

Mindshift

Impulse für den Wandel – TUM Campus Heilbronn

Digitale Zwillinge

Aufbruch in ein neues Zeitalter | Seite 12



Datenwissenschaften

Chancen und Grenzen KI-basierter Sprachprogramme | Seite 4

Datenschätze

Geschäftsprozesse optimieren mit Process Mining | Seite 20

Durchsetzungskraft

Mittendrin im Cross-Mentoring-Programm WoMent | Seite 22

Inhalt

Ausgabe Nr. 6

4 Im Fokus | Datenwissenschaften

Die TUM am Campus Heilbronn richtet ihren Fokus auf Datenwissenschaften und Künstliche Intelligenz aus. Wie gehen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit den Chancen und Herausforderungen um?

12 Digitale Zwillinge

Ein Krankenhaus auf Basis von Echtzeit-Daten managen? Virtuelle Abbilder von Patientinnen und Patienten erschaffen? Digitale Zwillinge eröffnen in vielen Bereichen ungeahnte Möglichkeiten.

20 Im Interview: Luise Pufahl

Wie sich Vorgänge über einen bestimmten Zeitraum hinweg entwickeln, betrachtet das Process Mining. Im Interview gibt Prof. Luise Pufahl Einblick in ihre Forschung.

22 TUM in der Region

Welche Vorteile bietet das Cross-Mentoring-Programm WoMent Studierenden und Führungskräften? Ein Mentor und eine Mentee äußern sich zu ihrem Engagement.

24 Aus der Forschung

Zugang zu frühkindlicher Bildung, Datenlecks und Aktienkurse, Lernen mit Augmented Reality: Die Forschung am TUM Campus Heilbronn findet Eingang in reichweitenstarke, bekannte Medien.

28 TUM Campus live

Neue und bewährte Veranstaltungsformate – CEO Leadership Series und Webinar mit dem Oxford Internet Institute – ziehen Interessierte an und liefern wertvolle Denkanstöße.

31 Impressum





Liebe Leserinnen und Leser,

Hand in Hand in ein neues Zeitalter – mit diesem Bild eines echten und eines digitalen Läufers, das den Titel der sechsten Mindshift-Ausgabe ziert, darf ich Sie herzlich willkommen heißen zu vielen spannenden Einblicken in die wegweisende Forschung am TUM Campus Heilbronn.

Vor dem Hintergrund der Errichtung des neuen TUM Heilbronn Data Science Centers legen wir in diesem Heft einen Themenschwerpunkt auf Datenwissenschaften und Künstliche Intelligenz. Beide sind eng miteinander verbunden und gewinnen in Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft rasant an Bedeutung. So wird am TUM Campus Heilbronn unter anderem daran geforscht, wie mithilfe von Digital Twins künftig Lieferketten optimiert werden können. Auch in der Medizin und im Gesundheitswesen eröffnen digitale Zwillinge und Datenwissenschaften ein enormes Potenzial, etwa bei der Entwicklung neuer medizinischer und biotechnologischer Verfahren oder bei der Frage, wie das Gesundheitswesen von Datenanalysen, Vorhersagemodellen für maschinelles Lernen und datengesteuerten Optimierungsmethoden profitieren kann.

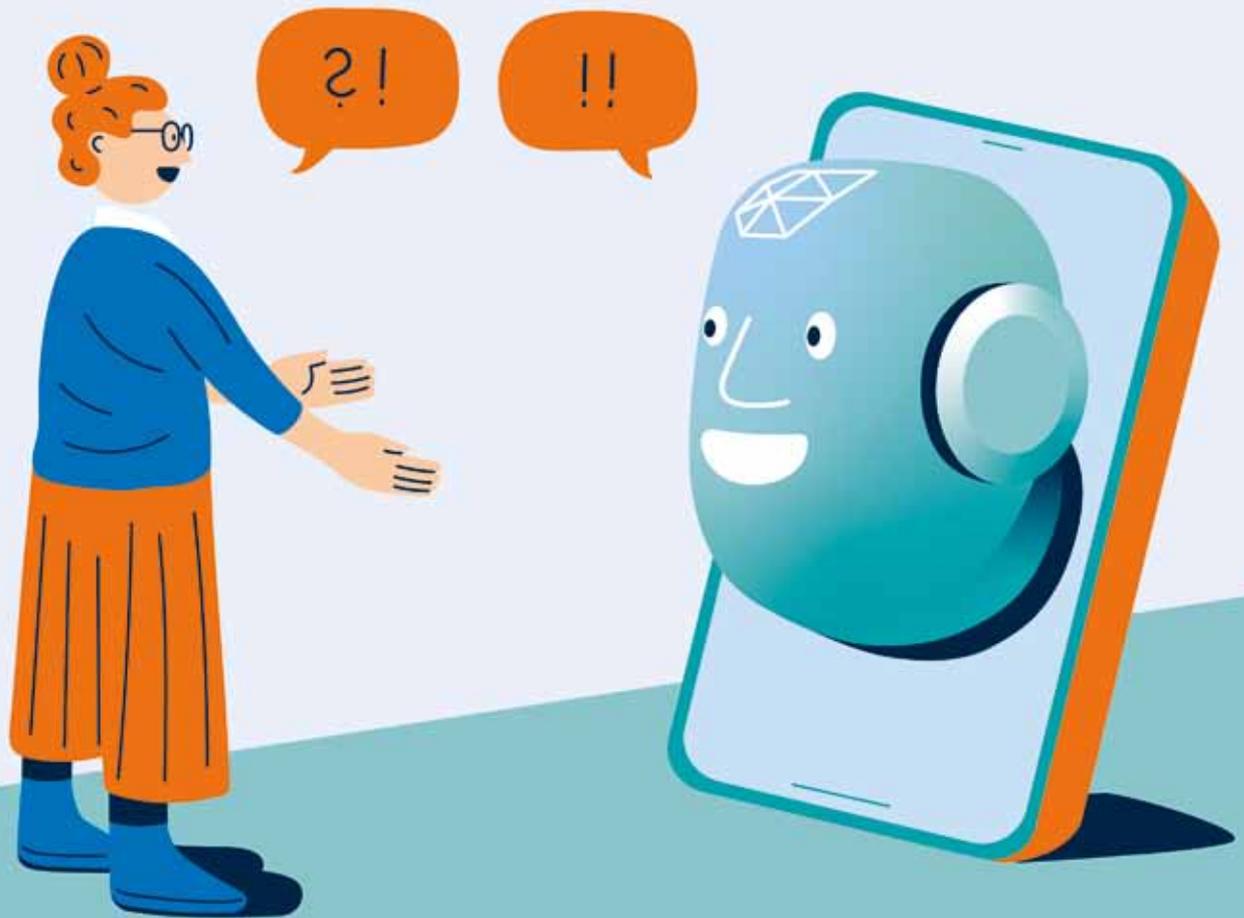
Analog zu digitalen Zwillingen, die keine statischen Elemente sind, schärft sich auch das Profil des 2018 gegründeten TUM Campus Heilbronn zusehends zu einem Kraftzentrum für die Gestaltung des digitalen Wandels. Mit dem Ausbau um zehn weitere Professuren mit dem Schwerpunkt Datenwissenschaften und Künstliche Intelligenz und dem Vorantreiben der Internationalisierung signalisieren wir, dass unser Blick auf die globale Wirkung unserer Forschung ausgerichtet bleibt. Wir sind an der Nutzung der Datenwissenschaften für die wirklich großen Fragestellungen interessiert. Dazu werden neue Formen der disziplinübergreifenden Zusammenarbeit etabliert.

So erläutert die neu an den Campus berufene Prof. Luise Pufahl, welchen Schatz Daten bergen, was Process Mining auszeichnet und wo sie mit ihrer Forschung ansetzt. Doch nicht nur in Mindshift kommen unsere Forschenden zu Wort, auch in hochkarätigen Medien sind sie mit ihren Forschungsergebnissen gefragte Ansprechpartnerinnen und -partner. Einen Eindruck davon erhalten Sie ab Seite 24. Rund um die Entwicklung und das möglicherweise demokratiegefährdende Potenzial von Social Media drehte sich die dritte Auflage des Webinars von TUM Campus Heilbronn und University of Oxford, das es sich zur Aufgabe macht, Wissen aus globalen Forschungsdebatten in die breite Öffentlichkeit zu tragen.

Wir hoffen, Ihnen mit dieser Ausgabe wieder spannende und inspirierende Einblicke geben zu können. Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen und Betrachten.

Prof. Helmut Krcmar

Gründungsdekan (2018–2020) und Beauftragter des Präsidenten
für den TUM Campus Heilbronn



KI in der Mitte unserer Gesellschaft

Mit der Errichtung eines neuen Data Science Centers legt die TUM am Campus Heilbronn einen deutlichen Fokus auf Datenwissenschaften und Künstliche Intelligenz (KI). KI stellt seit langem eine Projektionsfläche für Erwartungen und Wünsche der Menschen dar. Der aktuelle Hype um KI-basierte Sprachprogramme wie ChatGPT weckt Hoffnungen, aber auch Bedenken. Am Ende kommt es auf einen verantwortungsvollen Umgang an.

„Natürliche Dummheit schlägt Künstliche Intelligenz jederzeit“, lautet ein Zitat des britischen Fantasy-Schriftstellers Sir Terry Pratchett. Oder ist es genau andersherum? Man denke nur an das Jahr 2015, als das Computerprogramm „AlphaGo“ den mehrfachen Europameister Fan Hui im hochkomplexen Brettspiel „Go“ gleich fünf Mal in die Knie zwang.

KI hat enorm an Relevanz gewonnen. Das gilt für alle Bereiche: Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft. Dabei ist KI eng mit den Datenwissenschaften verbunden, wobei natürlich auch Unterschiede zwischen beiden Disziplinen bestehen. „Während Datenwissenschaft sich auf die Analyse von Daten konzentriert, bezieht sich KI

darauf, wie man diese Daten nutzen kann, um intelligente Systeme zu erstellen, die selbstständig Entscheidungen treffen können. KI nutzt Datenwissenschaft, um Modelle zu trainieren und die Qualität der Vorhersage zu verbessern“, erläutert Prof. Stephan Krusche von der TUM School of Computation, Information and Technology (CIT) am Campus Heilbronn.

ChatGPT: Spricht hier ein Mensch?

Bei KI geht es um technische Systeme, die Aufgaben ausführen, für die man normalerweise (menschliche) Intelligenz benötigt. Beispiel: ChatGPT. Der KI-basierte Chatbot wurde im November 2022 als Teil der GPT-Serie (Generative Pre-trained Transformer) vom US-Start-up und Microsoft-Partner OpenAI herausgebracht. Durch die Verwendung maschineller Lernmodelle und Textgenerierungstechnologien soll ChatGPT in der Lage sein, menschenähnliche Konversationen zu führen. „ChatGPT nutzt ein neuronales Netzwerk, das mithilfe der Methode ‚Reinforcement Learning from Human Feedback‘ trainiert wurde, um auf Eingaben in natürlicher Sprache zu antworten“, erklärt Prof. Krusche. Das heißt, der Bot greift auf eine riesige Datenbank an Texten zu, um kontextbezogene Antworten zu generieren, und lernt durch Interaktionen mit Menschen laufend dazu. So ist ChatGPT in der Lage, Fragen (sogenannte Prompts) zu beantworten, Smalltalk zu halten oder auch Aufgaben zu lösen.

Dabei spielt die Qualität der gestellten Fragen und Aufgaben eine entscheidende Rolle, wie Prof. Krusche betont: „Um das beste Ergebnis bei der Interaktion mit ChatGPT zu erzielen, sollten Nutzerinnen und Nutzer klare, spezifische und präzise Fragen stellen, Doppeldeutigkeiten vermeiden, ausreichend Kontext geben, Fachbegriffe aussparen, Schlüsselwörter verwenden, nur eine Frage auf einmal stellen und Fragen vermeiden, die mit Ja oder Nein beantwortet werden können.“

KI-basierte Chatbots stoßen an Grenzen

ChatGPT mache KI massentauglich und vereinfache vor allem die Benutzung, ist Dr. Andreas Braun, ehemaliger CTO bei Microsoft Germany, überzeugt. „KI kommt in der Mitte der Gesellschaft an. Damit ist ChatGPT vielleicht ein ähnlich großer Durchbruch für KI, wie es das World-Wide-Web für das Internet war.“

Obgleich ChatGPT die Nutzerinnen und Nutzer staunen lässt, stößt der Bot an Grenzen: „ChatGPT kann in komplexen oder spezialisierten Bereichen möglicherweise aufgrund fehlenden Fachwissens keine qualifizierten Antworten geben und versteht menschliche



Wir erstellen Best Practices für die Integration in das Bildungswesen und die Begrenzung der festgestellten Herausforderungen und entwickeln Anwendungen basierend auf ChatGPT.

Prof. Stephan Krusche, TUM School of Computation, Information and Technology

Emotionen und Nuancen nicht vollständig,“ gibt Prof. Krusche zu bedenken. „Jedoch liefert er einstweilen Literaturangaben und Referenzen, kann den Gedankengang darstellen und auf erweiterte und vertrauenswürdige Wissensquellen zugreifen.“

Ein Test von Prof. Christian Terwiesch sorgte unterdessen für Furore. Er ließ ChatGPT die Abschlussprüfung für das MBA-Examen an der US-Eliteuniversität Wharton machen. Ergebnis: bestanden. Müssen sich Universitäten nun sorgen, dass Studierende ihre Prüfungen von KI lösen lassen? Braucht es ein Verbot von ChatGPT?



KI kommt in der Mitte der Gesellschaft an.

Dr. Andreas Braun,
ehemaliger CTO Microsoft Germany

Kein Verbot, sondern verantwortungsvoller Umgang

„Wir vertreten die Position, dass trotz der aktuellen Grenzen dieser Technologie ein Verbot, wie es beispielsweise in Westaustralien oder an einer Pariser Uni ausgesprochen wurde, nicht sinnvoll ist“, sagt Prof. Krusche mit Bezug auf das Positionspapier, das er und seine Kollegin Prof. Enkelejda Kasneci gemeinsam mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern von TUM und Ludwig-Maximilians-Universität veröffentlicht haben. „Vielmehr sollten wir ChatGPT als vielversprechendes Werkzeug ansehen, welches den Studierenden dabei hilft, ihre Lernerfahrung zu verbessern, und Lehrkräfte dabei unterstützt, produktiver zu werden sowie eine bessere, zielgerichtete Lehre anzubieten.“

Wichtig sei es, dass die Institutionen ethisch und verantwortungsvoll mit KI-Technologien umgehen. Das Vertrauen in deren Anwendung in der akademischen Welt stärken sollen klare Richtlinien, Anleitungen und Verhaltenskodexe, die den Einsatz KI-basierter Bots regeln und sicherstellen, dass sie nicht zur Manipulation oder zum Betrug eingesetzt werden. „Wir erstellen Best

Practices für die Integration in das Bildungswesen und die Begrenzung der festgestellten Herausforderungen und entwickeln Anwendungen basierend auf ChatGPT“, berichtet Prof. Krusche, der Teil der neuen „Generative AI Task Force“ des TUM Think Tank ist.

KI kann in Unternehmen Mehrwert generieren

So oder so, das Potenzial von KI-basierten Bots ist groß – auch jenseits des Hochschulkontextes. Unternehmen können sie auf vielfältige Weise nutzen, um Prozesse zu automatisieren, die Effizienz zu steigern und die Kundenerfahrung zu verbessern. Mithilfe von Chatbots können zum Beispiel Kundenanfragen automatisch beantwortet, Bestellungen verarbeitet oder Marketing-Kampagnen optimiert werden. Weitere Einsatzfelder liegen in den Bereichen Datenanalyse, Schulung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern mittels E-Learning oder Integration von Chatbots auf Websites.

„Es ist jedoch wichtig, sorgfältig zu evaluieren, ob der Einsatz von Bots tatsächlich den gewünschten Mehrwert für das Unternehmen bietet, und dass dabei auch ethische und datenschutzrechtliche Aspekte berücksichtigt werden“, legt Prof. Krusche dar.

Relevante Anwendungsfälle identifizieren

Die rechtliche Hürde – von der Datenschutz-Regulierung DSGVO bis zu den Grundsätzen für den ethischen und verantwortungsvollen Umgang mit KI – ist nicht zu unterschätzen. Mehr noch: „Der EU AI Act steht schon in den Startlöchern und wird kaum zur Vereinfachung in diesem Bereich beitragen“, sagt Dr. Braun. „Wichtig ist aber auch, dass Unternehmen die beiden Kernprinzipien der DSGVO ‚by Design‘ und ‚by Default‘ anwenden, und zwar nicht nur mit Blick auf den Datenschutz.“

Deutsche Unternehmen sind bislang vergleichsweise zurückhaltend, was den Einsatz von KI angeht. Die größte Hürde stellt meist die Festlegung des Anwendungsfalls dar. „Hierbei helfen Use-Case-Kataloge, die ich entlang von vier Dimensionen gliedere“, führt Dr. Braun aus. „Bottom Line, wozu Kosteneinsparungen oder Produktivitätssteigerungen zählen; Regulatorik, sprich Überwachung und Kontrolle von Vorgaben, worunter auch KI-Selbstüberwachung von Lösungen wie ChatGPT fällt; Top Line, was Wachstumstreiber wie neue Märkte oder Dienste einschließt; und Moon Shots, also völlig neue Geschäftsmodelle.“ Bei der Identifikation relevanter KI-Technologien und -Modelle kann das



Waren Siri und Alexa als Sprachassistenten in der Lage, auf bestimmte Anfragen zu reagieren, können Chatbots wie ChatGPT, die auf weitaus größeren Sprachmodellen basieren, nahezu jede Frage beantworten und für längere Konversationen genutzt werden.

Prof. Sebastian Müller,
TUM School of Management

sogenannte KI-Periodensystem unterstützen (siehe Infokasten auf S. 8). Das ist sinnvoll, da sich auch ethische und Datenschutzfragen stets am Use Case orientieren.

Clustering von Textdaten mit NLP

Wenn von ChatGPT die Rede ist, hört man immer häufiger von einer neuen NLP-Ära. Unter Natural Language Processing (NLP) versteht man im Allgemeinen die Verarbeitung menschlicher Sprache. Neben wortbasierten Methoden existieren seit einigen Jahren

vermehrt fortschrittlichere, kontextbasierte Methoden, die sich grundsätzlich für jene Anwendungsbereiche eignen, in denen viele unstrukturierte Textdokumente oder Sprachdaten vorliegen und ein hoher Aufwand bei der manuellen Bearbeitung entstehen würde. „Hier gab es in den vergangenen Jahren große Fortschritte. Waren Siri und Alexa als Sprachassistenten in der Lage, auf bestimmte Anfragen zu reagieren, können Chatbots wie ChatGPT, die auf weitaus größeren Sprachmodellen basieren, nahezu jede Frage beantworten und für längere Konversationen genutzt werden“, sagt Prof. Sebastian Müller von der TUM School of Management am Campus Heilbronn.

Er gibt ein Beispiel für ein Einsatzgebiet: das Kundencenter eines großen Autoherstellers. „Mithilfe von speziell trainierten Modellen können Aufzeichnungen von tausenden Kundengesprächen zunächst automatisch in Textdokumente umgewandelt werden“, erklärt Prof. Müller. „Mithilfe großer Sprachmodelle kann die Firma anschließend Gespräche mit ähnlichem Inhalt identifizieren und daraufhin Analysen, etwa zu Beschwerden, zum Kaufinteresse oder zur Zufriedenheit, anfertigen.“ Die so gewonnenen wertvollen Informationen könnten beispielsweise eingesetzt werden, um die Kundentreue zu erhöhen.

Eine weitere Möglichkeit bestünde in KI-gestützter Finanzberatung. „Denkbar wäre eine Konversation, bei der eine Person ihre aktuelle finanzielle Situation und ihre langfristigen Ziele beschreibt und das Sprachmodell darauf basierend Vorschläge zum Beispiel zum Kauf von Finanzprodukten anfertigt.“ Allerdings müssten Sprachmodelle, genauer Large-Language-Modelle (LLM), zu diesem Zweck in der Lage sein, hochkomplexe Wirtschaftsbeziehungen zu verstehen und ein Verständnis für wahr und falsch besitzen. Denn letztlich geht es bei der Finanzberatung, welche in Deutschland nur mit Erlaubnis der Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht erfolgen darf, um die Frage: Wer haftet bei falscher Beratung? „Es müssen Modellausgaben nachvollziehbar gemacht, Stichwort: Explainable AI, und die Kosten großer Sprachmodelle reduziert werden, etwa durch effizientere Modellarchitekturen“, betont Prof. Müller.

Berücksichtigung des Kontexts

Die automatisierte Auswertung von Informationen ist und bleibt ein großes Thema – auch am TUM Campus Heilbronn. Aktuell geht es in einem Forschungsprojekt, das Prof. Müller

gemeinsam mit seinem Doktoranden Christian Breitung vorantreibt, um die Erstellung eines globalen Firmennetzwerkes, das auf Ähnlichkeiten im Geschäftsmodell basiert. Dafür werten vortrainierte Sprachmodelle standardisierte Unternehmensbeschreibungen aus, um potenzielle Wettbewerber, Lieferanten und Kunden zu identifizieren.

„Mithilfe von großen Sprachmodellen erstellen wir eine hochdimensionale Ähnlichkeitsmatrix und identifizieren für jede Firma jene Firmen, die ein hinreichend ähnliches Geschäftsmodell verfolgen oder in einer direkten Geschäfts-

beziehung stehen. Dadurch lassen sich automatisiert neue Firmenbeziehungen identifizieren, die weder mit Industriezugehörigkeit noch mit traditionellen, wortbasierten Methoden entdeckt werden können“, erklärt Prof. Müller.

Mensch vs. KI?

Ist KI nun besser als der Mensch? Kann die Technologie den Menschen respektive Arbeitsplätze ersetzen? Dr. Braun hat dazu eine klare Meinung: „Wir setzen hier ganz auf Mensch plus KI. Nahezu immer bleibt ein ‚Human in the Loop‘ – oder vielleicht auch ‚KI in the Human Loop‘, wie es heißt, und die KI ermöglicht im Wesentlichen eine Arbeitserleichterung sowie Effizienz- oder Qualitätssteigerungen.“ Natürlich könne es auch vollautomatisierte KI-Prozesse geben. Sie werden seiner Einschätzung nach aber immer in kontrollierten Umgebungen stattfinden, beispielsweise bei der Qualitätssicherung in der Produktion, wo Ausschuss automatisch aussortiert wird und das Risiko klar begrenzt ist. ●

GLOSSAR

Datenwissenschaften

Darunter versteht man die Methoden und Techniken, die verwendet werden, um Wissen aus Daten zu gewinnen, einschließlich Datenaufbereitung, -analyse und -visualisierung. Ziel: Muster und Zusammenhänge in den Daten zu erkennen, um Erkenntnisse und Vorhersagen zu generieren und Entscheidungen zu unterstützen.

Künstliche Intelligenz (KI)

KI bezieht sich auf Technologien, die es Computern und Maschinen ermöglichen, menschenähnliches Verhalten zu zeigen, etwa lernen, Probleme lösen und Entscheidungen treffen.

Natural Language Processing (NLP)

Die Verarbeitung natürlicher Sprache ist ein Teilbereich der KI. NLP versucht, natürliche Sprache zu erfassen und mithilfe von Regeln und Algorithmen computerbasiert zu verarbeiten. Ziel ist eine direkte Kommunikation zwischen Mensch und Computer.

Explainable Artificial Intelligence

Explainable AI soll nachvollziehbar machen, auf welche Weise dynamische und nicht linear programmierte Systeme zu Ergebnissen kommen. Dazu zählen unter anderem künstliche neuronale Netze, Deep-Learning-Systeme und genetische Algorithmen.

ChatGPT

ChatGPT ist ein KI-basierter Chatbot, der als Teil der GPT-Serie (Generative Pre-trained Transformer) von OpenAI entwickelt wurde. Ziel: menschenähnliche Konversationen durch die Verwendung von maschinellen Lernmodellen und Textgenerierungstechnologien zu führen.

Periodensystem der Künstlichen Intelligenz

Das KI-Periodensystem ist ein Projekt unter der Leitung des Branchenverbands Bitkom. Die zugehörige Website erklärt die unterschiedlichen Einsatzszenarien von KI in Unternehmen. Insgesamt wurden 28 Elemente identifiziert und ähnlich dem Periodensystem der chemischen Elemente angeordnet. Sie reichen von Sprach- und Bilderkennung über Relationship Learning bis hin zur Steuerung von Robotern oder autonomer Fahrzeuge. Für jedes Element gibt die Website eine Antwort darauf, was es leistet, wie Unternehmen es einsetzen können und wer entsprechende Technologien und Lösungen anbietet.

Dabei ist jedes KI-Element einer von drei Gruppen zugeordnet: Assess (Bewerten), Infer (Erschließen) und Respond (Antworten). Um einen Anwendungsfall mithilfe von KI zu optimieren, wird mindestens ein Element aus jeder Gruppe ausgewählt. Beim Beispiel autonomes Fahren könnte das etwa so aussehen: Ein selbstfahrendes Fahrzeug nähert sich mit hoher Geschwindigkeit einem Stauende. Das Auto muss nun innerhalb von Sekunden die Verkehrslage erfassen (Assess), die Wahrscheinlichkeit eines Auffahrunfalls kalkulieren (Infer) und ein entsprechendes Brems- oder Ausweichmanöver einleiten (Respond).

DeepL: Nicht nur korrekt, sondern **stilsicher**

DeepL ist bekannt für seinen Translator, der alle unterstützt, die Texte in unterschiedliche Sprachen übersetzen wollen. Im Januar 2023 brachte das Unternehmen aus Köln nun die Betaversion des KI-basierten Schreibassistenten DeepL Write auf den Markt. Im Interview antwortet DeepL-CEO Dr. Jaroslaw Kutylowski.

Für Laien erklärt: Wie funktioniert DeepL Write?

Dr. Jaroslaw Kutylowski: DeepL Write ist bislang auf Englisch und Deutsch verfügbar. Dem Programm liegen ähnliche neuronale Netze zugrunde wie dem Übersetzer DeepL Translator. Sie werden gezielt mit verschiedenen Techniken aus dem Bereich des maschinellen Lernens trainiert. Vergleichen lässt sich das Ganze mit dem menschlichen Gehirn. Wer kennt das nicht: Man sitzt seit einer gefühlten Ewigkeit vor demselben etwas krumm klingenden Satz und weiß genau, die Lösung befindet sich irgendwo in den Tiefen des Gehirns, man muss nur lange genug graben.

Und hier übernimmt das KI-basierte Schreibtool das Graben?

Dr. Jaroslaw Kutylowski: Genau, die KI übernimmt das Graben und bietet in Echtzeit eine Reihe sinnvoller Alternativen an. Ich persönlich benutze DeepL Write viel in meiner beruflichen Kommunikation. Ich kann mich darauf verlassen, meine Ideen und Gedanken präzise und richtig ausgedrückt zu haben, und muss nicht lange an einer E-Mail sitzen.

Wofür kann DeepL Write im Unternehmenskontext eingesetzt werden?

Dr. Jaroslaw Kutylowski: Da gibt es eine ganze Menge an Anwendungsfällen. Im Prinzip unterstützt DeepL Write alle, die in irgendeiner Art und Weise kommunizieren – sei es beim Schreiben einer E-Mail, beim Verfassen eines Reports oder beim Formulieren eines Verkaufsarguments. DeepL Write kann diese Prozesse straffen. Vor allem in der Zusammenarbeit von internationalen Teams kann DeepL Write unterstützen. Ein Beispiel sind die User in Japan. Obwohl sie viel Zeit und Mühe in das Englischlernen investieren, fühlen sich viele von ihnen unsicher in der globalen Kommunikation. DeepL Write hilft ihnen, stilsicher zu kommunizieren. ●



Wissen „for the digital age“

Neue technische Möglichkeiten der Datenverarbeitung und -analyse stehen im Rampenlicht. Die TUM bündelt ihre Kompetenzen in Sachen Datenwissenschaften am Munich Data Science Institute und am TUM Heilbronn Data Science Center.



Datenwissenschaften sind viel mehr als die Erforschung von Algorithmen zur Datenverarbeitung. Datenwissenschaften bezeichnen eine große Bandbreite wissenschaftlicher Disziplinen und Aktivitäten, die in ihrer Gesamtheit auf die Nutzung von Daten für die Beantwortung relevanter Fragen – und die Lösung von Problemen – zielen. Dieses breite Spektrum reicht von Grundlagenforschung über domänenspezifische Anwendungen bis zu Technologietransfer, also den Transfer neuartiger algorithmischer Lösungen in die praktische Anwendung.

Besonders bedeutend für die erfolgreiche Arbeit in den Datenwissenschaften ist die Zusammenarbeit zwischen Forschenden im Bereich der Grundlagen und den Anwendungsdisziplinen. Ohne beständigen Austausch und enge Zusammenarbeit können die Algorithmen nicht für die geplanten Zwecke eingesetzt werden.

Disziplinübergreifende Kooperation gefragt

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung von Daten und ihrer Bearbeitung sind Datenerhebung, Datenmanagement und Datenanalyse zu entscheidenden Kompetenzen für Forschende avanciert. Darüber hinaus erhöht sich der Bedarf an inter- und transdisziplinärer Zusammenarbeit. Es gilt, ein Bewusstsein für das disziplinübergreifende Wesen der Datenwissenschaften zu schaffen.

Für die erfolgreiche praktische Umsetzung sind einige Herausforderungen zu adressieren. Die längerfristige

Perspektive auf Entwicklung und Nutzung erfordert insbesondere eine Sensibilisierung für die Auswirkung von Entscheidungen. Beispielsweise kann eine Entscheidung in der Entwicklung eines Algorithmus zu Verzerrungen („biases“) in den Ergebnissen führen. Solche Auswirkungen sind jedoch nicht unbedingt direkt abzusehen, sondern können unter Umständen erst nach einiger Zeit identifiziert werden. Die Anwendung von Datenwissenschaften sollte daher kritisch begleitet werden, um negative Effekte zu identifizieren und in der Folge zu adressieren. Trotz möglicher negativer Effekte stehen die enormen Chancen der Datenwissenschaften eindeutig im Vordergrund. Diese mit gewissen Risiken auszubalancieren ist wiederum eine Aufgabe, die universitäre Forschung über verschiedene Disziplinen hinweg erfordert.

Munich Data Science Institute

Um die Potenziale der Datenwissenschaften zu erschließen, hat die TUM 2020 ein interdisziplinäres Institut, das Munich Data Science Institute (MDSI), eingerichtet – ein gemeinsames Zuhause für Data Science, Machine Learning und Künstliche Intelligenz. Das MDSI ist Forschungszentrum und Service-Einrichtung für wissenschaftliche Projekte und bildet Datenwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler von morgen aus.

Um die 60 Professorinnen und Professoren sind als Kernmitglieder am MDSI beteiligt, aus der Informatik, den Ingenieurwissenschaften, den Natur-, Lebens- und

Sozialwissenschaften und der Medizin. Neben den Fokusthemen mit starkem Praxisbezug fördert das MDSI Grundlagenforschung zu KI und Data Science. Durch enge Zusammenarbeit mit Einrichtungen aus dem Entrepreneurship-Bereich will es aktuelle Entwicklungen schnell für die Gesellschaft verfügbar machen.

„Die Forschung mit großen Datenmengen bringt Herausforderungen mit sich, die nicht immer unmittelbar mit dem Forschungsgegenstand zusammenhängen“, sagt Prof. Stephan Günemann von der TUM School of Computation, Information and Technology. Ob Proteomforschung, Social-Media-Analyse oder anorganische Katalyse: Für jede praktische Anwendung ist es enorm wichtig, die jeweils passenden Datenstrukturen und Analysemethoden auszuwählen. „Das MDSI berät Forschende der TUM schon in der Planungsphase und leistet auch im weiteren Verlauf des Projekts Unterstützung“, sagt Prof. Günemann.

Auch in der Lehre der TUM spielen Datenwissenschaften und Machine Learning eine wichtige Rolle. Das MDSI bringt sich hier aktiv ein: Mit dem Data Innovation Lab gibt es bereits seit mehreren Jahren ein Forschungspraktikum in Kooperation mit Unternehmen, in dem Studierende aller Fachrichtungen Data-Science-Projekte bearbeiten können.

Mit der „Konrad Zuse School of Excellence in Reliable AI“ koordiniert das MDSI gemeinsam mit der Ludwig-Maximilians-Universität München zudem ein wegweisendes Projekt in der KI-Lehre. Bundesweit finanzieren Bundesforschungsministerium und Deutscher Akademischer Austauschdienst drei Zuse Schools, um exzellenten KI-Nachwuchs aus der ganzen Welt zu gewinnen. „Für die Konrad Zuse School können sich jedes Jahr Master- und Promotionsstudierende bewerben“, sagt Prof. Günemann. Sie ergänzt zum einen Studium oder Promotion um inhaltliche Angebote. „Wie der Name sagt, steht dabei verlässliche Künstliche Intelligenz im Zentrum – also die Frage danach, wie wir sicherstellen können, dass Machine-Learning-Algorithmen genau das machen, wofür sie programmiert wurden“, erklärt Prof. Günemann. Zum anderen erhalten die Mitglieder Zugang zu Angeboten wie Praktika, Auslandsaufenthalten oder Kursen zu Themen wie Wissenschaftskommunikation.

„In den kommenden Monaten werden viele neue Forschungsprojekte an den Start gehen. Wir bieten aber auch wissenschaftliche Workshops zu verschiedenen Data-Science-Themen, Zertifikatsprogramme oder

Hackathons an – für alle Interessierten ist etwas dabei“, sagt Prof. Günemann. Demnächst werden die ersten Forschungsprojekte evaluiert.

TUM Heilbronn Data Science Center

Auch wenn Daten und Ideen über lange Distanzen ausgetauscht werden können: Räumliche Nähe befördert Kooperation und Zusammenarbeit. Im Rahmen der weiteren Entwicklung des TUM Campus Heilbronn wird das TUM Heilbronn Data Science Center (TUM HDSC) als Heimat der Datenwissenschaften entstehen. „Es soll als thematische Klammer verschiedene Disziplinen – insbesondere Informatik und Wirtschaftswissenschaften – verbinden, um Fortschritte in den Datenwissenschaften zu erzielen“, erläutert Prof. Dr. Helmut Krcmar, Gründungsdekan und Beauftragter des Präsidenten für die Entwicklung des TUM Campus Heilbronn. Analog zur Zielsetzung des MDSI stehen „Aufgaben mit interdisziplinärer und fakultätsübergreifender Schwerpunktsetzung auf dem Gebiet der Datenwissenschaften im Fokus“, sagt Prof. Krcmar.

Als ein Komplement zum MDSI kommt dem TUM HDSC die koordinierte, disziplinübergreifende Forschung im Bereich Data Science im Kontinuum von Grundlagenentwicklung bis zu praktischen Anwendungen als eine zentrale Aufgabe zu. „Dazu gehört die kooperative Forschung mit externen Wirtschafts- und Wissenschaftseinheiten sowie die Einwerbung von Drittmitteln. Darüber hinaus entstehen Angebote wie interne und externe Workshops sowie interdisziplinäre Nachwuchsförderung, zum Beispiel in Form geeigneter Formate für Promovierende“, führt Prof. Krcmar aus.

Bei allen Aktivitäten soll besonderer Fokus auf dem Profil des TUM Campus Heilbronn „for the digital age“ und der damit einhergehenden Verschränkung betriebswirtschaftlicher und informatischer Aspekte liegen. Anknüpfungspunkte können sich insbesondere in den Themenbereichen „digitale Transformation“ und „Familienunternehmen“ ergeben.

Die enge Zusammenarbeit mit dem MDSI wird unter anderem durch einen Pool an Stellen für gemeinsame Projekte unterstützt. „Forschende aus TUM HDSC und MDSI können gemeinsam Projektanträge einreichen und für die Dauer des Projektes zusätzliche Stellen als Tandem erhalten. So wird das TUM HDSC nicht nur Informatik und Betriebswirtschaftslehre, sondern auch die TUM-Standorte Heilbronn und München miteinander verschränken“, erklärt Prof. Krcmar. ●



Ein Zwilling aus Nullen und Einsen

Digitale Zwillinge sind virtuelle Abbilder der Realität, gefüttert mit Unmengen von Daten und ausgestattet mit Künstlicher Intelligenz. Der Markt wächst rasant, ebenso die Einsatzbereiche: von der Planung von Produkten und Prozessen über die Optimierung von Lieferketten bis zum digitalen Abbild ganzer Städte. Am TUM Campus Heilbronn wird die Forschung vorangetrieben.

„Houston, wir haben ein Problem!“ Dieser Funkspruch erreichte am Abend des 13. April 1970 das Kontrollzentrum der NASA in Texas. Die Crew der Apollo 13 befand sich gerade auf halber Strecke zum Mond, als ein Sauerstofftank explodierte. Eine Mondlandung, das war allen klar, wird es nicht mehr geben. Die große Frage war nun: Wie können die drei Astronauten an Bord lebend zur Erde zurückkehren? Die NASA aktualisierte ihre Flug-simulatoren, speiste alle verfügbaren Informationen über die aktuelle Situation an Bord ein und simulierte, wie die Astronauten sicher zur Erde zurückkehren könnten. Zum ersten Mal in der Geschichte, so schildert es Prof. Helmut Krcmar, Beauftragter des Präsidenten für den TUM Campus Heilbronn, in einem Vortrag, kam ein digitaler Zwilling zum Einsatz. Erfolgreich.

Was damals ein großer Schritt für die Raumfahrt war, hat heute, über 50 Jahre später, in fast allen Branchen Einzug gehalten. Digitale Zwillinge sind in der Industrie und in der Logistik genauso zu finden wie in der Stadtplanung, der Medizin oder im Gesundheitswesen. Ein digitaler Zwilling ist ein virtuelles Abbild eines Objekts oder Systems, das nicht nur eine Momentaufnahme liefert, sondern einen gesamten Lebenszyklus darstellt, basierend sowohl auf vorhandenen Daten als auch auf Echtzeitdaten, die Sensoren liefern. Diese Kombination aus Daten, Algorithmen und Künstlicher Intelligenz ermöglicht es, komplexe Simulationen durchzuführen, Fehler aus der Vergangenheit zu analysieren und für die Zukunft zu planen. Produkte und Prozesse lassen sich so im virtuellen Raum testen, bevor sie Realität werden.



Lieferketten belastbarer machen

Digitale Zwillinge sind ein Wachstumsmarkt, der im Jahr 2020 mit 3,1 Milliarden US-Dollar bewertet wurde. Einige Branchenanalysten spekulieren, dass er bis mindestens 2026 auf einen geschätzten Wert von 48,2 Milliarden US-Dollar anwachsen könnte, teilt das IT-Unternehmen IBM mit. Warum das so ist, das zeigt sich auch an der TUM.

So forscht Prof. David Wuttke auf dem Campus Heilbronn daran, wie Algorithmen und Maschinen für die Modellierung von Optimierungsprozessen eingesetzt werden können. Auf diese Weise lassen sich mithilfe digitaler Zwillinge künftig Lieferketten verbessern. Sie können eine reale Lieferkette virtuell nachbilden oder auch einzelne Logistiksysteme oder Lagerhäuser. Anhand von Echtzeitdaten sind dann Analysen und Prognosen möglich, können versteckte Risiken identifiziert und Fehler vermieden werden. Ebenso kann simuliert werden, wie belastbar eine Lieferkette ist. „Viele Fehler lassen sich durch den Einsatz digitaler Zwillinge identifizieren und eliminieren. Der Grund: Maschinen oder Algorithmen, die große Datenmengen verarbeiten und veranschaulichen können, geben uns die Möglichkeit, das große Ganze zu sehen“, sagt Prof. Wuttke. „Mithilfe digitaler Zwillinge können Managerinnen, Manager oder Mitarbeitende bestimmte Bereiche analysieren, ins Innere der Maschine tauchen und Rückschlüsse ziehen.“

Für die sicherste Variante entscheiden

Wie man ein virtuelles Abbild einer ganzen Stadt erschafft, wird in München getestet. Der digitale Zwilling der Metropole kommt in vielen Bereichen zum Einsatz. Er hilft der

Stadtverwaltung dabei, ihre Prozesse zu digitalisieren, und sorgt dafür, dass sich die Fahrzeuge des Abfallwirtschaftsamtes genau dann in Bewegung setzen, wenn die mit Sensoren versehenen Altkleider-Container melden, dass sie voll sind. Der Lehrstuhl für Verkehrstechnik der TUM hat dabei den Zuschlag für die wissenschaftliche Begleitung des Projekts erhalten. Seine Aufgabe unter anderem: Verkehrsdaten sammeln und Verkehrssimulationen erstellen. Neue Radwege können so zum Beispiel erst mal im digitalen München angelegt werden – und die reale Stadt kann sich dann für die sicherste Variante mit dem besten Verkehrsfluss entscheiden.

Auch in der Batteriezellenforschung unterstützen digitale Zwillinge. Leistungsstarke Batteriezellen sind essenziell für die Elektromobilität und damit ein wichtiger Hebel für die Energiewende. Eine virtuelle Abbildung kann helfen, Schwachstellen in der Produktion zu identifizieren und die Prozessoptimierung zu beschleunigen. Die Fraunhofer-Einrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle ist derzeit dabei, mit weiteren Forschungsinstitutionen einen digitalen Zwilling einer vollständigen Batteriezellproduktion zu erstellen, der sowohl das Fabrikgebäude, die Produktionsmaschinen als auch das Produkt abbildet.

In der Medizin und im Gesundheitswesen eröffnen digitale Zwillinge ebenfalls ganz neue Möglichkeiten. Es wird zwar noch einige Zeit vergehen, bis wir unsere virtuellen Zwillinge in die Arztpraxis schicken können. Aber so weit weg ist diese Zukunftsvision nicht, wie die Forschung des TUM-Professors Jingui Xie (S. 14) und von Dr. Tobias Köppl (S. 17) zeigt. ●

Für ein resistenteres Gesundheitswesen

Die Covid-19-Pandemie hat eines deutlich gezeigt: Unser Gesundheitssystem ist auf ein exponentiell wachsendes Krankheitsgeschehen nur unzureichend vorbereitet. Am TUM Campus Heilbronn forscht Prof. Jingui Xie daran, wie Krankenhäuser auf Basis von Datenwissenschaften und Analytik Ressourcen und Kapazitäten besser planen und zuweisen zu können.

Überlastete Intensivstationen, Krankenschwestern und -pfleger am Rande des Burnouts und Notärztinnen und -ärzte, die darum kämpfen, freie Krankenhausbetten für ihre Patientinnen und Patienten zu finden, waren während

der Pandemie an der Tagesordnung. Die Gesundheitsämter befanden sich mitunter in einer schwierigen Situation und waren auf die Unterstützung der Bundeswehr angewiesen, um mit der Erfassung der Infektionsmeldungen Schritt zu halten. In einigen Fällen vertrauten sie auf Methoden, die für die riesigen Datenmengen während einer globalen Krise nicht geeignet waren. Diese Situation im Gesundheitswesen war nicht nur in Deutschland, sondern in vielen Ländern der Welt zu beobachten.

Krankenhäuser gegen globale Krisen rüsten

Was das Gesundheitssystem punktuell an den Rand des Kollapses brachte, war die dynamische Entwicklung der Pandemie. Die starken Schwankungen in der Nachfrage nach Personal und freien Betten, die Unsicherheiten in der Vorhersage der Entwicklungen machten den effizienten Umgang mit den vorhandenen Kapazitäten für alle Beteiligten zur großen Herausforderung.

Herkömmliche Modelle des maschinellen Lernens, die für die Kapazitätsplanung genutzt werden, geben in der Regel einen durchschnittlichen Ressourcenbedarf aus. Sie liefern jedoch selten verlässliche Vorhersagen oder Schätzungen von Nachfrageschwankungen und reichen daher für eine bedarfsgerechte Planung nicht aus.



Prof. Jingui Xie lud zum Workshop nach Heilbronn.

Genau hier setzt Prof. Jingui Xie mit seiner Forschung an. Am TUM Campus Heilbronn forscht er daran, wie das Gesundheitswesen von Datenanalysen, Vorhersagemodellen für maschinelles Lernen und datengesteuerten Optimierungsmethoden profitieren kann, um es robuster zu machen gegen globale Krisen – aber auch widerstandsfähiger im Alltag. Ein effizientes Krankenhausressourcenmanagement, davon ist er überzeugt, kann die negativen Auswirkungen einer Pandemie wie Covid-19 auf die öffentliche Gesundheit mindern.

„Krankenhäuser können Daten und Vorhersagemodelle nutzen, um die Anzahl der eintreffenden Patientinnen und Patienten abzuschätzen, den Personalbestand durch abteilungsübergreifende Schulungen und flexible Zeitpläne zu optimieren und Ressourcen basierend auf den Bedürfnissen der Patientinnen und Patienten zuzuweisen“, erklärt er. „Diese Maßnahmen stellen sicher, dass Krankenhäuser über genügend Personal, Ausrüstung und



Forschende aus aller Welt, ein Thema: das Gesundheitswesen gegen Krisen wappnen.

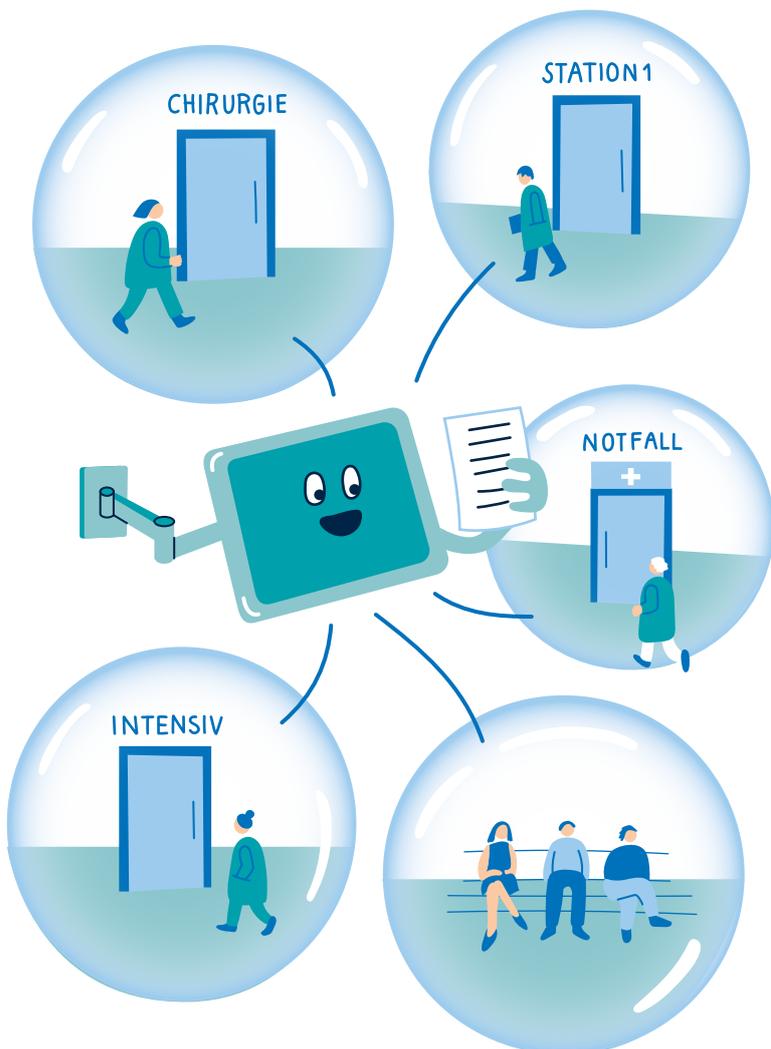
Material verfügen, um den Bedarf zu decken und die Patientinnen und Patienten angemessen zu versorgen, während gleichzeitig das Burnout- und Gefährdungsrisiko minimiert wird.“

Krankenhäuser könnten also künftig einen digitalen Zwilling für ihre Kapazitätsplanung einsetzen, der auch begrenzte Ressourcen optimal zu nutzen weiß. Dadurch können Krankenhäuser künftig auch auf unerwartete Situationen wie eine Pandemie adäquat reagieren.

Internationale Zusammenarbeit essenziell

Die Covid-19-Pandemie hat etwas Weiteres deutlich gemacht: Eine globale Krise kann kein Land für sich alleine bewältigen. Es kommt auf internationale Zusammenarbeit und den Informationsaustausch zwischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern über Landesgrenzen hinaus an.

Um diesen weiter anzuregen, hielt Prof. Xie einen zweitägigen Workshop am Zentrum für digitale Transformation. 20 Teilnehmende international renommierter Universitäten wie der University of Cambridge, der London Business School, der Rotterdam School of Management, der Universität Zürich und der École des Mines de Saint-Étienne folgten seiner Einladung und kamen auf den TUM Campus Heilbronn. Die Forschenden tauschten sich etwa dazu aus, wie mithilfe von Echtzeit-Prognosen Covid-19-Patientinnen und -Patienten ideal auf die freien Betten in Krankenhäusern einer Region oder über Regionen hinweg verteilt werden können oder wie Behandlungen so zugewiesen werden, dass Kapazitäten optimal genutzt werden und gleichzeitig die Wartezeit für Patientinnen und Patienten akzeptabel bleibt.





Prof. Nadia Lahrichi, Polytechnique Montréal

„Der Workshop war eine großartige Gelegenheit, um sich auszutauschen und gemeinsame Forschungsarbeiten anzustoßen“, sagt Prof. Nadia Lahrichi von der Polytechnique Montréal. In ihrem Vortrag stellte sie einen neuen Ansatz vor, wie Bettennutzung und Patientenauswahl in die chirurgische Gesamtplanung im Operationssaal (OP) integriert werden können. Ausgangspunkt ist die Auswahl von Patientinnen und Patienten, die für einen bestimmten Zeitraum auf der OP-Liste stehen sollen, und die Zuweisung eines Tages, eines OP-Saals und eines Zeitblocks für jedes Fachgebiet. Ziel ist es, unter Berücksichtigung relevanter Faktoren die Wahrscheinlichkeit von Ausfällen besser vorausberechnen zu können, um jeden OP-Saal optimal auszulasten.

Das Entlassmanagement wiederum nahm Prof. Jean Pauphilet von der London Business School in den Blick. In Kooperation mit zwei US-Krankenhausnetzwerken entwickelt er innovative Modelle für maschinelles Lernen, die mithilfe von Echtzeit-Daten präzise Vorhersagen über die Aufenthaltsdauer von stationär behandelten Patientinnen und Patienten treffen können sollen. „Updates in Echtzeit können Ärzten und Pflegekräften helfen, medizinische Risiken oder Hindernisse, die einer Entlassung entgegenstehen, zu erkennen und die Qualität der Pflege zu verbessern“, ist er sich sicher.

Modelle auf andere Branchen übertragbar

Auch über die Herausforderungen, die Gesundheitsanalysen mit Big Data mit sich bringen, diskutierten die Teilnehmenden. „Dazu gehören Datenqualität, Datenschutzbedenken, Interpretierbarkeit sowie ethische Erwägungen“, sagt Prof. Xie. „Wir müssen uns diesen Herausforderungen stellen, um genaue und faire Ergebnisse zu gewährleisten und gleichzeitig die Privatsphäre und ethische Bedenken der Patientinnen und Patienten zu respektieren.“ Dann können die Modelle die Gesundheitssysteme deutlich widerstandsfähiger machen.

„Durch die verbesserte Verwaltung medizinischer Ressourcen können diese Modelle erhebliche Vorteile für Patientinnen, Patienten, Pflegekräfte und die Wirtschaft insgesamt bieten“, bringt es Prof. Xie auf den Punkt. Und sie sind auf andere Branchen übertragbar – gerade auf solche, die mit schwankenden Nachfragen umgehen müssen. „Datengesteuerte, robuste Optimierungslösungen können hier helfen, die Verschwendung von Energie oder verderblichen Produkten zu reduzieren, indem die Kapazitäten dynamisch und präzise an die Nachfrage angepasst werden.“ ●



Prof. Jean Pauphilet, London Business School

Laufend neue Gesundheitsdaten

Dr. Tobias Köppl ist Mathematiker im Dienste der Gesundheit. Mithilfe von Methoden des Wissenschaftlichen Rechnens unterstützt er die Entwicklung neuer medizinischer und biotechnologischer Verfahren in der Individualmedizin. Seine numerischen Modelle des Herz-Kreislaufsystems helfen beispielsweise, Bewegungstherapien zu verbessern. Ein Projekt, bei dem er unter anderem mit dem Ultramarathonläufer Jürgen Mennel aus Neckarsulm zusammenarbeitet.

480.000 Kilometer. So viel ist Jürgen Mennel in seinem Leben schon gelaufen. „Die 500.000 sind mein Großziel“, sagt er und lacht. Mit acht Jahren begann er mit dem Lauftraining, 1988 wurde er über 100 Kilometer Vizeweltmeister. „Bewegung ist heilsam“, weiß der Sporttherapeut aus Erfahrung.

Diese Botschaft trug er auch mit sich, als er 2010, anlässlich des 2.500-jährigen Jubiläums des Athen-Marathons, von Heilbronn nach Athen lief – eine Strecke von 2.200 Kilometern. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler veröffentlichten parallel zu seinem Lauf neue Forschungsergebnisse zu positiven Gesundheitseffekten des Sports. Es sollte der Ausgangspunkt werden für die Entwicklung der „Digitalen Laufbandplattform“, an der Jürgen Mennel neben der TUM mit weiteren Forschungsinstituten sowie Hochschulen arbeitet, etwa dem Fraunhofer IAO in Stuttgart oder dem Fraunhofer Kodis in Heilbronn.

„Wir wollten herausfinden, wie wir Daten, die während des Trainings auf dem Laufband erhoben werden, nutzen können, um virtuell darzustellen, was genau im Körper passiert“, erklärt Jürgen Mennel. Die Daten reichen von Bildmaterial zur Visualisierung von Blutgefäßen und Knochen bis hin zur Messung von Puls- und Blutdruckkurven. „Und noch viel wichtiger: Welchen Nutzen kann man aus diesen Erkenntnissen ziehen, um etwa Bewegungstherapien zu verbessern?“



Jürgen Mennel, Initiator der „Digitalen Laufbandplattform“

Doch die Prozesse des Körpers zu simulieren, ist alles andere als einfach. Allein bei der virtuellen Darstellung von Gefäßsystem und Blutströmungen fallen riesige Datenmengen an. Außerdem sind komplizierte Berechnungen durchzuführen: das Spezialgebiet von



Dr. Tobias Köppl, der bis April 2023 am TUM Campus Heilbronn lehrte: „Die Simulation von Blutströmung in größeren Gefäßen ist seit Jahren ein wesentlicher Bestandteil meiner Forschung. Aus diesem Grund ist Herr Mennel an mich herangetreten und hat mich um eine Unterstützung seines Projekts gebeten.“

Vorstufe des digitalen Zwillings

Eine aussagekräftige Strömungssimulation basiert auf zahlreichen Parametern wie der Länge der Gefäße, der Dicke und Dehnbarkeit der Gefäßwände. Einige davon, wie die Dehnbarkeit, sind nur schwer zu ermitteln und werden daher mithilfe komplexer Verfahren aus den Datenwissenschaften geschätzt. Um die Länge oder den Durchmesser zu ermitteln, muss das jeweilige Gefäß aus Bilddaten mit aufwendigen Verfahren rekonstruiert werden.

Für die „Digitale Laufbandplattform“ arbeitete Dr. Köppl mit vereinfachten Strömungsmodellen, um die Verteilung des Blutvolumens im Körper zu ermitteln. „Der Vorteil

dieses Ansatzes besteht darin, die Rechenzeit zur Ermittlung des Ergebnisses erheblich herabzusetzen, ohne die Genauigkeit der Zielgrößen wesentlich zu beeinträchtigen“, erläutert er.

So kann beispielsweise ermittelt werden, welchen Effekt eine Therapie auf die Blutversorgung der Leber hat. Ein wichtiger Parameter – vor allem für Patientinnen und Patienten mit einer Fettleber, welche durch Übergewicht und falsche Ernährung, aber auch infolge einer Diabeteserkrankung entstehen kann. „Ein Weg, um dies zu verhindern, besteht darin, die Durchblutung der Leber zu verbessern“, sagt Dr. Köppl. Dabei kann eine Bewegungstherapie helfen.

Und eine solche Therapie ist umso erfolgreicher, je genauer sie auf die Patientin oder den Patienten zugeschnitten ist. Wie warm soll das Wasser sein, in dem ein Patient schwimmt? Wie lange und intensiv sollte die Trainingsphase für die Patientin auf dem Laufband ausfallen? Solche Fragen soll die „Digitale Laufband-



Dr. Tobias Köppl übersetzt medizinische Daten in digitale Simulationen.

plattform“ bald individuell beantworten können. Neben der Simulation des Blutstroms können beispielsweise auch Muskelbewegungen dargestellt werden. „Man kann das bereits als eine Vorstufe zu einem digitalen Zwilling für jede einzelne Patientin und jeden einzelnen Patienten ansehen“, sagt Dr. Köppl.

Gesellschaftlicher Nutzen

Der Mathematiker geht davon aus, dass in den kommenden Jahren immer größere Teile des menschlichen Organismus durch Computermodelle dargestellt werden können. Vom Netzwerk der Blutgefäße bis zu einem numerischen Modell des Herzens. Techniken des maschinellen Lernens helfen den Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern dabei, die riesigen Datenmengen zu verarbeiten und nutzbar zu machen. In Zukunft könnten diese Verfahren durch den Einsatz von Quantencomputern noch weiter beschleunigt werden.

Mit Blick auf die Präventiv-, aber auch die Akutmedizin kann von dieser Entwicklung jede Patientin, jeder Patient



Ein Ziel der Forschung: Bewegungstherapien verbessern.

profitieren. „Eine Auswertung der medizinischen Daten von Patientinnen und Patienten durch Methoden der Datenwissenschaften wie zum Beispiel neuronalen Netzen ermöglicht es, dass Risikofaktoren und deren Kombinationen für die Gesundheit, wie Übergewicht, erhöhter Blutzucker oder Blutdruck, automatisiert ermittelt werden können“, sagt Dr. Köppl. „Abhängig von der Menge der Daten kann eine erste Diagnose schneller erarbeitet werden, als dies ein Mensch tun könnte.“ Eine Reduzierung der Diagnose- und Behandlungszeit könne zu einer wichtigen Entlastung des Gesundheitswesens führen.

Er gibt jedoch zu bedenken: „Die Speicherung von Daten, die Aufschluss über den Gesundheitszustand geben können, muss strengen Datenschutzbestimmungen genügen.“ Erhielten zum Beispiel Versicherungen Zugriff darauf, ließen sich Patientinnen und Patienten gegebenenfalls einer Risikogruppe zuordnen, was zu einer Erhöhung von Versicherungsbeiträgen führen könne. Der Umgang mit den sensiblen Patientendaten habe somit oberste Priorität. ●

„Keine Daten im System, keine auslesbaren Spuren“

Den Schatz an Daten bergen und interpretieren – Prof. Luise Pufahl erklärt im Interview, was Process Mining in der heutigen Geschäftswelt so attraktiv macht und welchen Herausforderungen sie in ihrer Forschung begegnet.

Frau Prof. Pufahl, was genau zeichnet Process Mining aus?

Luise Pufahl: Process Mining betrachtet, wie sich Vorgänge über einen bestimmten Zeitraum entwickeln. Führen Unternehmen Geschäftsprozesse aus, etwa um Leute einzustellen oder Produkte zu fertigen, hinterlässt das jede Menge Spuren in IT-Systemen. Process Mining eröffnet die Möglichkeit, diese digitalen Fährten – zum Beispiel Datum und Uhrzeit des Eingangs einer Bestellung – aus den operativen IT-Systemen von Unternehmen zu extrahieren und implizites Prozesswissen zu heben. Dies ermöglicht Einsichten, wie ein Geschäftsprozess in der Realität gelebt wird und vor allem, wie konform er in Bezug auf Gesetze und Branchenleitlinien ist. Es lassen sich Engpässe oder Schwierigkeiten identifizieren und Geschäftsprozesse kontinuierlich weiterentwickeln.

Das klingt nach einem großen Potenzial dieser digitalen Insights. Wo stößt das Verfahren jedoch an Grenzen?

Luise Pufahl: Eine offenkundige Grenze besteht darin, dass der Prozess durch ein IT-System unterstützt werden muss, sonst lässt sich Process Mining gar nicht erst einsetzen – ähnlich wie bei Data-Mining-Techniken. Keine Daten im System, keine auslesbaren Spuren.

Ein weiteres Hindernis kann in einer mangelhaften Datenqualität liegen. Beispielsweise: In Krankenhäusern werden Unmengen an Daten erhoben und manuell dokumentiert. Allerdings sind diese meist unzureichend, was in der Natur der Sache liegt, da das Personal dort auf

die Pflege der Patientinnen und Patienten fokussiert ist und nicht auf die Dokumentation. Bei schlechter Qualität kann man noch so viel analysieren, da kommen keine tragfähigen Ergebnisse heraus – garbage in, garbage out gewissermaßen!

Wie können Unternehmen die datengetriebene Prozessoptimierung gewinnbringend nutzen?

Luise Pufahl: Möchte man diese Verfahren einsetzen, gibt es meines Erachtens drei wichtige Anwendungsfälle. Zunächst habe ich die Möglichkeit, den Prozess transparent zu machen. Früher wurden Leute zu ihren Arbeitsweisen interviewt. Durch den evidenzbasierten Ansatz können wir heute genau ermitteln, wie ein bestimmter Prozess ausgeführt wird. Das resultierende Prozessdiagramm hilft Unternehmen, ein Verständnis davon zu entwickeln, was eigentlich bei ihnen passiert.

Auch Schlüsselkennzahlen, sogenannte KPIs, lassen sich mit Process Mining messen und überprüfen. Unternehmen können etwa nachvollziehen, wie lange es vom Erstkontakt mit einem Kunden bis zum Vertragsabschluss dauert. In welchen Fällen geht es schnell? Wann vergeht viel Zeit? Daraus lässt sich ableiten, ob und welche Änderungen vorgenommen werden sollten.

Ein wichtiger weiterer Punkt – hier setzt meine Forschung an – ist das Thema Regularien. Mithilfe von Process Mining kann überprüft werden, ob Gesetze, Regeln oder interne Guidelines bei der Ausführung eines Prozesses eingehalten werden.

Worauf kommt es dabei besonders an?

Luise Pufahl: Im Process Mining gibt es unterschiedliche Operationen. Beim Process Discovery rückt der eigentliche Prozess in den Fokus. Darüber hinaus kommt das Conformance-Checking zum Tragen. Das bedeutet, der Prozess verhält sich idealerweise so, wie die Guideline ihn vorsieht. Im Vergleich mit den tatsächlichen Daten lässt sich so schnell erkennen, wo die Richtlinien genau verfolgt werden und wo Abweichungen und mögliche Gründe dafür existieren. Abweichungen können in bestimmten Fällen nützlich sein; geht es jedoch um die Einhaltung von Datenschutzregeln oder Ähnlichem, ist es wichtig, korrekt vorzugehen. Der Vergleich des Realprozesses mit gesetzlichen Vorschriften zur Prüfung der Prozessqualität wird allerdings derzeit wenig eingesetzt, da die Interpretation der Conformance-Checking-Ergebnisse für Prozessexperten noch äußerst herausfordernd ist.

Zu diesem Thema forschen Sie gemeinsam mit der Universität Mannheim in einem Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Können Sie uns da einen Einblick geben?

Luise Pufahl: Lassen Sie es mich unterbrechen: Auf der einen Seite stehen die Daten, auf der anderen die Regularien, und schließlich gibt es die Techniken, mit denen sich beides abgleichen lässt. So einfach wie in der Theorie ist es in der Praxis aber leider nicht. Textuell beschriebene Guidelines müssen so formalisiert und übersetzt werden, dass ein IT-System damit umgehen kann. Das ist schwierig. Hier setzen wir an und forschen an neuartigen Methoden und Techniken, etwa mithilfe von Natural Language Processing, um den Abgleich von gesetzlichen Vorschriften und Branchenleitlinien mit den Prozessdaten zu erleichtern. Zudem beschäftigen wir uns mit der Frage, wie die Ergebnisse visualisiert und aufbereitet werden können, sodass die Nutzer daraus sinnvolle Schlüsse ziehen können. Hierfür nutzen wir auch Erkenntnisse aus dem Visual-Analytics-Bereich.



Prof. Luise Pufahl

Wo liegen die markantesten Herausforderungen in solchen Prozessen?

Luise Pufahl: Auf Unternehmen strömen sehr viele, sich schnell verändernde Regeln ein, an die sie sich anpassen müssen. Kann man auf die beschriebenen Process-Mining-Techniken zurückgreifen, erleichtert es zu entscheiden, ob man einer neuen Regel folgt oder nicht und wo Änderungen nötig sind. Trotz aller Verfahren und Hilfestellungen sind es letztlich aber die Verantwortlichen in Unternehmen, die entscheiden müssen. Es braucht den Menschen, um etwas zu interpretieren. Auch was die Bewertung und Einordnung der Ergebnisse betrifft. Daher ist es wichtig, den Menschen in die Analysen einzubinden – „Human in the loop“ nennen wir das. Wir sind unterstützend dabei, können die Entscheidung aber nicht komplett abnehmen. So weit sind wir noch nicht. Und das ist auch gut so. ●

Fit für Führungsaufgaben

Als WoMent-Tandem sind Studentin Jessica Brüggmann und Führungskraft Dr. David Kappel ein eingespieltes Team. Wir haben beide getroffen und mit ihnen darüber gesprochen, wie sie von ihrem Engagement in dem Cross-Mentoring-Programm profitieren.



„Die Zukunft ist weiblich.“ So oder so ähnlich hallt es seit geraumer Zeit nicht nur durch die Medienlandschaft. Doch auf eine nicht näher genannte Zukunft wollen sich engagierte junge Frauen in puncto Karriere nicht verlassen, sondern bereits in der Gegenwart ihr Potenzial unter Beweis stellen. Solches Female Empowerment konnten wir – passenderweise am Internationalen Frauentag – live erleben: Jessica Brüggmann, Bachelorstudentin in Management & Technology an der TUM am Campus Heilbronn, und Dr. David Kappel, Vice President Global Engineering bei der duagon AG, geben uns Einblick in ihre Mentoring-Partnerschaft.

„Wir können es uns nicht leisten, auf gut ausgebildete Frauen in Führungspositionen zu verzichten“, bringt David

Kappel den vorherrschenden Fachkräftemangel auf den Punkt. „Nach wie vor existieren jedoch hartnäckige Stereotype, die Männern im Berufsleben Vorteile verschaffen.“



**Es hat Vorteile,
wenn man gemischte
Teams hat.**

Dr. David Kappel

Das beginnt bereits mit der Erziehung im Kindesalter, geht weiter bei der Studien- und Berufswahl. Vor allem technische Studiengänge sind männlich dominiert“, weiß der

promovierte Ingenieur, der zwölf Jahre lang Lehrbeauftragter an der Hochschule Heilbronn im Studiengang Elektrotechnik war.

Es gibt also einiges zu tun, um neue Handlungsoptionen, Perspektivenwechsel, Ermutigung und ambitionierte Zielbilder entstehen zu lassen. Nicht zuletzt deshalb hat er sich entschieden, weiblichen Führungskräften von morgen im Rahmen des WoMent-Programms mit Rat und Tat zur Seite zu stehen. „Ich möchte dazu beitragen, dass wir uns sowohl gesellschaftlich als auch ökonomisch weiterentwickeln, uns vom Schubladendenken befreien“, erklärt er.

„Das gibt Rückendeckung“

Mit Jessica Brügmann betreut David Kappel bereits seine dritte Mentee. Die junge, souverän auftretende Frau ist vom Konzept überzeugt: „WoMent hat mich sofort angesprochen, und ich bin froh, dass ich auf meine Bewerbung hin und nach einem Auswahlverfahren ins Programm aufgenommen wurde.“ Seitdem hat sie mit David Kappel einen erfahrenen Mentor an ihrer Seite. „Wir treffen uns – meist in Videocalls – ein Mal im Monat und besprechen alles, was bei mir gerade anliegt, egal ob ich wissen will, wie ich für eine Bewerbung meinen Lebenslauf am besten strukturiere, oder Tipps zum Auftreten in bestimmten Situationen brauche“, erzählt sie. Doch auch sonst hat ihr Mentor jederzeit ein offenes Ohr für sie. „Jemanden zu haben, der mich unterstützt und an den ich mich wenden kann, das gibt Rückendeckung. Es bestärkt mich darin, meine Ziele zu erreichen.“

Im Dialog mit erfahrenen Leuten

Auch über die Mentorbeziehung hinaus kann Jessica Brügmann viel aus dem Programmangebot ziehen. Monatliche, aufeinander aufbauende Workshops greifen Fragestellungen auf, die im Unialltag keinen Platz haben. Besonders in Erinnerung geblieben ist der Studentin das Thema Mikroresonanz. Hier ging es um die Bedeutung von Emotionen und darum, wie man im Arbeitsumfeld Intentionen und Belastung von Mitarbeitenden erkennen kann.

„Ergänzend zum Austausch mit Herrn Kappel vermitteln mir die Workshops eine gute Gesamtbasis. Ich lerne, welche Potenziale und Ziele ich habe, wie ich auftreten muss, um in einer Führungsposition ernst genommen zu werden.“

Begegnung auf Augenhöhe

All die bereits gemachten Erfahrungen haben Jessica Brügmann in ihrer Entwicklung vorgebracht. „Es gibt vieles, das für die persönliche Reife sehr wichtig ist, in Univorlesungen aber kaum zur Sprache kommt. Da muss man mit erfahrenen Leuten in Dialog treten“, fasst die junge Frau zusammen, was für sie WoMent ausmacht.



Jessica Brügmann und Dr. David Kappel

Und auch ihr Mentor David Kappel entwickelt durch die Auseinandersetzung mit den Mentees neue Ansätze: „Ich erlebe konkret, wie die Generation junger Frauen tickt, was sie bewegt, welche Anforderungen sie an ihren zukünftigen Arbeitgeber und dessen Firmenkultur haben, und kann dies bei meinen Entscheidungen berücksichtigen.“ Besonders schätzt er die Begegnung auf Augenhöhe und das Engagement der jungen Frauen, die sich schon frühzeitig mit ihrer Karriere beschäftigen. „Ihnen ist nicht egal, was kommt; sie stellen sich hin und sagen: Hier bin ich, greifen wir's an!“

Was genau Jessica Brügmann in Zukunft anpacken wird, weiß sie noch nicht. Gerade sammelt sie während eines Auslandssemesters in China weitere wertvolle Erfahrungen. Danach fokussiert sie sich auf ihren Abschluss. „Durch Herrn Kappel habe ich gelernt, dass es manchmal besser ist, sich nicht zu sehr zu stressen, sondern im jetzigen Moment das Beste zu tun, was man gerade für die eigene Karriere tun kann.“

WoMent

Das institutionsübergreifende Cross-Mentoring-Programm, initiiert von Katharina Rust und getragen durch den Verein Wissensstadt Heilbronn e.V. sowie von der Dieter Schwarz Stiftung gefördert, richtet sich an Studentinnen aller Heilbronner Hochschulen.

Vonseiten der TUM am Campus Heilbronn betreut Prof. Michael Stich das Programm mit, das die jungen Frauen dabei unterstützt, schnell in der Berufswelt Fuß zu fassen. Die Teilnehmerinnen bekommen eine Mentorin oder einen Mentor, die in einem Unternehmen der Region eine Führungsposition innehaben, an die Seite gestellt. Die Mentees können während der einjährigen Tandempartnerschaft Einblick in deren Berufsalltag nehmen und von deren Erfahrung profitieren. Ergänzt wird diese individuelle Betreuung um ein attraktives Workshop-Programm.



Exzellenter Output

Der Transfer relevanter Forschungsergebnisse in die Gesellschaft stellt eine zentrale Aufgabe der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am TUM Campus Heilbronn dar. Sie sind gefragte Ansprechpartnerinnen und -partner für reichweitenstarke, bekannte Medien und ordnen Fragen des aktuellen Diskurses ein.

Unterstützung beim Zugang zu frühkindlicher Bildung

18 Prozent beträgt die Lohnlücke zwischen den Geschlechtern in Deutschland, 7 Prozent, wenn man strukturelle Unterschiede herausrechnet. Immer noch arbeiten rund zwei Drittel der erwerbstätigen Mütter in Teilzeit, bei den Vätern ist es nicht einmal jeder zehnte. Es ist ein offenes Geheimnis, dass die Quote der Mütter, die eine Erwerbsarbeit aufnehmen oder Stunden aufstocken, steigt, wenn das

Angebot an außerfamiliärer Kinderbetreuung wächst. Seit zehn Jahren besteht hierzulande für Kinder ab dem ersten Lebensjahr ein Rechtsanspruch auf einen Betreuungsplatz in einer Kindertageseinrichtung.

Erhebungen zeigen jedoch, dass vor allem Kinder aus wenig privilegierten Familien seltener eine Kindertageseinrichtung besuchen. Der Unterschied zwischen Kindern von Eltern mit und ohne Abitur beträgt 14 Prozentpunkte.

Woran liegt das? Wie können Familien aus sozioökonomisch schwächeren Schichten Unterstützung beim Zugang zu einem Betreuungsangebot erfahren? In einer Studie ging Prof. Philipp Lergetporer vom TUM Campus Heilbronn gemeinsam mit vier Kolleginnen und Kollegen genau diesen Fragen nach.

„Der Bewerbungsprozess in den Kitas in Deutschland ist sehr komplex“, erklärt Prof. Lergetporer in einem Interview mit dem Magazin „Der Spiegel“. Häufig erfolgt die Bewerbung inzwischen über eine zentrale Online-Plattform. Die zahlreichen Angaben und Nachweise, die gefordert werden, sind für Eltern mit niedrigerem Bildungsniveau oft nur schwer zu verstehen. Daher haben Prof. Lergetporer und sein Team 607 Familien in eine Stichprobe aufgenommen und rund die Hälfte davon aktiv im Bewerbungsprozess unterstützt. Das Ergebnis: „Die Kita-Teilnahmequote von sozioökonomisch schwächeren Familien ist um rund 16 Prozentpunkte gestiegen. Das ist ein starker Effekt, den wir in dieser Deutlichkeit nicht erwartet hätten“, zieht Prof. Lergetporer Bilanz.



Prof. Philipp Lergetporer

Weiterhin fiel positiv auf, dass die Arbeitsmarktteiligung der sozioökonomisch schwächeren Mütter, die Unterstützung erhalten hatten, eineinhalb Jahre später deutlich höher lag als die der Mütter aus der Kontrollgruppe ohne Hilfe. So arbeiteten diese Mütter mehr Stunden pro Woche, hatten ein höheres Haushaltseinkommen (+ 10 Prozent) und einen höheren Verdienst (+ 22 Prozent). Die Ergebnisse legen nahe, dass ein erleichterter Zugang zu frühkindlicher Bildung ein wirksames politisches Instrument sein kann, um die Beschäftigungsquote insbesondere von Müttern aus sozioökonomisch schwächeren Schichten zu erhöhen.

Über die Studie wurde unter anderem im Magazin „Der Spiegel“ und beim „Bayerischen Rundfunk“ berichtet.



Warum lassen Datenpannen die Börsenkurse kalt?

In Zeiten, in denen die Zahl der gesammelten Daten rasant wächst, sind Datenpannen keine Seltenheit. Gerade wenn es um sensible Daten wie Passwörter, Kontodaten oder Gesundheitsinformationen geht, ist die Aufregung groß – dann ist häufig die Rede von Sicherheitslücken, Hackerangriffen, Phishing-Betrugsversuchen und Datenlecks.

In vielen Ländern sind Unternehmen gesetzlich verpflichtet, sowohl die Aufsichtsbehörden als auch die Kundinnen und Kunden über solche Datenschutzverletzungen möglichst rasch zu informieren. Obwohl Pannenberichte bei den betroffenen Betrieben zu Reputationsschäden und Kursverlusten führen können, deuten bisherige Untersuchungen darauf hin, dass die Aktienmärkte relativ gelassen darauf reagieren. Daher untersuchte Prof. Jens Förderer, Professor für Innovation und Digitalisierung am TUM Campus Heilbronn, gemeinsam mit Sebastian Schütz von der Florida International University, ob die mangelnde Reaktion der Märkte darauf zurückzuführen ist, dass die Unternehmen ihre Datenverluste bewusst an Tagen vermelden, an denen eine Vielzahl marktrelevanter Nachrichten die Schlagzeilen dominieren. „An hektischen Tagen müssen sowohl

Redaktionen als auch Analystinnen und Analysten Prioritäten setzen, welche Informationen sie aufgreifen“, sagt Prof. Förderer. Dadurch fällt die Aufmerksamkeit geringer aus, die Marktreaktion wird abgeschwächt.

Für die Studie wertete das Professorenteam die Veröffentlichung von mehr als 8.000 Datenlecks börsennotierter US-Unternehmen aus den Jahren 2008 bis 2018 aus. Sie nutzten Informationen der Non-Profit-Organisation Identity Theft Resource Center (ITRC) und glichen die Zeitpunkte der Datenverlustmeldungen mit Tagen ab, an denen viele Firmen ihre Quartalszahlen im „Wall Street Journal“ vorstellten. Dabei fiel auf: An Tagen, an denen mit höherem Nachrichtendruck zu rechnen war, wurden fast viereinhalb Prozent mehr Datenschutzverletzungen bekannt gegeben. „Unsere Ergebnisse legen nahe, dass Unternehmen die Bekanntgabe ihrer Datenlecks strategisch planen und gezielt auf eine geringere Aufmerksamkeit setzen“, erklärt Prof. Förderer. Bei schwerwiegenden Datenschutzverletzungen ist dieses Timing sogar häufiger zu beobachten, etwa wenn es um besonders sensible Daten wie Gesundheits- oder Zugangsdaten geht.



Prof. Jens Förderer

Des Weiteren untersuchten Prof. Förderer und sein Kollege die Aktienkurse der Unternehmen nach der Bekanntgabe der Datenverluste. Tatsächlich fiel der Kursverlust für die betroffenen Unternehmen an nachrichtenstarken Tagen geringer aus. Das Fazit der Wissenschaftler lautet daher: Die Spielräume für die Bekanntgabe von Datenverlusten möglichst eng fassen. „Je länger die Meldefrist ist, desto eher können Unternehmen die Bekanntgabe strategisch planen und deren Zweck unterlaufen“, sagt Prof. Förderer.

Über die Studie wurde unter anderem in der „Süddeutschen Zeitung“, dem „Manager Magazin“ und im „Harvard Business Manager“ berichtet.



Wann der Einsatz von Augmented Reality in der Produktion sinnvoll ist

Immer mehr Unternehmen setzen auf den Einsatz von Augmented Reality (AR), um beispielsweise ihre Produktivität zu steigern. Eine Studie unter der Leitung von David Wuttke, Professor für Supply Chain Management am Center for Digital Transformation am TUM Campus Heilbronn, zeigt, wie die Kombination der realen Wirklichkeit mit einer computergenerierten dieses Ziel tatsächlich erreichen kann und wo dies nicht sinnvoll ist. Davon berichtete er unter anderem im Interview mit dem „Deutschlandfunk“.

Gemeinsam mit seinem internationalen Team entwickelte Prof. Wuttke einen Versuchsaufbau, bei dem 50 Werkmitarbeitende eines deutschen Technologieunternehmens die ihnen unbekannt Aufgabe zugewiesen bekamen, ein elektronisches Produkt zusammenzubauen. Die Hälfte der zufällig ausgewählten Probanden erhielt dafür eine Anleitung auf Papier, den übrigen 25 Teilnehmenden wurden die komplexen Arbeitsschritte via AR-Brille eingeblendet. „Die Informationen werden praktisch über die realen Infos drübergelegt, sodass man nicht überlegen muss, ist diese oder jene Schraube die richtige, sondern genau weiß, welche in die Bohrung muss“, erläutert Prof. Wuttke. Die Forschenden konnten beobachten, dass AR-Anwendungen einen deutlichen Einfluss auf die Produktivität nehmen: Beschäftigte mit AR-Brillen benötigten im Vergleich zur Kontrollgruppe fast 44 Prozent weniger Zeit – 60 Minuten mit schriftlicher Anleitung versus 33 Minuten mit AR-Brille. „AR führt also zu mehr Effizienz und einer erheblich schnelleren Produktion“, fasst Prof. Wuttke



Augmented Reality in der Produktion wirkt sich positiv auf die Arbeitszeit aus, birgt aber Nachteile beim Lerneffekt.

zusammen. „Rund 40 Prozent Zeitersparnis ist gigantisch, bei Produktionsoptimierungen ist sonst nur von wenigen Prozent die Rede“, erklärt er weiterhin.

In einem weiteren Schritt legt die Studie auch die Nachteile offen. Die Probanden führten die Aufgabe erneut durch – allerdings nur aus dem Gedächtnis heraus. Unter dieser Prämisse schnitt die AR-Gruppe wesentlich schlechter ab, da sie die einzelnen Arbeitsschritte offenbar weniger tief durchdrungen hatte als die zuvor analog angeleiteten Kollegen. „Wer sich zu sehr auf die Technik verlässt, verarbeitet Informationen nicht so tiefgreifend und erzielt geringere Lerneffekte“, betont der Studienleiter. Auch Verbesserungsvorschläge zur Optimierung von Produktionsprozessen konnte die virtuell unterstützte Gruppe weniger gut formulieren. „Die Ergebnisse legen nahe, dass das AR-Gerät als Krücke diene, aber bei den Menschen zu keinem tieferen Verständnis der Aufgabe führte und sie infolgedessen auch wenig zur Prozessoptimierung beitragen konnten“, bringt es Prof. Wuttke auf den Punkt. Die Studienergebnisse können Unternehmen helfen, AR auf ihre Bedürfnisse zuzuschneiden und zwischen Produktivität und Prozessoptimierung abzuwägen. „Wollen Unternehmen schnelle Produktionen haben und schnelles Anleiten, dann ist AR nach unserer Studie sehr, sehr gut. Möchten sie aber vor allem auf langfristige Verbesserungen setzen und dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter alles gut durchdenken, dann hat AR Schwächen“, sagt Prof. Wuttke.

Wie sowohl ein Effizienzgewinn als auch tiefes Verständnis erreicht werden kann – das Beste aus zwei Welten gewisser-



Prof. David Wuttke

maßen –, daran will David Wuttke weiterforschen, etwa an der Idee, AR-Anwendungen zu entwickeln, die der Nutzerin oder dem Nutzer während der Anwendung gezielt Fragen stellen, um das Gelernte im Gehirn zu festigen. ●



Auf Tuchfühlung mit CEOs

Im Sommersemester 2023 konnten die Studierenden am TUM Campus Heilbronn von Einblicken in die Berufspraxis arrivierter Führungskräfte profitieren. Initiator und Organisator der CEO Leadership Series ist Prof. Chengguang Li, der den Lehrstuhl für Strategisches Management an der TUM School of Management am Campus Heilbronn innehat.

Was haben BASF, die Internationalen Filmfestspiele Berlin und die Dieter Schwarz Stiftung gemeinsam? An ihrer Spitze stehen Menschen, deren Wirken nicht nur innerhalb Deutschlands, sondern über die Grenzen hinaus positiv wahrgenommen wird.

Die Rede ist u.a. von Dr. Martin Brudermüller, der seit 2018 der BASF SE vorsteht. Der Vorstandsvorsitzende gilt als bodenständiger Macher, der den global agierenden Chemiekonzern vor allem technisch stärken wolle – mit Kernthemen wie Digitalisierung und Innovation, wie das „Manager-Magazin“ bei Amtsantritt berichtete. Kompetenzfelder, in denen sich auch Mariëtte Rissenbeek bewiesen hat, als sie die Berlinale erfolgreich durch zwei harte Pandemie-Jahre steuerte. Die Filmproduzentin ist seit 2019 Geschäftsführerin der weltweit renommierten Filmfestspiele, die dieses Jahr ihr Comeback vor Ort in den Kinos feierten.

Oder von Prof. Reinhold Geilsdörfer. Seit 2016 ist er Geschäftsführer der Dieter Schwarz Stiftung und zeichnet dort für den gesamten Hochschulbereich verantwortlich. Die Stiftung fördert unter seiner Führung ein breites Spektrum an zukunftsorientierten Angeboten in Bildung

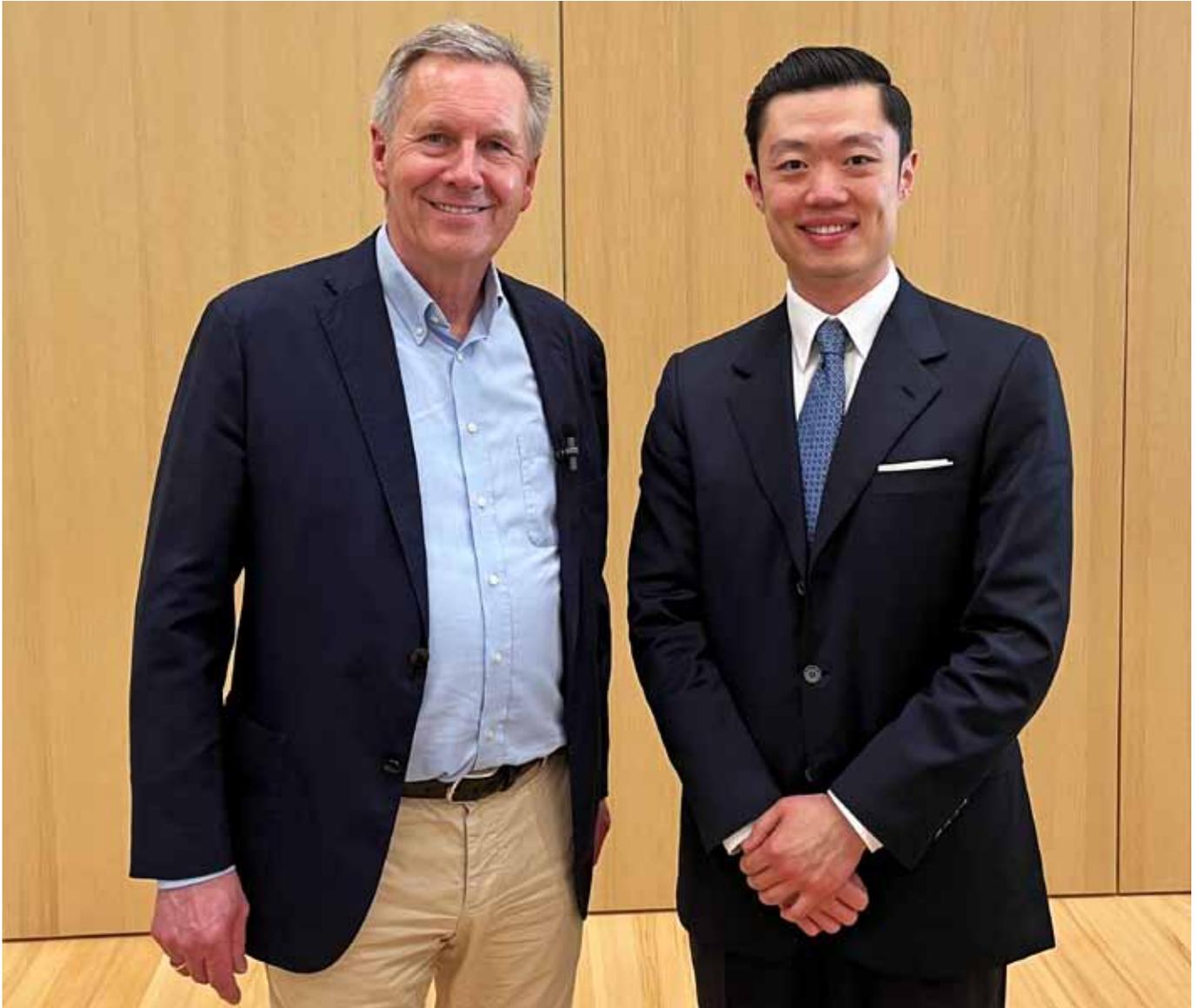
und Wissenschaft. Zuletzt etwa zehn weitere Professuren sowie Förderungen für internationale Spitzenkräfte im Bereich Forschung am TUM Campus Heilbronn.

Auftakt mit Christian Wulff

Und sie waren nicht die einzigen CEOs, die dem TUM Campus Heilbronn zwischen April und Juli einen Besuch abstatteten. Den Auftakt machte am 21. April der ehemalige Bundespräsident und Ministerpräsident Niedersachsens Christian Wulff. Er sprach über seinen Werdegang, sein politisches Wirken und seine Ziele.

Ebenso nahmen etwa der ehemalige TUM-Präsident Prof. Wolfgang Herrmann, Prof. Gunther Friedl, Dekan der TUM School of Management, Heinrich Deichmann, CEO der gleichnamigen Schuhhandelskette, Dr. Leonhard Birnbaum von E.ON, Carsten Knop, Herausgeber der „Frankfurter Allgemeinen Zeitung“, oder Ingrid Hofmann, Gründerin des Personaldienstleistungsunternehmens I.K. Hofmann, an der CEO Leadership Series teil.

Sie alle brachten spannende Geschichten mit auf den Campus, teilten ihre beruflichen Werdegänge und die Rezepte ihres Erfolgs mit den Studierenden. Und diese



Am 21. April begrüßte Prof. Chengguang Li von der TUM School of Management den ehemaligen Bundespräsidenten Christian Wulff als Gast und Redner im Rahmen der neuen CEO Leadership Series auf dem TUM Campus Heilbronn.

erschieden in großer Zahl im Hörsaal, diskutierten mit den Führungskräften auf dem Podium und konnten so Einblicke aus erster Hand gewinnen. Interessant war es dabei nicht nur mitzubekommen, über welche beruflichen Stationen die Rednerinnen und Redner in die Führungspositionen gelangt sind, welchen Führungsstil sie pflegen, welche Ziele sie verfolgen, welchen Herausforderungen sie begegnen und welche Mentorinnen

und Mentoren sie bei der Weichenstellung unterstützt haben. Auch private Themen kamen zur Sprache, etwa Freizeitgestaltung, Familie oder Work-Life-Balance. ●

Die CEO Leadership Series wird im Wintersemester 2023/2024 fortgesetzt: tumceoserie.de



Social Media und Demokratie

Von einer befreienden Kraft zur möglichen Gefahr für die Demokratie? Im dritten Webinar des TUM Campus Heilbronn und des Oxford Internet Institutes (OII) drehte sich alles um die Entwicklung und das (gefährdende) Potenzial von Social Media.

Der TUM Campus Heilbronn und das Oxford Internet Institute haben es sich zur Aufgabe gemacht, Wissen aus globalen Forschungsdebatten in die breite Öffentlichkeit zu tragen. Im Webinar diskutierten Mahsa Alimardani und Dr. Aliaksandr Herasimenka vom OII sowie Michaela Lindenmayr und Prof. Jens Förderer von der TUM unter Einbeziehung wissenschaftlicher Erkenntnisse mit Prof. Helmut Krömer, Gründungsdekan und Beauftragter des Präsidenten für den TUM Campus Heilbronn, und Prof. Dr. Maximilian Schrieck von der Universität Innsbruck.

Die dunklen Seiten von Social Media und KI

Anfang der 2010er-Jahre wurden Plattformen wie Facebook für ihre Rolle im Arabischen Frühling gefeiert. Aktivistinnen und Aktivisten konnten sich darüber trotz Zensur und Unterdrückung zusammenfinden und der Staatsgewalt die Stirn bieten. Jüngst rücken jedoch verstärkt die Schattenseiten von Social Media in den Fokus des öffentlichen Diskurses. Geht von sozialen Plattformen als mögliche zentrale Katalysatoren populistischer oder radikaler politischer Ansichten gar eine Bedrohung für etablierte Demokratien aus?

China, Iran und Russland sind prominente Beispiele für Länder, die mithilfe moderner Technologien Menschen und Meinungen manipulieren – sowohl im eigenen Land als auch auf der Weltbühne. Die Forschung von Dr. Aliaksandr Herasimenka, Kommunikationswissenschaftler am OII, zeigt: Während Aktivistinnen und Aktivisten Regierungen beim Einsatz neuer Technologien wie Messenger-Plattformen und Social Media bisher einen Schritt voraus waren, hat sich das Blatt mit der Nutzung Künstlicher

Intelligenz gewendet. Da KI hohe Investitionssummen und große Datenmengen erfordert, wird die Technologie vor allem von Regierungen und großen Unternehmen eingesetzt. Politische Gegnerinnen und Gegner haben hingegen nur erschwerten Zugang dazu. Laut Dr. Aliaksandr Herasimenka stellt dieses Ungleichgewicht eine der größten Herausforderungen der nächsten Jahre dar und könnte der Anfang einer Ära der Überwachung sein.

Follower um jeden Preis?

Auf eine weitere, dem manipulativen Potenzial von Social Media geschuldete Herausforderung gingen Prof. Jens Förderer und Michaela Lindenmayr ein. Sie beschäftigten sich mit dem Phänomen der Popularitätssteigerung durch gekaufte Follower.

So bieten Social-Media-Plattformen Unternehmen die Chance, breite Aufmerksamkeit zu erlangen und ihren Erfolg anzukurbeln. Inwieweit sie dabei auf falsche Follower zurückgreifen und wie Investoren reagieren, wenn diese betrügerische Praxis offenbar wird, ist eine der zentralen Fragestellungen. 2018 löschte Twitter an zwei Tagen mehrere Millionen verdächtige Konten von der Plattform. Die Forschenden um Prof. Förderer nahmen dieses Vorgehen genauer unter die Lupe und konnten beobachten, dass betroffene Unternehmen daraufhin einen durchschnittlichen Follower-Rückgang um 1,2 Prozent zu verzeichnen hatten. Der Effekt fiel umso größer aus, je stärker die Branche von Wettbewerb geprägt ist und je kleiner die Unternehmen sind. Darüber hinaus stellten sie fest, dass Anleger negativ auf künstlich aufgeblähte Follower-Zahlen reagieren. Werden Follower als Fake enttarnt, sinkt der Aktienkurs. ●



Impressum: Mindshift ist eine Publikation des TUM Campus Heilbronn der Technischen Universität München

Herausgeber: TUM Campus Heilbronn, Bildungscampus 9, 74076 Heilbronn **V.i.S.d.P.:** Prof. Dr. Helmut Krcmar

Redaktion: Kerstin Besemer (kerstin.besemer@tumheilbronn-ggmbh.de), Kerstin Arnold-Kapp (kerstin.arnold-kapp@tumheilbronn-ggmbh.de)

Autorinnen und Autoren dieser Ausgabe: Prof. Dr. Stephan Krusche, Prof. Dr. Sebastian Müller, Christian Breitung, Dr. Andreas Braun,

Dr. Jaroslaw Kutylowski, Prof. Dr. Helmut Krcmar, Prof. Dr. Stephan Günemann, Prof. Dr. David Wuttke, Prof. Dr. Jingui Xie,

Prof. Nadia Lahrichi, Prof. Jean Pauphilet, Dr. Tobias Köppl, Jürgen Mennel, Prof. Dr. Luise Pufahl, Dr. David Kappel,

Jessica Brüggmann, Prof. Dr. Philipp Lergetporer, Prof. Dr. Jens Förderer, Prof. Dr. Chengguang Li, Mahsa Alimardani,

Dr. Aliaksandr Herasimenka, Michaela Lindenmayr, Prof. Dr. Maximilian Schrieck, Dr. Nina Röder, Larissa Taufer, Nadine Effert, Sarah Weik

Produktion: Meramo Verlag GmbH, Gutenstetter Str. 2a, 90449 Nürnberg, E-Mail: mindshift@meramo.de

Gestaltung: Viviane Schadde, Claudia Costanza, Marie Demme

Druck: herrmann GmbH, 92289 Ursensollen **Auflage:** 1.900 Exemplare

Bildquellen: Illustrationen Doro Spiro: U1, U2, U3, U4, S. 4, 9/10, 12/13, 15, 18, 22

Fotos: Terzo Algeri: S. 3, 14, 21, 25-27; Microsoft Deutschland: S. 6; Matt Stark: S. 7; TUM: S. 15/16, 19, 23, 29; Heilbronner Stimme: S. 17; intenza-fitness-unsplash: S. 19; Lightfield Studios/Adobe Stock: S. 24; dragonstock/Adobe Stock: S. 27 – **Stand:** Juni 2023

