

Sprünge im System

Digitale Gewalt – nur ein
technisches Problem?

./update

-- available



Christine Regitz, Präsidentin der
Gesellschaft für Informatik e. V.

Kaum zu fassen: Dies ist das zwölfte Editorial, das ich für die .inf verfasst habe – und es wird das letzte sein. Im neuen Jahr lege ich meine Rolle als GI-Präsidentin nieder und freue mich sehr darauf, das Zepter an das neue Vorstandsteam abzugeben. Die Person, die Sie ab sofort auf dieser Seite begrüßen wird, stellen wir Ihnen in dieser Ausgabe vor. → S. 8

So wie sich auch unser Vorstand und unser Präsidium aus unterschiedlichen Expertisen zusammensetzt, deckt auch diese .inf wieder eine große Spanne an Themen ab. Und – so viel sei schon mal gesagt – nicht nur die schönen. Denn als Verein, der sich für eine gemeinwohlorientierte Digitalisierung einsetzt, sehen wir es als unsere Aufgabe, auch dort genauer hinzuschauen, wo Informatik großen Schaden anrichten kann.

So hat sich GI-Mitglied Karl Hans Bläsius damit auseinandergesetzt, was die aktuellen Entwicklungen in der KI für moderne Kriegsführung bedeuten. Was passiert, wenn in militärischen Konflikten automatisierte Entscheidungen getroffen werden? Und wer hat am Ende noch die Kontrolle? Seine Antworten hat er in einem Fachartikel zusammengefasst. → S. 16

Eine weitere Schattenseite digitaler Technologien bekommen vor allem

Frauen und marginalisierte Gruppen zu spüren: Selcan Ipek-Ugay und Christine Hennig aus unserer Fachgruppe Frauen und Informatik haben sich mit digitaler Gewalt beschäftigt, Fallbeispiele gesammelt und verschiedene Stimmen von Expertinnen eingeholt. Warum es sich bei dieser Form der Gewalt zu einem großen Teil um ein technisches Problem handelt, erfahren Sie in ihrem Artikel. → S. 22

Damit Informatik weiter Gutes bewirken kann, muss es uns gelingen, Kinder schon frühzeitig für die Disziplin und ihre Inhalte zu begeistern. Wie das bereits in der Grundschule funktionieren kann, haben wir mit drei Expertinnen aus Didaktik, Forschung und Praxis diskutiert. → S. 9

Ich wünsche Ihnen wie immer eine spannende Lektüre und freue mich auf ein Wiedersehen – wenn nicht auf dieser Seite, dann bestimmt bei einem der vielen GI-Events im kommenden Jahr!

Ihre Christine Regitz



16

Wer hat das Kommando?

Was KI für moderne Kriegsführung
bedeuten kann



9

Früh übt sich

Drei Expertinnen
im Gespräch über
Informatik in der
Grundschule



22

Ein technisches Problem?

Die Fachgruppe Frauen und
Informatik nimmt digitale
Gewalt ins Visier

6 Input

Events, News und
Publikationen der GI

8 In besten Händen

Breaking News: Die neue
Leitung der GI wurde gewählt

14 Da ist Musik drin

Über goldene Hörer –
und eine geniale Idee

20 KI muss cool bleiben

Eine Studie der GI hat den
Wasserverbrauch von KI-Systemen
unter die Lupe genommen

26 Gewissensbits

Vibe-Prüfung

28 Modelle, so komplex wie der Körper selbst

Über die Zukunft der
computergestützten Biologie

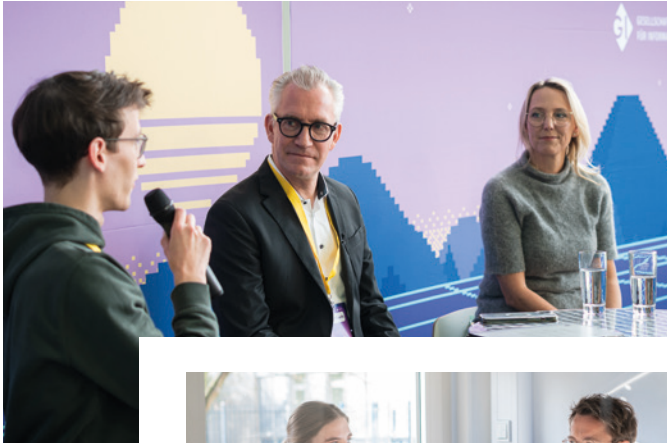
32 Output

Ungeschönte Uni-Geschichten,
binäres Zählen im Zehnfingersystem
und Neues vom Noerdman

34 Die Challenge

Auf dem Boden geblieben

35 Impressum



WHAT THE ZUCK!

Der Tech Crush der GI in Aachen brachte Studierende und Young Professionals aus der Informatik zusammen mit Fachleuten aus der Praxis: nicht etwa zum Smalltalk, sondern für ein Recruiting-Event, bei dem sie gemeinsam echte Herausforderungen der digitalisierten Welt diskutierten. Beim interaktiven Panel „What the Zuck! – Wer kontert die Tech-Dystopien?“ ging es um die dystopisch anmutenden Entwicklungen in Politik und Wirtschaft, bei denen Informatik ein Teil der Lösung sein kann. Das Programm durften die Studierenden auch selbst mitgestalten: In Barcamp-Sessions ging es um ihre eigenen Anliegen zu aktuellen Informatik-Themen.

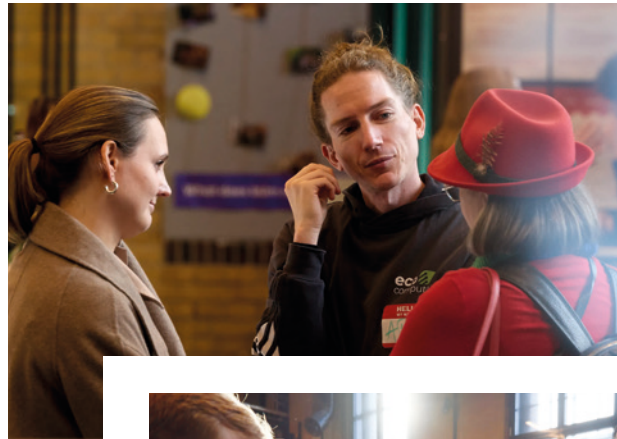
techcrush.org

DAS GEHT AUCH NACHHALTIG

Die ecoCompute versammelte am 13. und 14. November in Berlin rund 200 Fachleuten für Nachhaltigkeit in Hard- und Software. Mittendrin: die GI als Mitorganisatorin. Das sind nur ein paar der vielen Programmhilights: Frank Karlitschek von Nextcloud zeigte, wie Transparenz und die „Blauer Engel“-Zertifizierung für Software nachhaltige Standards setzen und Josefine Kipke von der Open Source Business Alliance präsentierte im Rahmen des Forschungsprojekts ECO:DIGIT Methoden, um das Emissions-Monitoring in Cloud-Infrastrukturen zu optimieren.

Ab jetzt sind alle Präsentationsfolien zum Download verfügbar:

www.eco-compute.io/schedule/2025



DIGITALE BIBLIOTHEK: LESESTOFF OHNE ENDE



Kaum angefangen, scheint das Magazin schon wieder zu Ende zu sein. Aber keine Sorge, auch die Fachbereiche und Fachgruppen haben noch einiges an Lesestoff in petto. Wir stellen vor:

Informatische Bildung in Schulen (IBiS)

Unter dem Dach des Fachausschusses Informatische Bildung an Schulen und der Fachgruppe Didaktik der Informatik der GI dreht sich hier alles um zeitgemäße, gute informatische Bildung. inf.gi.de/dl-ibis

it – Information Technology

Das älteste deutsche Journal zum Feld der Informationstechnologie wird gemeinsam von der GI und dem Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik e.V. herausgegeben. inf.gi.de/dl-it

Datenbank-Spektrum

Die offizielle Zeitschrift der Fachgruppe Datenbanken und Information Retrieval vermittelt fundiertes Wissen über die aktuellen Standards und Technologien, deren Einsatz und kommerzielle Relevanz. inf.gi.de/dl-dbs

Alle Magazine finden Sie in der Digitalen Bibliothek der GI. Wir laden Sie zum Stöbern ein: dl.gi.de



UNTER EINEM DACH

Im September 2025 hat die GI die Trägerschaft für den seit 1994 existierenden internationalen Open-Access-Publikationsdienst CEUR-Workshop-Proceedings übernommen, über den Workshop-Veranstaltende aus der Informatik kostenlos ihre Proceedings veröffentlichen können. Die GI sorgt zukünftig für ein stabiles Hosting sowie für eine Weiterentwicklung des Dienstes. Ansprechpartner in der GI ist Michael Koch: michael.koch@gi.de.

gi.de/ceur-ws



SAVE THE DATES

Für GI-Mitglieder ist der Kalender immer voller Highlights: Drei davon haben wir hier für Sie zusammengestellt.

16.–17. Februar

International Symposium 2026 „DTx, AI and Data“

Es warten Flash Talks, Panels und Fachvorträge zum Bereich der Digital Therapeutics (DTx), KI und Gesundheitsdatenforschung.

BERLIN

23.–27. Februar

Software Engineering 2026

Neben dem wissenschaftlichen Programm zur Softwaretechnik stehen der Industrietag, das CHOOSE Forum und die Student Research Competition an.

BERN

09.–12. März

Modellierung 2026

Seit mehr als 20 Jahren trifft sich hier die Modellierungscommunity: Besonders relevant ist dieses Feld in Zeiten von generativer KI.

BAYREUTH

Alle weiteren Infos und Events der GI finden Sie in unserem Veranstaltungskalender: gi.de/aktuelles/veranstaltungen

In besten Händen

TEXT Cornelia Winter

VORSTAND 2026–27



PRÄSIDENT
Prof. Dr. Martin R. Wolf,
Aachen



VIZEPRÄSIDENTIN
Prof. Dr. Nadine Bergner,
Aachen



VIZEPRÄSIDENT
Prof. Dr. Friedrich Steimann,
Hagen



VIZEPRÄSIDENTIN
Dr. Katharina Weitz,
Berlin

PRÄSIDIUM 2026–28



Clarissa Sabrina
Arlinghaus, M. Sc.,
Bielefeld



Dipl.-Inf. Thomas Bendig,
Berlin



Bettina Finzel,
Bamberg



Dr. Andreas Grillenberger,
Dresden



Dipl.-Inf. Edna Kropp,
Berlin

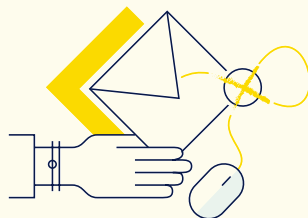


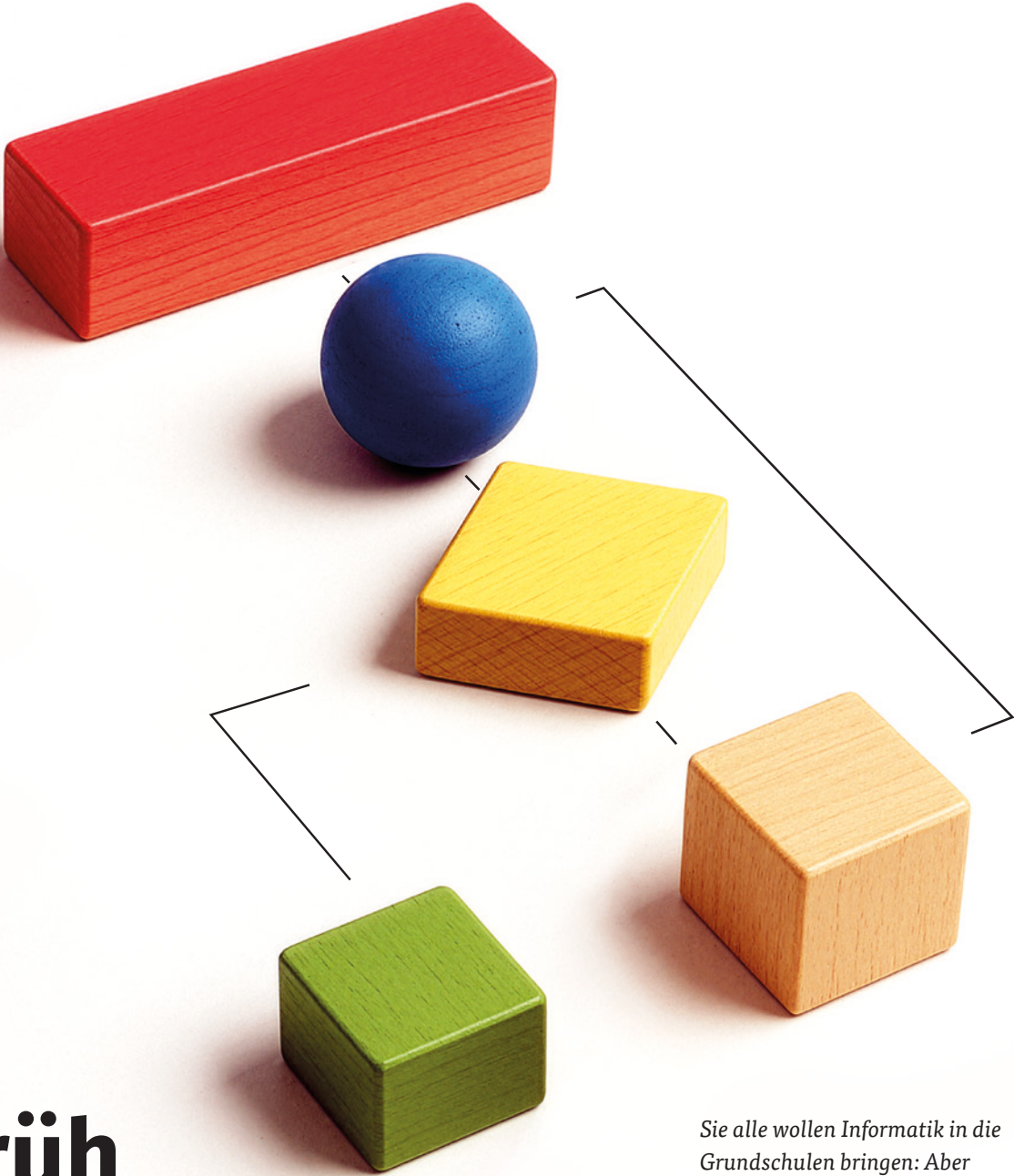
Mareike Lisker,
Berlin

Im Dezember hat sich der Wahlausschuss zusammengefunden und die 2.406 Online- und 15 Briefwahlstimmen für Vorstand und Präsidium ausgezählt. Im Ergebnis haben insgesamt 2.421 Mitglieder gewählt, was einer Wahlbeteiligung von 16,34 entspricht.

Ab 2026 wird Martin Wolf aus Aachen der GI als Präsident vorstehen. Er möchte in erster Linie eine Atmosphäre des Mitmachens in der GI schaffen, die Vereinsstrukturen modernisieren und die Sichtbarkeit der GI nach innen und außen stärken. Gleichzeitig ist er der erste GI-Präsident von einer Hochschule für Angewandte Wissenschaft. Unterstützt wird er im Vorstand von Nadine Bergner aus Aachen, die allen Kindern die Welt der Informatik eröffnen will, Friedrich Steimann aus Hagen, der die GI als erste Adresse der Informatik etablieren und das Berufsbild Informatik aus der „nerdigen Ecke“ holen möchte, und Katharina Weitz aus Berlin, die sich die strukturierte Einbindung und Aktivierung der Neumitglieder auf die Fahnen geschrieben hat.

Ins Präsidium gewählt wurden sechs Mitglieder (siehe links), die sich für ganz unterschiedliche Themen starkmachen möchten: unter anderem für die interdisziplinäre Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft, die Stärkung der jungen GI-Mitglieder, die Frauen- und Nachwuchsförderung, die verantwortungsvolle Gestaltung der Digitalisierung und die Förderung von Open Source und Science. Details zur Wahl gibt es hier: gi.de/wahlen I





Früh übt sich

INTERVIEW Rika Baack

Einen Algorithmus tanzen, Pixelbilder malen, Gedichte programmieren: Wie können wir Kinder und Lehrkräfte in der Grundschule für Informatik begeistern – ohne sie zu überfordern? Gabriele Wille, Ute Schmid und Eve Tessenow sprechen über Geschlechterrollen, Lernorte und Startschwierigkeiten.

Sie alle wollen Informatik in die Grundschulen bringen: Aber gibt es auch Dinge, die Kinder in dem Alter einfach noch nicht verstehen können?

UTE SCHMID Ich denke, dass jedes Thema geht, wenn man es passend didaktisch reduziert. Wohlweislich lehren wir das Thema Binärcode mit allen möglichen Dingen – aber nicht mit Zahlen. Das kann in der Grundschule schiefgehen, denn die Kinder lernen gerade erst, sich im Dezimalsystem zurechtzufinden. Wenn ich dann sage: „Guck mal, die 17, die kann ich auch mit Nullen und Einsen schreiben“, wird es sehr

schwierig. Während man die Grundkonzepte des maschinellen Lernens sehr gut spielerisch einführen kann, ist es nicht so einfach, anschaulich einzuführen, wie generative Modelle funktionieren. Wir können aber immerhin verdeutlichen, dass KI-Modelle nie ganz fehlerfrei arbeiten können, und Strategien zur kritischen Prüfung generierter Inhalte vermitteln.

EVE TESSENOW Die Frage ist gar nicht, ob Kinder das können, sondern warum sie es in dem Alter schon können sollten. Ich glaube, dass man alles didaktisch reduzieren kann, solange man schaut, dass es fachlich korrekt bleibt. Aber warum sollten wir das? Wie relevant ist es für das aktuelle oder vielleicht auch spätere Leben der Kinder, in dem Alter bereits Grundlagen zu kennen?

Welche Rolle spielen außerschulische Orte für die Integration informatischer Bildung in Grundschulen?

GABRIELE WILLE Bei einem Technik-Kurs, den ich ins Leben gerufen habe, waren Mädchen zwischen acht und 18 Jahren dabei. Die Achtjährigen waren begeistert und steckten die Älteren an. Damit war für mich klar: Wir müssen früher beginnen. Außerschulische Orte und Lernpartner können umgehend einen Zugang ermöglichen. Als Verein wollen wir letztendlich auch die Fortsetzung in der Schule sehen.

ET Wichtig finde ich auch die Frage der Überbetonung von Informatik. Informatik ist nicht das Besondere, womit wir uns mal beschäftigen, wenn Fachleute da sind, sondern das ist etwas, das in unserem Alltag vorkommt, auch in dem von Kindern. Außerschulische Lernorte

sind wahnsinnig wichtig und ein Ankerpunkt, ein Zugangsweg. Aber es braucht auch die flächendeckende Integration in die Grundschule.

US Typischerweise nehmen die außerschulischen Angebote auch überwiegend Kinder aus eher bildungsnahen Elternhäusern wahr. So kann eine immer größere Kluft an digitalen Kompetenzen entstehen und Bildungsungleichheiten werden verstärkt.

ET Ich würde gerne wissen: Braucht es für die Integration in die Grundschule ein eigenes Fach oder ist das wie Medienbildung zu denken, die wir überall integrieren sollten?

US Tatsächlich würde ich Informatik in der Grundschule nicht als eigenes Fach sehen. In einem Beitrag für das Informatik-Spektrum haben wir ein Spiralcurriculum vorgeschlagen, das von Computational Thinking – also Informatik als Zugang zum Problemlösen – bis zu ganz speziellen Themen reicht. Dabei werden Inhalte über die Klassenstufen hinweg immer wieder aufgegriffen und altersangemessen vertieft. Wenn Informatik kein eigenes Fach ist, besteht das Risiko darin, dass es dann doch nur als Nice-to-have wahrgenommen wird und Informatikinhalte doch nur sehr wenig oder gar nicht behandelt werden. Das ist für mich das einzige Argument für ein Fach.

„Informatische Bildung bildet eine wesentliche Grundlage, um eine demokratische Haltung zu entwickeln.“
EVE TESSENOW

GW Ich pflichte dir bei, dass Informatik in der Grundschule wirklich fächerübergreifend unterrichtet werden kann und sollte. Ich habe schon erlebt, dass Deutschlehrkräfte tatsächlich über erzählerische Informatikarbeitshefte einen Zugang finden. Oder Sportlehrkräfte, die Kindern einen Algorithmus als Tanz beibringen. Die Frage ist für mich: Wie qualifizieren sich die Lehrkräfte? Normalerweise ist es so, dass Lehrkräfte ein Fachgebiet studieren, um dieses dann zu unterrichten.

ET Ich befasse mich für den Informatik-Monitor Grundschule der GI aktuell wieder intensiv mit Lehrplänen. Wenn ein Fach zur Integration prädestiniert ist, dann der Sachunterricht. Aber meiner Meinung nach läuft der Sachunterricht gerade Gefahr, überfrachtet zu werden, weil er schon ganz viele Perspektiven hat – zum Beispiel die technische, historische oder geografisch orientierte. Ich habe mich gefragt, ob es ein eigenes Fach zu den Grundlagen der Informatik geben könnte, das aber immer wieder Bezüge zu anderen Fächern herstellt: etwa eine Projektarbeit zu Gedichten, die wir programmieren oder die wir szenisch aufnehmen. Oder wir fragen uns, wie ein Algorithmus zum Bilden oder Vervollständigen von Mustern aussehen könnte – Mustererkennung oder -fortsetzung ist eine mathematische Kompetenz, die in Grundschulen eine große Rolle spielt.



„Es ist das Größte für mich, wenn ein Mädchen in der Evaluation schreibt, dass ihr das Programmieren am besten gefallen hat – mit drei Ausrufezeichen!“
UTE SCHMID

Wie wird informatische Bildung denn von einem Nice-to-have zu einem Must-have?

GW Das Thema Informatik in der Grundschule verunsichert viele Lehrkräfte. Sie sagen: „Die Kinder kennen sich doch viel besser mit digitalen Geräten aus!“ oder „Ich bin doch dafür nicht ausgebildet.“ Letztendlich ist es ja so, dass man als Lehrkraft kompetent und fähig sein möchte, eine Gruppe zu führen. Man möchte keine Unsicherheit zeigen. Ich halte es für sehr wichtig, diese Wissensvermittlung sowohl für die Kinder als auch begleitend für die Lehrkräfte anzubieten, ohne dass jemand das Gesicht verliert.

ET Ich glaube, dahinter liegt ein Bild von einer Lehrkraft. Nämlich, dass sie alles wissen müsste. Und ich glaube, das ist im Kontext von Informatik nicht mehr leistbar. Das wird auch nie leistbar sein. Alles entwickelt sich so schnell. Ich glaube, das ist sehr spezifisch für das Feld der Informatik.

Informatik als Fach oder doch fächerübergreifend? Eve Tessenow (L.) fürchtet die Überfrachtung anderer Fächer – Ute Schmid, dass Informatik hinten herunterfällt, sollte Informatik kein eigenständiges Fach sein. Und doch ist die Antwort nicht ganz so einfach.

US Viele Lehrkräfte, die häufig aufgrund ihrer Ausbildung weit weg sind von Informatikthemen, denken – leider genauso wie die entsprechenden Ministerien und Institute –, dass es mit der Informatik getan sei, wenn man Tablets anschafft oder aus einem Arbeitsblatt ein PDF macht, das man digital ausfüllen kann.

ET Dabei bildet informatische Bildung eine wesentliche Grundlage, um eine demokratische Haltung zu entwickeln. Damit sollten wir auch die Politik überzeugen. In der Grundschule fangen wir im Kleinen damit an, dass Algorithmen und Informatiksysteme wie Smartphones und Computer von Menschen gestaltet sind. Aber das ist eine Grundlage, um dann darüber sprechen zu können, wie Wahlen manipuliert werden. Unsere demokratischen Werte basieren ja darauf, dass wir partizipieren können an verschiedenen Prozessen, aber auch verstehen, wie diese beeinflusst und geprägt werden.

Wie kann man Lehrkräfte denn unterstützen?

GW Wir finden es als Verein wichtig, die Akzeptanz für das Thema in der ganzen Schulfamilie zu stärken. Dazu führen wir Gespräche mit der Schulleitung, den Lehrkräften und dem Elternbeirat und diskutieren die Ziele der informatischen Bildung. Wir sichten das Material, das in den Schulen ist, denn häufig sind sie gut ausgestattet: Aber teilweise sind die Geräte noch in ihren Originalverpackungen oder man traut sich nicht so recht ran an den perfekt ausgestatteten Computerraum. Wir gestalten daraufhin eine Fortbildung für die Lehrkräfte, in der wir gemeinsam mit ihnen die Module durchspielen und ihnen dazu die jeweiligen Ziele erklären. Außerdem ermutigen wir sie, konkrete Alltagssituationen als Beispiele für informatische Bildung zu finden.

US Wichtig ist, dass wir Materialien und Handreichungen haben, die so robust sind, dass sie auch funktionieren, wenn sie von Lehrkräften genutzt werden, die keinen vertieften fachlichen Hintergrund haben. Wie tiefgehend kann eine Grundschullehrkraft beispielsweise darauf antworten, wenn ein Kind gezielt nachfragt, warum der Stein sinkt und warum das

„Ich halte es für sehr wichtig, diese Wissensvermittlung sowohl für die Kinder als auch begleitend für die Lehrkräfte anzubieten, ohne dass jemand das Gesicht verliert.“

GABRIELE WILLE



Gabriele Wille kennt sich durch ihre langjährige Erfahrung an Schulen und außerschulischen Lernorten gut aus bei der Informatikbildung – sowohl mit Fallstricken als auch Best Practices.

Blatt schwimmt? Viele Konzepte kann man nur gleichzeitig didaktisch angemessen und fachlich korrekt erklären, wenn man sie selbst sehr gut verstanden hat. Wir haben Arbeitshefte zusammen mit einem umfangreichen Lehrkräftebegleitband entwickelt. Darin liefern wir Hintergrundinformationen und gehen explizit auf typische Fehlvorstellungen und Fallstricke ein, die wir in Workshops beobachtet haben. Beispielsweise hat es wenig Sinn, lineare und binäre Suche mit dem Beispiel zu motivieren: „Ihr habt sicher auch schon mal eure Socke im ganzen Zimmer gesucht.“ Algorithmen zur Suche in Listen haben kaum etwas mit Suchverfahren im freien Raum zu tun.

ET Materialien sind ein Einstiegspunkt. Aber es ist auch total wichtig, so etwas wie „Safer Spaces“ für Lehrkräfte zu schaffen, wo sie erproben dürfen, wo sie Fehler machen dürfen, wo sie Feedback bekommen von anderen Lehrkräften, wo sie gemeinsam Material austauschen können. Von diesen Räumen gibt es noch zu wenige. Mit dem Hintergrund des Lehrkräftemangels ist das natürlich schwierig, aber ich glaube, das wäre der nächste Schritt.

Nehmen Sie auch schon im Grundschulalter Geschlechterunterschiede wahr?

US Meine Erfahrung ist: Wenn wir Mädchen nicht früh erreichen, dann erreichen wir sie gar nicht mehr. Ich habe das Gefühl, dass es von der Vorschule bis zur zweiten, dritten Klasse kein Problem ist, Informatik-Angebote für alle Geschlechter zusammen zu machen. In der Grundschule – schon in der dritten Klasse – erlebe ich aber erste Rollenstereotype. Typischerweise planen die Mädchen mehr und sind meistens nach anderthalb Stunden fertig mit einem Programmierprojekt. Die Jungs haben so viel ausprobiert, dass nichts fertig ist. Sie haben aber im Zweifel mehr gelernt. Es braucht viel didaktisches Geschick, Jungen dazu zu bewegen, planvoll etwas zu erstellen, und die Mädchen dazu, mehr auszuprobieren. Und zwar ohne, dass es offensichtlich wird, dass es mir ein didaktisches Anliegen ist.

GW Als wir den ersten Python-Kurs beim Girls' Day angeboten haben, der Mädchen ab zehn Jahren offensteht, saßen die Mädchen fast eingeschüchtert da. Nachdem sie ihren ersten kleinen Taschenrechner programmiert

hatten, waren sie ganz überrascht, dass er funktionierte. Den nächsten Kurs haben wir öffentlich ausgeschrieben: Es haben sich nur Jungen angemeldet. Kein einziges Mädchen hat sich getraut teilzunehmen. Seitdem schreiben wir bestimmte Kurse paritätisch aus. Beim Selbstbild ist letztendlich noch viel zu tun. Daher ist es wichtig, bereits in der Vorschule Technik zu begegnen. Was ich oft mache, kann ich einfach besser.

US Stichwort Klassenverband: Wenn wir in Klassen oder in eine Ganztagsbetreuung gehen, dann sind die Mädchen und alle anderen Kinder, die an außerschulischen Angeboten nicht teilnehmen, per default dabei. Es ist das Größte für mich, wenn ein Mädchen in der Evaluation schreibt, dass ihr das Programmieren am besten gefallen hat – mit drei Ausrufezeichen!

ET Ich beobachte gerade in der Informatikdidaktik, dass der frühe Start in die Informatik so eine Art Heilsbringer sein soll, um Stereotype und Gaps zu bearbeiten – etwa in puncto Gender, soziale Klasse oder Behinderung. Besonders beim Gendergap frage ich mich, ob wir wirklich untersuchen müssen, was Mädchen im Informatikkontext ausmacht – was sie brauchen oder wie sie wachsen können –, um sie dann getrennt zu unterrichten. Ich weiß nicht, ob das der richtige Ansatz ist. Müssen wir nicht auch zeigen, dass da viele tolle FLINTA*-Personen* sind und eben noch mehr von ihnen Platz haben? Müssen wir nicht auch ein Umfeld schaffen, in dem sich alle wohlfühlen?

US Absolut. Wir entwickeln und evaluieren tatsächlich im BMFTR-Projekt PIONIERIN Workshop-Formate, bei denen wir gezielt Role Models mit einbinden. Das spielt auch rein in die Unterstützung von Mädchen, Eve, von der du gesprochen hast: Auch mit Anwendungsbeispielen aus Medizin, Bildung und Umwelt sind Mädchen häufiger zu erreichen, weil sie merken, dass sie damit Menschen helfen können.

ET Aber müssen wir das wirklich als einen Fokus auf Mädchen denken? Oder ist es nicht eigentlich so, dass wir endlich aufzeigen, dass Informatik vielfältig ist – und das zufällig auch FLINTA* anspricht? 

* FLINTA* ist ein Akronym, das für Frauen, Lesben, intergeschlechtliche, nicht binäre, transgeschlechtliche und agender Personen steht. Der Asterisk dient als Platzhalter für Personen, die sich im Akronym nicht wiederfinden, aber ebenfalls von geschlechtlicher Marginalisierung betroffen sind.

– **Computational Thinking ...**

... beschreibt vereinfacht ausgedrückt Denkprozesse, die insbesondere Abstraktion, Dekomposition (Zerlegung) und Mustererkennung umfassen. Die gezielte Anregung dieser Denkprozesse kann einen Zugang zur Integration informatischer Denk-, Handlungs- und Arbeitsweisen in Lehr-Lern-Situationen eröffnen.

– **Upcoming**

Seit 2021 veröffentlicht die GI den Informatik-Monitor, der einen aktuellen Überblick zum Stand der informatischen Bildung in den Bundesländern gibt. Aktuell in Arbeit ist der Informatik-Monitor für die Grundschule. Erste Ergebnisse erscheinen voraussichtlich im zweiten Quartal 2026.

– **Deep Dive**

Schmid, U., Weitz, K. & Gärtig-Daug, A. (2018). Informatik in der Grundschule – Eine informatisch-pädagogische Perspektive auf informatikdidaktische Konzepte. Informatik Spektrum 41, S. 200–207.
Schmid, U., Weitz, K., Köhler, K., & Weiß, L. (2020). Pixel & Co. – Informatik in der Grundschule. Westermann Verlag.
Spieler, B. (2023). Empfehlungen für gendersensible MINT-Angebote für Schülerinnen am Beispiel der Schweiz. In: Jeanrenaud, Y. (eds.) Teaching Gender in MINT in der Pandemie. Edition Fachdidaktiken. Springer VS, Wiesbaden.

Ein .inf-Beitrag zum Status Quo der Informatikbildung in der Grundschule – mitgeschrieben von Eve Tessenow:

 inf.gi.de/bildung-informatik

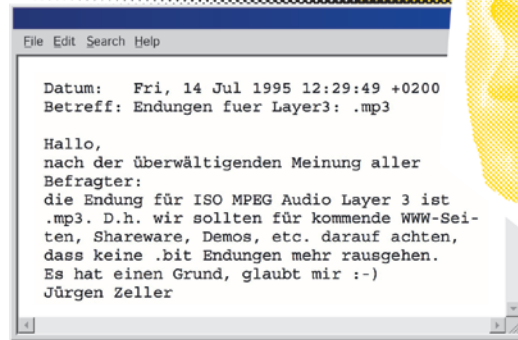
– **Ute Schmid** hat den Lehrstuhl für Kognitive Systeme an der Universität Bamberg inne und lehrt und forscht seit mehr als 30 Jahren im Bereich KI. Bereits seit 2005 entwickelt sie Materialien und Workshops zur Vermittlung von Informatik- und KI-Kompetenzen an Kinder und Jugendliche. Dabei liegt ihr die Förderung von Mädchen und jungen Frauen besonders am Herzen.

– **Eve Tessenow** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Universität Halle in der Didaktik der Informatik. Sie promoviert aktuell zu Wünschen und Erwartungen von Lehrkräften der Klassen drei bis sechs an Fortbildungen der informatischen Bildung. Außerdem arbeitet sie mit am Grundschul-Informatik-Monitor der GI und ist Teil der GI-Arbeitsgruppe Primar- und Elementarinformatik.

– **Gabriele Wille** initiierte und setzte in ihrem früheren Alltag als Lehrerin und Konrektorin viele Projekte zur Integration und Inklusion um. Nach dem Technik-Kurs Patente Mädchen, den sie im Rahmen von „Kultur macht stark“ des BMBF entwickelt und durchgeführt hat, gründete sie 2022 den Verein MINTlogisch, um Kindern niederschwellig Themen aus dem Bereich MINT und vor allem der informatischen Bildung näherzubringen.

 mint-logisch.de

Da ist Musik drin



Das Dateiformat MP3 ist einer der großen Exportschlager der deutschen Informatik-Community. Das Forschungsteam dahinter musste nicht nur technische Hürden nehmen, sondern auch einiges an Überzeugungsarbeit leisten, um das Format zu etablieren.

Drei Zeichen in aller Ohren: Mit dieser E-Mail wurde 1995 der Name .mp3 besiegelt.

Welche Daten braucht das Ohr?

In den 1980er- und 1990er-Jahren war Karlheinz Brandenburg zusammen mit seinem Team vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS) in Erlangen auf der Suche nach Verfahren, um Datenmengen zu reduzieren. So sollte es möglich werden, digitalisierte Audiodateien einfacher zu übertragen. Doch auf welche Daten lässt sich überhaupt verzichten? Was kann das menschliche Ohr überhaupt hören – und welche Informationen filtert es sowieso heraus? Um Antworten auf diese Fragen zu finden, arbeitete das Forschungsteam mit den sogenannten goldenen Hörern zusammen – also Menschen mit besonders gutem Gehör.

„Wir stellten fest, dass auf dem Weg bis hin zur Cochlea auch im Gehör schon eine ganze Menge Datenreduktion stattfindet“, erzählt Karlheinz Brandenburg. Grob vereinfacht macht MP3 etwas ganz Ähnliches. Die Forschenden fanden Effekte wie Maskierung in ihren Testreihen: Leise

Töne zum Beispiel können von lauten verdeckt werden. Viele solcher psychoakustischen Effekte setzten sie ein, um Datenbits einzusparen. Dazu wird das Audiosignal in eine sogenannte Zeit-Frequenz-Darstellung überführt. Bei MP3 sind es 576 Kanäle, die dann eingehender analysiert werden. Anschließend wird abgeschätzt, welche Signalbestandteile mit welcher minimalen Genauigkeit quantisiert werden dürfen, ohne dass Störungen auftreten. Die restlichen Daten werden mit einem bekannten mathematischen Verfahren, der Huffman-Codierung, geschickt verpackt.

Aller Anfang ist schmalbandig

Der Antrieb zur Entwicklung von MP3 kam nicht etwa aus der Musikindustrie, sondern aus dem Rundfunk- und Fernmeldebereich. Es ging eigentlich darum, digitalisierte Musik oder Sprache ohne dramatische Qualitätsverluste über schmalbandige Übertragungswege schicken zu können. Der Gründungsdirektor des IIS, Dieter

Seitzer, suchte nach Anwendungen für das damals hochmoderne digitale Telefonnetz Integrated Services Digital Network (ISDN). Schnell war dem beauftragten IIS-Kernteam um Karlheinz Brandenburg, Ernst Eberlein, Heinz Gerhäuser, Bernhard Grill, Jürgen Herre und Harald Popp klar, dass sie dafür quasi „die Luft aus der Musik rauslassen“ müssten. Das ist ihnen mit MP3 auch gelungen: Die Audioübertragung von Ereignissen und Konzerten über ISDN gehörte lange Zeit zu den Standardproduktionsmitteln der Rundfunkanstalten. Doch das eigentlich Geniale an MP3 ist die Befreiung der Musik von einem Tonträger wie der Schallplatte, der Musikkassette oder der CD. Musik würde überall verfügbar.

Ein weiter Weg

Der Weg zum endgültigen MP3-Standard führte allerdings über einige Zwischenschritte. Die nächsten Meilensteine waren der LC-ATC-Algorithmus (Low Complexity

Adaptive Transform Coding) und der OCF-Algorithmus (Optimum Coding in the Frequency Domain). Letzterer berücksichtigte schon viele Aspekte von MP3 und ließ eine Datenreduktion von etwa 1 : 12 zu.

Mit OCF startete das IIS 1989 auch seine Beteiligung an der Entwicklung eines neuen Audiostandards für die Moving Picture Experts Group, kurz MPEG. Aus den Entwicklungen für MPEG gingen im Wesentlichen zwei Algorithmen hervor, nämlich ASPEC (Adaptive Spectral Perceptual Entropy Coding) und MUSICAM. Für das ASPEC-Verfahren, quasi der unmittelbare Vorläufer von MP3, baute das IIS 1990 auch Hardware, die im praktischen Einsatz die Machbarkeit der Verfahren unter Beweis stellen sollte. „Um MP3 zu rechnen, musste sie ungefähr 100 Millionen Rechenoperationen pro Sekunde ausführen“, erklärt Bernhard Grill. „Ein Vielfaches von dem, was für die Mondlandung erforderlich war.“

Tatsächlich kamen die ASPEC-Geräte beim Rundfunk auch zum Einsatz, nämlich 1992 anlässlich der Olympischen Winterspiele im französischen Albertville. Auf nur einem ISDN-B-Kanal mit 64 Kbit/s konnten so Reportagen kostengünstig übertragen werden. Damit war MP3 zwar im kommerziellen Einsatz, doch der Durchbruch ließ auf sich warten.

Auch die Musikindustrie war zuerst von dem neuen Verfahren nicht zu überzeugen. Denn das Geschäft mit den CDs als Nachfolger der Schallplatten lief prächtig – Innovationen waren eher unerwünscht, zumal es damals auch noch kaum Abspielgeräte für Musik aus Dateien gab. Auch Inhalte selbst waren rar – Musiktitel in MP3 codiert waren schlichtweg noch nicht breit verfügbar.

Disruptive Strategie und Technologie

„Ich kann mich an den Chef einer großen Firma erinnern, der noch 1995 gesagt hat, dass MP3 so kompliziert sei, dass es nie in den Breitenmarkt gehen wird“, sagt Bernhard Grill. Die Erlanger kamen eher aus Geldnot auf eine Idee: Sie brachten einen Shareware-MP3-Encoder und -Decoder auf den Markt. Die Kostenlos-Version war in der Funktion beschränkt, um potenziell Interessierte zum Kauf zu animieren – und wurde schnell gehackt. Filesharing-Plattformen mit illegal kopierter Musik und per MP3 codiert schossen in der Folge aus dem Boden. Sie versetzten nicht nur die Musikindustrie in Angst und Schrecken, sondern auch zahlreiche Eltern, die sich urplötzlich mit Anzeigen der Musikindustrie gegen ihre Kinder wegen Urheberrechtsverletzungen konfrontiert sahen.

„So eine disruptive Technologie – wie man heute sagen würde – wurde auch als Bedrohung wahrgenommen“, meint Bernhard Grill. Die Musikindustrie hat MP3 zunächst ignoriert und später verteuelt. Doch mit dem anfänglichen Desinteresse hat sie sich über lange Zeit selbst geschadet, statt über neue Geschäftsmodelle nachzudenken. Erst die kommerziellen Streamingdienste wie Apple Music oder Spotify haben zwangsweise für ein Umdenken gesorgt. Musik wird heute gestreamt und die Nutzenden zahlen dafür. „MP3 hat nicht nur die Musikindustrie revolutioniert“, ergänzt Karlheinz Brandenburg, „sondern auch unseren Umgang mit Musik.“

Höher, schneller, genauer

MP3 war nicht nur der Startschuss für eine neue Form des Medienkonsums. Es war gleichzeitig auch der Beginn eines anhaltenden und intensiven

Entwicklungsprozesses zur Datenreduzierung von Audiosignalen. Mit der einsetzenden Digitalisierung der Mobilfunknetze in den 1990er-Jahren und dem anschließenden Technologiewechsel von leitungsvermittelten Telefonaten hin zur integrierten paketorientierten Übertragung von Daten und Gesprächen in den LTE-Netzen wurden die Anforderungen an die Audio-Kompressionsverfahren immer härter. Zunächst ging es um immer höhere Reduktionsraten, vor allem durch die Konzentration auf reine Sprachübermittlung. Mit dem Durchbruch der Smartphones allerdings bestimmten immer mehr die Anforderungen an die Übertragungstreue sowie Verständlichkeit bei gleichzeitig niedriger Verzögerung (Latenz) die Entwicklungen.

Heute arbeiten die Forschenden des Fraunhofer-Institutes in Erlangen bereits an der vierten Generation von Daten-Reduktionssystemen. Sie gehören auch dank ihrer mit MP3 gewonnenen Erfahrung und Reputation zu den führenden Entwickler*innen weltweit auf diesem Gebiet. „Wir hatten nicht nur den einen Erfolg“, sagt Karlheinz Brandenburg. „Auch unsere neuesten Generationen lassen wieder alte Träume wahr werden.“ ¶

– Geniale Idee, oder?

Auf Initiative der GI-Fellows haben Peter Welchering und Manfred Kloiber in den vergangenen Jahren **geniale Ideen aus der Informatik** im deutschsprachigen Raum als Multimedia-Reportagen aufbereitet. Auf ihren Recherchen basiert auch dieser Text. Den ganzen Artikel können Sie hier lesen: geniale-ideen.de



Wer hat das Kommando?

TEXT Karl Hans Bläsius

Auch in der modernen Kriegsführung ist KI angekommen. Geschwindigkeit ist hierbei ein zentraler Faktor. Aber was, wenn technische Systeme Entscheidungen schneller treffen, als Menschen sie kontrollieren können?

Die Erfolge von Systemen der generativen KI sind auch an Militärs nicht vorbeigegangen. Nur logisch, dass auch sie die Vorteile nutzen und die Wirksamkeit von Waffen und Entscheidungen mithilfe von KI verbessern wollen. Doch daraus ergeben sich einige schwierige Fragen.

Besonders im Fokus stehen derzeit autonome Waffensysteme, also Systeme, die nach

einer Aktivierung mithilfe von Sensoren und Software selbstständig ohne menschliche Kontrolle einen Weg zu einem Ziel suchen und dort ebenso selbstständig Operationen auslösen können, zum Beispiel um etwas zu zerstören oder auch Menschen zu töten. Solche autonomen Fähigkeiten können bei allen Waffenarten erreicht werden, von Drohnen über U-Boote bis hin zu Kampfflugzeugen und -robotern.

Es wird zwar immer wieder gefordert, dass eine Tötungsentscheidung nicht von einer Maschine, sondern nur von einem Menschen getroffen werden darf („man in the loop“), die Realität könnte jedoch schon bald anders aussehen. Militärische Aktionen

laufen oft in komplexem Umfeld in einem so hohen Tempo ab, dass Menschen überfordert sein könnten, die Entscheidungen der Maschine in der verfügbaren Zeit angemessen zu überprüfen. Es gibt auch bereits Forderungen, zu dem Prinzip „man in the loop“ Ausnahmen zuzulassen, zum Beispiel wenn in Bedrohungssituationen das Leben eigener Soldat*innen gefährdet ist und die Zeit für menschliche Entscheidungen nicht reicht.

Der Aspekt „man in the loop“ erfordert auch eine permanente Kommunikationsverbindung zwischen dem Waffensystem und einer Kontrollstation, was elektromagnetische Strahlung erzeugt und vom Gegner erkannt werden kann. Mit Mitteln der elektronischen Kampfführung können angreifende autonome Waffen, wie etwa Drohnen, auf diese Weise rechtzeitig erkannt und bekämpft werden. Dabei können sie auch auf andere Ziele umgelenkt werden. Waffensysteme, die vollautonom agieren können und damit keine Kommunikation mit einer Kontrollstation benötigen, sind unempfindlich gegen Cyberangriffe und Mittel der elektronischen Kampfführung. Wer Waffen autonom einsetzt, kann damit also auch ihre Wirksamkeit deutlich erhöhen.

Bis in die obersten Kommandozentralen

Auch die Erfolge von generativer KI sollen zunehmend für militärische Zwecke genutzt werden. Im Rahmen einer Konferenz der US-Armee im Oktober 2025 teilte ein Generalmajor anwesenden Journalist*innen mit, dass er auch Chat-Systeme nutzt, um zusätzliche Erkenntnisse zu gewinnen und bessere Entscheidungen treffen zu können. KI spielt also nicht nur in Waffensystemen eine Rolle, sondern auch in obersten Kommandozentralen.¹

Ein wesentliches Ziel der modernen Kriegsführung ist es, den OODA-Loop („observe, orient, decide, act“) zu verkürzen. Wer in einer kriegerischen Auseinandersetzung diesen Prozess schneller durchläuft, kann Vorteile auf dem Schlachtfeld erzielen. Alle diese Schritte, also das Beobachten, Orientieren,

Entscheiden und Handeln, sollen mithilfe von KI so stark wie möglich beschleunigt werden. Manche Militärs gehen davon aus, dass Entscheidungen in künftigen Kriegen in einem Tempo getroffen werden müssen, dass Menschen dazu nicht mehr in der Lage sind. Das bedeutet aber auch, dass es für Menschen immer schwerer wird, die Abläufe zu kontrollieren. In zunehmendem Maße könnte die Kontrolle über das gesamte Geschehen von Maschinen übernommen werden.

Eskalation bis zum Flash War

Ein Bericht des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages vom Oktober 2020 mit dem Titel „Autonome Waffensysteme“ behandelt detailliert die Perspektiven und möglichen Risiken von autonomen Waffensystemen (AWS)². Dabei wird auch das Risiko von Eskalationsspiralen beschrieben: „So könnten das operative Geschehen und die Entscheidungsprozesse durch AWS derart beschleunigt werden, dass Menschen kognitiv und hinsichtlich ihres Reaktionsvermögens an ihre Grenzen kämen. So könnte in einer Krise eine Eskalationsspirale automatisiert und möglicherweise ungewollt in Gang gesetzt werden. Für ein solches Szenario wurde der Begriff ‚flash war‘ geprägt.“

Bei physischen Waffensystemen wäre eine solche Eskalationsspirale vermutlich lokal beschränkt und würde spätestens dann stoppen, wenn die beteiligten Waffen ihr Pulver verschossen haben. Doch „Pulver verschossen“ ist kein Zustand, in den Cyberwaffen kommen können. Mithilfe von KI könnten enorm wirksame Cyberwaffen realisiert werden, die in kurzer Zeit weltweit gravierende Schäden verursachen könnten – ohne je an physische Grenzen zu kommen. In sehr kurzer Zeit könnte die Anwendung einer solchen Cyberwaffe beliebig oft mit jeweils unterschiedlichen Zielen wiederholt werden. Auch zwischen verschiedenen Systemen der generativen KI, etwa aus China und den USA, könnten innerhalb

von Sekunden Interaktionsprozesse mit immer schwereren gegenseitigen Cyberangriffen ablaufen, also ein „flash war im Internet“.³

Software kann man nicht abrüsten

Bei herkömmlichen Waffensystemen gibt es zwei wichtige Aspekte, die zur Entspannung beitragen können. Dies sind Möglichkeiten zur Rüstungskontrolle sowie eine Transparenz bezüglich der Fähigkeiten eines Gegners.

Physische Waffensysteme können nach Anzahl und Fähigkeiten charakterisiert werden und auf dieser Basis sind Vereinbarungen zur Begrenzung, Nichtverbreitung und Abrüstung solcher Waffensysteme möglich, die sich auch klar überprüfen lassen. So sind in der Vergangenheit wichtige Vereinbarungen zu Atomwaffen getroffen worden und Ende der 1980er-Jahre wurden sehr viele Atomwaffen vernichtet.

Bei softwarebasierten Waffen wie autonomen und Cyberwaffen sind solche Vereinbarungen zwar prinzipiell möglich, lassen sich aber nur schwer überprüfen. Von Software kann es beliebig viele Kopien geben und ob davon wie vereinbart auch wirklich alle vernichtet wurden, lässt sich nur schwer nachweisen. Auch eine verschlüsselte Verbreitung über das Internet wäre nicht zu verhindern.

Ein Anliegen der Nuklearmächte in den vergangenen Jahrzehnten war es, für eine gewisse Transparenz der Fähigkeiten zu sorgen. Dazu dienten gegenseitige Kontrollen, zum Beispiel auf Basis des Open-Skies-Vertrags, der inzwischen allerdings gekündigt ist. Trotzdem sind bei physischen Waffensystemen wie Panzern, Flugzeugen und Raketen die Fähigkeiten eines Gegners weitgehend bekannt.

Bei softwarebasierten Systemen sind gegenseitige Kontrollen kaum möglich. Des Weiteren sind die Fähigkeiten eines Gegners und eventuell sogar der eigenen Streitkräfte wenig transparent. Mithilfe von KI könnten gravierende Cyberwaffen entwickelt werden, wobei aber vor einem umfassenden Einsatz unklar ist, wie die Wirkung sein wird. Das heißt,

es ist unklar, welche Auswirkungen potenzielle Cyberwaffen eines Gegners haben könnten und wie man sich davor schützen kann. Dies erhöht die Unsicherheit auf allen Seiten, kann leicht zu Fehlinterpretationen führen und es notwendig erscheinen lassen, massiv im Bereich KI und Cyberraum aufzurüsten, um gegebenenfalls mit einem Gegner mithalten zu können.

Das gilt auch für das nukleare Gleichgewicht. Eine Nation könnte sich mithilfe von KI eine Erstschlagsfähigkeit erwerben, also einen Gegner so stark treffen, dass dieser nicht mehr zu einer (nuklearen) Gegenreaktion fähig ist. Eine tatsächliche oder vermutete Beeinträchtigung des nuklearen Gleichgewichts würde aber das Risiko eines Atomkriegs aus Versehen erheblich vergrößern.

Aufgrund solcher Risiken warnen auch militärische Stellen vor einem KI-Wettrüsten. In einem Bericht des CIR (Cyber- und Informationsraum) vom Juli 2025 mit dem Titel „KI – Die unsichtbare Superkraft der Zukunft“ heißt es: „Die rasante Entwicklung militärischer KI-Anwendungen birgt die Gefahr eines Wettrüstens zwischen Staaten. Dies könnte das globale Machtgleichgewicht destabilisieren und die Schwelle zur Anwendung militärischer Gewalt sinken lassen. Die verantwortungsvolle, souveräne Entwicklung, Einführung und Nutzung von KI in der Bundeswehr muss deswegen nicht nur technologische Faktoren berücksichtigen, sondern auch ethische, rechtliche und sicherheitspolitische Dimensionen.“⁴

Solange der Konfrontationskurs zwischen dem Westen auf der einen Seite und Russland und China auf der anderen Seite andauert, wird ein ungebremster Rüstungswettlauf vor allem in wichtigen Technologiefeldern wie der KI und im Cyberraum erfolgen. Denn keine Nation kann riskieren, hier das Nachsehen zu haben. Dies wird die Entwicklung von autonomen Waffensystemen betreffen, aber auch Cyberwaffen und vielleicht sogar mit KI entwickelte Bio- und Chemiewaffen.

Es wird deutlich: KI kann auf allen Ebenen der Kriegsführung eine zentrale Rolle spielen.



In diesem Zusammenhang wird auch von Revolution der Kriegsführung durch KI gesprochen. Die Methoden der „kognitiven Kriegsführung“ zur Manipulation von Menschen werden wirksamer und es können auch gefährliche, unkalkulierbare Wechselwirkungen zwischen KI und Atomwaffen entstehen.

Ein globales Wettrüsten, in das KI auf allen Ebenen involviert ist, kann die beschriebenen Risiken nicht reduzieren. Stattdessen wären weltweite Vereinbarungen zu Cyber- und autonomen Waffen, zur nuklearen Abrüstung und Rüstungskontrolle und zur Regulierung der KI erforderlich.⁵ ¶

– Deep Dive

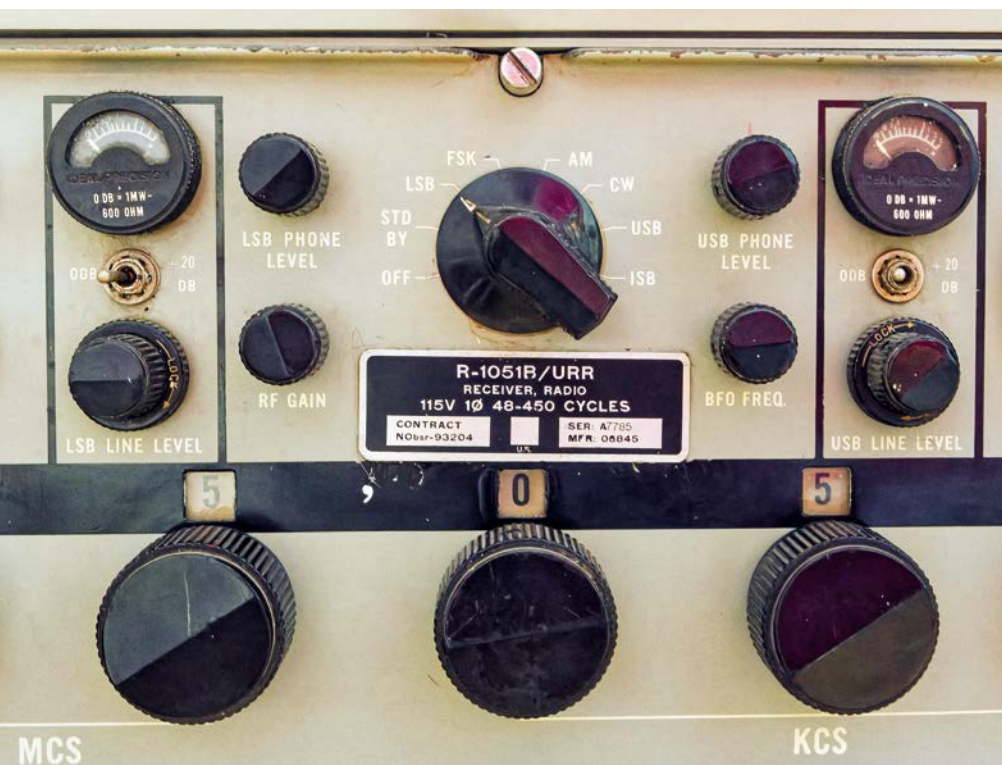
Weitere Lesetipps zum Thema finden Sie wie immer online:

☞ inf.gi.de/kommando

– Über den Autor

Prof. Dr. Karl Hans Bläsius hat an der RWTH Aachen Mathematik, Physik und Informatik studiert und 1986 bei Jörg Siekmann zu einem Thema der KI an der Universität Kaiserslautern promoviert. Nach Industrietätigkeiten hat er ab 1990 das Lehrgebiet Wissensbasierte Systeme an der Hochschule Trier in Forschung und Lehre vertreten und auch praktische Anwendungen im Rahmen von Existenzgründungen realisiert. Der Autor ist seit dem 1.1.1981 Mitglied der GI und hat bei diesem offenen Brief der GI zum Risiko eines Atomkriegs aus Versehen mitgewirkt:

☞ inf.gi.de/gi-mitglieder-warnen



¹ <https://www.businessinsider.com/even-top-generals-are-looking-to-ai-chatbots-for-answers-2025-10>

² <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/236/1923672.pdf>, S. 15, 86

³ <https://link.springer.com/book/9783662725252>, Kap. 3, 7

⁴ <https://www.bundeswehr.de/de/organisation/cyber-und-informationsraum/aktuelles/kuenstliche-intelligenz-5960274>

⁵ https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-71567-3_27, Abschn. 27.16, 27.17

KI muss cool bleiben

Neben seltenen Erden und Energie verbrauchen KI-Systeme auch Wasser. Eine Studie der GI liefert eine Bestandsaufnahme über den Wasserverbrauch der Technologie, analysiert Einflussfaktoren und gibt Handlungsempfehlungen. Was sie dabei besonders bewegt hat, erzählen die beiden Autorinnen selbst.

„Der Wasserverbrauch von KI wird oft übersehen. In unserer Studie wollten wir genau das aufbrechen. Wir haben uns angeschaut, wo und in welchem Ausmaß Wasser entlang der Wertschöpfungskette von KI-Systemen genutzt wird, mit dem Ziel, den Verbrauch sichtbar zu machen, nicht nur punktuell, sondern ganzheitlich. Dabei zeigt sich sehr klar, dass der Wasserverbrauch global betrachtet nicht unerheblich und eng mit Standortentscheidungen und politischen Rahmenbedingungen verknüpft ist. Auch technische Entscheidungen spielen eine zentrale Rolle, denn es gibt bereits Kühltechnologien wie hybride Kühlsysteme oder durch Außenluft gekühlte Systeme, die den Wassereinsatz reduzieren können. Mit Blick auf die Software können effizientere Trainingsverfahren den indirekten Wasserverbrauch senken und auch im Hardwarebereich liegen enorme Einsparpotenziale, etwa durch Kreislaufwirtschaft, langlebige Hardware und Ressourcennutzung, die nicht auf endliche Wasserreserven angewiesen sind. Ein weiterer wichtiger Punkt ist Transparenz: Solange

„Es reicht nicht, nur den Energieverbrauch zu optimieren; der Wasserbedarf muss integraler Bestandteil der Planung werden.“

LENA HOFFMANN

Wasserverbrauch nicht systematisch gemessen und veröffentlicht wird, fehlen die Grundlagen für politische Steuerung und gesellschaftliche Debatten. Lebenszyklusansätze, die direkte und indirekte Verbräuche erfassen und regionale Unterschiede berücksichtigen, sind daher dringend notwendig. Zudem sollten bereits existierende Lösungen aus Forschung, öffentlichem Sektor und Wirtschaft systematisch erfasst, kommuniziert und zur Nachahmung bereitgestellt werden – etwa über Plattformen, Fallstudien oder Leitfäden. Unsere zentrale Botschaft: Wenn wir KI-Infrastrukturen nachhaltig gestalten wollen, müssen wir Wasser genauso ernst nehmen wie Energie und Treibhausgase. Bereits existierende Best-Practice-Ansätze belegen, dass durch weiterführende Forschung und eine gezielte Umsetzung nachhaltiger Strategien ein wesentlicher Beitrag



Für Lena Hoffmann, Senior-Referentin in der Berliner Geschäftsstelle der GI, zählt der Blick aufs große Ganze: vom Energieverbrauch in Rechenzentren bis zu Trainingsverfahren und Hardwareproduktion.

dazu geleistet werden kann, einer möglichen Zunahme wasserbezogener Nutzungskonflikte im Zusammenhang mit KI-Systemen entgegenzuwirken. Eine integrierte Betrachtung des Ressourcenverbrauchs – sowohl auf Hardware- als auch auf Softwareebene – ist daher zentral, um potenzielle Zielkonflikte frühzeitig zu erkennen und ihnen vorzubeugen. Aber es gibt Spielräume – technisch, politisch und gesellschaftlich. Wir müssen sie nur nutzen.“



„Digitalisierung findet nicht isoliert statt, sondern konkurriert direkt mit anderen gesellschaftlichen Bedürfnissen wie Landwirtschaft oder Trinkwasserversorgung.“

TERESA ZECK

GI-Referentin Teresa Zeck warnt vor dem hohen Wasserverbrauch durch Kühltechnologie, der nicht nur ökologische, sondern auch gesellschaftliche Auswirkungen haben kann.

„KI wird häufig als immaterielles oder rein digitales Phänomen wahrgenommen, basiert jedoch auf physischer Infrastruktur, deren Bereitstellung und Betrieb erhebliche materielle Ressourcen erfordert. Besonders deutlich wird das beim Wasser: eine Ressource, die für den Betrieb von KI eine zentrale Rolle spielt, aber oft übersehen wird. KI-Modelle benötigen enorme Rechenleistung und die spezialisierten Chips, die dafür eingesetzt werden, erzeugen deutlich mehr Wärme als herkömmliche Prozessoren. Deshalb sind leistungsfähige Kühlsysteme in den Rechenzentren erforderlich, die abhängig von der eingesetzten Kühltechnologie große Mengen Wasser verbrauchen können.

Das kann weltweit nicht nur zu ökologischen, sondern auch zu gesellschaftlichen Herausforderungen führen: Beispielsweise sind Google-Rechenzentren in The Dalles, Oregon, für rund 30 Prozent des städtischen Wasserverbrauchs verantwortlich. In Talavera, Spanien, entsteht derzeit ein Rechenzentrum des Technologiekonzerns Meta, das nach konservativen Schätzungen rund 665 Millionen Liter Wasser pro Jahr verbrauchen wird, in etwa so viel wie 13.000 spanische Haushalte. Dieser enorme Verbrauch

sorgt für Kritik und Widerstand, denn die Region kämpft schon heute mit akuter Wasserknappheit. Und der Wasserverbrauch beschränkt sich nicht nur auf die Rechenzentren selbst. Entlang der gesamten Wertschöpfungskette werden Ressourcen benötigt: bei der Stromproduktion, der Herstellung von Halbleitern und Hardware, beim Transport und bei der Entsorgung. Besonders hoch ist der Bedarf in der Chipproduktion: In großen Fabriken, etwa in Taiwan oder Arizona, werden täglich Hunderte Millionen Liter ultrareines Wasser (UPW) verbraucht – oft in ohnehin wasserarmen Regionen.

Diese Entwicklung wird dadurch verstärkt, dass der globale Wasserverbrauch in den vergangenen 40 Jahren jährlich um etwa ein Prozent zugenommen hat. Laut dem Aqueduct Water Risk Atlas, einem Online-Tool des World Resources Institute (WRI), das globale Wasserrisiken kartiert, lebt rund ein Viertel der Weltbevölkerung jedes Jahr unter extremem Wasserstress, was durch den Klimawandel weiter verschärft wird. In Deutschland nimmt der Wasserstress ebenfalls zu, besonders in Brandenburg und Teilen Mitteldeutschlands, darunter das Rhein-Main-Gebiet, wo zahlreiche Rechenzentren stehen oder entstehen. Insgesamt zeigt sich ein strukturelles Problem: KI und die digitale Infrastruktur, die sie trägt, haben konkrete ökologische Auswirkungen, die bislang kaum systematisch erfasst, kommuniziert oder gesteuert werden. Gerade diese Unsichtbarkeit macht das Problem besonders dringlich.“ 

– Ultrareines Wasser (UPW)

ist nahezu frei von allen Verunreinigungen wie organischen und anorganischen Stoffen, gelösten Gasen und Partikeln und wird in hochpräzisen Bereichen wie der Halbleiterproduktion und der Pharmaindustrie eingesetzt. Hergestellt wird es durch Verfahren wie Ionenaustausch, Umkehrosmose und elektrochemische Deionisierung. Übrig bleibt reines Wasser, bestehend aus Wasserstoff- und Hydroxidionen.

– Wasserstress

ist eine Situation, in der die Wasserentnahme in einer Region die verfügbaren Süßwasserressourcen übersteigt, was ein Risiko für wirtschaftliche und umweltbedingte Probleme darstellt. Er wird oft durch den Wassernutzungs-Index (Verhältnis von Wasserentnahme zu -angebot) definiert: Ein Indexwert über 20 Prozent gilt als Schwelle zum Wasserstress.

– Indirekter und direkter Wasserverbrauch in Rechenzentren

Direkter Wasserverbrauch: Wasser, das im Rechenzentrum direkt zur Kühlung verwendet wird.

Indirekter Wasserverbrauch: Wasser, das entlang der Lieferkette verbraucht wird, zum Beispiel für Stromproduktion oder Halbleiterfertigung.

Die gesamte Studie zu den „Auswirkungen von KI, Rechenzentren und Halbleitern auf Wasserverfügbarkeit und -qualität“ finden Sie unter:

 inf.gi.de/wasserstudie



Ein technisches Problem?

TEXT Selcan Ipek-Ugay und Christine Hennig

Digitale Gewalt trifft insbesondere Frauen und marginalisierte Gruppen. Zu oft wird sie aber nicht als das wahrgenommen, was sie ist: ein Problem, das menschliche Ursachen hat, und technische Mittel instrumentalisiert. Mitglieder der Fachgruppe Frauen und Informatik haben sich mit dem Thema intensiver auseinandergesetzt.

**„Ich habe nichts gesagt.
Ich habe nur gepostet.
Ich wurde gefunden.
Ich wurde verfolgt.
Ich bin jetzt still.
Doch mein Schrei bleibt im Netz.“**

Schule, scrollen, lernen, schlafen: Yasmin geht in die zehnte Klasse und hat damit mehr als genug zu tun. Zum Ausgleich lädt sie auf ihrem TikTok-Account alle paar Tage Videos mit ihren Friends oder ihrer Familie hoch. Doch immer öfter bekommt sie dort aggressive Nachrichten und Kommentare zu ihrem Aussehen, ihrer Kleidung, dem Deutsch ihrer syrischen Eltern.

„Sie sagten, ich solle zurückgehen, wohin ich gehöre.“

YASMIN, 16 JAHRE

Gaming, Internettrends, Filme – Sophie freut sich, in ihrem Informatikstudium so viele Menschen zu treffen, die sich für dieselben Dinge interessieren wie sie. Sie wird in verschiedene Discord-Gruppen eingeladen. Als es um peinliche Dates geht, teilt Sophie gleich zwei Anekdoten: eine mit einer Frau, eine mit einem Mann. Sie ist geschockt von den Reaktionen. Jede Antwort ist schlimmer als die davor.

„Und plötzlich kriege ich einen Shitstorm!“

SOPHIE, 27 JAHRE

Beim Sport, Einkaufen oder Basteln mit ihrem Sohn: Alma teilt ihr Leben als alleinerziehende Mutter in den sozialen Medien. Sie postet Videos, die ihr selbst bei all den neuen Aufgaben geholfen hätten, und tauscht sich mit Eltern aus. Deren hilfreiche und witzige Nachrichten werden jedoch von anderen Kommentaren übertönt: Rücksichtslos stellen sie die Entscheidung, ihren Sohn allein zu erziehen, ihren Körper und jedes ihrer Worte infrage.

„Sie ziehen über meinen Bauch her. Aber der gehört mir!“

ALMA, 35 JAHRE

Sam hat sich mit humorvollem Storytelling eine treue Online-Community aufgebaut. Doch seit es auf Sams Account auch um Erfahrungen als nicht binäre Person geht, scheint es unter den Posts immer stiller zu werden. Wenn Sam nach populären Hashtags sucht, tauchen Sams Posts einfach nicht auf. Follower sehen Sams Content nicht mehr und fragen nach, wo die lustigen Posts bleiben. Selbst Sams For-You-Page schlägt keine Posts anderer nicht binärer Personen vor, obwohl Sam Menschen folgt, die sich über ähnliche Erfahrungen austauschen.

„Meine Posts verschwinden einfach. Als wenn ich gar nicht existiere.“

SAM, 22 JAHRE

Ute teilte fast alles mit ihrem Partner. Nach der Trennung möchte sie nach vorne schauen: sich neue Ziele setzen und endlich mehr Zeit mit ihren Freundinnen und für sich selbst haben. Doch ihr Ex-Partner lässt das nicht zu. Er kennt sämtliche ihrer Passwörter und überwacht alles, was sie tut. Ihr Standort, ihre Kontakte, ihre Konten – nichts ist vor ihm sicher.

„Ich hätte nie gegahnt, dass er das alles mal gegen mich verwenden würde!“

UTE, 60 JAHRE



„Digitale Gewalt gegen Frauen ist ein technisches Problem, das technische Lösungen braucht. Als Informatikerin mit intersektionaler Perspektive – geprägt durch meine Erfahrungen als Frau, Mutter, Muslima und Person mit Migrationshintergrund – sehe ich: Die besten Lösungen entstehen, wenn die Betroffenen auch diejenigen sind, die die Technologie dahinter verstehen, analysieren und mitgestalten.“

PROF. DR. SELCAN IPEK-UGAY
STELLV. SPRECHERIN DER FACHGRUPPE FRAUEN UND INFORMATIK

„Es geht sehr viel über Framing. Wenn wir am Anfang fragen: ‚Habt ihr schon mal digitale Gewalt erlebt?‘, dann sagen alle Nein. Wenn wir fragen, ‚Habt ihr schon mal ein Dickpic zugeschickt bekommen?‘ oder ‚Wurdest du schon mal in den Kommentaren zu einem Foto beleidigt?‘, dann sagen fast alle Ja. Da wird auch klar, dass die Schwelle dessen, was wir heute als normal empfinden, stark verschoben ist: Das ist online eben so – das muss Mensch ertragen.“

MARIA FISCHER
FREIBERUFLICHE REFERENTIN FÜR DIGITALE SELBSTVERTEIDIGUNG

KLARE WORTE DER FACHGRUPPE

Digitale Gewalt bedroht nicht nur einzelne Betroffene, sondern unsere gesamte (digitale) Gesellschaft. Besonders Frauen und marginalisierte Gruppen sind überproportional betroffen und erfahren dabei Mehrfachdiskriminierungen. Als Fachgruppe Frauen und Informatik sehen wir die Verantwortung nicht nur bei den Plattformen, sondern auch in Politik, Bildung und Forschung.

Wir fordern sichere digitale Räume, die konsequente Regulierung von Hass und Hetze sowie technische Lösungen, die Betroffene schützen, statt sie zu isolieren. Digitale Zivilcourage und feministische Perspektiven müssen in die Gestaltung von Algorithmen, Plattformen und digitalen Infrastrukturen einfließen.

Es braucht Aufklärung, Unterstützung und Solidarität, damit digitale Teilhabe nicht von Angst begleitet ist. Nur so kann Digitalisierung demokratisch, gerecht und inklusiv gestaltet werden. I

Mitreden, mithelfen

Die bevorstehende Jahrestagung der Fachgruppe Frauen und Informatik in München (17.–19. April 2026) widmet sich dem Thema „Demokratieerhaltung – digitale Gewalt als gesellschaftliche Herausforderung“. Wir nehmen **digitale Gewalt und Machtstrukturen** kritisch in den Blick, öffnen Handlungsspielräume und laden Forschende, Aktivist*innen, Betroffene und Interessierte ein, gemeinsam zu diskutieren und Lösungen zu entwickeln. Ziel ist, digitale Räume zu Orten zu machen, in denen Vielfalt und Demokratie gestärkt werden. Helfen Sie mit, denn digitale Gewalt geht nicht von allein weg.

frauen-informatik.de

„Digitale Gewalt ist viel mehr als Hatespeech und es ist gut, dass das Bewusstsein dafür wächst. Viele Geräte, Plattformen oder Apps werden für Kontrolle, Manipulation oder Überwachung genutzt: Das ist alles digitale Gewalt. IT-Unternehmen und Softwareentwickler*innen müssen Missbrauchsmöglichkeiten von Anfang an mitdenken und auch in Ausbildung und Studium müssen diese Gefahren thematisiert werden.“

ANNE ROTH
EXPERTIN FÜR DIGITALE GEWALT UND DIGITALPOLITIK

„Digitale Gewalt betrifft nicht nur einzelne Personen. Sie zeigt die Verletzlichkeit unserer digitalen Gesellschaft. Ich wünsche mir, dass jede Frau sich im digitalen wie im analogen Raum jederzeit an jedem Ort angstfrei bewegen kann.“

CHRISTINE HENNIG
SPRECHERIN DES FACHBEREICHS INFORMATIK UND GESELLSCHAFT

„Digitale Gewalt hat viele Gesichter: nicht gelöschte intime Aufnahmen, heimliche Standortabfragen oder Smart-Home-Daten, die zeigen, wann jemand zu Hause ist. Solche digitalen Spuren schaffen Kontrollmöglichkeiten, die insbesondere für vulnerable Gruppen wie Frauen gefährlich sind. Ich wünsche mir IT-Systeme, die digitale Gewalt ernst nehmen und begrenzen. Nutzende müssen nachvollziehen und entscheiden können, wer auf sensible Daten zugreift. Nur mit konsequentem Datenschutz und transparenten Berechtigungsstrukturen lässt sich digitale Gewalt nachhaltig reduzieren.“

DAPHNE AUER
COMMON GROUNDS FORUM



Vibe-Prüfung

FALLBEISPIEL Constanze Kurz, Debora Weber-Wulff

Mit KI-Werkzeugen ist Code schnell erstellt. Aber wessen Aufgabe ist es, beim Vibe Coding die Qualität im Blick zu behalten? Dieses Fallbeispiel zeigt, wie sich die Verantwortung im Team verschieben kann.

Heinz, Lemar und Thomas arbeiten in einem größeren Software-Unternehmen. Heinz ist Chef der Entwicklungsabteilung, Lemar ist eine erfahrene Softwareentwicklerin in einem Team von sieben Leuten. Thomas ist der jüngste Kollege im Team, frisch von der Universität.

Nächste Woche ist Messe, da soll das neueste Produkt präsentiert werden. Beim Teamtreffen Anfang der Woche fragt Heinz nach der mobilen App für das Produkt. Die Teammitglieder schauen sich alle gegenseitig an. Lemar sagt: „Davon war bislang nie die Rede, dass wir noch eine App brauchen.“ Heinz widerspricht: „Doch, steht im Pflichtenheft. Das muss bis Samstag fertig werden, wir fahren Sonntag zur Messe!“

Thomas ist bei KI-Werkzeugen ganz groß dabei. Er nutzt mehrere solcher Werkzeuge und ist sehr stolz darauf, wie viel Quellcode er in kürzester Zeit generieren kann.

„Das schaffe ich schon mit der KI“, sagt Thomas, nicht ohne Stolz. „Dann leg mal los“, sagt Heinz.

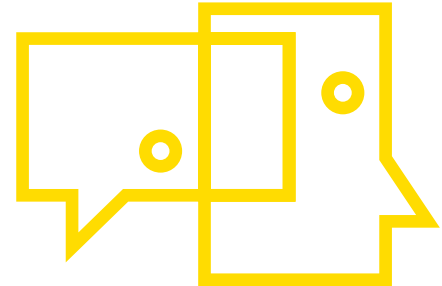
Lemar weiß um die Stärken und Schwächen der KI-Werkzeuge, entsprechend setzt sie einige der Werkzeuge ein, wenn auch sparsam. Thomas hat hingegen an nur einem Tag eine App für das Projekt erzeugt. Tests, die ebenfalls teilautomatisiert mit den KI-Werkzeugen erzeugt und durchgeführt wurden, hätten keine Fehler gefunden, freut sich Thomas. „Das gibt bestimmt eine Gehaltserhöhung“, jubelt er.

Lemar entdeckt darin sofort etliche Fehler und bekommt von der Teamleiterin Flynn den Auftrag, diese Fehler zu beseitigen. Thomas sei unerfahren, er könne das noch nicht. Lemar ist genervt, sie muss nun den generierten Quellcode aufräumen, Fehler ausmerzen, Tests laufen lassen und dabei sogar generierten Quatsch entfernen, alles per Hand.

Und was das für Quellcode-Mengen sind! Denn ganz typisch für KI-generierten Quellcode ist, dass vieles doppelt oder sogar dreifach enthalten ist. Damit wird sie bestimmt noch bis Samstag voll beschäftigt sein. Aber sie schafft es, die App wird auf der Messe stolz vorgeführt.

Eigentlich war sie nicht dafür angestellt worden, quasi als „AI slop cleaner“ zu fungieren. Im Retrospektiv-Teammeeting merkt sie an, dass die Fehlerbeseitigung sehr zeitaufwendig gewesen sei. Sie stellt direkt die Frage in den Raum, ob das jetzt der neue Normalzustand sei, dass sie große Mengen von generiertem Code aufräumen müsse. Lemar sagt, auch sie nutze die neuen Werkzeuge, denn sie seien oft praktisch. Aber sie besteht darauf, dass derjenige, der den Code erzeugt, schon noch überblicken und verstehen müsse, was da rauskommt. Sonst entstehe nämlich genau die Situation: Lemar oder andere erfahrene Leute müssten langwierig nachbearbeiten, was Thomas per Klick und Prompt erzeugt habe.

Flynn äußert sich verständnisvoll. Sie sagt aber, dass die Anweisung, diese KI-Werkzeuge zu benutzen, von Heinz käme, was nicht in ihre Verantwortung falle. I



FRAGEN

Welche ethischen Probleme sehen Sie beim Einsatz der „KI-Werkzeuge“ in der Softwareentwicklung?

Ist es ein ethisches Problem, neue Techniken unter Zeitdruck auszuprobieren?

Ist es ein ethisches Problem, dass der generierte Code technisch unzureichend war, aber von Thomas dennoch als fertige Erweiterung des Softwareprojekts hingestellt wurde?

Besteht ein Unterschied darin, ob eine Softwareentwicklerin eigenhändig prüft, ob fehlerfreier Code generiert wurde, oder ob auch das Testen teilautomatisiert mithilfe von Software geschieht?

Wer ist dafür verantwortlich, wenn Lemar den Code viele Stunden nachbearbeiten muss? Ist es ethisch in Ordnung, dass Heinz von ihr Wochenendarbeit erwartet?

Hat Teamleiterin Flynn die Pflicht zu handeln, als sie darauf hingewiesen wird, dass die KI-Software strukturelle Probleme im Team erzeugt? Darf sie ältere und erfahrene Softwareentwickler*innen weiter mit der Nachbearbeitung von generiertem Code beauftragen?

Können Sie sich Szenarien vorstellen, in denen der Einsatz von KI-Hilfen unerlässlich wäre?

Angenommen, Lemar hätte sich anders entschieden und sich geweigert, den generierten Code aufzuräumen: Hätte Thomas dann die Verpflichtung, sein Softwareprojekt eigenhändig zu prüfen? Kann er das überhaupt?

Hätte Heinz den Einsatz der KI-Hilfen kritischer prüfen müssen?

Wie ist die Entscheidung von Flynn, auf Heinz zu verweisen, generell ethisch einzuschätzen?

Wie würden Sie diese Fragen beantworten?
Jetzt mitdiskutieren: [↪ gewissensbits.gi.de](https://www.gewissensbits.gi.de)

Die Gewissensbits sind hypothetische, jedoch realistische Fallbeispiele. Mit ihnen will die **Fachgruppe Informatik und Ethik** einladen, über moralische und ethische Fragen rund um die Informatik nachzudenken und diese mit Freund*innen, Kolleg*innen oder Studierenden zu diskutieren. Meist gibt es auf diese Fragen keine einfachen Antworten – dazu sind die Fallbeispiele, wie auch die Realität, zu komplex. Im gemeinsamen Diskurs lässt sich aber üben, mögliche Probleme zu erkennen und als Gruppe zu einer Lösung zu gelangen: in einem demokratischen Aushandlungsprozess, wie er auch im Alltag erforderlich ist.

Modelle, so komplex wie der Körper selbst

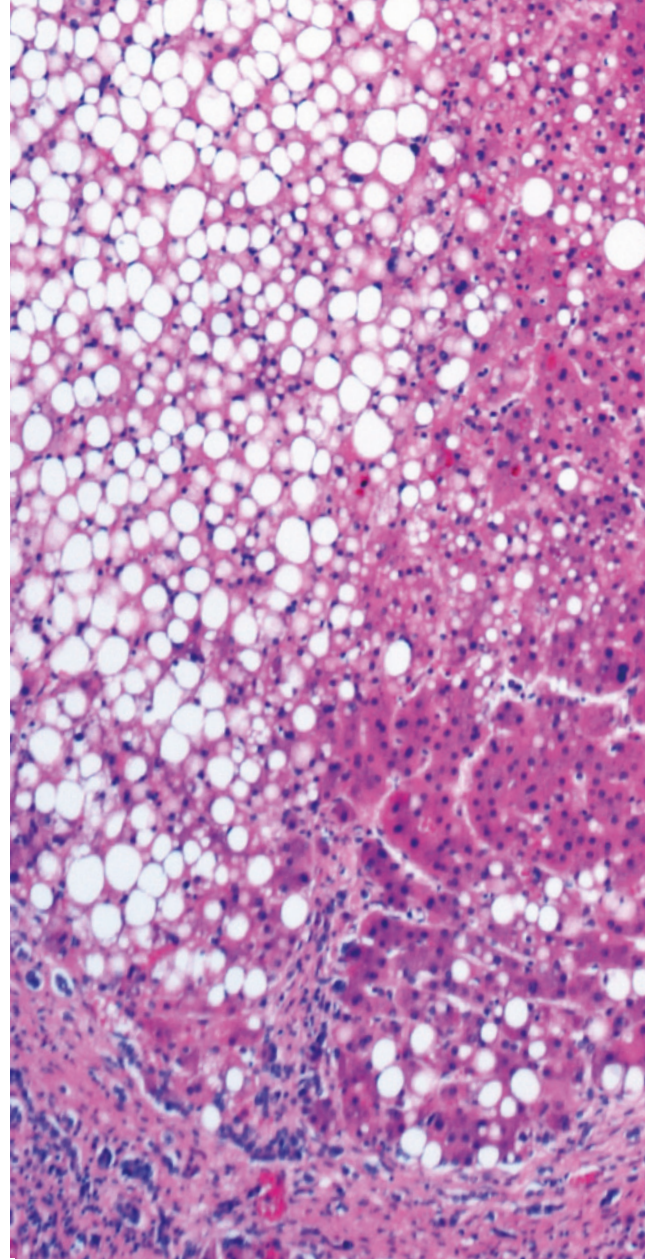
TEXT Maceo De Souza

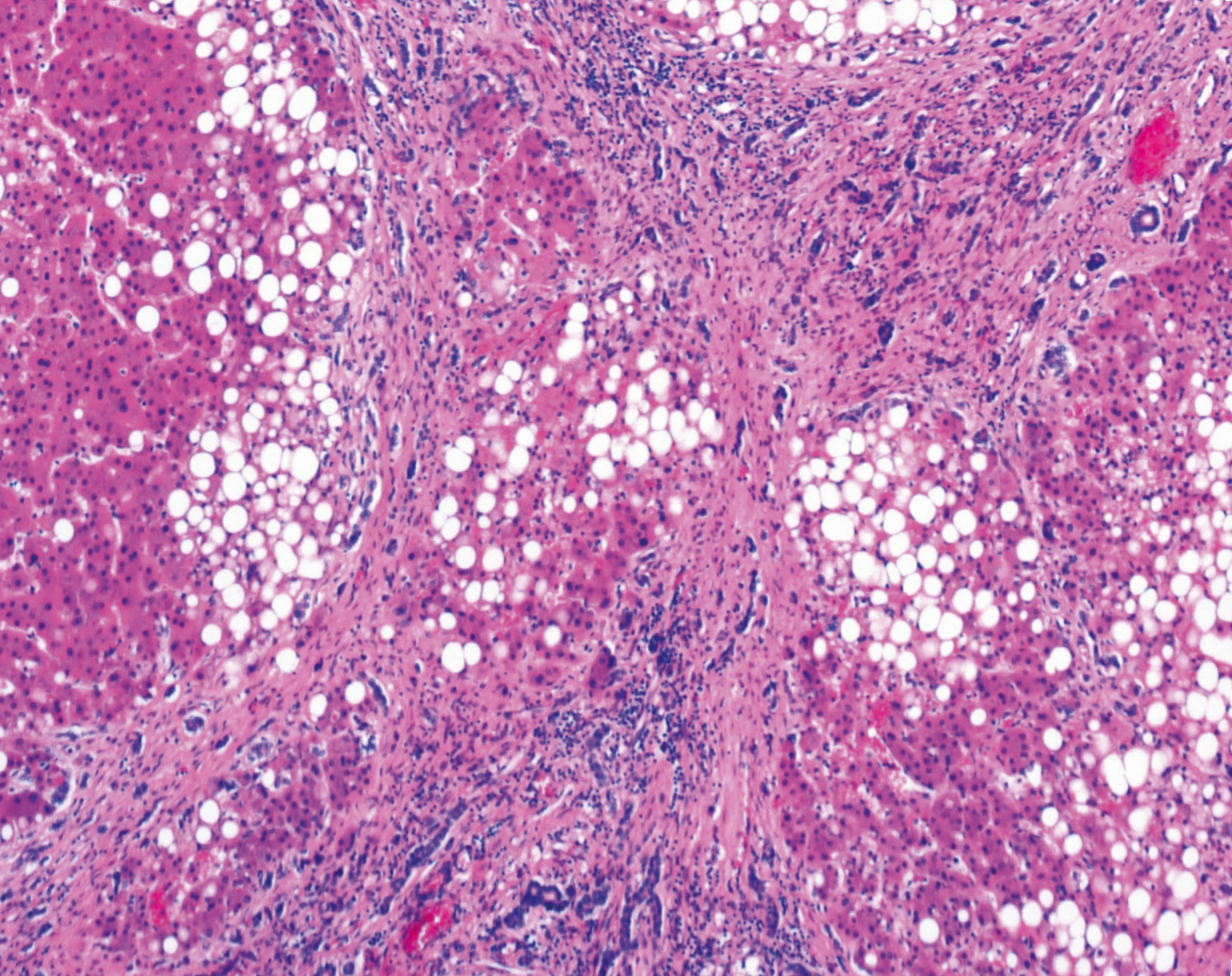
Computergestützte Biologie, auch Biosimulation genannt, verbindet Mathematik, Informatik und Lebenswissenschaften. Sie macht es möglich, das Verhalten von unterschiedlichen Systemen vorherzusagen, diverse Datentypen zu integrieren und Algorithmen zu entwickeln, die wiederum Genomik, Neuronen, Evolution und ähnlich relevante Themen der Biologie logisch entschlüsseln können. Unser Autor hat mit Dr. Matthias König, Leiter des König Lab an der Humboldt-Universität zu Berlin, über die Zukunft der Biologie gesprochen.

Wie sieht sie aus, die Zukunft der Biologie? Für Matthias König ist klar: „In der Zukunft werden Analysen in den Laboren digital ablaufen, und es wird Expertinnen und Experten geben, die auf Computermodelle oder Bioinformatik spezialisiert sind und sich mit der Hardware, der Software und den Workflows auskennen.“ Für eine gekonnte Kollaboration zwischen Daten und Modellen braucht es vor allem die Zusammenarbeit zwischen Forschenden, die biomedizinische Daten sammeln, und Forschenden, die diese Daten verwenden, um Modelle zu entwickeln. Essenziell ist es also, den Austausch

zwischen solchen Forschungsgruppen zu verbessern. In der IT etablierte Methoden wie Versionskontrolle (etwa per GitHub) und geteilte Dokumente sind unter den Forschungsgruppen allerdings unterschiedlich gut bekannt. „Eine große Herausforderung für die interdisziplinäre Zusammenarbeit ist es, dass alle Beteiligten diese digitale Sprache verstehen und sprechen müssen. Denn digitale Daten sind das zentrale Austauschformat zwischen den unterschiedlichen Gruppen.“

Standards sind in der computergestützten Biologie essenziell. Das gilt auch für die Arbeit mit Modellen. Die von König geleitete





Forschungsgruppe legt genau auf solche komplexen Modelle, sogenannte digitale Zwillinge, ihren Fokus: „Um medizinische und biologische Fragestellungen beantworten zu können, benötigen wir Modelle, die aus vielen Bestandteilen bestehen. Sie müssen einerseits multiskalisch sein und andererseits Komponenten enthalten, die unterschiedliche Subsysteme abdecken.“ Was der Forscher hier anspricht, sind die verschiedenen Ebenen und Bestandteile eines biologischen Systems. Molekulare Reaktionen laufen im Körper extrem schnell ab und müssen daher in sehr kleinen Zeitintervallen modelliert werden. Dagegen verändern sich

das Verhalten von Geweben und die Entwicklung von Krankheiten über deutlich längere Zeiträume. Diese unterschiedlichen Ebenen nennt man Skalen und sie stellen bei der Modellierung eine große Herausforderung dar. Zusätzlich kommen die verschiedenen Aspekte eines Systems hinzu, also seine Teilsysteme. Im Körper müssen zum Beispiel Stoffwechselkreisläufe, Transportvorgänge oder Molekülverhalten gleichzeitig dargestellt und miteinander verknüpft werden. Deshalb verfolgt der Forscher zusammen mit seinem Team das Ziel, technologische Grundlagen beizutragen, um verschiedene Systeme auf

Digitale Modelle bieten noch mal mehr Einblicke als Mikroskope: Die Leber ist eines der Systeme, die Königs Team unter die Lupe nimmt.

unterschiedlichen Skalen in ein Modell zu integrieren. Ein solch komplexes Projekt braucht viele Forschungsgruppen, die jeweils die einzelnen Bestandteile entwickeln, um diese anschließend zusammenzuführen.

Black Boxes und Schnittstellen

Matthias König und sein Team widmeten sich unter anderem der Simulation von Schäden an der Leber, die durch das Einnehmen von Medikamenten entstehen. Ziel dieser Arbeit war es, zu verstehen und vorherzusagen, wo in der Leber Medikamente Zellen schädigen, warum dies geschieht und was entscheidend dabei hilft, zukünftig sicherere Medikamente zu entwickeln. Hierfür musste sowohl die Ebene der Leberzelle als auch die Ebene des Gewebes dargestellt werden, um den Metabolismus (also den Stoffwechsel und die Schädigung durch das Medikament) und den Transport (samt Blutfluss, Medikamententransport und Gewebemechanik) realistisch abzubilden. Jeder dieser Bestandteile besteht aus vielen hochkomplexen Rechnungen, weshalb sie sich als Black Box – oder eher „Grey Box“ – verstehen lassen. Und erst mit unterschiedlichen mathematischen Verfahren, die über Schnittstellen miteinander kommunizieren, lassen sich die Ergebnisse zusammenführen. Es ist essenziell, aber nicht einfach zu rechtfertigen, dass diese einzelnen Black Boxes als Teil eines Ganzen die richtigen Aspekte eines Systems beschreiben und eine hohe Genauigkeit erlauben. Hier braucht es Schnittstellen, die den Zusammenschluss vereinfachen, sowie

standardisierte Herangehensweisen für die Beschreibung der Inhalte. Schon lange existieren Tools, die hauptsächlich auf die mathematische Denkweise der Ingenieurwissenschaften ausgerichtet sind. Matthias König und sein Team nutzen in ihrer Entwicklung mathematische Werkzeuge für die Beschreibung lebender, komplexer, stochastischer Systeme. „Das standardisiert mit Computermodellen zu machen, ist sehr innovativ“, sagt der Forschungsleiter, der auch an der Entwicklung einer Standardsprache für Modelle beteiligt war. Die Systems Biology Markup Language (SBML) kommt zum Einsatz, um Systeme mit gewöhnlichen Differenzialgleichungen (ODE) zu beschreiben. „Hier geht es viel um die Dynamik eines Systems über die Zeit“, so König. Jedoch bedarf es für große, komplexe Modelle auch anderer mathematischer Herangehensweisen und Frameworks, darunter logische Modelle, symbolische Modelle oder Constraint-based Modelle. „Eine große Herausforderung ist es, nun nicht nur die unterschiedlichen Skalen und Subsysteme, sondern auch diese verschiedenen Frameworks zusammenzubringen“, sagt König. „Mit dieser Standardisierung von bestimmten Subkomponenten tragen wir zu der Metadatenbeschreibung, Reproduzierbarkeit und auch der Interoperabilität bei.“

Es fehlt an Daten

Mit Blick auf die Zukunft ist sich König sicher: Nicht die Infrastruktur stellt die eigentliche Grenze dar, sondern die Datenverfügbarkeit und -qualität. Besonders die Zugänglichkeit und Genauigkeit der Daten sind unzureichend. „Das ist ein riesiges Problem in Deutschland. Insbesondere in den skandinavischen Ländern wurde Digitalisierung ernst genommen und so konnten wertvolle Daten gesammelt werden, die uns hierzulande fehlen.“ In Deutschland sorgt das politisch-föderale System für viele parallel laufende Lösungsversuche, und dies auf Kosten der Effektivität.

Raum für Verbesserung gibt es laut König im modernen Konzept der wissenschaftlichen Karriere. Seine Devise: weniger Publikationsdruck und mehr Forschungsinitiative. Vor allem Lizenzmethoden, um Werke frei nutzbar zu machen, ohne Rechte abgeben zu müssen, und Open Educational Resources könnten ihm zufolge bereits positive Auswirkungen haben. Im Gespräch über den viel diskutierten „Bottleneck“ bei der Datenqualität und -quantität führt König die bestehenden Entwicklungen der generativen KI an. Hier zeigt sich sehr klar, wie sehr die Qualität der Entwicklung von den verfügbaren Daten abhängt. „Ich glaube, ähnliche Ergebnisse, wie man sie bei generativer KI gesehen hat, wird man nun auch in der Systembiologie und Systemmedizin sehen.“

Besonderes Potenzial sieht König in puncto Prävention. Denn: Deutschlands Bevölkerung altert. Die Zahl der Senior*innen stieg zwischen 1990 und 2021 um 58 Prozent, hinzu kommt die schrumpfende Zahl der Erwerbstätigen. Sozial- und Gesundheitssysteme stehen dadurch vor großen Herausforderungen. Mit komplexen Modellen ließen sich Gesundheitsdaten der Patient*innen so verarbeiten, dass individuelle Hinweise wie Risikovorhersagen oder Therapievorschlüsse möglich wären. „Dies könnte eines der wichtigsten Mittel sein, um zukünftig die Belastung des Gesundheitssystems durch den demografischen Wandel zu reduzieren.“

Zum Schluss ein Denkanstoß: Im Gespräch mit Matthias König wurde immer wieder deutlich, wie zentral informatische Kompetenzen für jede Form der Forschung werden. Er formuliert es noch drastischer: „Jede und jeder muss in Zukunft Data Scientist sein, um gute Forschung zu betreiben.“ Für ihn ist es essenziell, zu hinterfragen, wie der Computer funktioniert, und dieses Denken zu festigen. Das Gespräch zeigte aber auch, dass die Zukunft der Biologie nicht allein in neuen Technologien liegt, sondern in der Fähigkeit, disziplinübergreifend zu denken und zu lernen. I

— Dr. Matthias König

ist Leiter des König Lab an der Humboldt-Universität zu Berlin. Seine bisherige Karriere begann mit Beiträgen zu Projekten wie der Virtual Liver und LiSyM, einer Initiative mit dem Ziel, die Leber für Forschung und Vorhersagen digital abzubilden. Anschließend promovierte Matthias König in Biophysik an der Charité und behandelte die Modellierung des Glucose-Metabolismus. Während seiner bisherigen wissenschaftlichen Karriere war er Editor vieler Initiativen und bereicherte so die Forschung mit einer Vielzahl an Publikationen, Arbeiten und Ansätzen zur Standardisierung.



Matthias König ist sich sicher: In Zukunft müssen alle Data Scientists sein, die gute Forschung betreiben wollen.

— Über den Autor

Maceo De Souza entwickelte frühzeitig ein Interesse für Natur- und Computerwissenschaften. Während seines aktuellen Studiums der Biologie und Bioinformatik an der Humboldt-Universität zu Berlin entwickelte er eine Faszination für Biosimulation und computer-gestützte Biologie und begann den Austausch mit Expert*innen zu suchen. Dabei stieß er auch auf die GI und dieses Magazin. Maceo De Souzas Ziel ist es, seine Erkenntnisse bestmöglich mit anderen zu teilen.



Neues aus dem Nøerden

Der Nøerdman, ein Webcomic über Technik, Nerds und den Norden, ist fester Bestandteil der .inf-Redaktion.

noerdman.de

Uni, ungeschönt



REZENSION Michael Koch

In Rosmary Stegmanns Erstlingsroman „Technically Kate“ geht es um eine Nachwuchswissenschaftlerin im Informatik-Fachbereich einer renommierten New Yorker Universität, die ihr Leben im Griff hat – glaubt sie zumindest ...

Als kluge Frau in einem sehr männerdominierten universitären Fachbereich gerät Kate unweigerlich in Situationen, die vielen Frauen (und auch Männern), die Teil des Universitätsbetriebs sind oder waren, bekannt sein dürften. Die Autorin behandelt diese Themen nicht oberflächlich und klischeehaft, sondern geht vielschichtiger darauf ein – und bettet alles in eine spannende Gesamtgeschichte mit vielen lokalen Bezügen

ein: von New York über London bis nach Frankreich. Deshalb ist es schade, dass Amazon das Buch unter „Bücher › Literatur & Fiktion › Frauenliteratur › Zeitgenössische Frauenliteratur“ listet! „Technically Kate“ ist so viel mehr als das! Man kann das Buch durchaus mit „Der Campus“ von Dietrich Schwanitz vergleichen – nur internationaler und in der Informatik angesiedelt.

Durchweg merkt man, dass Rosmary Stegmann die Welt, in der Kate sich behaupten muss, und die Orte, an denen die Geschichte spielt, aus eigener Erfahrung kennt. Als Computerlinguistin hat sie selbst an verschiedenen

Universitäten in der Forschung gearbeitet, bevor sie neue Wege einschlug – nach ihrer Promotion in Informatik gründete sie eine Bio-Wollfirma. (Letzteres spielt in dem Buch aber keine Rolle. :-))

Zusammengefasst ist das Buch ein super geschriebener (und recherchierter) Roman aus der Welt der universitären Informatik-Forschung und glänzt mit sehr schön herausgearbeiteten und interessanten Charakteren.

Also uneingeschränkt zum Lesen empfohlen. Nur mit dem Titel des Romans kann ich auch nach dem Lesen des Buchs noch nicht viel anfangen ... I

TOP 1.023

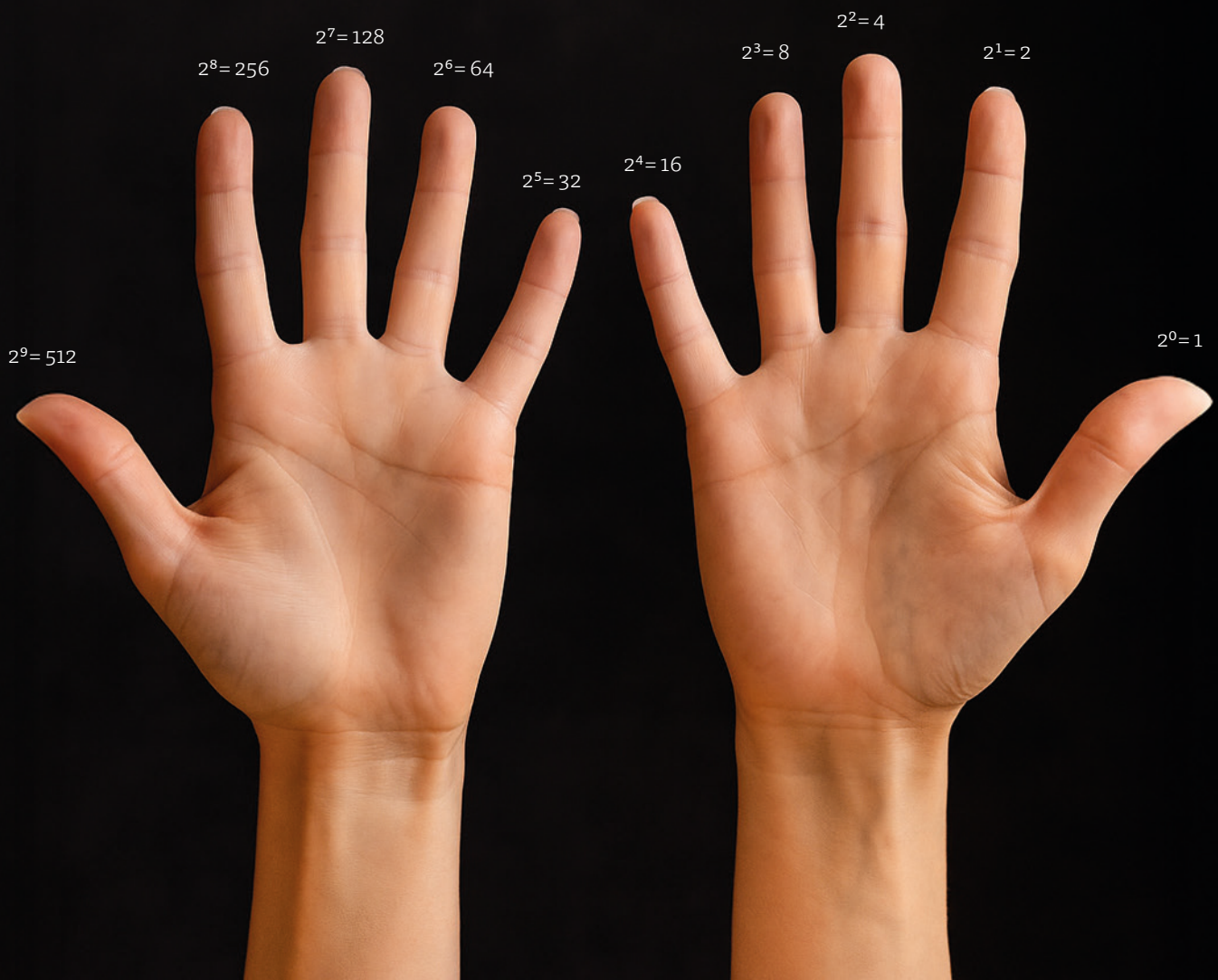
Wenn wir uns beim Zählen etwas vom Zahlensystem des Computers abschauen, können wir mit unseren Fingern nicht mehr nur bis zehn zählen, sondern bis 1.023. Die Zehn Gebote, ein Zehner, Top-Ten-Rankings – alles Schnee von gestern.

Jeder Finger hat einen Wert: Dabei gehört der kleinste Wert zum rechten Daumen und jeder Finger zu seiner Linken hat jeweils den doppelten Wert des vorigen: von 1 bis 512. Aus einfachen Handgesten lässt sich nun

eine Zahl ablesen. Sind Zeige- und Ringfinger der rechten Hand erhoben, steht das für $8 + 2 = 10$. So können wir Binärzahlen bilden: Denn jeder erhobene Finger steht für eine 1, jeder andere für eine 0.

Welche Zahl ist dann wohl gemeint, wenn der kleine Finger der linken und Zeige- und Ringfinger der rechten Hand erhoben sind? Und welche Handgeste verbirgt sich hinter 1100110011? I

num.dersven.de



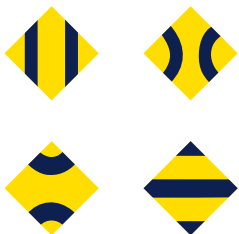
Auf dem Boden geblieben

TEXT Alexandra Resch

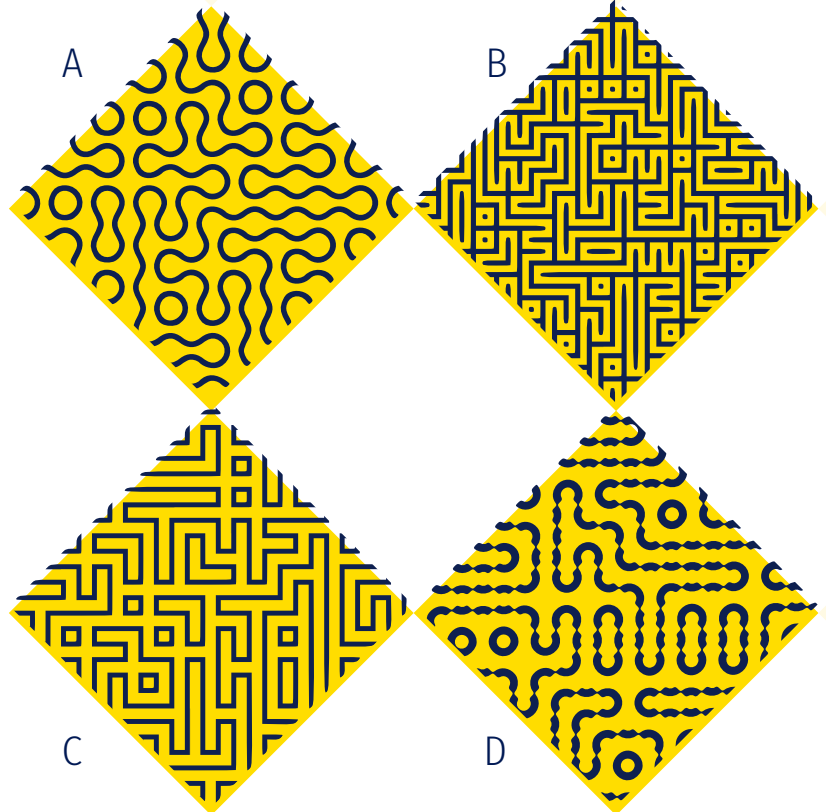
Muster erkennen? Kein Problem für geschulte Informatik-Augen! Doch wie sieht es aus, wenn die Muster sich uns Fliese für Fliese zu Füßen legen?

In der Geschäftsstelle der GI stehen Renovierungsarbeiten an. Sonja überlegt, welcher Boden sich am besten eignen würde. Vier Designs stehen zur Auswahl: Sie werden jeweils mit Fliesen gelegt, die alle das gleiche Muster haben.

Aber welcher Boden wurde mit welcher Fliese gelegt?



Der Boden ist bereit.
Hier gehts zur Auflösung!
inf.gi.de/fliesenlegen



Diese Challenge basiert auf einer Aufgabe des Wettbewerbs Informatik-Biber, bei dem Schüler*innen ihre Informatik-Skills testen können. Mehr über die Bundesweiten Informatikwettbewerbe unter: bwinf.de



GESELLSCHAFT
FÜR INFORMATIK

MITGLIEDERMAGAZIN DER
GESELLSCHAFT FÜR INFORMATIK E. V.
NR. 12

HERAUSGABE

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)
Weydingerstraße 14–16, 10178 Berlin
Telefon +49 30 240 09-805

VERANTWORTLICH IM SINNE DES PRESSERECHTS

Alexandra Resch

REDAKTION

Alexandra Resch (Ltg.), Cornelia Winter,
Michael Koch, Rika Baack, Paul Reinelt

AUTOR*INNEN

Christine Regitz, Cornelia Winter,
Rika Baack, Peter Welcherling,
Manfred Kloiber, Karl Hans Bläsius,
Lena Hoffmann, Teresa Zeck,
Selcan Ipek-Ugay, Christine Hennig,
Constanze Kurz, Debora Weber-Wulff,
Maceo De Souza, Michael Koch,
Alexandra Resch

FACHBEIRAT

Tanja Döring, Oliver Günther,
Dominik Herrmann, Christof Leng,
Friedmann Mattern, Judith Michael,
Andreas Oberweis, Edy Portmann,
Ralf Reussner, Stefanie Rinderle-Ma,
Ute Schmid, Dirk Taubner,
Wolfram Wingerath

GESTALTUNG, SATZ UND GRAFIK

Sven Lubenau (Ltg.), Lucas Crisólogo Oña

LEKTORAT

Dr. phil. Birgit Gottschalk

DRUCK

Klimaneutral gedruckt
auf Recyclingpapier bei
Spreddruck GmbH, Berlin

STAND

Dezember 2025

BILDNACHWEISE

Cover: Love the wind/Shutterstock, S. 3,6,8: Mike
Auerbach, S. 8: RTWH Aachen, Stephanie Fröba,
DDI/TU Dresden, VIER GmbH, Robert Hamacher,
privat, S. 9: Sven Lubenau/KI, S. 11: Martin Him-
melreich, Jürgen Schabel, S. 12: Blanca Melendez,
S. 14: Fraunhofer IIS, S. 16–17: Lukas Kyzur/Unsplash,
S. 18–19: Eric Prouzet/Unsplash, S. 20–21: privat,
S. 22–25: Sonja Hülskamp/KI, S. 28–29: Jose
Luis Calvo/Shutterstock, S. 31: Grau/Riese UKJ,
S. 32: Jannis Stoppe und Rolf Drechsler, Rosmary
Stegmann, S. 33: KI generiert, S. 34: Sven Lubenau

ISSN (Print) 2940-0694

ISSN (Online) 2940-0708

KONTAKT

Wir freuen uns immer über Feedback,
Anregungen und Ideen: Unter redaktion@gi.de
können Sie uns diese zukommen lassen und
auf Wunsch auch weitere Hefte bestellen.

 /mas.to/@informatik

 @informatik.bsky.social

 /company/gesellschaft-fuer-informatik

Sie lesen lieber digital?

Alle Ausgaben finden Sie auch frei
zugänglich auf inf.gi.de.

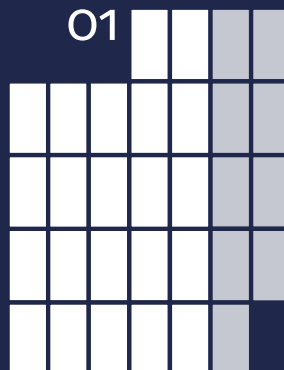
Ihnen gefällt, was Sie in der Hand haben?

Bestellen Sie die Printversion der .inf
im Mitgliederbereich!

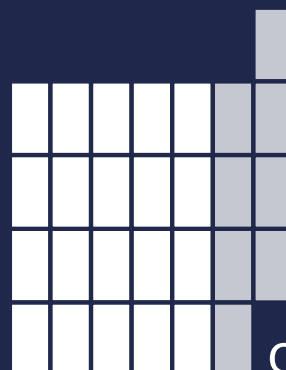
VIEL RESILIENZ FÜRS NEUE JAHR

wünschen wir und hoffen, Sie unter dem Leitthema
„Digitale Resilienz“ auf dem INFORMATIK FESTIVAL 2026
in Dresden begrüßen zu dürfen!

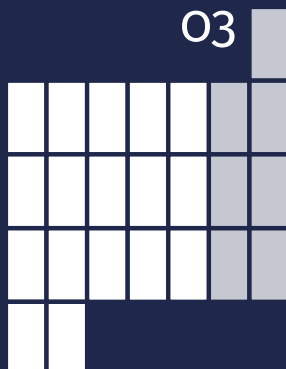
01



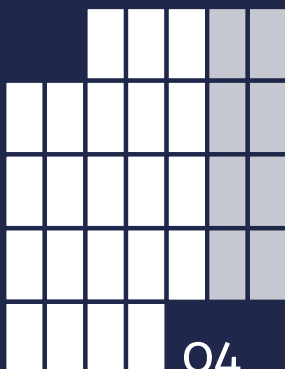
02



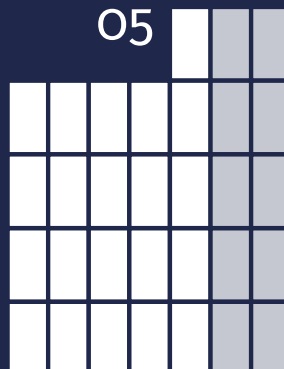
03



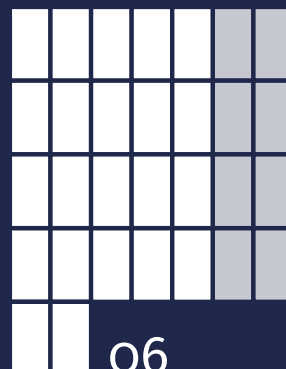
04



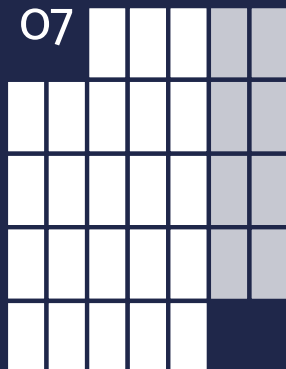
05



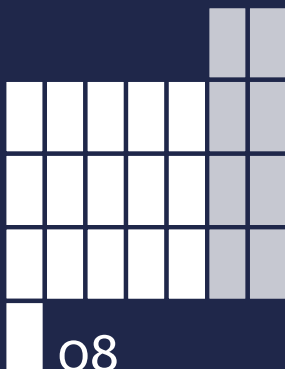
06



07



08



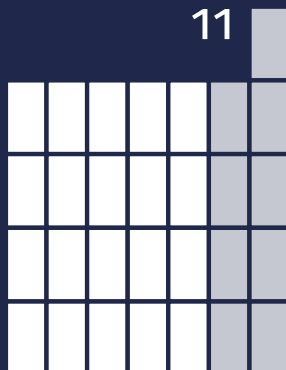
09



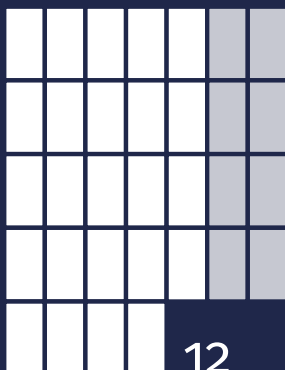
10



11



12



2026
22.-25.09.