

vernetzt

Das Innovationsmagazin von Bayern Innovativ | 2023-01

Richtungsweisend

PER ANHALTER IN DIE ZUKUNFT

Wie sich unsere Mobilität verändert

VOLLE KRAFT VORAUSS

Erneuerbare Energien treiben
die Energiewende an

KLEINE URSACHE – GROSSE WIRKUNG

Wege zur klimaneutralen Produktion

P4-MEDIZIN

Auf den Menschen zugeschnitten

DIGITAL, NACHHALTIG, DIVERS

Wie wir in der Zukunft arbeiten





bayern
innovativ

Mehr Licht!

Für eine gute Idee steht das Symbol einer Glühbirne. Welches Symbol kann dann für aktives Innovations-, Transfer- und Wissensmanagement stehen? Für Bayern Innovativ, das Unternehmen in Bayern, das Ideen wahr werden lässt und neue Impulse setzt? In unseren Augen ist es der Leuchtturm. Er ist auch das Bild unserer aktuellen Kommunikationskampagne, mit der wir uns an Unternehmen, Institutionen und alle Innovationstreibenden richten. Der Turm, das Signalfeuhr mitten in Bayerns Landschaft. Etwas dramatisch? Ja; und das mit Absicht. Wir senden unser Signal in den Freistaat – zeigen Präsenz und bieten an, uns als Anlaufstelle und Lotse zu nutzen. Das ist es, was Leuchttürme machen – und auch wir.

Diese Ausgabe „vernetzt“ steht ganz im Zeichen des Richtungsweisens: Wir lotsen Ihnen den Weg in eine Stadt der Zukunft. Unser Projekt „Trendstadt“ ist ein einzigartiger Trend- und Technologiereport, der Sie erleben lässt, wie wir leben könnten, wenn Schlüsseltechnologien und Themen wie „Quanten“, „Nachhaltigkeit“ oder „3D-Druck“ etabliert sind. Erfahren Sie, was klimaneutrale Produktion, autonomes Fahren oder 4P-Medizin Wegweisendes leisten können. Als Anlaufstelle für die Expertinnen und Experten verschiedenster Branchen liefern wir Ihnen die Zukunftsthemen aus Energie, Mobilität und Gesundheit. Und natürlich stellen wir Ihnen einige unserer Leuchtturmwärterinnen und -wärter vor. Im Interview berichtet der Bayern Innovativ Transformationslotse Dirk Maaß, wie er in Unternehmen den Wandel befähigt, wie er gemeinsam mit ihnen sicher in eine neue Richtung geht.

Ich kann mit Stolz sagen: Bayern Innovativ ist unser Leuchtturm. Und gemeinsam mit Ihnen lassen wir Bayerns Zukunft strahlen! Danke dafür – und nun viele erhellende Momente mit dem Magazin.

Ihr Leuchtturmwärter



Dr. Rainer Seßner
Geschäftsführer Bayern Innovativ

*Unseren Leuchtturm können Sie auch digital besuchen:
<https://leuchtturmbayern.de>*



BEREIT FÜR DIE ZUKUNFT ... SEITE 42

Die Entwicklung bahnbrechender Zukunftstechnologien gleicht oft einem Aufbruch ins Ungewisse. Denn selbst hervorragende Ideen können scheitern.

” Bei vielen Unternehmen
hat der Wecker
laut geklingelt!

Interview mit dem Transformations-
lotsen Dirk Maaß ... SEITE 64



6	FLASH	Neues aus dem Thinknet Bayern
8	MOBILITÄT	Per Anhalter in die Zukunft Wie sich unsere Mobilität verändert
14	Einfach mal zurücklehnen	Die Zukunft des autonomen Fahrens
18	ENERGIE	Volle Kraft voraus Erneuerbare Energien treiben die Energiewende an
22	Eiskalt erwischt	Keine Energiewende ohne Wärmewende
24	MATERIAL & PRODUKTION	Kleine Ursache – große Wirkung Wege zur klimaneutralen Produktion
26	Schneller ans Ziel	Wie KI und Quantencomputing die Materialentwicklung verändern
28	GESUNDHEIT	P4-Medizin Auf den Menschen zugeschnitten
32	Technische Innovationen können keine Menschen ersetzen ...	Interview Prof. Dietmar Wolff
34	DIGITALISIERUNG	Digital, nachhaltig, divers Wie wir in der Zukunft arbeiten
38	Wenn sich Städte selbst ernähren	Vertical Farming
.....		
42	BEREIT FÜR DIE ZUKUNFT	Die Reise ins Ungewisse kann gelingen
.....		
52	TECHNOLOGIE- UND INNOVATIONS-MANAGEMENT	Ein Tag in der Stadt der Zukunft Trendstadt
56	Der Zukunft auf der Spur	Innovationsmanagement mit Szenarioanalyse
60	EUROPA	Innovation hört nicht an Ländergrenzen auf Wie man mit Trend- und Technologiescouting neue Märkte erschließt
62	START-UPS	Das nächste große Ding? Metaverse – viele Chancen auch für Start-ups
64	TRANSFORMATIONSLOTSE	Bei vielen Unternehmen hat der Wecker laut geklingelt Interview mit dem Transformationslotsen Dirk Maaß
66	KULTUR- UND KREATIVWIRTSCHAFT	Eine unterschätzte Partnerschaft Kultur und Innovation
70	TERMINE 2023	
71	IMPRESSUM	





Neues Energieeffizienznetzwerk gestartet

Gemeinsam Energie sparen

In den 2015 gestarteten BEEN-i-Netzwerken – kurz für Bayerische EnergieEffizienz-Netzwerk-Initiative – tauschen sich mittlerweile rund 600 Unternehmen unterschiedlichster Branchen aus, um gemeinsam Energieeffizienzpotenziale zu heben. Das im Frühjahr 2023 gestartete BEEN-i-Netzwerk Brauereien und Molkereien richtet sich speziell an Vertreter dieser traditionsreichen Handwerke, die die Herausforderungen der Dekarbonisierung, Digitalisierung und steigender Energiepreise gemeinsam angehen wollen. Die Teilnehmer aus den Bereichen Brauwirtschaft, Lebensmitteltechnologie und Anlagenbau profitieren vom Erfahrungsaustausch und setzen innovative Projekte im eigenen Betrieb um. Bundesweit beläuft sich die durchschnittliche Energieersparnis je Netzwerk auf über 30 GWh Endenergie pro Jahr. Bayern Innovativ ist die Netzwerk-Koordinierungsstelle für Bayern.

Mehr Informationen:

www.bayern-innovativ.de/de/veranstaltung/energiekostenoptimierung-im-netzwerk-brauereien-und-molkereien



kommunal digital

Gewinnerprojekte des Wettbewerbs

Kommunal? Digital! in der Umsetzungsphase

Kommunen werden digital

Seit Juli 2021 stehen die zehn Gewinner des vom Bayerischen Staatsministerium für Digitales ins Leben gerufenen Ideenwettbewerbs „Kommunal? Digital!“ fest. Ziel des Wettbewerbs ist, digitale Lösungen mit Modellcharakter zu identifizieren, die von anderen Kommunen übernommen werden können. Noch bis März 2024 haben die zehn ausgezeichneten Kommunen Zeit, ihre Projekte umzusetzen, wie „Digitales Klimamanagement“, das KI-gestützte Warnsysteme zur Reaktion auf Klimaextreme wie Starkregen, Trockenheit und Hitze nutzt, die Onlineplattform „Rent a Bauhof“ zum Ausleihen von kommunalen Gerätschaften oder die „offene urbane Plattform für digitales Energiemanagement“. Die Förderung beläuft sich auf insgesamt über vier Millionen Euro. Bayern Innovativ betreut das Förderprogramm und unterstützt die Kommunen während der Umsetzungsphase.

Mehr Infos zu den Projekten:

<https://kommunal-digital.bayern>



Ladeinfrastruktur

Förderprogramm für E-Ladesäulen verlängert

Mit dem Förderprogramm „Öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern 2.0“ investiert der Freistaat massiv in den Ausbau der Ladeinfrastruktur. Noch bis 30. Juni 2023 können Anträge für den dritten Aufruf des Programms gestellt werden. Die Fördersumme wurde 2023 auf 8 Millionen Euro aufgestockt. Antragsberechtigt sind natürliche und juristische Personen, insbesondere auch Kommunen und Landkreise. Gefördert werden sowohl die Errichtung neuer Ladepunkte als auch die Aufrüstung und Ertüchtigung bestehender Ladeinfrastrukturen. Bayern Innovativ ist bereits seit 2017 Projektträger des Förderprogramms „Öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Bayern“. In dieser Zeit konnten bereits über 1.200 Förderanträge und mehr als 5.500 Ladepunkte bewilligt werden.

Alle Infos zur Antragstellung:

www.bayern-innovativ.de/de/foerderprogramm-ladeinfrastruktur-2-0

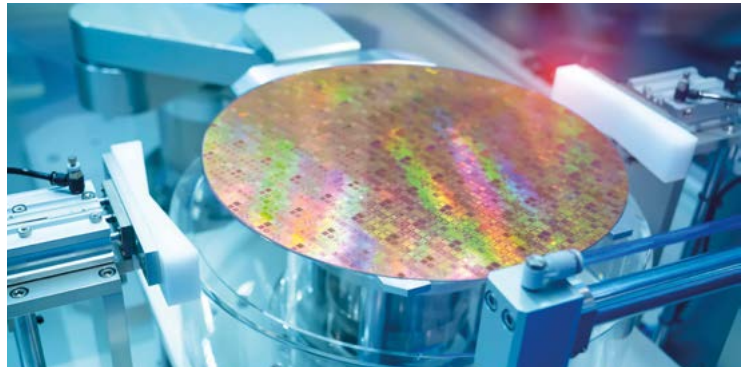


Studie zur Gesundheitsbranche

Daten als Standortfaktor

Mittels Big Data können bessere, individuell und bevölkerungsspezifisch passgenauere und wirksamere Produkte entwickelt werden. Zudem tragen Gesundheitsdaten auch zu einer Steigerung der Entwicklungsgeschwindigkeit und Senkung der Entwicklungskosten bei. Dies betrifft die Branchen Biotechnologie, Pharmazie, Diagnostik, Medizintechnik und Digitale Gesundheit gleichermaßen, wobei die Digitalisierung sowie datengetriebene, personalisierte und ganzheitlichere Ansätze diese Sektorengrenzen partiell aufweichen. Die von Bayern Innovativ und Partnern herausgegebene Studie „Standortfaktor Gesundheitsdaten“ zeigt auf, welchen Stellenwert Gesundheitsdaten für die industrielle Gesundheitswirtschaft haben.

Mehr Infos und Download:
www.bayern-innovativ.de/de/seite/standortfaktor-gesundheitsdaten



Bavarian Chips Alliance

Kompetenzlandkarte für das Halbleiter-Ecosystem

Die Kompetenzlandkarte des im Sommer 2022 gestarteten Netzwerks „Bavarian Chips Alliance“ informiert über Halbleiter-Kompetenzen in Bayern und ermöglicht schnell und übersichtlich, geeignete Partner aus Industrie und Forschung zu finden. Interessierte Akteure können unkompliziert ein Profil erstellen und ihre Sichtbarkeit verbessern.

Zur Karte:
www.bayern-innovativ.de/de/seite/bavarian-chips-alliance-kompetenzen



Digitalplan Bayern verabschiedet

Strategie für die digitale Transformation

Der im März 2023 verabschiedete Digitalplan Bayern ist die Strategie aller bayerischen Ministerien und der Fahrplan für die digitale Transformation in Bayern. Die beteiligten Expertinnen und Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft haben rund 200 Maßnahmen in sieben Handlungsfeldern – „Leitprinzipien, Daten, Infrastruktur, Gesellschaft, Lebensräume, Wertschöpfung und Staat“ – erarbeitet. Zu den Schwerpunkten zählen digitale Bildung und Teilhabe, die Schaffung der Grundlagen für eine neue und offene Datenkultur sowie der Einsatz neuer Technologien wie Künstlicher Intelligenz für den Klimaschutz. Bayern Innovativ hat die Strategieentwicklung unter anderem mit der Durchführung des Beteiligungsprozesses unterstützt und wirkt zukünftig bei Monitoring und Evaluation des Digitalplans mit.

Alle Infos zum Digitalplan Bayern:
<https://digitalplan.bayern>



Zukunftsfonds Automobilindustrie

Transformations-Hubs für die Automobilindustrie

Mit dem Zukunftsfonds Automobilindustrie stellt der Bund seit 2021 Mittel in Höhe von 1 Milliarde Euro für die Transformation der Branche bereit. Wichtiger Bestandteil des Fonds ist der Aufbau mehrerer Transformationshubs in denjenigen Wertschöpfungsketten und Themenschwerpunkten, die die Branche besonders prägen. Bayern Innovativ ist als Partner an drei Transformations-Hubs beteiligt. Der Hub „InSuM“ – Interior-Hub for Sustainable Mobility – analysiert Megatrends wie das autonome Fahren mit Blick auf den Fahrzeuginnenraum der Zukunft. Der Hub „Scale-up E-Drive“ unterstützt kleine und mittlere Unternehmen bei ihren Transformationsprozessen im elektrischen Fahrzeug-Antriebsstrang. Der Hub „Leitungssatz“ wiederum verbindet Forschungsergebnisse mit den Praxisbedarfen der Leitungssatzbranche. Dabei erfasst ein Ende-zu-Ende-Transfermodell die Bedarfe der Unternehmen und begleitet sie Schritt für Schritt bis zur Implementierung von Leuchttürmen.

Weitere Infos:
www.bayern-innovativ.de/de/seite/transformations-hub-leitungssatz



A blurred car driving on a highway under a blue sky with clouds.

WIE SICH UNSERE MOBILITÄT VERÄNDERT

Per Anhalter in die Zukunft



Menschen werden sich künftig völlig anders fortbewegen. Und die Automobilindustrie wird sich entsprechend neu aufstellen. Also Daumen raus und den Weitblick auf das schärfen, was kommen wird.

TEXT PAUL KHO, FACHJOURNALIST MOBILITÄT



Du drehst den Zündschlüssel um, und der 6-Zylinder springt mit einem vertrauten wohlklingenden Blubbern an. Bei der Fahrt aus der Garage hakt das Getriebe etwas beim Rückwärtsgang, und es erfordert auf den ersten Kilometern viel Feingefühl beim Schalten. Doch wenn das Öl bei niedertouriger Drehzahl dann endlich seine Temperatur erreicht hat, jede Kurve ohne Servolenkung gefahren wird und man die unmittelbare Verbundenheit von Straße-Motor-Lenkrad spürt – ist mit einem Oldtimer jeder Kilometer ein pures Vergnügen! Heilig's Blechle – noch sieht sie für viele Menschen so aus, die wahre Freude am Fahren. Und dann, in der Zukunft: Wird sie so sein, wie im Science-Fiction-Filmklassiker *Das fünfte Element*? Rasant unterwegs in vertikalen Ebenen mit einem klobig-gelben Retro-Taxi in den Hochhausschluchten von New York?

Neue Sphären des Transports

Mit immer konkreteren Szenarien beschreiben Automobilbauer, Zukunftsforscher und Verkehrsplaner gesellschaftliche Trends, neue Fahrzeugkonzepte und neue Antriebsformen. Immer weiter weg vom Verbrenner drängen die Hersteller in neue Sphären des Transports vor. Und immer klarer wird ihre Vision, wie sich die Menschen künftig fortbewegen werden.

Nikolai Ardey, Leiter Innovation bei der Volkswagen Group, prognostiziert eine CO₂-neutrale Welt mit smarter Energieversorgung, voll vernetzter Mobilität und flächendeckender Verfügbarkeit des autonomen Fahrens. Seine Vision ist ein vollständig integriertes Mobilitätssystem mit einem Mix aus Mikromobilität, Robotaxis, öffentlichem Nahverkehr und

individueller Mobilität. Ampelkreuzungen sind Vergangenheit, Autos parken sich selbst in vertikaler Anordnung, und Städte werden leiser.

Monika Dernaï, Teamleiterin Urbane Mobilität der BMW Group, propagiert ein besseres Leben in den Städten durch intelligentes Verkehrsmanagement mittels digitaler Lösungen. On-Demand-Angebote wie Carsharing, E-Scooter-Sharing oder Ridepooling schließen die Angebotslücke zwischen dem eigenen Auto und dem öffentlichen Verkehr. Mobilitätshubs verbinden die Städte mit dem Umland. So soll der öffentliche Raum in den urbanen Zentren lebenswerter gestaltet werden.

Ähnlich klingt es bei Marianne Reeb, die bei der Mercedes-Benz Group die Trend- und Zukunftsforschung leitet. Für sie ist die gemeinsame Nutzung von Stadträumen ein Schlüsselaspekt der künftigen Mobilität. Fahren Autos autonom und sind sie mit der Umwelt vernetzt, können alle Teilnehmer die Verkehrswege gemeinsam und sicher nutzen – egal ob mit Leihfahrrad, Shuttle oder Seilbahn. Öffentliche Verkehrsmittel stehen für Reeb künftig stärker im Fokus. Mobility Hubs können für den nahtlosen Übergang von einem Verkehrsmittel zum anderen sorgen. Zudem übernehmen Autos mit ihrer hohen Rechenkapazität Infrastrukturaufgaben – beispielsweise, um per Kamera Verkehrsprobleme an die Straßenmeisterei zu melden.

Interessant ist in diesem Zusammenhang auch der Blick des Zukunftsforschers Matthias Horx auf die Mobilität im Jahr 2050. Seiner Ansicht nach folgt die moderne Zivilisation mehr und mehr einer nomadischen Kultur. Die Menschen seien aufgrund der Globalisierung „on the move“. Die Mobilität werde sich den flexiblen Lebensformen und wandelnden

„Das Ende der Rush Hour steht bevor, wenn sich flexiblere und virtuelle Arbeitsformen durchsetzen.“

Matthias Horx
Zukunftsforscher



Um effizienter und auch nachhaltiger zu werden, muss die Mobilität andere Wege gehen. Dies erfordert neue Verhaltensweisen, eine ganzheitliche Betrachtungsweise und digitale Kompetenzen. Damit entsteht ein enormes Innovationspotenzial.

Jennifer Reinz-Zettler
Leiterin Mobilität Bayern Innovativ

Lebensphasen sowie einer veränderten Arbeitswelt anpassen. Als großen Trend der urbanen Entwicklung sieht Horx die 15-Minuten-Stadt, in der alle wichtigen Punkte wie Arbeit, Park, Krankenhaus, Markt und Behörden im Radius kurzer Wege liegen. „Wenn sich die Rhythmik der Nine-to-Five-Arbeitswelt verändert und sich flexiblere und virtuelle Arbeitsformen durchsetzen, steht das Ende der Rush Hour bevor“, so eine Zukunftsvision des Zukunftsinstitut-Gründers.

„Eine neue Art der Mobilität erfordert nicht nur neue Fahrzeuge, sondern eine neue Art des Denkens“, betonte der Präsident der Toyota Motor Corporation Akio Toyoda bereits auf der Tokyo Motor Show 2017. Heißt: Wenn die Mobilität dem neuen Nomadentum der Menschen Rechnung tragen soll, das durch Faktoren wie die zunehmende Digitalisierung, globale Vernetzung, Remote- und Telearbeit und die Veränderung der Lebensstile angetrieben wird, dann geht es nicht mehr darum, womit, sondern wie man am besten fährt, um den nächsten Punkt zu erreichen. Dieser Herausforderung müssen alle Akteure der Automobilindustrie folgen. Entsprechend soll Toyodas Nachfolger Koji Sato den Toyota-Konzern in ein Mobilitätsunternehmen umwandeln und eine Elektrostrategie umsetzen.

Vielfaltsdilemma oder Komfortzone?

Ergänzend zu diesen Mobilitätsszenarien gewichtet die von Bayern Innovativ gemeinsam mit dem KI-Plattform-Anbieter Itonics herausgegebene Studie „2030 – Automobilindustrie in Bayern“ rund 100

Einflussfaktoren und 24 daraus abgeleitete Schlüsselfaktoren nach politischen, technologischen, ökologischen sowie ökonomischen und soziokulturellen Gesichtspunkten. Daraus leitet die Studie vier mögliche Zukunftsbilder für die Automobilindustrie ab.

Das „Vielfaltsdilemma“ geht davon aus, dass die Mobilität künftig stark ausdifferenziert ist. Unterschiedliche Mobilitätsträger werden je nach Anlass genutzt und miteinander kombiniert. Die Automobilhersteller sind dadurch mit hohen Anforderungen konfrontiert.

Das „Szenario „Inkrementeller Wandel“ erwartet, dass traditionelle Antriebe durch elektrische Antriebe ersetzt werden und Automobilhersteller ihre Angebote durch digitale Geschäftsmodelle ergänzen. Digitale Angebote wie „Shopping-while-Driving“ oder „Working-while-Driving“ dominieren die Nutzung des Autos.

Im Szenario „Software-Dominanz“ bestimmen Software-Unternehmen mit innovativen Dienstleistungen die individuelle Mobilität. Die Nutzung von Automobilen als Serviceplattform steigt dadurch stark an. Das Auto wird zur Hardware, die ohne die entsprechende Software nur noch wenig Mehrwert bietet. OEMs werden damit zu Zulieferern der „Hardware“ Automobil. E-Fahrzeuge finden eine weite Verbreitung – auch als Energielieferant.

Im Szenario „Komfortzone“ bleibt das Auto das prägnante Statussymbol, das der eigenen Individualität Ausdruck verleiht. Weltweit werden mehr Autos nach-

gefragt, und die Infrastruktur wird an die Bedürfnisse angepasst. Regelmäßige Softwareupdates erhöhen den Spaß am Fahrzeug. Das Szenario beschreibt aber auch die Gefahr, dass aus der Komfortzone tiefgreifende Veränderungen hin zu einer werteorientierten Gesellschaft verkannt werden.

Die Stadt von übermorgen

Welche Trends prägen die urbane Zukunft? Und wie gelingt eine Annäherung an das Übermorgen auf lokaler Ebene? Interessante Denkanstöße gibt die Publikation „Stadt von übermorgen“ des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR). Mit Blick auf die Mobilitätswende erwartet die Studie, dass durch die geringere Inanspruchnahme für den Verkehr im Stadtraum neue Potenziale für Begrünung, Begegnung und alternative Nutzungsformen entstehen. Das eigene Fahrzeug wird der Studie zufolge in urbanen Zentren eine immer geringere Rolle spielen. „Entscheidend ist das Mobilitätsversprechen eines Ortes!“, so die Autoren. Durch die digitale Vernetzung und die Bereitstellung von Echtzeitdaten ließen sich einzelne Mobilitätsanbieter und -services einfacher zu multimodalen Services verknüpfen.

Bereits heute sind in urbanen Räumen Shared-Mobility-Konzepte auf dem Vormarsch. Das von Bayern Innovativ unterstützte Projekt eHUBS hat sich zum Ziel gesetzt, den Verkehr mit einem höheren Anteil an geteilter und elektrischer Mobilität umweltfreundlicher und effizienter zu gestalten. Als Modellstädte die-

nen Kempten, Amsterdam, Manchester, Nijmegen sowie Leuven und Dreux. Die Erfahrungen mit den eHUBS, an denen verschiedene nachhaltige E-Fahrzeuge wie E-Bikes, E-Cargo-Bikes, E-Scooter und E-Cars zur gemeinsamen Nutzung bereitstehen, sollen später auf andere Städte übertragbar sein.

Ziel des Projekts PLIMOS – kurz für Planung intermodaler Mobilitätsangebote basierend auf 3D-Stadtmodellen – ist es, innovative Mobilitätsangebote in bestehende Mobilitätsstrukturen einzubetten. Im digitalen Zwilling der oberbayerischen Gemeinde Grafing fährt dazu seit Oktober 2022 ein autonomer E-Shuttle-Bus in einem virtuellen Testfeld. Da vollautonome Fahrzeuge bislang nicht im realen Verkehr erprobt werden können, ermöglicht das Gemeinschaftsprojekt der Unternehmen DB Regio Bus, 3D Mapping Solutions, CADFEM, virtualcitysystems und der TU München, im virtuellen Raum mögliche Entflechtungen des Verkehrs aufzudecken.

Kempten, Amsterdam, Münchens Vorort Grafing oder andere Dörfer und Städte: Der Blick der Verkehrsplaner richtet sich auf intelligente Quartiere, in denen das Zusammenspiel von Menschen, Ge-

bäuden, Dienstleistungen, Mobilität und Elektrizität nicht mehr als separierte und in sich geschlossene Teile betrachtet werden, sondern als Ganzes. Dort bedeutet Mobilität soziale Teilhabe, Lebensqualität und individuelle Freiheit. Mobilität in intelligenten Quartieren wird stark auf Kooperationen von Immobilienwirtschaft, öffentlichen Verkehrsbetrieben und Industriepartnern aufbauen. Ziel ist, urbanes Wachstum vom Verkehrswachstum zu entkoppeln und mehr verkehrsfreien Stadtraum zu schaffen, ohne den Zugang zur individuellen Mobilität einzuschränken.

Reisen per Anhalter

Risiko oder Chance? Progressiv oder moderat? Egal, in welchem Feld sich die Industrie wiedererkennt – es gilt, diese Szenarien frühzeitig zu antizipieren und entsprechende Maßnahmen aktiv anzugehen. Gesucht sind durchgängige Mobilitätskonzepte, service- und datengetriebene Geschäftsmodelle sowie eine stärkere Funktionsspezialisierung der Unternehmen. Ebenso müssen digitale Kompetenzen und Kapazitäten vorangetrieben werden.

Während der Wandel in der Auto-

bilindustrie bereits enorm Fahrt aufgenommen hat, ist das Mitnehmen von Anhaltern aus der Mode gekommen. Doch mit Ridesharing-Diensten und innovativen Servicemodellen in der Mobilität gewinnt das Reisen per Anhalter wieder völlig neue Aspekte, die nicht mehr nur auf Gastfreundschaft und Hilfsbereitschaft beruhen ...

Mobile Zukunftsthemen

Das Spezialisierungsfeld Mobilität identifiziert unter anderem wichtige Zukunftsthemen und stellt dies auf Netzwerkveranstaltungen wie der jährlich ausgerichteten COSMOS vor.

Mehr Infos:

www.bayern-innovativ.de/de/mobilitaet

Noch sind Lufttaxis Zukunftsmusik. Doch in der Mobilität der Zukunft könnte Air Mobility gerade im urbanen Umfeld eine wichtige Rolle spielen





DIE ZUKUNFT DES AUTONOMEN FAHRENS

EINFACH MAL ZURÜCKLEHNEN

Das autonome Fahren ist ein wesentlicher Baustein zukünftiger Mobilitätskonzepte. Bevor Fahrzeuge vollständig ohne Fahrer, Lenkrad, Gas- und Bremspedal die Straßen erobern, gilt es allerdings, noch einige Hürden zu überwinden und die Akzeptanz zu verbessern.

TEXT SUSANNE WAGNER



der Themenplattform Vernetzte Mobilität bei Bayern Innovativ. Genau das ist das Ziel des Projekts KelRide, das mithilfe von Künstlicher Intelligenz einen hochautomatisierten Ridesharing-Dienst im Landkreis Kelheim testet und dabei mitunter extremen Wetterbedingungen trotzt. Denn gerade das Wetter macht dem autonomen Fahren aktuell noch einen Strich durch die Rechnung. Bei starkem Regen, Schneefall oder Nebel stoßen die bislang eingesetzten Sensoren an ihre Grenzen.

In Etappen zum Ziel

Nach einer internationalen Konvention wird das autonome Fahren in 5 Stufen unterteilt – von Level 1 mit heute schon weitverbreiteten Fahrerassistenzsystemen wie Abstandsregeltempomaten bis zu Level 5, auf dem sich Fahrzeuge vollständig ohne Fahrer bewegen und weder Lenkrad noch Gas- und Bremspedal benötigen. „Doch so weit sind wir noch nicht – neben technischen Hürden sind vor einer flächendeckenden Nutzung noch mehrere rechtliche und ethische Fragen zu klären“, erklärt Nicolai Harnisch.

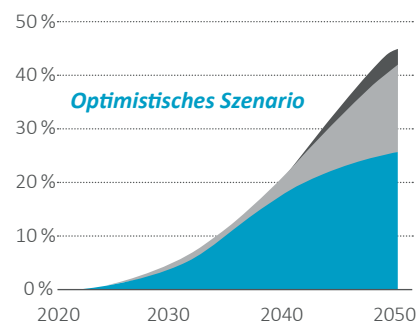
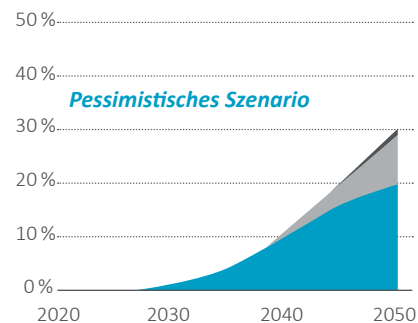
Eigentlich sollten fahrerlose Autos schon heute umfassend am Straßenverkehr in Deutschland teilnehmen können. Doch rückblickend erwiesen sich viele Zeitpläne für die Marktdurchdringung des autonomen Fahrens zu ambitioniert. So sieht eine aktuelle Studie des Beratungshauses Prognos erst nach 2040 einen größeren Anteil an autonomen Fahrzeugen auf Deutschlands Straßen. Der Prognos-Studie zufolge werden ab 2030 Pkw mit Citypilot, also der Fähigkeit, sowohl auf der Autobahn als auch in der Stadt allein zu fahren, allmählich auf den Straßen auftauchen. Nach 2040 werden dann in größerer Zahl Autos angeboten, die völlig autonom von Tür zu Tür kommen, also auch auf Landstraßen keinen Fahrer mehr benötigen. Entsprechend soll der Anteil von Neufahrzeugen, bei denen sich der Fahrer auf allen Autobahnen komplett von der Fahraufgabe abwenden kann, im Jahr 2050 bis auf 70 % steigen. Aktuellen Prognosen zufolge sollen im



KelRide: Ziel des Forschungsprojekts ist die Etablierung eines hochautomatisierten Ridesharing-Dienstes im Landkreis Kelheim

Erwartete Verbreitung automatisierter Autos

■ Autopilot ■ Citypilot ■ Tür-zu-Tür-Pilot



Quelle: Prognos AG 2018

Kaum hörbar gleitet der EZ10 über das Testgelände in Kelheim. Das voll elektrisch betriebene Personenshuttle bietet Platz für 12 Passagiere, aber keinen Sitz für einen Fahrer. Den braucht es auch nicht, denn der EZ10 fährt vollständig autonom und benötigt weder Fahr- noch Begleitpersonal. Eine unheimliche Vorstellung? Nicht mehr lange, ist sich Nicolai Harnisch sicher: „Autonomes Fahren ist aus der Forschungs- in der Umsetzungsphase angekommen. Jetzt gilt es, mit repräsentativen Projekten die Praxistauglichkeit zu prüfen und das Vertrauen bei den Nutzenden zu gewinnen!“, so der Leiter

Jahr 2035 weltweit rund 50 Millionen autonome Fahrzeuge produziert werden. Der größte Anteil entfällt dabei auf Volumenfahrzeuge.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen für den Einsatz autonomer Fahrzeuge der Stufe 4 wurden in Deutschland im Sommer 2021 geschaffen. Eine Genehmigung für das hochautomatisierte Fahren, die sogenannte Stufe 3, erhielt Mercedes-Benz als erster Fahrzeughersteller im Dezember 2021. Bislang ist die Nutzung des Mercedes „Drive Pilot“ in Deutschland allerdings auf Autobahnen und eine Geschwindigkeit von maximal 60 km/h beschränkt.

Blaupause für intermodale Konzepte

Wie das Beispiel KelRide zeigt, können nicht zuletzt ländliche Regionen von autonomen Fahrzeugen profitieren – denn gerade dort werden bedarfsgerechte Lösungsansätze für den Verkehr dringend benötigt. Ein weiteres spannendes Projekt im ländlichen Raum ist das unter Federführung der OTH Amberg-Weiden durchgeführte Projekt AutBus, das unmittelbar vor seiner ersten Probephase steht: Ziel von AutBus, kurz für Autonomer Bus, ist eine autonom fahrende Buslinie, die Anwohner von A nach B befördert; gebucht werden können die Fahrten mithilfe einer App. Projektpartner AVL Software and Functions GmbH



Teststrecke IN2Lab: leitet Autos von der A7 zum Ingolstädter Technologiepark

setzt ein Testfahrzeug des AutBus, einen Schaeffler Paravan, bereits auf seinem Firmengelände in Roding ein. Ab Mai 2023 sind Testfahrten auf der Strecke Neubäu–Roding vorgesehen. AVL-Managing Director Dr. Georg Schwab ist überzeugt, dass autonome Rufbusse ein wichtiges Mobilitätselement werden: „Wenn wir die Bevölkerung im ländlichen Raum halten wollen, wird es langfristig wichtig sein, autonome Fahrten on request buchen zu können, zunächst auf festen, vorab vermessenen Strecken, später auf variablen Strecken.“ Mit einem frühen Einsatz könne man viele Erfahrungen sammeln. Langfristiges Ziel müsse sein, Leerfahrten zu vermeiden, um auch einen entscheidenden Beitrag zur CO₂-Reduzierung zu erzielen.

Und wie sieht es im urbanen Umfeld aus? Auch hier erweisen sich Teststrecken als probates Mittel, um das automatisierte vernetzte Fahren unter erschwerten Umgebungsbedingungen auf seine Realisierbarkeit hin zu überprüfen. Ein aktuelles Beispiel liefert das Ingolstädter Projekt IN2Lab. Das Vorhaben will mit einer Teststrecke die Autobahn-Anschlussstelle Ingolstadt-Süd mit dem künftigen Technologiepark IN-Campus verbinden. Die insgesamt 1,7 Kilometer lange Strecke umfasst Kreisverkehre, Bushaltestellen, Fahrradspuren, Ampeln und Parkplätze und stellt somit eine reale Verkehrssituation dar. Vision ist, autonom von der Autobahn über urbane Straßen bis ins Parkhaus zu fahren. Ein weiteres Projekt in der Automobilhochburg Ingolstadt ist „Anton“. Eines der Ziele des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts ist, die behördliche Genehmigung für den Einsatz des Fahrzeugs auf öffentlichen Straßen zu bekommen.

Kommunikation ist das A und O

Am besten vorbereitet auf das autonome Fahren ist dem KPMG Autonomous Vehicles Readiness Index aus dem Jahr 2020 zufolge übrigens der Stadtstaat Singapur, gefolgt von den Niederlanden und Norwegen. Deutschland belegt in dem Index lediglich Platz 14. Dies liegt nicht zuletzt an der noch überwiegend skeptischen Einstellung der Deutschen. Laut einer Umfrage aus dem Jahr 2021 ist die



Mehrheit der Befragten noch gegen das autonome Fahren auf Deutschlands Straßen.

Die kritische Einstellung vieler Bürger verdeutlicht, dass die großen Potenziale des autonomen Fahrens erst genutzt werden können, wenn die Fahrzeuge fehlerfrei funktionieren. Unerlässlich dafür ist nicht zuletzt eine verlässliche Echtzeitkommunikation. Umsetzen lässt sich diese mit der Vehicle-to-Everything (V2X)-Technologie, die die direkte Vernetzung von Fahrzeugen mit anderen Fahrzeugen (V2V), mit der Infrastruktur (V2I), Netzwerken (V2N), Straßen (V2R) und Personen (V2P) nutzt. Von den ohne Verluste übermittelten Echtzeitinformationen, zum Beispiel über Verkehrshindernisse, Unfälle oder sich nähernde Einsatzfahrzeuge, profitieren letztendlich alle Verkehrsteilnehmenden.

Wohin führt die autonome Reise?

Das in München ansässige Fraunhofer Institut für kognitive Systeme IKS beschreibt für die Zukunft automatisierter oder autonomer Fahrzeuge im Personenverkehr zwei Szenarien: „shared autonomy“ – für automatisierte und autonome Taxis und Busse – sowie „owned autonomy“ – für privat genutzte auto-



Projekt AutBus: Mitfahrer können die Tour im autonomen Bus mit einer App buchen

me Fahrzeuge. In beiden Szenarien werden autonome Fahrzeuge den Personenverkehr der Zukunft maßgeblich prägen. Autonomes Fahren ist aber auch in vielen weiteren Bereichen einsetzbar. In der Landwirtschaft können autonome Fahrzeuge und Maschinen den Personalbedarf senken und die Effizienz steigern. In der Industrie können autonome Lkw gefährliche oder monotone Aufgaben übernehmen oder autonome Lastwagen in Konvois auf Autobahnen Waren effizienter und ohne Fahrer von A nach B transportieren. Auch im humanitären Bereich hat das autonome Fahren Vorteile, wie das Forschungsprojekt KI4HE zeigt. Ziel des Vorhabens des DLR Instituts für Robotik und Mechatronik ist, digitale Grundlagen für teleoperierte Fahrzeuge für die humanitäre Hilfe und die Lieferung von Gütern in unstrukturierten Umgebungen bereitzustellen.

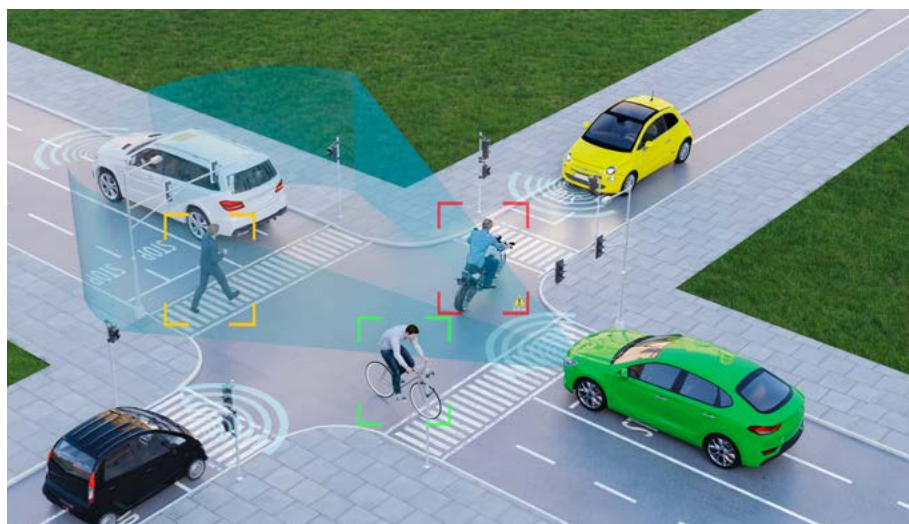
Die Dilemma-Situation

Wo Chancen sind, gibt es immer auch Herausforderungen – und die liegen beim autonomen Fahren neben den rechtlichen Aspekten vor allem in der Datenverarbeitung und -sicherheit. Damit eine flächendeckende Kommunikation möglich wird, ist ein Standard für alle am Verkehr Teilnehmenden und alle Infrastruk-

tur Betreibenden erforderlich. Nötig ist auch ein Zusammenspiel aller Akteure, von der Verkehrsleitzentrale über den ÖPNV bis hin zu Organisatoren von großen Veranstaltungen und Sportereignissen, um eine bestmögliche Verknüpfung der Daten zu erzielen.

Auch aus ethisch-moralischer Sicht sind beim autonomen Fahren noch nicht alle Fragen geklärt, zum Beispiel, wenn ein automatisiertes Fahrzeug vor einer sogenannten „Dilemma-Situation“ steht, sich also für eines von zwei eigentlich nicht abwägbaren Übeln entscheiden muss – im schlimmsten Fall zwischen dem möglichen Tod von Insassen oder Unfallgegnern bei einem schweren Unfall. Durch seine enorme Rechenleistung benötigt ein autonomes Fahrzeug nur Millisekunden, um selbst komplexe Situationen zu erfassen und Entscheidungen zu treffen, und ist damit um ein Vielfaches schneller als ein Mensch. Doch wie soll das Fahrzeug programmiert werden, um die richtige Entscheidung zu fällen? Mit dem Problem des moralischen Dilemmas hat sich unter anderem 2017 die von der deutschen Bundesregierung berufene Ethikkommission zum autonomen und vernetzten Fahren beschäftigt und 20 Regeln festgelegt. Regel 2 lautet, dass die Zulassung von automatisierten Systemen nur vertretbar ist, wenn sie im Vergleich zu menschlichen Fahrleistungen zumindest eine Verminderung von Schäden im Sinne einer positiven Risikobilanz verspricht.

Aktuell dürfen autonome Fahrzeuge in Deutschland ohne physisch anwesende Fahrende am öffentlichen Straßenverkehr nur in festgelegten und vorab genehmigten Betriebsbereichen, wie Shuttlebusse auf Firmengeländen oder bei Messen, teilnehmen. Doch die Zeichen stehen auf Start. So wird es auch in Kelheim nicht mehr allzu lange dauern, bis der EZ10 das Testgelände verlassen darf.



V2X-Technologie: Der frühzeitige Austausch von Informationen zwischen Verkehrsteilnehmenden soll Unfälle verhindern und den Verkehrsfluss verbessern

Readiness Map

Die im BayernAtlas integrierte Karte bietet einen Überblick über das bayerische Innovationsökosystem im Bereich automatisiertes und autonomes Fahren.
www.bayern-innovativ.de/de/seite/autonomes-fahren-readiness-map



ERNEUERBARE ENERGIEN TREIBEN
DIE ENERGIEWENDE AN

Volle Kraft voraus

Der Umbau des Energiesystems ist in vollem Gang. Doch spätestens der Ukrainekonflikt hat verdeutlicht, wie abhängig Deutschland noch immer von fossilen Energieträgern ist. Welche Potenziale können Technologien wie Photovoltaik, Wind und Geothermie noch heben?

TEXT CHRISTOPH KIRSCH

Sauber, sicher und bezahlbar. So soll die Energieversorgung der Zukunft aussehen. Doch die Lösung der Gleichung mit diesen drei Variablen ist eine der größten Herausforderungen unserer Zeit. „Viele Menschen sind sich nicht bewusst, wie umfassend die fossilen Energien unser Leben dominieren“, resümiert Prof. Oliver Mayer. „Erst die Verfügbarkeit von Energie und Wärme rund um die Uhr hat unseren heutigen Lebensstandard ermöglicht. Gleichzeitig hat sie zu einem rasanten Anstieg der CO₂-Konzentration und der Temperatur in der Erdatmosphäre geführt. Dem gilt es jetzt entgegenzusteuern.“ Prof. Mayer fordert daher einen ganzheitlichen Umbau des Energiesystems. Die notwendigen Technologien für die Transformation hin zu einer nachhaltigen regenerativen Energieversorgung sind seiner Überzeugung nach längst vorhanden. Doch ein wichtiger Aspekt sei lange vernachlässigt worden: die Koordinierung von Energieerzeugung und -verbrauch in einem integrierten Energiesystem unter Einbeziehung innovativer Energiespeicher.

Der Wunsiedler Weg

Große Bedeutung für das zukünftige Energiesystem werden Mayer zufolge dezentrale Energiezellen haben, die die benötigte Energie für Strom, Mobilität und Wärme regional mit den dafür vor Ort sinnvollen Technologien realisieren. Ein erfolgreiches Beispiel findet sich in der fränkischen Stadt Wunsiedel. Dort arbeiten die Wunsiedler Stadtwerke bereits seit 2001 daran, unabhängig von fossilen Energieträgern zu werden. Ziel von Geschäftsführer Marco Krasser ist, alle Haushalte und Unternehmen der Region zu 100 % mit regenerativer Energie aus Sonne, Wind, Biomasse und Reststoffen zu versorgen. „Wir verbinden die Sektoren Strom, Wärme, Mobilität und Industrie sowie alle Energieerzeuger und -verbraucher“, erläutert Krasser den sogenannten Wunsiedler Weg.

Aktuell betreiben die SWW Wunsiedel GmbH und ihre Tochterunternehmen zwei elektrische Groß- und mehrere kleine elektrische Speicher, Wärmespeicher in verschiedenen Größen inklusive eines Wärme-Großspeichers und eines Pelletwerks. Im September 2022 nahm die SWW gemeinsam mit Partnern zudem einen Elektrolyseur in Betrieb, der grünen Wasserstoff liefert. Der lässt sich im lokalen Erdgasnetz speichern und schafft die Voraussetzung dafür, dass Wunsiedel sogar bei einer Dunkelflaute mit Energie versorgt werden kann. Dann wird der Wasserstoff in mehreren Blockheizkraftwerken verbrannt. Die entstehende Wärme wird in das örtliche Wärmenetz eingespeist, und mit dem überschüssigen Strom werden Wärmepumpen betrieben. Sogar die Abwärme des Elektrolyseurs soll verwendet werden, genauso wie der Sauerstoff, der neben dem Wasserstoff erzeugt wird. Laut SWW ergibt sich so ein hoher Wirkungsgrad von etwa 90 %. Aktuell kämpft das Wunsiedler Projekt – wie viele andere Elektrolyseure – allerdings mit der Ausgestaltung der Strompreisbremse, da sie die Wasserstoffproduktion wirtschaftlich unrentabel macht.

Hoffnungsträger Kernfusion

Nach dem Abschalten der drei letzten Atomkraftwerke Isar 2, Emsland und Neckarwestheim 2 am 15. April 2023 ist 60 Jahre nach Inbetriebnahme des ersten KKW die Epoche der Kernkraft in Deutschland Geschichte. Wie einschneidend die Entscheidung der Bundesregierung ist, zeigt ein Blick zurück: Noch zu Beginn des 21. Jahrhunderts beruhte Deutschlands Stromerzeugung zu über 30 % auf Kernkraft. Auch Ende 2022 lag ihr Anteil noch bei 6 %. Zur Alternative für die umstrittenen Kernspaltung könnte die Kernfusion werden. Ende 2022 beflügelten spektakuläre Forschungsergebnisse des kalifornischen Lawrence Livermore National Laboratory weltweit das Interesse an dem lange Zeit unter dem Radar fliegenden

Die fränkische Stadt Wunsiedel setzt auf 100 % Erneuerbare: unter anderem mit Windenergie



Thema. Fusionskraftwerke gelten im Vergleich zu Kernspaltungsreaktoren als sicherer. Zudem entstehen bei der Kernfusion keine langlebigen radioaktiven Abfälle, auch die Gefahr einer Kettenreaktion oder Kernschmelze wie bei der Kernspaltung entfällt. Allerdings forschen derzeit weltweit nur wenige Unternehmen an der Kernfusion. In Deutschland möchte das 2019 gegründete bayerische Start-up Marvel Fusion GmbH schon im Jahr 2030 Kernfusionsreaktoren bauen. Prof. Mayer beobachtet die Entwicklungen mit Interesse. Aus seiner Sicht ist bis zur großtechnischen Energieproduktion allerdings noch ein sehr weiter Weg zu gehen: „Die US-Ergebnisse wurden bislang nur auf wissenschaftlicher Ebene erreicht. Kurzfristig kann die Kernfusion daher leider nichts zur Energiewende beitragen.“

Motor der Energiewende

Allein im Zeitraum 2018 bis 2022 ist die Zahl der Photovoltaikanlagen in Deutschland um knapp 34 %, die installierte Leistung sogar um rund 38 % gestiegen. Rund 2,2 Millionen PV-Anlagen mit einer Nennleistung von insgesamt 58.400 Megawatt auf deutschen Dächern und Grundstücken sorgten 2022 für einen Anteil an der Bruttostromerzeugung von rund 11 %. Längst hat sich die Investitionsbereitschaft von der Einspeisevergütung abgekoppelt. Immer mehr Haushalte und Unternehmen entscheiden sich dafür, ihren Eigenversorgungsgrad zu erhöhen und moderne Speicherlösungen und bald auch Elektrofahrzeuge in die Haustechnik zu integrieren.

Weiterentwicklungen bei Modulen, Wechselrichtern und Leistungselektronik haben die Kosten in Deutschland pro Kilowattpeak von rund 12.000 Euro im Jahr 2000 auf unter 1.000 Euro reduziert. Auch wenn mittlerweile weltweit 97 % aller

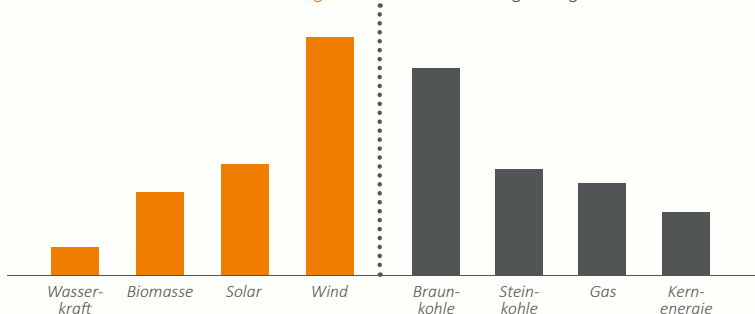
Wafer in China produziert werden, gilt Deutschland immer noch als hoch innovativer Standort. So gelingt es deutschen Forschungsinstituten wie dem Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung e. V. immer wieder, Akzente zu setzen. 2019 erreichten die ZAE-Forscher mit einer Organischen Photovoltaikzelle, die aus Werkstoffen der organischen Chemie einfach im Rolle-zu-Rolle-Verfahren gedruckt werden kann, einen für diese Technologie wegweisenden Wirkungsgrad.

Der Wind hat sich gedreht

Der Wind leistete 2022 mit 122 Terawattstunden und rund 22 % der Bruttostromerzeugung den größten Beitrag zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Aktuelle Offshore-Windkraftanlagen wie die Haliade X-13 des US-Herstellers General Electric mit Nabenhöhen von 150 Metern, Rotordurchmessern von über 200 Metern und 14 Megawatt starken Generatoren können nach Angaben des Herstellers bis zu 74 GWh Energie pro Jahr erzeugen – und damit eine Kleinstadt mit Strom versorgen. „Allerdings ist das Innovationspotenzial bei der Windkraft begrenzt“, warnt Prof. Mayer. „Leistungssteigerungen beruhen im Wesentlichen auf einer Vergrößerung der Anlagen.“ Weil die Kosten der Anlagen einer Faustformel zufolge überproportional mit der überstrichenen Rotorfläche steigen, stoßen große Windkraftanlagen an die Grenze der Wirtschaftlichkeit, vor allem an Land.

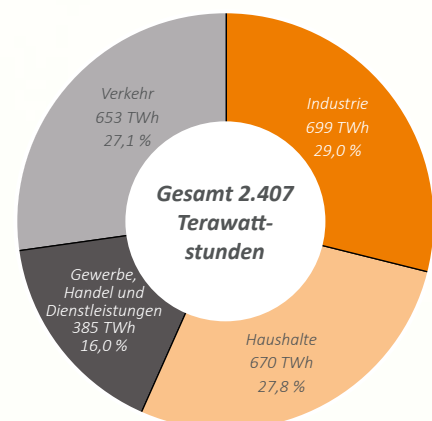
Nettostromerzeugung in Deutschland 2022

Erneuerbare Energien Fossile Energieträger



Quelle: Fraunhofer Institut ISE

Strombedarf in Deutschland 2022



In Bayern waren Mitte 2022 1.134 Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von ca. 2,6 GW am Netz, die rund 5 % zur Bruttostromerzeugung beitrugen. Durch die 2022 verabschiedeten Erleichterungen für die Errichtung neuer Anlagen soll die Windkraft im Freistaat neuen Aufwind erhalten. Es gilt nun, viele regionale Potenziale zu heben. An innovativen Unternehmungen mangelt es nicht. Start-ups wie die 2019 aus der TU München ausgegründete Kitekraft GmbH entwickeln sogar fliegende Windkraftanlagen. Die Technologie besteht aus einer Multicopter-Drohne mit Flügeln, die in großer Höhe fliegt und durch ein Seil mit einer Bodenstation verbunden ist. Die Lösung des Münchner Start-ups soll Windenergieerzeugung unter dem Einsatz von weniger Material als bei herkömmlichen Anlagen ermöglichen, was die Kosten senken, den logistischen Aufwand reduzieren und auch die Bedenken der Anwohner reduzieren soll.

Wasser marsch

Kaum zu glauben: Bis nach dem Zweiten Weltkrieg war die Wasserkraft Bayerns wichtigster Energieträger. Auch heute noch decken 4.250 Wasserkraftwerke rund 15 % des bayerischen Stromverbrauchs – womit Bayern im Bundesdurchschnitt mit großem Vorsprung an erster Stelle liegt. Das Ausbaupotenzial der Wasserkraft gilt jedoch aufgrund vieler Umweltbedingungen und nicht zuletzt des Klimawandels mit langen Trockenperioden und heftigen Niederschlagsereignissen als begrenzt. Effizientere Turbinen können aber den Stromertrag vieler bestehender Wasserkraftwerke steigern. Mit dem Ende 2022 aktualisierten Förderprogramm „Wasserkraftanlagen“ will der Freistaat Bayern den umweltverträglichen Ausbau der Stromerzeugung mit Wasserkraft unterstützen. Gefördert werden Ertüchtigungen, Wiederinbetriebnahmen und Ersatzneubauten.

Wärme aus der Erdkruste

Auch der Geothermie wird eine wichtige Rolle im Energiesystem der Zukunft zugesprochen – insbesondere für die Versorgung mit Wärme. Im großtechnischen Maßstab produzieren in Deutschland aktuell allerdings lediglich 42 tiefe Geothermieranlagen nur rund 350 Megawatt Strom pro Jahr. Vorteil für Bayern: Zu den wenigen geeigneten unterirdischen Heißwasserreservoirs zählt neben der Norddeutschen Tiefebene und dem Oberrheingraben nicht zuletzt das Münchner Molassebecken. Trotz der guten Voraussetzungen hat die tiefe Geothermie aber auch in Bayern bislang nur einen Anteil von 0,2 % an der Bruttostromerzeugung und 0,5 % an der Wärmebereitstellung. Doch gerade bei der

Wärmebereitstellung könnte sie künftig eine größere Rolle spielen. So fordert Ministerpräsident Dr. Markus Söder, dass die Geothermie 2050 ein Viertel des Wärmebedarfs Bayerns decken soll. Tatsächlich könnten neue technologische Erkenntnisse die Geothermie auch außerhalb des Molassebeckens wirtschaftlich nutzbar machen. So plant der Nürnberger Energieversorger N-Ergie, das Potenzial der Erdwärme im Stadtgebiet Nürnberg nutzbar zu machen.

Energie aus Abfall

Vielen Menschen nicht bekannt: Den größten Anteil an den erneuerbaren Energien in Deutschland stellt die Bioenergie. Ihr Potenzial wird kontrovers diskutiert, nicht zuletzt wegen der Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion. Nicht von der Hand zu weisen ist, dass Biomasse als fester, flüssiger oder gasförmiger Energieträger jederzeit abgerufen und sowohl zur Erzeugung von Wärme als auch Strom eingesetzt werden kann. Damit ist Energie aus Pflanzen, pflanzlichen und tierischen Abfällen oder Restholz eine gute Ergänzung zur Wind- und Sonnenenergie. In Bayern trug Biomasse im Jahr 2021 11,5 % zur Bruttostromerzeugung bei. Infrage kommen dafür unter anderem moderne Holzverstromungsanlagen, die im 24/7-Betrieb rund 300 kW elektrische und 500 kW thermische Leistung erreichen. Im modularen Aufbau sind Leistungen im Megawattbereich möglich.

Der Dreiklang der Energiewende

Der Blick auf den Status quo und die Potenziale der wichtigsten erneuerbaren Energien zeigt, dass ein weiterer massiver Zubau erforderlich ist, damit die Energiewende erfolgreich werden kann. Nicht minder bedeutend sind großmaßstäbliche Speichertechnologien, auch um die Netze zu entlasten. „Neben chemischen Batteriespeichern und Pumpspeicherkraftwerken wird grünem Wasserstoff hier eine wichtige Rolle zukommen, um den an windigen und sonnigen Tagen anfallenden Überschussstrom zu speichern und ihn an Tagen mit Stromknappheit zur Verfügung zu stellen“, ist Prof. Mayer überzeugt. Gelingt dies, ist die Quadratur des Kreises möglich. Der Dreiklang der Energiewende muss dann aber nicht nur „sauber, sicher und bezahlbar“ lauten, sondern auch „einsparen, energieeffizient und erneuerbar“.



Unterschätzter Energielieferant: Wasserkraft deckt 15 % des bayerischen Stromverbrauchs



Vorteil Bayern: Das Münchner Molassebecken ist ein geeigneter Standort für Geothermie



Gute Ergänzung zu Wind- und Sonne: Energie aus Pflanzen, pflanzlichen und tierischen Abfällen oder Restholz

KEINE ENERGIEWENDE OHNE WÄRMEWENDE

Eiskalt erwischt ...



Mehr als 50 Prozent des deutschen Endenergieverbrauchs entfallen auf den Wärmesektor. Und dort kommen für Heizung und Prozesswärme nach wie vor überwiegend fossile Energieträger zum Einsatz. Interessante Projekte weisen Alternativen auf.

TEXT KATRIN STREITBERGER

Während Strom in Deutschland mittlerweile zu rund 41 % aus regenerativen Energien stammt, liegt der Anteil der erneuerbaren Energieträger bei der Wärme nur bei rund 17 %. Fossile Energieträger – allen voran Erdgas – decken nach wie vor rund 60 % der erzeugten Wärmeenergie ab. „Es ist daher wichtig, dass die Energiewende auch in diesem Bereich Fahrt aufnimmt!“, fordert Leonard Höcht, Projektmanager im Cluster Energietechnik der Bayern Innovativ GmbH.

Industrie braucht viel Wärme

Mehr als die Hälfte des Wärmebedarfs entfällt in Deutschland auf den industriellen Sektor. Weil sich jede Energie-

ersparnis und jeder Effizienzgewinn direkt auf das Betriebsergebnis und letztendlich auf die Wettbewerbsfähigkeit niederschlägt, nehmen immer mehr Unternehmen ihre Energieerzeugung und -versorgung selbst in die Hand und setzen dabei auf Erneuerbare. Ein Unternehmen, dem das erfolgreich gelungen ist, ist die BSH Hausgeräte GmbH. Am Standort Dillingen an der Donau konnte BSH den Erdgas- und Stromverbrauch in den Kernprozessen der Metallverarbeitung bei der Produktion der Metallinnenbehälter von jährlich 2,5 Millionen Geschirrspülern deutlich reduzieren. Laserschweißtechnik und biologisch abbaubare Schmier- und Dichtheitsprüf-

mittel ersetzen die frühere Passivierung und das anschließende Waschen der Metallbehälter. Die Energieersparnis beträgt 6,6 Millionen kWh Strom und Gas entsprechend 1.650 Tonnen CO₂ pro Jahr. Noch einen Schritt weiter geht die Alois-Müller-Gruppe. Das auf Energie- und Gebäudetechnik spezialisierte Unternehmen hat an seinem Standort Ungerhausen im Allgäu eine Green Factory errichtet, die eine nahezu vollständig CO₂-neutrale Produktion ermöglicht. Die nötige Energie liefern eine riesige Photovoltaikanlage, die quasi die gesamte Dachfläche der Hallen belegt, ein Blockheizkraftwerk und eine mit nachwachsenden Rohstoffen betriebene

Pelletheizung. Außergewöhnlich ist, dass der gesamte Produktionsprozess auf die nachhaltige Stromerzeugung abgestimmt ist. Wann welcher Arbeitsschritt durchgeführt wird, steuert das ERP-System je nach Energieanfall.

Bislang war es auch deswegen so schwer, fossile Energieträger durch nachhaltige Technologien zu ersetzen, weil der Wärmebedarf von Industrie und Fernwärme häufig Temperaturen von deutlich über 100°C erfordert. Mit der Hochtemperaturwärmepumpe „Calora“ bietet das Kulmbacher Unternehmen AGO GmbH eine Alternative an. Calora kann auf Basis der Arbeitsmedien Ammoniak und Wasser Wärme bis zu 150°C für industrielle Anwendungen oder kommunale Nah- und Fernwärmenetze bereitstellen. Eine 2022 errichtete Demonstrationsanlage mit einer Heizleistung von rund einem Megawatt versorgt beispielsweise eine Mälzerei mit 135 °C heißem Wasser.

Gebäude als Energiesystem

Einen ähnlich hohen Wärmebedarf wie Industrie, Gewerbe und Handel haben die privaten Haushalte. Das Einsparpotenzial ist enorm – sowohl bei Bestandsgebäuden wie Neubauten. Auch hier zeigen mehrere innovative Projekte den Weg in die Zukunft. In Herzogenaurach haben sich beispielsweise die Käufer von acht Plusenergiehäusern unter Federführung der Baugesellschaft RAAB GmbH & Co. KG zur gemeinsamen Energieerzeugung und -nutzung zusammengeschlossen, um Effizienzpotenziale zu heben. Das Energiekonzept integriert eine PV-Anlage, Geothermie mit zwei Sole/Wasser-Wärmepumpen, sieben Tiefenbohrungen sowie thermische und elektrische Speicher. Die gemeinsame Energiezentrale aller acht Häuser ermöglicht eine PV-optimierte Betriebsführung zur Be- und Entladung der Speicher im energetischen Gebäudeverbund. Das Ergebnis ist herausragend: Über das Jahr betrachtet erzeugt der Gebäudekomplex sogar mehr Energie, als er benötigt.

Vorreiter Kommunen

Große Bedeutung für eine erfolgreiche Energie- und Wärmewende haben die Kommunen. Erfolgreiche Beispiele liefern Städte wie Wunsiedel (siehe auch den Beitrag auf S. 19) und die 130 Kilometer westlich liegende unterfränkische Kleinstadt Haßfurt. Die Stadtwerke



Die Hochtemperaturwärmepumpe „Calora“ kann Wärme bis zu 150 °C für industrielle Anwendungen oder kommunale Nah- und Fernwärmenetze bereitstellen

Haßfurt GmbH entschied sich bereits im Jahr 2012, auf 100% erneuerbare Energien umzustellen. Nach ersten Aktivitäten im Stromsektor folgten die Bereiche Wärme und Industrie. Wie in Wunsiedel wird auch in Haßfurt aus regenerativen Energien Wasserstoff erzeugt, um in Phasen mit wenig Wind oder Sonneneinstrahlung in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) Strom zu produzieren. Bei der Planung eines neuen Wohngebiets ging Haßfurt 2016 auch das Thema Wärmeversorgung an. Durch den hohen Dämmstandard der 140 Gebäude im Neubaugebiet „Osterfeld II“ konnte das Nahwärmenetz als kaltes Netz ausgelegt werden, das mit niedrigen Übertragungstemperaturen arbeitet, die an den Gebäuden vor Ort mittels einer Wärmepumpe auf das benötigte Temperaturniveau angehoben werden.

Speicher: Schlüssel für die Wärmewende

Auch für eine erfolgreiche Energiewende sind innovative Energiespeicher essenziell. Wichtige Aufgaben kann grüner Wasserstoff übernehmen – unter anderem dort, wo aktuell Erdgas verbrannt wird, wie bei industriellen Hochtemperaturprozessen, aber auch als saisonaler Speicher. Das Stichwort heißt einmal mehr Sektorenkopplung – also die intelligente Verknüpfung der drei Sektoren Strom, Wärme und Mobilität.

Bayerischer Energiepreis

Die aufgezeigten Beispiele wurden mit dem Bayerischen Energiepreis ausgezeichnet. Dieser prämiiert seit 1999 innovative Energieprojekte und wegweisende Spitzentechnologie.

Mehr Infos unter:

www.bayerischer-energiepreis.de

Intelligentes Konzept: In Herzogenaurach haben sich die Käufer von acht Plusenergiehäusern zusammengeschlossen, um Effizienzpotenziale zur Energieerzeugung und -nutzung zu heben





WEGE ZUR KLIMANEUTRALEN PRODUKTION

Kleine Ursache – große Wirkung

Deutschland hat sich zum Ziel gesetzt, bis 2045 klimaneutral zu werden. Bayern ist noch ehrgeiziger: Bereits im Jahr 2040 sollen nicht mehr Treibhausgase ausgestoßen als gebunden werden. Wie dies gelingen kann und wie digitale Anwendungen dabei unterstützen, zeigt die Roadmap „Vision: 2045 – zur klimaneutralen Produktion mit Digitalisierung“.

TEXT EVA SCHENK

Wer aufzeigen will, wie dringlich das Thema Klimaneutralität ist, muss nicht lange Statistiken wälzen. Ein Blick auf die Entwicklung des „Earth Overshoot Day“ reicht. Er zeigt an, ab welchem Tag die Menschheit alle ihr innerhalb des Jahres zur Verfügung stehenden natürlichen Ressourcen verbraucht hat. Es sieht denkbar schlecht aus: 2022 fiel der Earth Overshoot Day auf den 28. Juli. Wenig überraschend: Im individuellen Ranking schneiden die Industrienationen besonders schlecht ab. In Deutschland lebte man klimatechnisch gesehen bereits am 4. Mai 2022 auf Pump.

Massive Veränderungen sind also notwendig, um die Klimaziele von Bund und Freistaat zu erreichen. Zwar entfällt ein Großteil der CO₂-Emissionen auf die Energiewirtschaft, den Verkehr und den Gebäudesektor. Doch auch produzierende Unternehmen haben einen vergleichsweise hohen Energieverbrauch und tragen entsprechend zu den Emissionen bei: Von den 605 Megatonnen CO₂, die in Deutschland 2020 energiebedingt ausgestoßen wurden, entfielen rund 119 auf das verarbeitende Gewerbe.

Roadmap bietet Orientierung

Digitale Anwendungen können massiv dazu beitragen, diese Emissionen zu reduzieren. Denn schon bei der Erhebung und Analyse von Produktionsdaten zeigt sich oft, wo Einsparpotenziale vorhanden sind. Eine Hilfestellung bietet die aktuelle Roadmap „Vision: 2045 – zur klimaneutralen Produktion mit Digitalisierung“. „Mit der Roadmap wollen wir produzierenden Unternehmen eine Orientierung geben, wie sie digitale Technologien optimal nutzen können, um ihre Produktion langfristig klimaneutral zu gestalten“, sagt Dr. Maximilian Bock, Mitarbeiter der ZD.B-Themenplattform Digital Production & Engineering von Bayern Innovativ.

Hierfür sei eine ganzheitliche Betrachtung von Energie- und Produktionsthemen notwendig. Konkret zeigt die Studie in den Kapiteln Treiber und Trends, Anwendungsfelder und Rahmenbedingungen auf, wie der Weg zu einer klimaneutralen Produktion mit Digitalisierung im Jahr 2045 aussehen kann.

Energiesparen in der Schwerindustrie

Auch wenn der Weg zu einer klimaneutralen Industrie noch weit ist: Es gibt bereits viele Unternehmen in Bayern, die mit intelligenten Digitalisierungslösungen ihren CO₂-Fußabdruck verringern. Eines davon ist die Kemptener Eisengießerei, die Gusseisenprodukte mit Kugel- und Lamellengraphit für alle erdenklichen Branchen herstellt – vom Maschinenbau über Windkraftanlagen bis zum Motorenbau in der Automobilindustrie. Das familiengeführte Unternehmen benötigt für die Herstellung seiner Produkte naturgemäß viel Energie und Material. Um Einsparungen zu erzielen, kooperierte die hauseigene IT-Abteilung mit dem Forschungszentrum Allgäu der Hochschule Kempten, das unter anderem auf die Bereiche Produktion und Künstliche Intelligenz spezialisiert ist. Gemeinsam gelang es, Daten zentral zu sammeln und auszuwerten. Basierend auf diesen Daten konnten KI-basierte Systeme entwickelt werden, mit denen sich vorhersagen lässt, wann ein Schmelztiegel ausgetauscht werden muss oder ob die Zugfestigkeit der Gussteile optimal ist. Außerdem wurde eine algorithmusbasierte Lösung implementiert, die die Produktionsplanung erleichtert und dafür sorgt, dass Materialien – und somit auch Energie – effizienter genutzt werden. Durch die Maßnahmen konnte der Mittelständler die produktionsbedingten CO₂-Emissionen um 15 % reduzieren.

Einfach: nachhaltige Produktion

Das Beispiel zeigt, dass digitale Lösungen nicht zwangsläufig komplex sein müssen, um erfolgreich zu sein. „Häufig erreicht man schon mit einfachen Algorithmen gute Ergebnisse“, betont Florian Huber, der als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungszentrum Allgäu maßgeblich an der Projektumsetzung beteiligt war. Für das Gelingen von Digitalisierungsprojekten sei vor allem entscheidend, dass man sich intensiv mit der Problemstellung auseinandersetzt und dann entscheidet, welche Lösung am besten geeignet ist. Dies ist auch ein zentrales Ergebnis der Roadmap „Vision: 2045“. „Eine ökologisch nachhaltige Produktion muss nicht kompliziert sein. Viele Technologien, die die Produktion CO₂-ärmer machen, sind bereits vorhanden und werden teilweise auch eingesetzt. Für spezifische Einsatzgebiete wie energieadaptive Produktionssysteme müssen sie aber noch weiterentwickelt werden“, weiß Christopher Ziegler von der ZD.B-Themenplattform Digitalisierung im Energiebereich. Zudem sei entscheidend, dass technologische

Lösungen zur Erzeugung, Speicherung und Umwandlung von klimaneutraler Energie weiterentwickelt werden und sich Energieerzeuger, -netzbetreiber sowie Produktionsunternehmen in Zukunft noch stärker vernetzen.

„
Häufig erreicht
man schon mit einfachen Algorithmen
gute Ergebnisse.“

Florian Huber
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
am Forschungszentrum Allgäu

Die von den ZD.B-Themenplattformen Digital Production & Engineering sowie Digitalisierung im Energiebereich und dem Team Technologie- und Innovationsmanagement erstellte Roadmap „Vision: 2045 – zur klimaneutralen Produktion mit Digitalisierung“ kann kostenfrei heruntergeladen werden:
www.bayern-innovativ.de/de/seite/roadmap-vision-2045



Hier wird hart gearbeitet – und viel Energie gebraucht: In der Kemptener Eisengießerei werden Gusseisenprodukte für unterschiedlichste Branchen hergestellt



WIE KI UND QUANTEN-
COMPUTING DIE
MATERIALENTWICKLUNG
VERÄNDERN

SCHNELLER ANS ZIEL

Die Entwicklung neuer Werkstoffe ist nicht nur
zeit-, sondern auch kostenintensiv.
Innovative Technologien helfen dabei, diesen
Prozess enorm zu beschleunigen.

TEXT EVA SCHENK

Für die Entwicklung neuer Materialien braucht man viel Zeit und Geduld, Entwicklungszeiten von zehn Jahren sind keine Seltenheit. Dr. Josua Vieten fehlte beides: Im Rahmen seiner Dissertation war er auf der Suche nach Materialien, die regenerativ erzeugte Energie unabhängig von der aktuellen Sonneneinstrahlung nutzbar machen. Um sie zu finden, wollte er nicht jahrelang im Labor experimentieren. „Das muss doch schneller und einfacher gehen“, dachte er sich, und recherchierte in entsprechenden Datenbanken nach einem passenden Material. Nachdem die Suche nicht erfolgreich war, programmierte er seine eigene Datenbank und wurde dort schnell fündig.

Dass seine Anwendung hohes Innovationspotenzial hat und auch die Probleme anderer Forscher und Unternehmen lösen könnte, war Vieten schnell klar. Deshalb gründete er gemeinsam mit Dr. Friedemann Call, einem Physiker und früheren Weggefährten, und Barbara Prähofer, mit Hintergrund im Business Development, 2021 das Start-up ExoMatter. Dabei handelt es sich um eine cloudbasierte Plattform, die es Unternehmen ermöglicht, schnell geeignete Materialien genau für ihre Anwendung zu finden. Dafür nutzt sie Informationen aus öffentlichen Datenbanken sowie eigene wissenschaftliche Daten und verarbeitet sie durch Data Mining. Um fehlende Informationen zu ergänzen, werden Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) eingesetzt. Neben den Materialeigenschaften werden auch Parameter wie Kosten und Nachhaltigkeit dargestellt. „Insbesondere mittelständische Unternehmen nutzen bisher kaum digitale Methoden für die Materialentwicklung. Unsere Plattform soll ihnen dabei helfen, unkompliziert das beste, nachhaltigste und kostengünstigste Material zu finden“, erklärt Josua Vieten das Geschäftsmodell.

Mit KI geht's schneller

Das Beispiel zeigt den Weg in die Zukunft: Digitalisierungsanwendungen werden die Suche nach passenden Werkstoffen erleichtern und die Entwicklung neuer Materialien enorm vorantreiben. Und das ist auch dringend notwendig, schließlich sind sie der Grundstein dafür, dass nicht nur Produkte, sondern ganze Branchen innovativer und nachhaltiger werden. „Viele Werkstoffe werden derzeit zwar noch in umfangreichen Laborexperimenten getestet und ausgewählt, doch Machine Learning und Künstliche Intelligenz könnten diesen Prozess deutlich beschleunigen“, sagt Dr.-Ing. Nicole de Boer, die bei Bayern Innovativ das Spezialisierungsfeld Material und Produktion leitet. Die Vorteile dieser Technologien bestehen vor allem darin, riesige Datenmengen zu durchsuchen und Zusammenhänge zu finden, die für das menschliche Gehirn nicht erfassbar sind. Mit speziell auf die Werkstoffentwicklung zugeschnittenen Methoden des Machine Learning werden bereits heute beachtliche Erfolge erzielt. Beispielsweise gelang es Forschenden des Massachusetts Institute of Technology (MIT), die Technologie einzusetzen, um geeignete Materialien für die Additive Fertigung zu finden. Das Besondere daran: Der Algorithmus schlägt auch chemische Formulierungen vor, die der Mensch wahrscheinlich nicht in Betracht ziehen würde.

Das muss schneller gehen! Die Gründer des Start-ups ExoMatter setzen bei der Materialentwicklung auf KI.

*Von links:
Dr. Josua Vieten,
Barbara Prähofer,
Dr. Friedemann Call*



Quantensprung für die Materialentwicklung

Auch Peter Steidl, Leiter des Clusters Neue Werkstoffe, sieht großes Potenzial in KI-Anwendungen. „Langfristig könnte aber auch die Quantentechnologie für Unternehmen interessant werden: Durch ihre enorme Rechenleistung können Quantencomputer Moleküle und deren Verhalten simulieren und in kürzester Zeit unzählige Kombinationen unterschiedlicher Elemente berechnen.“ Dies würde die Entwicklungsdauer neuer Materialien deutlich verkürzen, auch wenn man sie weiterhin durch Versuche im Labor validieren muss. Der Grund für die Schnelligkeit der neuartigen Rechner liegt in ihrer Funktionsweise: Während heute gängige Computer mit Bits arbeiten und nur die Zustände 0 und 1 kennen, rechnen Quantencomputer mit sogenannten Quantenbits (Qbits), die unendlich viele Zwischenzustände annehmen können – und das sogar gleichzeitig. Dadurch können sie parallel mehrere Berechnungen durchführen und sind um ein Vielfaches schneller als reguläre Rechner. Zwar steckt die Zukunftstechnologie noch in den Kinderschuhen – Quantencomputer sind deutlich fehleranfälliger als klassische Rechner und müssen aufwendig gekühlt werden –, doch Expertinnen und Experten gehen davon aus, dass sie mit zunehmender Rechenleistung und Stabilität unterschiedliche Branchen und auch die Materialentwicklung revolutionieren könnten.

Windkraftanlagen länger nutzen

Im Bereich Digitalisierung der Werkstofftechnik gibt es einige vielversprechende Forschungsprojekte. Eines davon ist SensoTwin, eine gemeinsame Initiative der Technischen Universität München und der Technischen Hochschule Deggendorf. Die Wissenschaftler entwickeln im Rahmen des Projekts einen digitalen Zwilling, mit dessen Hilfe Materialermüdungen von faserverstärkten Kunststoffen in Windkraftanlagen möglichst exakt prognostiziert werden können. Ziel ist es, die Nutzungsdauer von Windkraftanlagen vom tatsächlichen Materialverschleiß abhängig zu machen und ihre Lebensdauer zu verlängern. Neben SensoTwin werden auch andere Projekte zu unterschiedlichen Werkstoffen im Rahmen des Programms „MaterialDigital“ des Bundesministeriums für Forschung und Bildung gefördert. Ziel ist es, die aus den Projekten entstandenen Werkstoffdaten zu systematisieren und zu standardisieren. Zudem sollen sie, unter Berücksichtigung der Eigentumsrechte, industrienahen Expertinnen und Experten zu Verfügung gestellt werden.

AUF DEN MENSCHEN ZUGESCHNITTEN

P4-Medizin

Die prädiktive, präventive, personalisierte und partizipative Medizin gilt als vielversprechender Ansatz, um Prävention und Therapie von Krankheiten zu verbessern. Digitale Technologien spielen dabei eine zentrale Rolle.

TEXT ANNE MUSIOL-GRIESSINGER,
CHRISTOPH KIRSCH



Prädiktive Medizin macht sich gezielt Daten zunutze, um besser voraussagen, warum ein Mensch krank wird, und leitet entsprechende Handlungsoptionen ab

Wer mit Dr. Jörg Traub spricht, bekommt in Windeseile einen intensiven Einblick in die aktuellen Herausforderungen des Gesundheitssystems: Fachkräftemangel, Kostendruck und die Geschwindigkeit, mit der sich Wissen und Technologien in Medi-

zin und Pflege verändern. Aber natürlich hat Dr. Traub, der in Personalunion das Forum MedTech Pharma e.V. leitet, auch konkrete Lösungsansätze parat.

Traub empfiehlt, dass sich das Gesundheitswesen künftig an vier Handlungsfeldern orientieren soll: der P4-Medizin,

einem Begriff, der zunächst in der Onkologie verwendet wurde und immer mehr Aufmerksamkeit erhält. Die vier Adjektive – prädiktiv, präventiv, personalisiert und partizipativ – stehen stellvertretend für eine ganzheitliche und effizientere Gesundheitsversorgung. Ziel ist, proaktiv



Präventive Medizin: Mit einer App können sinnvolle Schritte wie eine Online-Gesundheitsberatung mit ärztlichem Personal, ein virtuelles Health Coaching und ein individuelles Gesundheitsprogramm gesteuert werden

statt reaktiv zu agieren und die Gesundheit der Menschen in den Vordergrund zu stellen, um sie seltener nach Eintreten einer Krankheit medizinisch und pflegerisch versorgen zu müssen, was letztendlich sogar zu Kostenersparnissen führen kann. Doch was kann man vorbeugend tun, um gesünder zu leben und gesund zu bleiben? Und wie kann uns hierbei moderne Technik unterstützen?

Warum werde ich krank?

Auch in der Medizin gilt: Daten sind das neue Gold und ein Schatz, den es zu heben gilt. Die prädiktive Medizin macht sich gezielt Daten zunutze, um besser vorauszusagen, warum ein Mensch krank wird und entsprechende Handlungsoptionen abzuleiten. Ein Beispiel für prädiktive Medizin liefert die Langzeitstudie NAKO. Die auf eine Dauer von 20 bis 30 Jahren angelegte Studie hat sich zum Ziel gesetzt, Ursachen von Volkskrankheiten wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs, Diabetes und Infektionskrankheiten aufzuklären, Risikofaktoren zu erkennen und Wege einer wirksamen Vorbeugung aufzuzeigen. Im Rahmen der 2014 gestarteten bundesweiten Studie werden nicht weniger als 200.000 Menschen medizinisch untersucht. Von allen Studienteilnehmern werden Blut-, Urin-, Stuhl- und Speichelproben sowie Nasenabstriche gewonnen und für spätere Forschungsprojekte bei -180 °C in einer zentralen Bioprobenbank gelagert.

Bei 30.000 Teilnehmenden wird darüber hinaus mit umfassenden Magnetresonanztomografieaufnahmen der gesamte Körper analysiert, insbesondere das Gehirn, das Herz und die Fettverteilung. Erste Auswertungen der NAKO-Studie lieferten wertvolle Erkenntnisse zur Verteilung von Depressionen und Herz-Kreislauf-Krankheiten. „Diese Daten werden mit der Zeit immer wertvoller“, erklärt die Vorstandsvorsitzende der NAKO und Direktorin des Instituts für Epidemiologie am Helmholtz-Zentrum München, Prof. Dr. Annette Peters.

Effiziente Früherkennungsprogramme

Ein anschauliches Beispiel, was Präventivmedizin leisten kann, liefert die im Rahmen des 2018 gestarteten Projekts DigiMed durchgeführte Studie „Vroni“. Das Projekt will durch eine frühzeitige Diagnose den Verlauf und die Therapiemöglichkeiten der Fettstoffwechselstörung Familiäre Hypercholesterinämie (FH) verbessern. FH gilt mit einer Prävalenzrate von 1 : 250 als häufigste monogen vererbte Erkrankung und ist Ursache für einen deutlich erhöhten Cholesterinspiegel, der bereits im jungen Erwachsenenalter zu Gefäßverengungen, Herzinfarkten und Schlaganfällen führen kann. Im Rahmen der Vroni-Studie können sich Kinder und Jugendliche im Alter von 5 bis 14 Jahren beim Kinderarzt bei den routinemäßigen Vorsorgeuntersuchungen U9 bis J1 einem Screening unterziehen.

Ist ihr LDL-Cholesterinwert (Low Density Lipoprotein) deutlich höher als 130 mg/dl, werden genetische Untersuchungen veranlasst und Therapieschritte eingeleitet. Die frühzeitige Diagnose soll das Risiko für Atherosklerose und ihre Begleiterkrankungen der FH-Patientinnen und -Patienten auf das Niveau der Allgemeinbevölkerung senken. Dies kann durch eine Ernährungsumstellung und gegebenenfalls medikamentöse Behandlung mit Cholesterinsenkern erfolgen.

Einen ähnlichen präventivmedizinischen Ansatz verfolgt das Münchner Start-up Wellabe. Wellabe besucht Unternehmen mit einem mobilen Labor und führt mit den Mitarbeitenden einen schnellen, 15-minütigen Gesundheitscheck durch. Mit Kapillarblut aus dem Finger werden vor Ort zehn Blutwerte wie Blutzucker und Blutfette analysiert, die Lebensstil, Gewohnheiten und das Ernährungsverhalten der Mitarbeitenden abbilden. Des Weiteren werden bei dem Check Blutdruck und die Elastizität der Gefäße gemessen, ebenso die Lungenfunktion und die Rotationsfähigkeit der Wirbelsäule. Die in einer App gespeicherten Werte liefern die Grundlage für sinnvolle Schritte wie eine Online-Gesundheitsberatung mit ärztlichem Personal, ein virtuelles Health Coaching und ein individuelles Gesundheitsprogramm.

Beide Beispiele zeigen, dass digitale Tools und Apps wichtiger Bestandteil der Präventivmedizin sind.



Die personalisierte Medizin erfasst biologische und lebensstilbedingte Faktoren des Einzelnen und leitet daraus maßgeschneiderte Therapien ab

Dies gilt auch für die von der Deutschen Herzstiftung und weiteren Partnern programmierte „HerzFit-App“. Die kostenfreie App, ein weiteres Feld des Projekts „DigiMed“, soll ihren Nutzern helfen, ihr Herz besser zu verstehen und ihren Lebensstil zu verbessern und damit das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu minimieren. Dazu erfasst die App relevante Gesundheitsdaten wie Blutdruck, Herzfrequenz, LDL-Cholesterin, Gewicht und Langzeitblutzucker. Die Werte können tagesaktuell kontrolliert werden. Darüber hinaus können die Nutzer persönliche Gesundheitsziele definieren und diese mit konkreten Tipps zu gesunder Ernährung, Rauchentwöhnung, Stressbewältigung und mehr Bewegung angehen.

Wenn die Standardtherapie nicht hilft

„One size fits all“ ist in vielen Branchen ein erfolgreicher Weg. Doch in der Medizin liefern Einheitslösungen nur selten die bestmöglichen Behandlungsergebnisse. Denn die Bedürfnisse jedes Patienten sind zu unterschiedlich – und abhängig von vielen Faktoren wie Alter, Geschlecht, Vorerkrankungen, Trainingszustand oder der genetischen Disposition. Die personalisierte Medizin erfasst biologische und lebensstilbedingte Faktoren des Einzelnen und

leitet daraus maßgeschneiderte Therapien ab. Beispiele finden sich in der Krebstherapie, wo häufig verschiedene Medikamente mit erheblichen Nebenwirkungen zum Einsatz kommen. Um das Leiden der Krebspatientinnen und -patienten zu reduzieren, hat der Lehrstuhl für Biomaterialien an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) ein neues Verfahren entwickelt. Dieses ermöglicht, die Wirkung der Medikamente mithilfe von künstlichen Mikrotumoren aus Biopsien des Patienten in einer Ex-vivo-Umgebung außerhalb des Körpers zu prüfen, bevor die erste Medikamentengabe erfolgt. Die Nebenwirkungen können so minimal gehalten werden.

Wegweisende Schritte in Richtung einer personalisierten Medizin liefern auch Technologien wie Augmented Reality (AR), Virtual Reality (VR) oder Mixed Reality. Mixed Reality kombiniert moderne bildgebende Verfahren mit Künstlicher Intelligenz und liefert dreidimensionale farbige, als Hologramm in den Raum projizierte Röntgen-, MRT- oder CT-Bilder, die dem Chirurgen während einer OP ermöglichen, jeden Schritt mit den individuellen Befunden abzugleichen. Vorteile bieten sich bereits bei der Aufklärung der Patienten, wo ihnen der bevorstehende Eingriff plastisch erklärt

werden kann, ebenso bei der Vorbereitung des Chirurgen auf eine OP, da sich jeder Schritt gezielt trainieren lässt.

Auch die Materialwissenschaften halten Lösungen für die personalisierte Medizin bereit. So ermöglicht die additive Fertigung, patientenspezifische Implantate, Prothesen oder Orthesen herzustellen. Vorteile: Geometriefreiheit, dezentrale Produktion und schnelle Verfügbarkeit aufgrund der werkzeuglosen Fertigung. Herausforderung dabei ist unter anderem, die strengen regulatorischen Auflagen im Gesundheitswesen zu erfüllen. Der Münchner Kumovis GmbH ist es als einem der ersten Unternehmen gelungen, bei den 3D-Druck-Verfahren eingesetzte Hochleistungskunststoffe so zu drucken, dass sie in der Medizintechnik einsetzbar sind.

Aktiv beteiligen, gemeinsam entscheiden

Dem vierten „P“ der P4-Medizin kommt besondere Bedeutung zu. Denn die partizipative Medizin will den Patienten nicht nur zum Mitmachen bewegen, sondern ihn als Teil der Lösung einbeziehen – oder wie Dr. Jörg Traub formuliert: „Partizipativ versteht den Patienten und den Arzt als ein Team.“ Die aktive Beteiligung der Patienten soll unter anderem dazu beitragen, Ängste abzubauen, was besonders bei schwerwiegenden oder



Die partizipative Medizin will den Patienten nicht nur zum Mitmachen bewegen, sondern bezieht ihn als Teil der Lösung ein

” Partizipative Medizin versteht den Patienten und den Arzt als ein Team.

Dr. Jörg Traub
Leiter Gesundheit
Bayern Innovativ GmbH



chronisch-lebensbegleitenden Erkrankungen große Bedeutung hat. Kontinuierlich im Gespräch zu sein, die Perspektive der Patienten, ihre Vorstellungen und Werte, ihre Risikobereitschaft und Sicherheitsbedürfnisse zu verstehen kann im Idealfall großen Einfluss auf den Heilungsverlauf haben.

Wie wichtig es ist, dass sich Patientinnen mit den behandelnden Ärztinnen und Ärzten intensiv austauschen, zeigen die Herausforderungen bei der Brustkrebs-Behandlung. Bei der heute weit verbreiteten Antihormontherapie nehmen die Patientinnen ihre Medikamente über mehrere Jahre weitgehend selbstständig zu Hause ein. Jedoch setzen viele Frauen die Medikamente während der Therapie eigenmächtig ab – entweder, wenn es ihnen besser geht oder wenn unangenehme Nebenwirkungen auftreten. Ein Ziel des Projekts TEAM-X ist, eine digitale Lösung zu entwickeln, die die Kommunikation der Patientinnen mit dem Ärzteteam erleichtert. Mithilfe einer disziplinenübergreifenden App sollen die Patientinnen besser in ihre Behandlung einbezogen werden.

Das fünfte P

Die Beispiele zeigen, wie P4-Medizin die Gesundheitsversorgung verbessern kann. „Die einzelnen Ps greifen dabei eng ineinander – wie ein gutes Netzwerk“, freut sich Dr. Jörg Traub. Und während sich die P4-Medizin zunehmend in den Diskussionen um Verbesserungen im Gesundheitssystem mithilfe digitaler Lösungen etabliert, bringen Experten bereits ein weiteres P ins Spiel: Purpose. Mithilfe der Innovationsmethode „Purpose Launchpad Health“ wollen Wissenschaftler und Unternehmer wie Prof. Dr. Michael Friebe disruptive Visionen und Ideen für das Gesundheitswesen erarbeiten, die der individuellen Gesundheit dienen. Der Leiter des Center for Innovation, Business Development & Entrepreneurship der Universität Essen, appelliert, vollkommen neue Wege zu gehen: „Wir müssen Gesundheit neu denken und innovativ gestalten – so wie wir sie wollen, und nicht, wie wir sie vorfinden!“



Prof. Dietmar Wolff

ist Leiter der Forschungsgruppen Innovative Gesundheitsversorgung an der Hochschule Hof



Technische Innovationen können keine Menschen ersetzen. Sie sollen sie unterstützen!

Die Coronapandemie hat gezeigt, wie gravierend der Fachkräftemangel im Gesundheitswesen ist und welchen physischen und psychischen Belastungen insbesondere das Pflegepersonal ausgesetzt ist. Lassen sich die Herausforderungen im Gesundheitswesen lösen?

Prof. Dr. Dietmar Wolff: Im deutschen Gesundheitssystem bestehen viele gegenläufige Tendenzen. Zum Beispiel stehen immer weniger Fachkräfte einer immer größeren Zahl an alten Menschen gegenüber. Dieses Problem lässt sich aber nicht einfach durch mehr Geld und Personal lösen. Was die Personalzahlen angeht, sind wir in Deutschland im weltweiten Vergleich sogar im oberen Drittel. Das Gesundheitssystem selbst ist die Herausforderung. Ein Thema, das dringend angegangen werden muss, ist, die Barrieren zwischen den Sektoren abzubauen, wie zwischen der ambulanten Versorgung und den stationären Einrichtungen sowie zwischen der haus- und fachärztlichen Versorgung. Um der Abwanderung in andere Berufsgruppen entgegenzuwirken, sind auch der Abbau von Bürokratie, verlässliche Dienstpläne und nicht zuletzt eine neue Art von Führung nötig. Das neue bundeseinheitliche Personalbemessungsverfahren für die stationäre Pflege macht da einen Anfang. Künftig werden die Anzahl und die Qualifikation des Personals, das für eine fachgerechte und gute Pflege gebraucht wird, einrichtungsindividuell an den eigentlichen Bedarfen der Pflegeeinrichtungen ausgerichtet.

Pflegeberufe gelten als wenig attraktiv. Braucht die Pflege der Zukunft neue Berufsbilder?

Pflegeberufe sind in vielen Ländern akademische Berufe und dadurch besser angesehen. Der neue Ansatz der Führung mit erweiterten Rollen soll Stellen für akademisch ausgebildete Pflegeexperten schaffen und diese entsprechend einsetzen. Um die bestmögliche Versorgung zu bieten, müssen Pflegeteams gut koordiniert handeln. Am Campus Kronach bieten wir seit 2021 den Studiengang „Innovative Gesundheitsversorgung“ an, den deutschlandweit einzigen interdisziplinären Studiengang im Gesundheits- und Sozialwesen an der Schnittstelle zwischen Versorgung, Management und Technik. Der Studiengang ist Brückenbauer zwischen der klassischen Gesundheitsversorgung sowie Technik und IT. Er hebt die starren Grenzen der einzelnen Disziplinen auf und ermöglicht, dass Technologien aus dem Ingenieurbereich mit den medizinischen und pflegerischen Systemen zusammenwachsen können.

Stichwort Technik und technische Innovationen: Können Künstliche Intelligenz oder Roboter Menschen in Gesundheitsberufen ersetzen?

Nein, technische Innovationen können keine Menschen ersetzen. Sie sollen sie unterstützen! Moderne, insbesondere KI-basierte Technologie, kann viele Arbeitsabläufe verbessern und die Arbeit erleichtern. Beispielsweise wenn kollaborative Roboter, die über Sensoren direkt mit einem Menschen interagieren,

assistierende Tätigkeiten übernehmen. Exoskelette und VR- oder AR-Brillen können den beruflichen Alltag, KI die medizinische Dokumentation, zum Beispiel mittels Spracherkennung, erleichtern. Sturzsensoren und ähnliche Tools können die Sicherheit der Patientinnen und Patienten verbessern.

Sie haben dazu ein Projekt ins Leben gerufen. Worum geht es dabei?

Mit dem Projekt Pulsnetz MuTiG und dem Vorgängerprojekt Pulsnetz KI wollen wir Einsatzszenarien von KI-basierten Technologien für die Pflege- und Sozialwirtschaft entwickeln und etablieren. Dazu fahren wir mit TruDi, dem Truck der Digitalisierung, Pflegeeinrichtungen an. Die Beschäftigten können dann direkt vor Ort neue pflegeunterstützende Technologien kennenlernen und ausprobieren. Es geht uns darum, herauszufinden, wo genau die Herausforderungen sind, wie Prozesse ablaufen und verbessert werden können und welche technischen Lösungen es dafür geben könnte. Wir gehen also nicht von der Technik aus, sondern vom Anwenderszenario. Dadurch sollen Distanz, Hemmungen und Ängste abgebaut werden, die gegenüber neuen Technologien oft bestehen.

Kann KI denn einen sinnvollen Beitrag zur Verbesserung des Pflegeberufs liefern?

Digitale und intelligente Lösungen helfen, den Arbeitsalltag zu entlasten. Körperliche Arbeit in der Pflege wird erleichtert, Abläufe werden verbessert. Dies führt zu mehr Arbeitszufriedenheit. Im Rahmen von Pulsnetz KI haben wir zum Beispiel eine KI-gestützte Recruiting-Software entwickelt und damit einen neuen Weg, Personal zu gewinnen. In einem weiteren Teilprojekt haben wir an einer KI-basierten Dienstplanung gearbeitet, die unter anderem gesundheitliche Aspekte und Wünsche der Mitarbeitenden berücksichtigt. Dieses Projekt soll weiterverfolgt werden.

Blick in die Zukunft: Wo sehen Sie die Pflege in 10 oder 20 Jahren?

Mein Bild der Zukunft ist, dass in Altenheimen Abläufe durch Menschen geprägt, aber durch intelligente Systeme und Software unterstützt werden. Zum Beispiel, dass logische Systeme Vorschläge zur Pflegeplanung und zur erforderlichen Maßnahmenplanung unterbreiten, die Pflegedokumentation durch Spracherkennung und Sensoren ihren Schrecken verliert und Wirkungsanalysen mit großen Datenmengen durch KI neue Erkenntnisse generieren. Dass Vitalwerte mithilfe von intelligenten Systemen überprüft oder Wundanalysen für Dekubitus gefahren werden können. Die Systeme können dem Personal viele manuelle Tätigkeiten abnehmen, damit es sich mit seiner Expertise mehr in die Pflegearbeit einbringen kann.

INTERVIEW ANNE MUSIOL-GRIESSINGER



Projekt Pulsnetz

Das durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales geförderte Projekt „pulsnetz.de – gesund arbeiten“ will Mitarbeitende der Sozialwirtschaft durch digitale und KI-gestützte Anwendungen entlasten und stärken.

Mehr Infos:

www.pulsnetz.de



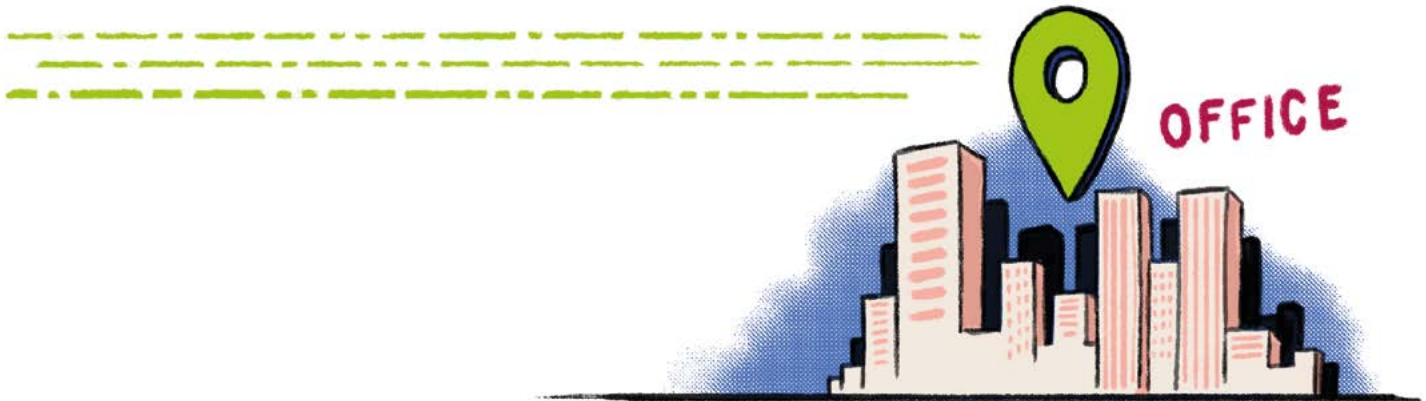
WIE WIR IN ZUKUNFT ARBEITEN

Digital, nachhaltig, divers

In Personal- und Entwicklungsabteilungen ist die Diskussion in vollem Gange. Wie kann die Arbeitswelt zu einer erfolgreichen Umsetzung der anstehenden Transformationsprozesse beitragen? Und wie können die Jobs der Zukunft Arbeitgeber und Mitarbeitende gleichermaßen begeistern, neue kreative Potenziale wecken und noch innovativere Ergebnisse hervorbringen?

TEXT CHRISTOPH KIRSCH

ILLUSTRATIONEN PETRA HERBERGER



Früher genügten ein Kicker im Foyer und eine Obstschale am Empfang. Egal, wie dick die Staubschicht auf ihnen war, die Bilder symbolisierten: Dieses Unternehmen ist modern und bietet seinen Mitarbeitenden Raum für Kreativität und Entfaltung. „Doch vor allem in wissensintensiven Berufen haben sich die Erwartungen in den letzten Jahren dynamisch weiterentwickelt“, beobachtet Dr. Thomas Helfer, der sich als Leiter der Themenplattform Arbeitswelt 4.0 bei Bayern Innovativ mit Transformationsprozessen und deren Wechselwirkungen mit der Arbeitswelt auseinandersetzt.

Akzelerator Covid-19

Nicht zuletzt die Coronapandemie hat die Art und Weise, wie wir arbeiten, rasant verändert. Wie ein Teilchenbeschleuniger wirkte die Pandemie insbesondere für das Thema Homeoffice. Während des Lockdowns war die Arbeit von zu Hause für viele Firmen und Arbeitnehmende plötzlich keine Alternative mehr, sondern eine Notwendigkeit. „Unter dem Druck der Krise wurden fast in Echtzeit neue Kommunikationstools eingeführt und neue digitale Fähigkeiten entwickelt“, schrieb das Beratungshaus Deloitte bereits im ersten Coronajahr und führte aus: „Es hat sich gezeigt, dass Arbeitsprozesse sehr schnell digitalisiert werden konnten beziehungsweise auch ohne Anwesenheit im Büro funktionierten.“ Arbeiteten 2019 nur 9,6 % aller Erwerbstätigen regelmäßig im Homeoffice, waren es 2020 über 20 %, im Jahr darauf 24,8 %. Nach der Pandemie hat sich

einer Erhebung des ifo Instituts zufolge die Homeoffice-Nutzung in Deutschland auf durchschnittlich 1,4 Tage pro Woche eingependelt.

Nicht nur die meisten Arbeitgeber und Beschäftigten sehen die Entwicklung positiv – sondern auch die Umwelt. Eine im Jahr 2020 vom Branchenverband Bitkom in Auftrag gegebene Berechnung kommt zu dem Ergebnis, dass zwischen zehn und zwölf Megatonnen CO₂ eingespart werden könnten, wenn 50% der Arbeitnehmenden im Schnitt zwei Tage pro Woche im Homeoffice arbeiten. Positive Signale könnten die vermehrten Homeoffice-Angebote der Unternehmen auch dem angespannten Immobilienmarkt senden. „Homeoffice eröffnet Beschäftigten die Möglichkeit, auch von Standorten außerhalb der teuren Ballungszentren zu arbeiten“, so die deutsche Wirtschaftsweisen Prof. Ulrike Malmendier. Unternehmen wiederum können ihre Büroflächen verkleinern und bei Miete und Betriebskosten Sparpotenziale heben. „Die Pandemie hat gezeigt, wo es bei der örtlichen und zeitlichen Flexibilisierung des Arbeitens gut läuft und wo noch nicht“, blickt Dr. Imme Witzel, die sich als Unternehmerin und Wissenschaftlerin mit der Digitalisierung und der daraus resultierenden Veränderung der Arbeitswelt beschäftigt, auf die letzten beiden Jahre zurück.

Die 3 großen D

Natürlich umfasst die Veränderung der Arbeitswelt weit mehr als das Thema Homeoffice. Tatsächlich folgt sie densel-

ben großen Leitthemen wie die Transformation der Wirtschaft: Digitalisierung, Dekarbonisierung und demografische Veränderung. Blickt man zurück, standen 2020 viele Unternehmen der Einführung digitaler Tools und Prozesse noch abwartend gegenüber, darunter vor allem kleinere und Handwerksbetriebe. „Heute sind auch dort digitale Werkzeuge, zum Beispiel zur Fernwartung und Maschinensteuerung, und innovative Entwicklungstools wie digitale Zwillinge oder Extended Reality keine Fremdwörter mehr“, erklärt Dr. Helfer. Diesem Thema komme nicht zuletzt vor dem Hintergrund der demografischen Entwicklung eine besondere Bedeutung zu. „Kollaborative Robotik oder digitale Assistenzsysteme können ein altersgerechtes Arbeiten ermöglichen“, führt Dr. Helfer weiter aus.

Dr. Witzel ist sich sicher, dass Computer, Roboter und Künstliche Intelligenz immer mehr menschliche Routinearbeiten übernehmen werden. „Manuelle Routinearbeiten werden weiter abnehmen, kognitive Arbeiten immer mehr Bedeutung gewinnen“, so die New-Work-Expertin. Künftige Berufsbilder werden ihrer Meinung nach veränderte Kompetenzen erfordern. Als Beispiel nennt Dr. Witzel die Mensch-Maschine-Interaktion. „Zum Verständnis für die Zusammenarbeit mit Robotern, KI und autonomen Systemen gehören nicht nur der Umgang mit Daten und technologisches Wissen, sondern auch die Reflexion von Entscheidungen mithilfe von Maschinen.“ Ein viel diskutiertes Beispiel dafür liefert

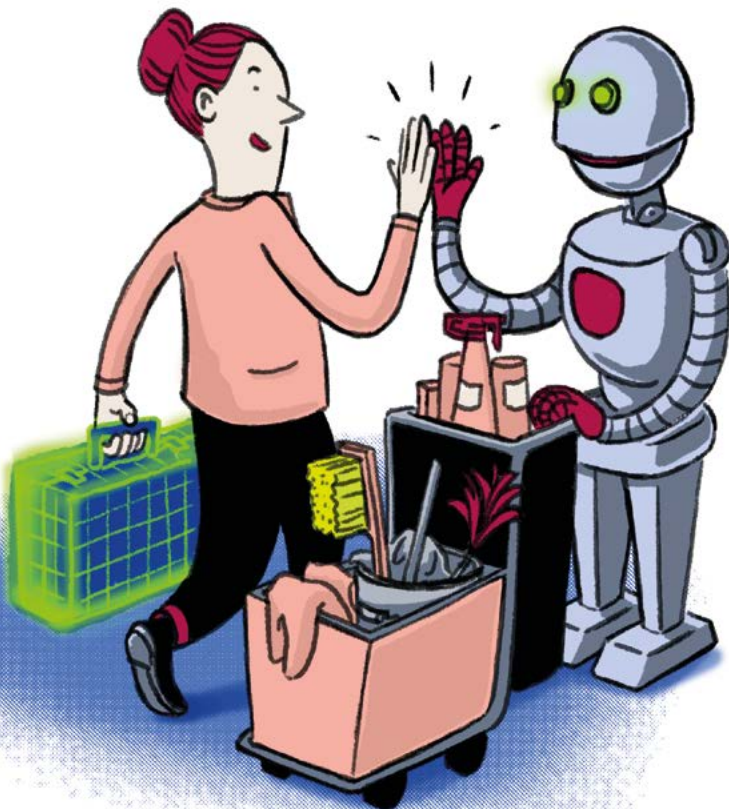
die derzeit heiß diskutierte KI-Plattform ChatGPT. ChatGPT erstellt bereits im aktuellen Entwicklungsstadium aus wenigen Suchbegriffen anspruchsvolle Texte. So kann die Software zwar zeitaufwendige Basistexte schreiben, zum fertigen Produkt werden sie aber erst, wenn der Autor sie mit Sekundärliteratur, persönlichen Rechercheergebnissen und haltbaren Quellen absichert.

Babyboomer, Millennials und Generation Z

Als Mitglied des DATEV-Vorstands beschäftigt sich Julia Bangerth nicht zuletzt mit Aspekten der Organisationskultur, der Führung und neuen Lernformen. Wie fast alle Unternehmen wurde auch die DATEV eG – mit rund 8.500 Mitarbeitenden einer der bedeutendsten Arbeitgeber Nordbayerns – von der Pandemie überrascht. Als mit dem Lockdown die Mitarbeitenden von einem Tag auf den anderen nicht mehr ins Büro kommen durften, half uns enorm, dass wir unsere Strukturen und Prozesse bereits 2019

stark transformiert hatten“, blickt die Personalvorständin zurück. Und dabei meint sie nicht nur die technische Infrastruktur. Schon vor der Pandemie hatte DATEV das klassische Modell der Linien-vorgesetzten durch eine Dreiteilung aus fachlicher Führung, Prozessführung und Personalführung ersetzt. Durch diese Rollenfokussierung konnten sich DATEVs Product Owner voll auf die fachlichen Herausforderungen, die Scrum Master auf die Neuorganisation der Arbeits- und Kollaborationsprozesse in der ungewohnten mobilen Arbeitswelt und die Personalführungskräfte auf die menschlichen Aspekte dieser für viele Mitarbeitenden schwierigen Zeit fokussieren.

Spricht Julia Bangerth über die drei großen D der Transformation, betont sie, dass es sich dabei eigentlich um eine Multitransformation handelt, bei der alle drei Aspekte ineinandergreifen. Sie erläutert dies am Beispiel Personalentwicklung und Recruiting. „Berufsbilder unterliegen einem rasanten Wandel. Früher war der erste Weg, wenn neue Kompetenzprofile erforderlich waren, die Rekrutierung neuer Mitarbeitender. Heute geht der erste Blick nach innen: Es gilt, Menschen während ihrer gesamten Berufslaufbahn weiterzuentwickeln und ihnen dauerhaft Perspektiven im Unternehmen zu öffnen“, so die Sprecherin der Wirtschaft im Steuerungskreis der Themenplattform Arbeitswelt 4.0. In der Wirtschaft sind heute Mitarbeitende aus bis zu fünf Generationen beschäftigt – von der Nachkriegsgeneration (1945 – 1955) bis zur von 1997 bis 2009 geborenen Generation Z. „Alle haben andere Ansprüche und andere Visionen für ihre Arbeitswelt“, so Bangerth. Unternehmen müssen ihrer Meinung nach auf diese demografische Entwicklung reagieren und alle fünf Generationen integrieren. DATEV investiert daher viel in die Unterstützung von Mitarbeitenden, die sich weiterqualifizieren wollen oder gar einen internen Quereinstieg in neue Aufgaben anstreben. Dabei geht es beispielsweise um die Entwicklung



” Wenn digitale und ökologische Transformation und der damit einhergehende Wandel der Arbeitswelt zu einem Enabler für Nachhaltigkeit verschmelzen, setzt diese doppelte Transformation ganz neue Potenziale für die Zukunftsfähigkeit von Wirtschaft und Gesellschaft frei.

Dr. Thomas Helfer

Leiter der Themenplattform Arbeitswelt 4.0
Bayern Innovativ GmbH

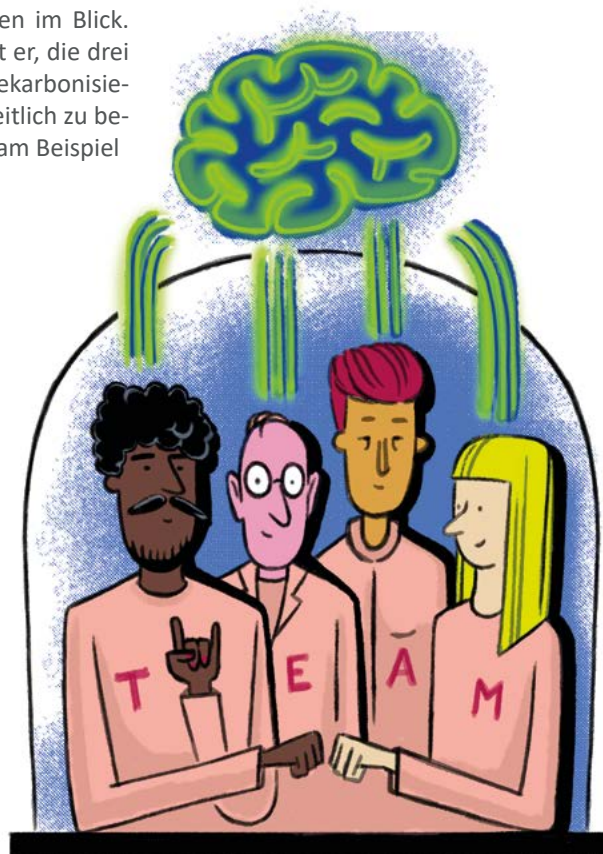


von IT-Know-how auch für Mitarbeitende, die aus ganz anderen Bereichen kommen und sich in die Softwareentwicklung hinein entwickeln möchten. Mit Blick auf das Thema Organisationskultur empfiehlt Julia Bangerth die Zusammenstellung diverser Teams, also aus Mitarbeitenden mit unterschiedlichem Geschlecht, Alter, Ausbildungsstand und unterschiedlicher Herkunft. „Je diverser, desto besser die Ergebnisse!“, ist sich Bangerth sicher.

Menschen im Mittelpunkt

Auch Clemens Suerbaum verfolgt die Transformation von Wirtschaft und Arbeitswelt aufmerksam. Als Gesamtbetriebsratsvorsitzender der Nokia Solutions & Networks GmbH & Co. KG hat er dabei sowohl unternehmerische Chancen wie auch ethische Fragen im Blick. Wie Julia Bangerth empfiehlt er, die drei Themen Digitalisierung, Dekarbonisierung und Demografie ganzheitlich zu betrachten, und erläutert dies am Beispiel

der Umwelttechnologien. „No green without digital!“, propagiert Nokia und meint damit, dass viele Verbesserungen bei Umweltschutz- und Nachhaltigkeitsthemen nicht ohne digitale Technologien umgesetzt werden können. Suerbaum ergänzt, dass dies auch Auswirkungen auf im Beruf und im Alltagsleben benötigte Kompetenzen haben werde. Dabei gelte es, alle mitzunehmen: Beschäftigte in Büros und Werkhallen, in technischen und sozialen Berufen, Berufsanfänger und Rentner, Menschen mit niedrigen und hohen Bildungsabschlüssen. Kritisch beurteilt Suerbaum die in einigen Ländern gängige Praxis, mit KI den Bewerbungsprozess zu kontrollieren und dazu unter anderem Internet- und Social-Media-Portale auszuwerten. Im Gegenzug könne KI aber für Fairness bei der Bewerbung sorgen, wenn es zum Beispiel darum geht, verschiedene Bildungsabschlüsse zu vergleichen. Die Einschätzungen der Experten belegen:



Digitalisierung wird die Art und Weise, wie wir arbeiten, in den nächsten Jahren weiter fundamental verändern. Lebens- und arbeitsbegleitendes Lernen wird noch stärker zu einer Schlüsselkompetenz. Was die Konsequenzen für die Innovationsfähigkeit von Industrie und Handwerk anbelangt, ist Stefanie Zumpke, Personal- und Organisationsentwicklerin bei Bayern Innovativ, zuversichtlich: „Letztlich sind es die gut aus- und weitergebildeten Menschen, die Innovations- und Transformationsprozesse erfolgreich umsetzen.“

Im Maschinenraum der Transformation

Als wichtigste Branche Deutschlands ist die Automobilindustrie in besonderem Maße von der digitalen und ökologischen Transformation betroffen. Dort trifft sie zwar auf hochgradig qualifizierungsmotivierte Beschäftigte, so eine aktuelle Studie von Prof. Sabine Pfeiffer, die an der FAU den Lehrstuhl für Soziologie leitet und die Bayern Innovativ-Themenplattform Arbeitswelt 4.0 als wissenschaftliche Sprecherin unterstützt. Allerdings sei noch schwer absehbar, welche Weiterbildungswege sich als wirklich zukunftsfähig erweisen. „Vertrauen und positive Zukunftssichten sind in dynamischen Transformationszeiten alles andere als Selbstläufer. Sie müssen organisational immer wieder neu erarbeitet werden“, so eine Kernaussage der Studie „Arbeit und Qualifizierung 2030“. Die Studie kann im Internet kostenlos heruntergeladen werden:

www.labouratory.de/files/downloads/AQ2030-Studie-Highlights-DE.pdf

The image shows a vertical farming system with several rows of white, stepped channels. Each channel contains a small, dark, circular growing medium with a single lettuce plant growing out of it. The lettuce plants are bright green and have a ruffled, curly leaf structure. The background is a plain, light-colored wall.

**95 % Wasser
und 75 % Dünger**
lassen sich in
der vertikalen
Landwirtschaft
einsparen



VERTICAL FARMING –
EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT DER LANDWIRTSCHAFT

Wenn sich Städte selbst ernähren

Bis zum Jahr 2050 wird die Weltbevölkerung auf 9,7 Milliarden Menschen steigen. Um sie zu ernähren, muss die Nahrungsmittelproduktion beinahe verdoppelt werden.

Ein Verfahren, um Nahrungsmittel unabhängig von klimatischen Bedingungen und mitten in urbanen Zentren anzubauen, ist Vertical Farming.

TEXT CHRISTOPH KIRSCH

Natürlich Dubai. Wo sonst, wenn nicht unter der glühenden Sonne Arabiens könnte ein solch gigantisches Vorhaben in größtmöglicher Dimension vorangetrieben werden? Mit „Bustanica“ – arabisch für „Dein Garten“ –, der im Juli 2022 eröffneten größten vertikalen Farm der Welt, zeigt das Emirat, welch hohe Priorität es der größeren Unabhängigkeit bei der Nahrungsmittelversorgung gibt. Bislang importieren die Vereinigten Arabischen Emirate 90 % aller Lebensmittel. Denn Äcker und Wasser – unverzichtbare Grundvoraussetzungen der Landwirtschaft – sind in den Emiraten Mangelware. In der riesigen fensterlosen Industriehalle werden auf über 330 Hektar Fläche auf mehreren Etagen Gemüse und Salat angebaut. Mehrere Ernten sollen künftig jährlich mehr als 900 Tonnen Ertrag bringen. Die Anlage ist hoch automatisiert. Raumtemperatur, Beleuchtung sowie Wasser- und Nährstoffversorgung werden von einem Computer gesteuert. Pestizide und Herbizide werden nach Angaben der Betreiber nicht benötigt, der Wasserbrauch soll im Vergleich zum Anbau von Gemüse auf dem Feld um 95 % niedriger sein. „Bustanica ist ein außergewöhnliches Beispiel dafür, wie landwirtschaftliche

Produkte in Zukunft angebaut werden könnten“, erklärt Christian Metz und betont, dass sich das Bild der Landwirtschaft in den letzten Jahren massiv verändert hat, nicht zuletzt wegen des Klimawandels, der demografischen Entwicklung und der veränderten Rollenverteilung von Stadt und Land. „Menschen werden künftig verstärkt in Metropolen leben. Viele bisher für die Landwirtschaft genutzte Flächen werden durch Trockenheiten nicht mehr in ihrer früheren Produktivität zur Verfügung stehen. Es gilt

daher, Wege zu finden, um klimaangepasster und umweltunabhängiger zu produzieren“, so der Experte für Digitalisierung in der Landwirtschaft vom Zentrum Digitalisierung.Bayern. Als neues Verfahren an der Schnittstelle zwischen Landwirtschaft und Hightech könne Vertical Farming dazu beitragen, dass Lebensmittel näher bei den Verbrauchenden

in den urbanen Zentren produziert werden können.

Hydroponik, Aeroponik und Aquaponik

Laut Definition versteht man unter Vertical Farming „ein landwirtschaftliches Konzept, bei dem die Produktion in Hochhäusern stattfindet, um urbanen Raum nachhaltig landwirtschaftlich zu

Vertical Farming kann in Zukunft eine sinnvolle Ergänzung darstellen.“

Christian Metz
Leiter Kompetenznetzwerk
Digitale Landwirtschaft Bayern



*Landwirtschaft in der Senkrechten:
In vertikalen Farmen wachsen die Pflanzen
in mehreren Stockwerken übereinander*

nutzen“. Die Pflanzen werden auf mehreren Etagen – eben vertikal – übereinander in geschlossenen Systemen, ohne Sonnenlicht, ohne Regen und ohne Erde angebaut. „Da Jahreszeiten und Umwelteinflüsse keine Rolle mehr spielen, können bei vielen Salat- und Gemüsesorten mehrere Ernten pro Jahr eingebracht werden“, beschreibt Christian Metz den zentralen Vorteil der Methode. Als Nachteil gilt der hohe Energieverbrauch der Anlagen.

Zur Anwendung kommen im Wesentlichen drei Verfahren: Hydroponik, Aeroponik und Aquaponik. Bei allen Methoden werden die Pflanzen erdlos mit einem Gemisch aus Wasser und darin gelösten Nährstoffen versorgt. Bei hydroponischen Systemen hängen die Wurzeln der Pflanzen in der Nährlösung. Bei der Aeroponik hängen sie im Unterschied dazu in der Luft und werden mit einem Nährlösungsnebel besprüht. Als Vorteil gilt, dass die Wurzeln dabei optimal mit Sauerstoff versorgt werden. Aquaponik wiederum kombiniert die Anbausysteme Aquakultur und Hydroponik. Hier liefern die in der Aquakultur gezüchteten Fische, Muscheln, Krebse oder Algen gleichzeitig den Dünger für die parallel in einem Hydroponiksystem angebauten Nutzpflanzen.

Potenziale für Technologieanbieter

In Bayern gibt es noch keine Anlagen vergleichbarer Größenordnung wie in Dubai, USA, Singapur oder Dänemark, und ihre Betreiber stammen meist aus der



*Mehr Erträge: Durch optimales Klima-
und Nährstoffmanagement kann
mehrmals im Jahr geerntet werden*

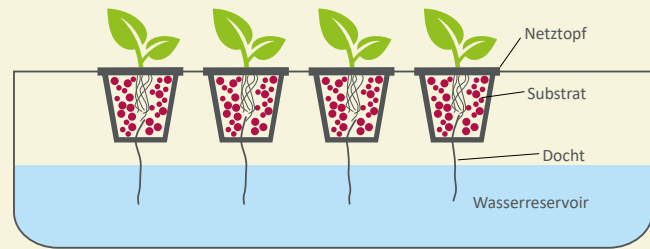
klassischen Landwirtschaft oder dem Gartenbau. So wie Mike Conley, der in Mainburg eine Aquaponikanlage aufgebaut hat und Beratungen für Interessierte anbietet, oder Jochen Haubner, der im Knoblauchsland bei Nürnberg in einem Gewächshaus auf rund einem Hektar Fläche Hydroponiksalate anbaut. „Hierzulande ist das Verhältnis von urbanem und ländlichem Raum noch ausgewogen, die klimatischen Bedingungen für die klassische Landwirtschaft sind noch gegeben“, fasst Christian Metz zusammen. „Vertical Farming kann in Zukunft aber eine sinnvolle Ergänzung darstellen.“

Auch für die Wirtschaft hat Vertical Farming interessante Perspektiven. Dass sich neben kleinen Unternehmen, wie der mittlerweile zur Miele-Gruppe gehörenden Münchner Agrilution GmbH, sogar Weltkonzerne wie Siemens oder SSI Schäfer für Vertical Farming interessieren, belegt, dass weltweit ein Umdenken bei der Nahrungsmittelproduktion stattfindet. Mit dem Wissen in den relevanten Technologien wie Maschinen- und Anlagenbau, Automatisierungs- und Steuerungstechnologien, Klimatisierungstechnik, Haustechnik bis hin zur Saatgutentwicklung hat Deutschland beste Voraussetzungen, um Technologietreiber zu sein und Vertical Farming international zu vermarkten.

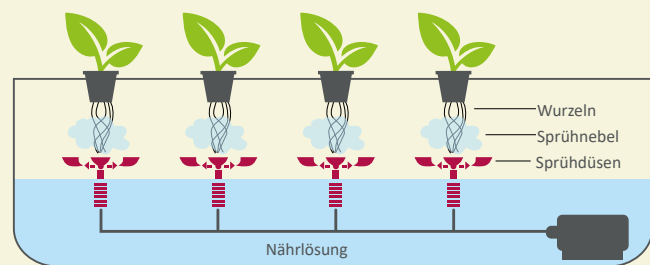
Dass vertikale Farmen nicht unbedingt die Dimension von Bustanica haben müssen, unterstreicht die in Zusammenarbeit mit Siemens entwickelte „GreenBox“. Die Anlage mit der Größe eines Frachtcontainers richtet sich an Hotels, Restaurants und Supermärkte. Wie groß das Interesse an solchen Farmen ist, zeigt, dass die GreenBox nach der Präsentation bei der Weltausstellung Expo in Dubai 2021 nicht mehr nach Europa verschifft wurde. Sie versorgt nun dort ein Hotel mit frischem Gemüse aus lokalem Anbau.

Das Kompetenznetzwerk Digitale Landwirtschaft beschäftigt sich mit Zukunftsthemen rund um die Landwirtschaft. Ein Schwerpunkt ist Vertical Farming. www.bayern-innovativ.de/de/knedl

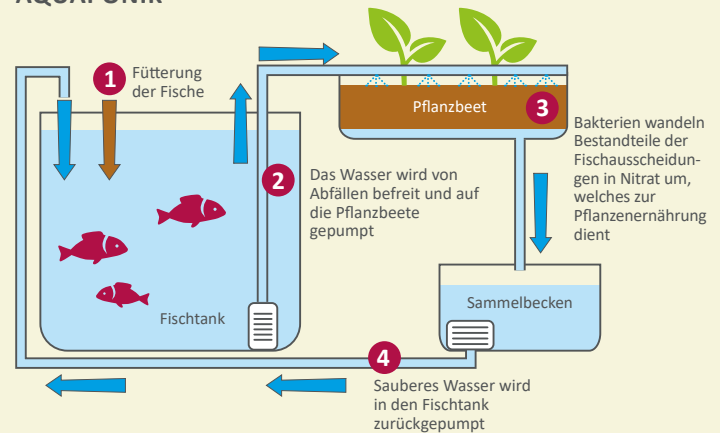
HYDROPONIK



AEROPONIK



AQUAPONIK



Drei Konzepte für das Vertical Farming: Bei Hydroponik, Aeroponik und Aquaponik werden die Pflanzen erdlos mit einem Gemisch aus Wasser und darin gelösten Nährstoffen versorgt. Bei hydroponischen Systemen hängen die Wurzeln in der Nährlösung. Bei der Aeroponik werden sie mit einem Nährlösungsnebel besprüht. Bei der Aquaponik liefern die in der Aquakultur gezüchteten Fische, Muscheln, Krebse oder Algen den Dünger für die parallel in einem Hydroponiksystem angebauten Nutzpflanzen.

Bereit



DIE REISE INS UNGEWISSE KANN GELINGEN

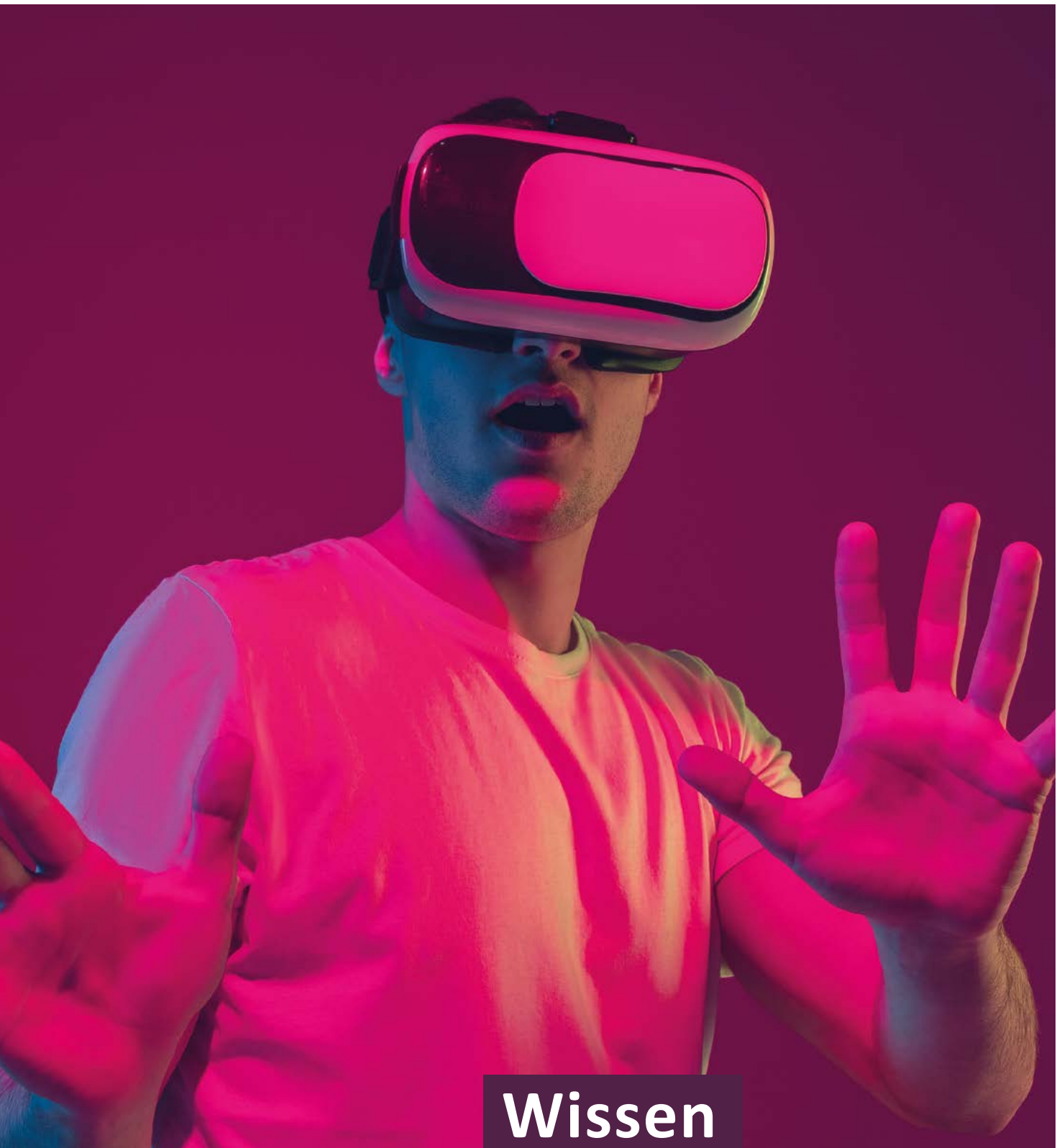
für die Zukunft

Innovationen und neue Technologien sind wichtige Schlüsselfaktoren für eine erfolgreiche Zukunft. Die Basis in Form von Kreativität, Wissen und Visionen ist in Deutschland reichlich vorhanden. Dennoch gleicht die Entwicklung bahnbrechender Zukunftstechnologien oft einem Aufbruch ins Ungewisse.

Denn selbst hervorragende Ideen können scheitern.

TEXT BARBARA GROLL





**Wissen
nimmt
Angst**



Ein Attribut vereint viele erfolglose Erfinder. Sie sind Einzelkämpfer und holen niemanden mit ins Boot. Ein Fehler, wie Dr. Rainer Seßner sagt: „Eine Innovation im Alleingang zu entwickeln und auf den Markt zu bringen ist für ein kleines oder mittelständisches Unternehmen schwer. Mit den richtigen Partnern hingegen deutlich leichter und aussichtsreicher.“ Aber oft ist unklar, welches Wissen, welche potenziellen Mitspieler bereits existieren. Doch wer sich immer nur in der eigenen Blase aufhält, verpasst möglicherweise genau den einen Impuls, der die Zukunft verändern könnte, davon ist Rainer Seßner überzeugt. Und deswegen wirbt der Geschäftsführer von Bayern Innovativ Tag für Tag mit Enthusiasmus für das Thema Netzwerken und plädiert für branchenübergreifende und interdisziplinäre Kooperationen als Erfolgstreiber.

Einzelkämpfer gehen unter

Klar ist, wir brauchen kollaborative Forschung und Entwicklung von Zukunftstechnologien. Nicht umsonst nutzen bereits immer mehr KMU die Methode Open Innovation, öffnen ihre Türen und beziehen verschiedene externe Akteure in ihren Innovationsprozess mit ein. Zu Recht, wie Dr. Tanja Jovanovic, Leiterin Technologie- und Innovationsmanagement bei Bayern Innovativ, betont: „Wer interne und externe Expertise kombiniert, kommt schneller ans Ziel, meist auch an bessere Lösungen und entdeckt oftmals neue Perspektiven.“ Jovanovic plädiert für den Blick über den Tellerrand in Form von Cross Innovation. Dabei werden bereits entwickelte Technologien oder Konzepte auf völlig neue Anwendungsfelder angepasst. So arbeitet das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt gemeinsam mit Externen an dem humanitären Projekt AHEAD. Ziel ist, Hilfsgüter in Zukunft mit ferngesteuerten Lastwagen auch in Krisengebieten sicher an ihren Bestimmungsort zu bringen. Genutzt werden dafür auf dem Mars erprobte Technologien. Eine Win-win-Situation.

Bei Kooperationen zwischen Unternehmen und Wissenschaft fürchtet jedoch manch einer um die Unabhängigkeit der Hochschulforschung und warnt davor, dass die Wirtschaft direkten Einfluss auf die Forschung – ja sogar deren Ergebnisse nehmen könnte. Rainer Seßner beruhigt: „Wenn die gemeinsamen Ziele zu Beginn klar sind, entsteht eine vorteilhafte Dynamik. Der beiderseitige Erfolg steht im Vordergrund.“ Eine branchenübergreifende und interdisziplinäre Zusammenarbeit ist allerdings nicht immer einfach. Zu Beginn wissen die potenziellen Partner meist zu wenig voneinander, haben unterschiedliche Ziele und sprechen oft nicht einmal dieselbe Sprache, erzählt Dr. Tanja Jovanovic. So kann ein Unternehmen „Reallabor“ als physisches Labor verstehen, die Forschung und Transferwelt hingegen als Feldversuch. Sie und ihr Team sehen ihre Aufgabe deswegen auch im Dolmetschen und Vernetzen, denn die promovierte Innovationsmanagerin ist überzeugt: „Wissenschaft und Wirtschaft denken unterschiedlich – aber gerade diese Individualität und Heterogenität sind der perfekte Nährboden für Innovationen.“

Deutschland – Land der Skeptiker?

Aber auch Vertrauen ist ein wichtiger Erfolgsfaktor für gelungene Innovationen. Laut dem Bosch Tech Compass 2023 gibt es jedoch in puncto Akzeptanz neuer Technologien weltweit große Unterschiede. Das ergab die repräsentative Umfrage in Brasilien, China, Deutschland, Frankreich, Großbritannien, Indien und den Vereinigten Staaten. Dabei zeigten die deutschen Teilnehmer bei mehreren Fragestellungen eine größere Skepsis als andere Länder. So glaubt mit 75 % die überwiegende Mehrheit der Befragten, dass Technologie die Welt zu einem besseren Ort macht. In Deutschland waren es 64 % der Studienteilnehmer. Nur die Zustimmung aus Frankreich liegt mit 52 % niedriger. Noch auffälliger zeigt sich die Diskrepanz bei der Frage, ob globaler technologischer Fortschritt ausreichend eingesetzt wird, um die großen Probleme unserer Zeit anzugehen. Während weltweit 52 % der Befragten zustimmen, sind es in Deutschland lediglich 32 %. Was alle Länder vereint, ist die Sorge vor Cyberangriffen, mangelnder Datensicherheit und der Machtkonzentration bei wenigen Unternehmen. In Deutschland nennen die Befragten allerdings das Thema Überwachung an zweiter Stelle ihrer Bedenken.

Dabei sind Daten die Grundvoraussetzung für zahlreiche technologische Errungenschaften der Zukunft. Doch die Angst, zum gläsernen Verbraucher und damit angreifbar zu werden, ist groß. Auch das ist nicht neu. Im Jahr 2010 hagelte es in Deutschland Einsprüche gegen Google Street View. Das Thema wurde von Politik und Gesellschaft heiß diskutiert. Es hieß, die Aufnahmen verletzen die Privatsphäre und ermöglichen das Ausspähen der Nachbarschaft. Fast eine Viertelmillion Menschen forderten, dass der US-Gigant ihre Straßen, Häuser und Wohnungen unkenntlich mache. Und heute? Heute ist Google Maps nicht mehr aus unserem Alltag wegzudenken. Wir nutzen es mit einer Selbstverständlichkeit wie vor 20 Jahren den guten alten Stadtplan.

Angst hemmt Technologieoffenheit

Es braucht also eine grundsätzliche Offenheit gegenüber neuen Technologien, damit diese der Schlüssel zum Erfolg von morgen sein können. Und zwar bei Politik, Wirtschaft und Gesellschaft gleichermaßen. Aber genau da liegt der Hase im Pfeffer. Manchmal scheitern Ideen auch einfach, weil die Welt (noch) nicht bereit dafür ist. So wurde der Airbag schon 1951 vom Münchner Erfinder Walter Linderer zum Patent angemeldet. Als erstes damit ausgestattete Auto kam die damalige Mercedes S-Klasse allerdings erst 30 Jahre später auf den Markt. Neue und vor allem bahnbrechende Technologien lösen bei vielen Menschen gemischte Gefühle aus. Sie reagieren mit Skepsis, ja sogar Angst auf neue Technologien. Warum ist das so? Zahlreiche erfolgreiche Innovationen haben eines gemeinsam. Sie vereinen Neues mit Vertrautem und werden deshalb leichter akzeptiert. Das heißt, sie bauen auf bereits im Alltag angewandte Technologien auf. Doch was geschieht mit disruptiven Innovationen wie den aktuellen Zukunftstechnologien? Quantencomputing, autonomes Fahren oder Biotechnologie sind größtenteils so komplex und wissenschaftlich, dass viele Menschen sie nicht begreifen können. Es fehlen das Verständnis und der Faktor „Vertrautes“. Als Folge treffen sie auf Miss-

trauen oder sogar irrationale Ängste. Das wiederum ist nichts Neues in der Geschichte der Menschheit. Ein Beispiel: Nach der Jungfernfahrt der ersten deutschen Eisenbahn zwischen Nürnberg und Fürth im Jahr 1835 warnten Ärzte vor dem Risiko einer Lungenentzündung oder gar Gehirnerkrankung. Ähnliches widerfährt heute Zukunftstechnologien wie dem autonomen Fahren, humanoiden Robotern oder ganz allgemein Künstlicher Intelligenz. Auch hier gibt es irrationale Ängste. Eine davon ist, dass selbstlernende Maschinen irgendwann die Macht über uns übernehmen werden und unsere Spezies ums Überleben kämpfen muss. Hollywood lässt grüßen.

Sorgen über Auswirkungen

Neben Ängsten gibt es auch berechtigte Sorgen. Eine davon ist, dass neue Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI) Arbeitsplätze zerstören. Eigentlich sollen sie die Beschäftigten aber unterstützen und nicht ersetzen. Dass KI eine Chance für die Wirtschaft sein kann, davon ist Professor Dr. Markus Sause überzeugt. Der Direktor des KI-Produktionsnetzwerks an der Universität Augsburg erklärt: „Die Arbeitsplätze der Zukunft sind hoch technologisiert und automatisiert. Durch den Einsatz von KI können Unternehmen in Zukunft noch energie- und ressourceneffizienter produzieren und damit wettbewerbsfähig bleiben. Auch können durch KI-basierte Assistenzsysteme die Arbeitsplätze an die Bedürfnisse der Mitarbeitenden angepasst werden und Domänenwissen gebunden werden. Damit bleiben Jobs erhalten.“ Dr.-Ing. Nicole de Boer, Leiterin Material und Produktion bei Bayern Innovativ, ergänzt: „KI ist in der Produktion bereits heute gelebte Realität und sorgt für eine effizientere, oftmals kostengünstigere Fertigung. Beispielsweise durch den Einsatz KI-gestützter Robotertechnik oder vernetzter Maschinen.“ Gleichzeitig zeige die Erfahrung, wie wertvoll das detaillierte Wissen der Mitarbeitenden über Maschinen und Abläufe auch bei der Anwendung von KI bleibt. De Boer plädiert deshalb dafür, Beschäftigte entsprechend zu qualifizieren, damit ihr Know-how nicht verloren geht.

Professorin Dr. Sabine Pfeiffer von der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg ist überzeugt: „Vertrauen und positive Zukunftsaussichten sind in dynamischen Transformationszeiten alles andere als Selbstläufer, sondern müssen immer wieder neu über Prozesse in den Organisationen erarbeitet werden.“ In einer Studie mit dem Titel „Arbeit und Qualifizierung 2030“ beleuchteten sie und ihr Forschungsteam anhand der Volkswagen AG, wie sich die Transformationsprozesse für die Belegschaft darstellen – mit einem überraschenden Ergebnis: „Bei den Beschäftigten besteht eine hohe Bereitschaft zu Weiterbildung und persönlicher Veränderung. Sie haben im Transformationsprozess einen ausgeprägten Gestaltungswillen sowie ein grundsätzliches Vertrauen in sich und das Unternehmen“, erklärt die Wissenschaftlerin.

Zu Beginn des Jahres 2023 sorgte ChatGPT von der Firma OpenAI für Begeisterung, aber auch für Schaudern. Das KI-Modell kann Texte schreiben, Videos erstellen, Fragen beantworten und sogar programmieren. Die Ergebnisse sind zwar nicht immer perfekt, aber von erstaunlicher Qualität. Kritiker bemängeln, dass das neue Programm Arbeitsplätze kosten wird. Im Gegensatz dazu sieht der Informatik-Professor Albrecht Schmidt von der Ludwig-Maximilians-Universität in München große Chancen: „ChatGPT kann sich sogar positiv auf den Arbeitsmarkt auswirken. Denken Sie nur an Unternehmen in der Softwareentwicklung, die ihre Projekte nicht umsetzen können, weil ihnen die Entwickler fehlen. Wenn sie die simplen Dinge aber von ChatGPT programmieren lassen, können sie frei gewordene Ressourcen für anspruchsvolle Aufgaben einsetzen.“ Schmidt ist überzeugt, dass ohne KI-Modelle zu arbeiten, in Zukunft ein Wettbewerbsnachteil sein wird. Auch eine Studie des ZEW Mannheim aus dem Dezember 2020 zeigt in diese Richtung. Sie besagt, dass Unternehmen, die Künstliche Intelligenz einsetzen, innovativer sind und zusätzliche Arbeitsplätze schaffen. Rund 48.000 Stellen sind in der deutschen Wirtschaft 2019 laut der Studie durch den Einsatz von KI entstanden.

Wissen nimmt Angst

Trotzdem lösen Technologien bei vielen Menschen Unbehagen aus. Sie sind ihnen suspekt – meist, weil sie zu wenig darüber wissen. Deshalb ist Wissensvermittlung ein Schlüsselfaktor für deren Akzeptanz. Zudem fällt es den meisten Menschen schwer, sich den Nutzen einer neuen Technologie vorzustellen. Tatsächlich wissen oftmals selbst Fachleute nicht, welche Auswirkungen vor allem disruptive Innovationen auf die betrieblichen wie privaten Realitäten haben werden. Das schürt Vorbehalte, die teils in Ablehnung münden. Gerade gegenüber Technologien, die eine Änderung des gelernten Verhaltens erfordern, reagieren die Menschen mit größerer Unsicherheit und Skepsis. Erleben sie hingegen in der Anwendung positive Konsequenzen, wie weniger Belastung oder sogar höheres Entgelt, können sie ihre Einstellung auf solider Basis überdenken, und die Akzeptanz steigt.

Es heißt also, Zugang zu der Welt der Wissenschaft zu schaffen, sich für die Bedürfnisse, Ängste und Sorgen der Gesellschaft zu öffnen und nicht im Wolkenkuckucksheim zu verharren. Häufig wird dabei sehr emotional diskutiert, Fakten dringen nicht durch. Deshalb ist ein Perspektivwechsel in der Diskussion sinnvoll. Bedenken dürfen nicht beiseite gewischt werden. Im Gegenteil. Sie sollten direkt in die Forschung und Entwicklung einfließen.



Roboter – die neuen Ärzte?

Roboter – die neuen Ärzte?

Gerade im medizinischen Bereich sind die Vorbehalte groß. Der Gedanke, dass die Operation von oder auch nur mithilfe eines Roboters durchgeführt wird, macht vielen Menschen Angst. Dabei sind bereits seit den 90er-Jahren Roboterassistenzsysteme für den Operationssaal verfügbar. Seitdem erarbeiten innovative Unternehmen immer wieder neue Lösungen, wie die AKTORMed GmbH aus Bayern. Ihr Roboterassistenzsystem für minimalinvasive Eingriffe ermöglicht Chirurgen, diese mit hoher Präzision und größtmöglicher Entlastung durchzuführen. Denn eine große Herausforderung dieser Operationsmethode ist, das Endoskop – sprich die bildgebende Kamera – ohne Zittern zu führen. Schließlich ist ein klares, „wackelfreies“ Bild Grundvoraussetzung für den perfekten Eingriff. Der von AKTORMed entwickelte Roboterarm stabilisiert das Endoskop und kann entweder mit Joystick oder inzwischen sogar via Sprachsteuerung zitterfrei geführt werden. Und die Reise geht weiter. Aktuell arbeitet das Unternehmen daran, Künstliche Intelligenz (KI) einzusetzen. So könnte das Endoskop beispielsweise das zu behandelnde Organ selbstständig finden und sich selbst positionieren. Geschäftsführer Robert Geiger betont: „Bei allem, was wir tun, wollen wir den Arzt nicht ersetzen, sondern dazu beitragen, dass die gesamte Operation für beide Seiten effektiver und sicher abläuft.“

Das kommt auch den Patientinnen und Patienten entgegen. Laut einer Studie der Continentale Krankenversicherung aus dem Jahr 2019 vertrauen die meisten der Befragten eben doch dem menschlichen Arzt. Dass ein Roboter heute schon besser operieren kann als ein Arzt, glaubt nur ein Viertel der Befragten. Allerdings meinen 65 %, dass es in 20 Jahren anders sein wird. Und KI in der Medizin? Hier ist die Skepsis laut Studie noch weit größer. 56 % der Befragten würden sich zwar durch die Technologie eine Diagnose erstellen lassen, aber anschließend die Zweitmeinung eines Arztes einholen. 39 % können sich hingegen überhaupt nicht vorstellen, dass KI für sie eine Diagnose ermittelt.

Obwohl auch manche Ärztinnen und Ärzte durch KI einen Kontrollverlust befürchten, ist maschinelles Lernen in der Medizin ein Gamechanger. In Zukunft werden sie mit der Unterstützung von KI hunderttausende Befunde, Therapien und deren Resul-





tate durchforsten und interpretieren können. Welche Behandlung die Betroffenen letztendlich erhalten, entscheiden aber weiterhin die menschlichen Experten – nur eben auf Basis der Informationen und Vorschläge der Künstlichen Intelligenz. Davon ist Dr. Jörg Traub, Leiter des Spezialisierungsfelds Gesundheit bei Bayern Innovativ und Geschäftsführer des Forum Med-Tech Pharma e.V., überzeugt. Und verweist auf die Entwicklung der Diagnostik in der Radiologie. „In dieser Sparte herrschte vor zehn Jahren das Credo „Algorithmus gegen Arzt“. Heute lautet es „Arzt gemeinsam mit Algorithmus“. Hintergrund sind die immensen Vorteile, die in der Praxis deutlich wurden. Dr. Traub ist sich sicher, dass Ärzte, die digitale Medizin ablehnen, sich nicht langfristig in der Versorgung behaupten können, da sie keine Entscheidungen auf Datenbasis mit allen verfügbaren Informationen zu Patient, Krankheit und ähnlichen Fällen treffen werden können. Dadurch ergibt sich eine direkte Einschränkung in der Qualität des Diagnose- oder Behandlungserfolgs.

Für Traub ist es durchaus denkbar, dass Diagnostik und Therapie in der Zukunft zu einem großen Teil zu Hause stattfinden – beispielsweise mit differenzierten Schnelltestverfahren oder auch einer Kapselendoskopie. Dieses Verfahren, bei dem der Patient unter medizinischer Aufsicht eine Kapsel mit integrierter Minikamera schluckt, die auf ihrem Weg durch den Körper die Darmschleimhaut fotografiert, ist in Kliniken schon im Einsatz.

Die amerikanische Zukunftsforscherin Amy Webb geht sogar noch weiter. „Wir stehen vor einer Zukunft, in der wir keine Medikamente brauchen, um Krankheiten zu bekämpfen. Stattdessen werden Zellen einfach umprogrammiert“, sagte sie 2022 dem *Handelsblatt*. Auch für Traub ist das kein Science-Fiction-Szenario. Und es gibt bereits Erfolgsgeschichten aus der Versorgung. So wie BioNTech den mRNA-Impfstoff zum Schutz vor einem gefährlichen Verlauf der Covid-Erkrankung entwickelte, kann es in Zukunft auch Impfungen gegen Krankheiten wie Krebs geben. Nur durch diese Vision und die langjährigen F&E-Tätigkeiten der Mainzer Firma ist es gelungen, den Impfstoff so schnell zur Marktreife zu bekommen.

Kindertraum fliegende Autos





Fliegende Autos – ein immerwährender Kindertraum

Und wie sieht die Zukunft der Mobilität aus? Ob darin fliegende Autos zum Einsatz kommen? Jennifer Reinz-Zettler, Leiterin Mobilität bei Bayern Innovativ, schmunzelt: „Wir wollen den Verkehr ja nicht eins zu eins in die Luft verlagern, sondern ihn effizienter, nachhaltiger, klimaneutraler und noch sicherer machen. Und dafür brauchen wir vielfältige Innovationen.“ Deswegen sieht sie auch die Vorzüge von Urban Air Mobility: „Drohnen sind eine super Lösung, wenn beispielsweise Blutkonserven schnell in eine ländliche Gegend oder eilige Laborproben vom Land in die Stadt transportiert werden müssen und es auf dem üblichen Weg zu lange dauern würde.“

Im klassischen Straßenverkehr werden Pkw künftig mit großer Sicherheit überwiegend elektrisch betrieben. Beim gewerblichen Güter- und Schwerlastverkehr gewinnt aktuell Wasserstoffantrieb mehr und mehr an Bedeutung. Reinz-Zettler ist überzeugt, dass wir einer völlig neuen Mobilität entgegensteuern. Das derzeit noch steigende Verkehrsaufkommen müsse in Zukunft effizienter gestaltet werden. Deshalb sei es wichtig, Verkehrsträger besser auszulasten. „Fahrzeuge, die 23 Stunden am Tag nur stehen, wird es nicht mehr geben.“ Für die Zukunft setzt sie auf voll vernetzte Mobilität, die für alle Menschen verfügbar und bezahlbar sein muss und vor allem nachhaltig ist. Idealerweise soll dies „seamless“ geschehen, also in einer nahtlos aufeinander abgestimmten Mobilitätskette von öffentlichen, privaten und kommerziellen Mobilitätsanbietern. Am allerbesten natürlich mit nur einer Schnittstelle zum Kunden entweder in einer App auf dem Smartphone oder über ein AR-Device in Form von Brillen oder gar integriert in Kleidung. Richtig smart wird es, wenn alle Daten in EINER persönlichen Anwendung zusammenlaufen, die über Algorithmen vom Verhalten des Nutzenden lernt und gleichzeitig die aktuellen Rahmenbedingungen einfließen lässt. In Reinz-Zettlers

Zukunft könnte die Empfehlung dieses persönlichen digitalen „Assistenten“ lauten: Nimm das Fahrrad bis zur Mobilitätsstation, denn das Wetter ist schön, und du hast dich in letzter Zeit nicht viel bewegt. Danach steigst du in den Zug, und den restlichen Weg bis zum Ziel fährst du mit dem geteilten autonomen Shuttle.

Solch automatisiert fahrende Shuttles sind ideal für die sogenannte „letzte Meile“, aber auch, um die Menschen zu Verkehrsknotenpunkten zu bringen, an denen sie in größere Transportmittel wie Bus oder Bahn einsteigen. Sie können nahezu ständig im Einsatz sein und müssen nur zum Aufladen der Batterien pausieren. „Damit könnte auch die Vision von weniger Parkplätzen und mehr Raum zum Leben Realität werden“, schwärmt Reinz-Zettler. Hier kommt eine der aktuell am kontroversesten diskutierten Mobilitätstechnologien zum Tragen – das autonome Fahren. Während die einen sich davon Komfort, mehr Verkehrssicherheit und den Erhalt der Mobilität der älteren Landbevölkerung erhoffen, empfinden andere es schlichtweg als beängstigend. Dabei ist teilautomatisiertes Fahren heute in vielen Autos bereits Standard – sei es der Abstandsradar mit Spurhalteassistent oder das automatische Einparken. Professor Markus Lienkamp ist allerdings überzeugt, dass noch viele Jahre ins Land ziehen werden, bis autonomes Fahren im klassischen Straßenverkehr Normalität sein wird. Weitaus optimistischer sieht der Leiter des Lehrstuhls für Fahrzeugtechnik an der Technischen Universität München (TUM) hingegen das autonome Fahren von Shuttles oder Lkw: „Wenn sie sich auf festen Strecken und in klaren Situationen bewegen, ist das technisch deutlich einfacher zu realisieren.“ Gemeinsam mit seinem Team hat er eine Open-Source-Software entwickelt, die allen Interessierten der Community zur Verfügung steht. Mit dem brandneuen Forschungsfahrzeug namens Edgar wollen die Wissenschaftler diese Steuerungssoftware im Münchner Stadtverkehr erproben. Dafür ist der Van mit modernster Sensorik ausgestattet. Auch die Ergebnisse will Lienkamp teilen. Für ihn ist klar: Die technischen Hürden und offenen Fragen dieser komplexen Thematik lassen sich nur gemeinsam bewältigen.

*Drohnen: vielversprechend,
wenn eilige Fracht transportiert
werden muss*





Landkreise als Energiezellen

Landkreise als Energiezellen

Gemeinsame Anstrengungen sind auch bei der Bekämpfung der Klimaerwärmung vonnöten. Es ist nichts Neues. Der Klimawandel entsteht durch Verbrennen von Öl, Gas und Kohle. Zudem sind wir bei fossilen Energieträgern größtenteils abhängig von Lieferungen anderer Länder. Wollen wir also Klimaschutz und Versorgungssicherheit stärken, ist ein rascher Umbau der Energiesysteme unabdingbar. Deshalb soll in Deutschland der Bruttostromverbrauch bis 2030 zu mindestens 80 Prozent aus erneuerbaren Energien gedeckt und gleichzeitig insgesamt durch Energieeffizienzmaßnahmen verringert werden. Bis dahin will die Bundesregierung die Anteile von Wind- und Solarstrom verdoppeln. 15 Jahre später – also 2045 – soll Deutschland klimaneutral sein, und zwar über alle Energiearten hinweg: Strom, Mobilität, Wärme. Ein Ziel, das nur mit einem massiven Ausbau erneuerbarer Energien möglich sein wird. Gleichzeitig fordern Industrie wie auch Privathaushalte, dass die Energieversorgung günstig und vor allem zuverlässig sein muss. Doch gerade das ist die Krux bei Windrädern und Photovoltaikanlagen. Je nach Wind und Wetter produzieren sie zu viel oder zu wenig Strom. Die Konsequenz – der Speicherausbau – muss ebenfalls drastisch vorangetrieben werden.

Professor Oliver Mayer, Leiter Energie und Cluster Energietechnik bei Bayern Innovativ, plädiert für einen massiven Ausbau von Windkraft, Photovoltaik, Wasserkraft und Energiegewinnung aus Biomasse. Er kennt aber auch die Herausforderungen: „Strom- und auch Gasnetz müssen erweitert werden, damit die Energie dorthin transportiert werden kann, wo sie ge-

rade gebraucht wird.“ Das zweite Muss ist in den Augen des promovierten Elektrotechnikers der Bau von Speicherkapazitäten, und zwar sowohl für Strom als auch für Wärme. „Fossile Energien wie Gas, Öl oder Kohle sind inhärente Speicher. Ich kann sie lagern und jederzeit in Energie umwandeln. Bei regenerativen Energien ist das nicht der Fall. Deshalb brauchen wir Speicher“, erklärt Mayer.

Seine Zukunftsvision ist, dass jeder bayerische Landkreis zu einer Art Energiezelle wird. Diese Zellen versuchen, so weit wie möglich lokal die benötigte Energie zu erzeugen und auch zu verbrauchen. Um Überschüsse oder Unterdeckung auszugleichen, sind sie mit den Nachbar-Energiezellen verbunden. Dann können ländliche Gegenden auch Städte in ihrem Umkreis mit Energie versorgen, und die Kommunen verdienen daran. „Die Technologie ist schon heute vorhanden. Das Wissen ebenfalls. Nur die Umsetzung fehlt noch“, unterstreicht er die Machbarkeit dieses Zukunftsentwurfs.

Ein Paradebeispiel ist laut Mayer das Unternehmen Max Bögl mit der Transformation seines Industrienetzes in eine Energiezelle. Dabei geht es um mehr als die schrittweise Umstellung von fossiler Energie zu regionalen, CO₂-neutralen Versorgungslösungen, erklärt Josef Bayer, Leiter Research & Development Energy Systems bei Max Bögl: „Im Prinzip bilden wir im kleinen industriellen Umfang das europäische Verbundnetz der Zukunft ab.“ Aktuell besteht die Energiezelle aus drei Windkraftanlagen, zahlreichen Photovoltaikanlagen auf den Hallendächern des Betriebs, einem Dampfmotor und einem Lithium-Ionen-Speicher mit 2,5 Megawatt Anschlussleistung.



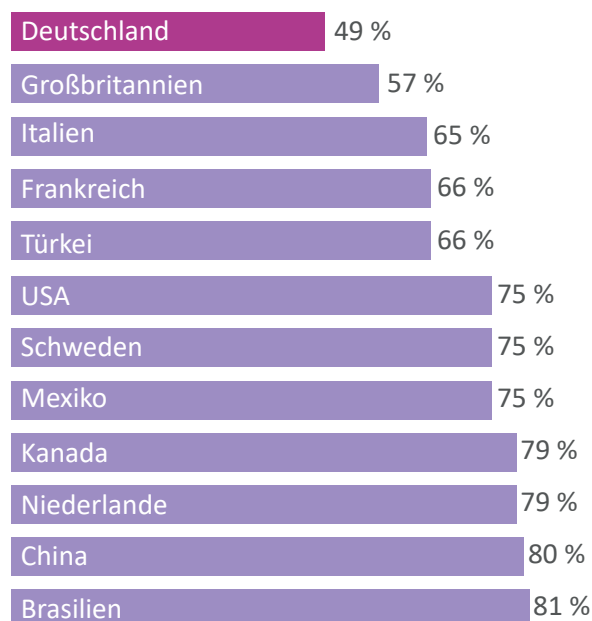
Seit Herbst 2022 ist die erste schwimmende Photovoltaikanlage (Floating-PV) auf dem Baggersee am Hauptsitz des Unternehmens in Sengenthal ein wichtiger Bestandteil. Insgesamt erzeugt die Bögl-Firmengruppe vor Ort bereits 28,5 Gigawatt Strom aus regenerativen Quellen pro Jahr. Das ist mehr als die jährlich am Standort benötigten 26 Gigawatt. „Mit dieser Energiezelle können wir den Standort Sengenthal auch bei einem großflächigen Energieausfall weiter betreiben“, sagt Bayer und ergänzt: „Wir könnten sogar der Region helfen, um einen regionalen oder überregionalen Stromausfall zu entschärfen.“ Die Energiezelle von Max Bögl erschließt damit nicht nur für das Unternehmen selbst eine positive Zukunftsperspektive, sondern auch für die Gesellschaft.

Schlüssel zum Erfolg

Wie bei allen neuen Technologien und Modellen ist auch beim Ausbau erneuerbarer Energien gesellschaftliche Akzeptanz ein wichtiger Erfolgsfaktor. Eine Umfrage der Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) zeigt, dass diese im Jahr 2022 nochmals gestiegen ist. 86 % der Teilnehmenden befürworten demnach den Ausbau, während es im Jahr zuvor noch 83 % waren. Auf die Frage nach Anlagen in der eigenen Umgebung bevorzugen die Befragten mit 65 % Solarparks (2021: 59 %), 80 % Solardächer (77 %), 50 % Windenergieanlagen (39 %) und 40 % Geothermianlagen (30 %). Die Studie zeigt: Windkraft ja, aber bitte woanders – diese Einstellung ist offenbar rückläufig. Eines der entscheidenden Argumente ist, dass die Wertschöpfung in der Region bleibt, indem beispielsweise alle Einwohner über den Gemeindehaushalt vom Ertrag profitieren. Die Schlüssel zum Erfolg sind verständliche Informationen, die Einbeziehung der Anwohner in die Planung und die Ermöglichung einer Partizipation.

Die Beispiele zeigen: Bei allen Zukunftstechnologien besteht immer eine gegenseitige Wechselwirkung zwischen ihnen und der Gesellschaft. Zukunftsweisende Ideen können nur erfolgreich sein, wenn sie akzeptiert und angewandt werden. Dafür mit transparenter Kommunikation, Wissensvermittlung und eigener Technologieoffenheit zu sorgen ist die Aufgabe aller Akteure des Innovationsökosystems. Dann gelingt auch der Aufbruch ins Ungewisse.

Technologieakzeptanz in unterschiedlichen Ländern (Auswahl)



Am wenigsten Berührungängste mit neuartigen Servicetechnologien haben weltweit Kunden in China und Brasilien. Während die Fortschrittsbegeisterung der Chinesen allgemein bekannt ist, stellt Brasilien vielleicht den Überraschungssieger des Rankings dar. Möglicher Grund: Die brasilianische Bevölkerung ist vergleichsweise jung und wahrscheinlich deshalb bereits sehr technikaffin.

Quelle: ServiceLobby (2018)

**Zukunftsweisende Ideen
können nur erfolgreich sein,
wenn sie akzeptiert werden.**



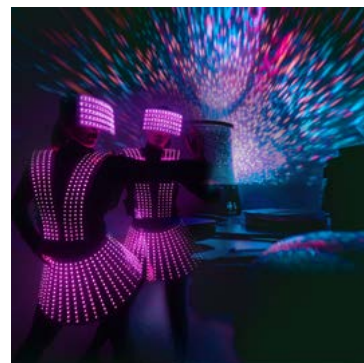


TRENDSTADT

Ein Tag in der Stadt der Zukunft

Welche Trends und Technologien werden das Leben in Metropolen und urbanen Zentren künftig prägen? Die virtuelle „Trendstadt“ inspiriert dazu, sich schon heute auf den Weg in die Zukunft zu machen.

TEXT CHRISTOPH KIRSCH





*Rundgang durch Trendstadt:
Die Stadt der Zukunft setzt
auf intermodale Mobilität*

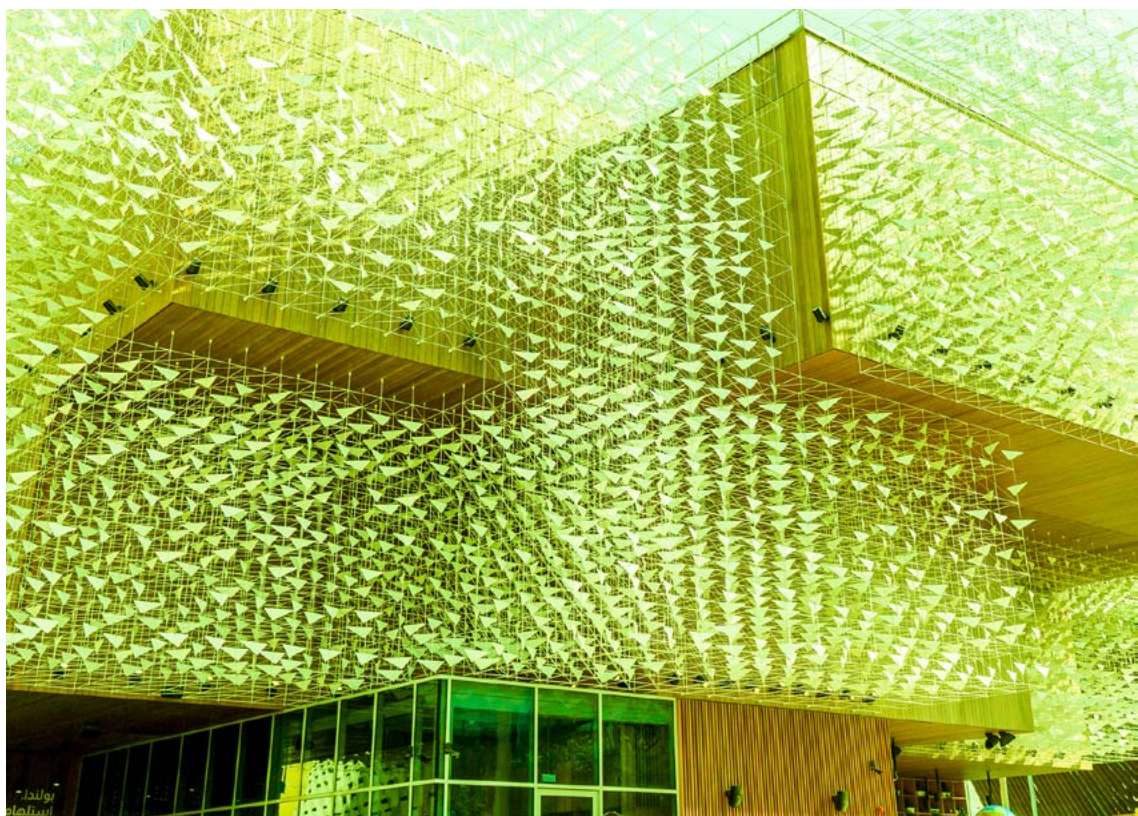
Wie Trends, Technologien und soziokulturelle Veränderungen in den kommenden Jahren unser Leben, unsere Städte und unsere Unternehmen verändern, ist regelmäßig Stoff für Science-Fiction-Romane. In der Realität bleibt dies aber meist der eigenen Vorstellungskraft überlassen. Mit dem Reiseführer „Trendstadt“ will das Team Technologie- und Innovationsmanagement der Bayern Innovativ zeigen, welche Innovationen eine lebendige und lebenswerte Stadt schon in 20 Jahren prägen werden, wenn Unternehmen aktuelle Trends und Entwicklungen weiterdenken. Denn in „Trendstadt“, der fiktiven Stadt der Zukunft, sind Zukunftstechnologien bereits Alltag. Egal ob in der Mobilität, bei den für Gebäude und Infrastruktur verwendeten nachhaltigen Materialien, bei der Versorgung mit Strom aus erneuerbaren Energien, bei der mit Virtual Reality und 3D-Druck unterstützten Produktion, im Büroalltag oder in der Freizeit.

Bike Highways und Bauten aus Carbon

In der Stadt der Zukunft hat es niemand eilig. Die Bewohner bewegen sich entspannt zwischen Wohnung, Büro, Freizeit- und Naherholungsmöglichkeiten, Museen und den vielen Kulturrorten und Sehenswürdigkeiten hin und her. Trendstadt setzt dafür auf eine breit angelegte multimodale Mobilität. Der Stadtkern selbst ist vollständig autofrei. In den anderen Stadtteilen prägen autonome E-Fahrzeuge und E-Bikes das Stadtbild. Oberirdisch ist die E-Infrastruktur mit Ladesäulen und induktiven Ladestraßen perfekt dafür ausgebaut. Im Untergrund verbindet eine vollautonome U-Bahn die Stadtteile, während der innerstädtische Bike Highway alle Radfahrer – egal ob mit oder ohne Elektroantrieb – ohne Kreuzungen, Ampeln und Autoverkehr durch grüne Alleen und weitläufige Parkanlagen führt.

Trendstadt ist ein Schaufenster für moderne Produktionsverfahren, neue Materialien und neue Werkstoffe. Das

*Creacity: Ein besonders
kreatives und buntes Stadtviertel
der Trendstadt. Nach getaner
Arbeit geht's zum Afterwork in
einen der umliegenden Clubs*



Stadtviertel Carbon setzt Zeichen für ressourcenschonende und hoch belastbare Baumaterialien. Alle Bauten und Brücken sind komplett aus Carbonbeton gebaut. Wegweisend ist auch Trendstadts U-Bahn. Sie fährt nicht nur vollautonom, sondern ist dank hochtechnologischer und selbst heilender Materialien und Bauteile auch besonders sicher und zuverlässig. Große Wartungsarbeiten sind überflüssig. Fallen Reparaturen an, führen die Systeme der U-Bahn diese selbstständig durch.

Essen aus dem 3D-Drucker

Die emissionsfreie und intermodale Mobilität führt zu einer außergewöhnlich hohen Lebensqualität, ebenso wie das abwechslungsreiche Kultur- und Freizeitangebot. Kunst wird in Trendstadt im wahrsten Sinne des Wortes zum Erlebnis – zum Beispiel im Industry Art Museum. Dort können die Besucher mit Augmented Reality in längst vergangene Epochen eintauchen und beispielsweise die Geschichte der Industrialisierung zum Leben erwecken. Mit der App „Blaue Kulturfenster“ können Touristinnen und Touristen virtuell bei Einheimischen anklopfen, sich mit ihnen über Geheimtipps austauschen und mehr über die Stadt, ihre Einwohner und ihre Kultur erfahren.

Zwei zentrale und vielfach präsen- te Anliegen für die Bewohner von Trendstadt sind die Themen Gesundheit und Ernährung. Fast alle Nahrungsmittel kommen aus vertikalen Farmen und Aquaponikbetrieben, die mitten im urbanen Lebensbereich den ressourcenschonenden Anbau von Gemüse, Salat, Kräutern und die Zucht von Fischen und Algen ermöglichen. Im Basdscho-Quartier steht Gesundheit in mehreren Restaurants sogar auf der Speisekarte. So zum Beispiel in der 3D-Healthy-Eatery. In diesem Lokal misst ein Sensor den tagesaktuellen Nährwertbedarf seiner Besucherinnen und Besucher. Ein 3D-Drucker stellt aus den übermittelten Daten das perfekt ausgewogene individuelle Menü zusammen.



Völlig losgelöst: In Trendstadt sind Flugtaxis Realität

Shoppen mit 4D-Bodyscan

Auch das Einkaufen funktioniert in Trendstadt vollkommen anders als in heutigen Metropolen. Einzigartige Produkte – on demand, maßgefertigt und mit kurzen Lieferketten lokal hergestellt –, so sieht Shoppen in der Stadt der Zukunft aus. Im Vordergrund steht vor allem das individuelle Einkaufserlebnis. 4D-Bodyscan und weitere Technologien haben Handwerksberufen wie Schuhmacher und Schneider zu einer Renaissance verholfen. Die 3D-Printery wiederum ermöglicht, sich Outfits aus Fotovorlagen einfach drucken zu lassen – vom Schuh bis zum Ohrring.

Noch ist Trendstadt Fiktion. „Doch wer hätte vor zehn Jahren gedacht, dass man 3D-Drucker heute beim Discounter kaufen kann?“, blickt Bayern Innovativs Leiterin Technologie- und Innovationsmanagement Dr. Tanja Jovanovic in die Zukunft. „Heute sehen wir in der Medizin und in der Textilbranche bereits 4D-Scanner. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dass uns im Jahr 2040 mithilfe von 4D-Scannern und 3D-Druckern die Kleidung auf den Leib geschneidert respektive gedruckt wird!“



Den Stadtführer „Trendstadt“ gibt es kostenfrei. Hier können Sie die gedruckte Version bestellen:
www.bayern-innovativ.de/de/trend-report-zur-trendstadt

A surreal architectural scene featuring a man in a white suit walking away from the viewer through a glowing yellow door. The door is set into a wall with a vertical orange stripe. To the left, a black staircase leads up to a green door. To the right, another black staircase leads down to a blue door. A red vertical stripe is visible on the far right. The overall atmosphere is one of mystery and exploration.

INNOVATIONSMANAGEMENT
MIT SZENARIOANALYSE

Der Zukunft auf der Spur

Nichts ändert sich so zuverlässig wie Kunden-
erwartungen, Wettbewerb und politische oder
rechtliche Rahmenbedingungen. Mit der
Managementmethode „Szenarioanalyse“
können unterschiedliche Entwicklungspfade
präzise analysiert und frühzeitig entsprechende
Handlungsoptionen entwickelt werden.

TEXT CHRISTOPH KIRSCH

Die Zukunft war früher auch besser!“ – der legendäre Spruch des bayerischen Komikers Karl Valentin wird immer wieder gerne zitiert, wenn es darum geht, in einem zugleich nachdenklichen wie humorvollen Kontext über Gegenwart und Vergangenheit zu diskutieren. Während Privatpersonen die Vergangenheit gerne als „besser“ verklären, sind die rationale Beschäftigung mit der Zukunft und die Ableitung sinnvoller Lösungsansätze für Unternehmen unerlässlich, um mittel- und langfristig erfolgreich zu bleiben. Eine Methode, Entwicklungen sachlich zu analysieren und sich und sein Unternehmen entsprechend strategisch aufzustellen, ist die „Szenarioanalyse“.

Die Grenzen des Wachstums

Wie viele strategische Methoden hat die Szenariotechnik ihren Ursprung im militärischen Bereich. Breite Aufmerksamkeit erhielt sie mit dem 1972 vorgestellten Bestseller *Die Grenzen des Wachstums*. In dem bis heute über 30 Millionen Mal verkauften Buch stellte eine international besetzte Wissenschaftlergruppe des Massachusetts Institute of Technology ihre Analyse der ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Situation der Menschheit vor. Daraus

leiteten die Forscher mehrere Szenarien ab, wie es mit der Welt unter Berücksichtigung der Entwicklung von Faktoren wie Weltbevölkerung, Industrieproduktion, Umweltverschmutzung, Nahrungsmittelproduktion und Rohstoffvorräten weitergehen wird. Die auch heute noch viel beachteten Ergebnisse beruhten auf mathematischen Berechnungen mit der eigenen Software „World03“ und den damals modernsten Großcomputern.

Der STEEP-Faktor

Mit modernen Softwarelösungen und wissenschaftlichen Methoden werfen heute Dr. Tanja Jovanovic und das Team „Technologie- und Innovationsmanagement“ der Bayern Innovativ Blicke in die Zukunft von Branchen und Unternehmen. Bei der Erstellung ihrer Szenarioanalysen gehen die Expertinnen und Experten in drei Schritten vor:

Im ersten Schritt recherchiert und analysiert das Team die relevanten sozio-kulturellen, technologischen, wirtschaftlichen, ökologischen und politisch-rechtlichen Einflussfaktoren für das zu betrachtende Unternehmen oder die zu untersuchende Branche. Dieser nach den englischen Begriffen „STEER“ genannte Analyserahmen ermöglicht eine übersichtliche Kategorisierung der wichtigsten Einflussfaktoren. Darüber hinaus legt das Team den Zeithorizont fest, für welchen die Szenarien und Zukunftsbilder gelten sollen. „Für Branchen- oder Produktszenarien sind Zeiträume von 5 bis 15 Jahren sinnvoll, für glo-

bale Fragestellungen auch deutlich länger“, erklärt Tanja Jovanovic.

Im zweiten Schritt entwirft das Team mehrere Projektionen für jeden ermittelten Einflussfaktor. Die Projektionen beschreiben mögliche Entwicklungspfade und erlauben den Entwurf konsistenter Zukunftsbilder. Damit liefern sie die Basis für die abschließende Entwicklung der eigentlichen Szenarien. „Die Herausforderung dabei ist, dass die Projektionen eine möglichst große Realitätsbandbreite abbilden, sich aber gleichzeitig nicht überlappen sollen“, erläutert Tanja Jovanovic. Diejenigen Einflussfaktoren, die mit ihrer Projektion konsistent sind, bilden schließlich ein Zukunftsbild. Die daraus abgeleiteten Szenarien können dann beispielsweise heißen: „Rasante Veränderung“, „kontinuierlicher Wandel“ und „Bewahrung des Status quo“, sich aber auch an einem Leitmotiv wie dem Bergsteigen orientieren und dann plakativ „Gipfelstürmen“, „Wandern“, oder „Expedition“ lauten.

Der finale dritte Schritt dient schlussendlich dazu, aus den Szenarien konkrete Handlungsempfehlungen und Strategien abzuleiten. Dieser Schritt ist für Unternehmen besonders herausfordernd, da sie sich der Frage nach Kurskorrekturen, Geschäftsmodellveränderungen oder radikalen Schritten stellen müssen.

Automobilindustrie: 108 Einflussfaktoren

Eine umfassende Szenarioanalyse stellte das Team Technologie- und Innovationsmanage-



ment im ersten Coronajahr 2020 für die bayerische Automobilindustrie vor. Mit dem STEEP-Analyserahmen wurden 108 relevante Einflussfaktoren ermittelt und mittels eines Softwaretools analysiert sowie zu 24 Schlüsselfaktoren verdichtet. Darunter Aspekte wie neue Wettbewerber, Kundenanforderungen, vollautonome Fahrzeuge, Handelsbeschränkungen und Luftverschmutzung.

Aus der Analyse konnten vier konkrete Szenarien für Entwicklungen von OEMs, Zulieferern und Politik bis zum Jahr 2030 entwickelt werden: „Vielfaltsdilemma“, „Inkrementeller Wandel“, „Software-Dominanz“ und „Komfortzone“. Obwohl die vier Szenarien sich massiv unterscheiden, konnte das Autorenteam auch allgemeingültige Handlungsempfehlungen für OEMs und Zulieferer ableiten. Dazu zählen die Notwendigkeit, die Produktion stärker zu automatisieren und zu digitalisieren, auf die Elektrifizierung der Fahrzeugflotten zu setzen, die in der Mobilität anfallenden Daten als Produkt zu verstehen und nicht zuletzt vollständig neue Geschäftsmodelle abseits des klassischen Automobils zu entwickeln.

Neues Mindset

„Die Ergebnisse eines Szenarioprozesses liefern Unternehmen ein wichtiges Strategieinstrument zur Ausrichtung und Planung an die Hand“, fasst Tanja Jovanovic zusammen. Neben den harten Erkenntnissen bietet die Szenariotechnik ihrer Meinung nach noch weitere Vorteile: „Setzen sich Geschäftsleitung und



Die Szenariotechnik arbeitet unterschiedliche zukünftige Entwicklungen heraus.

Dr. Tanja Jovanovic
Leiterin Technologie- und
Innovationsmanagement
Bayern Innovativ

Mitarbeiter gemeinsam in einem partizipativen Prozess mit der zukünftigen Entwicklung auseinander, bringt dies fast immer ein neues Mindset ins Unternehmen. Und neue Denkweisen sind nun mal die besten Quellen für Innovationen!“ Eine Kernaussage der Autoren des Buches *Die Grenzen des Wachstums* ist übrigens, dass eine Kurskorrektur umso heftiger ausfallen muss, je später man einlenkt. Ein guter Grund für Unternehmen, sich frühzeitig mit der Zukunft zu beschäftigen.

Gemeinsam innovieren

Als „Co-Innovator“ begleitet, inspiriert und coacht das Team Technologie- und Innovationsmanagement der Bayern Innovativ Unternehmen und Start-ups.

Weitere Infos und Kontaktaufnahme:
www.bayern-innovativ.de/de/uebersicht-technologie-und-innovationsmanagement

Innovation hört nicht

Gegensätze ziehen sich bekanntlich an. Umso interessanter wird es, wenn man beim genaueren Blick auf zwei Länder erkennt, dass anstatt vermeintlicher Unterschiede viele Gemeinsamkeiten bestehen. Wir haben uns mit den Technologiescouts von Bayern Innovativ auf die Reise nach Japan gemacht. TEXT CHRISTOPH KIRSCH

Wer an Japan denkt, dem kommen vermutlich zunächst Bilder von frischem Sushi, bunten Kimonos und kräftigen Sumoringern in den Sinn. Nicht weniger bekannt ist, dass Japan seit Jahrzehnten zu den bedeutendsten Wirtschaftsnationen der Welt gehört. Im internationalen Ranking liegt das aus über 6.800 Inseln bestehende Land seit Jahren beständig auf Rang drei hinter den flächenmäßig fast dreißig Mal so großen Volkswirtschaften USA und China – und mit deutlichem Abstand vor Deutschland. Die Gründe liegen auf der Hand: Japan ist berühmt für seine Ingenieurskunst und Innovationskultur. „Kaizen“, die japanische Lebens- und Arbeitsphilosophie der ständigen Verbesserung und Innovation, dient weltweit als Vorbild. Das gute Bildungssystem und stabile politische und soziale Verhältnisse sind weitere wichtige Grundlagen des anhaltenden internationalen Erfolgs der japanischen Unternehmen, wie Sony, Panasonic oder Canon und der Toyota-Konzern, der Volkswagen 2020 nach einem langen Kopf-an-Kopf-Rennen wieder als größter Automobilbauer der Welt abgelöst hat.

Stabile Politik – stabile Wirtschaft

Japan und Deutschland unterscheiden sich also nur auf den ersten Blick. Die Gemeinsamkeiten sind groß – aber auch die Herausforderungen. So zum Beispiel bei der Energieversorgung. Wie Deutschland hat Japan viele Jahre auf die fossilen Energieträger Öl, Kohle und Erdgas gesetzt, verfügt aber selbst über keine nennenswerten Vorkommen. Ähnlich sieht es bei den für die exportorientierte Industrie der beiden Länder so wichtigen Rohstoffvorkommen aus. Interessant ist auch ein Blick auf die demografische Entwicklung. Wie in vielen Industrienationen sinkt die Bevölkerungszahl in beiden Ländern seit 2010 tendenziell. In Japan, das keine gezielte Einwanderungspolitik betreibt, weist die Bevölkerung sogar die ausgeprägte Überalterung aller Länder der Erde auf. Dies liegt nicht zu-

letzt an der guten medizinischen Versorgung, dank der Japan das Land mit der höchsten Lebenserwartung der Welt ist.

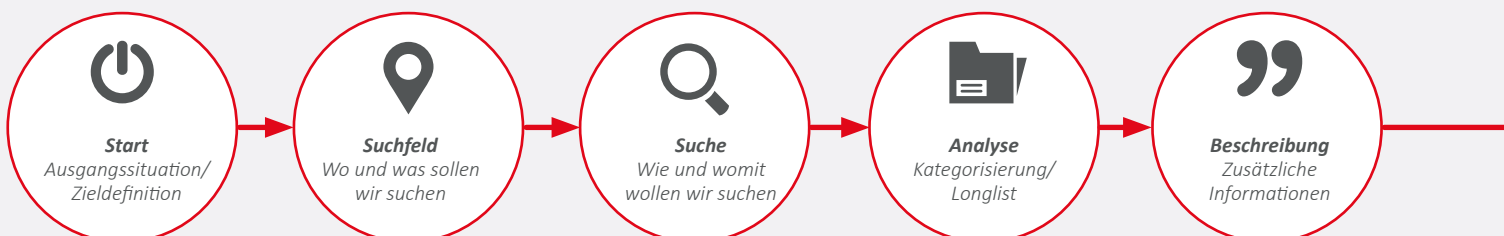
„Japan ist ein hoch spannender Markt, mit dem Bayern schon lange eine gute Zusammenarbeit pflegt. Aufgrund der aktuellen wirtschaftlichen wie gesellschaftlichen Herausforderungen ist es für Unternehmen aus Bayern interessant, diese zu intensivieren“, weiß Nico Goller, Projektmanager für Technologie- und Innovationsmanagement bei Bayern Innovativ. Um herauszufinden, welche Branchen und Technologien davon besonders profitieren können, hat der Wirtschaftswissenschaftler in Zusammenarbeit mit den Bayern-Innovativ-Schwestergesellschaften Bayern International und Invest in Bavaria sowie der bayerischen Auslandsrepräsentanz in Japan den dortigen Markt analysiert.

Zum Einsatz kam die Managementmethode „Trend- und Technologiescouting“. Als „International Scouting“ ermöglicht sie, gezielt relevante Trends und Technologiefelder in ausländischen Märkten zu identifizieren, zu bewerten und zu analysieren. Untersucht wurden die drei Faktoren Exportattraktivität, Importattraktivität und Kooperationspotenzial.

Elektromobilität, Windkraft und 3D-Druck

Die Analyse zeigt: Japan bietet bayerischen Unternehmen interessante Exportchancen in mehreren Schwerpunktbereichen, so in der Mobilität. Ganz vorn in diesem Segment liegen elektrische Antriebe. Wie Deutschland hat sich Japan hohe politische Ziele für die Elektrifizierung des Verkehrs gesetzt. Die große Kompetenz der bayerischen Automobilindustrie in Bayern trifft hier auf großen Bedarf in Japan. Im Bereich der Energieerzeugung bestehen ähnlich große Potenziale, denn auch Japan setzt verstärkt auf erneuerbare Energien. Hier korreliert vor allem bei der Windkraft bayerisches Know-how mit einer hohen Exportattraktivität. Auch Technologien für die Additive

Trend- und Technologiescouting – der Managementprozess in acht Schritten



an Ländergrenzen auf

Fertigung in der Industrie erweisen sich als spannendes Exportthema. Ein Grund dafür ist nicht zuletzt die schrumpfende Bevölkerung Japans, was durch alternative Produktionsmethoden aufgefangen werden muss.

Aber auch beim Import bestehen große Potenziale für beide Länder. So verfügte Japan lange Zeit über eine der erfolgreichsten Chip- und Halbleiterindustrien der Welt und strebt nun an, die seit der Coronapandemie offensichtlichen globalen Lieferengpässe durch eigene Produktionen zu reduzieren. Große Dynamik besteht auch bei der Entwicklung von Industrie- und Servicerobotern, einem Feld, in dem Japan durch die hoch entwickelte Roboterindustrie traditionell stark ist.

Als drittes wichtiges Ergebnis empfiehlt die Analyse, Kooperationen und Technologietransfer in Bereichen zu forcieren, in denen beide Länder gemeinsam an innovativen Lösungen arbeiten können. Das Team um Nico Goller identifizierte hier unter anderem das Thema autonom fahrende Lkw, welches aktuell von der japanischen Regierung massiv vorangetrieben wird. Zusammenarbeit ist auch beim Thema Cybersicherheit sinnvoll, da beide Länder immer häufiger von Angriffen bedroht sind, sowie beim Einsatz von Wasserstoff in der Produktion, um in diesem energieintensiven Feld fossile Energieträger zu ersetzen.

Neben dem erfolgreichen International Scouting für den japanischen Markt haben Bayern Innovativ und seine Schwester-gesellschaften eine solche Analyse auch für das südamerikanische Land Chile durchgeführt. „Chile unterscheidet sich auf den ersten Blick deutlicher von Deutschland als Japan“, verrät Nico Goller. „Aber eben wieder nur auf den ersten Blick. Denn auch hier gibt es große Export-, Import- und Kooperationspotenziale für bayerische Unternehmen – zum Beispiel im Bereich der Windenergie, der digitalen Produktion, der Wasserstoffproduktion und der Telekommunikation mit 5G. Genau hinsehen lohnt sich also ...



Scouting nutzen

Unternehmen, die sich über Chancen in Japan und Chile informieren möchten, können sich an das Team Technologie- und Innovationsmanagement wenden. Weitere internationale Scoutings für Mexiko, Polen, Großbritannien und Ägypten sind in Vorbereitung.
www.bayern-innovativ.de/de/international-scouting



Strukturieren
Zuordnen zu
Überkategorien



Einschätzen/Bewerten
Wer soll bewerten?



Visualisierung
Zielsetzung
aufbereiten



Handlungen definieren
Handlungsoptionen
festlegen



METaverse – VIELE CHANCEN AUCH FÜR START-UPS

Das nächste große Ding?

Die Meinungen reichen von „genial mit dem Potenzial, das gesamte menschliche Leben zu verändern“ bis „Milliardengrab“. Welche Chancen bietet das Metaverse Unternehmen und Start-ups wirklich?

TEXT CHRISTOPH KIRSCH



Mittendrin statt nur live dabei:
Das Metaverse will digitale
Konferenzen revolutionieren

Wer kennt sie nicht: Die sagenhaften Keynotes, bei denen Apple-Gründer Steve Jobs jedes Jahr im Herbst neue Hightech-Produkte präsentierte, die die Welt verändern sollten. Das aktuelle „Next Big Thing“ wird allerdings nicht vom Tech-Giganten aus Cupertino angeschoben, sondern vom Mitbewerber facebook. In einer an die legendären Apple-Keynotes erinnernden weltweit übertragenen Präsentation stellte Mark Zuckerberg im Oktober 2021 seine Vision der Zukunft vor – das Zeitalter des „Metaverse“. Und um die Bedeutung seines Unterfangens zu unterstreichen, benannte Zuckerberg den facebook-Konzern noch am selben Tag in „Meta“ um.

Wie meta ist Meta?

In seiner Keynote beschreibt Zuckerberg das Metaverse bildgewaltig als den Nachfolger des mobilen Internets, das uns heute mit Smartphones und Tablets

in jeder Lebenslage begleitet. Im Metaverse werde der Mensch physischer Teil des Geschehens. „Wenn Du mit Freunden ein Online-Spiel spielst, wird es sich anfühlen, als wärt Ihr zusammen in einer anderen Welt. Und wenn Du an einem Meeting teilnimmst, so, als wärt Ihr gemeinsam in einem Raum.“

Doch wie revolutionär ist das Metaverse? Im privaten wie unternehmerischen Umfeld werden viele der grundlegenden Technologien längst intensiv genutzt. Virtual (VR) und Augmented Reality (AR) ermöglichen den Nutzenden bereits heute, mit speziellen Brillen oder anderen Smart Devices in eine digitale Welt einzutauchen und mit ihr zu interagieren – zum Beispiel zum Spielen, zur Simulation von Prozessen oder um Maschinen zu warten.

Aufwändige Entwicklungen

Für ein künftiges Metaverse werden leistungsfähige Netzwerktechnologien und -infrastrukturen sowie Cloudcomputing enorme Bedeutung haben, um die anfallenden riesigen Datenmengen zu verarbeiten. Ebenso die Blockchain-Technologie, um digitale Identitäten zu verifizieren und digitale Vermögen abzusichern. Künstliche Intelligenz wiederum könnte die Nutzererfahrung personalisieren und die Interaktionen der Nutzen optimieren. Dr. Maximilian Bock, der sich beim Zentrum Digitalisierung.Bayern mit dem Themenschwerpunkt Digitalisierung in Produktion und Engineering beschäftigt, geht davon aus, dass ein Großteil der Basistechnologien für das Metaverse wie XR-Endgeräte, Netzwerktechnologie und fotorealistische digitale Welten von den großen Tech-Playern kommen werden, da die Entwicklung sehr aufwändig und mit hohem finanziellem Risiko verbunden ist.

So entwickelt Microsoft mit „Mesh“ eine Plattform, die es Benutzern ermöglichen soll, in einer gemeinsamen virtuellen Umgebung zu interagieren, und mit der „HoloLens“ eine Brille, die eine erweiterte Realitätserfahrung bieten soll. Der amerikanische Grafik- und Chipspezialist Nvidia wiederum arbeitet mit „Omniverse“ ebenfalls an einer konkreten Plattform für die virtuelle Zusammenarbeit. Im Omniverse können Unternehmen in einer virtuellen Umgebung Produkte entwickeln und sogar ganze Fabriken planen, zum Beispiel, um Abläufe im Vorfeld zu optimieren. Und natürlich investiert auch der Meta-Konzern gigantische Summen in eigene Angebote. Welche spezifischen Produkte dies sein werden und welche Strategie Mark Zuckerberg verfolgt, ist jedoch noch weitgehend unklar. Mit der VR-Brille „Quest“ bietet Meta immerhin bereits ein eigenes Headset an.

AR, VR und die Vision des Metaverse sind aber nicht zuletzt für die Automobilindustrie von großer Bedeutung, zum Beispiel für die Entwicklung und das Testen des autonomen Fahrens und anderer Sicherheitstechnologien unter annähernd realen Bedingungen. Neue Möglichkeiten ergeben sich auch für Marketing und Vertrieb, zum Beispiel, um den Kunden virtuelle Fahrerlebnisse und Fahrzeugkonfigurationen anzubieten. Ein Vorreiter für AR- und VR-Anwendungen ist die

Gamingbranche, wo Spiele wie Fortnite und Minecraft bereits Pfade in Richtung interaktiver Teilhabe andeuten.

Maximilian Bock ist überzeugt, dass viele Ideen und Entwicklungen für industrielle Anwendungen aus dem Start-up-Umfeld kommen werden. Eines, das seinen Kunden den Übergang zum „Web 3.0“ „ermöglichen will, ist Arcware aus München. Deren interaktive 3D-Anwendungen eignen sich beispielsweise für virtuelle Shops, Visualisierungen in der Architektur, Showrooms und Produktkonfiguratoren oder interaktive Messen und Veranstaltungen. Ein weiteres Start-up ist AVES Reality aus Garmisch-Partenkirchen. Der Preisträger des 2022er „Start?Zuschuss!“-Wettbewerbs hat sich auf physikalisch-realistische 3D-Umgebungsmodelle spezialisiert, die zum Beispiel zur Simulation der Sensoren autonomer Fahrzeuge angewendet werden können, um Entwicklungszeiten und -kosten zu verringern.

Nur ein Hype?

Erstaunlicherweise ist das Metaverse in der deutschen Wirtschaft noch weitgehend unbekannt, wie eine Umfrage des Branchenverbands der deutschen Informations- und Telekommunikationsbranche Bitkom aus dem Oktober 2022 zeigt. Ihr zufolge erkennt aktuell nur jedes vierte Unternehmen für sich Chancen. Fast 50 % der befragten Unternehmen wissen gar nicht genau, was das Metaverse ist oder sehen keinen Einfluss auf das eigene Unternehmen. Viele gehen sogar davon aus, dass es sich bei dem Thema nur um einen Hype handelt. „Grund dafür mag sein, dass man noch zu wenig über die konkreten Anwendungen weiß und sich mit dem Thema noch nicht ausreichend beschäftigt hat“, interpretiert Maximilian Bock die Zurückhaltung.

Viele Fachleute sehen im Metaverse einen milliarden schweren Zukunftsmarkt und vergleichen das derzeitige Stadium mit den absoluten Anfängen des Internets. „Damals konnten innovative Unternehmen das Fundament für ihren zukünftigen Erfolg legen“, so Maximilian Bock: „Sich jetzt schon mit dem Metaverse zu beschäftigen ist deswegen auf jeden Fall wichtig, um die Technologien zu verstehen und zum richtigen Zeitpunkt bereit zu sein!“

Die weltweiten Investitionen in das Metaverse haben sich 2022 mit 120 Milliarden US-Dollar gegenüber 2021 verdoppelt. Zu den führenden Bereichen gehören Energie, Hightech, Medien und Unterhaltung, das Gesundheitswesen und der öffentliche Sektor, die Automobilindustrie und der Maschinenbau.

Quelle: McKinsey 2022



Viele Fachleute sehen im Metaverse einen milliarden schweren Zukunftsmarkt

Start ins Metaverse

Bayern Innovativ bietet mit dem Zentrum Digitalisierung.Bayern und dem Team Start-up Anlaufstellen für Unternehmen, die sich mit den Chancen des Metaverse beschäftigen wollen.
www.bayern-innovativ.de/start-up

„Bei vielen Unternehmen hat der Wecker laut geklingelt!

Die Pandemie, technologische Paradigmenwechsel und der Ukrainekrieg mit all seinen Auswirkungen – die Welt hat sich verändert. Wie wirkt sich das auf bayerische Unternehmen aus?

DIRK MAAß: Die vergangenen zwei Jahre haben Spuren hinterlassen. Sie waren für viele Unternehmen ein echter Stresstest. Lieferketten zeigten sich nicht so stabil wie gewohnt, Versorgungsengpässe entstanden, und Energiekosten schnellten in die Höhe. Der Transformationsdruck stieg, und bei vielen Unternehmen hat der Wecker laut geklingelt. Sie erkennen, dass ein Umdenken nötig ist – und zwar über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg. Auch die Notwendigkeit von Resilienz ist in den Köpfen angekommen. Also vorausschauend planen, um unmittelbare Krisenfolgen abmildern und sich an veränderte Rahmenbedingungen anpassen zu können. Aber gleichzeitig eben auch flexibel nachjustieren, wenn sich etwas kurzfristig ändert. Idealerweise entsteht ein Kreislauf aus Umdenken und Resilienz. Alles zusammen ist gerade für KMU eine Herkulesaufgabe. Schließlich fordert das Tagesgeschäft weiterhin ihre volle Aufmerksamkeit.

Wie reagieren die verantwortlichen Personen in den Unternehmen?

Die Reaktionen sind ambivalent. Wie überall gibt es Treiber, die gehen vorneweg – entweder weil sie athletisch genug sind oder weil ein Visionär an der Spitze steht. Transformationswillige sehen die Vorteile, sind aber oft unsicher, wie sie den Wandel anpacken sollen. Ihre über Jahrzehnte gesammelten Erfahrungen haben häufig nichts mehr mit den aktuellen Herausforderungen zu tun. Ich denke da an neue Regularien, gestiegene Anforderungen an ein nachhaltiges Wirtschaften, an neue Technologien oder verändertes Mobilitätsverhalten. Und dann sind da noch die Getriebenen. Einige

wollen sich gar nicht transformieren, sind aber dazu gezwungen, wenn sie erfolgreich bleiben wollen. Ein paar wenige Verweigerer halten an ihrem Geschäftsmodell, ihrer Produktpalette bis zum bitteren Ende fest. Grundsätzlich habe ich aber den Eindruck, dass die Offenheit gegenüber der Transformation deutlich gewachsen ist.

Du bist seit 2020 als Transformationslotse Automotive unterwegs. Was hat sich seitdem getan?

Wir haben mehrere Hundert Firmen aus dem Automobilsektor in ihren Transformationsprozessen begleitet und unterstützt. Die Bereitschaft der meisten Firmen ist da, sich und ihre Unternehmensstrategien infrage zu stellen und den neuen Anforderungen anzupassen. Viele sind inzwischen fester Bestandteil des Bayern-Innovativ-Ökosystems. Sie sind Clusterpartnerschaften eingegangen, haben sich und ihre Expertise auf unseren Veranstaltungen präsentiert und von den Erfahrungen anderer gelernt. Beispielsweise in den Bereichen Technologie- und Innovationsmanagement, Neue Werkstoffe oder Digitalisierung. Aber auch in den Feldern Automatisierung, Mechatronik oder eben Automotive beziehungsweise Vernetzte Mobilität. Außerdem stellen mittlerweile immer mehr Firmen anderer Branchen fest, dass sich etwas tun muss, und greifen dabei gerne auf die Expertise und Erfahrungen der Transformationslotsen zurück.

Was sind die häufigsten Auslöser für die Beschäftigung mit Transformation?

Zum einen die Digitalisierung, die viele Veränderungen nach sich zieht. Aber auch die instabilen Lieferketten und die volatile Auftragslage. Bestellungen kommen heute wesentlich kurzfristiger und in kleineren Chargen als noch vor ein paar Jahren. Hinzu kommt ein immer

stärkerer Kosten- und Wettbewerbsdruck. Und dann natürlich der technologische Wandel wie der vom Verbrenner zur Elektromobilität. Hier müssen sich ganze Betriebe oder sogar Teilbranchen komplett neu orientieren. Nur ein Beispiel: Ein Elektroauto braucht keinen Benzintank. Was macht also ein Unternehmen, dessen Kerngeschäft das bisher war?

Was bringt die Zukunft?

Wir unterstützen natürlich weiter die Automobilbranche in Bayern. Schließlich ist unsere Arbeit auch eine wichtige Säule des bayernweiten Verbundprojekts transform. by. Zukünftig werden wir aber auch andere Branchen bei der Transformation unterstützen. Die Baubranche zum Beispiel steht ebenfalls vor großen Herausforderungen. Einerseits muss sie ihre Klimabilanz deutlich verbessern, andererseits wandeln sich die Anforderungen an Bauprojekte und -prozesse. Smart Living, Smart City und eine autarke Energieversorgung sind nur einige Schlagwörter. Dann gibt es noch gestiegene Nachhaltigkeitsansprüche, neue Materialien und Herstellungsverfahren etc. Es ist ein großes Rad, das hier gedreht wird und das viele unterschiedliche Technologiefelder berührt. Durch diesen Dschungel wollen wir als Transformationslotsen vor allem die KMU begleiten.

Haben sich die Themen geändert?

Zukunftsthemen spielen eine noch größere Rolle als bisher. Das zeigt sich beispielsweise in unserer Veranstaltungsreihe „Transformation 2023“, die extrem gut gebucht ist. Dort informieren wir, wie man mit Foresight-Methoden Veränderungen antizipiert oder wie mit Szenarien die Zukunft planbarer wird. Natürlich sprechen wir auch über die Chancen von KI und über die Nachhaltigkeitsanforderungen, die auf KMU zukommen. Grundsätzlich betrachten wir die Transformation nicht nur technologisch. In den meisten

Der Transformationslotse von Bayern Innovativ unterstützt im Auftrag der Bayerischen Staatsregierung seit Ende 2020 vor allem kleine und mittelständische Unternehmen der Automobilindustrie, aber auch Global Player bei ihren komplexen Transformationsprozessen. Er bietet Zugang zu relevantem Fachwissen, Best-Practice-Beispielen, Wissenschaft, Clustern, potenziellen Partnern und Förderprogrammen, um den Wandel und dessen Herausforderungen erfolgreich zu meistern.
www.bayern-innovativ.de/de/netzwerke-und-think-net/uebersicht-mobilitaet/transformation-lotse-automotive-bayern

Fällen muss eine Änderung des Mindsets mit einhergehen – im Management, bei den Mitarbeitenden und selbst bei der Kundschaft.

Stichwort ChatGPT: Wird bald eine Künstliche Intelligenz den Job des Transformationslotsen übernehmen?

Wenn du ein Unternehmen erfolgreich in seinem Transformationsprozess begleiten willst, brauchst du das persönliche Gespräch. Außerdem eine gute Portion Empathie für die Bedürfnisse deines Gegenübers. Deshalb wird KI den Job nicht übernehmen. Aber KI wird sowohl für uns als auch für die Firmen eine immer wertvollere Unterstützung bei der Bewältigung künftiger Herausforderungen sein.

INTERVIEW BARBARA GROLL



Dirk Maaß

Der Transformationslotse und sein Team haben in den letzten beiden Jahren Hunderte Gespräche mit Unternehmen geführt



KULTUR UND INNOVATION

Eine unterschätzte Partnerschaft

Die Kultur- und Kreativwirtschaft ist Deutschlands drittbedeutendste Branche. Wie stark sie Industrie und Gesellschaft beeinflusst, ist jedoch nur wenig bekannt. Ein Blick auf Entwicklungen der Künstlichen Intelligenz zeigt, dass die „KKW“ oft einen Schritt voraus ist.

TEXT JOHANNA LISON, SANDRA SONG

Die Kultur- und Kreativwirtschaft hat in den letzten Jahren viele innovative Ideen hervorgebracht, die die Wirtschaft und Gesellschaft prägen“, so die sachliche Antwort, wenn man ChatGPT zur Leistungsfähigkeit der KKW befragt. In der Folge zählt der Chatbot fünf verschiedene Innovationsbereiche auf, von virtueller Realität über Sharing Economy und Open-Source-Software bis hin zu Nachhaltigkeitslösungen, bis er mit dem Ausblick schließt: „In Zukunft werden die Innovationen in der Kultur- und Kreativwirtschaft wahrscheinlich weitergehen. Neue Technologien und Werkzeuge werden entwickelt werden, um die kreative Arbeit zu erleichtern, während gleichzeitig ein stärkerer Fokus auf Nachhaltigkeit und sozialer Verantwortung besteht. Die Kultur- und Kreativwirtschaft wird auch weiterhin einen wichtigen Beitrag zur Wirtschaft und Gesellschaft leisten, indem sie Arbeitsplätze schafft, das kulturelle Erbe bewahrt und eine positive Wirkung auf das Gemeinwohl hat.“ Die KI hinter dem gehypten Chatbot weist der Kultur- und Kreativwirtschaft – kurz KKW – mit Blick auf Innovationen also eine bedeutende Rolle in Wirtschaft und Gesellschaft zu. Oliver Wittmann, Leiter des Bayerischen Zentrums für Kultur- und Kreativwirtschaft (bayernkreativ), weiß um die Potenziale „seiner“ Branche: „Gerade mit

Blick auf den Einsatz von KI kann die KKW in Zukunft ein bedeutender Innovations-treiber sein. Entscheidend ist dafür vor allem die Haltung der Kreativschaffenden: Wenn die KI weniger als Bedrohung der eigenen Arbeit oder Ersatz menschlicher Schöpfung verstanden und eingesetzt wird, sondern vielmehr als Chance, um neue Spielräume für das eigene gestalterische Tun zu erschließen, dann kann KI die Innovationskraft der KKW sogar noch verstärken.“

Neue Spielräume

Und neue Spielräume tun sich in der Tat auf: Das KI-gestützte Instrumentarium für kreatives Arbeiten ist mittlerweile riesengroß. Das wird auf Plattformen für KI-basierte Instrumente wie zum Beispiel Futurepedia sichtbar. Sie listet knapp 50 Kategorien mit mehr als 1.200 KI-Instrumenten auf, darunter Werkzeuge für die Kreation von Bildern, Musik, Literatur oder Innenarchitektur genauso wie für Werbung und E-Commerce, aber auch für Vertrieb, Customer Support, Finanzen und HR. Mit diesen Tools könnten zukünftig alle Prozessschritte der Wertschöpfungskette, auch die der kreativen Produktion vor- und nachgelagerten Tätigkeiten, mithilfe von KI-Instrumenten unterstützt, ergänzt oder sogar (fast) vollständig von KI übernommen werden. Doch noch sind nicht alle dieser KI-Instrumente ausgereift. Interessant ist

jedoch, dass sie das gar nicht sein müssen. Denn die meisten Tools werden laufend weiterentwickelt, und ihre Nutzung erleichtert bereits jetzt viele Arbeiten. Einige Kreativschaffende nutzen Chatbots und lassen sich Texte auswerten, die dann die Basis für die weitere Textproduktion werden. „ChatGPT ist für mich ein spannender Sparringpartner, der helfen kann, für die Zielgruppe relevanten Marketing-Content effektiv, qualitativ hochwertig und in der richtigen Tonalität zu erstellen“, schildert die Augsburger Texterin Birgitta Reitschuster ihre Erfahrungen. „Mit einer durchdachten Konzeption, dem Arbeiten mit Workflows und intelligenten Eingabebefehlen sind wir auf dem richtigen Weg.“

Die Expertinnen und Experten von bayernkreativ sind sich sicher, dass Chatbots wie ChatGPT zwar keine erschöpfenden Antworten geben, jedoch vielfältige und hochkomplexe Zusammenhänge verständlich darstellen können. Die Resultate beeindrucken deswegen so, weil sie eben nicht nur Kausalitäten erläutern, sondern auch subtile Sinnzusammenhänge erfassen. Damit treffen sie mitten in den Wesenskern der KKW, denn sie schaffen Zugänge zur Komplexität der heutigen Welt. Die KI erschließt mittlerweile einen Raum, der gerade als Betätigungsfeld für Kultur- und Kreativschaffende relevant ist: Die Welt nicht in schwarz-weißen Schemata zu erfassen.



Für diese Bildserie verarbeitete der Generator die abstrakten Begriffe „art, technology, partnership, pop art“



Text-zu-Bild-Generatoren können aus wenigen Begriffen digitale Bilder kreieren, zum Beispiel in unterschiedlichen Stilrichtungen. Die vorgestellten Bildserien im Pop-Art-Stil entstanden mit dem in München entwickelten Tool „Stable Diffusion“.

sen, sondern sie in ihrer widersprüchlichen Vielgestaltigkeit darzustellen und begreiflich zu machen. Gerade das kann es so interessant machen, aus der KKW heraus Innovationen (mit) zu entwickeln.

Einsatzfähig trotz Unvollkommenheit

Dass mit aktuellen KI-Instrumenten keine vollständig fertigen Produkte auf den Markt gebracht werden, ist in vielerlei Hinsicht spannend, aber auch eine Herausforderung: KI-Instrumente sind bereits in ihrer Unvollkommenheit in vielen Fällen ready-to-use, werden verwendet und über die tägliche Anwendung stetig weiterentwickelt, je nach Lernmodus der KI. Auch die Forschung nutzt diese Prozesse: Universitäre Forschung und Anwendung durch die Nutzerinnen und Nutzer passieren vielerorts gleichzeitig – und befruchten sich damit auch wechselseitig. Ein KI-Instrument im Kulturbereich, das bereits im Schaffensprozess angewendet, gleichzeitig aber noch immer beforscht wird, ist Stable Diffusion. Der an der Ludwig-Maximilians-Universität München entwickelte Text-zu-Bild-Generator wird mittlerweile weltweit eingesetzt. Die Arbeitsgruppe „Computer Vision & Learning“ um Prof. Björn Ommer hat den Algorithmus geschrieben und trainiert, der Bilder aus kurzen Textteilen generieren kann. Unter einer „CreativeML Open RAIL-M-Lizenz“ wurde die Software bewusst quelloffen veröffentlicht, einerseits, um die KI weiter zu trainieren, und andererseits, um auch die Forschung an ihr und ihre Anwendung auf breitere Füße zu stellen. „Mich hat besorgt, dass einige wenige Firmen eine Technologie in der Hand halten, die für unsere Gesellschaft eine hohe Relevanz hat“, beschreibt Prof. Ommer seine Motivation und führt fort: „Deswegen war es uns wichtig, nicht nur die Anwendung dieser Technologie zu demokratisieren, sondern auch die Forschung an diesem Modell. Wir wollten eine offene Plattform schaffen, ähnlich wie die von Linux. Natürlich haben wir jetzt nicht mehr völlig in der Hand, wie die Entwicklung weitergeht. Aber ich denke, es war

der richtige Zeitpunkt, um die Awareness für das Potenzial dieser Technologie – positiv wie negativ – zu schaffen. So können wir als demokratische Gesellschaft diskutieren, was sie für die Zukunft bedeuten kann und soll.“

Text-to-image-Software wie Stable Diffusion oder Dall-E funktioniert zwar noch nicht perfekt, wird in naher Zukunft aber Bilder generieren, die zeitaufwendige Fotoproduktionen in der Mode, Illustrationen und Bildmaterial für Kataloge und Webshops revolutionieren könnten. Auch künstlerische Produktion kann über Text-zu-Bild-Generatoren wie Stable Diffusion KI-gestützt funktionieren: Modelle und Ideen können schneller erprobt, ästhetische Farb- und Formenwelten ausprobiert werden – auch von Laiinnen und Laien. Die KI kann hier den Prozess der Wertschöpfung direkt in der Phase der Kreation unterstützen. Dabei spielen menschliche und künstliche Schöpfungskraft direkt zusammen: Die Bildanfragen denkt sich ein Mensch aus – der Computer liefert unterschiedliche mögliche Bildwelten dazu.

Selbstspielender Flügel

Das Verhältnis von künstlicher und menschlicher Kreativität ist auch ein Forschungsgegenstand im Bereich der Musik. Im Projekt „Spirio Sessions“ erforschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Hochschule für Musik in Nürnberg und des Kompetenzzentrums für Künstliche Intelligenz (KIZ) der Technischen Hochschule Nürnberg das Zusammenspiel von KI und menschlicher Kreativität. Bei der gemeinsamen Jazzimprovisation werden unterschiedliche Systeme mit maschinellem Lernen darauf trainiert, live mit Jazzmusikerinnen und -musikern zu spielen. Im Mittelpunkt steht der selbstspielende Flügel „Spirio R“, ein analog-digitales Instrument. Das Projekt hat zum Ziel, datenbasierte Einblicke in die kreativen Prozesse bei der Musikinterpretation zu ermöglichen. Darüber hinaus werden aber auch größere Fragen, wie nach dem Wesen menschlicher Kreativität, aufgeworfen.

Projektleiter Prof. Dr. Korbinian Riedhammer sieht einen besonderen Reiz in diesem Zusammenspiel von Musik und KI: „Wir arbeiten an einem komplexen interaktiven Setting, wo Zeitreihenanalyse und Deep Learning mit künstlerischer Freiheit und Ausdruckskraft verschmelzen sollen. Diese gemeinsame Entdeckungsreise schärft unsere interdisziplinären Kompetenzen.“ Nicht zuletzt erhofft sich das Team um Prof. Riedhammer Erkenntnisse, die sich auch auf andere Gebiete und Anwendungen übertragen lassen, wie zum Beispiel in der Medizin. Das LEONARDO-Zentrum in Nürnberg, in dessen Rahmen das Projekt stattfindet, ist dabei zentraler Knotenpunkt, um weitere universitäre Forschungsbereiche an dieses Projekt heranzuführen.

Ist die KKW also ein Innovationstreiber? Oliver Wittmann ist sich sicher: „Wohin wir auch blicken, die Branche ist ein innovationsstrategisch hoch relevanter und vielfältig wirksamer Wirtschaftsakteur. NFTs zum Beispiel werden als Smart Contracts heute sehr vielseitig verwendet, wurden aber ursprünglich für den Handel mit digitaler Kunst entwickelt. Game Engines wiederum haben die Entwicklung von Virtual Reality vorangetrieben und machen die Nutzung neuer Technologien in anderen Wirtschaftsbereichen vielfach erst möglich. Aus dem intensiven Zusammenspiel von Kultur und Technik öffnen sich völlig neue Räume der Innovation – auch und gerade für Bayern.“

Die bayerische Kultur- und Kreativwirtschaft in Zahlen (2018):

Erwerbstätige: 340.000 (4,1 % in der bayerischen Gesamtwirtschaft)

Unternehmen und Selbstständige: rd. 47.700

Umsatz: 38,2 Milliarden Euro

Bruttowertschöpfung: 20,7 Milliarden Euro (Wertschöpfungsbeitrag von 3,7 % an der bayerischen Gesamtwirtschaft)

Ranking Umsatz: Platz 3 hinter dem Automobil- und dem Maschinenbau, aber vor der Gesundheitswirtschaft

Ranking Bruttowertschöpfung:

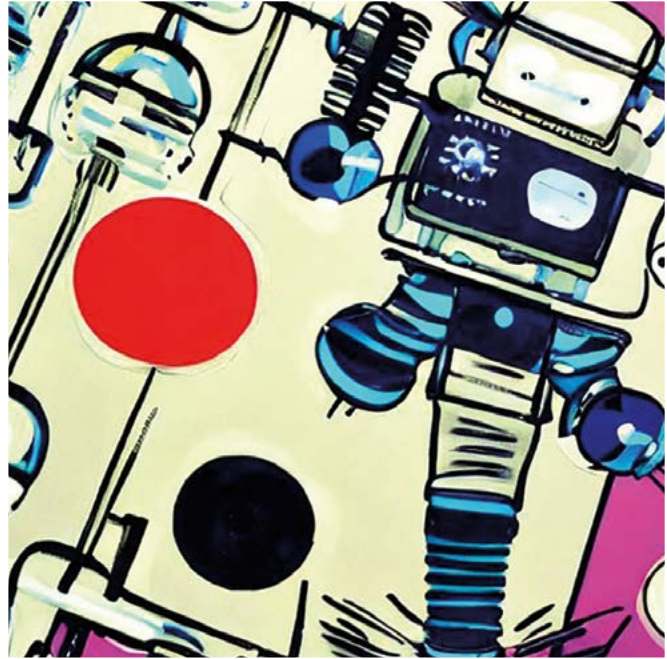
Platz 2 hinter Automobilbau und vor dem Maschinenbau und der Gesundheitswirtschaft

Mehr Infos: www.bayernkreativ.de



Sie wollen KI und Kunst selbst probieren?

Hier haben wir eine Linksammlung zu aktuellen Tools zusammengestellt:
www.bayern-kreativ.de/aktuelles/ki-tools-kennenlernen-und-ausprobieren/



Für die zweite Bildserie wurden die Begriffe „art, technology, partnership, pop art“ um das Wort „robotics“ ergänzt. Die generierten Bilder ähneln in ihrer Anmutung der ersten Bildreihe und erscheinen ebenfalls im Pop-Art-Stil



Für die dritte Bildserie wurde der Wortreihe der Begriff „Piano“ hinzugefügt. Mit diesem sehr gegenständlichen Begriff unterscheiden sich die Ergebnisse deutlich von den Bildserien 1 und 2. Der Fokus rückt auf den Gegenstand, die abstrakteren Begriffe rücken in den Hintergrund



8. SYMPOSIUM MIT FACHAUSSTELLUNG

Textil Innovativ Technologien für Mobilität und Schutz

18. Juli 2023 | Augsburg

Technische Textilien sind vielseitige Werkstoffe, die in zahlreichen Anwendungsfeldern unentbehrlich sind – insbesondere in den Bereichen „Mobilität“ und „Schutz“. Deutsche Unternehmen zählen zu den führenden Anbietern weltweit. Das Symposium greift die wichtigsten Innovationsthemen der Textilbranche auf und stellt neue Entwicklungen vor.

www.bayern-innovativ.de/de/textil-innovativ-2023



WORKSHOP

Innovationsmanagement im Mittelstand

Einführen, gestalten und weiterentwickeln

14. September 2023 | Nürnberg

Der Workshop zeigt, wie mittelständische Unternehmen ein professionelles Innovationsmanagement strukturiert angehen, umsetzen und weiterentwickeln können.

www.bayern-innovativ.de/de/veranstaltung/innovationsmanagement-im-mittelstand-sept2023



NETZWERKVERANSTALTUNG

Wie gelingt die Verkehrswende? Smarte Lösungen für Stadt und Land

25. Oktober 2023 | München

Die Netzwerkkonferenz geht der Frage nach, welche Hebel zum Gelingen der Verkehrswende gesetzt werden müssen und welche Rolle digitale Innovationen dabei spielen können. Ein besonderer Fokus liegt auf dem ländlichen Raum.

www.bayern-innovativ.de/de/veranstaltung/wie-gelingt-die-verkehrswende



KOOPERATIONSFORUM

Internationales Forum Mechatronik

Trends aus vier Ländern

28. September 2023 | Bruneck (Italien)

Das Internationale Forum Mechatronik intensiviert den Austausch zwischen allen Mechatronik-Akteuren aus Österreich, Bayern, Südtirol und der Schweiz. Das Forum bietet neben Raum zum Austausch Einblicke in die aktuellen Entwicklungen der gastgebenden Region.

www.bayern-innovativ.de/de/internationales-forum-mechatronik-2023



2. KONGRESS

Zirkuläre Werkstoffe

Innovationen für die Kunststoffindustrie

28. September 2023 | Nürnberg

Im Fokus des Kongresses Zirkuläre Werkstoffe 2023 liegen Innovationen aus den Bereichen Kunststoffe und Elektronik. Neben Vorträgen zur Kreislaufwirtschaft aus beiden Branchen werden Produktdesign für Recycling, ressourceneffiziente Produktion sowie innovative und nachhaltige Produkte thematisiert.

www.bayern-innovativ.de/de/zirkulaere-werkstoffe-2023



24. KOOPERATIONSFORUM

Bordnetze

Trends im automobilen Bordnetz

29. November 2023 | München

Das Forum Bordnetze ist seit 24 Jahren Treffpunkt für Expertinnen und Experten aus der Automobilhersteller- und Zulieferindustrie. Das Kooperationsforum dient dazu, sich über neue Entwicklungen auszutauschen und Partner und Innovationen im Bordnetz anzustoßen.

www.bayern-innovativ.de/bordnetze2023



MESSETERMINE 2023

IAA MOBILITY | 5.–10. September 2023 | München

IT-SA | 10.–12. Oktober 2023 | Nürnberg

FAKUMA | 17.–21. Oktober 2023 | Friedrichshafen

MEDICA | 13.–16. November 2023 | Düsseldorf

FORMNEXT | 7.–10. November 2023 | Frankfurt a. M.

SPS | 14.–16. November 2023 | Nürnberg

Hier finden Sie alle aktuellen Veranstaltungen, Messen und Workshops:
www.bayern-innovativ.de/de/events-und-messen/veranstaltungen

IMPRESSUM

HERAUSGEBER
 Bayern Innovativ GmbH
 Am Tullnaupark 8
 90402 Nürnberg
 T +49 911 20671-0
info@bayern-innovativ.de
vernetzt@bayern-innovativ.de
www.bayern-innovativ.de

GESCHÄFTSFÜHRER
 Dr. Rainer Seßner

REDAKTION
 Christoph Kirsch

GESTALTUNG
 Gisa Gudden

BILDNACHWEIS
 Titel: AdobeStock@VISTA by Westend61; S. 2/3: eigene Darstellung; S. 4: iStock@Fotografie-Link; S. 5: iStock@gorodenkoff, iStock@Liudmila Chernetska, ©KE-AG-Leitgieb, iStock@White Bear Studio, iStock@Amorn Suriyan; S. 6: ©StMWi/E. Neureuther, Fotolia@Fotoschlick; S. 7: shutterstock@asharkyu; S. 8/9: iStock@gorodenkoff; S. 10: iStock@gremlin; S. 13: iStock@ae-rogondo; S. 14: AdobeStock@Andrey Popov; S. 15: ©KelRide; S. 16: Blickfeld GmbH, ©AVL Software and Functions GmbH; S. 17: iStock@Kinwun; S. 18/20: AdobeStock@C. Schübler; S. 19: ©SWW WUNSIEDEL GMBH/Siemens AG; S. 21: iStock@Nicki1982, AdobeStock@Cavan Images, iStock@Bim; S. 22: iStock@Liudmila Chernetska; S. 23: ©AGO GmbH Energie + Anlagen, ©EnCN THN/Julos TV; S. 24: ©KE-AG-Leitgieb – KE-1706-1145; S. 26/27: shutterstock@Anton Vierietin; S. 27: ©DLR, M. Soppa (Exo Matter); S. 28: iStock@BlackJack3D, iStock@JuSun, iStock@peterschreiber.media, iStock@imaginima; S. 29: iStock@peterschreiber.media, iStock@Christoph Burgstedt, shutterstock@Romariolen, iStock@NatalyaBurova, iStock@ayo888; S. 30: iStock@Delmaine Donson, iStock@VictoriaBee, iStock@Leesle; S. 31: shutterstock@fizkes, shutterstock@Prostock-studio, iStock@Esther Pueyo, iStock@innazagor; S. 32: Dietmar Wolff; S. 33: iStock@ranplett, iStock@AndreyPopov, ©Erik Bohr. Fotograf – pulsnetz KI; S. 34–37: ©Petra Herberger; S. 38/39: Fotolia@Kenishirotie; S. 40/41: iStock@Amorn Suriyan, shutterstock@YEINISM; S. 42/43: iStock@FotografieLink; S. 44: iStock@master1305; S. 47: iStock@Menno van Dijk; S. 48/49: iStock@XH4D; S. 49: iStock@solarseven, iStock@solarseven; S. 50: iStock@peepo; S. 51: eigene Darstellung; S. 52: ©alex-knight-2EJCSULRwC8-unsplash, Darstellung_swz, AdobeStock@jamesteohart, ©pexels-hasan-albari; S. 54: AdobeStock@alpha-spirit, AdobeStock@KingmaPhotos; S. 55: AdobeStock@Gorodenkoff; S. 56/58: iStock@Eone-ren; S. 60/61: iStock@calvindexter; S. 62: AdobeStock@supamotion, AdobeStock@supamotion; S. 63: shutterstock@Jacob Lund; S. 65: eigene Darstellung; S. 66–69: KI-generierte Bilder (stable diffusion); S. 71: iStock@EduLeite; Rückseite: AdobeStock@m.mphoto, unsplash@joshua-hibbert (Montage)

DRUCKEREI
 Nova Druck, Nürnberg

PAPIER
 Magno Gloss 200 g/m²
 Magnomatt 100 g/m²



Alle Inhalte dieser Publikation, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt.

WAS MACHT DER LEUCHTTURM IN BAYERN?

RICHTUNGSWEISEND IN DIE ZUKUNFT

**VERNETZUNG, FÖRDERUNG, BERATUNG
FÜR DIE BAYERISCHE WIRTSCHAFT**

BAYERN INNOVATIV BRINGT SIE AUF ZUKUNFTSKURS.
EGAL OB INNOVATIONEN ODER FRAGEN RUND UM
DEN TECHNOLOGIE- UND WISSENSTRANSFER –
WIR NAVIGIEREN SIE ALS BAYERNS LEUCHTTURM
DURCH ALLE HERAUSFORDERUNGEN.

leuchtturmbayern.de

