen begegnen, dass man im Radio künstliche Stimmen hört, dass man künstlich generierte Schauspieler, bei Schwarzenegger ist es ja kürzlich mal gemacht worden, das man künstlich generierte Schauspieler sieht. Marilyn Monroe tritt wieder auf, irgendwo auf der Leinwand, das ist dann ganz normal, dass das alles verwischt.

39:37

**Susann Böttcher**

Wir sind auch nicht wirklich hier, Herr Kekulé. Wir haben nur unsere Avatare geschickt.

**Alexander Kekulé**

Sie und ich, wir müssen uns auch fragen ... Da gab es einen Klassiker, das war knapp 1950, Alan Turing, den kennen natürlich, das ist der Guru der Computer-Science, eigentlich der Gründer der Computer-Science. Und Alan Turing hat mal gesagt, in einem Beitrag, hat er gefragt: Können Computer denken? Und da hat er gesagt, man merkt es daran, wenn man ein Gespräch mit einem Computer führt und der Mensch nicht mehr feststellen kann, ob das Gegenüber ein Computer oder ein echter Mensch ist, also am Telefon, so wie wir beide jetzt, das ist der sogenannte Turing-Test. Und ich meine, das ist nur eine ganz kurze Frage der Zeit, wann wir diesen Turing-Test nicht mehr oder wenn die Maschinen den Turing-Test bestehen. Das heißt, das ist ja auch fürchterlich, wenn Sie so einen Chatbot haben und gar nicht mehr wissen... heute sieht man doch, wenn man so eine komische E-Mail kriegt, die offensichtlich von einem Bot geschickt wurde, da merkt man schon, da stimmt die Grammatik nicht und warum werde ich da angesprochen, und schon wieder eine Tante, die gestorben ist und mir 1 Million vererben will. Das klickt man dann nicht an. Aber natürlich, wenn das dann wahnsinnig intelligent gemacht ist und die Sprache perfekt ist und der dann auch weiß, welche Menschen sie kennen und dann Bezug

darauf genommen wird. Ja, dann wird es schwieriger. Also, das heißt, man kann, es ist relativ schwer zu erkennen, wie wer was mit wem zu tun hat. Aber worauf ich hinauswollte, ist, wenn man jetzt gewöhnt ist daran und auch gerade die jüngere Generation, mit den ganzen Computerspielen, wo eigentlich diese, wo die Grenze zwischen virtueller Welt und echter Welt so changiert, letztlich, da haben sie dann glaube ich auch weniger Kritik gegenüber diesen Systemen. Also, wenn Sie dann sagen, ja, so ein Auto, das steuert sich jetzt automatisch, dann sagt man: Naja, klasse, das ist doch völlig in Ordnung. Oder wenn es dann heißt: Naja, wir haben zu wenig Juristen und Richter, wir haben jetzt eine automatisierte Justiz, bis zu einer gewissen Strafe, ein Jahr Gefängnis oder so, können die automatisch verhängen. Ja, da wird dann wahrscheinlich in der künftigen Generation, wird es nicht mehr so erschauern wir uns heute ja. Und die, die gucken sich eben dann auch Matrix an und sagen, ist doch eigentlich klasse. Schade, dass wir nicht in so einer Welt leben, wo man also alle Wünsche erfüllt bekommt, zum Preis dafür, dass es eben nur eine virtuelle Erfahrung ist, die man da macht. Und dieses Verschwimmen von Realität oder auch von kritischem, echtem Menschenverstand hin zu dem, was man Künstliche Intelligenz nennt, das ist, glaube ich etwas, da müssten wir bei der Gesetzgebung rangehen, aber da sind wir natürlich Lichtjahre von entfernt.

42:07

**Susann Böttcher**

Bevor wir jetzt denken, dass Keanu Reeves Teil einer Dokumentation ist und der Papst vielleicht wirklich diese Hip-Hopper-Jacke getragen hat. Ich gebe zu, ich habe auch fünf Sekunden gebraucht, um zu denken, ist es echt oder nicht? Wie würden Sie es denn regulieren? Die KI, Herr Kekulé?

**Alexander Kekulé**

Also ich habe letztlich drei ganz einfache, wenn Sie so wollen, Vorschläge, mit denen man günstiger Weise sofort anfangen kann. Der erste ist total trivial, darum reden wir unter anderem heute mal drüber. Ich glaube, es ist einfach notwendig, dass die Menschen sich damit auskennen, dass sie wissen, was für Arten von KI gibt es. Was ist starke, was ist schwache KI?

Was kann die künstliche Intelligenz? Wie selbständig kann die werden? Weil dann kann ich auch besser beurteilen, wer wo was quasi gemacht hat, ob das jetzt KI war oder nicht. Oder zumindest mach ich es der Maschine etwas schwieriger, den Turing-Test zu bestehen. Aber rein juristisch gesehen gibt es für mich zwei Dinge. Das eine ist, ich bin absolut dafür, dass es eine Kennzeichnungspflicht gibt für KI-generierte Inhalte, seien es Bilder oder Texte, dass man wirklich drunter schreiben muss, dass es von einer KI generiert wurde, einschließlich am besten, welche Software das war und welche Version. Und nicht, wie es heute schon viel gemacht wird, dass man eben von der Doktorarbeit bis hin zum bis hin zum Staatsexamen, in Amerika hat ChatGPT gerade das medizinische Staatsexamen, also die Abschlussprüfung, bestanden, besser als der Durchschnitt der Studenten übrigens, dass man das alles einfach nur irgendwo einreichen kann und das dann keinen eigenen Paragraphen gibt, dass man das kennzeichnen muss. Also ich finde, das ist notwendig. Und es muss einfach, sozusagen eine Straftat sein, jemanden was zuzuschicken und so zu tun, als wäre das von den Menschen gemacht. Es muss klar sein, aha, das hat jetzt ein Bot gemacht, sozusagen irgendwie künstlich. Und das zweite ist die Verantwortungsseite. Ich finde, wir haben ja eben diese Experten, was ich gerade gesagt habe, war eigentlich für die generative KI wichtig, und dann haben wir diese Expertensysteme, die Entscheidungen treffen und manchmal sogar selbst umsetzen, und da meine ich, muss es so sein, dass bei jedem Expertensystem, was Entscheidungen trifft, ein Mensch, also eine natürliche Person, eine natürliche juristische Person, wie man so schön sagt, wirklich eins zu eins verantwortlich ist dafür. Jetzt schlagen natürlich die ganzen Entwickler die Hände über dem Kopf zusammen, die sagen: Oh ja, entwickeln ist schön, aber verantwortlich sein geht nicht.

**Susann Böttcher**

Ich mache es nicht!

**Alexander Kekulé**

Ich mache es nicht, aber einer muss. Es muss ja nicht der Entwickler selber sein, es muss einer dastehen, wo sozusagen klar ist, wenn diese Software, was anderes ist es ja nicht, es sind ja letztlich super raffinierte Algorithmen, wenn

dieser Algorithmus eine Entscheidung trifft, die zum Beispiel strafrechtlich relevant ist, jemanden beleidigt, die jemanden Körperverletzung oder die Drohne aufs falsche Dorf steuert oder so was, dann kann man nicht sagen, das war der Computer, ich weiß nicht, rufen Sie bitte bei der Hotline an, irgendjemand wird Ihnen dann schon in den Informationen geben, wahrscheinlich ist dann wieder so ein Bot dran, an der Hotline. Sondern da muss völlig klar sein, dass ein Mensch, ein physischer Mensch dafür in den Knast geht und die Strafe kassiert, was diese Software gemacht hat. Das heißt also, dass würde meines Erachtens ganz viel lösen, durch eine relativ einfache Maßnahme, auch hinsichtlich, natürlich zivilrechtlicher Ansprüche, da gibt es ja auch das Deliktrecht im Zivilrecht, dass man dann Schadensersatz leisten müsste, in bestimmten Situationen. Auch da müsste quasi ein Mensch die Verantwortung übernehmen, der steht sozusagen für das, was diese KI macht, als einzelne Person, nicht eine Firma, also keine juristische Person, sondern eine natürliche Person und man kann dafür sozusagen auch sagen, der ist vielleicht dann für künftige Versionen, wenn die KI dann weiterentwickelt, richtig Gefühle wird sie nicht entwickeln, aber die kann natürlich schon so intelligent werden, wie ein Tier irgendwann mal. Und da meine ich, kann man auch überlegen, ob dieser Mensch dann auch gesetzlicher Vertreter ist. So wie: Eltern haften für ihre Kinder. Und dass der zugleich quasi der gesetzliche Vertreter dieser KI ist, wenn es zum Beispiel darum geht, da Weiterentwicklungen zu machen, das abzuschalten oder sonst was. Aber das ist dann eher Zukunftsmusik. Das Wichtigste ist mir die Haftung. Und ich glaube, durch diese zwei ganz einfachen Maßnahmen, plus ein bisschen mehr darüber wissen, kann man schon sehr, sehr wirksame Leitplanken einziehen, ohne jetzt diese Riesendiskussion zu führen, in welchem Bereich brauchen wir welche Spezialregelung? Und was ist gut? Und was ist schlecht? Und wo machen wir die Chancen kaputt? Und wo überbewerten wir die Risiken?

46:30

**Susann Böttcher**

Sagt Professor Alexander Kekulé. Herr Kekulé, ich weiß nicht, was sie in den nächsten zwei

Monaten machen, ich weiß nur, dass sie keinen Gesundheits- und Corona-Kompass aufnehmen. Denn bevor wir gleich in die Sommerpause dieses Podcasts gehen, gibt es passend dazu noch eine Nachfrage, ein Sonnenthema. Nachfrage zur Ausgabe 26, da ging es um Hautkrebs. Und die Nachfrage kommt von Karl-Heinz Brüne mit der Bitte um eine Einschätzung von Sonnenbrand auf die Entstehung von Hautkrebs. Kommt es dann nur auf die Menge oder die Intensität der UV-Strahlung an? Oder ist Sonnenbrand ein eigenständiges, zusätzliches Risiko für Hautkrebs?

47:13

### **Alexander Kekulé**

Das muss ein Wissenschaftler sein oder jemand, der sehr wissenschaftlich denkt. Das ist eine kluge Frage. Also es ist so, Sonnenbrand kriegt ja nicht jeder von der gleichen Dosis Sonnenstrahlung. Also erstmal ist der Hauptrisikofaktor die Strahlung. Das heißt also, wenn man in der Sonne war, zu viel Sonne abgekriegt hat, zu lange, dann kriegen bestimmte Leute eben, sind bestimmte Leute empfindlicher auf die Strahlung und können dann eben im Laufe der Zeit Hautkrebs kriegen. Diejenigen, die leichter einen Sonnenbrand kriegen, die kriegen auch leichter Hautkrebs, weil der Sonnenbrand ist so eine Art Alarmanlage. Das hängt miteinander zusammen, so ein bisschen wie die Frage, wenn der Feuermelder klingelt, brennt es dann irgendwo? Ja, der Feuermelder ist sozusagen die rote Haut, und das heißt, sie haben zu viel Strahlung abgekriegt. Jetzt ist die Frage aber speziell, wenn ich es richtig verstanden habe, ob es noch ein extra Risiko gibt für den Sonnenbrand als solchen und die Antwort ist ja. Da gibt's, hat man es schwierig das rauszurechnen, weil natürlich die diejenigen, die Sonnenbrand haben, waren ja alle in der Sonne. Aber man kann tatsächlich sagen dadurch, dass das eine Entzündung ist, dadurch, dass es nach der Entzündung Reparaturprozesse gibt, und es ist auch statistisch nachgewiesen, macht der Sonnenbrand als solches ein extra Risiko. Man kann so grob sagen, ein Sonnenbrand alle zwei Jahre verdreifacht ungefähr das Melanomrisiko, also für den schwarzen Hautkrebs. Also, das ist relativ klar, dass für den schwarzen Hautkrebs der Sonnenbrand ein extra Risiko ist. Es gibt ja noch diese

anderen Hautkrebsarten. Wir haben das ja im Podcast besprochen, der sogenannte weiße Hautkrebs, das Basaliom und des Spinaliom. Da kommt es wohl nicht auf diese einzelnen intermittierenden Attacken der Sonne an, wo also DNA zerstört wurde und deshalb, das sind auch eher die UV-B-Strahlen, deshalb ist eben dann zu dieser Krebsentstehung kommt, dass ist der schwarze Hautkrebs. Sondern da kommt es auf das Gesamtkonto der Bestrahlung im Lauf des Lebens an. Da kann auch die UV-A-Strahlung, also die etwas weichere UV-Strahlung auch eine Rolle spielen. Und da ist es so, dass der einzelne Sonnenbrand wohl keine Rolle spielt. Also Sonnenbrand für Melanom: Ja, es ist ein eigener Risikofaktor. Sonnenbrand für weißen Hautkrebs: Nicht, da kommt es eher so auf das Lebenszeitkonto der Sonnenbestrahlung an.

49:25

### **Susann Böttcher**

Professor Kekulé, kennen Sie den Begriff *Münzmallorca*?

### **Alexander Kekulé**

Ne, den kenne ich nicht. Was ist *Münzmallorca*?

### **Susann Böttcher**

Das ist eine Bezeichnung für ein Solarium und bringt mich zur nächsten Frage: Welchen Einfluss hat denn der regelmäßige Besuch von einem Solarium auf die Gefahr von Hautkrebs?

### **Alexander Kekulé**

Ja, das hängt damit zusammen, was ich gerade gesagt habe. Also Solarien, wir hatten es ja mal besprochen, es gibt diese harten UV-Strahlen, die direkt DNA-Schäden machen, das UV-B, das ist im Sonnenlicht drinnen, das macht auch den typischen schweren Sonnenbrand. Solarien haben kein UV-B heutzutage mehr, also Münzmallorca ist ohne UV-B. Warum ist es wichtig? Sie haben dadurch grundsätzlich mal ein niedrigeres Hautkrebsrisiko. Also im Solarium ist da das Hautkrebsrisiko, insbesondere für das maligne Melanom deutlich geringer, wenn Sie natürlich ständig ins Solarium gehen, haben Sie eine vorzeitige Hautalterung und für die anderen Krebsarten haben sie ein erhöhtes Risiko. Es ist aber so, wenn man sich mal so ein bisschen überlegt, wie kann man das steuern, jetzt gerade, wenn der Urlaub kommt, im Sommer. Erstens, wer empfindliche Haut hat, sollte

die Sonne wirklich vermeiden. Aber wer weiß, dass er eigentlich Sonne ganz gut verträgt, weil er ein dunkler Hauttyp ist, der aber eben jetzt vor dem Urlaub blass ist, weil er lange eben gearbeitet hat und nicht mehr weg war, da kann es schon sinnvoll sein, sich hier bisschen vorzubräunen, damit man nicht mit der komplett ungeschützten Haut oder nicht angepassten Haut in der Sonne geht und dann eben den Sonnenbrand riskiert. Und da kann durchaus eine Kombination aus Solarium und hier mal in die Sonne gehen, so ein bisschen halt, kann was bringen, im Sinne einer Abhärtung oder Vorbräunung eben für die spätere Situation im Süden. Das muss man dann beides machen. Solarium alleine ist vielleicht wichtig, manche denken ja, ich gehe vorher ins Solarium, dann bräune ich mich ein bisschen vor, erstens sehe ich dann nicht so peinlich aus im Urlaub, und zweitens schützt es mich irgendwie. Das ist aber so, dieses UV-B macht ja nur, das hatten wir letztes Mal besprochen, diese sofort Bräunung, nennt man das auch, also das bereits vorhandene Pigment, das bereits vorhandene Melanin, das wird oxidiert, umgesetzt und dadurch dunkler. Das macht das Solarium. Und dieser Effekt lässt auch nach zwei Tagen ungefähr wieder nach und man braucht zusätzlich das UV-B, also das stärkere, ultraviolette Licht, das härtere ultraviolette Licht, was es nur draußen in der Sonne gibt, um die Bildung, die Neubildung dieses Farbstoffs anzuregen. Das heißt, am besten wäre es wahrscheinlich ein paar Tage sich in die Sonne zu legen. Vorher natürlich es nicht zu übertreiben, wenn man in den Urlaub fährt, dass man am ganzen Körper eine verstärkte Melaninbildung hat, dann vielleicht noch kurz ins Solarium, dann verstärkt man sozusagen diese Nachbräunung von dem Melanin, durch den Einfluss des UV-A, den es gibt. Und dann ist man im Paket, wenn man sich dann in Mallorca unbedingt in die Sonne legen will, obwohl das natürlich kein Mediziner ernsthaft empfiehlt, dann ist es tatsächlich so, dass man im Paket besser geschützt wird, weil der Hautkrebs, speziell der schwarze Hautkrebs auf der Haut, die sonst nicht sonnenbewöhnt ist, viel häufiger entsteht. Es ist bekannt, dass man den eben an den Körperstellen hat, wo man normalerweise Kleidung drüber hat, nicht so im Gesicht, sondern typischerweise an den Schultern oder irgendwo

anders am Körper, wo Kleidung drüber ist und deshalb kann das Solarium schon ein bisschen helfen, da eine Vorbereitung zu machen, aber nur zusammen mit normalem Sonnenlicht, weil man das UV-B eben auch braucht.

#### **Susann Böttcher**

Damit sind wir nicht nur perfekt auf den Strandurlaub vorbereitet, sondern auch am Ende dieser 29. Folge Kekulés Gesundheits-Kompass. Jetzt erst mal Sommerpause, weiter geht es dann am 13. September mit Kekulés Corona-Kompass. An meiner Stelle dann Jan Kröger. Vielen Dank für heute, Herr Kekulé, eine erholsame, gesunde, vor allem, Sommerpause.

#### **Alexander Kekulé**

Ja, das wünsche ich Ihnen auch, Frau Böttcher. Vielen Dank.

#### **Susann Böttcher**

Dankeschön. Und wenn sie noch ein Thema haben, über das sie mehr erfahren möchten oder sie haben eine Frage, dann her damit, per E-Mail an [gesundheits-kompass@mdr-aktuell.de](mailto:gesundheits-kompass@mdr-aktuell.de). Und wer das ein oder andere Thema noch einmal vertiefen möchte. Alle wichtigen Links zur Sendung und die heutige Folge zum Nachlesen finden Sie unter Audio und Radio auf [mdr.de](http://mdr.de).

Diese Transkription ist ein Service der MDR Redaktion Barrierefreiheit. Mehr barrierefreie Angebote finden Sie hier: <https://www.mdr.de/barrierefreiheit/index.html>