

# TECHNE

[τέχνη]



Perspektiven aus  
Technik, Kunst und  
Wissenschaft



What robotics can be



„Wo Techné das Tun bestimmt, gibt es ein Ziel, auf das hin gewirkt, etwas, das bewegt, ein Werk oder eine Tat, die verwirklicht werden sollen.“

Rudolf Löbl, Philosoph, Autor

Foto: unter Verwendung des Werkes „Die Heilerin der Welt“ von Manfred Scharpf, 2020



Liebe Leserinnen und Leser,

wer oder was ist eigentlich Techné? Was haben Kunst, Wissenschaft und Technik miteinander zu tun? Sie werden sehen: mehr, als Sie denken.

So wie wir uns und unsere Leistungen immer wieder neu definieren, hat sich auch der Begriff „Techné“ im Wandel der Zeit verändert. Seinen Ursprung findet er in der Ilias, wo Techné für das Können der Handwerker steht und somit Mittel zur planvollen Erreichung eines Ziels wird. In der europäisch geprägten Philosophie steht der altgriechische Begriff heute für das Verständnis von Kunst, Wissenschaft und Technik. Nun – wir können uns mit beiden Ansätzen gut identifizieren.

Denn wir sind nicht nur Technikfreaks, wir lieben auch die Kunst. Die bildende, die darstellende, die Kochkunst und natürlich auch jene, es möglich zu machen: Mit ausgeprägter Expertise, unkonventionellen Ideen und kreativem Erfindergeist definieren wir so immer wieder neu *what robotics can be*. Mit diesem Magazin möchten wir Perspektiven vereinen, neue Blickwinkel eröffnen, Visionen teilen – und natürlich auch unterhalten. Dieses Mal mit einem besonderen Augenmerk auf Kunst und Kreativität.

Viel Spaß!

Hermann Müller



- \_10 Hoppala, Heureka!  
*Vom Mut, neue Wege zu (er)finden*
- \_14 Einfach (er)greifend  
*Über den Einsatz von Robotik in der  
Kommissionierung*
- \_18 Gemeinsam in die neue Welt  
*Wie das Miteinander von Mensch und Roboter die  
Produktion von morgen bestimmt*
- \_24 Begegnen, Berühren, Begreifen  
*Von einem, der auszog, das Fürchten zu erlernen –  
und die Farben des Lebens entdeckte*
- \_28 #schattbuchschmeckt  
*Sinnesrausch à la carte in der Sternekantine*
- \_34 Wir sprechen eine Sprache  
*Roboterprogrammierung für alle*
- \_38 Kribbeln im Kopf – Wie entsteht Kreativität?  
*Ein Interview mit Dr. Jürgen Mertin*
- \_44 Die Kunst, mit dem Druck umzugehen  
*Wie eine revolutionäre Technologie „individuelle  
Massenprodukte“ schafft*
- \_48 Den Sternen auf der Spur  
*Ist Astrologie eine Wissenschaft?*
- \_52 My home is my office  
*Was kann der digitale Arbeitsplatz (nicht)?*
- \_56 Virtuos auch nach 1000 Wiederholungen  
*Wenn Roboter Kunst erschaffen*
- \_60 Sieben Kreativitätstechniken  
*Praktische Methoden für echte Initialzündungen*
- \_62 Da Vinci to go  
*Meine Kaffees mit Leonardo*
- \_66 Auf eine Pfeife mit Hermann Müller  
*Wie verändert sich die Welt?*
- \_68 What robotics can be  
*Rückblicke, Einblicke, Ausblicke*
- \_71 Impressum



**0,02** mm  
Präzision



Statue von Nikola Tesla in seinem Heimatdorf Smiljan (Kroatien)

# Hoppala, Heureka!

## Vom Mut, neue Wege zu (er)finden

**M**ontagsmorgen, 6.15 Uhr – Ihr Wecker klingelt. Sie checken Ihr Handy, stehen auf, trinken vielleicht einen Kaffee, lesen die Zeitung, steigen ins Auto, holen womöglich noch ein Brötchen beim Bäcker, warten an der Ampel, parken, nehmen die Treppe oder den Aufzug ins Büro, setzen sich an den Computer – ein neuer Arbeitstag beginnt. Wissen Sie, wie vielen bahnbrechenden Erfindungen Sie an diesem Morgen bereits begegnet sind? 100? 1.000? 10.000?

Viele Dinge sind in unserem Alltag selbstverständlich geworden und doch waren sie bei ihrer Erfindung eine kleine Sensation: Woraus besteht eigentlich eine Kaffeetasse? Wer hat die Papiertüte erfunden? Wie funktioniert eine Dusche? Wer hat sich das System der

Treppe ausgedacht? Jede dieser Errungenschaften hat ihre ganz eigene Geschichte, eines haben sie jedoch alle gemeinsam: Sie erleichtern uns das Leben ungemein.

Wenn wir also morgens eine Tasse Kaffee trinken, dann verdanken wir das unter anderem den Menschen, die schon im siebten Jahrtausend v. Chr. im Vorderen Orient Gefäße aus Lehm und Wasser fertigen. Denn dadurch veränderte der Mensch erstmals nicht nur die Form eines Rohstoffes, sondern auch das Material selbst: Es entstand der Vorläufer von Keramik. Wenn wir heute mit viel Geschick eine Anlage millimetergenau justieren, dann hat der „Homo habilis“, der „geschickte Mensch“, mit den ersten bearbeiteten Steinwerkzeugen vor rund 2,5 Millionen Jahren eine gute Basis dafür geschaffen.

Wenn wir heute von optischen Linsen sprechen, kleiner als ein Tausendstel Millimeter, dann denken wir nicht unbedingt darüber nach, dass schon vor über 2000 Jahren Sammellinsen zur Feuergewinnung eingesetzt wurden. Und nicht zuletzt der Entstehung von Schriftzeichen, dem Buchdruck oder auch dem Compiler für Computer haben wir es zu verdanken, dass Sie jetzt im Moment dieses Magazin in Ihren Händen halten.

### Wer hat's erfunden?

In vielen Fällen kann eine bahnbrechende Erfindung keiner konkreten Person zugeordnet werden oder der Urheber ist gänzlich unbekannt. Gerade in frühen Zeiten haben sich viele Dinge über mehrere Stufen und Epochen hinweg entwickelt, manchmal sogar zur gleichen Zeit an völlig unterschiedlichen Orten. Doch wie entstehen Erfindungen eigentlich und was macht eine Erfindung aus?

Per Definition handelt es sich um „kreative Leistungen, die auf der Anwendung von Erkenntnissen auf technischem Gebiet beruhen“. Dem zugrunde liegt ein Mangel, ein definiertes Problem, dessen Lösung wiederum systematisierbar und dokumentierbar sein muss. Das kann sowohl eine Verbesserung von etwas schon Vorhandenem sein als auch etwas grundsätzlich Neues. Nach dem Patentgesetz hingegen ist eine Erfindung „etwas wesentlich Neues im Sinne der Technik“. Doch nicht jede Erfindung kann oder muss patentiert werden. Manche werden dem ersten Anschein nach noch nicht einmal gebraucht. Googelt man „skurrile Erfindungen“ stößt man auf Miniregenschirme für Schuhe, fliegende Badewannen oder einen Butterstift für Toast. Braucht kein Mensch – oder eigentlich doch ganz praktisch?



„Im Hafen ist ein Schiff sicher, allerdings wurden Schiffe nicht dafür gebaut!“

Grace Hopper

Es gibt eine Reihe an Erfindungen, denen keine große Zukunft vorhergesagt wurde. So urteilte im Jahr 2007 der damalige Microsoft CEO Steve Ballmer, dass das iPhone keine Chance habe, auf dem Markt zu bestehen und niemand geringerer als der IBM-Chef selbst glaubte 1943, die Welt brauche höchstens fünf Computer. Selbst der Chef von Warner Brothers konnte sich 1927 wohl nicht vorstellen, dass irgendjemand die Stimme von

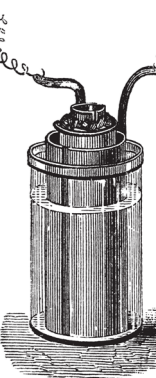
Schauspielern hören wollte. Und nicht zuletzt Wilhelm II glaubte an das Pferd, nicht jedoch an das Automobil, das er für eine vorübergehende Erscheinung hielt.

### Das Glück des Erfinders

Doch gerade vermeintliche Fehlschüsse führten nicht selten zu großen Errungenschaften. Man spricht in diesem Zusammenhang von Serendipität. Gemeint ist damit die unerwartete Beobachtung einer Sache, die ursprünglich nicht gesucht war, sich aber im Nachhinein als überraschende Entdeckung herausstellt. Penicillin, Teflon, Sekundenkleber – der Niederländer Pek Van Anel, bekannt als „Serendipitologe“, sammelte mehr als 1.000 Beispiele für zufällige Durchbrüche aus Wissenschaft und Technik.

„Glück ist, was passiert, wenn Vorbereitung auf Gelegenheit trifft.“

Lucius Annaeus Seneca



In den meistens Fällen scheiterten die Erfinder kläglich mit ihrer ursprünglichen Idee, doch der kreative Umgang mit dem Zufallsergebnis bescherte mitunter die ruhmvollsten Entdeckungen der Geschichte. Der Chemiker und Mikrobiologe Louis Pasteur sprach in diesem Zusammenhang vom „vorbereiteten Geist“, der für unverhoffte Erfindungen empfänglich sei. Also doch nicht Zufall, sondern vielmehr Einstellungssache? Tatsächlich scheint die Voraussetzung für diese Art von Glück eine geistige Haltung zu sein, die uns für Entdeckungen empfänglich macht. Der Wiener Digitalstratege Thomas Dori unterscheidet die passive und aktive Art, Raum für zufällige Entdeckungen zu schaffen. Im Businesskontext habe letzteres viel mit der Firmenkultur zu tun: Einfache Regeln wie „Ja, und...“ anstelle von „Ja, aber...“ zu pflegen, bewusst Raum für schräge Ideen zu schaffen oder divers zusammengestellte Teams können die Serendipität fördern. Zielorientiert forschen oder wild ausprobieren? Komplexitätsforscher haben herausgefunden, dass Fortschritt entsteht, wenn viele kleine Schritte und einige wenige hoch spekulative Gedankensprünge zusammenkommen. Besonders interessant daran: Ist ein Problem erst einmal gelöst oder eine bahnbrechende Erfindung auf den Weg gebracht, sieht man diese nicht mehr als glücklichen Zufall, sondern als Beleg für die eigenen Fähigkeiten.

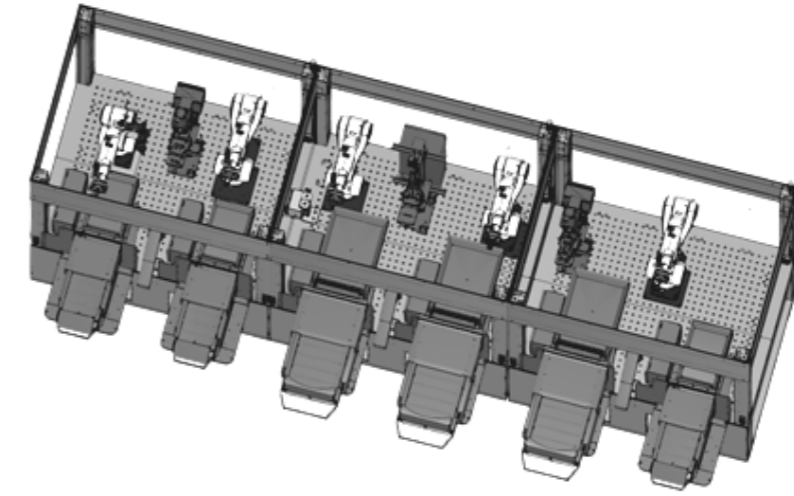
Da geht noch was

Die großen Veränderungen des 21. Jahrhunderts finden auf immaterieller Ebene statt: Künstliche Intelligenz, Robotik, autonome Mobilität, Schnittstellen- und Prozessoptimierung gehören zu den neuen bahnbrechenden Erfindungen, die kontinuierlich weiterentwickelt werden. Die zentrale Frage, die jeder dieser Erfindungen zugrunde liegt: Geht das noch besser? Denn zum Erfinden gehört auch, Bestehendes immer wieder zu hinterfragen. Das betrifft nicht nur die Kategorie Produkte, sondern vor allem deren Herstellung. Bis eine Erfindung „marktreif“ ist, durchläuft sie etliche Stationen entlang der Wertschöpfungskette: Entwicklung, Produktion, Logistik, Vermarktung... all dem liegen clevere Ideen, Optimierungen und technische Errungenschaften zugrunde. Besonders die Automatisierung birgt hier spannende Potenziale. Kombiniert man zum Beispiel die vermeintlich gegensätzlichen Megatrends der Individualisierung und Standardisierung, entstehen neue disruptive Lösungen, wie Automatisierungsmodule, die Robotik konfigurierbar machen. Das Ergebnis: die vollautomatisierte individuelle Massenproduktion.

Aber auch andere Megatrends wie Neo-Ökologie oder Gesundheit bringen zahlreiche neue Lösungen hervor. Allzu oft gibt es aber auch Entdeckungen, die im Verborgenen bleiben, weil ihre Urheber schlichtweg nicht wissen, wie sie diese an die Öffentlichkeit bringen können. Spätestens seit der „Höhle der Löwen“ wird auch diesen verkannten Genies eine Plattform gegeben. Startups schießen wie Pilze aus dem Boden und wir fragen uns, warum wir da nicht selbst draufgekommen sind. Fakt ist aber, dass ein Großteil „simpler“ Erfindungen das Ergebnis jahrzehntelanger Arbeit, Expertenwissen sowie Herzblut ist und in den meisten Fällen vor allem eins: Das Werk vieler Beteiligten, die jeden Tag daran arbeiten, Lösungen zu finden, um Produkte und Prozesse noch besser zu machen. Ob in der Technik, Wissenschaft oder der Kunst – solange es den Menschen gibt, wird es Erfindungen geben und jeder von Ihnen trägt täglich dazu bei. Mit Ideen, Know-how und dem Mut, für eine wichtige Sache einzustehen und niemals aufzugeben. Sie haben gute Ideen? Gemeinsam bringen wir sie auf die Strecke!

kw

Automatisierungsmodule machen Robotik konfigurierbar – *intelligent, modular, vernetzt.*



	Tür	X.	R.	T. Pressen	R.	T. Schr.	R.	A.
		Z. Flex-feeder	Z. Flex-feeder	X.	Z. Flex-feeder	X.	NIO	A.
				Tür		Tür		

„Das Leben ist für niemanden von uns einfach.

Aber was heißt das schon?

Wir müssen Ausdauer und vor allen Vertrauen in uns selbst haben. Wir müssen daran glauben, dass wir für eine Sache geschaffen sind und dass diese Sache erreicht werden muss.“

MARIE CURIE

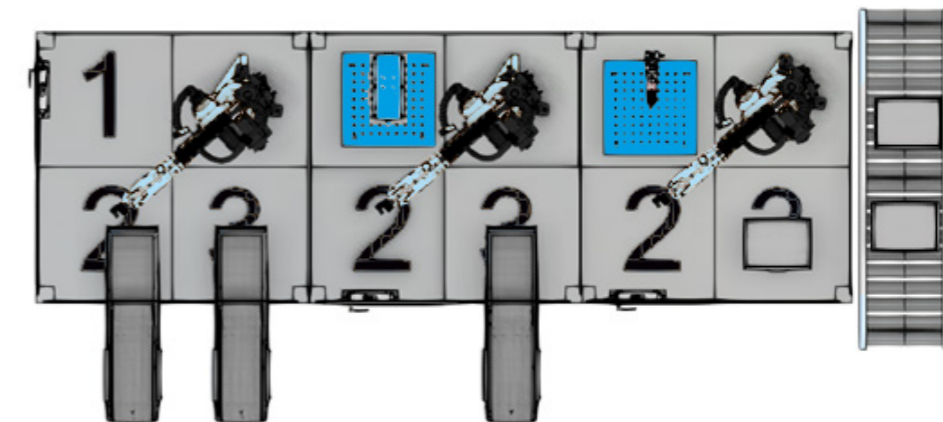




Foto: © SSI SCHÄFER

# Einfach (er)greifend

## Über den Einsatz von Robotik in der Kommissionierung

**S**chneller, höher, weiter: Das Streben nach Verbesserung liegt in der Natur des Menschen. So hat sich auch die Wirtschaft permanent weiterentwickelt – logisch. Insbesondere die Produktion – logistisch. Die einst klar voneinander getrennten Bereiche Produktion und Logistik greifen immer stärker ineinander und haben sich zu einer neuen Disziplin vereint: der Intralogistik.

Wir sind es gewohnt, vieles von dem, was wir alltäglich brauchen, einfach online zu kaufen: auswählen, bestellen und am nächsten Tag schon im Einsatz. Same-Day-Delivery, Omnichannel, Individualisierung... So funktioniert Online-Shopping heute. Haben Sie sich unterdessen schon einmal Gedanken darüber gemacht, was das für die Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette bedeutet? Was wir inzwischen als Selbstverständlichkeit wahrnehmen, ist das Ergebnis eines ausgeklügelten Zusammenspiels diverser Prozesse für die Lagerung, Aufbereitung, Verpackung und den Transport von Produkten. Innerbetriebliche Material- und Warenflüsse – zusammengefasst unter dem Begriff „Intralogistik“ – avancieren dabei zu einem immer wichtigeren Erfolgsfaktor. Für Unternehmen bedeutet das, sich Herausforderungen wie Losgröße 1, unsicheren Prozessbedingungen und kürzeren Durchlaufzeiten zu stellen. Denn von reibungslosen, schnellen Prozessen hängt die Kundenzufriedenheit maßgeblich ab und letztendlich somit der Unternehmenserfolg.

Neben den Verbraucherwünschen nach Individualität, Schnelligkeit und Flexibilität spielt die hohe Sortiments- und Artikelvielfalt, die den heutigen E-Commerce ausmacht, eine zentrale Rolle für die innerbetriebliche Prozessgestaltung. Für die Kommissionierung, was so viel heißt wie das Zusammenstellen einer Teilmenge (Artikel) aus einer bereitgestellten Gesamtmenge (Sortiment), bedeutet das die Entwicklung weg von Case- hin zu Piece-Picking. Statt Kartons mit Produkten werden die Produkte selbst aus den

Kartons vereinzelt. Steht in dem einen Moment noch Make-up auf der Packliste, sind es in dem anderen plötzlich Arzneimittel.

**Zahlen belegen:  
Piece-Picking ist  
ein entscheidender  
Wachstumstreiber.**

Die Produkte wiederum können dabei in Sekundenschnelle unterschiedlichste Geometrien aufweisen: Tuben, Zylinder, Quader und Blister-Verpackungen sind die gängigsten Formen. Diese kommen etwa bei Zahnpasta, Zahnbürsten, Lippenstift oder Tabletten zum Einsatz. Besonders in den aufstrebenden Segmenten Gesundheitspflege, Kosmetik, Pharmazie und Bekleidung ist es deshalb wichtiger denn je, dass Unternehmen auf ein flexibles und vor allem zuverlässiges logistisches Gesamtsystem setzen, sowohl in Bezug auf die Soft- als auch die Hardware.

### Verkürzte Reaktionszeiten

So unterschiedlich und vielfältig das Artikelspektrum auch sein mag, das für die Kommissionierung eingesetzte System sollte mit jedem noch so kleinen Einzelteil umgehen können – natürlich am besten voll und ganz automatisiert. Hierzu braucht es zunächst drei Komponenten: ein Kamerasystem für die visuelle Erkennung, ein Robotersystem für das fehlerfreie Handling und ein Materialflusssystem für den innerbetrieblichen Transport. Zusätzlich müssen diese drei Komponenten über sogenannte Schnittstellen untereinander kommunizieren können. Das könnte man vergleichen mit einem Golfer und seinem Caddie: Der Caddie (Materialfluss und Kamera) hilft bei der Schlägerwahl und dem Lesen des Grüns, der Golfer selbst (Roboter) führt den Schlag anschließend aus.

Aus der Welt des Sports aber zurück zur Technik: Das Materialflusssystem sorgt zunächst dafür, dass die Artikel für die Kommissionierung bereitgestellt werden. Ausgangspunkt ist das Hochregallager. Setzt sich der Warenkorb eines Kunden beispielsweise aus Halstabletten, Nasenspray und einem Vitaminpräparat zusammen, holt das Shuttle-System die entsprechenden Artikelbehälter oder Kartons und stellt sie nacheinander am Übergabeplatz bereit. Hier übernehmen fahrerlose Transportsysteme oder Förderbänder den Weitertransport der einzelnen Behälter. Aus dem Lager führt der Weg an die Kommissionier-Station: die Verbindung zwischen Warenlager und Versand. Das Kamerasystem analysiert zuerst die Form und Position der Artikel und meldet diese bereits im selben Augenblick dem Roboter. Der Vereinzlungsprozess beginnt. Auf Basis der Bestelldaten vereinzelt ein Sechs-Achs-Roboter nun auftragsgemäß in die entsprechenden Auftragsbehälter oder Versandkartons: erst Tabletten, dann Spray und schließlich das Präparat. Aus Sicht des Artikels nähert sich der Robotergreifer langsam an und hebt ihn senkrecht nach oben. Jetzt beschleunigt der Roboter seinen Arm mitsamt dem Teil bis zu dem Versandkarton. Hierbei zieht das System die maximal zulässigen Beschleunigungswerte der jeweiligen Produktklasse heran, um ein schlankes, aber trotzdem sicheres Handling zu gewährleisten. Medizinische Produkte etwa müssen während dieses Vorgangs besonders behutsam bewegt werden. Schließlich legt der Greifer den Artikel wieder mit reduzierter Geschwindigkeit in den dafür vorgesehenen Auftragsbehälter. So steht der versandfertige Karton bereit, ohne dass ein Mensch die Artikel selbst in die Hand nehmen muss. Das große Plus: Durch die

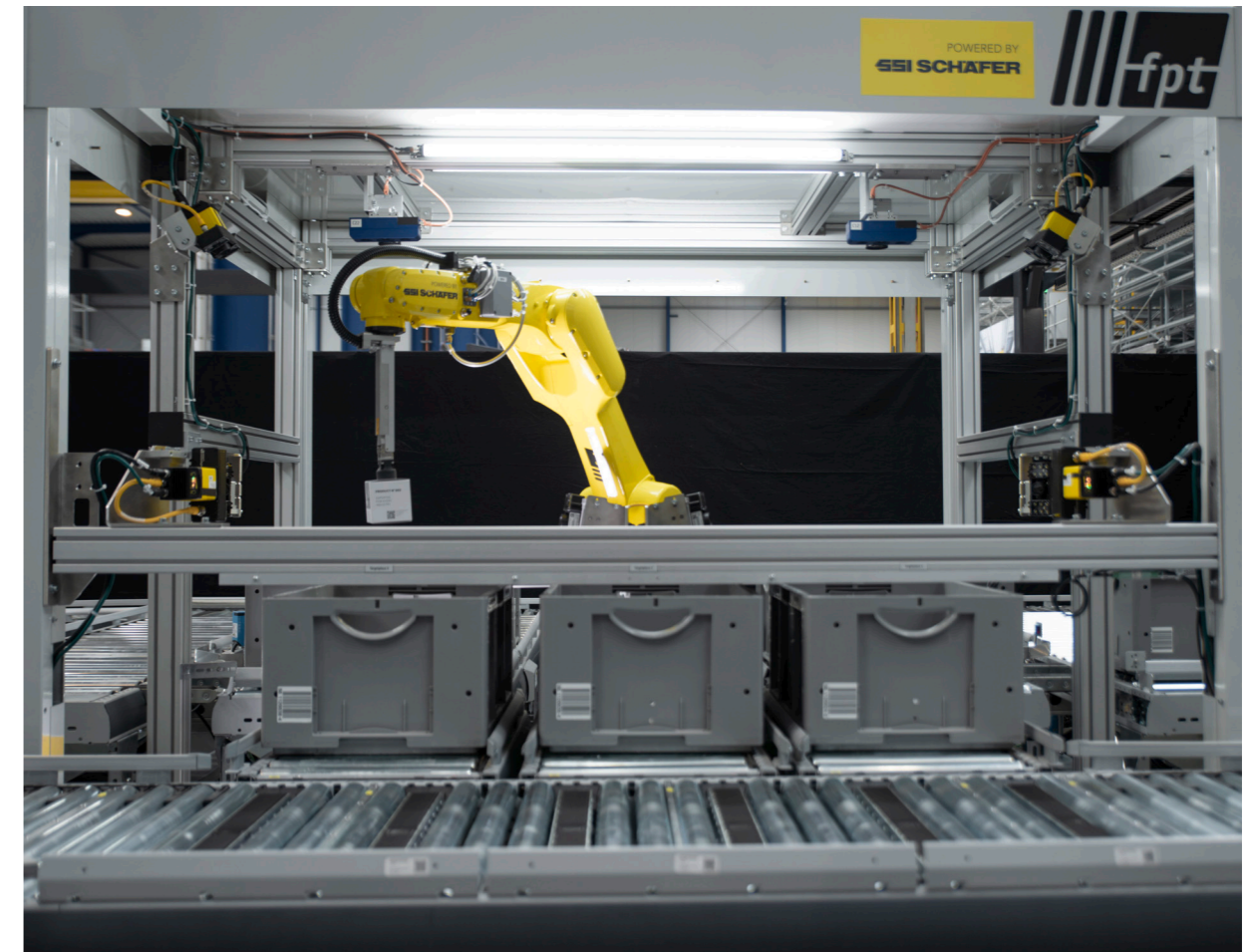
flexible Artikelanordnung an mehreren Zuführungsstationen können bis zu drei Kommissionier-Aufträge aus acht unterschiedlichen Quellen gleichzeitig bearbeitet werden. So sind Zykluszeiten von bis zu 1.000 Picks pro Stunde realisierbar. Einfach ergreifend, oder?

## Zykluszeiten von bis zu 1.000 Picks pro Stunde sind realisierbar.

Die Kombination aus präziser Roboter- und Greiftechnik, einer visuellen Objekterkennung sowie der dazu maßgeschneiderten Software macht das Einlernen einzelner Artikel überflüssig. Die Produktpalette kann also beliebig erweitert werden? Richtig geraten! Unternehmen können auf diese Weise schneller auf veränderte Marktanforderungen reagieren und ohne tatsächlichen Mehraufwand neue Artikel in ihr Sortiment aufnehmen. Roboter, Kamera und Fördertechnik ergeben ein kompaktes Robotik-System mit standardisierten Schnittstellen, wodurch eine einfache Integration in bestehende Materialfluss- und IT-Systeme möglich ist.

Klingt schwierig? Das ist es auch!

Die Herausforderungen liegen einerseits in der Prozessstabilität und -sicherheit sowie andererseits in der Prozesstransparenz. Angenommen der Kunde erhält fälschlicherweise Magnesium statt des Vitaminpräparats. Offensichtlich von einer hartnäckigen Erkältung geplagt dürfte ihm ein Nahrungsergänzungsmittel für

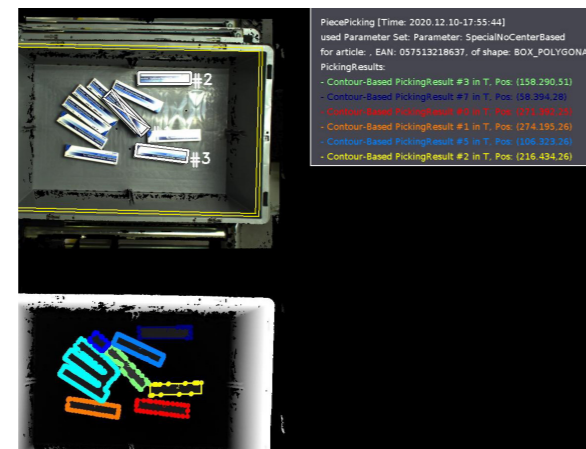


die Einnahme beim Sport in diesem Moment wenig nützen. Deshalb wird die mobile Zelleinheit um Qualitätssicherungssysteme ergänzt, die ein fehlerfreies Handling gewährleisten. Ein integrierter Barcode-Scanner stellt sicher, dass der in den Auftragsdaten vorgesehene Artikel ordnungsgemäß ausgewählt wird. Ein zusätzliches Lichtgitter kontrolliert die Abgabe des Artikels in den Auftragsbehälter. Die parallel dazu per Kamera ablaufende Dokumentation des Vereinzlungsvorganges unterstützt Unternehmen schließlich bei einer transparenten Gestaltung ihres Supply-Chain-Managements. Was sich dabei im Hintergrund des Systems abspielt, ist komplex – klar. Der Einsatz von Robotik in der Kommissionierung wurde überhaupt erst durch unser ständiges Streben nach Verbesserung ermöglicht – auch klar. Die wichtigste Erkenntnis dabei: Wenn das Automatisieren logistischer Aufgaben einfach wäre, könnte es jeder machen. Ist es aber nicht. Deshalb wird der Mensch auch künftig weiter nach Verbesserung streben. Eigentlich klar, oder?

Die sogenannte „Piece-Picking-Applikation“ ist ein intelligentes Zusammenspiel aus Robotik und Materialfluss. Entwickelt wurde die Lösung von dem Automatisierungs-Spezialisten fpt Robotik in Zusammenarbeit mit SSI Schäfer, dem weltweit führenden Lösungsanbieter von modularen Lager- und Logistiksystemen. Ebenso gut wie die einzelnen Systemkomponenten sich gegenseitig ergänzen, funktioniert auch die Kooperation der beiden Unternehmen. Gemeinsam kann man auf langjährige Erfahrung in den Bereichen Robotik und Intralogistik zurückgreifen. Das Ergebnis kann sich sehen lassen: Die Piece-Picking-Lösung deckt Anforderungen unterschiedlichster Auftragsstrukturen ab und kann branchenübergreifend eingesetzt werden. Die automatische und auf Wunsch auch teilautomatische Prozessgestaltung von Kommissionier-Aufgaben führt Effizienzsteigerungen herbei und bewirkt zudem eine ergonomische Entlastung des Menschen.



Das sehen wir



Das sieht das Kamerasystem



## Gemeinsam in die neue Welt

### Wie das Miteinander von Mensch und Roboter die Produktion von morgen bestimmt

**D**igitalisierung, demografischer Wandel, Ressourcenknappheit: Der Markt, wie wir ihn heute kennen, ist komplexer denn je. Produktneuheiten und -variationen erscheinen immer schneller. Gleichzeitig entstehen transparente Vergleichs- und Auswahlmöglichkeiten. Die Globalisierung lässt den Wettbewerb unaufhaltsam wachsen. Mit zunehmendem Wettbewerbsdruck steigen auch die Anforderungen an produzierende Unternehmen. Die Ziele: Schnelligkeit, Genauigkeit, Kosteneffizienz. Mittendrin: der Mensch. Je größer der Wettbewerb, desto höher die Belastung der Mitarbeiter. Neue Arbeitsplätze, die in den Bereichen Produktion und Logistik geschaffen werden, stehen in der Kritik. Das

*Manko: wenig Geld für harte Arbeit. Dabei gibt es einen Ausweg, der Abhilfe verspricht: industrielle Automatisierung, die mittels maschineller Hilfe den Menschen entlastet und Prozesse verbessert.*

Durch den Einsatz von Automatisierung versprechen sich Unternehmen eine Verbesserung aller fertigungstechnischen und logistischen Prozesse – insbesondere in puncto Geschwindigkeit, Flexibilität und Rentabilität. Ist diese technologische Entwicklung also wirklich eine Bedrohung für zahlreiche Arbeitsplätze oder doch vielmehr eine willkommene Entlastung? Einst als Jobkiller gefürchtet, wissen wir heute: Die industrielle

Automatisierung sichert einen Großteil der Jobs am Produktionsstandort Europa und schafft nebenbei sogar neue. Das war allerdings nicht immer so. Die vielfach zitierte Studie „The Future of Employment“ von Frey und Osborne aus dem Jahr 2013 bildete den Auftakt für eine Reihe von Untersuchungen zur Arbeit 4.0. Die Aussage war jedoch bei allen die gleiche: Durch den Einsatz von Automatisierung anstelle der kräfte-mäßig und ergonomisch zunehmend überforderten Menschen fallen auf Dauer immer mehr Arbeitsplätze weg. Die Arbeitswelt befindet sich im Wandel. Produzierende Unternehmen stellt dies vor komplett neue Herausforderungen – personell und strukturell. Dazu kommt: Das Lohnniveau ist hoch, auf dem Arbeitsmarkt fehlen die Fachkräfte und darüber hinaus sind deren Tätigkeiten als solche meist derart monoton, dass sie einem Menschen im Grunde nicht mehr zumutbar sind – insbesondere dann nicht, wenn man auf Maschinen oder Roboter zurückgreifen kann. Stellt sich die Frage: Wie sollen Mensch und Roboter in Zukunft verschiedene Tätigkeitsbereiche bearbeiten?

#### Neue Arbeitsplätze in Produktion & Logistik

Klar ist, dass es in erster Linie körperlich anstrengende und repetitive Tätigkeiten sind, die unmittelbar von der Automatisierung betroffen sind. Zu ersteren zählen fertigungstechnische Berufe wie die Montage, das Schweißen oder das Handling von Teilen. Hierbei wird in der Wissenschaft prognostiziert, dass Industrieroboter einen Großteil dieser Arbeiten künftig selbstständig ausführen können. Wiederkehrende Tätigkeiten wie beispielsweise in der Kommissionierung oder Lagerhaltung werden größtenteils von einer Mensch-Roboter-Kollaboration geprägt sein.

### Aus Hand-in-Hand wird Mensch-neben-Maschine.

Während der Roboter unergonomische Arbeiten übernimmt, steuert und überwacht der Mensch den Prozess. Das kommt nicht nur Gesundheit und Sicherheit zugute, sondern erlaubt auch eine effiziente Allokation der Arbeitskräfte. Diese können in Bereichen eingesetzt werden, die tatsächlich menschlicher Stärken bedürfen. Hierzu zählen vorrangig kognitive Fähigkeiten, wie etwa die sinnliche Wahrnehmung oder das Erinnerungsvermögen eines Menschen. Die Automatisierung konkurriert also nicht mit menschlicher Arbeit, sondern erweitert sie vielmehr. Auf diese Weise können Produktivität und Rentabilität erheblich gesteigert werden.

In anderen Geschäftsbereichen werden dadurch wiederum neue Investitionen möglich. Es geht sogar noch einen Schritt weiter: Mit Hilfe dieser Umverteilung können die potenziell von der Automatisierung gefährdeten Arbeitsplätze genau genommen überhaupt erst gesichert werden. Ohne den flächendeckenden Einzug der Robotik in die Fabrik- und Lagerhallen des Landes würde die Produktion vieler Unternehmen nach Fernost verlagert werden, wobei nachweislich weit mehr Jobs auf der Strecke bleiben könnten.

### Der heutige Wettbewerb verlangt Investitionen in neue Prozess- und Fertigungstechnologien.

Stillstand ist Rückschritt: das war und ist so. Im Übrigen gilt das nicht nur für einzelne Unternehmen, sondern auch für den Produktionsstandort Europa als Ganzes. Für die industrielle Revolution sind die Bereiche Produktion und Logistik Vorreiter und Treiber gleichzeitig.

#### Weltweiter Stand als Mission

Laut einer Studie des Weltwirtschaftsforums werden durch die Digitalisierung weltweit 133 Millionen neue Jobs entstehen. Demgegenüber steht der vermeintliche Wegfall von 75 Millionen Stellen. Das Besondere daran: Es entstehen auch komplett neue Berufe, die wir heute noch gar nicht kennen. Der Mensch wird also nicht ersetzt, sondern nur anders eingesetzt. Das Profil für die Jobs der Zukunft bringen viele Berufsfelder jedoch bereits heute schon mit sich. Die neugewonnenen Kapazitäten können Unternehmen in die Weiterbildung oder Umschulung eigener Mitarbeiter, dem sogenannten „Upskilling“, investieren. Ein Lkw-Fahrer könnte künftig Kranführer oder Schiffsmann, ein Einkäufer beispielsweise Webadministrator und ein Kommissionierer schließlich Anlagenbediener werden. Fakt ist auf jeden Fall, dass die Chance auf Weiterbildung für jeden Einzelnen eine persönliche Bereicherung bedeutet. Doch das ist noch längst nicht das Ende. Der Zugang zu Robotik wird in den nächsten Jahren noch einfacher – und Automatisierung damit Mainstream. Erreichen will man diese Mission durch die einfache intuitive Bedienung, weltweit neutrale Schnittstellen sowie neue Geschäfts- und Betreibermodelle. Das lässt die Eintrittsschwelle für Neueinsteiger sinken. Unternehmen können somit auch ohne Investitionsrisiko die Vorteile industrieller Robotik nutzen.

Insbesondere für den starken deutschen Mittelstand könnte dies zum Gamechanger werden und uns innerhalb von Europa, aber auch gegenüber der starken asiatischen Konkurrenz, wettbewerbsfähig machen.

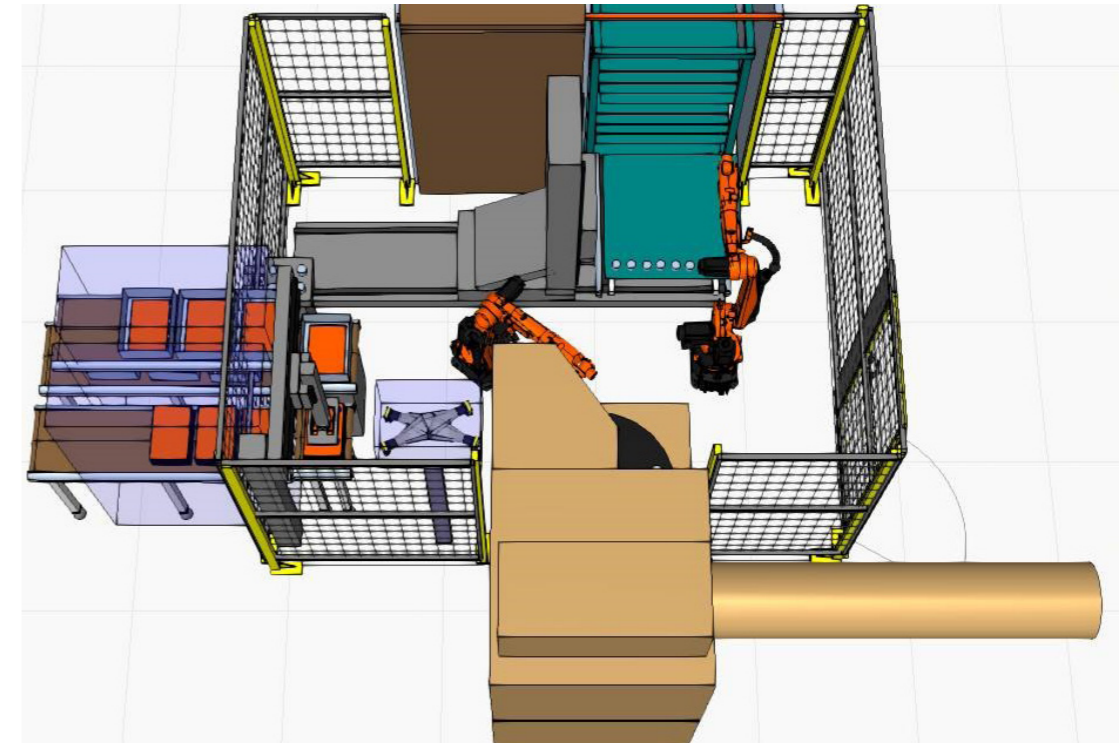
### Seit Jahren gehören Robotik und Automation in Umfragen zu den Megatrends der deutschen Industrie.

Allein zwischen 2018 und 2020 ist der Anteil an kleinen und mittleren Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe, die Industrieroboter einsetzen, um sieben Prozent gestiegen. Die einfache Bedienung und Programmierung, die flexible Integration in bestehende Prozesse und die Möglichkeiten für eine bedarfsgerechte Skalierung könnten diese Trendentwicklung nochmals verstärken.

Was bedeutet das für die weitere Entwicklung der deutschen Industrie? Aktuelle Zahlen belegen: Deutschland bleibt mit einem Bestand von 221.500 Industrieroboter-Einheiten weiter die Nummer eins in Europa. Verglichen mit der Anzahl an Beschäftigten sind wir in der Fertigungsindustrie damit die Nummer vier weltweit. Asien gegenüber hinkt Europa allerdings weiterhin hinterher. Und dennoch: Eine hohe Roboter-dichte macht unsere Produktion robust, wirtschaftlich und nachhaltig. Vor allem aber eins: zukunftsfähig. Die Pandemie-Krise hat uns das jüngst einmal mehr vor Augen geführt. Keine Frage: Wo digitalisiert wird, erhitzen sich die Gemüter. So läuft es auch in der Automatisierung. Für eine zukunfts- und widerstandsfähige Konjunktur der Industrienation Deutschland ist sie allerdings essenziell. Wichtig ist, dass der Mensch auf die Reise in die neue Welt mitgenommen wird und sich seiner zentralen Rolle bewusst ist. Denn auch in der Smart Factory steht der Mensch weiterhin im Mittelpunkt. Industrieroboter werden diesen nicht ersetzen, sondern seine Fähigkeiten gezielt ergänzen.

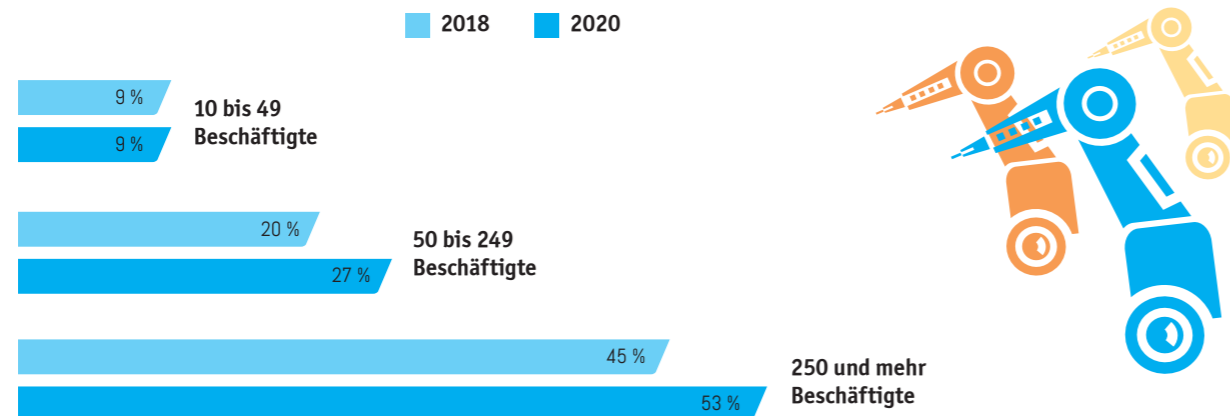
js

## Was ist (Deine) Kunst?

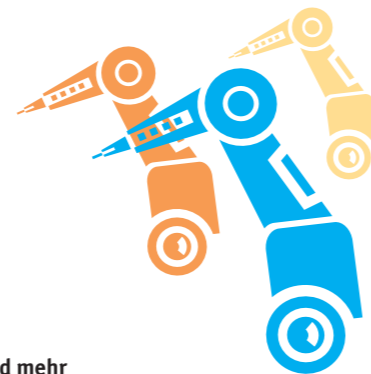


### Roboter sind auf dem Vormarsch

Anteil der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe in Deutschland, die Industrieroboter verwenden



Quelle: Statistisches Bundesamt



*„Unsere Automatisierungsanlagen? Mal im Ernst, tatsächlich finden sich viele Aspekte der Kunst im Anlagenbau wieder: Komposition, Zusammenspiel, Gesamteindruck... Meine Lieblingskünstler sind zwei echte Phänomene: Banksy und Wolfgang Beltracchi.“*

Paul Fetter,  
Projektierung bei fpt Robotik  
und Fan von Phänomenen

An orange industrial robotic arm is shown in a factory setting, holding a large, intricate metal assembly. The assembly consists of various metal plates, bolts, and electrical components, including a control box with green and blue wires. The background shows a dark industrial environment with a metal safety cage on the left and a window with a grid pattern on the right.

bis zu **470** kg  
Traglast



„Wärmetausch“, 2017

## Begegnen, Berühren, Begreifen

*Von einem, der auszog, das Fürchten zu erlernen –  
und die Farben des Lebens entdeckte*

**G**enau so interpretiert der Maler Manfred Scharpf sein Leben und seine Kunst. Sein Werk ist nicht denkbar ohne den Geist der „kulturellen Werkstätten“, aus denen er sein gesamtes Wissen um die Verfahren und Stoffe der klassischen Malerei bezog. Techniken der italienischen Renaissance verbinden sich in alchemistischer Zubereitung mit seinen unmittelbaren Begegnungen und Berührungen aus dem Labor des Lebens zu Solitären der Kunst. Kraftquellen, die im ersten Viertel des 21. Jahrhunderts das in Erinnerung rufen und bewahren sollen, was bleibt.

Die Qualität seines Werks wurde in den vergangenen Jahren mehrfach durch prominente Experten hervorgerufen, als ein Teil des Stromes der Kunst, als Brücke zwischen den Meisterwerken der Kunstgeschichte und unserer Zeit. Dies entspricht der Intention des Malers, denn nach seiner Meinung herrscht eine fatale Kluft in der Wahrnehmung von Vergangenheit und Zukunft, das ausschließliche Denken im Hier und Jetzt ignoriert die Erfahrungskompetenz der Vergangenheit.

Leonardo da Vinci ist ein allseits bekanntes Beispiel dafür. Wer ihn aber nur mit dem Bildnis der Mona Lisa oder mit seinen vorausschauenden Entwürfen von

Kriegsmaschinen in Verbindung bringt, wird seiner Leistung nicht gerecht. In seinen für M. Scharpf wegweisenden Traktaten wird er deutlich. „Der Maler ist ein Meister oder gar nichts!“ – oder: „Ein Gefühlsausbruch ist noch lange keine Kunst.“ (Chastel)

Stattdessen erforschte er das Geheimnis der Seele, grub mit dem scharfen Skalpell seiner Neugier verbotenerweise des Nachts in den Körpern von Leichen. Zwar fand er die Seele dort nicht, aber mit diesem Tabubruch kam er in direkte Berührung mit der menschlichen Anatomie. Unmittelbare Erfahrung zog er einem theoretischen und schematischen Schreibtischwissen vor. Er suchte Erkenntnis in Physis und Psyche, in Praxis und Idee.

Was hat es nun mit den vorausschauenden Ahnungen auf sich, welche die großen Meisterwerke der Kunst auszeichnen? Sie beruhen nicht auf dem Wissen um exakt determinierte Vorgänge, sondern auf Empfindungen, auf die fühlbare Gewissheit eines Informationsfeldes, in dem bestimmte Inhalte (Einfälle) mit dem Künstler in Resonanz treten und dadurch materiell präsent werden. Es ist eine Fügung, wenn den Künstler die Empfindung dieses schöpferischen Feldes plötzlich überrascht – und sich innerhalb von Sekunden die angestaute Spannung in einem Sturm des Glücks löst, der Begegnung, Berührung und Begreifen vereint.

Leonardo da Vincis forschender Geist sah die Welt als eine „dunkle Höhle, die er zunächst angstvoll betritt

Leonardos Intention dürfte wohl kaum die Zustimmung der meisten seiner künstlerischen Kollegen von heute finden. Für den Maler M. Scharpf sind sie nicht nur praktisch nachvollziehbar, sondern auch existenziell wichtig in unserer Zeit des Verlustes praktischer Fähigkeiten.



„Fesselnde Umarmung“, 2020

und in der das Wunderbare plötzlich und unerwartet erscheint“. Eine seltsame Koinzidenz, die der Maler M. Scharpf aus seinen Erfahrungen ähnlich beschreibt – als das „Finden des Außergewöhnlichen im Normalen“. Manchmal erfährt er dies auch in Form seines Automobils mit Raubtierlabel, das ihn auf vier Samtpfoten – wie einst die Panther des Dionysos, dem Gott des Wandels und des Weins – auf seinen Fahrten ins ungeplante Ungewisse immer wieder neue Ideen finden lässt. Er ist sich bewusst, dass er dies der perfekten Funktion der Technik zu verdanken hat, der (leider) oft ungeliebten Schwester der Kunst. Wie diese eine Bewältigung und Erkenntnis der inneren Welt ist, so gestattet uns die Technik die physische Welt des Alltags zu bewältigen. Beiden liegt schöpferischer, aber auch spielerischer Geist zugrunde. Allerdings fallen diese Gedanken sowohl den meisten Künstlern wie den meisten Technikern schwer. Stattdessen stoßen wir oft auf eine gegenseitige Überheblichkeit. Doch auch der weltfremdeste Künstler kommt ohne die Technik nicht aus, auch der konsequenteste Techniker könnte von der Phantasie der Künstler profitieren, die eine Erweiterung der Weltsicht erschließt.

Leonardos Intention dürfte wohl kaum die Zustimmung der meisten seiner künstlerischen Kollegen von heute finden. Für den Maler M. Scharpf sind sie nicht nur praktisch nachvollziehbar, sondern auch existenziell wichtig in unserer Zeit des Verlustes praktischer Fähigkeiten. Da Vincis Worte „Pictura cosa mentale“ – „eine Malkunst im Dienste des Geistes“ – entspricht bei M. Scharpf einem Credo der handwerklichen Fähigkeiten, mit deren Hilfe er seine Werke in den Dienst der Seele stellt.

Ihre Wirkung ist sicher auch darauf zurückzuführen, dass er dem maltechnischen Aspekt seiner Leistung über fünf Jahrzehnte treu blieb und damit die historischen Maltechniken für die Zukunft lebendig erhält. Seine aktuellen Arbeiten hat er in den Kontext von Begegnung, Berührung und Begreifen gestellt, die mit der Forderung Platons nach Schönheit, Wahrheit und dem Guten korrespondieren – ein Hintergrund, der auch Leonardos Werk durchzieht.

Dies alles sollten wir bedenken, wenn wir an ein Gegengewicht zu entseelter, lebensfeindlicher Technokratie oder sinnlosen Intellektualismus denken.

*Ing. Renata Scharpf-Tejová  
Coach, Evolutionspädagogin P.P.*

*Weitere Informationen über die wichtigsten internationalen Aktivitäten des Malers sowie den Überblick über sein Werk finden Sie unter: [www.manfred-scharpf.de](http://www.manfred-scharpf.de)*



*Foto: © R. Rasemann*

Neben diesen philosophisch psychologischen Inhalten kennzeichnen zwei Aspekte des Malers Werk besonders: die gleichzeitige Anwesenheit des männlichen, energischen Prinzips verbindet sich in den Bildern mit dem weiblichen, der Seele. Der Fotograf R. Rasemann hat dies wie kaum ein anderer während einer Parisreise ins Bild gesetzt.



*Foto: © R. Rasemann*



# #schattbuchschmeckt

*Sinnesrausch à la carte in der Sternekantine*

**G**roßartige Konzepte entstehen vor allem dann, wenn man über den Tellerrand hinausblickt. Bei fpt Robotik ist das tatsächlich mehr als eine metaphorische Redewendung. Denn im Industriegebiet Amtzell entstand vor einigen Jahren eine Verbindung aus Technologie und Genuss, die in dieser Form einzigartig ist: das Schattbuch. Ein Gourmetrestaurant und die wahrscheinlich einzige Sternekantine Deutschlands.

Saisonal, fundiert, unkonventionell und immer überraschend anders: Die Spitzenköche Sebastian Cihlars und Nico Lanz verwöhnen die Restaurantbesucher mit marktfrischen Qualitätsprodukten und legen Wert auf einen nachhaltigen Einkauf. Dabei steht das Schattbuch mit seinem Michelin-Stern und 16 Punkten im Gault Millau zwar für gehobene Küche, aber kein abgehobenes Chichi. Aufmerksam, souverän und herrlich erfrischend begegnet man den Gästen. Genauer gesagt das Team rund um Restaurantleiter Christian Marz, der sich selbst als „wild strukturiert“ beschreibt und die Restaurantbesucher versiert und mit hohem Unterhaltungsfaktor verwöhnt.

Außergewöhnlich: das Schattbuch.  
Ein Gourmetrestaurant und die  
wahrscheinlich einzige  
Sternekantine Deutschlands.

So unkonventionell wie das Schattbuch ist die Vision, aus der das Restaurant hervorgeht: Im Jahr 2009 entsteht das öffentliche Restaurant und Eventhaus „akademie. amtzell“ als Teil des Unternehmens fpt Robotik. Die Motivation: Kunden, Geschäftspartnern und Mitarbeitern ein einzigartiges Umfeld zur Bewirtung und Schulung zu bieten. Einige Jahre später wird aus der Akademie das Schattbuch und macht sich weit über die Grenzen Oberschwabens hinaus einen Namen. Dass das Konzept



## Drei Fragen an... Sebastian Cihlars & Nico Lanz

*Was ist für euch Kochkunst?*

**Sebastian:** Kochen ist keine Kunst. Sehr wohl aber das Anrichten, besonders natürlich in der Sterneküche. Sich Zeit zu nehmen und alles so zu arrangieren, dass ein Kunstwerk auf dem Teller entsteht. Denn wir wissen ja, das Auge isst mit. Früher gab es hier eine bestimmte Ordnung, das heißt Fleisch, Beilage, Sauce. Wichtig ist aber einfach, dass die Proportionen passen, es muss stimmig sein: Fleisch oder Fisch stehen im Mittelpunkt, dann die Beilage und erst dann kommen die Farben und Deko ins Spiel. Das entscheiden wir natürlich nicht am Abend spontan, sondern überlegen uns dies bei jedem neuen Gericht im Vorfeld, probieren aus, drehen und wenden alles, bis es perfekt ist. Außer beim Querbeet, da gibt die Saison die Kreation vor.

*Wie wichtig ist die Technik?*

**Nico:** Sie entscheidet über das Ergebnis. Das fängt schon damit an, wie man einen Fisch zerlegt. Bei der japanischen Technik „Ikejime“ beispielsweise wird der Fisch so getötet, dass das Fleisch keine Stresshormone

abkriegt, den Unterschied schmeckt man natürlich. Dazu gehört aber auch, wie man Fleisch, Gemüse oder Cremes zubereitet. Stimmt das Timing nicht, gibt es kein leuchtend grünes, sondern ein graues Spinatpüree. Gartemperaturen, Garzeiten und natürlich das richtige Werkzeug, vom Messer über den Backofen bis zum Herd – Technik, Technik, Technik.

*Ist kochen eine Wissenschaft (für sich)?*

**Sebastian:** Im Bereich der 3-Sterneküche und Molekularküche bewegt man sich durchaus im Raum der Wissenschaft. Es gibt sehr spezielle Literatur, wie man Aromen kombiniert, was harmonisiert, flavour pairings abseits von Standardkombinationen. Unser Dessert mit Limette, grüner Olive, Holunderblüte und weißer Schokolade ist ein gutes Beispiel dafür. **Nico:** Genau, man kann aber natürlich auch einfach ausprobieren, die Wissenschaft basiert ja auch maßgeblich auf Versuchen. Erdbeeren und Senf, das passt zum Beispiel oder gefüllte Tintenfische mit Blutwurst. Manche geben Kakao in die Sauce zum Fleisch, wieder andere kombinieren weiße Schokolade mit Blumenkohl als Dessert. Das brauchen wir jetzt nicht, aber kann man machen. Und manche Dinge kocht auch die Sterneküche einfach nur mit Wasser.

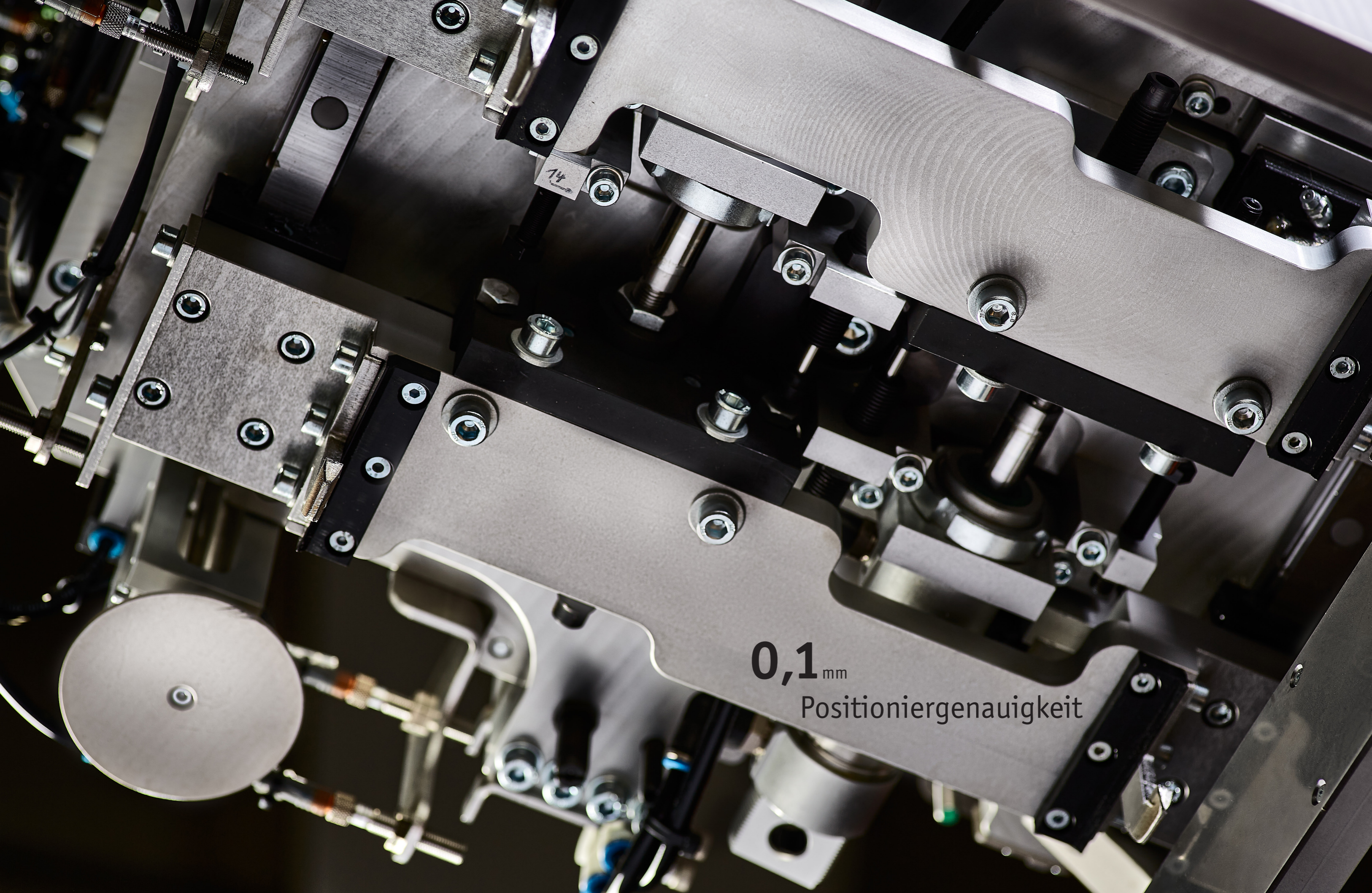
aufgeht, finden nicht nur die Gäste, sondern auch die Restauranttester des Guide Michelin: Im Dezember 2016 erstrahlt ein neuer Stern in Oberschwaben. Der Erfolg kommt verdient, aber überraschend. Ebenso der Ansturm auf das Restaurant. Denn von diesem Moment an will sich jeder Feinschmecker ein Bild machen, und ein Tisch ohne Reservierung ist seitdem beinahe unmöglich. Christian Marz betreibt zu dieser Zeit den Service allein mit einem Azubi, und auch das Küchenteam ist für ein Sternerestaurant außergewöhnlich überschaubar. Und doch verändert der Stern so einiges: Wird anfangs der Käsetisch beispielsweise noch mit vom Serviceteam imitierten Rollgeräuschen zum Tisch befördert, rundet heute das rollende Käsebrett mit bis zu 30 Sorten Käse von Affineur Bernard Antony, serviert vom „wandelnden Käselexikon“ Christian Marz den Genuss standesgemäß ab. Die Weinkarte trägt inzwischen über 500 Positionen aus Deutschland und der Welt.

Ähnlich verhält es sich bei den Restaurantbesuchern. Ob Feinschmecker, Hochzeitsgesellschaften oder CEOs: Hier trifft man sich, genießt, kommt ins Gespräch und feiert auch gerne. Zum Beispiel beim Technikdinner, das parallel zur Fakuma in Friedrichshafen stattfindet, bei Hausmessen oder klassischen Konzerten. Die Kulisse der

futuristischen Industriehalle, die direkt mit dem Restaurant verbunden ist, schafft hierfür eine inspirierende Atmosphäre. Bei schönem Wetter sitzen die Gäste auf der Terrasse umgeben von blühenden Seerosen, Gartenkräutern und wildem Wein.

Wenn Sie sich also nicht entscheiden können, ob der Blick auf den Teller oder die Technik nebenan faszinierender ist. Wenn Sie kommunikative Brücken mit Blick auf den Teich schlagen. Wenn Sie gar nicht in die Speisekarte schauen müssen, weil Sie genau das Gericht haben möchten, das eben an Ihrem Tisch vorbeigebracht wurde. Wenn Ihre Tischnachbarn am Ende des Abends Ihre Freunde sind. Dann waren Sie wahrscheinlich im Schattbuch.





**0,1**<sub>mm</sub>  
Positioniergenauigkeit



## Wir sprechen eine Sprache

### Roboterprogrammierung für alle

**K**ommunikation ist so alt wie die Menschheit selbst. Verständigte man sich in der Steinzeit noch überwiegend mit symbolhafter Sprache, wie etwa Höhlenmalereien, weiß man inzwischen: Bereits der Neandertaler war alles andere als nur ein stummer Genosse. Denn schon vor circa 40.000 Jahren entwickelten sich erste Formen der Sprache als solche. Heute gibt es weltweit fast 7.000 verschiedene Sprachen, von Dialekten ganz zu schweigen. Wen wundert es, dass wir uns da in Zeiten der Globalisierung wieder mittels Smileys, GIFs oder Avataren austauschen? Fortschritt oder Rückschritt? Darüber ist man sich grundsätzlich uneins. In einem Bereich aber ist die Symbolsprache eine echte Errungenschaft: der Roboterprogrammierung.

Damit wir in Kontakt sein und miteinander in Verbindung treten können, teilen wir uns mit – wir kommunizieren. Was passiert, wenn wir in Austausch treten, kann anhand von vier Ebenen verdeutlicht werden: Informationen werden ausgetauscht (Informationsebene), Gefühle mitgeteilt (Beziehungsebene), Zuneigung gezeigt (Selbstoffenbarungsebene) und Absichten dargelegt (Appellebene). Über Kommunikation entwickeln wir unsere eigene Identität und erhalten Rückmeldung für unser Verhalten – manchmal auch ganz unverhofft. Jeder, der schon einmal im Nachbarland Urlaub gemacht hat, kennt das Gefühl: Wir fahren ein paar hundert Kilometer und finden uns (zumindest sprachlich) in einer anderen Welt wieder. Wenn wir die hiesige Sprache sprechen, eröffnen sich uns sofort neue Türen

und interessante Begegnungen. Wenn nicht, sind Missverständnisse vorprogrammiert. In den Niederlanden bedeutet das Wort „schlimm“ zum Beispiel so viel wie „schlau“ oder „erfolgreich“. Gut zu wissen, um ein Feedback richtig einordnen zu können...

Sprache ist ein  
Kommunikationsmittel,  
sie ist aber nicht die  
Kommunikation selbst.

Dabei helfen natürlich auch Mimik und Gestik, denn Sprache ist nur ein kleiner Teil des gesamten Spektrums davon, wie Kommunikation stattfindet, dafür aber ein enorm wichtiger. Bestes und wohl bekanntestes Beispiel dafür, wie wichtig Kommunikation im Prozess der Entstehung ist: der Turmbau zu Babel. Die biblische Erzählung des Alten Testaments behandelt die Geschichte des Scheiterns gegenseitiger Verständigung. Eine Sprachverwirrung führte zur Aufgabe des Projekts und streute die Bauenden über die ganze Welt. Heute ist Babel („Wirrsal“) überall dort, wo Sprache versagt, also nicht der Verständigung dient, sondern Ratlosigkeit und Unheil stiftet. Die Erzählung von Pfingsten im Neuen Testaments hingegen ist die Anti-Geschichte dazu. Ein Sprachenwunder. Plötzlich konnten sich Menschen in fremden Sprachen unterhalten – trotz Vielfalt entstand eine Einheit.

*Helpo, neniŭ komprenas min*

Mit der Ausbreitung der Menschheit über die gesamte Erde ging eine Regionalisierung der Sprache einher. Das führte im Laufe der Zeit zu internationalen und interkulturellen Verständigungsproblemen. Beherrschen wir eine Sprache nicht, werden wir ausgebootet. Buchstäblich – wie der Matrose, welcher der Seemannssprache nicht mächtig ist – oder im übertragenen Sinn. Da ist es kaum verwunderlich, dass mit zunehmender Diversifikation der Menschheit der Wunsch nach einer Weltsprache immer lauter wurde. Einst wurde die weltweit am weitesten verbreitete Plansprache Esperanto dafür auserkoren. Eine Mischung aus verschiedenen Diktionen mit Wurzeln in romanischen Sprachen wie Französisch, Italienisch und Latein und germanischen Sprachen wie Englisch und Deutsch. Perfekt. Der große Durchbruch ist Esperanto aber bis heute nicht gelungen. Sie können die vorangehende Zwischenüberschrift nicht fassen, sondern allenfalls erahnen, was dort stehen könnte („Hilfe, niemand versteht mich“)? Dann geht es Ihnen gleich wie der überwältigenden Mehrheit

Ihrer Mitmenschen. Weltweit hat Esperanto nämlich nur rund 2 Millionen Sprecher, davon 2.000 Muttersprachler. Zum Vergleich: Chinesisch sprechen 1,3 Milliarden Menschen. Ein Grund für das weitere Ausbleiben einer Weltsprache ist, dass es Wörter gibt, die nur im Dialekt oder bestimmten Kulturen verstanden werden und sich allenfalls vereinfacht übersetzen lassen.

:-)

Das zeigt einmal mehr: Sprache ist ein Kommunikationsmittel, nicht die Kommunikation selbst. Andere Kommunikationsmittel sind zum Beispiel auch Bilder, Pläne und Zeichnungen. Sprache und Kommunikation sind eng miteinander verbunden, aber eben nicht dasselbe. Denn Kommunikation ist die Verständigung, der Austausch von bestimmten Bedeutungen und Inhalten mittels eines Systems von Zeichen. Mit fortschreitender Digitalisierung und ohne dass wir es großartig bemerkten, entwickelten wir ein neues System von Zeichen: die Emoticons. Vielleicht passierte es aus dem Affekt, vielleicht aus purer Intuition – auf jeden Fall war dies der Beginn einer neuen, losgelösten Form der Kommunikation. Aus den Emoticons wurden schließlich die Emojis, wie wir sie heute kennen. Damit lässt sich so ziemlich jede unserer Gefühlslagen ausdrücken. Das Wort „Emoji“ hat seinen Ursprung im Japanischen: „E“ steht dabei für Bild, „moji“ für Buchstabe bzw. Zeichen – ein Bildzeichen also. 2015 wurde das Gesicht mit Freudenstränen von der Oxford University Press sogar zum Wort des Jahres gewählt. Ein Smiley als Wort des Jahres? Zu Recht, denn die grafischen Gesichter überwinden Sprachbarrieren und sind noch vielfältiger als Emoticons. Die wichtigste Erkenntnis dabei: Bildsprache ist universell einsetzbar.



Diesen entscheidenden Vorteil machen sich inzwischen sogar Roboterhersteller zunutze. Denn: Grafikbasierte Sprache wird nun auch vermehrt für die Roboterprogrammierung eingesetzt. Der Hintergrund: Aus Sicht der Programmierung gibt es zwei Teams, die unterschiedliche Sprachen bedienen: die Roboterprogrammierer und die SPS-Programmierer. Erschwerend kommt hinzu, dass jeder Roboterhersteller auf seine eigene Programmiersprache setzt. Kuka-Roboter werden beispielsweise in KRL (Kuka-Robot-Language) programmiert. Relativ gesehen, ist diese spezielle Programmiersprache ungefähr so verbreitet wie Finnisch, das in der menschlichen Sprachwelt von etwa 0,08 Prozent der Weltbevölkerung beherrscht wird.

AUT



Noch weniger Menschen sprechen Samisch, das in bestimmten Regionen Finnlands, Norwegens und Schwedens – genauer gesagt in Lappland – als eine offizielle Minderheitensprache gilt. Und dennoch gibt es einige Wörter der samischen Sprache, die sich nicht in das Finnische übersetzen lassen, ohne dabei ihre ursprüngliche Bedeutung zu beeinträchtigen. Ähnlich ist es in der Roboterprogrammierung. In bestimmten Fällen, etwa im Service- oder Störfall, kann das Problem nur lokalisiert werden, wenn man Zugriff auf die Sprache hat, mit welcher der Roboter programmiert wurde. Hinzu kommt: Nur der Mensch ist in der Lage, sich gleichermaßen auf hohem Komplexitätsniveau lautlich mitzuteilen. In komplexen Zusammenhängen macht das die Interaktion zwischen Mensch und Maschine umso komplizierter. Die Herausforderung: Roboter sind inzwischen fester Bestandteil von Anlagen oder ganzen Produktionslinien. Um Änderungen und Optimierungen des Fertigungsprozesses flexibel und eigenständig durchführen zu können, brauchen Anlagenbetreiber Zugriff auf den Prozess – und damit Kenntnisse in der Roboterprogrammierung. Hier kommt noch ein drittes Team hinzu: die Anlagenbediener.

## Änderungen im Programmablauf wollen immer öfter selbst durchgeführt werden.

Nur ein verschwindend geringer Anteil aller Anlagenbediener und Wartungskräfte, die im Arbeitsalltag mit Automatisierungstechnologien konfrontiert sind, können programmieren. Zurückführen lässt sich das auf die Komplexität höherer Programmiersprachen. Das Erlernen einer dieser Sprachen ist verbunden mit einem jahrelangen Prozess. Änderungen und Optimierungen wollen dennoch aufgrund von Kosten- und Zeitfaktoren immer öfter selbst durchgeführt werden. Die Bedienersprache „Start-Stop-Reset“ reicht hierzu nicht aus. Die Diskrepanz zwischen Programmierern mit spezifischem Know-how in Hochsprachen und Bedienern mit wenig oder keinerlei Kenntnissen über Softwarecodes ist groß. Kann man die Programmierung und Bedienung trotzdem für jedermann möglich machen? Man kann. Die Lösung: Die Bedienoberfläche

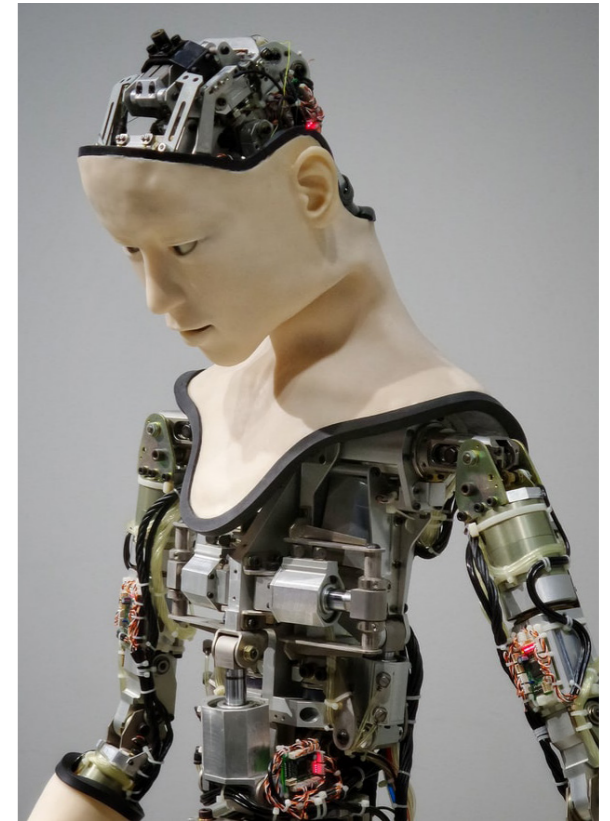
muss im Sprachverständnis der Bediener dargestellt sein. Erst dann ist es zweitrangig, welcher Softwarecode im Hintergrund läuft.

### Programmieren leicht gemacht

fpt Robotik erkannte diese Herausforderung und begann 2008 die Entwicklung einer universellen Sprache für die Programmierung von Sechs-Achs-Robotern. Grundlage dafür ist eine Icon-basierte Bildsymbolik, mit der eine einfache Kommunikation zwischen Mensch und Roboter geschaffen wird. Seither wurde die Innovation stetig weiterentwickelt und ist heute in einer einzigartigen Form zugänglich. Betreiber von Automatisierungsanlagen erhalten endlich Zugriff auf den Prozess. Dadurch können sie selbstständig teachen und Änderungen im Programmablauf vornehmen. Damit einhergehend wird ihnen eine erhöhte Flexibilität gewährleistet, was eine verbesserte Reaktionsfähigkeit im Servicefall, etwa bei Störungen oder Anlagenstillständen, zur Folge hat. Die grafikbasierte Programmieroberfläche ermöglicht erstmals sowohl Bedienern als auch Anwendungs- und Prozessspezialisten eigenständiges Programmieren in vielen Teilbereichen. In Kombination mit der sogenannten „App Library“ kann je nach Anforderung eine individuelle Bedienoberfläche mit ausgewählten Icons erstellt werden – in etwa so, wie es mit den Apps auf unseren Smartphones funktioniert. Der Fokus liegt dabei auf Industrierobotern mit Knickarm-Kinematik und Prozesstechnologien jeglicher Art. Mittels „Plug-and-Play-Technologie“ erfolgt bereits nach deren Anlieferung eine automatische Vernetzung mit dem Gesamtprozess. Damit ergibt die innovative Programmiersprache ein Paket, welches sofort und ohne spezifische Vorkenntnisse betriebsbereit ist. Selbst bei komplexen Automatisierungstechnologien sind keinerlei Kenntnisse in der Roboterprogrammierung erforderlich. Man bedient intuitiv, parametriert unmittelbar und programmiert unterschiedlichste Anwendungen innerhalb kurzer Zeit – mit den universellen Symbolen aus der „App Library“. Und sollte der Fall eintreten, dass ein Hochsprachenprogrammierer im Unternehmen zugange ist, kann man die Bedienoberfläche im Handumdrehen auch auf KRL oder die gewohnte Anwendersprache umstellen. Ein Finne kommuniziert mit seinen Rentieren schließlich auch auf Finnisch – es sei denn, er ist ein Verfechter von Esperanto.

## Komplexes einfach erklärt... Heute: Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz (KI) ist ein Teilgebiet der Informatik. Als Teil einer digitalen Technologie ermöglicht sie es, in riesigen Datensätzen bestimmte Muster zu erkennen und die beste Handlungsalternative für das Erreichen eines vorgegebenen Ziels zu wählen. Dadurch kann menschliche Intelligenz (und Rationalität) nachgeahmt und sogar verbessert werden. KI-Systeme nutzen hierfür Computer-Algorithmen, die ihre Verhaltensweise im Zeitverlauf eigenständig optimieren. Eingesetzt werden solche Algorithmen in drei wesentlichen Teilbereichen: Logisches Denken (etwa bei dem Vervollständigen von Suchbegriffen), Maschinelles Lernen (in Sprachassistenten wie Siri, Alexa, Cortana) und Robotik (z. B. in der Automatisierungsbranche zur Bilderkennung oder Prozessoptimierung). Oder aber sie schlagen den koreanischen Wunderspieler Lee Sedol im hoch komplexen Brettspiel Go. Dieses Meisterstück gelang AlphaGo, einer Software der Google-Tochter Deepmind, bereits 2016.



„Kreativität ist kein Talent,  
sondern eine Methode des Arbeitens.“

JOHN CLEESE



# Kribbeln im Kopf

## Wie entsteht Kreativität?

**W**as passiert im Kopf, wenn eine neue Idee entsteht? Was sind die Voraussetzungen, um ein einzigartiges Werk zu schaffen? Hat jeder das Potenzial, erfolgreich zu sein oder wird man als Künstler geboren? Neurologieexperte Dr. Jürgen Mertin gewährte uns einen Einblick in die Funktionsweisen des menschlichen Gehirns.

Herr Dr. Mertin, seit Jahrzehnten beschäftigt sich die Wissenschaft mit dem Geheimnis der Kreativität. Können Sie uns sagen, wo diese im Kopf entsteht?

Nun, das lässt sich so leider nicht auf Anhieb beantworten. Es gibt kein Zentrum für Kreativität im Kopf und wenn man eine Idee hat, fängt es an zu blinken. Es ist vielmehr das große Zusammenwirken vieler einzelner Komponenten. Manche Menschen haben die genetische Veranlagung, Eindrücke und Erfahrungen künstlerisch zu verarbeiten. Das kann sich unterscheiden im Erkennen von Farben, Rhythmen, Musik oder der Offenheit, Eindrücke aus der Umwelt aufzunehmen und umzusetzen. Die einen können beispielsweise Formen und Farben mit einer größeren Intensität aufnehmen, die anderen haben die Fähigkeit, abstrakt zu denken. Wieder andere sind schlichtweg begabt, Dinge zu beobachten und wiederzugeben. Wenn ein Mensch mit einer solchen Begabung auf ein Umfeld trifft, das dazu geeignet ist, dies zu fördern, kann Kunst daraus werden – ein Musiker, Maler, Dichter, ein Schriftsteller...

Das heißt, man braucht gute Gene und Glück?

Es kann auch Unglück sein. Eine tiefgreifende Erfahrung, die sich in einen künstlerischen Erguss umwandelt: Der junge Mensch, der auf der Suche nach sich selbst ist, nach Liebe und Sexualität, kann seine Gefühle, sein Sehnen und seine Hoffnung beispielsweise in Gedichte fassen. Eines Tages trifft er die Liebe seines Lebens und seine Kunst endet in diesem Moment – schlichtweg weil er erfüllt ist.

Nehmen wir Hölderlin, unangepasst und nicht in der Lage, ein normales Leben zu führen lebte er als schizophran verschrien in seinem Turm in Tübingen. Aber getrieben von seinen Idealen schuf er Werke, die bis heute einmalig sind.

Also das Glück, Pech zu haben?

Natürlich braucht nicht jeder den Schmerz oder ein schlimmes Ereignis, um schöpferisch zu werden und das allein reicht auch nicht aus. Die Umwelt spielt jedoch eine entscheidende Rolle – und natürlich auch Glück. Was meinen Sie, wie viele schauspielende Taxifahrer es gibt, die einfach nie die große Chance bekommen? Selbst Van Gogh war verzweifelt, weil er im Vakuum gearbeitet hat, von seinem Ruhm hat der Arme zu Lebzeiten nichts gehabt.

Wenn jeder Begabung eine genetische Basis zugrunde liegt, ist es also doch etwas, was im Gehirn passiert...

Natürlich. Man hat immer wieder versucht, Begabungen bestimmten Hirnarealen zuzuordnen. Auf der linken Seite haben wir das Sprach- und Rechenzentrum. Eigenschaften wie Empathie und das Musische scheinen hingegen eher rechts gelagert zu sein. Wunderbar ist es natürlich, wenn links und rechts gut zusammenarbeiten. Das sind zum Beispiel Mathematiker, die auch gute Musiker sind.

„Melancholie und Verzweiflung sind kreative Kräfte.“

Es gab auch eine Zeit, in der behauptet wurde, Intelligenz hinge von der Größe des Gehirns ab. In Amerika haben Menschen postum ihr Gehirn zur Messung an das Wistar Institut in Philadelphia schicken lassen... Ich war einige Male Gast dort, weil ich den Direktor gut kannte.

Da lagern heute noch Tausende von Gehirnen. Böse Zungen behaupten, im Keller des Instituts ist mehr Gehirn als in den Labors (lacht). Aber natürlich kann man seine Hirnfunktionen trainieren und fördern und das bis ins hohe Alter. Man kann Zellen anregen und die Kapazität des Gehirns dadurch erweitern. Wenn wir inaktive Gehirnzellen mit Aufgaben und neuen Eindrücken belegen, kann das Hirn wachsen. Und das kann man heutzutage nachweisen.

#### Also doch...! Wie genau sieht das aus?

Eine wichtige Erkenntnis aus den 90er Jahren war zum Beispiel folgende: In einer Arbeitsgruppe von Eleanor Maguire wurden im Kernspin Gehirnareale von Taxifahrern betrachtet, die schon seit vielen Jahren durch die Großstädte New Yorks und Londons fahren. Man stellte fest, dass deren Hypocampus – ein Lieblingsgebiet der Hirnforschung heutzutage... also dort, wo Gedächtnis aufgenommen, gespeichert und verarbeitet wird und Orientierung stattfindet – über Jahrzehnte größer geworden war. Bei denjenigen Fahrern hingegen, die frisch dabei waren und ständig die Zentrale anrufen mussten, war der Hippocampus klein. Das war der Beweis dafür, dass über diese Anforderungen das Hirn und die Gedächtnisfunktion wachsen kann. Nur ist die Sache so: Heute könnte man diese Untersuchung

gar nicht mehr durchführen, weil alle mit Navi fahren. Diese Geräte, die dafür gemacht wurden, unser Leben zu erleichtern, hindern uns daran, unsere Plastizität zu nutzen. Die Zellen werden nicht mehr belegt.

#### Technik schadet also der Kreativität?

Kommt darauf an, wie wir sie einsetzen. In Norwegen hat man beginnend in den 50er Jahren den Intelligenzquotienten von Rekruten der Wehrpflicht gemessen und festgestellt, dass der IQ über die Jahre ständig gestiegen ist – zur Begeisterung der Bildungsforscher, die prophezeiten, dass wir immer intelligenter werden. Jetzt stellt man mit Entsetzen fest, dass seit Mitte der 90er Jahre die Ergebnisse zurück gehen. Wobei als eine der Ursachen dafür der Gebrauch von Assistenzsystemen diskutiert wurde. Tatsächlich hat man nachgewiesen, dass Kinder, die viel Zeit an ihren Smartphones verbringen, eine verzögerte und ungenügende Myelinisierung aufweisen. Das heißt, die Nervenbahnen werden nicht mehr richtig ausgearbeitet und es entstehen Defizite in der Hirnsubstanz. Wir schaffen also nicht wie prophezeit eine Armee von Einsteinen, sondern eher eine Armee von „Blödiänen“.

Natürlich bringt die Technologie sehr viel Nutzen, aber Assistenzsysteme sind der Feind der Kreativität.

Denn zur Förderung der Plastizität ist die Belohnung ganz entscheidend. Nehmen wir das einfache Beispiel des Autofahrens: Man klopf sich doch gern innerlich auf die Schulter, wenn man auf Anhieb rückwärts eingeparkt hat oder den richtigen Weg selbst gefunden hat, ohne bei wem anders in der Garage zu landen. Man muss bereit sein, Aufgaben anzunehmen und auch mal frustriert zu werden. Nur so bekommt man ein Gefühl für echte Belohnung. Die braucht auch der Künstler. Das Belohnungssystem ist ein ganz wichtiger Aspekt für die künstlerische Tätigkeit. Der Künstler kann nicht im Vakuum arbeiten. Der Mathematiker erfreut sich der Lösung. Der Philosoph, wenn über ihn diskutiert wird.

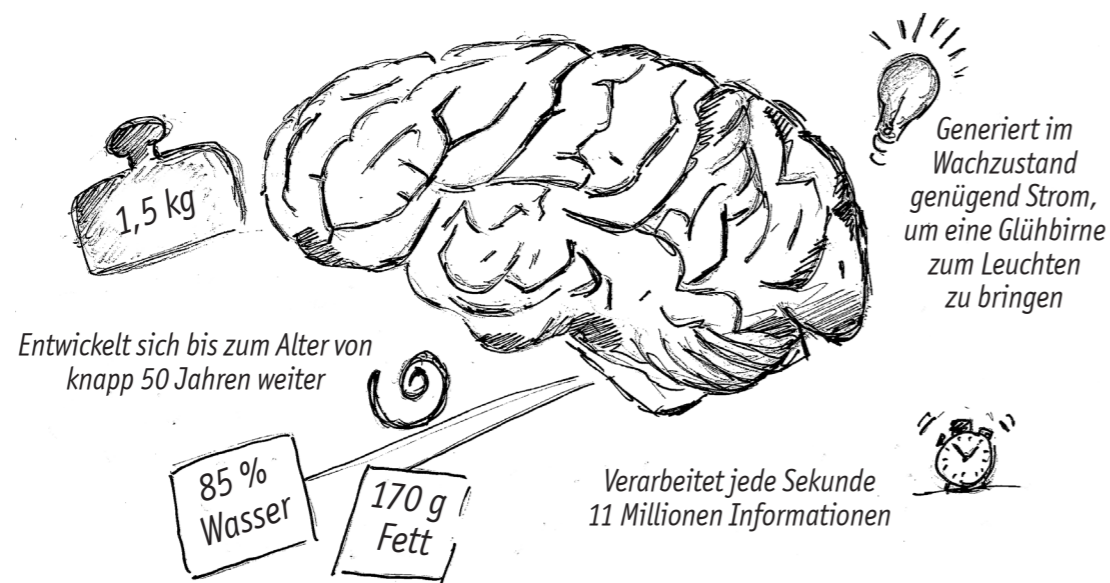
#### Das heißt: genetische Veranlagung + Umwelteinflüsse + Resonanz = Kunst?

Unter anderem. Hinzu kommen aber noch persönliche Eigenschaften. Wenn zum Beispiel ein Schriftsteller wie Russo das amerikanische Leben in der jetzigen Zeit in einem Roman darstellt, beruht das nicht auf seinem eigenen Erleben, sondern auf der Fähigkeit, zu beobachten, zu speichern und wiederzugeben. Die Empathie unterscheidet den Schriftsteller vom Berichtersteller. Um schöpferisch und eben auch erfolgreich zu sein, muss man zudem mit der Umwelt anecken können. Nehmen wir Kinsky, ein richtiger Kotzbrocken. Man braucht eben auch eine gewisse kämpferische Fähigkeit und muss aggressiv sein können. Es sind Eigenschaften – primär genetisch –, die aber nicht nur durch gewisse Umwelteinflüsse modifiziert und gesteigert werden können und in der Produktivität eine Rolle spielen, z. B. Aggressivität, Empathie oder Voyeurismus.

Erfahrungen gespeichert werden müssen – die Funktion dieser Zellen bestimmenden „Untätigkeitsgene“ können abgeschaltet und „Tätigkeitsgene“ eingeschaltet werden. Mit dieser Umfunktionierung bewirken wir eine Art Genmanipulation. Unser Hirn ist formbar, es werden stets neue Zellen gebildet. Einer der wichtigsten Faktoren zur Förderung der Plastizität ist die Muskelarbeit: Bewegung, Aktivität... und zwar nicht gleichförmig, sondern am besten in Form von Ausdauertraining oder z. B. tanzen. Es gibt Menschen, die können nur im Stehen oder in der Bewegung kreativ sein und das hat seine Gründe. Muskeln haben sensible Auffangorgane, die jede Bewegung und Berührung an das Gehirn melden und damit die Funktion seiner Zellen und deren Überleben unterstützen. Bei der Muskelbewegung werden auch hormonähnliche Botenstoffe, Myokine genannt, abgegeben, die ins Gehirn fließen und dessen Funktionen fördern. Aber auch die Ernährung spielt eine Rolle. So wissen wir heute, dass Mikronährstoffe wie Vitamin D und Omega-3-Fettsäuren über die Bildung neurotropher Faktoren die Plastizität fördern können. Entscheidend der Plastizität ist nicht nur vorhandenes Wissen abzurufen, sondern sich permanent neues Wissen anzueignen. Die wichtigste Eigenschaft dabei ist: Immer offen für Neues zu bleiben.

kw

## 5 Fakten über unser Gehirn



#### Machen Sie uns Mut: Wieviel kann der Mensch aus eigener Kraft beeinflussen?

Die gute Nachricht: Unser Hirn hat die Fähigkeit, sich lebenslang weiterzuentwickeln. Das Gehirn eines Erwachsenen hat 100 Milliarden Nervenzellen, die mit hundert Billionen Fortsätzen miteinander und mit der Umwelt verbunden sind.

Wir haben schon in der Schule gelernt, dass man im Rahmen des Alterns zunehmend Zellen verliert, wobei der Rest normalerweise ausreicht, um auch im hohen Alter noch die Schwäbische Zeitung zu lesen. Aber Spaß beiseite... der Wirkungsgrad eines durchschnittlichen Gehirns liegt bei 30 bis 40 Prozent – der Rest ist Schweigen. Das heißt, es gibt Zellen, die keine Funktion haben, die lustig vor sich hin leben, sich mit den Nachbarn unterhalten und fröhlich Sauerstoff und Glucose aufnehmen. Diese Zellen können rekrutiert werden, wenn neue



PD Dr. med. Jürgen Mertin ist Nervenarzt & Facharzt für Physikalische und Rehabilitative Medizin sowie Verkehrsmedizin. Nach zahlreichen, zuletzt chefärztlichen Tätigkeiten, berät und organisiert er Projektentwicklungen der Neuropsychologie und Neurologie an der privaten Fachklinik für psychosomatische Medizin Wollmarshöhe in Bodnegg. Er ist zudem Autor bzw. Mitautor von über 120 Publikationen in deutscher und englischer Sprache.

rologie an der privaten Fachklinik für psychosomatische Medizin Wollmarshöhe in Bodnegg. Er ist zudem Autor bzw. Mitautor von über 120 Publikationen in deutscher und englischer Sprache.

## Training für die Gehirnzellen



Sie möchten Ihr Denkvermögen auf Vordermann bringen? Diese 3 Neuro-Apps versprechen effektives Gehirntaining und jede Menge Spaß. App dafür!



Unser Hirn besitzt die Fähigkeit, sich lebenslang weiterzuentwickeln. Um es vorwegzunehmen: Das Lösen von Kreuzworträtseln und Sudokus reicht dafür leider nicht aus. Um den gewünschten Effekt zu erzielen, müssen Sie Ihre Nervenzellen stets vor neue Herausforderungen stellen. Assistenzsysteme wie das Smartphone bewirken heutzutage eher das exakte Gegenteil davon. Gut, dass unser täglicher Begleiter für dieses Problem auch eine Lösung parat hat: nämlich sogenannte Neuro-Apps. Hier stellen wir die drei populärsten vor.

### 1 NeuroNation

Die App setzt auf ein tägliches 15-Minuten-Programm. Die Übungen reichen von einfachen Rechenaufgaben, über komplexe Multitasking-Spiele bis hin zu simulierten Stresssituationen. Mit einem Einstiegstest ermitteln Sie Ihre persönlichen Stärken und Schwächen, die anschließend als Basis für ein individuelles Trainingsprogramm dienen.

### 2 Lumosity

Ein abwechslungsreiches Programm verlangt Ihnen eine regelmäßige Anpassung an neue Gegebenheiten ab. Eine Mischung aus Schnelligkeitsspielen und kniffligen Rätseln soll das Gedächtnis verbessern und die Konzentration steigern.

### 3 Peak

Auch diese App wurde gemeinsam mit Neurowissenschaftlern und Spieleexperten kreiert. Das Ergebnis: 45 Mini-Spiele, jedes davon eine Herausforderung für sich. Starkes Feature: Mit einem integrierten Dashboard können Sie Ihrem Hirn quasi beim Wachsen zusehen.

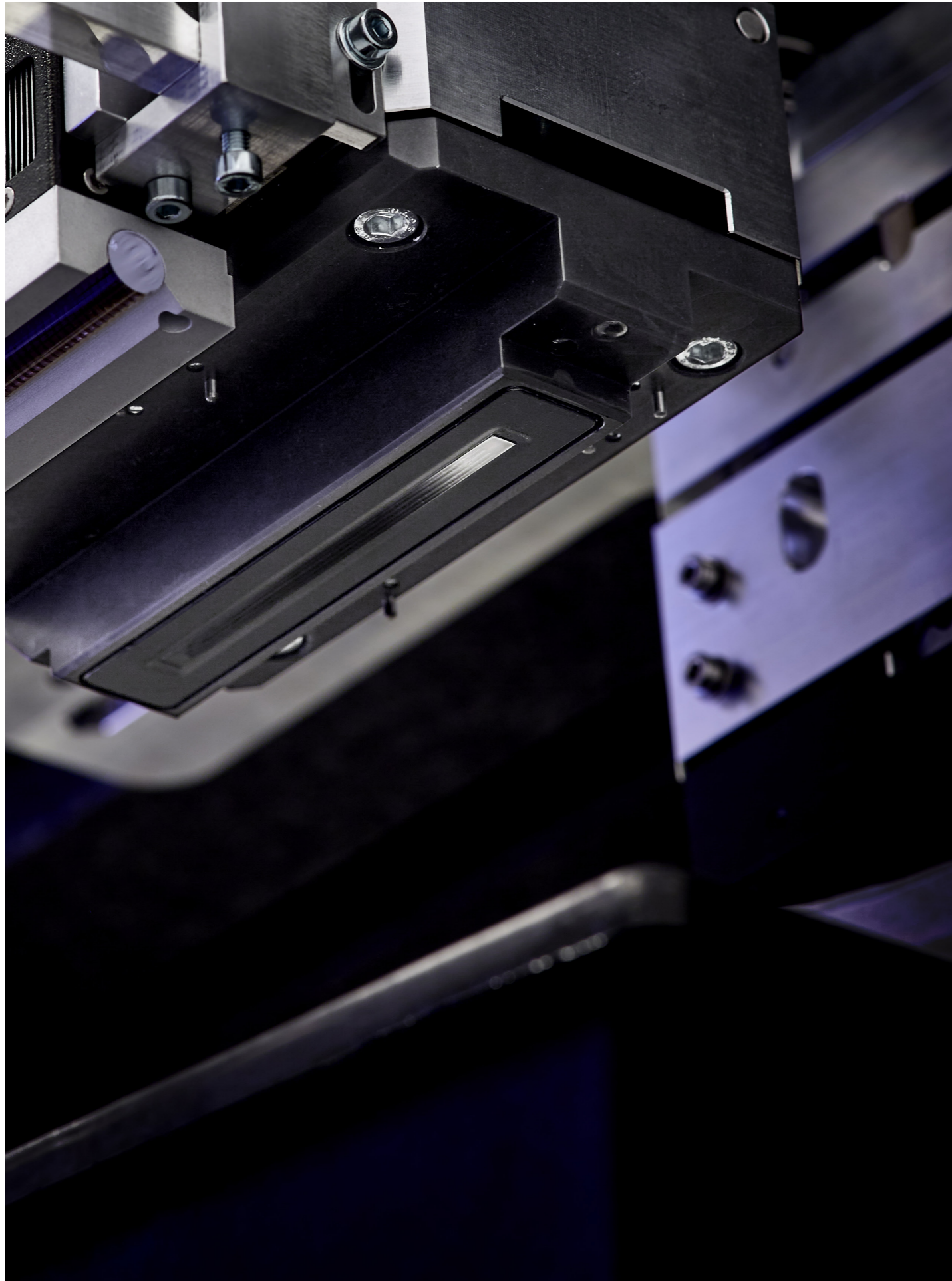
*Auch hier gilt: Die Mischung machts! Legen Sie Ihr Smartphone nach dem Zelltraining zur Seite und wechseln Sie von der digitalen in die physische Welt. Absolut unverzichtbar: körperliche Aktivität, gesunde Ernährung und das Lernen neuer Sprachen oder Vokabeln.*

## Was ist (Deine) Kunst?



*„Ganz spontan: interconnected thinking. Meine Lieblingskunst? The sound of vinyl. Cat Stevens and also progressive sounds. By the way, I love to paint by myself - mostly with crayons. I'm very bad, but I love it. The same with playing guitar.“*

Sri Harsha Vege,  
Entwicklung bei fpt Robotik  
und begeisterter Kreidekünstler



## Die Kunst, mit dem Druck umzugehen

*Wie eine revolutionäre Technologie „individuelle Massenprodukte“ schafft*

**V**or knapp einem Jahrhundert schreibt Henry Ford den berühmten Satz: „Jeder Kunde kann ein Auto in jeder gewünschten Farbe haben, so lange es schwarz ist.“ Bis heute ist seine Grundidee der industriellen Massenfertigung erfolgreich: Kostensenkung und Qualität durch Standardisierung. Zwar hat der technische Fortschritt nach und nach eine größere Wahlfreiheit ermöglicht, doch die Kunden des 21. Jahrhunderts wollen mehr als vordefinierte Parameter. Der Trend geht zur Individualisierung. Wie lassen sich die wirtschaftlichen Vorteile der Massenfertigung beibehalten und gleichzeitig vom Markt geforderte Unikate schaffen? Eine Technologie hat das Potenzial, in der „Inline-Individualisierung“ eine Schlüsselrolle einzunehmen: der digitale Freiformdruck.

November 2020. An einem trübem Tag inmitten des Lockdowns passiert in Amtzell etwas, was die Stimmung eines kleinen Entwicklerteams schlagartig aufhellt. Ein Knopfdruck von vielen Tausenden zuvor, doch dieses Mal ist es anders. Denn mit ihm reiht sich der entscheidende Lösungsbaustein ein. Es gelingt der Sprung in eine neue Dimension – und damit eine technologische Revolution: In der Geschwindigkeit eines industriellen 2D-Drucks wird eine komplex geformte 3D-Oberfläche hochpräzise aufgewertet. Doch von vorn...

Bereits vor über zehn Jahren entwickelt fpt Robotik den InkBOT. Eine Kombination aus präziser Roboterkinematik und spezieller Druckköpfe für Tinten und Lacke bilden die Basis, um Oberflächen im laufenden Produktionsprozess zu veredeln. Ein intelligentes Verfahren, das auf der Grundtechnologie von Inkjet basiert: Aus vier Druckköpfen (CMYK) bildet sich eine Mischfarbe, mit der durch den gezielten Abschuss aus kleinen Farbdüsen ein Druckbild entsteht. Das Besondere: Inkjet

arbeitet kontakt- und werkzeuglos. Das einzige was zwischen zwei unterschiedlichen Produkten in dem Bruchteil einer Sekunde verändert wird, ist eine digitale Druckdatei. Mit der Robotik als Basis können bei der Fertigung individualisierter Produkte weitere Prozessschritte wie Montage oder Verpackung lückenlos und vollautomatisiert integriert werden. So lassen sich Oberflächen aus unterschiedlichsten Materialien und sogar leicht gewölbte Teile individuell unter massenfertigungstauglichen Bedingungen verzieren. Vom „einfachen“ Haltbarkeitsdatum auf Verpackungen, QR-Codes zur Identifizierung auf Kartonagen, Firmenlogos auf Kunststoffblenden bis hin zu Bildern auf 3D-Puzzlebällen. „Wir haben hier eine einzigartige Lösung entwickelt, die es so am Markt kein zweites Mal gibt“, erklärt Andreas Braun, Teamleiter im Bereich Entwicklung bei fpt Robotik, der gemeinsam mit seiner Mannschaft bereits eine Reihe an Digitaldrucklösungen für namhafte Unternehmen entwickelt hat.

Doch die Designsprache der Zukunft ist nicht flach, sondern zeigt vor allem organisch und dynamisch geschwungene Formen. Die Tüftler gehen einen Schritt weiter: Warum nur Flächen im laufenden Prozess bedrucken und nicht jede beliebige Form? Der entscheidende Unterschied: Für eine derart universell anwendbare Technik können Bauteile nicht wie gewohnt in einer 2D-Bewegung unter einem Druckkopf durchlaufen – sie müssen vielmehr in 100 Prozent synchronem Einklang mit diesem frei im Raum bewegt werden. Darüber hinaus gilt es, etwa Aufprallwinkel und Flugstrecke der feinen Inkjet-Tröpfchen zu managen. Ein komplexes System aus Robotik, Drucktechnologie und Software auf Mikrometer und Millisekunden genau. Eine technisch hochanspruchsvolle Aufgabe.

Denn es geht nicht nur um die technische Machbarkeit, sondern darum, eine universell einsetzbare Freiform-Inkjet-Druckanlage zu entwickeln, die sich modular in bestehende Vor- und Nachbehandlungs- sowie Logistikprozesse integrieren lässt.

Um eine funktionierende Serienproduktion für den digitalen Freiform-Druck entwickeln und eine Prozesskette real nachstellen zu können, wird 2018 eine umfangreiche Testumgebung aufgebaut. In Amtzell entsteht in einem ISO Klasse 7 Reinraum ein Anlagengewerk aus Vorbehandlungs- und Druckraum, Lackierroboter, UV-Trocknungsroboter und Konvektionstrockenofen sowie umfangreichem Prüfequipment. Das Herzstück ist eine High-Performance-Druckmaschine mit beeindruckenden Parametern: der eingesetzte Druckkopf hat vier Düsenreihen auf einer Breite von 3 mm mit insgesamt 1.280 einzeln ansteuerbaren Düsen, die in einem Abstand von 56,4 Mikrometern (Pixelraster) Tropfen in einer Größe von 10 bis 30 Pikolitern abgeben, und dies bis zu 45.000 mal pro Sekunde. Das erfordert

höchste Präzision in der Kinematik und in der Druckvorbereitung. Die Druckdatensätze werden an einen Druck auf 3D-Oberflächen angepasst und an den Druckkopf übermittelt, dabei wird der Aufprallwinkel für die individuelle Form exakt berechnet und mikrometergenau aufgetragen.

Viele Parameter, unendlich viele Möglichkeiten – und noch mehr Herausforderungen. Doch mit Ausdauer, Herzblut und einem hochkarätigen Partnernetzwerk in den Bereichen Drucksystemtechnik, Tintenentwicklung, CAM-Lösungen sowie Design und Lackiertechnik gelingt letztendlich die Sensation: Die Ingenieure halten das erste komplett digital bedruckte Bauteil in ihren Händen. So entsteht eine Lösung, welche die Individualisierung im industriellen Einsatz zur greifbaren Realität macht. Im High-Speed-Verfahren – direkt in der Produktionsstraße – bis hin zur Stückzahl 1. „Ob 2D, 2,5D oder 3D – wir wollen unsere Kunden von der ersten Idee bis zur 24/7-Produktion als Generalunternehmer dabei unterstützen, die Chancen dieser weltweit einzig-

Die Individualisierung bedeutet eine Ausdifferenzierung der Märkte, die in personalisierten Produkten mündet.

Dem gegenüber steht die Standardisierung: die Vereinheitlichung von Fertigungsprozessen, Bauteilen, Produkten und Dienstleistungen.

Diese Megatrends zu vereinen, gehört wohl zu den interessantesten Herausforderungen unserer Zeit.



artigen Technologie für sich zu nutzen“, skizziert Tim Spiering, verantwortlich für die strategische Ausrichtung und Unternehmensentwicklung bei fpt Robotik. Doch die Drucktechnik allein ist noch nicht alles. Wenn mechanische und chemische Widerstandsfähigkeiten von Tinten zu schwach für Anwendungsbereiche wie z. B. dem Automobil-Exterieur sind, kann das Expertenteam im Kompetenz-Center über thermische sowie UV-Schutzlackierung in Reinraumumgebung eine vollwertige Kleinserienfertigung umsetzen und verbaufähige Teile produzieren.

Schon heute sind Konsumenten in der Lage, Industrieprodukte mit Hilfe von Konfiguratoren nach ihren Bedürfnissen zu gestalten. Der Unterschied zur Individualisierung: Man wählt aus vorgegebenen Parametern jene aus, die am besten passen. Diesen Ansatz löst die neue Technologie ab: Produkte lassen sich zukünftig nicht nur konfigurieren, sondern individuell gestalten. Mit dem industriellen Freiform-Digitaldruck können gän-

zlich neue Marktzugänge und Vertriebswege erschlossen werden. Denn Produkte lassen sich mit Klick auf „Bestellung“ individualisiert und vollautomatisch fertigen – allein durch die Übermittlung eines Datensatzes. Das können individuelle Dekore für Zierleisten oder das Logo einer Autovermietung direkt im Innenraum eines Fahrzeugs sein oder auch die Bedienpanels von Waschmaschinen in unterschiedlichen Sprachen. Aber nicht nur die Materialien, die bedruckt werden, sind variabel, sondern auch, womit gedruckt wird. Leitfähige Digitaldrucktinte wird die Art, wie Elektronik gefertigt wird, zukünftig von Grund auf verändern. Funktionale Tinten für Sensoren, Schaltkreise, Batterien – all das kann auf geeignete Trägermaterialien gedruckt werden. Sie können elektrisch leiten, speichern, isolieren, Farben und Zustände ändern oder Licht emittieren. Die Möglichkeiten, welche sich dadurch ergeben, sind unendlich. Wer also lernt, richtig mit Druck umzugehen, wird (s)einen individuellen Weg finden.

kw



# Den Sternen auf der Spur

## Unternehmen zwischen Geld und Glaube

**I**st Astrologie eine Wissenschaft? In dieser Frage scheiden sich die Geister. Für die einen ist es „Nonsens“, für die anderen sind die Sterne eine zuverlässige Orientierung für die kleinen und großen Fragen des Lebens. Eine Überzeugung, die sogar bis hin zu unternehmerischen Entscheidungen reicht. Was die Astrologie alles vermag, steht in den Sternen – und in diesem Artikel unseres Gastautors und Journalisten Dirk Grupe.

Die 25-jährige Hannah J. wollte unbedingt diesen Job als Assistentin im Sales-Bereich einer Softwarefirma. Ihre Zeugnisse waren gut, das Vorstellungsgespräch lief reibungslos, da wurde sie, so berichtet es die Münchner „tz“, gefragt: „Was für ein Sternzeichen sind Sie eigentlich?“ Worauf die junge Bewerberin erschrocken ausrief: „Ernsthaft jetzt?!“ Bevor der Schock verfliegen war, hatte die Personalerin schon in den Unterlagen Heidi J. als Steinbock identifiziert. Ein Sternzeichen, das es im besagten Sales-Bereich schon gab. „Eigentlich ist das nicht gut, wenn man das Gleiche ist“, so die Personalerin. „Wenn beide gehört sind, kann es zu Reibereien kommen.“ Nur wenig später bekam Hannah eine Absage, offiziell wegen Überqualifizierung. Nun werden Sie vielleicht auch fragen: Ernsthaft jetzt?

Dass die Menschen sich für Tierkreiszeichen interessieren, ist altbekannt. Millionenfach werden die Rubriken tagtäglich in der Presse überflogen, die Botschaften („Stiere sollen es am Wochenende gemütlich angehen“) sind meist von überschaubarem Erkenntnisgewinn. Professionelle Astrologen versuchen sich, von diesen Trivialprognosen abzusetzen. Sie bieten ausgeklügelte Horoskope und umfassende Beratungen in allen Lebenslagen an – auch in geschäftlichen Dingen. „Ein Horoskop hat viele Ebenen“, bestätigt die Astrologin Bianca Methner im Gespräch mit „Techne“. Die Sterndeuterin bietet schon seit vielen Jahren astrologische Unternehmens- und Businessberatungen an. Das Themenspektrum reicht dabei von Personalmanagement, über Firmenführung und Coaching bis hin zu Astrobran-

ding und Astrostrategie. Genauso vielfältig können die Fragen sein, mit denen sich die Geschäftsführer an sie wenden: Eine Firma stagniert und entwickelt sich nicht, aber warum? Unter den Mitarbeitern gibt es Reibereien oder der Chef erreicht das Team mit seinen Ideen nicht, woran liegt es? Das Unternehmen will expandieren, aber wann ist der richtige Zeitpunkt? Und all die Antworten dazu stehen in den Sternen?

„Es gibt fast nichts, was man nicht ablesen kann“, sagt Methner und erklärt: „Ein Horoskop zu berechnen ist wie reine Mathematik.“ Grundlage ihrer Berechnung ist dabei immer das Geburtshoroskop, also die Planetenkonstellation zum genauen Zeitpunkt der Geburt – des Geschäftsführers, der Mitarbeiter, manche ziehen auch das Gründungsdatum der Firma heran. Diese Konstellation wird dann in Relation gesetzt zur aktuellen Planetenkonstellation oder zu künftigen Verschiebungen am Himmel. Woraus sich entsprechende Schlüsse ziehen ließen: Ist es jetzt sinnvoll zu investieren oder besser in einigen Monaten? Kann ein Mitarbeiter seine Talente an dieser oder anderer Stelle mehr entwickeln? Passt Hannah J. ins Team? Alles Humbug, oder doch nicht?

Für den Mathematiker Michael Kunkel ist die Sache klar, er hält den Blick gen Himmel für ausgemachten Nonsense. „Die meisten Prognosen sind sehr schwammig. Oder sie sind so, dass man eigentlich einen Treffer haben muss.“ Das gelte für Horoskope in persönlichen Fragen genauso wie in Wirtschaftsdingen, etwa wenn es um die Entwicklung an der Börse gehe. So gebe es Astrologen, die „haben jeden Crash der vergangenen 20 Jahre schon einmal vorhergesagt, weil sie immer einen Börsencrash vorhersagen“, erklärt Kunkel und ergänzt: „Wenn ich jeden Tag für morgen Regen vorausage, habe ich öfter mal recht.“

Naturwissenschaftler betonen unisono, dass keine Studie den Zusammenhang zwischen der Persönlichkeit und dem Geburtstag belegt. Astrologie sei

vielmehr eine Pseudowissenschaft, der es an empirischen Methoden fehle, die ihre eigenen Aussagen nicht hinterfrage und längst bekannte Fakten ignoriere.

Bianca Methner ficht diese Radikalkritik nicht an. „Natürlich ist Astrologie eine Wissenschaft - und sie ist so alt wie die Menschheit selbst.“

Tatsächlich haben die Menschen schon früh auf die Sterne geblickt. In der festen Annahme, dass die Himmelskörper das Leben auf der Erde beeinflussen. Schon im 7. Jahrhundert vor Christus haben die Babylonier die Tierkreiszeichen definiert. Das älteste bekannte Horoskop ist jenes für den „Sohn von Shuma-usur“, am 29. April 410 vor Christus in Stein gemeißelt. Auch die Griechen beschäftigen sich intensiv mit Astrologie, verfeinerten die Methodik. Für sie war das Leben von Göttern vorbestimmt. Die Römer übernahmen die astrologischen Theorien, richteten teilweise ihre Politik nach den Sternen aus. Im Christentum schwand der Einfluss der Astrologie, auch weil ein vorbestimmtes Schicksal einem freien Willen widerspräche. Zwar erlebte die Sterndeutung immer wieder eine Renaissance, durch die Erkenntnisse der Astronomie und in Zeiten der Aufklärung verlor sie jedoch endgültig ihre Stellung als Wissenschaft.

Die Sehnsucht nach Übersinnlichem, nach Erklärungen für unser Dasein, die besteht aber nach wie vor. Auch in der Ökonomie. „Es gibt viel mehr Unternehmer, die zu Astrologen gehen, als man denkt“, sagt Astrologin Methner. „Aber die reden leider nicht drüber.“ Zuletzt ist die Nachfrage sogar gestiegen, was nicht verwunderlich sei. „Die Welt ist in einem Wandel und wer diesen Wandel nicht mitmacht, fällt durch ein Raster“, sagt Methner. „Um dann Entscheidungen zu treffen, ist Astrologie ein Superwerkzeug.“

Wer trotzdem nicht mit Hilfe der Astrologie investieren will, sollte vielleicht überlegen, ob er stattdessen in die Astrologie investiert: Machen hierzulande Sterndeuter, Hellseher und Wahrsager doch jährlich einen Umsatz von rund 500 Millionen Euro.

dg

## Was ist (Deine) Kunst?



*„Meine Kunst ist es, das Wesen der Dinge zu erkennen und auf das Blatt Papier zu bringen – gern auch in digitaler Form. Am liebsten bilde ich den Charakter eines Menschen ab. Tiere, Pflanzen oder übliche Alltagsgegenstände eignen sich jedoch nicht weniger gut – und machen mir genauso großen Spaß.“*

Susanne Fiedler,  
Grafik bei fpt Robotik  
und freie Künstlerin

# My home is my office

## Was kann der digitale Arbeitsplatz (nicht)?

**D**as Arbeiten im Homeoffice war im Lockdown für viele Unternehmen die beste Möglichkeit, das operative Geschäft aufrecht zu erhalten. Dabei stellten viele Arbeitgeber fest, dass ein Großteil der Mitarbeiter auch von zuhause gern und produktiv arbeitet. Virtual Offices, Social Softwares, flexible Arbeitsplätze: Die vielen Vorteile, welche mit der Digitalisierung und Flexibilisierung des Arbeitsalltags einhergehen, verändern unsere Gewohnheiten und prägen das Arbeitsbild. Gleichzeitig sehnen sich viele nach längerer Zeit im Homeoffice wieder nach dem gewohnten Arbeitsumfeld. Was kann digitales Arbeiten also wirklich leisten – und was nicht?

### 1. Chancen

**Motivation durch mehr Selbstbestimmtheit:** Studien zeigen: Unternehmen, die ihren Mitarbeitern größeren Freiraum hinsichtlich Arbeitsort und -zeit gewähren, können deren Produktivität erhöhen. Gleichzeitig sinken die Kosten für die Büroorganisation.

**Produktivität durch automatisierte Prozesse:** Mit professionellen digitalen Konzepten und Methoden lassen sich viele Prozesse skalieren und vollumfänglich in den Arbeitsalltag integrieren. Täglich wiederkehrende Abläufe können automatisiert und komplexe Aufgaben vereinfacht werden.

**Die IT-Infrastruktur als Grundlage:** Die Basis digitalen Arbeitens ist eine moderne, zukunftsfähige Infrastruktur, die den Menschen im Unternehmen die richtigen Tools an die Hand gibt. Aus der Vielzahl an Programmen und Technologien gilt es deshalb, genau jene auszuwählen und zu implementieren, die für das Unternehmen geeignet sind.

**Datensicherheit als kritische Komponente:** Insbesondere das Homeoffice stellt – speziell im Bereich Kollaboration – hohe Anforderungen an die Sicherheit von sensiblen Unternehmensinformationen. Bedrohungen von außen sowie das Thema Datenschutz sollten adäquat behandelt und Mitarbeiter entsprechend geschult werden.

### 2. Herausforderungen

„Nach kleineren Startschwierigkeiten (okay zugegeben: mitunter auch etwas größeren) habe ich mich inzwischen gut auf das Homeoffice eingestellt. Anfangs fehlte mir der spontane Austausch mit Kollegen. Dadurch gab es im Projektlauf oft kleine Verzögerungen. Kreative Ideen, die dem Dialog entspringen, blieben aus. Heute ist der mobile Arbeitsplatz ganz normal für mich – die neugewonnene Flexibilität weiß ich übrigens sehr zu schätzen. Durch den Wegfall des Arbeitswegs spart man sich viel Zeit und belastet auch die Umwelt weniger. Nichtsdestotrotz kann ich die „richtige“ Normalität kaum noch erwarten. Den leckeren Mittagstisch und den gemeinsamen Sport nach der Arbeit vermisse ich am meisten...“

Esther Hein, Projektleiterin bei fpt Robotik

**Menschen sind soziale Wesen:** Empirische Studien zeigen, dass Menschen, die in einem Raum zusammenarbeiten, Probleme schneller lösen als virtuell verbundene „Homeworker“. Viele Lösungen entstehen durch eine Gruppendynamik, die erst in der persönlichen Interaktion entstehen kann.

**Grenzen verschwimmen:** Auch wenn der digitale Arbeitsplatz und das Homeoffice zu größerer Freiheit und Flexibilität beitragen können, so verlangt dies von allen Beteiligten auch eine größere Verantwortung und Disziplin. Manager und Telearbeiter müssen gemeinsam herausfinden, wie die Balance zwischen Berufs- und Privatleben gewahrt werden kann.

„Mein Fazit des vergangenen Jahres mit teilweise 14 Wochen Homeoffice am Stück: erschreckend positiv! Chatten statt mailen, produktive Arbeitsphasen statt ständige Erreichbarkeit und das Mittagessen meiner Frau statt die aufgewärmte Ration des Vortages: hat was! Leider kommt der digitale Arbeitsplatz im persönlichen Umgang mit Kollegen, Kunden und Lieferanten schnell an seine Grenzen. Partnerschaften, insbesondere im B2B-Bereich, könnten darunter auf Dauer leiden. Eine 30-minütige Videokonferenz mit dem Outcome eines Zwei-Minuten-Telefonats? Latent unangenehm! Der Geschäftsführer im Hoodie und den Kids im Nacken? Ziemlich lässig! Für die Zukunft kann ich mir ein Hybrid-Modell sehr gut vorstellen.“

Heiko Wenzel, Vertriebsingenieur bei fpt Robotik

### 3. Grenzen



**100%**  
Flexibilität

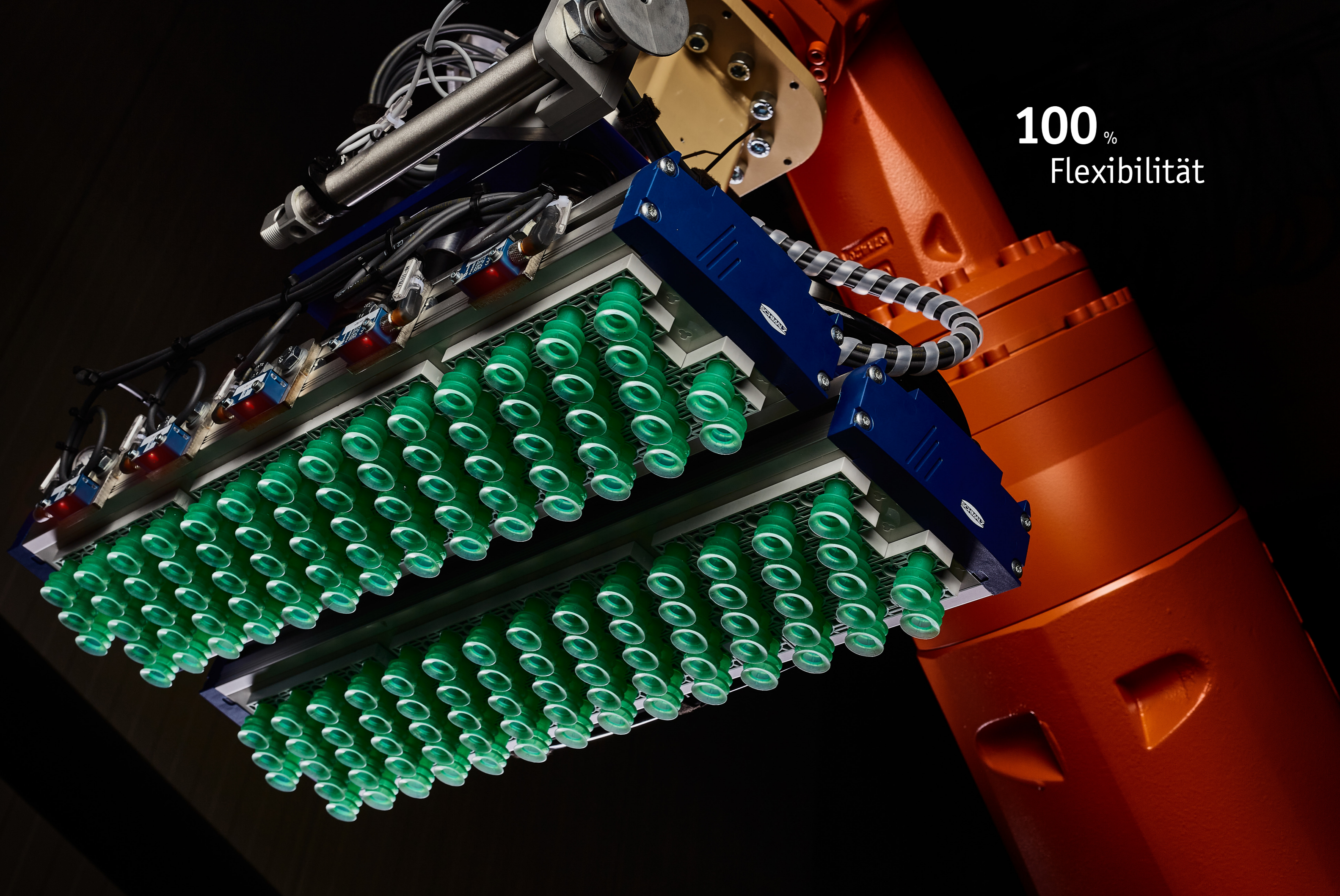




Foto: © Tom Mestic im Rahmen der Ars Electronica

# Virtuos auch nach 1000 Wiederholungen

*Wenn Roboter Kunst erschaffen*

**R**oboter machen das Arbeitsleben leichter: Sie fertigen Autos, heben schwere Teile und schweißen präzise. Doch die stummen Diener sind durchaus zu Höherem berufen. Roboter zeichnen, gestalten Skulpturen und spielen auf Musikinstrumenten – oder werden selbst zum Kunstobjekt.

Roboter sind in der Kunst keine Seltenheit. In Filmen treten sie häufig als kaltherzige und emotionslose Maschinen auf, die am liebsten die Menschheit auslöschen möchten. Dabei führen sie in der Realität völlig klaglos ihre Aufgaben aus und nehmen ihren menschlichen Kollegen schwere und eintönige Arbeiten ab. Schwer vorstellbar also, dass in einem solchen Gehilfen vielleicht ein Maler wie Pablo Picasso oder ein Bildhauer wie Michelangelo stecken könnte. Und doch sind Roboter zu viel mehr fähig als bloß zum Lastenheben.

„Roboter sind universelle Maschinen. Die Roboterrare sind nicht dafür gebaut, dass sie nur fräsen oder nur schweißen. Sie sind dafür gedacht, dass man alles mit ihnen machen kann“, erklärte Prof. Johannes Braumann im Ars Electronica Blog anlässlich der Ausstellung „Kreative Robotik“. Er ist Leiter des Roboterlabors der Kunstuniversität Linz in Österreich. In den vergangenen Jahren zeigte die Hochschule immer wieder, wie sich Kunst mit Robotern verbinden lässt. Dazu gehört etwa das „Museum der Zukunft“, das ein Teil des Ars Electronica Centers ist. Dort zeigen Künstler die Entwicklung von Kunst, Gesellschaft und neuen Technologien – so wie die Robotik.

### Kreative Roboter jenseits der Fabrikhallen

In der Ausstellungsreihe „Kreative Robotik“ kommen Industrieroboter in ungewöhnlichen Bereichen zum Einsatz. Sie formen, modellieren und kreieren innovative Konzepte und neue Darstellungsformen – jenseits

großer Fabrikhallen. Kleidungsstücke in ausgefallenen Formen gestaltet von Robotern oder tanzende Roboterarme konnten schon bei der Ausstellung bestaunt werden. Für Institutsleiter Dr. Andreas Müller war schon damals klar, dass in Zukunft die Roboter-Mensch-Interaktionen häufiger werden. „Roboter sind in der Industrie schon jetzt überall. Und sie werden immer mehr in den Alltag der Menschen einziehen.“ Dazu zählt auch die Kunst. Immer mehr Kunstschaffende experimentieren bereits mit Robotern. So auch der israelische Industrie-Designer und Künstler Yaron Elyasi.

### Roboter nimmt Künstler die Arbeit ab

Bislang fertigte Elyasi seine Objekte aus recyceltem Kunststoff nahe von Tel Aviv in dem von ihm selbst entwickelten und patentierten Verfahren „Freemolding“: Ein Extruder presst Kunststoff aus einer Düse in einem beliebig langen Strang und in einer bestimmten Dicke. Darunter bewegt der Künstler eine Form – beispielsweise eine Schale – in alle möglichen Richtungen, sodass der Kunststoff in jeweils individuellen Mustern die Form umschließt. Nach dem Aushärten hat er ein einzigartiges Kunstobjekt geschaffen.

Immer mehr Kunstschaffende  
experimentieren bereits  
mit eigenen Robotern.

Doch mittlerweile ist nicht mehr der Künstler der Ausführende, sondern ein Roboter bewegt die Form unter dem Kunststoffstrahl. In diesem speziellen Fall ein Roboter aus der KR AGILUS Serie von KUKA. Mit Hilfe des Roboters lassen sich die Werke in gleichbleibend hoher Qualität und in beliebiger Menge reproduzieren.

Sei es als limitierte Kleinstserien oder kostengünstig als massentaugliches Designobjekt – Kunst, geschaffen von einem Roboter, lässt sich vermarkten.

#### Porträts dank KI – und eines Roboters

Auch das britische Künstlerduo Rob und Nick Carter stellte sich die Frage: Kann eine Maschine ein Maler sein? Kann nicht nur einfach die Form, sondern auch die Persönlichkeit in ein Bild übertragen werden? Die Antwort war simpel: ja. Doch das Projekt brauchte drei Jahre bis zur Fertigstellung. Am Ende stand Heidi, der Maler-Roboter. Sie erschafft nun Porträts im Stil ihrer Zieheltern Rob und Nick Carter.

Dank künstlicher Intelligenz und einer Erkennungssoftware von Google kreiert der KUKA Roboter Porträts von Persönlichkeiten wie Elizabeth II. oder Yoko Ono. Doch Heidi kann auch jeden anderen Menschen porträtieren. Der Roboter braucht lediglich ein Bild als Vorlage.

#### Im neuesten Projekt malt der Roboter mit Licht

Doch Heidi kann noch mehr. Mit Hilfe einer Lampe „malt“ der KUKA Roboter dreidimensionale Lichtformen wie beispielsweise eine perfekte Kugel. Dabei fährt er die Form nach, während eine Kamera mit langer Belichtungszeit ein Foto macht.

Im Gegensatz zum Menschen benötigen Roboter in Sachen Kunst weder Talent noch lange Übungszeiten. „Es ist unser großes Ziel, dass wir diese Technologie zugänglich machen“, sagte Prof. Johannes Braumann bei der Ausstellung „Kreative Robotik“ in Österreich. Die Künstler der Kunstuniversität Linz benötigen für ihre Arbeit im Roboterlabor nur eine kurze Einführung, manche haben sogar ihre eigenen Roboter zuhause. „Man kann auf eBay nach Robotern suchen und findet Anwendungen um wenige tausend Euro, die in der Regel sogar noch halbwegs brauchbar sind“, verspricht Prof. Braumann. Und auch KUKA bietet gebrauchte Roboter für alle Anwendungsmöglichkeiten an. Damit können Roboter nicht nur Kunst erschaffen, sie können auch jeden zum Künstler machen.

*Mit freundlicher Unterstützung von KUKA*

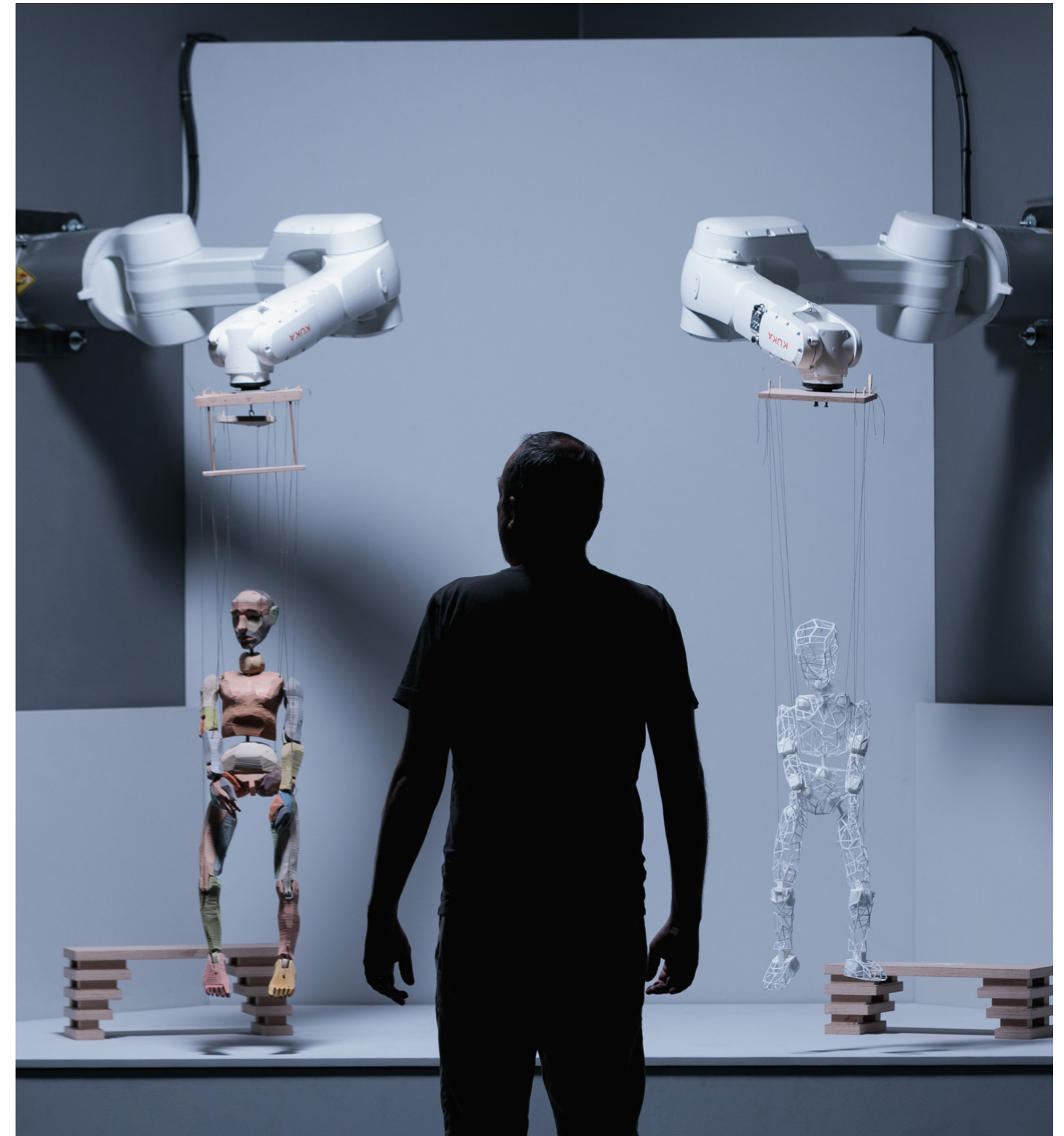
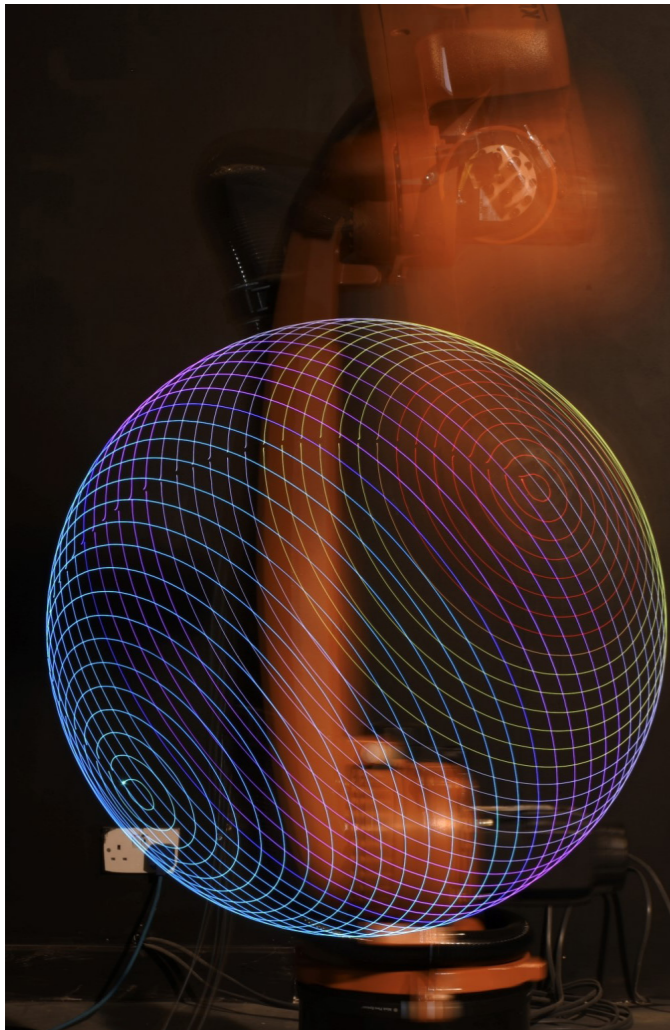


Foto: © Rob and Nick Carter, London (2)

Foto: © vog.photo

# Sieben Kreativitätstechniken

## 1

### Brainwriting-Pool

Diese Kreativitätstechnik funktioniert am besten in der Gruppe. Beliebige viele Teilnehmer sitzen gemeinsam an einem Tisch, in der Mitte liegen Karteikarten. Jeder schreibt eine Idee pro Karte auf, reicht diese weiter, ergänzt die Idee der vom Nebensitzer erhaltenen Karte oder nimmt sich aus der Mitte eine neue Karte. Das geht solange, bis alle ihre initialen Gedanken niedergeschrieben haben. Nun werden die Ideen der Sitznachbarn weitergedacht und wiederum weitergereicht. Einzelne Karten können dabei beliebig oft die Runde machen.

## K

### Das 6-Hüte-System

Diese Technik setzt auf das Rollenspiel-Prinzip. Stellen Sie sich vor, dass jeder von Ihnen verschiedenfarbige Hüte aufsetzt, welche für unterschiedliche Blickwinkel stehen: neutral, subjektiv, pessimistisch, unkonventionell, pragmatisch, etc. Die verschiedenen Betrachtungsweisen schreiben Sie auf einzelne Kärtchen. Jetzt ziehen Sie nacheinander jeweils eine davon, setzen den imaginären Hut auf und beleuchten die Idee aus der entsprechenden Perspektive.

## 2

## R

## 3

### Walt-Disney-Methode

Bei dieser Methode nehmen alle Teilnehmer nacheinander die Rollen des Träumers, Realisten und Kritikers ein. Als Träumer wird den Gedanken freien Lauf gelassen, alles ist erlaubt. Als Realist sollen die gefassten Ideen hinterfragt werden: Sind diese mit den verfügbaren Ressourcen vereinbar? Als Kritiker werden schließlich die Chancen und Risiken gegeneinander abgewogen. Die Walt-Disney-Methode eignet sich insbesondere für strategische Entscheidungen.

## E

### Die Alphabettechnik

Die Alphabettechnik ist einfach und doch so effektiv. Schreiben Sie zu jedem Buchstaben des Alphabets ein Wort auf, das Ihnen im Zusammenhang mit der Aufgabe oder der Fragestellung in den Sinn kommt. So erhalten Sie im Handumdrehen 26 neue Impulse. Tipp: Wahren Sie den Ideenfluss, indem Sie einzelne Buchstaben überspringen, wenn Ihnen hierzu kein Wort einfällt. Wenn Sie mögen, kommen Sie am Ende nochmals auf die ausgelassenen Letter zurück.

## 4

## A

## 5

### Farbenassoziationen

Die Idee: Verschiedene Farben regen den kreativen Prozess an. Die Umsetzung: Gehen Sie alle erdenklichen Farbvariationen im Kopf durch und überlegen Sie sich dabei, welche Assoziationen (Achtung: immer in Bezug auf die zu lösende Thematik) diese bei Ihnen auslösen. Für die Farbe Rot könnten das beispielsweise Adjektive wie leidenschaftlich, kraftvoll und aktiv, aber auch Begrifflichkeiten wie Lärm oder Aggressivität sein.

## T

### Kopfstandmethode

Hier wird das ursprüngliche Problem aus der entgegengesetzten Richtung betrachtet: Statt sich zum Beispiel zu fragen: „Was können wir tun, um unsere Prozesse effizienter zu gestalten?“, würde die Fragestellung lauten: „Was können wir tun, um unsere Prozesse zu verlangsamen?“ Es ist meist einfacher, Antworten auf gegenteilige Fragen zu finden, aus denen sich im nächsten Schritt Ansätze ergeben, welche das Ursprungsproblem lösen.

## 6

## F

## 7

### Brainstorming-Methode

Der Klassiker unter den Kreativitätstechniken! Alles, was Sie dafür benötigen, ist ein Stift und ein (mehr oder weniger großes) Blatt Papier. Innerhalb einer festgelegten Zeit schreiben Sie alles auf, was Ihnen zu dem übergeordneten Thema einfällt. Im zweiten Schritt ordnen Sie die gesammelten Begriffe nach deren Inhalt, bilden Kategorien und streichen gegebenenfalls Unpassendes. Diese Methode eignet sich besonders für neue Projekte oder Aufgabenstellungen.

## V



## Da Vinci to go

### Meine Kaffees mit Leonardo

**F**rühjahr 2021. Inmitten des Lockdown-Wahnsinns habe ich die großartige Aufgabe bekommen, einen kreativen Text über Leonardo da Vinci zu schreiben. Ach wie schön...

Moment... Leonardo? Leonardo da Vinci? Über ihn weiß doch jeder etwas. Da gibt es bestimmt so viel zu lesen. Ich hole mir schnell einen Kaffee, dann kann es mit der Recherche losgehen. Puh, über Leonardo da Vinci lässt sich tatsächlich richtig viel finden. Er war ein Suchender, ein Fragender, ein Neugieriger. Außerdem natürlich Maler, Bildhauer, Architekt, Musiker, Mechaniker, Ingenieur, Philosoph, Naturwissenschaftler. Kurz gesagt: Leonardo da Vinci war ein Visionär der Renaissance.

Mein Text soll interessant werden, damit der Leser nicht gelangweilt abschweift und denkt: „Das habe ich bereits unzählige Male gelesen.“ Ich möchte für meinen Text unbedingt einen roten Faden finden, der sich durch die komplette Geschichte zieht.

Soll ich die Story eventuell auf dem Menschen Leonardo aufbauen? Soll ich erläutern, dass er 1452 in eine Zeit des Aufbruchs und der Erneuerung hinein geboren wird - als uneheliches Kind, als Bastard. Das war zur damaligen Zeit übrigens keine Seltenheit und moralisch nicht derart anstößig, wie es das später war. Ja, ich glaube, das sollte ich erwähnen. Ganz sicher hat es bei seiner Entwicklung eine Rolle gespielt, dass sich sein Vater mit dem Fehltritt schwergetan



hat und kein inniges Verhältnis zu Leonardo aufbauen konnte. Ich werde also auf jeden Fall damit beginnen, dass er bei Opa und Onkel aufwächst, dort durch die Natur streift, beobachtet, sinniert und später sagt: „Jede Erkenntnis beginnt mit den Sinnen.“ Und dann darf ich auf keinen Fall unerwähnt lassen, was für ein Künstler Leonardo war. Er hat so vieles angefangen. Welche Kunstwerke sind die bedeutendsten? Lass mich das kurz checken. Ich hole mir schnell noch einen Kaffee...

Oder soll sich der rote Faden meiner Geschichte doch lieber um die Kunst von Leonardo drehen? Damit könnte ich bestimmt aufzeigen, wie der Mensch Leonardo gedacht hat. Für ihn verschwimmen die Grenzen zwischen einzelnen Kunstformen, denn alles wird von der Mathematik beherrscht. Er sieht die Welt als Ganzes, als Schöpfung Gottes. Deshalb hängt für ihn alles zusammen. Und das stellt er nie in Frage. Ich muss hier unbedingt noch erwähnen, dass er für seine anatomischen Studien Leichen sezerte und sie nachts untersuchte. Das galt damals als Gotteslästerung und ihm drohte dafür eine langjährige Gefängnisstrafe. Ich muss hier unbedingt seine Proportionsstudie „Der vitruvianische Mensch“ ins Spiel bringen, die sich mit Symmetrie und Proportionen beschäftigt. (Ich frage mich dennoch, ob man menschliche Schönheit im Jahr 2020 durch Maße, Zahlen, Proportionen so eindeutig definieren kann? Was ist mit der Ausstrahlung, Persönlichkeit, etc.?)

Okay, das will jetzt aber wirklich niemand wissen. Am besten ich konzentriere mich auf den vitruvianischen Menschen... Im Grunde basiert die Idee darauf, dass der aufrecht stehende Mensch sich sowohl in die Geometrie eines Quadrates als auch in die eines Kreises einfügen kann. Auch interessant ist, das eben „dieser“ vitruvianische Mensch ein Mann ist. Für Leonardo ist der Mann das Sinnbild für menschliche Schönheit. Schon verstanden... Wie ich sehe, malte er nur wenige Frauen - am bekanntesten ist natürlich die Mona Lisa. Oh, hier steht, dass manche Wissenschaftler behaupten, dass die Mona Lisa gar keine Frau, sondern Mon Salai darstellt, den Schüler von da Vinci, mit dem er eine eheähnliche Partnerschaft über 20 Jahre führte. Das wäre ein Ding! Wenn man die Buchstaben von Mona Lisa geschickt dreht und wendet, kann dabei am Ende Mon Salai rauskommen. Leonardo, Leonardo, das wäre echt raffiniert!

Andere Idee... Soll der rote Faden Leonardo als Erfinder und Entwickler darstellen? Für ihn ist doch alles eins:

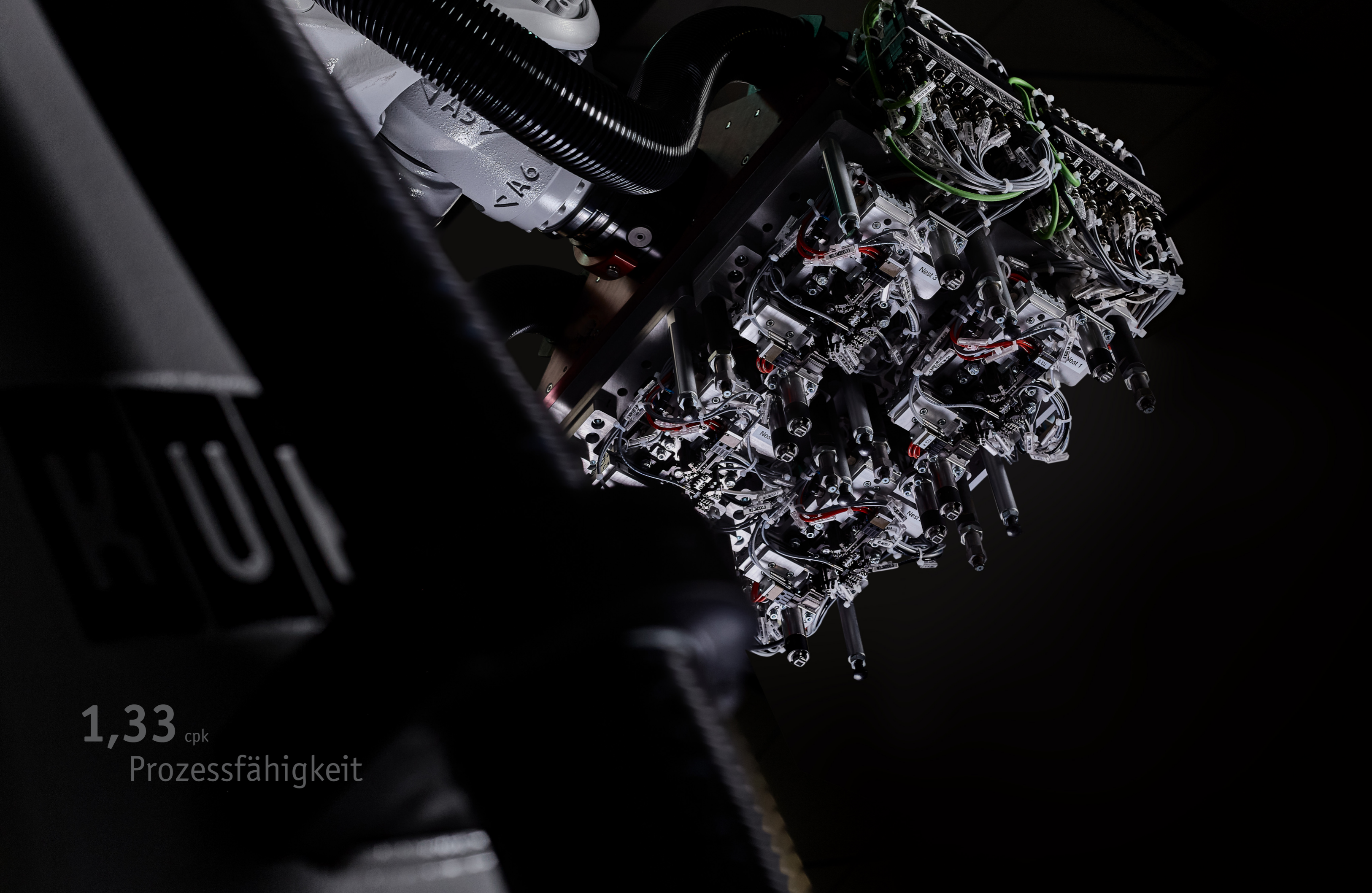
Natur, Naturgesetze, Beobachtungen, Studien, Skizzen, Kunstwerke, Erfindungen, Apparate, Geräte. Das ist noch ein wenig zu chaotisch. Ich muss hier irgendwie eine Ordnung reinbringen. Hilfe! Ich brauche Koffein! Besser.

War es nicht sogar da Vinci, der einst einen selbstfahrenden Wagen und so etwas wie einen Roboter entworfen hat? Das passt in jedem Fall in den Text. Ganz zu schweigen von Leonardos berühmtem Fallschirm, den 500 Jahre später irgendein „Verrückter“ nachgebaut hat und dann aus 3000 Metern Höhe tatsächlich sicher zu Boden segelte. Ich baue in den Text ein, dass Leonardo, wie so vieles andere, auch Vögel beobachtet und erkennt, dass sie ihre Flügel beim Abwärtsschwung spreizen und in der Aufwärtsbewegung anlegen. Durch diverse Studien von Luft- und Wasserströmungen versteht er schließlich die Bedeutung des Luftwiderstandes. Mann, der Typ war wirklich unermüdlich...

Hey, ich habe noch etwas Interessantes gefunden. Neben seinen Kunstwerken fertigte Leonardo da Vinci mehrere Landkarten und Stadtpläne an. Auch hier ist er getrieben von Perfektion und seiner Liebe zum Detail. Um Vermessungen präzise durchführen zu können, entwirft er sogar ein eigenes Messgerät. Es ist ein Handkarren mit einem Trichter, welcher mit Kieselsteinen gefüllt war. Der Verschluss am unteren Ende des Trichters ist über Zahnräder mit den Rädern des Karrens verbunden. Mit jeder Umdrehung öffnet er sich einmal, um genau einen Kieselstein fallen zu lassen. Nach der Ausmessung der Strecke, die mit einer Drehung abgefahren wird, kann man anhand der gezählten Kieselsteine die mit dem Karren zurückgelegte Entfernung berechnen. Wie simpel! Wie genial! Noch eine kleine Kaffeepause und dann kann ich mich langsam an den Text setzen. Ich denke, ich habe genug Stoff zusammen. Jetzt muss ich diesen nur noch zusammenfassen. Dabei muss unbedingt rüberkommen, dass er tausende Skizzen, Notizen, Naturbeobachtungen zurücklässt, als er 1519 stirbt. Leonardo hat leider so was von kein System gehabt, und lässt somit viele angefangene Themen unvollendet liegen. Immer hat er neue Ideen, kann seine Studien aber nie zu einem Werk zusammenfassen. „Zwischen Genie und Wahnsinn“ trifft es also einmal mehr.

So, dann lege ich mal los. Ich denke, so oder ähnlich werde ich es machen.





**1,33** <sub>cpk</sub>  
Prozessfähigkeit

# Auf eine Pfeife mit Hermann Müller

## Heute: Globalisierung

Lieber Herr Müller, wagen wir uns direkt an ein kontroverses Thema: Wie stehen Sie zur Globalisierung?

Die Globalisierung ist im Grunde so alt wie die Menschheit selbst. Doch durch die Digitalisierung hat sie eine neue Dynamik angenommen: Produktion, Handel, Kultur, Wertesysteme und Volkswirtschaften verändern sich grundlegend. Ballungszentren werden voller, ländliche Regionen leerer, Unternehmen agieren global, andere erfinden regionale Kreisläufe neu. Das alles ist Fluch und Segen zugleich.

Beginnen wir mit der schlechten Nachricht: Was ist der größte Fluch der Globalisierung?

Alles ist gläsern und somit manipulierbar. Es gibt keine Chance, sich dem zu entziehen. Gerade im Bereich der industriellen Produktion reicht es nicht mehr aus, sich auf bewährte Wege zu verlassen. Der weltweite Wettbewerbsdruck steigt und Unternehmen müssen umdenken, wenn sie überleben wollen. Die Globalisierung wird als Arbeitsplatzvernichter verschrien und das ist natürlich nicht von der Hand zu weisen: Um wettbewerbsfähig zu bleiben haben in der Vergangenheit viele Unternehmen ihre Produktion in Länder ausgelagert, in denen die Arbeitskraft günstiger ist. In der Zwischenzeit kann man aber noch nicht einmal mehr sagen: Produkte werden hier entwickelt und dort produziert. Einige Länder haben die Kompetenz und die Mittel zu beidem. Deutschland gehört nur noch bedingt dazu.

Und was kann daran nun gut sein?

Dass wir uns dessen bewusst geworden sind. Man muss am System teilnehmen: Die internationalen Absatzmärkte sind eine Chance für den Mittelstand. Die Globalisierung besteht aus komplexen Spielregeln, die es zu verstehen und zu nutzen gilt. Im Mittelpunkt stehen hierbei die Daten. Sie ersetzen Ressourcen bzw. werden zur wichtigsten Währung. Im Moment profitieren höchstens ein paar wenige große Unternehmen der USA davon, die unsere Daten zu Geld machen. Doch wenn wir einmal verstanden haben, dass der Erfolg nicht darin besteht, Wissen zu horten, sondern zu teilen, können alle profitieren. Der Mittelstand muss sich soweit entwickeln, dass er international tauglich ist, sonst kann er an der Globalisierung nicht teilnehmen. Das gelingt nur mit der Bereitschaft, den Technologietransfer zu fördern.

Das heißt Unternehmen sollen Know-how, das sie sich über Jahrzehnte hart erarbeitet haben einfach mit der Welt teilen?

Ganz ehrlich: Es ist die einzige Chance. Gerade die aktuelle Situation hat uns aufgezeigt, wo unsere Grenzen sind. Wussten Sie, dass gerade mal fünf Staaten rund die Hälfte aller weltweit produzierten Güter herstellen? China, USA, Japan, Deutschland und Italien. Die Vision ist, weltweit standortneutral produzieren zu können, indem wir den Wissenstransfer untereinander stärken. So haben wir auch nicht mehr das Problem, dass zum Beispiel ein bestimmtes Medikament nur in einem Land hergestellt wird und die Verfügbarkeit durch dieses gesteuert werden kann. Weg von einer Machtkonzentration hin zu einer neuen Vielfalt.

Das klingt zu schön um wahr zu sein. Wo ist der Haken?

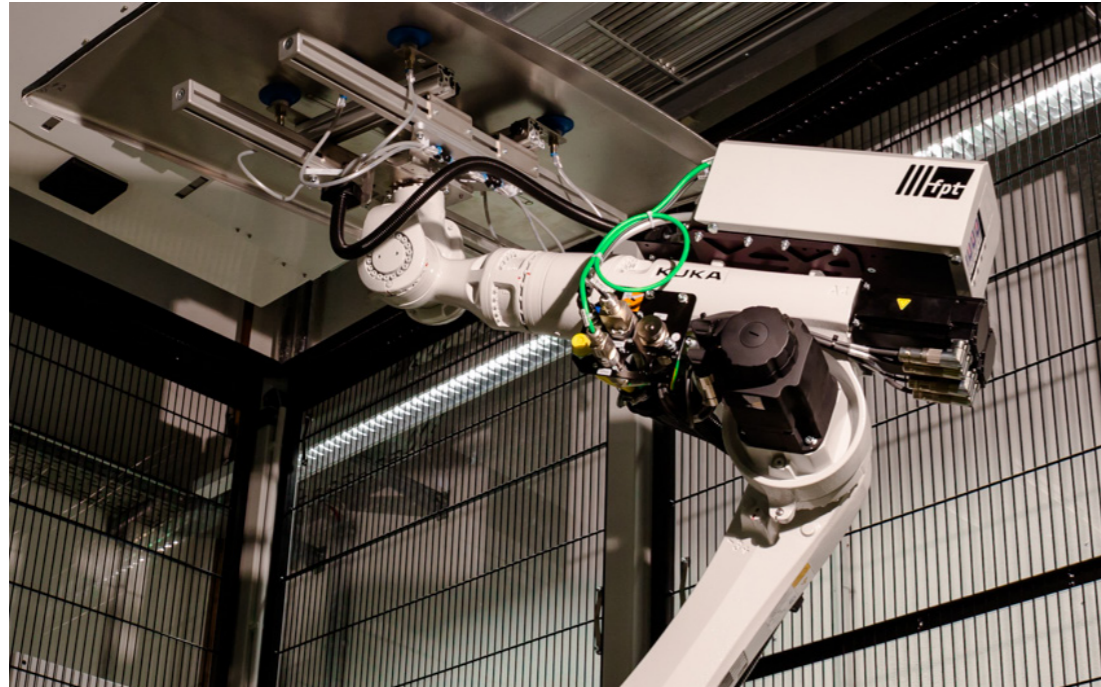
Globalisierung vermag nicht das Ungleichgewicht der Welt und alle Missstände aufzuheben. Zumindest nicht in absehbarer Zeit. Solange die Arbeitskraft weniger kostet als die Automatisierung, wird die Produktion immer in Ländern mit Niedrigstlöhnen stattfinden. Aber das Potenzial, diese Ungleichheit zu harmonisieren ist enorm. Je höher die Verfügbarkeit von ein und demselben Produkt auf der ganze Welt ist, desto günstiger und somit auch zugänglicher wird dieses Produkt – für alle. Automatisierung ist skalierbar und sie macht keine Fehler. Die Globalisierung wird somit zur Dezentralisierung, was nebenbei bemerkt auch aus Umweltschutzaspekten zuträglich wäre.

Wie schaffen wir das?

Die Gesellschaft muss umdenken in neue Berufe. In Tätigkeiten, die animieren. Die Menschen sollen fröhlich und geistreich anstatt produktiv sein. Das können die Maschinen übernehmen. Direkt gesagt: Je mehr wir automatisieren, desto mehr müssen sich Menschen mit anderen Dingen beschäftigen. Und das ist gut so. Denn je diverser ein Land aufgestellt ist, desto robuster ist es. Wir sollten uns auf unsere eigenen Stärken konzentrieren und ein weltweites Netzwerk aus starken Partnern bilden. Die Digitalisierung macht eine transparente Ressourcenplanung möglich. Idealerweise produzieren wir die Dinge dort, wo die Expertise dafür da ist und wo die Produkte gebraucht werden. Wir bündeln Kompetenzen und verteilen sie zugleich. Das spart Wege und Ressourcen und führt zu einer neuen, zukunftsweisenden Globalkultur.

kw





## Erforscht

### Inkjetdruck auf 3D-Objekte

**D**as Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS beauftragte uns mit der Automatisierung ihrer Versuchsreihen für die anwendungsorientierte Forschung im Bereich der gedruckten Elektronik auf beliebige 3D-Objekte. Damit verschiedene Versuchsreihen innerhalb kurzer Zeitintervalle durchgeführt werden können, sollte das Layout einfach und schnell modifizierbar sein.

**Die Herausforderung:** Die robotergestützte Objektführung für das Bedrucken einzelner 3D-Objekte sowie eine schnelle, flexible Anpassung des Versuchsaufbaus für kurzfristig anfallende Forschungsarbeiten.

**Die Lösung:** Ein modulares Zellenkonzept mit Sechschachs-Roboter (Plug-and-Play), welcher innerhalb dessen frei verschiebbar ist.

**Projektzeitraum:** Oktober 2019 bis April 2020



„Innovationen entstehen, wenn neue Freiheitsgrade geschaffen werden. Mit der Möglichkeit, einen Roboter frei in einer Zelle zu positionieren, ist solch ein Freiheitsgrad geschaffen geworden.“

Dr. Ralf Zichner

Abteilungsleitung Printed Functionalities am Fraunhofer ENAS



Foto oben: © Christian Zeiner, Fraunhofer ENAS, Foto unten: © Fraunhofer ENAS



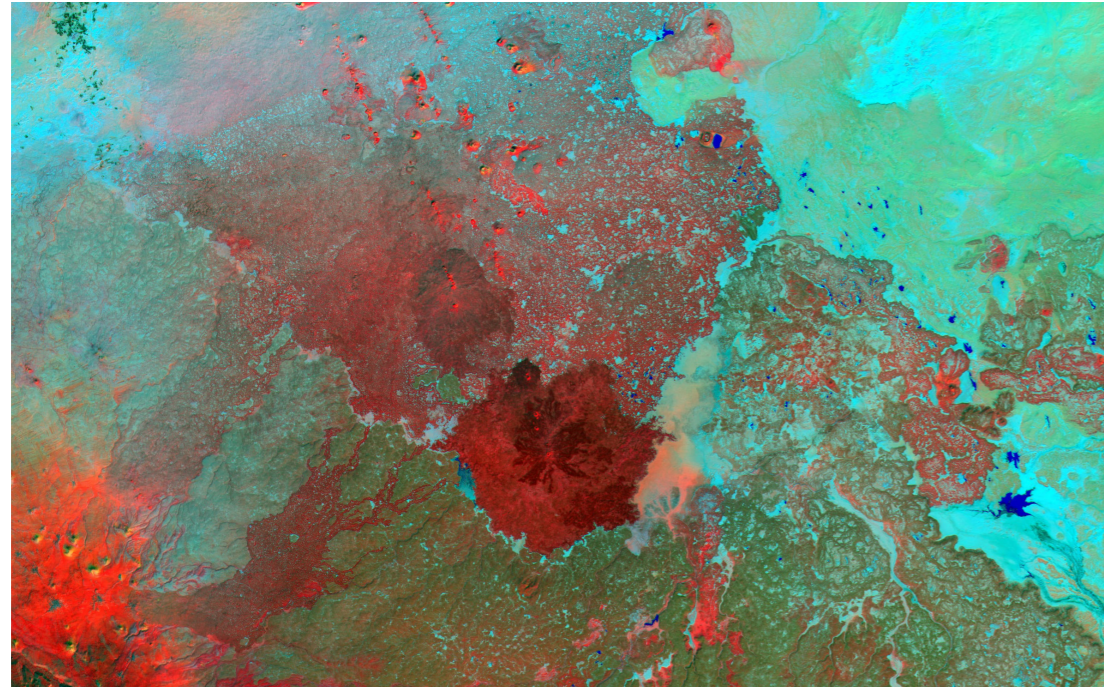
## Erfahren

### Danke für 35 Jahre bei fpt Robotik

**E**in Unternehmen lebt von begeisterungsfähigen Menschen, die mit viel Engagement ihren Teil zum Erfolg beitragen. Dabei sind zwei Dinge essenziell: Sie zu finden und sie zu halten. Wenn ein Mitarbeiter in unserem Unternehmen 35 Jahre sein Bestes gibt, dann haben wir allen Grund stolz zu sein. Wenn sogar die nächste Generation den gleichen Weg einschlägt, ist das die höchste Anerkennung.

Helmut Hofer gehört definitiv zu unseren „Dienstältesten“. Das sieht man ihm zwar nicht an, aber es zeigt sich in seiner versierten Arbeitsweise und einem enormen Fachwissen. Drei Jahre nach der Firmengründung begann seine Karriere bei fpt Robotik. Das damalige Team: Eine Sekretärin, ein Elektriker, zwei

Maschinenschlosser und sechs Werkzeugmacher. „Wir waren eine kleine Truppe, die damals schon toll zusammengearbeitet hat – wie heute, auch wenn wir um einiges gewachsen sind“, erinnert sich Helmut zurück. Seitdem hat sich vieles getan, wozu er einen maßgeblichen Beitrag geleistet hat: „Die Entwicklung von fpt ist recht einfach zu beschreiben: Ausgehend vom Formenbau, über neue Entwicklungen im Bereich Handling, hin zu Portalrobotern, Roboterzellen und schließlich der Zusammenarbeit mit großen Partnern hat sich im Laufe der Zeit ein innovatives, mittelständisches Unternehmen im Automatisierungssektor entwickelt.“ Vielen Dank, lieber Helmut, für dein Engagement und alles Gute für deinen wohlverdienten Ruhestand. Du hast den Dreh raus!



Wüstenlandschaft in Palmira (Syrien)

## Kunst & Natur

*Natur und Kunst, sie scheinen sich zu fliehen,  
Und haben sich, eh' man es denkt, gefunden;  
Der Widerwille ist auch mir verschwunden,  
Und beide scheinen gleich mich anzuziehen.  
Es gilt wohl nur ein redliches Bemühen!  
Und wenn wir erst in abgemeßnen Stunden  
Mit Geist und Fleiß uns an die Kunst gebunden,  
Mag frei Natur im Herzen wieder glühen.  
So ist's mit aller Bildung auch beschaffen:  
Vergebens werden ungebundne Geister  
Nach der Vollendung reiner Höhe streben.  
Wer Großes will, muß sich zusammen raffen;  
In der Beschränkung zeigt sich erst der Meister,  
Und das Gesetz nur kann uns Freiheit geben.*

JOHANN WOLFGANG VON GOETHE

Seit Jahrhunderten ist die Natur Lehrerin der Künste.  
„Natur“ ist deshalb das Thema unserer nächsten Ausgabe.  
Was wäre naheliegender bei unserem Firmensitz im wunderschönen Allgäu?  
Sie dürfen gespannt sein.

# Impressum

**Herausgeber:**

fpt Robotik GmbH & Co. KG  
Schattbucher Straße 10  
88279 Amtzell

**Ausgabe:**

1

**Erscheinungstermin:**

21. April 2021

**Redaktionsleitung:**

Katja Welte // [www.wortevonwelte.de](http://www.wortevonwelte.de)  
Jonas Schuler // Marketing fpt Robotik

**Weitere Mitarbeiter dieser Ausgabe:**

Barbara Farkas-Rist,  
Susanne Fiedler, Dirk Grupe,  
Jens Kuntzemüller, Philip Mayer

**Rechte, Nutzung, Copyright:**

Alle Rechte liegen bei  
fpt Robotik GmbH & Co. KG.  
Auszug und Vervielfältigung  
nur mit schriftlicher Genehmigung.  
Verantwortlich für den Inhalt  
nach § 8 Abs. 2 PresseG BW ist der  
oben genannte Herausgeber.

**Bildmaterial:**

Adobe Stock, fpt Robotik, Fraunhofer ENAS,  
KUKA, R. Rasemann, SSI Schäfer, Unsplash

**Titelbild:**

fpt Robotik unter Verwendung des Werkes  
„Michelangelos Blau“ von Manfred Scharpf, 2020

**Technik gibt es auch online!**

Besuchen Sie uns unter: [www.fpt.de/technik](http://www.fpt.de/technik)

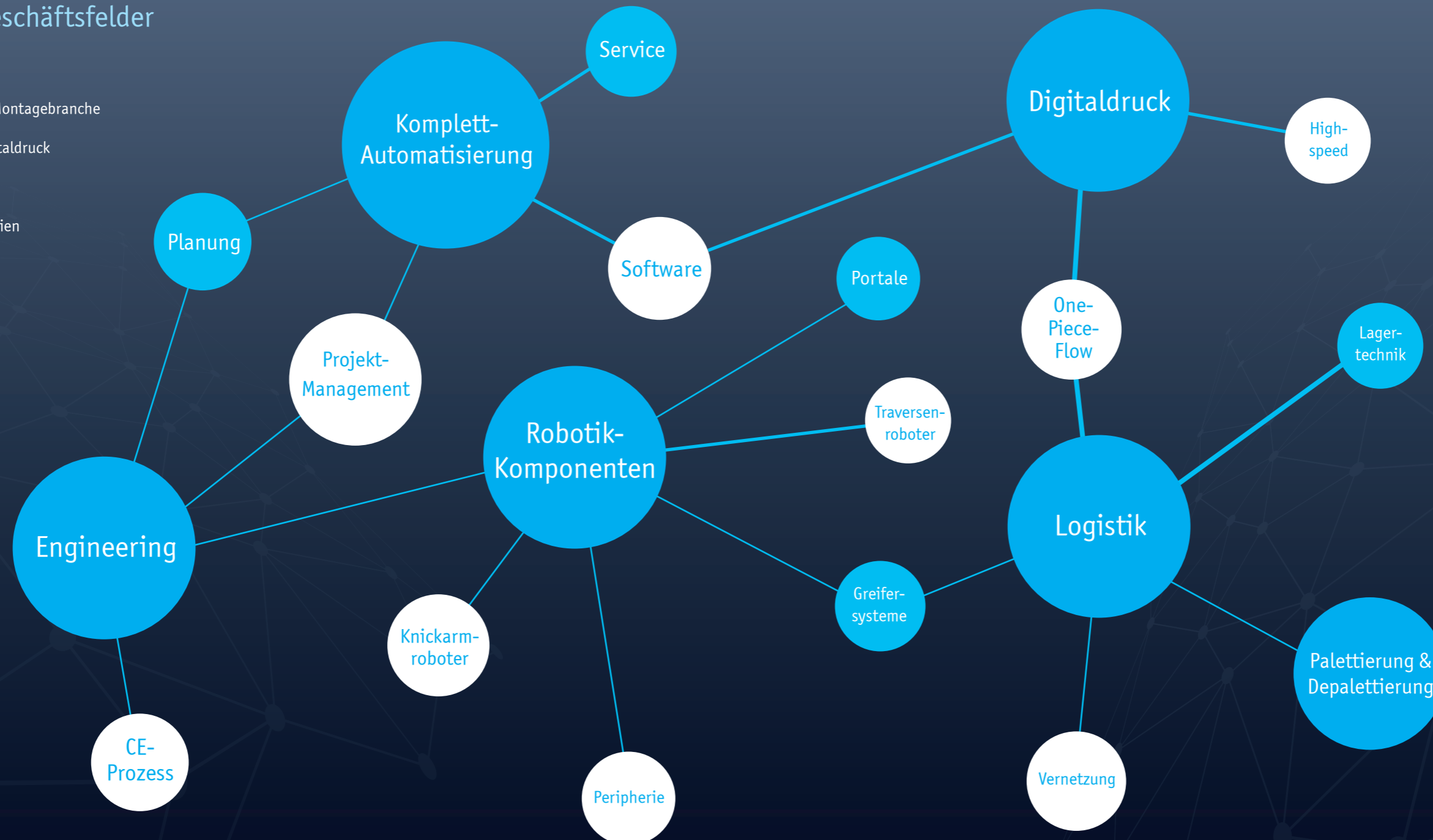


## „Pure Vernunft darf niemals siegen!“

Neue Wege gehen, Bewährtes hinterfragen, Visionen leben. Mit einer Kombination aus kreativem Erfindergeist und einer ausgeprägten technischen Expertise definieren wir immer wieder neu **what robotics can be**. Das Ergebnis: Automatisierungssysteme, die der industriellen Digitalisierung weit voraus sind – flexibel, wirtschaftlich, ganzheitlich. Zugegeben, vernünftig sind wir dabei nicht immer – aber unsere Lösungen sind es. Garantiert.

### Unsere Geschäftsfelder

- Intralogistik
- Kunststoff- und Montagebranche
- Industrieller Digitaldruck
- Verpackung
- Prozesstechnologien



#### Kontakt

Telefon: +49 7520 95 13-0  
E-Mail: [robotik@fpt.de](mailto:robotik@fpt.de)  
[www.fpt.de](http://www.fpt.de)

