



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

wir freuen uns, Ihnen nach einer längeren, Corona-bedingten Pause eine neue Ausgabe des Forschungsmagazins ‚Blick in die Wissenschaft‘ in der Ausgabe 44/45 präsentieren zu können.

Die Corona-Pandemie hat auch die Universität Regensburg und alle ihre Mitglieder vor große Herausforderungen gestellt. Dennoch konnten zentrale Zukunftsprojekte weitergeführt und umgesetzt werden. So stellt vor allem die Gründung unserer neuen Fakultät für Informatik und Data Science (FIDS) einen wahren Meilenstein in der Geschichte und Entwicklung der Universität Regensburg dar. Als größtes Strukturprojekt seit der Gründung der Fakultät für Medizin vor 30 Jahren ist unsere Informatikfakultät ein Zukunftsprojekt von weitreichenden Dimensionen. Mit der neuen strategischen Schwerpunktsetzung im Bereich Informatik und Data Science und vor allem auch der Querschnittsorientierung der neuen Fakultät sieht sich die Universität Regensburg sehr gut gerüstet, ihre bisherigen Stärken in diesen Bereichen zu bündeln, weiter auszubauen und zu

vertiefen. Schließlich sind *Digital Transformations* als eines der vier Gestaltungsfelder und Zukunftsthemen in unserem *Hochschulentwicklungsplan 2025* fest verankert. Dieses Gestaltungsfeld adressiert die neue Fakultät ebenso wie den Bereich *Integrated Sciences in Life, Health, and Disease* als ein weiteres Schwerpunktgebiet unserer Universität.

Die Grundsatzbeschlüsse in den Gremien der Universität Regensburg im Sommer und Herbst 2019 zur Einrichtung der neuen Fakultät erfolgten nach einer vorhergehenden Phase intensiver Planungen dann letztlich fast zeitgleich mit der Regierungserklärung des Bayerischen Ministerpräsidenten Dr. Markus Söder am 10. Oktober 2019 und der Verkündung der Hightech Agenda Bayern. Unterstützt und beschleunigt durch die Mittel der Hightech Agenda Bayern konnte der Auf- und Ausbau der Fakultät für Informatik und Data Science zügiger umgesetzt werden, nachdem die neue Fakultät im März 2020 formal gegründet und im Laufe des WS 2021/22 aus sich heraus handlungs- und

funktionsfähig wurde. Im Mai 2022 konnten wir gemeinsam mit Ministerpräsident Dr. Markus Söder und Staatsminister für Wissenschaft und Kunst Markus Blume den offiziellen Kickoff für die Fakultät begehen. Dass dieser komplexe Prozess im Kontext der Herausforderungen der Corona-Pandemie vollzogen und abgeschlossen werden konnte, ist ein Zeichen für die Bedeutung dieser gesamtuniversitär-strategischen Maßnahme und für den Rückhalt für das Großprojekt in der universitären Gemeinschaft.

Im Laufe des Gründungsprozesses ist es gelungen, die verschiedenen Informatiknahen und -interessierten Kräfte der Universität an einen Tisch zu bringen und gemeinsam ein zukunftsorientiertes Konzept für die Fakultät zu entwickeln. Ein externes Gutachten mit hochrangiger Expertise skizzierte und evaluierte 2019 wesentliche inhaltliche Schwerpunkte und Strukturierungen für die neue Fakultät, an denen sich in den Jahren 2019-2021 die von Vizepräsident Prof. Dr. Nikolaus Korber geleitete Gründungskommission in der

konkreten Arbeit zum Aufbau der Fakultät orientierte. In insgesamt 15 Berufungsverfahren wurden die ersten neuen Professuren in der Fakultät zügig besetzt – ein Prozess, der in Kürze abgeschlossen sein wird. Im Besetzungsprozess hat sich vor allem auch gezeigt, wie attraktiv die Neugründung einer Fakultät und die Möglichkeiten zur Mitgestaltung und zum Aufbau neuer Strukturen für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind und wie viel Zukunftspotential von unserer neuen Fakultät ausgeht. So konnten wir zum Wintersemester 2023/24 130 Studierende für den B.Sc. Informatik und den B.Sc. Data Science begrüßen.

Im vorliegenden Heft von ‚Blick in die Wissenschaft‘ möchten wir Ihnen nunmehr vor allem die Forschungsaktivitäten der Fakultät für Informatik und Data Science näher vorstellen. Dabei beglückwünsche ich die Fakultät, dass sie bereits eineinhalb Jahre nach ihrer vollständigen Handlungs- und Funktionsfähigkeit und während der weiteren Planungen zum Aufbau und der Ausarbeitung ihrer Studiengänge insbe-

sondere im Master-Bereich ein so vielfältiges Themenheft zu ihren aktuellen Forschungsarbeiten vorlegen konnte.

Das facettenreiche und vielfältige Themenspektrum dieses Sonderhefts illustriert, wie die Fakultät für Informatik und Data Science die an der Universität Regensburg bisher vorhandenen IT-Kompetenzen erfolgreich bündelt und in die Zukunft gerichtet erweitert. Sie ermöglicht die essentielle interdisziplinäre Vernetzung mit der gesamten Universität, von den Geistes- und Sozialwissenschaften bis zu den Natur- und Lebenswissenschaften. Die Beiträge verdeutlichen, wie interdisziplinäre Forschung das Fundament starker methodischer und fachlicher Grundlagen weiterentwickelt und wie die bisherigen Informatik-Schwerpunkte der Universität Regensburg (Computational Science, Informationswissenschaft, Medieninformatik, Wirtschaftsinformatik) erfolgreich in die neue Fakultät überführt werden konnten und die Querschnittsorientierung unterstützen.

Das vorliegende Heft mit seinem Schwerpunkt auf aktuellen Forschungsar-

beiten begleitet den im Wintersemester 2023/24 erfolgten Start der beiden grundständigen Bachelor-Studiengänge Informatik und Data Science. Ein kurzer Überblicksbeitrag zur Lehre in der neuen Fakultät zeigt anschaulich die bereits gewachsene Vielfalt der Informatikstudiengänge und die intensive und gelebte Verbindung von Forschung und Lehre auch an dieser neuen Fakultät.

Unsere neue Fakultät leistet hervorragende Arbeit und ich bin sicher, dass Ihnen die nachfolgenden Seiten einen spannenden Einblick in die verschiedenen Facetten der FIDS geben werden. Ein ganz besonderes Dankeschön möchte ich an dieser Stelle an das gesamte Dekanat der Fakultät für Informatik und Data Science und insbesondere an Forschungsdekanin Prof. in Dr. Meike Klettke richten, die für diese Sonderausgabe die Koordinationsarbeit der vorliegenden Ausgabe federführend übernommen hat.

Prof. Dr. Udo Hebel
Präsident der Universität Regensburg

**Blick in die Wissenschaft
Forschungsmagazin
der Universität Regensburg**

ISSN 0942-928-X
Heft 44/45
31. Jahrgang

Herausgeber

Prof. Dr. Udo Hebel
Präsident der Universität Regensburg

Redaktionsleitung für diese Ausgabe

Prof.in Dr. Meike Klettke / Fakultät für Informatik und Data Science

Redaktionsbeirat

Prof. Dr. jur. Christoph Althammer
Prof. Dr. rer. nat. Ferdinand Evers
Prof. Dr. rer. nat. Stefan Friedl
Prof. Dr. rer. nat. Mark W. Greenlee
Prof. Dr. theol. Andreas Merkt
Prof. Dr. phil. Omar W. Nasim
Prof. Dr. rer. nat. Klaus Richter
Prof. Dr. rer. pol. Daniel Rösch
Prof. Dr. med. Ernst Tamm
Prof. Dr. paed. Oliver Tepner
Prof. Dr. phil. Christiane Heibach

Universität Regensburg
93040 Regensburg
Telefon +49 941 9432300
Telefax +49 941 9433310

Verlag

Universitätsverlag Regensburg GmbH
Leibnizstraße 13, 93055 Regensburg

Telefon +49 941 78785-0
Telefax +49 941 78785-16

info@univerlag-regensburg.de
www.univerlag-regensburg.de
Geschäftsführer: Dr. Albrecht Weiland,
Felix Weiland M.A.

Abonnement-service

bestellung@univerlag-regensburg.de

Anzeigenleitung

Larissa Nevecny
MME-Marquardt
info@mme-marquardt.de

Herstellung

Universitätsverlag Regensburg GmbH
info@univerlag-regensburg.de

**Einzelpreis € 7,00
Doppelheft € 14,00**

Jahresabonnement

bei zwei Ausgaben pro Jahr

€ 10,00 / ermäßigt € 9,00

Für Schüler, Studierende und Akademiker/innen im Vorbereitungsdienst (inkl. 7% MwSt.) zzgl. Versandkostenpauschale € 1,64 je Ausgabe. Bestellung beim Verlag. Für **Mitglieder des Vereins der Ehemaligen Studierenden der Universität Regensburg e.V.**, des **Vereins der Freunde der Universität Regensburg e.V.** und des **Vereins ehemaliger Zahnmedizinstudenten Regensburg e.V.** ist der Bezug des Forschungsmagazins im Mitgliedsbeitrag enthalten.

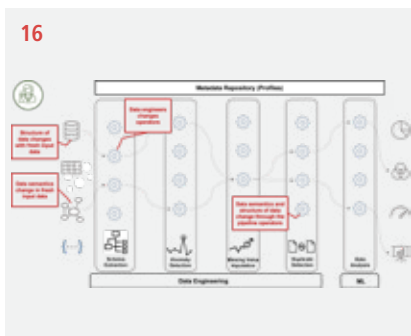
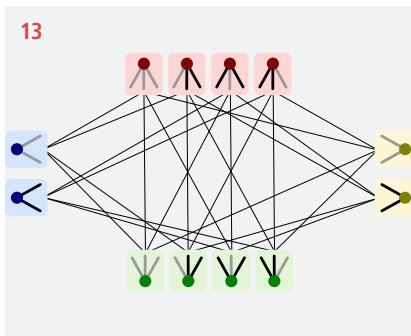
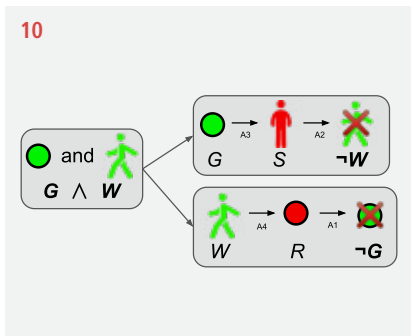
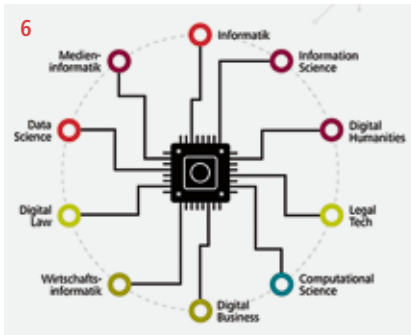


Rohstoffe
Transporte
Produktion

g CO₂e
492
Pro Produkt

CO₂-Emissionen
ausgeglichene

Inhalt



Einleitung 5
Florian Erhard, Bernd Heinrich, Meike Klettke, Christian Wolff

Lehre an der Fakultät für Informatik und Data Science 6
Florian Erhard, Udo Kruschwitz, Bernd Heinrich, Christian Wolff

Automatisches Beweisen: Methoden und Anwendungen 10
Julie Cailler, Philipp Rümmer

Algorithmen und Komplexitätstheorie 13
Radu Curticapean

Evolution in Datenbanken und Data Engineering Workflows 16
Meike Klettke

IoT-basiertes Prozessmanagement – Mobile Benutzerführung in der digitalen Fabrik 19
Stefan Schönig

Cyber Threat Intelligence: Gemeinschaftliche IT-Sicherheit durch den Austausch von Informationen 23
Johannes Grill, Daniel Schlette, Günther Pernul

Kann man den Entscheidungen Künstlicher Intelligenz trauen? Zu den Auswirkungen unsicherer Daten auf die Entscheidungen Neuronaler Netze 26
Thomas Krapf, Bernd Heinrich

Mensch vs. Maschine: Wettbewerb und Kooperation mit künstlicher Intelligenz in digitalen Märkten 30
Andreas Schauer, Daniel Schnurr

Notfallpläne für den Ernstfall testen 34
Maria Leitner

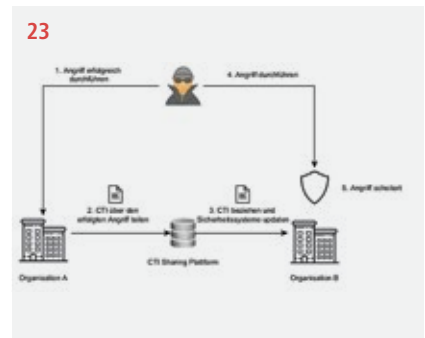
Maschinelles Lernen mit Anwendungen in den Naturwissenschaften 37
Merle Behr, Markus Schmitt

Automatisierte, KI-basierte Analyse von Bilddaten:

Der Lehrstuhl für Bildverarbeitung

Dorit Merhoff

40



Die Genome des Menschen – Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe für Algorithmische Bioinformatik

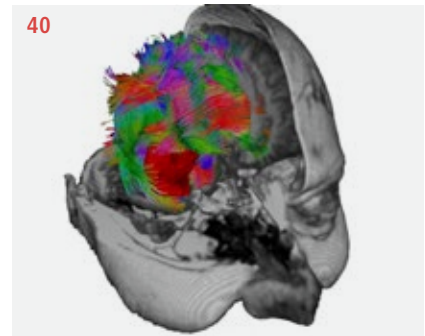
Birte Kehr

43

Algorithmen zum Entschlüsseln der Genregulation

Francisca Rojas Ringeling, Stefan Canzar

46



Mit Hilfe von Daten Immunprozesse entschlüsseln:

Der Lehrstuhl Computational Immunology

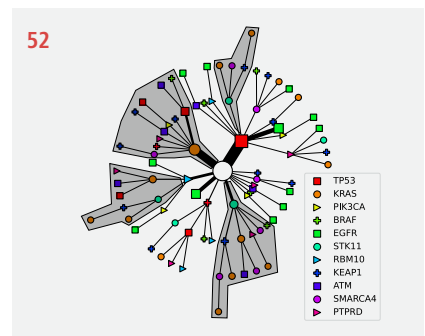
Florian Erhard

49

Maschinelles Lernen enthüllt den verborgenen Prozess der Tumorentstehung

Linda Hu, Andreas Lösch, Rainer Spang

52



Allgegenwärtige Mensch-Maschine-Interaktion: Entwicklung, Forschung und Infrastruktur der Medieninformatik

Raphael Wimmer, Johanna Bogon, Niels Henze, Christian Wolff

54

Wissen aus dem Internet – Genug, genau, geprüft und geeignet?

Informationswissenschaft in Regensburg

Udo Kruschwitz, Bernd Ludwig, David Elsweiler

60



SOFTWAREENTWICKLER (M/W/D) GESUCHT

Voll- oder Teilzeit (30 -40 Std.) | Alle Fachbereiche

Hallo, **wir sind mb Support.**

Seit 20 Jahren unterstützen wir die Versicherungswirtschaft mit unseren Lösungen, u.a. Konzerte und Kunstwerke weltweit zu versichern. Als inhabergeführtes **Familienunternehmen** arbeiten wir auf Augenhöhe in einer familiären Atmosphäre. Als stark wachsendes und profitables Unternehmen bieten wir gleichzeitig **attraktive Benefits.**

Wer bist du? Jedes unserer rund 60 Teammitglieder bringt seine eigene Persönlichkeit, Geschichte und Perspektive mit. Für uns zählt, was dich interessiert, was dich antreibt, wie du bist. Du entscheidest, wie du bei uns mitgestalten möchtest. **Wir freuen uns auf dich.**

Die gesamte Stellenausschreibung findest du auf www.mbsupport.de/karriere.

www.mbsupport.de | Friedenstraße 18 | 93053 Regensburg | +49 941 942 60 0 | mb Support GmbH





Algorithmen und Komplexitätstheorie

Prof. Dr. Radu Curticapean

Eine fiktive Situation

Ihr Herz pocht, aber alles läuft nach Plan. Die Countdowns an der Decke des *Technik-Tempels* zählen in großen Ziffern die verbleibende Zeit im Gewinnspiel herunter. Nur noch 28 Sekunden!

Sie eilen mit Ihrem Einkaufswagen über den dunkelgrauen Teppichboden, während Sie durch die übersteuernde Durchsageanlage von einem Prominenten angefeuert werden. Eine große Anzeige beziffert den Gesamtpreis der Waren in Ihrem Einkaufswagen auf 8.562,11 €. Wenn Sie diesen Wert in der verbleibenden Zeit auf exakt 10.000,00 € bringen, werden Sie den gesamten Inhalt des Einkaufswagens abräumen.

Sie laufen zu einem Fernseher einer namhaften koreanischen Marke, dessen Preis natürlich exakt 1.437,89 € beträgt. Der Weg dorthin wird 6 Sekunden dauern, das zuvor geübte Einladen des Fernsehers 7 Sekunden, und in 8 weiteren Sekunden werden Sie das Ziel erreichen, wo Ruhm, Ehre und elektronische Konsumgüter auf Sie warten.

Eine nützliche Vorlesung

Für die Auswahl der Waren und die Planung Ihrer *TechnikTempel-Tour* haben Sie ein Computerprogramm genutzt, das Sie mit Wissen aus Ihrem Informatikstudium selber entwickelt haben. Insbesondere die Vorlesung »Algorithmen und Datenstrukturen« hat sich (vielleicht wider Erwarten) hierfür als nützlich erwiesen: In dieser Vorlesung ging es zwar nicht um dieses fiktive Gewinnspiel, aber dafür um abstrakte **Berechnungsprobleme** und **Algorithmen**, die Ihnen letztendlich auch in dieser kon-

kreten Anwendung die Planung abnehmen konnten.

Die Vorlesung wurde vom Lehrstuhl für Algorithmen und Komplexitätstheorie an der neuen Fakultät für Informatik und Data Science gehalten. Das Forschungsgebiet dieses Lehrstuhls werden wir in diesem Artikel nun etwas eingehender beleuchten.

Was sind Berechnungsprobleme und Algorithmen?

Ganz allgemein gilt es in Berechnungsproblemen, aus einer gegebenen und klar definierten Eingabe von Informationen eine erwünschte Ausgabe von Informationen zu erzeugen. Einige Beispiele: Beim *Sortieren* ist die Eingabe eine Liste von Zahlen, und die erwünschte Ausgabe ist eine aufsteigend sortierte Version dieser Liste. Auch das Testen auf *Primzahlen* ist ein Berechnungsproblem: Die Eingabe ist eine Zahl, und die erwünschte Ausgabe ist JA, falls es sich bei der Eingabe um eine Primzahl handelt, andernfalls NEIN.

Berechnungsprobleme werden durch Algorithmen gelöst, wie sie auch am Lehrstuhl für Algorithmen und Komplexität entwickelt werden. Algorithmen lassen sich als »Kochrezepte« auffassen, die präzise beschreiben, wie sich die erwünschte Ausgabe für ein Berechnungsproblem durch einfache Schritte aus der eingegebenen Information herstellen lässt. Je nach erwünschtem Abstraktionsniveau können solche Algorithmen als natürlichsprachliche Anweisungen gegeben sein, als expliziter Programmcode, oder als sogenannter *Pseudo-Code* zwischen diesen beiden Extrema. Algorithmen können dann schrittweise mit Rechengereäten auf konkreten Eingaben ausgeführt werden.

Algorithmen aus der Grundschule

Schon in der Grundschule haben wir, mit Stift und Papier gewappnet, als kleine Rechengereäte Algorithmen ausgeführt. Beispielsweise lernten wir alle schon früh, wie sich große Zahlen addieren lassen. Das ist ein ganz klassisches Berechnungsproblem: Die Eingabe besteht hier aus Zahlen a und b in ihren Dezimaldarstellungen, und die erwünschte Ausgabe ist die Dezimaldarstellung der Summe $a+b$.

Sie haben bereits unzählige Male einen Algorithmus für dieses Problem ausgeführt: Zur Berechnung der Summe schreiben Sie die beiden Zahlen rechtsbündig ausgerichtet untereinander und addieren dann die Ziffern unter Berücksichtigung von Überträgen schrittweise von rechts nach links.

Auch ein Algorithmus zur Multiplikation von Zahlen ist Ihnen bekannt, der allerdings erfahrungsgemäß mit viel mehr Rechenaufwand verbunden ist als die Addition. Mit deutlich fortgeschritteneren Algorithmen, die Sie im Informatikstudium kennenlernen können, lässt sich selbst die Multiplikation fast so schnell gestalten wie die Addition, zumindest für sehr große Zahlen.

Korrektheit und Effizienz von Algorithmen

Bei der Entwicklung von Algorithmen gibt es viel Spielraum für mathematische Kreativität. Dabei müssen allerdings stets zwei fundamentale Qualitätsstandards beachtet werden: Korrektheit und Effizienz. Sinnvolle Algorithmen müssen nämlich *korrekt* sein, also auf gültigen Eingaben verlässlich korrekte Ausgaben erzeugen. In der For-

schung können wir die Korrektheit von Algorithmen mit mathematischen Methoden oft zweifelsfrei nachweisen. Anders als empirische Methoden ermöglichen solche mathematischen Beweise, die Korrektheit eines Algorithmus für alle möglichen Eingaben nachzuweisen.

Zudem sollten Algorithmen auch *effizient* sein, also in ihrer Ausführung sparsam mit Ressourcen wie Rechenzeit, Arbeitsspeicher oder Energie umgehen. Idealerweise sollte sich etwa die Rechenzeit im Verhältnis zur Eingabelänge annähernd proportional verhalten, d.h. wird der Umfang der Eingabe verdoppelt, dann sollte der Algorithmus auch nur doppelt so lange rechnen.

Effizienz kann empirisch oder mathematisch nachgewiesen werden; hier werden interessante Diskrepanzen deutlich, da einige wichtige Algorithmen in der Praxis viel effizienter rechnen als durch gegenwärtige mathematische Modelle erklärbar. Es gibt in der Forschung zu Algorithmen also noch eine Kluft zwischen der theoretischen und praktischen Analyse für mehrere fundamentale Berechnungsprobleme.

Übrigens: Selbst innerhalb rein theoretischer Modelle kann die Analyse mancher Algorithmen schier unmöglich sein. Betrachten Sie etwa den folgenden absurd einfachen Algorithmus: Beginnend von einer Eingabezahl n , ersetzen Sie diese durch $n/2$ (falls sie gerade ist)

oder durch $3n+1$ (falls sie ungerade ist), und wiederholen Sie diesen Prozess mit dem neuen Wert von n in einer Schleife. Sollte dabei die Zahl 1 erreicht werden, beenden Sie den Vorgang.

Dieser Algorithmus durchläuft beispielsweise von $n=5$ aus die Zahlen 5, 16, 8, 4, 2, 1. Von $n=6$ aus erreicht er 6, 3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1.

Seit knapp 90 Jahren ist trotz ernsthafter Anstrengungen kein Beweis dafür bekannt, dass dieser Algorithmus tatsächlich für jede Eingabe die Zahl 1 erreicht. (Stichwort: Collatz-Vermutung.)

Komplexitätstheorie gegen Algorithmen

Komplementär zur Entwicklung und Analyse von Algorithmen beschäftigen wir uns am Lehrstuhl auch mit der *Komplexitätstheorie*. Man könnte dieses Gebiet als eine negative Perspektive auf Algorithmen beschreiben: Aus pragmatischer Sicht geht es nämlich darum, korrekte und effiziente Algorithmen für manche Berechnungsprobleme *auszuschließen*. Allgemeiner verfolgt die Komplexitätstheorie das Ziel, abstrakte Zusammenhänge zwischen Berechnungsproblemen zu verstehen und so Rückschlüsse auf ihre inhärente Komplexität zu ermöglichen. Sind manche konkrete Berechnungsprobleme etwa grundsätzlich

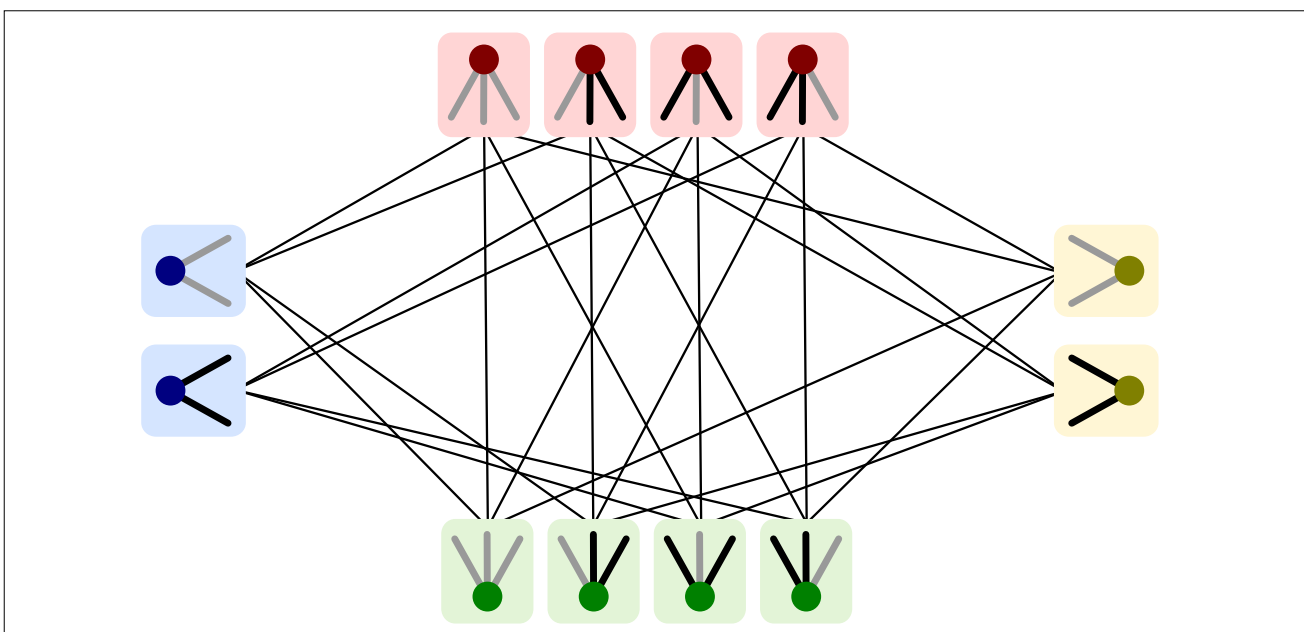
schwerer als die Addition von Zahlen? Wie Sie wohl erwarten: Ja.

P versus NP

Die mutmaßlich wichtigste ungelöste Frage in der Komplexitätstheorie ist die sogenannte »P versus NP«-Frage, eine von sieben »Millennium-Fragen« der Mathematik, deren Lösung mit jeweils einer Million Dollar Preisgeld dotiert ist.

Im Kern geht es hier um die Frage, ob eine bestimmte Klasse besonders interessanter Berechnungsprobleme durch effiziente Algorithmen lösbar ist. Diese Klasse wird mit *NP* bezeichnet und umfasst beispielsweise das *Teilsommen-Problem*, bei dem die Eingabe eine Liste von Zahlen und ein zusätzlicher Zielwert ist, und die erwünschte Ausgabe eine Auswahl von Eingabezahlen ist, die exakt auf den Zielwert summieren, so wie in der *TechnikTempel*-Eskapade. Auch abstrakte Puzzles wie verallgemeinerte Varianten von Sudoku und praktische relevante Probleme sind in der Klasse *NP* enthalten.

All den Problemen in *NP* ist gemein, dass sie nach Lösungen fragen, die sich schnell *verifizieren*, aber nicht notwendigerweise auch schnell *finden* lassen: Manche Sudoku mögen sehr schwer zu lösen sein, etwa nur durch viel brachiales Durchprobieren, es lässt sich aber immer schnell überprüfen, ob eine angebliche Lösung korrekt ist.



1 Ein Beispiel für einen sogenannten CFI-Graphen, benannt nach Jin-Yi Cai, Martin Fürer und Neil Immerman. Die Kästchen entsprechen den Teillösungen eines bestimmten Problems aus der Graphentheorie, und zwei Kästchen sind miteinander durch eine Kante verbunden, wenn sie kompatible Teillösungen enthalten. Über eine unerwartete Verbindung stellte sich Anfang dieses Jahres heraus, dass sich CFI-Graphen für komplexitätstheoretische Begründungen der Schwierigkeit von Berechnungsproblemen nutzen lassen. Auch unser Lehrstuhl beschäftigt sich in mehreren aktuellen Projekten mit diesen faszinierenden Objekten aus der diskreten Mathematik.



Kurzgesagt geht es in der »P versus NP«-Frage also darum, ob das Lösen von Sudoku-artigen Berechnungsproblemen durch Algorithmen schwerer als das Überprüfen einer Lösung ist. Wie Sie vielleicht nicht erwarten, kann dies seit über 50 Jahren niemand beantworten. Wir widmen uns am Lehrstuhl Varianten und Spezialfällen dieser Fragestellung, die sich erfahrungsgemäß als zugänglicher herausgestellt haben.

Der Algorithmen-Begriff in der Gegenwart

Dieser Artikel hat Algorithmen aus der wissenschaftlich-theoretischen Sicht dargestellt, die am Lehrstuhl vertreten ist. An dieser Stelle ist vielleicht eine Abgrenzung zur neueren Allgemeinsprache angebracht, wo der Algorithmen-Begriff oft wahlweise als Synekdoche für spezifische Konzepte des maschinellen Lernens (etwa

für sogenannte *Empfehlungssysteme* von YouTube, Spotify, oder Amazon) oder für Informationstechnologie im Allgemeinen benutzt wird, gelegentlich unter Andeutung einer gewissen Autonomie oder Macht. Am Lehrstuhl beschäftigen wir uns mit Algorithmen im Sinne von Lösungsmethoden für klar formalisierte und abstrakte Berechnungsprobleme, wie in diesem Artikel beschrieben.

Über den Lehrstuhl

Nach dieser allgemeinen Einführung in das Thema folgen noch einige Worte zum Lehrstuhl für Algorithmen und Komplexitätstheorie, der im Oktober 2023 an der Universität Regensburg gegründet wurde. Unsere Forschung widmet sich vorwiegend Berechnungsproblemen auf abstrakten Netzwerken (sogenannten *Graphen*), die Relationen zwischen Objekten abbilden,

wie sie etwa in sozialen Netzwerken oder Straßennetzen auftreten. Für solche Probleme entwickeln wir Algorithmen mittels mathematischer Methoden aus der Algebra, indem wir beispielsweise Daten in Polynome über bestimmten Körpern übersetzen und diese Daten durch algebraische Manipulationen der assoziierten Polynome weiterverarbeiten. Dieser Ansatz geht dann nahtlos in die sogenannte *algebraische Komplexitätstheorie* über.

Gegenwärtig arbeitet neben Prof. Dr. Radu Curticapean auch Dr. Cornelius Brand als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl, unterstützt von Sekretärin Annett Reisinger. Weitere Mitarbeiter werden folgen. Neben der Grundvorlesung zu Algorithmen und Datenstrukturen für Studierende im zweiten Semester werden wir auch weiterführende Vorlesungen und Seminare anbieten. Wir stehen Ihnen sehr gerne zur Verfügung, wenn Sie mehr erfahren möchten!

DREI FRAGEN ...

Welches Problem möchten Sie gern durch Ihre Forschung lösen?

In meinem Forschungsprojekt *CountHom*, das von der Europäischen Union im Rahmen eines *ERC Starting Grants* mit 1,5 Mio. Euro gefördert wird, werden spannende Verbindungen zwischen verschiedenen kombinatorischen Berechnungsproblemen untersucht. Einige fundamentale Berechnungsprobleme, die das Testen und Zählen kleiner Muster in Netzwerken betreffen, wurden nämlich früher unabhängig voneinander untersucht, können aber aus der richtigen Perspektive als ein und dasselbe Problem aufgefasst werden! Diese verallgemeinernde Perspektive wird ermöglicht durch

sogenannte *Homomorphismen*, strukturerhaltende Abbildungen aus der Mathematik. In den nächsten Jahren möchte ich am Lehrstuhl mittels Homomorphismen eine allgemeinere Theorie und dadurch auch optimale Algorithmen für solche Berechnungsprobleme entwickeln.

Was ist Ihre größte fachliche Herausforderung?

In der Komplexitätstheorie dürfte das Millennium-Problem »P versus NP« eine der größten Herausforderungen sein, wie im Text detaillierter beschrieben. Mir ist allerdings kein Forschungs-Team in meinem Gebiet bekannt, das sich ernsthafte Hoff-

nungen macht, dieses Problem in absehbarer Zeit zu lösen.

Welchen Beitrag liefert Ihre Forschung für die gesellschaftliche Entwicklung?

Konkrete Anwendungen finden sich in den Bereichen der Netzwerkanalyse und Bioinformatik, wo das Testen und Zählen von Mustern in Netzwerken relevant ist. Allgemeiner hoffe ich, dass die Arbeit des Lehrstuhls auch andere Forschende und Studierende innerhalb der Informatik dazu inspiriert, weitere Zusammenhänge zwischen Berechnungsproblemen und mathematischen Theorien zu suchen.



Foto © privat

Prof. Dr. Radu Curticapean

ist Inhaber des neu gegründeten Lehrstuhls für Algorithmen und Komplexitätstheorie und hat den Dienst an der Universität Regensburg am 1. Oktober angetreten. Curticapean hat 2015 an der Universität des Saarlandes promoviert. Seine Dissertation zur Komplexität von Zählproblemen mit dem Titel "The simple, little and slow things count" wurde von der Gesellschaft für Informatik und der European Association for Theoretical Computer Science ausgezeichnet. Seit 2015 bis Dienstantritt in Regensburg hat Curticapean im Ausland gelebt und gearbeitet, davon zwei Jahre als Post-Doc am Forschungsinstitut für Informatik der Ungarischen Akademie der Wissenschaften (Budapest, Un-

garn), zwei Semester als Research Fellow am Simons Institute for the Theory of Computing an der Universität Berkeley (Berkeley, USA) und fünf Jahre an der IT University of Copenhagen (Kopenhagen, Dänemark), dort als Post-Doc, Assistant Professor und schließlich als Associate Professor.