

TECHNIK

IN BAYERN

Das Regionalmagazin für **VDI** und **VDE**



Konzepte der Robotik

Eventkalender & Aktuelles
Wege zum erfolgreichen Mathe-Abitur
Bots vs. Corona

Solarleuchte merkur

– Die Außergewöhnliche für höchste Ansprüche –

INNOVATION TRIFFT NACHHALTIGKEIT

DESIGN UND LEUCHTKRAFT AUF HÖCHSTEM NIVEAU



sipirit gmbh

Elsässer Straße 40, D-76870 Kandel | www.sipirit.de
Telefon +49 (0) 72 75 / 98 58 - 98 | E-Mail best@sipirit.de

PARTNER OF

brilliance in solar lighting
photinus

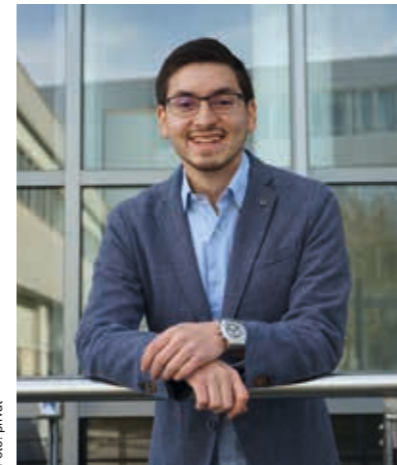


Foto: privat

Zwischen Roboterarmen und Pflegeassistenten

B.Sc. Maximilian Listl
Redaktion TiB und
Vertreter der SuJ München

Laut der International Federation of Robotics stiegen von 2018 auf 2019 die weltweiten Verkaufszahlen von professionellen Service-Robotern um 32 % auf 11,2 Milliarden US-Dollar. Der wesentliche Treiber dieses Wachstums ist die branchenübergreifende Notwendigkeit die Wettbewerbsfähigkeit durch Automatisierung zu steigern – nicht zuletzt beschleunigt durch die aktuelle Covid19-Pandemie.

Doch was zeichnet moderne Roboter aus? Um dies zu beantworten wird uns der bekannte Robotik-Experte, Prof. Knoll der TU München einen ersten Überblick über die Robotik geben. Um ein Grundverständnis der neuen Trends in der Robotik zu bekommen, gliedern wir unsere Fachbeiträge in vier allgemein greifbare Konzepte. Dabei behandelt jeder Artikel jeweils eines der folgenden Konzepte: Wirtschaftlichkeit, Sicherheit, Flexibilität und Akzeptanz.

Wirtschaftlichkeit beinhaltet Methoden für die Fertigung zu wettbewerbsfähigen Preisen. Flexibilität behandelt Technologien, welche es erlauben die Fertigung zu beschleunigen, individualisieren und kundenspezifische Produkte in kleinen Stückzahlen zu produzieren. Jedoch beschränkt sich die Robotik nicht nur auf

Industrieroboterarme, sondern beinhaltet auch autonom fahrende Autos und Assistenzroboter für die Pflege. Daher beschäftigt sich die Sicherheit mit dem sicheren autonomen Fahren und die Akzeptanz mit den Wechselwirkungen zwischen Gesellschaft und Robotik in der Pflege.

Für die Visionäre unter den Lesern führen wir ein Interview mit dem Kernentwicklerteam des humanoiden Roboters Roboy. Dessen liebevoller und sympathischer Anblick erinnert in keinsten Weise an einen zeitreisenden Terminator.

Viel Spaß bei der Lektüre!

Kontakt:
www.linkedin.com/in/maximilian-listl
maximilian.listl@tum.de



Foto: DLR

Konzepte der Robotik

Humanoide Roboter und mehr Flexibilität in der Robotik liegen im Fokus der Forschung und auch im Fokus dieser Ausgabe. Das breite Spektrum rangiert von modularen Robotern über die Perzeption von Transportrobotern in der Logistik bis hin zur gesellschaftlichen Akzeptanz von Robotern.

Dem Leichtbaurobster SARA wird ein Fügeprozess demonstriert (siehe S. 22)

SCHWERPUNKT

Robotik im Überblick Alois Christian Knoll	06
Roboy – der humanoide Roboter Gespräch mit Rafael Hostettler, Alona Kharchenko, Michael Sausmikat und Jürgen Lippl	10
Roboterbasierte Montage von Batteriespeichern Lukas Tanz	12
Roboter für die additive Fertigung Raven T. Reisch	14
Sichere Positionierung für das autonome Fahren Robert Bensch, Andreas Sperl, Luka Sachße und Nagaraj Desai	16
Modulare Robotersysteme für die Industrie Roman Hölzl	18
Moderne Roboterperzeption für die Logistik Christopher Mayershofer	20
Flexibilität durch Robotik Martin Görner, Oliver Eiberger, Thomas Hulin, Korbinian Nottensteiner und Roman Weitschat	22
Reinforcement Learning für die Industrierobotik Noah Klarmann	24
Responsible Robotics: Im Tanz der Akzeptanz Konstantin Ritt, Svenja Breuer und Maximilian Braun	26
Sind Roboter unheimlich? Der historische Hintergrund von Frank Dittmann	28



S. 10

Roboy 3.0

Foto: Julia Müller/ Devantro GmbH

INHALT

HOCHSCHULE UND FORSCHUNG

Bots vs. Corona Ralf Kastner, Hochschule München	38
Mit der Uni Erlangen-Nürnberg zum erfolgreichen Mathe-Abitur Dr.-Ing. Oliver Kreis, Dipl.-Phys. Patrick Schmitt, Alexander Nasarow, M.Sc.	45
Roboter werden biomechatronische Assistenten Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke et al., Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg	46

AKTUELLES

VDI BV München: VDI Mitgliederversammlung 2021	29
VDI Young Engineers München: Ingenieure hinterfragen die Robotik	30
VDI BV München + TU München: Materialfluss-Kongress 2021	31
VDI BV München + acatech: Predictive Maintenance	31
VDI BV Bayern Nordost: Rückblick 2020 und Vorschau 2021	32
VDI Landesverband Bayern: TA Luft	34
VDI BV München: VDI Tag 2021	35
VDI BV München: Ingenieurskunst. Aus Liebe zur Technik	35
VDI BV München: Tätigkeitsbericht 2020	36
VDI Cross Cultural Group München: Vertrauen	42
VDI BV Bayern Nordost: Nachruf für Horst Kohl	44

RUBRIKEN

Veranstaltungskalender	39
Buchbesprechungen	48
Ausstellungstipp	49
Impressum	49
Cartoon	50
Vorschau	50

Beilagenhinweis – Schultz GmbH & Co. KG
Wir bitten um freundliche Beachtung.



Titelbild:
Robot Mouse
Foto: TU München

VDI Landesverband Bayern
VDI Bezirksverein München, Ober- und Niederbayern e.V.
Westendstr. 199, D-80686 München
Tel.: (0 89) 57 91 22 00, Fax: (0 89) 57 91 21 61
www.vdi-sued.de, E-Mail: bv-muenchen@vdi.de

VDI Bezirksverein Bayern Nordost e.V.
c/o Ohm-Hochschule, Keßlerplatz 12, D-90489 Nürnberg
Tel.: (09 11) 55 40 30, Fax: (09 11) 5 19 39 86
E-Mail: vdi@th-nuernberg.de

VDE Bayern, Bezirksverein Südbayern e.V.
Hohenlindener Straße 1, D-81677 München
Tel.: (0 89) 91 07 21 10, Fax: (0 89) 91 07 23 09
www.vde-suedbayern.de, E-Mail: info@vde-suedbayern.de

Suchen Sie eine
Dolmetscherin?



1500 Dolmetscher
und Übersetzer für mehr
als 40 Sprachen!



Qualifikation ✓
Spezialisierung ✓

→ by-suche.bdue.de

Bundesverband der
Dolmetscher und Übersetzer
Bayern



Unsere Fachliste Technik
gratis für Sie:

- Qualifizierte Sprachprofis für
200 technische Fachgebiete
- Als PDF erhältlich unter
fachliste-technik.bdue.de
oder als Printversion über
service@bdue.de



Von der Revolution der Automatisierungstechnik zur Neuerfindung der Hirnforschung

Robotik im Überblick

Vor 60 Jahren wurde an einer Produktionslinie von General Motors der weltweit erste moderne Industrieroboter *Unimate* in Betrieb genommen.

Was heute als revolutionärer Schritt in der Automatisierungstechnik gilt, begründete gleichzeitig die moderne Robotik als Industriezweig und eigenständige Wissenschaft, die sich seitdem in eine Vielzahl von Spezialisierungsrichtungen aufgliedert hat, vom Staubsaugerroboter zu Hause bis hin zum Wartungsroboter auf der internationalen Raumstation ISS. Sie ist damit zu einem der wichtigsten Technologielieferanten für das autonome Fahren geworden, gilt als Schlüssel zur Sicherung der Produktion am Standort Deutschland im Rahmen von „Industrie 4.0“ und eröffnet neue Perspektiven für Künstliche Intelligenz (KI) und Hirnforschung. Grundlegende Kenntnisse im Bereich der Robotik werden daher immer wichtiger – sowohl in der Forschung als auch in der Industrie. Der vorliegende Artikel liefert eine kompakte Einführung in das Thema und diskutiert aktuelle wie künftige Entwicklungen im Lichte neuer Technologien wie Cloud-Computing und KI.

Entstehungsgeschichte und begriffliche Einordnung

Schon vor der Robotik wurden Produktionsabläufe in Fertigungsbetrieben automatisiert. Bestes Beispiel hierfür ist die Textilindustrie, für die bereits im 18. Jahrhundert der erste vollautomatische Webstuhl entwickelt wurde. Solche Maschinen sind jedoch eigens für eine bestimmte Aufgabe konstruiert und ausschließlich auf diese beschränkt. Die entscheidende Innovation des *Unimate*-Roboters war, dass er ähnlich wie ein Computer frei programmierbar war und daher flexibel für beliebige Aufgaben eingesetzt werden konnte. Daran orientiert sich auch dessen

mechanischer Aufbau, der nicht ohne Grund einem menschlichen Arm ähnelt. Im Wesentlichen folgen auch heute noch alle modernen Industrieroboter diesem Entwurfsprinzip.

Mit der Anwendung des Konzepts der Programmierung auf mechanische Systeme macht die Robotik Fortschritte in der Rechentechnik. Sie ist für Aufgabenstellungen zugänglich, die die Interaktion mit der Umwelt erfordern. Es ist daher kein Zufall, dass die Entwicklung der Robotik eng mit der Begründung der KI im Jahr 1956 und dem raschen Aufstieg von Informatik und Rechnertechnik verbunden ist. Da das Hauptziel der KI gerade darin besteht, die kognitiven Leistungen von Menschen und Tieren algorithmisch nachzubilden, ist die Robotik heute ihr potentiell prominentestes und weitestgehendes, zugleich aber auch komplexestes Anwendungsfeld.

Grundlagen der modernen Robotik

Die Robotik ist schon in ihren Anfängen ein interdisziplinäres Fachgebiet mit wesentlichen Beiträgen aus Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik. Der wohl gängigste Robotertyp sind „Arme“ mit sechs Freiheitsgraden, die aufgrund ihrer Vielseitigkeit vor allem in der Industrie breiten Einsatz finden. Ebenfalls verbreitet sind mobile Roboter, beispielsweise für den Materialtransport, für den Einsatz als Serviceroboter im öffentlichen Raum oder als Staubsaugerroboter im privaten Haushalt. Diese Systeme sind ausgefeilt und millionenfach erprobt. Die Forschung hat sich daher im Laufe der Zeit zunehmend in Richtung Software und neuer Konstruktionsprinzipien verlagert. Besonders in der Anfangszeit der Robotik spielte die Entwicklung von Algorithmen für Regelung, Kinematik und Bahnplanung eine zentrale Rolle. Speziell bei Industrierobotern sind hohe Genauigkeit und zuverlässiger Betrieb heute selbst-

verständlich. Üblicherweise erfolgt die Regelung allein über eine Sollposition. Dies birgt in der Praxis hohes Gefahrenpotenzial, weswegen Roboterarme in der Fertigung bis heute üblicherweise in abgeschlossenen Zellen arbeiten. Eine neuere Entwicklung sind Roboter mit Kraftsensoren, die für die sichere Mensch-Roboter-Kooperation konzipiert sind. Die Regelung erfolgt hier nicht allein über eine Sollposition, sondern über die ausgeübte Kraft, so dass eine gefahrlose direkte Interaktion zwischen Mensch und Roboter möglich wird. Nach mehr als dreißig Jahren Forschung kommt diese Technologie mittlerweile immer häufiger in der Industrie zum Einsatz.

Gegenstand der aktuellen Forschung im Bereich der Roboterentwicklung sind neben der Erschließung weiterer Anwendungsfelder wie etwa Medizin oder Landwirtschaft neue Konstruktionsprinzipien wie humanoide Roboter, Roboter aus weichen Materialien oder sogar molekulare Roboter. Besonders vielversprechend sind biomimetische Roboter, deren Mechanik das muskuloskeletale System von Wirbeltieren nachbildet (s. Abb. 1). Das ermöglicht nicht nur sichere Zusammenarbeit mit Menschen und kostengünstige Produktion, sondern vor allem eine effizientere Umsetzung von Fertigkeiten wie etwa Laufen oder Greifen. Es wird weiterhin auch an Robotern für Einsätze in der Luft (z. B. Paketdrohnen), im Wasser (z. B. für Inspektionsaufgaben) oder ganzen Roboterschwärmen geforscht.

Perzeption – Kognition – Aktion

Mit der Programmierung von Aktionssequenzen lassen sich nur exakt definierte, repetitive Aufgaben umsetzen. Soll ein Roboter flexibel auf seine Umwelt reagieren und seine Handlungen situativ anpassen, sind Algorithmen und Modelle für die Wahrnehmung der Umgebung (Perzep-

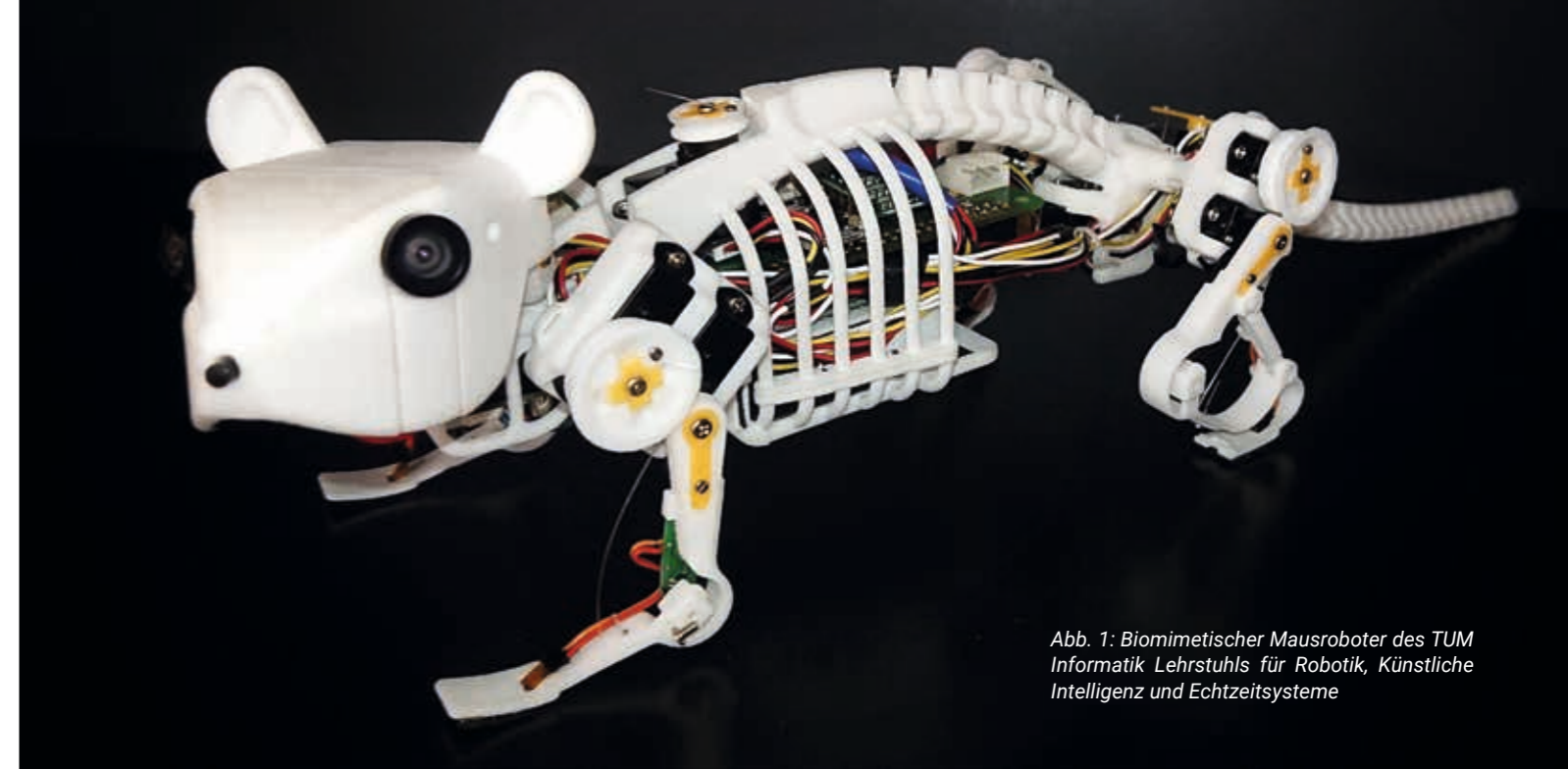


Abb. 1: Biomimetischer Mausroboter des TUM Informatik Lehrstuhls für Robotik, Künstliche Intelligenz und Echtzeitsysteme

tion), die Generierung von Handlungsstrategien (Kognition) und die Umsetzung dieser Strategien (Aktion) erforderlich. Diese drei Prozesse laufen iterativ in einer geschlossenen Regelschleife und setzen den Roboter in direkten Austausch mit seiner Umgebung.

Die Entwicklung kognitiver Architekturen für die Robotik ist eng verbunden mit der Entwicklung der KI. Wichtige Forschungsbereiche sind Planungsalgorithmen, maschinelles Sehen, Sensordatenfusion

und die autonome Erstellung von Umgebungskarten für die Lokalisierung (Simultaneous Localization and Mapping, SLAM). Für die Interaktion mit dem Menschen wird nicht nur an Dialogsystemen geforscht, sondern auch an grundlegenden Prinzipien für eine natürliche und effiziente Kommunikation. Trotz erheblicher Fortschritte bleibt der Einsatz von Robotern außerhalb kontrollierter Umgebungen in Laboren oder in der Industrie eine große Herausforderung,

wie beispielsweise Berichte über Unfälle mit (teil-)autonomen Fahrzeugen immer wieder zeigen.

Mit Neurorobotik ins Zeitalter von KI und Cloud

Die stetig steigende Rechenleistung hat in den letzten Jahren unter dem Schlagwort „Deep Learning“ zu deutlichen Fortschritten in der KI geführt. Nahezu alle modernen Systeme basieren heute auf tiefen neuronalen Netzen, die auf großen Datenmengen trainiert werden. Auch in der Robotik wurde diese Technik schon erfolgreich angewendet, etwa zum Greifen von Objekten. Dennoch ist der praktische Nutzen bislang begrenzt, da sich Aufgaben in der Robotik anders als etwa in der Bilderkennung nicht einfach durch statische Datensätze beschreiben lassen. Während es im Internet Millionen von Beispielen von Katzen oder Autos gibt, sind die Sensordaten, die etwa an einer Fertigungsline beim Fügen von Werkstücken anfallen, stark abhängig vom Typ des Roboters, Position und Art der Sensoren sowie der konkreten Zielaufgabe. Für das Training einer bestimmten Fertigkeit müssen also immer wieder neu individuelle Daten generiert werden. Das ist nicht nur zeit- sondern auch kostenintensiv. Ein vielversprechender Ansatz für die Entwicklung neuer KI-Modelle an der Schnittstelle von Robotik, KI und Neuro-

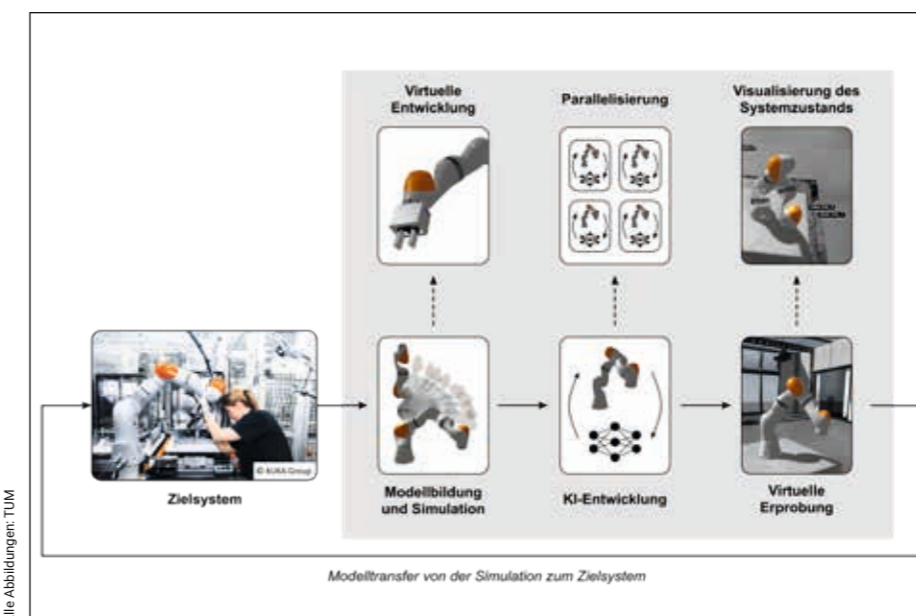


Abb. 2: Virtuelle Entwicklung von KI-Modellen mit digitalen Zwillingen

wissenschaft ist die Neurorobotik, deren Ziel es ist, das Studium von Gehirnmodellen in einen Körper eingebettet und im geschlossenen Regelkreis von Perzeption – Kognition – Aktion zu ermöglichen. Dies erlaubt es einerseits Neurowissenschaftlern, Simulationen des Gehirns unter realitätsnahen Bedingungen in Interaktion mit der Umgebung zu untersuchen und andererseits Robotikern, Erkenntnisse aus der Hirnforschung direkt auf Fragestellungen der Robotik anzuwenden. Der Aufbau solcher Experimente mit physischen Robotern erfordert viel Fachwissen, ist teuer und mit einer Vielzahl von Einschränkungen verbunden. Aus diesem Grund wird im europäischen Flaggschiff-Projekt Human Brain Project (HBP), die Neurorobotik Plattform (NRP) entwickelt, eine integrierte Entwicklungsumgebung für Experimente in der Neurorobotik. Die Simulation läuft auf Höchstleistungsrechnern in der Cloud, die durchgeführten Experimente sind komplett virtuell. Unterstützt wird insbesondere auch die Simulation von tiefen neuronalen Netzen und Industrierobotern zur Untersuchung von Fragestellungen aus der KI. Mittels virtueller Robotik in der Cloud lässt sich die Entwicklung von KI-Modellen und

anderen Systemen für die Robotik erheblich beschleunigen (s. Abb. 2). Sobald das reale System als virtuelles RobotermodeLL verfügbar ist, können KI-Systeme direkt in der Simulation trainiert werden. Durch das Training in mehreren parallel ablaufenden Simulationsinstanzen sind erhebliche Geschwindigkeitssteigerungen möglich, Grenzen werden allein durch die verfügbare Rechenleistung gesetzt. Neben der Entwicklung kann auch der eigentliche Betrieb des Roboters direkt aus der Cloud heraus erfolgen. Für zeitkritische Aufgaben sind hierfür zwingend latenzarme Verbindungen erforderlich, wie sie beispielsweise die 5G-Technik ermöglicht.

Ausblick

Die Virtualisierung eröffnet neue Perspektiven für die Robotik und ermöglicht erstmals den Zugang zu den neuesten Entwicklungen im Bereich der Rechentechnik. Die KI-Simulation muss dabei nicht auf einzelne Roboter oder Fertigungszellen beschränkt sein, sondern kann künftig ganze Fabriken umfassen. Die Programmierung und Steuerung aller Systeme erfolgt dann nicht mehr manuell, sondern kann mit Hilfe von KI direkt aus dem Produktentwurf abgeleitet werden. In gleicher

Weise profitiert die Hirnforschung, deren wissenschaftliche Methodik durch die Neurorobotik vollständig in virtuellen Experimenten abgebildet werden kann (s. Abb. 3). Die dabei neu gewonnenen Erkenntnisse über das Gehirn haben großes Potenzial, dann wieder in die Robotik zurück transferiert werden zu können. Eine ganz ähnliche Entwicklung hat bereits in den 1950er Jahren begonnen, als Neurowissenschaftler die Grundlagen für die heutigen tiefen neuronalen Netze entwickelten. Künftig ist dank erheblich gesteigerter Rechenleistung ein viel rascherer Austausch zu erwarten. Schon jetzt gibt es eine Vielzahl von Prototypen sogenannter neuromorpher Prozessoren, die grundlegende Wirkprinzipien des Gehirns nachbilden und dabei um Größenordnungen effizienter arbeiten können als klassische Neumann-Prozessoren. Die Robotik wird eines der Haupteinsatzgebiete für diese Technik sein und ihre Entwicklung daher maßgeblich mitbestimmen.

*Prof. Dr.-Ing. habil. Alois Christian Knoll
Lehrstuhl für Robotik, Künstliche Intelligenz und Echtzeitsysteme
Fakultät für Informatik
Technische Universität München*

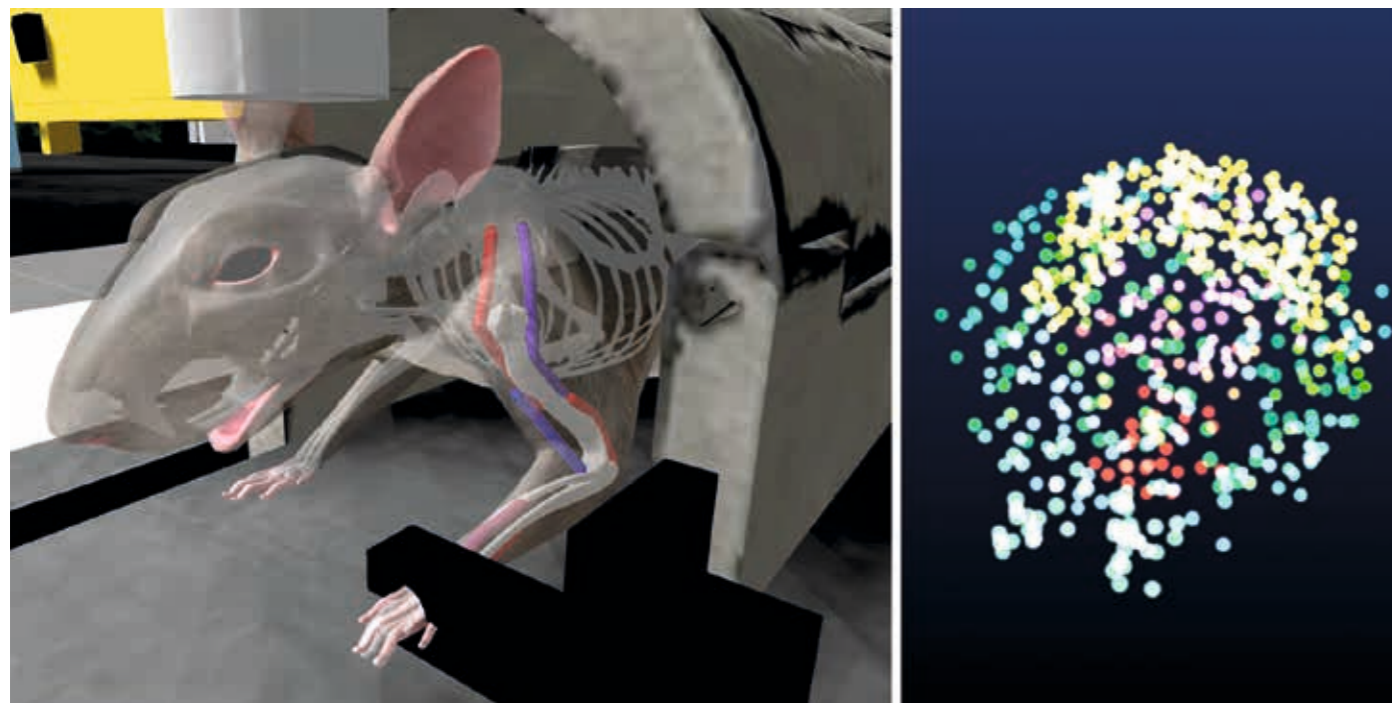


Abb. 3: Virtualisierte Hirnforschung mit der Neurorobotik Plattform: Tierkörpermodell, Sensormodell und Hirnmodell interagieren in einer geschlossenen Schleife

Wo stoßen maschinelle Prozesse an ihre Grenzen?

Künstliche Intelligenz und Sprachverarbeitung spielen in der Robotik eine immer wichtigere Rolle und bieten heute ungeahnte Möglichkeiten. Automatisierte Prozesse vereinfachen viele Abläufe in Wirtschaft und Industrie. Gilt das auch für die maschinelle Übersetzung?

Texte auf Knopfdruck automatisch in eine andere Sprache zu übertragen – nicht erst seit Isaac Asimov ein Traum der Menschheit. Inzwischen ist die maschinelle Übersetzung keine Science-Fiction mehr. Doch was viele nicht wissen: Ohne menschliches Korrektiv können damit erhebliche Risiken verbunden sein.

Sicherheit und Mehrwert dank menschlicher Intelligenz

Maschinelle Übersetzungen sind heute durch riesige digitale Datenbestände und neuronale Netzwerke deutlich besser als noch vor Jahren. Doch der Teufel steckt wie so oft im Detail. Auch wenn sich maschinell produzierte Texte auf den ersten Blick bisweilen gut lesen, verbergen sich in vielen Fällen gravierende Fehler darin.

Bei komplexen Fachtexten können jedoch selbst kleinste Ungenauigkeiten und Fehler drastische Folgen haben, daher sind die wenigsten maschinellen Übersetzungen in der Realität unverändert nutzbar. Hier sind Profis gefragt, um schwerwiegende Konsequenzen wie Personen-, Sach- oder auch Imageschäden zu vermeiden. Vor allem bei frei im Netz verfügbaren Tools für die automatische Übersetzung können auch Datenschutzaspekte und Manipulationsmöglichkeiten Gefahren darstellen.

Als Werkzeug erfahrener Übersetzer finden automatisierte Prozesse hingegen seit Jahren Verwendung, damit der weltweit steigende Bedarf an Sprachdienstleistungen überhaupt bewältigt werden kann. Diese Sprachexperten bieten heute im Zusammenspiel mit künstlicher Intelligenz einen kompletten Service an, darunter oft auch das sogenannte Post-Editing, also die kompetente Nachbearbeitung von maschinellen Übersetzungen. Sie sind zudem fachkundige Berater für effiziente Übersetzungsprozesse in Unternehmen. Auch Dolmetscher, die anders als die mit schrift-



lichen Texten arbeitenden Übersetzer das gesprochene Wort übertragen, nutzen bei ihrer Arbeit moderne Technologien.

Qualifizierte Übersetzer und Dolmetscher mit Fachwissen finden

Der Bundesverband der Dolmetscher und Übersetzer (BDÜ) erleichtert Ihnen die Suche nach kompetenten Sprachexperten, denn in den größten deutschen Berufsverband der Branche wird nur aufgenommen, wer eine einschlägige fachliche Qualifikation nachweisen kann, etwa ein Übersetzer- bzw. Dolmetscherstudium oder eine staatliche Prüfung. Damit unterscheiden sie sich wesentlich von unqualifizierten Anbietern auf dem Markt.

In der kostenlos nutzbaren Onlinedatenbank des BDÜ finden Sie allein in Bayern rund 1.500 professionelle Dolmetscher und Übersetzer für mehr als 40 Sprachen und zahlreiche Fachgebiete. Bundesweit sind es sogar mehr als 7.500 BDÜ-Mitglieder mit über 80 Sprachen, von denen viele auf Technik spezialisiert sind. Mit ihrer Expertise sorgen diese Sprachprofis auch im Zeitalter der Automatisierung für vertrauenswürdige Übersetzungen hoher Qualität, die Ihnen langfristigen Mehrwert bieten.

Dipl.-Übers. Manuela Wilpert

5 TIPPS ZUR VERGABE VON ÜBERSETZUNGEN

- ▶ **EXPERTENWISSEN**
Achten Sie darauf, dass Ihr Übersetzer auf das jeweilige Fachgebiet spezialisiert ist.
- ▶ **ANGEBOTSANFORDERUNG**
Geben Sie Ihrem Übersetzer vorab Einblick in den Text, damit ein verlässliches Angebot möglich wird.
- ▶ **BEI MEHREREN ANGEBOTEN**
Noch wichtiger als der Preis ist das Fachwissen des Übersetzers, damit Sie Texte hoher Qualität erhalten.
- ▶ **FRÜHZEITIGE BEAUFTRAGUNG**
Eilaufträge sind in der Regel deutlich teurer.
- ▶ **KOSTENEFFIZIENZ**
Geben Sie möglichst nur Endfassungen von Texten in Auftrag, damit die Übersetzung günstig und effizient für Sie erfolgen kann.

Dolmetscher- und Übersetzerdatenbank für Bayern: by-suche.bdue.de

Bundesverband der Dolmetscher und Übersetzer e. V. (BDÜ)
Landesverband Bayern: by.bdue.de

Roboy: Der humanoide Roboter

Roboy ist eine open-source Roboterplattform – mitentwickelt von Forschern und Studenten der TU München, mit dem Ziel einen menschenähnlichen Roboter zu bauen.

Rafael Hostettler, Alona Kharchenko, Michael Sausmikat und Jürgen Lippl sind die Leiter der unterschiedlichen Aufgabenbereiche (Projektleitung, Software, Elektronik, Mechanik).

Technik in Bayern: Welche Idee steht hinter dem Roboy-Projekt?

Rafael Hostettler: Die Vision hinter Roboy ist, einen Roboter zu schaffen, der genauso gut funktioniert wie der menschliche Körper und wir wollen mit diesem Roboter in 30 Jahren unbeschränkt weiterleben. Mit dieser langfristigen Vision können wir nicht zu einem Investor gehen und sagen, dass wir 20 Mrd. Euro in den nächsten 30 Jahren brauchen. Das ist nicht sehr realistisch, weshalb wir Schritt für Schritt Lösungen entwickeln, um das große Ziel zu erreichen. Seit 2013 haben wir drei Generationen von humanoiden Robotern entwickelt und seit 2018 sind wir eine eigene unabhängige GmbH.

TiB: Entwickelt ihr bei Roboy auch ein Gehirn?

Rafael Hostettler: Nein, ein Gehirn entwickeln wir nicht. Wir wollen mit dem Roboter auch interagieren und nutzen natürlich KI an vielen Stellen, machen aber bewusst keine Forschung im Bereich Hirnsimulation, sondern konzentrieren uns auf den Körper.

TiB: Wie verknüpft ihr die unterschiedlichen Aktivitäten der Forscher, Studenten und Unternehmen an dem Roboy Projekt?

Rafael Hostettler: Ein wichtiger Punkt ist, dass die bisherigen Entwicklungen an Roboy alle Open Source sind und damit Kooperationen sehr einfach möglich sind. Inhaltlich hat sich aus dem Studententeam inzwischen ein Core-Team herausgebildet, in dem es darum geht, die Kerntechnologie weiter zu entwickeln. Hier arbeiten wir an der Telepräsenz und an Force-feedback. Die Studententeams werden mehr für explorative Aufgaben eingesetzt und können sich ausprobieren, z.B. im letzten Jahr an einer künstlichen Nase.

Die Unternehmen unterstützen uns, weil sie auf Messen mit Roboy der coolste Aussteller sind. Er ist sehr zuverlässig und hat bis jetzt schon weit mehr als 100 Messtage absolviert. Dann ist es für Firmen spannend, im Simulationsbereich dabei zu sein und ganz wichtig für die Firmen sind natürlich unsere Talente in den Studententeams.

TiB: Welche Vorteile erwartet ihr euch von einem menschenähnlichen Design im Gegensatz zu einem kommerziellen, starren Roboter?

Jürgen Lippl: Auf der Hardware-Seite gewinnt man einfach flüssigere Bewegungen und viel mehr Möglichkeiten. Als Mensch ist einem gar nicht bewusst, wie viele Freiheitsgrade man für flüssige, leichte Bewegungen benötigt.

Bei Industrierobotern, die auf Einachs-Gelenken basieren, ist das schwierig. Wenn ich mit drei einzelnen Achsen eine Schulter designe – und das ist der Standard –, dann gibt es sehr früh Grenzen in der Dynamik. Das beschneidet schon erheblich, besonders wenn man menschenähnliche Tätigkeiten simulieren möchte, wie z.B. ein Glas hochheben und es auf die Seite stellen. Für ein Kugelgelenk ist das kein Problem. Auch die Wirbelsäule können wir in der S-Form bewegen, dadurch haben wir viel mehr Freiheitsgrade und die Bewegungen sind viel weicher. Wir sind auch viel flexibler, als mit einem starren System und können schneller ausweichen. Die Anzahl der Unfälle und Brüche geht stark zurück. Das ist natürlich ein Vorteil. Der Nachteil ist, dass man mit fünf Kugeln in der Wirbelsäule ein extrem komplexes System hat. Hier muss man jeden Freiheitsgrad einzeln definieren. Die Komplexität steigt exponentiell.

TiB: Nachdem Roboy neben den visuellen und taktilen Sensoren auch weitere Sensoren, wie zum Beispiel Radar in sich integrieren kann, welche neuen Möglichkeiten eröffnet das für Roboy?

Michael Sausmikat: Alle Sensoren helfen dem Roboter, mehr Informationen über seine Umgebung zu erhalten. Und je mehr Informationen man hat – auch in Bezug auf den Roboter – desto besser kann man Entscheidungen z.B. über Bewegungsmuster treffen. Wenn der Roboter in Zukunft gehen soll, dann sind die Informationen des Radars über die Beschaffenheit des Untergrundes sehr wichtig. Das gilt auch für das Greifen von Gegenständen.

Alona Kharchenko: Die Sensoren, die wir integrieren gehen über die menschlichen Sinneswahrnehmungen hinaus, also wir können mehr, als Menschen gemeinhin können. Mit dem Radar sehen wir z.B. durch Wände hindurch und wir haben einen Ultraschall- und einen Infrarotsensor. Mit den Sensoren bekommen wir Zusatzinformationen über Umwelt, Beschaffenheit, Temperatur etc.

TiB: Hat Roboy also in manchen Bereichen übermenschliche Fähigkeiten?

Rafael Hostettler: Ja, und das macht es natürlich auch so interessant und wir er-

warten uns dadurch auch eine viel größere Benutzerfreundlichkeit.

TiB: Roboy hat nicht nur einen physischen Körper, sondern besitzt auch Sensorik und Aktorik um mit Menschen verbal zu kommunizieren. Über welche kognitiven Fähigkeiten verfügt Roboy?

Alona Kharchenko: Es gibt in Bezug auf Roboys kognitiven Fähigkeiten und die zugrundeliegende Software zwei unterschiedliche Teilbereiche: Wenn wir über die Telepräsenz sprechen, dann denkt Roboy hier nicht selbst, sondern er gibt lediglich die Informationen weiter an den Operator, den menschlichen Bediener. Der zweite Teil ist Roboys Persönlichkeit, sein Denken und seine Wahrnehmungen. Hier arbeiten wir mit Sprachsystemen, mit Modellen, die das menschliche Handeln verstehen und auch das zukünftige Handeln vorausschätzen. Eine sehr wichtige Eigenschaft für die Interaktion mit Menschen ist auch, dass Roboy Gefühle zeigen kann.

TiB: Funktioniert das Zeigen von Gefühlen durch die Kamerabilder oder reagiert Roboy nur auf Sprache?

Alona Kharchenko: Zurzeit basiert die Reaktion allein auf dem Verstehen des Textes, natürlich kann man auch die Kamerabilder integrieren. Wir machen das aber (noch) nicht.

TiB: Welche Funktionen könnte die Kamera in Zukunft noch umfassen?

Alona Kharchenko: Momentan gibt es die Teile der Kamera durch die wir Menschen detektieren, durch die wir die aktuelle Handlung eines Menschen in der kurzen Interaktion mit dem Roboter registrieren. Natürlich muss dieses Wissen dann in den Kontext eingebunden werden und wir können in Zukunft das Kamerawissen und die Sprachinhalte zusammenführen.

TiB: Ende Oktober 2020 habt ihr die dritte Iteration, also Roboy 3.0, der Öffentlichkeit vorgestellt. Kamen Neuerungen hinzu?

Rafael Hostettler: Eigentlich gibt es fast nur Neuerungen, denn es wurden bei Roboy 3 alle mechatronischen Teile neu entwickelt. Also neuer Kopf, neuer Nacken, neue Gelenke. Dann eine komplett neue

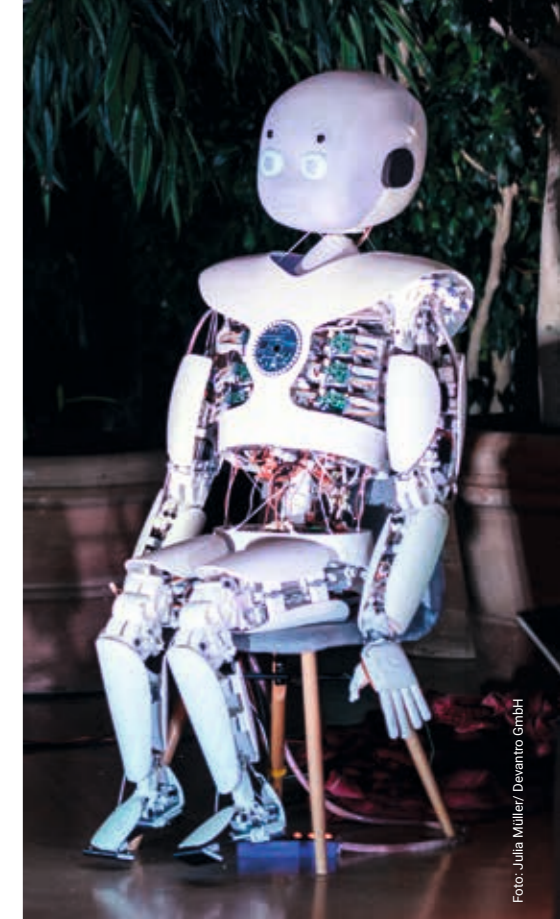


Foto: Julia Müller/Devantro GmbH



Der humanoide Roboter Roboy 3.0 bei der Vorstellung im Oktober 2020

Foto: Julia Müller/Devantro GmbH

Middleware, eigene motor boards mit eigenem Bussystem und eigenem Coreboard und ein Simulationsmodell. Wir haben inzwischen deutlich mehr Kontrolle über die Bewegungen des Roboters, sie werden auch flüssiger. Ganz neu ist auch das Telepräsenz-System. Man kann jetzt diesen Roboter wirklich mit einer VR-Brille und zwei Kontrollern fernsteuern. Ich nehme jetzt den Ort durch den Roboter auch so wahr, als ob das ich selbst wäre.

TiB: Nachdem ihr nun Roboy 3.0 vorgestellt habt, was sind eure nächsten Ziele?

Rafael Hostettler: Natürlich sehen wir gerade, was wir noch alles besser machen können. Wir denken über neue Muskeln nach, um eine bessere und schnellere Kontrolle zu bekommen. Ein großes Thema ist auch die Haut, also die Roboteroberfläche. Und dann werden wir neue Hände brauchen. Insgesamt funktioniert Roboy aber sehr gut, ein schönes Video ist unter: <https://youtu.be/YIRo07FDd2o> zu sehen. Außerdem haben wir auch einen eigenen Roboy-Kanal: <https://www.youtube.com/c/Roboy>.

Das Interview führten Maximilian Listl, Fritz Münzel und Silvia Stettmayer

Konzept Wirtschaftlichkeit

Roboterbasierte Montage von Batteriespeichersystemen

Batteriespeichersystem auf Basis von Lithium-Ionen-Zellen werden in vielfältigen Anwendungsfällen eingesetzt. Die ganzheitliche Betrachtung der Produktgestaltung und des Herstellungsprozesses birgt dabei das Potenzial für vielfältige Optimierungsansätze, insbesondere durch den Einsatz von Industrierobotern in der Montage.

iMoBatt – Innovatives funktionsintegriertes Moduldesign für modulare Batteriepacks

Angesichts des steigenden Energiebedarfs und der damit einhergehenden Verknappung fossiler Rohstoffe ist die Nutzung regenerativer Energien zwingend notwendig. Dabei erfordert eine effiziente Nutzung solcher Energiequellen eine zeitliche Entkopplung von Energieerzeugung und -verbrauch, weshalb elektrische Energiespeicher zum Ausgleich der Schwankungen in der Versorgung immer relevanter werden. Neben der Weiterentwicklung der einzelnen Zellen ist die wirtschaftliche Herstellung von Batteriemodulen eine zentrale Forschungsfrage. Im Rahmen des Forschungsprojekts iMoBatt wird am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb) der Technischen Universität München (TUM) daher die effiziente Fertigung und Montage von Batteriespeichersystemen untersucht.

Dazu wird der gesamte Produktlebenszyklus von der Konstruktion und Entwicklung über die Produktion sowie den Betrieb bis hin zur Wiederverwendung betrachtet. Ziel ist die Entwicklung eines neuartigen Baukastensystems für modulare Batteriepacks.

Montage und automatisierungsgerechtes Produktdesign

Innerhalb eines Zellblocks werden einzelne Lithium-Ionen-Zellen (LIZ) durch eine Kombination von Reihen- und Parallelschaltung miteinander verbunden. Anschließend werden die Blöcke je nach Anwendungsfall zu Batteriemodulen zusammengesetzt, um individuelle Leistungsanforderungen zu erfüllen. Als elementarer Baustein müssen die Zellblöcke somit nicht nur den Schutz und die Kühlung der einzelnen LIZ gewährleisten, sondern auch die effiziente Integration in ein übergeordnetes Modul ermöglichen.

Die Automatisierung von Montageprozessen setzt voraus, dass bereits bei der Entwicklung die Richtlinien zum montage- und automatisierungsgerechten Design berücksichtigt werden. Gemäß [1] wird die Automatisierung der Montage wesentlich durch die nicht vorhandene montagegerechte Produktgestaltung und die schlechte Handhabung von Einzelteilen gehemmt. Für das iMoBatt-Design wird insbesondere die Reduzierung von Einzelteilen und die Vermeidung formlabiler Bauteile durch Funktionsintegration angestrebt. Darüber hinaus wird auf eine einheitliche Montagerichtung und die Entkopplung der Fügestellen geachtet. Durch die Nutzung unmittelbarer Verbindungen und den weitgehenden Verzicht auf Verbindungselemente wie Schrauben wird zudem der Einsatz von Robotern zur Prozessautomatisierung begünstigt.

Für die Kontaktierung der einzelnen LIZ wird im Rahmen des iMoBatt-Projekts die Eignung des Laserstrahlschweißens geprüft. Entgegen herkömmlicher Ansätze, die eine externe Spanntechnik

benötigen, soll diese in das Produktdesign integriert werden, um so einen möglichst vorrichtungsfreien und reproduzierbaren Fügeprozess zu realisieren.

Roboterbasierte Montage

Zur Evaluierung des erarbeiteten Baukastenkonzepts wird am iwb eine roboterbasierte Montagezelle aufgebaut (siehe Abbildung). Die Einzelteile werden durch einen Leichtbauroboter der Firma KUKA (LBR iiwa) zu Zellblöcken assembliert. Leichtbauroboter stellen eine neue Klasse von Robotern dar, die speziell für die Kollaboration mit dem Menschen entwickelt wurden. Damit der LBR iiwa mögliche Kollisionen mit den Menschen erkennt, ist er mit Drehmomentsensoren in jeder seiner sieben Achsen ausgestattet. In Kombination mit einem dynamischen Modell des Roboters können unerwartete Kräfte infolge einer Kollision erkannt und der Roboter stillgesetzt werden. Im Gegensatz zur Kollisionserkennung auf Grundlage der Stromaufnahme der Servomotoren ist diese Art der Gelenksüberwachung deutlich präziser und ermöglicht eine aktive Impedanzregelung. Letztere wird auch als Nachgiebigkeitsregelung bezeichnet und verknüpft Positions- und Kraftinformationen. Ähnlich dem menschlichen Arm ist der Roboter somit in der Lage, variabel auf Kontaktkräfte zu reagieren und von der ursprünglich geplanten Bewegungstrajektorie abzuweichen. Für die Montage ist diese Fähigkeit besonders wertvoll, da sie es dem Roboter ermöglicht, sich von der Umgebung führen zu lassen und Positionungenauigkeiten auszugleichen [2, 3]. In Kombination mit dem beschriebenen Produktdesign kann auf diese

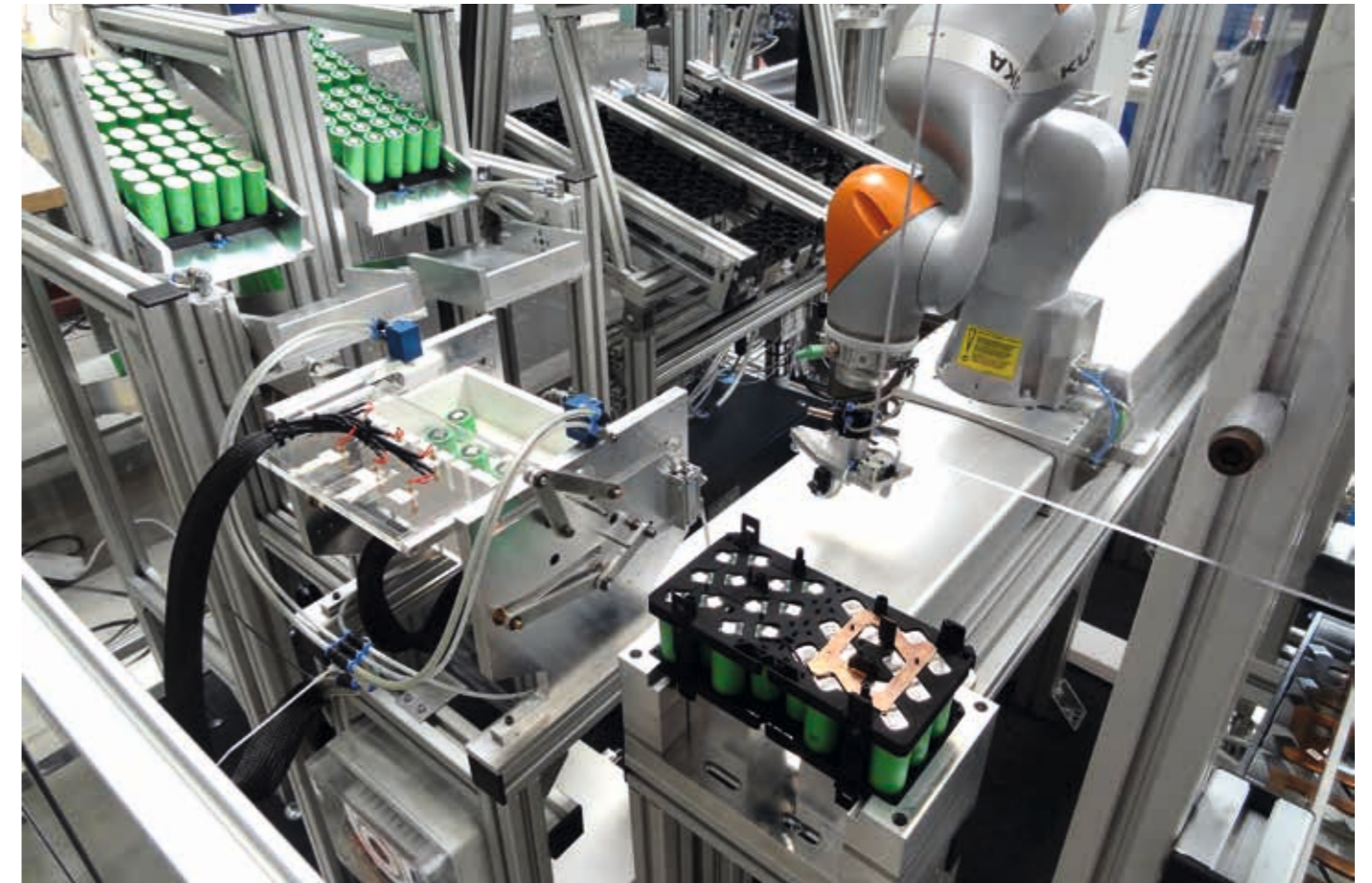


Abb.: Bestehende Versuchszelle am iwb

Weise ein stabiler Montageprozess mit hohem Automatisierungsgrad realisiert werden.

Mit dem Ziel, den Herstellungsprozess weiter zu optimieren und nicht wertschöpfende Sekundärprozesse zu vermeiden, wird ein spezielles Greifsystem für den Roboter entwickelt. Neben dem Handling der einzelnen LIZ und der Zellhalterhälften soll die Qualitätssicherung in den Greifer integriert werden und parallel zum Montageprozess erfolgen. Die Zellen werden durch einen pneumatischen Hubzylinder sequenziell aufgenommen und im Greifer gespeichert. Während weitere Zellen aufgenommen werden bzw. bereits die ersten Zellen in den Zellhalter eingesetzt werden, erfolgt die elektrische Prüfung der übrigen LIZ innerhalb des Greifsystems. Das Handling der Zellhalterhälften und des montierten Zellblocks erfolgt über einen integrierten Parallelgreifer, sodass der gesamte Montageprozess ohne Werkzeugwechsel erfolgen kann.

Obwohl sich das eingesetzte Robotersystem durch die integrierte Sensorik besonders für die Mensch-Roboter-Kollaboration eignet, ist sie aus Prozesssicht nicht notwendig und würde lediglich zu einer Reduzierung der Effizienz führen. Arbeiten Mensch und Roboter gleichzeitig im selben Arbeitsraum, müssen aufwendige Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden, die den Betrieb der Anlage oftmals unwirtschaftlich machen. Insbesondere der Nachweis, dass biomechanische Grenzwerte, die für den Menschen in der technischen Spezifikation 15066 festgelegt sind, bei einer möglichen Kollision nicht überschritten werden, führt oftmals zu geringen Robotergeschwindigkeiten und folglich zu längeren Taktzeiten.

Die Mensch-Roboter-Kollaboration ist als mögliches Werkzeug zu begreifen, welches im Wettbewerb zu anderen Lösungsalternativen steht. Ein automatisierungsgerechtes Produktdesign kann sie in keinem Fall ersetzen, son-

dern gegebenenfalls ergänzen.

Der Dank des iwb gilt dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, dem Projektträger Jülich sowie allen beteiligten Projektpartnern für die Förderung und Unterstützung in dem Forschungsprojekt iMoBatt (Förderkennzeichen: 03ET6153C).

Lukas Tanz M.Sc.

Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (IWB)
Technische Universität München

Literatur

- [1] Lotter, B. u. Wiendahl, H.-P.: Montage in der industriellen Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg 2012
- [2] Matheson, E., Minto, R., Zampieri, E. G. G., Faccio, M. u. Rosati, G.: Human-Robot Collaboration in Manufacturing Applications: A Review. Robotics 8 (2019) 4, S. 100
- [3] Abu-Dakka, F. J., Roza, L. u. Caldwell, D. G.: Force-based variable impedance learning for robotic manipulation. Robotics and Autonomous Systems 109 (2018), S. 156–167

Konzept: Wirtschaftlichkeit – Roboterbasierter 3D-Druck

Roboter für die additive Fertigung

Roboterbasierte Wire Arc Additive Manufacturing Verfahren ermöglichen die kostengünstige Herstellung großvolumiger metallischer Bauteile. Mithilfe eines Monitoringsystems kann adaptiv auf Prozessinstabilitäten reagiert werden.

Wire Arc Additive Manufacturing

Beim Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM) wird mittels eines lichtbogenbasierten Schweißprozesses Material wie beispielsweise Stahl, Aluminium oder Titan in mehreren Lagen auf ein Substrat oder ein Basisbauteil aufgetragen, sodass dreidimensionale Bauteile/Bauteilstrukturen entstehen. Besonders die hohen Auftragsraten sowie die geringen Materialkosten sind bei diesem Verfahren von Vorteil. Die Genauigkeit bleibt hingegen aufgrund des Lichtbogens und des daraus resultierenden breiten Materialauftrags hinter der Genauigkeit von konventionellen pulverbettbasierten Verfahren zurück, sodass vornehmlich endkonturnahe Bauteile gefertigt werden,

die anschließend nachbearbeitet werden müssen (Rodrigues, 2019). Innerhalb des EU-Projekts SAMOA (Sustainable Aluminium additive Manufacturing for high performance Applications), das vom EIT Raw Materials im Rahmen von Horizon 2020 gefördert ist, wird der kostengünstige Aufbau von Aluminiumstruktur mittels additiver Fertigungstechnologien betrachtet. Dabei steht die Reduktion der Herstellungskosten bei gleichzeitiger Erhöhung der Bauteilqualität im Vordergrund. Projektpartner sind neben den universitären Einrichtungen Luleå University of Technology und Politecnico Milano das Fraunhofer IWS und die Industrieunternehmen IMR Metal Powder Technologies, Siemens, Centro Ricerche Fiat sowie Gemmate (Volpp, 2019).

Bei Siemens steht im Rahmen von SAMOA besonders der bereits genannte WAAM-Prozess im Fokus der Forschung und Entwicklung. Dazu werden im Projekt Bestandteile des robotischen WAAM-Systems entwickelt, die darüber hinaus

um eine Roboter- und Maschinensimulation sowie um WAAM-Prozesssensoren als Perzeptionselemente des Roboters und entsprechende Auswertelgorithmen erweitert werden.

Roboterbasierte additive Fertigung

Für den WAAM-Prozess wird, wie in Abbildung 1 dargestellt, ein 6-Achs-Industrieroboter von Comau sowie ein Drehkippstisch verwendet. Insgesamt stehen somit acht Achsen zur Verfügung, um das Bauteil bzw. das Werkzeug/den MIG-Brenner im Prozess optimal auszurichten. Durch die 8-Achs-Kinematik können die Vorteile der additiven Fertigung hinsichtlich der Bauteilkomplexität optimal genutzt und Stützstrukturen vermieden werden. Neben der Flexibilität durch die hohe Anzahl an Freiheitsgraden ermöglicht die Nutzung von Robotern den Aufbau von großvolumigen Bauteilen. Lediglich der Arbeitsraum des Roboters stellt eine Begrenzung für die Größe des Bauteils dar.

Der Roboter wird über die CNC-Steuerung Sinumerik 840D sl mit dem Run MyRobot /Direct Control Modul gesteuert, sodass zur Roboterprogrammierung G-Code verwendet werden kann, der im industriellen Kontext beim CNC-Fräsen Standard ist. Dieser Maschinencode enthält WAAM-spezifische Programmmodule und wird zuvor aus einem CAD/CAM-Programm ausgeleitet, in dem die Prozessplanung sowie eine Roboter- und Maschinensimulation durchgeführt werden. Dadurch können bereits vor dem Prozess die Roboterbahnplanung überprüft und etwaige Kollisionen des Roboters mit den ihm umgebenden Komponenten ausgeschlossen werden.

Prozessüberwachung als Schritt in Richtung First-Time-Right Printing

Zur Überwachung des WAAM Prozesses kommt ein multivariates Monitoring-System zum Einsatz (Reisch, 2020). Mittels ver-



Abb. 1: Aufbau des Wire Arc Additive Manufacturing Fertigungssystems mit 6-Achs-Industrieroboter und Drehkippstisch

schiedener Sensordaten beispielsweise von Strom-, Spannungs- oder Akustiksensoren mit Aufzeichnungsfrequenzen von bis zu 4000Hz wird überwacht, ob der Lichtbogen und damit der Aufbauprozess stabil sind. Dazu werden die Daten mittels Machine-Learning-Algorithmen prozessparallel auf einem Edge-Gerät ausgewertet und auf Anomalien geprüft. Indem ein Digitaler Zwilling des Bauteils aufgebaut wird, kann dann die Qualität des Bauteils bereits während des Prozesses automatisiert bewertet werden (s. Abb. 2).

Darüber hinaus wird eine Schweißkamera als weiteres Perzeptionselement des Roboters verwendet. Da die Geometrie des Bauteils nicht statisch ist, muss sichergestellt werden, dass auch während des Aufbaus keine Kollision mit dem zuvor aufgetragenen Material stattfindet. Dies kann besonders dann passieren, wenn die Auftragsrate und der Energieeintrag nicht zur Robotergeschwindigkeit passt und deshalb die in der Roboter- und Maschinensimulation verwendete Schichthöhe nicht zur realen Schweißraupengeometrie passt. Dadurch wird zu viel oder zu wenig Material aufgetragen, sodass der Schweißbrenner ohne einen Eingriff in den Prozess mit dem Bauteil kollidiert

oder sich die Position des Arbeitspunkts unkontrolliert verschiebt. Um diesem Problem zu begegnen, wird mithilfe der Schweißkamera der Abstand des Roboterwerkzeugs zum Bauteil kontinuierlich über Computer-Vision-Algorithmen ausgewertet. Basierend auf den gewonnenen Prozesserkennnissen und dem Digitalen Zwilling können dann operative Entscheidungen und eine Prozessregelung umgesetzt werden.

Wirtschaftlichkeit

Durch den vorgestellten Ansatz können kostengünstig großvolumige und individualisierte Bauteile angefertigt werden. Der Roboter bietet dafür eine flexible Plattform, über die dank eines Werkzeugwechselsystems auch weitere Schritte der Fertigungskette wie z. B. eine spanende Nachbearbeitung realisiert werden können. Über eine vorgelagerte Fräskraftsimulation kann beispielsweise am Roboter eine Fräskraftkompensation umgesetzt werden. Dadurch können die mittels WAAM gefertigten Bauteile an der gleichen Fertigungsstation auf Schruppqualität nachbearbeitet werden. Eine in der Anschaffung kostenintensive, zusätzliche CNC-Fräse ist somit aufgrund

der Flexibilität des Roboters und den simulationsgestützten Kompensationsalgorithmen nicht erforderlich. Im nächsten Schritt werden die Forscher die durchgängige digitale Softwarekette zur Realisierung dieses hybriden Fertigungsansatzes weiterentwickeln, um so die Fertigungskosten weiter zu reduzieren und die Bauteilqualität zu erhöhen.

Raven T. Reisch M.Sc.
Siemens AG

Acknowledgements:

The work concerning this paper was partly funded by EU EIT RawMaterials, Project SAMOA No. 18079.

Literatur

Volpp J. (2019). Samoa project. Website: samoaproject.eu (access: 26. October 2020)
Rodriguez T., Duarte V., Miranda R., Santos T., Oliveira J. (2019). Current Status and Perspectives on Wire and Arc Additive Manufacturing (WAAM). Materials 2019
Reisch R., Hauser T., Kamps T., Knoll A. (2020). Robot Based Wire Arc Additive Manufacturing System with Context-Sensitive Multivariate Monitoring Framework. Flexible Automation and Intelligent Manufacturing International Conference (FAIM) 2020

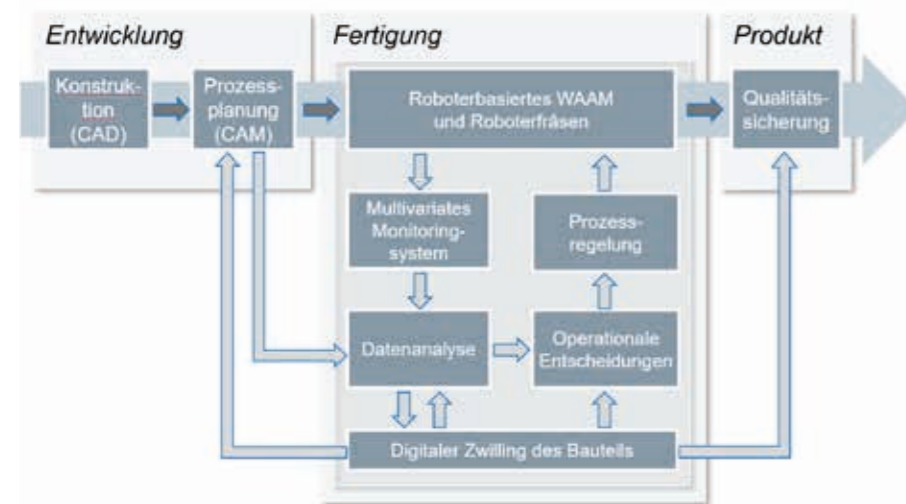


Abb. 2: Digitale Prozesskette von der Entwicklung über die Fertigung bis hin zum Produkt für die roboterassistierte, hybride Fertigung mittels Wire Arc Additive Manufacturing nach Reisch 2020

Konzept Sicherheit

Sichere Positionierung für das autonome Fahren

Da jeder Sensor unter bestimmten Umgebungsbedingungen seine Schwächen hat (bspw. GNSS bei Tunnel oder Kamera bei Nebel), entwickelt die ANavS GmbH ein auf Künstlicher Intelligenz basierendes System, das Sensordaten geschickt kombiniert, um das autonome Fahren sicherer zu gestalten.

Warum KI & Navigation?

Damit autonome Systeme wie mobile Roboter oder Autos zuverlässig und zentimetergenau ihre Position bestimmen können, werden zuverlässige und redundante Positionierungssysteme benötigt.

Mithilfe von GNSS (Global Navigation Satellite System) kann eine hochgenaue globale Position bestimmt werden. Straßenschluchten, Bäume und Tunnel stellen hier aber eine große Herausforderung dar. Eine intelligente Sensorfusion mit weiteren Sensoren, wie bspw. Inertialsensorik, Odometrie, Kamera und LiDAR kann diese Herausforderungen meistern. Zudem können KI-basierte Ansätze zur Absicherung von Positionierungssystemen beitragen, z. B. gegen das sog. Jamming oder Spoofing. Beim Jamming werden Satellitensignale gestört, so dass sie nicht mehr nutzbar sind. Beim Spoofing werden diese Signale sogar gezielt verfälscht, um dem Empfänger eine falsche Position vorzutäuschen.

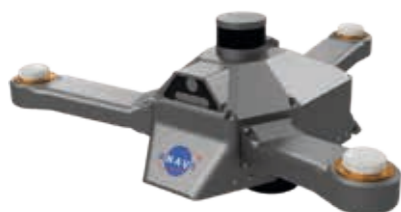


Abb. 1: Die Integrated-Sensor-Platform (ISP), entwickelt von der ANavS GmbH

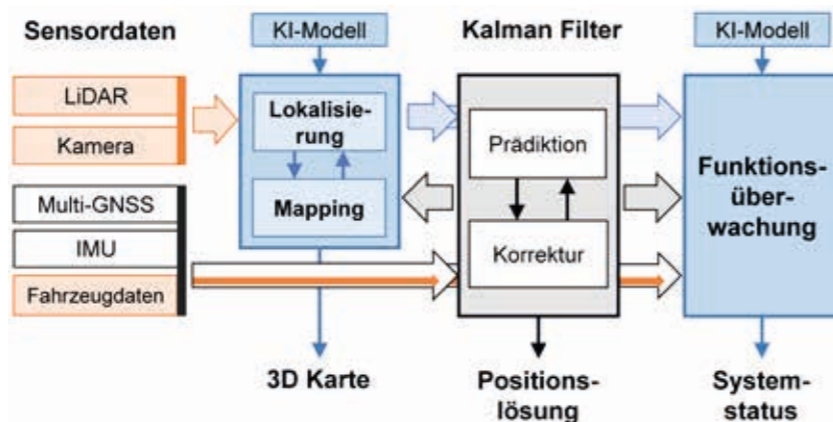


Abb. 2: Architektur der Sensorfusion. KI-Komponenten in Blau

In diesem Kontext arbeitet die ANavS GmbH, der Lehrstuhl für Kommunikation und Navigation der TU München und die 3D Mapping Solutions GmbH am Forschungsprojekt „KI-Navi“, gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Ziel von KI-Navi ist es, ein zuverlässiges KI-gestütztes System zur zentimetergenauen Lokalisierung für das autonome Fahren zu entwickeln. Das System besteht aus einer Hardwareplattform (ISP, Abb. 1), die die nötige Sensorik enthält, und einem Softwareframework (Abb. 2). Die Sicherheit und Redundanz sollen durch die Integration von KI-Modellen erhöht werden. Diese haben unterschiedliche Aufgaben, von Bewegungsschätzung und Positionsbestimmung mittels Kamera- und LiDAR-Daten über Objekterkennung bis zur Funktionsüberwachung der Sensoren und Positionslösung.

Sensorik des autonomen Systems

Die Integrated-Sensor-Platform (ISP) vereint fünf Sensortypen und die nötige Rechenleistung. Zu den Sensortypen zählen drei GNSS-Empfänger, zwei Farbkameras

(Mono- und Stereo-Kamera), ein 3D-LiDAR, eine IMU (Beschleunigungssensor, Gyroskop) und eine CAN-Schnittstelle für Fahrzeug-Odometriedaten (Raddrehzahl und Lenkwinkel).

Eine globale Positionierung wird über die GNSS-Empfänger gewährleistet. IMU- und Odometrie-Daten dienen dabei zur Stützung.

Der LiDAR-Sensor erfasst eine 3D-Punktwolke der Umgebung, durch Abstandsmessungen eines rotierenden Lasers. Diese Punktwolken, sowie die Kamerabilder, erlauben die Erstellung einer 3D Karte der Umgebung, sowie die relative Positionierung innerhalb dieser Karte. Dieses Verfahren wird auch als „Simultaneous Localization and Mapping“ (SLAM) bezeichnet.

KI-basierte Positionierung und deren Absicherung

Die klassische Sensorfusion von GNSS und IMU Sensoren mithilfe eines erweiterten Kalman-Filters ist bereits gängige Praxis. Die Kopplung aller fünf Sensoren wird jedoch erst durch die Integration von KI-Modellen möglich.

In KI-Navi werden drei Ziele verfolgt:

- Bestimmung der Bewegung und Position des autonomen Systems mittels LiDAR- und Kamera-Sensoren
- Bestimmung von 3D-Umgebungskarten inklusive semantischer Informationen (z.B. Objekte)
- Überwachung aller Sensordaten und der Positionslösung

Verfahren der Künstlichen Intelligenz (insb. Deep-Learning) haben im Bereich der Kamera- und LiDAR-Datenverarbeitung große Fortschritte gegenüber klassischen Verfahren erzielt. Der große Vorteil besteht darin, dass die verwendeten neuronalen Netze lediglich mit einer Menge an Eingangsdaten (z.B. Bildern) und den gewünschten Ausgangsdaten (z.B. Bewegungsschätzung) trainiert werden können, ohne dass spezielle Algorithmen manuell für die Problemstellung entworfen werden müssen. Durch dieses sog. „end-to-end“ Training werden die internen Netzparameter automatisch gelernt, so dass ein optimales Ergebnis erzielt wird.

Abb. 3a zeigt die Architektur eines tiefen neuronalen Netzes, das aus einer Sequenz von Bildern (links) die Bewegung der Kamera schätzt (rechts „Pose“) [1]. Es besteht dabei aus einem Faltungsnetz (CNN, gelb), das relative Bewegungen aus zwei aufeinanderfolgenden Bildern schätzt, und einem rekurrenten Netz (RNN), das die Bewegungsdynamik lernt und die relative

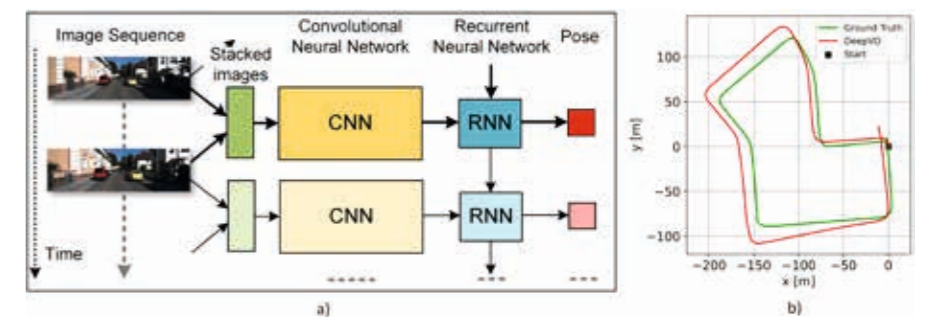


Abb. 3: (a) Architektur eines tiefen neuronalen Netzes, das aus einer Bildsequenz (links) die Bewegung der Kamera schätzen kann (Pose, rechts in Rot). Faltungsnetzwerk (CNN) in Gelb und rekurrentes neuronales Netz (RNN) in Blau. (basierend auf DeepVO [1]); (b) Geschätzte Bewegungstrajektorie (in Rot), Ground Truth (in Grün), basierend auf KITTI Datensatz [3]

Bewegung (Pose) ableitet. RNNs können Sequenzen verarbeiten (bspw. Sprache, Text) und können durch ihr internes „Gedächtnis“ das Zeitverhalten der Eingangsdaten lernen. Abb. 3b zeigt die geschätzte Trajektorie einer Autofahrt (in Rot).

Kamera-, sowie LiDAR-Daten dienen sowohl der Positionierung, als auch der 3D-Kartenerstellung. Diese Daten können darüber hinaus zur Erstellung von digitalen HD-Karten dienen. Diese enthalten Annotationen statischer Objekte, die georeferenziert hinterlegt sind. Diese digitalen Karten können ebenfalls zur Stützung der Positionslösung dienen.

Neben der Bewegungsschätzung (Abb. 3) werden KI-Verfahren auch zur semantischen Segmentierung eingesetzt. Dabei wird durch ein vortrainiertes neuronales

Netz [2] jeder Punkt einer 3D-Punktwolke (eines LiDAR-Scans) einer Objektklasse zugewiesen, bspw. Straße oder Auto (Abb. 4). Diese wichtige Szeneninformation wird darüber hinaus zur Stabilisierung der Bewegungsschätzung und der Optimierung der Kartenerstellung genutzt [2].

Die beiden visuellen Sensoren, Kamera und LiDAR, tragen durch deren, mithilfe von KI abgeleiteten Information, wie Position und Karte, zur Funktionsüberwachung der kompletten Multi-Sensor Positionierung bei. Ein wichtiger Faktor dabei ist, dass LiDAR und Kamera eine vom GNSS-Empfang unabhängige Positionslösung liefern können und somit nicht durch Jamming/Spoofing gestört werden können. Die Funktionsüberwachung selbst wird ebenso durch KI-basierte Verfahren gestützt.

Dr.-Ing. Robert Bensch, Andreas Sperl, Luka Sachße und Nagaraj Desai
ANavS GmbH, München

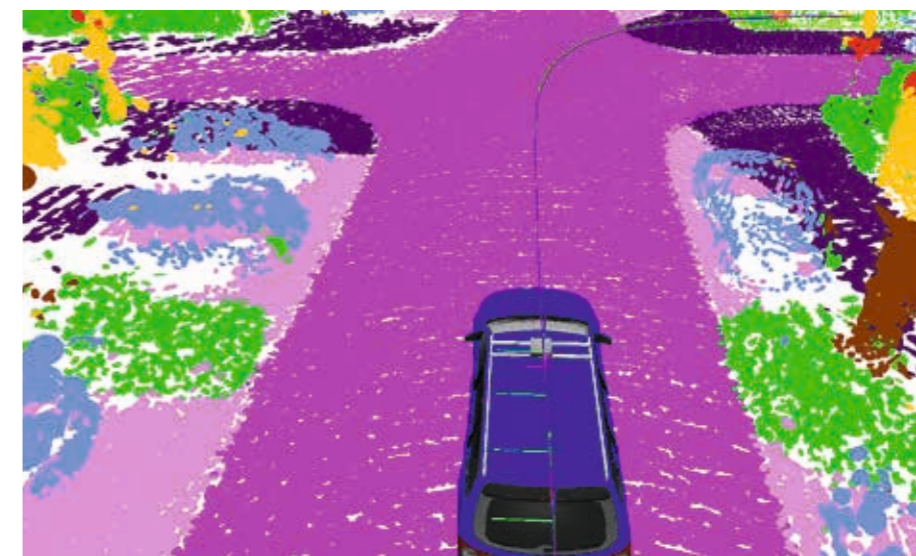


Abb. 4: LiDAR-basierte 3D Karte und Bewegungstrajektorie (Blaue Linie). Die erkannten Objektklassen der Kartenpunkte sind farbkodiert, z.B.: Straßen (Lila), Autos (Blau), Vegetation (Grün). Erstellt mit SuMa++ [2], basierend auf KITTI Datensatz [3]

Referenzen

[1] S. Wang, R. Clark, H. Wen, and N. Trigoni, "DeepVO: Towards end-to-end visual odometry with deep recurrent convolutional neural networks," IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), 2017
 [2] X. Chen, A. Milioto, E. Palazzolo, P. Giguère, J. Behley and C. Stachniss, "SuMa++: Efficient LiDAR-based Semantic SLAM", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and System (IROS), 2019
 [3] A. Geiger, P. Lenz and R. Urtasun. "Are we ready for Autonomous Driving? The KITTI Vision Benchmark Suite", IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2012



Aufbau des Roboters aus Einzelmodulen, die im Plug-and-Play-Verfahren verknüpft werden

Konzept Flexibilität

Modulare Robotersysteme für die Industrie

Flexibilität in der Fertigung ist der Kerntreiber einer effizienten, lokalen Produktion, die im internationalen Wettbewerb mithalten kann. Ein modularer Baukasten für Industrieroboter bietet eine technisch anspruchsvolle, kundenzentrierte Lösung für den Mittelstand, um bedarfsgerecht auf Fertigerherausforderungen zu reagieren.

Roboter sind eine deutsche Erfolgsgeschichte. Sie haben zu enormen Produktivitätssteigerungen in der Fertigungsindustrie geführt und den Fertigungsstandort Deutschland nachhaltig gesichert. Trotz enormer technologischer Fortschritte ist der Aufbau, die Inbetriebnahme und die Programmierung von Robotern teuer und zeitaufwendig. Aus diesen Gründen werden kurzfristige Aufträge selbst bei hohen

Stückzahlen noch immer manuell erledigt und der rasch wachsende Markt für kundenindividuelle Produkte nicht ausreichend bedient.

Flexibilität in der Robotik durch Modularität

Die ersten Jahrzehnte des Einsatzes von Robotern in der Industrie seit der 1950er Jahre waren getrieben durch die Nachfrage aus der Automobilindustrie. Eine Industrie, deren Prosperität durch hohe Stückzahlen getrieben ist. Im Gegensatz dazu stehen flexible modulare Systeme, die auch bei geringen Stückzahlen effizient einsetzbar sind. Deren praktische Nutzbarkeit war bisher allerdings eingeschränkt. Die ersten modularen Systeme mussten nach ihrem Zusammenbau

aufwändig von Experten eingerichtet, kalibriert und getestet werden bevor sie nutzbar waren.

Die Rolle intelligenter Algorithmen in der modularen Robotik

“Effortless creation of safe robots from modules through self-programming and self-verification” war der Titel der bahnbrechenden Veröffentlichung aus dem Jahr 2019, die das Cover der renommierten Robotik Zeitschrift “Science Robotics” zierte. Forscher der TUM führten intelligente Algorithmen ein, die als “self-programming” bezeichnet werden. Nach Zusammenbau der verschiedenen Robotermodule, bspw. Motormodule, Verbindungsmodule oder Greifer, werden deren individuelle Daten ausgelesen, die

die relevanten Modul-Kennwerte enthalten. Aus diesen Kennwerten wird sofort und automatisch ein virtuelles Modell des neu aufgebauten Roboters generiert, “selbst-programmiert” also. Basierend auf diesem digitalen Zwilling der neu aufgebauten Roboterkinematik wird die Regelung und Steuerung des Roboters eingerichtet. Der aus Modulen vom Nutzer innerhalb weniger Minuten aufgebaute Roboter ist damit sofort einsatzbereit und kann wie ein herkömmlicher Leichtbauroboter genutzt werden.

Anforderungen an moderne Roboter für den industriellen Einsatz

Ein Großteil der Wertschöpfung in Deutschland, Europa und weltweit findet in kleinen und mittelständischen Unternehmen statt. Kleinere und mittlere Unternehmen konnten die Vorteile robotischer Automatisierung bisher noch nicht voll ausnutzen. Die Gründe dafür sind vielfältig: Es fehlen Experten zur Roboterprogrammierung und Überprüfung der Funktionalität. Zudem stellen bestehende

Systeme ein beachtliches Investment dar, wobei sie nicht an sich ändernde Anforderungen angepasst werden können. Weiterhin sind eingesetzte, nicht rekonfigurierbare Standard-Roboter unzureichend auf ihre Aufgabe zugeschnitten. Dies führt zu deutlichen Produktivitätsverlusten, bspw. bei der Taktzeit.

Modularität als Antwort auf die Ansprüche an Flexibilität in der Industrie

Die Antwort auf die Ansprüche an robotische Lösungen in der mittelständischen Industrie sind modulare, sofort vom Anwender nutzbare Systeme, die sich bedarfsgerecht an Aufgaben anpassen lassen. Das junge Münchner High Tech Unternehmen Kea Robotics GmbH verfolgt diese Strategie. Mit den Unternehmenswurzeln an der TUM tritt die Firma an, um modulare Roboter zu kommerzialisieren. Kea Robotics vertreibt Robotermodule. Diese können beim Kunden zu modularen Robotern zusammengefügt werden und programmieren ihre Regelung und Kollisionsdetektion selbst.

Damit sind sie schnell in Betrieb zu nehmen, einfach in der Handhabung und können an verschiedene Aufgaben angepasst und bedarfsweise umgebaut werden.

Die Vision einer flexiblen, autonomen Fertigung mit modularen Robotern

Der Zusammenbau ist derart simpel gehalten, dass die modularen Kea Roboter direkt vom Endnutzer zusammgebaut werden können. Einzelne Module werden dabei durch einen Schnellverbindungs-Mechanismus verbunden. Innerhalb weniger Minuten ist damit ein Roboter mit bis zu zwölf Achsen, der Traglasten bis zu 20 kg handhaben kann auf die Anforderungen des Kunden zugeschnitten. Der Mehrwert für Kunden liegt in der Möglichkeit, seine Produktion mit einem Baukasten an Modulen flexibel an die Auftragslage anzupassen, ohne neue aufgabenspezifische Roboter zu kaufen.

Roman Hölzl
Kea Robotics GmbH



Konzept von Kea Robotics: Aus Modulen können verschiedene Roboterarme konfiguriert werden, die nach dem Zusammenbau auf Grund smarterer Algorithmen sofort nutzbar sind

Konzept: Flexibilität

Moderne Roboterperzeption für die Logistik

Perzeption ist die Grundlage für menschliche Flexibilität. Im Rahmen eines Forschungsprojekts der TU München zusammen mit der BMW Group findet diese Fähigkeit den Weg in Transportroboter.

Die Automatisierung in der Logistik befindet sich im Wandel. Besonders Entwicklungen im Bereich der Robotik finden zunehmend Anwendung und gelten als Schlüsseltechnologie zum Erreichen der Vision des vollautomatisierten Materialflusses. Trotz einzelner Pilotanwendungen sind heutige Systeme noch weit von dieser Vision entfernt. Ursachen hierfür sind unter anderem die fehlende Robustheit und Flexibilität der Systeme in komplexen Industrieumgebungen sowie die hohe Varianz der Logistikprozesse im industriellen Umfeld. In der Praxis entgegnet man diesen Problemen derzeit mit Menschen in Schlüsselfunktionen, die über eine allgemeine, nicht-aufgabenspezifische Flexibilität verfügen. Die Forschung fokussiert sich währenddessen

darauf, den Maschinen diese Fähigkeiten (z. B. Adaptivität, Flexibilität, Umgang mit komplexen Aufgabenstellungen) beizubringen. Dabei wird der Mensch in Form des Konzeptes des Intelligenten Agenten abstrahiert.

Intelligente Agenten nehmen die Umwelt wahr, verarbeiten Informationen situationsbedingt, ziehen kausale Rückschlüsse, treffen rationale Entscheidungen und agieren, um ein entsprechendes Ziel bestmöglich zu erreichen (s. Abbildung 1). Aus diesem Zusammenspiel der einzelnen Komponenten wird deutlich, dass Wahrnehmung eine Schlüsseltechnologie hin zu intelligentem Verhalten ist – für Menschen ebenso wie für Maschinen. Der Wahrnehmungspsychologe Rainer Mausfeld beschreibt Wahrnehmung wie folgt: „Wahrnehmen bedeutet, unseren Alltagssituationen zufolge, sich ein für unser Handeln angemessenes Bild der physikalischen Außenwelt zu machen; ein solches Bild wird durch die Sinne vermittelt“. Analog dazu umfasst die Umsetzung von

Wahrnehmung die sensortechnische Erfassung der Umgebung, die Modellierung von Unsicherheiten, die Extraktion von Informationen als auch die Modellierung der semantischen Informationen in einer internen Repräsentation. Aufbauend auf den in der internen Repräsentation gespeicherten Informationen kann die Maschine abhängig von Situation und Umgebung entsprechend handeln.

Wahrnehmung für Autonome Mobile Roboter in der Logistik

In einem Forschungsprojekt zusammen mit der IDEALworks GmbH, einer Ausgründung der BMW Group, arbeitet der Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik (fml) der TU München an einem multimodalen Verfahren zur Wahrnehmung für Autonome Mobile Roboter (AMR) in der Logistik. Dieses ist angelehnt an die menschliche Wahrnehmung und ermöglicht es einem AMR die Arbeitsumgebung zu verstehen, an die Situation angepasste Aktionen auszuführen und vorhandene Informationen auf Kausalität zu prüfen. Das Forschungsprojekt wird demonstratorisch auf dem iw.hub, einem von der IDEALworks GmbH entwickelten AMR umgesetzt. Der iw.hub ist ein durch eine cloudbasierte Serviceplattform gesteuerter Transportroboter. Exterozeptive Sensorik und eine Kombination aus seriellen und parallelen Prozessoren in der Recheneinheit des iw.hub ermöglichen den latenzfreien Einsatz maschinellen Lernens auf dem Gerät und bilden die Grundlage für dessen Autonomie. Um die Umgebung erfassen zu können, stehen dem iw.hub vier exterozeptive Sensoren zur Verfügung: zwei 2-dimensionale, sicherheitsgerichtete Laserscanner ermöglichen autonomes Navigieren, die nach vorne blickende



Abb. 2: Mögliche Visualisierung einer Perzeptionsfähigkeit in der Logistik

Tiefenkamera ermöglicht das Verständnis von 3-dimensionalem Raum und erlaubt eine präzise Zusammenarbeit mit Interaktionsgegenständen (z. B. Rolluntersetzer) und zuletzt ein Sonar, das das Verständnis des 3-dimensionalen Raums bei der Rückwärtsfahrt ermöglicht.

Konkretes Ziel des Forschungsprojekts ist es, aufbauend auf diesen multimodalen Rohdaten Informationen zu extrahieren, die die Umgebung und Situation semantisch beschreiben. Unter semantischen Informationen werden generell Korrelationen verstanden, die für ein bestimmtes System Bedeutung oder Sinn haben. Eine grundlegende Fähigkeit, die Umgebung semantisch zu beschreiben, ist es, Objekte in der Umgebung zu erkennen. Die Objekterkennung versucht Objekte in Sensorrohdaten zu lokalisieren und identifizieren. Aufbauend auf dem Wissen, welche Objekte (Identifikation) sich wo im Raum (Lokalisierung) um den Roboter befinden, wird es der Maschine ermöglicht, mit diesen Objekten zu kooperieren bzw. interagieren. Um ein konkretes Beispiel zu nennen, mag es für einen mobilen Roboter wichtig sein, andere Flurförderzeuge wie Fahrerlose Transportfahrzeuge oder manuell bediente Gabelstapler sowie die zu befördernde Ladung und Ladestationen zu erkennen. Der semantischen Beschreibung einzelner Objekte (engl. things) gegenüber

steht die Beschreibung von Gruppen von Dingen (engl. stuff). Die Erkennung von Gruppen von Dingen ermöglicht eine gezielte Unterscheidung und wiederum eine situationsabhängige Anpassung des Roboterhaltens. So kann ein wahrnehmungsgesteuerter Roboter beispielweise eigenständig zwischen zu befahrendem Weg und nicht befahrbarer Produktionsfläche unterscheiden, da diese durch Bodenmarkierungen gekennzeichnet sind.

Aus Erfahrungen lernen die Welt zu verstehen

Autonome Systeme müssen diese Wahrnehmungsfähigkeiten aus Erfahrungen lernen. Während „hart“ vorprogrammierte Funktionen für standardisierte und eingeschränkte Szenarien unter gegebenen Entwicklungsanstrengungen umsetzbar sind, ist davon auszugehen, dass generische Wahrnehmung primär aus Erfahrung gelernt wird und diese Erfahrungen dem System in Form von Daten zur Verfügung gestellt werden. Im Gegensatz zu anderen Anwendungsbereichen sind Datensätze zur Objekterkennung sowie zum Szenenverständnis in der Logistik nicht verfügbar. Weiter sind keine standardisierten Tests verfügbar, die einen Vergleich unterschiedlicher Algorithmen für die Anwendung in der Logistik ermöglichen. Um das Ziel der künstlichen Wahrnehmung zu erreichen, arbeitet der Lehrstuhl fml an einem Framework,

das einerseits Daten zur Verfügung stellt und andererseits standardisierte Benchmarks definiert. Der Datensatz ist als Grundlage für Forscher, Startups und KMUs zu verstehen, um Innovationen in der Logistik zu erreichen. Neben natürlichen Daten wird das Framework ebenso synthetische, in Simulationen erzeugte Daten zur Verfügung stellen. Dadurch wird sowohl die Datenproblematik als auch der hohe Annotationsaufwand umgangen, um in Zukunft Perzeption in randomisierten Simulationen zu erlernen.

Christopher Mayershofer M.Sc.
Lehrstuhl Fördertechnik, Materialfluss,
Logistik (FML), TUM;
Idealworks GmbH

Literatur

- [1] C. Mayershofer, T. Ge, and J. Fottner, "Towards fully-synthetic training for industrial applications," in Proceedings of the 10th International Conference on Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS), 2020.
- [2] C. Mayershofer and J. Fottner, "Towards an artificial perception framework for autonomous robots in logistics," in Proceedings of the 1st Stuttgart Conference on Automotive Production 2020 (SCAP), 2020.
- [3] B. El-Asmar, S. Chelly, N. Azzi, L. Nassif, J. El-Asmar, and M. Färber, "AWARE: A situational awareness framework for facilitating adaptive behavior of autonomous vehicles in manufacturing," in Proceedings of the 19th International Semantic Web Conference (ISWC), 2020.

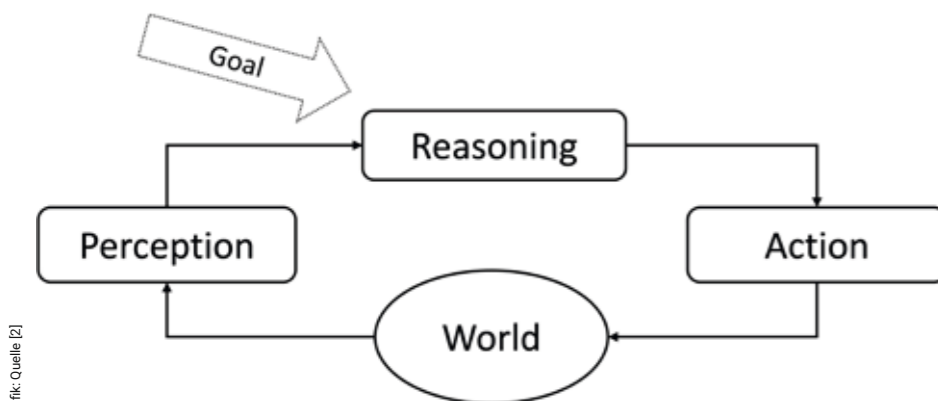


Abb. 1: Abstraktionsmodell eines intelligenten Agenten

Konzept: Flexibilität – Forschung für die Fabrik der Zukunft

Flexibilität durch Robotik

Individualisierte Produkte, kurze Produktzyklen und kleine Losgrößen sowie strategische Änderungen des Produktportfolios erfordern schnelle und einfach durchführbare Anpassungen im Produktionsprozess. Somit ist in vielen Bereichen der Wirtschaft eine flexible Produktion heutzutage wichtiger denn je. Die Robotik und insbesondere die Robotikforschung verstehen sich hierbei als Wegbereiter der Fabrik der Zukunft, indem sie von autonomen mobilen Systemen bis zu kollaborierenden Robotern eine Vielzahl vernetzter Roboterakteure zur Verfügung stellen, die

den Möglichkeitsraum zukünftiger Fertigungsprozesse deutlich erweitern. Das Institut für Robotik und Mechatronik des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Oberpfaffenhofen leistet in diesem Bereich mit seiner Leichtbauroboterentwicklung seit über 20 Jahren bedeutende Beiträge. Durch zahlreiche Ausgründungen und Technologietransfers hat es seine Forschungsergebnisse bereits mehrfach erfolgreich in verschiedenen gewerblichen Anwendungen zum Einsatz gebracht. Anhand von drei Beispielen aktueller Forschungsarbeiten des Instituts gehen wir in diesem Artikel näher auf die Flexibilität als wichtige Eigenschaft zukünftiger Roboter und Robotersysteme ein. Die neueste Leichtbaurobotergeneration SARA ist ein hochentwickeltes mechatronisches System, das maximale Performance und innovative Funktionen vereint (s. Abb. S. 4). Der Roboterairbag ist eine Innovation, die durch eine Ausgründung zur Produktreife gebracht wird und das System SwarmRail ist eine konzeptionelle Idee, die durch einen auf Rapid-Prototyping basierten Demonstrator gerade auf Machbarkeit überprüft wird.

Leichtbauroboter SARA

Neben hohen Anforderungen an die Sicherheit bei gleichzeitig hoher Dynamik ist ein breites und flexibles Einsatzspektrum Ziel der Entwicklung des Safe Autonomous Robotic Assistant (SARA). Der drehmomentgeregelte Roboterarm mit sieben Achsen und 12 kg Traglast vereint hierfür eine zukunftsweisende Elektronik mit leistungsfähiger Mechanik und innovativen Regelungsalgorithmen. Seine spezielle Kinematik mit kurzer Handachse und großem Arbeitsraum bietet eine gute Erreichbarkeit aus verschiedenen Richtungen und ermöglicht somit auch die Bearbeitung von großen Werkstücken. Ein Novum hinsichtlich einer flexiblen

Nutzung ist die erweiterte Programmierung durch Vormachen, bei der neben den üblichen Positionstrajektorien auch hochaufgelöste Kraftverläufe am Endeffektor in Richtung und Größe aufgezeichnet werden. Dies ermöglicht zum Beispiel eine deutlich intuitivere Programmierung von Fügeprozessen durch das händische Führen des Roboters. Die Aufzeichnung der Positions- und Kraftverläufe erlaubt es auch, Fügefehler direkt zu erkennen und gleichzeitig die Fügequalität zu dokumentieren. Erreicht wird diese neue Fähigkeit durch die Kombination von hochdynamischen Antrieben und einer hochabgetasteten redundanten Kraftsensorkinematik mit Kraft-Momentensensoren in der Roboterbasis und am Endeffektor sowie Drehmomentsensoren in den Gelenken. Ein entscheidendes Element für einen flexiblen Einsatz von SARA ist zudem der im Endeffektor bereits voll integrierte Schnellwechselmechanismus mit Werkzeugerkennung sowie Energie- und Datenanschluss. Hierdurch wird ein selbständiger Werkzeugwechsel für die Bearbeitung von komplexen Aufgabenfolgen möglich.

Airbag für Roboter

Eng verbunden mit dem Thema Flexibilität ist das Thema Sicherheit, insbesondere im Bereich der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK). Während es inzwischen eine Vielzahl von neuen kollaborativen Robotern auf dem Markt gibt, stellen scharfkantige Werkzeuge und Werkstücke nach wie vor eine große Verletzungsgefahr dar. Somit limitieren oft nicht die Roboter selbst, sondern ihre Werkzeuge das Einsatzspektrum und die Arbeitsgeschwindigkeit. Um dieses Problem zu lösen, wurde ein neuartiger Airbag für Roboter entwickelt. Dieser Airbag umschließt vor dem Verfahren des Roboters sowohl das Werkzeug als auch das Werkstück und bietet somit einen mechanischen Schutz

während der Bewegung des Roboters. Hat der Roboter sein Ziel kollisionsfrei erreicht, wird der Airbag entlüftet und gibt Werkzeug und Werkstück wieder vollständig frei. Durch integrierte Drucksensoren werden Kollisionen erkannt und die Funktionstüchtigkeit des Airbags permanent überwacht. Auf diese Weise erhöht der Airbag nicht nur die Sicherheit, sondern sorgt gleichzeitig dafür, dass der Roboter seinen gesamten Arbeitsraum auch in Anwesenheit des Menschen flexibel und effizient nutzen kann. Aktuell wird die Vermarktung des mit dem *Kuka Innovation Award* ausgezeichneten Airbags durch eine Ausgründung vorangetrieben.

SwarmRail

Ein neues Konzept im Kontext von flexibler Fertigung und Logistik ist das SwarmRail-System. Bei diesem System handelt es sich um eine Kombination aus mehreren mobilen Robotern mit einem speziellen Schienensystem, die den Arbeitsraum einer Produktionsstätte von oben erschließt. Die mobilen Roboter verfahren hierbei auf den Schienen, während ihre Arbeitseinheit unterhalb des Schienensystems durch einen Schienenspalt mit ihnen verbunden ist. Diese Arbeitseinheit kann sowohl ein einfacher Transportbehälter als auch ein komplexer Roboterarm sein. Die Besonderheit des SwarmRail-Systems sind die passiven Schienenkreuzungen mit sich kreuzenden Spalten, welche die mobilen Roboter durch eine spezielle Anordnung von acht Omniwheels statisch stabil durchfahren können. Dies ermöglicht den Aufbau eines Schienennetzes ohne aktive Weichen, auf dem sich mehrere Roboter gleichzeitig und unabhängig voneinander bewegen können. Somit können die Roboter beispielsweise Montageaufgaben an wechselnden Arbeitsstationen unterhalb des Schienennetzes durchführen. Parallel hierzu können Transportein-



DLR Leichtbauroboter mit aktiviertem Airbag

Fotos: DLR

heiten benötigte Komponenten auf variierenden Wegen zum Montageort liefern und die fertigen Baugruppen abtransportieren. Im Zusammenspiel mit Arbeitsinseln und mobilen Robotern am Boden lässt sich somit eine hochflexible Produktionsanlage aufbauen, die je nach Bedarf konfiguriert werden kann. Der Fertigungsplaner oder eine intelligente Software wie das Human Factory Interface, welches am Institut entwickelt wird, entscheidet hierbei, ob Transport oder Bearbeitungsschritte effektiver vom Boden oder von oben durch das SwarmRail-System ausgeführt werden. Das Schienennetz kann neben Quadraten auch Rechtecke und Sechsecke mit variierenden geometrischen Abmessungen enthalten. Hierdurch können dichte Bereiche mit vielen Kreuzungspunkten als Bearbeitungszentren oder längere ununterbrochene Strecken als Verbindungswege gestaltet werden. Der aktuelle Demonstrator wurde unter Nutzung von Rapid-Prototyping Verfahren im Rahmen zweier Bachelorarbeiten aufgebaut und dient zur Validierung des Mobilitätskonzepts. An diesem Demonstrator konnte bereits das Verhalten der

Durchfahren der Kreuzungen mit und ohne montiertem Roboterarm sowie die Regelung von Position und Orientierung der Plattform über dem Spalt untersucht werden. Basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen wird zurzeit ein neuer leistungsfähiger Demonstrator aufgebaut, der als Funktionseinheit mit einem Roboterarm die Einsatzmöglichkeiten des SwarmRail-Systems explorieren und demonstrieren soll.

Die drei vorgestellten Systeme verdeutlichen den Wandel, dem die Fertigung aktuell unterliegt, und geben einen Einblick in die mögliche Zukunft industrieller Produktionsanlagen. Das Zusammenspiel der verschiedenen Roboter führt hierbei zu innovativen technologischen Produktionskonzepten für die hochflexible und intelligente Fabrik der Zukunft, die eine regionale und wettbewerbsfähige Produktion mit kurzen Lieferwegen ermöglicht.

Martin Görner, Oliver Eiberger, Thomas Hulin, Korbinian Nottensteiner, Roman Weitschat
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)



SwarmRail Demonstrator mit Kuka LBR

Konzept: Flexibilität

Reinforcement Learning für die Industrierobotik

Flexible Automatisierung durch selbstlernende Algorithmen: Über die Möglichkeiten der datenbasierten Steuerung von adaptiven Industrierobotern.

Die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie ist von ihrer hohen Produktivität abhängig. Überdurchschnittlich große Aufwendungen für Personal erschweren konkurrenzfähige Produktpreise auf internationalen Märkten. Die Prozessautomatisierung erhält so einen hohen Stellenwert. Des Weiteren nimmt die Komplexität industrieller Prozesse aufgrund neuer Produktanforderungen hinsichtlich Qualität und Funktion rapide zu, wodurch konventionelle, regelbasierte Automatisierungskonzepte zunehmend an ihre Grenzen stoßen. Aufgrund dieser Entwicklungen kommen bereits heute neuartige datenbasierte Steuerungssysteme in Produktions-

umgebungen zum Einsatz. Ausgangspunkt für diese Entwicklung ist nicht zuletzt die als Industrie 4.0 bekannte Transformation, welche eine hochgradig vernetzte Industrielandschaft beschreibt, in der sich enorme Datenmengen in Echtzeit erfassen lassen.

In der öffentlichen Diskussion ist der Begriff der Automatisierung aufgrund des Potenzials zur Rationalisierung des Humankapitals häufig negativ konnotiert. Eine ausführliche Darstellung, warum die Produktivität nicht mit dem Verlust von Arbeitsplätzen in Verbindung steht, ist in [1] zu finden. Vor diesem Hintergrund besteht eine große Gefahr für die Industrieländer, nicht die größtmögliche Steigerung der Produktion anzustreben. Folglich müssen neue Methoden schnellstmöglich ihren Transfer von den Forschungseinrichtungen in die Industrie finden. In diesem Zusammenhang hat Reinforcement Learning das Potenzial,

den Automatisierungsgrad durch neue Anwendungsfälle in naher Zukunft zu erhöhen.

Was ist Reinforcement Learning?

Durch die rasante Entwicklung neuer Algorithmen und leistungsfähiger Hardware sind in den letzten Jahren wichtige Meilensteine mit Reinforcement Learning im Bereich der künstlichen Intelligenz erreicht worden. Ein Beispiel ist der Algorithmus AlphaGo, welcher im Jahre 2016 den amtierenden Weltmeister Lee Sedol im Brettspiel Go besiegte [2]. Dabei löst der Agent einen Regelkreis mittels Reinforcement Learning wie in Abb. 1 (untere Hälfte) dargestellt. Dieser Regelkreis lässt sich auf beliebige Kontrollprobleme übertragen. Angenommen ein Kleinkind befindet sich in der Küche und greift nach einer heißen Herdplatte. Der diesem Alltagsszenario entsprechende Regelkreis ergibt sich wie folgt:

- Der Agent ist die aktionsausführende Instanz. Im oben genannten Beispiel ist das Kleinkind der Agent. Im industriellen Kontext hingegen beschreibt der Agent eine Regelung, beispielsweise für die Bewegungsabläufe eines Industrieroboterarms.
- Die Umgebung des Kleinkindes ist die Küche, mit der es durch Aktionen interagiert. Ein industrieller Roboterarm befindet sich in der Produktionsumgebung.
- Der Aktionsraum beschreibt alle möglichen Handlungen des Agenten. So kann das Kleinkind die Arme, den Kopf oder die Augen bewegen. Bei einem Roboterarm wäre beispielsweise die Ansteuerung der gewünschten Drehmomente/Geschwindigkeiten der einzelnen Gelenke denkbar. Darüber hinaus ließe sich der Aktionsraum eines

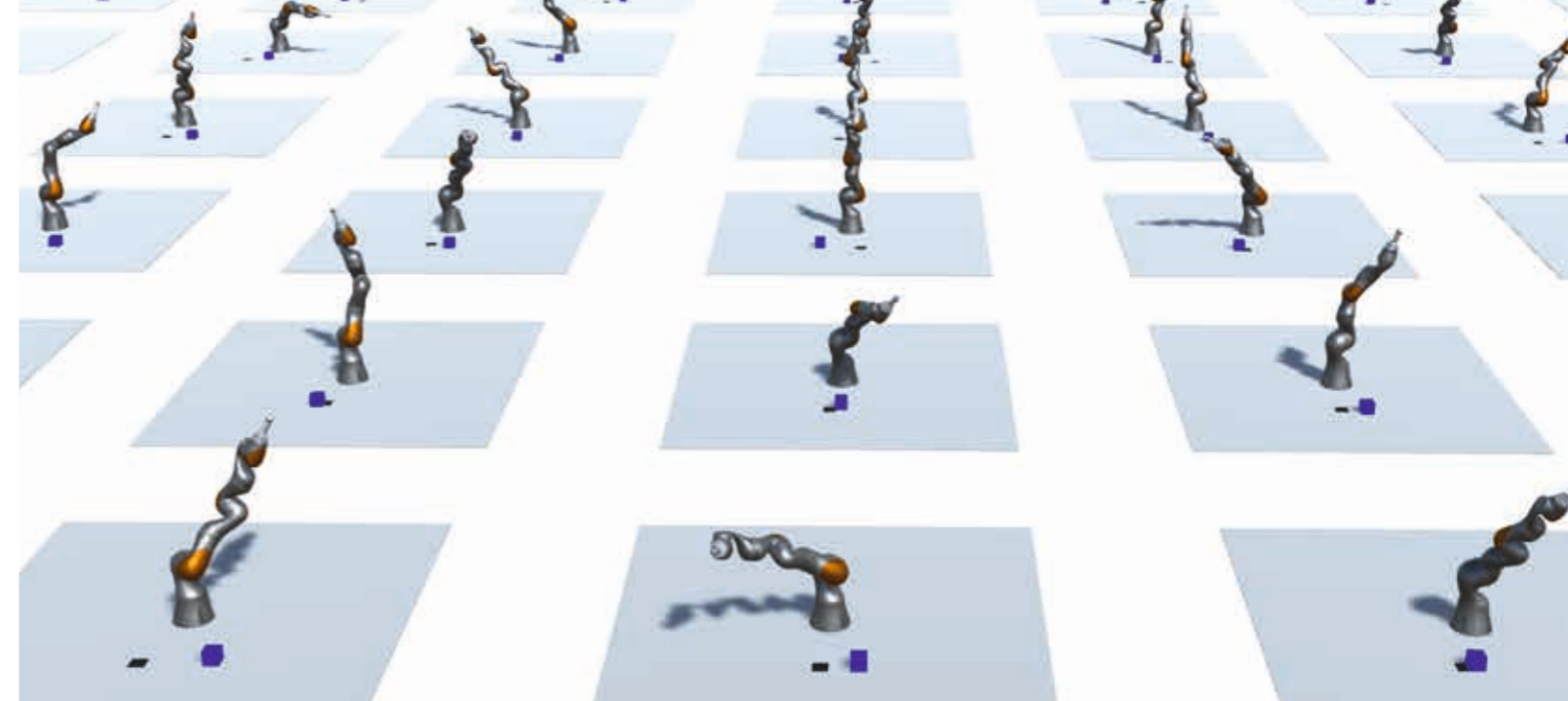


Abb. 2: Parallelierte Trainingsumgebung in der sich Reinforcement Learning basierte Steuerung erlernen lässt.

Roboterarms auch durch die Bewegungen des Endeffektors beschreiben.

- Der Beobachtungsraum umfasst jede mögliche Situation, die der Agent wahrnehmen kann. Im Beispiel des Kleinkindes handelt es sich dabei über die von den Sinnesorganen aufgenommenen Eindrücke, wobei ein Roboterarm seine Umgebung durch eine Kamera, taktile Sensoren oder auch mittels einer Abstandsmessung wahrnimmt.
- Belohnung: Positive Empfindungen wie Freude über neue Entdeckungen oder Spaß am Spielen fördern die Entwicklung von Kleinkindern. Zudem lernen Kinder auch von negativen Eindrücken wie Schmerz, der durch eine Verbrennung an der heißen Herdplatte ausgelöst wird. Im industriellen Beispiel beschreibt die Belohnungsfunktion die Erreichung eines vorgegebenen Ziels wie beispielsweise die erfolgreiche Montage eines Außenspiegels.

Eine wichtige Entwicklung der vergangenen Jahre ist die zunehmende Verwendung von neuronalen Netzwerken, mit denen sich komplexe nichtlineare Funktionen effektiv beschreiben lassen. Dabei können Modelle die Robotersteuerungen anhand von Videosignalen erlernen. Durch neuronale Netzwerke kann der Agent die gemachten Erfahrungen für ähnliche Situationen generalisieren. Wie ein Kleinkind zukünftig auch in fremden Küchen nicht nach der heißen Herdplatte

greift, setzen Agenten durch neuronale Netzwerke beschriebene Handlungsstrategien auch in unbekanntem Szenarien – wie zum Beispiel bei einem neuen Produkt – erfolgreich ein.

Reinforcement Learning für die Industrierobotik

Bei der konventionellen Steuerung von Roboterarmen wird der genaue Bewegungsablauf vorgegeben. Eine Steuerung, welche einen Roboterarm Gegenstände greifen lässt, ist auf arretierte Objekte angewiesen. Geringste Abweichungen der Produkte oder des Produktionsablaufes können einen Systemausfall zur Folge haben.

Die auf Reinforcement Learning basierte Kontrolle kann Situationen wahrnehmen und entsprechende Handlungen ableiten. Der Agent lernt aus Erfahrungen, die sich aus den eigenen Handlungen ergeben. Dabei können Simulationen zum Einsatz kommen, in denen der Algorithmus zeitgleich Erfahrungen aus einer beliebigen Anzahl an virtuellen Instanzen sammelt (siehe Abb. 2). Die auf Erfahrung generalisierte Steuerung kann flexibel auf Änderungen des Produktportfolios oder auch Veränderungen im Produktionsablauf reagieren. Zusammenfassend lassen sich so die folgenden Vorteile erkennen:

- Durch die Erschließung von neuen Anwendungsfeldern, die mit herkömmlichen Steuerungssystemen bisher

nicht automatisiert werden konnten, ist ein höherer Automatisierungsgrad erreichbar.

- Reinforcement Learning Agenten passen sich selbstständig an Veränderungen von Produkten und Prozessen an. Ein robustes Steuerungssystem kann sich an neue Produkte anpassen, wodurch der Umbau von Produktionslinien seltener erforderlich ist.
- Es sind Steuerungen denkbar, die sich mit der Zeit durch neue Erfahrungen auch nach der Trainingsphase in der echten Anwendung verbessern.
- Kollaborierende Agenten sind möglich, welche über die eigene Arbeitsumgebung hinaus mit anderen Agenten die gesamte Produktion optimieren. Beispielsweise kann eine Roboterarmsteuerung mit einem Agenten für den Produktionsfluss gemeinsam die Produktivität maximieren.

Dr.-Ing. Noah Klarmann

Lehrstuhl für Robotik, Künstliche Intelligenz und Echtzeitsysteme, TUM

Literatur

- [1] B. Miller and R. Atkinson. Are Robots Taking our Jobs, or Making Them? Veröffentlicht online auf ITIF-Information Technology & Innovation Foundation, 2013.
- [2] Silver, D. et al.: Mastering the game of Go without human knowledge". In: Nature 550.7676 (2017), pp. 354–359.

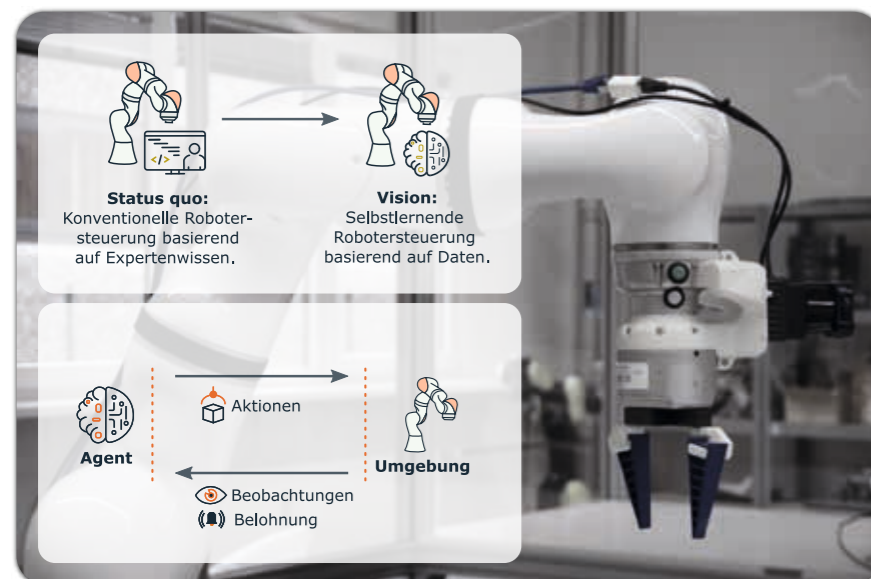


Abb. 1: Obere Hälfte: Visualisierung der zugrundeliegenden Vision; Untere Hälfte: Regelkreis in der für die künstliche Intelligenz typischen Terminologie

Konzept: Akzeptanz

Responsible Robotics: Im Tanz der Akzeptanz?

Das Forschungsprojekt „Responsible Robotics“ erfasst die sozialen und ethischen Aspekte des Einsatzes von Robotik und künstlicher Intelligenz (KI) in Medizin und Pflege und versucht diese aktiv im Entwicklungsprozess zu berücksichtigen. In dieser interdisziplinären Arbeit begegnet uns auch die Frage nach der Akzeptanz der Nutzer*innen. Wir fragen stattdessen spielerisch, wie gelingt es, alle Interessengruppen zum Tanz aufzufordern?

Das Projekt „Responsible Robotics“ bringt Forscher*innen aus der Ethik und den Sozialwissenschaften mit Forschungs- und Entwicklungsteams zusammen, die an Anwendungen der Robotik, insbesondere im Gesundheitswesen und in der Altenpflege, arbeiten. Das Projekt ist eine vom Bayerischen Forschungsinstitut für Digitale Transformation (bidt) geförderte Initiative, die als dreijähriges Live-Experiment einen integrierten Forschungsansatz erprobt [1]. Das interdisziplinäre Projekt an der TU München besteht aus Forschenden des Instituts für Geschichte und Ethik der Medizin, der Munich School of Robotics and Machine Intelligence (MSRM) und des Munich Center for Technology in Society (MCTS).

Welchem Forschungsansatz folgen wir?

Roboter- und KI-unterstützte Technologien entwickeln sich rasant und finden auch im Gesundheitssektor zunehmend Anwendung. Gleichzeitig bringen diese innovativen Technologien eine Vielzahl sozialer, ethischer, politischer und rechtlicher Herausforderungen mit sich. Immer mehr wird debattiert, wie technologische Systeme sich an den Werten der Nutzer*innen orientieren können.

Größere öffentliche Anstrengungen, wie z.B. die Allgemeine Datenschutzverordnung der EU geben hier zwar wichtige Leitlinien vor, lassen aber oft Fragen bezüglich der konkreten Umsetzung offen.

Es bedarf eines verfeinerten Verständnisses tatsächlicher Entwicklungs- und Implementierungsprozesse sowie der damit verbundenen ethischen und sozialen Herausforderungen, damit diese konstruktiv schon im Entwicklungsprozess berücksichtigt werden können. Wir glauben, dass eine enge Zusammenarbeit zwischen Sozialwissenschaftler*innen, Ethiker*innen und Ingenieur*innen zu einem solchen Verständnis beitragen kann. Unser Ansatz baut auf der langjährigen Praxis wissenschaftlich-soziologisch-technischer Integration auf, die Ingenieur*innen und Forscher*innen dazu anregen soll, über die gesellschaftlichen Folgen ihrer Arbeit zu reflektieren und für diese Verantwortung zu übernehmen.

Wie sieht die integrierte Arbeitsweise konkret aus?

Wir integrieren ethische und sozialwissenschaftliche Perspektiven in ein größeres Forschungsprojekt zu robotischer Assistenz im Gesundheitswesen und in der Altenpflege. Dazu nehmen wir an projektübergreifenden Online-Treffen teil und besuchen die Robotiklabore, wo wir die täglichen Praktiken der Entwickler*innen kennenlernen. Zudem dienen qualitative, in die Tiefe gehende Interviews mit Entwickler*innen, Pflegekräften, und Patient*innen dazu, mehr über deren Arbeitspraktiken, Erfahrungen, Hoffnungen und Bedenken, bezüglich der Entwicklung der Gesundheitsrobotik und deren Implementierung im Gesundheitswesen zu erfahren. Die Abbildung verdeutlicht

den Zusammenhang der Projekte in unserer integrierten Arbeitsweise.

Welche Ziele verfolgen wir?

Die aus den Interviews und den Beobachtungen gewonnenen Daten dienen als Grundlage für die Entwicklung von Workshops, die sich an konkreten Arbeitspraktiken und identifizierten Herausforderungen orientieren. Die so aus der Praxis heraus entwickelten methodischen Ansätze sollen den Ingenieur*innen helfen, soziale und ethische Herausforderungen der neuen Technologien zu erkennen und bereits in der Entwicklungs- und Forschungsphase verantwortungsvoll zu berücksichtigen.

Woher kommt die Forderung nach Akzeptanz?

Jedoch bringt die Integration sozialwissenschaftlicher und ethischer Expertise im Robotikprojekt selbst auch Herausforderungen mit sich. So werden wir beispielsweise häufig zur Projektionsfläche von Hoffnungen, dass ethisch und gesellschaftlich verantwortliche Entwicklung durch unser Dazutun allein bewerkstelligt werden kann, sozusagen als unser arbeitsteiliger Beitrag. Die Förderung der Akzeptanz von robotischen Lösungen wird hierbei oft als Ziel unserer Arbeit verstanden. Dahinter steckt die Sorge von Befürwortern der Technologie, dass das Potential von technischen Innovationen an der mangelnden Akzeptanz der zukünftigen Nutzer*innen scheitert. Oft wird erwartet, dass wir hier Abhilfe schaffen können: Mit unserer Hilfe könne die Technikscheue vor robotischen Assistenten im Altersheim verringert werden. Wenn die Chancen und Möglichkeiten der Technologie nur ausreichend kommuniziert werden würden, könne eine aus-

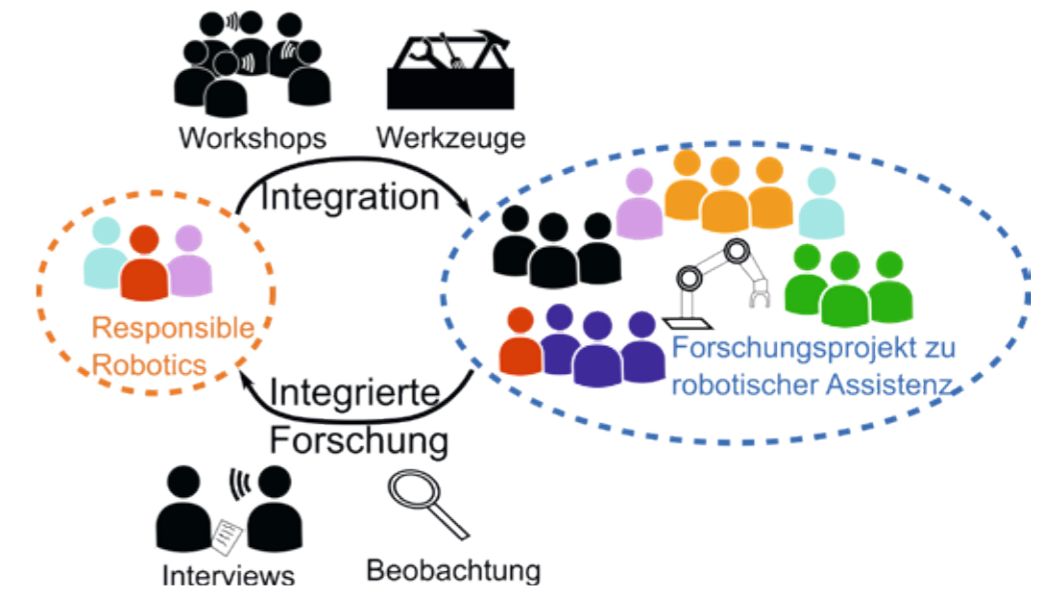
reichende Akzeptanz erreicht werden. Mit diesen und ähnlichen Erzählungen wird unsere Rolle im Projekt oft assoziiert. Unser Selbstverständnis unterscheidet sich jedoch von diesen uns zugeschriebenen Aufgaben.

Warum lohnt eine kritische Betrachtung von Förderung der Akzeptanz?

Die Förderung von und Forderung nach Akzeptanz von Technologie durch bestimmte Nutzer*innen basiert auf Annahmen, die kritisch betrachtet werden müssen. Häufig wird ein Informationsdefizit auf Seiten der Nutzer*innen als Grund für mangelnde Akzeptanz und Skepsis angenommen. Durch vorwiegend einseitig gerichtete Kommunikation zur Vermittlung von Wissen und Erfahrung an Nutzer*innen wird dann eine Verbesserung der Akzeptanz erwartet. Diese Annahme untergräbt die Expertise, die Nutzer*innen bereits haben und zum Projekt beitragen könnten. Vertreter*innen der Technologie sehen sich in der Einschätzung sehr komplexer Zusammenhänge überlegen und riskieren damit, dass technologische Projekte die tatsächlichen Bedürfnisse zukünftiger Nutzer*innen aus dem Blick verlieren. Der Versuch die Akzeptanz zu verbessern kann hierdurch im Extremfall die erstrebenswerte Beteiligung von Betroffenen im Entwicklungsprozess untergraben. In der Metapher des Tanzes vom Beginn, ist bei der Aufforderung zum Tanz bereits die Musik von Seiten der Technologie vorgegeben.

Unser Selbstverständnis

Wir verstehen unsere Mitwirkung in Ro-



Schema der integrierten Arbeitsweise

botik-Projekten als ergebnisoffen. Daher fordern wir weder Akzeptanz noch Ablehnung. Die Komplexität des Einsatzes robotischer Assistenz und KI im Gesundheitswesen ist zu groß und zu wenig untersucht, um von vorneherein einen bestimmten Ausgang abzusehen. Es ist wichtig, sowohl die Chancen technologischer Lösungen zu ermitteln als auch mögliche Widerstände von Nutzergruppen anzuerkennen und zu untersuchen, um idealerweise in wechselseitigem Austausch etwas für die Entwicklung bedarfsgerechter Technologien zu lernen. Zurück in der Analogie des Tanzes lernen sich die Tanzpartner*innen also zunächst gegenseitig kennen und schätzen. In gemeinsamer Abstimmung kann so entsprechend der Wünsche und Fähigkeiten aller am Tanz Beteiligten ein passender Tanzstil und -rhythmus gefunden werden. Dies liegt auch im Interesse der an der Entwicklung beteiligten Akteure: Lassen sich bestimmte Nutzergruppen nicht zum Tanz mit der Technologie aufordern, würde auch alle investierte Zeit und Entwicklungsarbeit vergebens sein.

Fazit

Mit unserer ergebnisoffenen Arbeit möchten wir zu einem demokratischeren Verständnis und Umgang mit Innovation beitragen, damit alle berücksichtigt

werden, die von der Einführung der Technologie betroffen sind. Hierbei geht es nicht darum, die Ablehnung oder die Zustimmung zu konkreten Technologien zu bewerten oder gar sicherzustellen. Vielmehr sind wir interessiert am Prozess der Vermittlung zwischen Entwickler*innen, Pflegekräften, Menschen, die auf Pflege angewiesen sind und anderen Stakeholdern, für ein besseres Verständnis der Sorgen und Hoffnungen untereinander. Zur gegenseitigen Akzeptanz und einer erfolgreichen Umsetzung ist in der robotischen Assistenz im Gesundheitswesen sowie anderen, ähnlich komplexen Zusammenhängen, eine gleichberechtigte Einbindung aller Beteiligten nötig.

Konstantin Ritt

Munich School of Robotics and Machine Intelligence, TU München

Svenja Breuer, Maximilian Braun

Munich Center for Technology in Society, TU München

Literatur

[1] S. McLennan et al., "An embedded ethics approach for AI development," *Nat Mach Intell*, vol. 2, no. 9, pp. 488–490, 2020, doi: 10.1038/s42256-020-0214-1.

Sind Roboter unheimlich?

Im Jahr 1970 erschien in Energy, einer kleinen japanischen Unternehmenszeitschrift, der Aufsatz „Das unheimliche Tal“. Der Autor Masahiro Mori, damals Professor für Regelungstechnik an der TH Tokio, beschrieb darin, wie sich die Vertrautheit ändert, welche Menschen zu Robotern und künstlichen Figuren aufbauen, wenn diese uns immer ähnlicher werden. Mit der Vergrößerung des Anthropomorphismus, so seine These, steigt die emotionale Reaktion. Kurz vor der Identität jedoch ist ein starker Einbruch zu verzeichnen, d. h. wenn Roboter dem menschlichen Aussehen bis zur Ununterscheidbarkeit angenähert werden, kann dies unheimliche Gefühle und heftige Abwehrreaktionen hervorrufen. Solche Reaktionen sind nicht zuletzt beliebtes Thema in der Science Fiction.

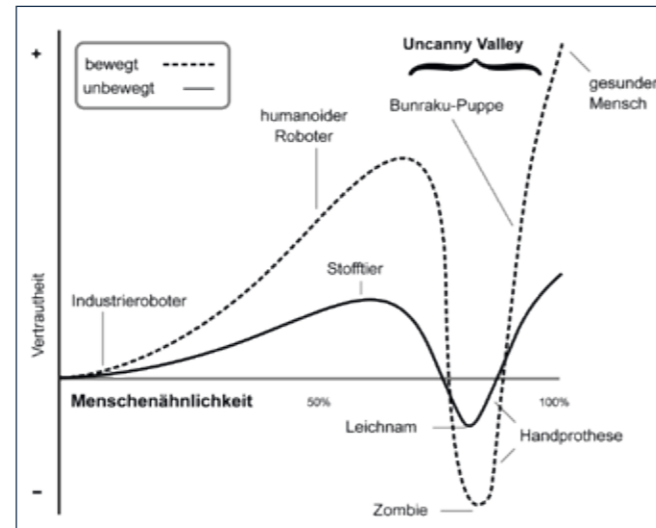
Eine erste Annäherung

Schauen wir zunächst in den ursprünglichen Text, der inzwischen auch in deutscher Übersetzung vorliegt. Einführend verweist Mori darauf, dass Menschen im Alltag oft von einer monoton steigenden Abhängigkeit zweier Größen ausgehen. Doch bereits das Bergsteigen zeige, dass man oft erst ein Tal durchqueren muss, um den Gipfel zu erreichen. Ähnliches sei bei der Wesensverwandtschaft, die wir Robotern und anderen Figuren gegenüber empfinden, zu vermuten: „Unsere Affinität steigt so lange an, bis wir in ein Tal kommen [...] Ich nenne es das unheimliche Tal“ (213). Anschließend erläutert er wichtige Punkte in seinem Diagramm. So übernehmen Industrieroboter zwar immer mehr Aufgaben von Industriearbeitern, benötigen dafür aber nur einen beweglichen Arm. Die Gestalt von Puppen und Spielzeugrobotern werde uns hingegen bewusst angenähert. Ein Leichnam wiederum erzeuge bei den meisten Menschen ein unheimliches Gefühl, das im Diagramm durch eine negative Affinität gekennzeichnet wird. Da Mori eine myo-

elektrische Handprothese als irritierend empfand, weil sie zwar menschlich aussah, sich aber nicht so anfühlte, ordnete er auch ihr eine negative Affinität zu. Von diesem Punkt aus steigt die Kurve wieder zur positiven Vertrautheit mit lebenden Menschen an. Bezieht man in die qualitative Betrachtung Bewegungen mit ein, würde der beschriebene Zusammenhang stärker ausgeprägt – das Unheimliche Tal wird tiefer und die „Affinitätsberge“ an beiden Seiten werden höher. Als Erklärung vermutete Mori einen Überlebensmechanismus, um uns vor Gefahren zu schützen, etwa Krankheiten, die von Leichen ausgehen könnten. Weiterhin entwickelte er Designgrundsätze: „Aufgrund des Risikos bei der Annäherung an die menschliche Gestalt in das unheimliche Tal zu fallen, ist es für Entwickler sinnvoller, sich den ersten Gipfel links vom unheimlichen Tal als Ziel zu setzen“ (216). Am Schluss des kurzen Textes forderte Mori, dieses Phänomen weiter – vor allem auch empirisch – zu untersuchen, um Roboter zu entwerfen, zu denen wir Menschen Vertrauen entwickeln könnten.

Entwicklung humanoider Roboter

Moris These entfaltete später eine große Wirkmacht. So schreibt der Computerwissenschaftler Karl F. MacDorman: „Als ich 1997 als Assistenzprofessor zur Universität Osaka kam, war das unheimliche Tal bereits eine etablierte Orthodoxy unter den Robotikprofessoren und -professorinnen: Der Bau von menschlich aussehenden Robotern war gemeinhin untersagt“ (221). Die Entwicklung von Service-



Grafik: Tobias K., CC BY-SA 3.0

Robotern wurde aber von der Politik massiv unterstützt, da sie davon Lösungen für viele Probleme der japanischen Gesellschaft erwartete, z. B. in der Altenpflege, wo aufgrund der steigenden Lebenserwartung bei abnehmender Bevölkerungszahl ein Mangel an Pflegepersonal zu erwarten war. Daher sollte alles prognostiziert werden, was der positiven Sicht auf Roboter schaden könnte – das betraf vor allem die Entwicklung von Androiden. Folgerichtig wandten sich nach der Jahrtausendwende Robotikforscher in Japan – am bekanntesten ist Hiroshi Ishiguro von der Universität Tokio – und mittlerweile auch weltweit dem Uncanny Valley zu. Auf weitere Ergebnisse der Forschung, die bereits Mori 1970 angeregt hatte, darf man gespannt sein.

Frank Dittmann

Literatur

Masahiro Mori: The Uncanny Valley. In: IEEE Robotics & Automation Magazine 19 (2012) H. 2, S. 98-100
 Deutsch in Haensch, K. D. u.a. (Hrsg.): Uncanny interfaces. Hamburg 2019, S. 212-219, auch der Beitrag von K. F. MacDorman, S. 220-234 (alle Zitate aus diesem Bd.)
 Guizzo, E.: The Man Who Made a Copy of Himself. In: IEEE Spectrum 47 (2010) No. 4, S. 44-56

VDI München, Ober- und Niederbayern Einladung zur VDI Mitgliederversammlung 2021 des BV München, Ober und Niederbayern

Alle Mitglieder unseres Bezirksvereins werden hiermit zur ordentlichen Mitgliederversammlung 2021 eingeladen. Sie findet am 8. Juni 2021 um 17.30 Uhr im Chiemsee-Saal des TÜV SÜD statt. Bitte melden Sie sich an: E-Mail: bv-muenchen@vdi.de | Tel.: +49 89 57 91 22 00 | Fax: +49 89 5791 21 61

Tagesordnung

- Genehmigung der Niederschrift über die ordentliche Mitgliederversammlung am 09.03.2020 und der Tagesordnung
- Tätigkeitsbericht für das Geschäftsjahr 2020 und Planung 2021
- Bericht des Schatzmeisters zum Jahresabschluss 2020
- Bericht des Rechnungsprüfers
- Genehmigung des Jahresabschlusses 2020
- Entlastung des Vorstands
- Bericht des Schatzmeisters über den Haushaltsplan 2021
- Wahlen zum Vorstand (Schriftführer + Vorstandsmitglied) und Rechnungsprüfer
- Anträge: Änderung der Satzung gemäß Synopse in „Technik in Bayern“ 03/2021
- Verschiedenes
- Ehrungen



Ihre Wahlvorschläge und Anträge zur Tagesordnung richten Sie bitte schriftlich bis 25.05.2021 an die Geschäftsstelle. Die Teilnahme an den Abstimmungen ist an die Vorlage eines gültigen Mitgliedausweises gebunden. Das Protokoll der Mitgliederversammlung 2020 ist in der TiB 03/2020, S. 26-28 abgedruckt und kann auch in der Geschäftsstelle eingesehen werden.

Der Vorstand des VDI BV München, Ober- und Niederbayern

VDI München Nachruf auf Utz Grosser

Vor kurzem erreichte uns die Nachricht, dass Utz Grosser am 19.12.2020 im Alter von 92 Jahren verstorben ist.

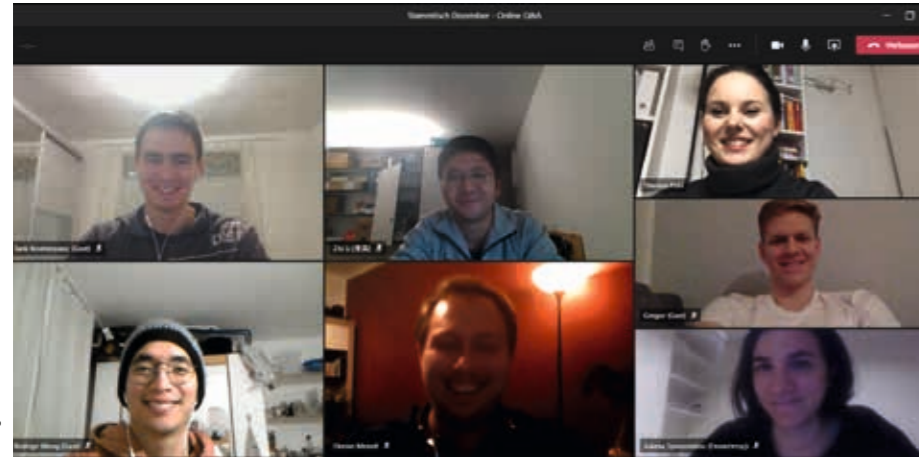
Utz Grosser war seit über 65 Jahren VDI-Mitglied und gehörte von Anfang an zum Arbeitskreis „Aktuelles Forum Technik“. Wir verdanken ihm viele Beiträge und werden ihn immer in Erinnerung behalten.

Mit stillen Grüßen
 Karl-Heinz Lohn
 VDI AK Aktuelles Forum Technik



Utz Grosser war über 65 Jahre VDI-Mitglied

VDI Young Engineers München Wenn Ingenieure die Robotik hinterfragen



Online-Stammtisch der VDI Young Engineers München

Am 14. Dezember 2020 waren die SuJler aus München – Ingenieure aus unterschiedlichen Bereichen (Lebensmittelingenieur, Elektrotechniker, Maschinenbauer und Bauingenieur) – zu zehnt beisammen. Diesmal ging es um das Thema der Robotik. Als Grundlage für die Diskussion hatten wir uns vier Fragen überlegt.

Woran denkst Du, wenn du Roboter und Robotik hörst?

Zuerst äußerte jeder seine Meinung zum Thema Robotik. Viele dachten an Roboter als Treiber von Automatisierung und Medizintechnik. Andere dachten bei Roboter als Verkörperung der zukünftigen Welt. Schließlich brachte SuJ-Mitglied Maximilian Listl uns auf den gleichen Wissens-

stand, indem er einen Vortrag über „Robotik im Überblick“ hielt.

Machen uns Roboter arbeitslos?

Die meisten Diskutanten waren der Meinung, dass Roboter in Zukunft mehr zum Einsatz kommen. Jedoch merkten manche an, dass Roboter eher in Bereichen eingesetzt werden würden, wo sie nicht in direktem Kundenkontakt stehen. Dennoch sah man in der Runde das Potential von Robotern, einfache sowie auch komplizierte Aufgaben in Zukunft übernehmen zu können.

Ab wann ist ein Roboter eine Hilfe vs. Gefahr (Nutzen vs. Bedrohung)?

Die meisten waren der Meinung, dass Roboter gefährlich sein könnten, falls sie von anderen Menschen missbraucht

werden würden. Zudem wurde das bekannte Dilemma des autonomen Autos angesprochen, welches sich entscheiden muss, ob es einen Menschen überfährt, um die Insassen zu schützen. Bei solchen ethischen Fragen war die Mehrheit überfragt und konnte selbst auf keine konkrete Antwort kommen.

Der beste Freund des Menschen im Jahr 2050?

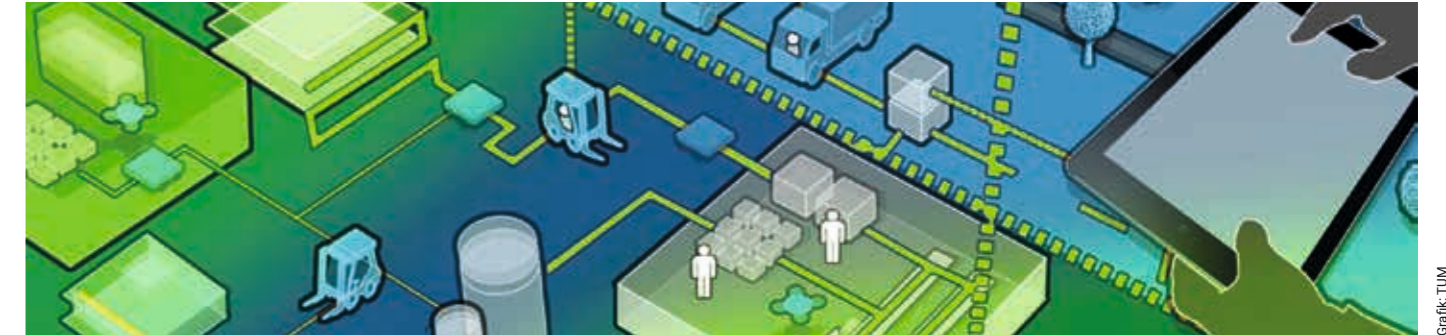
Zu guter Letzt waren alle über diese Frage überrascht, jedoch hat man schnell eine Antwort gefunden. Manche meinten, dass in Zukunft eventuell einsame Menschen wie beispielsweise Senioren und Single-Haushalte Roboter als beste Freunde haben könnten. Mit diesen könnte man sich austauschen und sich ihnen anvertrauen. Andere schlugen vor, dass eventuell Roboter in Form von Tieren oder Teddy-Bären für manche Menschen als vertrauenswürdig wirken könnten. Besonders Kinder könnten so einen Roboter-Teddy als besten Freund haben. Doch es gab auch andere Meinungen, denn einige Diskussionsteilnehmer begannen darauf hinzuweisen, dass Kinder dadurch manipuliert werden könnten.

Insgesamt war es ein gelungener und sehr informativer Abend. Wir laden wie immer dazu ein, bei unseren Diskussionen mitzuwirken.

Maximilian Listl

Die nächsten Online-Stammtische der Young Engineers München finden statt am
15. März 2021 + 12. April 2021

29. Deutscher Materialfluss-Kongress 2021 Die Automatisierung auf dem Vormarsch! Der Mensch auf dem Rückzug? Onlineveranstaltung am 18.03.2021, 9:30 Uhr – 17:00 Uhr



Die Corona-Krise beschränkt weiterhin unser Leben. Das hat erneut Auswirkungen auf den jährlichen Deutschen Materialfluss-Kongress. Wir möchten aber nicht völlig auf eine Veranstaltung verzichten. Deshalb werden wir vom Lehrstuhl fml gemeinsam mit dem VDI BV München einen Online-Kongress unter dem Motto „Die Automatisierung auf dem Vormarsch! Der Mensch auf dem Rückzug?“ veranstalten. Lernen Sie die neuesten Entwicklungen aus der Intralogistik kennen. Diskutieren Sie mit! Veranstalter ist der Lehrstuhl von Prof. Dr.-Ing. Johannes Fottner für Materialfluss und Logistik der TU München in Kooperation mit dem VDI Bezirksverein München, Ober- und Niederbayern.

Die Anmeldung erfolgt über den Veranstaltungskalender des VDI BV München. Das Programm finden Sie auf der Lehrstuhlseite über folgenden Link: <https://www.mw.tum.de/fml/aktuelles/materialfluss-kongress/>

Die Veranstaltung ist kostenfrei und findet rein digital über die Videokonferenz Software Zoom statt. Alle Infos zu Zoom, weitere Hinweise zum Zoom-Datenschutz an der TUM finden Sie ebenfalls auf der auf der TUM-Seite zu dieser Veranstaltung.

VDI BV München in Kooperation mit acatech Vorhersage ist besser als Reparieren: Wo und wem nützt Predictive Maintenance?

Die Digitalisierung der industriellen Produktion schreitet weiter voran. Eine aktuelle Entwicklung der Industrie 4.0 heißt Predictive Maintenance. Vorausschauende Instandhaltung und bedarfsgerechte Wartung basieren auf der Echtzeit-Verarbeitung von Prozess- und Maschinendaten. Ist Predictive Maintenance noch Zukunftsmusik oder bereits Realität? Worin liegt der konkrete Nutzen im Vergleich zu anderen Arten der Instandhaltung? Bei welchen Anwendungen liegen kurzfristig spezifische Chancen? Wo liegen derzeit Hürden zur Umsetzung?

Diese Fragen diskutieren wir bei „acatech am Dienstag“ u. a. mit Prof. Dr. Michael Henke (Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik), Markus Loinig (Senzoro GmbH) und Andreas Wüllner (Vorsitzender VDI BV München), Christa Holzenkamp (Vorstandsmitglied VDI BV München) und mit Ihnen am **9. März 2021, 19:30 bis 21:00 Uhr (via Zoom)**
Anmeldung online über: www.acatech.de

acatech
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN



VDI BV Bayern Nordost Rückblick und Vorschau des VDI BV Bayern Nordost: Was war, was ist, und was kommt?

Das der VDI-Bezirksverein Bayern Nordost e.V. sehr aktiv ist, hat er in der über 130-jährigen Vergangenheit immer wieder unter Beweis gestellt. Selbst unter den Einschränkungen im Corona-Jahr 2020 gab es sehr bemerkenswerte Aktivitäten von Arbeitskreisen (Netzwerken), Vorstandschaft und Ortsgruppen. Ein paar wenige Beispiele sind im Folgenden aufgeführt – alles aufzuführen, würden den Rahmen hier sprengen.

Deutsches Museum Nürnberg

Mit großem Engagement haben Projektleiter Michael Gundermann und die gesamte Vorstandschaft des VDI-BNO die künftige Zusammenarbeit mit dem Zukunftsmuseum Nürnberg vorangetrieben. Die Dependance des Deutschen Museums in Franken wird hoffentlich demnächst ihre Tore in der Nürnberger Altstadt öffnen – sobald es Corona erlaubt. Im Deutschen Museum Nürnberg soll gerade Jugendlichen und Familien aktuelle wie zukünftige Technik zwischen Innovation und Vision mit Aha-Effekten nahegebracht werden. Doch auch das kritische Hinterfragen und das hautnahe Erlebnis sollen nicht zu kurz kommen. Das Haus an der Pegnitz soll deshalb auch als Plattform für Veranstaltungen des Bezirksvereins genutzt werden. Beispielsweise will der VDI-BNO dort bei Jugendlichen Appetit auf Technik machen und deren Interesse für entsprechende Berufe wecken. Dazu hat der Bezirksverein bereits Kooperationen bis hin zur fränkischen Kultur-, Kreativ- und Digitalszene in die Wege geleitet.

Mit einer Rankine-Mikrodampfturbine ins Veranstaltungsjahr

Gleich im Januar stand ein Highlight des Arbeitskreises Energie- und Umwelttechnik auf dem Programm: Er feierte mit

SUN, dem städtischen Entwässerungsbetrieb Nürnberg, die Inbetriebnahme einer besonderen Mikrodampfturbine nach dem „Clausius-Rankine“-Prinzip. Damit wollen Wissenschaftler der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm (THN) die Abgaswärme aus Blockheizkraftwerken (BHKW) des Klärwerks wirtschaftlich in zusätzlichen Strom umwandeln.

Weiler – „der“ Name für Ausbildungs-Drehmaschinen

Der Arbeitskreis Produktion und Logistik besuchte den Produktionsstandort des Pioniers für Drehbänke mit Zyklensteuerung in Emskirchen. Dort erfuhren die Besucher*innen: Auch heute ist eine hohe Fertigungstiefe „Made in Germany“ möglich. Und: Qualität bedeutet bei Weiler auch eine fast unbegrenzte Ersatzteilversorgung für die 150.000 Maschinen aus den vielen Produktionsjahren. Nicht umsonst ist Weiler Partner bei der Nachhaltigkeitinitiative des deutschen Maschinen- und Anlagenbaus.

Digitales Lehren und Lernen

Beim Arbeitskreis FIB (Frauen im Ingenieurberuf) standen im August digitale Lernmethoden auf der Tagesordnung. Die treffen - nicht nur wegen Corona - den aktuellen Zeitgeist und haben darüber hinaus viele weitere Nutzer-Vorteile. Die stellen die FIB-AK-Leiterinnen Annette Kempf (Regensburg) als Referentin und Johanna Uhl (Nürnberg) als Organisatorin den Zuhörer*innen vor: Wiederholtes Zugreifen auf die Plattform beispielsweise, oder Kostenersparnis dank weniger Reiseaufwand. Damit digitales Lernen Erfolg zeitigt, muss das Material aktuell, gut didaktisch aufbereitet und fachlich hochwertig sein, sind die persönlichen Erfahrungen von Annette Kempf.



Bionik – technische Nutzung der biologischen Evolution

Wie Werkzeuge der Bionik zum Lösen technischer Probleme eingesetzt werden, also viel über künstliche Neuronale Netzwerke und evolutionäre Algorithmen, konnten die Teilnehmenden eines Webseminars im Oktober erfahren. Veranstalter war der Arbeitskreis Produkt- und Prozessgestaltung. Der Referent, Dr.-Ing. Michael Herdy, Professor an der Hochschule für Technik und Wirtschaft HTW Berlin, führte unter anderem auf dem Computer vor, wie diese Evolutionsstrategie zur Optimierung der Form von Kugelbahnen eingesetzt werden kann.

Franken energieautark

Prof. Dr.-Ing. Matthias Popp, Sprecher des AK Energie und Umwelt, schaffte es auch in diesem Sommersemester wieder! Studierende der Fakultät Maschinenbau und Versorgungstechnik der Technischen Hochschule Georg Simon Ohm Nürnberg bewiesen im Rahmen einer Energiekonferenz im Juni: Franken energieautark – das geht. Doch dazu müsse man das Geld statt in Übertragungsleitungen für Strom in dezentrale Energieerzeugung stecken. Ein Zielkonflikt, der schwer lösbar scheint.

„Wir heben deinen Datenschutz“

Bei dieser Initiative arbeitet der VDI-BNO im „Netzwerk Kreative Digitale Industrien“ mit dem VDE-Bezirksverein Nordbayern e.V. zusammen.

Studierende sollen versteckte Datenschätze in Mittelstands-Unternehmen erkennen und mit den Firmen gemeinsam neue digitale Geschäftsmodelle entwickeln. Im Herbst ging es los, in Kooperation mit dem „Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0“ in Augsburg.

Prozesslandkarte erstellt

Gegen Jahresende stand ein Vortrag mit Workshop zur „Prozesslandkarte im Geschäftsprozess-Management (Business Process Management = BPM)“ auf dem Jahresprogramm. Für den Referenten, Dr.-Ing. Norbert Herbig von PPV Consulting GmbH aus Fürth, ist die Prozesslandkarte ein Spiegelbild der Führungs-, Leistungs- und Unterstützungsprozesse eines Unternehmens. Sie dient zur Orientierung bei Arbeitsabläufen, hierarchisch wie auch in ihrer zeitlichen Abfolge. Die Teilnehmer sollten in die Lage versetzt werden, eine Prozesslandkarte im und für das eigene Unternehmen zu erstellen.

Webseiten ganz neu

Fast nebenbei hat VDI-BNO-Geschäftsstellenleiterin Renate Loch mit vielen Helfer*innen im Lauf des Jahres unsere Website vdi-bno.de renoviert. Dabei stand nicht die Optik mit vielen bunten Bildern im Vordergrund, sondern die Fixierung auf die Interessen unserer 6.500 Mitglieder.

Damit diese leichter an künftigen Veranstaltungen – rechts auf jeder Webseite angekündigt – teilnehmen können, steht den Organisatoren seit September ein automatisch gesteuertes Videokonferenzsystem zur Verfügung. Das umfasst



Das Zukunftsmuseum Nürnberg

neben Kamera und Mikrofon zusätzlich zwei USB-Webcams für Workshops.

Da war doch noch...

... die Einlösung des Prämiengutscheins aus dem Theodor-v.-Cramer-Klett-Preis 2019. Der war Dr. Stefan Bauer, Entwicklungsleiter bei der MEKRA Lang GmbH & Co. KG in Egersheim, als maßgeblicher Entwickler eines „Spiegelersatzsystems für Nutzfahrzeuge“ zuerkannt worden. Dieses ist inzwischen in tausenden Lkw im Einsatz. In den Faschingsferien 2020, also kurz vor Beginn des ersten Lockdown, reiste Bauers fünfköpfige Familie nach London. Dr. Bauer gab sich hinterher augenzwinkernd hoffnungsvoll, dass es Sir Isaac Newton und Albert Einstein im Wachsfigurenkabine Madam Tussauds möglicherweise gelungen sei, den Töchtern der Familie nachhaltig die Faszination für Technik zu vermitteln.

Und was kommt demnächst?

Jede Menge Veranstaltungen, bis auf eine einzige alle online oder „hybrid“. Die Vorstandschaft hat sich dazu für das Videokonferenztool „Microsoft Teams“ entschieden. Damit sind zeitlich unbegrenzt Besprechungen und Veranstaltungen mit bis zu 300 Teilnehmenden möglich. Diese benötigen kein eigenes MS-Teams-Konto:

Um bei einem Termin dabei zu sein, genügt ein Klick auf den Link in der Einladung.

Die Ehrenamtlichen halten mit viel Engagement und Kreativität ihre jeweiligen Tätigkeitsbereiche am Laufen und hochwertige Angebote bereit. Und sie sind wie Vorstandschaft und Geschäftsstelle für die Mitglieder erreichbar, am besten zu den üblichen Bürozeiten.

Fest geplant als Präsenzveranstaltung ist zurzeit alleine die Jahres-Mitgliederversammlung des VDI-Bezirksvereins Bayern Nordost am 11. Juni 2021. Aber auch dies ist noch nicht verbindlich – Corona kann uns allen auch hier noch einen Strich durch die Rechnung machen.

Der gesamte Vorstand des VDI-BNO dankt allen Aktiven für die Mitarbeit und hofft, dass viele Mitglieder nicht nur online, sondern möglichst bald auch wieder „live“ Nutzen aus den Angeboten ziehen können.

Momentan aber bestimmt COVID-19 unser aller Leben und die Aktivitäten unseres Bezirksvereins maßgeblich ganz stark mit. Deshalb halten Sie bitte weiterhin die A-H-A-Regel ein: Abstand halten, Hygiene/Händewaschen, Alltagsmaske. Und nicht vergessen: Unbedingt lüften!

Knut Bergmann und
Heinz Wraneschitz

VDI Landesverband Bayern TA Luft – ein gesellschaftspolitisches Thema



Der VDI Landesverband Bayern positioniert sich zu gesellschaftspolitischen Themen wie derzeit zum aktuellen Entwurf der „Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 10.12.2020. Im parlamentarischen Verfahren hat das Bundeskabinett im Dezember 2020 die Novellierung der Technischen Anleitung Luft beschlossen. Sie wird voraussichtlich im Februar auf der nächsten Sitzung des Bundesrates behandelt werden. In einem Schreiben an das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz und an das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) bat VDI-Landesvorsitzender Prof. Dr. Johannes Fottner um die Berücksichtigung der VDI-Stellungnahme. Beide Institutionen befassen sich mit der TA Luft.

Gerade die bei der Novelle vorgesehene Streichung der Absätze, die die Risiken von Bioaerosolen betreffen, ist aus der Sicht des VDI wenig zielführend. Das in früheren Referentenentwürfen noch enthaltene Thema sollte der Meinung des VDI nach nicht aus der TA Luft gestrichen werden. Bioaerosole haben nachweislich negative gesundheitliche Auswirkungen auf die Bevölkerung. Die geplanten Streichungen bei den Bioaerosolen in der TA Luft können zukünftig weitreichende Auswirkungen haben und dazu führen, dass Schlussfolgerungen gezogen werden, die die Gesundheit der Bevölkerung nicht angemessen schützen. Die Streichung der im bisher existierenden Abschnitt 4.8 festgelegten Sonderfallprüfung für Bioaerosole wäre ein Schritt hinter den Vollzugsstand der TA Luft von 2002 und würde damit dem im BImSchG festgelegten Vorsorgeprinzip massiv widersprechen.

Die Experten des VDI e.V. empfehlen dringend, die Streichung im Rahmen der Bundesratsbefassung zurückzunehmen und formulieren in ihrer Stellungnahme einen entsprechenden Änderungsvorschlag.

„**BIOAEROSOLE**
Liegen Anhaltspunkte (VDI 4250 Blatt 1:2014) dafür vor, dass der Schutz vor Gefahren für die menschliche Gesundheit durch die Immission von umweltmedizinisch relevanten Bioaerosolen nicht gewährleistet ist, so ist der Einzelfall zu prüfen.“

Als VDI Landesverband würden wir es sehr begrüßen, wenn oben genannte Formulierung eine Wiederaufnahme im Gesetz finden.

Günther Pfrogner
VDI LV Bayern



SAVE THE DATE VDI TAG 2021 am 10. Juli 2021 „Ingolstadt, im Herzen von Bayern“

Das Veranstaltungsprogramm und viele weitere Informationen erscheinen in der TiB03/2021

VDI BV München

Ingenieurskunst. Aus Liebe zur Technik VDI München startet neue Veranstaltungsreihe

Mit der VDI Veranstaltungsreihe zu Ingenieurskunst wollen wir die Einzigartigkeit ingenieurwissenschaftlicher Leistungen vermitteln und die Begeisterung für Technik und kunstvolle Gestaltung wecken und fördern. Ingenieur sein bedeutet viel mehr, als bloßes Berechnen oder Konstruieren.

Ziel der Projektreihe ist es, die Verschränkung von ingenieurwissenschaftlichem Tun und Kunst einem breiten Publikum zugänglich zu machen und zu zeigen. Im Zentrum der Reihe Ingenieurskunst stehen Vortragsabende, Präsentationen von Exponaten und ein Wettbewerb mit Preisverleihung zu herausragenden Beispielen der Ingenieurskunst, in denen höchste technische Kompetenz und ein unverwechselbares Erscheinungsbild miteinander verschmelzen.

Rupert Zunhammer
Vorstandsmitglied VDI BV München



Sie wollen mehr über die Veranstaltungsreihe erfahren oder diese Initiative unterstützen?
Alle Infos unter: www.vdi-sued.de/ingenieurskunst

VDI BV München, Ober- und Niederbayern

Tätigkeitsbericht 2020

„Der eine wartet, dass die Zeit sich wandelt. Der andere packt sie kräftig an und handelt.“

Augustinus Aurelius aus den Bekenntnissen

Liebe VDI-Mitglieder, liebe Freunde des VDI, im nunmehr sechsten und damit letzten Jahr meiner Amtszeit als Vorsitzender des hiesigen Bezirksvereins gab es wohl keinen Jahresrückblick, dessen Ereignisse so maßgeblich von einem Thema geprägt waren, wie dieser. Aus bekannten Gründen stand das Vereinsleben, so wie wir es kennen, schätzen und leben, mit dem Ende des ersten Quartals in diesem Jahr vor völlig neuen Herausforderungen. Dabei hatten wir mit unseren Projekten wie der VDI Autonomous Driving Challenge gerade so richtig Fahrt aufgenommen. Schweren Herzens mussten wir den beliebten VDI Tag in Ingolstadt verschieben.

Die Besinnung auf die Aktivitäten, Ereignisse und Veränderungen in diesem besonderen Jahr hat mir persönlich jedoch einmal mehr gezeigt, was den VDI als Verein Deutscher Ingenieure tatsächlich ausmacht: es ist natürlich die Summe seiner Mitglieder, ganz besonders aber das unermüdliche Engagement der ehrenamtlich Tätigen in unserem Verein, die selbst unter den unwahrscheinlichsten Bedingungen Wege finden, ins Tun zu kommen. Zwar sind die Vereinsaktivitäten mit 139 Veranstaltungen und 4255 Teilnehmern im Jahr 2020 deutlich zurückgegangen. Und auch die jüngste Entwicklung der Mitgliederzahlen, deren Trend sich bereits im Vorjahr abzeichnete, ist nicht erfreulich; eine Entwicklung, für die wir die Verantwortung nicht auf äußere Umstände schieben wollen.

Ein etwas genauerer Blick auf die Entwicklung dieses Ausnahmejahres lässt jedoch auch erkennen, dass es nach ei-

nem anfänglichen Innehalten nach dem ersten Quartal an zahlreichen Stellen in unserem Verein bereits zu einem Um- und Neudenken des gemeinsamen Vereinslebens gekommen ist. Gewiss sollte der Schwerpunkt unserer Vereinsaktivitäten auch zukünftig auf Präsenzveranstaltungen liegen. Die digitale Begegnung kann die Anwesenheit von Menschen nicht ersetzen. Bis die persönliche Zusammenkunft jedoch wieder bedenkenlos möglich ist, packen wir's an und machen das Beste aus den Möglichkeiten, die wir ergreifen können.

Mit meinem letzten Tätigkeitsbericht und dem vorliegenden Jahresbericht erlaube ich mir deshalb, etwas weiter auszuholen. Zum einen möchte ich Ihnen Einblicke in die Chronologie der Ereignisse geben, wie sie sich aus Sicht des Vorstands darstellt und Ihnen von unseren strategischen Arbeitstreffen berichten. Auch das eine oder andere Highlight, das trotz aller Umstände dennoch stattfinden konnte, möchte ich hervorheben. Und schließlich möchte ich auch im Hinblick auf den bevorstehenden Ämterwechsel innerhalb des BVs etwas Raum für Perspektiven lassen. Denn mit Blick auf die Zukunft gilt es heute mehr denn je, Anlauf zu nehmen, Präsenz zu zeigen und das Fachwissen der Ingenieure nach Kräften in den Dienst der Gesellschaft zu stellen.

Das Jahr 2020

Unsere Mitgliederversammlung konnte Anfang März dieses Jahres noch in Anwesenheit der Mitglieder stattfinden. Bei dieser wurde mein Nachfolger, der bisherige Schatzmeister Andreas Wüllner, gewählt. Johannes Fottner, Vorsitzender des VDI Landesverbands, wurde für die kommende Amtsperiode zum neuen Schatzmeister gewählt. Auch die bisherige stellvertretende Vorsitzende Christa Holzenkamp wurde als ständiges Vor-

standsmitglied bestätigt. In meiner künftigen Funktion als Stellvertreter werde ich für Beständigkeit eintreten und die Ziele des Vorstands nach Kräften vorantreiben.

Ebenfalls erfreulich ist, dass wir die erste Austragung des neuen Hochschulwettbewerbs zu autonom fahrenden Modellautos mit großzügiger Unterstützung aus Wissenschaft und Industrie, die VDI Autonomous Driving Challenge, kurz vor dem Lock-Down unter Einhaltung der Auflagen noch in Gegenwart begeisterter Studenten durchführen konnten – für uns ein absolutes Highlight dieses Jahres, an das wir alsbald anknüpfen wollen.

Die Förderung und Anerkennung kreativer Leistungen des Ingenieur Nachwuchses ist das Signal das von diesem Event auch über die verstärkte Außenwahrnehmung ausgeht, von großer Bedeutung. Solche Projekte zu realisieren, war und ist das Ziel für die Zukunft.

Mit dem Lock-Down im März folgte jedoch erst einmal eine Zeit des Innehaltens. Bereits die zweite von insgesamt fünf Vorstandssitzungen in diesem Jahr fand digital statt. Schnell einigten wir uns im Vorstand darauf, dass wir die Zeit abgesagter Präsenzveranstaltungen nutzen wollen, um strategisch zu arbeiten. Jetzt galt es, digital aufzuholen, eine Infrastruktur für die Zusammenarbeit im Verein zu schaffen, sich Formate für digitale Treffen zu erschließen und diese proaktiv anzubieten und zu etablieren.

Dass das keine leichte Aufgabe sein würde, war klar. Vor allem, wenn man bedenkt, dass die Digitaloffensive des VDI e.V. als mehrjähriges Großprojekt aufgesetzt wurde. Wir haben uns für preiswerte Bordmittel entschieden, die in der Implementierungsphase vielleicht etwas mehr Support bedurften. Da dieser jedoch mit dem bestehenden Personal durch unsere Geschäftsstelle abgedeckt werden konnte und weiterhin kann, können wir hier zu-

versichtlich weiterarbeiten. So haben eine ganze Reihe Arbeitskreise, Projekt- und Bezirksgruppen nach und nach auf digitale Veranstaltungsformate umgestellt – wenn auch nur zur Überbrückung, so doch mit teils unerwartetem und einschlägigem Erfolg. Der AK Fahrzeugtechnik, der in Kooperation mit der Hochschule München geführt wird, hatte beispielsweise schon nach wenigen Wochen nach Einführung der digitalen Dienstagsvorträge, die Obergrenze der möglichen Zuschaltungen von 300 Teilnehmern erreicht – was für ein überraschender Erfolg, der sich unter den gewohnten Bedingungen wohl kaum eingestellt hätte.

Das Beiratstreffen für die Zusammenarbeit der Ehrenamtlichen in unserem BV wurde heuer digital einberufen und aufgrund der regen Teilnahme wiederholt. Auch gab es in diesem Jahr zum ersten Mal ein digitales Treffen für unsere neuen Mitglieder, dessen gute Resonanz uns darin bestärkt, auch zukünftig stärker und zusätzlich zu den präferierten Präsenztreffen auf digitale Vernetzungsangebote zu setzen.

Drei Arbeitskreise freuen sich über Verstärkung: Matthias Baron unterstützt seit Mitte des Jahres den Arbeitskreis Qualitätsmanagement. Der Arbeitskreis Energietechnik konnte Christopher Schifflechner als Beiratsmitglied gewinnen. Herr Björn Stender macht seit Oktober 2020 im AK Technischer Vertrieb- und Produktmanagement mit.

Unser Leuchtturmprojekt zum Jahresende war sicherlich die Verleihung des VDI Preises im November, die Dank unseres langjährigen Förderpartners Siemens als Hybridevent im kleinsten Kreis vor Ort, per Live-Stream jedoch auch virtuell vor großem Publikum stattfinden konnte. Die für uns so wichtige Botschaft, ingenieurwissenschaftliche Exzellenz auch und gerade in schwierigen Zeiten auszuzeichnen und zu fördern, war mit der erweiter-

ten Strahlkraft in der Außenwirkung ein wichtiges Zeichen für uns als Ingenieure und als VDI.

Mit Blick nach vorn

Drei Strategie-Workshops im Vorstand hatten das Thema digitale Anforderungen an unseren Verein in den Fokus gerückt und künftige Handlungsfelder definiert. Wir haben Sie als Mitglieder befragt und arbeiten daran, wie wir Mehrwerte schaffen können.

Was unsere strategischen Entscheidungen für die nächsten Jahre betrifft, stehen wir am Anfang; ein Anfang jedoch, der auch meine Staffelübergabe an meinen Nachfolger markiert. Der Bestand ist gesichtet, die digitale Revolution hat auch uns spätestens mit diesem wohl folgensweren Jahr auch im Vereinsleben erreicht. Was wir daraus machen, gehen wir gemeinsam an und ich bin, gerade mit Blick auf dieses besondere Jahr 2020 voller Zuversicht, dass Andreas Wüllner der Richtige ist, um unseren Bezirksverein erfolgreich in eine neue Amtsperiode zu führen. Als künftiger Stellvertreter werde ich ihn nach Kräften unterstützen.

Das noch junge, neue Jahr bringt eine weitere personelle Veränderung im Vorstand mit sich. Christa Holzenkamp zieht sich nach zwei Amtsperioden als stellvertretende Vorsitzende aus dem Vorstand zurück. Für ihr großes Engagement bei den Themen Digitalisierung, Marketing und Verbesserung der Außenwahrnehmung und für ihre tatkräftigen Unterstützung in allen Belangen möchten wir ihr sehr herzlich danken und freuen uns, dass sie den Charakter des VDI in München in ihrem Amt als Arbeitskreisleiterin der Unternehmer und Führungskräfte auch weiterhin mitprägen wird.

Für 2021 werden wir eine neue, umfangreiche Initiative auf die Beine stellen: Der Wettbewerb „Ingenieur + Kunst = Ingeni-



eurskunst“. Dazu möchten wir Ingenieure aus allen Bereichen ermuntern, mitzumachen. Solche Projekte sollen die öffentliche Wahrnehmung des VDI erweitern, die Faszination und Schönheit außergewöhnlicher Ingenieurleistung vermitteln und vor allem das positive Image des Ingenieurberufs fördern. Die Veranstaltungen in 2021 haben wir bereits avisiert und der Bayerische Staatsminister für Wissenschaft und Kunst Bernd Sibler hat hierfür die Schirmherrschaft übernommen. Dass wir in der Kommunikation nach innen und außen in den letzten Jahren deutlich zugelegt haben und die Sichtbarkeit nun auch in den sozialen Medien steigt, zeigt mir, dass wir auf dem richtigen Weg sind.

Es bleibt mir nun, den Bogen zum Eingangszitat zu schließen. Was ich immer wieder in den vielen wertvollen und fruchtbaren Begegnungen während meiner Amtszeit als Vorsitzender erfahren habe, ist, dass wir Ingenieure eben nicht warten, bis die Zeit sich wandelt. Der Ingenieur packt sie kräftig an und handelt. Für diese bereichernde Erfahrung, die kreativen Impulse und das tatsächlich unermüdliche Engagement von Ihnen als Ehrenamtliche, sowie für Ihr Vertrauen in mich möchte ich mich herzlich bedanken.

*Prof. Peter Pfeffer
VDI BV München*

Hochschule München

Bots vs. Corona

2018 ein erfolgreiches Unternehmen gegründet und 2020 den prestigeträchtigen Best of Consulting Award der Wirtschaftswoche in der Sparte „Newcomer“ gewonnen: Zu Recht ist Andreas Obermair, CTO und einer der Gründer der Firma AKOA, stolz auf den Preis, den der Alumni des Studiengangs Wirtschaftsinformatik der Hochschule München mit seinem Unternehmen für ein Projekt mit der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) erhalten hat.

Digitale Transformation und Automatisierung im Fokus

Infolge der wirtschaftlichen Auswirkungen der Corona-Krise drohen vielen Unternehmen und auch Privatpersonen Zahlungsschwierigkeiten. Sie sind darauf angewiesen, von der Möglichkeit einer Kreditstundung Gebrauch zu machen, und



Andreas Obermair mit dem Newcomer-Award



Der bayerische Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger gratuliert Andreas Obermair, CTO, und Tim Dickemann, CEO, zum Erfolg (v.l.)

benötigten sehr schnell Klarheit hierzu von der KfW. Das „Gesetz zur Abmilderung der Folgen der COVID-19-Pandemie im Zivil-, Insolvenz- und Strafverfahrensrecht“ wurde am 27. März 2020 erlassen und ist nur einen Tag später in Kraft getreten. „Wir ergreifen alle notwendigen Maßnahmen, um Beschäftigte und Unternehmen zu schützen. Darauf kann sich jede und jeder verlassen.“, sagte Finanzminister Olaf Scholz. Die kurzfristigen Maßnahmen in der Praxis umzusetzen, bedeutete jedoch erheblichen Aufwand, wie zum Beispiel bei der Stundung von Kreditzahlungen. Es kam zu einem explosionsartigen Anstieg der Anträge, welche durch die bestehenden Ressourcen der Mitarbeiter nicht mehr bewältigt werden konnten. Die Voraussetzungen für einen idealen Prozessautomatisierungs-„Use Case“ waren geschaffen. Mithilfe von Robotic Software Automation (RPA) konnten sich wiederholende Prozesse in der KfW automatisiert werden und

die MitarbeiterInnen mehr Zeit für komplexere und kreativere Tätigkeiten aufwenden. Die Vorteile liegen dabei auf der Hand: Ein Bot erledigt Aufgaben schneller, ist nicht an Arbeitszeiten gebunden und menschliche Fehler sind in der Ausführung ausgeschlossen. Genau das wurde zum Vorteil, als AKOA in dem prämierten Gemeinschaftsprojekt mit der KfW RPA nutzte, um während der Corona-Krise ohne lange Verzögerungen die Liquidität für betroffene Firmen zu sichern.

Für seine Branche ist Obermair optimistisch: „Die Nachfrage an schnell implementierbaren digitalen Lösungen ist enorm. Spätestens im Jahr 2020 hat die Stunde der Prozessautomatisierung aufgrund der Corona-Pandemie geschlagen, und RPA ist in vielen Unternehmen nicht mehr wegzudenken.“

Ralf Kastner
Hochschule München

Foto: SMMW / E. Neureuther

Nicht verpassen!

Treffs, Vorträge und Exkursionen des VDI München/VDE Südbayern

02. März 2021 / Dienstag

18:00 Online-Veranstaltung

Infektionsschutz durch Umluftreiniger: Ersatz oder sinnvolle Ergänzung zum Luftaustausch?

Veranstalter: VDI/IDV – AK TGA
Referent: Prof. Dr.-Ing. Franzke, ILK Dresden
Anmeldung: Online-Anmeldung über den Link; Rückfragen über Bernhard.Fritzsche@VDI-Sued.de

03. März 2021 / Mittwoch

18:00 Treff

Stammtisch BG Rosenheim

Veranstalter: VDI, VDE, SuJ
Ort: Rosenheim
Adresse: Samerstr. 17, 83022 Rosenheim, Flötzinger Bräustüberl
Info: bei Philipp Lederer: 08034-7075955 oder bg-rosenheim@vdi.de; Kurzfristige Änderungen werden per Newsletter mitgeteilt.

04. März 2021 / Donnerstag

17:30 Online-Veranstaltung

Werkstoffauswahl mal anders! Ein Weg zur Digitalisierung von Werkstoffdaten und Big Data-Verwaltung

Veranstalter: VDI AK Werkstofftechnik
Referent: Petros Michos
Anmeldung: Online Anmeldung

09. März 2021 / Dienstag

19:00 Treff

VDI/VDE Treff

Veranstalter: VDI BG Landshut
Ort: Landshut
Adresse: Altstadt 107, 84028 Landshut, „Zum Krenkl – Weißes Bräuhaus“

19:30 Online-Veranstaltung

Vorhersage ist besser als Reparieren – Wo und wem nützt Predictive Maintenance?

Veranstalter: VDI BV München und acatech
Referent: div.
Info: Anmeldung über die Webseite der acatech

11. März 2021 / Donnerstag

18:00 Online-Veranstaltung

Elektromobilität auf dem Wasser ist schon lange keine Zukunftsmusik mehr

Veranstalter: VDI AK Schiffbau und Schifftechnik
Referent: DI Maurice BAJOHR, Director Internal Consulting Torquedo
Anmeldung: Online Anmeldung

18:00 Online-Veranstaltung

Zukunft mit Russland - über eine Autofahrt nach Kaluga zum nationalen Raumfahrtkongress 2019

Veranstalter: VDI AK Technikgeschichte
Referent: Dr.-Ing. Walter Rathjen
Anmeldung: Online Anmeldung

19:00 Online-Veranstaltung

Wertschöpfung durch Wertschätzung – Was bedeutet das?

Veranstalter: VDI AK Unternehmer und Führungskräfte
Referent: Bernward Clausing VDI | Berater, Trainer, Coach
Info: Verbindliche Online Anmeldung bis zum 10.03.2021. Sie erhalten vor dem Termin den Zoom-Link per Email.
Anmeldung: Online Anmeldung

17. März 2021 / Mittwoch

18:00 Online-Veranstaltung

Systems Engineering

Veranstalter: VDI AK QM
Referent: Daria Wilke, M.Sc.
Anmeldung: Online Anmeldung

18. März 2021 / Donnerstag

18:00 Online-Veranstaltung

Vanadium-Redox-Flow-Stromspeichertechnologie

Veranstalter: VDE AK Energietechnik
Referent: Felix Kiefl, VoltStorage GmbH, München
Anmeldung: www.vde-suedbayern.de/de/veranstaltungen

19:00 Online-Veranstaltung

Vortrag Vertrauen – die Grundlage für eine gelebte WIR-Kultur

Veranstalter: Cross Cultural Group
Info: Der Link wird nach Anmeldung per E-Mail verschickt. Mehr Infos auf www.vdi-sued.de/ccg
Anmeldung: Online Anmeldung

INUAS 2021

Der zweite Teil der Konferenzreihe „Urbane Transformationen: Wohnen | Ressourcen | Öffentliche Räume“ findet von Mittwoch, 3. März bis Freitag 5. März 2021 online statt. www.inuas.org

23. März 2021 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Speicherung von elektrischem Strom – Archäen zur Umwandlung von Wasserstoff in Methan

Veranstalter: VDI-AK FVT + Hochschule München Fakultät 03
 Referent: Fr. Dr. Hafenbradl, CTO & Managing Director, Electrochaea GmbH
 Info: Zoom-Videokonferenz, Anfragen unter: gutmann@hm.edu

30. März 2021 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Autonomous Driving Challenge – Eine Rennserie für Studierende

Veranstalter: VDI AK FVT + Hochschule München Fakultät 03
 Referent: Johann Haselberger MSc., Hochschule Kempten
 Info: Zoom-Videokonferenz, Anfragen unter: gutmann@hm.edu

19:00 Online-Veranstaltung

Webmeeting Cross Cultural Group

Veranstalter: Cross Cultural Group
 Info: Der Link wird nach Anmeldung per E-Mail verschickt. Mehr Infos auf www.vdi-sued.de/ccg
 Anmeldung: Online Anmeldung

07. April 2021 / Mittwoch

18:00 Treff

Stammtisch BG Rosenheim

Veranstalter: VDI, VDE, SuJ
 Ort: Rosenheim
 Adresse: Samerstr. 17, 83022 Rosenheim, Flötzingen Bräustüberl
 Info: bei Philipp Lederer: 08034-7075955 oder bg-rosenheim@vdi.de

13. April 2021 / Dienstag

18:00 Online-Veranstaltung

Brandschutz: Verantwortung zum nachhaltigen Betrieb von TGA-Anlagen: „solange nichts passiert, wird das Gebäude so betrieben“

Veranstalter: VDI/IDV - AK Technische Gebäudeausrüstung
 Referent: Dipl. Ing. (univ.) Rainer Stiller M.Eng., b.i.g., München
 Info: Anmeldung bitte ausschließlich über den Link im Onlinetermin

13. April 2021 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Der Versuchshubschrauber ACT/FHS

Veranstalter: VDI AK FVT + Hochschule München Fakultät 03
 Referent: M. Gestwa, Leiter Forschungsflugabteilung DLR Braunschweig
 Info: Zoom-Videokonferenz, Anfragen unter: gutmann@hm.edu

15. April 2021 / Donnerstag

18:00 Online-Veranstaltung

Die Entwicklung der Residuallast durch zunehmendem EE-Ausbau

Veranstalter: VDE AK Energietechnik
 Referent: Prof. Dr. Simon Schramm, Hochschule München
 Anmeldung: www.vde-suedbayern.de/de/veranstaltungen

19:00 Online-Veranstaltung

Käpt'ns Dinner

Veranstalter: VDI AK Schiffbau und Schiffstechnik
 Referent: Klaus Kormann, VDI
 Anmeldung: Online Anmeldung

20. April 2021 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Elektromotorrad eCafe Racer

Veranstalter: VDI-AK FVT + Hochschule München Fakultät 03
 Referent: Andreas Pfanzelt, Alpinia Motorcycles
 Info: Zoom-Videokonferenz, Anfragen unter: gutmann@hm.edu

22. April 2021 / Donnerstag

19:00 Online-Veranstaltung

Corporate Personality – Prägung der Unternehmenspersönlichkeit

Veranstalter: VDI AK Unternehmer und Führungskräfte
 Referent: Christa Holzenkamp VDI | Management und Marketing Consultant
 Info: Verbindliche online Anmeldung bis zum 21.04.2021. Sie erhalten vor dem Termin den Zoom-Link per Email.
 Anmeldung: Online Anmeldung

27. April 2021 / Dienstag

17:30 Online-Veranstaltung

Autonomous Racecars at the Handling Limits

Veranstalter: VDI-AK FVT + Hochschule München Fakultät 03
 Referent: Alexander Wischnewski
 Info: Zoom-Videokonferenz, Anfragen unter: gutmann@hm.edu

27. April 2021 / Dienstag

19:00 Online-Veranstaltung

Webmeeting Cross Cultural Group

Veranstalter: Cross Cultural Group
 Info: Der Link wird nach Anmeldung per E-Mail verschickt. Mehr Infos auf www.vdi-sued.de/ccg
 Anmeldung: Online Anmeldung

28. April 2021 / Mittwoch

18:00 Online-Veranstaltung

Digitale Zwillinge in der technischen Produktentwicklung

Veranstalter: VDI AK QM
 Referent: Jakob Trauer, M.Sc.
 Anmeldung: Online Anmeldung

Nicht verpassen!

Treffs, Vorträge und Exkursionen des VDI BV Bayern Nordost

15. März 2021 / Montag

20:00 Treff

FIB Nürnberg Stammtisch

Veranstalter: FIB Nürnberg
 Ort: Nürnberg
 Adresse: 90489 Nürnberg
 Info: Präsenz- oder Online-Veranstaltung wird im FIB-Newsletter bekannt gegeben
 Anmeldung: Online Anmeldung

17. März 2021 / Mittwoch

19:00 Treff

Gesprächsrunde Netzwerk Nürnberg

Veranstalter: VDI Netzwerk Nürnberg
 Ort: Nürnberg
 Adresse: Wollentorstr. 3, 90489 Nürnberg, Restaurant „KIM CHUNG“
 Info: Herbert Gaida M.Eng, Tel. (01 77) 7 23 17 41

24. März 2021 / Mittwoch

19:00 Online-Veranstaltung

FUTURE PROFESSIONALS Tipps, Tricks und Trends für einen erfolgreichen Karriere-Start! Online Seminar 3/3

Veranstalter: VDI AK SuJ Nürnberg & IG Metall Nürnberg
 Referent: Bodo Iking
 Info: den Code zum teilnehmen findest du online
 Anmeldung: Online Anmeldung

25. März 2021 / Donnerstag

18:00 Online-Veranstaltung

Foresight Studies

Veranstalter: VDI Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung
 Referent: Dr. Ewa Dönitz, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe
 Anmeldung: Online Anmeldung

15. April 2021 / Donnerstag

19:00 Treff

Gesprächsrunde Netzwerk Nürnberg

Veranstalter: VDI Netzwerk Nürnberg
 Ort: Nürnberg
 Adresse: Wollentorstr. 3, 90489 Nürnberg, Restaurant „KIM CHUNG“
 Info: Herbert Gaida M.Eng, Tel. (01 77) 7 23 17 41

20:00 Treff

FIB Nürnberg Stammtisch

Veranstalter: FIB Nürnberg
 Ort: Nürnberg
 Adresse: 90489 Nürnberg
 Info: Präsenz- oder Online-Veranstaltung wird im FIB-Newsletter bekannt gegeben
 Anmeldung: Online Anmeldung

21. April 2021 / Mittwoch

18:00 Online-Veranstaltung

Design Thinking – Innovative & Kundenzentrierte Produktentwicklung im agilen Umfeld

Veranstalter: VDI-Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung
 Referent: Dipl.-Ing. (FH) Thomas Kumpf, Design Thinking & SCRUM Master, Schaeffler Technologies AG & Co. KG, Herzogenaurach
 Anmeldung: Online Anmeldung

Die tagesaktuelle Veranstaltungsliste finden Sie unter www.technik-in-bayern.de

HINWEIS FÜR ALLE LESER

Aufgrund der aktuellen Situation können Präsenzveranstaltungen möglicherweise nicht stattfinden.

Bitte beachten Sie die tagesaktuellen Informationen unter www.technik-in-bayern.de

VDI Cross Cultural Group München

Vortrag: Vertrauen – die Grundlage für eine gelebte WIR-Kultur

In vielen Unternehmen bzw. Organisationen ist internationales Arbeiten heute an der Tagesordnung. Die Technik ermöglicht ein länderübergreifendes Zusammenarbeiten und lässt ein über alle Ecken der Welt verteiltes Team zusammenrücken. Obwohl dieses vernetzte Arbeiten die weltweite Unternehmenskommunikation unterstützt, kann es dennoch einige Herausforderungen geben. Selbst wenn internationale Teams an einem Standort tätig sind, kann es ebenso Situationen geben, die Teamkonflikte bereithalten.

Um diesen Herausforderungen entgegenzuwirken, spielt die Kultur des Einzelnen, das Bewusstsein der Teammitglieder darüber sowie die Kultur der Organisation, in der die Teams arbeiten, eine wesentliche Rolle. Die Kultur stellt somit das A und O einer Organisation dar und prägt deren Handeln.

Beim Vortrag am 18. März, 19:00 Uhr, werden zwei Referenten zu Gast sein, Marcelo Costa e Silva (BMW Group) und Mario Müller (Infineon, Co-Founder APureMind), die seit vielen Jahren international mit verschiedenen Teams arbeiten.

Die Einladung der Referenten: Wir wollen Sie auf eine Reise der WIR-Kultur mitnehmen, die – unserer Erfahrung nach – den Unterschied bei der Erreichung unserer (Unternehmens-)Ziele ausmachen kann. Sie verkörpert die Basis für eine gelungene, interkulturelle Zusammenarbeit. Dabei bedienen wir uns der Figur des transformationalen Leaders, der nach John P. Kotter „Menschen Zukunftsvisionen zeigt und sie dazu inspiriert, diese entgegen aller möglichen Widerstände zu verfolgen“ [6].

Einflussfaktor Kultur

Marcelo Costa e Silva erläutert: „In unserer Betrachtung verstehen wir (Unternehmens)Kultur, mit all seinen vielfältigen Facetten, als den Schlüssel für den Team-

erfolg, im Sinne einer angestrebten WIR-Kultur.“ Deren Einfluss wird auf die Mitglieder einer Organisation offensichtlich, in der Art wie sie

- miteinander kommunizieren
- als Führungskräfte und Mitarbeiter miteinander umgehen
- alle kollaborativ bzw. konkurrierend arbeiten
- mit Fehlern bzw. Fehlverhalten umgehen
- Lieferanten und Kunden behandeln
- auf Marktveränderungen (re)agieren
- das Unternehmen / die Organisation wahrnehmen.

Eine entsprechend gelebte Unternehmenskultur stellt einen strategischen Faktor für den Erfolg von Organisationen dar und somit einen Wettbewerbsvorteil, um den Herausforderungen des VUCA-Umfelds (Volatility, Uncertainty, Complexity, Ambiguity) gewachsen zu sein [1].

Anpassungsfähigkeit ein Muss

Unternehmen sehen sich erhöhter Komplexität und verstärkter Veränderungsdynamik ausgesetzt, getrieben u.a. durch Globalisierung und Digitalisierung. Dies erfordert eine angepasste Führungskultur, die Dr. Willms Buhse mit dem VOPA+ Konzept (Vernetzung, Offenheit, Partizipation, Agilität, plus Vertrauen) umschreibt [2].

Führungskräfte müssen sich ihrer Vorbildfunktion bewusst sein und sie aktiv leben, um Vertrauen, Respekt, Wertschätzung sowie Loyalität der Organisationsmitglieder zu erlangen. Insbesondere mit einem transformal geprägten Führungsstil lassen sich die aktuellen Herausforderungen gemeinsam bewältigen.

Vertrauen als Voraussetzung

„Vertrauen benötigen wir vor allem in der heutigen VUCA-Welt – in komplexen Situationen, wenn wir Risiken nicht abschätzen können und das Ergebnis

nicht kontrollierbar ist. In der heutigen Arbeitswelt müssen wir häufig Ad-hoc-Entscheidungen treffen, von denen wir zum Zeitpunkt der Entscheidung nicht sagen können, ob sie von Erfolg gekrönt sein werden oder nicht“, meint Melanie Vogel, VUCA-Experting, Business-Vordenkerin und Buchautorin [4].

In der Tat gibt es Überschneidungen zwischen der Unternehmenskultur und der sogenannten nationalen bzw. ethnischen Kultur, in der sich die Organisation geografisch befindet, bzw. zwischen der Unternehmenskultur und dem kulturellen Hintergrund, den Organisationsmitglieder ins Unternehmen einbringen [3]. Folglich beeinflussen sich die Unternehmenskultur und die Kultur der einzelnen Mitglieder des Unternehmens gegenseitig.

Dies führt zu unserer These, beschreibt Mario Müller, dass wir für die Etablierung der WIR-Kultur, kommend aus dem Blickwinkel eines Einzelnen, vor allem Vertrauen benötigen: Vertrauen als Basis für den Kulturwechsel, für den notwendigen Veränderungsprozess, der immer dann zum Scheitern verurteilt ist, wenn die Grundlage der Unternehmenskultur von Misstrauen geprägt ist, so Steven Covey, US amerikanischer Bestseller-Autor [5].

Vertrauensbildung, aber wie?

Für die Steuerung dieses Prozesses bedarf es – wie bereits erwähnt – einer transformationalen Mitarbeiterführung, die im ThreeQ Modell von Mario Müller Berücksichtigung findet. Das Modell wird im Vortrag erläutert und beschreibt den Unternehmer bzw. die Führungskräfte als entscheidenden Akteur für die Etablierung der Unternehmenskultur. Die Komponenten Vertrauen und Respekt bilden den Kern von ThreeQ, die eine nachhaltige Teamkultur basierend auf Cleverness und Achtsamkeit ermöglichen.

Menschsein wiederentdecken

Wir dürfen und müssen zunächst vor allem wiederentdecken, was es bedeutet Mensch zu sein und mit Menschen zu leben und zu arbeiten. Dieses Bewusstmachen ist die Grundvoraussetzung für alle weiteren Schritte, um im Nachgang eine Organisations- und Teamkultur zu ermöglichen, die aufgrund der sich immer schneller veränderten Umwelt unabdingbar wird. Die derzeitige Corona-Pandemie hat sowohl diesen Prozess, als auch den der digitalen Transformation nochmals weiter beschleunigt und somit in einem noch größerem Maße Veränderungsbereitschaft erfordert.

Daher nimmt das Verständnis zu bestehenden, sich überschneidenden und potenziell neuen Ökosystemen eine zentrale Rolle ein und benötigt, unterstützt durch eine transformationale Mitarbeiterführung, eine kontinuierliche Anpassung, um den dynamischen internen und externen Einflüssen gerecht zu werden.

Anforderungen an den Einzelnen

Wie geht man als Einzelner mit diesen Herausforderungen um, welche Herangehensformen sind hilfreich und was sind die Voraussetzungen, um als Team und als Organisation erfolgreich zu agieren? Wir setzen das Beherrschen folgender fünf „C“-Kernkompetenzen für Einzelpersonen, Teams und Führungskräfte in den Mittelpunkt:

- Klare Kommunikation & Feedback (Communication)
- Enge Zusammenarbeit (Collaboration)
- Mut (Courage), Ermutigung und Befähigung zur
- Kreativität (Creativity) und
- Veränderung (Change).

Neben diesen Kernkompetenzen, die APureMind als „The Fifty Power of C“ bezeichnet, kommen funktionsübergreifendes Denken, interkulturelle und inter-

organisatorische Kompetenz sowie das Handeln mit professioneller Gelassenheit als weitere, bedeutende Komponenten und Fähigkeiten hinzu, so Mario Müller.

Vertrauen, Respekt und Feedback

Die Herausforderung einer transformationalen Mitarbeiterführung besteht nun darin, dass Führungskräfte diese Fähigkeiten jedes Einzelnen fördern und fördern, um daraus eine WIR-Intelligenz und -Qualität zu formen. Basierend auf einen respektvollen und vertrauensvollen gegenseitigen Umgang, ermöglicht die WIR-Kultur sowohl Innovationskraft als auch die notwendige, kontinuierliche Anpassungsfähigkeit und Spannkraft der Organisation.

Das ThreeQ-Modell fügt diese bestehenden und neuen Puzzlesteine zu einem Gesamtbild zusammen, nimmt die Blickrichtung des Einzelnen (IQ), des Teams (WeQ) und der Führungskraft (LeQ) ein und könnte nicht nur Organisationen zu einer Kultur der Cleverness und Achtsamkeit führen, sondern auch Individuen zu ihren eigenen Perspektiven der Lebensplanung und Karriereentwicklung weiterhelfen.

Beide Referenten betonen und sind davon überzeugt, dass mit einer erlebbaren WIR-Kultur, basierend auf Vertrauen, Respekt und Feedback und unterstützt durch eine transformationale Mitarbeiterführung, wir unsere Unternehmensziele erfolgreich erreichen können.

Weitere Details und eine Veranschaulichung der Methoden zur Förderung einer WIR interkulturellen Zusammenarbeit werden beim Online-Vortrag am 18. März 2021 um 19 Uhr erläutert.

Marcelo Costa e Silva, Mario Müller und Thomas Erler

Literatur

- [1] Bolten J.: VUCA-World, virtuelle Teamarbeit und interkulturelle Zusammenarbeit; Erscheint in: K.v.Helmolt (Hg.): Interkulturalität digital - Digitalisierung interkulturell?! (Arbeitstitel). Stuttgart: ibidem
- [2] Buhse, W.: Management By Internet; 2014; Plassen Verlag
- [3] Schein E.H.: Organisationskultur. »The Ed Schein Corporate Culture Survival Guide«, EHP Bergisch Gladbach 2003, ISBN 3-89797-014-7
- [4] Vogel M.: <https://futability.wordpress.com/2017/06/06/vertrauen-der-wirkliche-vermogenswert-in-vuca-welten/> am 31.01.2021
- [5] Covey S.: <https://www.speedoftrust.com> am 31.01.2021
- [6] Kotter J.P.: Leading Change, John. P. Kotter, Harvard Business Review Press; Auflage: New edition (6. November 2012), ISBN-10: 9781422186435

Info



Marcelo Costa e Silva
Market Manager Retail Training, BMW Group
marcelo_ces@yahoo.de



Mario Müller
Co-Founder APureMind
Head of IT Sales, Infineon Technologies AG
www.apuremind.eu
mario.mueller@apuremind.eu

Anmeldung + Info

Vortrag am 18. März 2021, 19:00 Uhr
Thema: Vertrauen
Informationen und Online-Anmeldung:
www.vdi.de/ccg

VDI BV Bayern Nordost Nachruf für Horst Kohl, langjähriger Vorsitzender der VDI Bezirksgruppe Regensburg

In tiefer Betroffenheit verneigen sich Vorstand und Mitglieder des VDI-Betriebsvereins Bayern Nordost vor Herrn Dipl.-Ing. (FH) Horst Kohl. Er verstarb am 22. Dezember 2020 im Alter von 85 Jahren. Unsere tiefempfundene Anteilnahme gilt seiner Frau, seiner Familie und den Angehörigen.

Horst Kohl hat sich um den Verein Deutscher Ingenieure VDI e.V., um den Bezirksverein Bayern Nordost (VDI-BNO) und in ganz besonderer Weise um dessen Bezirksgruppe Regensburg verdient gemacht. Insgesamt 38 Jahre lang trug er Verantwortung in der Bezirksgruppe, davon allein in den fast 35 Jahren zwischen 1982 bis 2016 als deren Vorsitzender. Doch nicht nur in dieser Zeit, sondern in all den Jahren seiner Mitgliedschaft im VDI seit 1957 hat sich Horst Kohl Verdienste um unsere ingenieurtechnische Vereinigung erworben. Immer war er geschätzter und bestens vernetzter Gesprächspartner für Wirtschaft, Wissenschaft und Kommunalpolitik. Für sein Engagement wurde er 1987 mit der VDI-Ehrenplakette in Bronze und 1991 mit der VDI-Ehrenmedaille in Gold ausgezeichnet. 2016 erhielt Horst Kohl die VDI-Ehrenurkunde.

Sein Wirken wurde auch außerhalb des VDI deutlich wahrgenommen, wie die Auszeichnung mit dem Ehrenzeichen des Bayerischen Ministerpräsidenten im Jahre 2018 deutlich unter Beweis stellt.

Horst Kohls Wirken hat in Regensburg und der ganzen Region deutliche Spuren hinterlassen. Unter anderem hat er den Ball der Technik ins Leben gerufen, ein wichtiges gesellschaftliches Ereignis. Er hat die dortige Studenten- und Jungingenieur-Gruppe genauso wie das Schülerforum gegründet, aktiv begleitet und unterstützt. Auch bei der Gründung des Arbeitskreises „Frauen im Ingenieurberuf“ FiB des Betriebsvereins hat er mitgewirkt. Nicht zuletzt lagen die Feierlichkeiten zum 80-jährigen Bestehen der Bezirksgruppe in seinen Händen. Viele weitere seiner Aktivitäten müssen leider unerwähnt bleiben.

„Horst Kohl hat die Bezirksgruppe Regensburg mit viel Erfolg und Tatkraft geleitet und die Bedeutung des VDI in der Region und auch darüber hinaus dargestellt. Er wird uns als engagiertes Vorstandsmitglied und Streiter für die Belange des VDI ebenso in Erinnerung bleiben wie als geschätzte Persönlichkeit



Dipl.-Ing. (FH) Horst Kohl

Foto: VDI

und fachlicher Ratgeber“, erklärt Dipl.-Ing. Matthias Kißmer, der Vorsitzende des VDI-Betriebsvereins Bayern Nordost. „Sein Rat und seine Unterstützung werden uns fehlen.“

Horst Kohl hinterlässt eine große Lücke. Der gesamte VDI wird ihm stets ein ehrendes Andenken bewahren.

Der Vorstand des VDI BV BNO

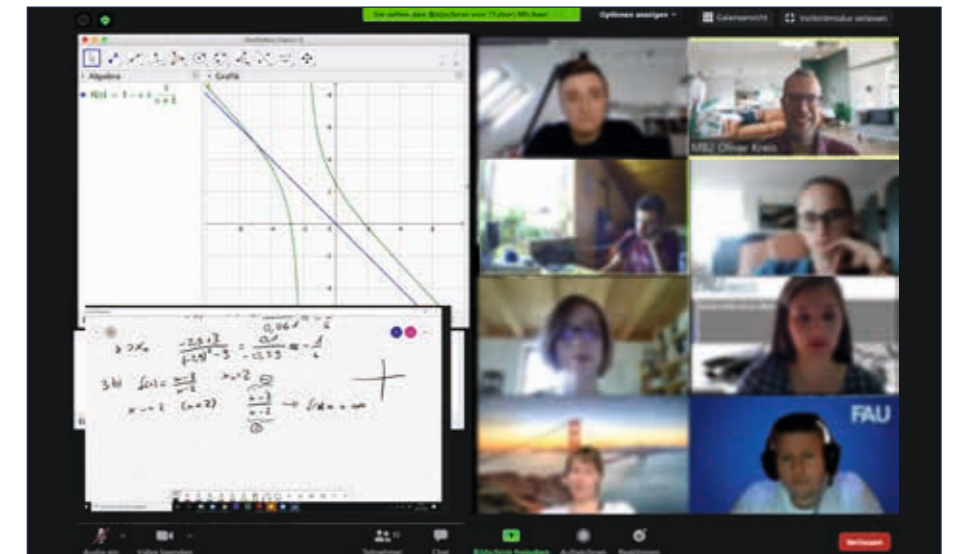
Hochschule Mit der Universität Erlangen-Nürnberg zum erfolgreichen Mathe-Abitur

Angesichts des coronabedingt erschwerten Unterrichts in den Schulen erweitert die Technische Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg ihr bisheriges Angebot für alle Schülerinnen und Schüler bayerischer Gymnasien um einen „Abi-Crash-Kurs Mathematik“.

In zwei Wochen – geplant für den derzeitigen Termin der Osterferien vom 29.03.-09.04.2021 – helfen wir den Schülerinnen und Schülern bei der Vorbereitung auf das bayerische Mathematik-Abitur (bei Änderung der Ferientermine passen wir die Termine entsprechend an).

Hierzu bieten wir online via Webkonferenz täglich ein ca. dreistündiges Tutorium von erfahrenen Studierenden an, in dem bisherige Abituraufgaben erklärt und durchgearbeitet werden. Die Schülerinnen und Schüler können Vormittags- oder Nachmittagstermine wählen und individuelle Fragen stellen. Die Teilnahme ist kostenlos.

Der „Abi-Crash-Kurs Mathematik“ baut auf Erfahrungen aus dem „Mathematik-Repetitorium“ für alle Studienanfängerinnen und -anfänger der Technischen Fakultät auf. Dieses Angebot hat die Fakultät



bereits in den letzten Sommerferien um einen online erfolgreich durchgeführten „Erste-Hilfe-Kurs Mathematik“ für die abgeschlossenen 10. und 11. Klassen der Bayerischen Gymnasien erweitert, für den sich über 1.600 Schülerinnen und Schüler angemeldet haben. Bereits hier äußerten zahlreiche Teilnehmende den Wunsch nach einem Vorbereitungskurs für die Abiturprüfungen.

Auf Grund der beschränkten Zahl der Plätze empfiehlt sich eine schnelle Anmeldung unter: <https://www.tf.fau.de/matheabi/> Gerne stehen die Dozenten auch für Fragen zur Verfügung (siehe Homepage).

Dr.-Ing. Oliver Kreis, Dipl.-Phys. Patrick Schmitt, Alexander Nasarow, M.Sc.
Universität Erlangen-Nürnberg

VDI-Netzwerk Produkt- und Prozessgestaltung Bayern Nordost

Foresight Studies

Referentin: Dr. Ewa Dönitz, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe

Wie erkennen wir die Anzeichen für Veränderungen und identifizieren langfristige Zukunftsentwicklungen in der Zivilgesellschaft, Wirtschaft, Politik, Technik oder Umwelt? Foresight-Methoden eignen sich für die Analyse von Zukunftsoptionen und liefern, bereits heute, eine Orientierung für den Umgang mit ungewissen Zukünften. Foresight-Prozesse fördern die Aus-

einandersetzung mit alternativen Zukunftsszenarien, stoßen Lernprozesse an, hinterfragen Biases und eröffnen neue Gestaltungsmöglichkeiten. In diesem Vortrag lernen Sie Foresight-Methoden kennen, die sich in der Praxis oftmals bewährt haben, ihre vielfältigen Einsatzmöglichkeiten und dazugehörigen Fragestellungen sowie ihren Nutzen für die beteiligten Akteure. An

ausgewählten Projektbeispielen aus verschiedenen thematischen Bereichen und Sektoren werden die Methodik und ihre Anwendung dargestellt und mit Ihnen diskutiert.

**25. März 2021
18.00 – 19.30 Uhr
Online-Seminar**

Bitte melden Sie sich online an

VDI

VDI BV Bayern Nordost Treffpunkt Technikgeschichte

Die Treffs am
11. März 2021 und 8. April 2021
fallen aus wg. CORONAKRISE

Ein Treffpunkt Technikgeschichte virtuell und
Besichtigungen virtuell sind angedacht

Interessierte bitte melden.
Info: Dipl.-Ing. Klaus Jantsch,
Tel. (0911) 59 13 44, Dipl.Ing.
E-Mail: Jantsch@gmx.de

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Roboter werden biomechatronische Assistenten

Ein Blick auf aktuelle Entwicklungen in der Robotik lässt gewisse Parallelen zur Geschichte des Personal Computers erkennen.

Vormals nur in der Großserienfertigung eingesetzte Systeme, die von wenigen Experten programmiert werden, schicken sich an, neue Anwendungen in allen Bereichen unseres täglichen Lebens zu erobern. Als ein Befähiger ist dabei der enorm wichtige Beitrag von Methoden des maschinellen Lernens zu nennen. Aber neben der Komponente Software darf die Weiterentwicklung von neuartiger Robotik-Hardware nicht vernachlässigt werden. Eine leistungsfähige künstliche Intelligenz muss mit einem morphologisch intelligenten Hardwareaufbau kombiniert werden. Nur so lassen sich neuartige Anwendungen von Robotern in der Industrie und ein Einsatz in Medizin, Pflege und schließlich im privaten Umfeld umsetzen. Im Folgenden stellen wir dazu aktuelle Forschungsarbeiten am Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (FAPS) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) dar.

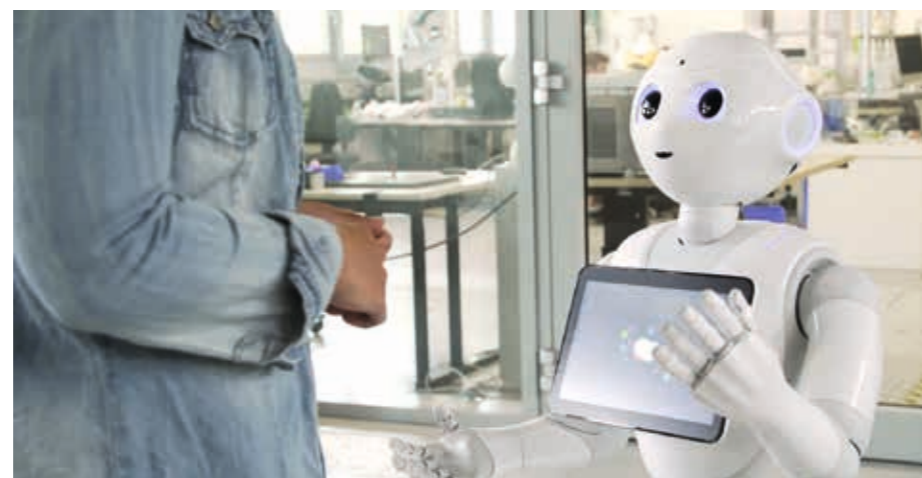
Kombination von KI mit intelligenter Hardware

Methoden des maschinellen Lernens haben sich zu leistungsfähigen Werkzeugen für die Robotik entwickelt. Aufgaben, die mittels aufwendig parametrisierter konventioneller Algorithmen schon in einer Laborumgebung kaum zu beherrschen sind, lassen sich mit Technologien des maschinellen Lernens nun auch in komplexen Szenarien automatisieren. Ein Beispiel hierfür ist ein kamerabasiertes Assistenzsystem für sehbehinderte Personen [1]. Während bei ersten Systemversionen die OpenCV basierte Wegerkennung bereits auf der

Tartanbahn regelmäßig scheiterte, führt ein KI-basiertes System zuverlässig über Waldwege und kommt mit wechselnden Tages- und Jahreszeiten zurecht. Um solche Systeme aber tatsächlich in sicherheitsgerichteten und zulassungsfähigen Applikationen einsetzen zu können, besteht noch Forschungsbedarf zur Beschreibung des Systemverhaltens. In weniger kritischen Anwendungen wie dem Erkennen von Alltagsgegenständen für Service Roboter [2] oder einer Umsetzung des schon lange angestrebten Griffs in die Kiste [3] können diese Systeme aber schon heute eingesetzt werden. Durch die Nutzung synthetischer Trainingsdaten lässt sich dabei auch das Anlernen beispielsweise von Greifobjekten effizienter gestalten [4].

Am Ende jeder noch so leistungsfähigen Planung steht allerdings immer die physische Interaktion mit der Umwelt, zu deren Ausführung Softwaresysteme leistungsfähige Körper benötigen. Für Fortbewegung und Manipulation der Umwelt stellen ein starrer Aufbau von Kinematiken und Elektromotoren als Antriebe derzeit den über-

wiegenden Stand der Technik dar. Jedoch ist seit einigen Jahren eine Trendwende hin zu nachgiebigen Systemen zu erkennen, um Roboter effizienter, anpassungsfähiger und sicherer zu gestalten. Nach biologischem Vorbild werden Mischformen aus harten und weichen Elementen wie beispielsweise Tensegrity-Strukturen oder Kombinationen von klassischen Robotern mit weichen Greifern erforscht [5]. Außerdem stehen neue, flexible Antriebsformen wie dielektrische Elastomeraktoren, die auch als künstliche Muskeln bezeichnet werden, bereit. Diese leicht bauenden, energiesparenden und leistungsfähigen Aktoren ermöglichen bionische Bewegungsmuster, die zunächst vor allem für medizintechnische Anwendungen von großem Interesse sind [6]. Gleichzeitig können deren kapazitive Eigenschaften sensorisch genutzt werden, um die reale Position des Aktors zu bestimmen oder Kontakt und Griffkräfte zu detektieren [7]. Die Sensorik ermöglicht den Robotern, eine Interaktion mit dem nicht deterministischen Umfeld und ist ein essenzieller Bestandteil für die Handhabung und Navi-



Interaktion mit dem sozialen Roboter Pepper

Foto: FAU

gation. Eine Haut aus kapazitiver Sensorik sorgt beispielsweise für die notwendige Absicherung in Interaktionsszenarien mit dem Menschen [8].

Der Mensch im Mittelpunkt der Anwendung

In Szenarien jenseits der robotergestützten Verrichtung repetitiver Aufgaben spielen

die kognitiven Fähigkeiten des Menschen im Zusammenwirken mit KI-basierten autonomen Roboterfähigkeiten eine entscheidende Rolle. So stellt beispielsweise die Handhabung hochindividueller Teile, wie diese im Bereich der Konditionierung radioaktiver Abfälle auftreten, sowohl die konventionelle Automatisierung als auch KI-basierte Ansätze vor Herausforderungen. Da konventionelle Lösungen an der Aufgabenkomplexität scheitern, werden am FAPS die autonomen Fähigkeiten von Robotern erweitert, um deren Verfügbarkeit, Robustheit und Zertifizierbarkeit zu steigern. Innerhalb des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten F&E-Projekts VIRERO (10/2020 – 09/2023, 15S9422 A/B/C) realisiert der FAPS zusammen mit der Framatome GmbH und der AiNT GmbH zur Konditionierung radioaktiver Abfälle daher eine hybrid automatisierte und teleoperierte Sortieranlage. Im Fokus stehen eine immersive, lernfähige Augmented Reality Teleoperation zur fernhantierten Verrichtung komplexer Aufgaben sowie die Bereitstellung autonomer Roboterfähigkeiten. Letztere dienen zur Anlageeffizienzsteigerung und Entlastung der Operatoren [9]. Untersucht werden hierbei maschinelle Lernansätze der Imitation und des verstärkenden Lernens zur Verbesserung der autonomen Roboterfähigkeiten.

Neben der Handhabung hochindividueller Bauteile stellt der Einsatz autonomer Systeme als sogenannte soziale Roboter in sozialen und medizinischen Anwendungen eine große Herausforderung dar. Ein wichtiges Forschungsfeld am FAPS ist dazu die Therapie von Kindern mit Autismus-Spektrums-Störungen. Während die Interaktion mit anderen Menschen bei dieser Erkrankung mit großem Stress für die Kinder verbunden ist, wirken soziale Roboter durch eine reduzierte Gestik und Mimik häufig anziehend. Im BMBF Forschungsprojekt ERIK (08/2018 – 08/2021, 16SV7948) beteiligt sich der Lehrstuhl FAPS in einem interdisziplinären Konsortium an der Entwicklung einer Soft- und Hardwareplattform für soziale, interaktive Roboter. Im Projekt werden komplexe Interaktionsstrategien entwickelt, deren Ausführung während des Trainings sozio-emotionaler Fähigkeiten

durch den Therapeuten koordiniert werden. Über Kameras und Mikrofone kann der Therapeut die Interaktion überwachen. Intelligente Algorithmen zur bild- und tonbasierten Emotionserkennung der beteiligten Projektpartner (Fraunhofer IIS, audeering GmbH) liefern zudem Unterstützung bei der Analyse des emotionalen Zustands der Kinder. Durch die Dokumentation der Interaktion und von erfassten Reaktionen kann das System auch zur Gewährleistung einer konstant hohen Therapiequalität genutzt werden. Auf Basis der Erkenntnisse können soziale Roboter mit zunehmender Autonomie ausgestattet werden.

Aus Sechssachs-Kinematiken werden Social Robots

Die Beispiele in diesem Artikel zeigen, dass Roboter bereits verbreitet im Einsatz sind und auch in Zukunft immer wichtigeren Einfluss in der Gesellschaft haben werden. Aber wie könnte das aussehen? Es ist gut vorstellbar, dass zukünftig jeder neben seinem Smartphone auch einen sozialen Roboter besitzt, mit dem er gemeinsam durch den Alltag geht. Wenn man sich die derzeitige Situation ansieht, könnte dieser beispielsweise bei der Beaufsichtigung der Kinder unterstützen, wodurch man selbst mehr Ruhe im Home-Office hat. Über die Großeltern, welche noch in den eigenen vier Wänden wohnen, muss man sich keine Sorgen mehr machen, da man weiß, dass deren Roboter sie daran erinnert, den Herd auszuschalten und sofort Unterstützung selbstständig anfordert, sollten sie gestürzt seien. Mit der derzeit anhaltenden rasanten Weiterentwicklung von maschinellen Lernverfahren, intelligenter Sensorik und leistungsfähigen, weichen Antriebs- und Kinematik-Lösungen arbeitet der FAPS an der Umsetzung dieser Zukunftsvorstellung in einer Vielzahl von Anwendungsfeldern.

Dipl.-Ing. Sebastian Reitelshöfer, M. Sc. Nina Merz, Dipl.-Ing. Andreas Blank M. Sc. Oguz Kedilioglu, M. Sc. Sina Martin, M. Sc. Julian Seßner Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Literatur

- [1] J. Sessner, M. Schmid, M. Lauer-Schmalz und J. Franke, „Path Segmentation with Artificial Neural Networks in Low Structured Environments for the Navigation of Visually Impaired People,” 2020 8th IEEE RAS/EMBS International Conference for Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob), New York City, NY, USA, 2020, pp. 1242-1247, doi: 10.1109/BioRob49111.2020.9224324
- [2] Reitelshöfer, S., S. Meister and J. Franke. Recognition and Description of Unknown Everyday Objects by Using an Image Based Meta-Search Engine for Service Robots [online]. Advanced Engineering Forum, 2016, 19, 132-138. Verfügbar unter: doi:10.4028/www.scientific.net/AEF.19.132
- [3] Blank, A., M. Hiller, S. Zhang, A. Leser, M. Metzner, M. Lieret, J. Thielecke and J. Franke. 6DoF Pose-Estimation Pipeline for Texture-less Industrial Components in Bin Picking Applications. In: IEEE EECMR. Prague, Czech, 2019
- [4] Metzner, M., S. Weissert, E. Karlidag, A. Blank, A. Mayr and J. Franke. Virtual Commissioning of 6 DoF Pose Estimation and Robotic Bin Picking Systems for Industrial Parts. In: International Federation of Automatic Control, Hg. 13th IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, 2019, S. 160-164
- [5] Reitelshöfer, S., C. Ramer, D. Gräf, F. Matern and J. Franke. Combining a collaborative robot and a lightweight Jamming-Gripper to realize an intuitively to use and flexible co-worker. In: IEEE, Hg. 2014 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, 2014, S. 1-5. ISBN 978-1-4799-6943-2
- [6] Reitelshöfer, S., M. Landgraf, D. Graf, L. Bugert and J. Franke. A new production process for soft actuators and sensors based on dielectric elastomers intended for safe human robot interaction. In: 2015 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII), 2015, S. 51-56
- [7] Landgraf, M., U. Zorell, T. Wetzell, S. Reitelshöfer, I.S. Yoo and J. Franke. Dielectric elastomer actuators as self-sensing devices: a new method of superimposing actuating and sensing signals. In: Y. Bar-Cohen, Hg. Electroactive Polymer Actuators and Devices (EAPAD) 2015: SPIE, 2015, S. 943014
- [8] Müller, R., J. Franke, B. Kohlenkötter, A. Raatz und A. Verl, Hg. Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration. München: Hanser, 2019. Hanser eLibrary. ISBN 9783446453760
- [9] Blank, A., J. Berg, G.L. Zikeli, S. Lu, O. Sommer, G. Reinhardt und J. Franke. Entstörungsstrategie für autonome mobile Roboter Intervention strategy for autonomous mobile robots. wt Werkstatttechnik - Online, 2020, 110, 601-606

Impressum

Herausgeber:
 Verein Deutscher Ingenieure (VDI),
 Bezirksverein München, Obb. u. Ndb. e.V. (BV München)
Anschrift der Redaktion:
 „Technik in Bayern“, Westendstr. 199 (TÜV)
 80686 München

Chefredakteur: Dipl.-Ing. Friedrich Münzel (verantw.)
Chefin vom Dienst: Silvia Stettmayer
 Tel. (0 89) 57 91 24 56, Fax (0 89) 57 91 21 61
 E-Mail: tib@bv-muenchen.vdi.de

Redaktion:
 Hermann Auer Ing. (grad.); Dr. Dina Barbian; Dipl.-Ing.
 Wolfgang Berger; Dipl.-Ing. Knut Bergmann; Dr. Frank
 Dittmann; Christina Kaufmann M.A.; Bernhard Kramer
 M.Sc.; Dipl.-Ing. Jochen Lösch; Dipl.-Ing. Harold Plesch;
 Dipl.-Ing. Walter Tengler

Verlag:
 MuP Verlag GmbH
 Nymphenburger Str. 20b, 80335 München
 Tel. (089) 1 39 28 42-0, Fax: (089) 1 39 28 42-28
 Geschäftsführer: Christoph Mattes

Anzeigenleitung: Christoph Mattes
 Tel. (089) 1 39 28 42-20, Fax: (089) 1 39 28 42-28
 E-Mail: christoph.mattes@mup-verlag.de

Anzeigenverkauf: Regine Urban-Falkowski
 Tel. (0 89) 1 39 28 42-31, Fax: (0 89) 1 39 28 42-28
 E-Mail: regine.urban@mup-verlag.de
 Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 24 von 01.01.2021

Vertriebsleitung: Philip Esser
 Tel. (0 89) 1 39 28 42-33, Fax: (0 89) 1 39 28 42-28
 E-Mail: philip.esser@mup-verlag.de

Layout und Grafik: Ratchaniwan Klautke

Internet-Service: SpaceNet AG

24. Jahrgang 2021
 Technik in Bayern erscheint zweimonatlich und ist das
 gemeinsame Mitgliedermagazin des VDI BV München,
 des VDI BV Bayern Nordost e. V. und des VDE Südbayern.
 Der Bezugspreis ist bei VDI- und VDE-Mitgliedern
 der Bezirksvereine in Bayern sowie dem IDV in der
 Mitgliedschaft enthalten.

Jahresabonnement 36,- Euro / 72,- SFr; Einzelheft 8,-
 Euro / 16,- SFr. Jahresabonnement für Studenten gegen
 Einsendung einer entsprechenden Bestätigung 27,-
 Euro/ 54,- SFr. Der Euro-Preis beinhaltet die Versand-
 kosten für Deutschland und Österreich, der SFr-Preis
 die Versandkosten für die Schweiz. Bei Versand in das
 übrige Ausland werden die Porto-Mehrkosten berechnet.
 Die Abodauer beträgt ein Jahr. Das Abo verlängert sich
 um ein weiteres Jahr, wenn es nicht zwei Monate vor
 Ablauf schriftlich gekündigt wird.

Urheber- und Verlagsrecht

Die Redaktion behält sich vor, Manuskripte und Leser-
 briefe zu redigieren. Sie übernimmt keine Haftung für
 unverlangt eingesandte Manuskripte, Fotos und Illust-
 rationen. Die systematische Ordnung der Zeitschrift und
 alle in ihr enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildun-
 gen sind urheberrechtlich geschützt.
 Mit der Annahme eines Beitrags zur Veröffentlichung
 erwirbt der VDI vom Autor umfassende Nutzungsrechte
 in inhaltlich unbeschränkter und ausschließlicher Form,
 insbesondere Rechte zur weiteren Vervielfältigung mit
 Hilfe mechanischer, digitaler und anderer Verfahren.

Druck: Mayr/Miesbach GmbH
 Am Windfeld 15, 83714 Miesbach

Technik in Bayern ISSN1610-6563

Nächster Redaktionsschluss: 15.03.2021

DIE ARCHITEKTURMASCHINE

Die Rolle des Computers in der Architektur



Otto Beckmann, *Imaginäre Architektur Fotomontage, 1977-1980*

Angesichts der anhaltend hohen Infektionszahlen ist augenblicklich nicht absehbar, wann die Museen wieder öffnen können, doch gibt es vielfältige digitale Angebote – auch zu einer sehr schönen Architekturausstellung in der Pinakothek der Moderne in München. Computer sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Ob im Büro, an der Kasse im Supermarkt oder im heimischen Wohnzimmer – Bits und Bytes stecken mittlerweile in fast allen technischen Geräten. Auch im Architekturbüro ist der Computer heute Standard und hilft sowohl beim Design als auch in der Visualisierung neuer Projekte. Er hat sich zu einer „Architekturmaschine“ entwickelt. Zum ersten Mal im deutschsprachigen Raum präsentiert das Architekturmuseum der TUM eine groß angelegte Ausstellung über den Einfluss des Computers auf die Architektur. Von den 1960er-Jahren bis in die Gegenwart erzählt die Schau diese faszinierende Geschichte in vier

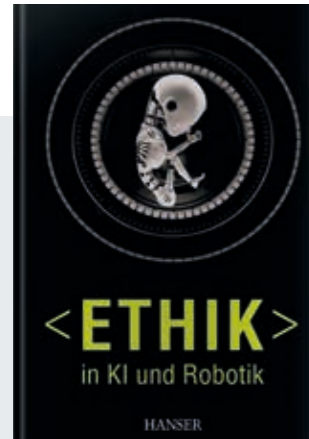
Kapiteln, die die wichtigsten Entwicklungen der sogenannten digitalen Revolution zusammenfassen: Der Computer als Zeichenmaschine, der Computer als Designwerkzeug, der Computer als Medium des Geschichtenerzählens und der Computer als interaktive Plattform.

Die grundlegende Frage des zweijährigen Forschungsprojekts, auf dem diese Ausstellung basiert, ist einfach: Hat der Computer die Architektur verändert, und wenn ja, wie?

Bis zur Wiedereröffnung bietet das Architekturmuseum zahlreiche Angebote mit digitalen Führungen und Vorträgen auf YouTube.

Informationen

Architekturmuseum der TUM
 in der Pinakothek der Moderne
 Arcisstraße 21
 80333 München
 Öffnungszeiten:
 Dienstag bis Sonntag 10.00 - 18.00 Uhr
 Donnerstag 10.00 - 20.00 Uhr
 Montags geschlossen
 www.architekturmuseum.de



Ethik in KI und Robotik

Christoph Bartneck,
 Christoph Lütge, Alan R. Wagner,
 Sean Welsh
 Hanser, München 2020
 978-3-446-46227-4
 19,99 Euro

Wenn vier Wissenschaftler ein Buch schreiben, dann wird dieses wissenschaftlich, zumindest annähernd. Und so werden die verwendeten Begriffe wie KI, Ethik und Moral zunächst einmal ordentlich definiert. Das mag etwas trocken sein, ist aber notwendig, um Klarheit zu schaffen. Wie können Begriffe aus dem gesellschaftlichen Leben, etwa Verantwortung, Fairness und Vertrauen einer Maschine nahegebracht werden? Die Autoren bieten eine umfassende Übersicht zu Ansätzen und Meinungen, aber es liegt in der Natur der Sache, dass keine vorgefertigten Lösungen präsentiert werden können, sondern vielmehr die Grundlagen für eine ernsthafte Diskussion, und die wird kommen, denn es stehen Entscheidungen an, die weder Wissenschaft noch Politik allein treffen können, sondern nur wir alle gemeinsam. Konkreter wird es bei zwei beispielhaften Anwendungen: dem autonomen Autofahren, und, eher ungewöhnlich in diesem Kontext, dem Einsatz autonomer Waffensysteme. Für eine vertiefte Information findet der Leser ein umfangreiches Literaturverzeichnis sowie eine Vielzahl von Quellenangaben im Text. Leider oft als lange URLs, so dass sich für ein intensiveres Studium die Anschaffung der elektronischen Ausgabe lohnt. Die Autoren sind von internationaler Provenienz und kommen aus den unterschiedlichsten Fachbereichen, ihre Kompetenz steht außer Zweifel. Da sie aber nicht nur Wissenschaftler sondern auch Hochschullehrer sind, findet man nach jedem Kapitel einige Fragen, die zur Diskussion und zur Formulierung der eigenen Meinung auffordern. Man fühlt sich bei der überaus empfehlenswerten Lektüre wie im Seminar, und das ist doch schön.

Fritz Münzel

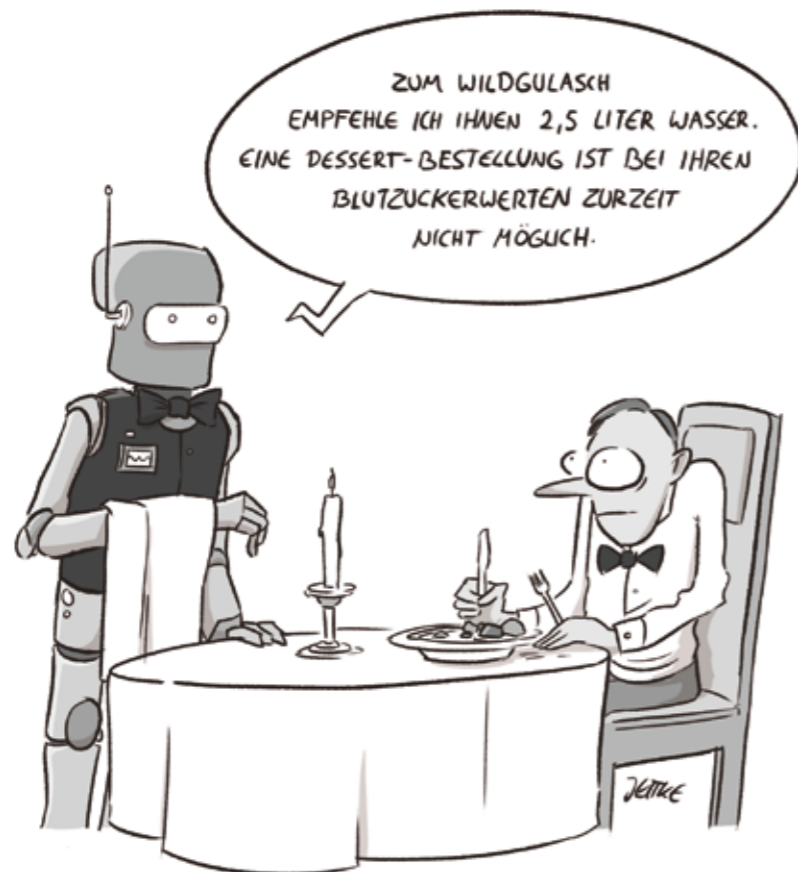


Sternstunden der Wissenschaft Eine Erfolgsgeschichte des Denkens

Lars Jäger
 Südverlag 2020.
 ISBN-13: 978-3878001409.
 20 Euro

Was ist Wirklichkeit, was ist Wahrheit, wie funktioniert die Welt, wie können wir unser Leben verbessern? Diese Fragen beantworteten die Menschen im Lauf der Zeit auf verschiedene Weise: sie vertrauten auf Mythen, auf religiöse Erzählungen oder auf Wissenschaft. Aber wann dominierte was und warum? Der Autor sieht vier Voraussetzungen insbesondere für wissenschaftliches Denken: Abkehr von Dogmen, Vertrauen auf eigene Beobachtungen, Suche nach allgemeinen Naturgesetzen und Anwendung zum Wohl der Menschen. Diese Sichtweisen werden durch eine Kombination von äußeren Einflüssen wie geopolitischen Veränderungen und durch das Wirken genialer und mutiger Persönlichkeiten geformt. Die Wurzeln rationalen Denkens reichen weit zurück in die Antike. Die Entwicklung bis heute war aber durch tiefe Brüche geprägt. Immer wieder gewannen ideologische und vor allem religiöse Dogmen die Oberhand, im frühen Mittelalter in Europa das Christentum, später im Nahen Osten der Islam. In Europa dauerte es Jahrhunderte, bis es durch Denker wie Abaelard, Bacon, Galilei, Kepler, Descartes, Kant zur „Aufklärung“ und schließlich zur industriellen Revolution kam. Aktuell erleben wir wieder eine Renaissance von obskurem Denken und von Wissenschaftskepsis. Wir wissen noch nicht, wohin das führt. Eine aufschlussreiche, bisweilen überraschende Darstellung der Geschichte europäischen Denkens mit kurzen Schlaglichtern auf Indien und China.

Gerhard Grosch



Cartoon: Cornelis Jetike

VORSCHAU

Ausgabe 03/2021 erscheint am 04. Mai 2021 mit dem Schwerpunktthema

Kreislaufwirtschaft

In der nächsten Ausgabe steht die Kreislaufwirtschaft im Fokus. Materialien im Kreislauf zu führen, ist nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern auch wirtschaftlich. Beispiele aus verschiedenen Branchen zeigen, wie Kreislaufprozesse innerhalb der Lieferströme und Wertschöpfungsketten gestaltet sind.

Anzeigenschluss: 07. April 2021



Foto: Bughpai FOTO/ Sasin TIPCHAI

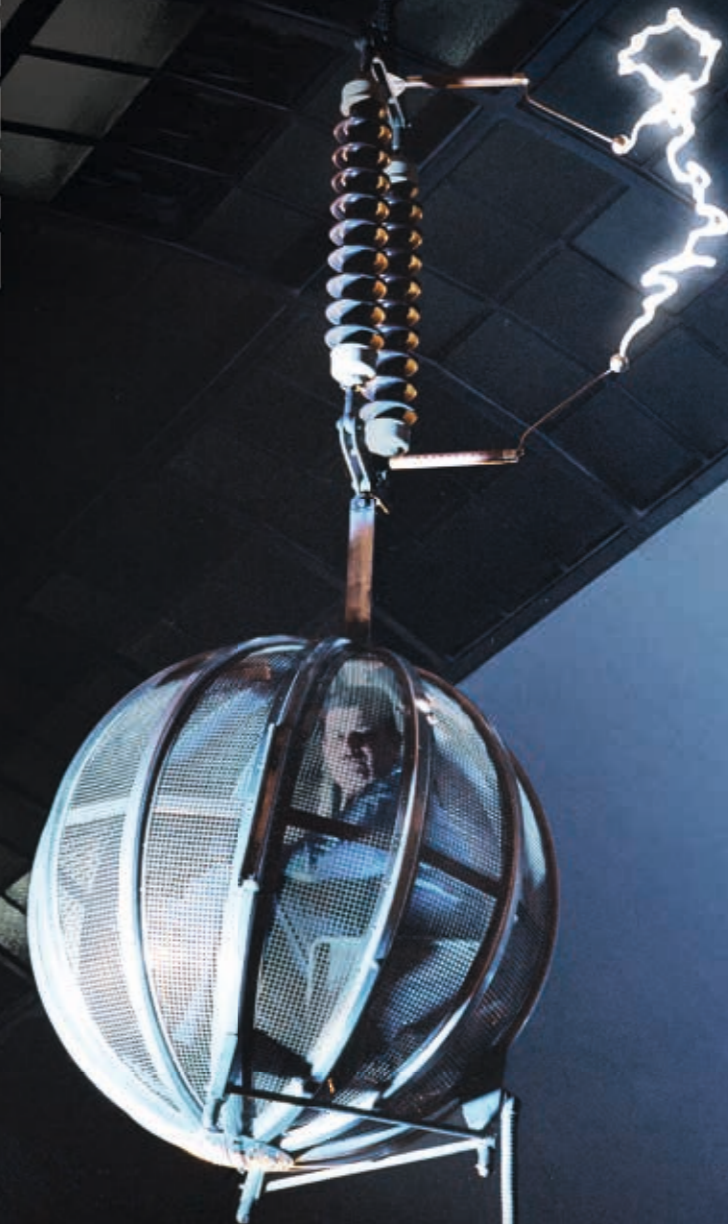
Schwerpunktthema der Ausgabe 04/2021
Wasserstoff

Anzeigenschluss: 07. Juni 2021

Schwerpunktthema der Ausgabe 05/2021
Quantentechnik

Anzeigenschluss: 07. August 2021

WISSEN ERLEBEN



Sehen, wie sich
300.000 Volt entladen.



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES



**Nächster
Studienstart
01. April 2021!**

Näher am Leben

Mein Fernstudium an der HFH

Erleben Sie, wie praxisnah und flexibel ein Studium sein kann:

- Berufsbegleitend, Voll- oder Teilzeit – mit persönlicher Betreuung an 50 Studienzentren und online
- Digitale Lerninhalte, praxisnahe Schwerpunkte und Weiterbildungsmodulare
- Staatlich anerkannte Bachelor- und Masterabschlüsse

[hfh-fernstudium.de](https://www.hfh-fernstudium.de)

Maschinenbau (B.Eng.) • Maschinenbau (M.Eng.) • Mechatronik (B.Eng.)
Wirtschaftsingenieurwesen (B.Sc./B.Eng.) • Wirtschaftsingenieurwesen (M.Sc./M.Eng.)

✓ München ✓ Nürnberg ✓ Regensburg ✓ Würzburg
... und in vielen weiteren Städten deutschlandweit an der HFH studieren.